

Natrium-Hochdrucklampen mit erweitertem Sortiment

U. J. Amlong, KDT; H. Erbs, KDT; W. Gottschling, KDT; H. Schöpe, KDT Berlin¹⁾

1. Einleitung

Natriumdampf-Hochdrucklampen (NA-Lampen) finden seit einigen Jahren in der Beleuchtungspraxis eine zunehmende Verwendung. In der Anfangsphase ihres Einsatzes in der DDR wurden diese neuen Lampen vorwiegend an Verkehrsschwerpunkten installiert, wenn es darum ging, die Sichtverhältnisse durch ein höheres Beleuchtungsniveau zu verbessern, z. B. an stark befahrenen Kreuzungen und Fußgängerschutz- und -überwegen. Dabei machte man davon Gebrauch, daß das von den Natriumdampf-Hochdrucklampen ausgestrahlte goldweiße Licht farblich einen gewissen Kontrast zum Licht der in der Straßenbeleuchtung gegenwärtig noch vorherrschenden Quecksilberdampf-Hochdrucklampen bildete.

So wurden NA-Lampen mit Erfolg in einer Reihe von Städten zur Erhöhung der Verkehrssicherheit eingesetzt, z. B. in Berlin, Dresden, Freiberg, Halle, Leipzig und Rostock. Die bald erkannten großen energiewirtschaftlichen Vorteile, die sich aus der hohen Lichtausbeute der Natriumdampf-Hochdrucklampen ergeben, führten dazu, den Anwendungsbereich dieser neuen Lichtquelle in der Straßenbeleuchtung keinesfalls nur im Hervorheben besonderer Punkte oder Streckenabschnitte zu sehen, um hier die Verkehrssicherheit zu erhöhen. International haben Natriumdampf-Hochdrucklampen deshalb ihr Hauptanwendungsgebiet bei der durchgängigen Beleuchtung von Straßen und Autobahnen gefunden.

Geht man von vorhandenen, mit herkömmlichen Lichtquellen ausgerüsteten Anlagen aus, ermöglicht die Umstellung auf Natriumdampf-Hochdrucklampen, 30 bis 40 % Elektroenergie einzusparen, wenn das Beleuchtungsniveau unverändert bleiben soll. Andererseits läßt sich die Beleuchtungsstärke im Vergleich zu Quecksilberdampf-Hochdrucklampen um 50 bis 80 % anheben, wenn man von gleicher installierter Leistung ausgeht. Über diese Vorteile bei der Umrüstung bestehender Anlagen hinaus erlauben NA-Lampen bei der Projektierung von Neuanlagen eine bedeutende Senkung des Investitionsaufwandes, verbunden mit einer Reduzierung der Betriebskosten.

In zahlreichen Ländern werden Natriumdampf-Hochdrucklampen bereits zur Straßenbeleuchtung eingesetzt. Auch in der DDR haben inzwischen mehrere Städte damit begonnen, Straßenzüge mit NA-Lampen durchgängig zu beleuchten, z. B. Berlin und Rostock.

Das Sortiment der vom VEB NARVA unter der Bezeichnung „NATRALOX“[®] hergestellten Lampen umfaßte bisher die Leistungen 250 und 400 W. Hinsichtlich ihres Lichtstromes ermöglichen es diese Lampen, Quecksilberdampf-Hochdrucklampen der Leistungen 400 und 700 W zu ersetzen. In der Straßenbeleuchtung der DDR herrschen jedoch Quecksilberdampf-Hochdrucklampen mit Leistungsaufnahmen von 250 W und kleiner vor. Deren Ersatz durch NA-Lampen des bisherigen Sortiments ist nicht ohne weiteres möglich, wenn bei der Umrüstung die Beleuchtungsstärke unverändert bleiben soll, also Lampen mit gleichem Lichtstrom gegeneinander ausgetauscht werden sollen. Daraus ergibt sich ein dringendes volkswirtschaftliches Bedürfnis nach Natriumdampf-Hochdrucklampen mit Leistungen unter 250 W. In der Lichtquellenindustrie einiger Länder hat dies zu entsprechenden Entwicklungsarbeiten geführt.

Nachfolgend wird eine im VEB NARVA neuentwickelte NA-Lampe mit einer Leistung von 175 W vorgestellt, die einen ersten Schritt in dieser Richtung darstellt.



Bild 1. Natriumdampf-Hochdrucklampe NA 175-00 des VEB NARVA Berlin

2. Aufbau der „NATRALOX“[®]-Lampen NA 175-00 und NA 175-01

Im Bild 1 wird eine Lampe des Typs NA 175-00 gezeigt. Der prinzipielle Aufbau entspricht den Typen mit Leistungen von 250 und 400 W, wie er bereits früher beschrieben wurde [1].

