

Fernwirktechnik im IP-Zeitalter: Anforderungen und Engineeringlösungen

Ralf Thomas • Dietmar Schweitzer

Netzwerktechnologien den Standards IEC 60870-5-104 und der Normenreihe IEC 61850 folgend, bestimmen zunehmend die Kommunikationsstrukturen der Automatisierungssysteme für Infrastrukturnetze. Zudem verschmelzen die klassischen Kommunikationsaufgaben mit den Anforderungen an integrierte Automatisierungslösungen zu einem komplexen informationstechnischen System, für dessen Engineering integrierte und effiziente Tools erforderlich sind.

Mit großer Sensibilität ist das Thema Automatisierung zu betrachten, da neben der Sicherstellung hoher Versorgungssicherheit auch Aufgaben des Personen- und Anlagenschutzes gelöst werden müssen. Bisher wurden hier vornehmlich dedizierte Systemlösungen aufgebaut, die sich aber mit modernen Fernwirkgeräten realisieren lassen. Deren Akzeptanz ist wiederum von einfach zu bedienenden und sicheren Programmiersystemen abhängig.

Neue Anforderungen an die Fernwirktechnik

Für die Steuerung und Überwachung von Infrastrukturnetzen setzen sich zunehmend Lösungen auf der Basis von Netzwerktechnologien und des IP-Protokolls durch. Diese Tendenz erreicht, ausgehend von den Transportnetzbetreibern, nun auch die Regionalversorger, Stadtwerke und kleineren Versorgungsverbände.

Das im Weitverkehrsbereich weltweit akzeptierte Fernwirkübertragungsprotokoll IEC 60870-5-104:2000-12 [1, 2] stellt sichere Verbindungen von den Prozessstationen zur Netzleitstelle zur Verfügung. Innerhalb der Prozessstationen kommen ebenfalls IP-basierte Übertragungsprotokolle, wie Modbus-TCP oder IEC 61850 [3], in Schaltanlagen zum Einsatz. Als Datentransportnetze dienen ne-

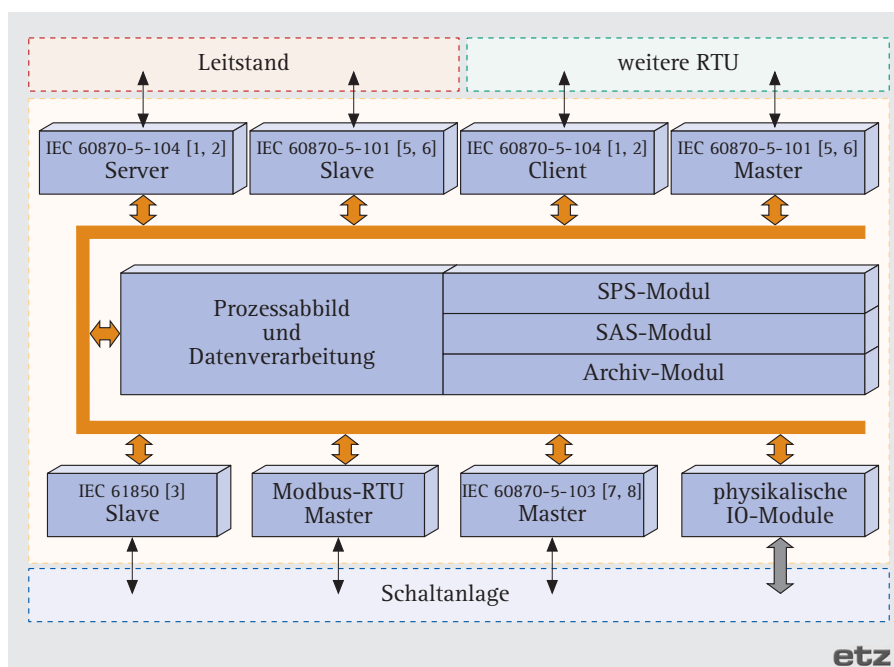


Bild 1. Firmware-Struktur moderner Fernwirkgeräte

ben den klassischen LAN und WAN zunehmend auch IP-Weitverkehrsdienste wie GPRS [4], die mit hohen Bandbreiten die Übertragung von mehr als nur Prozessinformationen ermöglichen und damit die netzübergreifende Automatisierung von Infrastruktursystemen vereinfachen.

