

## **Automatisierungstechnik nach internationaler Norm programmieren (4)**

Autor: Dr. Ulrich Becker

Fachzentrum Automatisierungstechnik und vernetzte Systeme im BTZ Rohr-Kloster

Mail: Ulrich.Becker@BTZ-Rohr.de

### **Folge 4: Inbetriebnahme des Busklemmensystems WAGO-I/O-750 mit Ethernet-Controller**

In Folge 3 hatten wir den Programmcode der Aufgabenstellung 1 fertiggestellt. Selbstverständlich wollen wir dessen Funktion so schnell wie möglich am Trainingsrack testen. Dazu müssen wir den Code in den Controller laden und das Verteilerband an den Busklemmen in Betrieb nehmen. Auch für diese Aufgaben werden wir uns zunächst auf die notwendigen Schritte beschränken und weitergehende Überlegungen in späteren Folgen anfügen. Die erworbenen Fertigkeiten beim Umgang mit Ethernet-Netzen können wir vorteilhaft auch für die Vernetzung von Simatic-Automatisierungstechnik nach dem zukünftigen Industriestandard Profinet anwenden.

#### **Netzwerkkenntnisse werden in der Automatisierungstechnik dringlich!**

Der Controller WAGO 750-841 ist ein „Ethernet-Controller“. Das ist von großem Vorteil, denn es bedeutet, dass wir ihn mit Standard-Netz-Technologie – so wie wir diese aus der Bürovernetzung als PC-Netzwerkkarte, Hub, Switch, Patchkabel und RJ45-Stecker kennen – ansprechen können. Spezielle Kommunikationsprozessoren als Kartenbaugruppe im PC oder als Adapterleitung wie der CP5611 im System Simatic sind nicht erforderlich. Diese und andere Vorteile bewirken, dass in der Industrie immer mehr dezentral aufgebaute Automatisierungstechnik mit Ethernet vernetzt wird. Selbstverständlich bleibt zu beachten, dass die industrielle Umgebung andere Stecktechnik und Schutzgrade sowie häufig auch andere Übertragungsraten und –geschwindigkeiten als Büro und Labor erfordern.

Mit zunehmendem Einsatz von Ethernet in der Automatisierungstechnik werden Kenntnisse über solche Netzwerke immer dringlicher. Praxisgerechte Literatur wie /1/ oder tiefergehender /2/ sowie „Googlen“ im Internet helfen bei der notwendigen Weiterbildung. Für den „Automatisierungstechniker der alten Art“ wird die Zusammenarbeit mit dem Systemadministrator als dem Verantwortlichen für die Firmennetze wichtig. Aber es gilt auch: Für die Inbetriebnahme von mit Ethernet vernetzten Automatisierungskomponenten müssen wir nicht jedes Protokoll im Detail kennen.

Aus der Vernetzung von PC im Büro ist bekannt, dass diese über IP-Adressen angesprochen werden. Eine IP- Adresse besteht aus 4 Byte. Die zugeordnete Subnet-Maske legt fest, welche Byte das Netz und welche Byte die Geräte im Netz adressieren.