Im Inneren des ellipsoidförmigen Hartglasaußenkolbens ist das Entladungsgefäß, der sogenannte Brenner, angeordnet. Als Hüllmaterial für diesen Brenner findet ein Röhrchen aus Aluminiumoxid-Keramik mit einem Innendurchmesser von 7,5 mm und einer Länge von 75 mm Verwendung. Bei der Herstellung dieses Keramikröhrchens müssen enge Toleranzen eingehalten werden. Für die Anwendung in Natriumdampf-Hochdrucklampen kommt es vor allem auf die Gesamtdurchlässigkeit dieses Materials an, die Werte bis zu 95 % erreicht.

Im Hinblick auf die Lichtausbeute und Lebensdauer der Lampen sind darüber hinaus an die Struktur der Keramik bestimmte Anforderungen zu stellen [2].

Die Enden des Brenners sind mit metallischen Deckeln vakuumdicht verschlossen. Als Werkstoff für die Verschlußelemente hat sich Niob bewährt. Dieses bisher bei der Lampenherstellung kaum verwendete Metall hat einen Schmelzpunkt von etwa 2775 K. Seine Verarbeitungseigenschaften entsprechen annähernd denjenigen des bekannteren Elements Tantal. Ebenso wie dieses nimmt Niob leicht Wasserstoff auf, ist für diesen durchlässig und verbindet sich bei höheren Temperaturen auch mit Sauerstoff und Stickstoff. Diese chemischen Eigenschaften führen zu bestimmten Konsequenzen bei seiner Verarbeitung während der Lampenherstellung sowie beim Einsatz in der Lampe. Für die Verwendung des Niobs in NA-Lampen ist entscheidend, daß sein Ausdehnungskoeffizient in guter Näherung mit dem der Aluminiumoxid-Keramik übereinstimmt und daß es gegen heiße Natriumdämpfe weitgehend beständig ist.

Mit den Verschlußdeckeln sind die aus Wolframdraht bestehenden Elektroden verbunden, die eine Emittersubstanz enthalten.

¹⁾ Dr. rer. nat. Uwe-Jens Amlong, Dr. rer. nat. Harry Erbs, Dipl.-Phys. Heinz Schöpe sind Mitarbeiter im Direktorat Forschung und Entwicklung im VEB NARVA, Kombinat der Volkseigenen Lichtquellenindustrie.

Das Innere des Brenners enthält weiterhin Natrium und Quecksilber in einem abgestimmten Verhältnis sowie ein Edelgas bei einem Druck von einigen 10 Torr. Beim Betrieb des Brenners steigt der Innendruck auf etwa 1 atm an. Der Partialdruck des Natriums macht dabei etwa 100 Torr aus.

Der technologisch wichtigste Arbeitsgang ist das Verschließen des Brenners. Üblich ist die Verwendung oxidischer Gemische als Lot. Die Zusammensetzung des Lotes, seine Herstellung sowie seine Verarbeitung beim Lötprozeß sind hinsichtlich der Zuverlässigkeit der Verbindung Keramik-Metall während des Lampenbetriebes außerordentlich kritisch. Bei der Beherrschung der damit verbundenen Probleme konnten in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gemacht werden.

Das Entladungsgefäß ist im Inneren des Außenkolbens an einem Drahtgestell aufgehängt. Die Befestigung muß so erfolgen, daß sich der Brenner während des Betriebes ausdehnen kann, ohne

daß in der Keramik Spannungen entstehen, die zum Bruch führen könnten.

Das Innere des Außenkolbens ist evakuiert, um einerseits den Brenner thermisch möglichst gut gegen den Außenkolben zu isolieren und damit Energieverluste zu vermeiden, andererseits aber auch, um Reaktionen des Niobs mit Gasen auszuschließen. Das Vakuum wird für die gesamte Lebensdauer der Lampen mit Hilfe eines Getters aufrechterhalten, das man als spiegelnden Belag am Lampenhals erkennt.

Der Außenkolben entspricht in seinen Abmessungen den Typen NF 250-00, NF 250-01, NA 250-00 und NA 250-01. Als Sockel wird – wie bei den genannten Typen – die Ausführung E 40 verwendet.

Neben der abgebildeten Variante als NA 175-00, die einen klaren Außenkolben besitzt, wird die Lampe unter der Bezeichnung NA 175-01 auch mit beschichtetem Außenkolben hergestellt. Der

