

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 58 (1967)
Heft: 7

Artikel: Erfahrungen der BKW mit der Nullung nach Schema III
Autor: Grossen, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916240>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.03.2025

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

Der Bundesrat wird eingeladen, zu prüfen, ob den eidgenössischen Räten eine Vorlage betreffend die Revision des Gesetzes über die friedliche Verwendung der Atomenergie im Sinne der Erweiterung koordinierender Kompetenzen des Bundes zu unterbreiten sei.»

Mit der Ablehnung brachte der Nationalrat mehrheitlich zum Ausdruck, dass ein erweitertes energiepolitisches Instrumentarium des Bundes nicht als nötig betrachtet wird und dass die Energieversorgung der Schweiz auf Grund der Erfahrungen mit der bisherigen freiheitlichen Organisation nicht zu einer Bundesaufgabe gemacht werden soll.

* *
*

Eine sehr ungnädige Aufnahme in der nationalrätlichen Kommission fand die Reaktorbotschaft. Der Bericht des Bundesrates soll in einer nächsten Kommissions-Sitzung beraten werden und wird deshalb die Märzsession nicht beschäftigen. Es scheint, als ob vor jedem weiteren finanziellen Engagement des Bundes ein Marschhalt eingeschaltet werden sollte, da die Situation in Lucens momentan zu wenig abgeklärt sei. Grund für dieses überraschende Stoppsignal für eine weitere Bundeshilfe ist offenbar nicht nur das Fehlen einer Einigung auf ein einziges Reaktorprojekt der beiden Industriegruppen. Ein ernsthaftes Hindernis stellt auch die Ungewissheit darüber dar, wer die Betriebsführung in Lucens übernehmen soll und wie das Missverhältnis von Betriebs- und Forschungskosten zu den Einnahmen aus der Stromproduktion zu beseitigen ist. Die «Basler Nachrichten» vom 28. Februar geben unter dem Titel «*Lucens: Reaktormuseum oder Felsenkeller?*» ein die Fachkreise vielleicht überraschendes Stimmungsbild, das aber auch in anderen Zeitungen in ähnlicher Weise zum Ausdruck kommt.

«Ist die Reaktoranlage, die in der Felskaverne im waadtländischen Lucens ihrer Vollendung entgegendämmert, schon heute eine industrielle Totgeburt? Was veranlasst die NGA, ihr legitimes Kind, das sie (und niemand anders) gewollt hat, heute zu verleugnen? Wie in jedem besseren Vaterschaftsprozess geht es auch hier um die Alimente; jeder hofft, der

andere werde zu ihrer Bezahlung verknurrt. Denn ein Tatbestand steht unbestreitbar fest: Lucens wird nie aufhören, eine Menge Geld zu verschlingen. Mit der Finanzierung der Kosten des Baues und des Experimentalbetriebes wird es sein Bewenden nicht haben. Der Betrieb der Anlage erfordert dauernd einen Zuschuss von jährlich einigen Millionen Franken. Zwar produziert der Reaktor verkäufliche elektrische Energie, doch handelt es sich bei Lucens im wahrsten Sinne des Wortes um einen Mini-Reaktor (7 MW), bei welchem der Ertrag aus dem Energieabsatz in keinem Verhältnis zum laufenden Betriebsaufwand (Personal, Brennstoff, Versicherung, Unterhalt etc.) steht.

... «Soll das Versuchs-Atomkraftwerk Lucens fertiggestellt werden — und das zu fordern hat der Bund kraft der bisher in den Bau gesteckten -zig Millionen öffentlicher Gelder ein Recht, mehr noch: die Pflicht —, so wird die NGA, die die «Übung» inszeniert hat, kaum darum herumkommen, in der ursprünglichen Gründerformation (Interesse hin oder her) noch einmal zusammenzustehen, um eine gemeinsame Finanzierungsaktion einzuleiten und zu gewährleisten. Dann wird auch der Bund seine abermalige Unterstützung nicht versagen. Ob das Werk nach dem Experimentalbetrieb dauernd in Betrieb genommen werden soll oder nicht, ist eine Frage, die sich unseres Erachtens heute nicht mit derselben Dringlichkeit stellt wie jene seiner Vollendung. Ob Lucens in einer weiteren Zukunft der schweizerischen Industrie auf dem Wege zu einem marktreifen Reaktorkonzept wertvolle Dienste leisten können, oder ob es zu einem musealen Mahnmahl schweizerischen Unvermögens degradiert werden muss, hängt von Faktoren ab, die in einem weiteren Beitrag dargestellt werden sollen.»

