

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 33 (1942)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Die Beurteilung von Leuchten und die Bestimmung von Beleuchtungsstärken bei Strassenbeleuchtungsanlagen mittels der "Normal-Lichtfleck-Methode"  
**Autor:** Berlepsch-Valendas, W.V.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1056704>

### **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:** 18.01.2025

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

Die in der Bevölkerung günstig aufgenommene Strassen- und Beleuchtungsanlage darf als eine östliche Anfangs-Teilstrecke des projektierten Stras-

senkreuzes St. Gallen-Bern-Genf und Basel-Tessin angesehen werden.

## Die Beurteilung von Leuchten und die Bestimmung von Beleuchtungsstärken bei Strassenbeleuchtungsanlagen mittels der „Normal-Lichtfleck-Methode“

Von W. v. Berlepsch-Valendas, Genf

535.245.1

Es wird eine neue Methode zur Berechnung der Beleuchtungsstärken bei Strassenbeleuchtungsanlagen angegeben. Die Methode verlangt, dass die Hersteller von Leuchten zu jeder Leuchte ein Diagramm des sogenannten Normal-Lichtflecks liefern. Dieser enthält punktweise die Angaben der horizontalen Beleuchtungsstärken für eine Lichtpunkthöhe von 10 m und Bestückung mit einer Lampe von 1000 lm. Der Lichtfleck wird zweckmässig auf Transparentpapier im gleichen Maßstab wie der Strassenplan dargestellt. Er kann dann für jede Leuchte auf den Strassenplan gelegt werden, sodass an jedem beliebigen Punkt die kombinierte Beleuchtungsstärke abzulesen ist. Sie muss dann nur noch mit der Anlagekonstanten multipliziert werden, die einer Tabelle zu entnehmen ist.

L'auteur présente une nouvelle méthode de calcul des éclairagements des installations d'éclairage de voies publiques. Cette méthode exige que les fabricants d'appareils d'éclairage joignent à chaque appareil un diagramme sur lequel figure la tache lumineuse normale correspondante. Celle-ci est constituée par une série de points indiquant les éclairagements horizontaux produits par un foyer situé à une hauteur de 10 m et équipé d'une lampe de 1000 lm. Il est avantageux de reproduire ce diagramme sur un papier transparent, à la même échelle que le plan de situation de la voie publique à éclairer, de telle sorte que l'on puisse lire en un point quelconque de ce plan la valeur de l'éclairage combiné. Il suffit alors de multiplier cette valeur par la constante de l'installation indiquée dans une table.

Das Schweizerische Beleuchtungskomitee (SBK) hat die Leitsätze für die Beleuchtung von Fernverkehrsstrassen mit Natriumdampflicht bereinigt und damit die Grundlage für eine einheitliche Projektierung von Anlagen geschaffen<sup>1)</sup>.

Es darf angenommen werden, dass bei Aufstellung eines grösseren Projektes im Rahmen eines Arbeitsbeschaffungsplanes die interessierten Beleuchtungsfirmen gleichmässige Berücksichtigung finden werden. Das Produkt der einzelnen Firmen zeigt aber notwendigerweise von Firma zu Firma gewisse Abweichungen. Diesen Verschiedenheiten muss in Anbetracht der angestrebten einheitlichen Lichtwirkung beim Projektieren Rechnung getragen werden. Es liegt daher im Interesse sowohl der Lieferfirmen als auch der projektierenden Ingenieure, die charakteristischen Daten der einzelnen Leuchten in einer Form bereit zu stellen, die geeignet ist, die einheitliche Projektierung so weit wie möglich zu vereinfachen.

Eine solche Darstellung der Leuchtencharakteristiken, die gleichzeitig einen klaren Ueberblick über die Leuchtenqualität abgibt, wird im folgenden entwickelt und den Fachkreisen zur Begutachtung und Empfehlung zwecks Einführung unterbreitet.

