# Kommunikation bei Leistungsschaltern immer wichtiger

*W. Esser, Bonn*

**Die Kommunikationsfähigkeit von Niederspannungs-Schaltgeräten besitzt eine wachsende technische und ökonomische Bedeutung, eröffnet sie doch ein großes Rationalisierungspotential. Dies gilt besonders für Leistungsschalter, die an wichtigen Verteilungspunkten eingebaut sind.**

## 1 Möglichkeiten des Datenaustauschs

Leistungsschalter an wichtigen Verteilungspunkten sind von zentraler Bedeutung für die Betriebskontinuität bei Maschinen, industriellen Anlagen oder der öffentlichen Stromversorgung (Tafel 1). Unter Kommunikation wird hier der durchgängige, digitale Informationsaustausch zwischen Feldgeräten, prozessnahen Komponenten und Leitsystemen verstanden. Die Topologien der Anlagen und die organisatorischen Bedingungen können von Projekt zu Projekt sehr stark differieren. Die Bedingungen sind in jedem Einzelfall eingangs der Projektarbeit verbindlich und weitschauend zu klären, da sie oft sehr anwendungsspezifisch sind und grundlegende Entscheidungen (z. B. die Wahl des Bus-Systems) später schwer zu ändern sind.

Die anfallenden Daten und Informationen lassen sich häufig mehrfach unter unterschiedlichen Gesichtspunkten nutzen [1]. Es ist sinnvoll, die Informationen direkt nach ihrer Entstehung nach den unterschiedlichen Interessen zu sortieren (z. B. prozessrelevante oder anlagenrelevante Informationen, betriebswirtschaftliche Informationen) und an den einzelnen Verwendungsstellen nur die relevanten Informationen zur Verfügung zu stellen, da die Informationsflut sonst zu groß werden kann und wichtige Informationen übersehen werden. Hier kann eine vorbeugende Beschränkung der angebotenen Informationen und die klare Verantwortlichkeit für die Daten hilfreich sein.

Zusammenfassend ermöglicht die Kommunikationsfähigkeit der beschriebenen Schaltgeräte folgende Merkmale in leittechnischen Systemen:

- zentrale Visualisierung, Steuerung und Parametrierung der Energieverteilung einer Anlage
- Lastmanagement (Trenderkennung, Prognose, Priorisierung, Kostenzuordnung)
- Systemdiagnose, Ursachenanalyse für Auslösungen und Alarme, Wartungshinweise
- Protokollierung und Datenarchivierung (aktuelle Werte und Veränderungen), Anlagen-Verwaltung.

Heute realisierbare Kommunikationsmöglichkeiten werden am Beispiel der Leistungsschalter NZM 2 bis NZM 4 der Fa. Moeller, Bonn, erläutert.

Autor

Dipl.-Ing. *Wolfgang Esser* ist Leiter Produktsupport Industrieschaltgeräte, Division Industrieautomation, bei der Moeller GmbH, Bonn

## 2 Kommunikative Schalter

Diese Leistungsschalter mit elektronischen Auslösern sind bereits in der Standardausführung kommunikationsfähig. Sie speichern die Kurzzeithistorie direkt im Schalter. Im Einzelnen stellen die Leistungsschalter die Signale entsprechend Tafel 3 für die Kommunikation zur Verfügung.

Für die Abfrage und Anzeige dieser Betriebs- und Diagnosedaten stehen drei Möglichkeiten mit unterschiedlicher Reichweite und unterschiedlichem Komfort zur Verfügung (Tafel 2), die teilweise auch eine Fernparametrierung der Schalter zulassen:

**Ankopplung an PC oder Laptop.** Dieser Datenaustausch ist für einen vorübergehenden Anschluss zur Diagnose oder bei der Inbetriebnahme vorgesehen. Der Anschluss erfolgt über die RS232C-Schnittstelle mit einem Verbindungskabel mit Pegelumsetzer. Alle remanent im Schalter gespeicherten, aktuellen Betriebs- und die 10 letzten Sätze Diagnosedaten können ausgelesen werden. Die Einstellwerte der Leistungsschalter (Überlast-, Kurzschluss-, Verzögerungszei-

