Kontakt

Ihre Fragen und Anregungen zur Rubrik »GiG – Gelernt ist Gelernt« senden Sie uns bitte an:

Dipl.-Ing. (FH)
Christiane Decker
Lazarettstraße 4
80636 München

Telefon: (089) 12607-242
Telefax: (089) 12607-111
E-Mail: decker@de-online.info

Die Themen 18 / 2010

85 ELEKTROINSTALLATION
Berechnung des Spannungsfalls

88 GEBÄUDETECHNIK
Einsatz von SPS-Systemen in der Gebäudesystemtechnik (2)

Berechnung des Spannungsfalls

Das Berechnen des Spannungsfalls ist ein wesentlicher Abschnitt beim Auslegen einer Leitung oder eines Leitungsnetzes. Das Einhalten des zulässigen Spannungsfalls stellt i. d. R. zwar keine Sicherheitsfrage dar (DIN VDE 0100 Beiblatt 5 vom November 1995, S. 3 unten), sondern dabei stehen vielmehr u. a. wirtschaftliche Aspekte (Leitungsverluste) und die Spannungsqualität im Vordergrund.

Bei der Berechnung des Spannungsfalls werden Planer und ausführender Handwerker besonders mit DIN 18015-1 konfrontiert. Hier steht unter Pkt. Anwendungsbereich: »*Diese Norm gilt für die Planung von elektrischen Anlagen in Wohngebäuden sowie mit diesen im Zusammenhang stehenden elektrischen Anlagen außerhalb der Gebäude. Für Gebäude mit vergleichbaren Anforderungen an die elektrische Ausrüstung ist sie sinngemäß anzuwenden.*«

In dieser Norm steht unter 5.2.1 u. a.: »*Der Spannungsfall in der elektrischen Anlage hinter der Messeinrichtung bis zum Anschlusspunkt der Verbrauchsmittel sollte 3 % insgesamt nicht überschreiten. Für die Berechnung des Spannungsfalles in jedem Leitungsabschnitt ist der Bemessungsstrom der jeweils vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung zu Grunde zu legen.*«

Bei Leitungen, die nicht unter die DIN 18015 fallen und sich eine Überlastung des angegebenen Wertes ausschließen lässt, ist der Spannungsfall nach dem tatsächlichen Betriebsstrom und dem tatsächlichen Leistungsfaktor zu berechnen. Hierzu gehören z. B. Motorzuleitungen.

Der Aufgabenbereich umfasst Leitungen des Typs NYM und Kabel des Typs NYY. Zur Vereinfachung heißt es in diesem Beitrag nur Leitungen. Es werden Netze mit einseitiger Einspeisung mit einer Spannung von 400/230 V und 50 Hz betrachtet.

Grundlagen zur Berechnung

Leiterstrom und Leiterwiderstand verursachen den Spannungsfall zwischen Einspeisung und Verbraucher/Verteilung. Der Leiterwiderstand besteht aus einem ohmschen und einem induktiven Widerstand. Die Zusammenhänge lassen sich mit einem Zeigerdiagramm verständlich darstellen (**Bild 1**), wobei von einem Verbraucher mit einer Betriebsspannung U_B, einem Betriebsstrom I und einem induktiven Phasenwinkel φ ausgegangen wird. Über