### Der Normal-Lichtfleck

Die Lichtquelle  $L$  (Fig. 1) erzeugt aus dem Abstand  $h$  über der Ebene  $A$  in einem beliebigen Punkt  $P$  dieser Ebene die Horizontalbeleuchtungsstärke

$$e_p = \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{h^2} \quad (1)$$

Dabei ist  $I_\alpha$  die in der Richtung  $L-P$  gemessene Lichtstärke.

Der gesamte auf der Ebene erzeugte Lichtfleck kann durch einen Körper dargestellt werden, der dadurch entsteht, dass über jedem beleuchteten

Flächenelement der Ebene die zugehörige Beleuchtungsstärke als Ordinate errichtet wird. Das Volumen dieses Körpers ist der Lichtstrom  $\Phi_A$ , der auf die beleuchtete Fläche fällt:

$$\Phi_A = \int_{\alpha=0^\circ}^{\alpha=90^\circ} \int_{\beta=0^\circ}^{\beta=360^\circ} e_p \, d\tau \, d\beta \quad (2)$$

Wird der Lichtfleck aus einer Lichtpunkthöhe von 10 m erzeugt und ist die Leuchte mit einer Lampe bestückt, deren Lichtstrom 1000 Lumen beträgt, so bezeichnet man diesen Lichtfleck als Normal-Lichtfleck.

Fig. 2 zeigt den körperhaft dargestellten, gerechneten, halben Normal-Lichtfleck der BAG-Leuchte

«Corso» für Natriumdampflampen bei horizontaler Ebene der Reflektoröffnung.

Für den praktischen Gebrauch genügt es allerdings, den Lichtfleck nach dem Prinzip der Fig. 3 wiederzugeben, und zwar auch nicht in so weitem Ausmass, wie dies hier studienhalber geschehen ist, sondern nur soweit, als das beleuchtete Strassenstück mit einem angemessenen Randstreifen in

Frage kommt. Wie Fig. 3 zeigt, ist der Normal-Lichtfleck in Flächenelemente zerlegt. Für die praktische Projektierung von Details kann der Massstab z. B. so gewählt werden, dass bei 10 m Lichtpunkthöhe 1 cm im Bild des Lichtfleckes gleich 1 m in Wirklichkeit darstellt. In Fig. 3 wurde der Maßstab 1 cm = 4,5 m gewählt (in der natürlichen Grösse des Planes 1 cm = 3 m).

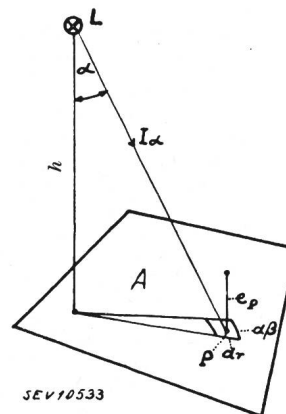


Fig. 1.

<sup>1)</sup> Bulletin SEV 1942, Nr. 22, S. 643.

Weicht nun die Lichtpunkthöhe bei einem Projekt von der 10-m-Lichtpunkthöhe des Normal-Lichtfleckes ab, dann bleibt der neu entstandene

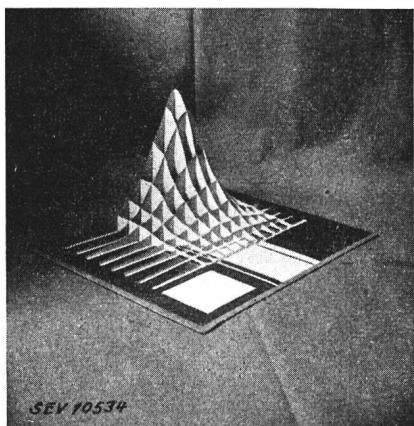


Fig. 2.

Lichtfleck dem Normal-Lichtfleck geometrisch zwar ähnlich, er ändert aber sowohl seine Ausmasse als auch die Verhältnisse seiner Beleuchtungsstärken.

1. Der Maßstab des neuen Lichtfleckes wird

$$1 \text{ cm} = M_N \cdot \frac{h}{10} \quad (h \text{ Lichtpunkthöhe.})$$

Darin ist  $M_N$  der Maßstab des Normal-Lichtfleckes, d. h. die Zahl der Meter, welche 1 cm im Bilde des Normal-Lichtfleckes entsprechen.

