

Wiederinbetriebnahme hochwasser- geschädigter elektrischer Anlagen

Wassergeschädigte elektrotechnische Anlagen und Geräte bergen im Falle der Wiedereinschaltung eine Gefahr für Menschen, Nutztiere und Sachwerte. Sie sind deshalb gewissenhaft unter Beachtung der geltenden Vorschriften zu prüfen und ggf. teilweise oder ganz zu erneuern. Je nach Alter der Installationsanlage werden Materialien wie Kabel und Leitungen, Installationsgeräte und Leuchten unterschiedlichster Bauart und Güte vorgefunden. Selbst bei Einsatz von Heiz- und Entfeuchtungsgeräten werden erst nach längerer Zeit ausreichende Isolationswerte erreicht, Spannungverschleppungen an Wänden, Decken und Fußböden können zu schwerwiegenden Durchströmungen führen und stellen eine Lebens- und Brandgefahr dar. Nachstehende Hinweise sollen einen Leitfaden für Prüfung und Wiederinbetriebnahme geben:

Installationen älterer Bauart. Anlagen mit plast- oder gummiisolierten Aderleitungen in Installationsrohren aller Art erreichen erst nach Monaten zufriedenstellende elektrische Kennwerte.

Bei den folgenden Bemerkungen wird davon ausgegangen, dass eine erhebliche Einwirkung des Wassers vorhanden war. Inwieweit das zutrifft, ist jeweils vor Ort zu berücksichtigen.

Allgemeine Verfahrensweise (Nachdruck aus Siemens-Empfehlung):
Abpumpen – sofort mit (heißen) Wasser reinigen – Umlufttrocknung - wenn möglich Vakuumtrocknung – Korrosionsbehandlung – Behandlung von Kontakten – Ersatz beschädigter Komponenten – Prüfung – Inbetriebnahme – Kontrolle

■ Aderleitungen in Kanälen, Rohren

- Je nach Lage ist Wasser/Feuchte noch nach Tagen/Wochen vorhanden.
- Isolationswiderstandsmessung, bei $R_{iso} > 0,01 \text{ M}\Omega$.
- Betreiben über 30-mA-FI-Schutzschalter
- Aderenden/Anschlussstellen sorgfältig trocknen, Entfeuchtungsspray verwenden.

■ Auswirkungen der Schutzart

- Bei ordnungsgemäßem Zustand (Leitungseinführung!) ist das Innere von Geräten mit > IP X5 nicht betroffen. Erfahrungen zeigen aber, dass trotzdem Wassereintritt oft erfolgt ist. Trocknung allein dann wegen der Verschmutzung nicht immer ausreichend.

Installationen neuerer Bauart. Anlagen mit Mantelleitungen oder plastisolierten Kabeln erreichen bei gründlicher Belüftung relativ schnell ihre Isolationsgüte.

Allgemein trifft zu: Klemmen, Sicherungselemente, Zählertafeln, Steckdosen und zumeist auch die Schalter, alle Geräte mit relativ grober Konstruktion, sind nach intensivem Putzen und Trocknen in relativ kurzer Zeit wieder einsatzbereit. Lediglich Zähler, Schaltuhren und ähnliche feinmechanische Geräte müssen erneuert werden.

Auch wenn einiges noch zu funktionieren scheint, die Feuchtigkeit und damit hervorgerufene Kriechströme sowie der vom Wasser mitgeführte möglicherweise aggressive Dreck, hinterlassen ihre Spuren. Eine zuverlässige Funktion ist nicht gewährleistet. Vor allem bei den Schutzeinrichtungen (LS-/FI-/SH-Schalter) darf das damit verbundene Risiko nicht übersehen werden. Was zu tun ist und wie dieses erfolgen muss, kann nur von den Fachkollegen vor Ort entschieden werden. Nachfolgend sind Erfahrungen im Umgang mit derart strapazierten elektrischen Anlagen zusammengestellt.

- Schäden durch Schmutz und Korrosion getrennt betrachten.

■ Brandschutz-Schotts/-Klappen

- Weiterverwendbar, wenn keine mechanischen Schäden vorhanden sind.

■ Elektronische Baugruppen

- Entscheidung sollte in Abhängigkeit vom Wert der Baugruppe erfolgen. Reinigung mit Wasser, vorsichtiges Trocknen, Kontaktkontrolle, -säuberung, versuchsweiser Einsatz.
- Stromversorgungsbaugruppen, trafolose Netzteile aus Sicherheitsgründen zur Reparatur geben.

■ Geräte der Bussysteme

- Rückfrage beim jeweiligen Hersteller erforderlich.

■ Haushaltgroßgeräte, Kochgeräte

- Gründliche Durchsicht, Prüfung durch eine (möglichst mit dem Gerät vertrauten) Elektrofachkraft.
- Betreiben über einen Fehlerstrom-Schutzschalter.

■ Heizgeräte

- Wiederverwendbar nach Prüfung, wenn eine Reinigung möglich ist.

■ Heizkissen, Heizdecken

- Nicht mehr verwenden.

■ Installationsdosen und -kästen

- Gehäuse sind nach dem Säubern und Trocknen weiter verwendbar. Siehe auch Klemmen.

■ Installations- und Einbaugeräte

- Einfache Konstruktionen wiederverwendbar; komplizierte oder feinmechanische Konstruktionen meist nicht mehr zu retten.
- Gegebenenfalls Reinigung mit Wasser, vorsichtiges Trocknen, Isolationswiderstandsmessung.

■ Klemmen, Anschlüsse, Kontakte

- Schraubklemmen nach dem Säubern mit Wasser (vor allem der Isolierteile) wieder verwendbar. Trocken, Verwenden von Entfeuchtungsspray.
- Bei Auswirkungen aggressiver Medien intensives Säubern, Kontaktfett verwenden.
- Kontrolle der Betriebstemperatur bei späteren Prüfungen.
- Steckklemmen (Federdruck) austauschen, da Verschmutzung nicht feststellbar/nicht zu beseitigen.

■ LS- und FI-Schutzschalter, gleichartige Schutz- und andere Geräte

- Zumeist nicht mehr verwendbar, Schutzfunktionen nicht mehr garantiert!

■ Leuchten ohne Elektronik Schutzklasse II bzw. I

- Im Allgemeinen nach dem gründlichen Säubern wieder zu verwenden.
- Leuchten der Skl. II in keinem Fall ungeprüft (Öffnen, Besichtigen!) verwenden.
- Vorschaltgeräte sind nicht immer dicht, sorgfältig trocknen, Isolationswiderstandsmessung durchführen.

■ Mantelleitungen im, unter, über Beton/Putz

- Einführungs-/Anschlussstellen sorgfältig trocknen, Entfeuchtungsspray verwenden.
- Isolationswiderstandsmessung.

■ Mantelleitungen in Kanälen, Rohren

- siehe Aderleitungen

■ Messgeräte, Prüfgeräte

- Übergabe an autorisierte Werkstatt.

■ Motoren

- Säubern mit heißem Wasser, Umluft-trocknen bei 80 ... 100 °C (auch mit Kleinspannung vor Ort), Isolationswiderstandsmessung ($R_{iso} > 0,5 \text{ M}\Omega$), bei Wälzlagern Wassereintritt möglich, dann Auswechseln zu empfehlen.

■ Motorschutzschaltgeräte

- Siehe LS-Schalter.

■ Handgeräte

- ortsveränderliche nichtmotorische Reinigung meist möglich (alle inneren Kontakte, Anschlüsse erfassen), Korrosion durch aggressive Medien bedenken, Entfeuchtungsspray und Kontaktfett verwenden.
- ortsveränderliche motorische Übergabe an autorisierte Werkstatt empfehlenswert.

■ Prüfungen, Prüfvorgaben

- Positiv verlaufene Prüfungen nach DIN VDE 0702 bestätigen nur die im Prüfmoment vorhandene Sicherheit.
- Besichtigen nach dem Öffnen ist der wesentlichste Prüfgang.
- Werden die Grenzwerte der Prüfnormen (0,5 M Ω , 1 M Ω , 2 M Ω , 0,5 mA, 3,5 mA) gerade noch eingehalten, so bedeutet dies „noch ausreichende Sicherheit“. Wenn die Feuchtigkeit als Ursache dieser gerade noch hinreichenden Messwerte angenommen werden kann, darf eine Freigabe erfolgen. Nochmalige Prüfung nach Stunden (Heizgeräte) oder Tagen, um die Entwicklungstendenz der Messwerte festzustellen. Als Grenzwerte ist für nasse Leitungstrecken 0,1 M Ω vorübergehend vertretbar, wenn die Versorgung über einen FI-Schutzschalter ($I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$) erfolgt.
- Nächste Prüfung nach einer kurzen, von den vorhandenen Umständen abhängigen Zeit vornehmen.

■ Reihenklempen

- Einfache Konstruktionen können gesäubert und wiederverwendet werden.

- Bei kompliziert gestalteten Konstruktionen wird das Reinigen einer verschmutzten Klemme nicht mit ausreichender Sicherheit möglich sein. Außerdem sind die Arbeitskosten meist größer als die Kosten einer Neuanschaffung.
- Entfeuchtungsspray anwenden (Scotch TM 1605 zu beziehen über Elektro-großhandel).

■ Rechner mit Peripherie

- Prüfung durch Fachbetrieb notwendig.

■ Stegleitungen

- Siehe Aderleitungen.

■ Steuer-/Regeleinrichtungen

- Hersteller konsultieren. Wenn nicht möglich, dann einen Spezialbetrieb für die Wiederherstellung elektrotechnischer Komponenten konsultieren (www.simain.de oder www.elektronik-Reinigung.de)

■ Transformatoren (s. Motoren)

- Messung R_{iso} , Prüfung mit 1 kV, dann 2 kV der Wicklungen gegeneinander.

■ Überspannungsschutz

- Auswechseln. Wiederverwendung nur nach Rückfrage beim Hersteller.

■ Verteiler, Zählerschränke

- Intensive Reinigung, dazu alle Verbindungen lösen.
- Kontaktbehandlung (Ersatz wahrscheinlich billiger als Instandsetzung).
- Einbaugeräte auswechseln.

■ Zähler, Uhren,

- Auswechseln, Übergabe an einen autorisierten Fachbetrieb.

■ Information der Laien durch die Elektrofachkraft

- Vor dem Wiedereinschalten, -benutzen einer Elektroanlage/eines Geräts ist eine Prüfung durchzuführen, und es sind die Benutzer zu beraten.
- Beim Einschalten/Benutzen einer Elektroanlage/eines Geräts durch einen Laien

in eigener Entscheidung ist auch bei scheinbar einwandfreier Funktion zu beachten:

- Nur Erwachsene sollen ein wieder eingeschaltetes Gerät benutzen/berühren.
- Vorsicht beim Berühren!
Bei Großgeräten isolierende Matte benutzen, bei Handgeräten isolierenden Standort aufsuchen, keine Handgeräte in feuchter Umgebung benutzen.
- Gerät vom Netz trennen (Stecker ziehen), wenn es nicht mehr benötigt wird.
- Im Keller nicht die elektrische Beleuchtung einschalten, sondern eine Taschenlampe verwenden.