Es wird also hier ziemlich unverblümt eine Reaktor-Dämmerung prophezeit. Bundesrat, Parlament, Öffentlichkeit und nicht zuletzt die angesprochenen Fachkreise und Interessenten werden sich in nächster Zeit zweifellos noch stark mit der zur Zeit in eine Krise geratenen Reaktorpolitik beschäftigen müssen.

Adresse des Autors:

Dr. F. Wanner, Direktor der EKZ, Dreikönigstrasse 18, 8022 Zürich.

Wahl der Schutzmassnahmen gegen Berührungsspannungen in Hausinstallationen

Bericht über die 31. Diskussionsversammlung des VSE vom 2. Juni 1966 in Zürich und vom 28. Sept. 1966 in Lausanne

Erfahrungen der BKW mit der Nullung nach Schema III

von M. Grossen, Bern

621.316.311.62-78

Die faktische Monopolstellung der Elektrizitätswerke verpflichtet diese auch auf dem Gebiet der Installationsvorschriften zu reiflicher Prüfung und Abgewogenheit ihrer Entscheidungen. Eine erhebliche Verteuerung der elektrischen Installationen ist dem Abnehmer nicht ohne weiteres zumutbar und liegt keinesfalls im Interesse der Werke. Der Mehraufwand muss in einem vernünftigen Verhältnis zu den dadurch erzielten Verbesserungen stehen. Der Fachmann im Elektrizitätswerk ist als Treuhänder der Energiebezüger bei der Frage der Schutzmassnahmen in einer besonders heiklen Lage, weil er sich für die Sicherheit verantwortlich fühlen muss. Was nach dem jeweiligen Stand der Technik bei an-

gemessenen Kosten durch technische Mittel zur Verhütung von Personen- und Sachschäden vorgekehrt werden kann, muss deshalb immer wieder aufmerksam verfolgt werden. Das darf andererseits nicht dazu veranlassen, unbekümmert um die Kosten den Standpunkt zu vertreten: «nur das Beste sei gut genug». Diese allzu einfache Auffassung wäre unseres Erachtens nicht haltbar, wenn es darum geht, den Abnehmern nicht vom Staat gesetzlich verankerte, sondern unter Umständen über die gesetzlichen Vorschriften hinausgehende Massnahmen vorzuschreiben.

Die Hausinstallationsvorschriften stellen die Schutzmassnahmen Erdung oder Nullung nach Schema I, II oder III einander gleich.

Es ist den Werken überlassen zu entscheiden, welches System in ihren Verteilgebieten angewandt werden soll.

Als die Spannungsnormalisierung in der Schweiz bevorstand, wurde die Nullung Schema III nicht nur auf Grund oberflächlicher Prüfung leichtfertig eingeführt, sondern es fanden anlässlich der Revision der Hausinstallationsvorschriften 1927/28 zwischen dem Starkstrominspektorat, den Brandversicherungen und den grössern Werken über diese Fragen eingehende Aussprachen statt. Man war sich damals einig, dass durch die Nullung gegenüber der Schutzerdung erhöhte Sicherheit erreicht wird. Aber auch die Vor- und Nachteile der 3 verschiedenen Ausführungsarten der Nullung waren bekannt und wurden eingehend erörtert.

Von verschiedenen Werken wurde damals gewünscht, dass man sich womöglich auf *ein* System der Nullung einige. Die meisten vertretenen grösseren Elektrizitätswerke gaben der Nullung nach Schema III den Vorzug und erachteten dessen Nachteile gegenüber seinen Vorteilen der Einfachheit und Wirtschaftlichkeit als unbedeutend. EKZ und EWZ gaben damals die Verteuerung der Anlagen durch Schema I gegenüber Schema III übereinstimmend sogar mit 50 bis 60 % an und erklärten die Durchführung der Nullung nach Schema I als untragbar. Das Nachlesen der Protokolle dieser seinerzeitigen Verhandlungen ist heute sehr interessant und aufschlussreich.

Auch das Starkstrominspektorat schloss sich der Auffassung der grösseren Werke an, dass Schema III als das einfachste und zweckmässigste zu empfehlen sei, wenn auch zugegeben werden müsse, dass Schema III etwas mehr Achtsamkeit und Sorgfalt bei der Ausführung verlange, um die gewünschte Sicherheit zu bieten.