2. Die mittlere Beleuchtungsstärke eines Flächenelementes  $E_h$  ist gleich jener des entsprechenden Flächenelementes des Normal-Lichtfleckes  $E_N$ , multipliziert mit dem Verhältnis der Quadrate der Höhen

$$E_h = E_N \frac{100}{h^2}$$

### Das Lichtfleck-Transparent und seine Anwendung

Wie bisher die Lichtverteilungskurven, soll nun in Fällen, wo dies zweckmässig ist, zusätzlich der

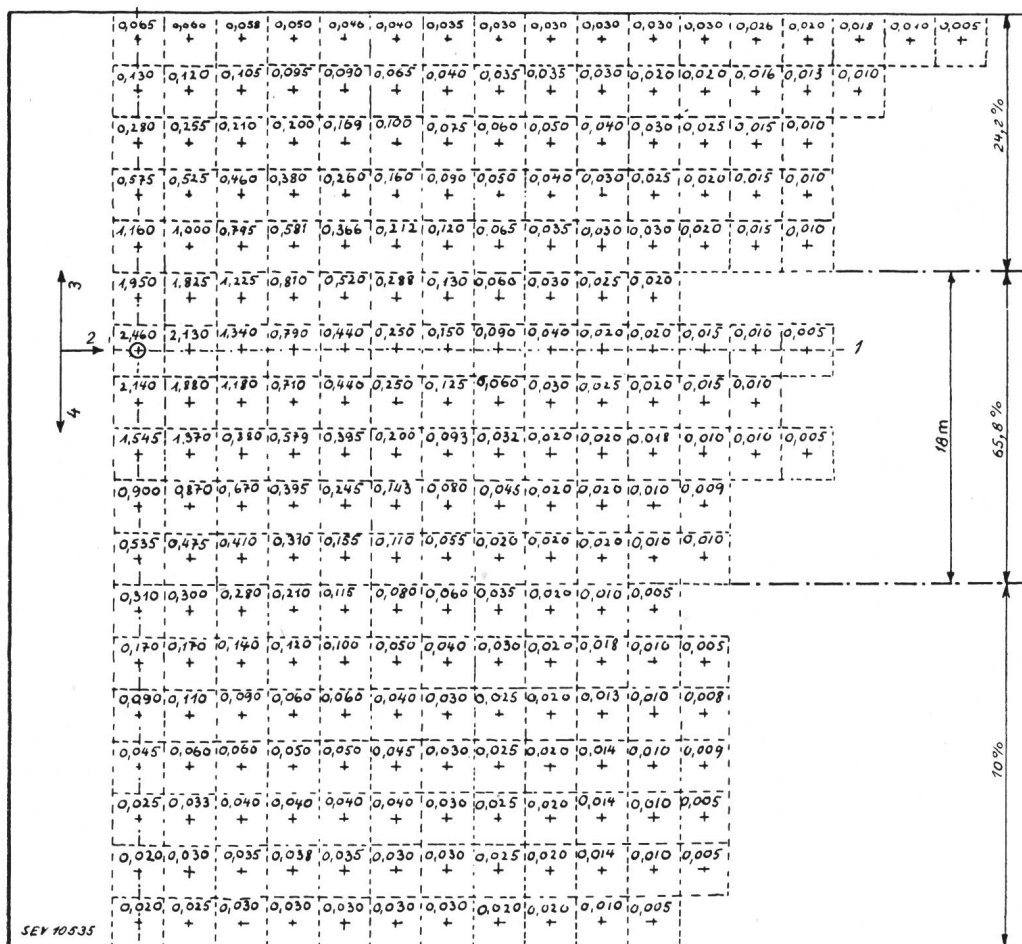


Fig. 3.

