

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 28 (1937)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Die elektrische Tresterrocknungsanlage der OVA  
**Autor:** Werdenberg, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059825>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.04.2026

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

dem Messgeräte Charakteristiken von Gleich- und Wechselstromdynamos oder Elektronenröhren usw. aufgenommen werden.

c) Wird ein Messwerk an eine Photozelle, das andere an die Spannung einer Glühlampe geschaltet, kann die Abhängigkeit der Lichtstärke der Glühlampe von der speisenden Spannung gemessen werden.

### Zusammenfassung.

Die beschriebenen Messmethoden, bei denen die Abhängigkeit zweier elektrischer oder nichtelektrischer Grössen und insbesondere auch die Ortskurven der Wechselstromtechnik durch die Lage und

Bewegung einer Lichtmarke auf einer Projektionsfläche direkt gemessen werden, haben sich beim Unterricht sehr gut bewährt.

Bei den angestellten Versuchen hat man neue, bisher nicht beobachtete Erscheinungen festgestellt, was den Wert der beschriebenen Messmethoden für Forschung beweist.

Schliesslich bietet die photographische Aufnahme der Ortskurven und der Charakteristiken grosse Vorteile für laufende Messungen von elektrischen Maschinen und Geräten in Versuchsstätten.

## Die elektrische Trestertrocknungsanlage der OVA.

Von W. Werdenberg, Kilchberg (Zürich).

621.364.6:663.3

*Aufbau und Wirkungsweise der elektrischen Trestertrocknungsanlage in Affoltern a. A. werden beschrieben. Sie kann in automatischem Betrieb in der Stunde 2000 kg Nasstrester trocknen, d. h. dessen Feuchtigkeitsgehalt von 70 % auf 10 % reduzieren. Der elektrische Luftherhitzer kann 1500 kW aufnehmen. Die Anlage verbraucht in 50 Betriebstagen 850 000 kWh. Für 1000kg Nasstrester sind ca. 800 kWh nötig; bei Ausnützung aller Möglichkeiten dürfte der spezifische Energieverbrauch noch um etwa 10 % sinken.*

*L'auteur expose l'agencement et le fonctionnement d'une installation pour le séchage électrique des marcs à Affoltern a. A. En marche automatique, cette installation peut sécher à l'heure 2000 kg de marc, c'est-à-dire en réduire la teneur en eau de 70 à 10 %. Le chauffe-air électrique peut absorber jusqu'à 1500 kW. Pendant 50 jours d'exploitation, l'installation a consommé 850 000 kWh; le séchage de 1000 kg de marc exige environ 800 kWh. En utilisant toutes les possibilités, on pourrait encore réduire la consommation spécifique de 10 % environ.*

### 1. Zweck der Anlage.

Bisher wurde in der Schweiz der Obsttrester zum grössten Teil auf Alkohol verarbeitet. Die Obstverwertungsgenossenschaft Affoltern a. A. (OVA) ist nun daran gegangen, den Trester anders zu verwenden, nämlich ihn nach einem im Ausland schon längere Zeit bekannten und auch in der Schweiz seit kurzem angewandten Verfahren zu trocknen. Dabei wurde aber, dank der Unterstützung der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ), erstmals die für die Trocknung nötige Wärme nicht mehr, wie sonst üblich, in einem Koksofen, sondern elektrisch erzeugt.

Der Zweck der Trocknung ist, die normalerweise nach etwa acht Stunden Lagerung eintretende Gärung des nassen Tresters zu verhindern, indem der ursprüngliche Wassergehalt von etwa 70 % auf etwa 10 % herabgesetzt wird. Dadurch können wertvolle Nährstoffe erhalten und der Trester kann haltbar und transportfähig gemacht werden. Der getrocknete Trester wird nach zwei verschiedenen Richtungen verwertet:

Der Birnentrester ist in erster Linie ein Futtermittel für Mastvieh, eignet sich aber wegen seiner Nährstoffzusammensetzung auch besonders als Futtermittel für Pferde.

