

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 54 (1963)  
**Heft:** 3

**Rubrik:** Mitteilungen SEV

#### 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

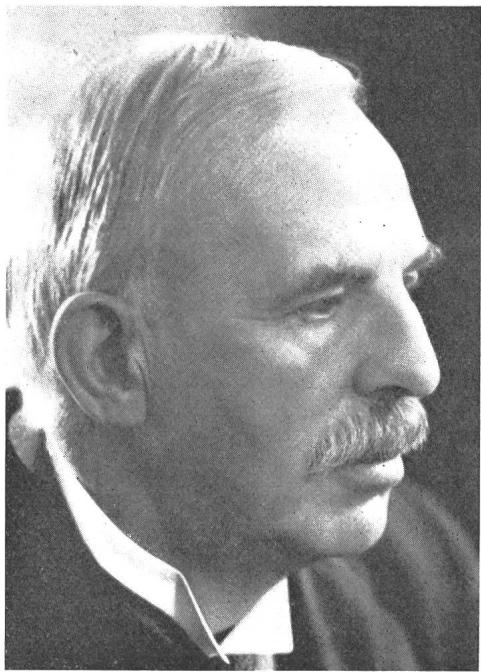
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

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

# LORD RUTHERFORD

1871 — 1937



Am 19. August 1962 jährte sich der Todestag Lord Rutherfords zum 25. Mal. Seine wichtigsten, für die Physik bahnbrechenden Arbeiten betrafen unter anderem die 1903 aufgestellte Theorie über den radioaktiven Zerfall. 1911 erkannte er, dass das Atom einen praktisch die ganze Masse umfassenden, positiv geladenen Kern besitzen müsse. Zwei Jahre später entwickelte dann *Bohr* auf Grund dieser Erkenntnis das bis heute gültige Atom-Modell. 1919 gelang Rutherford unter Verwendung natürlicher, radioaktiver Elemente die erste Atomumwandlung. (Bestrahlung von Stickstoff mit Alpha-Teilchen, wobei Sauerstoff entstand.)

Ernest Rutherford wurde am 30. August 1871 in Nelson (New Zealand) geboren. Er hatte Lehrstühle inne in Montreal (1898) und Manchester (1907), alsdann wurde er Vorstand des berühmten Cavendish Laboratoriums in Cambridge, wo er unter anderem auch Lehrer *Cockrofts* und *Waltons* war. 1908 wurde ihm der Nobelpreis für Chemie zugesprochen; im Jahre 1931 wurde er in den Adelsstand erhoben und trug fortan den Titel «Lord Rutherford of Nelson». Lord Rutherford starb am 19. August 1937 in Cambridge.

Eine seit kurzem in der Physik eingeführte kleinere Einheit für die Radioaktivität heisst zu seiner Ehre ein Rutherford = 1 rd. Es ist die Radioaktivität einer beliebigen Substanz, bei der pro Sekunde  $10^6$  Zerfallsakte stattfinden. Mit der früher eingeführten Einheit 1 Curie (c) ist die neue Einheit durch folgende Beziehungen verknüpft:  $1 \text{ rd} \triangleq 2,7 \cdot 10^{-5} \text{ c}$ ;  $1 \text{ c} = 3,7 \cdot 10^4 \text{ rd}$ .

H. W.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Studienreise der Schweizerischen Beleuchtungskommission zur Besichtigung öffentlicher Beleuchtungsanlagen in Deutschland

Unter der Leitung des Präsidenten der Schweizerischen Beleuchtungskommission, Prof. *R. Spieser*, dem Vorsitzenden der Fachgruppe 5 (Öffentliche Beleuchtung) Direktor *R. Walther* und unter der administrativen Betreuung des Sekretärs der Schweizerischen Beleuchtungskommission, Dr. *H. Schindler*, wurde den Mitgliedern der Fachgruppe 5 und weiteren Interessenten die Möglichkeit geboten, einige neue Beleuchtungsanlagen von Autobahnteilstrecken, autobahnähnlichen Strassen und verschiedenen grösseren Verkehrsgebäuden gründlich zu besichtigen. Das grosse Interesse, das dem Problem der Beleuchtung von Autobahnen und sonstigen grösseren Strassenbauwerken auch in der Schweiz im Hinblick auf den Bau unserer Nationalstrassen zukommt, wurde durch die stattliche Teilnehmerzahl von 36 Personen eindrücklich manifestiert. Nachstehend seien deshalb einige technische Daten der besichtigten Anlagen, wesentliche Voten aus den stattgefundenen Diskussionen und einige persönliche Eindrücke kurz zusammengefasst.

An der am 4. November in Köln abgehaltenen Orientierungssitzung vermittelte Oberbaurat *Ranabauer* einen Überblick über die Entstehung und die Zielsetzung der Versuchs-Beleuchtungsanlage des sechsspurigen Autobahnabschnittes Köln/Mülheim—Leverkusen (Fig. 1 und 2). Er führte dabei aus, dass verschiedene Stellen des Bundesministeriums für Verkehr etwa seit 1935 sich mit dem Problem der Beleuchtung von Autobahnen beschäftigt hätten, dies namentlich im Hinblick auf die Erhöhung der mittleren Reisegeschwindigkeit und der Unfallverhütung. Ein erster Versuchsabschnitt von 1,5 km Länge ist deshalb schon vor dem Krieg in Berlin erstellt worden. Die mit Natriumdampflampen von 120 W und einem Mastabstand von rund 100 m ausgerüstete Strecke erzielte eine Beleuchtungsstärke von kaum 4 lx; sowohl Gleichmässigkeit wie auch die Kostenstruktur waren ungünstig. Seit etwa 1948 ist mit dem immer vergrösserten Verkehrsaufkommen und der damit erhöhten Unfallgefahr infolge der Blendung durch entgegenkommende Fahrzeuge das Interesse an stationären