■ Rechtsfragen

- Meinungen der Abnehmer, Hausbesitzer, Mieter sind für die Entscheidungen der Elektrofachkraft rechtlich nicht bindend.
- Die Vorgabe der BGV A2 „Anlagen und Betriebsmittel mit Mängeln sind nicht zu verwenden“ ist in jedem Fall der Maßstab (auch für den privaten Bereich), von dem sich die Elektrofachkraft leiten lassen muss.
- Es ist vertretbar, ein Anlagenteil, ein Gerät zur Verwendung freizugeben, das den sonst üblichen Maßstäben des ordnungsgemäßen Zustands (Aussehen, Messwerte) nicht völlig entspricht, wenn
 - die Messwerte aber noch die Mindestwerte einhalten (s. Prüfung) und/oder
 - die Anlagenteile/Stromkreise/Geräte über FI-Schutzschalter ($I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$) versorgt werden und
 - von der betreffenden Elektrofachkraft weiterhin eine Betreuung erfolgt (s. **ep** Heft 10/2002).
- Die Entscheidung über das Schicksal eines Geräts/Anlage trifft der Betreiber/Besitzer. Die Elektrofachkraft ist Berater. Zu berücksichtigen ist aber, dass von der Elektrofachkraft („Beschützergarant“) eine umfassende Beratung vorgenommen werden muss. Das heißt, es wird auch erwartet, dass alle mit der Elektrosicherheit, dem nötigen Verhalten und den notwendigen Maßnahmen im Zusammenhang stehenden Dinge ungefragt angesprochen werden.

■ Zur weiteren Information

Das Thema wird weiterhin im **ep** behandelt. Haben Leser dazu Fragen oder ist ein Problem vor Ort zu klären, so werden wir versuchen, schnellstens eine Antwort zu geben. Alle Fachkollegen, die uns beim Erarbeiten dieses Sonderblatts geholfen haben, stehen weiterhin mit Rat und Tat zur Verfügung. Rufen Sie an unter 030-42 151 285, übermitteln Sie Ihre Frage per Fax 030-42151 251 oder E-Mail ep.redaktion@hussberlin.de

Einsatz von FI-Schutzschaltern in nassen elektrischen Anlagen

K. Bödeker, Berlin

Elektrofachbetriebe stehen in den Gebieten der Hochwasserkatastrophe vor der Frage, was von den durchnässten Leitungen und Geräten weiter verwendet werden kann und unter welchen Bedingungen dies vertretbar ist. Können und dürfen sie Kompromisse hinsichtlich der Sicherheit eingehen, um den Bürgern schnell und mit möglichst wenig Aufwand das Benutzen der noch nassen elektrischen Anlagen zu ermöglichen? Wir fragen: Ist eine ausreichende Sicherheit gewährleistet, wenn ein durchnässter Stromkreis über einen FI-Schutzschalter versorgt und überwacht wird?

1 Normengerechter Einsatz

FI-Schutzschalter (RCD) werden nach den in den Errichtungsnormen vorgegebenen Kriterien ausgewählt und eingesetzt. Durch sie soll gewährleistet werden, dass

- bei einem Isolationsfehler abgeschaltet wird, bevor es zu einem Schaden kommt,
- im Fall einer Durchströmung der Mensch keinen Gesundheitsschaden erleidet und
- der Fehlerstrom nicht zur Entzündung brennbarer Materialien führt.

Allerdings gelten die Vorgaben der Normen zum Einsatz der FI-Schutzschalter für den Fall, dass an einer insgesamt ordnungsgemäßen trockenen Anlage ein Isolationsfehler auftritt. Es gibt keine allgemeingültigen Normenvorgaben, mit denen in speziellen Fällen – z. B. bei nassen Anlagen – dem RCD direkt die Überwachung des Zustands (Isolationswiderstand) von Teilen einer elektrischen Anlage oder von elektrischen Geräten übertragen wird.

Durch den FI-Schutzschalter wird der nach dem Ohmschen Gesetz in einem Stromkreis entstehende Strom nicht begrenzt.

Ein FI-Schutzschalter (RCD)

- schaltet im Fehlerfall einen langsam ansteigenden Strom ab, wenn dieser die Größe seines Auslösestroms erreicht (z. B. ca. 21 mA bei $I_{\Delta n} = 30$ mA).
 - schaltet im Kurzschlussfall (L-PE) sofort den Kurzschlussstrom ab, der z. B. bei einem Schleifenwiderstand von 1Ω gleich $230 \text{ V} / 1 \Omega = 230 \text{ A}$ beträgt.
 - schaltet auch bei einer direkten Berührung eines aktiven Leiters durch eine Person mit dem Körperwiderstand von 1000Ω den entstehenden Strom von $230 \text{ V} / 1000 \Omega = 230 \text{ mA}$ ebenso sofort ab.
- Welchen Schutz FI-Schutzschalter beim

Einsatz in einer durchnässten Anlage bieten, ist nirgendwo festgelegt.

Nun müssen oder sollen die vom Hochwasser erfassten elektrischen Anlagen und Geräte wieder in Betrieb genommen werden. Dass Derartiges zum großen Teil ohne die Konsultation einer Elektrofachkraft geschieht, aus welchen Gründen auch immer, ist Realität. Es muss außerdem damit gerechnet werden, dass allen Warnungen sowie den Empfehlungen zum Prüfen und Erneuern nicht gefolgt wird. Dies ist letztlich auch nachvollziehbar, da alles schnell gehen muss und möglichst wenig kosten darf. Neuinstallationen hingegen dauern ihre Zeit und sind teuer.

Wichtig ist, dass jede mit dieser Frage konfrontierte Elektrofachkraft bei ihren Arbeiten und Empfehlungen weiß, was zu tun ist,

- um in Übereinstimmung mit den Normen zu bleiben (der Sicherheitsmaßstab soll ja nicht herabgesetzt werden),
- um nicht durch übertriebene Sicherheitsforderungen auf eine Wiederinbetriebnahme verzichten zu müssen und
- um den Betreiber der Anlage von der Notwendigkeit dieser Maßnahmen überzeugen zu können.

2 Überwachung des Isolationswiderstands

Die Abschaltung eines defekten Anlagenteils/Gerätes durch einen Fehlerstrom-

schutzschalter erfolgt, wenn der bei einem Isolationsfehler entstehende Fehlerstrom den Wert des Auslösestroms (Nennfehlerstrom) des RCD erreicht. Selbst bei den empfindlichsten Schaltertypen ($I_{\Delta n} = 10$ bzw. 30 mA) müssen die Isolationswiderstände R_{iso} auf sehr geringe Werte abgesunken sein, ehe durch den dann fließenden Fehlerstrom das Abschalten erfolgt. Diese Werte betragen:

$$R_{\text{iso}} = U/I = 230 \text{ V} / 0,03 \text{ A} \\ \approx 8000 \Omega = 0,008 \text{ M}\Omega \quad \text{bzw.} \\ R_{\text{iso}} = 230 \text{ V} / 0,01 \text{ A} = 23000 \Omega \\ = 0,023 \text{ M}\Omega.$$

Werden die üblicherweise an einer trockenen Anlage gemessenen Isolationswiderstände ($> 20 \text{ M}\Omega$) und die zulässigen Mindestwerte ($0,5 \text{ M}\Omega$) aus den Normen DIN VDE 0100 Teil 610 und DIN VDE 0702 mit diesen wesentlich geringeren „Abschalt-Werten“ verglichen, so wird klar, dass die FI-Schalter in allen im Einsatz befindlichen elektrischen Anlagen nur dann abschalten, wenn z. B. durch Nässe bereits eine erhebliche Verminderung des Isolationswiderstands eingetreten ist. RCDs lassen den Betrieb von Stromkreisen zu, die nach den Vorgaben der Prüfnormen nicht mehr „in Ordnung“ sind.

3 Sicherheitsmaßstäbe für Anlagen in nassen Räumen

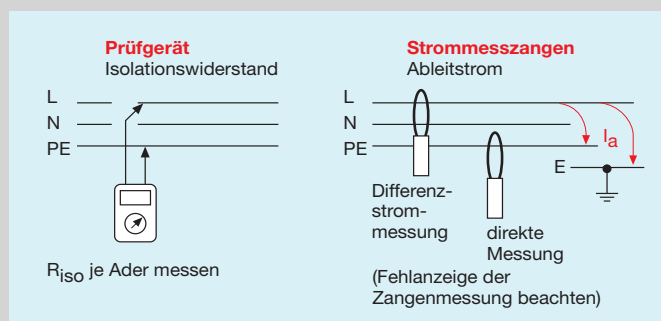
1. Sicherheitsmaßstab. In der Norm DIN VDE 0105 Teil 100 wird für den Isolationswiderstand von Anlagen in nassen Räumen ein Grenzwert von $R_{\text{iso}} \approx 0,03 \text{ M}\Omega$ ($150 \Omega/\text{V}$) zugelassen. Das entspricht einem Ableit-/Fehlerstrom (Bild 1) von $230 \text{ V} / 30000 \Omega$, d. h. etwa 7 mA .

Es spricht nichts dagegen, diese Normenvorgabe auch zum Maßstab der Sicherheit bei den durchnässten Anlagen zu machen. Somit ist es zulässig, bei ihnen FI-Schutzschalter mit 10 mA Nennfehlerstrom (Auslösestrom ca. 7 mA) einzusetzen, um den Zustand (Isoliervermögen) der Stromkreise zu überwachen. Es wird abgeschaltet, wenn sich aus irgend einem Grund noch schlechtere Isolationswiderstände bzw. höhere Ableitströme ergeben.

Autor

Dipl.-Ing. Klaus Bödeker ist freier Fachjournalist, Berlin.

1 Messverfahren zum Bewerten des Isoliervermögens



2 Bei einer Schutzleiterunterbrechung wird der Ableitstrom zum Berührungsstrom – Zusatzschutz durch einen FI-Schutzschalter

3 Im TN-C-System ist aufgrund undefinierter Ableitströme kein Schutz durch einen Fehlerstrom-Schutzschalter möglich

2. Sicherheitsmaßstab. Wie oben dargestellt, kann davon ausgegangen werden, dass RCDs mit $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ (Auslösestrom meist ca. 21 mA) ihre Schutzfunktion hinsichtlich Fehler- und Zusatzschutz bei Einsatz in einer bereits durchnässten Anlage ebenso wahrnehmen wie bei einer bisher normalen, trockenen und plötzlich beschädigten Anlage. Sie bewirken auch in diesem Fall

eine „normengerechte“ Abschaltung bei den gleichen Fehler-/Ableit-/Körperströmen ($30/21 \text{ mA}$) bzw. Isolationswiderständen ($\approx 0,01 \text{ M}\Omega$) wie es bei den „normalen“ Anlagen als zulässig angesehen wird. Es spricht somit auch nichts dagegen, FI-Schutzschalter mit einem Nennfehlerstrom 30 mA (Auslösestrom ca. 21 mA) einzusetzen, um den Zustand (Isolierver-

mögen) der nassen Stromkreise zu überwachen. Das Betreiben mit noch schlechteren Isolationswiderständen bzw. höheren Ableitströmen wird durch Abschalten verhindert.

4 Empfehlungen zur Wiederinbetriebnahme

Aus den vorstehenden Überlegungen lassen sich für das Gewährleisten der Sicherheit elektrischer Anlagen in den vom Hochwasser durchnässten Bauten folgende Regeln ableiten:

- Es ist erforderlich, Stromkreise in durchnässten Räumen bzw. mit durchnässten Leitungen/Betriebsmitteln vor ihrer Wiederinbetriebnahme mit Fehlerstrom-Schutzschaltern ($I_{\Delta n}$ möglichst 10 mA , höchstens 30 mA) auszurüsten. Dies führt zu einer den Normenvorgaben entsprechenden Sicherheit.
- Es sollen auch Stromkreise, bei denen die Messwerte der Isolationswiderstände über den Grenzen der Normen ($0,5 \text{ M}\Omega$) aber noch unter den sonst üblichen Werten einer trockenen Anlage ($20 \text{ M}\Omega$) liegen, mit RCDs ausgestattet werden.

- Stromkreise, bei denen Ableitströme über 21 mA festgestellt werden (Bild ①) oder bei denen ein FI-Schutzschalter mit $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ (Auslösestrom ca. 21mA) auslöst oder bei denen Isolationswiderstände unter $\approx 0,01 \text{ M}\Omega$ auftreten, sind in diesem Zustand nicht in Betrieb zu nehmen. Bei ihnen kann die erforderliche Sicherheit nicht gewährleistet werden.