In der Folge wurden die meisten schweizerischen Verteilnetze auf die Normalspannung 380/220 Volt umgebaut und zu etwa 80 % die Nullung nach Schema III gewählt. Nur wenige Anlagen wurden mit Schema II und einige Fabriken mit Schema I ausgeführt.

In den 500-Volt-Anlagen und in schwach ausgebauten Netzen, welche die Nullungsbedingungen nicht erfüllt hätten, wurde zum Teil noch die Erdung als Schutzmassnahme beibehalten.

Die Fehlerspannungs-Schutzschalter, welche in dieser Zeitperiode in Deutschland stark propagiert wurden und deren Befürworter das System der Nullung, «der allgemeinen Verbreitung einer gefährlichen Berührungsspannung», geradezu als verbrecherisch bezeichneten, fanden in der Schweiz nur in Einzelfällen und mit unbefriedigenden Erfahrungen Anwendung.

Die Nullung und insbesondere nach Schema III, die Verwendung des betriebsmässig geerdeten Nulleiters als Stromleiter und als Schutzleiter für die Hausinstallationen stellt an die Verteilnetze und deren Erdungen einige Anforderungen, die 1933 in der Starkstromverordnung verankert wurden. Die Sicherheit der Stromkonsumenten hängt in starkem Masse von der richtigen Anlage und Überwachung dieser Schutzmassnahmen ab. Das zwang die Werke, der Kontrolle der Normalspannungsnetze besondere Aufmerksamkeit zu schenken und die mit diesem Schutzsystem gemachten Erfahrungen zu sammeln und auszuwerten.

Aber auch das Eidg. Starkstrominspektorat verfolgte die Erfahrungen aufmerksam und konnte 1940 folgendes bekanntgeben:

«Die Erfahrungen mit der Nullung Schema III sind befriedigend. Im Zeitraum von 14 Jahren sind in festmontierten Leitungen von nach Schema III genullten Anlagen 3 Fälle von Nulleiterunterbrüchen festgestellt worden, während im gleichen Zeitraum 10 Fälle von Elektrisierungen, die auf das versehentliche Einsetzen von Blindstöpseln im Polleiter zurückzuführen waren, den angefragten Werken zur Kenntnis gekommen sind. Dagegen sind keine Unfälle vorgekommen, die auf die genannten beiden Ursachen hätten zurückgeführt werden können.»

Vom Standpunkt der BKW aus darf man heute auf Grund der bisherigen Erfahrungen feststellen, dass auch seither kaum neue Gesichtspunkte dazugekommen sind, welche eine Änderung der Auffassungen begründen könnten.

Es war schon immer bekannt, dass vor allem ein Nulleiterunterbruch, sei es im Netz oder in der Hausinstallation, die wesentlichste Gefahr bietet. Es kann ein abgetrenntes Nulleiterstück über einen an 220 Volt angeschlossenen Verbraucher oder auch nur über einen Zähler die volle Phasenspannung gegen Erde erreichen, wenn am abgetrennten Stück keine Erdung mehr vorhanden ist. Ist noch eine Erdung vorhanden, dann kann der Strom des einphasigen Apparates über diese Erdung (Hauswasserleitung, Zentralheizung) fliessen und entsprechend dem Widerstand dieser Erdung unter Umständen eine gefährliche Berührungsspannung zur Folge haben. Da die auftretende Stromstärke im ersten Fall praktisch gleich Null und auch im zweiten Fall stets kleiner als der normale Betriebsstrom ist, schmilzt keine Sicherung und dieser Zustand kann längere Zeit bestehen bleiben. Wenn am abgetrennten Nulleiter jedoch auch ein genullter und mit der Wasserleitung verbundener Apparat angeschlossen ist (Boiler, Pumpe), so kann unter Umständen eine Überlastung und Überhitzung des Nulleiters dieses genullten und geerdeten Apparates eintreten.

Um die Gefahren der Nulleiterunterbrechung im Netz, die im übrigen bei Schema I oder III die gleichen sind, herabzusetzen, schreibt Art. 26 der Starkstromverordnung für den Nulleiter überall mindestens gleichen Querschnitt und gleiche Festigkeit wie für die Polleiter vor.

In unseren Landnetzen trachten wir nach Aufteilung des Gebietes in viele Stränge relativ kleiner Ausdehnung, und wir verwenden vielfach Zwischensicherungen, was auch bei Störungen und Arbeiten vorteilhaft ist.

