

LESERANFRAGEN

Wiederholungsprüfung – Prüffrist, ständige Überwachung, Stichproben

? Ich wurde damit beauftragt, die ortsveränderlichen sowie die ortsfesten elektrischen Betriebsmittel unseres Betriebs nach DIN VDE 701-702, BetrSichV und BGV A3 zu prüfen. Bei der Vorbereitung auf diese Aufgabe haben sich bei mir einige Fragen ergeben, um deren Beantwortung ich bitte.

1. Darf die Prüffrist verlängert werden, wenn bei der Prüfung ortsveränderlicher Geräte weniger als 2 % der jeweils geprüften Geräte durchfallen? Gibt es eine Grenze, bis zu der die Frist verlängert werden darf?

2. Für ortsfeste elektrische Betriebsmittel gilt, dass den Forderungen nach einer Wiederholungsprüfung auch entsprochen wird, wenn sie ständig überwacht, d. h. kontinuierlich von Elektrofachkräften instand gehalten und durch messtechnische Maßnahmen im Rahmen des Betriebes geprüft werden. Inwieweit reichen bei ortsfesten elektrischen Maschinen (z. B. CNC-Fräßmaschine) Stichproben aus und in welcher Form müssen die Ergebnisse erfasst/protokolliert werden?

3. Ist es zulässig, bei Unterverteilungen/Hauptverteilungen, die ich alle vier Jahre prüfe, lediglich einige Stromkreise zu überprüfen (Stichproben) und anhand der so gewonnenen Ergebnisse die gesamte Verteilung zu bewerten? Da es nicht immer möglich ist, die Stromkreise abzuschalten, wäre diese Verfahrensweise vorteilhaft.

! Die hier gestellten Fragen sind nicht leicht zu beantworten. Ich darf mit meinen Antworten ja nicht den Eindruck erwecken, dass ich dem Anfragenden die einzig richtige und für ihn verbindliche Verfahrensweise nenne. Der Anfragende darf andererseits auch nicht annehmen, dass ihm auch nur ein kleiner Teil seiner Verantwortung für die ordnungsgemäße Prüfung abgenommen wird, wenn er sich nach meiner Antwort richtet und meine Vorschläge umsetzt.

Meine Antworten, und ebenso die Ratschläge anderer Fachleute (Elektrofachkräfte), sind nicht mehr und natürlich auch nicht weniger als fundierte Meinungen und Erfahrungen, es sind Hinweise auf den gegenwärtigen oder vielleicht auch den künftigen Stand der Technik. Was man daraus entnimmt bzw. ob und wie man die Hinweise umsetzt, muss man selbst entscheiden.

Zu 1.: Prüffristen. Als die für das Prüfen verantwortliche Elektrofachkraft (verantwortlicher Prüfer) im Auftrag des Betriebsleiters [1] ist es die

Aufgabe des Anfragenden, für jedes einzelne Gerät den nächsten Prüftermin festzulegen. Dabei muss er

- den Zustand des Geräts
- die am vorgesehenen Einsatzort bei bestimmungsgemäßem Verwenden entstehenden Beanspruchungen und
- die für den Benutzer dabei entstehenden Gefährdungen

beurteilen und – wie es in [2] formuliert wurde – den Prüftermin so festlegen, dass

„... entstehende Mängel, mit denen gerechnet werden muss, rechtzeitig festgestellt werden.“ Dies erfolgt mit Hilfe des gesunden Menschenverstands, der den Prüfer in diesem Fall veranlasst, eine sogenannte „Gefährdungsbeurteilung“ vorzunehmen. Wie diese Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden kann, wird in der Literatur beschrieben [3] [4] [5]. Alle anderen Hinweise, Bemerkungen, Vorschläge zur Prüffrist, d. h.

- die Tabellen mit den Prüffristen egal ob sie als Höchst-, Richt- oder Mindestwerte bezeichnet werden
- die erwähnte Rechenregel (> 2 %)
- die z. B. eine Höchstfrist vorgebenden gesetzlichen Vorgaben

sind „lediglich“ Hilfsgrößen, die jeder Prüfer einerseits keinesfalls gedanken- oder kritiklos übernehmen/akzeptieren darf aber andererseits nutzen sollte, um die eigene, mit Hilfe eines Rechenprogramms [5] oder zeichnerischen Verfahrens [4] ermittelte Prüffrist kritisch zu bewerten.

