

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 35 (1944)
Heft: 3

Artikel: Die Kleinspannungslampe für allgemeine Beleuchtungszwecke
Autor: Frey, Erwin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061545>

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: 14.05.2025

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

Am 15. Dezember 1942 war die 150-kV-Leitung Innertkirchen-Mühleberg auf sämtlichen Baulosen betriebsbereit; seit dem 4. Januar 1943 steht sie im Betrieb.



Fig. 39.

Pressen einer Stahlmuffe zur Verbindung der Stahlseele

Jeder Leitungsstrang ist in Innertkirchen und Mühleberg mit Schnelldistanzrelais und Druckluft-schnellschaltern ausgerüstet, so dass bei Störungen die fehlerhafte Leitung in kürzester Zeit automatisch abgeschaltet wird.

Ein Stromleiter wird für die Uebertragung der hochfrequenten Energie einer leitungsgerichteten Telefon- und Fernmess-Anlage verwendet.

Im Zusammenhang mit der 150-kV-Leitung Innertkirchen-Mühleberg wurde von den BKW auch die 150-kV-Leitung Bassecourt-Brislach und vom Elektrizitätswerk der Stadt Bern die Leitung Müh-



Fig. 40.

Pressen einer Aluminiummuffe

leberg-Bern erstellt. Für Bassecourt-Brislach wurde grösstenteils das durch den Abbruch der BKW-Leitung Pieterlen-Bickigen freigewordene Material verwendet. Für Mühleberg-Bern wurden das Mast-eisen, das Leitermaterial und die Isolatoren durch die BKW gleichzeitig mit dem Material für Innertkirchen-Mühleberg beschafft.

Die Kleinspannungslampe für allgemeine Beleuchtungszwecke

Von Erwin Frey, Zürich

621.32.027.2

Im Bulletin SEV 1943, Nr. 25, S. 782, wurde über die Diskussionsveranstaltung des SBK vom 1. Dezember 1943 berichtet, in welcher der Verfasser über die höchst aktuelle Frage der Beleuchtung mit Kleinspannung referiert hat.

Der folgende Artikel gibt Aufschluss über die Zusammenhänge der Entwicklung, physikalische Eigenschaften, Betriebssysteme und grundsätzliche Anwendung der Kleinspannungslampe für allgemeine Beleuchtungszwecke. Es wird erklärt, weshalb die Kleinspannungs-Glühlampe gegenüber der Normallampe wirtschaftlicher ist und weshalb das Licht visuell weisser erscheint. Eine Anzahl von Tabellen orientieren über die praktisch messbaren Betriebswerte. Die Vor- und Nachteile der Betriebssysteme werden erörtert.

Schliesslich wird die Kleinspannungslampe in einer Betriebskostenrechnung mit der modernen Gasentladungslampe verglichen. Die Kleinspannungsbeleuchtung wird für bestimmte Anwendungsgebiete empfohlen. Abschliessend wird über die Perspektiven für die weitere generelle Anwendung der Kleinspannungslampe im Hinblick auf die fortschreitende Entwicklung der Gasentladungslampe berichtet.

Dass gerade heute im Zuge der Entwicklung der modernen Gasentladungslampen zur Erzeugung von künstlichem Tageslicht die Beleuchtung mit Kleinspannung in Erscheinung treten konnte, bildet einen Fragenkomplex, der im folgenden dargelegt und beantwortet werden soll.

A l'Assemblée de discussion du CSE, le 1^{er} décembre 1943, dont il a été fait mention dans le Bulletin ASE 1943, No. 25, p. 782, M. Frey avait présenté un rapport sur l'éclairage sous faible tension.

L'article ci-après fournit des renseignements sur le développement, les propriétés physiques, les systèmes d'exploitation et le principe d'application des lampes à faible tension destinées à l'éclairage en général. L'auteur indique pourquoi la lampe à incandescence à faible tension est plus économique que la lampe normale et la lumière qu'elle fournit paraît plus blanche. Les valeurs qui peuvent être mesurées figurent dans des tables. Les avantages et les désavantages des systèmes d'exploitation sont exposés.

L'auteur compare ensuite les frais d'exploitation des lampes à faible tension avec ceux des lampes modernes à décharge. L'éclairage à faible tension est recommandé pour certains domaines d'application. Pour terminer, l'auteur signale les perspectives d'une application généralisée des lampes à faible tension, en tenant compte du développement des lampes à décharge.

Fragen

1. Wann und unter welchem Blickwinkel kam man auf die Idee zur Anwendung der Kleinspannung für allgemeine Beleuchtungszwecke?

2. Seit wann ist die Kleinspannungsbeleuchtung für Allgemeinbeleuchtung in der Schweiz bekannt und in welchem Umfange hat sie sich bis heute entwickelt?

3. Wie stellt man sich im Ausland zu dieser Frage?
4. Wie werden die Kleinspannungslampen gespeist und wie wirken sich ihre Betriebsmittel wirtschaftlich aus?
5. Was für moderne Lichtquellen stehen der Kleinspannungslampe für allgemeine Beleuchtungszwecke gegenüber und wie sind die Perspektiven für die weitere Anwendung bei einer eventuellen Preissenkung der Leuchtstoffröhren in der Nachkriegszeit?
6. Wie lässt sich die Anwendung der Kleinspannungsbeleuchtung unter dem Gesichtswinkel der weitem Entwicklung der Lichttechnik empfehlen?

Zu Frage 1.

Solange die normale Glühlampe «die Lichtquelle» war, machte die Frage nach der Lichtfarbe in Beleuchtungsaufgaben keine Sorge. Erst die Verwendung der Gasentladungslampen gab in den Jahren 1932...1933 den Anreiz, sich mit dem Einfluss der Farbtonung eingehender auseinanderzusetzen. Das gab dann auch die Anregung zur Erzeugung von weisserem Licht durch Speisung von Glühlampen mittels Kleinspannung. Zwar kannte man die Glühlampe für Kleinspannung aus der Verwen-

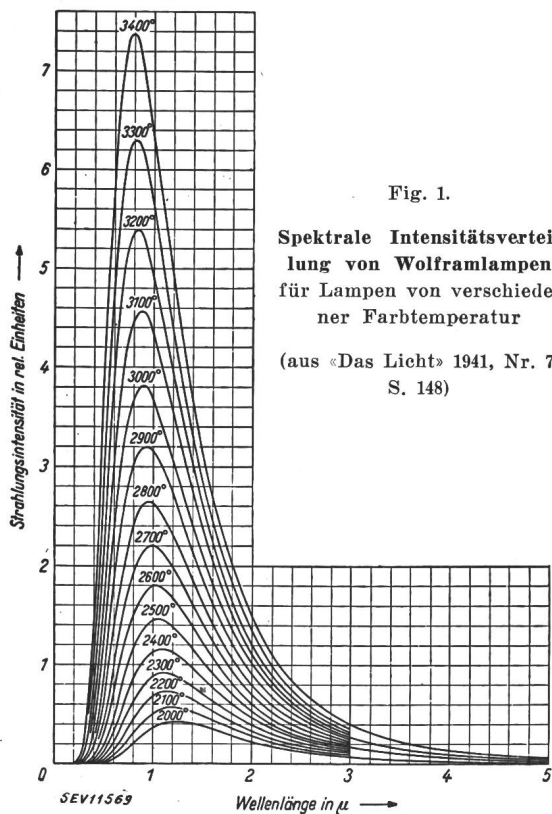


Fig. 1.