Beleuchtungsanlagen gewachsen, doch stehen keine Bundesmittel für die Ausführung solcher Anlagen zur Verfügung. Trotzdem ist es gelungen, einen neuen Grossversuch durchzuführen. Es ist dies der rund 7,3 km lange Autobahnabschnitt Köln/Mülheim nach Leverkusen, der mit zwei grundsätzlich verschiedenen statio-nären Beleuchtungssystemen ausgerüstet ist. In diesem beleuchteten Autobahnabschnitt, der neben sechs Fahrspuren auch über zwei Standspuren verfügt, wurden gleichzeitig zwei Verkehrs-knotenpunkte, nämlich das Leverkusener Kreuz sowie die An-schluss-Stellen Leverkusen und Köln/Mülheim miteinbezogen. An die zu erstellenden Beleuchtungsanlagen wurden folgende technische Anforderungen gestellt:

1. Eine möglichst gleichmässige mittlere Beleuchtungsstärke von 14 lx auf der Fahrbahn;
2. Tageslichtähnliche Lichtfarbe;
3. Die Verwendung von blendungssarmen Leuchten;
4. Eine möglichst wenig verkehrsgefährdende Anordnung der Beleuchtungsanlage;
5. Tiefhaltung der Wartungskosten.

Hauptdaten der Versuchsbeleuchtungsstrecken auf der 6 + 2-spurigen Autobahn Köln—Leverkusen

Tabelle I

	Versuchsstrecke 1	Versuchsstrecke 2
Streckenlänge	3,3 km	4,0 km
Mit der Arbeit betreute Firma	Siemens	AEG
Beleuchtungssystem	Einzel- und Doppel-ausleger	Längskette zwischen Tragmasten
Lichtquellen	Hg-Dampf-Hoch-drucklampen 400 W	Leuchtstofflampen 65 W
Leuchtentyp	Ovalspiegelleuchten	Langfeldleuchten für 2 Lampen

Fig. 1

**Autobahn Köln-Leverkusen  
(6+2spurig), Versuchsstrecke mit Längskette über dem Mittelstreifen**



Von den verschiedenen eingelangten Beleuchtungsprojekten sind schliesslich zwei grundsätzlich verschiedene Beleuchtungssysteme zur Ausführung ausgewählt worden. Einige charakteristische technische Daten der beiden erstellten Versuchsstrecken gehen aus Tabelle I hervor.

Auf der Versuchsstrecke 1 kamen sowohl auf der Autobahn wie am Autobahnkreuz und der Anschlussstelle Leverkusen mit Hg-Dampf-Hochdrucklampen bestückte Doppelausleger- bzw. Einzelauslegermaste mit Ovalspiegelleuchten zur Aufstellung. Auf offener Fahrstrecke wurden die Doppel auslegermaste im richtungstrennenden Mittelstreifen aufgestellt.

Die Versuchsstrecke 2 wurde als Längskettenbeleuchtung konzipiert. Die beidseitig ausstrahlenden Langfeldleuchten-Leuchtstofflampen wurden an Halteseilen zwischen den im Mittelstreifen aufgestellten Trag- und Abspannmasten befestigt, wobei ein mit Nachspannvorrichtung versehenes Spannseil für die gleichmässige Aufhängehöhe und Windstabilisierung der Leuchten sorgt.

Bei beiden Beleuchtungssystemen wurden sowohl Maste wie Zuführungskabel im Mittelstreifen untergebracht, um neben geringeren Investitionskosten auch zu erreichen, dass die inneren, schnelleren Fahrspuren ein höheres Leuchtungsniveau aufweisen und eine gute Anleuchtung der linken Seite der zu überholenden Fahrzeuge gewährleistet wird.

Die Baukosten der Beleuchtungsanlage für den beide Versuchsstrecken umfassenden Autobahnabschnitt Köln—Leverkusen einschliesslich zweier Hochspannungsstationen, der gesamten Kabelanlage und allen Nebenanlagen sowie der Fernsteuerung zur Schaltung und Überwachung belief sich auf rund 2,2 Millionen DM. Ein Durchschnittspreis pro km Autobahn kann daraus nicht abgeleitet werden, da in diesen Kosten die bedeutenden Aufwendungen für das Leverkusener-Kreuz und die Anschluss-

bauwerke ebenfalls enthalten sind. Bedeutend sind auch die geschätzten Aufwendungen für Energieverbrauch, Lampenersatz und Wartung, die im Jahr auf rund 150 000 DM veranschlagt werden.

Die Lichtpunktthöhe der Längskette in dem rund 4 km langen AEG-Bauabschnitt (Versuchsstrecke 2) beträgt rund 10 m; als Aufhängung dienen insgesamt 70 je 15 m hohe Maste von 700...1000 kg Gewicht. Es wurden abgesetzte, feuerverzinkte Maste mit relativ grosser Materialstärke und dafür minimalem zulässigen Durchmesser aufgestellt und 2 Fundamenttypen verwendet; einer für Trag- und einer für Abspannmaste. Als Mastabstand wurde im allgemeinen 60 m und bei Überfahrten bis zu 85 m gewählt. Die als Raumkurve sichtbare Längskette trägt insgesamt 405 Spiegeloptikleuchten im Abstand von je 10 m. Jede ist mit zwei Leuchtstofflampen zu je 65 W der Farbe «hellweiss» bestückt. Zur Beleuchtung der Ein- und Ausfahrten der Anschlussstelle Köln/Mülheim und zweier Parkplätze wurden weitere 110 zweilampige Kreuzoptikleuchten an je 8,5 m hohen Auslegermaste angebracht. Zur Speisung der insgesamt 512 Leuchten (und Vorschaltgeräte) wird eine Leistung von 82 kW benötigt.

