Adressierte Steuerung für die Straßenbeleuchtung

A. Steiner, Leipzig

Hochwertige Steuerungen für die Straßenbeleuchtung werden angesichts leerer öffentlicher Kassen immer wichtiger. Der aktuelle Stand ist hier gekennzeichnet von zentralen Steuerungen mit Anbindung an Managementsysteme, lokalen Beleuchtungssteuerungen mit Zugriff auf einzelne Leuchten sowie moderne Methoden der Leistungsreduzierung. Welche Lösung für welchen Bedarf die sinnvollste ist, wird im Folgenden beschrieben.

1 Einleitung

Die Bedeutung bedarfsgerechter Straßenbeleuchtung steigt. Bei gleichbleibend hohen Ansprüchen an Qualität und Zuverlässigkeit sind Einsparungen bei Energieverbrauch und Material erwünscht. Um die Betriebskosten zu optimieren werden auch die Anforderungen an einen rationellen Service größer.
Die Auswahl einer Steuerungsart erfordert stets eine Optimierung von Aufwand und Nutzen. Nicht alles was möglich ist, ist auch sinnvoll. Neben den Investitionen spielen die laufenden Betriebskosten – zum Beispiel für den Datenaustausch mit den Schaltschränken – eine Rolle. Mit der Steuerung ABSS (Adressierte Beleuchtungsteuerung mit Statuserfassung) sind angepasste Lösungen möglich.

2 Beschreibung von ABSS

2.1 Funktionsprinzip

Zur adressierten Beleuchtungssteuerung mit Statuserfassung gehören die im Bild ❶ dargestellten Elemente:
– Zentrale Steuerung (Steuer-PC und Tonfrequenz-Sender)
– Übertragungsstrecke (bidirektionale Verbindung)
– Steuergeräte STG 93 in den Schaltschränken der Straßenbeleuchtung.

In den Schaltschränken der Straßenbeleuchtung befinden sich Steuergeräte. Jeder Schrank besitzt eine eindeutige Adresse. Die Steuerzentrale bestimmt für jeden Schrank die Sollwerte der Beleuchtung. Sie verschickt auf der Übertragungsstrecke mit Hilfe des Tonfrequenz (TF)-Senders adressierte Schaltbefehle zu den Steuergeräten und schaltet die Straßenbeleuchtung. Die Steuergeräte senden ständig Statusinformationen über die aktuellen Zustände im Schaltschrank zur Zentrale. Bei Fehlern kann die Steuerzentrale die notwendigen Aktivitäten auslösen.

2.2 Die Steuerzentrale

Die zentrale Steuerung besteht im wesentlichen aus einem Steuer-PC und einem TF-Sender. Beide Geräte können an verschiedenen Orten aufgestellt werden.
Ein Personalcomputer (Steuer-PC) steuert und kontrolliert die Beleuchtung. Dämmerungsschalter liefern die Schaltzeiten für die Straßenbeleuchtung. Ein Brennkalender dient der Überwachung dieser Geber. Der gleiche Brennkalender findet ebenfalls bei allen Zusatzgeräten zum System ABSS Verwendung. Optional kann die Beleuchtungsstärke auch mit einem analogen, temperaturkompensierten Beleuchtungsstärkemessgerät bestimmt werden.
Für jeden Schaltschrank existiert im Steuer-PC eine Karteikarte. Diese Karteikarte enthält alle Informationen über den betreffenden Schaltschrank, u.a.:
– Angaben zum Aufstellungsort und Namen des Schaltschrankes
– Schaltzeiten für vier Beleuchtungsarten, wie Ganznacht, Halbnacht und zwei Anstrahlungen
– einen Gültigkeitsbereich für jede Schaltzeit (Anfangsdatum bis Enddatum)
– die Parameter für wochentagsabhängige Schaltungen (optional)
– Verzögerungszeiten für die einzelnen Beleuchtungsarten
– Festlegung der im Schaltschrank zu steuernden Signale
– Festlegung der im Schaltschrank zu überwachenden Signale.