Spektrale Intensitätsverteilung von Wolframlampen für Lampen von verschiedener Farbtemperatur

(aus «Das Licht» 1941, Nr. 7, S. 148)

dung mit Handleuchten in nassen Räumen und andern gefährlichen Betrieben oder in Notbeleuchtungsanlagen schon lange, schenkte jedoch ihren besondern physikalischen Eigenschaften keine weitere Aufmerksamkeit. Die Lichtfarbe der Kleinspannungslampe ist weisser und die Lichtausbeute grösser, warum?

Geringere Betriebsspannung einer Metalldrahtlampe erhöht bei gleichbleibender Leistung die Stromstärke. Im Sinne des Ohmschen Gesetzes muss der Leuchtdraht von Kleinspannungslampen kürzer und daher stärker ausgeführt werden. Die grössere Belastung im kürzer und stärker dimensionierten

Leuchtdraht erzeugt eine höhere Glühtemperatur. Die ausgestrahlte Energie nimmt mit der Temperatur sehr rasch zu, und zwar wächst nach dem Gesetz von Stephan Boltzmann die Gesamtstrahlung eines glühenden schwarzen Körpers mit der vierten Potenz der absoluten Temperatur. Würde jedoch das Verhältnis der Lichtstrahlung zur Gesamtstrahlung trotz Erhöhung der Temperatur gleich bleiben, so könnte die Lichtausbeute nicht vergrößert werden. Nun wächst aber mit steigender Temperatur die Emission kurzwelliger Strahlen viel rascher als die Emission von Strahlen grösserer Wellenlängen, also auch viel rascher als die Gesamtstrahlung, und darin liegt die Erklärung für das visuelle weisseres Licht und die grössere Lichtausbeute von Kleinspannungslampen (Fig. 1 und 2).

Eine weitere Bestätigung für die grössere Lichtausbeute von 24-V- und 36-V-Lampen gegenüber Glühlampen 220 V liefert Tab. I mit Angaben des praktisch gemessenen Lichtstromes.

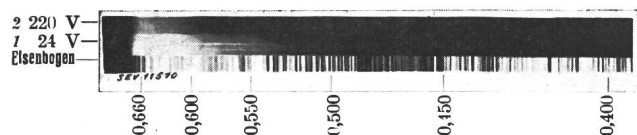


Fig. 2.

Spektrographische Aufnahme einer 24-V- und einer 220-V-Nitralampe gleicher Leistung

- 1 Osram 24 V; 150 W; an 24 V, 6,2 A, gibt 149 W
- 2 Osram 225 V; 145 W; an 220 V, 0,58 A, gibt 130 W

Tabelle I.

Nr.	Lampengrösse Watt	Lichtstrom und Lichtausbeute bei					
		*) 220 V		24 V		36 V	
		int. Lumen	lm/W	int. Lumen	lm/W	int. Lumen	lm/W
1	40	410	10,2	580	14,5	540	13,5
2	60	690	11,5	930	15,5	880	14,6
3	75	900	12,0	1210	16,1	1160	15,5
4	100	1280	12,8	1700	17,0	1630	16,3
5	150	2050	13,7	2720	18,2	2600	17,35
6	200	2950	14,75	3760	18,8	3620	18,1
7	300	4750	15,8	6150	20,5	5950	19,8

*) Angaben von Osram (Ausgabe der Werte 1943)

Diesen beiden positiven Eigenschaften der Kleinspannungslampe, nämlich der weissen Lichtfarbe und der grössern Lichtausbeute, wurde also erst praktischer Wert beigemessen, als durch die Entwicklung der modernen Gasentladungslampen das Interesse für «gutes Licht» geweckt worden war.

Zu Frage 2.

In der Schweiz wurde die Kleinspannungslampe erst im Jahre 1937 zur vermehrten Anwendung zugezogen; sie kam erstmals zum Einsatz in Verbindung mit Gasentladungslampen zur Erzeugung von Mischlicht für die Beleuchtung von Strassen, Plätzen, Höfen und Hallen.

Unter Berufung auf die besondern physikalischen Eigenschaften, bzw. auf die lichtwirtschaftliche Ueberlegenheit, wurde die Kleinspannungs-Glühlampe von spezialisierten Firmen, die Kleinspannungslampen und Transformatoren verkaufen, zur Verwendung für allgemeine Beleuchtungszwecke empfohlen. Diese Befürwortung hat in den letzten zwei Jahren in Industrie, Handel und Gewerbe zu

einer grössern Verbreitung der Kleinspannungslampe geführt, welche allerdings in gewissen Fällen über das technisch und wirtschaftlich vertretbare Mass hinausging. Nach einer rohen Schätzung sind bis heute ca. 1500 solcher Kleinspannungs-Beleuchtungsanlagen, mit sechzig- bis siebzigtausend Brennstellen im Betriebe.

Zu Frage 3.

Bekannt sind uns speziell die Verhältnisse hinsichtlich Kleinspannungsbeleuchtung im europäischen Ausland. Obschon der Gedanke zur Verwendung der Kleinspannungslampe zu allgemeinen Beleuchtungszwecken im Ausland erstmals verwirklicht wurde, hat gerade dort der Krieg in deren Anwendung und Verbreitung Einhalt geboten. Das Rohmaterial zur Herstellung der Transformatoren, über welche die Lampen gespiesen werden müssen, musste zugunsten der Kriegsindustrie bewirtschaftet werden und wird höchstens freigegeben für Geräte, welche Kleinspannungslampen dienen, die als Schutzmassnahme vor hoher Spannung in nassen Räumen unentbehrlich sind. Die Kleinspannungsbeleuchtung hat sich z. B. in Deutschland auch vor dem Kriege nicht einzuführen vermocht, und zwar aus folgendem Grunde:

Von Firmen, welche am Vertrieb von Kleinspannungstransformatoren interessiert waren, wurde unter Gewährleistung erhöhter Unfallsicherheit die generelle Transformierung von ganzen Lichtverteilnetzen von der üblichen Spannung von 220 V auf 24 V oder 12 V Spannung über einen Zentraltransformator befürwortet. Diese Umstellung brachte zufolge dem unvermeidbaren Mehraufwand an Installationsmaterial mit sich, ganz abgesehen vom grossen Leitungsquerschnitt der Kleinspannungs-Verteilung.

