

Schutzmaßnahmen bei Flächen- und Begleitheizungen

A. Hochbaum, Köln

Mit den nachfolgenden Ausführungen werden die Gefahren und Schutzprobleme bei Anwendung von isolierten Heizleitungen (Reihen- und Parallel-Heizleitungen) einschließlich Flächenheizgeräte erläutert und praktische Problemlösungen aufgezeigt.

Bauarten

Bild 1 zeigt eine isolierte Reihen-Heizleitung, bei der der Heizwiderstand aus einem isolierten Leiter und einem über der Isolierung angebrachten Schutzgeflecht/Schirm besteht (DIN VDE 0253). Die Leitung wird u. a. für Rohrbegleitheizungen zum Frostschutz, für Heizungsanlagen zur Prozesstemperaturhaltung, für Dachrinnenheizungen, Fußboden- und Freiflächenheizungen eingesetzt.

Für die gleichen Anwendungen kommen auch Parallel-Heizleitungen in Frage (DIN VDE 0254). Unterschieden werden so genannte Zonenheizungen und Heizleitungen mit selbstregelnder/selbstbegrenzender Temperatur-Charakteristik. Bei den Zonenheizungen wird die Heizwendel in regelmäßigen Abständen von ca. 1 m durch Schweißen oder Lötten mit Versorgungsleitern verbunden (Bild 2). Bei den Heizleitungen mit selbstregelnder/selbstbegrenzender Temperatur-Charakteristik sind die Versorgungsleiter in mit Kohlenstoff dotiertem Kunststoff eingebettet, so dass dieser eine unendliche Anzahl von parallel geschalteten PTC-Widerständen (PTC = positiver Temperaturkoeffizient) darstellt (Bild 3). Das Ersatzschaltbild einer solchen Heizleitung zeigt Bild 4.

Eine spezielle Ausführung der Parallel-Heizeinrichtungen sind die Flächenheizgeräte (auch als Flächenheizelement bekannt) nach DIN VDE 0700 Teil 241.

Hier sind die Heizleiter zwischen zwei Kunststofffolien, die als äußere Isolierung dienen, über die gesamte Heizfläche entweder als meanderförmig angeordnete Widerstandsbahnen oder als Kohleschicht eingebracht.

Autor

Dipl.-Ing. Adalbert Hochbaum leitet das Referat Elektrotechnik im Büro Schadenverhütung des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV), Köln.

Relevante Normen

Die Sicherheitsanforderungen an isolierte Heizleitungen enthält DIN VDE 0253, jene für Parallel-Heizleitungen DIN VDE 0254. DIN VDE 0100-753 (Entwurf) gilt für die Auswahl und Errichtung von Flächenheizungen in Decken und Fußböden.

Gefahren und Schutzprobleme

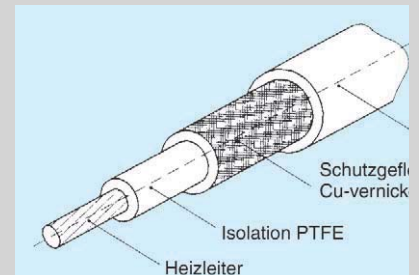
Heizleitungen und Flächenheizelemente haben im Vergleich zu anderen elektrischen Betriebsmitteln eine erheblich größere Längen- bzw. Flächenausdehnung. Dadurch besteht auch eine erhöhte Gefahr der Beeinträchtigung dieser Heizeinrichtungen durch äußere Einflüsse, vor allem durch mechanische Beanspruchungen. Gleichzeitig tritt in der Praxis häufig Feuchtigkeit an den Heizungen auf.

Gibt es durch Beschädigungen Isolationsfehler an den Heizeinrichtungen, muss vor allem bei gleichzeitigem Einwirken der Feuchtigkeit mit Gefahren für Personen und Sachen gerechnet werden, wenn zum Schutz der Anlage ausschließlich Überstrom-Schutzeinrichtungen vorgesehen werden. Solche sind z. B. Sicherungen oder Leitungsschutzrichtungen. Nach den Regeln der Errichtungsbestimmungen in DIN VDE 0100 ist dies noch zulässig.