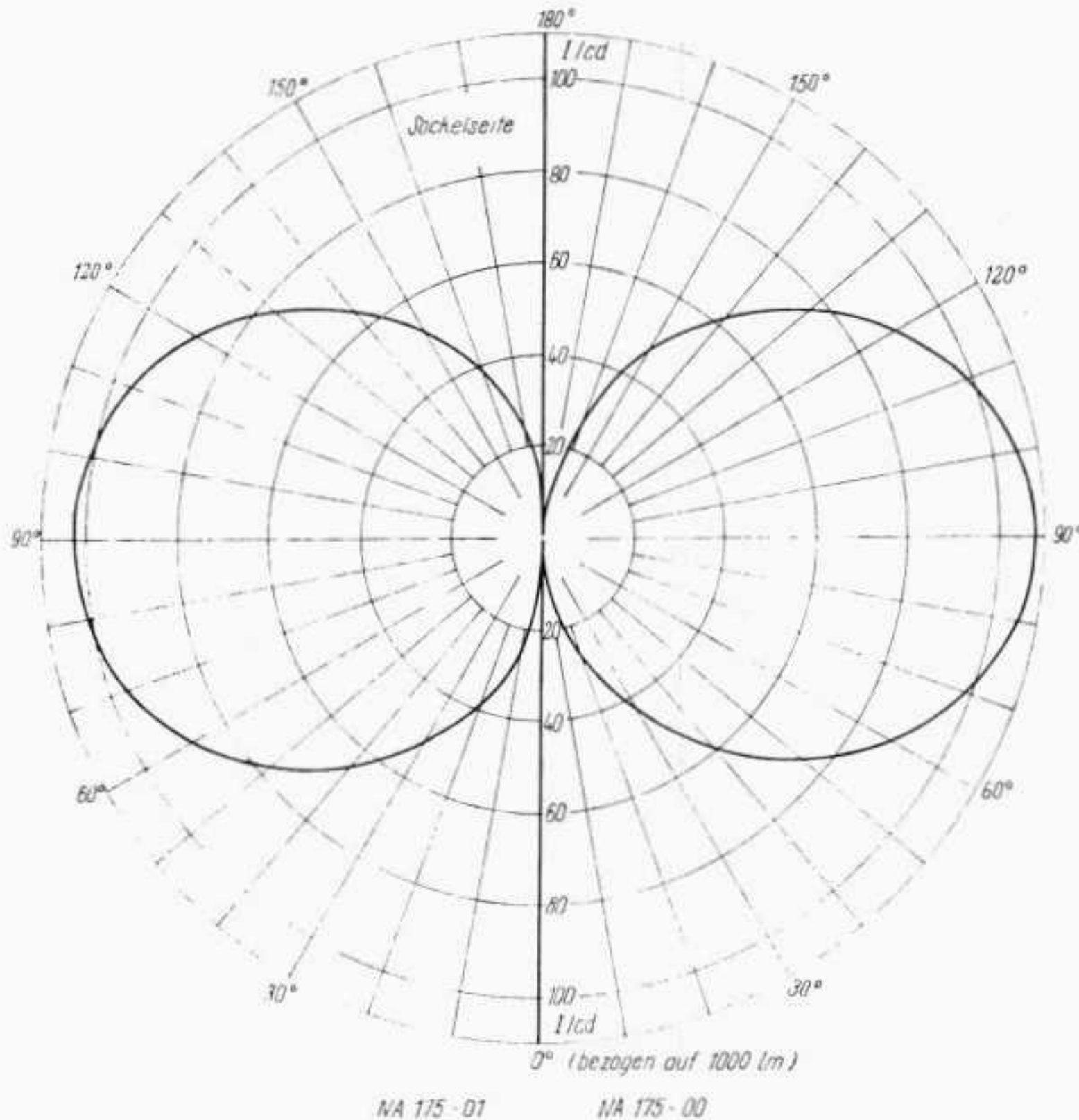
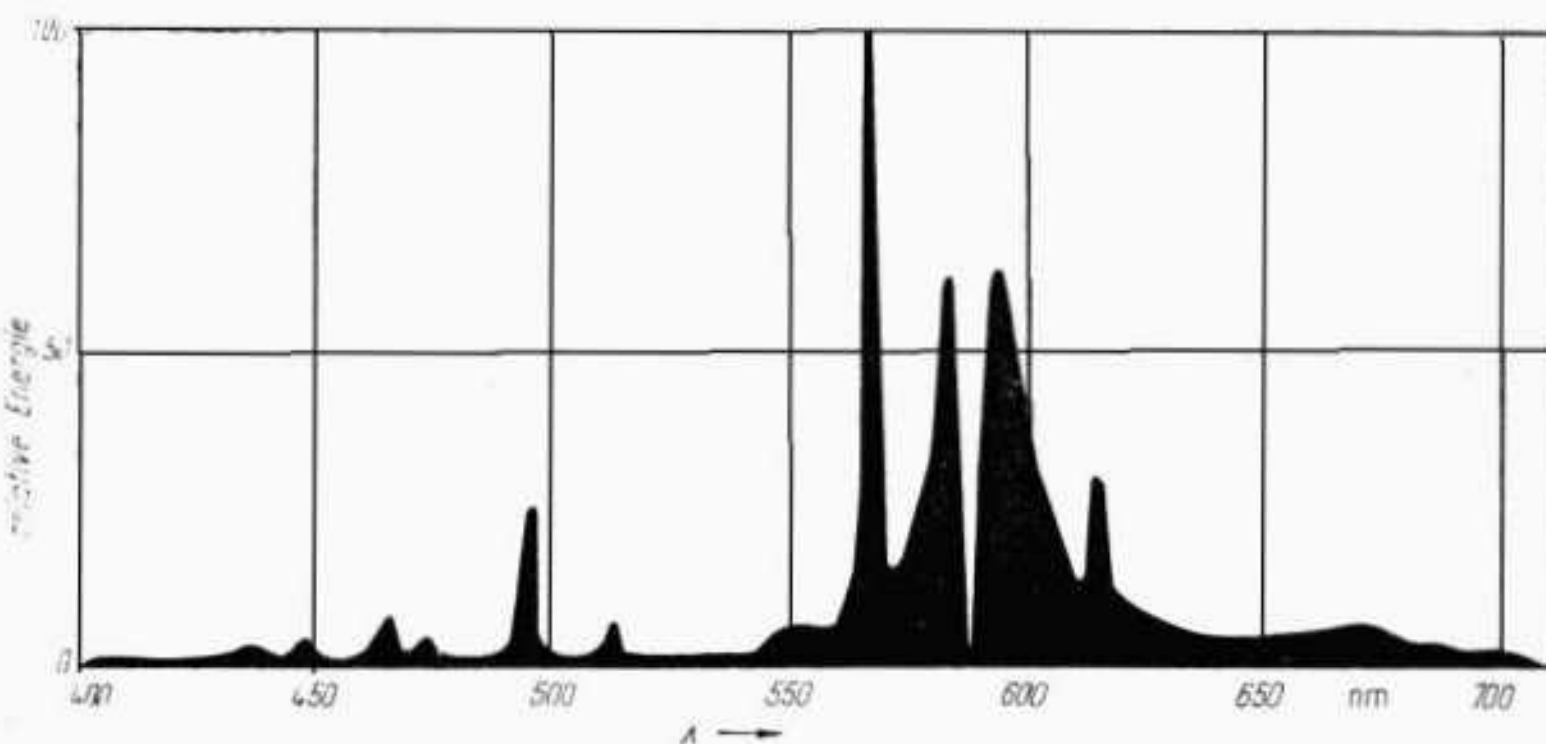


