

»Ein Flugverbot für Hummeln?«

## Die neue VDE 0671 Teil 105 »Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen«

Die weltweite Harmonisierung von Normen ist im Prinzip eine gute Sache, da sie den grenzüberschreitenden Handel erleichtert und durch mehr Wettbewerb kostensenkend wirkt. Andererseits hat die Verlagerung der Normungsarbeit von den nationalen auf internationale Gremien den nachteiligen Effekt, dass wegen der damit erhöhten Kosten sich immer mehr Anwender aus der Normungstätigkeit zurückziehen und damit ihre Interessenvertretung aufgeben.

Dass dieses vordergründige Kostendenken mittelfristig erhebliche Kosten nach sich ziehen kann, zeigen beispielhaft die Auswirkungen der neuen Norm für Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen VDE 0671 Teil 105 [1], die spätestens zum 1. Oktober 2005 die bisherige VDE 0670 Teil 303 [2] ablösen wird.

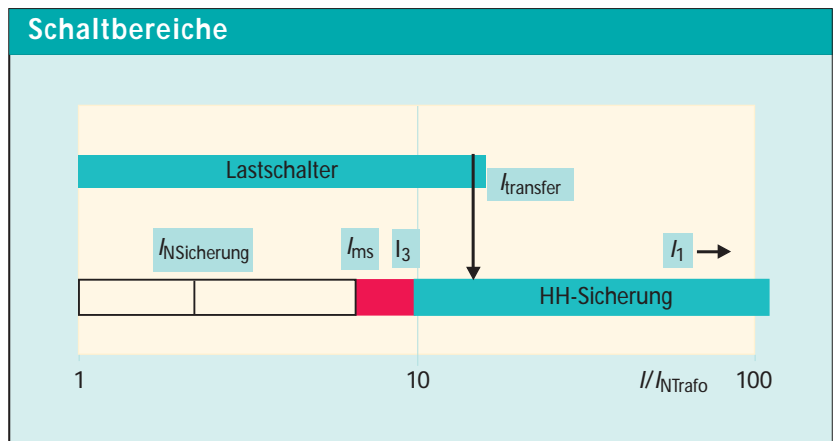
Das zuständige Deutsche Nationale Komitee sträubte sich aus guten Gründen bis 1994 gegen die Harmonisierung dieser Internationalen Norm (früher IEC 420:1973 bzw. IEC 60420:1990). Erst 1994 wurde unter dem Zwang zur Harmonisierung der Europäischen Norm EN 60420:1993 die VDE 0670 Teil 303 herausgegeben. Diese Ausgabe wies im Nationalen Vorwort noch einmal die Begründung für die Ablehnung auf: »... IEC 420 von 1973 wurde nicht in das deutsche Normenwerk aufgenommen. Grund hierfür waren die Anforderungen im Hinblick auf die sogenannten Übernahmeströme. Die guten Betriebserfahrungen mit den in sehr großen Stückzahlen eingesetzten Kombinationen rechtfertigen diese Anforderungen nicht.«

Obwohl diese Begründung auch heute noch gilt, ist sie in der neuen Ausgabe VDE 0671 Teil 105 nicht mehr enthalten. Die Anforderun-

gen dieser Norm gelten somit auch für Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen in deutschen Ortsnetzstationen. Damit entspricht eine jahrzehntelang geübte, zuverlässige und kostengünstige Praxis formal nicht mehr dem anerkannten Stand der Technik und wird damit praktisch verboten – vergleichbar einem Flugverbot für Hummeln, die rein theoretisch gar nicht fliegen können! Die bewährte, zuverlässige und preiswerte deutsche Praxis des Transformatorschutzes in Netzstationen wird auf relativ kleine Transformatoren beschränkt.

### 1 Anwendungsbereich und Ziele der Norm VDE 0671 Teil 105

Formal beinhaltet diese Norm Schaltgeräte, die aus einer »Funktionseinheit von Lastschaltern einschließlich Last(trenn)schaltern und strombegrenzenden Sicherun-



gen bestehen«, das heißt Kombinationen, bei denen die Lastschalter durch Sicherungsschlagstifte ausgelöst werden können. Solche Kombinationen haben in Deutschland eine breite Anwendung als preiswerte Transformatorabzweige in Ortsnetzstationen und damit hat diese Norm eine erhebliche Bedeutung auch für die Kosten dieser Betriebseinrichtungen.