### Normal-Lichtfleck der BAG-Leuchte «Corso».

Die Zahlen in Lux gelten für die + Punkte und beziehen sich auf 1000 lm Lichtstrom der nackten Lampe aus 10 m Höhe. 1 Parallele zur Strassenachse durch Leuchtenfusspunkt. 2 Leuchtenfusspunkt. 3 Strassenrand. 4 Strassenmitte. Maßstab:  $M_N : 1 \text{ cm} = 4,5 \text{ m}$ .

Behält man beim neuen Lichtfleck eine dem Normal-Lichtfleck raumwinkelgleiche Aufteilung in Flächenelemente bei, dann lassen sich die eben erwähnten Maßstabs- und Beleuchtungsstärkenänderungen wie folgt ausdrücken:

eben beschriebene Normal-Lichtfleck von den Lieferfirmen katalogmässig geführt werden. Seine Darstellung erfolgt zweckmässig auf Transparentpapier und steht den projektierenden Ingenieuren in dieser Form vervielfältigt zur Verfügung. Das

Transparent stellt ein einfaches Werkzeug zur Feststellung von Beleuchtungsstärken an beliebigen Punkten und bei beliebiger Leuchtenverteilung dar. Kombiniert man z. B. entlang einem Strassenzug oder auf einem Platz mehrere Leuchten, dann wird für jede Leuchte ein für sie geltendes Lichtfleck-Transparent auf den entsprechenden Punkt im Strassenplan gleichen Maßstabes gelegt. An einem beliebigen Punkt des Planes herrscht dann die aus den Einzelleuchten kombinierte Beleuchtungsstärke  $E_p$ . Sie ist gleich einer Anlagekonstanten  $C$ , multipliziert mit der Summe der sich über dem Punkt überlappenden Zahlen der einzelnen Lichtfleck-Transparente.

$$E_p = C \sum e_p \quad (3)$$

Die Konstante  $C$  hängt von der Lichtpunkthöhe und vom Lichtstrom der Lampe  $\Phi_L$  ab und berechnet sich zu:

$$C = \frac{\Phi}{10 h^2} \quad (4)$$

( $C$  ist für verschiedene Lichtpunkthöhen und Lampengrößen in Tabelle I angegeben.)

Tabelle I.

h m	C für Lichtstrom in Lumen			
	2500	4000	6500	10000
5	10	16	26	40
5,5	8,28	13,26	21,55	33,12
6	6,94	11,10	18,00	27,76
6,5	5,92	9,48	15,38	23,68
7	5,11	8,17	13,26	20,44
7,5	4,44	7,11	11,55	17,76
8	3,91	6,25	10,18	15,64
8,5	3,46	5,53	9,00	13,84
9	3,08	4,92	8,01	12,32
9,5	2,77	4,43	7,20	11,08
10	2,50	4,00	6,50	10,00
10,5	2,27	3,63	5,90	9,08
11	2,07	3,31	5,38	8,28
11,5	1,89	3,02	4,91	7,56
12	1,74	2,78	4,53	6,96
12,5	1,60	2,56	4,16	6,40
13	1,48	2,37	3,85	5,92
13,5	1,37	2,19	3,56	5,48
14	1,275	2,04	3,32	5,10
14,5	1,19	1,90	3,09	4,76
15	1,11	1,78	2,89	4,44

Auf diese Weise ist es also möglich, die Beleuchtungsstärke an jedem beliebigen Punkt eines Strassenplanes ohne weiteres festzustellen, wie auch jede mögliche Aenderung in den Beleuchtungsverhältnissen mühelos zu erfassen, wie sie sich gerade beim Projektieren häufig aus einer z. B. nötig werdenden Leuchtenverschiebung ergeben.

Sofern die Strasse praktisch eben verläuft, ist es ganz belanglos, ob sie gerade oder gekrümmt ist, denn die superponierten Lichtfleckbilder geben für jede beliebige Strassenform über jeden beleuchteten Punkt eindeutige Auskunft.

