

Anlagen mit „Klassischer Nullung“ – was ist zu tun?

Eine Zusammenfassung der Fachmeinungen im OVE-Fachausschuss E und seinem Fachunterausschuss E 07*

E. SCHMAUTZER, D. UMLAUFT

Einleitung

Anlagen mit „Klassischer Nullung“ existieren in Österreich nur in einigen, ganz bestimmten Gebieten (z. B. in Tirol, in der Stadt Salzburg und in Weiz), in denen die Schutzmaßnahme Nullung bereits seit etwa 1938 oder früher zulässig ist. Unter dem Begriff „Klassische Nullung“ versteht man nach heutiger IEC-Nomenklatur eine Anlage im TN-C-System, bei der ein PEN-Leiter auch mit geringeren Querschnitten als 10 mm² bis zum letzten Auslass (Steckdose oder Festanschluss) geführt ist. Dort wurde der PEN-Leiter zunächst mit der Schutzleiterklemme und außerdem über einen Bügel mit der Neutralleiterklemme verbunden. Diese Anlagen wurden daher Kosten sparend nur mit zwei Leitern (für Wechselstromkreise) oder mit vier Leitern (für Drehstromkreise) ausgeführt.

Technischer Sachverhalt

Mit der Ausarbeitung der heutigen IEC 60364 seit den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde erkannt, dass dieser Schutzmaßnahme, die bei Vorliegen der netzseitigen Voraussetzungen sehr preiswert ist, gewisse sicherheitstechnische Probleme anhaften, z. B. bei einer Unterbrechung des PEN-Leiters oder bei unsachgemäßen Eingriffen von Laien. Außerdem können derartige Anlagen in erheblichem Maß Anlass zu EMV-Problemen geben, weil durch den Spannungsabfall am PEN-Leiter Anteile des Betriebsstromes in einer kaum nachvollziehbaren Weise auch über alle fremden

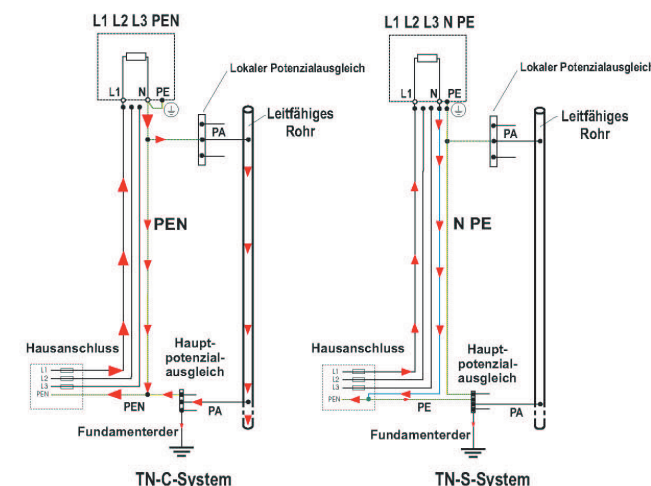


Abb. 1. Unterschiedliche Betriebsstromaufteilung bei asymmetrischer Belastung in TN-C- und TN-S-Systemen

leitfähigen Teile des Gebäudes fließen (Abb. 1).

Während die Nullung selbst als Schutzmaßnahme hohes Ansehen genießt und ihre generelle Einführung in Österreich durch die Nullungsverordnung (*Bundesgesetzblatt, 1998, Teil II, Nr. 322; Umlauf, 2002*) vorgeschrieben ist, wobei für die öffentlichen Netze grundsätzlich das TN-C-System als anerkannter Stand der Technik mit besonderen Vorteilen für die Sicherheit der Kundenanlagen zur Anwendung kommt, gibt es zur Anwendung dieses Systems innerhalb von Gebäuden zunehmend Vorbehalte. Auch die hier als extremer Sonderfall eines TN-C-Systems zu behandelnde „Klassische Nullung“ erfüllt in den Altanlagen durchaus noch ihren Zweck. Sie gilt heute zwar nicht als unmittelbar gefährlich, entspricht aber andererseits keineswegs mehr den heutigen Anforderungen der