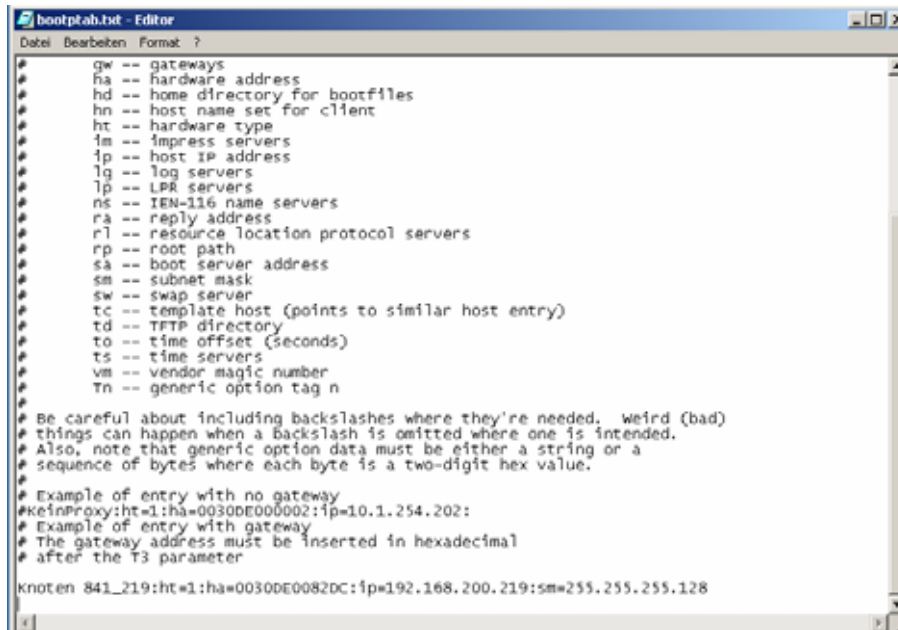
In unserem Falle arbeiten wir zunächst ausschließlich in einem lokalen Netz. Dieses besteht zuerst nur aus zwei Teilnehmern: dem PC mit Netzwerkkarte und CoDeSys Programmiersystem und dem Controller. Bei diesem kleinen „Netz“ ist lediglich darauf zu achten, dass beide IP der gleichen Klasse angehören, also zueinander passen. Deshalb ist zuerst die IP des PC im Menu Eigenschaften der Netzwerkumgebung zu lesen. Für den erfolgreichen Zugang zum Controller sollte man weiter darauf achten, dass keine speziellen Einstellungen für den Internetzugang des PC (z.B. Proxyserver) den Zugang zur Automatisierungstechnik erschweren.

#### **Vergabe der IP-Adresse**

Jedem aktiven Ethernet-Bauteil wird bei seiner Herstellung weltweit eine eindeutige MAC- Adresse von 48 Bit gegeben. Bei Automatisierungsgeräten steht diese bei der Auslieferung als Strichcode und /oder in Form von 12 Hexaziffern auf dem Bauteil. Unsere

Aufgabe ist nun, dem Controller ausgehend von dieser MAC eine gültige IP-Adresse zu geben. Eine der Möglichkeiten dazu ist die Installation des Software-Werkzeugs BootP-Server, zu laden zum Beispiel von der Homepage [www.wago.com](http://www.wago.com) des Unternehmens WAGO.

**Bild13** zeigt seine einfache Anwendung. Zunächst müssen wir mit einem Texteditor MAC- und IP-Adresse einander zuordnen. Im Bild 13 erfolgt dies in der letzten Zeile. Dort wird weiter auch die Subnet eingetragen. Lediglich diese Zeile ist hier von Bedeutung, alle anderen werden durch die Kennzeichnung mit # als Kommentar gewertet und damit unwirksam.



```
# bootptab.txt - Editor
Datei Bearbeiten Format ?

# gw -- gateway
# ha -- hardware address
# hd -- home directory for bootfiles
# hn -- host name set for client
# ht -- hardware type
# im -- impress servers
# ip -- host IP address
# lg -- log servers
# lp -- LPR servers
# ns -- IEN-116 name servers
# ra -- reply address
# rl -- resource location protocol servers
# rp -- root path
# sa -- boot server address
# sm -- subnet mask
# sw -- swap server
# tc -- template host (points to similar host entry)
# td -- TFTP directory
# to -- time offset (seconds)
# ts -- time servers
# vm -- vendor magic number
# Tn -- generic option tag n

# Be careful about including backslashes where they're needed.  weird (bad)
# things can happen when a backslash is omitted where one is intended.
# Also, note that generic option data must be either a string or a
# sequence of bytes where each byte is a two-digit hex value.

# Example of entry with no gateway
#KeinProxy:ht=1:ha=0030DE000002:ip=10.1.254.202:
# Example of entry with gateway
# The gateway address must be inserted in hexadecimal
# after the T3 parameter
knoten 841_219:ht=1:ha=0030DE0082DC:ip=192.168.200.219:sm=255.255.255.128
```

Bild 13: Editieren des BootP-Servers für den Eintrag der IP-Adresse

Haben wir nun PC und Controller über eine gekreuzte (!) Ethernet-Leitung direkt verbunden, können wir den BootP Server starten. Danach muss die Versorgungsspannung des Controllers für ca. 2s abgeschaltet werden. Nach dem Wiedereinschalten meldet sich der Controller mit dem BootP-Request (Antwort) und übernimmt die vorgegebene IP-Adresse.