Feste Vorgaben oder „Weisungen von oben“ bezüglich der Prüffrist gibt es nicht. Andererseits aber sind alle Vorschläge auch als aufgeschriebene Erfahrungen anderer Elektrofachkräfte anzusehen und zu beachten. So ist z. B. auch die in der Anfrage genannte 2%-Regel kritisch zu hinterfragen.

Warum ausgerechnet 2 % und nicht 1 % oder 3 %? Der Verfasser dieser Regel kann dies wohl kaum exakt begründen. Außerdem trifft diese „Festlegung“ nicht den Kern der Dinge – sie lenkt ab von der Verantwortung, die der Prüfer zu tragen hat und die er doch nicht einer Rechenregel überlassen darf.

Vom Prüfer muss für jedes Gerät eine ganz konkrete Aussage über die Qualität und dann über die Notwendigkeit und die Frist der Prüfung getroffen werden. Dies erfolgt unter Beachtung der spezieller Eigenschaften, Mängel, Verschleißerscheinungen dieses zu prüfenden Geräts. Eine solche immer auf das jeweils geprüfte Gerät zu beziehende Aussage sollte nicht ermittelt werden, indem man den durchschnittlichen Zustand einer Gerätegruppe errechnet und das Ergebnis dann für alle Geräte dieser Gruppe gelten lässt. Das würde z. B. bedeuten, dass für 100 geprüfte Geräte und auch für das einzige, wegen eines grundsätzlichen Mangels (Schutzleiterbruch) beanstandete Gerät die Prüffrist verlängert werden darf, weil insgesamt weniger als 2 % der Geräte durchgefallen sind. Ein solcher Standpunkt ist doch nicht vertretbar. In einem solchen Fall müsste der Prüfer vielmehr klären, ob die zu dem einzelnen Fehler gehörende Ursache möglicherweise auch bei den anderen Geräten der Gruppe vorliegt. Erst dann kann er über die Prüffrist nachdenken. Außerdem hat die 2%-Regel einen entscheidenden Mangel. Sie müsste nämlich nicht nur das mögliche Verkürzen, sondern ebenfalls das eventuell notwendige Verlängern der Prüffrist umfassen und vorgeben was zu tun ist, falls mehr als 2 % der Prüflinge ausfallen. Deshalb wäre es in Anlehnung an die Vorgabe in BGV A3 [2] besser, wenn dem Prüfer an Stelle der 2%-Regel gesagt würde:

Werden an einem Prüfling Mängel festgestellt, mit denen (bei dem Festlegen seiner ursprünglichen Prüffrist) nicht oder noch nicht gerechnet wurde, so sollte dessen Prüffrist verkürzt werden. Werden keine Mängel festgestellt, so ist mit Hilfe einer Gefährdungsbeurteilung zu klären, ob seine Prüffrist verlängert werden sollte.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich die Antwort auf die erste Frage:

- Der Anfragende muss entscheiden, ob er die 2%-Regel anwenden kann. Sollte er dies tun, dann muss er auch begründen können, warum. Aus den oben angeführten Gründen halte ich es grundsätzlich für falsch, die durchschnittliche Qualität einer ganzen Gerätegruppe zum Festlegen der Prüfzeit von einzelnen Geräten heranzuziehen.

Zu 2.: Stichprobenprüfung bei fest abgeschlossenen Betriebsmitteln. Leider muss festgestellt werden, dass sich die Vorgabe „... dass der Wiederholungsprüfung entsprochen wird, wenn sie (die Anlagen) ständig überwacht, d. h. kontinuierlich von Elektrofachkräften instand gehalten und durch messtechnische Maßnahmen im Rahmen des Betriebes geprüft werden ...“ von Praktikern nur schwer umsetzen lässt. Die Anfrage ist ein Beispiel dafür. Die meisten Unklarheiten und Fragen ergeben sich nach meiner Meinung daraus, dass die Wiederholungsprüfungen sowie die der Instandhaltung/Überwachung dienenden Maßnahmen als ge-

Fragen an



Liebe Abonnenten!

Wenn Sie mit technischen Problemen kämpfen, Meinungsverschiedenheiten klären wollen oder Informationen brauchen, dann suchen Sie unter www.elektropraktiker.de (Fachinformation/Leseranfragen).