Der Normal-Lichtfleck gibt auch klare Auskunft über den Wirkungsgrad der Anlage. Man stellt z. B. ohne weiteres fest, wie Fig. 3 zeigt, wieviel Licht auf Gelände ausserhalb der Strasse fällt, statt die Strasse selbst zu beleuchten. Der Normal-Lichtfleck

wird dadurch zum bequemen Kriterium für die lichttechnischen Qualitäten der Leuchten und möglicherweise der Ausgangspunkt für leicht kontrollierbare Pflichtenheftbedingungen, denen die Leuchten für öffentliche Beleuchtung im Laufe der Zeit sicher unterworfen werden.

Wie der Horizontal-Lichtfleck kann in analoger Weise bei Bedarf ein Vertikal-Lichtfleck hergestellt werden.

Die Herstellung des Normal-Lichtfleckes kann mit jedem Lichtverteilungsmessapparat erfolgen. Damit verbunden ist allerdings eine längere Rechnung mit graphischer Interpolation, was bei der allgemeinen Einführung des Normal-Lichtfleckes als Projektierungswerkzeug viel zu zeitraubend wäre.

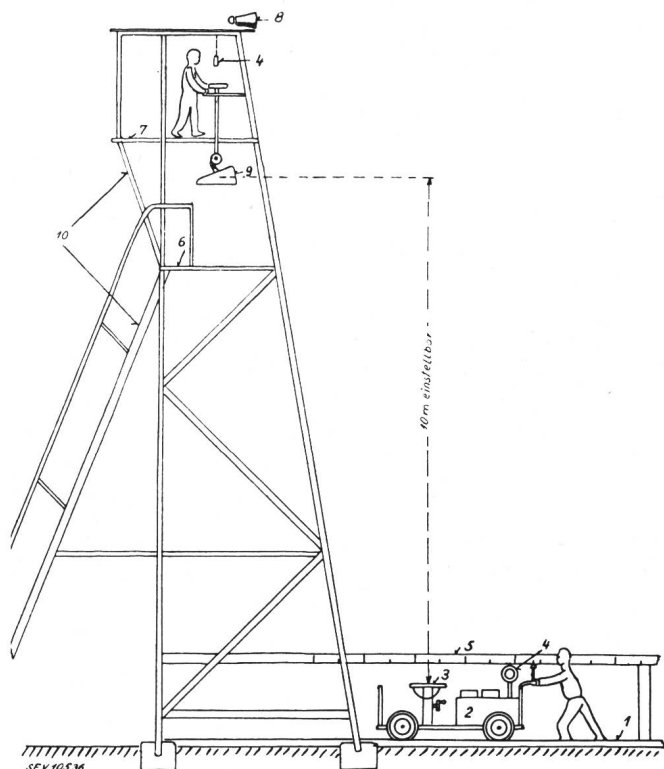


Fig. 4. Photometerbank mit Messwagen und Leuchtenturm für Normal-Lichtfleckbestimmung.

1 ca. 50 m Schienen. 2 Messwagen. 3 Messtisch. 4 Mikrophon. 5 Messlatte. 6 Montageplattform. 7 Bedienungsplattform. 8 Lautsprecher. 9 Leuchte, drehbar. 10 Treppenleiter.

Um diese Arbeit zu vereinfachen, kann man maßstäblich verkleinert im Laboratorium die Beleuchtungsstärken auf einer Ebene unter der Leuchte ausmessen und die Resultate auf 10 m Lichtpunkthöhe umrechnen. Die ideale Lösung ist allerdings die Schaffung einer besonderen Messanordnung, bei der die Beleuchtungsverhältnisse ohne weiteres unter Normalbedingungen untersucht werden können. Im Speziellen wird an eine Messbank gedacht (Fig. 4), mit einem 10-m-Leuchtenturm und einer am Fusspunkt der Lichtquelle ansetzenden Photometerbank in Form eines Schienenweges von mindestens 50 m Länge. Auf dem Schienenweg wird ein Messwagen verfahren, dessen Messebene sowohl in der Höhe als in den Neigungswinkeln

nach allen Seiten verstellbar ist, um Spezialfälle, wie Beleuchtungsstärken in geraden Steigungen oder in steigenden Kurven und ähnliches messtechnisch zu erfassen.