Um die netzseitigen Gefahren auch bei atmosphärischen Überspannungen oder bei Übertritt von Hochspannung in ein Niederspannungsnetz weiter herabzusetzen, sind möglichst viele Erdungen, insbesondere auch an den Enden aller Abzweigungen, erwünscht. Da indessen Leiterbrüche, die zu erhöhten Berührungsspannungen führen könnten, in den Verteilnetzen doch eigentlich recht selten sind, wäre der Kostenaufwand für vermehrte Erdungen in den Verteilnetzen in keinem vernünftigen Verhältnis zu der dadurch erreichbaren Erhöhung der Sicherheit.

Diesen Gefahren kann man auch in den Hausinstallationen entgegenzutreten.

Die Werkvorschriften der BKW schreiben zur Erhöhung der Sicherheit vor, dass in allen Neu- und vollständigen Umbauten, in denen die Hauswasserleitungen aus metallischen Rohren bestehen, diese mit dem Netznulleiter durch einen Leiter von mindestens 16 mm² Cu verbunden werden müssen.

Diese zahlreichen zusätzlichen Erdungen des Netznullleiters setzen seinen Widerstand im Verhältnis zum Phasenwiderstand und damit auch das durch einphasige Belastungen oder Fehlerströme auftretende Nulleiterpotential stark herab. Sie vermindern die Bedeutung der in Abständen von einigen hundert Metern vorgeschriebenen eigentlichen Netzerdungen sehr stark, so dass auch deren periodischen Kontrollen keine besondere Wichtigkeit mehr zukommt. Eine Revision der Revisionsvorschrift Art. 27 der Starkstromverordnung scheint für diese Verhältnisse angezeigt.

Speziell auch, wenn Hauptwasserleitungen vermehrt aus Eternit oder Kunststoffen erstellt werden, erweisen sich die Erdungen bei den Hausanschlüssen als sehr vorteilhaft. Die zahlreichen Nulleitererdungen bei den Hausanschlüssen eliminieren die Gefahren eines Unterbruches des Netznullleiters für die daran angeschlossenen Hausinstallationen und speziell auch die Überlastungs- und Brandgefahr durch Nulleiter der genullten und mit Wasserleitungen verbundenen Apparate. Selbstverständlich sind auch Wasseruhren, Ventile usw. zu überbrücken.

Um die in den Verteilnetzen als Voraussetzung für die Nullung erreichte sehr hohe Sicherheit noch zu vervollkommen, schreiben unsere Werkvorschriften ausserdem vor, dass alle vom Hauswasserleitungsnetz metallisch getrennt bestehenden Rohrsysteme von zentralen Heizungs- und Warmwasserversorgungsanlagen und dergleichen mit dem genullten Hauswasserleitungsnetz mit einem Kupferleiter von mindestens 16 mm² Querschnitt verbunden werden müssen. Durch diese Äquipotentialverbindungen werden in Gebäuden Spannungsdifferenzen zwischen genullten Apparaten und Wasser-, Abwasser-, Heizungs- oder Warmwasserinstallationen verunmöglicht, so dass das effektive Potential des Nulleiters gegenüber neutraler Erde praktisch keine grosse Rolle mehr spielt. Spannungsdifferenzen zwischen genullten Apparaten und z. B. Wasserleitungen sind noch in der Grössenordnung des Spannungsabfalles im Nulleiter möglich. Das kann zur Funkenbildung bei wenigen Volt Spannung führen. Daraus entstandene Unfälle, Brände oder Explosionen sind uns bisher nicht bekannt geworden.

In den Hausinstallationen selbst sind Nulleiterunterbrüche in festmontierten Leitungen, d. h. zwischen Hauseinführung und den festmontierten Stromverbrauchern oder den Steckdosen äusserst selten. Sie können bei Nullung nach Schema III nicht unbemerkt bleiben, weil die nach der Unterbruchstelle an 220 Volt angeschlossenen Apparate — nicht nur die genullten — bei Nulleiterunterbruch in der Regel nicht mehr funktionieren.

Demgegenüber kann ein Schutzleiter nach Schema I unterbrochen sein und im kritischen Moment seinen Dienst versagen, ohne dass das rechtzeitig vorher bemerkt würde.

Wichtig sind die Verbindungen!

Es scheint zweckmässig, die Zahl der Verbindungsstellen der Nulleiter auf das nötigste Minimum zu beschränken und überflüssige Nulleiter-Unterbrecher vielleicht auch durch entsprechende Anpassung der Hausinstallationsvorschriften zu vermeiden. Der Konstruktion der Abzweigdosen sollte vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Klemmen dürfen nicht überfüllt werden. Wenn 1,5 mm² als kleinster Querschnitt verwendet wird, sind die heutigen Klemmen oft zu knapp und können zu Kontaktfehlern Anlass geben.