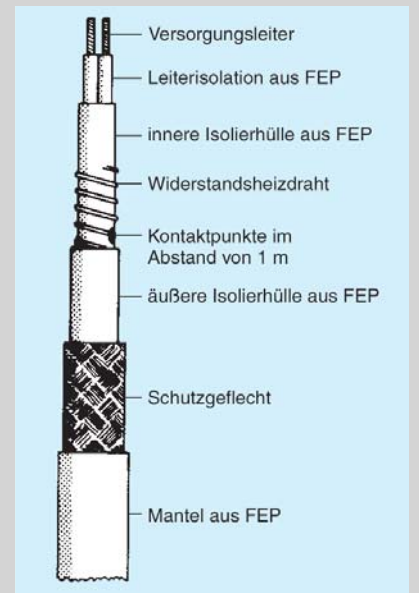
Diese Schutzrichtungen können und dürfen erst bei Fehlerströmen weit über ihrem Bemessungsstrom (früher Nennstrom) ausreichend schnell auslösen.

Die Erfahrung zeigt bei den hier beschriebenen Anwendungen, dass sich im Fehlerfall der Auslösestrom der vorgeschalteten Überstrom-Schutzrichtung entweder überhaupt nicht oder viel zu spät einstellt. Dann können bereits Personen gefährlich durchströmt werden und/oder Brände entstehen. Diese Gefährdungen treten bei widerstandsbehafteten und bei widerstandslosen Fehlerstellen auf.

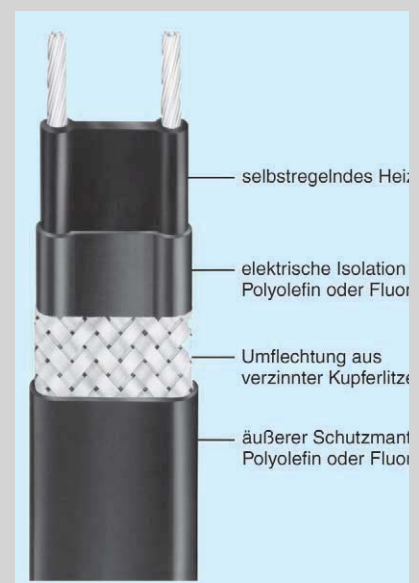
Hinsichtlich der Brandgefahr ist festzustellen: Bei einem widerstandslosen Isolationsfehler wird in einem Teilstück der Heizung ein erhöhter Strom (I_F) fließen, der eine brandgefährliche Erhitzung dieses Teilstückes bewirken kann (Bild 5). Stellt



1 Isolierte Reihen-Heizleitung. Der Heizwiderstand besteht zwischen isoliertem Leiter und Schutzgeflecht/Schirm.



2 Aufbau einer Zonenheizung. Die Heizwendel ist in regelmäßigen Abständen mit den Versorgungsleitern verbunden.



3 Heizleitungen mit selbstregelnder/selbstbegrenzender Temperaturcharakteristik

sich ein widerstandsbehafteter Isolationsfehler ein, wird zusätzlich an der Fehlerstelle eine lokale Überhitzung durch Kriechströme und Mikro-Lichtbögen auftreten, was eine weitere Brandgefahr darstellt. Fehlerstellen bei Heizleitungen entstehen zwischen Heizleitern (R_{i1}) sowie zwischen den Heizleitern und Erdpotential (R_{i2} ; Bild 5).

Schließlich ist auf die Gefahr einer möglichen überdurchschnittlichen Brandausweitung hinzuweisen. Diese ist auf die brennbaren Materialien zurückzuführen, die oft in unmittelbarer Nähe und auf der ganzen Verlegelänge bzw. -fläche der Heizungen angeordnet werden. Dazu gehören Wärmedämmungen an Rohrleitungen und in Fußböden und Deckenbereichen.

Schutzvorkehrungen

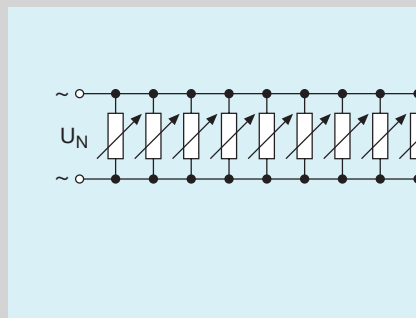
Um den aufgezeigten Gefahren wirksam vorzubeugen, ist der Einsatz von Schutz-einrichtungen notwendig, die einen fehlerhaften Stromkreis bereits bei geringen Fehlerströmen vom Netz trennen. Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (FI, RCD) nach DIN VDE 0664 Teil 10, Typ A, mit einem Bemessungsdifferenzstrom (früher Nennfehlerstrom) $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$ sprechen im Fehlerfall bei einem Fehlerstrom von maximal 300 mA an und lösen aus. Personen- und Brandschäden sind dann im Allgemeinen nicht zu erwarten. Allerdings reicht diese Schutzvorkehrung bei Anwendung von Flächenheizgeräten nicht aus. Diese können sich, wie Laborversuche gezeigt haben, bereits bei Fehlerströmen $< 100 \text{ mA}$ entzünden. Deshalb sind solche Anlagen mit FI, $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ zu schützen. Werden Stromkreise mit einem Nennstrom 16 A gebildet und jeder Stromkreis ist für sich FI-geschützt, sind auch die auftretenden Ableitströme für den sicheren und kontinuierlichen Betrieb unproblematisch.

