

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 47 (1985)
Heft: 11

Artikel: Vermeidbare Elektrounfälle
Autor: Feitknecht, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081586>

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: 03.02.2026

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

Vermeidbare Elektrounfälle

Dr. J. Feitknecht, CMC, Schaffhausen

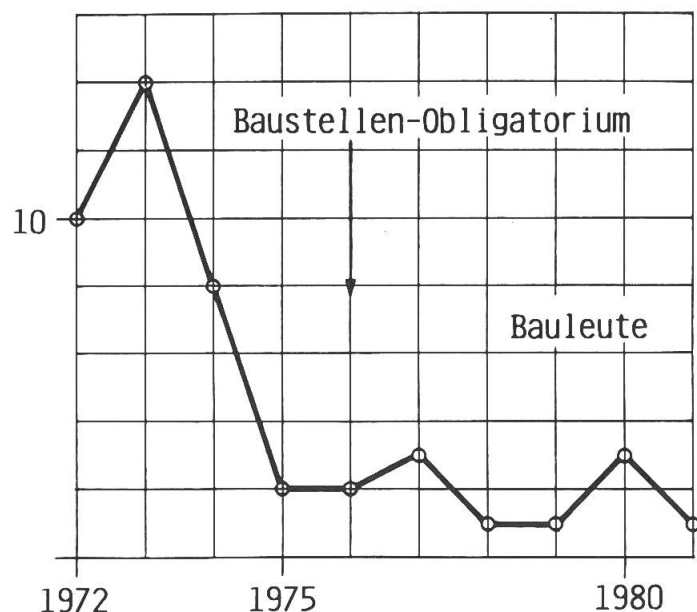
Jährlich fallen in der Schweiz 15 bis 25 Personen tödlichen Elektrounfällen zum Opfer. Über die Hälfte sind Laien, vorwiegend Hausfrauen und Jugendliche, die beim Hantieren mit defekten Verlängerungsschnüren, beim Rasenmähen, beim Basteln oder beim Gebrauch des Föhns im Bad sterben. Die meisten von ihnen wären noch am Leben, wenn die Installation über einen sogenannten, FI-Schalter verfügt hätte. Seit diesem Jahr sind neue Vorschriften in Kraft, die einen besseren Schutz des Durchschnittsverbrauchers vor Elektrounfällen zum Ziel haben.

Was ist ein FI-Schalter?

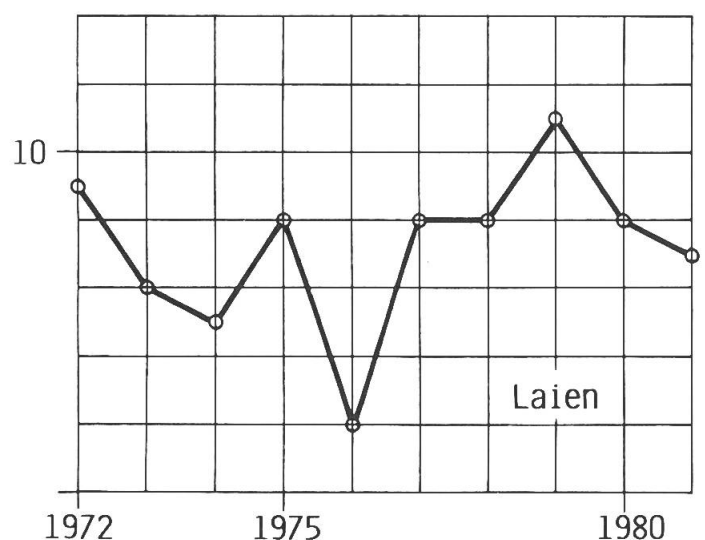
FI steht für *Fehlerstrom*. Dies sind Ströme, die eines Defektes wegen nicht auf dem vorgese-

henen Weg – nämlich über das Kabel – zum geerdeten Sternpunkt des Netzes zurückkehren. In Abb. 2 steht das Gehäuse des Elektrogerätes unter Spannung,