Die Einbindung von intelligenter Sensorik und Aktorik sowie der Informationsaustausch mit Netzleitstellen und anderen Prozessstationen stellen hohe Anforderungen an die Flexibilität der Kommunikationsschnittstellen. Ist deren Engineering einfach und effizient durchführbar, werden sich dezentrale Automatisierungsstrukturen schnell durchsetzen.

Ausgangsbasis für integrierte Engineeringlösungen sind integrierte Fernwirk- und Automatisierungsgeräte mit neuartigen Firmware-Strukturen (Bild 1) und modularen Komponenten für Kommunikation und Automatisierung.

Flexible Kommunikation

Ein modernes Fernwirkgerät stellt demnach das zentrale Gateway zwischen den lokalen Sensoren und Aktoren der Prozessstation und der zentralen Einrichtungen für die Netzführung (Netzleitstellen) sowie anderen Prozessstationen dar [9] und zeichnet sich durch in der Anzahl modular erweiterbarer und frei definierbarer Schnittstellen aus.

Dr.-Ing. Ralf Thomas (45), VDE, hat Elektrotechnik in der Fachrichtung Nachrichtentechnik an der HFV Dresden studiert. Er ist Abteilungsleiter bei der IDS GmbH in Ettlingen und zuständig für die Qualitätssicherung. E-Mail: ralf.thomas@ids.de



Dipl.-Ing. Dietmar Schweitzer (38), hat elektrische Energietechnik an der FH Karlsruhe studiert. Er ist Produktmanager für Fernwirk- und Automatisierungstechnik bei der IDS GmbH in Ettlingen. E-Mail: dietmar.schweitzer@ids.de





Der Anwender ist nun in der Lage, abhängig vom Schnittstellentyp, jeder Schnittstelle den für die Applikation erforderlichen Protokolltreiber zuzuweisen. Ein für Anwendungen in der Fernwirktechnik angepasstes Portfolio von Protokolltreibern bietet Flexibilität hinsichtlich der Kommunikationsmöglichkeiten zum Prozess und zur Netzleitstelle:

- IEC 60870-5-101:2003-02 [5, 6], Master/Slave (RS-232/485);
- IEC 60870-5-103:1997-12 [7, 8], Master (RS-232/485);
- Modbus-RTU, Master (RS-232/485);
- IEC 60870-5-104:2000-12 [1, 2], Server/Client (Ethernet);
- IEC 61850-8-1:2004-05 [10, 11], Client (Ethernet);
- Modbus-TCP, Client (Ethernet);
- unter Umständen weitere proprietäre Protokolltreiber.

Unter Verwendung eines einheitlichen Frameworks für die Protokolltreiber und einer standardisierten internen Abbildungsvorschrift für Informationsobjekte wird die Basis für ein einfaches Mapping von Informationsobjekten verschiedener Protokolle geschaffen. Besondere Anforderungen werden an die Fernkommunikation zu Netzleitstellen und anderen Prozessstationen gestellt. Im Vordergrund stehen dabei:

- das Rangieren von Informationsobjekten zwischen Fernwirkgeräten,
- die Umsetzung von technologisch orientierten Adressierungsvorschriften und
- der Schutz gegen interne und externe Angriffe aus dem Netz [12].

Komplexe Automatisierungslösungen

Mit der Integration leistungsfähiger SPS-Funktionalität, programmierbar mit den grafischen und textbasierten Sprachen der IEC 61131-3 [13, 14], bieten Fernwirkgeräte heute die Möglichkeit, auf zusätzliche Automatisierungsgeräte zu verzichten.

Der Unterschied zur Industrieautomation ist, dass die SPS-Programme für verschiedene Anwendungen benötigt werden, die sogar teilweise von getrennten Personalressourcen betreut

werden müssen. Auf der einen Seite stehen die klassischen Automatisierungsaufgaben, andererseits sind automatisierte Abläufe für den Personen- und Anlagenschutz zu realisieren. Dieser Forderung Rechnung tragend, werden zwei unabhängige Laufzeitsysteme implementiert. Diese sind mit separaten Schutzmechanismen versehen und können unabhängig voneinander programmiert werden.