Bild 3. Lichtstärkeverteilung der Typen NA 175-00 und NA 175-01

Bild 2. Relative spektrale Strahldichteverteilung der NA 175-00



Tafel 1. Elektrische und lichttechnische Parameter der NATRALOX®-Lampen 175-400 W

| | NA 175-00 | NA 175-01 | NA 250-00 | NA 250-01 | NA 400-00 | NA 400-01 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Betriebsspannung | 220 ± 11 | 220 ± 11 | 220 ± 11 | 220 ± 11 | 220 ± 11 | 220 ± 11 |
| Leistungsaufnahme | 175 | 175 | 250 | 250 | 400 | 400 |
| Lampenstrom | 2,15 | 2,15 | 3,0 | 3,0 | 4,5 | 4,5 |
| Lichtstrom | 11 000 | 13 000 | 22 500 | 29 000 | 40 000 | 58 000 |
| Lichtausbeute | 80 | 74 | 90 | 80 | 100 | 95 |
| Gesamtlänge | 227 | 227 | 227 | 227 | 283 | 283 |
| Kolbendurchmesser | 91 | 91 | 91 | 91 | 121 | 121 |
| Lichtschwerpunktstand | 115 ± 5 | — | 145 ± 5 | — | 184 ± 5 | — |
| Sockel | E 40 | E 40 | E 40 | E 40 | E 40 | E 40 |
| Brennlänge | beliebig | beliebig | beliebig | beliebig | beliebig | beliebig |

hierbei auf der inneren Wandung des Außenkolbens aufgebrauchte Belag streut das Licht des Brenners, so daß die NA 175-01 in gleichen optischen Systemen benutzt werden kann wie die in der Straßenbeleuchtung stark verbreitete Quecksilberdampf-Hochdrucklampe NF 250-01. Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei NF Lampen, bei denen der als Leuchtstoff auf den Außenkolben aufgebrauchte Belag die Aufgabe hat, UV-Strahlung in Licht umzuwandeln und dabei die spektralen Eigenschaften der Lampe zu verbessern, beschränkt sich die Rolle des Belages bei NA-Lampen auf die Streuung des Lichtes, da die vom Brenner emittierte Strahlung keine UV-Anteile enthält. Damit hängt zusammen, daß die spektrale Strahldichteverteilung beider Typen NA 175-00 und NA 175-01 praktisch gleich ist.

3. Lichttechnische und elektrische Eigenschaften im Betrieb

Bild 2 zeigt die spektrale Strahldichteverteilung der NA 175-00. Wie man sieht, sind die beiden Resonanzlinien des Natriums bei 589 nm als Folge des Drucks im Entladungsgefäß stark verbreitert und selbstumgekehrt.

Das ausgestrahlte Licht hat eine ähnliche Farbtemperatur von 2100 K. Der allgemeine Farbwiedergabeindex R_r liegt bei 30. Der Lichtstrom der NA 175-00 erreicht 14 000 lm, während die Variante mit beschichtetem Außenkolben als NA 175-01 einen Lichtstrom von 13 000 lm aufweist.