Technik. In der ÖVE-EN 1/1975 (verbindlich seit 01. 01. 1976) wurde auch in Österreich für Neuanlagen erstmals verlangt, dass ein PEN-Leiter nur mit einem Querschnitt von $\geq 10 \text{ mm}^2$ Cu ausgeführt werden darf. Unter Berücksichtigung von Übergangsfristen ist davon auszugehen, dass die letzten Anlagen in klassischer Nullung – zum Teil leider auch ohne Elektroinstallationsrohre mit Stegleitungen – bis etwa 1978 errichtet worden sind und alte Anlagen dieser Art zum Teil bis heute in dieser Weise erweitert werden, sofern es sich dabei nicht um „wesentliche Erweiterungen“ im Sinne des Elektrotechnikgesetzes handelt. Die Elektrotechnikbehörde hat sich jedenfalls bisher nicht veranlasst gesehen, den weiteren Betrieb solcher Anlagen durch gesetzliche Regelungen zeitlich zu begrenzen.

Mit der zunehmenden Anwendung empfindlicher elek-

tronischer Geräte muss jedoch mit entsprechenden EMV-Problemen gerechnet werden. Diese Probleme treten allerdings grundsätzlich bei allen Anlagen auf, die teilweise als TN-C-System ausgeführt sind, auch dann, wenn die Endstromkreise nicht in klassischer Nullung, sondern mit getrenntem PE-Leiter ausgeführt sind (Abb. 2**). Deshalb wurde bereits mit ÖVE-EN 1/1975 empfohlen, **alle** Anlagen innerhalb von Gebäuden generell mit getrenntem Schutzleiter auszuführen. Diese wichtige Empfehlung ist heute in ÖVE/ÖNORM E 8001-1, Abschnitt 21.4.5, enthalten.

Durch den bei modernen Anlagen stets auszuführenden Hauptpotenzialausgleich befinden sich der Schutzleiter und die fremden leitfähigen Teile, die an allen zwangserdeter Betriebsmitteln der Klasse I mit dem Schutzleiter verbunden sind, auf annähernd gleichem Potential. Wesentlich für die EMV-Problematik ist es jedoch, dass bei einer kompletten Anlagenausführung nach dem TN-S-System keine Betriebsströme des Neutralleiters innerhalb der Anlage über den Schutzleiter und über die mit diesem verbundenen fremden leitfähigen Teile fließen können (Abb. 3**). Eine solche Anlagenausführung sollte daher das Ziel jeder Sanierung einer Altanlage sein, auch wenn diese aus anderen Gründen nur in mehreren Schritten erfolgen kann. In Anlagen nach dem TN-S-System fließen im Schutzleiter nur vergleichsweise geringe „Ableitströme“, die leider von

* Dieser Aufsatz hat dem Lenkungsausschuss des OVE zur Begutachtung vorgelegen und wurde von diesem zustimmend zur Kenntnis genommen.

**Die Abbildungen sind symbolisch, d. h. sie stellen den grundsätzlichen Sachverhalt dar und erheben, insbesondere betreffend die Stromaufteilung in den PA-, PE- und PEN-Leitern, keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es können sich parasitäre Ströme z. B. über die Verteiler, Geländer usw. über das elektrische Strömungsfeld im Mauerwerk ausbilden und dann über elektrisch leitende Einbauten abfließen.

einigen elektrischen Betriebsmitteln auch im Normalbetrieb verursacht werden. Es sind dementsprechend nur geringere störende elektromagnetische Felder im Gebäude zu erwarten.

Problemstellung

Ausgehend von Anfragen aus Tirol, einer schriftlichen Anfrage der Landesinnung Wien der Elektro-, Audio-, Video- und Alarmanlagentechniker, durch den Erfahrungsaustausch der Fachleute in den deutschsprachigen Ländern und letztlich auf Ersuchen der Konferenz der Amtssachverständigen haben sich der OVE-Fachausschuss E und sein Unterausschuss E 07 mehrfach mit Detailfragen zum Problem der Erweiterung und Sanierung bestehender Anlagen mit klassischer Nullung befasst.