In dem rund 3,3 km langen Siemens-Bauabschnitt (Versuchsstrecke 1), der auch das Leverkusener-Kreuz und die Anschlussstelle Leverkusen umfasst, wurden insgesamt 96 je 12 m hohe Doppel auslegermaste im Abstand von rund 46 m und weitere 150 Einzelauslegermaste gleicher Höhe im Leverkusener-Kreuz und für die Anschlussstellen im Abstand von rund 40 m aufgestellt. Die Mastauskragung beträgt 4 m. Jede der montierten Ovalspiegelleuchten besitzt als optisches System eine Blechwanne aus Reinaluminium, die chemisch geälanzt und eloxiert wurde; als Lampe wurden durchwegs 400-W-Hg-Hochdruckdampflampen mit Leuchtstoffbelag verwendet. Diese Versuchsstrecke umfasst insgesamt 342 Lam-

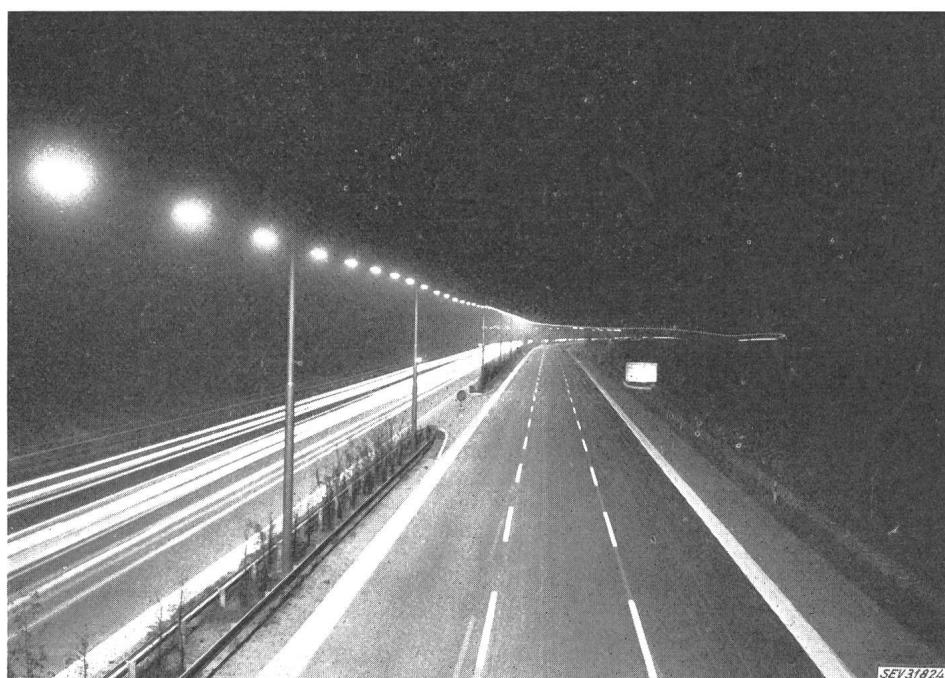


Fig. 2

Wie Fig. 1, aber bei Nacht,  
vom gleichen Standort aus  
Deutlich sichtbar sind die aufgehellten  
Markierungsstreifen, die den 11,5 m  
breiten Schwarzbelag eingrenzen

pen, die zusammen mit ihren Vorschaltgeräten eine Anschlussleistung von rund 150 kW benötigen.

Bei der nächtlichen Begehung der Autobahn zeigte es sich leider, dass die beiden Versuchsstrecken in ihrer Wirkung nur bedingt miteinander verglichen werden können, da die mit der Längskettenbeleuchtung ausgerüstete Strecke ein mittleres Beleuchtungsniveau von 14 lx als Betriebswert aufwies, wogegen die mit Masten ausgerüstete Strecke für einen Neuwert von 14 lx ausgelegt war; die heutige Beleuchtungsstärke aber bereits auf etwa 9...10 lx gesunken ist. Dies soll darauf zurückzuführen sein, dass in der Bundesrepublik keine einheitliche Auffassung darüber besteht, ob eine garantierte Beleuchtungsstärke als Neu- oder Betriebswert aufzufassen ist. Die Mastabstände dürften allerdings für die herrschenden Verhältnisse auch etwas zu gross gewählt worden sein. — Hervorzuheben ist der gute Eindruck, der ganz allgemein von der Längskette bei stehender Betrachtung oder beim Durchfahren mit relativ mässigen Geschwindigkeiten und trockenem Schwarzbelag gewonnen wurde, dies sowohl bezüglich Gleichmässigkeit als auch des sich bietenden ruhigen und regelmässigen Bildes (optische Führung).

Interessant war auch die strikte Ablehnung, die die auftraggebenden Instanzen einer Natriumdampflampen-Beleuchtung entgegenbrachten. Die Einbeziehung einer derartigen Beleuchtungsanlage habe überhaupt nie zur Diskussion gestanden. — Einen relativ ungünstigen Eindruck machten auf den Berichterstatter die Anleuchtung von Schrift- und Hinweistafeln, die nicht als Selbstleuchter ausgerüstet waren. Hier dürften sich sowohl bezüglich Schriftcharakter wie Anleuchtung noch durchaus nennenswerte Verbesserungen erzielen lassen. — Über die Kennzeichnung der Ein- und Ausfahrten in die Autobahn mittels Leuchten anderer Lichtfarbe herrschten sowohl unter den Gastgebern wie den Teilnehmern der Studienreise geteilte Auffassungen, die sich aber in der Diskussion insofern klärten, als man vermutlich gut daran tut, die Aufgaben der eigentlichen Strassenbeleuchtung von denen der Signalisierung zu trennen.