Auch wenn es sich auf den ersten Blick nur um eine Schaltgerätenorm handelt, definiert sie de facto jedoch neue Regeln für die Auswahl von Hochspannungs-Hochleistungs(HH)-Sicherungen zum Schutz von Transformatoren in öffentlichen und industriellen Verteilnetzen, die teilweise im Widerspruch zur langjährigen Praxis und zur deutschen Norm DIN VDE 0670 Teil 402 [3] stehen.

Als Ziele werden im Anwendungsbereich dieser Norm genannt:

- Definition eines Schaltgerätes, das in der Lage ist, »Ströme bis zum Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom ... zu unterbrechen«
- »Die Sicherungen haben die Aufgabe, den Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom der Kombination gegenüber dem des Lastschalters zu erhöhen.«
- ».. eine richtige Arbeitsweise bei Fehlerströmen oberhalb des Mindest-Schmelzstromes, aber unterhalb des Mindestausschaltstromes der Sicherungen zu erreichen«

## 2 Inhalt der Norm VDE 0671 Teil 105

Es soll ein »Ganzbereichs«-Schaltgerät als Kombination von Lastschalter und Sicherungen geschaffen werden, welches sowohl Überlastströme als auch Kurzschlussströme von Transformatoren unterbrechen kann. Im Vordergrund steht hierbei das selbsttätige Ausschalten von Überlastströmen durch Lastschalter mit Überstromauslöser bzw. durch die HH-Sicherungen. Die Darstellung der Schaltbereiche in *Bild 1* zeigt eine Kombination mit einem scheinbar lückenlosen Ausschaltvermögen vom Transformatorbemessungsstrom bis zum Ausschaltvermögen der HH-

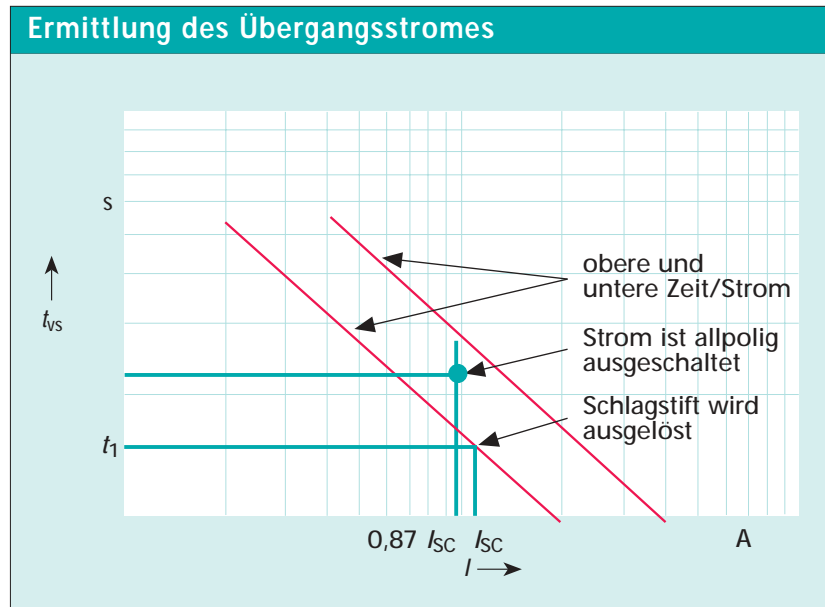


Bild 2: Ermittlung des Übergangstromes  $I_{transfer}$  bei sekundärseitigem Klemmenkurzschluss

Sicherung.