Die Messeinrichtung muss an einer Stelle stehen, an der störende nächtliche Beleuchtungseinflüsse vermieden werden und sollte die Möglichkeit einer Schienenverlängerung in sich schliessen, um die Messeinrichtung universeller zu gestalten (z. B. zum Ausmessen von Scheinwerfern usw.).

Infolge des nötigen Geländes und der Ausmasse wird die vorgeschlagene Messeinrichtung relativ kostspielig. Es wird daher vorgeschlagen, dieselbe

auf gemeinsame Kosten der interessierten Industrien im Rahmen eines öffentlich anerkannten Laboratoriums, z. B. der Materialprüfanstalt des SEV, zu erstellen und zur Verfügung der Leuchtenhersteller zu halten.

Die nötige Normungsarbeit könnte das SBK leisten und zu gegebener Zeit zwecks internationaler Normung der Internationalen Beleuchtungs-Kommission unterbreiten.

Es sei an dieser Stelle der BAG Turgi bestens gedankt, die für die Errechnung des Lichtfleck-Beispiels freundlicherweise besondere Lichtverteilungsmessungen vornehmen liess.

## Nachrichten- und Hochfrequenztechnik<sup>1)</sup> — Télécommunications et haute fréquence

### Rundfunk über die Lichtleitung

Nach P. P. Eckersley, Wireless World, Bd. 47 (1941), S. 298. 621.395.97.029.5

Wenn man an Drahrundfunk denkt, stellt sich die Frage, ob man dazu das schon existierende Netz, Telephon- oder Licht- und Kraftnetz benützen will, oder ob man daran denkt, ein spezielles Netz für Rundfunk, Fernsehen und ähnliche Zwecke zu errichten. Gegen ein neues Netz wird der Einwand erhoben, es sei zu kostspielig. Es wird aber daran erinnert, dass die Kosten für England nicht höher wären als für drei Wochen Kriegführung. Immerhin ist in absehbarer Zeit nicht mit einem neuen Leitungssystem zu rechnen, so dass nur die Wahl zwischen Telephon- und Starkstromleitung besteht. Diese hat den ausschlaggebenden Vorteil, dass sie 5mal soviel Teilnehmer bedient als die Telephonleitung. Zum Zwecke der Uebertragung besteht dabei nur die Möglichkeit des Trägerwellensystems. Fig. 1 zeigt das Prinzip, wie man die Trägerwellen in die Leitung hineinbringt.  $Ph_1, Ph_2, Ph_3$  seien die Sekundärwicklungen des Drehstromtransformators irgendeiner Unterstation, die irgendeinen Stadtteil mit niedergespanntem Strom versorgt. Dabei gehen vom neutralen Punkt N, der in der Unterstation geerdet ist, verzweigte Leiter in jedes Haus, während der Spannungsleiter jedes Hauses mit irgendeiner der drei Phasen so verbunden wird, dass die drei Phasen möglichst gleich belastet werden. Irgendwie sind deshalb alle Kupferleiter mit Einschluss der Sekundärwicklungen des Transformators untereinander verbunden. Dasselbe gilt für die Bleihüllen aller Kabel, die mit der Erde verbunden sind.

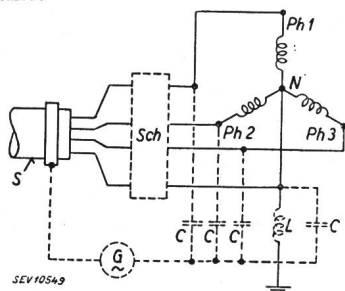


Fig. 1.

Methode zur Einführung hochfrequenter Ströme in das Verteilnetz bei einem Unterwerk.

- S Strassenkabel.
- Sch Schalttafel.
- L Drosselspule.
- C Kondensatoren.
- G Trägerfrequenz-generator.