Der Apfeltrester wird vor allem zur Gewinnung von Pektin verwendet. Pektin ist ein kohlehydratähnlicher Bestandteil des Zellgerüsts, das nach verschiedenen, patentierten Verfahren gewonnen wird. Es findet als Nahrungsmittel für den Menschen Absatz in der Konservenindustrie und ist ein begehrter Ausfuhrartikel.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise der Anlage.

Die Anlage (siehe Fig. 1, 2 und 3) ist zum Trocknen von 2000 kg Nasstrester pro Stunde gebaut. Sie besteht in grossen Zügen aus einer wärmeisolierten, rotierenden Eisentrommel (1) von etwa 1,2 m Durchmesser und etwa 9 m Länge, in welcher Schikanen den Trester langsam vorwärts bewegen. An

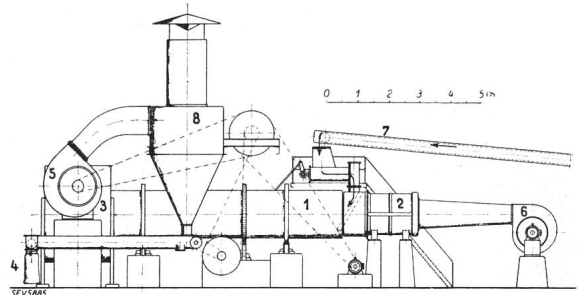


Fig. 1.

Trester-Trocknungsanlage.

- 1 Trockentrommel. 2 Luftherhitzer. 3 Abkühlvorrichtung.  
4 Sackabfüllung. 5 Saugventilator. 6 Druckventilator.  
7 Transportband. 8 Zyklon.

der Eintrittsseite steht der elektrische Luftherhitzer (2) mit 1500 kW Maximalleistung. Dieser liefert die nötige heisse Luft von ca. 650° C. An der Austrittsseite befindet sich eine Einrichtung zum Abkühlen des warmen, trockenen Tresters (3) und eine Sackabfüllvorrichtung (4). Ein Saugventilator (5) hat den nötigen, der Tresterart anzupassenden Luftstrom in der Eisentrommel zu erzeugen. Ein Druckventilator (6) vor dem Luftherhitzer dient dazu, die kalte Luft durch die einen grossen Luftwiderstand bildenden Heizspiralen zu treiben. Es werden etwa 6800 m<sup>3</sup> Luft pro Stunde gefördert.

Der nasse Trester wird auf einer Transporteinrichtung (7) aus den Silos kontinuierlich in der Nähe des Lufterhitzers in die Trommel eingeführt. Aus dieser 650° C warmen Zone läuft er dann stetig zum Ende der Trommel, wo er auf etwa 100° C abgekühlt und zur Sackabfüllung geleitet wird. Im ganzen liegt der Trester rund 30 bis 40 Minuten

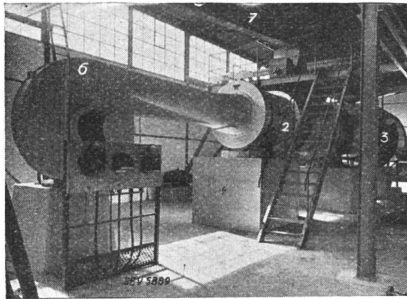


Fig. 2.  
Ansicht der Anlage von vorn.  
(Erklärung der Zahlen in Fig. 1.)

in der Trommel. Die leichten, vom Luftstrom mitgenommenen Teile des Tresters werden in einem Zyklon (8) aufgefangen und automatisch wieder mit dem trockenen Trester vermischt. Die stark gesättigte, 100° C warme Luft wird durch einen Kamin abgeführt. Die Temperaturregulierung wird vor allem durch Aenderung der geförderten Luftmenge, aber auch durch Aenderung der Lufterhitzerleistung vorgenommen, wobei die Aenderung der elektrischen Leistung eine gröbere Régulierung und die der Luftmenge eine feinere Régulierung ermöglicht. Die Trocknungsdauer wird nicht reguliert.