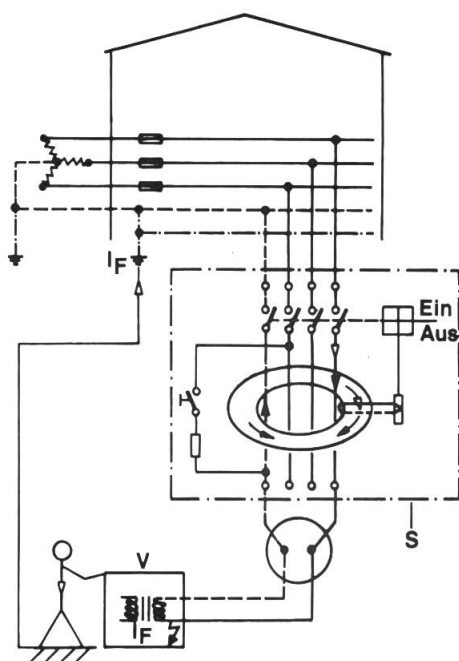
weil die interne Isolation schadhaft ist. Berührt nun ein Mensch dieses Gehäuse, wird er elektrisiert, und ein Fehlerstrom fliesst durch ihn über den Boden zur Erde ab. Die Grösse dieses fehlgeleiteten Stromes hängt von den verschiedenen vorhandenen elektrischen Widerständen ab: dem Widerstand der schadhaften Stelle im Elektrogerät, dem Übergangswiderstand Elektrogerät/Mensch, dem inneren Widerstand des Menschen, dem Übergangswiderstand Mensch/Boden sowie



1 Tödliche Niederspannungsunfälle in der Schweiz. Nachdem 1976 der Einsatz von FI-Schaltern auf Baustellen obligatorisch erklärt worden war, sank die Zahl der tödlichen Elektrounfälle auf Baustellen signifikant (linke Abbildung): in den vier Jahren vor dem Obligatorium fielen durchschnittlich 8 Bauleute pro Jahr tödlichen Unfällen zum Opfer, nach 1976 waren es im



Durchschnitt nur noch knapp 2. Der Rückgang in den Jahren 1974/75 ist vermutlich eine Folge der Baurezession. Bei den Laien (rechte Abbildung) ist kein Absinken der Todesfälle im Laufe der Jahre feststellbar. Der Durchschnitt über 10 Jahre beträgt 7 und sollte auf weniger als 2 zu senken sein, wenn vermehrt FI-Schalter eingesetzt werden.



Die Gefahren des elektrischen Stromes

Jedermann kennt die Warnschilder «Achtung Hochspannung» und weiss, wie gefährlich das Berühren von Hochspannung ist. Anders zu Hause: Die Leute verhalten sich unvorsichtig, weil sie die Gefahren verkennen. Schon bei 15 bis 25 mA treten jedoch so starke Muskelverkrampfungen auf, dass ein mit der Hand umfasster Gegen-

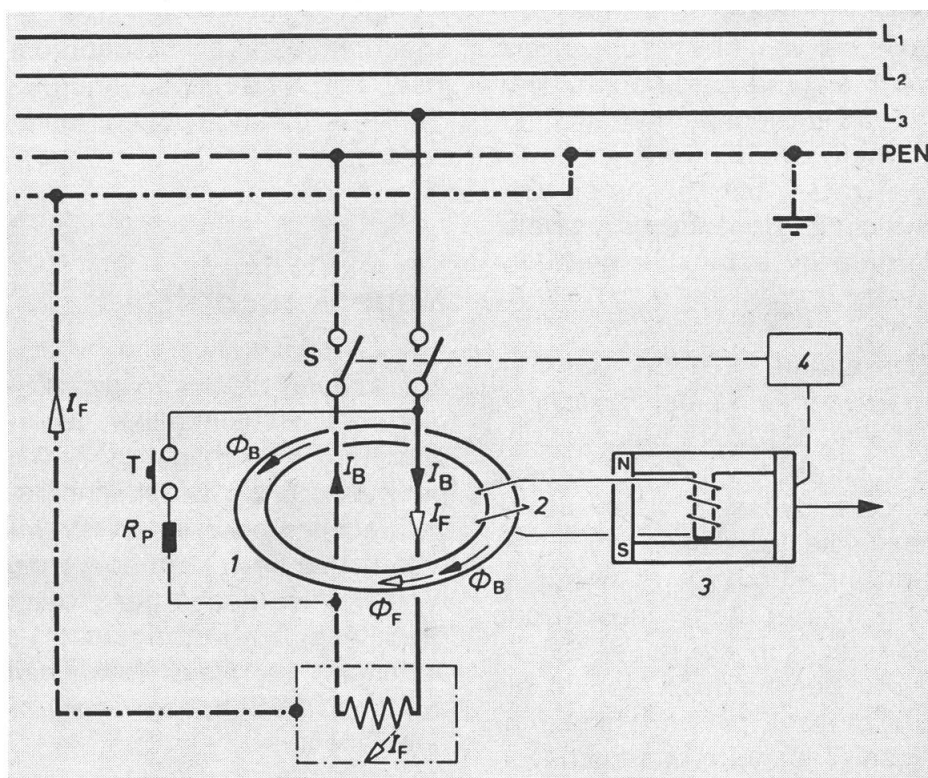
stand, der unter Spannung steht, nicht mehr losgelassen werden kann. Bei noch höheren Fehlerströmen steigt überdies der Blutdruck, und der Herzschlag wird unregelmässig. Über 50 mA setzt das gefürchtete Herzkammerflimmern ein, das in $\frac{1}{2}$ bis 1 Sekunde zum Tode führt.