Die Karteikarten können in der Steuerzentrale direkt bearbeitet werden. Sie erlauben eine komfortable Anpassung an sich ändernde Anforderungen. Jeder Schaltschrank kann seine speziellen Sollwerte erhalten. Damit wird eine bedarfsgerechte Schaltung der Beleuchtungsanlagen wesentlich vereinfacht.
Der Steuer-PC löst die Schaltbefehle für die Beleuchtung aus und kontrolliert deren Ausführung anhand der Rückmeldungen aus den Schaltschränken. Abweichungen führen zu Korrekturschaltbefehlen. Sämtliche Abläufe werden auf Bildschirm, Drucker und Festplatte des Computers ausführlich protokolliert. Es liegen exakte Aufzeichnungen über alle Schaltungen der Beleuchtung und damit abrechenbare Brennzeiten für jeden Schaltschrank vor.
Optional kann der aktuelle Zustand der Straßenbeleuchtung auf einem Stadtplan (Informationswand) oder auf einem Bildschirm dargestellt werden.
Die Software des Steuer-PC ist sowohl für den Betrieb mit Störungsdienstpersonal als auch für den „personallosen“ Betrieb ausgelegt. Mit Hilfe von Remote-Software ist eine Fernsteuerung des Steuer-PC möglich. Von der Software gibt es eine DOS- und eine Windows NT-Version.
Bei der NT-Software sind die einzelnen Steuermodule als verteilte Anwendung im PC-Netz/Internet konfigurierbar. Datenbanken können direkt für Steuerparameter und Protokolle angebunden werden. Die NT-Software ermöglicht eine hohe Flexibilität bezüglich der Steueralgorithmen, so können z. B. verschiedene Jahresbrennkalender verwendet werden, sowie beliebige Vorgaben für die Sollwerte der Schaltschränke eingeben werden.
Die Verbindung zwischen dem Steuer-PC und den Steuergeräten in den Schaltschränken stellt der TF-Sender her. PC und TF-Sender können sich an verschiedenen Orten befinden.
Bei Bedarf wird eine Verbindung über Modem hergestellt (beliebiges Kabel, Standleitung, Wahlleitung).
Der TF-Sender erfüllt alle mit der Datenübertragung verbundenen Anforderungen. Das Übertragungsverfahren ist unempfindlich gegen Störungen. Es finden keine Rückwirkungen der Datenübertragung auf das Energienetz statt.
Bei einer Unterbrechung der Verbindung zum Steuer-PC übernimmt der TF-Sender eine „Notsteuerung“ der Beleuchtung.

2.3 Datenübertragung zwischen der Zentrale und den Steuergeräten

Die Verbindung zwischen der Steuerzentrale und den Schaltschränken kann drahtgebunden oder drahtlos erfolgen. Zur drahtlosen Verbindung werden Bündelfunk oder Funktelefone eingesetzt. Ein Prozessor im Steuergerät garantiert eine zuverlässige Schaltung der Beleuchtung beim Ausfall des Funkdienstes.
Bei der drahtgebundenen Übertragung nutzt das eingesetzte TF-Verfahren vorzugsweise eine potentialfreie Ader in den Stromkreiskabeln der Leuchten zum Datenaustausch. Mit angepasstem Pegel und bei zwei Signalleitungen können mit diesem Verfahren auch Steuerkabel für Ampeln oder Telefonkabel genutzt werden. In diesen Fällen verursacht der fortlaufende

Autor

Andreas Steiner ist Mitarbeiter der Geo Sys GmbH, Leipzig.

Datenaustausch keine zusätzlichen Kosten. Das TF-Verfahren ist sicher und unempfindlich gegen Störungen. Je nach Installation können linear mehr als 20 km und vernetzt bis zu 400 km weite Entfernungen überbrückt werden. Auch Modemverbindungen im öffentlichen Telefonnetz sind für die Datenübertragung einsetzbar.

2.4 Das Steuergerät im Schaltschrank

Das Steuergerät (Bilder ❷ und ❸) empfängt die an diesen Schaltschrank adressierten Schaltbefehle und schaltet folgende Beleuchtungsarten:
- Ganznacht
- Halbnacht
- Anstrahlung 1
- Anstrahlung 2 oder
- Dimmer mit bis zu 15 Dimmstufen.

Das Steuergerät sendet darüber hinaus an die Zentrale folgende Rückmeldungen:
- zum Schaltzustand der Beleuchtungsschütze
- zur Energieversorgung im Schaltschrank
- zur Spannung auf max. 27 Stromkreisen
- weitere digitale Informationen.