Dass eine solche Umstellung der Lichtverteilung von 220 V auf 24 V oder 12 V die Beleuchtung mit Kleinspannung nicht fördernd zu beeinflussen vermochte, ist durchaus verständlich. Auch die Speisung mittels Einzeltransformator wurde z. B. in Deutschland als technisch und wirtschaftlich untragbar befunden¹⁾.

Zu Frage 4.

Um die höchst unerwünschte Anwendung des Zweispannungs-Systems zufolge Umstellung ganzer Lichtverteilanlagen von 220 V auf 24 V oder 36 V zu vermeiden, so wie dies seinerzeit im Ausland teilweise gedacht war, wurden in der Schweiz von Anfang an die Kleinspannungslampen einzeln oder gruppenweise über Transformatoren gespiesen (Fig. 5 und 6). Das Betriebssystem mit *jeder einzelnen Lampe zugeordnetem Transformator* ist vorherrschend (Fig. 3). Dabei wird der Transformator meist im Baldachin der Leuchte untergebracht. Der Wirkungsgrad solcher Transformatoren bewegt sich in der Grössenordnung von 89...94 %. Die Spannung sinkt von Leerlauf zu Vollast um ca. 5 %. Der Lei-

stungsfaktor $\cos \varphi$ beträgt bei Ohmscher Belastung 0,9.

Durch den Eigenverbrauch des Transformators wird die effektive Leistungsaufnahme der Lampe

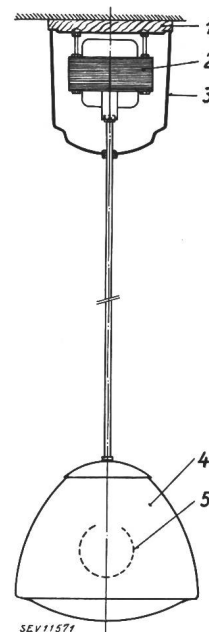


Fig. 3.

Pendelleuchte mit im Baldachin eingebautem Transformator

- 1 Holzrossette
- 2 Transformator
- 3 Blech-Baldachin
- 4 Leuchtenglas
- 5 Kleinspannungslampe.

vergrössert und damit die Lichtausbeute verschlechtert; vgl. Tab. II mit Tab. I.

Tabelle II.

Nr.	Lampengrösse Watt	Lampen, 24 V ohne Zusatzgeräte		Lampen 24 V, mit vorgeschaltetem Transformator 220/24 V		
		int. Lumen	lm/W	Wirkungsgrad des Transformators	Leistungsaufnahme Lampe + Transf. W	lm/W
1	40	580	14,5	0,89	44,9	12,9
2	60	930	15,5	0,894	67,1	13,8
3	75	1210	16,1	0,904	82,9	14,6
4	100	1700	17,0	0,915	109,3	15,6
5	150	2720	18,2	0,912	162,7	16,7
6	200	3760	18,8	0,9125	216,2	17,4
7	300	6150	20,5	0,94	319,1	19,3

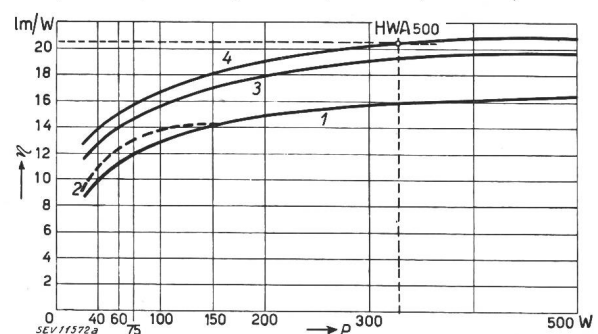


Fig. 4.

Verlauf der Lichtausbeute (η) in Abhängigkeit der Leistungsaufnahme (P) von verschiedenen Lampen

- 1 Normallampen 220 V (aus der Wattreihe)
 - 2 D-Lampen 220 V
 - 3 Kleinspannungslampen 24 V mit Transformator
 - 4 Kleinspannungslampen 24 V in Reihenschaltung und mit Nebenschluss
- HWA 500 Mischlichtlampe
Mit Kurve 3 deckt sich annähernd der Verlauf der Lichtausbeute von 36-V-Lampen in Reihe mit Nebenschluss

Dass Kleinspannungslampen unter Berücksichtigung dieses Eigenverbrauches des Transformators gegenüber den modernen Doppelwendel-Lampen (D-Lampen) von 220 V keine grossen wirtschaftli-

¹⁾ Zimmermann, Kleinspannungsbeleuchtung — ein technischer Fortschritt? Elektrizitätswirtschaft, Bd. 36 (1937), Nr. 4, S. 79...82.

chen Vorteile mehr zu bieten vermögen, beweisen die Kurven 2 und 3 von Fig. 4, wo der Verlauf der Lichtausbeute von 220-V-Nitra- und 220-V-D- und 24-V-Lampen in Abhängigkeit der Leistungsaufnahme aufgezeichnet ist.

In der Voraussetzung, dass solche Kleinspannungs-Transformatoren dem Aufbau und der Ausführung nach bekannt sind, soll in der Folge zu den Preisen solcher Geräte Stellung genommen werden (Tab. III).

Tabelle III.

Nr.	Nennleistung W	Transformator 220/24 V		Bemerkung
		Preis ¹⁾ Fr.	Preis ¹⁾ pro Watt Nennleistung Fr./W	
1	40	45.—	1,12	mit primär eingebautem Ueberhitzungsschalter, SEV-mässige Ausführung
2	60	50.—	0,835	
3	75	55.—	0,735	
4	100	65.—	0,65	
5	150	82.—	0,55	
6	200	98.—	0,49	
7	300	135.—	0,45	

¹⁾ Teuerungszuschlag von z. Z. 20% nicht eingerechnet.

In diesen Ausführungen soll jedoch nicht geprüft werden, inwieweit sich diese Preise rechtfertigen lassen; es soll bloss festgestellt werden, dass diese sehr hoch sind. Durch folgende einfache Rentabilitätsrechnung kann gezeigt werden, dass die noch erzielbare Ersparnis in einem recht ungünstigen Verhältnis steht zum Gestehungspreis des Kleinspannungstransformators und dass eine Tilgung innert nützlicher Frist nicht möglich ist. Zur Berechnung dienen 2 Glühlampen, und zwar eine für

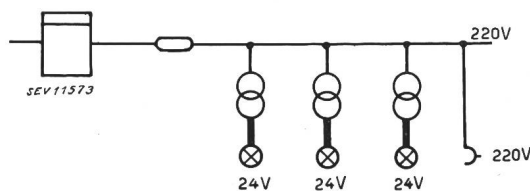


Fig. 5.