Die elektrische Energie wird aus dem sehr nahe bei der Trocknungsanlage stehenden Unterwerk Affoltern der Elektrizitätswerke des Kantons Zü-

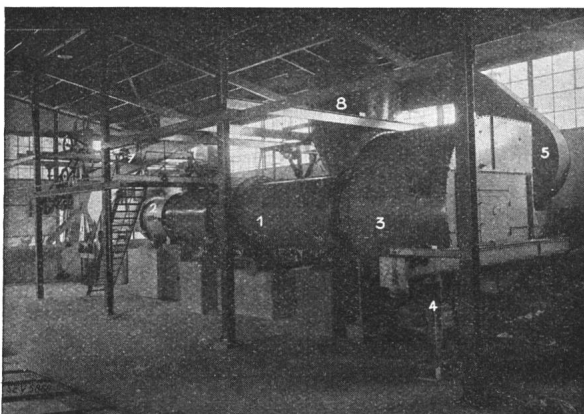


Fig. 3.  
Ansicht der Anlage von hinten.  
(Erklärung der Zahlen in Fig. 1.)

rich in der Spannung von 8000 V geliefert. Im selben Gebäude wie die Trocknungsanlage ist eine Transformatorenstation aufgestellt, die die Energie von 8000 V auf 600 V transformiert (Fig. 4 und 5). Der Transformator besitzt Anzapfungen,

die gestatten, die Spannung in 12 Stufen zwischen 660 V und 460 V und somit die Leistung des elektrischen Lufterhitzers zwischen 1500 kW und 750 kW zu regulieren. Da der Widerstand des Lufterhitzers aus sechs Gruppen besteht, die aber einzeln abgesichert sind, so kann durch Herausnehmen der Sicherungen oder Umschalten der Wider-

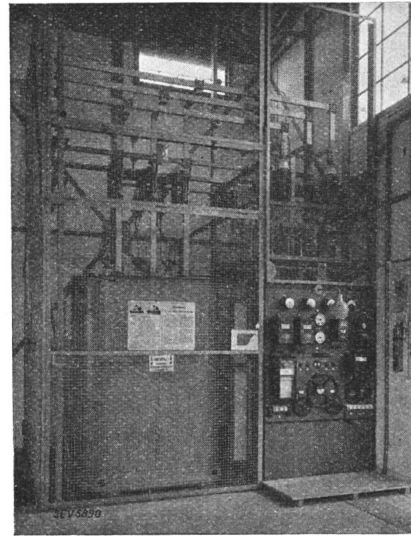


Fig. 4.  
Transformatorenstation 8000/600 V.

