

Überwachung und Steuerung von Außenbeleuchtungsanlagen

M. Nitsche, Oschatz

Es wird ein System für die Kombination von Straßen- und Objektbeleuchtung vorgestellt. Die dazu nötigen Steuersignale werden über die bestehende Verkabelung netzrückwirkungsfrei übertragen. Durch integrierte Diagnosetools wird der Wartungsaufwand deutlich reduziert. Eine ökologische als auch ökonomische Betriebsführung sowie eine einfache Einbindung von Altanlagen werden durch diese Außenbeleuchtungssteuerung ermöglicht.

1 Überblick

Das vorgestellte System ist insbesondere für Kommunen und Städte eine zuverlässige Alternative für die Steuerung der Außenbeleuchtung. Mit diesem System werden erstmalig die Straßen- und Objektbeleuchtung (z. B. Anstrahlungen) kombiniert. Neben dem hohen Einsparpotential an Energie von rund 30 %, lassen sich bei der Wartung weitere Kosten einsparen. Regelmäßige Kontrollfahrten lassen sich reduzieren und ein Lampenwechsel gezielt vornehmen. Standardmäßig werden die Ein- und Ausschaltzeiten der Beleuchtung gespeichert, die für eine Brennstundenberechnung weiter benutzt werden können. Die Ansteuerung der Leuchten erfolgt unter Nutzung der bestehenden Verkabelung des Beleuchtungsnetzes. Durch das patentierte Übertragungsverfahren (Ausblenden von Sinusschwingungen) lassen sich die Schaltdaten reichweitenunbegrenzt übermitteln. Zusätzliche Filterbausteine, die das einspeisende Netz vor Netzzurückwirkungen schützen, sind nicht notwendig, da die Signalübertragung netzrückwirkungsfrei stattfindet (bescheinigt durch die Stadtwerke Leipzig). Es können damit ein- und dreiphasige Beleuchtungsnetze betrieben werden. Die Gleichmäßigkeitsanforderungen nach DIN 5044 „Ortsfeste Verkehrsbeleuchtung“ wird gleichermaßen eingehalten, wie die Befriedigung der Sicherheitsbedürfnisse der Nutzer. Ökologische Forderungen werden durch Reduzierung der CO₂-Emission realisiert.

2 Systemstruktur

Das vorgestellte System arbeitet nach dem Master-Slave-Prinzip. Das bedeutet, dass in einem zentralen Schaltschrank der Master

in das Beleuchtungskabel eingeschleift wird. Dieser überträgt von dort Steuersignale über die Netzleitung zu den Slaves, die in dem Mast oder in jeder Leuchte eingebaut sind. (Bild 1). Die Slaves setzen die empfangenen Steuerinformationen in äquivalente Schalthandlungen um. Der wesentliche Vorteil bei diesem Steuerungssystem ist, dass keine Steuerleitung zu den Leuchten erforderlich ist. Deswegen spart man beim Nachrüsten von Altanlagen die Schachtarbeiten und die damit verbundenen Genehmigungen und Gebühren. Die Leuchten werden mit Serviceadressen versehen (Bild 1), die hardwaretechnisch an den Slaves eingestellt werden. Maximal 255 Leuchten pro Außenleiter lassen sich mit dem System steuern. Die Verteilung der Leuchten auf die einzelnen Außenleiter kann ungleichmäßig erfolgen. Das heißt, es besteht die Möglichkeit alle an dem System angeschlossenen Leuchten mit einem Außenleiter zu betreiben. **Vorteil Gruppenbildung.** Es können einzelne Leuchten bestimmter Bereiche (z. B. Fußgängerüberwege, Kreuzungen, Objektbeleuchtungen, Hauptstraßen) zu Gruppen

zusammengefasst werden. Maximal sieben Gruppenadressen sind einstellbar. Die Leuchten einer Gruppenadresse führen den gleichen Programmablauf durch, sofern sie mit dem gleichen „Powermodul“ (Slave) ausgerüstet sind. Als Ergebnis erhält man eine optimale Energieverteilung, da sich die Schalthandlungen bzw. -zyklen der einzelnen Gruppen nach dem Helligkeitsbedarf richten.

3 Komponenten des Systems

3.1 Master

Zur ereignisabhängigen Steuerung des Mastermoduls (Bild 2) dient ein **Lichtsensor**, der mit einem Steuereingang des Mastermoduls verbunden ist.