Kleinspannungsbeleuchtung

Transformator für jede einzelne Lampe, Steckdose 220 V

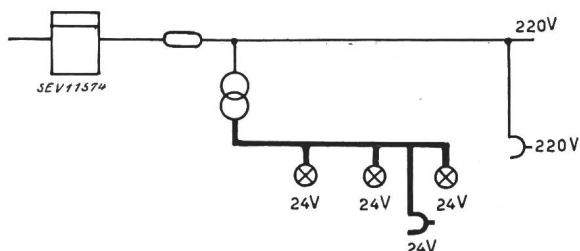


Fig. 6.

Kleinspannungsbeleuchtung

Gemeinsamer Transformator für mehrere Brennstellen
Steckdose 220 V und 24 V (Zweispannungs-System)

die Spannung 220 V und die andere für 24 V. Voraussetzung ist annähernd gleicher Lichtstrom. Dies ist praktisch der Fall bei den Lampen 125 Dlm (91 W), 220 V und 75 W, 24 V mit 121 Dlm (gemäss Tabelle II, effektive Leistungsaufnahme 82,9 W). Während 1000 Betriebsstunden lässt sich für die Kleinspannungslampe gegenüber den oben angeführten D-Lampen folgender Minderverbrauch errechnen:

$$\text{bei } 220 \text{ V} = 0,091 \cdot 1000 = 91 \text{ kWh}$$

$$\text{bei } 24 \text{ V} = 0,0829 \cdot 1000 = 82,9 \text{ kWh}$$

$$\text{Minderverbrauch} = 8,1 \text{ kWh}$$

Das ergibt bei einem Energiepreis von 10 Rp./kWh eine Ersparnis von:

$$8,1 \cdot 0,1 = 0,81 \text{ Fr.},$$

bei einem Energiepreis von 40 Rp./kWh von

$$8,1 \cdot 0,4 = 3,24 \text{ Fr.}$$

Verwendet man diese Ersparnisse zur Tilgung der Kosten des Transformators, so ergibt sich bei einem Gestehungspreis des Transformators von Fr. 55.— eine Tilgungsfrist bei 1000 Betriebsstunden pro Jahr (ohne Verzinsung) von:

$$\frac{55,0}{0,81} = 68 \text{ Jahre bei } 10 \text{ Rp./kWh},$$

$$\frac{55,0}{3,24} = 17 \text{ Jahre bei } 40 \text{ Rp./kWh}.$$

Günstiger stellen sich die Gestehungskosten pro Lampe bei Verwendung eines *gemeinsamen Transformators* für mehrere Brennstellen (Fig. 6). Die Transformatorenverluste pro Lampe beim Betrieb sämtlicher Lampenstellen sind nämlich wesentlich geringer als bei Einzelspeisung. Anders aber verhält es sich bei einem überdimensionierten oder nicht vollbelasteten Transformator; da ändert sich das Verhältnis vom Magnetisierungsstrom zum Vollaststrom des Transformators, der Ausnutzungsfaktor wird schlechter, der Effektivverbrauch pro Lampe wird grösser. Unangenehm wirkt sich diese Betriebsart auf den Leitungs-Querschnitt der Verteilung sekundärseits des Transformators aus. Die Lampen liegen parallel im Stromkreis; ihre Einzelströme addieren sich.

Wenn schon aus betriebstechnischen und lichtwirtschaftlichen Gründen die Verwendung von Kleinspannungslampen als angezeigt erscheint, dann sollte nach Möglichkeit darnach getrachtet werden, von einem Betriebssystem Gebrauch zu machen, durch welches die Ersparnis zufolge Mehrerausbeute praktisch voll gewährleistet bleibt und die bekannt hohen Anschaffungskosten der Zusatzgeräte auf ein haltbares Mass reduziert werden. Nachdem nun ausser dem Transformator oder der Möglichkeit der Ausnutzung einer vorhandenen Ak-

Tabelle IVa

Fall	Netzspannung V	Zahl der in Reihe geschalteten Glühlampen	Resultierende Kleinspannung pro Lampe V	Überspannung in % gegenüber der Nennspannung der Kleinspannungs-Lp. 24 V od. 36 V
1	220	9	$\frac{220}{9} = 24,5$	1,90
2	220	6	$\frac{220}{6} = 36,6$	1,90
3	145	6	$\frac{145}{6} = 24,1$	0,70

kumulatorenbatterie keine Geräte zur Verfügung stehen, mit welchen eine einigermaßen wirtschaftliche Umformung der Netzspannung auf Kleinspannung bewerkstelligt werden könnte, kann noch an die Betriebsart der *Reihenschaltung von Kleinspan-*

nungslampen gedacht werden, wobei die Anzahl der in einer Ader einschaltbaren Lampen gleich dem Verhältnis der Netzspannung zur Betriebsspannung der einzelnen Lampe ist. Die Lampenspannung kann durch die Zahl der in Reihe geschalteten Lichtquellen bei gegebener Netzspannung beliebig gewählt werden. Die in der Schweiz genormten, für Beleuchtung in Frage kommenden Kleinspannungen sind jedoch 24 und 36 V.

Die Hintereinanderschaltung weist aber den Nachteil auf, dass beim Auftreten eines Unterbruches im Leuchtdraht einer Lampe die ganze Gruppe, zu der die schadhaft gewordene Lampe gehört, ausser Betrieb gesetzt wird. Dies führt zu unliebsamen Betriebsstörungen, weil die defekte Lampe erst gesucht werden muss, was unter Umständen sehr zeitraubend sein kann. Dieser Uebelstand kann

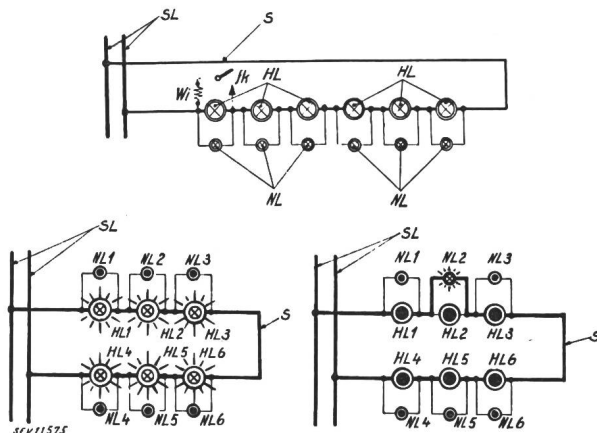


Fig. 7.

Reihenschaltung von Kleinspannungs-Lampen mit Nebenschluss und Ueberbrückungswiderstand

HL Hauptlampe oder Kleinspannungslampe
NL Nebenschlusslampe
S Schlaufe der Schaltgruppe
SL Sammelleitung (Netz)
Wi Ueberbrückungswiderstand (nur wenn erforderlich)
fk Schalter (kann als Federkontakt in der Lampenfassung ausgebildet sein).

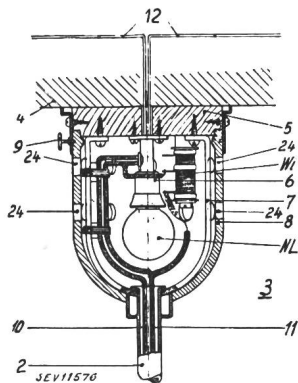


Fig. 8.