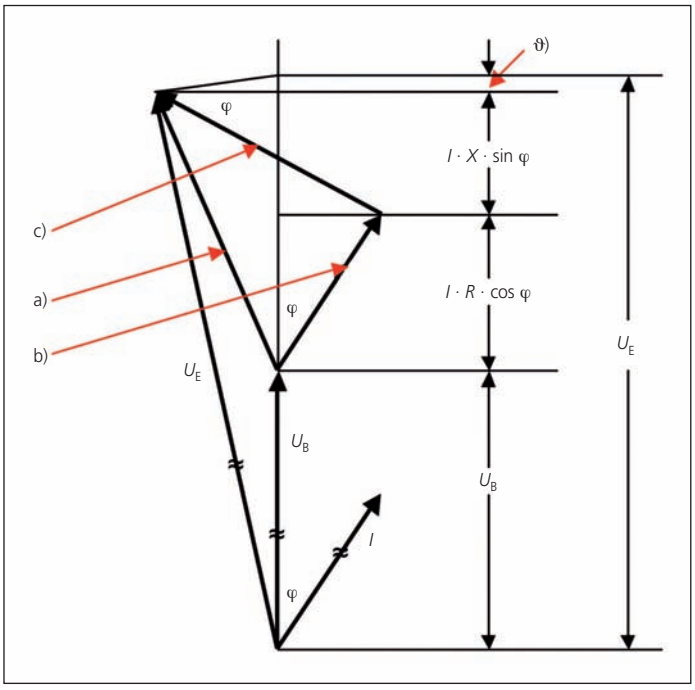


Bild 1: Zur besseren Ablesung sehr verzerrt gezeichnetes Zeigerdiagramm; Beachte: a) ist in Wirklichkeit ca. 3 % von U_E
a) Spannungsfall der Leitung $\Delta U = I \cdot Z$
b) ohmscher Spannungsfall der Leitung $\Delta U_R = I \cdot R$ (parallel zu I)
c) induktiver Spannungsfall der Leitung $\Delta U_X = I \cdot X$ (senkrecht zu I)
***Z*: Scheinwiderstand der Leitung (Impedanzbelag der Leitung)**
***R*: Wirkwiderstand der Leitung (*R'* = Resistanzbelag der Leitung)**
***X*: Blindwiderstand der Leitung (*X'* = Reaktanzbelag der Leitung)**

den Spannungsfall der Leitung ΔU ergibt sich die Einspeisespannung U_E.

Aus dem Zeigerdiagramm folgt der Spannungsfall ΔU = Einspeisespannung U_E – Betriebsspannung U_B:

$$\Delta U = U_E - U_B$$
$$\Delta U = I \cdot (X \cdot \sin\varphi + R \cdot \cos\varphi) + \vartheta$$

Der Wert ϑ entsteht durch Schwenken von U_E in die Vertikale. Er ist so klein, dass er sich vernachlässigen lässt.

Den Wirkwiderstand R kann man über die übliche Methode zur Widerstandsberechnung über spezifischen Widerstand, Querschnitt und Länge ermitteln. Sinnvoll ist es aber, die beiden Widerstandsbeläge aus der **Tabelle** zu entnehmen. Die Widerstandsbeläge R' und X' sind mit den entsprechenden Leitungslängen L zu multiplizieren. Allgemein gilt:

$$\Delta U = I \cdot L \cdot (R' \cdot \cos\varphi + X' \cdot \sin\varphi)$$

Bei ***Einphasen-Wechselstrom*** (Hin- und Rückleitung) gilt:

$$\Delta U = 2 \cdot I \cdot L \cdot (R' \cdot \cos\varphi + X' \cdot \sin\varphi)$$

Bei ***Drehstrom*** gilt:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R' \cdot \cos\varphi + X' \cdot \sin\varphi)$$

LEITERWIDERSTÄNDE BEI 20 °C

Querschnitt [mm²]	Resistanzbelag der Leitung [Ω/km]	Reaktanzbelag der Leitung [Ω/km]
1,5	11,790	0,115
2,5	7,073	0,110
4	4,560	0,107
6	3,030	0,100
10	1,810	0,094
16	1,141	0,090
25	0,724	0,086
35	0,526	0,083
50	0,389	0,083
70	0,271	0,082
95	0,197	0,082
120	0,157	0,080
150	0,125	0,080
185	0,101	0,080
240	0,077	0,079
300	0,063	0,079

Widerstandsbeläge für Leitungen (Werte für 1,5 mm²… 4 mm² aus Kiefer »VDE 0100 und die Praxis«, 10. Auflage, VDE Verlag, S. 172; Wirkwiderstände auf 20 °C umgerechnet; Werte für 10 mm²…300 mm² aus VDE 0102 Beiblatt 4 2003-02 S. 43 und 44)

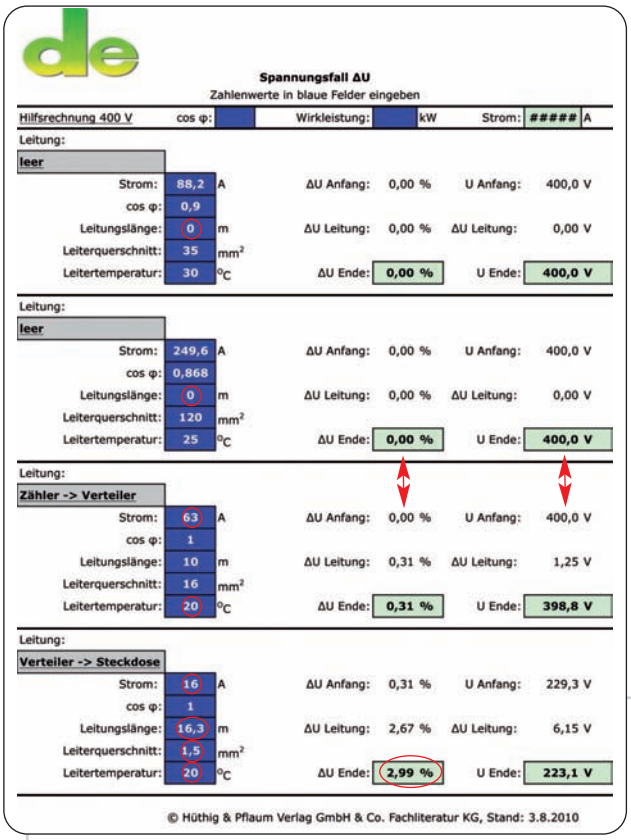


Bild 2: Programm zur Berechnung des Spannungsfalls

Die Tabellen und Vorschriften geben nicht den absoluten, sondern den auf die Bemessungsspannung bezogenen, prozentualen Spannungsfall ε an:

- Einphasen-Wechselstrom: $\varepsilon = \frac{\Delta U}{230\ \text{V}} \cdot 100\%$
- Drehstrom: $\varepsilon = \frac{\Delta U}{400\ \text{V}} \cdot 100\%$

Einfluss der Leitertemperatur

Der Wirkwiderstandsbelag der Leitung hängt von der Temperatur ab, der Blindwiderstandsbelag aber nicht. In Tabellen ist R' oder R meist bei 20 °C angegeben. Die Leitungen dürfen sich an der heißesten Stelle auf 70 °C erwärmen. Für den Mittelwert – aus dem R' oder R sich ergibt – sind 50 °C sicherlich ein realistischer Wert.

Beim ohmschen Widerstand gilt folgende Temperaturabhängigkeit:

$$R_{x\,°C} = R_{20\,°C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\delta)$$

α: Temperaturkoeffizient von Kupfer = $3{,}93 \cdot 10^{-3}\ \text{K}^{-1}$
$\Delta\delta$: Temperaturdifferenz

Beispielsweise beträgt bei 50 °C Leitertemperatur die Temperaturdifferenz:

$$\Delta\delta = 50\,°\text{C} - 20\,°\text{C} = 30\,\text{K}$$

Für den ohmschen Widerstand folgt bei 50 °C:

$$R_{50\,°C} = R_{20\,°C} \cdot (1 + 3{,}93 \cdot 10^{-3}\text{K}^{-1} \cdot 30\,\text{K}) = 1{,}12 \cdot R_{20\,°C}$$

Dies bedeutet: Der Wirkwiderstandsbelag, der besonders bei kleinen Querschnitten und großem cos φ den Hauptanteil

beim Spannungsfall ausmacht, ist bei einer Leitertemperatur von 50 °C um 12 % höher als bei 20 °C. Dies lässt sich sicher nicht ohne weiteres vernachlässigen.

Berechnung mit Excels Hilfe

Will man den Spannungsfall unter Berücksichtigung aller vorher beschriebenen Faktoren berechnen, dann ist dies eine mühsame Angelegenheit. Hinzu kommt, dass die Normen sehr oft einen gemeinsamen prozentualen Spannungsfall für mehrere Leitungsabschnitte fordern.

Zum Beispiel wird in DIN 18015-1 ein Spannungsfall von zusammen maximal 3 % für die beiden Leitungsbereiche Zähler → Wohnungsverteiler und Wohnungsverteiler → Verbraucher (am weitesten entfernte Steckdose) gefordert. Wie teilt man jetzt die beiden Anteile auf, ohne etwas zu verschenken? Aus diesem Grunde sind in der Excel-Tabelle (zugänglich für »de«-Abonnenten unter **www.de-online.info/exclusiv/service/formelsammlung.xls** → Spannungsfall) vier Leitungsabschnitte (dreimal Drehstrom und einmal Wechselstrom) zu einer Kaskade zusammengeschaltet. Werden ein oder mehrere Leitungsabschnitte nicht benötigt, setzt man dort beliebige Werte ein; nur bei der Leitungslänge sind ***0 m*** einzusetzen (**Bild 2**). Dieser Abschnitt wird dann übersprungen.

Die Excel-Tabelle lässt sich ebenso zur Ermittlung der zulässigen Leitungslänge bei zulässigem Spannungsfall verwenden. Man »spielt« dann mit der Längenangabe, bis sich der zulässige Spannungsfall ergibt. Der Spannungsfall der vorgeschalteten Leitung wird hierbei ebenfalls berücksichtigt. Diese Methode ist sehr schnell; bedeutend schneller als das Studieren der vielen Tabellen in den VDE-Bestimmungen. Beispielsweise ist in VDE 0100 Beiblatt 5 vom November 1995 auf den Seiten 25 bis 29 der Spannungsfall der vorgeschalteten Leitung nicht berücksichtigt.

Falls die Wirkleistung anstatt des Stromes gegeben ist, lässt sich der Strom des jeweiligen Leitungsabschnittes mit der Hilfsrechnung (direkt unter der Überschrift) ermitteln. Die Hilfsrechnung gilt nur für Drehstrom.

Man beachte, dass das Blatt der Excel-Tabelle geschützt ist. Man kann Werte nur in die blau hinterlegten Zellen und Texte nur in die grau hinterlegten Zellen eintragen.