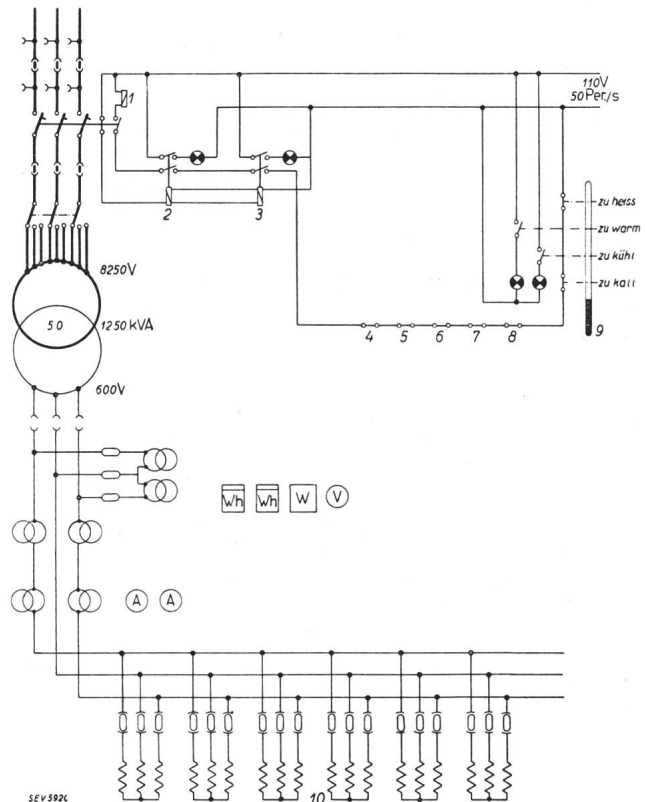


Fig. 5.

**Prinzipschema der Trester-Trocknungsanlage.**

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1 Nullspannungsmagnet.               | 6 Vakuummeter, Saugventilator.         |
| 2 Sperrmagnet für Stufenschalter.    | 7 500 V-Schalter des Druckventilators. |
| 3 Sperrmagnet für Nullpunktschalter. | 8 Thermostat, Transformator.           |
| 4 Notauslösung.                      | 9 Fernthermometer und Signalgabe.      |
| 5 Manometer, Druckventilator.        | 10 Lufterhitzer.                       |

stände von Dreieck auf Stern die Leistung des Lufterhitzers noch beliebig weiter verändert werden. Zum Schutze der Trocknungsanlage sind verschiedene Verriegelungen und Relais eingebaut, die vor allem verhindern sollen, dass der elektrische Lufterhitzer zu heiss wird. Die Einzelheiten gehen aus dem Prinzipschema hervor. An Messinstrumenten wurden zur Ueberwachung der Anlage Ampèremeter, Voltmeter und Fernthermometer und zur Verrechnung der Energie Zähler und Registrierwattmeter installiert.

Der Lufterhitzer mit seiner Nennleistung von 1500 kW ist meines Wissens der grösste derartige Wärmeerzeuger dieser Art und verdient deshalb, noch näher beschrieben zu werden. Er wurde von der A.-G. Brown, Boveri & Co. gebaut. Die Heizwiderstände aus einem Material, das bis zu 1000° C zunderbeständig ist, liegen lose in keramischen Rohren. Diese Rohre sind zu einem Bündel zusammengefasst und in wärmeisolierendes Material eingebettet. Die zu erwärmende Luft wird durch den Druckventilator durch die Rohre und Heizwiderstände getrieben. Wegen der grossen Luftgeschwindigkeit ist der Wärmeübergang zwischen Heizwiderstand und Luft sehr gut; das Wärmegefälle zwischen Widerstand und Luft beträgt im Mittel etwa 200° C. Bemerkenswert sind die sehr kleinen Dimensionen des Lufterhitzers (Länge 175 cm, Aussendurchmesser 135 cm). Die Wärmeverluste sind äusserst gering; sie betragen nur ca. 4 kW, was einem Wirkungsgrad des Lufterhitzers von 99,7 % entspricht.

### 3. Bisherige Betriebsergebnisse.

Die Anlage kostete ohne Gebäude ca. 50 000 Fr. Sie wurde Ende September 1936 in Betrieb genommen; schon nach wenigen Probeläufen konnte die Trockentrommel normal beschickt werden. Wegen der diesjährigen geringen Obsternte war aber der vorgesehene 24stündig ununterbrochene Betrieb der Anlage nicht möglich; die Anlage musste öfters für einige Stunden abgestellt werden. Bei dieser Betriebsweise kam die Ueberlegenheit der elektrischen Heizung gegenüber der Kohlenheizung, die in der sehr kurzen Anheizdauer des Lufterhitzers von nur sieben Minuten liegt, deutlich zur Geltung. Bei Kohlefeuerung wären häufige Abstellungen ohne grosse Energieverluste nicht möglich gewesen. Ferner trat als besonderer Vorteil der elektrischen Heizung die fast trägheitslos arbeitende und einfach zu bedienende Regulierung hervor. Diese Eigenschaft machte sich besonders geltend, wenn es sich darum handelte, zu hohe Temperaturen rasch herunterzu regulieren. Bei Kohlefeuerung ist es fast unvermeidlich, dass in solchen Fällen der Trester teilweise verbrennt und damit unbrauchbar wird.