Der FI-Schalter muss die 5 A, die ein Bügeleisen erwärmen, von den tödlichen 50 mA unterscheiden, die allenfalls bei ei-

2 Schadhafte Elektroinstallation als Ursache von Elektrounfällen.

Das Gehäuse (V) steht unter Spannung, weil eine interne Isolation schadhaft ist. Berührt ein Mensch dieses Gerät, fliesst ein Fehlerstrom I_F über ihn zur Erde. Durch den FI-Schalter (S) wird der Stromkreis unterbrochen, bevor der Mensch verletzt oder gar getötet wird.

dem Bodenwiderstand. Wenn die äusseren Widerstände klein sind, z.B. wenn ein Mensch barfuss auf feuchtem Rasen steht, erreicht der Fehlerstrom Werte, die zum sofortigen Tod führen können. Diese Fehlerströme sind äusserst klein im Vergleich zu den Strömen, die Sicherungen oder Sicherungsautomaten (Leitungsschutzschalter) zum Abschalten veranlassen (ein Fehlerstrom von mehr als 50 mA ist tödlich, die normale Sicherung spricht erst bei 200mal grösseren Strömen, also bei 10 A an). Zum Schutz des Menschen benötigt man also eine zusätzliche Schutzvorrichtung, den Fehlerstrom-Schutzschalter oder kurz FI-Schalter.



3 Aufbau und Wirkungsweise des FI-Schalters.

Der Stromwandler (1) vergleicht die Ströme, die im Polleiter dem Verbraucher zufließen und über den Neutraleiter zur Erde zurückfließen. Jeder dieser Ströme induziert im Stromwandler einen Magnetfluss I_B . Sind die Ströme verschieden, entsteht im Wandler ein Magnetfluss $(\pi_B + \pi_F) - \pi_B = \pi_F$, hervorgerufen durch die Ströme $I_B + I_F$ im Polleiter bzw. I_B im Neutraleiter. Der resultierende Magnetfluss F erzeugt in der Sekundärwicklung (2) eine Spannung, die einen Sekundärstrom durch die Wicklung (3) des Magnetauslösers treibt. Dieser Strom schwächt das Magnetfeld im Magnetauslöser so weit, dass der Anker durch die Federkraft abgerissen wird und über das Schaltschloss (4) die Kontakte (S) aufreissst. Ebenfalls dargestellt ist die Prüftaste (T), mit der ein Fehlerstrom über den Widerstand (R_P) simuliert werden kann. Dadurch kann jederzeit die Funktionsbereitschaft des FI-Schalters geprüft werden.

nem schadhaften Bügeleisen durch den Körper der Hausfrau zur Erde fließen. Dazu wird der durch den Polleiter zum Bügeleisen fließende Strom mit dem durch die Neutralleiter zurückfließenden Strom *verglichen*. Die dabei verlangte Messgenauigkeit beträgt beim erwähnten Beispiel 1% (50 mA Abweichung vom Betriebsstrom von 5 A). Dies gelingt mit der in Abb. 3 gezeichneten *Differenzschaltung*. Um den Menschen wirksam zu schützen, muss der Strom in *wenigen Hundertstelsekunden* unterbrochen werden. Der FI-Schalter trennt den Verbraucher vom elektrischen Netz, wenn sich die Ströme im Polleiter und im Neutralleiter auch nur geringfügig unterscheiden. Er überwacht mit höchster Genauigkeit die Differenz zweier Ströme und schützt so den *Menschen*.