Hintergrund aller dieser Anfragen ist letztlich, dass jeder Umbau einer Anlage mit klassischer Nullung auf den heutigen Stand der Technik einen nicht unbeachtlichen Kostenaufwand verursacht, insbesondere dann, wenn die bestehende Anlage unter Verwendung von Stegleitungen ausgeführt ist und daher nicht durch das Einziehen neuer Aderleitungen in vorhandene Elektroinstallationsrohre saniert werden kann. Zu den meist juristischen Fragestellungen hinsichtlich der Kostentragung für notwendige oder gewünschte Sanierungsarbeiten bei Miet- oder Eigentumswohnungen wollen und können die angesprochenen technischen Fachgremien allerdings kaum Antworten geben, sondern müssen sich auf allgemein bekannte Grundsätze zurückziehen. Als anerkannt gilt dabei der Grundsatz, dass eine feste Elektroinstallation (gleichgültig ob in der Wand oder mit Oberputzleitungen ausgeführt) als integraler Bestandteil des betreffenden Gebäudes gilt. Somit hat grundsätzlich auch der Gebäudeeigentümer für die Kosten allfällig notwendiger wesentlicher Maßnahmen an diesen Anlagen aufzukom-

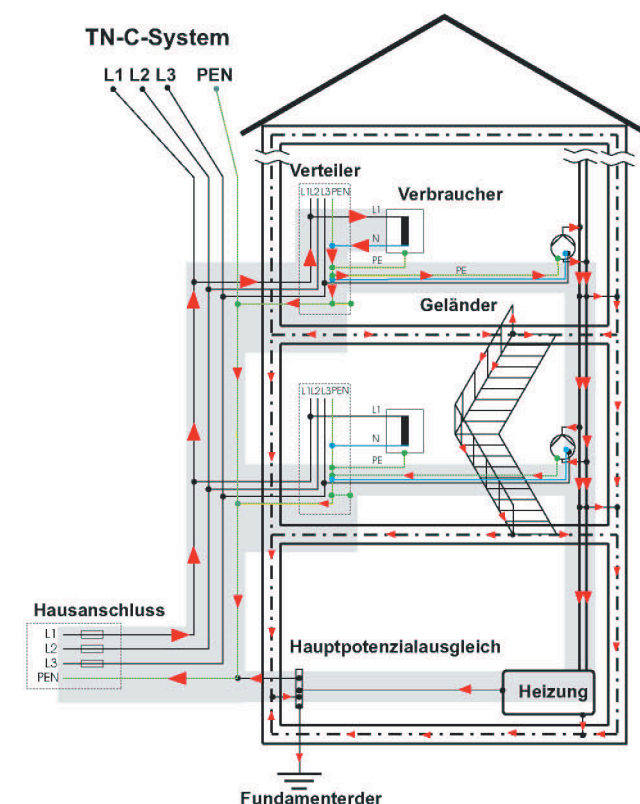


Abb. 2. Vagabundierende Betriebsströme in einem Gebäude mit Anlagenteilen nach dem TN-C-System

men, sofern diesbezüglich mit den Nutzern des Gebäudes keine eindeutig anders lautenden Regelungen bestehen.

Die Frage, ob und unter welchen Umständen eine Anlage insgesamt oder zum Teil von einer vorhandenen klassischen Nullung auf den heutigen Stand der Technik umgebaut werden muss und wer dies zu bezahlen hat, kann daher nur unter Abwägung aller Gesamtumstände im jeweiligen Einzelfall entschieden werden. Das Anliegen der beteiligten Elektrotechniker sollte es dabei sein, das Verständnis der betroffenen Gebäudeeigentümer und -nutzer für eine möglichst komplette Sanierung aller Einzelverbraucheranlagen in einem Gebäude zu wecken, um den künftigen Anforderungen an eine moderne Elektroinstallation zu genügen.

