Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 108 (2017)
Heft: 5

Artikel: Leitungen richtig planen und verlegen
Autor: Schmucki, Josef
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-791319

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: 05.07.2025

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

Leitungen richtig planen und verlegen

Was gilt es zu berücksichtigen? | Elektrische Leitungen richtig zu planen und zu verlegen, ist oft eine Herausforderung, bei der es viele Parameter gleichzeitig zu berücksichtigen gilt. Dabei geht es nicht nur um die Strombelastbarkeit und den Spannungsfall, sondern auch um magnetische Wirkungen, Oberschwingungsanteile, den Schutz von mehrfach verlegten Leitern und vieles mehr.

TEXT JOSEF SCHMUCKI

Abgesehen von speziellen Anwendungen (z.B. Sektorkabel), bei denen Aluminium oder Aluminiumlegierungen eingesetzt werden, wird in der Schweiz meist Kupfer als Leitermaterial eingesetzt. Beim Isolationsmaterial hingegen besteht eine sehr grosse Vielfalt an Werkstoffen. Diese breite Auswahl hat viele Gründe. Je nach Installationszweck und -umgebung müssen die Isolationsmaterialien unterschiedlichen Kriterien genügen. Zu beachten sind Temperatur, Sonneneinstrahlung, mechanische Beanspruchung, Verschmutzungen, Alterung etc., aber auch Klassifizierungen wie Brandverhalten, Flammausbreitung, Qualmbildung, brennendes Abtropfen, korrosive Rauchgase. Nicht zuletzt dürfen in diesem Zusammenhang die ökologischen und ökonomischen Aspekte nicht vernachlässigt werden.

Wirtschaftlichkeit

Dank dem Einsatz von Leitungen mit grösseren Querschnitten lassen sich Betriebskosten einsparen. In vielen Fällen – besonders bei langen Betriebszeiten wie in einem Zwei- oder Dreischichtbetrieb – amortisieren sich die höheren Beschaffungskosten innerhalb von nur einigen Monaten bzw. innert weniger Jahre. Dabei werden einerseits Energiekosten eingespart und andererseits verzögert sich die Alterung des Isolationsmaterials aufgrund der tieferen Leitertemperaturen. Zudem wird der Spannungsfall entlang der Leitung reduziert, was zu einer konstanteren Spannung am Leitungsende führt.

Leitungs- und Personenschutz

An jedem Leitungsende, somit an jedem Verbrauchsmittel und an jeder Steckdose, sind nach NIN 4.3.3 und 4.3.4 die Bedingungen des Überlast- und des Kurzschluss-Schutzes einzuhalten.

Leitungen werden bei unbekannten Verbrauchern und bei Steckdosen nach der vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung dimensioniert (NIN 5.2.4 Mindestquerschnitte von Leitern, NIN B+E 5.2.3.1.1.14 Bestimmung der Querschnitte der Leitungen und NIN 4.3.3.2 Schutz der Leiter «im Zuge der Leitung»). Ist der Betriebsstrom des Verbrauchers bekannt, oder kann der Verbraucher keine Überlast erzeugen, kann der Leitungsquerschnitt anhand des Betriebsstroms des festangeschlossenen Betriebsmittels dimensioniert werden. In diesem Fall kann die Überstrom-Schutzeinrichtung unter gewissen Voraussetzungen «im Zuge der Leitung» angeordnet werden. Dabei befindet sich die Kurzschluss-Schutzeinrichtung immer am Anfang der Leitung.

Um die Anforderungen an den Personenschutz einzuhalten, muss im TN-System der «Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung» angewendet werden (NIN 4.1.1.3.2). Somit gelten die maximalen Abschaltzeiten von 0,4 bzw. 5 s.

Parallel geschaltete Leiter

Die Strombelastbarkeit einer Leitung wird hauptsächlich durch den Leiterquerschnitt bestimmt. In elektrischen Anlagen, in denen grosse Ströme übertragen werden, braucht es einen Leiter mit einem sehr grossen Querschnitt.

Ein solch starrer Leiter führt möglicherweise zu Schwierigkeiten bei der Verlegung. Deshalb werden mehrere parallel geschaltete mehradrige Kabel oder Einzelleiter verlegt, d.h., die erforderlichen Querschnitte werden auf mehrere Leiter pro Pol aufgeteilt. Das Aufteilen auf mehrere Leiter bzw. eine parallele Schaltung der Leiter ist jedoch erst ab einem Querschnitt von ≥ 70 mm² (2 x 35 mm²) Cu zulässig (NIN 5.2.3.5.1).

Magnetische Wirkungen

Jeder stromdurchflossene Leiter erzeugt ein Magnetfeld **(Bild 1)**. Bei belasteten Leitungen führt dies zu verschiedenen elektromagnetischen Wirkungen. So wirken stromdurchflossene Leiter auf «benachbarte» metallene Teile, andere Leiter – auch in derselben Leitung **(Bild 2)** – sowie auf metallene Abschirmungen und Tragsysteme. Die magnetischen Felder haben Einfluss auf Teile um die Leitung (radial) und entlang einer Leitung (axial).