Nebenschluss-Gehäuse in Form eines Glasbaldachins für Pendelleuchten

NL Nebenschlusslampe
Wi Ueberbrückungswiderstand
2 Pendelrohr
5 Grundplatte aus Holz mit Asbestisolation
8 Baldachin aus Opal-überfangglas

dadurch behoben werden, dass der Kleinspannungslampe eine Nebenschlusslampe parallel geschaltet wird, welche für die Gesamtnetzspannung bemessen ist und bei normalem Betriebszustand der Beleuchtungsanlage nur die Spannung der Kleinspannungslampe erhält, also kein Licht erzeugt. Beim Auftreten einer bestimmten Widerstandserhöhung in der Kleinspannungslampe oder bei deren Defekt werden nimmt die Nebenschlusslampe praktisch die volle Netzspannung auf und dient so zur Kenn-

zeichnung der ausgefallenen Hauptlampe (Fig. 7 und 8).

Die Berechnung ergibt für eine Nebenschlusslampe von 40 W, 220 V, bei angelegter Kleinspannung eine zusätzliche Aufwendung von 1,47 W bei 24 V und 2,7 W bei 36 V (Tab. IVb).

Die Anlagekosten bei in Reihe geschalteten Glühlampen stellen sich trotz den verschiedenen nötigen Nebenschlussgeräten um 40...50 % niedriger als bei Verwendung von Einzeltransformatoren.

Tabelle IVb

Kleinspannung V	Nennspannung der Nebenschlusslampe V	Widerstand der Nebenschlusslampe bei angelegter Kleinspannung (40 W) Ω	Leerlaufverlust der Nebenschlusslampe von 40 W W
24	220	390	1,47
36	220	485	2,70
24	145	210	2,75

Zum Vergleich mit Tabelle II dienen folgende Werte der Lichtausbeute für Kleinspannungslampen von 24 V unter Berücksichtigung des Eigenverbrauchs der Nebenschlusslampe:

Tabelle V.

Nr.	Lampengröße Watt	Lampe 24 V ohne Zusatzgerät		Reihengeschaltete Lampen 24 V mit Nebenschlusslampe 220 V, 40 W	
		int. Lumen	lm/W	Verlust der Nebenschlusslampe W	Leistungsaufnahme pro Haupt- und Nebenslampe W
1	40	580	14,5	41,5	14,0
2	60	930	15,5	61,5	15,1
3	75	1210	16,1	76,5	15,8
4	100	1700	17,0	101,5	16,8
5	150	2720	18,2	151,5	18,0
6	200	3760	18,8	201,5	18,65
7	300	6150	20,5	301,5	20,3

In Fällen, wo das Aussetzen einer Beleuchtungsgruppe trotz der signalisierenden Nebenschlusslampe auf den Betrieb störend wirken sollte, kann von einem Relais Gebrauch gemacht werden, das im Moment des Unterbruches an Stelle der ausgefallenen Kleinspannungslampe einen Ersatzwiderstand in den Hauptstromkreis schaltet, wodurch die nicht defekten Lampen in Betrieb gehalten werden.

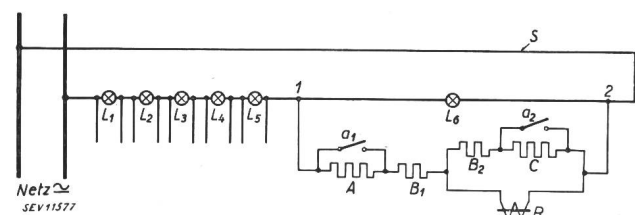


Fig. 9.

Nebenschluss-Schaltung mit Relais und Nebenschluss-Schaltung mit Glühlampe

R Wechselstrom-Kleinrelais (brummfrei)
A Hochohmiger Karbowid-Widerstand 2 k Ω
C Hochohmiger Karbowid-Widerstand 1 k Ω
B₁ B₂ Belastungs- bzw. Ueberbrückungswiderstände
a₁ a₂ Vom Relais gesteuerte Arbeitskontakte
L₁, L₂ Kleinspannungslampen
S Schlaufe der Schaltgruppe.

Die Schaltung Fig. 9 lässt sich folgendermassen erklären: 6 Lampen L₁ — L₆ sind in einer Schlaufe S in Reihe geschaltet. Jeder Lampe ist ein Nebenschlusszweig zugeordnet, der aus den Widerständen

A , $B_1 + B_2$ und C besteht. A und C sind hochohmige Vorschaltwiderstände, B_1 und B_2 dienen als Belastungswiderstände. Dem Relais R sind die Widerstände B_2 und C parallel geschaltet. Die Wicklung des Relais dient sowohl als Ansprech- als auch als Haltewicklung und steuert 2 Arbeitskontakte a_1 und a_2 . Der hochohmige Widerstand A dient bei normal brennenden Lampen als Vorschaltwiderstand zum Nebenschlusszweig. Der hochohmige Widerstand C erzeugt durch seinen Spannungsabfall im Moment des Fadenbruches der Kleinspannungslampe bei auftretender Netzspannung den Ansprechstrom des Relais. Durch das Anziehen des Relais werden die beiden Kontakte a_1 und a_2 geschlossen, wodurch die Widerstände A und C überbrückt werden. Den für den Haltestromwert nötigen Spannungsabfall liefert jetzt der Belastungswiderstand B_2 . Das Relais bleibt durch den Haltestrom belastet bis zum Ersatz der defekten Lampe; im Augenblick des Einsetzens der neuen Lampe geht der Haltestromwert in einen Abfallstromwert über. Das Relais lässt seinen Anker abfallen, wodurch sich die Kontakte a_1 und a_2 wieder öffnen. Der Verlust im Nebenschlusszweig bei angelegter Kleinspannung ist zufolge der hochohmigen Karbowid-Widerstände ($A=2\text{ k}\Omega$ und $C=1\text{ k}\Omega$; Scheinwiderstand des Relais je nach Magnetisierungsstrom 350...500 Ω) sehr gering. Die Berechnung ergibt

bei 24 V einen Verbrauch von rd. 0,25 W,

bei 36 V einen Verbrauch von rd. 0,55 W.

Im Vergleich zu Tab. II sind im folgenden die Werte der Lichtausbeute für Kleinspannungslampen von 24 V unter Berücksichtigung des Verlustes im Nebenschlusszweig aufgeführt.

Tabelle VI.