Die Empfehlungen gelten für Anlagen im TN-S- und TT-System. Beim TN-C-System ist der Einsatz von RCDs nicht möglich, so dass nur das Erneuern durch nächster Leitungszüge oder das Einschalten erst nach dem Trocknen vertretbar sind (Bild ⑤).

Achtung! Der vorstehend empfohlene Einsatz von FI-Schutzschaltern ist nicht als Ersatz für den ordnungsgemäßen trockenen Zustand der elektrischen Anlage/Geräte/Räume gedacht. Er ist eine ordnungsgemäße und unverzichtbare Schutzmaßnahme für die elektrischen Anlagen in den hier betrachteten nassen Räumen. Andererseits ist die Nässe in den Leitungen und die nasse Umgebung der elektrischen Anlage in jedem Fall ein Mangel. Dieser darf nun nicht etwa toleriert werden, weil RCDs mit $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ eingesetzt wurden. Er ist vielmehr entsprechend der Vorgaben der BGV A2 „...unverzüglich zu beheben...“

In Übereinstimmung mit Betreiber/Besitzer/Mieter sollten alsbald Wiederholungsprüfungen vorgenommen werden, um dann erneut über den sinnvollen Fortgang der Dinge und das Beseitigen der Mängel entscheiden zu können.

5 Voraussetzungen

Der vorstehend empfohlene Einsatz von FI-Schutzschaltern zur Überwachung des Zustands (Isolationswiderstand/Ableitstrom) des durchnässen Stromkreises ist wie jede andere Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag an folgende Voraussetzungen gebunden, die aber wegen der aufgetretenen Ereignisse besondere Bedeutung haben:

- Eine sorgfältige **Prüfung der Anlage** vor der Wiederinbetriebnahme ist unerlässlich. Die Anlage muss sich, abgesehen von der Nässe, in einem völlig normgerechten Zustand befinden. Anderenfalls kann die Schutzwirkung der FI-Schutzschalter eingeschränkt sein.
- Der **Schutzleiter** des betreffenden Stromkreises muss sich in einem ordnungsgemäßen Zustand befinden, damit ein Ableit-/Fehlerstrom (7...10 bzw. 20...30 mA) bei einer Berührung eines mit dem Schutzleiter verbundenen Teiles (Gerätekörper) nicht zum Berüh-

Isolationswiderstand und Ableitstrom

Der **Isolationswiderstand** ist ein Maßstab für die Qualität der Isolierungen. Nur indirekt kann aus dem Wert des Isolationswiderstandes auf bestehende Gefährdungen für Personen, Nutztiere oder Sachen geschlossen werden.

Der **Ableitstrom** hingegen entspricht einer unmittelbaren Angabe der möglichen Gefährdung. Er kann – unter unglücklichen Umständen – zu einem Berührungs- bzw. Körperstrom werden (Bild ③). Insofern muss beim Bewerten der Sicherheit einer Anlage in erster Linie der gemessene Ableitstrom berücksichtigt werden, wofür allerdings aus verschiedenen technischen Gründen kein Grenzwert festgelegt werden kann. Bezüglich der Qualität der Anlage sind bereits Ableitströme eines Stromkreises von wenigen (...3...5...) mA als unzulässig anzusehen und die Ursache sollte festgestellt werden. Bezüglich der Sicherheit sind Ableitströme dann unzulässig, wenn sie zu einer Auslösung des für die Sicherheit zuständigen FI-Schutzschalters führen.

rungsstrom werden kann (Bild ②).

- LS- und FI-Schutzschalter, die überflutet worden sind, müssen ausgetauscht werden. Selbst wenn sie zunächst noch ordnungsgemäß funktionieren, kann sich dies infolge chemischer Reaktionen an den mechanischen Teilen in kürzester Zeit ändern. Auch ein tägliches Prüfen bzw. Auslösen der RCDs durch die Prüftaste bringt keine ausreichende Garantie. Für die Aufgabe der Überwachung des Isolationswiderstands/Ableitstroms dürfen nur einwandfreie FI-Schutzschalter verwendet werden.

Bei den vorstehenden Empfehlungen wird davon ausgegangen, dass sich der Zustand der nassen elektrischen Anlagen/Betriebsmittel und somit die Sicherheit Schritt für Schritt verbessern wird. Leitungsanschlüsse, Klemmkörper usw. sind soweit wie möglich zu trocknen (Öffnen aller Dosen usw., Anwenden von Entfeuchtungsspray). Diese Entwicklung ist durch regelmäßige Prüfungen (Messungen) zu kontrollieren.

Achtung! Bei allen Anlagen und Geräten, die von Hochwasserschädigung betroffen sind, muss damit gerechnet werden, dass sich Nässe und etwaige Verschmutzungen erst im Laufe der Zeit auswirken. Durch das Zusammenwirken mit der Elektrizität können aufgrund von Entladungen, Kriechströmen und Erwärmungen weitere Spätfolgen entstehen.

6 Weitere Informationen

- Erfahrungsgemäß wird der Isolationswiderstand der betroffenen Stromkreise – in Abhängigkeit von den Materialien der Anlage und der Gebäude – noch über Wochen oder sogar Monate unterhalb der sonst üblichen Werte liegen.
- Beim Bewerten der Messergebnisse ist besonders der Ableitstrom zu beachten, da von ihm eine unmittelbare Gefährdung ausgehen kann (Bild ②). Er ist direkt im Schutzleiter und auch als Differenzstrom der aktiven Leiter zu messen. Beide Messwerte müssen infolge der vielfältigen möglicherweise durch die Nässe entstandenen Schäden nicht gleich groß sein. Der größere Messwert ist zu berücksichtigen.
- Bei den Messungen ist zu beachten, dass die Messspannung und die Betriebsspannung infolge der Nässe über das Mauerwerk verschleppt werden können.
- Die Messungen mit Strommesszangen sind durchzuführen, wenn am betreffenden Stromkreis und an den anderen Stromkreisen des Verteilers keine Verbraucher eingeschaltet sind. Andernfalls beeinflussen die Felder der Lastströme die Messung des Ableitstroms.
- Zur Verbesserung des Isoliervermögens, vor allem im Bereich der Leitungsanschlüsse, Abzweigboxen und Klemmen, kann das sogenannte „3M Entfeuchtungs-Universalspray Scotch TM 1605“ eingesetzt werden.
- Elektrische Verbrauchsgeräte, die überflutet worden sind, sollten immer erst nach einer Prüfung (Öffnen unerlässlich) und nur an Stromkreisen mit einem RCD ($I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$) oder über einen mobilen FI-Schutzschalter ($I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$) betrieben werden.
- Es ist im Sinn des Zusatzschutzes zu empfehlen, auch Stromkreise mit nicht durchnässen Leitungen mit einem FI-Schutzschalter mit einem Nennfehlerstrom von $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ auszustatten, wenn die Fußböden der Räume dem Wasser ausgesetzt waren.

Achtung! Eine Elektrofachkraft, die Laien informiert oder bei einer wie beschrieben geschädigten Anlage die genannten oder ähnliche Lösungen vorschlägt und durchführt, muss sich über die weitere Entwicklung des Zustands der Anlage und Geräte informieren sowie dem Betreiber die dann weiter erforderlichen Maßnahmen vorschlagen. Mit ihrem fachlichen Rat übernimmt die Fachkraft die Rolle des so genannten „Beschützergaranten“, da der betreffende Bürger natürlich annimmt, dass der Elektrotechniker das Nötige erkennen und ggf. dann auch weitere Maßnahmen veranlassen wird.

Hochwassergeschädigte Anlagen

Wirkungen einer Überflutung und sich daraus ergebende Schlussfolgerungen

H. Senkbeil, K. Bödeker; Berlin

Das als Jahrhundertflut bekannt gewordene Hochwasser in mehreren Teilen Deutschlands ist Anlass dafür, den Elektrofachkräften dabei zu helfen, mit den schwierigen Problemen fertig zu werden, vor denen sie in solchen Situationen unvermittelt stehen. Herstellerbetriebe, Elektroinnungen, Verteilungsnetzbetreiber, Fachkräfte aus Einrichtungen und Institutionen haben mit wertvollen Informationen dieses Anliegen unterstützt – dafür herzlichen Dank.



1 Bei Nichtauslösen der Überstrom-Schutzeinrichtungen im Wasser erhitzte und deformierte Kunststoffteile von Betriebsmitteln

1 Gefahren durch Hochwasser

Das jüngste Geschehen in den Hochwasser-gebieten und in anderen Landesteilen deutet darauf hin, dass Überflutungen auch künftig auftreten und sich möglicherweise sogar häufen können. Es ist also damit zu rechnen, dass auch künftig durch viele Elektrofachkräfte Elektroanlagen nach Hochwasserschäden wieder Instand gesetzt werden müssen. Somit wäre es falsch, die in [1][2] begonnene Arbeit ruhen zu lassen. Die noch immer offenen zahlreichen Fragen lassen sich in den Schwerpunkten zusammenfassen:

- Welche vorbeugenden Maßnahmen sollten gegen Überflutungen getroffen werden?
- Was ist nach einer Schädigung bei der Instandsetzung und Wiederinbetriebnahme zu empfehlen?
- Welche Betriebsmittel können beibehalten und welche müssen in jedem Fall ersetzt werden?

Wir rufen dazu auf, dass sich möglichst viele Fachleute mit Stellungnahmen, Hinweisen und Erfahrungen zu Wort melden und in Beiträgen darlegen, wie sie komplizierte Probleme bewältigt haben und welche Vorschläge zu unterbreiten sind.

Den Auftakt dazu geben folgende Ausführungen.

2 Einsatzbedingungen

Die Mehrzahl aller elektrischen Anlagen ist in trockenen Räumen untergebracht. Nach DIN VDE 0100-200 [3] sind das Räume und Orte, in denen weder Kondenswasser auftritt noch die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Sie können sich aber auch in feuchten und nassen Räumen befinden. Gemäß [3], Abschnitt 6.4, ist dort der Schutz der Be-

triebsmittel und die Funktions- und Betriebssicherheit durch Feuchtigkeit und chemische oder ähnliche Einflüsse beeinträchtigt. Nach den Vorgaben in DIN VDE 0100-737 [4] ist dann eine Schutzart zu wählen, bei der ein nicht bestimmungsgemäßer Zustand nicht eintreten kann. Eine Auswahl üblicher Schutzarten von Betriebsmitteln zum Einsatz in trockenen und feuchten Räumen zeigt Tafel 1. Es ist erkennbar, dass eine höhere IP-Schutzart als IP X1 nur in der geringeren Anzahl der Fälle und über IP 44 sehr selten notwendig ist. Das heißt, die „normalen Elektroinstallationen und Schaltanlagen sind durchweg auf den „nicht bestimmungsgemäßen“ Zustand „unter Druckwasser“ nicht vorbereitet.

3 Folgen von Überflutungen

Bei einer Überflutung wirken äußere Einflüsse auf die Betriebsmittel und Anlagen, für die sie in keiner Weise ausgelegt sind. Das Wasser dringt in die Gehäuse und die

dort untergebrachten Betriebsmittel sowie an den Anschluss- und Verbindungsstellen auch in die Kabel und Leitungen ein. Erfahrungen zeigen, dass durch die Kapillarkwirkung die Nässe auch in Dosen, Kästen und andere Betriebsmitteln eindringt, die selbst nicht überflutet wurden und sich weit entfernt von der Überflutungsstelle befinden können.

