

Gebäudetechnik mit dem Bussystem LCN

H. Möbus, Groß-Düben

Derzeit wird eine breite Palette von Produkten zur Gebäudeautomation angeboten. Neben Lösungen für ganz spezielle Einsatzfälle gibt es eine Reihe von Systemen, die sich vor allem durch ihre universelle Einsetzbarkeit auszeichnen. LCN (Local Control Network) ist ein Bussystem, das im Wohnungs-, Geschäfts- und Industriebau weite Verbreitung gefunden hat.

bare Verarbeitungsleistung des gesamten Systems. Das Hinzufügen eines Moduls schafft nicht nur zusätzliche Funktionalität auf der Basis der jeweiligen lokalen Sensor- und Aktorausgänge, sondern diese hinzugefügte lokale Funktionalität kann netzweit genutzt werden. Ein solches Netz kann deshalb, beginnend bei einem Modul, schrittweise ausgebaut werden.

1 Leistungsmerkmale

Das von der Firma Issendorf Mikroelektronik (www.lcn.de) entwickelte Bussystem kann für alle Aufgaben der modernen Gebäudetechnik wie:

- Steuerung von Beleuchtungsanlagen, Dimmen, Lichtszenen, An-/Abwesenheitsschaltung etc.
- Steuerung von Jalousien und Rollläden
- Gebäudeüberwachung
- Steuerung/Regelung von Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen
- Energiemanagement
- Zutrittskontrolle
- Zeiterfassung
- zentrale Visualisierung von Zuständen uvm.

eingesetzt werden. Die Flexibilität des Systems gestattet es, das Nebeneinander der energie- und informationstechnischen Anlagen eines Gebäudes zu überwinden und diese Anlagen in ein Gesamtsystem zu integrieren. Das reduziert den Verkabelungsaufwand, ermöglicht die Kommunikation zwischen den verschiedenen Teilsystemen und schafft wegen des ganzheitlichen Ansatzes erst die Voraussetzung dafür, dass Komplettlösungen von einem Elektrohandwerksbetrieb geplant, errichtet und in Betrieb genommen werden können.

2 Systemarchitektur

Die Technik des LCN basiert auf „intelligenten“ d. h. programmierbaren Modulen (Bus-Module), die über Sensorein- und Aktorausgänge verfügen, und die untereinander über eine 4-adrige Standard-Installationsleitung, bestehend aus dem Außenleiter L, dem Neutralleiter N, Schutzleiter PE und Datenader D, verbunden sind. Diese Bus-Module verfügen über integrierte Netzteile und werden über den Außen- und den Neutralleiter gespeist. Über

die Datenader erfolgt die Kommunikation zwischen den Bus-Modulen (Bild 1) einer LCN-Anlage.

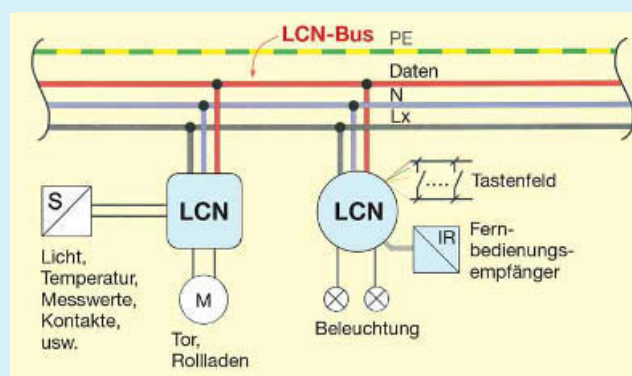
Der Motor im Bild 1 kann also nicht nur durch die Sensoren des links dargestellten Bus-Moduls ein- und ausgeschaltet werden, sondern ebenso über das Tastenfeld bzw. den Fernbedienungsempfänger des rechts dargestellten Busmoduls. Die in den einzelnen Modulen integrierte „Intelligenz“ wird über die Datenader miteinander verknüpft. Jedes hinzugefügte Modul steigert die verfüg-