Kernstück des Mastermoduls ist ein Mikrocontrollerchip, der Signale von einer **integrierten Echtzeituhr** und diversen **Strom- und Spannungssensoren** erhält.

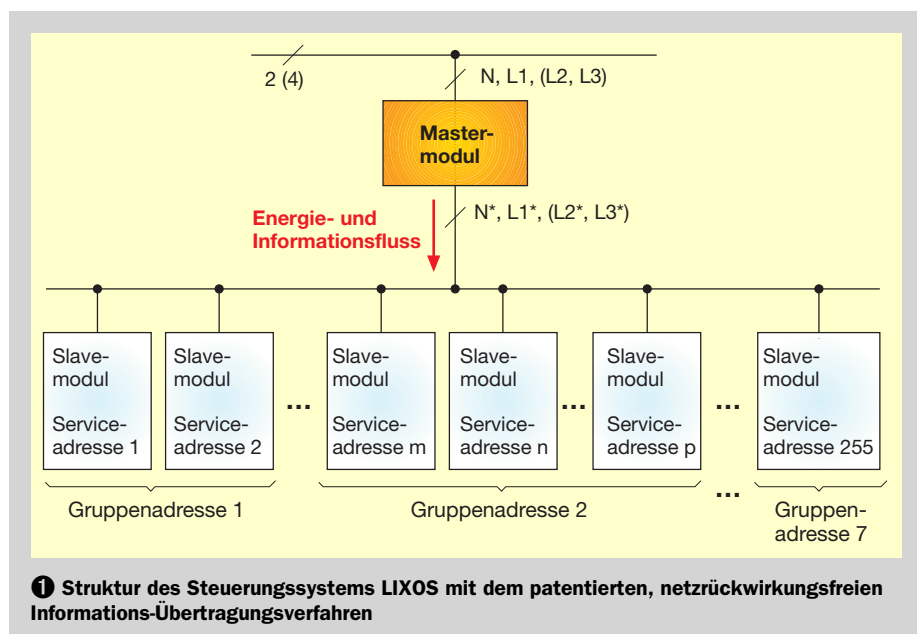
Der Master besitzt eine interne Stromversorgung. Über eine RS232-Schnittstelle ist es möglich

- Schaltdaten ein- und auszulesen,
- Servicedaten auszuwerten oder
- vom Automatik- in den Handbetrieb zu wechseln.

3.2 Slave

Es gibt zwei Ausführungsformen der Powermodule (Bild 3), die in Kabelübergangskästen im Mastfuß der Leuchte oder direkt im Leuchtenkörper untergebracht werden können.

Der Typ **PCS Slave S10** ist für die Anwendung einlampiger Leuchten gedacht. Mit dem integrierten Leistungsumschalter kann eine Leistungsreduzierschaltung für eine Hochdruckentladungslampe realisiert werden. Dazu ist allerdings ein geeignetes Vor-



Autor

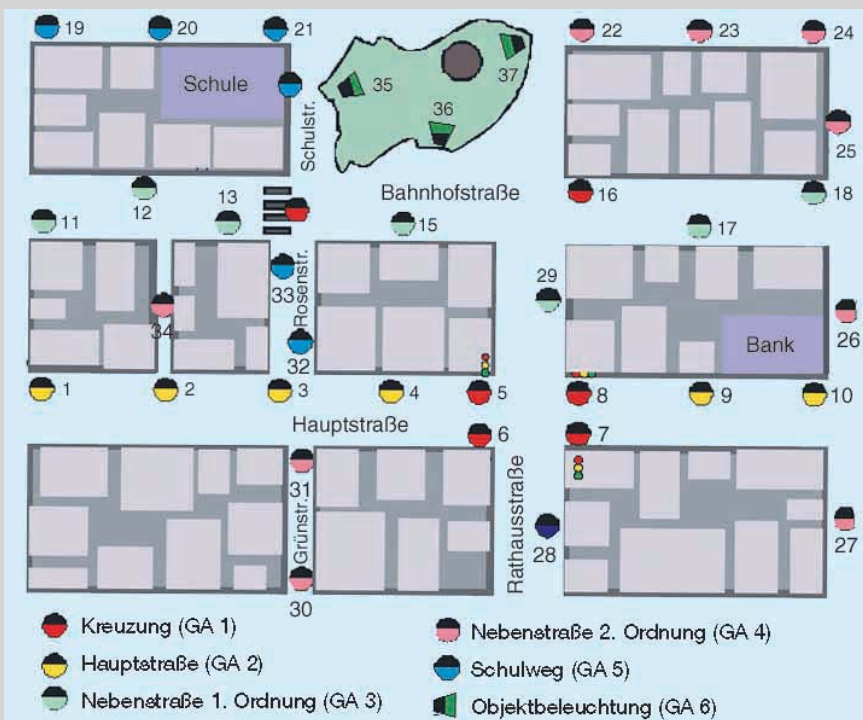
Dipl.-Ing. Michael Nitsche ist Mitarbeiter der Elektrobau Oschatz GmbH & Co. KG, Oschatz.