Mit dem Wasser werden außerdem Schmutz, Fäkalien und korrosiv wirkende Stoffe nicht bekannter Zusammensetzung mitgeführt. Diese verbleiben dann sogar nach dem Rückzug des Wassers in den Schutzschaltern und anderen Einbaugeräten, auf Kontakten, Isolierstoffen, Klemmen usw. Ihre Wirkungen sind je nach ihrer Herkunft unterschiedlich und überaus vielfältig. Selbst auf Gehäusen, Kabeln,

Tafel 1 Beispiele für die Zuordnung der IP-Schutzarten von Betriebsmitteln zu den Raumarten

Raumart	Merkmale	IP-Schutzart		
		Schalter, Steckdosen	Leuchten	Verteiler
Wohnraum, Küche	trockener Raum	IP 20	IP 20	–
Wohnungsflur, trockener Keller	trockener Raum	IP 20	IP 20	IP 30
Badezimmer in der Wohnung	abhängig vom Schutzbereich	allg. IP 20 Bereich 1 und 2: IP 24 ¹⁾	IP 20 IP 24 ²⁾	–
Feuchte Keller	feuchter Raum	IP 24	IP 21	IP 31
Waschküche, in der abgespritzt wird	feuchter, nasser Raum	IP 25	IP 25	IP 55
Dachboden	trockener Raum, mechanische Beanspruchung	IP 24	IP 21	–
Heißluftsauna	trockener Raum	–	IP 24	–
Garage	feuchter Raum, mechanische Beanspruchung	IP 24	IP 54	IP 54
Werkstatt	Staub, mechanische Beanspruchung	IP 24	IP 54	IP 54
Anlage im Freien	Feuchtigkeit, mechanische Beanspruchung	IP 24	IP 54	IP 54

1) nach DIN VDE 0100-701: IP X4 (Nennspannung beachten)
2) nicht im Bereich 1.

Autoren

Obering. Heinz Senkbeil und Dipl.-Ing. Klaus Bödeker sind freie Fachjournalisten, Berlin.

Kanälen und Leitungsbahnen richten sie nicht nur optisch gesehen einigen Schaden an. Das bedeutet, die die Funktionssicherheit der auf diese Weise nicht bestimmungsgemäß beeinflussten Schutzschaltgeräte und Isolierteile und damit vor allem der Schutz gegen elektrischen Schlag sind nicht mehr sichergestellt. Hinzu kommt: Unter Hochwassereinwirkung schalten Leitungsschutzsicherungen und andere Schutzschaltgeräte nicht mit Sicherheit ab, so dass Betriebsmittel im sich erhaltenden Wasser regelrecht gekocht werden. Die Folgen sind dann schon äußerlich sichtbar (Bild 1).

4 Erhöhung der Schutzart

Das Überfluten von Anlagen entspricht der höchsten Beanspruchung durch Wasser, die nach DIN VDE 0100-300 möglich ist und dort als Klasse AD 8 bezeichnet wird [5]. Um bei dieser Beanspruchung keinen Schaden zu erleiden, muss das Betriebsmittel oder der Anlagenteil nach Tabelle 51 A in DIN VDE 0100-510 [6] die Vorgaben für die IP-Schutzart IP X8 erfüllen. Unter der Voraussetzung, dass mit dieser Schutzart das Eindringen von Wasser tatsächlich verhindert ist, wäre damit gleichzeitig auch der

Schutz gegen dabei mitgeführte korrosive Stoffe gegeben. Es ist jedoch zu bezweifeln, dass die Schutzart IP X8 bei den durch Hochwasser entstehenden Folgen ausreicht. Mit Einschränkungen ist dieses eigentlich nur bei stehendem bzw. langsam steigendem Wasser denkbar.

Da Hochwasser Häuser niederreißen und Brücken zerstören kann, sind auch elektrische Anlagen gegen solche Zerstörungen nicht gefeit. Um halbwegs dem Wasserdruck standhalten zu können und das Eindringen von Wasser und korrosiven Stoffen zu verhindern, müssten die elektrischen Betriebsmittel zusätzlich gegen starkes Strahlwasser geschützt sein [7]. In den Tafeln 2 und 3 sind die Zusammenhänge dargestellt. Wie die Erfahrungen zeigen, muss aber auch die Wirksamkeit dieser Maßnahme sehr in Frage gestellt werden.

4 Prinzipielle Schlussfolgerungen

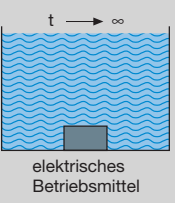
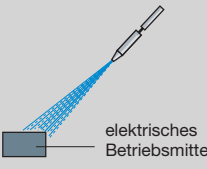
4.1 Wichtige Anlagenteile oberhalb der Flutgrenze anordnen

Die Betriebsmittel im Inneren von Gehäusen lassen sich durch eine Erhöhung der für den Normalfall vorgegebenen Schutzarten

Tafel 2 Höchstmöglicher, aber nicht sicherer Schutz gegen Hochwasser
Schutzanforderungen beim Auftreten von Wasser und charakteristische Eigenschaften der Betriebsmittel, die für die Auswahl und Errichtung gefordert sind

Kurzzeichen	Auftreten von Wasser nach DIN VDE 0100-300		Nach DIN VDE 0100-510 geforderte IP-Schutzart	
	Klasse	Kenngroße	Kurzzeichen	Kurzangabe des Schutzzeichens
AD 8	Untertauchen	Dauerndes Eintauchen in Wasser möglich	IP X8 in Verbindung mit IP X6	Schutz bei dauerndem Untertauchen in Wasser
AD 6	Schwallwasser	Schwallwasser kann auftreten		Starker Strahlwasserschutz

Tafel 3 Bildliche Darstellung der Prüfbedingungen nach DIN VDE 60529 (VDE 0470 Teil 1), deren Gehäuse bei Überflutung widerstehen müssen (s. auch Tafel 2)

Prüfbedingungsart	Kurzangabe des Schutzes	Prinzip der Prüfung	Prüfbedingungen (Kurzangabe)
IP X8	Schutz bei dauerndem Untertauchen	 elektrisches Betriebsmittel	Prüfgerät: Tauchbecken Prüfdauer: Die Prüfung muss berücksichtigen, dass das Gehäuse in Wasser seiner vorgesehenen Verwendung dauernd unter Wasser sein kann. Die Prüfbedingungen unterliegen der Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender, wenn es keine Produktnorm gibt. Sie müssen strenger als für IP X7 sein.
IP X6	Starker Strahlwasserschutz	 elektrisches Betriebsmittel	Prüfgerät: Strahldüse Innendurchmesser der Düse: 12,5 mm Kern des Hauptstrahls: 120 mm Durchmesser in 2,5 m Abstand von der Strahldüse Abstand Strahldüse zur Gehäuseroberfläche: 2,5 m bis 3 m Prüfdauer: 1 min je m² Gehäuseroberfläche, mindestens 3 min Wasser-Volumenstrom: 100 l/min



2 Korrosion eines Verteilergehäuses durch Hochwasser

Tafel 4 Auswahl häufig eingesetzter Leitungen und Kabel in Gebäuden

Bauart	Kurzzeichen	Nennspannung U_0/U in V	Betriebsmittel Schutzklasse II	Geeignet für Einsatz in feuchten und nassen Räumen	Verlegung in Wasser
PVC-Aderleitung	H07V-U H07V-R H07V-K	450/750	nein	nein	nein ¹⁾
Stegleitung	NYIF NYIFY	230/400	nein	nein	nein
PVC-Mantelleitung	NYM	300/500	ja	ja	nein
Kabel mit Kunststoffisolation	NYF	500/1000	ja	ja	ja

¹⁾ Leitung darf nach DIN VDE 0298-300 nicht mit Wasser in Berührung kommen.

(Tafel 3) nicht mit Sicherheit vor den bei einer Überflutung möglichen Folgen (Zeitdauer, Strömung, Temperatur) schützen. Wie die in den Hochwassergebieten gesammelten Erfahrungen zeigen, überstehen auch Gehäuse solche Prozeduren nicht ohne Schäden. Sie weisen sowohl im Inneren als auch auf den Außenseiten Korrosionserscheinungen auf (Bild 2). Hinzu kommt, dass die in der Regel eingesetzten Kabel und Leitungen für die Energieübertragung, das Messen, Steuern und Regeln nicht für den Einsatz unter Wasser ausgelegt und damit auch nicht zulässig sind (Tafel 4).

Deshalb ist die Vorstellung illusionär und abwegig, Anlagen überflutungssicher ausführen zu wollen. Selbst wenn es dazu Möglichkeiten gäbe, würde wohl kaum ein Bauherr wegen der damit verbundenen Kosten seine Zustimmung geben. Er würde dann wohl lieber darauf vertrauen, dass das nächste Hochwasser sich ja nicht wieder an der gleichen Stelle ereignen muss. Und wenn doch, dann vielleicht erst zu einem Zeitpunkt, wo er selbst mit Auswirkungen nicht mehr zu rechnen hat.

Andererseits ist es aber natürlich für den Elektrotechniker nicht zu akzeptieren, dass er angesichts des gewaltigen Zerstörungspotentials eines Hochwassers nun auch künftig die Anlagen in den gefährdeten Gebieten ebenso errichtet wie bisher. Da es keinen wirksamen Schutz gegen Schäden durch Überflutung gibt, müssen elektrische Anlagen im größtmöglichen Maße an Orten und in Räumen vorgesehen werden, die vom Hochwasser nicht erreichbar sind. Maßstab dafür ist die Flutgrenze.

Das gilt für Hoch-, Mittel- und Niederspannungsnetze und in besonderem Maße für Umspannstationen, Trafohäuser und Verteilanlagen, die mit Betriebsmitteln zum Schalten, Steuern, Regeln, Verteilen und vor allem zum Schutz von Mensch, Tier und Sachwerten ausgerüstet sind. Wo das nicht in vollem Umfang möglich ist, sollten im Niederspannungsbereich zumindest Energiezuführungen, z. B. Kabelverteilerschränke und Hausanschlusssäulen mit den Schutz- und Schalteinrichtungen, oberhalb des Flutspiegels angeordnet werden, damit die nicht überfluteten An-

lagen gefahrlos weiter nutzbar sind. Bei den Bauherren fällt besonders ins Gewicht:

- Für die unterzubringenden Anlagenteile wird vor allem in den oberen Geschossen Platz benötigt. Dieser wird in der Regel für andere Zwecke gebraucht und steht somit nicht zur Verfügung.
- Der spezifische Bauaufwand in den Obergeschossen ist sehr hoch.
- Räume für die geplante Nutzung, z. B. für das Wohnen, lassen sich nicht in den Keller verlegen. Ein Austausch dieser Räume ist damit so gut wie geschlossen.
- Auf Anbauten oder zusätzliche Gebäude kann nur in wenigen Fällen zurückgegriffen werden.

So verbleibt im Prinzip nur die Möglichkeit, durch Wahl geeigneter Kompromisslösungen für die Unterbringung der Anlagen den Investitionsaufwand in vertretbaren Grenzen zu halten.

Die Verwirklichung dieses Lösungsansatzes setzt voraus, dass der bei einer Überflutung zu erwartende und als Flutgrenze bezeichnete höchste Wasserstand bekannt ist. Planer und Errichter von Elektroanlagen sollten sich Angaben darüber vom zuständigen Verteilungsnetzbetreiber (VNB) als wichtige Grundlage ihrer Arbeit bestätigen lassen.

Ein VNB kann seine Entscheidung nicht willkürlich treffen. Diese muss mit den zuständigen Landesbehörden abgestimmt sein, um im Ernstfall die Energieversorgung als wichtigen Bestandteil der Infrastruktur aufrecht erhalten zu können.