3 Bus-Module – Basis des Systems

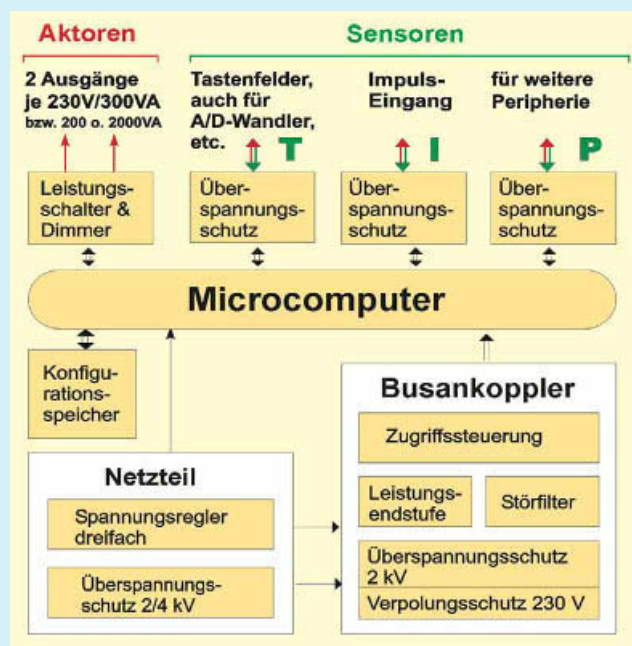
Die Bus-Module des LCN-Systems (Bild 2) haben einen einheitlichen Aufbau. Zentraler Bestandteil eines jeden Moduls ist ein Microcomputer mit einem Speicher. In einem Teil des Speichers werden die Informationen abgelegt, die die Funktionalität des Moduls bestimmen. Diese Bausteine können programmiert werden und verlieren auch bei Ausfall der Versorgungsspannung die gespeicherten Informationen nicht. Über die dort abgelegten Informationen wird das Modul konfiguriert. Bei LCN wird dieser Speicher deshalb als Konfigurationsspeicher bezeichnet. Der Konfigurations-

1 Bus-Module tauschen über die Datenader Informationen aus

Quellen: Issendorf Mikroelektronik

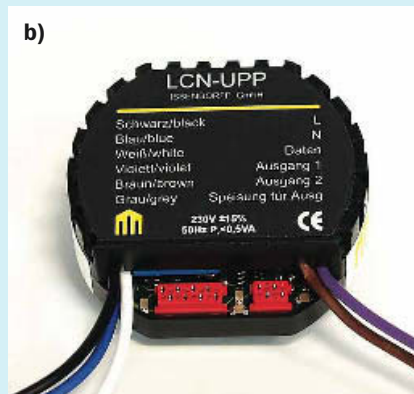
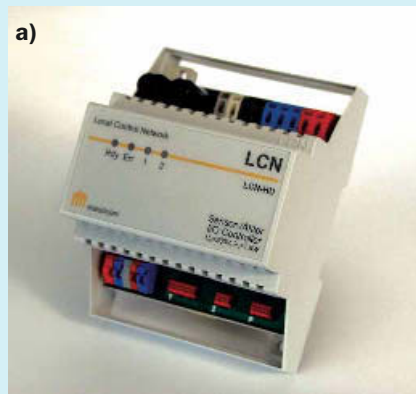


2 Prinzipieller Aufbau eines Bus-Moduls



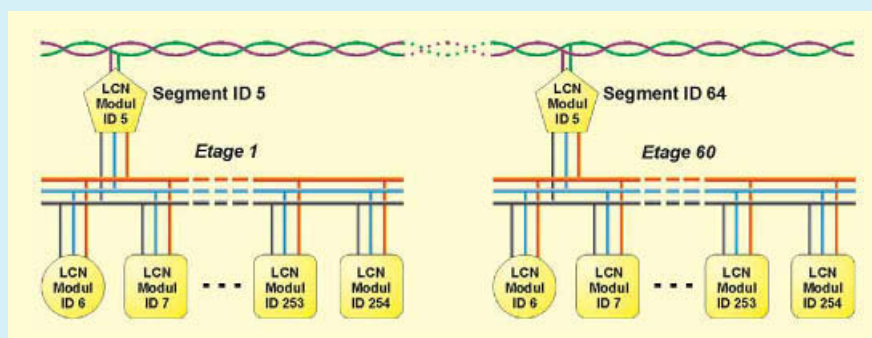
Autor

Dr. Ing. Horst Möbus ist Unternehmensberater in Groß-Düben.