Im Bild 3 wird die Lichtstärkeverteilung beider Lampenausführungen gezeigt. NA 175-Lampen sind wie die übrigen Typen der NA-Reihe für den Betrieb an 220-V-Netzen ausgelegt. Wie bei anderen Entladungslampen ist ein in Reihe zu schaltendes Vorschaltgerät erforderlich, das unter der Bezeichnung VNHD 175 vom VEB Elektrobau Oschatz hergestellt wird. Zur Zündung der Lampen steht das Thyristorzündgerät ThZ1 (Bild 4) des gleichen Herstellers zur Verfügung, das für alle NA-Typen von 175 bis 400 W ausgelegt ist. Anstelle des genannten Thyristorzündgerätes kann auch das mit einem Glimmzünder ausgerüstete Zündgerät HQZ 400 zum Einsatz kommen, das ebenfalls vom VEB Elektrobau Oschatz produziert wird. Hinsichtlich der Zündsicherheit der damit betriebenen NA-Lampen sind beide Geräte als gleichwertig zu betrachten. Das mit Halbleiterbauelementen bestückte ThZ1 besitzt jedoch den Vorteil einer geringeren Wartungsbedürftigkeit, wogegen der im HQZ 400 enthaltene Glimmzünder StH 101 als Verschleißteil bei jedem Lampenwechsel ebenfalls ersetzt werden sollte. Dem erstgenannten Gerät sollte daher überall dort der Vorzug gegeben werden, wo die Wartung der Anlagen mit Schwierigkeiten verbunden ist.

Natriumdampf-Hochdrucklampen erreichen 4 bis 5 min nach dem Einschalten 80 % ihres Nennlichtstromes. Ihr Anlaufverhalten entspricht damit demjenigen der Quecksilberdampf-Hochdrucklampen. Günstig ist die kurze Wiederzündzeit bei kurzzeitigen Spannungsunterbrechungen, die bei nur etwa 1 min liegt.

Bild 5 zeigt, wie sich die wichtigsten elektrischen Parameter und der Lichtstrom bei Betriebsspannungsschwankungen ändern. Weitere technische Daten sind dem Standard TGL 32 047 zu entnehmen, aus dem Tafel 1 einen Auszug zeigt. Zur Übersicht sind in der Tafel die Parameter der bereits seit längerem im Sortiment befindlichen Lampen mit Leistungen von 250 und 400 W mitenthalten.

4. Einsatzmöglichkeiten für die NA 175-00 und NA 175-01

Beide Typen sind im Lichtstrom so ausgelegt, daß sie anstelle der weit verbreiteten Quecksilberdampf-Hochdrucklampen NF 250 eingesetzt werden können. Dies eröffnet den neuen NA-Lampen zahlreiche Anwendungsgebiete in der Außen- und Industriebeleuchtung, vor allem in der Straßenbeleuchtung. Führt man eine Umrüstung vorhandener Anlagen durch, so ergibt sich aus der höheren Lichtausbeute der Natriumdampf-Hochdrucklampen eine Energieeinsparung von 30 %. Werden dabei die bisher für den Typ NF 250-01 benutzten Leuchten weiterverwendet, die für Lampen mit beschichtetem Außenkolben ausgelegt sind, so ist der Typ NA 175-01 zu bevorzugen.