Ueber die Menge des während den ersten 50 Tagen getrockneten Tresters und den Energieverbrauch gibt Fig. 6 Aufschluss. Darin sind als Summenkurven aufgetragen: das ungefähre Gewicht des Nassresters, des Trockentresters, des ausgetriebenen Wassers und der Energieverbrauch in kWh.

Darnach wurden innert 50 Tagen etwa 850 000 kWh geliefert. Die Gesamtlieferung für die diesjährige Kampagne beträgt rund 1 200 000 kWh, wird aber in einem guten Obstjahr noch wesentlich grösser werden. Der spezifische Energieverbrauch ist im Mittel ca. 800 kWh pro 1 Tonne Nassrestler oder ca. 1800 kWh pro 1 Tonne Trockentrestler. Dieser Verbrauch liegt über dem erwarteten Wert. Dazu ist aber zu bemerken, dass der spezifische Verbrauch je nach den Eigenschaften des Tresters schwankt; die Feinheit, die Sorte (Apfel oder Birne), der Wassergehalt sind bestimmend für den Energieverbrauch. Einzelne kurzzeitige Versuche haben ferner gezeigt, dass der spezifische Ver-

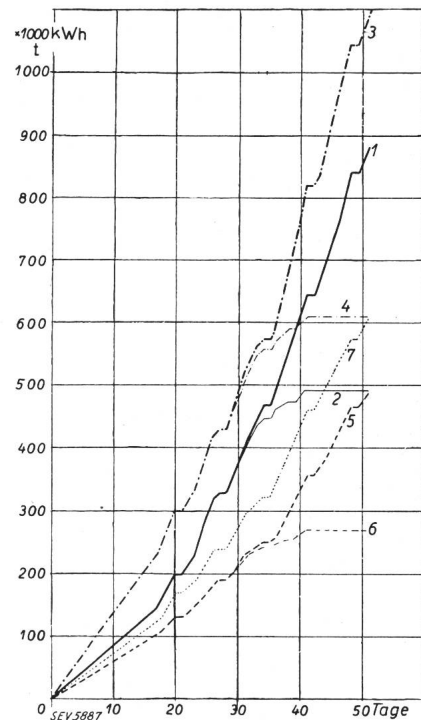


Fig. 6.

Summenkurve der Trestermenge und des Energieverbrauches.

- 1 Gesamtenergieverbrauch in kWh.
- 2 Energieverbrauch für Birnentrester.
- 3 Gewicht des gesamten Nassresters in t.
- 4 Gewicht des Birnen-Nassresters in t.
- 5 Gewicht des trockenen Resters in t.
- 6 Gewicht des trockenen Birnentresters.
- 7 ausgetriebene Wassermenge in t.

brauch durch genaueres Abstimmen von Tresterzufuhr, elektrischer Leistung, geförderter Luftmenge usw. wahrscheinlich noch um etwa 10 % vermindert werden kann. Auch der heute teilweise erreichte Feuchtigkeitsgehalt des Trockentresters von nur 2,5 % darf wesentlich höher liegen; 10 % Feuchtigkeitsgehalt genügen, da der Trester während der Lagerung bis zu diesem Grade wieder Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt. Bei weniger starker Trocknung steigt der Wirkungsgrad der Trockentrommel an und der spezifische Energieverbrauch nimmt weiter ab. Es darf deshalb angenommen werden, dass noch namhafte Verbesserungen des Betriebes möglich sind.