Finden Sie dort keine Antwort, richten Sie Ihre Fragen an:

ep-Leserservice 10400 Berlin oder

Fax: 030 42151-251 oder

E-Mail: richter@elektropraktiker.de

Wir beraten Sie umgehend. Ist die Lösung von allgemeinem Interesse, veröffentlichen wir Frage und Antwort in dieser Rubrik.

Beachten Sie bitte:

Die Antwort gibt die persönliche Interpretation einer erfahrenen Elektrofachkraft wieder.

Für die Umsetzung sind Sie verantwortlich.

Ihre ep-Redaktion

**Sicherheit erhöhen –
Kosten senken**

trennte und gegeneinander austauschbare Aktivitäten betrachtet werden. Das eröffnet die Möglichkeit des Feilschens: „Wie viel Differenzstrommessungen ersetzen die Messung des Isolationswiderstands?“ oder ähnlich. Dies ist aus Sicht der Sicherheitstechnik eine unvertretbare Verfahrensweise [6].

Der Betreiber einer Anlage ist gemäß Betriebs-sicherheitsverordnung [1] für die Sicherheit der Anlage bzw. der ortsfesten Betriebsmittel uneingeschränkt verantwortlich und hat gemäß der dort genannten Vorgaben ([1] § 10) die Wiederholungsprüfungen durchzuführen. Als Zielstellung, also gewissermaßen als Überschrift für alle dem Erhalt der Sicherheit dienenden Aktivitäten, heißt es in [1] und sinn-gemäß auch in DIN VDE 0105-100 [7], es sind „... durch die Prüfung Mängel/Schäden recht-zeitig zu entdecken ... und der sichere Betrieb zu gewährleisten.“

Wie dieses Ziel zu verwirklichen ist, hat die für die betreffende Anlage und ihre Betriebsmittel verantwortliche Elektrofachkraft selbst zu ent-scheiden. Sie kann dies durch Prüfschritte des Besichtigens, Messens oder Erprobens, also auf beliebige Weise erreichen. Sie darf und kann

- alle diese Prüfgänge/Prüfschritte für die gesamte Anlage an einem bestimmten Zeit-punkt oder für die Anlagenteile/Betriebs-mittel zeitlich versetzt durchführen oder
- eine kontinuierliche Überwachung aller ent-scheidenden elektrischen Größen vorsehen oder die nötigen Prüfschritte regelmäßig per Hand vornehmen oder
- eine intelligente, rationale Mischung aller dieser Möglichkeiten und Verfahrensweisen organisieren.

In [7] wird ausdrücklich bestätigt, dass dies alles in Form von Stichproben erfolgen kann, sowohl in Bezug auf den örtlichen Bereich (An-lagenteile) als auch auf die durchzuführenden Maßnahmen (Prüfschritte), „... soweit dadurch die erforderliche Beurteilung des Zustandes der Anlage/Betriebsmittel möglich ist.“

Letzteres muss dann wiederum die verant-wortliche Elektrofachkraft gewährleisten. So-mit ergibt sich die Antwort auf den zweiten Teil der Anfrage eigentlich von selbst.

Es gibt keine Festlegungen über den Umfang und die Art der Stichproben, die im konkreten Fall (also bei einem bestimmten Ereignis wie z. B. der CNC-Fräsmaschinen) als ordnungs-gemäße Prüfung anzusehen sind und deshalb „ausreichen“. Niemand darf dem verantwort-lichen und „weisungsfreien“ Prüfer derartige Vorgaben machen und die Verantwortung ent-ziehen [8].

Ein Prüfer, der sich für das stichprobenweise Prüfen entscheidet, sollte sein Prüfobjekt so gut kennen, dass er weiß, ob und welche Stich-proben ihm eine zuverlässige Aussage liefern. Hat er eine ihm unbekannte Anlage/Maschine zu prüfen, so sind Stichproben nicht oder erst dann sinnvoll, wenn er bereits annähernd er-kennen kann, wie sein Prüfling beschaffen ist. Die Begründung für das Prüfen in Form von

Stichproben und die Angaben über Art, Ort und Umfang der Stichproben sollten in der Prüfdokumentation genannt werden. Für de-ren Form gibt es eine Menge Vorschläge [4] [5] jedoch keine speziellen Vorgaben. Auch hier sollte der Prüfer wieder berücksichtigen und festlegen, wie der Nachweis der durchge-führten Prüfung und die Archivierung der für ihn wichtigen Messwerte auf rationelle Weise erfolgen kann.