Eine Bedingung dafür ist, dass die Sicherungen beim Bemessungs-Übergangstrom  $I_{transfer}$  den Strom allpolig abschalten, bevor der Schalter öffnet, eine weitere Bedingung, dass bei einer Schlagstiftauslösung unterhalb des Minimalen Ausschaltstromes  $I_3$  der Sicherung der Schalter den Strom unterbricht, bevor die Sicherung thermisch zerstört wird. Das komplexe Zusammenwirken von Auslöser- und Sicherungskennlinien mit dem Schaltmechanismus erfordert entsprechend umfangreiche und aufwändige Typprüfungen, welche die richtige Arbeitsweise der Kombination vor allem in den Schnittpunkten der Schaltkennlinien nachweisen sollen.

Da der Lastschalter keine Kurzschlussströme ausschalten kann, gilt beim Transformatorschutz zusätzlich, dass der kleinste dreiphasige Transformator Kurzschlussstrom  $I_{SCmin}$ , allpolig unterbrochen sein muss, bevor der Schalter öffnet. Dies wäre kein Problem, wenn die HH-Sicherungskennlinien absolut identisch und ohne Toleranzen wären. In Wirklichkeit schalten die Sicherungen in den drei Phasen eines Stromkreises aber unterschiedlich schnell. Der Schlagstift der flinksten Sicherung löst den Schalter aus, während die nächst-

schaltende Sicherung erst den Strom unterbricht (*Bild 2*). (Die Darstellung in *Bild 2* berücksichtigt hierbei, dass der zweiphasige Kurzschlussstrom nur noch 87 % des dreiphasigen beträgt, die Sicherung jedoch bereits vorbelastet ist und daher schon vor Erreichen der oberen Kennlinie schaltet.)

Damit der Lastschalter keine Schaltarbeit übernimmt, muss die Differenz  $\Delta t$  zwischen den Schmelzzeiten  $t_2$  und  $t_1$  der beiden Sicherungen, die den Strom unterbrechen, kleiner sein als die Öffnungszeit  $t_0$  des Schalters:  $\Delta t = t_2 - t_1 \leq t_0$ .

Nach umfangreicher Rechnung ergibt sich vereinfacht  $t_1 \leq 0,9 t_0$ .

In der Regel geben die Sicherungshersteller jedoch nicht die minimalen und maximalen sondern mittlere Schmelzeitkennlinien an. Der Autor hält daher eine weitere Vereinfachung für zulässig und wesentlich besser zu handhaben:  $t_m \leq t_0$ .

D. h., im Kurzschlussfalle darf die mittlere Schmelzeit  $t_m$  der Sicherungen nicht größer sein als die Öffnungszeit des Schalters. Diese Bedingung lässt sich anhand der Herstellerunterlagen auch leicht ohne Schaltversuch verifizieren.

Durch die Auswahl der HH-Sicherungen muss also sichergestellt werden, dass der Lastschalter keinen Kurzschluss ausschalten muss.

In einer Lastschalter-Sicherungs-Kombination ist daher die Schalteröffnungszeit das wichtigste Kriterium für die Wahl des Sicherungsbemessungsstromes. Die Schaltergerätenorm VDE 0670 Teil 105 greift somit massiv in die Regeln für den Transformatorschutz ein.

Wie die folgenden Ausführungen zeigen, weicht die Sicherungsauswahl bei größeren Transformatoren und besonders bei SF<sub>6</sub>-Schaltern zum Teil erheblich von der bisherigen Praxis ab und steht im Widerspruch zur Sicherungszuordnung nach VDE 0671 Teil 402:

- VDE 0671 Teil105 erfordert bei SF<sub>6</sub>-isolierten Anlagen besonders kleine Sicherungsbemessungsströme, VDE 0670 Teil 402 fordert wegen eingeschränkter Wärmeabfuhr größere Sicherungsbemessungsströme bei gekapselten Anlagen
- VDE 0671 Teil105 definiert das Schaltverhalten der Kombination bei Strömen unterhalb des sekundärseitigen Klemmenkurzschlusses, der Trafoschutz nach VDE 0670 Teil 402 konzentriert sich auf interne Transformatorfehler mit Strömen ab dem sekundärseitigen Klemmenkurzschluss und größer.
- VDE 0670 Teil 402 fordert möglichst große Schmelzzeiten im Bereich des Inrushs und damit große Sicherungsbemessungsströme, die Auswahl nach VDE 0671 Teil105 ergibt in der Regel kleinere Sicherungsbemessungsströme.