Nur mit einer komplett sanierten Gebäudeinstallation im TN-S-System, bei der das netzseitige TN-C-System beim Hausanschluss mit einem in der Nähe befindlichen Hauptpotenzialausgleich endet, lassen sich

die möglichen EMV-Probleme in diesem Objekt auf den heute üblichen Stand einer Neuanlage im TN-S-System verringern. Bei nur teilweisen Erneuerungen der Installationen, z. B. beim Umbau eines Gebäudeteiles oder Stockwerkes für einen neuen Mieter, ist im Sinne dieses Zieles eine entsprechende Neuinstallation als TN-S-System ab Hausanschluss sehr zu empfehlen. Trotzdem lässt es sich durch das kaum vermeidbare Vorhandensein zwangsgeordneter Betriebsmittel der Klasse I (z. B. Warmwasserbereiter, Etagenheizungsanlagen, elektrisch gesteuerte Gasgeräte) in mehrgeschoßigen Gebäuden aus physikalischen Gründen nicht verhindern, dass zumindest Teilströme des Neutralleiter-Betriebsstromes über den Schutzleiter fließen können, solange in dem betreffenden Objekt **auch nur eine** Einzelverbraucheranlage oder ein Teil der Hauptleitungen als TN-C-System ausgeführt ist (Abb. 4**). Insbesondere beim Vorhandensein zahlreicher

niederohmiger Einbauten, wie z. B. Konstruktionsteile des Gebäudes aus Metall, Klima-, Fernwärme-, Druckluft- oder Rohrpostanlagen, können beim Vorhandensein eines TN-C-Systemes nennenswerte Ausgleichsströme über diese fremden leitfähigen Teile fließen. Speziell in Industrieanlagen mit eigener Trafostation muss daher in einem solchen Fall die gesamte Elektroinstallation ab dem Transformator als TN-S-System errichtet werden, will man EMV-Probleme vermeiden.

Auf der anderen Seite sollte es aber aus Kostengründen auch möglich sein, die elektrotechnische Sanierung eines Objektes mit mehreren Einzelverbraucheranlagen vom TN-C-System zu einem vollständigen TN-S-System schrittweise vorzunehmen, wie in Abb. 4 gezeigt, und zwar jeweils dann, wenn in einem Teilbereich bauliche Sanierungen oder Renovierungsarbeiten anstehen. Eine zu sanierende Steigleitung sollte unbedingt fünfpolig ausgeführt werden. Dabei kann dann auch das Problem der Zumutbarkeit der meist notwendigen Neuinstallation jeder Einzelverbraucheranlage berücksichtigt werden, wenn in dem betreffenden Objekt bisher keine EMV-Probleme auftreten und bis zum vollständigen Umbau aller elektrischen Anlagen auf das TN-S-System vorerst nicht zu erwarten sind. Bei einem Ausbau von Teilen des Gebäudes für Nutzungen mit sensiblen elektronischen Geräten (z. B. als medizinisches Labor, für empfindliche Diagnosegeräte oder für Räume mit CAD-Arbeitsplätzen und empfindlichen elektronischen Messgeräten) wird sich dagegen eine elektrotechnische Generalsanierung des Objektes kaum vermeiden lassen.

Die an der Meinungsbildung beteiligten Fachleute in den technischen Gremien des OVE haben sich von diesen Grundsätzen leiten lassen und sich auch an einer ähnlichen Vorgangsweise in Deutschland orientiert (Rudolph, Schulze, 1994; Bödecker, 2001).

Antworten zu Fragen an den OVE im Detail

(1) Wie ist vorzugehen, wenn eine Einzelverbraucheranlage in klassischer Nullung um einen Stromkreis erweitert werden soll?

Ein ab Verteiler der Anlage neu zu installierender Stromkreis ist jedenfalls mit getrenntem PE- und N-Leiter auszuführen.

(2) Muss ein neuer Steckdosenstromkreis in einer solchen Anlage mit Zusatzschutz ausgestattet werden?