Das vorhandene Beleuchtungsniveau von im Mittel 10...14 lx dürfte nach den Feststellungen im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit genügen, wenn auch, besonders an Knotenpunkten ein höheres Beleuchtungsniveau die Übersicht nur erleichtern könnte.

Im Rahmen der Diskussion war ergänzend noch zu erfahren, dass die Verkehrsichte der Autobahn während 24 h zwischen 50 000 und 60 000 Fahrzeuge beträgt. Die errechneten Erstellungskosten je km reine Autobahn betragen bei der Ausführung als Längskette rund 126 000 DM und bei der gewählten Auslegeranordnung rund 110 000 DM. Die Kosten für elektrische Energie müssten mit 10 Pf. pro kWh bezahlt werden. An elektrischer Leistung für die Beleuchtungsanlage werden je km Autobahn bei der Mastbeleuchtung 18,5 kW und bei der Längskette 15,6 kW benötigt.

Von besonderem Interesse war auch die Besichtigung des *Heerder-Verkehrsdreiecks* (Fig. 3) in Düsseldorf. Dieses Verkehrsbauswerk stellt grundsätzlich ein gleichseitiges Dreieck von rund 300 m Seitenlänge dar; die Strassenführung verläuft in zwei bzw. drei Ebenen. Nach eingehenden Projektstudien wurde eine Lösung mit Hochmasten und einer Lichtpunktthöhe von 26...35 m gewählt. Je Mast wurden 6 Spezialleuchten aufgehängt, deren jede mit zwei Quecksilberdampf-Hochdrucklampen 400 W und einer Na-Dampflampe 200 W bestückt ist. Die mittlere Beleuchtungsstärke der gesamten Dreieckfläche ist mit etwa 31 lx ermittelt worden, wobei an den Kreuzungsstellen maximale Werte von bis zu 80 lx auftreten. Die Erstellungskosten der Beleuchtungsanlage einschliesslich aller Nebenkosten wie Transformatorenanlagen und der Kabelanlage sollen rund 1 Million DM betragen. Interessant war die Feststellung, dass die Zufahrtsstrassen zu diesem mit Mischlicht ausgerüsteten Verkehrsdreieck ausschliesslich mit Natriumdampflampen relativ hoher Leistung beleuchtet waren.

Die verschiedenen Auffassungen der zuständigen Stellen im Ruhrgebiet zum Einsatz der Natriumdampflampen zur Strassenbeleuchtung waren interessant: So verwendet die Stadt Köln überhaupt keine Natriumdampflampen, in der Stadt Düsseldorf werden nur die Ausfahrten von Autobahnen sowie die Kreuzungsstellen wichtiger Verkehrsadern damit beleuchtet, in Duisburg bestehen Natriumdampf-Beleuchtungsanlagen namentlich an



Fig. 3  
Beleuchtungsanlage des Heerder-Verkehrs-Dreiecks in Düsseldorf mit Hochmasten

Kreuzungen aber es herrscht die Tendenz, davon abzugehen und in Essen werden alle Bundesstrassen mit Na-Lampen beleuchtet; für die Strassenbeleuchtungsanlagen, die der Stadtverwaltung unterstehen jedoch ausschliesslich Quecksilberdampflampen verwendet.

Die *Innenbeleuchtung der Mehrzweckhalle Düsseldorf* zeigte auch einige interessante Aspekte, ist doch in diesem Raum von 30 auf 65 m zum ersten Mal eine Xenonlampenbeleuchtung grösseren Ausmasses für Innenräume angewendet worden. Neben 264 Glühlampen zu je 200 W in Reflektoren, die zusammen eine mittlere Beleuchtungsstärke von 110...120 lx ergeben, kann zusätzlich oder allein auch die aus 12 Xenon-Langbogenlampen zu je 10 kW bestehende Xenon-Beleuchtung eingeschaltet werden, die dann das Beleuchtungsniveau in dieser 12 m hohen Halle auf rund 400 lx hebt. Die Xenonlampenbeleuchtung ist gewählt worden, weil diese Mehrzweckhalle besonders auch für die Ausstellung von Damenkleidern und Modeaufführungen dienen soll und die sehr gute tageslichtähnliche Farbwiedergabe der Xenonleuchten dieser Zweckbestimmung am besten dient.

Eine Anzahl weiterer Strassen- und Platzbeleuchtungsanlagen zeigten ebenfalls interessante Lösungen, so z. B. die Mastaufsatzspiegelleuchten auf dem Rathausplatz in Duisburg sowie der Ruhrschnellweg in Essen. — Erwähnenswert ist auch der in Düsseldorf auf einer kurzen Strassenstrecke ausgeführte Versuch, die schwarze Strassendecke durch Einstreuung von Al-Körnern aufzuhellen. Der Aufhellungseffekt ist nachts tatsächlich sehr gut, doch ist über die Dauerhaftigkeit dieses Belages noch wenig bekannt und die zusätzlichen Kosten betragen je  $m^2$  4,5...4,8 DM.

Allgemein ist aufgefallen, wie gross die Unterschiede im Beleuchtungsniveau zwischen den in den letzten Jahren ausgebauten Strassenzügen und den ebenfalls stark befahrenen Nebenstrassen sind. Die Unterschiede werden durch die in verschiedenen Städten des Ruhrgebietes sehr zahlreichen Gasbeleuchtungsanlagen noch verschärft (in Düsseldorf sollen neben rund 10 000 elektrischen Lichtquellen für die Strassenbeleuchtung, die zusammen einen Lichtstrom von rund  $110 \cdot 10^6$  lm abgeben, rund 18 000 Gas-Strassenleuchten in Betrieb stehen, deren Gesamtlichtstrom auf  $38 \cdot 10^6$  lm geschätzt wird). Interessant war auch die Feststellung, dass allgemein die Tendenz besteht, das Beleuchtungsniveau auf stark befahrenen Strassen und Plätzen auf 40...60 lx zu heben. Nicht nur in diesem Zusammenhang, auch in längeren Strassenzügen war die Neigung erkennbar, relativ hochwattige Lampen mit Leuchten zusammen zu verwenden, die in vielen Fällen strengeren Anforderungen an die Blendungsfreiheit nicht zu genügen vermögen.