In parallel (**axial**) verlegten Leitern, wie z.B. zwei Neutralleitern, die eine Schleife bilden, werden Ströme induziert. Durch diese elektromagnetische Wirkung werden auch im Schutzleiter Ströme hervorgerufen, weil über mehrere Verbindungen wie Potenzialausgleichsleitungen, metallene Teile der Gebäudekonstruktion, Blitzschutz-Fang und -Ableitungen und dgl. Schleifen bestehen **(Bild 2)**.

Veranstaltungen

Projektierung und Installation von Leitungen

Electrosuisse führt die Reihe der Feierabendveranstaltungen weiter, die in der Deutschschweiz stattfindet. Im Mai und Juni 2017 steht die fachgerechte Projektierung und Installation von Leitungen auf dem Programm. Für Details und Anmeldung siehe www.electrosuisse.ch/leitungen

Wirkungen bei **radial** angeordneten Leitern sind vor allem von der Stromstärke im Leiter und vom Abstand der Leiter abhängig. Je nach Leiteranordnung (Hinleiter und/oder Rückleiter, Drehstromsysteme) verhält sich das gegenseitige Aufheben unterschiedlich und das resultierende Magnetfeld ändert sich unterschiedlich (proportional/quadratisch) im Verhältnis zum Abstand zu den Leitern.

Die Einflüsse auf benachbarte Leiter führen jedoch meist erst bei grösseren Strömen (typischerweise über 100 A) zu Problemen. Diesen ist jedoch gemäss NIN, EMV-Richtlinie und NISV grosse Beachtung zu schenken.

Die NIN fordert unter 1.3.1.6 «Massnahmen gegen elektromagnetische Einflüsse», um Menschen und Tiere ausreichend schützen zu können. Die Einflüsse sind möglichst zu begrenzen, besonders im Schlafbereich.

Betriebsmittel müssen nach NIN 1.3.1.6.4 und Anhang I Abs. 1 EMV-Richtlinie eine ausreichende elektromagnetische Verträglichkeit aufweisen, d.h., allfällige elektromagnetische Felder dürfen nicht zu einer Funktionsbeeinträchtigung führen. Zudem dürfen sie keine elektromagnetischen Störungen verursachen, welche andere Betriebsmittel in ihrer Funktion beeinträchtigen könnten.

Art. 1 NISV fordert den Schutz der Menschen vor «schädlicher oder lästiger nichtionisierender Strahlung». Mit nichtionisierender Strahlung (NIS) werden elektrische und magnetische Felder bezeichnet, die aufgrund ihrer geringen Energie keine Veränderungen an Lebewesen und Materie bewirken.

Schutz von parallel geschalteten Leitungen

Werden zwei oder mehrere Leiter pro Pol parallel geschaltet, müssen nach NIN 5.2.3.5 Massnahmen zur «gleichmässigen Aufteilung des Belastungsstromes auf die einzelnen Leiter» getroffen werden. Neben der Verwendung derselben ohmschen Widerstände bedingt dies besondere Verlegemassnahmen, welche sich bei Einzelleitern insbesondere auf die räumliche Anordnung beziehen (NIN 5.2.3.5.1.2).

Als Teil einer elektrischen Anlage müssen parallel geschaltete Leitungen nach NIN 1.3.1.3.1 vor «thermischen Auswirkungen» geschützt werden. Gefährliche Erwärmungen können bei Überlast (1.3.1.4.1) und bei Kurzschluss (1.3.1.5.1) entstehen. Werden mehrere Leiter parallel geschaltet, können zusätzliche Erwärmungen durch ungleichmässige Stromverteilung auf die Leiter auftreten.

Bei der Anordnung der Überstrom-Schutzeinrichtungen wird grundsätzlich zwischen «einzeln geschützten» und «gemeinsam geschützten» Leitungen unterschieden (NIN B+E 5.2.3.5.2). «Absolute Voraussetzung» für eine gemeinsame Überstrom-Schutzeinrichtung ist eine «ausgeglichene Stromführung der einzelnen Leiter» (NIN B+E 5.2.3.5.2.2).

Besondere Aufmerksamkeit ist Kurzschlüssen innerhalb von gemeinsam geschützten Leitungen zu schenken. Dabei kann die «Fehlerstelle» über mehrere Leiter gespeist werden **(Bild 3)**.

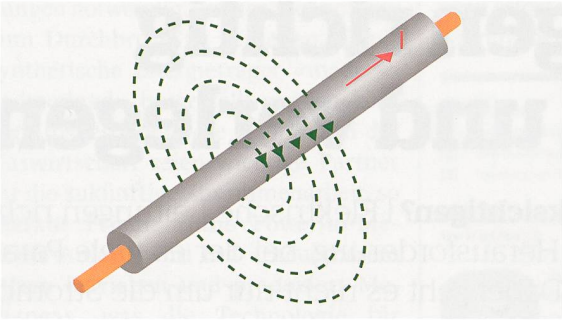

Bild 1 Jeder stromdurchflossene Leiter erzeugt ein Magnetfeld.