Nr.	Lampen- grösse Watt	Lampen 24 V ohne Zusatzgerät		Reihengeschaltete Lampen 24 V mit Relais-Nebenschlusszweig		
		int. Lumen	lm/W	Verlust im Neben- schluss W	Leistungsauf- nahme pro Lampe und Nebenschluss W	lm/W
1	40	580	14,5	0,24 ... 0,26	40,25	14,4
2	60	930	15,5		60,25	15,35
3	75	1210	16,1		75,25	16,05
4	100	1700	17,0		100,25	16,90
5	150	2720	18,2		150,25	18,1
6	200	3760	18,8		200,25	18,7
7	300	6150	20,5		300,25	20,4

Für die verschiedenen Lampenstärken lassen sich die Preise für den kompletten Nebenschlusszweig nach Fig. 9 folgendermassen darstellen:

Tabelle VII

Nr.	Lampen- grösse Watt	Relais Fr.	Belastungs- widerstand $B_1 + B_2$ Fr.	Hochohm- widerst. $A + C$ Fr.	Total Fr.	Preis pro Watt Nenn- leistung Fr./W
1	40	30.—	6.—	3.—	39.—	0,980
2	60	30.—	6.—	3.—	39.—	0,65
3	75	30.—	12.—	3.—	45.—	0,600
4	100	30.—	12.—	3.—	45.—	0,45
5	150	30.—	18.—	3.—	51.—	0,34
6	200	30.—	24.—	3.—	57.—	0,285
7	300	30.—	36.—	3.—	69.—	0,230

Die Gegenüberstellung der Preise der Transformatoren (Tab. III) und der kompletten Geräte des Nebenschlusszweiges (Tab. VII) liefert Tabelle VIII.

Tabelle VIII

Nr.	Lampen- grösse Watt	Preise in Fr./W bei		Mehrpreis des Transformators in %
		Speisung über Transformator	Reihenschaltung m. Relais-Neben- schlusszweig	
1	40	1,12	0,980	15,5
2	60	0,835	0,65	28,0
3	75	0,735	0,60	22,0
4	100	0,65	0,45	45,0
5	150	0,55	0,34	61,0
6	200	0,49	0,285	72,0
7	300	0,45	0,230	96,0

Im weiteren scheint die Ermittlung der Mehrausbeute von Kleinspannungslampen von 24 V bei Betrieb in Reihenschaltung und mit Nebenschlusslampen oder mit Relais-Nebenschlusszweig einerseits, bei Betrieb über Transformator andererseits, gegenüber Normallampen von Interesse zu sein.

Tabelle IX.

Nr.	Lampen- grösse Watt	Mehrausbeute in % gegenüber 220 V bei Betrieb mit		Normallampen Reihenschaltung m. Relais-Neben- schlusszweig
		Trans- formator	Reihenschaltung und Neben- schlusslampen	
1	40	26,5	37,0	41,0
2	60	20,0	31,5	33,5
3	75	21,5	32,0	34,0
4	100	22,0	31,0	32,0
5	150	22,0	31,5	32,0
6	200	18,0	26,5	27,0
7	300	22,0	28,5	29,0

Durch die Hintereinanderschaltung der Kleinspannungslampen werden die Betriebsverluste verschwindend klein, so dass die Ersparnis zu den ebenfalls wesentlich geringeren Anschaffungskosten ein Verhältnis bildet, welches in einer Rentabilitätsrechnung günstig zum Ausdruck kommt.

Die Anwendung der Reihenschaltung von Kleinspannungslampen beschränkt sich jedoch auf grössere Beleuchtungsanlagen, wo sich 6 oder 9 Brennstellen pro Schaltgruppe anordnen lassen. Zur Speisung von einzeln zu schaltenden Kleinspannungslampen ist selbstverständlich eine Spannungstransformierung erforderlich mittels einem oder einer der Menge der Lichtstellen entsprechenden Zahl von Transformatoren.

Zu Frage 5.

Wenn die Beleuchtung mit Kleinspannung vor einem Jahr noch in lichttechnischer Hinsicht für bestimmte Anwendungsfälle auch gerechtfertigt erschien, so ist dies seit der Einführung (1943) der modernsten Gasentladungslampe, der Leuchtstoffröhre, Typ HNG, mit einer bisher unerreichten glühlampenweissen Lichtfarbe anders geworden. Sie ist heute überdies mit ihrer hohen Lichtausbeute von 36 lm/W die wirtschaftlichste Lichtquelle. Eine lichtstromgleiche Kleinspannungslampe von 65 W (interpoliert), 24 V, hat eine Lichtausbeute von 15,7 lm/W. Spektrographisch gesehen kommt die Lichtfarbe dieser neuen Leuchtstoffröhre derjenigen der Kleinspannungslampe gleich; sie ist im Gegenteil noch weisser.

In der Betriebskostenrechnung dagegen stellt sich eine Beleuchtungsanlage mit Kleinspannungslampen zufolge des billigeren Lampenersatzes günstiger

Rein zahlenmässig gesehen steht der Preis der nackten Leuchtstoffröhre heute im Vergleich zu demjenigen einer lichtstromgleichen Glühlampe tatsächlich noch sehr hoch. Man darf aber heute an die Möglichkeit einer Preissenkung der Leuchtstoffröhre in der Nachkriegszeit denken und sich die neue Lage der Kleinspannungslampe in der Betriebsrechnung nach Fig. 10 vergegenwärtigen.

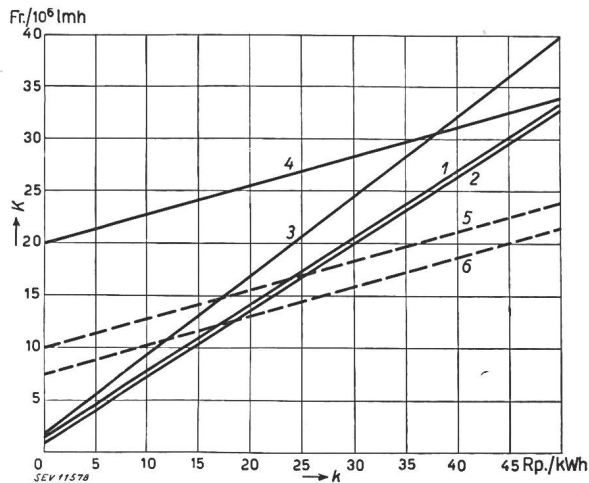


Fig. 10.

Betriebskosten (K) in Funktion des Energiepreises (k) der Kleinspannungslampe

- 1 Kleinspannungslampe 60 W, 24 V, 67 W, 930 lm (mit Transformator) Nutzbrenndauer 1000 h
- 2 Kleinspannungslampe 60 W, 24 V, 60,25 W, 930 lm (mit Relais) Nutzbrenndauer 1000 h
- 3 Glühlampe 100 Dlm, 220 V, 76 W, 1000 lm Nutzbrenndauer 1000 h
- 4 Leuchtstoffröhre 100 Dlm, 220 V, 28 W, 1000 lm Nutzbrenndauer 2000 h, Preis Fr. 40.—
- 5* Leuchtstoffröhre 100 Dlm, 220 V, 28 W, 1000 lm Nutzbrenndauer 2000 h, Preis Fr. 20.—
- 6* Leuchtstoffröhre 100 Dlm, 220 V, 28 W, 1000 lm Nutzbrenndauer 2000 h, Preis Fr. 15.—

* Annahme einer Preissenkung.