4.2 Unterhalb der Flutgrenze nur die dort unbedingt erforderlichen Anlagenteile vorsehen

Räume unterhalb der Flutlinie müssen die ihrem vorgesehenen Nutzungszweck entsprechende elektrische Ausrüstungen erhalten. Sie können in Fertigungsbetrieben, Geschäftshäusern und öffentlichen Einrichtungen einen erheblichen Umfang haben. Schäden an den Anlagen durch Hochwasser sind bei Überflutungen bestenfalls dadurch zu mildern, dass

- die Installation an den höchstmöglichen Stellen im Raum erfolgt und
- Leitungen ggf. im darüberliegenden Geschoss verlegt werden.

Um bei einer Überflutung Elektrosicherheit und insbesondere den Schutz gegen elektrischen Schlag auch dann zu gewährleisten, wenn mit einer rechtzeitigen Außerbetriebnahme nicht gerechnet werden kann, ist zu empfehlen, die Energiezuführungen auf wenige und noch überschaubare Speisepunkte zu begrenzen. Oberhalb der Flutgrenze sind die Einrichtungen zum Schutz gegen elektrischen Schlag anzuordnen, die bei nicht rechtzeitiger Hand-Ab-schaltung automatisch auslösen.

4.3 Eingehende Prüfung und Instandsetzung

Da die Betriebsmittel durch die Überflutung bestimmungswidrig beansprucht wurden, ist immer davon auszugehen, dass sie Schäden davongetragen haben können. Das gilt auch dann, wenn Fehler, Mängel und Schwächen äußerlich nicht erkennbar sein sollten. Gemäß BGV A2 ist eine Weiterverwendung defekter Betriebsmittel unzulässig. Der Errichter ist in seinen Prüfmöglichkeiten eingeschränkt und steht gleichzeitig vor mehreren Problemen:

- Er kann nicht prüfen, ob die in den Sicherheitsnormen für diese Erzeugnisse festgelegten Anforderungen noch erfüllt werden.
- Nach der nicht bestimmungsgemäßen Beanspruchung ihrer Erzeugnisse durch Hochwasser sind die Hersteller von ihrer Gewährleistungspflicht entbunden. Sie könnten die Prüfung in ihren Prüfanlagen vornehmen. Dazu müssten die Teile ausgebaut, gereinigt und von Korrosion befreit werden. Dieser Aufwand „rechnet sich nicht“ und kostet Zeit, die der Auftraggeber dem Errichter nicht gewähren will.

- Auf der Elektrofachkraft lastet damit eine große Verantwortung. Sollte man die Anlage komplett erneuern? Die Betreiber würden im Regelfall wohl kaum zustimmen. Sie würden auch nicht verstehen, dass das Gebäude nach der Instandsetzung weiter erhalten bleibt, aber ausgerechnet die Elektroanlage völlig ersetzt wird.
- Zweifellos muss vieles erneuert werden. Das gilt vor allem für Schutzschaltgeräte. Trifft das aber auch auf Zählerschränke, Verteiler und Leitungen zu?

Hier gibt es noch viele Fragen, die auch von Fachleuten zum Teil unterschiedlich beantwortet werden. Bis zur Behandlung in noch vorgesehenen Beiträgen sei hier auf die Ausführungen in der **ep**-Sonderinformation verwiesen [2]. Bei allen noch bestehenden Zweifeln sollte man sich von dem bekannten Grundsatz leiten lassen:

Maßstab für die Entscheidung über eine Weiternutzung ist die Gewährleistung der Elektrosicherheit der Anlage. Zusätzliche Schutzmaßnahmen sind dort zu empfehlen, wo Betriebsmittel vorübergehend unter nicht bestimmungsgemäßen Bedingungen betrieben werden müssen.

Das gilt es besonders beim Einsatz von Betriebsmitteln in noch nicht völlig ausgetrockneten Räumen zu bedenken. Bei aller Hektik und dem Verständnis für das Anliegen der Betreiber, die Anlagen möglichst schnell und ohne großen finanziellen Aufwand wieder in Betrieb nehmen zu wollen, darf nicht übersehen werden, dass der Errichter die fachliche Verantwortung für die Instandsetzung trägt.

Wie bei anderen mit dem Bestandsschutz zusammenhängenden Fragen hat auch hier der Auftraggeber zu entscheiden, ob ein Betriebsmittel verbleibt oder ersetzt wird. Deshalb ist hier anzuraten, den Kunden in allen mit der Einwirkung des Hochwassers zusammenhängenden Fragen zu beraten. Die Zustimmung zu einer Weiternutzung ist aber zu verweigern, wenn diese Forderung im Widerspruch zur von Fachkompetenz getragenen Beurteilung der Elektrofachkraft steht. Es liegt im ureigensten Interesse des Errichters, wenn er den Differenzstandpunkt möglichst detailliert aktenkundig macht und sie dem Auftraggeber zur Kenntnis gibt.

Welche Lösungen bei der Umsetzung dieser prinzipiellen Schlussfolgerungen in Betracht zu ziehen sind, wird in weiteren Beiträgen behandelt. Wie eingangs dargestellt, sind hierzu Gedanken, Ideen, Erfahrungen und Hinweise aus der Praxis gefragt.

Literatur

- [1] Bödeker, K.; Senkbeil, H.: Elektrotechnik(er) nach dem Hochwasser. Elektropraktiker, Berlin 56(2002) 11, S. 889-894.
- [2] Wiederinbetriebnahme hochwassergeschädigter Anlagen. **ep**-Sonderinformation 2002. www.elektropraktiker.de/hochwasser
- [3] DIN VDE 0100-200:1998-06 Elektrische Anlagen von Gebäuden; Teil 200: Begriffe.
- [4] DIN VDE 0100-737:2002-01 Errichten von Niederspannungsanlagen; Feuchte und nasse Bereiche und Anlagen im Freien.
- [5] DIN VDE 0100-300:1996-01 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Teil 3: Bestimmungen allgemeiner Merkmale.
- [6] DIN VDE 0100-510:1997-01 -; Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Kapitel 51: Allgemeine Bestimmungen.
- [7] DIN EN 60 529 VDE 0470 Teil 1:2000-09 Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code). ■

Hochwassergeschädigte Anlagen

Vorbeugende Maßnahmen bei der Anlagengestaltung

H. Senkbeil, K. Bödeker; Berlin

Wesentlich für eine möglichst störfreie Energieversorgung ist, wichtige Anlagenteile so anzuordnen, dass sie beim Auftreten von Hochwasser nicht überflutet werden. Im zweiten Teil der Beitragsserie wird deshalb darauf eingegangen, welche vorbeugenden Maßnahmen bei der Anlagengestaltung – von der Trafostation des VNB bis zu den Zählerplätzen und Verteilungen – zu berücksichtigen und notwendig sind.

1 Hochwassergefährdete Gebiete

Ist ein Jahrhunderthochwasser als höhere Gewalt und damit als einmaliger Ausnahmefall zu betrachten oder doch eine Situation, mit der auch künftig zu rechnen ist? Eine Antwort darauf zu geben dürfte selbst Meteorologen und Klimaforschern schwer fallen. Für Bauherren und auch für den Versorgungsnetzbetreiber (VNB), der hier als Ansprechpartner in Frage kommt, ist es trotz dieser Unwägbarkeit gleichermaßen wichtig zu wissen, ob ein Baugebiet oder Gebäude sich in einem Überflutungsgebiet befindet und wie hoch das Wasser bei einer Überflutung ansteigen kann. In [1] wurde schon dargelegt, dass es nur unter dieser Voraussetzung möglich ist, Überflutungen vorzubeugen.

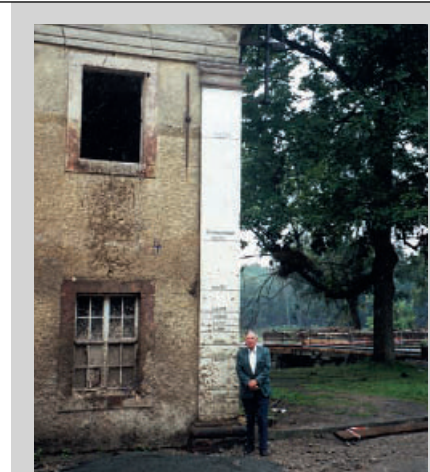
Es muss von der Überlegung ausgegangen werden, dass es bei den zuständigen Landesdienststellen und den dafür zuständigen Einrichtungen schon immer Vorstellungen und Festlegungen gegeben haben muss, die Grundlage für die Errichtung und den Erhalt von Wasserbaumaßnahmen und Deichanlagen sind. Da mit der Jahrhundertflut an Elbe und Oder, wahrscheinlich aber auch an Donau und Rhein in diesen Ausmaßen trotzdem wohl kaum jemand gerechnet haben dürfte, müssen sie überprüft und womöglich korrigiert werden. Auch künftig wird es kaum möglich sein, zentimetergenau künftige Hochwassermarken festzulegen. Jeder zu hoch angesetzte mögliche Hochwasserstand zieht sowohl beim VNB als auch beim Bauherrn der anzuschließenden Anlagen einen zusätzlichen Investitionsaufwand nach sich. Wird er zu tief angenommen, so sind im Ernstfall wegen der dann entstehenden Aufwendungen für die Schadensbeseitigung erhebliche Rechtsstreitigkeiten zu erwarten. Deshalb sind Entscheidungen wohl nur im Konsens

mit den zuständigen Behörden auf Landesebene möglich. Der VDEW-FA „Elektrotechnik“ hat sich mit diesbezüglichen Problemen bereits 1995 beschäftigt, auf die hier nicht umfassend eingegangen werden kann [2]. Vorbeugen ist besser als heilen. Hier sei noch einmal die in [1] gezogene Schlussfolgerung unterstrichen:

Bauherren, Planern und Errichtern von Abnehmeranlagen ist zu empfehlen, mit dem VNB zu klären, ob die Anlage in dem zu errichtenden Gebäude sich in einem Überflutungsgebiet befindet und mit welchem Hochwasserstand einschließlich Rückstau aus Flüssen und Kanälen sowie dem Ansteigen des Grundwassers möglicherweise zu rechnen ist.

2 Anordnung von Hausanschlüssen, Hauptverteilern, Zählerschränken

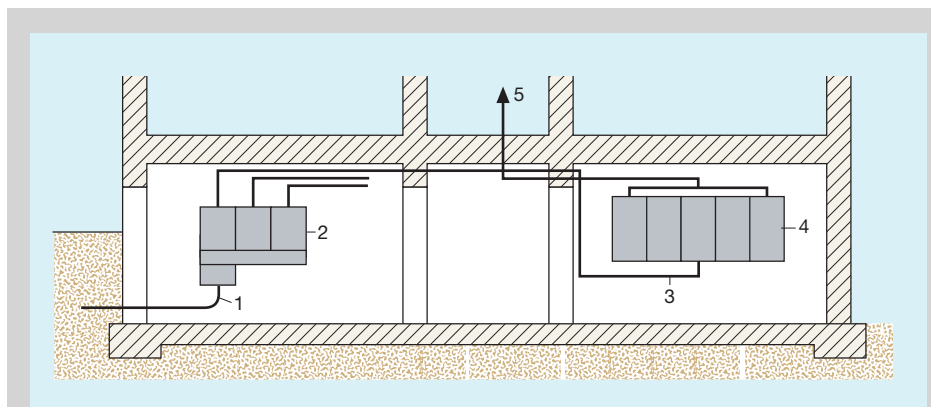
Es ist verständlich, wenn jüngst vom Hochwasser zerstörte Anlagen zunächst wieder in den Zustand versetzt werden, in dem sie sich vor der Flutkatastrophe befanden. In Neuanlagen sollte es aber zur Selbstverständlichkeit gehören, diese Betriebsmittel oberhalb der Flutgrenze anzuordnen, damit auch im Ernstfall die Energieversorgung gesichert bleibt



② Die Hochwassermarke kann auch oberhalb des Erdgeschosses liegen. In Grimma befand sie sich an dieser Stelle in 2,7 m Höhe.

und Mensch, Tier und Sachwerte nicht durch elektrischen Strom in Gefahr geraten. Mit Problemen ist vor allem in Mehrfamilienhäusern zu rechnen. Hausanschlüsse (HA), Hauptverteiler und Zählerschränke werden bisher fast ausschließlich im Keller angeordnet, die bei einer Flut zuerst dem Wasser ausgesetzt sind (Bild ①). Diese Anlagenteile müssten im Erdgeschoss, bei entsprechender Lage der Flutgrenze ggf. auch im 1. Obergeschoss angeordnet werden. Immerhin befand sich in Grimma die Hochwassermarke im Jahre 2002 teilweise 2,7 m über Terrain (Bild ②).