Da heute über den spezifischen Kohlenverbrauch in ähnlichen Anlagen mit Feuerheizung noch keine

genauen Unterlagen bekannt sind, so ist der sogenannte Äquivalenzpreis nicht einwandfrei feststellbar. Eingehende Dauerversuche an zwei genau gleichen Anlagen, aber mit verschiedener Heizung sollten darüber Aufschluss geben. Wegen des diesjährigen Obstmangels und des dadurch entstandenen unregelmässigen Betriebes der Trocknungsanlage konnten aber diese Versuche nicht durchgeführt werden; sie mussten auf die nächste Kampagne verschoben werden. Die theoretischen Be-

rechnungen haben vorläufig zu einem Paritätspreis von rund 1 Rp./kWh geführt.

Dieser Preis wäre für eine unbeschränkte Lieferung von Energie zu niedrig. Es wurde deshalb zwischen dem Energielieferanten und der OVA vereinbart, dass diese eine Koksheizanlage aufzustellen habe, sobald die verfügbare Energie knapp wird. Diese Koksheizanlage muss dann wahlweise an Stelle des elektrischen Lufterhitzers in Betrieb genommen werden können.

## Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

### Selbsttätige Anlasswiderstände.

621.316.717 : 621.385.8

Um die bei der Einschaltung elektrischer Maschinen auftretenden Stromstösse zu vermindern, werden im allgemeinen Anlasswiderstände eingebaut, deren Widerstand am Anfang gross und am Ende der Anlaufzeit klein ist. Dieses Verhalten der Anlasswiderstände findet sich auch bei Halbleitern, die einen negativen Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes haben; d. h. bei diesen Halbleitern sinkt der elektrische Widerstand mit steigender Temperatur.

Den Gedanken, solche Halbleiter als Anlasswiderstände zu verwenden, hat die Philips-Gesellschaft in ihren sogenannten «Starto» verwirklicht. Als Halbleiter dient in den «Starto»-Röhren eine Mischung von Silizium mit einem keramischen Bindemittel, die grosse Unterschiede zwischen Kalt- und Warmwiderstand erreicht. Das Widerstandsmaterial ist in Form eines Stabes in einer mit Argon gefüllten Glasröhre untergebracht (Fig. 1). Fig. 2 zeigt den Verlauf der Widerstands-Strom-Kennlinien von Anlassröhren bis zum maximal zulässigen Strom von 100 A. Die Kaltwiderstände sind so gewählt, dass der Strom beim Einschalten der Netzspannung ungefähr  $\frac{1}{8}$  des wegen der Röhre höchstzulässigen Stromes beträgt. Der Konstrukteur hat es

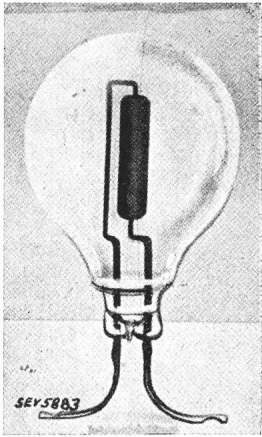


Fig. 1.  
Starto-Anlassröhre,  
Typ 35 A.  
Höhe ca. 20 cm.

aber in der Hand, diese Verhältnisse in weitgehendem Masse zu ändern. Die Röhren werden zur Einschaltung von Spannungen von 125, 220 und 380 V hergestellt. Der Spannungsver-

Anlassen vielfach kurzgeschlossen. Die Anlassdauer hängt von der Einstellung des Gleichgewichtszustandes von zugeführter und abgeführter Wärme ab. Grosser Kaltwiderstand, grosse Masse und grosse Oberfläche des Widerstandes geben also eine grosse Anlassdauer. Die Anlassdauer kann ebenfalls durch entsprechende Wahl der Lampen in weitem Masse verändert werden.