Unsere Installationskontrolle schliesst die Kontrolle des

einwandfreien Zustandes des Nulleiters in der Hausinstallation ein, indem dieser und die zulässige Absicherung an jedem festmontierten Verbraucher und an jeder Steckdose mit dem «Erdungsprüfer» geprüft wird.

Dagegen ist die Isolationsmessung durch die vielen und oft schwierig zu trennenden Nulleiterverbindungen (z. B. Badzimmerschränkli) und die Gefahren von Beschädigung von Apparaten, Farbanstrichen usw. sehr problematisch geworden. In Holzbauten (Oberland) sind solche Messungen sowieso illusorisch.

Bei den heutigen, wesentlich besseren Isolationsmaterialien sind Isolationsmessungen aber auch weitgehend überflüssig geworden und ihre Durchführung kann sich unseres Erachtens auf Installationen in nassen oder feuergefährlichen Räumen, Ställen usw. beschränken. Seit Jahren wurden durch unsere Kontrolleure in Neubauten praktisch keine Isolationsmängel mehr festgestellt (1 : 4000), gegenüber durchschnittlich 4,5 % bei den periodischen Kontrollen in alten Installationen (GB und GS-Isolation). Auch die Brandversicherungsanstalt des Kantons Bern hat in den letzten Jahren in Neuinstallationen praktisch keine Erdschlüsse mehr festgestellt.

Der grössere Zeitaufwand für Isolationsmessungen in Anlagen nach Schema III gegenüber demjenigen für Installationen nach Schema I kann unseres Erachtens nicht als Argument für den Übergang auf Schema I angeführt werden. Selbst ein sehr grosser Kontrollaufwand der Werke kostet höchstens einen kleinen Bruchteil der Mehrkosten der Installationen nach Schema I. Dagegen sollte unseres Erachtens die Hausinstallationsvorschrift den erzielten Verbesserungen der Installationsmaterialien für die heutigen Verhältnisse angepasst und auf die Isolationsmessung verzichtet werden. An und für sich ist nur ein hoher Isolationswiderstand zwischen Polleiter und Erde notwendig, während zwischen Nulleiter und Erde ein hoher Isolationswiderstand nicht nötig und eigentlich auch gar nicht erwünscht ist. In Neuanlagen sollten deshalb unseres Erachtens Isolationsmessungen nur in Sonderfällen vorgesehen werden.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass die Erfahrungen der BKW mit der Nullung Schema III bei seriöser Ausführung der Installationen und sorgfältiger Kontrolle durchaus gut und befriedigend sind. Es ist uns in all den Jahren in unserem Versorgungsgebiet, welches immerhin in 915 Ortschaften mit 2400 Transformatorstationen eine Bevölkerung von ca. 600 000 Einwohnern umfasst, kein einziger Unfall bekannt geworden, der irgendwie auf einen Mangel des Nullungsschemas III zurückgeführt werden könnte, und es wurden uns auch nur zwei Fälle von Elektrisierung infolge eines Unterbruches in einer ortsfesten Hausinstallation bekannt.

Dagegen wurden uns z. B. in den letzten 5 Jahren 7 Elektrisierungen gemeldet, die auch das Nullungsschema I nicht verhütet hätte, nämlich 4 infolge Verwechslungen Phase-Nulleiter und 3 infolge Nulleiterunterbruch in ortsveränderlichen Installationen. Ursachen waren meistens Fahrlässigkeiten oder Provisorien.

Der grösste Teil der Unfälle und Elektrisierungen ist den Unterbrüchen oder Verwechslungen in ortsveränderlichen Installationen zuzuschreiben. Doch ist das keine Frage des Nullungssystems, da die Verhältnisse nach Schema I oder III praktisch die gleichen sind. Hier sollten eventuell Sanktionen

gegen unsorgfältige Installateure ergriffen werden (Art. 120^{ter} 5 der Starkstromverordnung).

Gleichgültigkeit und Fahrlässigkeit dürfen nicht einfach hingegenommen und dem Schutzsystem zur Last gelegt werden!