Nunmehr können wir den Controller bereits über einen Standardbrowser wie den Internet Explorer ansprechen. Mit seinem integrierten Web-Server entspricht der Controller 841 damit aktuellen Anforderungen der Automatisierungstechnik.

Wenn wir im Explorer anstelle der gewohnten www-Adresse die IP in der Syntax `http://192.168.200.219` eintragen, meldet sich der Web-Server des Controllers mit einigen Web-Seiten. Wir können erkennen, welche Protokolle im Controller verfügbar sind. Diese sind für zahlreiche zukünftig zu untersuchenden Applikationen von Bedeutung. Der Umgang mit dem integrierten Web-Server ist aber bereits an dieser Stelle wichtig, weil gesichert werden muss, dass nach jedem Spannungsausfall die IP-Adresse aus dem nichtflüchtigen EEPROM des Controllers in den RAM geladen wird, ohne dass der Controller auf das Signal eines BootP-Servers wartet. Dazu müssen wir auf der Web-Seite „Port Configuration“ die BootP-Funktion im Controller abschalten (**Bild 14**).

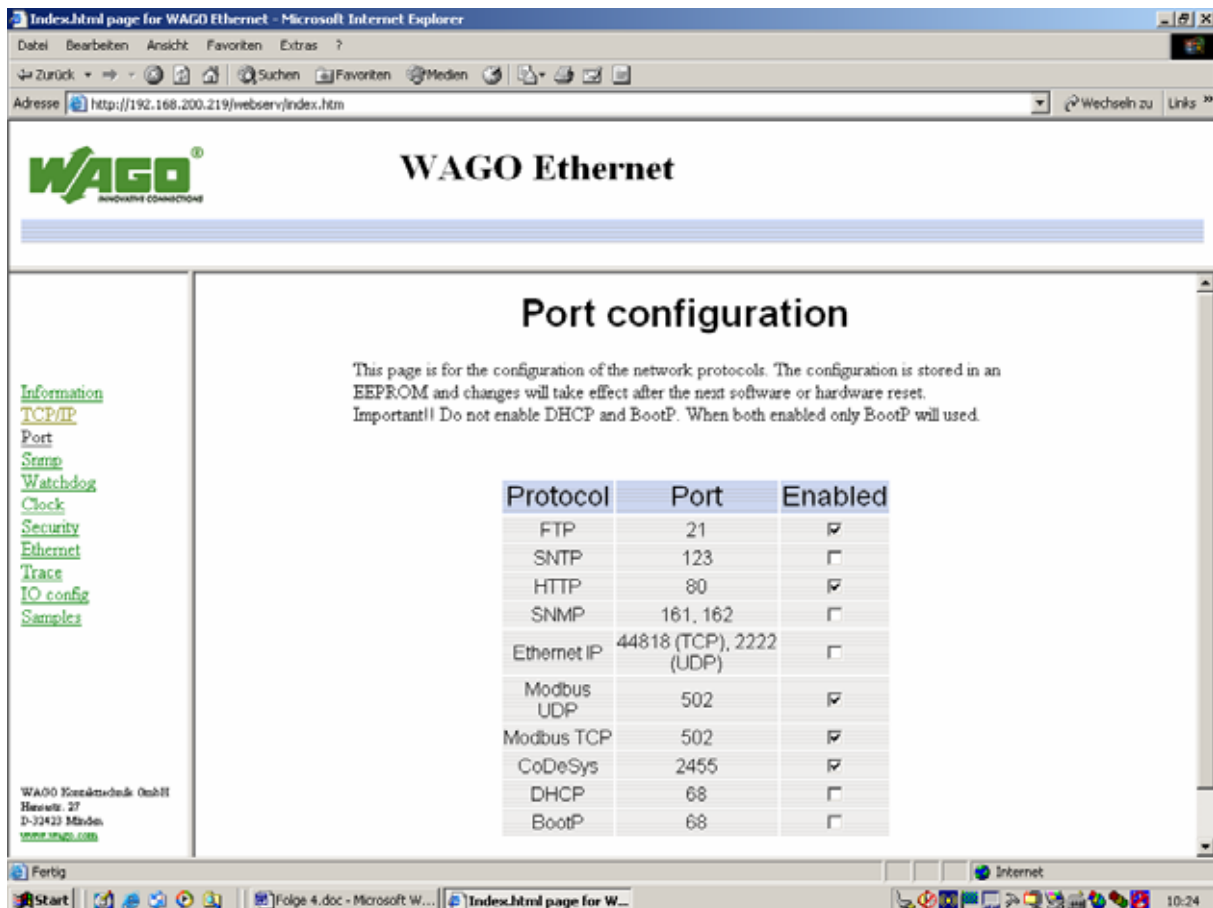


Bild14: Arbeiten auf einer der Web-Seiten des Controllers: Das BootP-Protokoll wurde abgeschaltet.

Als Hersteller der Controller unterstützt WAGO all diese Arbeiten mit sogenannten „Starterkit's“ /3/ auf das Verständlichste, so dass auch Einsteiger mit Sicherheit erfolgreich sind. Für die beschriebenen Arbeiten sollte man sich diese Unterlage von der Homepage [www.wago.com](http://www.wago.com) laden.

### Kontrolle des Kommunikationskanals zum Controller

Der erfolgreiche Eintrag der IP in den Controller ist Beleg dafür, dass die Verbindung im physikalischen Sinne – d.h. die Leitungsverbindung über Netzwerkkarte, Leitung, Controller-Schnittstelle - fehlerfrei funktioniert. Diese Funktion können wir jederzeit mit dem Ping-Befehl überprüfen. Dazu schreiben wir in der DOS - Eingabeaufforderung (Startmenu) den Befehl „ping 192.168-200.219“. Der Controller antwortet wie im **Bild 15** erkennbar.