Eine andere Aufgabe haben *Sicherungen und Leistungsschutzschalter*. Sie unterbrechen den Stromkreis, wenn zu grosse Ströme fließen. Sie dienen dazu, die *Installation* vor Überlast und Kurzschluss zu schützen. In der Sicherungspatrone befindet sich ein feiner Silberdraht, der schmilzt, sobald ein zu grosser Strom hindurchfließt. Technisch anspruchsvoller ist der Leitungsschutzschalter. Der Überlastungsschutz wird durch ein Bimetall gewährleistet. Wenn ein Bimetall erwärmt wird, biegt er sich. Fließt nun während längerer Zeit ein zu grosser Strom durch den Bimetall des Leitungsschutzschalters, erwärmt er sich. Die Ausbiegung wird ähnlich wie in einem Toaster dazu verwendet, über das Schaltschloss die Kontakte zu öffnen. In Serie zum

Bimetall befindet sich eine Spule, die ein Magnetfeld erzeugt, wenn sie von einem Strom durchflossen wird. Sie ist derart dimensioniert, dass der Strom, der bei einem Kurzschluss fließt, ein so starkes Magnetfeld erzeugt, dass die Kontakte aufgeschlagen werden und damit der Stromfluss unterbrochen wird. Im Unterschied zum FI-Schalter ist bei Sicherung und Leitungsschutzschalter genügend Leistung vorhanden, um ohne Verstärkung den Strom mechanisch zu unterbrechen. Der FI-Schalter benötigt jedoch Fremdenergie, sei es die gespannte Feder im Magnetauslöser oder eine Hilfsspannungsquelle bei elektronischen Auslösern.

Neue Vorschriften

Auf *1. Juni 1985* sind die revidierten Hausinstallationsvorschriften in Kraft getreten. Sie bezwecken, die Durchschnittsverbraucher besser vor Stromunfällen zu bewahren sowie die Anzahl elektrisch gezündeter Brandfälle zu verringern. Sie verlangen bei *Neuinstallationen* zwingend FI-Schalter in folgenden Fällen:

1. FI-Schalter mit einem maximalen Nennauslösestrom von 30 mA für Steckdosenkreise bis 40 A Nennstrom für:
Bade- und Duscheinrichtungen
feuchte und nasse Räume
korrosionsgefährdete Räume
transportable Objekte im Freien
Campingplätze und Bootsanlegeplätze

provisorische und temporäre Anlagen von Festplätzen, Jahrmärkten, Messeplätzen usw.

elektrische Versuchsräume.

Wichtig ist die Forderung, dass diejenigen Steckdosen mit einem FI-Schutz zu versehen sind, an die voraussichtlich Objekte angeschlossen werden, die *im Freien* verwendet werden (Rasenmäher, Heckenscheren, Staubsauger für das Auto, Gartenleuchten usw.) Die Vorschrift beschränkt sich aber nicht auf im Freien montierte Steckdosen.

2. FI-Schalter mit einem maximalen Nennauslösestrom von *10 mA* für:
bewegliche und transportable Objekte in engen Räumen aus gut leitenden Werkstoffen (Tankreinigung)
3. FI-Schalter für die gesamte Installation mit einem maximalen Nennauslösestrom von *300 mA* für:
feuergefährdete Räume (z.B. Schreinereien)
korrosionsgefährdete Räume (z.B. Ställe, Käselager, Gärkeller)
explosionsgefährdete Räume

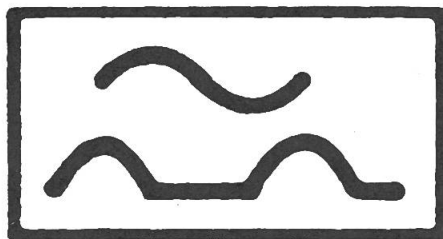
Technische Verbesserungen

Von den 300-mA-FI-Schalter wird neu verlangt, dass sie *selektiv* arbeiten, d.h. sie dürfen nicht ansprechen, wenn ein in Serie geschalteter FI-Schalter hoher Empfindlichkeit (10 oder 30 mA) den Personenschutz übernimmt. Mit dieser Forderung wird erreicht, dass nur der Teil der elektrischen Installation spannungslos wird, der einen

Fehler aufweist, und somit die übrigen Räume nicht betroffen werden. Technisch wird das Problem so gelöst, dass der selektive FI-Schalter durch eine elektronische Schaltung *leicht verzögert* wird und – statt wie die hochempfindlichen Schalter in einigen Hundertstelsekunden – erst nach ein bis zwei Zehntelsekunden den Strom unterbricht.