Die Anlassröhren eignen sich zum Einschalten von Motoren, Lichtnetzen, Transformatoren, Kondensatoren usw. Sie arbeiten vollkommen selbsttätig und besitzen eine lange Lebensdauer. Der 3-A-Typ gestattet beispielsweise über 10 000 Stunden Dauerbelastung und über 100 000malige Einschaltung eines 1,3-A-Motors. Die Anlassröhren können aber auch zu verzögertem oder schrittweisem Einschalten verwendet werden, indem dem Anlasswiderstand ein Drahtwiderstand parallel geschaltet wird. Die Anlassröhren können damit auch die Rolle von Relais übernehmen. — (P. C. Van der Willigen, Philips Techn. Rundsch., Juli 1936.) W. W.

### Die Blendungsfrage bei der Strassenbeleuchtung.

621.843.615 : 628.971.6

In einem interessanten, gut fundierten Artikel berichtet Bouma in Philips' Technische Rundschau Bd. 1 (1936), Nr. 8, S. 225, über eingehende Studien und Versuche über die Blendungsfrage bei der Strassenbeleuchtung. Aus dieser Arbeit lassen sich folgende praktischen Folgerungen ziehen:

Es ist in jeder Hinsicht erwünscht, dass das Auge der blendenden Wirkung einer festen Lichtquelle, an welcher es sich vorbeibewegt, nur möglichst kurze Zeit ausgesetzt wird. Zu diesem Zweck muss vermieden werden, dass die Lichtquelle unter schwachen Neigungswinkeln strahlt (beispielsweise von weniger als  $15^\circ$  gegen den Horizont).

Wegen der Sukzessivblendung und der Hinderlichkeit ist es erwünscht, den Lichtquellen geringe Leuchtdichten (also grosse Oberflächen) zu geben. In dieser Beziehung hat das Natriumlicht bei Benutzung unabgeschirmter Lichtquellen besondere Vorteile gegenüber dem Quecksilberlicht.

Aus denselben beiden Gründen ist die Verwendung von Lichtquellen, die wenig oder keine blauen Strahlen enthalten, vorteilhaft («Selectiva»-Licht für Automobil- und Fahrradlampen, Natriumlicht für feste Beleuchtung).

Durch Erhöhung der Leuchtdichte der Strassendecke (sei es durch Steigerung der Beleuchtungsstärke oder durch Vergrösserung des Reflexionskoeffizienten der Strasse) ist im allgemeinen eine Verringerung der Blendung durch die Lichtquellen zu erzielen.

Die Blendung durch andere Wegbenutzer ist viele Male stärker als die durch unzulänglich abgeschirmte feste Lichtquellen, welche aber wegen ihres immer wiederkehrenden Auftretens doch stärker stören, als man zu glauben geneigt ist. Die ideale Lösung ist also: die Strassen hauptsächlich durch feste Lichtquellen zu beleuchten und diese richtig zu schirmen, so dass sie nicht unter geringen Neigungen gegen den Horizont zu sehen sind.

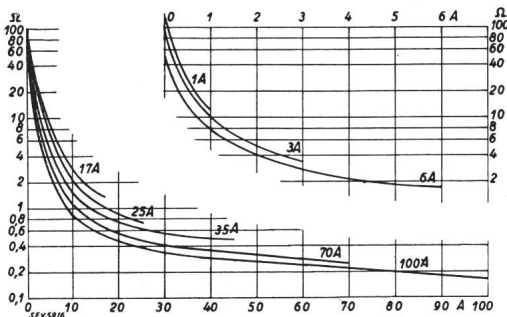


Fig. 2.  
Widerstand-Strom-Kennlinien der 220-V-Starto-Röhren,  
Typen 1 bis 100 A.

lust solcher Röhren liegt zwischen 6% und 10%. Aus diesem Grunde und um die Anlassröhre für eine nächste Schaltung wieder bereitzuhalten, wird die Anlassröhre nach dem