Zählerschränke und HA in Mehrfamilienhäusern. Weil zusätzlicher Platz und ggf. ein zusätzlicher Raum erforderlich ist, der von der eigentlichen Nutzfläche abgezogen werden muss und die in [1] genannten Probleme zur Folge hat, wird man beim Bauherren bei einer Anordnung in einem oberen Geschoss in der Regel auf Widerstand stoßen. Das dürfte bei einer zentralen Anordnung der Zählerschränke, auf die in den



① In Wohngebäuden und Gebäuden mit ähnlicher Nutzung werden in der Regel zentrale Zählerplätze und Hausanschlüsse sowie Hauptverteiler im Keller vorgesehen. Sie sind in Hochwassergebieten Schädigungen durch Wasser und darin gelösten Chemikalien ausgesetzt
1 Hausanschlusskasten; 2 Hausanschluss bzw. Hausanschluss-Hauptverteiler-Kombination; 3 Hauptleitung; 4 zentraler Zählerplatz; 5 Zuleitungen zu den Stromkreisverteilern

Autoren

Obering. Heinz Senkbeil und Dipl.-Ing. Klaus Bödeker sind freie Fachjournalisten, Berlin.

TAB 2000 orientiert wird, in besonderem Maße der Fall sein, weil der Platzbedarf doch beträchtlich ist (Bild ③) [3]. In Abstimmung mit dem VNB ist eine dezentrale Anordnung zusammengefasster Zählerschrankgruppen zulässig, wie u. a. den Fassungen der TAB [3] der Landesgruppen Schleswig-Holstein/Hansestadt Hamburg/ Mecklenburg-Vorpommern und Berlin/ Brandenburg zu entnehmen ist. Damit ist eine Unterbringung beispielweise auch im Treppenhaus in Zählernischen nach DIN 18013 möglich (Bild ④, Tafel ①). Vor nicht allzulanger Zeit war das die Regel und nicht die Ausnahme. Voraussetzung ist allerdings, dass die Landesbauordnungen dieser Lösung aus brandschutztechnischen Gründen nicht ihre Zustimmung verweigern. Wo Treppenhäuser nicht nutzbar sind, könnten andere leicht zugängliche Räume (Räume, die nicht den Wohnungen zugeordnet sind) genutzt werden. Sofern zur Gewährleistung des Brandschutzes keine Tür gefordert wird, lässt sich auch eine Nische nutzen. Zur Bedienung und Wartung muss vor dem Zählerschrank eine Raumtiefe von mindestens 1,20 m vorhanden sein (Bild ⑤)

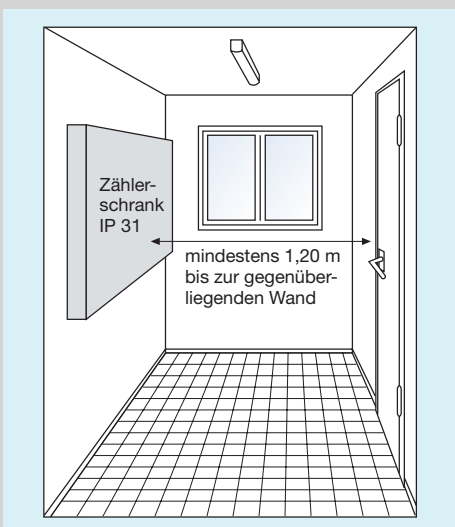
Die dezentrale Anordnung von Zählerschränken ist als eine Möglichkeit anzusehen, Teile des Hauptstromnetzes aus

überflutungsgefährdeten Räumen in die oberen Geschosse von Gebäuden zu verlagern und dabei verhältnismäßig wenig Platz in Anspruch zu nehmen (Bild ④).

Dies muss aber nicht die einzig denkbare Variante sein. Eine zentrale Anordnung dürfte u. a. in kellerlosen Gebäuden, deren Anwendung an Umfang zunimmt, wohl immer möglich sein.

Gemäß § 10 Abs. 3 AVBEltV wird die Übergabestelle VNB/ Anschlussnehmer und die Ausführungsart des Hausanschlusses vom VNB bestimmt. Es wäre unverständlich, wenn sich der VNB entschließt, den HA unterhalb der Flutgrenze zu fordern. Der in Mehrfamilienhäusern mit mehr als vier Wohneinheiten nach DIN 18012 erforderliche Hausanschlussraum muss demzufolge ebenfalls oberhalb der Flutebene angeordnet werden [4]. Zusätzlicher Platz oberhalb der Flutebene ist auch erforderlich, wo Hauptverteilungen und größere Hauptleitungsnetze erforderlich sind.

Zähleranlage und HA in Einfamilienhäusern. Weit weniger problematisch dürfte die Anordnung der Zähleranlage in Einfamilienhäusern sein, weil wohl immer ein geeigneter Montageort zu finden sein dürfte. Der Hausanschlusskasten kann z. B. gemeinsam mit dem Zählerschrank in einer Hausanschlussnische im Erd-



③ Bei zentraler Anordnung der Zähler wird am Montageort viel Platz benötigt, der bei Anordnung außerhalb des Kellers von der Nutzfläche abgeht.

Tafel 1 Mindestmaße von Zählernischen nach DIN 18 013

Anzahl der Zählerplätze	Breite <i>b</i>	Zählernische Tiefe <i>t</i>	Höhe <i>h</i> ¹⁾
1	300	140	950
2	550	140	1100
3	800	140	1250
4	1050	140	oder
5	1300	140	1400

¹⁾ In Abhängigkeit von der Bestückung der Zählerplätze.

geschoss, die mit der Inkraftsetzung der neuen Norm [4] zu den Standardlösungen zählt, oder einer Hausanschlusssäule untergebracht sein. Auch die in der Vergangenheit z. B. in Sachsen praktizierte Anordnung des HA-Kastens auf Außenwänden dürfte dabei wieder stärker ins Gespräch kommen.

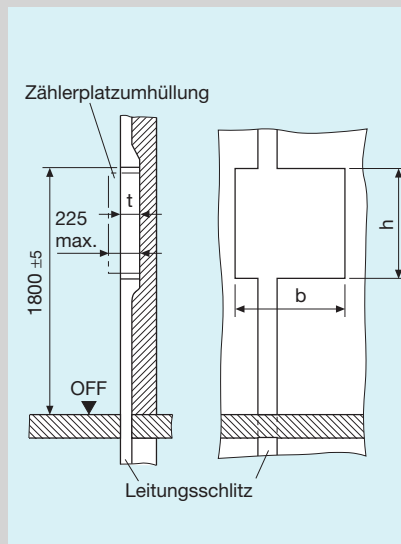
Günstige Bedingungen für die Unterbringung des HA und des Zählerschranks ergeben sich auch beim Freileitungs-Hausanschluss. Die Zähleranlage sollte dabei möglichst in einem der oberen Geschosse verbleiben.

3 Weitere vorbeugende Maßnahmen

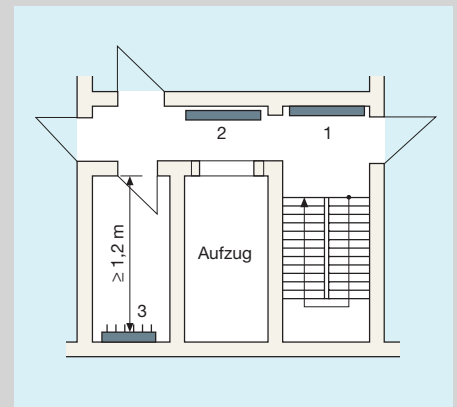
Es gibt noch eine Vielzahl von einzelnen Maßnahmen. Diese lassen sich ganz grob in drei Gruppen einteilen:

Das Grundprinzip, in einer möglicherweise der Überflutung ausgesetzten Zone nur die Anlagen und Betriebsmittel vorzusehen, die dort tatsächlich erforderlich sind, gilt in besonderem Maße für abnehmereigene Transformatorstationen, Steuerungs- und Regelenzentralen. Die in der Regel übliche und im Normalfall auch wirtschaftliche Lösung, diese Anlagen in unterhalb des Hochwasserpegels gelegenen Kellerräumen und Untergeschossen unterzubringen, die für andere Nutzungszwecke nicht geeignet sind, kann verhängnisvoll werden. Dieses zeigte sich in Dresden in der Semperoper und im Krankenhaus Friedrichstadt. Abgesehen von den Gefahren, die mit der Überflutung immer verbunden sind, und den im Ernstfall entstehenden erheblichen Kosten, fällt zusätzlich noch der Zeitaufwand für die Rekonstruktion ins Gewicht. Detaillierte Hinweise sind hier fehl am Platze. Welche Möglichkeiten zu wählen sind, lässt sich nur an Hand der konkret vorliegenden Bedingungen beurteilen.

Es ist zu empfehlen, Anlagen unterhalb der Überflutungsgrenze mit einem zusätzlichen Schutz gegen elektrischen Schlag zu versehen. Vor allem sollte die Möglichkeit genutzt werden, hochwassergefährdete Stromkreise zusätzlich mit FI-Schutzeinrichtungen mit einem Bemessungsdifferenzstrom von $I_{An} \leq 30 \text{ mA}$ auszustatten [5]. Auch im Fall der Überflutung ist bei nicht erfolgter



4 Zählernische nach DIN 18 013 (weitere Maße siehe Tafel 1)



5 Bei einer dezentralen Anordnung der Zählerschränke muss in Nebenräumen der Platzbedarf berücksichtigt werden, wenn eine Anordnung im Treppenhaus nicht möglich ist

1 Anordnung in einer Zählernische
2 und 3 sind Alternativen zu 1
(bei 3 Raumtiefe beachten)

Abschaltung die Elektrosicherheit zu gewährleisten, indem die Schutzeinrichtungen oberhalb der Flutgrenze angeordnet werden (Bild 6).

Anschlüsse und Stromkreise im hochwassergefährdeten Bereich sollten so angeordnet werden, dass sie erst bei extrem hohem Hochwasserstand überflutet werden können. Das ist in besonderem Maße in Rettungswegen zu beachten, so dass z. B. die Beleuchtung auch im Katastrophenfall noch aufrecht erhalten werden kann. Es ist denkbar, hierbei SELV (z. B. AC 12 V) als Schutzmaßnahme anzuwenden, sofern nicht FI-Schutzeinrichtungen eingesetzt werden (Bild 6).