**Tafel 1 Genaue Informationen ermöglichen gezielte Reaktionen: Schaltgeräte-Kommunikation als Managementinstrument**

| Management | ausgewertete Informationen | Nutzen |
|---|---|---|
| Diagnosenmanagement | Warnmeldungen<br>z. B.:<br>• Überstrom | Rechtzeitige Auswertung ermöglicht Eingriffe in den Prozess und verhindert Anlagenausfälle;<br>Beitrag zur Erhöhung der Betriebskontinuität |
| Störungsmanagement | Ausgelöstmeldungen<br>z. B.:<br>• Erdschluss<br>• Kurzschluss | Schnelle, gezielte Information über Ort und Ursachevon Energieausfällen;<br>schnellere Behebung,<br>kürzere Stillstandszeiten,<br>Kosteneinsparungen |
| Wartungsmanagement, Ersatzteilmanagement | Informationen<br>z. B.:<br>• Schaltspiele<br>• Anzahl der Auslösungen | Informationen ermöglichen vorbeugende Wartung:<br>• zeitgesteuerte Wartung<br>• ereignisgesteuerte Wartung<br>Verhindert teuere Ausfälle und Zerstörung empfindlicher Anlagenteile |

**Tafel 2 Kommunikationsmöglichkeiten der Leistungsschalter NZM 2 bis NZM 4**

| Merkmal | Anschluss PC/Laptop ohne DMI | Lokaler Betrieb mit DMI | Fernbetrieb mit DMI |
|---|---|---|---|
| vorübergehende Lösung für Wartung und Inbetriebnahme | X | | |
| dauerhafte Installation | | X | X |
| Daten des Schalter-Grundgerätes<br>– auslesen<br>– einlesen<br>– visualisieren | <br>X<br><br>X | <br>X<br>X<br>X | <br>X<br>X<br>X |
| Daten der Schalter-Zusatzausrüstungen<br>– auslesen<br>– einlesen<br>– visualisieren | | <br>X<br>X<br>X | <br>X<br>X<br>X |
| Kommandos an Schaltergrundgerät | | X | X |
| Kommandos an Schalter-Zusatzausrüstungen | | X | X |
| Bus-Protokolle über Buskoppler | | | Profibus DP |

**Tafel 3 Für die Kommunikation von Leistungsschaltern NZM mit elektronischen Auslösern bereitgestellte Daten und Informationen sowie einstellbare Parameter**

| Status | Parameter | Warnung | Auslösung |
|---|---|---|---|
| • Betriebszustände<br>• Ereignismeldungen<br>• Wartungsinformationen<br>• Kommunikation i. O.<br>• Diagnose Leistungsschalter<br>• LS Info:<br>– Typ<br>– Serien-Nr. | • Auslösegrenzwerte<br>• Diagnose<br>• Zeitstempel<br>– Zeit<br>– Datum<br>• Lesen von 6 zusätzlichen binären Signalen im Umfeld des Leistungsschalters:<br>z. B.:<br>– Zustand Schaltschranktür<br>– Status Schaltschrankbelüftung<br>– Überschreitung Schaltschranktemperatur<br>• Programmierung von 6 zusätzlichen digitalen Ausgängen mit binären Infos über Zustand des Leistungsschalters z.B.:<br>– Hupe, Warnleuchte<br>– Ereignisgesteuertes Bedienen nicht busfähiger Anlagenteile<br>– Einstellung von Parametern für eine spätere Verwendung (Download in LS) | • Lastwarnung<br>• Überlast 1<br>• Überlast 2<br>• Lastabwurf<br>• Erdschluss<br>• Übertemperatur | • Überlast<br>• verzögerter Kurzschluss<br>• unverzögerter Kurzschluss<br>• Erdschluss<br>• Überlast N-Leiter<br>• Testauslösungen |

ten usw.) werden bei dieser einfachen Lösung konventionell am Leistungsschalter mit kleinen Wahlschaltern eingestellt.
Wenn der Schalter nicht mit der Betriebsspannung verbunden ist, kann er für diese vorübergehende Kommunikation über das Schnittstellenkabel aus dem PC fremdversorgt werden.

**Ankopplung an das externe Daten-Management-Interface (DMI).** Diese Anschlussmöglichkeit ist für die stationäre Installation in der Nähe des Schalters vorgesehen. Ein DMI ist für jeden Schalter erforderlich, bei dem diese Kommunikation permanent genutzt werden soll. Die Verbindung erfolgt seriell zwischen dem Schalter-Grundgerät und dem DMI sowie bei Bedarf über eine bidirektionale Parallelverdrahtung zwischen den Hilfsanschlussklemmen der gewünschten Zusatzausrüstungen. Dies können z. B. Hilfsschalter, die Ausfahreinheit oder der Fernantrieb sein.
Diese Lösung ermöglicht die lokale Ein- und Ausgabe von Informationen über das eingebaute mehrzeilige Display und die integrierte Tastatur. Bedienung und Anzeige konnten durch die Anordnung im externen DMI großzügiger gestaltet werden, als dies bei einer Integration der Ein- und Ausgabeebene direkt in den Schalter möglich wäre. Die Bedienung des DMI-Moduls erfolgt menügeführt, in mehreren Sprachen, und ist leicht lernbar. Alle aktuellen Betriebs- und Diagnosedaten können ausgelesen, und neue Parametersätze in den Schalter geladen werden. Alternativ zur Dateneingabe am DMI mittels der integrierten Tastatur ist es auch möglich, komplette Datensätze auf einem PC zu generieren und über eine serielle Schnittstelle in das DMI zu übertragen. Ein Passwortschutz der Datensätze ist möglich.