3 Bus-Module – Bauformen

a) Hutschienen-Modul; b) Unterputz-Modul



4 Mittels Segmentkoppler können Anlagen mit bis zu 30 000 Bus-Modulen realisiert werden

speicher enthält also die Anweisungen, die die Auswertung der an den Sensoreingängen (oder über die Datenleitung) ankommenden Informationen im Arbeitspeicher des Moduls übernehmen. Über die Sensoreingänge können dem Microcomputer Tastaturkommandos, Messwerte und Binärsignale zur Verarbeitung bereitgestellt werden. Wegen dieser unterschiedlichen Eingangsgrößen wird zwischen Tastatur- (T), Impuls- (I) und Peripherieeingängen (P) unterschieden. Im Ergebnis der Verarbeitung der an den Sensoreingängen ankommenden Signale werden – durch das im Konfigurationsspeicher abgelegte Programm – an den Aktorausgängen des Moduls die programmierten Aktivitäten ausgelöst. Mittels des integrierten Busankopplers kann der Microcomputer mit den anderen Modulen des Systems über die Datenader kommunizieren, also Informationen austauschen. Da das LCN-System direkt mit 230 V betrieben wird, verfügt jedes Modul über ein integriertes Netzteil. Die Sensoreingänge, das Netzteil und der Busankoppler sind in jedem Modul mit einem Überspannungsschutz (bis 4 kV) versehen. Ein Verpolungsschutz schützt das Modul vor Zerstörung, wenn es zu einer Vertauschung von Außenleiter und Datenader bzw. Neutralleiter kommt. Der Microcomputer mit dem Konfigurationsspeicher, das Netzteil und der Busankoppler sind Bestandteil eines jeden Bus-Moduls. Die verschiedenen Bus-Module unterscheiden sich vor allem hinsichtlich der Anzahl der Sensorein- und der Aktorausgänge und des daraus resultierenden programmier-

baren Funktionsumfanges. Die Unterscheidung von Sensorein- und zwei Aktorausgängen ist aber nur die halbe Wahrheit. Ein Blick auf Bild 2 macht deutlich, dass die Schnittstellen der Bus-Module bidirektional genutzt werden können, d. h. die Sensoreingänge können auch – bei entsprechender Verschaltung – als Ausgänge zur Ansteuerung weiterer Module (z. B. Relaismodule) genutzt werden.

4 Bauformen und Verkabelung

Die Bus-Module gibt es in zwei Bauformen. Die Mehrzahl der Module wird in der klassischen Bauform als Hutschienenmodul (Bild 3a) angeboten. Für dezentrale Lösungen ist das Unterputz-Modul geeignet. Diese Bauform (Bild 3b) ermöglicht die Installation der Module in einer tiefen UP-Dose in unmittelbarer Nähe der Einbauorte der Sensoren bzw. der Aktoren. Damit kann vielfach der Verkabelungsaufwand zwischen den Bus-Modulen und den Sensoren und Aktoren deutlich reduziert werden.

Alle Hutschienenmodule sind mit Steckklemmen ausgerüstet. Zur Verbindung der Bus-Module untereinander werden vorzugsweise 4- bzw. 5-adrige Leitungen mit Querschnitten von 1,5 mm² und 2,5 mm² genutzt. Dabei können sowohl PVC-Mantelleitungen (NYM) als auch Stegleitungen (NYIF) verwendet werden.

5 Adressierung – Modul- und Gruppenadressen

Die Bus-Module werden über eine Modul-ID angesprochen. Zur Adressierung der Module stehen 250 Adressen (5...254) zur Verfügung. Anlagen, bei denen die Anzahl der Module 250 überschreitet, werden in Segmente zerlegt, die über Segmentkoppler (Bild 4) miteinander verbunden werden. Für die Segmentadressierung steht ein Adressbereich von 5...124 zur Verfügung. Damit können 120 Segmente adressiert werden. Die Gesamtzahl der adressierbaren Module einer Anlage ergibt sich damit zu

$$\text{Segmentanzahl} \times \text{Modulanzahl/Segment} = 30\,000$$

Die Adressen werden bei der Programmierung der Module direkt vom PC aus vergeben. Das Betätigen einer Programmier Taste am Modul vor Ort ist nicht erforderlich. Aus rechentechnischer Sicht handelt es sich dabei um logische Adressen, die den in den Bus-Modulen abgespeicherten Hardwareadressen zugeordnet werden.