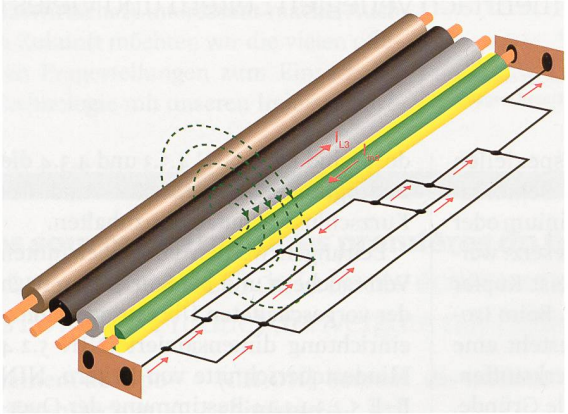

Bild 2 Magnetfelder von Strömen in Leitern erzeugen induktive Wirkungen auf benachbarte Leiter und können «unerwünschte» Ströme erzeugen.

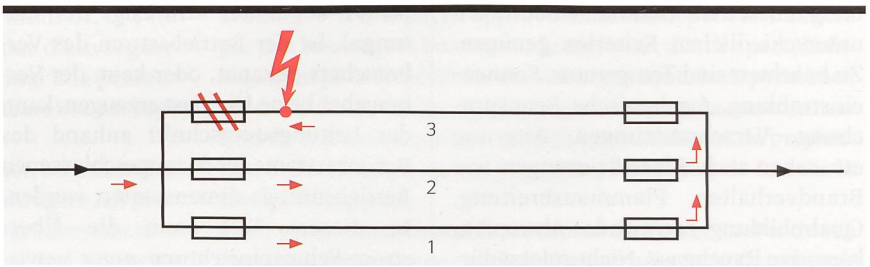

Bild 3 Je nach Lage der Fehlerstelle kann es erforderlich sein, an beiden Enden der Leitung Überstrom-Schutzeinrichtungen anzuordnen.

Fazit

Die richtige Planung und Verlegung von Leitungen ist ein komplexes Thema. Es geht dabei neben der zulässigen Strombelastbarkeit um viele weitere Aspekte wie magnetische Wirkungen um und entlang von Leitungen, Wirtschaftlichkeit, Verhalten im Brandfall, Personen- und Leitungsschutz usw.

Literatur

→ SN 411000:2015 Niederspannungs-Installationsnorm (NIN 2015).
→ SR 814.710 Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV).
→ EMV:2014-02-26 Richtlinie 2014/30/EU über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV-Richtlinie).

Autor

Josef Schmucki, eidg. dipl. Elektroinstallateur, ist Projektleiter bei Electrosuisse im Bereich Weiterbildung.
→ Electrosuisse, 8320 Fehraltorf
→ josef.schmucki@electrosuisse.ch

Bilder: Electrosuisse

SONDERPREIS FÜR VSE-MITGLIEDER

KONFERENZREIHE

DIGITALE TRANSFORMATION

SMART ENERGY 2017 CHANCEN ERGREIFEN

4. Juli 2017, Gottlieb Duttweiler Institut, Rüschlikon

Bild: Shutterstock / Digital_Art

REFERIERENDE U. A.

Adjiedj Bakas, *Trendwatcher*

Michael Frank, *Direktor Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE)*

Remo Lütolf, *Geschäftsleitung ABB Schweiz AG*

Marcel Morf, *Leiter GridSense und Mitglied der Geschäftsleitung Alpiq InTec*

Rainer Mühlberger, *Mitglied der Geschäftsleitung und Leiter Technology Swissgrid*

Benoît Revaz, *Direktor Bundesamt für Energie*

Daniel Schafer, *CEO Energie Wasser Bern*

Weitere Informationen und Anmeldung:
www.fuw-forum.ch/smartenergy

DIE THEMEN

» **Das Netz der Zukunft:** Anforderungen an Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit im Kontext von Digitalisierung und dezentraler Produktion

» **Energiespeicher von morgen:** Wie viel Speicher wird benötigt? Auf welche Arten lässt sich Energie speichern? Wie wird künftig der Informationsfluss zwischen den Speichern und den verfügbaren Ressourcen im Netz stattfinden?

» **Digitalisierung:** Wie kann sie vorteilhaft genutzt werden? Wie können Daten geschützt werden? Was ist die Blockchain, und wie kann sie im Zusammenhang mit Energie genutzt werden?

» **Partnerschaften, Synergien und Coopetition:** Wie können Win-Win-Situationen durch Partnerschaften zwischen Unternehmen, Prosumern und Investoren im Energiesektor entstehen?

VERANSTALTUNGSPARTNER

VSE AES
Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
Association des entreprises électriques suisses
Associazione delle aziende elettriche svizzere

FINANZ und WIRTSCHAFT FORUM
INSELN DER AUFMERKSAMKEIT

PARTNER: Deloitte. · erdgas biogas

FÖRDERER: IWB

MEDIENPARTNER: Tages-Anzeiger

IN KOOPERATION MIT: aee SUISSE · asut · Schweizerische Eidgenossenschaft, Confédération suisse, Confederazione Svizzera, Confederaziun svizra, Bundesamt für Energie BFE · economiesuisse · SMART GRID CH · swissmig