**Ankopplung an ein Feldbus-System.** Bei dieser Lösung zur Fernbedienung und für die Ferninformation kommt wieder pro Schalter das im vorstehenden Absatz beschriebene DMI zum Einsatz. Diesmal wird das DMI durch einen Feldbus-Koppler ergänzt. Die Verbindung zwischen dem DMI und dem Feldbus-Koppler erfolgt über einen Steckverbinder. Bei dieser Kombination übernimmt das DMI eine Gateway-Funktion. Jetzt werden alle beschriebenen Handhabungen nicht nur lokal, sondern auch aus der Ferne ermöglicht. Am Ende der Vernetzung wird zur Bedienung oder Anzeige eine SPS, ein PC oder ein Visualisierungsgerät (MMI) mit Tastatur multifunktional genutzt. Der Interfacebaustein steht für Profibus DP zur Verfügung. Durch das modulare Konzept sind weitere Bausteine für zusätzliche Bus-Protokolle, beispielsweise CAN, Device Net u. a., leicht realisierbar. Bei dieser Konstellation ist die Bedienung sowohl über das DMI als auch über den Bus möglich, wobei der Bus Vorrang hat.
Werden Leistungsschalter in einer ersten Ausbaustufe für den lokalen Betrieb mit dem DMI ausgerüstet, ist es später leicht möglich, die Feldbus-Koppler nachzurüsten und die Schalter nachträglich in eine Vernetzung einzubinden. Über die Vernetzung ist schließlich auch eine Anbindung der Schalter an eine bidirektionale Kommunikation über ein Intranet oder das Internet möglich.

Zusätzlich lassen sich die Zustände der zum Schalter gehörenden Zusatzausrüstungen oder von benachbarten Hilfsaggregaten übertragen. Befehle an alle angeschlossenen Baugruppen, z. B. zur Ein-/Ausschaltung, sind möglich. Auf diesem Weg lassen sich auch Informationen erfassen, die von der elektronischen Auslöseeinheit der Leistungsschalter nicht direkt erfasst werden, weil es sich nicht um Schutzfunktionen handelt, beispielsweise Betriebsstunden oder Schaltspiele.

## 3 Visualisierung und Dokumentation per Software

Eine Software übernimmt die Visualisierung und Dokumentation der ausgetauschten Daten. Neben den aktuellen Daten werden 10 Diagnosesätze angezeigt, die bei definierten Ereignissen automatisch gespeichert werden. Zeitstempel ermöglichen die Rekonstruktion einer Störungshistorie. Die Software dokumentiert z. B. den Auslieferer- oder Abnahmezustand einer Anlage für ein Abnahmeprotokoll. Spätere Veränderungen durch den Betreiber lassen sich so nachvollziehen. Die Software zeigt auf einem Display die am Schalter fest eingestellten Parameter als Bargrafen an, neben denen die Bargrafen der Werte angezeigt werden, die softwaremäßig eingespielt wurden und die wirksam sind.
Werte die per Software eingegeben werden sollen, stellt man mit Schiebern auf dem Bildschirm ein. Die am Schalter fest eingestellten Werte werden als sicherheitsrelevant angesehen, sodass nur softwaremäßige Änderungen in Richtung unkritischerer Werte möglich sind. Am Schalter und am DMI wird durch eine LED angezeigt, wenn die fest eingestellten Werte nicht wirksam sind.
Weitere Masken der Software ermöglichen beispielsweise das Auslesen der Identifikationsdaten des Schalters (Baugröße, Ausstattung, Seriennummer, Firmware-Version, Anlagenkennzeichen usw.) oder das Verwalten von Kommentaren zu der Applikation.