Die Studienreise der Schweizerischen Beleuchtungskommission hat wohl allen Teilnehmern interessante Einblicke in neuere und neue öffentliche Beleuchtungsanlagen ermöglicht und von ihr dürften sicher Impulse ausgehen, die dem Ziel dienen, vermehrt sorgfältig geplante, den heutigen hohen Verkehrsichten angemessene Strassenbeleuchtungsanlagen zu schaffen.

H. Lienhard

### Zinkoxyd in der Elektrophotographie<sup>1)</sup>

772.93 : 061.3

Im folgenden sei über die neuesten Arbeiten, die sich hauptsächlich mit der Wirkung des Sauerstoffs auf die elektrophotographischen Eigenschaften des Zinkoxyds beschäftigen berichtet, eine Erscheinung, die schon seit längerer Zeit das Interesse der Wissenschaftler wach hält, denn man hat festgestellt, dass Elektrophotographie mit Zinkoxyd in einer sauerstofffreien Atmosphäre nicht möglich ist.

Zur Herstellung eines elektrophotographischen Bildes wird eine photoleitende Schicht mit einer Koronaentladung elektrisch aufgeladen. Dann erfolgt die bildmässige Belichtung dieser Schicht, wobei die Oberflächenladung an den belichteten Stellen (an denen die Schicht leitend geworden ist) abfliesst, während sie an den dunklen Stellen des Bildes erhalten bleibt. Anschliessend lässt man ein schwarzes Pulver auf das elektrostatische latente Bild einwirken, wobei dieses Pulver an den Stellen erhalten gebliebener Oberflächenladung durch die Feldwirkung angezogen wird und dort haften bleibt. Nachdem man das Pulver noch wischfest auf das Papier fixiert hat, ist das positive (d. h. tonrichtige) Bild fertig.

Für die Elektrophotographie wird als feines Pulver Zinkoxyd verwendet, das in einem Silikonharz-Bindemittel als dünne Schicht auf einem Papier aufgetragen ist. Zinkoxyd ist ein n-Typ-Halbleiter, verursacht durch einen Überschuss an Zink, das im Kristall gelöst ist. Das überschüssige Zink ist wahrscheinlich auf Zwischengitterplätzen eingebaut und zwar nicht in der Form von neutralen Atomen, sondern weitgehend ionisiert, wobei das dazugehörige Elektron praktisch frei beweglich ist und so die n-Leitung hervorruft.

Man hat nun festgestellt, dass an der Oberfläche von Zinkoxydkristallen Sauerstoff sehr stark adsorbiert wird. Die starke Bindung führt man darauf zurück, dass ein Sauerstoffmolekül aus dem n-leitenden Kristall ein Elektron einfängt und dabei zum O<sub>2</sub><sup>-</sup>-Ion wird. Weil aber bei diesem Vorgang Elektronen aus dem Kristall aufgebraucht werden, müsste die Leitfähigkeit des Kristalls sinken, was tatsächlich durch entsprechende Experimente bestätigt wurde. Diese Vergrösserung des Dunkelwiderstandes von Zinkoxyd durch adsorbierten Sauerstoff ist für das Funktionieren der Elektrophotographie sogar lebenswichtig, denn nur bei genügend grossem Dunkelwiderstand hält sich die Oberflächenladung lang genug.

Zinkoxyd muss man mit Licht von einer Wellenlänge von höchstens 380 nm belichten. Das entspricht einer Quantenenergie von mindestens 3,2 eV. Diese Energie genügt, um ein Elektron eines Oxydions des Kristallgitters in den nächst energiereicheren Zustand überzuführen. Diesen Zustand nennt man einen Exciton-Zustand, und dabei ist das Elektron/Loch-Paar (eben das Exciton) im Gitter frei beweglich. Die Wanderung eines solchen Paares ergibt aber noch keine Photoleitung, da ja das Paar als ganzes natürlich elektrisch neutral ist. Ladungstransport oder Leitung kann erst dann eintreten, wenn entweder das Loch oder das Elektron an einer bestimmten Stelle im Kristall eingefangen wird und der übrigbleibende Teil beweglich bleibt. Im vorliegenden Fall des Zinkoxyds tritt nun das oben beschriebene O<sub>2</sub><sup>-</sup>-Ion als Trap-Stelle für das Loch auf. Es tut dabei nichts anderes, als dass es das schon lange gefangene Elektron an das Loch abgibt. Dabei wird es wieder zum Sauerstoffmolekül, das nun nicht mehr so stark haftet und desorbiert werden kann. Diesen bei Belichtung freiwerdenden Sauerstoff hat man in mehreren Experimenten auch festgestellt, so dass dem angenommenen Mechanismus eine gute Wahrscheinlichkeit zukommt.

Nach dem Ausschalten der Belichtung sinkt die Leitfähigkeit des Zinkoxyds allmählich und strebt wieder dem Dunkelleitfähig-

<sup>1)</sup> Bericht über ein Kolloquium am Photographicischen Institut der ETH vom 6. Dezember 1962.

keitswert zu. Die Geschwindigkeit der Abnahme hängt davon ab, wie schnell die Ladungsträger, also die Elektronen, eine Stelle im Kristall finden, an der sie gefangen werden. Wir haben aber schon gesehen, dass adsorbierte Sauerstoffmoleküle Elektronen einfangen. Die Leitfähigkeit sollte also umso schneller abklingen, je mehr Sauerstoffmoleküle zur Verfügung stehen. Auch hier bestätigt das Experiment die als Konsequenz des angenommenen Mechanismus geforderten Eigenschaften: Die Abklinggeschwindigkeit steigt mit zunehmendem Sauerstoffpartialdruck der Umgebung. Zusammenfassend darf festgestellt werden, dass man durch die neueren Experimente wesentliche Erkenntnisse über die Wirkung des Sauerstoffs auf die photoelektrischen Eigenschaften des Zinkoxyds bekommen hat, und dass es gelungen ist, diese Erkenntnisse durch einen plausiblen Mechanismus miteinander zu verknüpfen.