Um nun zwischen den Kupferleitern und der Gesamtheit der Kabelhüllen ein bestimmtes Potential in bezug auf die Trägerwellen, und nur für diese zu erzeugen, kann man das Schema Fig. 1 anwenden. Zwischen Erde und Mittelleiter wird eine Drosselspule L eingesetzt, deren Impedanz für die Trägerwellen genügend hoch ist, um die nötige Potentialdifferenz zu erzeugen, für die gewöhnliche Netzfrequenz hingegen kein Hindernis darstellt. Jedem einzelnen der Punkte N,  $Ph_1, Ph_2, Ph_3$  wird die Trägerwellenspannung über einen Kondensator C zugeführt, da die in Fig. 1 gezeichneten Sekundärwicklungen des Netztransformators für die Trägerfrequenz eine

<sup>1)</sup> Wir ändern mit dieser Nummer den Titel der unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Tank stehenden bisherigen Rubrik «Hochfrequenztechnik und Radiowesen» in «Nachrichten- und Hochfrequenztechnik», um darin auch Artikel über allgemeine Nachrichtentechnik aufzunehmen.

hohe Impedanz darstellen. Auf diese Weise sind alle Phasen und der Nulleiter an den einen und die Bleihüllen an den anderen Pol des Trägerfrequenzgenerators H angeschlossen. Wie die Hausempfänger oder Programmwähler an die Netzleitung angeschlossen werden, zeigt Fig. 2. Diese Anschlussmethode soll eine möglichst grosse Störfreiheit bedingen. Es soll noch erwähnt werden, dass die Zuleitungskabel in bezug auf die Trägerfrequenz konzentrische Leiter darstellen, indem die ziemlich hohen Trägerfrequenzströme von ungefähr einem Ampere auf der Aussenseite der Kupferleitungen und auf der

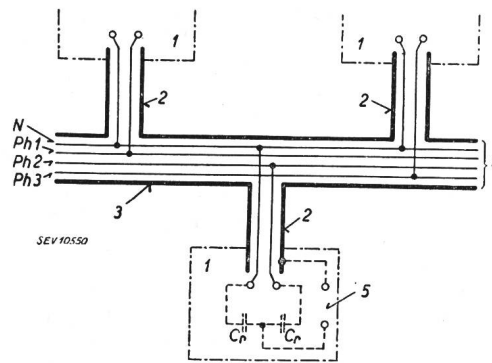


Fig. 2.

Anschluss der Empfänger und Programmwähler an das Strassenkabel (im Schnitt). 1 Haus. 2 Anschluss. 3 Abschirmung. 4 Strassenkabel. 5 Programmwähleranschluss.

Innenseite der Bleimäntel fliessen. Trotz der Erdung der letzteren hat man deshalb keine eigentliche Erdrückleitung. Die relativ hohen Ströme fliessen hingegen wegen der hohen Impedanz der Erdleitung nicht in die Hausinstallationsleitungen mit den angeschlossenen Verbrauchern, Licht, Heizung usw. hinein; sie dienen lediglich zur Aufrechterhaltung einer genügend hohen Spannung in den Kabelzuleitungen mit niedriger Impedanz.

Da eine Unterstation im Mittel kaum mehr als 500 Häuser mit Energie versorgt, wäre es unökonomisch, diese Unterstationen mit einzelnen Sendern zu versehen. Man könnte etwa daran denken, die den verschiedenen Programmen entsprechenden Trägerwellen über die Hochspannungsleitungen den einzelnen Unterstationen zuzuführen. Dies bedingt jedoch kostspielige Anschlussinstallationen, die gelegentlich zur Nachrichtenübermittlung längs Hochspannungsleitungen verwendet werden. Ebenso müssten die Unterstationen, bzw. ihre Transformatoren, durch kapazitive Nebenschlüsse überbrückt werden. Sehr oft werden aber die Hochspannungskabel von einer Telephonleitung begleitet, der die hochfrequenten Trägerwellen ohne Störung ihrer normalen Funktion überlagert werden können. In der Unterstation würden dann lediglich Verstärker aufgestellt, welche die einzelnen Trägerwellen samt ihrer Modulation auf das gleiche Niveau verstärken und gemäss der in Fig. 1 dargestellten Art und Weise auf die Versorgungskabel der Häuser überleiten.