Zu Frage 6.

Es kann beobachtet werden, wie die Kleinspannungslampe, die in Verkaufsräumen für Textilzeugnisse, Papier, Tabak, Lederwaren und dgl. sowie in Coiffeur- und Lebensmittel-Geschäften, technischen und kaufmännischen Bureaux usw. Eingang gefunden hat, durch die lichttechnisch überlegene Leuchtstoffröhre sukzessive verdrängt wird. Dabei mögen wohl die röhrenförmige Bauart der Leuchtstofflampe mit ihrer Eignung für die repräsentative, lichtarchitektonische Gestaltung von Beleuchtungsanlagen und ihre sehr geringe Leuchtdichte von 0,4 Stilb mitbestimmend sein.

Die Fälle häufen sich, wo speziell aus Kreisen der Lichtverbraucher die Frage aufgeworfen wird, wo die Kleinspannungslampe und wo die Gasentladungslampe zur Verwendung kommen soll.

Eine genaue Darlegung der Umgrenzung des Verwendungsgebietes der Kleinspannungslampe würde in diesen Ausführungen zu weit führen, sollte doch das Pro und Kontra für sämtliche Beleuchtungsfälle dabei aufgezeigt werden. Es ist jedoch möglich, in kurzer Reihenfolge diejenigen Anwendungen zu registrieren, für die die *Kleinspannungslampe* besonders *empfohlen* werden kann.

1. Wegen erhöhter Unfallsicherheit als Schutz vor hoher Spannung in nassen Räumen oder Betrieben (in gewissen Fällen verlangen die Hausinstallationsvorschriften des SEV aus Sicherheitsgründen Kleinspannung, s. § 224).

2. In Notbeleuchtungsanlagen, insbesondere dort, wo eine vorhandene Batterie zur Speisung mitbenutzt werden kann.

3. Für die Arbeitsplatzbeleuchtung an Nähmaschinen, an Webstühlen, an Kottonmaschinen in der Strumpfwirkerei, in feinmechanischen Betrieben, speziell mit Lampen kleiner Leistung.

4. Zuzufolge des starken Leuchtdrahtes in erschütterungsreichen Betrieben.

5. Für die Allgemeinbeleuchtung in Betrieben mit stark beweglichen Maschinenteilen, z. B. Maschinenversuchslokale, Stanzereien, Pressereien, Schreinereien, Websälen und in Vorwerken von Textilbetrieben usw., wo die stroboskopischen Effekte der Gasentladungslampen störend wirken könnten.

6. Für die Allgemeinbeleuchtung kann das System mit Reihenschaltung in Betrieben in Frage kommen, wo das Netz mit Gleichstrom gespeist wird, oder wo das Lichtnetz in Notfällen von einem Wechselstromnetz auf eine Pufferbatterie umgeschaltet werden muss und daher weder Gasentladungslampen, noch Kleinspannungslampen mit Transformatorenspeisung in Frage kommen kann.

7. In Bahnstromanlagen von 16²/₃ Hz, wo die hohe Temperaturträchtigkeit des starken Leuchtdrahtes der Lampe Lichtschwankungen verhindert, welche bei einer Normallampe durch die Temperaturschwankungen unter dem Einfluss des Wechselstromes entstehen würden,

8. Wegen dem kleinern Leuchtsystem in Verbindung mit Spiegelreflektoren.

Beleuchtungsfälle, in denen die *Kleinspannungslampe* grundsätzlich *nicht in Frage kommt*, sind zu nennen:

1. Anlagen, in denen die weissere Lichtfarbe völlig belanglos ist, z. B. öffentliche Beleuchtung, also Strassen und Plätze, Werkhöfe, Lagerstapelplätze, Gleisanlagen usw.

2. In Anlagen, wo sie sich wegen den hohen Anschaffungskosten und Verlusten in den Vorschaltgeräten in Anbetracht der Entwicklung der Gasentladungslampen nicht rechtfertigen lassen, speziell dort, wo hohe Energiepreise bezahlt werden müssen (vgl. Fig. 10; Auswirkung bei einer evtl. Preissenkung der Leuchtstoffröhren).

3. In explosionsgefährdeten Räumen zufolge grosser Verteuerung durch die explosionsssichere Verkapselung der nötigen Zusatzgeräte.

Zur Frage, seit wann, warum und wie weit die Kleinspannung für Beleuchtungszwecke verwendet wird, kann rückblickend folgende kurze

Zusammenfassung

gemacht werden:

Durch die Einführung der Metaldampflampen wurde das Interesse an der Verwendung der Klein-

spannungslampe für allgemeine Beleuchtungszwecke geweckt, wird aber jetzt durch die neuesten Errungenschaften der Gasentladungstechnik, der Leuchtstoffröhren ebenso wieder verdrängt. Es kann bereits angenommen werden, dass früher oder später

mit einer ziemlich starken Preissenkung der Leuchtstofflampen zu rechnen ist, und dann wird es, wie aus der Darstellung der Betriebskostenrechnung Fig. 10 ersichtlich ist, um die weitere generelle Anwendung der Kleinspannungslampe geschehen sein.

Stillschweigende Begründung von Rechten durch die Verwaltung

Von R. Lorétan, Zürich-Lausanne

347 : 621.3

In einem Entscheid vom 25. Juni 1943 hat die staatsrechtliche Abteilung des Bundesgerichtes einem Grundsatz inschweizerische Verwaltungsrecht Einlass gewährt, welcher speziell auf dem Gebiete der Uebertragung elektrischer Energie von grosser Bedeutung ist.

Die Rechtsvorgänger der Klägerin, die Steinindustrie Rotzloch A.-G., hatten im Jahre 1890 den Regierungsrat des Halbkantons Nidwalden um die Genehmigung eines von ihnen geplanten Wasserwerkes ersucht. In ihrem Gesuch erklärten sie, dass die im projektierten Werk erzeugte Kraft zum Betrieb einer Zementfabrik am Rotzberg benutzt und dorthin durch elektrische Leitung übertragen werden solle.

Der Regierungsrat bewilligte die Erstellung des Wasserwerkes. Im Konzessionsakt blieb die Verbindungsleitung zwischen dem Werk und dem Rotzberg unerwähnt.

Die Leitung wurde nun vom Werkeigentümer im Jahre 1891 ohne weiteres erstellt. Sie überquert öffentliches Eigentum (Aa, Kantonsstrassen, Wege und Bäche) an mehreren Stellen.

Nachdem die Regierung jahrelang gegen diesen Zustand nichts eingewendet hatte, beanstandete sie kürzlich die Leitung, weil sie ohne die in der Nidwaldner Landratsverordnung betreffend Benützung der öffentlichen Strassen vorgeschriebene Bewilligung durch öffentliches Eigentum gespannt worden sei. Sie forderte die Gesellschaft auf, das Versäumte nachzuholen, also die Bewilligung nachzusuchen und die vorgesehenen Gebühren zu entrichten.