Optional können analoge Messwerte übertragen werden (z. B. zur Leistungsmessung). Das Steuergerät wird täglich von der Zentrale mit den aktuellen Schaltzeiten programmiert. Beim Ausfall der Steuerverbindung werden die Schaltvorgänge zur jeweiligen Zeit eigenständig ausgeführt.

2.5 Ergänzung des Systems ABSS durch Powernet-Module

Durch ein eigenes Powerlinesystem kann das System ABSS noch weiter ausgebaut und der Informationsaustausch zwischen Schaltschrank und den einzelnen Leuchten realisiert werden. Das System besteht aus einem Mastermodul im Schaltschrank und Slavemodulen in jeder Leuchte. Die Kommunikation zwischen Master und Slave erfolgt über das Stromkabel ohne separate Steuerader. Die Reichweite der Kommunikation beträgt ca. 1 km.

An das Mastermodul werden Lampenausfälle und Kondensatordefekte in den Leuchten durch die Slavemodulen gemeldet. Das Mastermodul übermittelt diese Information als Summensignal „Lampenfehler“ zum Steuergerät, welches eine Meldung zur Steuerzentrale sendet. Die Nummer der defekten Leuchte ist im Schaltschrank ablesbar.

Das Slavemodul erkennt Lampenausfälle und Kondensatordefekte in den Leuchten und übermittelt diese Information auf Anforderung an das Mastermodul. Auf Befehl des Mastermoduls schaltet das Slavemodul das Schaltkommando Leistungsreduzierung in der Leuchte. Das Schaltkommando kann vom Steuer-PC, über das Steuergerät zum Mastermodul gelangen oder aber von einer Uhr an das Mastermodul weitergegeben werden.

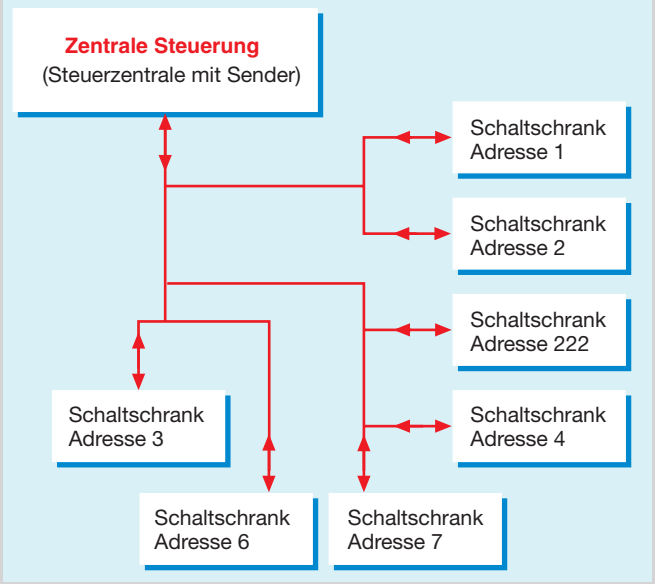
Mit den Powernet-Modulen können die Leuchten in verschiedene Dimmstufen geschaltet werden. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die Leuchten mit entsprechenden Vorschaltgeräten ausgerüstet sind.