③ Zwei unterschiedliche Slaves (Powermodule) „PCS Slave S10“ und „PCS Slave S20“ für Einzel- bzw. Doppelleuchten

Fotos: Fa. Elektrobau Oschatz

◀ ② Zentrales Steuergerät „PCS Master M01“ des Steuerungssystems



④ Topographie des Beispiels einer Gruppenbildung für Außen- und Objektbeleuchtung

schaltgerät oder eine Zusatzimpedanz notwendig. Folgende Schaltzustände der Leuchte sind möglich:

- Leuchte aus,
- Leuchte ein – reduzierte Leistung,
- Leuchte ein – Nennleistung.

Der zweite Typ **PCS Slave S20** besitzt zwei Steuerkontakte, so dass eine Verwendung für zweilampige Leuchten möglich ist. Ein Hauptkontakt kann aber auch als Ansteuerkontakt für einen Leistungsumschalter in einer Leuchte genutzt werden. Unter Nutzung beider Hauptkontakte für eine zweilampige Leuchte ergeben sich folgende Schaltzustände:

- Aus – beide Lampen,
- Ein – erste Lampe,
- Ein – zweite Lampe,
- Ein – beide Lampen.

3.3 Software

Die Software (PCS-Manager) zum Mastermodul erlaubt verschiedene Ablaufprogramme zu erstellen. Aufgrund der schwanken-

kenden Verkehrsdichte an verschiedenen Wochentagen und an den Wochenenden, lässt sich so eine tagesabhängige Lichtsteuerung programmieren.

Über die serielle Schnittstelle des Masters lassen sich die Schaltdaten übertragen. Außerdem können Servicedaten (Lampenströme) nach einem Serviceintervall aller angeschlossenen Verbraucher ausgelesen und angezeigt werden.

Der PCS-Manager ist kompatibel zu den Betriebssystemen Windows 95/98.

3.4 Adressierung

Bei beiden Slavetypen werden die Adressen in gleicher Art und Weise hardwaremäßig eingestellt.

Die Standortadresse ist eine eindeutige Systemadresse, die für den Service des entsprechenden Slaves gültig ist.

Bei der Einstellung einer Gruppenadresse werden einzelne Serviceadressen (Standortadressen) zusammengefasst, um den Parametrierungsaufwand zu senken. Bei der

Kodierung der Gruppenadresse besteht die Option eine **Schutzfunktion** zu aktivieren. Das gewährleistet dann, dass die Leuchte in jedem Fall (zeitverzögert) einschaltet, auch wenn keine Signale vom Master empfangen werden.

3.5 Technische Daten

Das System ist für Leuchtmittel ausgelegt, die eine Nennspannung von 220 bis 240 V bei 50 Hz und eine Nennleistung von 400 W nicht übersteigen.

Vorzugsweise werden Hochdruckentladungslampen eingesetzt. Insbesondere Natriumdampf-Hochdruck- und Quecksilberdampf lampen lassen sich in Kombination mit Komponenten der Leistungsreduzierung betreiben. Aus ökonomischer Sicht werden heute Natriumdampf-Hochdrucklampen in der Straßen- und Objektbeleuchtung eingesetzt, da diese eine höhere Lichtausbeute als die Quecksilberdampf lampen haben.