4 Änderungen in Anlagen der VNB

Man kann wohl davon ausgehen, dass die VNB in ihren Netzen die Hoch- und Mittelspannungsstationen sowie Schalt- und Verteilungseinrichtungen schon aus eigenem Interesse außerhalb eines Überschwemmungsgebiets vorgesehen haben. Dort, wo das nicht möglich war, wurde sicher ein erhöhter Standort gewählt. Trotzdem kommen auch die VNB nicht darum herum, eigene Schlussfolgerungen aus ihren Erfahrungen zu ziehen und dort Veränderungen vorzunehmen, wo

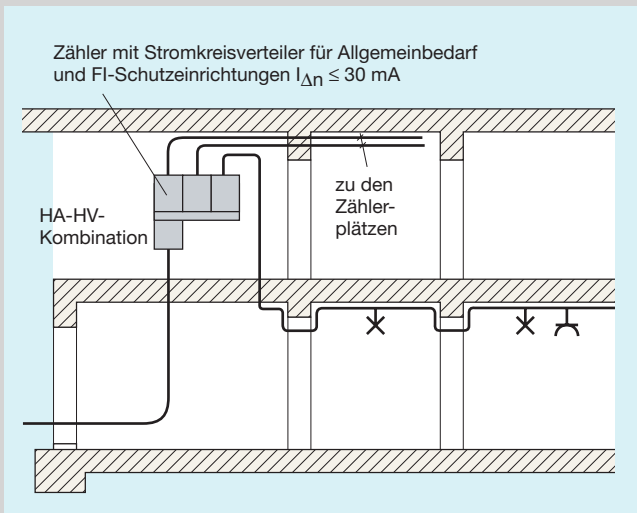
- Schwachpunkte im Netz offensichtlich wurden und Überprüfungen zu dem Ergebnis führten, dass bestehende Flutgrenzen nicht mehr aufrecht erhalten werden können und
- Überschwemmungsgebiete an Ausdehnung zunehmen.

Abnehmeranlagen dürfen durch Überflutung von Anlagen der VNB nicht ausfallen. Mit dieser Forderung wird nochmals unterstrichen, dass sich unterhalb der Flutgrenze keine Umspannstationen im Hoch- und

Mittelspannungsnetz, keine Trafostationen und Kabelverteilerschränke befinden dürfen. Wo das nicht zu umgehen ist, sind sie in solcher Höhe anzuordnen, dass sie bei Hochwasser weiter in Betrieb bleiben können. Betriebe, öffentliche Einrichtungen und Bewohner reagieren verärgert, wenn Elektroenergie nicht mehr zur Verfügung steht, obwohl das Hochwasser noch weit entfernt ist. Welche Maßnahmen im Einzelnen zu treffen sind, kann hier nicht erörtert werden.

Verlegung von Hausanschlüssen und Messeinrichtungen auch in vorhandenen Anlagen. Initiative zur Verlegung der HA und Zählereinrichtungen in vorhandenen Anlagen wird natürlich auch und vor allem vom VNB verlangt. Wie schon erwähnt, entstehen nicht nur bei VNB, sondern auch bei Abnehmern nicht geplante Aufwendungen, auch wenn beispielsweise nur die Hausanschlusssäule plötzlich als zu tief liegend betrachtet wird. In [1] wird in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass ein uneinsichtiger Abnehmer gemäß § 10 (3) der AVBEITV unter gewissen Bedingungen aber auch zu einer Zustimmung zur Änderung gezwungen werden kann, wenn z. B. andere Abnehmeranlagen dadurch in Mitleidenschaft gezogen werden. Hinzu kommen auch technische Probleme. So muss z. B. überprüft werden, ob bei einer Verlängerung des Hausanschlusskabels noch die Abschaltbedingungen eingehalten werden.

Freischaltmöglichkeiten beim VNB sind nach dem Grad der Gefährdung zu staffeln. Da überflutete Anlagen für Mensch und Tier ein lebensbedrohliches Gefährdungspotential darstellen, steht die Elektrosicherheit an erster Stelle. Die Ereignisse haben noch einmal in Erinnerung gerufen, dass Sicherungen und andere Überstrom-Schutzorgane bei Überschwemmungen nicht auto-



6 Zusätzliche FI-Schutzeinrichtungen mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ im oberhalb der Flutgrenze angeordneten Verteiler und die Installation unter der Decke erhöhen die Sicherheit von Stromkreisen im Keller

matisch auslösen. Der VNB muss also schon aus diesen Gründen für eine rechtzeitige Abschaltung sorgen. Zum anderen sind aber auch die Folgen zu bedenken, die sich ergeben, wenn die Trennung vom Netz zu früh vorgenommen wird. Das stößt beim Abnehmer auf Unverständnis, führt zur Verärgerung, erfordert im Ernstfall auch beim VNB Notmaßnahmen und verursacht in Betrieben Produktionsausfälle und andere wirtschaftliche Probleme.

In den Überlegungen in [2] sind Vorstellungen ausgewiesen, die geeignet sind, im Bedarfsfall möglichst wenig Kunden freischalten und Abschaltungen bedarfsgerecht und nicht pauschal gestalten zu müssen. Sie betreffen nicht zuletzt auch den Netzaufbau und orientieren auf verschiedene technische Varianten, wobei ein der unterschiedlichen Höhenlage entsprechender Grad der Gefährdung beim Freischalten zu berücksichtigen ist. Das schließt eine Überprüfung der technischen Gegebenheiten bei den Kunden ein. Für Betreiber von Kundenanlagen und in deren Auftrag auch für Errichter ist es gut zu wissen, dass sie beim VNB ein offenes Ohr für alle Fragen finden, die mit der Verlegung und Unterbringung dieser Anlagenteile, auf die zuvor schon eingegangen wurde, oberhalb des Hochwasserpegels im Zusammenhang ste-

hen. Auf dieser Grundlage sollte man sich unter Abwägung der unterschiedlichen Standpunkte einigen.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass nach den in [2] zusammengefassten Überlegungen auch sorgfältig geprüft werden sollte, ob bei einem geplanten Rückbau von Freileitungen in hochwassergefährdeten Gebieten eine Verkabelung als zweckmäßig anzusehen ist. Auf die sich bei einem Freileitungsanschluss für die Unterbringung des HA und des Zählerschranks oberhalb der Flutgrenze bietenden Möglichkeiten wurde bereits hingewiesen.

Literatur

- [1] Senkbeil, H.; Bödeker, K.: Hochwassergeschädigte Anlagen – Wirkungen einer Überflutung und sich daraus ergebende Schlussfolgerungen. *Elektropraktiker*, Berlin 57(2003)4, S.270-273.
- [2] Überlegungen, Maßnahmen und Probleme im Hinblick auf Hochwasser und Überschwemmungen. VDEW: Erarbeitet im Auftrag des VDEW-FA „Elektrotechnik“ Stand Juni 1995.
- [3] TAB 2000 Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz VDEW.
- [4] DIN 18 012:2000-11 Haus-Anschlusseinrichtungen in Gebäuden – Raum- und Flächenbedarf Planungsgrundlagen.
- [5] Bödeker, K.: Einsatz von FI-Schutzschalter in nassen elektrischen Anlagen. *Elektropraktiker*, Berlin 56 (2002)10, S. 824-826. ■

ohne FI-Schutzeinrichtung (RCD) unter Beachtung des Schutzbereichs zulässig, danach war die Errichtung ohne FI-Schutzeinrichtung (RCD) unzulässig.

Für die neuen Bundesländer gilt:

Bis zum 2. Oktober 1992 galten für die Errichtung elektrischer Anlagen die TGL-Vorschriften. Danach waren für Räume mit Badewanne oder Dusche FI-Schutzeinrichtungen (RCD) nicht gefordert. Ob die sogenannte Rasiersteckdose mit Feinsicherung zulässig war, ist dem Unterzeichner dieser Antwort nicht bekannt. Nachrüstverpflichtungen sind im Beiblatt 2 zur DIN VDE 0100 (VDE 0100) enthalten. Eine Nachrüstpflcht für FI-Schutzeinrichtungen (RCDs) hat es nicht gegeben, lediglich eine Empfehlung für die vorübergehende Schutzpegelerhöhung bei fehlenden Schutzmaßnahmen.

W. Hörmann

Hochwasser geschädigte Schutzschalter

? Im Zusammenhang mit dem Beseitigen von Hochwasserschäden habe ich in mehreren Fällen darauf bestanden, alle FI-Schutzschalter und LS-Schalter auszuwechseln, wenn diese unter Wasser gestanden hatten. Ich habe mich dabei nicht nur auf meinen gesunden Menschenverstand, sondern auch auf die vielfach in der Fachliteratur ausgesprochenen Meinungen der Fachleute und auf die Informationen der Herstellerbetriebe bezogen.

Nun will einer meiner Kunden die für meine Arbeit und die neuen Geräte ausgestellte Rechnung nicht oder nicht vollständig bezahlen. Er meint, das Auswechseln der Schalter sei nicht erforderlich gewesen. Dabei bezieht er sich auf eine andere gleichartige Anlage. Bei dieser wurden die Einbaugeräte nach dem Säubern und Trocknen wieder verwendet. Bis heute lassen sich diese Ein- und Ausschalten und bieten keinen Anlass für eine Beanstandung.

Mich interessiert, wie sie die Handlungsweise des Elektrofachbetriebs beurteilen, der die vom Flusswasser betroffenen Schutzschalter wieder für den Betrieb freigab. Welche gesetzlichen Festlegungen können angeführt werden, wenn man es ablehnt, diese Schutzschalter sowie andere ähnlich geschädigte elektrische Bauelemente wieder zu verwenden?

! Es bedarf eigentlich wirklich nur des gesunden Menschenverstands, wenn man hochempfindliche elektromechanische Geräte als unbrauchbar bezeichnet, nachdem sie der Einwirkung des mit unbekanntem chemischen Stoffen versetzten Wassers ausgesetzt waren. Hinzu kommt der vom Wasser mitgeführte Schmutz (Bild 1). Sowohl die mechanischen Funktionen (Federn, Hebel,



1 LS-Schalter nach einigen Tagen im verschmutzten Wasser der Elbe

Lager) als auch die elektrischen Eigenschaften (Kontakte, Löscheinrichtungen, Auslöser) sind von den mannigfaltigen Einflüssen dieser Stoffe betroffen. Niemand kann sagen, inwieweit sich die Kennwerte des einzelnen Schalters verändert haben und wie lange er sich noch schalten lässt. Sicher ist nur, dass seine Schutzfunktion mehr oder weniger beeinträchtigt, vielleicht sogar völlig aufgehoben ist und die mit der elektrischen Anlage arbeitenden Menschen mehr oder weniger gefährdet sind, vielleicht sogar in hohem Maß.

Es ist verantwortungslos, sich dieser Einsicht zu verweigern und dadurch seine Familie, seine Mitarbeiter und – im Falle eines durch Nichtabschalten der Schutzeinrichtung entstehenden Brands – auch andere Personen, Nutztiere und Sachen zu gefährden.

Richtig ist natürlich, dass nach dem gesetzlichen Hintergrund für diesen Standpunkt bzw. nach den für diesen Sachverhalt aussagekräftigen Vorgaben der Normen gefragt wird. Schließlich stehen sich ja hier die Meinungen bzw. Handlungen zweier Elektrofachbetriebe mit ihren verantwortlichen Elektrofachkräften (Elektrohandwerksmeister **A** und **B**) gegenüber.

A sagt: „Raus mit dem Zeug, Sicherheit geht vor“, **B** aber meint: „Es funktioniert doch noch, wir wollen sparen“ und vertritt außerdem den Standpunkt: „Wenn die Prüfung nach DIN VDE 0100 Teil 610 durchgeführt und bestanden wurde, ist alles Nötige getan“.