Aus fachlichen Gründen ja. Gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-1/A1:2002-04, Abschnitt 6.1.1 (Steckdosen für den Hausgebrauch bzw. industrielle Anwendungen bis 16 A), sind Steckdosen-Stromkreise bis 16 A mit Zusatzschutz durch eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit einem Nennfehlerstrom ≤ 30 mA auszustatten. Dies kann bei Platzmangel in der Verteilung auch mit einem FI/LS-Schalter erfolgen, wobei die übrigen, weiterhin klassisch genullten Stromkreise der Anlage davon unberührt bleiben. Eine solche Vorgangsweise ist im Interesse der Sicherheit zwar sicherlich angebracht, kann aber je nach Interpretation der Bestimmungen des derzeit geltenden Elektrotechnikgesetzes (*Bundesgesetzblatt*, 1993, Nr. 106) nicht in jedem Falle erzwungen werden, sondern ist von der entsprechend den örtlichen Gegebenheiten vorzunehmenden Einstufung des neuen Stromkreises als „Neuanlage“ oder als „wesentliche Erweiterung“ abhängig.

(3) Stellt die Installation eines zusätzlichen Steckdosenstromkreises in einer klassisch genullten Anlage eine „wesentliche Erweiterung“ im Sinne des Elektrotechnikgesetzes dar und begründet dies den Umbau der gesamten Einzelverbraucheranlage?

Die Installation eines zusätzlichen Steckdosen-Stromkreises innerhalb des örtlichen Bereiches einer vorhandenen elektrischen Anlage stellt nach gängiger Auffas-

sung allein **keine** „wesentliche Erweiterung“ im Sinne von ETG 1992, §1, Abs. 4, Ziffer 1, dar, jedoch sind bei der fachlichen Entscheidung über die in einer solchen Anlage **insgesamt** zu treffenden Maßnahmen auch andere technische und örtliche Gegebenheiten zu beachten. Allein durch die Vornahme einer „einfachen“ (nicht „wesentlichen“ im Sinne des ETG) Erweiterung und auch durch eine entsprechende „einfache“ Änderung eines Stromkreises in einer vorhandenen Anlage kann eine für die Umstellung der gesamten Anlage auf das TN-S-System in aller Regel erforderliche Neuinstallation nicht erzwungen werden, weil die vorhandene Schutzmaßnahme Nullung nicht geändert wird und auch durch das gleichzeitige Vorhandensein „alter“ und „neuer“ Stromkreise keine Beeinträchtigung der Schutzmaßnahmen erfolgt. Auch ein für die Erweiterung der Anlage aus Platzgründen möglicherweise erforderlicher Austausch des Verteilers bie-

tet dafür keinen rechtlichen Anlass.

(4) Löst eine „wesentliche Änderung“ oder eine „wesentliche Erweiterung“ im Sinne des Elektrotechnikgesetzes in einer klassisch genullten Anlage in jedem Falle den kompletten Umbau der betreffenden Anlage aus?

Nicht unbedingt. Eine wesentliche Änderung oder eine wesentliche Erweiterung einer solchen Anlage, muss gemäß ETG 1992, §6, Abs. 1, nicht zwangsläufig zu einer kompletten Neuinstallation der vorhandenen TN-C-Anlage führen, weil in dieser Bestimmung nur eine Anpassung der vorhandenen Anlagenteile mit unmittelbarem funktionellen Zusammenhang insoweit gefordert wird, als dies für die einwandfreie Funktion der elektrischen Schutzmaßnahmen erforderlich ist. Diese Bestimmung sollte jedoch z. B. dahingehend ausgelegt werden, dass jene vorhandenen Anlagenteile, die im Zuge des Umbaus hinter eine Fehlerstrom-Schutzeinrich-

tung zu liegen kommen, nicht mehr als TN-C-System ausgeführt sein dürfen, weil dieses die Funktion der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung beeinträchtigt.

(5) Was ist zu tun, wenn in einem mehrstöckigen Gebäude die Steigleitung aus technischen Gründen erneuert werden muss? Wie soll diese Steigleitung ausgelegt werden, wenn nicht gleichzeitig auch alle vorhandenen Einzelverbraucheranlagen auf TN-S-System umgestellt werden können?