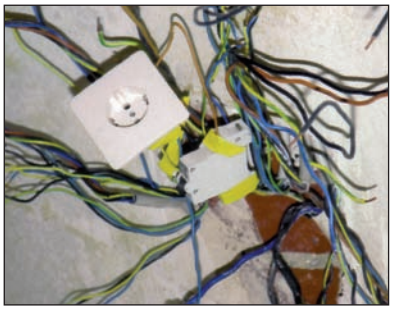
Beispiel für die Berechnung

Als Beispiel für die Berechnung dient DIN 18015-1 (Bild 2):

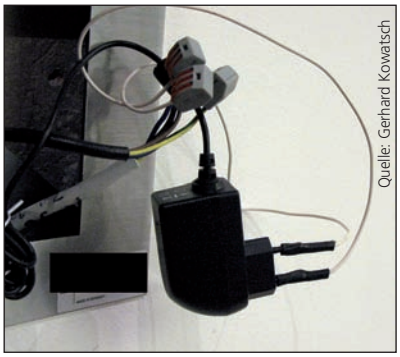
- Die beiden ersten Leitungsabschnitte werden hierbei durch die Leitungslänge 0 m übersprungen.
- Der Leitungsabschnitt Zähler/Verteiler beginnt dann mit ΔU Anfang = 0 % und U Anfang = 400 V.
- Die Leitertemperatur wird hier – wie üblich – mit 20 °C angenommen. In dieser Vorschrift ist hierüber auch nichts ausgesagt.
- Die Leitung Zähler/Verteiler ist nach Vorschrift für 63 A ausgelegt.
- Bei der Leitung Verteiler/Steckdose kommt man bei einem Leiterquerschnitt von 1,5 mm², einer Absicherung von 16 A und mit 16,3 m Leitungslänge rasch an die Grenze für den zulässigen Wert des Spannungsfalls in Höhe von 3 %.

Dipl.-Ing. Reiner Volz, Gutachter für das Elektrotechnikerhandwerk, Karlsruhe

FEHLERHAFTES, DAS FÜR SICH SPRICHT

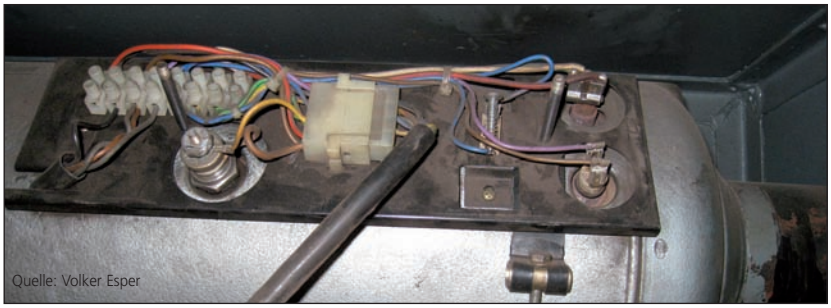


Diese gefährliche Installation ist leider nicht selten auf Neubaustellen anzutreffen. Die Elektrofachkräfte scheinen solche Provisorien als zulässig zu betrachten, da sie nur kurz im Betrieb sind



Anschluss einer 230-V-Versorgung für ein Steckernetzteil

Fehlende Abdeckung an einem Wärmespeicher; das haben Kleinkinder genutzt, um Zwieback, Kugelschreiber u. Ä. zu entsorgen



24-V-Installation im Klemmbrett einer Standheizungsanlage (Personenzug-Waggon); gegen eine Holzschraube ersetzte Sicherung der Heizanlage

Einsatz von SPS-Systemen in der Gebäudesystemtechnik (2)

Ging es im ersten Teil des Beitrags in »de« 17/2010 um den hardwarenahen Programmierprozess bei den Systemen Wago 750 und Beckhoff CX9000, befasst sich dieser letzte Teil u. a. mit der Programmierung, den Bibliotheken, der Compilierung, der Taskzuordnung, dem Laden der SPS, der Einbindung von EnOcean und KNX/EIB sowie der Vernetzung von SPS-Systemen.

Programmierung

Die Vorgehensweise bei der Programmierung unterscheidet sich aufgrund der unterlagerten Norminterpretation der IEC 61131-3 über Codesys kaum zwischen Beckhoff und Wago.