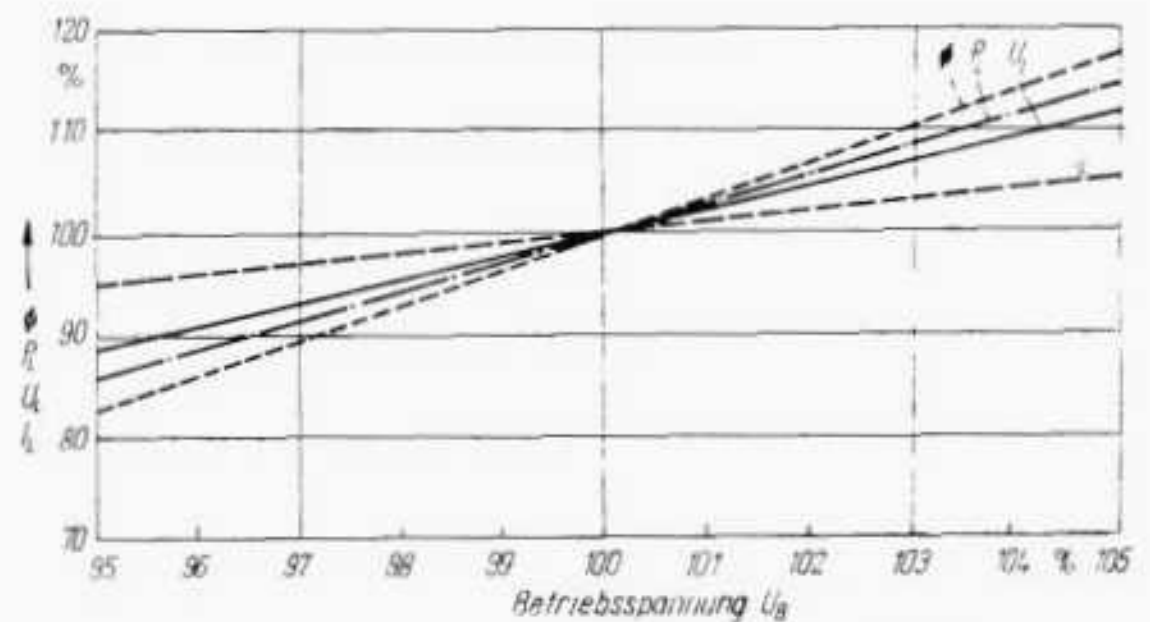
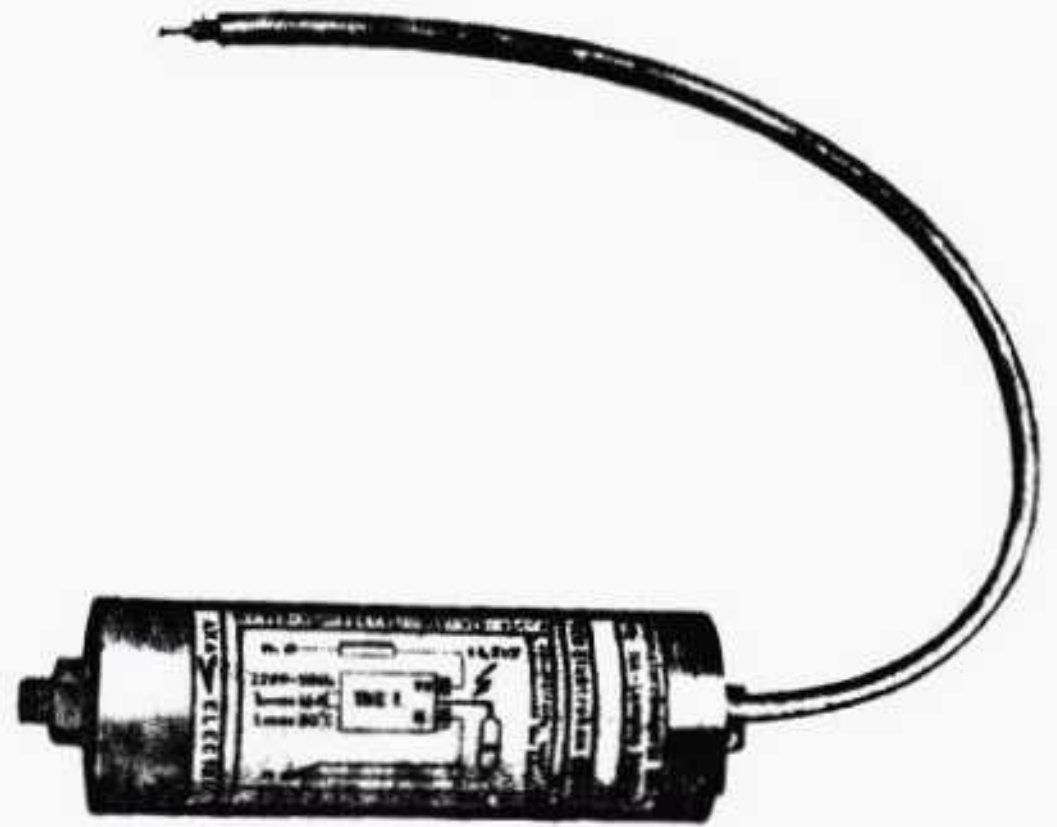


Bild 4. Thyristorzündgerät ThZ1 (Hersteller: VEB Elektrobau Oschatz)

Bild 5. Abhängigkeit des Lichtstromes ϕ , der Lampenleistung P_L , der Lampenspannung U_L und des Lampenstromes I_L von der Betriebsspannung U_B

Bei der Projektierung neuer Anlagen kann künftig anstelle der NF 250-01 die NA 175-01 Berücksichtigung finden. Dies ermöglicht eine Reduzierung der bereitzustellenden Elektroenergie, verbunden mit einer Senkung der jährlichen Betriebskosten für die Anlagen.

Neben der Verwendung zur durchgängigen Beleuchtung von Straßenzügen, die den überwiegenden Anteil des Einsatzgebietes ausmachen wird, sind andere Anwendungen möglich, z. B. die eingangs beschriebene Hervorhebung von Verkehrsknotenpunkten oder die Anstrahlung von Gebäuden. Aus dem Ausland sind darüber hinaus zahlreiche Anwendungsgebiete für Natriumdampf-Hochdrucklampen bekannt geworden, für die sich auch die beiden neuentwickelten Typen eignen. Dazu zählen Büroräume, Einkaufszentren und Sporthallen [3].

