

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 31 (1940)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Die zentrale Steuerung einer städtischen Beleuchtungsanlage mit Schaltuhr und Photozelle  
**Autor:** Troller, P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061398>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.05.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Tableau I.

| Section<br>méri-<br>dienne | Section<br>du con-<br>ducteur<br>mm <sup>2</sup> | Coeffi-<br>cient de<br>foison-<br>nement | Régime permanent maximum |                                   |                                                    |                          | Obs-<br>er-<br>vations |
|----------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|
|                            |                                                  |                                          | Cou-<br>rant             | Force<br>magné-<br>tomot-<br>rice | Éléva-<br>tion mo-<br>yenne<br>de tem-<br>pérature | Densité<br>de<br>courant |                        |
|                            |                                                  |                                          | A                        | Ampères-<br>teurs                 | ° C                                                | A/cm <sup>2</sup>        |                        |
| Fig. 10                    | 3,0 × 4,0<br>= 11,7                              | 0,50                                     | 40                       | 25 600                            | 92                                                 | 170                      | Avec noyau<br>de fer   |
|                            |                                                  | 0,50                                     | 40                       | 25 600                            | 82                                                 | 170                      | Sans noyau<br>de fer   |
| Fig. 11                    | 3,0 × 4,0<br>= 11,7                              | 0,60                                     | 45                       | 13 860                            | 90                                                 | 231                      | Sans noyau<br>de fer   |

La densité de courant très élevée atteinte dans l'enroulement de la fig. 11 fait ressortir la part prépondérante qui revient dans l'évacuation des calories, à la conductibilité calorifique de l'isolant électrique (cf. VI ci-dessus).

Notons quelques avantages de ce système; d'abord, ce qui ressort suffisamment des figures, grande liberté de choix dans la disposition spatiale du refroidissement; ensuite, les difficultés de soudure et de non étanchéité sont réduites à un minimum, le facteur de foisonnement est amélioré à la limite possible.

Ce bobinage n'est qu'en apparence un retour partiel au modèle tubulaire. Cela ressort d'emblée

de la considération du type de tube choisi; ses parois sont d'épaisseur constante sur toute la section et considérablement plus minces que celles qu'exige le conducteur-tube; il est préparé par l'industrie pour d'autres usages de consommation courante. C'est cette répartition particulière de la matière qui rend l'enroulement des plus aisés, incomparablement plus que celui du conducteur-tube. On peut remarquer enfin là encore comme à propos du circuit magnétique, qu'une disjonction des rôles de deux organes, au lieu de compliquer la construction, la simplifie.

#### Index bibliographique.

- (1) A. Perrier et G. Joyet, *Helv. Physica Acta*, vol. VIII (1935), p. 491.
- (2) A. Cotton et G. Mabboux, *Recherches et Invention*, déc. 1928, pp. 453—524. — A. Cotton, *C. R. Acad. Sciences*, vol. 187 (1928), p. 77.
- (3) A. Perrier et L. Meylan, *Helv. Phys. Acta*, vol. VIII (1935), p. 320, et vol. X (1937), p. 340.
- (4) Y. Björnsthål, *The Laboratory of Physical Chemistry at Upsala University*, p. 192. Ch. Håkan Ohlsson, Lund 1933.
- (5) V. aussi Alb. Perrier, *Helv. Phys. Acta* 1928, p. 457.
- (6) Soenneken, *Mitt. Forschungsarb.*, Heft 108/109, cité par «Hütte», *Man. de l'Ingénieur*, trad. 1926, p. 480.
- (7) A. Meissner *ETZ*, vol. 55 (1934), Nos. 45 et 50.

## Die zentrale Steuerung einer städtischen Beleuchtungsanlage mit Schaltuhr und Photozelle.

Von P. Troller, Basel.