Bei Wago wurde der Controllertyp bereits beim Aufruf der Codesys festgelegt, da die folgende Programmierung u. U. Unterschiede zwischen den einzelnen Controllertypen aufweist. Die weitere Vorgehensweise besteht darin, den Code zu erstellen, der aus Programmen, Funktionsblöcken und Funktionen besteht, die wiederum in AWL, KOP, FUP, AS, ST oder CFC erstellt werden. Welche Programmiersprache Verwendung findet, entspricht entweder den Neigungen des Programmierers oder der Aufgabenstellung. Der Autor verwendet meist »structured text«, da man damit hochsprachenorientiert schnell ändern und kopieren kann, während sich mit CFC oder FUP schnell und einfach Prozesse und digitale Auswertungen programmieren lassen. Die innerhalb der Codesys mächtigen Compiler unterstützen den Programmierer gut bei seiner Arbeit. Von Vorteil erscheint dem Autor bei Wago die Verwendung von »globalen Variablen«, die bereits hardwarenah definiert werden müssen. Sind weitere Variablen erforderlich, lassen sich diese einfach durch eine Editorunterstützung »Variablendeklaration« anlegen und in verschiedenen Listen (global, lokal, usw.) für die weitere Verwendung ablegen. Sollte fälschlicherweise eine hardwaremäßig definierte Variable (globale Variable) falsch, z. B. durch falsche Benennung, verwendet werden, hilft hier die Variablendeklaration oder spätestens der Compiler sehr.

Bei Beckhoff verhält sich die Programmierung sehr ähnlich, lediglich die Variablendeklaration erfolgt im Laufe des Programmierprozesses, d. h., jede neue Variable muss deklariert werden, auch wenn sie sich auf einen Kanal der Hardware bezieht.

Bibliotheken und Lizensierung

Als sehr hilfreich zur Unterstützung des Programmierprozesses erweisen sich Bibliotheken, die die Hersteller parallel zu ihren »intelligenten« Klemmen anbieten. Wie bereits die Programmiersoftware Twincat sind bei Beckhoff fast alle Bibliotheken kostenpflichtig. Dieser Prozess ist insbesondere im Lehrebetrieb sehr nervend und zeitaufwändig, da die Ermittlung der System-ID, die Bestellung und Eingabe der Lizenznummern angesichts der vielen Rechner im Labor und den Rechnerpools sehr aufwändig ist. Hier wäre eine Vorgehensweise wünschenswert, wie sie von Wago erfolgt. Das Programmiertool wird beschafft und ist damit lizensiert, sämtliche Bibliotheken (bis auf wenige Ausnahmen) lassen sich direkt von der Wago-Homepage (**www.wago.com**) herunterladen, mit Erläuterungen abspeichern und dann in das Bibliotheksverzeichnis durch die Bibliotheksverwaltung einbinden.

Compilierung und Fehlerbehebung

Die Compilierung und Fehlerbehebung gilt bei beiden Systemen als vorbildlich. Fehler werden schnell analysiert und behoben. Problematisch erscheint lediglich die Verwendung von Wago- und Twincat-Software auf ein- und demselben Rechner, wie es in der Lehre, aber auch vielen Programmierabteilungen nicht zu ändern ist. Die Programmierung hat bei der Codesys grundsätzlich die Endung ».pro«, es ist also problemlos möglich, dass man ein Projekt für Wago mit der Beckhoff-Software öffnet und umgekehrt. Die Auswirkungen lassen sich direkt erahnen, führen aber insbesondere in der Lehre für großes Chaos. Es zeigt sich die geringe Kompatibilität zwischen eigentlich gleichen Softwaretools mit gleicher Basis, aber unterschiedlichen Bibliotheken und Hardwaredefinitionen.

Taskzuordnung

Nach Abschluss des Programmierprozesses ist das oder sind die Programme einer oder mehreren Tasken zuzuweisen. Bei der Wago-Codesys-Implementation wechselt man hierzu in den Karteireiter Ressourcen und wählt »Taskkonfiguration« aus. Hier lässt sich problemlos eine neue »Task« anhängen, konfigurieren und der oder die Programme anhängen. Anschließend ist bei Wago die Arbeit hier bereits erledigt.

Bei Beckhoff ist die Vorgehensweise analog, nur müssen zuvor die Variablen zu den Kanälen der Klemmen zugeordnet werden. Da bei Beckhoff die Zuordnung zwischen Variablen (Datenpunkten) und Kanälen der Klemmen bereits im Rahmen der Hardwarephase erfolgte, muss dies im Anschluss der Programmierung geschehen. Hierzu ist die Programmierumgebung nach Compilierung und Abspeicherung des Projekts zu verlassen und das Tool »System Manager« aufzurufen. Die Kanäle der einzelnen Klemmen sind der Reihe nach aufzurufen und mit Variablen aus der Programmierung zu verknüpfen. Erst nach diesem Schritt, der eine gewisse Flexibilität bei Verwendung vorhandener Programme mit unterschiedlicher Hardware mit sich bringt, lässt sich die SPS in Betrieb nehmen. Die Konfiguration des »System Managers« ist abzuspeichern und anschließend das Programm zu verlassen. Es wird aufgrund von Erfahrungen in der Lehre dringend geraten, die Benennung des Projekts im Programmier- und Managementtool (bis auf die Endung) gleich zu halten und auch im gleichen Verzeichnis zu arbeiten. Erfahrungen haben