Neben der Moduladresse (Modul-ID oder auch nur ID genannt) die pro Segment nur einmal vergeben werden kann, können jedem Modul bis zu zwölf Gruppenadressen und sechs dynamische Gruppen zugeordnet werden. Für Gruppenadressen steht innerhalb eines Segmentes ebenfalls der Adressbereich 5...254 zur Verfügung. Über die Gruppenadressierung können die angeschlossenen Verbraucher zu unterschiedlichen Gruppen zusammengefasst und angesteuert werden. Dabei wird zwischen statischen und dynamischen Gruppenadressen unterschieden. Dynamische Gruppenadressen erlauben das Ansprechen von Modulgruppen in Abhängigkeit von bestimmten Systemzuständen.

6 Telegrammaufbau und -übertragung

Informationen werden zwischen den Bus-Modulen über die Datenader in Form von Telegrammen ausgetauscht. Ein Telegramm (Bild 5) enthält neben den Feldern mit der Quell-, Ziel- und Segmentadresse ein mindestens 24 Bit langes Datenfeld, ein Info-Feld und ein Feld mit einer Prüfsumme. Die Prüfsumme wird vom sendenden Modul nach einem vereinbarten Verfahren (CRC – cyclic redundancy check) aus den übrigen Feldern des Telegramms berechnet. Das empfangende Modul führt dieselbe Berechnung noch einmal aus und kann anhand des Vergleiches der empfangenen Prüfsumme mit der selbst ermittelten, die korrekte Übertragung des Telegramms überprüfen.

Das Info-Feld enthält Informationen, die der Steuerung der Telegrammverarbeitung dienen. Dazu gehören Informationen zur Länge

des Datenfeldes, ob das Telegramm an ein Modul im eigenen oder einem fremden Segment adressiert ist, ob sich das Kommando an ein einzelnes Modul oder an eine Modulgruppe richtet und ob das Kommando durch den Empfänger zu quittieren ist. Das Datenfeld enthält neben dem 8 Bit langen eigentlichen Kommando mindestens zwei jeweils 8 Bit lange Parameter, die dem Empfänger übergeben werden. Diese Parameter können zur Helligkeitssteuerung, Temperaturregelung etc. genutzt werden. Hier ist die Funktionalität im Datentelegramm hinterlegt und nicht starr in der Aktorik. Daraus resultiert eine sehr hohe Flexibilität in den Anwendungen. Die Telegramme werden über die Datenader übertragen, wobei der Neutralleiter als Rückleiter genutzt wird. Für das Bussystem wird also kein extra Datenleitungsnetz benötigt, lediglich eine zusätzliche Ader. Im Ruhezustand hat die Datenader einen Spannungspegel von -10 V . Die Signalübertragung erfolgt asynchron im Basisband mit Spannungspegeln von $\pm 30\text{ V}$. Zur Codierung der Signale auf der Leitung wird ein bipolares Verfahren verwendet. Die zu einem Telegramm gehörenden Bytes werden zusammenhängend ohne Pause übertragen. Die Art der Codierung und das verwendete Übertragungsverfahren machen den LCN-Bus außerordentlich robust gegenüber Störeinflüssen.

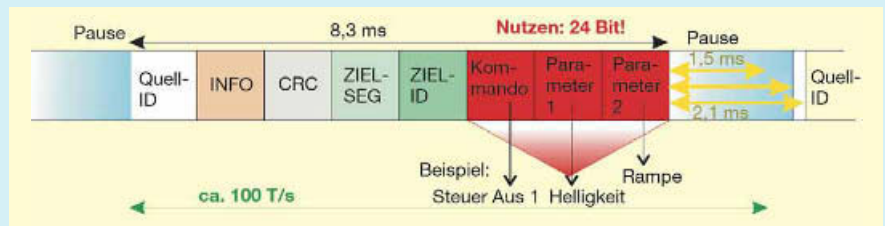
7 Tastentabellen

Dass Taster kurz oder lang gedrückt und auch losgelassen werden können, ist jedem Installateur geläufig. Die Interpretation dieser Betätigungsmöglichkeiten erfolgt bei LCN in gewohnter Weise, also