In Fernwirkssystemen ist von besonderer Bedeutung, dass Informationsobjekte aus fernen Prozessstationen direkt in die lokale Anlagenautomatisierung einbezogen werden können. Unter der Voraussetzung systemweiter Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den Prozessstationen ist zudem ein direkter Zugriff des SPS-Programms auf die Informationsobjekte aller kommunikativ in das Netz

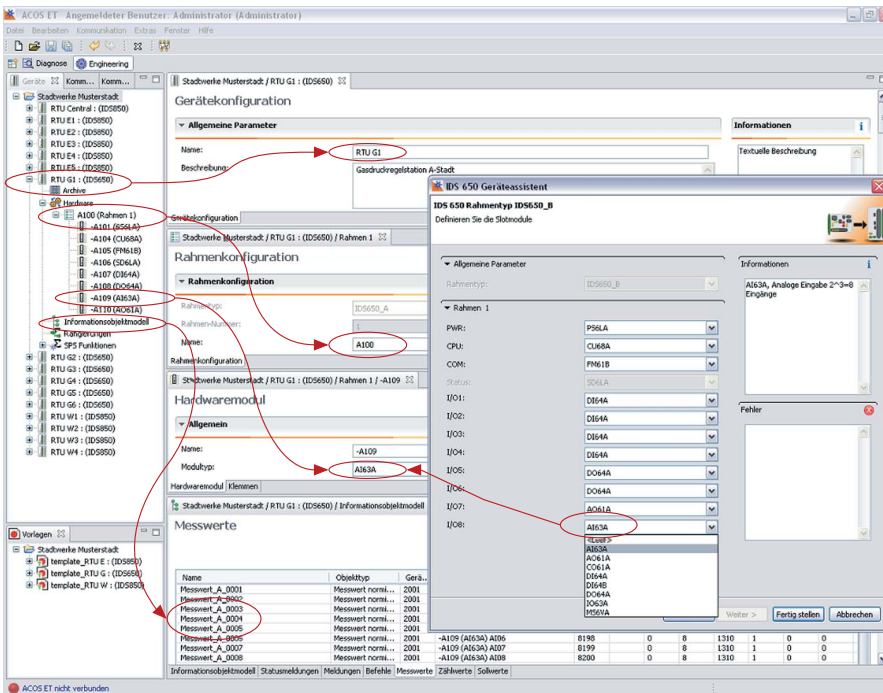


Bild 2. Hardware-Konfiguration eines Fernwirkgeräts

eingebundener Geräte erforderlich, unabhängig davon, ob diese über lokale Stationsbusse oder über die Fernwirkkommunikation mit dem Stationsgateway verbunden sind.

Scharfe Zeitbedingungen für die Automatisierung und die ungeeigneten Zeitsynchronisationsverfahren der klassischen Fernwirkkommunikation haben dazu geführt, dass sich NTP bzw. SNTP für die systemweite Echtzeitführung durchgesetzt haben.

Effizientes Engineering

Die Komplexität moderner Fernwirkgeräte ist nur durch ein durchgängiges und integriertes Engineeringtool zu beherrschen. Schwierig ist dabei, die unter-

schiedlichen Workflows für Gerätekonfiguration, Kommunikations- und Automatisierungs-Engineering miteinander zu verbinden. Dabei sollen die einzelnen Arbeitsschritte konsequent durch Assistenten unterstützt werden. Mit ACOS ET steht erstmals ein Tool zur Verfügung, in dem diese Symbiose innerhalb eines Softwarepakets gelungen ist.

Mit dem Mittel der „angepassten Sichten“ auf das Projekt ist der Projektierer in der Lage, die Aufgabenstellung für Kommunikation und Automatisierung effizient zu lösen. So erwartet der Kommunikationsingenieur für die Grundorientierung innerhalb des Projekts eine die Kommunikationsverbindungen darstellende Sicht. Der Automatisierungsingenieur

gegenüber orientiert sich schneller, wenn er eine gerätetechnisch oder technologisch ausgeprägte Darstellung seiner Anlage findet.