Zu 3.: Stichproben an Verteilungen. Für die beschriebenen Verteilungen gelten die unter der Antwort auf den Fragenteil 2 genannten Bedingungen und Hinweise ebenfalls. In Ab-hängigkeit von den dem Prüfenden bekannten Eigenarten (Belastung, Schutzeinrichtung, Be-triebstemperatur usw.) des Verteilers sowie dessen einzelner Abgänge ist es sicherlich möglich, unterschiedliche Prüffristen für die Abgänge oder für die durchzuführenden Prüf-verfahren festzulegen. Somit könnten bei der Wiederholungsprüfung des Verteilers die Abgänge praktisch „stichprobenweise“ geprüft werden. Diese Stichprobenprüfungen sind dann ja eigentlich nur eine Bestätigung des dem Prüfer bereits bekannten Sachverhalts „Prüfling in Ordnung“, liefern ihm eine zusätz-liche, zur Sicherheit nochmals beschaffte In-formation und sind somit vertretbar. Keines-falls aber kann der Prüfauftrag z. B. lauten: „Je Verteiler sind 30 % der Abgänge zu prüfen. Wenn dabei keine Mängel festgestellt werden, hat der Verteiler die Prüfung bestanden.“

Eine solche Verfahrensweise entspräche dem Lotteriespiel, wäre Prüfen im Blindflug und ver-antwortungslos.

Bei dem in der Anfrage angeführten Beispiel „Verteiler, die alle vier Jahre geprüft werden“ könnte so eine formale Entscheidung dazu führen, dass einige Abgänge nur alle acht oder gar nur alle zwölf Jahre der Prüfung unterzogen werden.

Darüber hinaus möchte ich auch noch weitere Bedenken anmelden bzw. auf die nötige Kom-bination von Wiederholungsprüfung und In-standhaltung hinweisen. Das Messen der Schutzleiter- und Neutralleiterströme und der Temperatur der Anschlussklemmen sollte z. B. – zumindest an ausgewählten Abgängen (stichprobenweise) – unabhängig von dem gewählten Prüfturnus auch zwischendurch, in Form einer mehr oder weniger kontinuierlichen Überwachung, erfolgen.

Literatur

- [1] Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) vom 27. September 2002 (BGBl. I S. 3777), zuletzt geändert durch Artikel 8 der Verordnung vom 18. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2768).
- [2] BGV A3 Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ vom 1. April 1979 in der Fassung vom 1. Januar 1997 mit Durch-führungsanweisungen vom Oktober 1996. Ak-tualisierte Nachdruckfassung 2005.
- [3] TRBS 1111 Gefährdungsbeurteilung und sicher-heitstechnische Bewertung vom 15. September 2006.
- [4] Bödeker, K.: Prüfung ortsfester und ortsverän-derlicher Geräte. 7. veränderte Auflage. Berlin: Huss-Medien GmbH 2010.



Die Lösung für die Industrie: Der AUTOTEST

Der **AUTOTEST** ist ein Fehlerstrom-Schutz-schalter, der automatisch, regelmäßig und unterbrechungsfrei einen Selbsttest durch-führt.

Der **AUTOTEST** ermöglicht die manuelle Prüfung ohne Spannungsunterbrechung.

Der **AUTOTEST** ist VDE geprüft.



AUTOTEST

**NEU:
AUTOTEST
jetzt mit** 

GEWISS

www.gewiss.com

- [5] Neumann, T.: Organisation der Prüfung von Arbeitsmitteln. Berlin: VDE-Verlag 2006.
- [6] Bödeker, K; Kindermann, R.: Isolationsfehler ermitteln. Elektropraktiker Sonderheft: Messen und Prüfen, Berlin: Huss-Medien 2009; S. 8–14.
- [7] DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100):2009-10 Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen.
- [8] DIN VDE 1000-10 (VDE 1000-10):2009-01 Anforderungen an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen. K. Bödeker

Erdung von Straßenbeleuchtungsanlagen

? Als kleines Unternehmen im Bereich der Elektroinstallation beschäftigen wir uns auch mit den Straßenbeleuchtungsanlagen von zwei umliegenden Gemeinden. Da diese Anlagen nicht durch unser Unternehmen und außerdem innerhalb der letzten Jahrzehnte errichtet wurden, finden wir in den Anlagen verschiedene Konstellationen und Ausführungen des Anschlusses vor.