In den letzten Jahren sind vermehrt Haushaltgeräte und Handwerkzeuge mit elektronischen Steuerungen auf den Markt gekommen. Viele dieser Steuerungen erzeugen am Motor Stromverläufe, die vom reinen (sinusförmigen) Wechselstrom abweichen (z.B. Phasenanschnittsteuerung, Halbwellengleichrichtung, Überlagerung von Gleichstrom). Bei einem Defekt entstehen deshalb sogenannte *pulsierende Gleichfehlerströme*, die nicht einen sinusförmigen Verlauf haben. Bei normalen FI-Schaltern ist es möglich, dass sie auf pulsierende Gleichfehlerströme nicht ansprechen oder erst bei höheren Fehlerströmen. Obschon weltweit kein einziger Unfall wegen pulsierender Gleichfehlerströme bekannt wurde, haben sich die namhaften Hersteller von FI-Schaltern bemüht, eine konstruktive Lösung zu finden. Die neuen Vorschriften schreiben vor, dass nur noch solche FI-Schalter in der Schweiz zugelassen werden, die auch pulsierende Gleichfehlerströme beherrschen und mit dem in Abb. 4 dargestellten Zeichen versehen sind.

Neben dem allen bekannten Wechselspannungsnetz mit einer Frequenz von 50 Hz gibt es auch *Netze mit andern Frequen-*



4 Mit diesem Zeichen versehene FI-Schalter schützen auch vor pulsierenden Gleichfehlerströmen.

zen. Das bekannteste ist wohl das Netz der SBB mit $16\frac{2}{3}$ Hz. Gewisse Industriezweige verwenden aber auch Frequenzen von 200 bis 400 Hz. Auch für solche Netze können FI-Schalter hergestellt werden. Bei sinusförmigem Stromverlauf ist der Schutz bei tieferen Frequenzen schwieriger zu erreichen, weil die Periode länger wird (60 ms im SBB-Netz) und der Auslöser aus physikalischen Gründen ungefähr eine Periode braucht, um abzuschalten. Andererseits ist der Mensch etwas weniger empfindlich auf Ströme tieferer oder auch höherer Frequenzen. Bei höheren Frequenzen ist die Anpassung des Magnetauslösers an den Wandler kritischer. Verschärft werden diese Anpassprobleme, wenn zugleich pulsierende Gleichfehlerströme beherrscht werden sollen, da dies mittels eines Resonanzkreises geschieht, der genau abgestimmt werden muss.

Umrüsten von Altanlagen

Die neuen Vorschriften schreiben den Einbau von FI-Schaltern für Neubauten und grössere Renovationen vor. Sie

verlangen nicht, dass bestehende Elektroinstallationen abgeändert werden. Es ist aber zu hoffen, dass sich die Hausbesitzer entschliessen können, die Elektroinstallationen sicherer zu machen, indem sie die besonders gefährdeten Steckdosen mit FI-Schaltern schützen. Dies kann durch den *Einbau* von FI-Schaltern im *zentralen Sicherungskasten* erfolgen oder durch die Montage von *Sicherheitssteckdosen* (SIDOS), die im Volumen einer normalen Unterputzsteckdose einen Miniatur-FI-Schalter enthalten. Schliesslich gibt es auch *tragbare Sicherheitssteckdosen*, Kästchen mit 1 bis 4 Steckmöglichkeiten an einem 1 bis 2 m langen Kabel, die denselben Miniatur-FI-Schalter enthalten. Damit können von Fall zu Fall der elektrische Rasenmäher, die Gartenleuchten, die Garage oder der Hobbyraum geschützt werden. Dank moderner Technik kann also die Zahl und Schwere von Elektrounfällen drastisch gesenkt werden. Aber ausser Vorschriften braucht es auch die *Einsicht* des Einzelnen, diese Schutzgeräte zu nutzen.

Aus NZZ vom 27.2.85, Beilage Forschung und Technik.

Tag der offenen Türe

Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, Tänikon (FAT).

Samstag, 21. September 1985, 09.00–16.00.