3 Bisherige Praxis des Transformatorschutzes in deutschen Netzstationen.

### 3.1 Transformatorschutz ohne niederspannungsseitige Hauptsicherung

Netztransformatoren werden in der Regel durch HH-Sicherungen nach VDE 0670 Teil 4 gegen die Auswirkungen innerer Kurzschlüsse geschützt.

Die HH-Sicherungen müssen daher in der Lage sein, den kleinsten inneren Kurzschlussstrom (sekundärseitiger Klemmenkurzschluss  $I_{SCmin}$ ) so schnell zu unterbrechen, dass ein Bersten des Transformator-kessels durch den inneren Druckanstieg vermieden wird. Nach VDE 0560 Teil 5 [4] beträgt die Zeitdauer, die ein Transformator-

Transformator			Sicherungszuordnung nach		
Ober-spannung	Schein-leistung	rel. Kurz-schluss-spannung	VDE 0670 Teil 402	VDE 0670 Teil 105	
				Luftschalter	SF <sub>6</sub> -Schalter
10 kV	400 kVA	4%	50 - 63 A	50 A	40 A
	500 kVA	4%	63 - 80 A	63 A	50 A
	630 kVA	4%	80 - 100 A	80 A	63 A
	630 kVA	6%	80 - 100 A	50 A	40 A
	800 kVA	6%	100 - 125 A	63 A	50/63 A
20 kV	1000 kVA	6%	125 - 160 A	80 A	63/80 A
	400 kVA	4%	25 - 31,5 A	31,5 A	25 A
	500 kVA	4%	31,5 - 40 A	40 A	31,5 A
	630 kVA	4%	40 - 50 A	50 A	40 A
	630 kVA	6%	40 - 50 A	31,5 A	25 A
	800 kVA	6%	63 A	40 A	31,5
	1000 kVA	6%	63 - 80 A	50 A	40 A

Tafel 1: Sicherungszuordnung für Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen in Ortsnetzstationen

kessel einem inneren Kurzschluss standhalten muss, zwei Sekunden. Entsprechend muss die Sicherung den sekundärseitigen Klemmenkurzschlussstrom innerhalb dieser Zeit sicher unterbrechen.

Als zweites Kriterium ist zu beachten, dass die Sicherung nicht durch transiente Ströme z. B. Einschaltstoßströme (Inrush) des Transformators ausgelöst wird. Der Inrush ist eine Folge der magnetischen Remanenz in den Transformator-kernen und in seiner Intensität u. a. abhängig vom Einschaltwinkel, von der Transformatorbauart, der Kernqualität und der Netz-konfiguration.

Die Vielzahl der Einflussparameter erlaubt naturgemäß nur die Angabe statistisch wahrscheinlicher Werte. Im Allgemeinen wird das Zwölfwache des Transformatorbe-messungsstromes für die Dauer von 100 ms angenommen. Um eine Vorschädigung von HH-Sicherungen zu vermeiden sollte deren Zeit/Strom-Kennlinie oberhalb dieses Punktes verlaufen. Verläuft die Sicherungskennlinie unterhalb des Inrushpunktes, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass einzelne Schmelzleiter durch Einschaltströme unterbrochen werden und es nach einem immer rascher fort-schreitenden Prozess schließlich schon im Normalbetrieb zu Siche-rungsausfällen kommt, die im besten Falle nur eine Betriebsstörung,

häufiger jedoch auch erhebliche Schäden an der Anlage verursachen.

In Bild 3 sind die sich hieraus ergebenden Eckpunkte aus Inrush und kleinstem Kurzschlussstrom eines Transformators im Zeit/Strom-Diagramm dargestellt. Alle HH-Sicherungen, deren Zeit/Strom-Kennlinien zwischen diesen beiden Eckpunkten verlaufen, erfüllen generell die Schutzanforderungen für den zugehörigen Transformator. Im dargestellten Beispiel eines 10-kV-/630-kVA-Transformators wären damit Sicherungsbemessungsströme von 50 A bis 100 A (nicht mehr dargestellt) grundsätzlich geeignet.