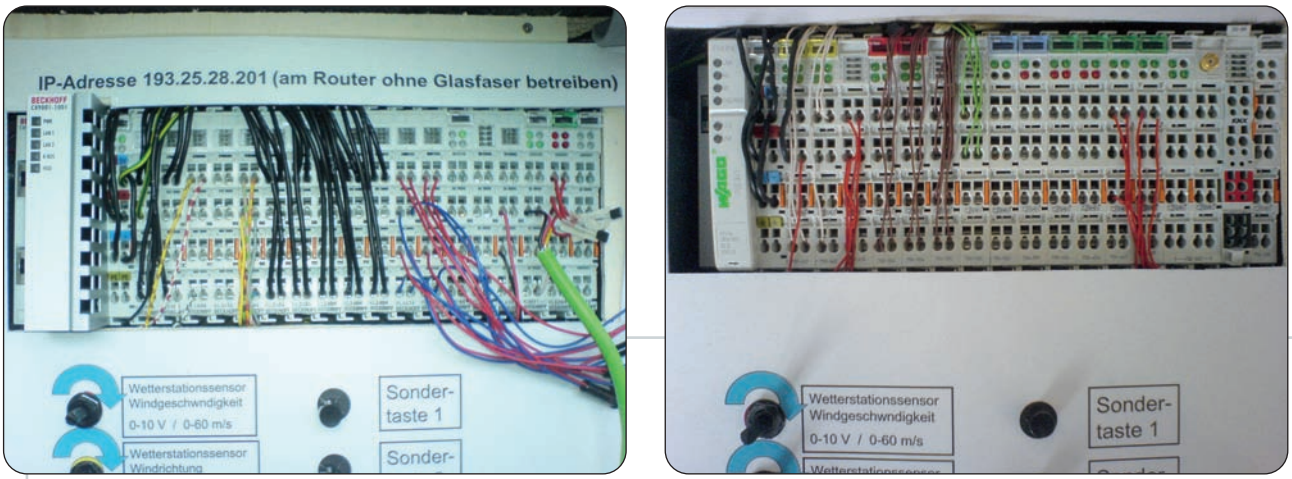


Bild 2: Klemmenbus und Peripherie an einer Beckhoff-CX-9000-SPS (li.) und an einer Wago-750-841-SPS (re.)

gezeigt, dass die Verwirrung bei den Studierenden komplett ist, wenn nach der Arbeit in der Hochschule am eigenen PC weitergearbeitet wurde, in der Zwischenzeit die Pfadeinstellungen der Tools geändert wurden und nach dem erneuten Einlesen der Datei »nichts mehr läuft«. Die Flexibilität der Beckhoff-Implementation der Codesys durch Verwendung unterschiedlicher Programme für Programmierung und Hardware-Management kann hier zu erheblichem Chaos führen.

Laden der SPS

Abschließend ist bei Verwendung der Beckhoff-Variante das Programmiertool erneut zu verwenden, die Programmierdatei neu aufzurufen, das Zielsystem neu auszuwählen und anschließend nach Einloggen auf dem Zielsystem der Code zu laden und das System zu starten.

Dieser fehleranfällige Umweg über die Zuordnung der Kanäle und die Wahl des Zielsystems entfällt bei Wago völlig. Umgehend nach Abschluss des Programmierprozesses können hier das Einloggen auf dem Zielsystem und der Start des Programms erfolgen.

Probleme und Fehler

Die häufigsten Fehler und Probleme treten in der Lehre trotz erfolgreicher, fehlerloser Compilierung beim Umgang mit der Hardware auf. Während im Programmierprozess bei »structured text« häufig das Semikolon am Zeilenende vergessen wird, gelten als typische Hardwarefehler:

- falsche Reihenfolge von Klemmen (eher bei Wago, da diese dort selbst angeordnet werden müssen),
- falsche Auswahl von Klemmen (beide Systeme) oder
- Verwendung von Komponenten im SPS-System, die vom System angelegt werden, jedoch eliminiert werden müssen (RT-Ethernet bei Beckhoff).

Bei Beckhoff führte im Lehrbetrieb die Suche nach dem Zielsystem beim Wechsel zwischen und zu den Tools »PLC Control« und »System Manager« sehr häufig zu Problemen.

Bibliothekseinsatz

Insbesondere beim Einsatz in der Gebäudesystemtechnik erweisen sich Bibliotheken, in denen viele Gebäudeautomationsfunktionen abgelegt sind, als sehr vorteilhaft.

Beckhoff bietet für diesen Zweck die Bibliothek TcBABasic an, die einfach entpackt und im Bibliotheksverzeichnis abgelegt werden kann. Es steht eine ausreichend große Anzahl an Funktionen bereit, mit denen Tasterabfragen (ShortLong, SingleDouble), Dimmer Dachfenster, Jalousien, usw. programmiert werden können. Zusätzlich gibt es die HVAC-Bibliothek für Aufgaben der Heizungs-, Klima- und Lüftungstechnik. Die Programmbausteine sind ausschließlich in englischer Sprache verfügbar.