2.6 Vorteile einer Beleuchtungssteuerung mit ABSS

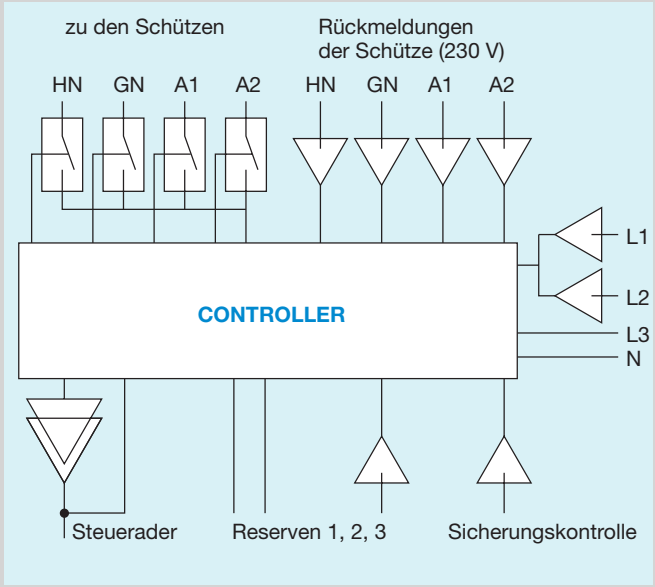
1. Im System ABSS kann jeder Schaltschrank mit seinen speziellen Sollwerten geschaltet werden. Damit wird eine bedarfsgerechte Schaltung der Beleuchtung in Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen und von den Besonderheiten eines Gebietes für jeden Schaltschrank möglich. Alle Schaltzeiten können für jeden Schaltschrank und für jeden Wochentag getrennt (und unterschiedlich) programmiert werden.
2. Die ständige Kontrolle der Beleuchtung durch den Steuer-PC verhindert „vergessene“ und nicht korrekt ausgeführte Schaltungen (bei Servicearbeiten, beim Ausschalten morgens). Ein unbeabsichtigter bzw. unbemerkter Betrieb der Beleuchtungseinrichtungen ist ausgeschlossen.
3. Kurzfristige Aufgabenstellungen, die sich durch Veranstaltungen wie Fußballspiele, Open Air-Konzerte, usw. ergeben, lassen sich allein durch die Änderung der Schaltzeiten am Steuer-PC lösen.
4. Durch die Adressierbarkeit der Schaltschränke kann das Stadtbeleuchtungsunternehmen den Spitzenverbrauch und somit auch die Energietarife beeinflussen.
5. Aus Sicht der Energieversorgungsunternehmen erlaubt das System ABSS eine externe Lastregelung. Entsprechend der Belastung des Netzes können die Schaltungen der Beleuchtung vorzeitig oder verzögert stattfinden. Damit erfolgt eine Dämpfung der Spitzenbelastungen.
6. Das exakte Protokollieren aller Schaltzeiten gestattet bei bekannten Anschlussleistungen eine Energieabrechnung ohne



❷ Steuergerät STG 93



❶ Prinzip der adressierten Beleuchtungssteuerung ABSS



❸ Prinzipschaltbild Steuergerät STG 93

Zähler in den Schaltschränken. Für genauere Messungen ist es möglich, Leistungsmessgeräte im Schaltschrank durch die Zentrale Steuerung abzufragen.

7. Die komplette Information über den Zustand der Stadtbeleuchtungsanlage steht jederzeit zur Verfügung. Daher verringert sich der Aufwand für Kontrollfahrten, Suchen des Fehlerortes und der Fehlerursache. Es werden nur wirklich notwendige Serviceeinsätze gefahren.
8. Das Ein- und Ausschalten der Beleuchtung für Service und Lampenkontrolle kann über Funk in der Zentrale angefordert werden. Damit entfallen Wegezeiten zum Schaltschrank und außerdem wird die Einschaltzeit der Beleuchtung reduziert. Die Lampenkontrolle wird vereinfacht. Besonders macht sich dieser Effekt in Stadtgebieten mit hoher Verkehrsbelastung bemerkbar.

3 Anwendungen von ABSS

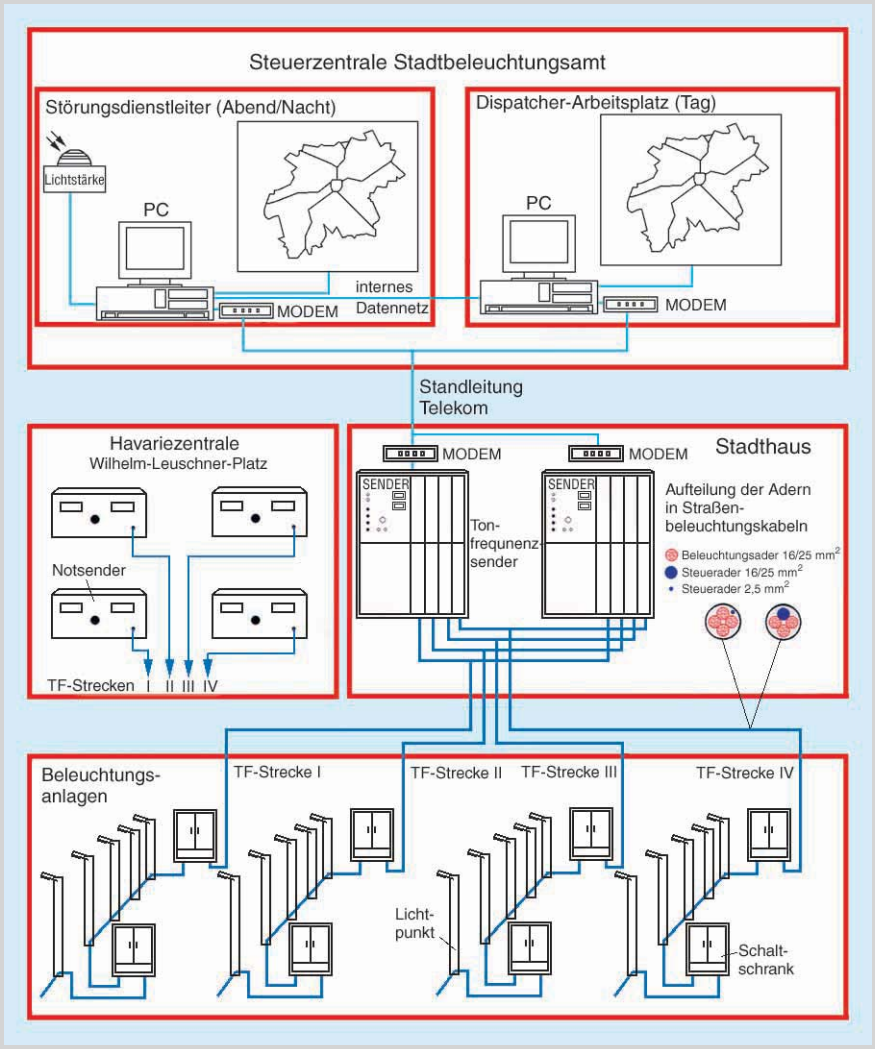
3.1 Beleuchtungssteuerung für große Städte