Wird in einem Objekt die Steigleitung erneuert, so ist gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-1, Abschnitt 21.4.5, eine **fünfpolige Ausführung jedenfalls dringend zu empfehlen**, weil heute in allen Gebäuden mit dem Einbau vernetzter Einrichtungen der Informationstechnik gerechnet werden muss. Da von einem PEN-Leiter gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-1, Abschnitt 21.4.2, beliebig oft PEN-, PE- und N-Leiter abgezweigt werden dürfen, kann in diesem Falle der durchgehend grün/gelb gekennzeichnete Leiter der Steigleitung (ungeachtet des ebenfalls vorhandenen blauen Neutralleiters) als PEN-Leiter zusätzlich gekennzeichnet werden, um für den Anschluss des PEN-Leiters jener Anlagenteile verwendet zu werden, die zeitweilig noch als TN-C-Anlagen bestehen bleiben. Ein den Vorschriften entsprechender Querschnitt dieses „PEN-Leiters“ der Steigleitung (analog zu den Außenleitern, mindestens jedoch 10 mm² Cu) wird dabei vorausgesetzt. Zusätzlich muss eine Kennzeichnung als PEN-Leiter an allen Enden dieses Leiters durch blaue Endmarkierungen erfolgen (Abb. 4). Außerdem ist (nach deutschem Vorbild, *Bödecker 2001*) in den betreffenden Verteilern ein ausdrücklicher Warnhinweis: „Achtung! Stromkreise ... noch nicht auf TN-S-System umgestellt“ anzubringen.

(An dieser Stelle wurde die ursprüngliche schriftliche Antwort des OVE vom 13. November 2002 zu einer An-

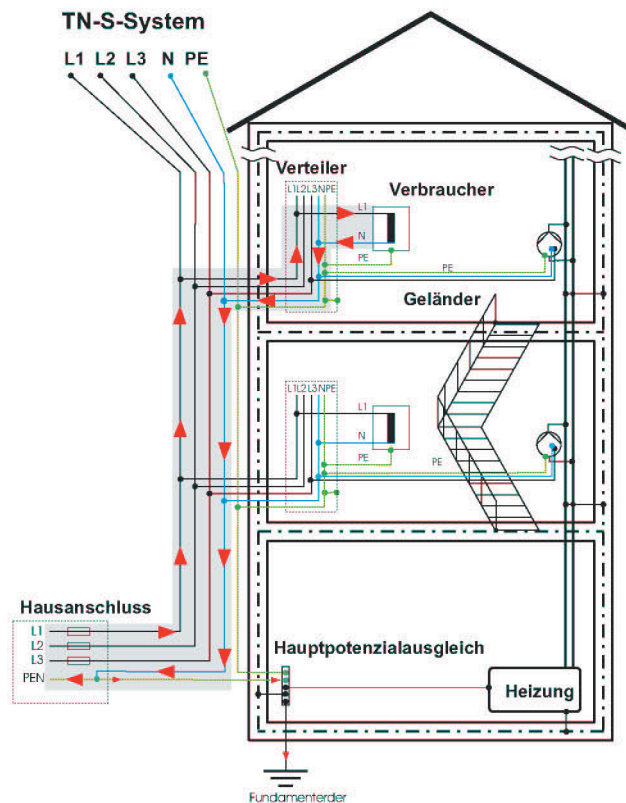


Abb. 3. Stromverlauf der Betriebsströme in einem Gebäude mit Installation nach dem TN-S-System

frage der Landesinnung Wien auf Anregung der Konferenz der Amtssachverständigen hinsichtlich der notwendigen, besonderen Kennzeichnung des PEN-Leiters nachträglich ergänzt.)