Wago bietet als Bibliotheken die »Gebäude_allgemein.lib« und »Building_HVAC_01.lib« an. Die »Gebäude_allgemein.lib« geht weit über den Umfang der Beckhoff-Bibliothek hinaus, ist gut durch Ordner für verschiedene Einsatzzwecke sortiert und bietet eine sehr große Anzahl von Funktionen für die Verwendung. Die Beschaltung und Beschreibung der Bausteine ist bis auf Spezialbausteine für LON in deutscher Sprache gehalten. Ergänzt wird das Bibliotheksangebot um die Bibliothek »Building_HVAC_01.lib«, in der Funktionen für den HKL-Bereich größtenteils in deutscher Sprache enthalten sind.

Die Anwendbarkeit der Bibliotheken ist bei beiden Anbietern sehr hilfreich und in der Anwendung einfach. Das Angebot bei Wago ist etwas ausführlicher als bei Beckhoff.

Einbindung von EnOcean

Batterielose Funkkomponenten halten vermehrt Einzug in die Gebäudesystemtechnik. Diesem tragen Beckhoff und Wago durch entsprechende Klemmen Rechnung. Von Wago gibt es unter der Bezeichnung 750-642 eine zwei Teilungseinheiten breite Klemme, an die sich direkt eine Funkantenne anschließen lässt. Demgegenüber bietet Beckhoff eine separate Platine mit der Bezeichnung KL 6023, die über eine serielle Schnittstelle (Klemme 6021) in den Klemmenbus integriert wird. Die Parametrierung von EnOcean gestaltet sich bei Wago wesentlich einfacher als bei Beckhoff, da der Datenstrom über die serielle Schnittstelle erst interpretiert werden muss.

Zur Unterstützung der EnOcean-Funktionalität bieten beide Anbieter vergleichbare Libraries, die die gängigen EnOcean-Module (Taster, Präsenzmelder, Raumtemperatursteller) unterstützen. Für jede einzelne EnOcean-Klemme ist ein Master-Baustein zu definieren, über den die Telegramme zum EnOcean-System abgewickelt werden, wobei der Auf-

bau des Bausteins bei Wago einfacher ist. Je nach EnOcean-Modul-Typ sind aus der Bibliothek passende Bausteine auszuwählen, denen der zugehörige Masterbaustein zugeordnet wird. Die einzelnen EnOcean-Module werden anhand ihrer EnOcean-ID erkannt, die sich wiederum über spezielle Empfangsbausteine ermitteln lässt, wenn sie nicht bekannt ist. Anhand der ID lassen sich dann die Tasten oder Funktionen in Variablen für die Programmierung umsetzen. Hier unterscheiden sich Beckhoff und Wago kaum. Die Verwendung von EnOcean-Modulen im Rahmen des IT-Projekts ist problemlos möglich, um die Anzahl der verfügbaren Ein- und Ausgänge durch Funkkomponenten zu erweitern.

Einbindung von KNX/EIB

Die größten Unterschiede zwischen beiden Systemen bestehen bei der Implementation des KNX/EIB. Hierzu gibt es bei Beckhoff die Klemme KL 6301 und bei Wago die 753-646. Zusätzlich erweitert Wago sein Spektrum über den speziellen KNX-Controller 750-849, mit dem eine SPS auch direkt auf ein KNX-IP-basiertes KNX-System aufgeschaltet werden kann. Entsprechende Bibliotheken stehen bei beiden Lieferanten bereit.

Beckhoff behandelt den KNX/EIB als normales Subsystem. Hierzu ist wie bei EnOcean ein Masterbaustein für jede KNX/EIB-Klemme zu definieren, über den der KNX/EIB-Bus angesprochen wird. Jeder Masterbaustein erhält einen Index, der die jeweilige KNX/EIB-Klemme referenziert. Die KNX/EIB-Klemme ist im Sinne des KNX/EIB ein normaler Teilnehmer, der entsprechend Bereich und Linie eine physikalische Adresse erhält, in der die KNX/EIB-Klemme eingebunden ist. Standardmäßig geht Beckhoff davon aus, dass die Gruppenadresse dreistufig aufgebaut ist. Das System lässt per Initialisierung die Vergabe von vier dreistufigen Gruppenadressen zu, sowie einer zusätzlichen Länge von Untergruppen, um den Umfang der zu filternden Gruppenadressen einzuschränken. Durch diese Einschränkung ist die Einbindung des KNX/EIB sehr starr, der Umgang mit den für Liegenschaften normalerweise verwendeten zweistufigen Gruppenadressen schwierig, jedoch lässt sich über dieses Konzept die Beckhoff SPS als complex-device in KNX/EIB-Anlagen mit jeder beliebigen ETS integrieren. Bei der Einbindung werden Telegramme aus dem KNX/EIB-Datenstrom herausgelesen und in Variablen in der SPS-Programmierung umgewandelt, wobei KNX/EIB-Datenpunkte mit verschiedenen EIS-Datentypen interpretiert werden können, oder umgekehrt Variablen in KNX/Telegramme mit verschiedenen EIS-Datentypen umgesetzt werden. Dies ist eine einfache und effektive Vorgehensweise, die nur durch die dreistufigen Gruppenadressen eingeschränkt wird.