In der sächsischen Metropole Leipzig wurde eine Zentralsteuerung (Bild ❹) installiert, die aus folgenden Elementen besteht:
– Steuerzentrale mit Infowand (Stadtplan)
– TF-Sender für die bidirektionale Datenübertragung zu den Schaltschränken und
– 800 Steuergeräte in den Schaltschränken.

Die Steuerzentrale ist über den gesamten Tag in Betrieb. Ein Personalcomputer besitzt pro Schaltschrank eine Karteikarte mit Schaltzeiten und Zusatzinformationen. Er löst die Schaltbefehle für die Beleuchtung aus und kontrolliert deren Ausführung anhand der Rückmeldungen aus den Schaltschränken. Die aktuellen Zustände der Straßenbeleuchtung werden auf einem Stadtplan dargestellt. Weiterhin werden die Steuergeräte mit ihren geplanten Schaltzeiten programmiert.

Jeder Schaltschrank enthält ein Steuergerät mit einer eindeutigen Adresse. Er kann deshalb gezielt angesprochen und mit seinen speziellen Sollwerten geschaltet werden. Die Steuergeräte führen empfangene Schaltkommandos aus und senden fortlaufend Statusinformationen zur Zentrale. Ein Zyklus für die Rückmeldungen aller Steuergeräte der Stadt Leipzig dauert etwa 13 Minuten.

Bei gestörter Datenverbindung schalten die Steuergeräte die Beleuchtung selbständig. Die bidirektionale Verbindung zwischen der Steuerzentrale und den Steuergeräten stellt ein TF-Sender für vier Steueradern her. Er existiert in zweifacher Ausführung. Dabei überwachen beide TF-Sender gegenseitig ihre Betriebsbereitschaft. Für Havariefälle stehen vier kleinere TF-Sender zur Verfügung.



❹ Steuerung der Stadtbeleuchtung Leipzig

Der Datenaustausch erfolgt über eine potentialfreie Steuerader in den Stromkreiskabeln der Leuchten. Das verwendete Übertragungsverfahren ist sicher und völlig rückwirkungsfrei. Die Stadt ist in vier Bereiche mit jeweils einer eigenen Steuerader unterteilt. Vernetzt sind an einer Steuerader bis zu 400 km Kabel angeschlossen. Die lineare Ausdehnung beträgt zwischen 10 und 20 km. Da der Betreiber der Anlagen gleichzeitig ihr Besitzer ist, fallen für die Datenübertragung keine zusätzlichen Kosten an. Mit dem Freischalten der Steuerader in den Stromkreiskabeln kommt die Zentralsteuerung somit ohne Verlegung zusätzlicher Steuerkabel aus, was besonders bei Erweiterungen und nachträglichen Installationen bedeutsam ist. Die Zentralsteuerung des Systems ABSS ermöglicht für eine Großstadt eine flexible und bedarfsgerechte Beleuchtung. Für den Bereich Service ergeben sich deutliche Vorteile. Die Anzahl der Lichtpunkte in Leipzig erhöhte sich in den letzten Jahren um 15 Prozent. Service und Betreuung der Anlagen werden ohne Vergrößerung des Personalbestandes durchgeführt. Gleichzeitig wurde der Energieverbrauch sowohl durch verstärkte Halbnachtschaltungen als auch über eine dem Bedarf entsprechende Steuerung der Beleuchtung um zehn Prozent gesenkt.