Die Gegebenheiten:

- **Netz:** TN-C-S Netz;
- **Mast:** Stahl verzinkt mit und ohne Anschlussmöglichkeit für einen Leiter;
- **Masttür/-deckel:** Stahl verzinkt oder Aluminium mit und ohne Anschlussmöglichkeit für einen Leiter;
- **Mastanschlusskasten:** Schutzklasse I oder II oder offen (ohne gehäuseförmige Umhüllung und ohne Angabe der Schutzklasse);
- **Leuchte:** Schutzklasse I oder II.

Die Fragen:

- 1) Gehört der Mast mit zum elektrischen Betriebsmittel „Leuchte“?
- 2) Unter welchen Umständen ist es notwendig, den Leuchtenmast und gegebenenfalls die Masttür an den Schutzleiter bzw. PEN-Leiter anzuschließen?
- 3) Tritt nicht eine Verschlechterung der Schutzbedingungen ein, wenn bei einem Anschlusskasten (SK II) und einer Leuchte (SK II) im TN-C-Netz der Lampenmast mit dem (möglicherweise unterbrochenen) PEN-Leiter verbunden wird?

NORMENAUSZÜGE

Auszüge aus DIN-VDE-Normen sind für die angemeldete limitierte Auflage wiedergegeben mit Genehmigung 042.002 des DIN und des VDE. Für weitere Wiedergaben oder Auflagen ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich.

Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE Verlag GmbH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin und der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin erhältlich sind.

! Grundsätzliches. Eine spezielle Norm für Beleuchtungsanlagen im Freien, DIN VDE 0100-714 (VDE 0100-714) [1], die auch bedingt für Straßenbeleuchtungsanlagen gilt, gibt es erst seit 2002-01. Für alle Straßenbeleuchtungsanlagen, die vor dieser Zeit errichtet wurden, waren lediglich die allgemein gültigen Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) anzuwenden. Meine Einschränkung „bedingt für Straßenbeleuchtungsanlagen“ ist notwendig, weil in [1] festgelegt ist, dass öffentliche Beleuchtungsanlagen, die Teil eines öffentlichen Verteilungsnetzes sind, nicht unter den Anwendungsbereich dieser Norm fallen.

Um auch hier Diskussionen auszuschließen, wurde versucht, durch eine Anmerkung in der Norm klar zu legen, wann eine Beleuchtungsanlage Teil des öffentlichen Verteilungsnetzes ist. In der Anmerkung ist festgelegt, dass eine Straßenbeleuchtungsanlage immer **dann nicht** zum öffentlichen Verteilungsnetz gehört, **wenn** zwischen Verteilungsnetz und Straßenbeleuchtung (z. B. im Leuchtenmast, was fasst immer der Fall sein dürfte) Überstrom-Schutzeinrichtungen – die meist im Anschlusskasten integriert sind – angeordnet sind, weil [1] für alle Endstromkreise mit Beleuchtungsanlagen im Freien mit Überstrom-Schutzeinrichtungen, wie z. B. im Anschlusskasten, anzuwenden ist.

Fakt ist allerdings, dass es nach den Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) schon immer unzulässig war, an leitfähigen, nicht aktiven Teilen von Betriebsmitteln der Schutzklasse II (d. h. leitfähige nicht aktive Teile, die Bestandteil eines Betriebsmittels der Schutzklasse II sind) einen Schutzleiter/Schutzpotentialausgleichsleiter/Erdungsleiter anzuschließen. Problematisch war es hierbei aber schon immer, abzugrenzen, ob äußere leitfähige Konstruktionsteile von Betriebsmitteln der Schutzklasse II tatsächlich Bestandteil der Betriebsmittel der Schutzklasse II sind oder unabhängig vom Betriebsmittel vorgesehen sind.