## 4 Steuerfunktionen als Zusatznutzen

Als Erweiterung seiner Grundfunktionen kann das Daten-Management-Interface, im Zusammenspiel mit dem Leistungsschalter und zusätzlichen Leistungsschützen, Aufgaben im Bereich des Motorschutzes übernehmen. Mit dem Einschalten der Motorstarter-Funktion aktiviert das DMI eine Überlastabschaltung über die Schütze. Erhält es vom Schalter einen Überlastalarm, setzt es die für die jeweilige Funktion benötigten Ausgänge zurück. Dadurch werden die angeschlossenen Schütze abgesteuert,

der Motor schaltet ab. Folgende Motorstarter-Funktionen lassen sich auswählen und realisieren:
- Direktstarter
- Wendestarter
- Stern-Dreieck-Starter
- Stern-Dreieck-Wendestarter.

Die Ansteuerung der Funktionen, z. B. Rechtslauf, Linkslauf oder Stopp, kann über externe Schaltgeräte oder über den Profibus DP erfolgen.

## 5 Sicherheitsgrundsätze für die Kommunikation

Die Bedeutung der Leistungsschalter für die Anlagensicherheit und die Verfügbarkeit der elektrischen Energie wurde bereits erwähnt. Daraus leitet sich ab, dass an die Elektronik in Leistungsschaltern und an die elektronische Kommunikation besonders hohe Anforderungen zu stellen sind. Diese Anforderungen betreffen die einzelnen Komponenten der Hardware, bezüglich ihres Langzeitverhaltens unter schwierigen Einsatzbedingungen und ihrer EMV-Tauglichkeit, in der Nähe extrem hoher Ströme. Besondere Ansprüche sind aber auch an die Software und an die Sicherheit der Datenübertragung zu stellen. Eine Mehrfachübertragung der Daten und die Prüfung der übertragenen Daten auf ihre Vollständigkeit, die Überprüfung von berechtigtem Sender und richtigem Empfänger gehören zu den Grundanforderungen.

Grundsätzlich haben alle Alarmmeldungen wegen Schalterauslösungen Vorrang vor allen informativen Datenaustauschvorgängen. Es sind klare Prioritäten definiert. Alle Vorgänge im Zusammenhang mit den Schutzfunktionen des Leistungsschalters werden, unabhängig von der Kommunikationselektronik, eigenständig im Leistungsschalter abgewickelt. Diese sicherheitsrelevanten Funktionen sind dadurch vollkommen unabhängig von Zykluszeiten der Vernetzungsprotokolle und der Vernetzungstopologie. Auch bei einem teilweisen oder vollständigen Zusammenbruch der Vernetzung sind alle Sicherheitsfunktionen des Leistungsschalters autark wirksam. Alle softwaremäßig eingegebenen Sollwerte sind vor Ort dauerhaft im DMI gespeichert. Sollte die kurze, serielle Verbindung zwischen DMI und Schalter ausfallen, gelten die am Schalter fest eingestellten Werte.

Bereits erwähnt wurde, dass am Schalter hardwaremäßig eingestellte Ströme, Auslösewerte und Verzögerungszeiten durch softwaremäßig geladene Datensätze immer nur in Richtung unkritischerer Werte verändert werden können. Generell liegt die größere Bedeutung der Kommunikation und Vernetzung von Leistungsschaltern im Bereitstellen aktueller Informationen, z. B. für ein Lastmanagement. Ein Leistungsschalter wird normalerweise einmal eingestellt. Veränderungen seiner Einstellungen sind abhängig von Veränderungen in der Netzkonstellation oder von Veränderungen bei den versorgten Betriebsmitteln. Auch ein Kabel zu einem Motor kann nur dann mit einem höheren Strom belastet werden, wenn man vorher, z. B. im Rahmen mehrerer Ausbaustufen, Reserven beim Kabelquerschnitt eingeplant hat. Wenn aber das Kabel gegen ein stärkeres ausgewechselt werden muss, dann kann man auch den Leistungsschalter vor Ort höher einstellen, oder man muss sogar die Auslöser oder den ganzen Schalter austauschen.