Diese Vorgangsweise ermöglicht sowohl eine zukunfts-sichere Ausführung der erneuerten Steigleitung ohne wesentliche Mehrkosten (gegenüber einer bisher teilweise gehandhabten und auch zulässigen, **jedoch nicht empfohlenen vierpoligen Ausführung**) als auch eine jederzeitige spätere, auch schrittweise Umstellung der alten TN-S-Anlagenteile auf das TN-C-System. Zu beachten ist, dass dieser PEN-Leiter bis zum Abschluss der kompletten Umstellung auch Betriebsströme führt und dementsprechende EMV-Probleme auftreten können. Nach Umstellung aller Einzelverbraucheranlagen in dem Gebäude auf das TN-S-System sind die blauen Endenkennzeichnungen zu entfernen, und der durchgehend grün/gelb gekennzeichnete Leiter dient danach ausschließlich als PE-Leiter.

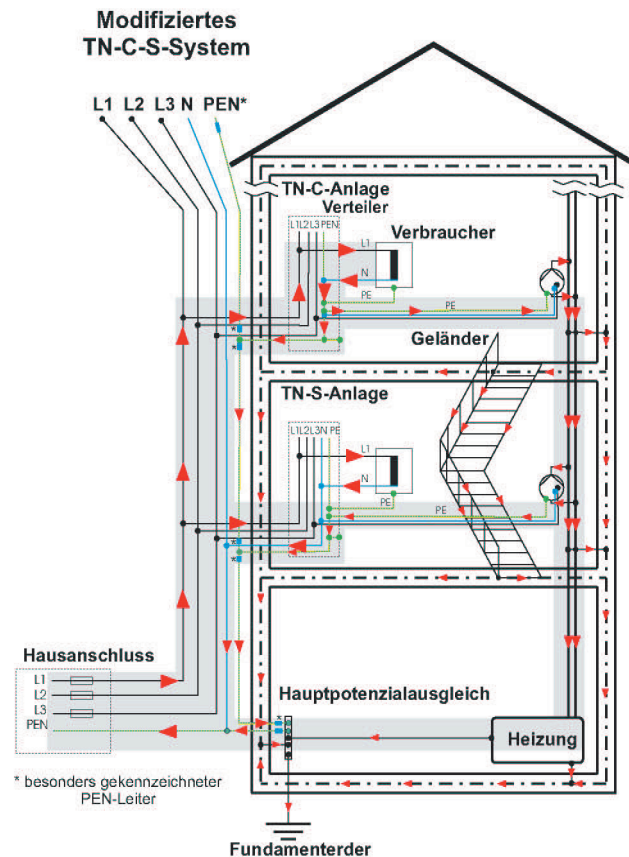


Abb. 4. Teilsaniertes Objekt als TN-C-S-System mit einer neuen Steigleitung, einer TN-S-Anlage und einer noch nicht umgestellten Anlage nach dem TN-C-System

Literatur

Bödecker, K. (2001): Bestandschutz und Anpassung elektrischer Anlagen. Für und gegen die klassische Nullung. Elektropraktiker. Berlin. (55) 9: 720-722.

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 1993, Nr. 106: ETG 1992 – Elektrotechnikgesetz 1992: Bundesgesetz über Sicherheitsmaßnahmen, Normalisierung und Typisierung auf dem Gebiete der Elektrotechnik.

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 1998, Teil II, Nr. 322: Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Anforderungen an öffentliche Verteilungsnetze mit der Nennspannung 400/230 V und an diese angeschlossene Verbraucheranlagen zur grundsätzlichen Anwendung der Schutzmaßnahme Nullung (Nullungsverordnung) vom 16. September 1998.

Rudolph, W., Schulze, B. (1994): Neuinstallation bei teilweisem Belassen von zweiadrigen Endstromkreisen. Elektropraktiker. Berlin. (48) 7: 561.

Umlauf, D. (2002): Genereller Übergang zum TN-System in Österreich bis 2008. etz, H. 23-24: 18-25.

Autoren: Dipl.-Ing. Dr. techn. Ernst Schmutzter, Institut für Elektrische Anlagen, Technische Universität Graz, Inffeldgasse 18, A-8010 Graz; Dipl.-Ing. Dieter Umlauf, Fernkorn-gasse 49/1/60, A-1100 Wien, beide: Fachnormenausschuss E „Elektrische Niederspannungsanlagen“ und Fachnormenunterausschuss E07 „Weiterführung der bestehenden EN-Bestimmungen“ im OVE.