Als erste Anwendung des beschriebenen Mechanismus darf die Erkenntnis gelten, dass CO oder CO<sub>2</sub> bei der industriellen Herstellung von Zinkoxyd nicht vorhanden sein darf. CO wird an der Oberfläche von Zinkoxyd zu CO<sub>2</sub> oxydiert. Nach dem gleichen Mechanismus wie beim Sauerstoff nimmt CO<sub>2</sub> ein Elektron aus dem n-leitenden Kristall auf, hält dieses aber stärker fest als der Sauerstoff. Diese Tatsache wirkt sich nachteilig aus, wenn durch Belichtung ein Elektron/Loch-Paar entstanden ist, von dem das Loch gefangen werden soll. Gerade weil das Elektron am CO<sub>2</sub> stark haftet, füllt es das Loch nur ungern. Damit hat man aber eine geringere Anzahl freier Photoelektronen, einen kleinen Photostrom und eine unempfindlichere elektrophotographische Schicht.

F. Trautweiler

### Kurznachrichten über die Atomenergie

621.039.4

Die Verwendung kurzlebiger Radioisotope zu den verschiedensten Zwecken, wie zur Behandlung von Krebs, zur Beobachtung von Luftströmungen, zum Studium der Wasserverunreinigung und zur Aufdeckung von Verbrechen kam auf der Tagung über die Verwendung kurzlebiger, in kleinen Forschungsreaktoren erzeugter Radioisotope zur Sprache, welche die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) in Wien veranstaltete.

Bei einem «kurzlebigen» Radioisotop wird die Halbwertzeit in Minuten oder Stunden gemessen. (Die Halbwertzeit ist die Zeit, in der die Radioaktivität eines radioaktiven Stoffes auf die Hälfte des ursprünglichen Wertes sinkt, d. h. in der die Hälfte der vorhandenen Atome zerfällt. Die Halbwertzeit kann je nach dem Isotop oder Element von weniger als einer Millionstelsekunde bis zu Millionen Jahren betragen. Bei der Tagung galten jedoch als kurzlebig Isotope mit Halbwertzeiten bis zu drei Tagen.)

Es wurde u. a. über die Möglichkeiten der Anwendung der Aktivierungs-Analyse bei der Aufdeckung von Verbrechen referiert. (Die Aktivierungs-Analyse ist eine Methode, mit der sehr geringe Mengen bestimmter Elemente qualitativ oder quantitativ nachgewiesen werden, indem diese in einem Zyklotron oder in einem Reaktor einer Strahlung ausgesetzt werden. Durch diese Bestrahlung entstehen Radioisotope. Da jedes Radioisotop eine charakteristische Strahlung aussendet, können auf diese Art kleinste Mengen der betreffenden Elemente nachgewiesen, bestimmt und gemessen werden.) Da einige handelsübliche Schmiermittel für Motorfahrzeuge Aluminium und Kalzium enthalten, können Spuren solcher Schmiermittel durch die Aktivierungs-Analyse nachgewiesen und dadurch Fälle von Führerflucht aufgeklärt werden.

Auch über zahlreiche Möglichkeiten der Verwendung kurzlebiger Radioisotope in der Industrie als Indikatoren zur Ermittlung der Bewegung von Rohstoffen in Zement- und Hochöfen wurde diskutiert. Ebenso wurden Methoden besprochen, mit deren Hilfe a) die Strömung von Abwassern und ihre Verdünnung in Abzugssystemen beobachtet, b) undichte Stellen in Wasserrohren lokalisiert und c) Stellen, wo Wasser unter Dammbauten durchsickert, fixiert werden können. (Ein Indikator ist ein Stoff, der einem anderen Stoff beigelegt oder mit ihm verbunden wird, um festzustellen, wie sich dieser verteilt und wo er sich befindet. Wenn Radioisotope als Indikatoren verwendet werden, wird diese Beobachtung durch ihre Radioaktivität ermöglicht.)

Ein dänischer Wissenschaftler behandelte Verfahren, die dazu dienen, die Strömung und Verteilung von Abwassern festzustel-

len, um damit einen Schutz von Badeorten und Fischereigewässern an der Küste gegen die ständig zunehmende Verunreinigung des Wassers zu gewährleisten. Zu diesem Zweck wurde an wichtigen Punkten Brom-82 als Indikator eingesetzt und anschliessend zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten die Verteilung der Radioaktivität gemessen.

Neue Erkenntnisse, verbesserte Techniken und neue Möglichkeiten der Anwendung von Datierungen in der Archäologie und Geologie mit Radioisotopen kamen auf dem fünftägigen internationalen Symposium der IAEAO in Athen zur Sprache.