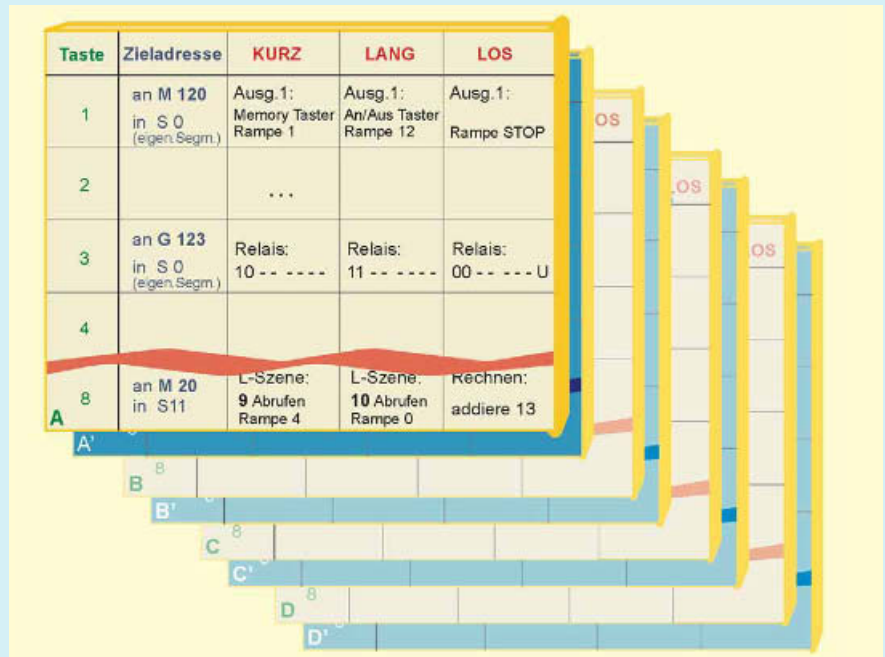
kurz – EIN/AUS Taster, Stoßstromschalter
lang – AUF/AB dimmen, Sensordimmer
los – Dimmer „Stopp“

Jeder reale Taster kann also mit drei verschiedenen frei wählbaren Kommandos belegt werden. Und genau diese Modellvorstellung wird bei LCN verwendet, um die Funktion eines Moduls zu konfigurieren. Alle Bus-Module verfügen über vier Tastentabellen (Bild 6) und weiteren vier Schattentastentabellen mit jeweils acht Tasten, die sowohl über real existierende Tasten, als auch über Sensorwerte angesprochen werden können. Die Tasten und Sensoren müssen dabei nicht einmal unmittelbar am Bus-Modul angeschlossen sein, sondern der Zugriff auf die Tastentabelle kann auch von einem anderen Bus-Modul aus erfolgen. Die Tasten können also gewissermaßen „fernbedient“ werden.

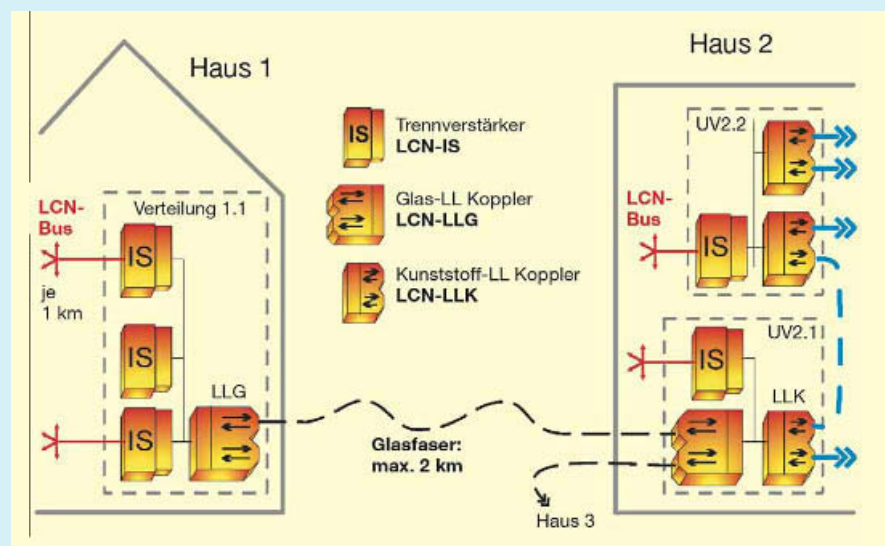
Aus der Sicht des Herstellers sind folgende Zuweisungen für die Tastentabellen vorgenommen worden:



⑤ LCN-Telegramm



⑥ Tastentabellen – Speicherplätze für die Parametrierung

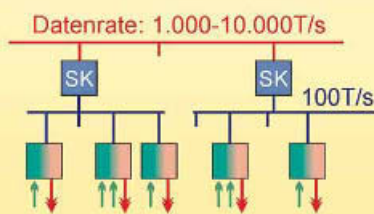


7 Zweidraht-Bus – zur galvanischen Trennung und/oder Überbrückung größerer Entfernungen

- A – konventionelle Tasten und diverse EIB-Taster
- B – Verarbeitung von Sensorwerten (Helligkeit, Temperatur), sowie Binäreingängen
- C – interne Verknüpfungen (Statuskommandos und Summen)
- D – reserviert für systeminterne Funktionen (Spannungsausfallerkennung)

Die Tastentabellen werden bei der Programmierung des Systems explizit angesprochen. Der im Bild 6 vorkommende Begriff der Rampe wird genutzt, um die Geschwindigkeit zur Erreichung bestimmter Zustände (z. B. Helligkeit beim Dimmen) exakt zu beschreiben.

Tafel 1 Technische Daten auf einen Blick

Technik	Daten
Datenrate	Untere Busebene: 9600 kB/s = typ. 100 Telegramme/s Segmentbus: 305kBit (37k-2,5MB/s) = 1000T/s (bis 10000T/s)
Nutzdaten	24 Bit typ. (oder mehr: bis 120B/Telegramm)
Untere Busebene	max. 250 Module je Segment
max. Segmente	120 Segmente
max. Ausbau	30.000 Module > 600.000 Sensoren/Aktoren
Reichweite	1km pro Bus-Strang (über 50 Stränge/Segment) >20km mit LWL Strecken
Hierarchie	übersichtlich (2-stufig)
Struktur	
Quittungs- und Meldewesen	3-stufig: 1. Funktionsquittungen 2. Statusmeldungen 3. Statuskommandos

„Ganz Aus“. Bei Relaisblöcken werden nur das „An“ und „Aus“ unterschieden. Die Statuskommandos unterscheiden sich von den Statusmeldungen dadurch, dass hier nicht nur ein Systemstatus angezeigt wird, sondern dieser Systemstatus löst als Folge seinerseits wieder Kommandos aus. Damit können logische Verknüpfungen (z. B. Folgesteuern) realisiert werden.

9 LCN – Zweidrahtbus

Neben dem bereits erwähnten LCN-Bus auf der Segmentebene und dem LCN-Segmentbus zur Verbindung von Segmenten gibt es für spezielle Anforderungen den LCN-Zweidrahtbus. Der LCN-Zweidrahtbus wird dann angewendet, wenn in den Segmenten:

- Teile des LCN-Busses galvanisch voneinander getrennt werden (z. B. zur datentechnischen Verknüpfung von Unterverteilungen) und/oder
- Entfernungen von mehr als 1000 m überbrückt werden müssen.

Der Zweidrahtbus (Bild 7) trennt über einen Optokoppler die Datenleitung galvanisch auf und verhindert damit Spannungsverschleppungen. Da gleichzeitig eine Signalverstärkung erfolgt, kann in diesem Fall jeder Bereich bis zu 1000 m lang sein. Zur Verbindung werden Trennverstärker eingesetzt. Die Trennverstärker können über normale Fernmeldeleitung miteinander verbunden werden. In diesem Fall beträgt die maximale Länge des Zweidrahtbusses ca. 20 m. Sollen größere Entfernungen überbrückt werden, kommen Lichtwellenleiter zum Einsatz, die über LWL-Kabel mittels spezieller Koppler mit den Trennverstärkern verbunden werden. Bei der Verwendung von Kunststoff-LWL können zwischen den Kopplern Entfernungen von bis zu 100 m und bei der Verwendung von Glasfaserkabeln können bis zu 2000 m (optional auch mehr) überbrückt werden.