Anlässlich der Installationskontrollen werden immer wieder vereinzelte Fälle von Verwechslungen Phase-Nulleiter angetroffen und richtiggestellt, bevor daraus Unheil erwächst. Die Verwechslungsmöglichkeiten sind bei Installationen nach Schema I nicht kleiner, wie das erst kürzlich die Kontrolle eines nach Schema I installierten, eidgenössischen Institutes, wo sehr zahlreiche Verwechslungen angetroffen wurden, demonstrativ bestätigt hat, denn:

2 Drähte = 2 Anschlussmöglichkeiten, 50 % falsch

3 Drähte = 6 Anschlussmöglichkeiten, 33 % gefährlich.

Im Hinblick auf die heutige Veranstaltung haben wir uns erlaubt, auch bei unsern Nachbarn, den Elektrizitätswerken der Städte Bern, Biel, Thun und Interlaken, beim Elektrizitätswerk Wynau in Langenthal und bei der Aare- und Emmenkanal-Gesellschaft in Solothurn Erkundigungen über deren Erfahrungen mit der Nullung Schema III und über Unfälle der letzten 5 Jahre, die auf dieses Nullungssystem zurückgeführt werden können, einzuziehen. Auch die Erfahrungen dieser Werke, welche zusammen ein Gebiet von ca. 460 000 Einwohnern versorgen, decken sich durchaus mit den guten Erfahrungen der BKW. Auch diesen Werken gelangten in dieser Periode nur 3 Unfälle im eigentlichen Sinn in Hausinstallationen mit Nullung Schema III zur Kenntnis.

Gegenüber den guten Erfahrungen in den Verteilnetzen der BKW und seiner Nachbarn — nach Statistik SEV sind es zusammen mehr als 1000 Ortschaften mit mehr als einer Million Einwohner — scheinen aber auch die gesamtschweizerischen Erfahrungen nicht wesentlich ungünstiger.

Die vom Starkstrominspektorat veröffentlichte Statistik der Starkstromunfälle der Jahre 1953...1962 verzeichnet von den insgesamt 1314 Niederspannungsunfällen 1026 Unfälle oder 78 % durch Provisorien und tragbare Stromverbraucher. Nur 288 oder 22 % betreffen ortsfeste Hausinstallationen. Von diesen kommen noch die Unfälle in 500-Volt-Anlagen (ca. 6 %), in Normalspannungsnetzen mit Schutzerdung (nach unserer Schätzung mindestens 20 %) in Abzug, so dass im Durchschnitt pro Jahr höchstens etwa 17 Unfälle auf ortsfeste Installationen in genullten Normalspannungsnetzen entfallen dürften. Nach Angaben des Starkstrominspektorates fallen rund $\frac{2}{3}$ dieser Ereignisse in Normalspannungs-Installationen nach Schema III auf Verwechslungen Phase-Nulleiter. Es ergibt sich somit, dass von den Unfällen der Vergangenheit höchstens etwa 5...6 pro Jahr, wohlverstanden nicht Todesfälle! und nicht nur Drittpersonen, sondern auch dem Betriebs- und Monteurpersonal zugestossene Niederspannungsunfälle in Hausinstallationen durch das Nullungssystem Schema I, hätten verhütet werden können. Es sind das nur ca. 4 Promille der Niederspannungsunfälle.

Die Praxis hat bewiesen, dass bei sorgfältiger Installation mit dem Schema III eine sehr grosse und auch mit dem Schema I mehr nur hypothetisch und kaum wesentlich zu verbessernde Personensicherheit erreicht wird.

Auf Grund der vorliegenden Verhältnisse sehen die BKW zur Zeit keine Veranlassung, an ihren bestehenden Werkvorschriften Änderungen vorzunehmen.

Grundsätzlich sehen unsere Werkvorschriften für das ganze Verteilgebiet die Nullung Schema III vor. In besonderen Fällen können jedoch die BKW zu Lasten der Abnehmer die Nullung nach Schema I verlangen oder zulassen und zwar dann, wenn die Anwendung spezieller Schutzmassnahmen notwendig wird oder die Nullung nach Schema III aus technischen Gründen nicht anwendbar ist.

Wo die Erfüllung der Nullungsbedingungen Schwierigkeiten bereitet, wie z. B. bei abgelegenen Weilern, in Gebieten ohne Wasserversorgung und mit ungünstigen Erdungsverhältnissen (Fels), für provisorische Bauinstallationen oder für Grossabnehmer mit besonderen Betriebsverhältnissen (Spitäler, physikalische Laboratorien, einzelne Industrien, unterirdische Anlagen und dergleichen), kann die Nullung Schema I angezeigt sein und auch ohne weiteres vorgesehen werden.