621.398.2 : 628.971.6

*Seit anderthalb Jahren werden bei der öffentlichen Beleuchtung der Stadt Basel 4800 Strassenlampen und 1200 Lampen von Verkehrszeichen mit total rund 1000 kW Anschlusswert von einer Zentralstelle aus mit einer aus Photozelle und Schaltuhr kombinierten Befehlsanlage vollautomatisch ferngesteuert. Das verwendete Schaltsystem mit den zugehörigen Verriegelungen wird kurz beschrieben.*

*Depuis un an et demi 4800 lampes électriques servant à l'éclairage des voies publiques de la ville de Bâle ainsi que 1200 lampes de signaux de circulation d'une puissance totale de 1000 kW sont commandées automatiquement par un poste central équipé d'une cellule photoélectrique et d'une horloge de commande. L'auteur décrit le système de commande et de verrouillage employé.*

Die Lampen der Strassenbeleuchtung der Stadt Basel wurden früher einzeln oder gruppenweise durch Schaltuhren mit selbsttätiger astronomischer Verstellung der Schaltzeiten gesteuert. Die Ueberwachung des Gleichlaufes der grossen Zahl von Uhren und deren Unterhalt erforderte einen ziemlichen Arbeitsaufwand, waren doch z. B. im Jahre 1922, für damals nur 1716 Lampen, 614 Schaltuhren im Betrieb. Im letzten Jahrzehnt wurde hauptsächlich bei Neu- und Umbauten die Steuerung der Strassenbeleuchtung immer mehr zentralisiert bis Ende 1939 fast das ganze inzwischen auf 6080 Lampen mit 1030 kW angewachsene Netz von einer einzigen Schaltuhr über 116 von dieser Uhr gesteuerte, im Netz verteilte Fernschalter bedient wurde. Ende 1939 waren nur 210 Lampen oder 4 Prozent aller Lampen noch nicht an die Zentraluhr angeschlossen. Bei fast allen Kabeln für die Strassenbeleuchtung sind zwei Steuerdrähte eingebaut, an welche alle Fernschalter angeschlossen sind. Ein Teil der Lampen wird nur halbnächtlich betrieben. Diese halbnächtlichen Lampen sind nur

von der Abenddämmerung bis Mitternacht und von morgens 5.45 Uhr bis zur Morgendämmerung eingeschaltet. Die Fernschalter haben deshalb 4 Stellungen, nämlich:

1. Einschalten aller Lampen bei der Abenddämmerung.
2. Ausschalten der halbnächtlichen Lampen um Mitternacht.
3. Wiedereinschalten der halbnächtlichen Lampen um 5.45 Uhr.
4. Ausschalten aller Lampen bei der Morgendämmerung.

Wenn im Sommerhalbjahr die Morgendämmerung vor 5.45 Uhr eintritt, so werden die halbnächtlichen Lampen am Morgen nur einen Augenblick eingeschaltet, indem dann die Fernschalter von Pos. 2 über Pos. 3 direkt auf Pos. 4 gesteuert werden. Die Antriebe der Motorfernschalter sind mit einem Pol an den Nulleiter angeschlossen. Die Schaltuhr legt bei jedem Schaltbefehl einen der beiden Steuerdrähte an Spannung. Die Fernschalter machen eine Vierteldrehung und schalten den Stromkreis ihres Antriebes auf den andern, in diesem Zeitpunkt spannungslosen Steuerdraht und bleiben stehen, bis beim nächsten Schaltbefehl der Zentraluhr der andere Draht wieder Spannung er-

hält und der Fernschalter in gleicher Weise wieder eine Vierteldrehung weiterdreht und den Motor wieder umschaltet auf die andere Steuerleitung.