❺ Zentralsteuerung STZ 93

3.2 Beleuchtungssteuerung für kleinere Orte

In Arnheim und Almere (NL) arbeiten „kleinere“ Zentralsteuerungen vom Typ STZ 3 im Schaltschrank bzw. im Büro. Diese PC-Steuerung läuft autonom und bedient weitere mit elektronischen Blockdim-

mern ausgerüstete Schaltschränke. Zwischen den Schaltschränken und der Steuerzentrale STZ 3 erfolgt ein ständiger Austausch von Schaltkommandos und Statusinformationen.
Die Kontrolle der Steuerung, Parameteränderungen und der Service erfolgen über eine zeitweilige Modemverbindung zwischen dem Stadtbeleuchtungsunternehmen und der Steuerzentrale STZ 3.
Diese Art der Steuerung legt besonderes Augenmerk auf die Qualität der Beleuchtung. Beleuchtung nach Maß schafft für Einwohner und Besucher eine angenehme Atmosphäre. Zusätzlich zu den Grundschaltungen der Beleuchtung mit Dämmerungsschalter existiert für jeden einzelnen Schaltschrank ein spezieller Jahresbrennkalender. Dieser Brennkalender enthält pro Tag bis zu 14 frei definierbare Schaltzeiten und Dimmstufen und gestattet somit einen optimalen Einsatz von Licht und Elektroenergie.
Vorbeugend gegen Kriminalität wirkt eine hellere Beleuchtung ausgewählter Plätze in kritischen Zeiten (1 bis 4 Uhr morgens). Zur Unterstützung von Sondereinsätzen besitzt die Polizei direkten Zugriff auf die Beleuchtungssteuerung.
Die beschriebene Variante liefert außer der Zuverlässigkeit und einer hohen Qualität der Straßenbeleuchtung auch für kleinere Orte ein großes Potential für Energieeinsparungen.

3.3 Dynamische Beleuchtungssteuerung für Autobahnen

Für die Autobahn A12 (bei Bodegraven, NL) wurde eine dimmbare Beleuchtungsanlage in Verbindung mit einer Zentralsteuerung STZ 93 realisiert(Bild ❺).
Messstationen an der Autobahn registrieren die Anzahl und Geschwindigkeiten der Fahrzeuge sowie die Wetterbedingungen. Diese Daten werden ausgewertet und an die Steuerzentrale übermittelt. Anhand dieser ständig aktualisierten Daten wird die Beleuchtung dynamisch und den jeweiligen Umständen angepasst für beide Fahrtrichtungen getrennt gesteuert.
Im Bedarfsfall kann der Anwender die Zentralsteuerung direkt oder per Modem beeinflussen. Die Schaltbefehle werden über eine Steuerader zu den Schaltschränken übertragen. Von den Schaltschränken gelangen auf gleichem Wege Statusinformationen über Energieverhältnisse und Schaltzustände zur Steuerzentrale. Weiterhin wird die aktuelle Leistungsaufnahme der Schränke gemessen.

4 Zusammenfassung

Zentrale Steuerungen bzw. zentral parametrisierbare Steuerungen erfüllen heutige Forderungen nach einer flexiblen, bedarfsgerechten Straßenbeleuchtung optimal. Sie unterstützen den sparsamen Umgang mit Elektroenergie. Im Servicebereich ergeben sich deutliche Vorteile gegenüber dezentralen Steuerungen.
Ist der Betreiber der Beleuchtungsanlagen gleichzeitig Besitzer des verwendeten Übertragungssystems für die Verbindung zu den Schaltschränken, werden die laufenden Kosten der Beleuchtungssteuerung positiv beeinflusst. Die Nutzung einer potentialfreien Steuerader in den Stromkreiskabeln der Beleuchtung stellt eine preisgünstige Lösungsvariante dar. ■