Zu 1): Ob ein Mast, insbesondere ein leitfähiger Mast, Bestandteil einer Leuchte ist oder nicht, kann nur vom Hersteller der Leuchte beantwortet werden. Sicher wird der Mast nicht Bestandteil der Leuchte sein, wenn Mast und Leuchte getrennt bezogen und erst vor Ort zusammengebaut werden.

Auch wenn ein Mast eine Schutzleiteranschlussstelle aufweist, kann davon ausgegangen werden, dass es sich dabei nicht um eine Leuchten-/Mast-Kombination der Schutzklasse II handeln kann, da Betriebsmittel der Schutzklasse II keine Schutzleiteranschlussstelle haben dürfen.

Zu 2): Sollte der Mast nicht Bestandteil einer Leuchte der Schutzklasse II sein, ist die Verbindung dieses leitfähigen Mastes mit einem Schutzleiter davon abhängig, wie die übrigen Betriebsmittel, z. B. Verbindungen (Leitungsverbindungen) im Mast vom Anschlusskasten zur Leuchte und der Anschlusskasten selbst,

ausgeführt sind. Wenn es sich dabei um Betriebsmittel der Schutzklasse II bzw. um Betriebsmittel mit Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung handelt, ist der Anschluss eines Schutzleiters am leitfähigen Mast nicht gefordert, allerdings auch nicht verboten. Ist jedoch der Mast nicht Bestandteil einer Leuchte der Schutzklasse II und haben z. B. die Verbindungsleitungen im leitfähigen Mast zwischen Anschlusskasten und Leuchte nur Basisisolierung, dann muss der leitfähige Mast mit einem Schutzleiter (oder PEN-Leiter) verbunden sein und es muss eine Fehler-schutzmaßnahme, z. B. Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung, wirksam sein.

Wenn jedoch der leitfähige Mast und die Leuchte gemeinsam ein Betriebsmittel der Schutzklasse II darstellen bzw. als ein solches ausgewiesen sind, dann müssen alle anderen elektrischen Betriebsmittel in dem Mast mit doppelter/verstärkter Isolierung ausgewählt werden und ein Schutzleiter darf nicht angeschlossen sein (siehe Antwort zu Frage 1).

Hinweis: Die Anschlusskästen müssen nach DIN VDE 0660-505 (VDE 0660-505) [2] in Schutzklasse II ausgeführt sein.

Zu 3): Diese Frage kann nur „philosophisch“ beantwortet werden. Grundsätzlich geht man nicht davon aus, dass ein Schutzleiter Unterbrechung hat und schon gar nicht geht man davon aus, dass ein PEN-Leiter unterbrochen sein könnte, da für ihn ein Mindestquerschnitt von 10 mm² gegeben sein muss. Außerdem müsste ja auch noch zeitgleich ein Fehler (Schluss) eines aktiven Leiters zu dem leitfähigen Mast auftreten. Dies wären dann zwei Fehler, die normativ üblicherweise nicht betrachtet werden. Um eine solche Konstellation zu haben, müsste man wohl davon ausgehen, dass der Mast einer SK-II-Leuchte durch ein Fahrzeug umgefahren wird und es so zu einem Kontakt mit einem aktiven Leiter kommt. Da ein Schutzleiter bei Schutzklasse II nicht angeschlossen ist, wäre in diesem Fall auch am Mast eine gefährliche Berührungsspannung gegeben, ohne dass der Fehler automatisch abgeschaltet werden würde.

Wenn man aber den Fehler betrachten will, dass bei Unterbrechung des PEN-Leiters der in der Anlage auftretende Unsymmetriestrom über den Mast zur Erde und zurück zum Sternpunkt fließen könnte, dann kann ich den Anfragenden beruhigen. Dieser Strom ist ja kein Kurzschlussstrom, sondern nimmt maximal den Wert der Summe der „Nennströme“ der angeschlossenen Leuchten an. Bei einer Aufteilung der Leuchten auf Drehstrom – was üblich ist – wäre der Unsymmetriestrom u. U. Null oder nahezu Null. Dieser „maximale“ Strom (der aufgrund der hohen Erdungswiderstände wahrscheinlich gar nicht zum Fließen kommen kann) wird dann am Mast maximal eine Spannung hervorrufen können, die dem Spannungsfall (der kaum höher als 5 % sein wird) auf den Leitern entsprechen würde. Bei sehr hohen Erdübergangswiderständen der