Die Zeitpunkte der Einschaltung am Abend und der Ausschaltung am Morgen wurden von Tag zu Tag von der mit selbsttätiger astronomischer Verstellung versehenen Uhr verändert. Die Kurvenscheibe für die selbsttätige Verstellung war an Hand des astronomischen Sonnen-Auf- und -Unterganges für mittlere Witterungsverhältnisse, d. h. leicht bedeckter Himmel, konstruiert worden. Die zentrale Steuerung befriedigte viel besser als das frühere System mit den vielen über das ganze Netz verteilten Schaltuhren, hatte aber wegen der starren Schaltzeiten der steuernden Kurvenscheibe immer noch den Nachteil, dass die Strassenbeleuchtung durch die Uhr an Tagen mit sehr starker Bewölkung (Regen, Gewitter, Schneefall) am Abend zu spät einschaltete und am Morgen zu früh ausschaltete. An sehr hellen Tagen dagegen schaltete die Uhr am Abend zu früh ein und am Morgen zu spät aus, da eben die steuernde Kurvenscheibe nur den gesetzmässig entsprechend der Jahreszeit sich verschiebenden Eintritt der Dämmerung, nicht aber die durch die Witterung sich von Tag zu Tag ergebenden Schwankungen berücksichtigen konnte. Es ist schwierig, genau zu sagen, in welchem Momente bei zunehmender Dämmerung die Beleuchtung eingeschaltet werden soll, da dies auch vom subjektiven Empfinden des Beobachters abhängt. Um die persönlichen Einflüsse einer Einzelperson auszuschalten, kann man den Zeitpunkt, an dem am Abend die Beleuchtung eingeschaltet werden soll, mit einer grössern Zahl von Beobachtern auf einfache Weise folgendermassen angenähert bestimmen. Man beobachtet an einem verkehrsreichen Strassenstück, wann die Führer von Motorfahrzeugen und Strassenbahnwagen die Beleuchtung ihrer Fahrzeuge einschalten. Diese Leute haben den ganzen Verlauf der abnehmenden Helligkeit erlebt und ihre Augen soweit möglich unwillkürlich durch Vergrössern der Pupillenöffnung angepasst. Sobald nun der Fahrzeugführer den Eindruck hat, er sehe nicht mehr gut genug für die sichere Führung seines Fahrzeuges, so schaltet er die Fahrzeugbeleuchtung ein. Spätestens in dem Zeitpunkte, da die Leute auf diese Weise zu erkennen geben, dass nun die Helligkeit ungenügend sei, sollte auch die Strassenbeleuchtung eingeschaltet werden. Beobachtungen haben gezeigt, dass eine Schaltuhr mit astronomischer Verstellung gegenüber diesem mit vielen Versuchspersonen ermittelten Zeitpunkt für die Einschaltung der künstlichen Beleuchtung an sehr dunklen Abenden im Jahr etwa 16mal rund 20 Minuten zu spät und an hellen Tagen öfters bis 10 Minuten zu früh einschaltete. Folgt ein dunkler Tag auf einen hellen, so ergeben sich also Unterschiede bis zu 30 Minuten in der gewünschten Einschaltzeit von einem Tag auf den andern. Um die Schaltzeiten den wirklichen Verhältnissen besser anzupassen, wurde in Basel zeitweilig die Abend-einschaltung durch einen Schaltwärter mit Hand-

schaltung in der Zentralstelle durchgeführt. Gleichzeitig war die Steuerung der Anlage mit einer

### Photozelle

beabsichtigt. Die Prüfung zweier verschiedener Systeme von auf dem Markt erhältlichen Photozellen mit zugehörigen Relais ergab, dass sie für unseren Zweck zu unregelmässig und zu wenig zuverlässig funktionierten und darum nicht in Frage kommen konnten. Die Untersuchung eines weiteren, uns angebotenen Dämmerungsanzeigers, welcher aus einer Photozelle, einer Gleichrichter- und einer Verstärkerröhre und 2 Relais aufgebaut ist, ergab, dass dieser Apparat auch über längere Zeiträume sehr regelmässig arbeitete und nach Veränderung der Ansprechempfindlichkeit für den vorliegenden Zweck als lichtempfindliches Element verwendet werden konnte. Dieser Dämmerungsanzeiger schaltet bei einem innerhalb gewisser Grenzen verstellbaren Helligkeitswert bei zunehmender Dunkelheit (Abenddämmerung) mit einem Kontakt eines Relais einen Stromkreis ein. Bei zunehmender Helligkeit (Morgendämmerung) schaltet der Dämmerungsanzeiger den betreffenden Steuerstromkreis wieder aus, wobei die Ansprechgrenze auf einen von der Abenddämmerung verschiedenen Helligkeitswert eingestellt werden kann.