Um die Schutzwirkung sicherzustellen, sind

- isolierte Reihen- und Parallel-Heizleitungen mit einem metallenen Schirm (Bild 1) auszuwählen und
- Flächenheizgeräte unmittelbar auf dem Heizelement zur Raumseite hin mit einer elektrisch leitenden Abdeckung zu errichten, z. B. eine Kupferfolie (Bild 6).

Die metallenen Schirme und elektrisch leitenden Abdeckungen sind an den Schutzleiter anzuschließen. Bild 7 zeigt schematisch die Schutzvorkehrungen.

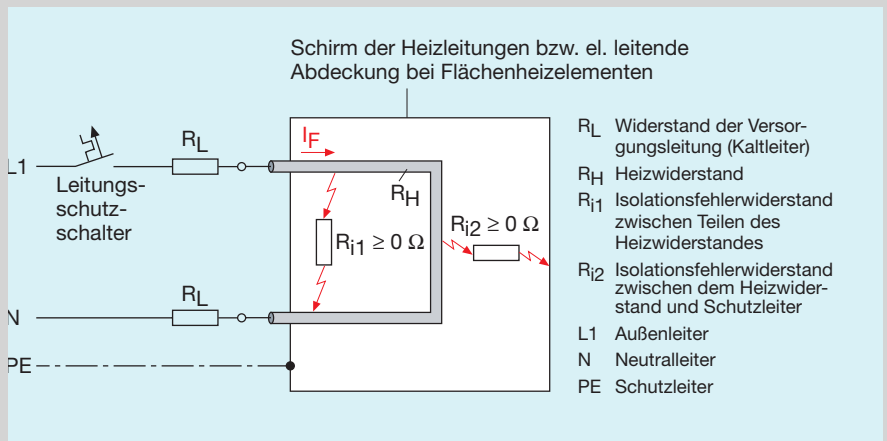
Bei einer derartigen Schutzkonstellation ist weitgehend auch der Schutz bei Isolationsfehlern zwischen Teilen der Heizleitung gegeben (Bild 5 R_{i1}). Es kann davon ausgegangen werden, dass der Fehlerstrom auch über den Schutz-



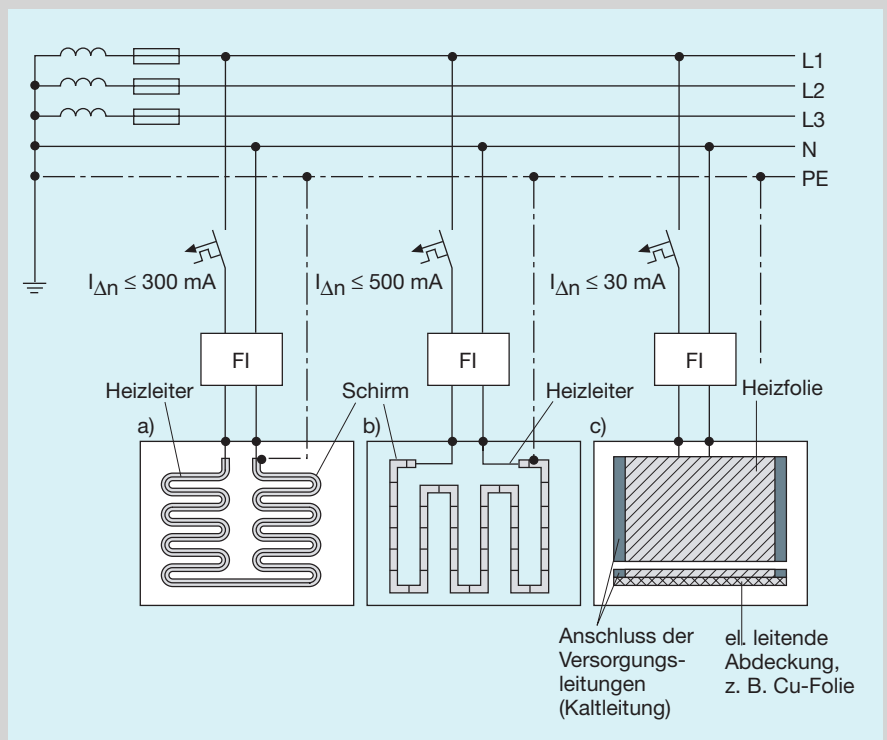
4 Ersatzschaltbild eines selbstregelnden/selbstbegrenzenden Heizbandes