### 3.2 Transformatorschutz mit niederspannungsseitigen gTr-Sicherungen

Der Überlastschutz von Orts-netztransformatoren findet bei der in Deutschland üblichen Netzkon-figuration meistens durch nieder-spannungsseitige NH-Sicherungen der Betriebsklasse gTr (Ganzbe-reichssicherungen für den Trans-formatorenschutz nach VDE 0636 Teil 2011 [5]) statt, die speziell für diesen Zweck entwickelt wurden.

Für die Auswahl der HH-Siche-rungen gilt VDE 0670 Teil 402. Diese Norm definiert zusätzlich zu den unter 3.1 genannten Kriterien Zeit/Strom-Kennlinienbereiche zu je-

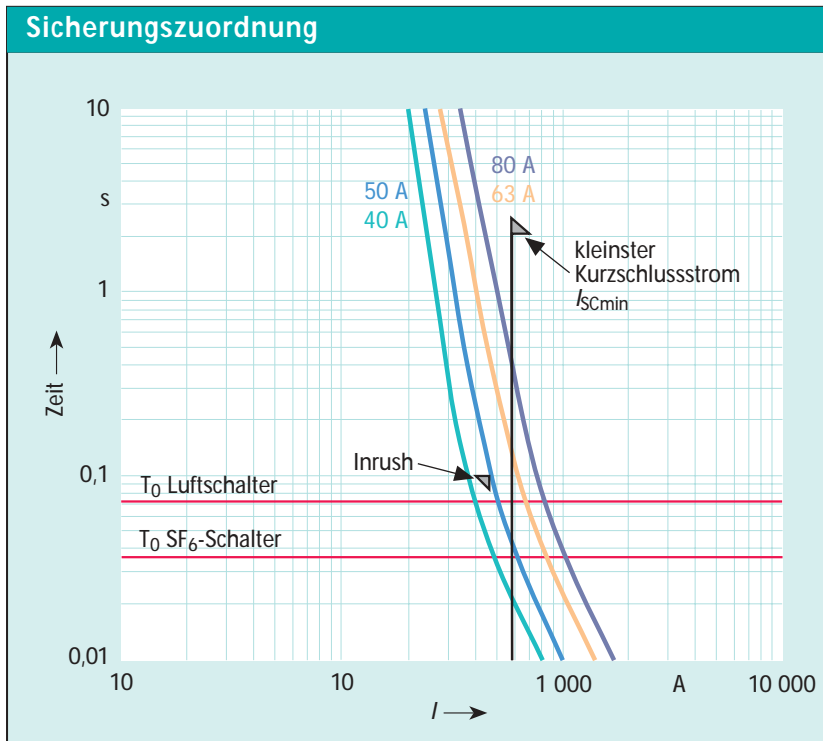


Bild 3: Sicherungszuordnung für einen Transformator  $U_N = 10 \text{ kV}$ ,  $S_N = 630 \text{ kVA}$ ,  $u_K = 6 \%$

dem Sicherungsbemessungsstrom. Die Sicherungszuordnung nach VDE 0670 Teil 402 sorgt für selektiven Schutz zwischen Hochspannungs- und Niederspannungsseite von Transformatoren bis 1000 kVA. Gegenüber VDE 0670 Teil 4 wird die Zahl der anwendbaren Sicherungsbemessungsströme weiter eingengt. Im obigen Beispiel wären nur noch 80 A und 100 A zulässig (Tafel 1).

### 3.3 Transformatorschutz mit Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen nach VDE 0671 Teil 105

Kernaussage dieser Norm ist die Forderung, dass der Transformator-kurzschlussstrom allein durch die Sicherungen allpolig abgeschaltet werden muss. Unabhängig von der Größe des Stromes darf der Lastschalter in diesem Falle keine Schaltarbeit übernehmen, da er kein Kurzschlussausschaltvermögen hat. Die Sicherungen müssen demnach den Kurzschlussstrom allpolig abschalten, bevor der zugeordnete Schalter öffnet (siehe Abschnitt 2).