Darstellung der Situation

Zunächst muss deutlich gesagt werden, nur die verantwortliche Elektrofachkraft hat zu entscheiden, was für die Sicherheit zu tun ist. Sie trägt die Verantwortung und darf sich nicht (VDE 1000 Teil 10) von ihrem Auftraggeber in ihre Überlegungen/Entscheidungen hineinreden lassen. Andere Elektrofachkräfte können sie zwar beraten, aber ihr nicht die Entscheidung abnehmen. Wenn die verantwortliche Elektrofachkraft eine andere Lösung wählt (Verbleiben der geschädigten Betriebsmittel) als es in den VDE-Bestimmungen oder/und nach den Erfahrungen anderer Fachkollegen (Fachautoren, Hersteller) als richtig angesehen wird, so muss sie das dann verbleibende Risiko (Ausfall, unzuver-

lässiger Schutz) verantworten und natürlich den Auftraggeber entsprechend informieren. Wenn der Auftraggeber diese Entscheidung akzeptiert, ändert das nichts an der Verantwortung der Elektrofachkraft für die beim Versagen der Schutzgeräte (Nichtauslösen des FI-Schutzschalters bei einer elektrischen Durchströmung) entstehenden Folgen.

Zu beachtende gesetzliche Vorgaben

1. Die instandgesetzte Anlage
 - muss nach den gesetzlichen Vorgaben (z. B. Energiewirtschaftsgesetz, Betriebssicherheitsverordnung, Unfallverhütungsvorschrift BGV A2) den anerkannten technischen Regeln (hier DIN VDE 0100/0105) entsprechen und
 - darf nach DIN VDE 0105 Teil 100 keine Mängel aufweisen, die nach der Erstinbetriebnahme/Erstprüfung aufgetreten sind (äußere Einflüsse, Korrosion, die Funktion behindernder Schutz).
2. Nach BGV A2 § 3 (2) ist dafür sorgen, dass
 - jeder Mangel beseitigt, d. h. jedes nicht mehr den anerkannten technischen Regeln entsprechende Schutzgerät/Betriebsmittel/Bauteil unverzüglich ausgewechselt bzw. instandgesetzt wird und
 - die verantwortliche Elektrofachkraft (**A** bzw. **B**) feststellt, welche Teile einen solchen Mangel aufweisen.

Einzuhaltende Normenvorgaben

Nach den genannten Gesetzen wird bei der Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel (darunter auch der LS- und FI-Schalter) die Einhaltung folgender Normfestlegungen gefordert:

- VDE 0100 Teil 510, Abschnitt 510.1: „... die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen und den zufrieden stellenden Betrieb ... bei bestimmungsgemäßer Verwendung (hier heißt das: trockene, saubere Umgebung, Atmosphäre) ... sicherstellen“ (Zitat sinngemäß).
- VDE 0100 Teil 510, Abschnitt 511.1: „... den einschlägigen Normen entsprechen (hier heißt das, sie müssen den Anforderungen der Herstellernormen genügen und die bei der Prüfung durch den Hersteller nachgewiesenen Eigenschaften aufweisen) ...“ (Zitat sinngemäß).
- VDE 0100 Teil 610, Abschnitt 4.2: „... ohne sichtbare, die Sicherheit beeinträchtigende Beschädigungen sein“. Was hier in Anführungszeichen steht, vielleicht ersetzen durch:
Eine Elektrofachkraft muss nach einer Überflutung auch die „inneren“ und nicht sichtbaren Schäden durch Schmutz und Korrosion bedenken.
- VDE 0105 Teil 100, Abschnitt 5.3.101: „... bei einer Wiederholungsprüfung ... noch den Vorgaben der Errichtungsnormen entsprechen ...“ (Zitat sinngemäß).

Einhaltung der Normenvorgaben möglich?

Nach unseren vor Ort gewonnenen Erkennt-

nissen [1] werden alle diese Vorgaben durch die vom Hochwasser erfassten Betriebsmittel nicht oder über kurz oder lang nicht mehr erfüllt. Das wird wie folgt begründet:

1. Nach einer Überflutung kann man nicht davon ausgehen, dass die Betriebsmittel noch den Normen (z. B. DIN VDE 0641 für LS-Schalter) entsprechen und die für sie geltenden Bedingungen/Nennwerte erfüllen, z. B. für Auslösestrom und Auslösezeit.
2. Diese Betriebsmittel weiterhin zu verwenden, ist somit **keinesfalls ein bestimmungsgemäßer Einsatz normgerechter Betriebsmittel**, wie das im Abschnitt 510.1 in DIN VDE 0100-510 gefordert wird.
3. Auch wenn äußerlich keine Schäden erkennbar sind, gibt es keine Gewähr für die Betriebssicherheit entsprechend den Erzeugnisnormen der Betriebsmittel und somit auch nicht für die Sicherheit der Benutzer der Anlagen. Dies gilt besonders für die Schutzgeräte, in denen sich sehr empfindliche Teile befinden, deren Herstellung z. B. in sogenannten „Clean-Räumen“ erfolgen muss, um Einwirkungen von Staub und Luftfeuchte von ihnen fernzuhalten.
4. Werden die Geräte geöffnet, um festzustellen, ob und in welchem Umfang Verschmutzung und Korrosion die Funktion beeinträchtigen, so ist das in der Regel ein unzulässiger Eingriff.
5. Bei einer derart normwidrigen Beanspruchung, wie sie durch die Überflutung erfolgte, reicht eine Prüfung nach der für das Prüfen einer ordnungsgemäß errichteten Anlage gedachten Norm DIN VDE 0100-610 nicht aus, um den Zustand des betroffenen Betriebsmittels beurteilen zu können.
6. Nach einer solchen Beanspruchung ist eine Weiterverwendung nur nach einer positiv verlaufenen Prüfung durch den Hersteller auf der Grundlage der für das jeweilige Erzeugnis geltenden Herstellernormen zulässig. Diese Verfahrensweise ist aus Kosten- und Zeitgründen nicht sinnvoll.

Mögliche Gründe für die Weiterverwendung

- Denkbar, aber sehr unwahrscheinlich ist, dass die vom Elektromeister **B** zu beurteilende Anlage – aus nur vor Ort zu klärenden Gründen – keine oder nur die Funktion/Sicherheit nicht beeinträchtigende Schäden aufweist. Nur in diesem Fall könnte von **B** anders entschieden werden als allgemein empfohlen wird. Er könnte z. B. Bezug nehmen auf BGV A2 §2 (2) „Eine elektrotechnische Regel gilt als eingehalten, wenn eine andere ebenso wirksame Maßnahme getroffen wird“.

Anmerkung

Als anerkannte technische Regel würde hier die übereinstimmend geäußerte Meinung der Fachleute: „Alles auswech-

seln“ anzusehen sein. Das Trocknen und äußerliche Reinigen der Betriebsmittel ist nach eben dieser Meinung keine „ebenso wirksame Maßnahme“.

- Der Elektromeister **B** müsste diese Gleichwertigkeit „... auf Verlangen nachweisen“ (BGV A2 §2 (3)). Ein solches Verlangen wird in diesem Fall sicherlich nicht an ihn herangetragen. Es gibt ja niemanden, der berechtigt wäre oder den Mut hätte, dies von **B** einzufordern.
- Im Schadensfall allerdings, würden ihn der untersuchende Sachverständige sowie der zuständige Richter hochnotpeinlich befragen.

Schlussfolgerung

Ausgehend vom technischen Sachverhalt und den dafür geltenden Festlegungen ist aus unserer Sicht festzustellen:

1. Der Elektromeister **A** hat vor dem Hintergrund der angeführten Vorgaben und in Anbetracht des Zustands der von ihm zu bearbeitenden Anlage/Betriebsmittel richtig entschieden.
Er ist berechtigt und verpflichtet, diese mit seinem Auftrag zwangsläufig verbundene Entscheidung nach bestem Wissen und Gewissen zu treffen. Kein Dritter – weder Auftraggeber, Elektrofachkraft, Richter, Normensetzer, Aufsichtsbeamter, Sachverständiger) kann ihm die Entscheidung und die sich daraus ergebende Verantwortung abnehmen.
2. Die Meinung, dass der Elektromeister **A** falsch entschieden hat, weil eine gleichartige Anlage (Entscheidung Elektromeister **B**) auch ohne Auswechseln der Betriebsmittel funktioniert, ist aus den oben genannten Gründen nicht stichhaltig, zumal die beiden Anlagen möglicherweise unterschiedlich beansprucht wurden. Ein exakter Vergleich und eine darauf aufbauende Schlussfolgerung ist somit gar nicht möglich.
3. Es gibt keinen als „anerkannte technische Regel“ zu wertenden Beweis über die ordnungsgemäße Funktion der von **B** instandgesetzten Anlage. Es ist auch keine Veröffentlichung bekannt, die eine solche Verfahrensweise als zulässig betrachten. Im Gegenteil, in [2] ist auf Seite 613 nachzulesen:
„Wenn keine Mängel erkennbar sind ist zu empfehlen, von folgendem Grundsatz auszugehen:
Betriebsmittel zur Gewährleistung des Schutzes von Mensch, Tier und Sachwert sind auszuwechseln, wenn sie überflutet worden sind.“
Überdies sind dort an einem Beispiel die möglichen Folgen erläutert, wenn ein LS-Schalter im Kurzschlussfall nicht auslöst.
Somit kann und darf sich A gar nicht nach der Entscheidung von B richten.

4. Das unter 1. über die Rechte und Pflichten Gesagte gilt natürlich auch für den Elektromeister **B**. Auch ihm kann niemand vorgeben, wie er zu entscheiden hat. Man sollte ihn, z. B. von Seiten der Elektroinnung, mit den oben angegebenen Vorgaben der Gesetze und Normen sowie mit der Frage nach der Richtigkeit dieser Entscheidung konfrontieren.

Literatur

- [1] Bödeker, K.; Senkbeil, H.: Elektrotechnik(er) nach dem Hochwasser. Elektropraktiker, Berlin 56(2002)11, S. 889-89.
- [2] Senkbeil, H.; Bödeker, K.: Hochwassergeschädigte Anlagen – Überlegungen zur Instandsetzung und Wiederinbetriebnahme. Elektropraktiker, Berlin 57(2003)8, S. 612-615.

K. Bödeker, H. Senkbeil

Neue Farbkennzeichnung für Kabel und Leitungen

? In unserer Arbeitsgemeinschaft Bau und Elektro im NDR-Landesstudio wurden neue Vorschriften zu Kabeln und Leitungen diskutiert. Dabei stellten wir fest, dass es unterschiedliche Festlegungen zu den anzuwendenden Farben gibt. In DIN VDE 0293 vom Januar 1990 und im Teil 308 der gleichen Norm vom Januar 2003 werden teilweise unterschiedliche Farbanwendungen genannt. Welche Farben sind wann bzw. zu welchen Bereichen nach welcher Vorschrift anzuwenden?

! Im Rahmen der Harmonisierung technischer Normen in der Europäischen Union wurden zu Kabeln und Leitungen sowie zur einheitlichen Kennzeichnung der Adern in den einzelnen Mitgliedsländern der EU technische Kriterien untersucht und abgestimmt. So gelten in Deutschland bisher und noch bis zum April 2006 ausschließlich die Festlegungen nach DIN VDE 0293 [1], siehe Tafeln **1** und **2**, für die Kennzeichnung der Adern in mehr- und vieladrigen Kabeln und Leitungen für feste Verlegung bzw. flexiblen Leitungen mit den nationalen Abweichungen der ehemals gültigen DIN VDE 0100 Teil 540 [2].

Parallel dazu wurde der Teil 308 von DIN VDE 0293 [3] international erarbeitet – ab Januar 2003 in Kraft. Der Anwendungsbereich dieser neuen Norm gilt für die Farbkennzeichnung von Kabeln und Leitungen für die feste Verlegung sowie für flexible Leitungen mit Bemessungsspannung (Nennspannung) bis 1000 V, siehe Tafel **3**. Die Norm ist ab April 2006 zwingend anzuwenden für

- elektrische Anlagen,
- Verteilungssysteme, wobei auch eine Kennzeichnung durch Zahlen möglich ist,
- die Versorgung von fest angebrachten oder ortsveränderlichen elektrischen Verbrauchsmitteln und