Die anfangs der Fünfzigerjahre von Prof. W. Libby entwickelte Methode wurde zunächst zur Altersbestimmung archäologischer Funde angewendet. Prof. Libby ging bei seiner Methode von der bekannten Tatsache aus, dass Kohlenstoff-14, ein radioaktives Isotop des Kohlenstoffes, das durch kosmische Strahlen gebildet wird, in der Atmosphäre und in aller lebenden Substanz gleichmässig verteilt ist. Sobald ein Lebewesen stirbt, geht nur noch der radiokative Zerfall von Kohlenstoff-14 weiter, so dass man durch Messung der Radioaktivität schätzen kann, wieviel Zeit seit dem Eintritt des Todes verstrichen ist. Radioaktiver Kohlenstoff mit seiner Halbwertzeit von etwa 5600 Jahren eignet sich besonders für die Datierung archäologischer und historischer Funde und wurde z. B. bereits dazu verwendet, das Alter der Schriftrollen vom Toten Meer, eines ägyptischen Sarges der Ptolemäerzeit, eines hethitischen Palastes usw. zu bestimmen.

In letzter Zeit hat sich jedoch das Interesse auch anderen Bereichen zugewandt; das Verfahren dient jetzt zur Erforschung der fernsten Vergangenheit, bis zu den Ursprüngen unseres Sonnensystems, und zur Lösung anderer geologisch-meteorologischer Probleme. So beobachtet man mit seiner Hilfe die grossen

Luftströmungen, die Bewegungen von Wassermassen in den Ozeanen und versucht, über den Ursprung, bzw. die Natur von geologischen Formationen und Meteoriten Aufschluss zu erhalten.

Obwohl die Theorie, die der Datierung mit Radioisotopen zu Grunde liegt, verhältnismässig einfach ist, bedarf es grosser Erfindungsgabe, um geeignete Methoden zu entwickeln. Bei einigen Isotopen ist es schwierig, die Halbwertzeiten mit der nötigen Genauigkeit zu bestimmen. Die Strahlung, die gemessen werden soll, ist meistens gegenüber der normalen Untergrundstrahlung derart schwach, dass sehr präzise Geräte und Verfahren entwickelt werden müssen.

Im Grenzgebiet von Idaho und Montana (USA) wurde ein umfangreiches Thorium-Erzrevier entdeckt. Es dürfte sich hier um eines der grössten bekannten Thorium-Gebiete der Welt handeln.

Reaktorunfälle der letzten Jahre haben gezeigt, wie wichtig es ist, über wirksame Methoden zu verfügen, um rasch feststellen zu können, welche Personen einer Neutronen- oder Gammastrahlung ausgesetzt waren, und um die jeweilige Strahlenbelastung genau zu bestimmen. Während jedoch für Gammastrahlen gute Messverfahren bekannt sind, müssen für Neutronenstrahlen erst entsprechende Methoden entwickelt werden. Da die beiden Strahlenarten oft gemischt auftreten, ist die Bestimmung der Neutronendosis besonders kompliziert.

Um geeignete Normungsmethoden für Neutronenmessgeräte zu finden, veranstaltete die IAEAO in Harwell (Grossbritannien) ein Symposium, an dem Wissenschaftler aus 29 Ländern teilnahmen.

Schi.

## Literatur — Bibliographie

621.382

SEV 11 550,1

**Halbleiter-Bauelemente.** Bd. I: Halbleiter und Halbleiterdioden. Von Walter Guggenbühl, Max J. O. Strutt und Willy Wunderlin. Basel u. Stuttgart, Birkhäuser, 1962; 8°, 255 S., 136 Fig., 12 Tab. — Lehr- und Handbücher der Ingenieurwissenschaften, Bd. 25 — Preis: geb. Fr. 38.50.

Das vorliegende Buch orientiert im ersten Teil über die Eigenschaften der Halbleiter. Hier werden die elektrische Leitfähigkeit eines Festkörpers, das Bändermodell der Halbleiter, die quantitative Behandlung einiger Halbleitereigenschaften im thermodynamischen Gleichgewicht, die Beweglichkeit der Ladungsträger, das Nichtgleichgewicht der Trägerkonzentrationen, die Diffusionsströme in Halbleitern, die Strom- und Kontinuitätsgleichungen, die Oberflächeneffekte und die Erzeugung fehlerfreier Halbleiterkristalle beschrieben, was zum Verständnis der Transport- und Speicherprozesse in Dioden und Transistoren erforderlich ist.

Der zweite Teil befasst sich mit den Eigenschaften von Halbleiterdioden. Es werden der p-n-Übergang, die Tunneldioden, p-i-n- und p-s-n-Dioden, der Metall-Halbleiter-Kontakt, die Spitzendiode, der Sperrsicht-Photoeffekt, die Herstellung von p-n-Übergängen, die Temperaturabhängigkeit der Kennlinien, die Kühlprobleme, das Schaltverhalten etc. behandelt.

Das Lesen des Buches wird erleichtert und dessen Wert erhöht durch das einbezogene Symbolenverzeichnis und das am Schluss angeführte reiche Literaturverzeichnis. Es überrascht durch seine Reichhaltigkeit.

Das Buch kann allen Ingenieuren, die sich mit elektronischen Halbleitern befassen, bestens empfohlen werden. H. Flückiger

621.3

SEV 11 570,3

**Electrotechnique à l'usage des ingénieurs.** T. III: Convertisseurs, applications de l'énergie électrique (mécaniques, thermiques, électroniques). Par A. Fouillé. Paris, Dunod, 5<sup>e</sup> éd. 1962; 8°, XVI, 397 p., fig., tab. — Bibliothèque de l'Enseignement technique — Prix: rel. fr.f. 22.—; broché fr.f. 18.—.