Wago widmet sich der KNX/EIB-Einbindung völlig anders und betrachtet KNX/EIB und Wago-SPS als gleichberechtigte Systempartner, die direkt ineinander integriert und miteinander verzahnt sind. Auch Wago identifiziert die KNX/EIB-Klemme über eine entsprechende Masterklemme, die über einen Index entsprechend des Auftretens im Klemmenbus verfügt. Damit sind alle wesentlichen Grundlagen für die weitere Verwendung der KNX/EIB-Telegramme gelegt. Auch Wago bietet auf der Basis des entsprechenden Master-Bausteins Datenpunkt-Bausteine passend zu den EIS-Datentypen an, die die Umwandlung zwischen dem KNX/EIB-Datenpunkt und der entsprechenden SPS-Variable übernehmen. Im Unterschied zu Beckhoff liegt hier jedoch keine Einschränkung auf dreistufige Gruppenadressen und Selektion von Gruppenadressen über Gruppenfilter vor, da in einem weiteren Schritt per XML-Datenaustausch erst die Zuordnung zwischen den Datenpunkten in der SPS und der KNX/EIB-Welt über Gruppenzuordnung in der ETS 3 erfolgt. Dadurch lässt sich die KNX/EIB-Klemme von Wago wesentlich gezielter und einfacher anwenden als die von Beckhoff.

Darüber hinaus geht Wago einen weiteren Schritt weiter und bietet über die KNX/EIB-Bibliothek direkt KNX/Geräte-Implementationen an, die über die SPS-Programmierumgebung programmiert werden, aber vom Erscheinungsbild KNX/EIB-Geräten entsprechen. Damit wird den KNX/EIB-Programmierern der Weg von der unübersichtlichen Programmierung im KNX/EIB zur komfortablen Programmierung in IEC 61131-3 mit verschiedenen Programmiervarianten und Kopiermöglichkeiten erleichtert.

In einem weiteren Prozessschritt ist die SPS-Programmierung in ein XML-Dokument umzuwandeln, das per Plug-In in die ETS3-basierte KNX/EIB-Programmierung als Gerät eingefügt wird, das wiederum in der ETS3 nur noch mit Gruppenadressen belegt werden muss.

Vernetzung von SPS-Systemen

SPS-Systeme wie Wago 750 und Beckhoff bieten flexible Möglichkeiten, um die Probleme dezentraler Gebäudeautomationssysteme und zentraler SPS-Systeme geeignet zu lösen und um weitere Leistungsmerkmale zu erweitern (**Bild 2**). Der Datentransport kann auf dem Ethernet-Backbone zwischen den einzelnen SPS-Systemen über Modbus-Container oder gezielten Datentransfer über Netzwerkvariablen erfolgen, um den Anforderungen an Flexibilität auf dem Backbone zu genügen.

Fazit

Die Gebäudeautomation wurde durch die Ansätze von Beckhoff und Wago in den letzten Jahren sehr bereichert. Kleine, flexible, über Ethernet-IP miteinander vernetzte Einheiten haben die Starrheit der SPS-Systeme als zentrale Systeme aufgebrochen. Durch flexible Klemmenbusplanung und -ausstattung lassen sich verschiedene Aufgabenstellungen nahe vor Ort angehen und darüber hinaus bekannte Subsysteme, wie KNX/EIB, EnOcean, Dali, SMI und CANopen, die sonst mit teuren Gateways in dezentrale Systeme eingebunden werden müssen, einbinden. Die Probleme der Programmierung dezentraler Systeme auf der Basis der Parametrierung der Komponenten im Feldbus wird durch standardisierte Programmierung über die genormte Programmumgebung IEC 61131-3 eliminiert. Im Rahmen der Lehre zeigte sich die gute Nutzbarkeit beider Lösungen, um die bestehenden Probleme anzugehen. Die Konzepte beider Anbieter sind ähnlich, es bleibt jedoch der Eindruck bestehen, dass der Umgang mit Wago-Systemen einfacher, besser und problemloser ist.

(***Ende des Beitrags***)

Prof. Dr. Bernd Aschendorf, Fachhochschule Dortmund