Für die Zusammenarbeit des Dämmerungsanzeigers mit der vorhandenen zentralen Steuerung war die Forderung zu erfüllen, dass die Steuerung durch die Photozelle sich ohne grosse Umbauten an das gegebene Fernsteuerungssystem mit 2 Steuerdrähten und dezentralisierten Fernschaltern mit vier Schaltstellungen anpassen liess. Die Ausschaltung der halbnächtigen Lampen um Mitternacht und ihre Wiedereinschaltung um 5.45 Uhr musste weiterhin durch die Schaltuhr besorgt werden. Die Regelung der Zusammenarbeit wird durch einen kombinierten Umschaltapparat besorgt. Die Photozelle hat nur den Einschaltbefehl am Abend und den Ausschaltbefehl am Morgen zu geben. Daraus ergibt sich ein abwechselungsweises Arbeiten von Schaltuhr und Photozelle, was so gelöst wurde, dass über den Umschaltapparat die Steuerleitungen zu den Fernschaltern zur Zeit der Abend- und Morgendämmerung von der Photozelle und in der übrigen Zeit von der Schaltuhr beeinflusst werden. Dieser Umschaltapparat hat noch weitere Aufgaben, die nachstehend genannt werden:

1. Verriegelung gegen mehrmalige «Ein»- und «Aus»-Befehle der Photozelle bei schwankender Helligkeit während der Dämmerung.
2. Einschaltung der Photozelle in der Zeit der Abend- und Morgendämmerung.

Da die Fernschalter wegen der Ausschaltung der halbnächtigen Lampen von Mitternacht bis 5.45 Uhr, wie bereits ausgeführt, insgesamt vier Schalterstellungen haben, von denen eine der Zeit um Mitternacht fest zugeordnet ist, so muss durch eine *Verriegelung* erreicht werden, dass am Abend der Einschaltbefehl und am Morgen der Ausschaltbefehl durch die Photozelle *nur je einmal* gegeben wird. Bei einer Photozelle ohne besondere Verrie-

gelung wäre es nämlich möglich, dass z. B. durch vorüberziehende Gewitterwolken gegen Abend die Photozelle sehr früh einschalten, bei der nachfolgenden Aufhellung ausschalten und bei der eigentlichen Abenddämmerung wieder einschalten würde. Diese letzte Schaltung bei einbrechender Dunkelheit am Abend würde dann bei den Fernschaltern mit den vier Stellungen bereits der sonst um 5.45 Uhr erfolgenden Wiedereinschaltung der halbnächtigen Lampen entsprechen und bei dem Impuls um Mitternacht würden dann, da die Fernschalter wegen der doppelten Schaltung am Abend eine falsche Stellung haben, sämtliche Lampen, statt nur die halbnächtigen ausgeschaltet. Dafür würde sich

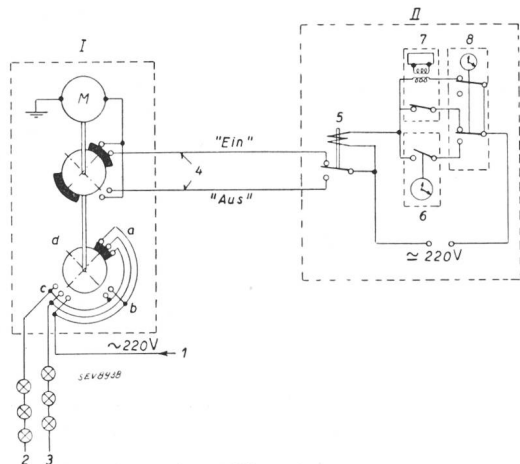


Fig. 1.

Vereinfachtes Schema für die kombinierte Steuerung der Strassenbeleuchtung mit Photozelle und Schaltuhr.

I Schaltstelle.

Stellung a und c: «Alle Lampen ein» (Abend und Morgen). Stellung b: «Nur ganznächtigen Lampen ein» (nach Mitternacht).

Stellung d: «Alle Lampen aus» (Tag).

1 Vom allgemeinen Netz. 2 Ganznächliche Lampen. 3 Halbnächtigen Lampen. 4 Steuerdrähte.

II Zentrale Befehlsstelle.

5 Verzögertes Relais. 6 Hauptuhr. 7 Dämmerungsanzeiger. 8 Umschaltapparat.

dann dieser Fehler am Morgen weiter so auswirken, dass bei der Ausschaltung statt aller nur die halbnächtigen Lampen abgeschaltet würden. Aus dem gleichen Grunde muss verhindert werden, dass am Morgen nach dem Ausschalten nochmals eingeschaltet wird.