```
C:\Dokumente und Einstellungen\Administrator>ping 192.168.200.219

Ping wird ausgeführt für 192.168.200.219 mit 32 Bytes Daten:

Antwort von 192.168.200.219: Bytes=32 Zeit=10ms TTL=30
Antwort von 192.168.200.219: Bytes=32 Zeit<10ms TTL=30
Antwort von 192.168.200.219: Bytes=32 Zeit<10ms TTL=30
Antwort von 192.168.200.219: Bytes=32 Zeit<10ms TTL=30

Ping-Statistik für 192.168.200.219:
    Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 4, Verloren = 0 (0% Verlust),
    Ca. Zeitangaben in Millisek.:
        Minimum = 0ms, Maximum = 10ms, Mittelwert = 2ms

C:\Dokumente und Einstellungen\Administrator>
```

Bild 15: „Anpingen“ des Controllers zur Kontrolle der (physikalischen) Ethernet-Verbindung

Noch einfacher erfolgt die Kontrolle der Verbindung mit dem Befehl -> „Ausführen“ im Startmenu (**Bild 16**).

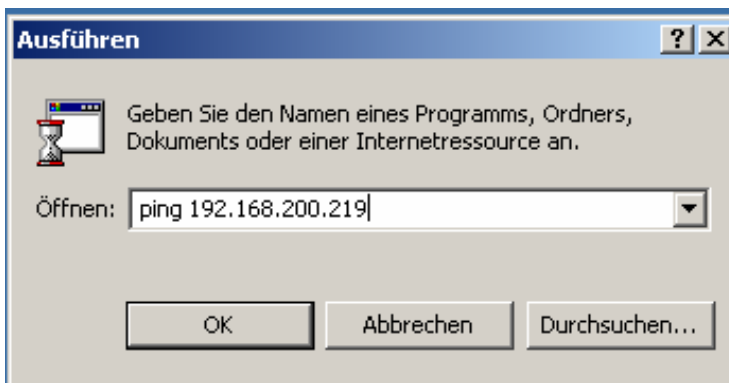


Bild 16: Kontrolle der Verbindung zum Controller mit dem Befehl „Ausführen“

### **Einstellung des Protokolls Ethernet TCP / IP und Laden des Programms**

Die Antworten auf den Ping-Befehl zeigen, dass die Online-Verbindung zum Controller physikalisch fehlerfrei arbeitet. Nun ist das zweite grundlegende Problem jeder Kommunikation – das Protokoll – zu wählen. Hierzu ruft man im CoDeSys Programmiersystem das Menu -> „Online“ -> „Kommunikationsparameter“ auf, wählt bereits projektierte Kanäle aus oder parametriert neue. Welche Protokolle ausgewählt werden können, ist abhängig vom aktuellen Feldbuscontroller.