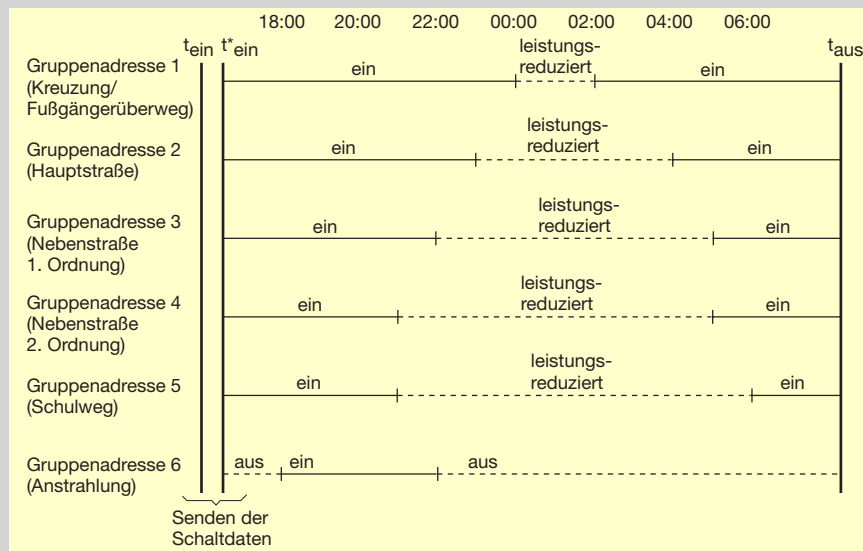
4 Servicefunktionen

Es stehen zwei Diagnosetools zur Verfügung, um die Anlage und den Verbraucher zu testen.

Kurzttest. Dieser Test kann programmier-technisch im Master hinterlegt werden, so dass er je nach Intervallabstand regelmäßig selbsttätig durchgeführt wird.

Bei diesem Test werden alle angeschlossenen Leuchten (beginnend mit der Serviceadresse 1) nacheinander eine Minute eingeschaltet. Während dieser Zeit wird der Lampenstrom gemessen und protokolliert. Grundlage des Tests sind die, bei der Inbetriebnahme gemessenen Werte des Lampenstromes (Referenzwerte).

Der Servicetechniker kann später die Ergebnisse aus dem Master mit dem Notebook auslesen. An Hand der Messwerte und eventueller Abweichungen zu den Referenzwerten lässt sich der Zustand der Leuchten beurteilen. Defekte elektrische Komponenten lassen sich so bequem orten. Wird die Automatikfunktion nicht verwendet, gibt es noch die Möglichkeit der Einzelsteuerung, indem die Funktion per Notebook gestartet wird.



5 Schaltzeitplan des Anwendungsbeispiels für eine Außenbeleuchtung

Funktionstest. Bei einem Funktionstest wird eine einzelne Leuchte für rund fünf Minuten überprüft und der Lampenstrom gemessen. Dieser Test wird ausschließlich per Notebook ausgelöst. Ein Abgleich zwischen Soll- und Istwerten ergibt auch hier den Lampenzustand. Der Testzeitraum von fünf Minuten berücksichtigt das Anlaufverhalten einer Natriumdampf-

Hochdrucklampe, die in der Regel in Straßenbeleuchtungsanlagen eingesetzt werden.

5 Anwendungsbeispiel

Als Anwendungsbeispiel soll ein Stadtausschnitt dienen, wie er im Bild 4 dargestellt

ist. Die Leuchten befinden sich in unterschiedlichen Bereichen (im Kreuzungsbereich, an Haupt- und Nebenstraßen, an Schulwegen und an Objekten).

Jede Leuchte ist mit einer Standortadresse (Servicenummer) gekennzeichnet. Sie werden zu insgesamt sechs Gruppen (nach Beleuchtungsanforderung) zusammengefasst. Für jede Gruppenadresse gibt es unterschiedliche Zeiteinteilungen (Bild 5).

Der **Betriebszyklus** für alle Leuchten beginnt mit dem Einschalten der Beleuchtungsanlage über einen Dämmerungsschalter und endet mit dem zentralen Ausschaltbefehl. Der Master, der mit den Schaltzeiten des projektierten Zeitablaufes jeder Leuchtengruppe parametrisiert ist, sendet diese im lastfreien Betrieb an jede Leuchte.

Nach dem Übertragen der Schaltinformationen arbeitet das System zeitprogrammiert. Die Informationen über den durchzuführenden Schaltbefehl und Schaltzeitpunkt sind in den Slaves jeder einzelnen Leuchte gespeichert. Es werden folgende Schalthandlungen vorgenommen:

- Leuchte einschalten,
- Leuchte im Nennbetrieb,
- Leuchte im leistungsreduzierten Betrieb,
- Leuchte ausschalten.