Dies wurde durch weitere Kontakte am Umschaltapparat erreicht, welche am Abend nur die «Ein»-Leitung und am Morgen nur die «Aus»-Leitung für die Beeinflussung durch die Photozelle frei geben. Sobald nun am Abend die Photozelle den Einschaltbefehl gibt, erhält die «Ein»-Steuerleitung Spannung und alle Fernschalter des Netzes schalten ein und legen nach beendeter Schaltung ihre Motoren, wie oben erwähnt, an die «Aus»-Leitung. Die Photozelle kann nun nach dem einmal gegebenen «Ein»-Befehl unter dem Einfluss schwankender Helligkeit im Gebiete der Ansprechgrenze beliebig ein- und ausschalten, ohne die Fernschalter noch zu beeinflussen, weil sich diese auf die «Aus»-Leitung umgestellt haben und diese «Aus»-Leitung durch die Verriegelung von der Beeinflussung durch die Photozelle am Abend geschützt ist. In gleicher Weise wird am Morgen die

«Ein»-Leitung von der Beeinflussung durch die Photozelle abgetrennt, damit nach dem einmal gegebenen Ausschaltbefehl bei nachherigem Nachlassen der Helligkeit nicht noch einmal eingeschaltet werden kann.

Um bei Spannungsausfall jede Störung sicher zu vermeiden, ist in dem vom Dämmerungsanzeiger gesteuerten Stromkreis ein Nullspannungsrelais mit sofortigem Abfall bei Spannungsausfall und mit einer verzögerten Einschaltung von ca. 20 Sekunden bei Rückkehr der Spannung eingeschaltet. Diese Verzögerung gibt bei Einschalten oder Rückkehr der Spannung dem Dämmerungsanzeiger für das Anheizen der Verstärkerröhre und die Einstellung auf die der augenblicklichen Helligkeit entsprechende Stellung «Ein» oder «Aus» genügend Zeit.

Um gegen allfällige Störungen der Strassenbeleuchtung durch ein Versagen des Dämmerungsanzeigers geschützt zu sein und gleichzeitig die Photozelle mit Verstärkerröhre nicht länger als unbedingt nötig unter Spannung zu halten, wird der Dämmerungsanzeiger durch den gleichen Umschaltapparat, welcher die Verriegelung der Steuerung gegen mehrfache Befehle besorgt, nur zur Zeit der Abend- und Morgendämmerung je während 45 Minuten eingeschaltet. Die Ein- und Ausschaltung erfolgt durch eine Schaltuhr mit astronomischer Verstellung und ist so eingestellt, dass die Photozelle 30 Minuten vor dem der astronomischen Schaltkurve entsprechenden Zeitpunkt eingeschaltet und ca. 15 Minuten nach der Schaltkurve wieder ausgeschaltet wird. Sollte die Photozelle eine Störung aufweisen, so wird durch diese Umschaltung 15 Minuten später als die Schaltkurve angibt, die Beleuchtung automatisch eingeschaltet. Die Einschaltung der Beleuchtung ist dadurch auf alle Fälle sichergestellt, würde aber allerdings, wenn die Störung der Photozelle an einem sehr dunkeln Tage erfolgen sollte, etwas verspätet erfolgen. Ebenso würde am Morgen, etwa 15 Minuten später als die Schaltkurve angibt, die Beleuchtung durch die Uhr zwangsweise ausgeschaltet, falls die Photozelle bis dann nicht ausgeschaltet hätte. Die Photozelle wird also in gewissen Grenzen durch die Schaltuhr überwacht und hat nur die Möglichkeit, in einem Zeitraum von 45 Minuten während der astronomischen Abend- und Morgendämmerung in Abhängigkeit von der Tageswitterung den Zeitpunkt für die Ein- und Ausschaltung der Strassenbeleuchtung zu bestimmen. Der Dämmerungsanzeiger ist auf dem Dache eines werkeigenen Gebäudes so montiert, dass jede Beeinflussung, z. B. durch Drittpersonen und Autoscheinwerfer, ausgeschlossen ist. Die Photozelle ist gegen den Einfluss direkter Sonnenbestrahlung durch einen nachträglich angebrachten Milchglasschirm und eine Schlitzblende geschützt. Nach unserer bisherigen Erfahrung trägt dieser Schutz gegen Sonnenbestrahlung und die nur kurzzeitige Einschaltung der Saugspannung an der Photozelle während der Dämmerung zur Verlängerung der Lebensdauer der Photozelle bei.