6 Flächenheizelement mit Aluminiumfolie als Schutzleiter im Laborversuch



5 Ersatzschaltbild einer Heizungsanlage im Fehlerfall



Elektrische Flächenheizungen

- a) isolierte Heizleitungen mit Schirm als Schutzleiter
- b) Parallel-Heizleitungen mit Schirm als Schutzleiter
- c) Flächenheizgeräte (-elemente) mit elektrisch leitender Abdeckung

leiter abfließt und so die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung auslöst, bevor ein Brand entsteht.

■ Montage

Vorab ist die Abstimmung mit dem Architekten erforderlich. Für die vorschriftsmäßige Montage der Heizleitungen und Flächenheizgeräte sind unbedingt die Herstelleranweisungen zu befolgen. Dazu gehören u. a. Hinweise hinsichtlich

- des Umgangs und des Transports der Heizeinrichtungen,
- der Konfektionierung der Heizeinrichtungen, Kürzung von Kaltleitungen (Anschlussleitungen),
- der Einbettung der Heizeinrichtungen im und unter Estrich sowie bei Trockenverlegung,
- der Befestigung der Heizeinrichtungen,
- des Anschließens der Heizeinrichtungen an die Gebäudeinstallation,
- der im Betrieb zu erwartenden Wärme-Längsbewegung der Heizeinrichtungen,
- der Verlegung anderer Kabel und elektrischer Leitungen im Bereich der Heizung,
- der Einhaltung von Stellflächen z. B. für Möbel und anderes Inventar,
- der Montage der Heizeinrichtungen in besonderen Räumen, wie Bädern, in der Landwirtschaft, in feuergefährdeten Betriebsstätten sowie im Freien,
- der Auswahl von Schutzmaßnahmen.

Nach Beendigung der Montage und Überprüfung vor Inbetriebnahme der Heizungsanlage sollte der Errichter dem Betreiber Informationen entsprechend DIN VDE 0100-753, Anhang A, möglichst schriftlich übergeben. Damit erhält der Betreiber/Benutzer über den Aufbau der Heizungsanlage Kenntnis und wird über den bestimmungsgemäßen Umgang mit der Heizungsanlage informiert.

■ Zusammenfassung

Beim Betrieb von isolierten Heizleitungen, Parallel-Heizleitungen einschließlich der Flächenheizgeräte ist wegen deren relativ großen Längen- und Flächenausdehnungen die Wahrscheinlichkeit der Beeinträchtigung durch äußere Einflüsse größer als bei anderen elektrischen Verbrauchern. Insbesondere können mechanische Beanspruchungen und die Einwirkung von Feuchtigkeit Personengefährdungen und Brände hervorrufen, wenn zum Schutz bei indirektem Berühren und Schutz bei Überstrom ausschließlich Überstrom-Schutzeinrichtungen, z. B. Sicherungen oder Leitungsschutzschalter, verwendet werden. Unfall- und Brandgefahren ist nur wirksam vorzubeugen, wenn zusätzlich Schutzeinrichtungen vorgesehen werden, die bereits bei geringen Fehlerströmen die fehlerhafte Anlage vom Netz trennen. Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) sind ein probates Mittel zum Erreichen der Schutzziele. Für den Brandschutz ist der Schutzleiter über die ganze Ausdehnung des Betriebsmittels mitzuführen.

Nach der derzeitigen Sicherheitsnormung wird der aufgezeigten Problematik nur bei bestimmten Anwendungsfällen Rechnung getragen, z. B. elektrische Anlagen in feuergefährdeten Betriebsstätten, in Gebäuden aus vorwiegend brennbaren Baustoffen und in der Landwirtschaft. In diesen Bereichen ist der Isolationsfehlerschutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) vorgeschrieben.