Das Titelbild dieses Heftes zeigt ein in Freiberg realisiertes Projekt, bei dem NA 175-01-Lampen zur Beleuchtung des Marktplatzes im Stadtzentrum eingesetzt sind.

Die inzwischen vorliegenden internationalen Erfahrungen haben gezeigt, daß die anfänglich im Hinblick auf die Lichtfarbe der Natriumdampf-Hochdrucklampen vorhandenen Bedenken weitgehend unbegründet sind, wie die zahlreichen, bekannt gewordenen Anwendungsbeispiele aus dem Ausland demonstrieren, wo man dazu übergegangen ist, die Zentren von Großstädten mit der neuen Lichtquelle zu beleuchten.

Die Entwicklung der Typen NA 175-00 und NA 175-01 wird den Natriumdampf-Hochdrucklampen auch in der DDR neue Anwendungsgebiete erschließen, die bisher Lichtquellen mit geringerer Lichtausbeute vorbehalten waren. NA-Lampen mit ihrer hohen Lichtausbeute werden dazu beitragen, die für Beleuchtungszwecke bereitgestellte Energie noch rationeller als bisher zu nutzen.

Neuentwicklung von Natrium-Hochdrucklampen

Im Elektrolampenwerk in Jerewan werden Natrium-Hochdrucklampen hergestellt. Sie sind für die Straßenbeleuchtung bestimmt. Im Vergleich zu herkömmlichen Lampen geben diese neuen Lampen bei gleichem Energieverbrauch die doppelte Lichtmenge ab. Versuche in Jerewan und Moskau bestätigen den hohen Nutzen bezüglich Stromverbrauch und Helligkeit.

Der Beginn der Massenproduktion der neuen Lampen ist für den Zeitraum in der Mitte des 10. Fünfjahrplans vorgesehen.

Bild 1 zeigt die Natrium-Hochdrucklampen. Bild 2 zeigt technische Mitarbeiter bei der Bedienung des Elektrolicht-Fadenschweißgerätes für Natrium-Hochdrucklampen.