In diesen Sonderfällen kann dann auch ohne weiteres die Fehlerstromschutzschaltung eingeführt werden, wenn einmal ein solcher Schalter vorhanden und geprüft sein wird, der den ausserordentlich hohen Anforderungen, die an eine solche Konstruktion gestellt werden müssen, gerecht werden sollte. Die grössten Bedenken, die wir gegen solche Selbstschalter in normalen Hausinstallationen haben, dass man nämlich kaum erwarten darf und keine Gewähr dafür hat, dass ein mechanisch-elektrisches System, welches jahre- oder jahrzehntelang nicht geschaltet wird und nicht funktionieren muss, nach dieser wartungsfreien Zeit dann noch tatsächlich spiele und nicht verharzt oder korrodiert wäre, diese Bedenken fallen in den vorgenannten Sonderfällen weniger in Betracht. Es wird bei der verhältnismässig geringen Zahl dieser Sonderfälle auch möglich sein, eine periodische Kontrolle dieser Apparate durch Fachleute der Abnehmer oder der Werke zu organisieren. Zu diesen Sonderfällen können auch die besonders brandgefährdeten Holzverarbeitungsbetriebe, Scheunen und dergleichen gezählt werden.

Der Mehraufwand des für normale Hausinstallationen praktisch nicht wesentlich grössere Sicherheit bietenden Schutzsystems Schema I ist jedoch nicht allgemein gerechtfertigt, auch wenn dieser Mehraufwand nach Vergleichsrechnungen für Neuinstallationen angeblich nur etwa 5...7 % ausmacht. Auf unser direktes Versorgungsgebiet und den letztjährigen Umfang der Hausinstallationstätigkeit bezogen (rund 15 000 kontrollierte Neuinstallationen), würde ein Mehraufwand von 5 % schätzungsweise 1,2...1,7 Mio. Franken ausmachen was für die ganze Schweiz ungefähr dem 10fachen Betrag, also immerhin etwa 15 Mio. Franken pro Jahr entsprechen dürfte.

Die allgemeine Einführung der Nullung nach Schema I entspräche meines Erachtens einem eigentlichen Perfektionismus, der selbst beim heutigen Wohlstand bei unsern Verhältnissen nicht zu verantworten wäre, trotzdem daraus eine starke Entlastung des Werkpersonals von seiner Verantwortung resultieren könnte.

Es liegt nahe, zwischen den Verteilsystemen für die Elektrizität — den Stromwegen — und den Strassen und Wegen für den Verkehr, einen Vergleich zu ziehen. Die erschreckend hohe Zahl der Verkehrsunfälle ist uns allen bekannt. Trotzdem würde es kaum je in Frage kommen, sämtliche Strassen kreuzungsfrei oder mit separaten Trottoirs — dem Schutzleiter nach Schema I vergleichbar — zu verlangen und anzulegen. Auch im Strassenverkehr wird

sich die Anwendung des «Schema I» auf besondere Verhältnisse, wie besonders regen Verkehr, besonders grosse Gefahren, wie in Städten, beschränken müssen. Die Lichtsignalanlagen können dann etwa als die Fehlerspannungs- oder Fehlerstromschutzschalter des Verkehrs aufgefasst werden.

Die Verhältnisse mögen bei einzelnen Werken für Netze, die noch mit Schutzerdung betrieben werden und welche den Nullungsbedingungen nicht gerecht würden, etwas anders liegen. Von dieser Ausgangslage aus betrachtet, können unter Umständen die Mehrkosten für die Einführung der Nullung Schema I heute weniger ins Gewicht fallen.

Ohne die Frage der Sicherheit und der Verantwortung allzu leichtfertig aufzufassen, kommen wir abschliessend zur Ansicht, dass für den Übergang vom Nullungsschema III zum Schema I in Verteilnetzen, die den Nullungsbedingungen entsprechen, keine Veranlassung besteht und die Mehrkosten dafür, auch wenn diese der Abnehmer bezahlt, gesamtwirtschaftlich betrachtet, nicht gerechtfertigt wären. Auch der vielleicht einmal kommende Fehlerstromschutzschalter wäre dafür keine Begründung, weil auch ein solcher Schalter nur in Ausnahmefällen notwendig oder erwünscht wäre.

Die Werke können kein Interesse daran haben, die Hausinstallationen unnötig zu verteuern. In der Zukunft wird reichlich Elektrizität vorhanden sein und bei vermehrter Konkurrenz von Öl und Gas können unter Umständen auch die Hausinstallationskosten für die Konkurrenzfähigkeit der Elektrizität wieder eine grössere Rolle spielen.