Die Aktiengesellschaft stellte sich auf den Standpunkt, ihr stehe das Recht auf Ueberquerung der öffentlichen Strassen und Flüsse bereits zu; sie habe demzufolge keinerlei Schritte zu dessen Erlangung zu unternehmen.

Das Bundesgericht hat ihren Standpunkt geschützt.

Das Wasserwerk war seinerzeit projektiert worden, um die darin gewonnene Elektrizität nach dem Rotzberg zu leiten zur Verwendung im dortigen Unternehmen. Dieser Zweck war dem Regierungsrat im Konzessionsgesuch eindeutig zur Kenntnis gebracht worden. Die zuständige Behörde wusste also, dass es sinnlos war, das Wasserwerk zu genehmigen, ohne das für die Erstellung der Leitung nach dem Rotzberg nötige Recht der Durchquerung öffentlichen Eigentums zu gewähren.

Bei dieser Sachlage wird eine vernünftige und dem Gebot von Treu und Glauben gemäss handelnde Behörde zunächst den Gesuchsteller darauf aufmerksam machen, dass ebenfalls eine Bewilligung für die unumgängliche Ueberquerung von öffentlichen Strassen und Flüssen einzuholen sei. Tut sie dies nicht und genehmigt sie trotzdem das Wasserwerk, so gibt sie dadurch zu erkennen, dass sie dem Belieben das zur Durchführung des Werkszweckes nötige Recht, die erzeugte Energie durch öffentliches Eigentum zu leiten, stillschweigend erteilt.

Nun darf der Bürger bei der Behörde ein vernünftiges Schalten und Walten, ein Handeln voraussetzen, das Treu und Glauben entspricht. Der Grundsatz von Treu und Glauben hat nicht nur im privaten Rechtsverkehr Geltung; er beherrscht ebenfalls das Verhältnis von Bürger und Behörde.

Die Bewerber durften im besprochenen Falle von der Annahme ausgehen, die Nidwaldner Regierung habe eine sachgemässe Verfügung über ihr Gesuch getroffen, d. h. sie habe ihnen nebst der ausdrücklichen Genehmigung des Wasserwerkes auch das zur Verwirklichung dessen Zweckes unentbehrliche Durchleitungsrecht stillschweigend eingeräumt. Sie durften von vornherein eine Auslegung der regierungsrätlichen Verfügung ausschliessen, welche zu einem sinnlosen Ergebnis geführt hätte: Nämlich zum Ergebnis, der Regierungsrat habe sie nicht in die Lage gesetzt, das genehmigte Wasserwerk seinem Zweck gemäss zu betreiben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass wenn die bestimmungsgemässe Ausübung eines von der Behörde erteilten Rechts die Einräumung eines weiteren Rechts unbedingt voraussetzt und diese Voraussetzung der Behörde bekannt oder leicht erkennbar war, das unerlässliche Recht als stillschweigend eingeräumt gilt, sofern die Behörde diese stillschweigende Verfügung nicht ausschliesst. Aus dem Grundsatz ergibt sich auch der Inhalt der stillschweigend eingeräumten Befugnis, namentlich deren Dauer. Setzt nämlich die Ausübung des ausdrücklich erteilten Rechts die stillschweigend eingeräumte Befugnis voraus, so müssen diese und jenes für dieselbe Zeit Bestand haben. Die Dauer des Durchleitungsrechts der Steinindustrie Rotzloch A.-G. fällt demzufolge mit derjenigen ihres Wasserrechts zusammen.

Das Eigenartige an dieser stillschweigenden Verfügung liegt darin, dass sie vielleicht von der Behörde gar nicht gewollt war. Die Behörde hat sich vielleicht keinerlei Gedanken über das einzuräumende Recht gemacht. Dieses Recht gilt dann trotzdem als stillschweigend erteilt, wenn das Verhalten der Behörde, gemessen an den objektiven Maßstäben der ordnungsmässigen Verwaltung und des Gebotes von Treu und Glauben, diese Auslegung aufdrängt. Der Behörde geschieht dadurch nicht Unrecht, denn es wird ihr ja ein vernünftiger Wille beigelegt, also der Wille, welchen sie in der Bewältigung ihrer Verwaltungsaufgaben an den Tag legen soll.

Das Bundesgericht hat übrigens im erwähnten Entscheid nicht nur die stillschweigende Erteilung von Rechten umschrieben, sondern auch die Voraussetzungen der stillschweigenden Genehmigung von tatsächlichen Zuständen ganz allgemein behandelt.

Beansprucht der Bürger, ohne im Besitz der vorgeschriebenen Bewilligung oder Verleihung zu sein, Befugnisse, so kann sich deren rein tatsächliche Ausübung zu einem Rechte verdichten. Dies, wenn die Behörde gegen diesen ihr bekannten oder doch leicht erkennbaren Zustand nicht eingeschritten ist, obwohl sie dazu Zeit gehabt hätte. Die ordnungsmässig handelnde Behörde, welche einen der Rechtsgrundlage entbehrenden Zustand nicht beseitigt, anerkennt diesen stillschweigend und schafft dadurch eben die fehlende Grundlage. Ihr Verhalten ist als Billigung des tatsächlich Geübten zu werten, welches dadurch rechtlichen Bestand erhält. Auch diesbezüglich muss sich die Behörde unter Umständen damit abfinden, dass ihr ein Wille, den sie gar nicht hatte, welchen sie indessen hätte haben sollen, beigelegt wird.

Diese stillschweigende Genehmigung kann namentlich Rechte am öffentlichen Eigentum begründen. Hätte sich im besprochenen Falle die Steinindustrie Rotzloch A.-G. nicht bereits auf eine stillschweigende Erteilung des Durchleitungsrechts berufen können, so wäre ihr jedenfalls die stillschweigende Genehmigung eines Zustandes zugute gekommen, der unter den Augen der Behörde mehrere Jahrzehnte dauerte.

Der Entscheid vom 25. Juni 1943 hat den stillschweigenden Akt inschweizerische Verwaltungsrecht eingeführt. Und zwar kann dieses Rechtsinstitut in Bund und Kantonen Geltung beanspruchen, sofern und soweit es ein Rechtssatz allgemein oder für besondere Gebiete nicht ausschliesst. Die stillschweigende Einräumung von Rechten und die stillschweigende Genehmigung tatsächlicher Zustände leiten sich eben von den obersten Grundsätzen der Rechtsordnung ab: Treu und Glauben, vernünftige Handlungsweise im privaten und öffentlichen Leben, letzten Endes Rechtssicherheit. Deshalb werden sie als geltend vorausgesetzt, auch wenn sie nicht im geschriebenen Recht Aufnahme fanden.

Sieht das Verwaltungsrecht eine bestimmte Form vor, dann kann die betreffende Handlung selbstverständlich nicht still-