Mit einem Fernwirknetz werden oftmals identische oder technisch ähnliche Anlagen überwacht und gesteuert. Effizientes Engineering setzt deshalb voraus, dass vorparametrierte Templates einzelner technologischer Blöcke oder ganzer Anlagen wiederverwendet und global geändert werden können.

Die Gerätekonfiguration

Innerhalb der „Gerätesicht“ sind aus einer Bibliothek von Hard- und Softwarekomponenten, die auf die dedizierte Aufgabenstellung zugeschnittenen Geräteassistentengestützt zu konfigurieren. Dazu gehören neben physikalischen IO-Komponenten für die Erfassung und Ausgaben digitaler und analoger Informationen auch die Module für serielle Schnittstellen und Netzwerkadapter. Dabei wird erwartet, dass eine automatisierte Generierung der Informationsobjekte für die Prozessinformationen der lokalen IO-Baugruppen und für die gerätespezifischen Statusinformationen erfolgt (Bild 2).

Die Festlegung der Verarbeitungsvorschriften für die Informationsobjekte soll auf gebräuchlichen Defaults basieren, die im Nachhinein auf die Anlagenspezifika verändert werden (Differenz-Engineering). Der Anwender des Tools soll aber in der Lage sein, auch die Defaults zu verändern, um sich flexibel branchenspezifischen Besonderheiten anpassen zu können.

Das Kommunikations-Engineering

Eine separate „Kommunikationssicht“ soll das Engineering aller Kommunikationsparameter erleichtern. Geeignet erscheint dabei eine nach der Hierarchie des Kommunikationsnetzes orientierte Gesamtanordnung der Fernwirkgeräte. Assistenten für die Definition der Schnittstellenparameter und für die Auswahl und Konfiguration des Protokolltreibers sollen die Integration von Informationsobjekten, die über nicht fernwirktypische Anwenderprotokolle eingebunden werden, unterstützen. Für das Mapping dieser Informationen auf fernwirktechnische Informationsobjekte (Bild 3) eignen sich grafisch bedienbare Listendarstellungen, die mit Tools für den Massendatenimport ausgestattet sein müssen.

Die Adressen des automatisch generierten Objektmodells orientieren sich normalerweise an der Hardwarestruktur. Werden von den Datensinken (z. B. Netz-

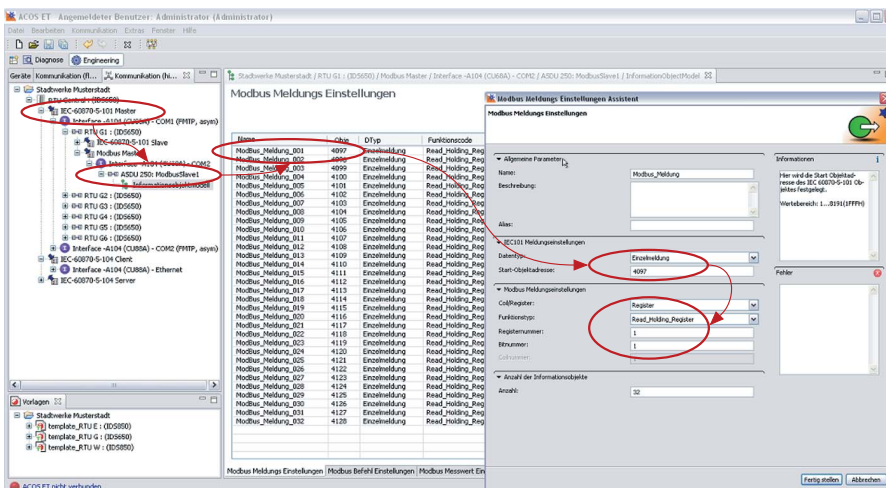


Bild 3. Mapping von Informationsobjekten

leitstelle) jedoch andersartig strukturierte Adresslagen erwartet, sind die dem Mapping vergleichbaren Toolfunktionen erforderlich.

Üblicherweise sind die standardisierten Fernwirkprotokolle gemäß IEC 60870-5-101/-104 [1, 2, 5, 6] um sog. private Rangiertelegramme erweitert worden. Für diese Rangierfunktionen bieten sich die gleichen Hilfsmittel wie für das Mapping an, nur dass dabei die korrespondierende Abbildungsvorschrift einem anderen Gerät zugeordnet wird.