Als zusätzliches Kriterium für die

Auswahl der HH-Sicherungen ist die Öffnungszeit  $t_0$  des zugeordneten Lastschalters heranzuziehen. Der kleinste Transformator-kurzschlussstrom  $I_{SCmin}$  muss, anders als bisher, statt innerhalb von zwei Sekunden je nach Schaltertyp innerhalb von rd. 35 ms ( $\text{SF}_6$ -Schalter) oder rd. 70 ms (Luft-Schalter) allpolig abgeschaltet werden.

In Bild 3 sind die Schalteröffnungszeiten als waagerechte Linien eingetragen. Gemeinsam mit der senkrechten Linie des Kurzschlussstromes ergibt sich ein »Schalterkreuz«, dessen Schnittpunkt die Sicherungsauswahl bestimmt:

Alle Sicherungskennlinien, die rechts oberhalb des jeweiligen Schnittpunktes verlaufen, sind unzulässig. Im o. a. Beispiel beträgt der maximale Sicherungsbemessungsstrom in Kombination mit  $\text{SF}_6$ -Schalter 40 A und mit Luftschalter 50 A.

Die Zuordnungs-Tafel 1 zeigt die sich hieraus ergebenden erheblichen Widersprüche zwischen einer Sicherungszuordnung nach VDE 0670 Teil 402 und VDE 0671 Teil 105. Die Anwendung der Norm für Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen

ist weitgehend unvereinbar mit selektivem Transformatorschutz.

Die Situation ist besonders prekär bei  $\text{SF}_6$ -Schaltern mit den ihnen eigenen kurzen Öffnungszeiten. Bei diesen Schaltern müssen so kleine Sicherungsbemessungsströme gewählt werden, dass kein ausreichender Abstand zum Inrushpunkt besteht oder der Inrush sogar die Sicherungskennlinie überschreitet (Bild 3). Der Einsatz einer 40-A-Sicherung würde zwar VDE 0671 Teil 5 erfüllen, nicht jedoch VDE 0670 Teil 4 oder 402. Diese Kombination kann somit in Transformatorstationen nicht mehr eingesetzt werden.

Bei  $\text{SF}_6$ -Schaltern und 10 kV Bemessungsspannung entspricht eine Absicherung von Transformatoren  $\geq 630 \text{ kVA}$  nicht mehr den geltenden Normen. Die seit Jahrzehnten bewährte Technik, die keinen Anlass für Sicherheitsbedenken gab entspricht damit nicht mehr dem neuen anerkannten Stand der Technik, der durch die neue VDE 0671 Teil 105 festgeschrieben wird.

Bereits bei Transformatorgrößen unter 630 kVA geht in Kombination mit  $\text{SF}_6$ -Schaltern die Selektivität zur niederspannungsseitigen NH-Sicherung verloren. Mit Luftschaltern liegt die Selektivitätsgrenze bei  $\geq 630 \text{ kVA}$ .

### 3.4 Zweck der schlagstiftbetätigten Freiauslösung des Transformatorschalters

Der Schlagstift war bei HH-Sicherungen ursprünglich als Anzeiger gedacht, um ausgelöste Sicherungen auf Freileitungsmasten von weitem erkennbar zu machen. Bei Innenraumstationen wird heute der Schlagstift überwiegend zum Betätigen einer Freiauslösung des Transformatorschalters verwendet mit den Aufgaben:

- allpoliges Freischalten nach Sicherungsauslösung und
- Schutz der Sicherungskammern gegen Überhitzung (»Thermoschutz«).

Speziell bei gekapselten Anlagen mit eingeschränkter Wärmeabfuhr der Sicherungskammern ist der Schutz der Sicherungskammern und damit der Schaltanlage gegen Überhitzung durch vorgeschädigte Sicherungen die wichtigste Aufgabe



des Schlagstiftes von HH-Sicherungen [6].