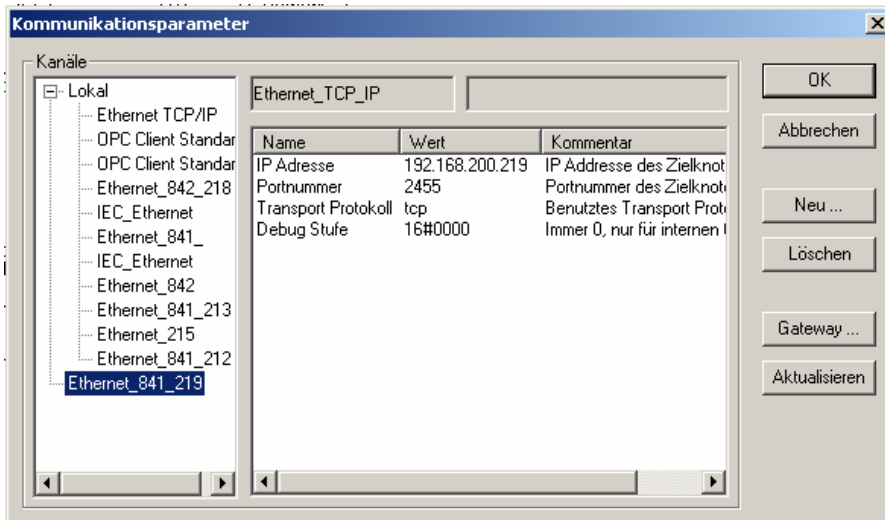


Bild 17: Auswahl des Kommunikationsprotokolls Ethernet TCP/IP

**Bild 17** zeigt die wenigen erforderlichen Parameter der Kommunikation über Ethernet TCP/IP: Lediglich IP-Adresse, Port und Protokoll sind anzugeben. Die hier ausgewählte Kommunikation wird beim Abspeichern Bestandteil des Projektes. **Bild 18** zeigt andere mögliche Kommunikationskanäle, die für den ausgewählten Controller 841 denkbar sind.

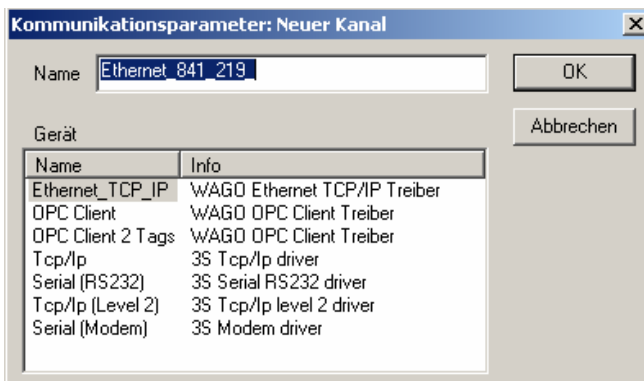


Bild 18: Mögliche Kommunikationskanäle für den Ethernet-Controller 841

Nun können wir mit dem Menübefehl -> „Online“ -> „Einloggen“ das Programm in den Controller laden und nach -> „Start“ seine Funktion testen.

### Schlussbemerkung:

In dieser Folge haben wir die Überlegungen zur Programmierung nach IEC 61131 unterbrochen, um grundlegende Fragen der Einbindung von Automatisierungstechnik in ein lokales Ethernet-Netz zu klären. Wir haben gesehen, dass grundlegende, aber durchaus begrenzte Netzkenntnisse erforderlich sind. Diese Thematik wird erneut interessant, wenn wir zwei oder mehr Controller vernetzen und zusammenarbeiten lassen. In der nächsten Folge wollen wir jedoch zunächst weiter am Programm arbeiten.