Das SPS-Programmiersystem

Mit der Integration eines von PLCopen [15] auf „Portability Level“ zertifizierten Programmiersystems (z. B. OpenPCS [16]) kann der offene Programmierstandard für die Automatisierung nach IEC 61131-3 [13, 14] vollständig innerhalb des Engineeringtools für die Fernwirkgeräte umgesetzt werden. Dem Anwender soll-

ten. Für spezielle Anwendungen, z. B. für die Automatisierung von Schaltanlagen, sollen separate und herstellergeprüfte Bibliotheken zum Einsatz kommen. Der direkte Zugriff auf alle Informationsobjekte innerhalb des Fernwirksystems (Bild 4) wird mit einer zusätzlichen Bausteinbibliothek ermöglicht und erübrigt das Editieren u. U. sehr umfangreicher Referenztabellen.

Ausblick

Die hohe Komplexität moderner Fernwirkgeräte gestattet, sowohl die klassische Kommunikationsaufgabe zu lösen als auch die bisher separat installierten Automatisierungsgeräte zu ersetzen. Da sich der Engineeringablauf beider Teilaspekte jedoch grundlegend unterscheidet, ist es vom Engineeringtool und der darin gelungenen Symbiose der verschiedenen Workflows abhängig, ob diese Geräteklasse wachsende Akzeptanz bei der

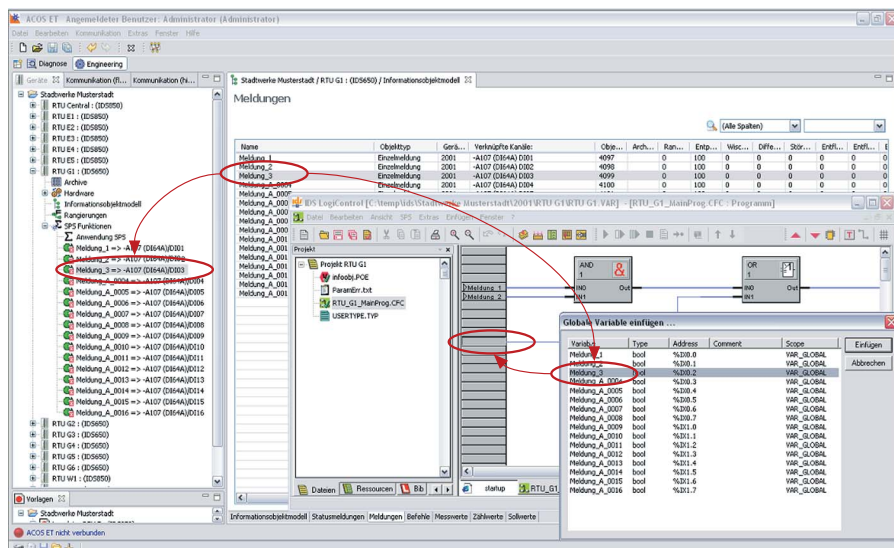


Bild 4. Direkter Zugriff der SPS auf Informationsobjekte der Fernwirkkommunikation

ten alle fünf Normprogrammiersprachen AWL, ST, KOP, FBS und AS sowie zusätzlich noch CFC in einer Programmieroberfläche zur Verfügung stehen. Innerhalb dezentraler Automatisierungsnetze sind die Unterstützung des netzweiten Datenaustauschs, das Online-Monitoring zur problemlosen Störungssuche und Online-Änderungen für schnelle Debugging-Zyklen erforderlich. Ein anwendungsselektiver Zugriffsschutz muss die Bedienung der separaten Laufzeitsysteme des Fernwirkgeräts sichern.

Grundlage für die Programmierung von Steuer- und Regelungsfunktionen bilden die Standard-Bausteinbibliotheken gemäß IEC 61131-3 [13, 14], die durch zusätzliche Reglerbausteine ergänzt werden

Überwachung und Steuerung von Infrastrukturnetzen finden wird.