Sicherungen können besonders in Freileitungs- oder gemischten Netzen durch transiente Ströme vorgeschädigt, d. h. einzelne Schmelzleiter unterbrochen werden [7]. Bei fortschreitender Schädigung besteht bereits bei normalen Betriebsströmen die Gefahr der Überhitzung bis zur Zerstörung der Schaltanlage. HH-Sicherungen mit entsprechend ausgelegten Schlagstiften sind gut geeignet, solche Schäden zu verhindern.

#### 4 Anwendbarkeit auf die deutsche Praxis

Ob dem Aufwand für Typprüfungen und den Einschränkungen im Anwendungsbereich gegenüber der bisherigen Praxis ein Nutzen entgegensteht, hängt von der realen Anwendung der Kombination und ihrer Aufgabe im Netz ab. In Verteilnetzen mit relativ kleinen Transformatoren ohne Niederspannungsverteilung, bei denen auch der Schutz gegen Überlast oberspannungsseitig stattfindet, machen Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen (gegebenenfalls mit Überlastrelais) durchaus Sinn.

In Deutschland werden Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen fast ausschließlich in Netzstationen mit Niederspannungs-Verteilung eingesetzt [8]. Die HH-Sicherungen übernehmen dabei den Schutz gegen die Folgen von inneren Transformatorkurzschlüssen. Der Überlastschutz, soweit erforderlich, erfolgt niederspannungsseitig durch NH-Sicherungen oder Leistungsschalter.

Der Schlagstift dient in kompakten Anlagen überwiegend dem »Thermoschutz« d. h. er verhindert durch rechtzeitiges Auslösen des zugeordneten Lastschalters eine thermische Schädigung der Sicherungsumgebung. Diese für die deutschen Betreiber von Netzstationen wesentliche Aufgabe von Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen in Transformatorabgängen ist in den Zielen der VDE 0671 Teil 105 nicht enthalten. Der dort angestrebte hochspannungsseitige Überlastschutz für Transformatoren ist wiederum in Deutschland keine



Bild 4: Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombination  
Foto: Driescher Wegberg

gängige Praxis.

Die Kombination wird in Bezug auf das Zusammenspiel von Lastschalter und Sicherungen aufwendig geprüft. Diese Prüfungen sind jedoch für die deutsche Praxis des reinen Kurzschlusschutzes nicht

relevant, da der Lastschalter in diesem Bereich keine Schaltarbeit übernehmen darf. Der Nachweis, dass die Sicherungen allpolig abschalten, bevor der Schalter öffnet, lässt sich anhand der Sicherungskennlinie und der Schalterdaten auch ohne aufwendige Typprüfungen erbringen.

Die »richtige Arbeitsweise der Kombination« verlangt außerdem bei den Schmelzzeitkennlinien engere Toleranzen als die Sicherungsnorm vorsieht. Diese können nur eingehalten werden, wenn in allen Phasen Sicherungen desselben Typs desselben Herstellers verwendet werden.

Mag dem Errichter einer Anlage noch der Aufwand zum Ermitteln geeigneter Sicherungen zumutbar sein, dem Betriebsmann, der nach einer Störung unter starkem Zeitdruck die Sicherungen wechseln muss, ist die Verantwortung für das Einhalten der Norm schwerlich zuzumuten.

Den nicht vorhandenen Vorteilen der genormten Kombination stehen gravierende Nachteile gegenüber:

- Stärkere Erwärmung,
- Höhere Wahrscheinlichkeit des Anlagenausfalles durch Inrushs,
- Verlust der Selektivität,
- Beschränkung des Sicherungseinsatzes auf relativ kleine Transformatoren,
- Komplizierte Regeln für den Sicherungswechsel.



Bild 5: Technik in einer Glasstation anschaulich »verpackt«

Foto: Driescher Wegberg

## 5 Schlussfolgerungen

VDE 0671 Teil 105 geht in der Zielsetzung und inhaltlich an der deutschen Praxis vorbei und beschränkt den Einsatz von Sicherungen für den Transformatorschutz auf relativ kleine Transformatorcheinleistungen.