## **Literatur:**

/1/ M. Metter und Bucher, R. IT in der Industrieautomatisierung  
Verlag Publicis Corporate Publishing Erlangen, Siemens AG 2003

/2/ TCP/IP – Ethernet und Web-IO Technische Grundlagen konkret, kompakt, verständlich  
4. Auflage Wiesemann und Theis GmbH siehe [www.wut.de](http://www.wut.de)

/3/ WAGO Kontakttechnik GmbH: Ethernet Starterkit 2 (%10 376 07)  
Schnellstartanleitung zum Ethernet Feldbus-Controller 750-841  
siehe [www.wago.com](http://www.wago.com)

## Glossar:

BootP	Softwaretool für den Eintrag der IP-Adresse in ein Automatisierungsgerät, indem der MAC-Adresse die IP zugeordnet wird. Voraussetzung dafür ist, dass das Automatisierungsgerät den Dienst BootP-Protokoll in Serverfunktion anbietet.
Dezentraler Aufbau	Deutlicher Trend der Automatisierungstechnik. Diese wird in kleine Einheiten gegliedert, nahe an ihre Einsatzorte herangebracht und vernetzt. Im einfachsten Fall werden passive Ein-/Ausgabe-Baugruppen (I/O-Module) dezentral installiert und mit einem Feldbus an die Zentraleinheit angeschlossen, z.B. mit Profibus-DP, Profinet-IO oder Ethernet TCP/IP. In einer zweiten Stufe werden Zentraleinheiten selbst vernetzt. Hier liegt der Vorteil in kleineren, weniger komplexen Anwenderprogrammen
Ethernet	Weltweit am häufigsten eingesetzte Technologie zur Vernetzung von PC und mittelfristig auch der Automatisierungstechnik. Umgangssprachlich bezeichnet man mit Ethernet sowohl die „Physik“ des Netzes in Form von Übertragungsmedien und Strukturen als auch eine bestimmte Protokollfamilie der Datenübertragung. Gegenüber „Ethernet TCP/IP“ verlieren alle anderen Netzprotokolle an Bedeutung. TCP steht für Transportprotokoll, IP für Internetprotokoll.
Gekreuzte Ethernet-Leitung (Cross over)	Diese benötigt man für die direkte Verbindung zweier Ethernet-Geräte. Sende- und Empfangs-Aderpaar werden in der Leitung gekreuzt. Bei Verbindung über Hub oder Switch sind dagegen 1:1 - Patchkabel einzusetzen.
Hexaziffer	Umgangssprachlich für die Verschlüsselung von 4 Bit nach dem Binärcode. Für die 16 möglichen Tetraden ergeben sich 16 Hexaziffern 0..9 und A..F.
IPAdresse	logische Netzwerkadresse für die TCP/IP – Protokollfamilie. Mit ihr werden Teilnehmer im Ethernet-Netz adressiert.
MAC	(engl. Media Access Control) Physikalische Adresse einer Ethernet-Schnittstelle. Diese Hardwareadresse ist in 48 Bit verschlüsselt und weltweit für jede Ethernet-Komponente einmalig.
Port	Da über die Ethernet-Schnittstelle des PC verschiedene Anwendungen geführt werden, muss der konkrete Dienst durch Angabe der Port-Nr. spezifiziert werden.
Profinet	Zukünftiger Standard für die Vernetzung im System Simatic. Zu unterscheiden ist die Ausprägung Profinet-I/O für die Anschaltung dezentraler passiver Baugruppen und Profinet-CbA für die Vernetzung aktiver Baugruppen (z.B. Stationen). In Neuanlagen wird Profinet mittelfristig Profibus-DP ersetzen. Als untergelagertes Netz bleibt Profibus-DP aktuell und muss nicht ersetzt werden

Subnet-Mask

Code für die Unterscheidung der IP in Netzwerkteil und Teilnehmer-  
teil. Die Maske hat die gleiche Struktur wie die IP. Der Anteil der  
Netz-ID ist mit Einsen, der Teilnehmerteil mit Nullen gefüllt.

Web-Server  
in Automatisierungs-  
geräten

Programme / Protokolle, welche Web-typische Dienste bereitstellen.  
Von Interesse ist hier zuerst die Möglichkeit, über HTTP-Protokoll  
mit Standard-Browsern (z.B. Internet Explorer) auf die Geräte zugreifen  
zu können. Dies leistet der HTTP-Server. Von Interesse sind weiter die  
Protokolle DHCP (dynamische IP-Vergabe), SMTP (Mailversand) und  
FTP (Dateitransfer).