Literatur

- [1] IEC 60870-5-104:2000-12 Telecontrol equipment and systems – Part 5-104: Transmission protocols – Network access for IEC 60870-5-101 using standard transport profiles. Genf/Schweiz: Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale (ISBN 2-8318-5576-4)
- [2] DIN EN 60870-5-104:2002-01 Fernwirkrichtungen und -systeme – Teil 5-104: Übertragungsprotokolle – Zugriff für IEC 60870-5-101 auf Netze mit genormten Transportprofilen. Berlin: Beuth
- [3] Schwarz, K.: Offene Kommunikation nach IEC 61850 für die Schutz- und Stationsleittechnik. etz-Report 34. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG, 2004 (ISBN 3-8007-2788-9)

- [4] *Seiler, A.*: Einbindung von Unterstationen in den Netzbetrieb über GPRS. In ETG-Fachbericht 107/108. ETG-Kongress 2007 vom 23.10.– 24.10.2007 in Karlsruhe. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG, 2007 (erscheint im Oktober 2007)
- [5] IEC 60870-5-101:2003-02 Telecontrol equipment and systems – Part 5: Transmission protocols – Section 101: Companion standard for basic telecontrol tasks. Genf/Schweiz: Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale (ISBN 2-8318-6836-X)
- [6] DIN EN 60870-5-101:2003-12 Fernwirkeinrichtungen und -systeme – Teil 5-101: Übertragungsprotokolle – Anwendungsbezogene Norm für grundlegende Fernwirkaufgaben. Berlin: Beuth
- [7] IEC 60870-5-103:1997-12 Telecontrol equipment and -systems – Part 5-103: Transmission protocols – Companion standard for the informative interface of protection equipment. Genf/Schweiz: Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale (ISBN 2-8318-4159-3)
- [8] DIN EN 60870-5-103:1999-11 Fernwirkeinrichtungen und -systeme – Teil 5-103: Übertragungsprotokolle – Anwendungsbezogene Norm für die Informationsschnittstelle von Schutzrichtungen. Berlin: Beuth
- [9] *Thomas, R.; Schweitzer, D.*: Fernwirktechnik: Das Gateway zwischen Automatisierungs-, Schutz- und Leittechnik. In ETG-Fachbericht 107/108. ETG-Kongress 2007 vom 23.10.– 24.10.2007 in Karlsruhe. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG, 2007 (erscheint im Oktober 2007)
- [10] IEC 61850-8-1:2004-05 Communication networks and systems in substations – Part 8-1: Specific Communication Service Mapping (SCSM) – Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3. Genf/ Schweiz: Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale (ISBN 2-8318-7425-4)
- [11] DIN EN 61850-8-1:2005-11 Kommunikationsnetze und -systeme in Stationen – Teil 8-1: Spezifische Abbildung von Kommunikationsdiensten (SCSM) – Abbildungen auf MMS (nach ISO 9506-1 und ISO 9506-2) und ISO/IEC 8802-3 (IEC 61850-8-1:2004)
- [12] *Gerber, C.; Thomas, R.*: IEC 61850, IP-Gateways und Sa-

Abkürzungen

AS	Ablaufsprache
AWL	Anweisungsliste
CFC	Continuous Function Chart
FBS	Funktionsbaustein-Sprache
GPRS	General Packet Radio Service
IP	Internet Protocol
KOP	Kontaktplan
LAN	Local Area Network
NTP	Network Time Protocol
PLC	Programmable Logic Controller (SPS)
RTU	Remote Telecontrol Unit
SAS	Substation Automation Systems
SNTP	Simple Network Time Protocol
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
ST	Strukturierter Text
TCP	Transmission Control Protocol
WAN	Wide Area Network

- etzs in leittechnischen Netzen. etz Elektrotech. + Autom. 128 (2007) H. 1, S. 18–21 (ISSN 0948-7387)
- [13] IEC 61131-3:2003-01 Programmable controllers – Part 3: Programming languages. Genf/Schweiz: Bureau de la Commission Electrotechnique Internationale (ISBN 2-8318-6653-7)
- [14] DIN EN 61131-3:2003-12 Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 3: Programmiersprachen. Berlin: Beuth
- [15] PLCopen, Gorinchem/Niederlande: www.plcopen.org
- [16] OpenPCS. Infoteam Software GmbH, Bubenreuth: www.infoteam.de