In dieser Hinsicht scheint es uns auch nicht besonders zweckmässig, die Gefahren der Elektrizität allzu stark aufzubauschen und schon jede Elektrisierung als Unfall zu registrieren! Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass es sich hier — um wenigstens in der Sprache zeitgemäss zu sein — nicht um ein heisses Eisen handelt, sondern mehr um einen

Ball, der durch Vortragstagungen und Diskussionen unseres Erachtens in letzter Zeit allzu hoch gespielt wurde.

Es wäre wohl zweckmässiger gewesen, die Erfahrungen mit den bisher angewandten Schutzsystemen und die Verbesserungen, die andere Systeme zu bieten versprechen und auch deren Kosten vorerst unter den Fachleuten der Werke zu besprechen, bevor einzelne Werke eigene Wege beschritten und durch Publizität ausserhalb den für diese Fragen zuständigen Kreisen Stimmung machten.

Beim Hang zum Perfektionismus, wie er sich gerade in dieser Frage dokumentiert, bestünde auch die grosse Gefahr, dass schon in kurzem — vielleicht schon bei der nächsten periodischen Kontrolle in etwa 20 Jahren — die nicht mehr den Installationsnormen entsprechenden Installationen nach Schema III «abgesprochen» und den Abnehmern für nicht notwendige Änderungen zusätzliche Kosten aufgebürdet würden. Die Gefahr, dass solche Massnahmen nicht nach effektiven Notwendigkeiten, sondern lediglich nach Paragraphen und Buchstaben beurteilt werden, ist ja leider mit der starken Vermehrung der Gesetze und Vorschriften und dem Trend zur Verwaltung, statt Unternehmung, auch bei den Elektrizitätswerken nicht zu verkennen.

Wer vom Sparen spricht, erregt leider heute oft ein mitleidiges Lächeln. Gelegentlich wird auch die Nullung Schema III, leicht abschätzig, als Sparnullung bezeichnet. Vernünftiges Sparen ohne zu Knausern ist auch heute noch eine Tugend und nicht das Gegenteil. Eine Diskriminierung der Sparnullung ist durch gar nichts gerechtfertigt. Dieses einfache und wirtschaftliche Schutzsystem hat sich bestens bewährt. Es kann nicht Sache der Werke sein, seine Energiebezüger zu kaum grössere Sicherheit bietenden, teureren Installationen zu veranlassen oder gar zu zwingen. Kampf der Teuerung, Konjunktur-Dämpfung muss mit dem Verzicht auf nicht unbedingt Notwendiges resp. Entbehrliches beginnen.

Adresse des Autors:

M. Grossen, Vize-Direktor der BKW, Viktoriaplatz 2, 3000 Bern.

Die Gründe, die zur Beibehaltung der Nullung nach Schema III durch die Industriellen Betriebe Chur führten

von *P. Accola*, Chur

Als Beitrag zur heutigen Diskussionsversammlung soll mein Referat auf die Gründe hinweisen, weshalb die Industriellen Betriebe der Stadt Chur die Nullung nach Schema III beibehalten haben. Gerade in letzter Zeit erhalten die Probleme der Schutzmassnahmen gegen Berührungsspannungen in Hausinstallationen erneut Aktualität, wobei sich die Diskussionen im besonderen auf die Alternative Nullung nach Schema I oder Schema III konzentrierten.

Die nähere Betrachtung der Vor- und Nachteile einer Nullung nach den Schemata I und III vermag einem Elektrizitätswerk, welches an Hausinstallationen Energie abgibt, ganz allgemein die Wahl der Nullungsart in seinem Versorgungsgebiet zu erleichtern. Diese Untersuchungen sollte je-

des Werk selbst durchführen, um sich auf Grund des Ergebnisses eine eigene Auffassung bilden zu können. Die sich ergebenden Tatsachen sind sorgfältig gegeneinander abzuwägen, um für alle eine zumutbare Lösung zu erhalten, welche durch den zu fassenden Entschluss betroffen werden. Fern einer gezielten Beeinflussung sollen meine Ausführungen speziell auf einen Punkt hinweisen, welchen Sie bei der Beurteilung der heute zur Diskussion stehenden Frage mit in Betrachtung ziehen mögen.

Die Wandlung der Installationstechnik, ausgelöst durch verschiedene neue und bessere Materialien, zwingt im Laufe der Zeit jedes Werk, einmal seine Werkvorschriften den veränderten Verhältnissen anzupassen. Dabei muss man sich

621.316.311.62-78