10 Fazit

Mit LCN steht ein universell einsetzbares Bus-system (Tafel 1) zur Verfügung, das sich vor allem durch eine übersichtliche Struktur, einfache Installation und multifunktionell einsetzbare Bus-Module auszeichnet. Das System ist seit 10 Jahren in einer Vielzahl von Bauvorhaben unterschiedlicher Größe im In- und Ausland mit Erfolg im Einsatz.

Literatur

- [1] LCN-Systembeschreibung Issendorf Mikroelektronik GmbH
- [2] LCN-Produktbandbuch Issendorf Mikroelektronik GmbH
- [3] Möbus, H.; Gresbrand, N.: Gebäudesystemtechnik mit LCN. Berlin: Huss Medien GmbH, Verlag Technik 2002

8 Quittungen, Meldungen und Kommunikation

Das LCN-System arbeitet kommandoorientiert. Aufgrund einer Tastenbetätigung oder der Verarbeitung eines Sensorwertes wird über das in der Tastentabelle abgelegte Kommando die jeweilige Aktion (Bild 6) ausgelöst. Das Quellmodul erzeugt also auf der Basis der eigenen Eingangsinformationen (Sensoreingänge) den Befehl, der durch den am Zielmodul angeschlossenen Aktor ausgeführt wird. Die Kommandos werden in der Programmiersoftware des Systems in einer nahezu umgangssprachlichen Form eingegeben. Durch entsprechende Einstellungen der Module, an denen Verbraucher (Aktoren) angeschlossen sind, wird verhindert, dass Verbraucher mit unzulässigen Kommandos beaufschlagt werden.

Diese Vorgehensweise gestattet es, Verbraucher durch verschiedene Tasten, Sensorwerte etc. in unterschiedlicher Form anzusteuern. Ein Ausgang kann damit z. B. über mehrere Tasten in unterschiedlicher Form angesprochen werden. Die Ausführung von Kommandos wird generell quittiert. Dabei werden folgende Formen unterschieden:

Funktionsquittungen geben Auskunft über den Erfolg eines Befehls. Sie werden nur von der Programmierungs- und Visualisierungssoftware angefordert. Wird ein Befehl abge-

sendet, so wird gleichzeitig die Funktionsquittung angefordert. Das ausführende Modul gibt nach Empfang des Telegramms direkt die Funktionsquittung ab, aus der die Programmier- bzw. Visualisierungssoftware ablesen kann, ob der Befehl ausgeführt worden ist, bzw. aus welchem Grund eine Bearbeitung nicht möglich war. Eine Meldung erscheint nur beim Misserfolg eines Befehls, mit Fehlergrund; erscheint keine Fehlermeldung, so ist der Befehl einwandfrei ausgeführt worden. Zusätzlich zur Funktionsquittung wird automatisch auch die Statusmeldung versendet. **Statusmeldungen** geben Auskunft über den Status eines Bus-Moduls mit seiner Peripherie, also ob ein Ausgang an oder aus ist bzw. ob ein Relais geschaltet hat oder ein Binärsensor einen Eingang hat. Die Statusmeldungen werden unaufgefordert nach jeder Statusänderung eines Moduls abgesetzt. Dimmzustände werden in Prozent angegeben. Die Statusmeldungen der Module können mit der Programmiersoftware deaktiviert werden.

Statuskommandos geben in Abhängigkeit vom Modulstatus Kommandos an Module oder Gruppen ab. Statuskommandos müssen gezielt freigeschaltet werden. Sie belegen bestimmte Tasten in der Programmierung der Module und können zwei bzw. drei unterschiedliche Zustände überwachen. Bei den elektronischen Ausgängen der Module gibt es die Zustände „Voll An“, „Dimmzustand“ und