Fotos: ADN

EP 2364

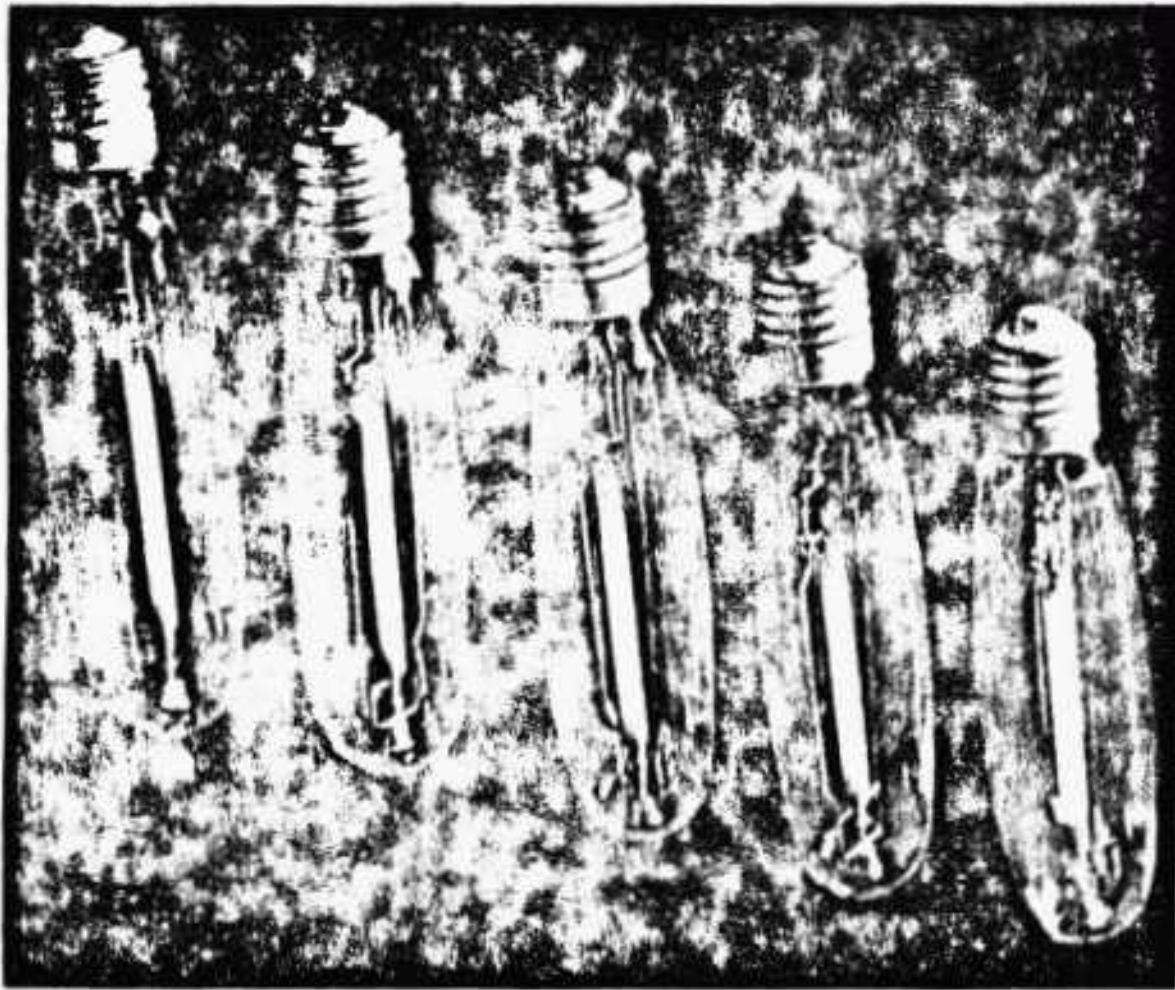


Bild 1. Natrium-Hochdrucklampen

Bild 2. Elektrolicht-Fadenschweißgerät für Natrium-Hochdrucklampen



Literatur

- [1] Amlong, U. J.: u. a.: Natrium-Hochdrucklampen, ihre Technik und Anwendung. Der Elektro-Praktiker 27 (1973) H. 12, S. 395.
- [2] Parrott, M. A.: Transparente Keramik als Gefäßmaterial für Lampen. Lighting Research and Technology 6 (1974) H. 1, S. 19.
- [3] Mc Gowan, T. K.: Natriumdampf-Hochdrucklampen - 10 Jahre später. Lighting Design and Application 6 (1976) H. 1, S. 45.

Ingenieur Karl Prast 75 Jahre alt



Am 11. April dieses Jahres vollendet *Karl Prast*, ein Spezialist für Erdungs- und Blitzschutzfragen, sein 75. Lebensjahr.

Karl Prast wurde in Lauscha (Unstrut) geboren. Im Jahre 1919 beendete er seine Lehre als Schlosser. In Ilmenau schloß er sein Studium als Ingenieur ab. Im Jahre 1927 bekam er bei der Blitzschutzfirma May in Halle Arbeit. Dort war er viele Jahre als Abteilungsleiter tätig. Im VEB Elektroanlagenbau, später VEB Starkstrom-Anlagenbau Halle, leitete er die Abteilung Blitzschutzanlagen. Dann übernahm er eine Gruppe für Projektierung und Messung von Erdungsanlagen. Heute leistet *Karl Prast* Grundlagen-, Standardisierungs- und Informationsarbeit auf seinem langjährigen Spezialgebiet in der Hauptabteilung Projektierung des Kombinats VEB Starkstrom-Anlagenbau Leipzig-Halle. Infolge seiner guten Leistungen wurde der Jubilar fünfmal Aktivist.

Als langjähriger Leiter der Fachgruppe 6 „Erdung elektrotechnischer Anlagen“ der früheren VVB Elektroprojektierung und Anlagenbau hatte *Karl Prast* großen Anteil an der Herausgabe der ersten Projektierungs- und Ausführungsrichtlinien auf dem Gebiet der Erdungstechnik sowie an der Einführung der geoelektrischen Messungen des spezifischen Erdwiderstandes.

Neben seinem arbeitsreichen Berufsleben verdient sein Wirken in der Kammer der Technik, der er seit ihrem Bestehen angehört, hervorgehoben zu werden. Vom Tage ihrer Gründung an ist *Karl Prast* Mitglied der Fachunterausschüsse 1.13 „Blitzschutzanlagen“ und 1.15 „Erdung elektrotechnischer Anlagen“. Außerdem ist er langjähriges Mitglied des Vorstandes der Fachsektion Halle der KDT und Vorsitzender des Arbeitsausschusses Blitzschutz in diesem Bezirk.

Große Aufmerksamkeit schenkte *Karl Prast* der Weiterbildung von Fachkollegen. In Lehrgängen zur Ausbildung von verantwortlichen Fachleuten für Blitzschutz im Bezirk Halle und auf Fachtagungen übermittelte er seine Kenntnisse und seinen Erfahrungsschatz.

Sein erfolgreiches Wirken in der KDT wurde 1961 mit der Ehrenurkunde des Fachverbandes Elektrotechnik, 1967 mit der Bronzenen Ehrennadel und 1974 mit der Silbernen Ehrennadel gewürdigt.

Seine liebenswerte, freundliche und humorvolle Art, seine Bescheidenheit, aber auch seine Leidenschaftlichkeit bei der Beratung von Fachproblemen haben ihm überall Freunde geschaffen.

Im Namen des großen Kreises seiner Freunde und Fachkollegen sei *Karl Prast* anlässlich der Vollendung seines 75. Lebensjahres für sein unermüdliches Wirken herzlich gedankt. Mögen ihm noch viele Lebensjahre bei guter Gesundheit beschieden sein!

EP 2544 Laux