## 6 Nutzen der Kommunikation und Internetanbindung

Die Ansprüche an die elektrische Ausrüstung in Maschinen und Anlagen sind mit den erweiterten technischen Möglichkeiten, der Normensituation (CE-Zeichen, EG-Richtlinien), den Sicherheitsansprüchen und den ökonomischen Erwartungen gestiegen. Der Trend der Geräteentwicklungen geht dahin, verstärkt elektromechanische Schaltgeräte mit einer anteiligen „Intelligenz“ der Hardware und Software zu versehen. Bei der beschriebenen Vernetzung wird die herkömmliche, vieladrige Parallel-Verdrahtung durch eine adernsparende 2-Draht-Verbindung ersetzt. Mit der Vernetzungstechnik spielen Entfernungen „fast“ keine Rolle mehr. Über das weltumspannende Internet mit dem herstellerneutralen Protokoll TCP/IP sind heute Millionen Rechner verbunden. In der Literatur wird die Einschätzung vertreten, dass bereits 50 % der Zugriffe auf das Internet nicht mehr Personen gesteuert über PCs erfolgen. Durch die Entwicklung und Einführung von seriellen Bussystemen in der Installations- und Steuerungstechnik entfiel der Zwang, die Schaltgeräte wegen der früher notwendigen, umfangreichen Verriegelungsverdrahtung zu zentralisieren. Schalt- und Schutzgeräte können durch die Bussysteme jetzt auch günstig dezentral in der Anlage angeordnet werden. Gleichzeitig wurden Signalisierungs- und Diagnosefunktionen wesentlich verbessert und erleichtert.

Für Anlagenbauer und Anlagenbetreiber ergeben sich durch die Kommunikationsfähigkeit der Schaltgeräte vielfältige Vorteile: Anlagen werden zu einem sehr hohen Prozentsatz exportiert. Der Ausbildungsstand der Anlagenbetreuer kann regional mit der rasanten technischen Entwicklung oft nicht Schritt halten. Fertigungsprozesse werden immer komplexer, und damit werden Maschinen- und Anlagen-Stillstandszeiten immer teurer. Ersatzteilvorräte sollen möglichst klein sein. Es ist nicht immer auf den ersten Blick erkennbar, ob ein Stillstand auf einem Hardware- oder Software-Fehler beruht. Es entsteht dadurch zunehmend die Notwendigkeit, dass Anlagenhersteller Fern-Diagnosen, Fern-Parametrierungen und Fern-Inbetriebnahmen vornehmen müssen. Darüber hinaus fahren immer mehr Firmen nachts oder an Wochenenden in der Produktion mannlose Schichten, bei denen ein Bereitschaftsdienst Eingriffe in die Produktion von zu Hause aus vornehmen soll. Hier sind automatische Störmeldungen per E-Mail oder SMS und Dienste wie GSM sehr hilfreich und Zeit sparend. Die Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus bieten ihren Kunden in besonders großem Umfang qualifizierten After-Sales-Service in Form von Teleservice-Diensten. Über das Feedback aus der Produktnutzungsphase entsteht als Zusatznutzen ein zusätzliches Verbesserungspotential für die weitere Produktentwicklung. Es gibt auch Tendenzen, dass die Anlagenhersteller ihre Anlagen beim Betreiber unterhalten und warten müssen. Damit erhält der Lebenszyklus mit all seinen Kosten auch für den Hersteller eine andere Dimension.

## 7 Ganzheitliche Betrachtung der Kommunikation

Es ist ein bekanntes Problem, dass in vielen Firmen die Investitionskosten für neue Maschinen oder Anlagen aus einem anderen Budget bestritten werden als die Unterhaltungs- und Wartungskosten. Investitionskosten einerseits und Unterhaltungskosten andererseits fallen dadurch oft bei unterschiedlichen Kostenstellenverantwortlichen an. Niedrige Investitionskosten erweisen sich oft nur als kurzfristig günstig. Diese Aufteilung der Verantwortung bringt den Maschinen- oder Anlagenbauer in den Konflikt, mit Blick auf den Maschinenpreis, das technisch, zweckmäßig Machbare, z. B. bei Diagnosefunktionen zur Verkürzung von Stillstandszeiten, nicht ausreizen zu können. Genauso, wie in der Technik die ganzheitliche (systemische) Betrachtung notwendig ist, ist auch die ökonomische Betrachtung ganzheitlich über den gesamten Lebenszyklus anzustellen.

Mit Blick auf die gesamte Wertschöpfungskette wird die vernetzte elektrische Ausrüstung systemisch wirtschaftlicher, auch wenn der Komponentenpreis durch die integrierte „Intelligenz“ zunächst etwas höher ist. Die Installation, die Prüfung beim Hersteller und die Inbetriebnahme beim Betreiber werden effektiver.

**Literatur**

[1] *G. Rehn, M. Zöller*: Statusbericht Feldbusinstallationen; Feldbuseinsatz in der chemischen und pharmazeutischen Industrie. atp – Automatisierungstechnische Praxis 44(2002)1.

[2] *M. Zöller*: Feldbus-Erfahrungsbericht – Automatisierung mit Internet und offenen Standards – Schöne neue Welt? Berlin, Offenbach: VDE-Verlag 2001.