Die heutige Spezialisierung in den einzelnen Fachgebieten zwingt Ingenieure und Techniker immer mehr, sich ausserhalb des Studiums und der beruflichen Tätigkeit über andere Fachgebiete in allgemeinerem Rahmen zu informieren. Häufig sieht man sich vor dem Problem, aus einer Reihe von angebotenen Geräten, welche einer anderen Fachrichtung entstammen, zu wählen. Eine vernünftige und zweckmässige Wahl ist nur möglich, wenn man in dieser fremden Fachrichtung über minimale Kenntnisse verfügt. Das vorliegende Buch vermittelt dem Nichtfachmann einen guten und allgemeinen Überblick über praktische Anwendungen der Elektrotechnik, ohne sich zu stark in Einzelheiten zu verlieren. Der Umfang und die gedrängte Form des Werkes erlauben natürlich nicht, Variationen und Spezialanwendungen der einzelnen Beispiele zu behandeln. Die Erklärungen und Ableitungen genügen aber vollauf dem Nichtfachmann zu helfen, ein elektrisches Gerät in seiner Funktionsweise und seinem Aufbau zu verstehen.

I. Kamber

621.318.1

SEV 11 754

**High-Frequency Magnetic Materials, their characteristics and principal application.** By W. J. Polydoroff. New York u. London, Wiley, 1960; 8°, X, 220 p., fig., tab. — Price: cloth \$ 9.—.

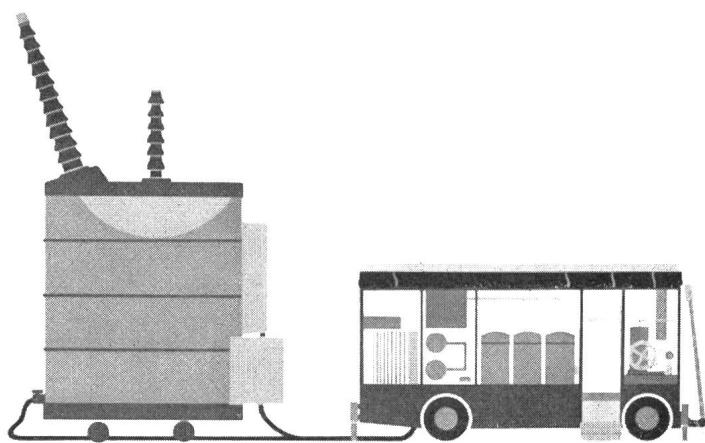
Das im Jahre 1960 erschienene Buch bringt in übersichtlicher und chronologisch geordneter Form aus berufener Feder die Analyse und Synthese der ferromagnetischen Werkstoffe, welche in vielfältiger Art und Form einen wesentlichen Fortschritt in der Entwicklung der Hochfrequenztechnik ermöglichten. Es werden die Gesetze, die Merkmale und in logischer Konsequenz die Nutzanwendungen in den einzelnen Entwicklungsphasen der homogenen und nichthomogenen, der reinen und legierten ferromagnetischen Werkstoffe, Messmethoden zur Bestimmung der Materialeigenschaften, Apparaturen und Methoden zur Herstellung dieser Werkstoffe beschrieben.

Der klar behandelte Stoff stellt mit den Illustrationen, Diagrammen, Tabellen und Literaturhinweisen eine wertvolle Monografie zur Technologie der ferromagnetischen Werkstoffe dar.

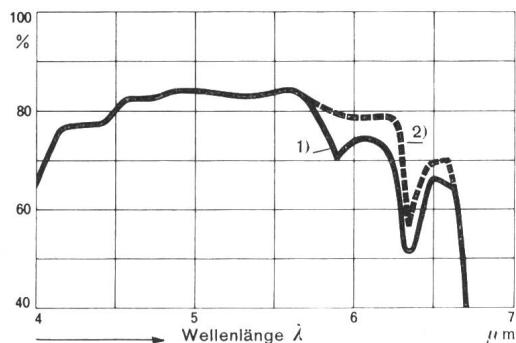
B. Gernert

Fortsetzung auf Seite 109

Suite voir page 109



## Die Regeneration von Transformatoren-Oelen ist jetzt möglich!



IR-Spektren (Ausschnitte) eines stark gealterten Oels vor und nach der Regeneration  
bei 1) =  $\text{tg}\delta$  vor der Regeneration 12,1 % (20°) resp. 199 % (90°)  
bei 2) =  $\text{tg}\delta$  nach der Regeneration 0,07 % (20°) resp. 0,6 % (90°)

Die klassische Oelpflege vermochte durch Trocknung, Filterung und Entgasung wohl die elektrischen Eigenarten zu verbessern, die Alterungsprodukte des Oels konnten jedoch bisher nicht entfernt werden. Nach langen Versuchen gelang es Micafil nun auch den Vorgang der Alterung bei Isolierölen erfolgreich zu bremsen bzw. rückgängig zu machen.

Mit Hilfe von Fullererde-Filtern und einer neuen Verfahrenstechnik konnte erstmalig eine einwandfreie Öl-Regeneration mit gleichzeitiger Pflege des aktiven Teils des Transformators erzielt werden.

Wir stehen Ihnen gerne mit einer umfangreichen, internationalen Referenzliste zur Verfügung und orientieren Sie unverbindlich über alle weiteren technischen Einzelheiten.

Verlangen Sie bitte zu Ihrer Dokumentation  
unsere ausführliche Literatursammlung X 117 SB  
Wir stellen sie Ihnen gerne kostenlos zu.

**Micafil AG Zürich**

# MULTISCRIP

## Schreibendes Vielfach-Messgerät

für Strom- und Spannungsmessung auf 22 oder 27 Messbereichen in Gleich- und Wechselstrom bis 20 kHz

**Robustes, erschütterungsfestes**

**Drehspul-Spannbandmesswerk**

**Geringer Eigenverbrauch**

**Überlast-Schutz**



**Praktisch kontinuierliche  
tintenlose Registrierung**

**3 einstellbare Papiervorschübe**

**Automatische Aufzeichnung  
des eingestellten Messbereichs**

**Abmessungen : 245 × 120 × 90 mm**

**Gewicht : ca. 2,5 kg**

**Schreibbreite : ca. 60 mm**

**Streifenlänge : ca. 15 mm**



# TRÜB, TÄUBER · ZÜRICH