Die Verwendung von Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen für Transformatoren ab 630 kVA (mit relativer Kurzschlussspannung  $u_K = 6\%$ ) wird durch diese Norm praktisch ausgeschlossen.

In Kombinationen mit SF<sub>6</sub>-Schaltern werden um zwei bis drei Bemessungsstromstufen kleinere als die derzeit üblichen Sicherungen gefordert, wodurch Erwärmungsprobleme provoziert und die Inrushgefährdung erhöht wird.

Wird auch nur ein einziger Schmelzleiter einer HH-Sicherung durch Einschaltströme oder andere transiente Ströme unterbrochen, ist die Basis für die richtige Funktion der Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen nicht mehr gegeben. Damit entzieht sich diese Norm bei korrekter Anwendung selbst ihre Basis: Die Wahrscheinlichkeit, dass eine nach Norm ordnungsgemäß erstellte Schaltanlage schon nach kurzer Betriebszeit nicht mehr normgerecht funktioniert, ist groß. Die Anwendung der Regeln dieser Norm für den Transformatorschutz in Ortsnetzstationen muss daher ernsthaft in Frage gestellt werden.

## 6 Ausblick

Einige Anwender umgehen diese Norm, indem sie die Freiauslösung der Lastschalter deaktivieren und somit die Anordnung aus Lastschalter und HH-Sicherung dem Geltungsbereich der VDE 0671 Teil 105 entziehen. Damit wird jedoch auch der Schutz der Anlage gegen überhitzte Sicherungen aufgehoben und auf die allpolige Abschaltung verzichtet.

Eine weitere Lösung bahnt sich an im Normentwurf VDE 0671 Teil 107 [9]. Diese Norm definiert ein Schaltgerät, das auch Abschaltungen mit steilen Wiederkehrspannungen beherrscht und erst oberhalb seines Bemessungsausschaltvermögens die Schaltarbeit an die HH-Sicherungen übergibt. Damit wird die Sicherungszuordnung weitgehend unabhängig von den Schalterdaten und erfolgt wie bisher ausschließlich im Hinblick auf die zu schützende Anlage.

Nicht zuletzt wird wegen der problematischen Anwendung der VDE 0671 Teil 105 auch verstärkt wieder über den Einsatz von Leistungsschaltern zum Schutz von Ortsnetztransformatoren nachgedacht.

Welcher Weg auch immer gewählt wird, er mindert entweder den Schutzzumfang oder erhöht die Kosten.

## Schrifttum

- [1] VDE 0671 Teil 105:2003-12 »Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen«
- [2] VDE 0670 Teil 303:1994-09 „Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen«
- [3] VDE 0670 Teil 402:1988-05 »Auswahl von strombegrenzenden Sicherungseinsätzen für Transformatorstromkreise«
- [4] VDE 0560 Teil 5: 1984-05 »Leistungstransformatoren, Kurzschlussfestigkeit«
- [5] VDE 0636 Teil 2011: 1999-05 »Schutz von elektrischen Sonderanlagen«
- [6] Dreischke W.: Hochspannungs-Hochleistungs-Sicherungen haben sich seit Jahrzehnten bewährt; netzpraxis Jg. 42 (2003), Heft 5
- [7] FGH Technischer Bericht 1 – 275 Sept. 1991 »Beeinflussung von HH-Sicherungen durch transiente Ströme«
- [8] Hampel W., Hartmann E., Kalscheuer W., Tenberge W.: Schutz von Verteilungstransformatoren; Elektrizitätswirtschaft Jg. 91 (1992) Heft 25
- [9] Entwurf VDE 0671 Teil 107: 2003-02 »Wechselstrom-Leistungsumschalter mit Sicherungen«

[Herbert.Bessei@t-online.de](mailto:Herbert.Bessei@t-online.de)

**fuseXpert** Competence in  
Circuit Protection

Dr.-Ing. Herbert Bessei  
Beratender Ingenieur

Geibstraße 27  
D-55545 Bad Kreuznach

Tel.: +49(6 71)9 20 11 64  
Fax: +49(6 71)9 20 77 43

mailto: hbessei@fuseXpert.de  
Internet: www.fuseXpert.de

