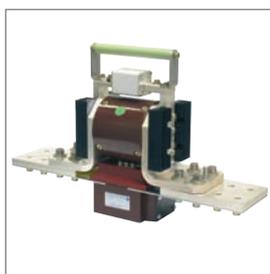
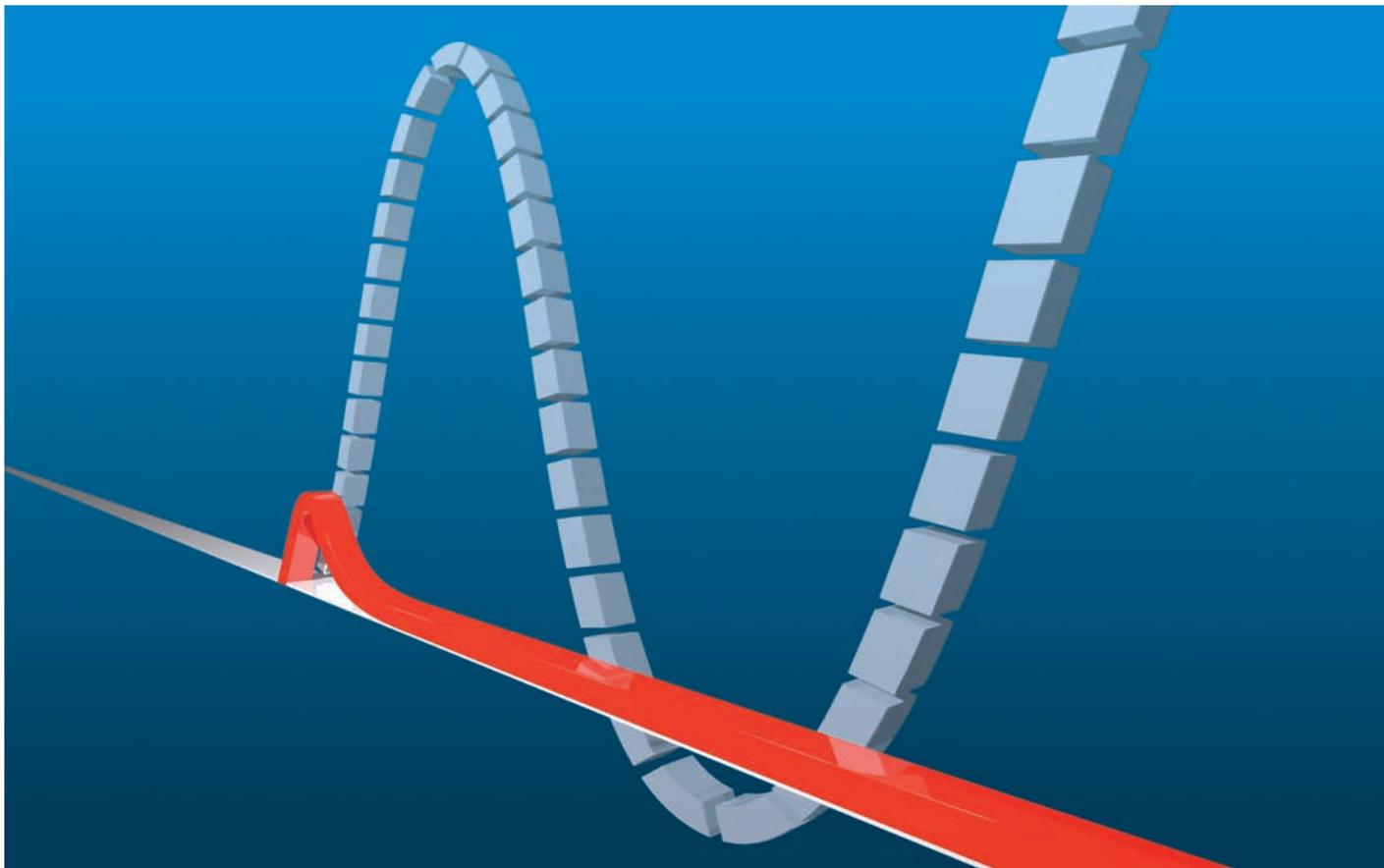


# $I_s$ -Begrenzer<sup>®</sup> Das schnellste Schaltgerät der Welt

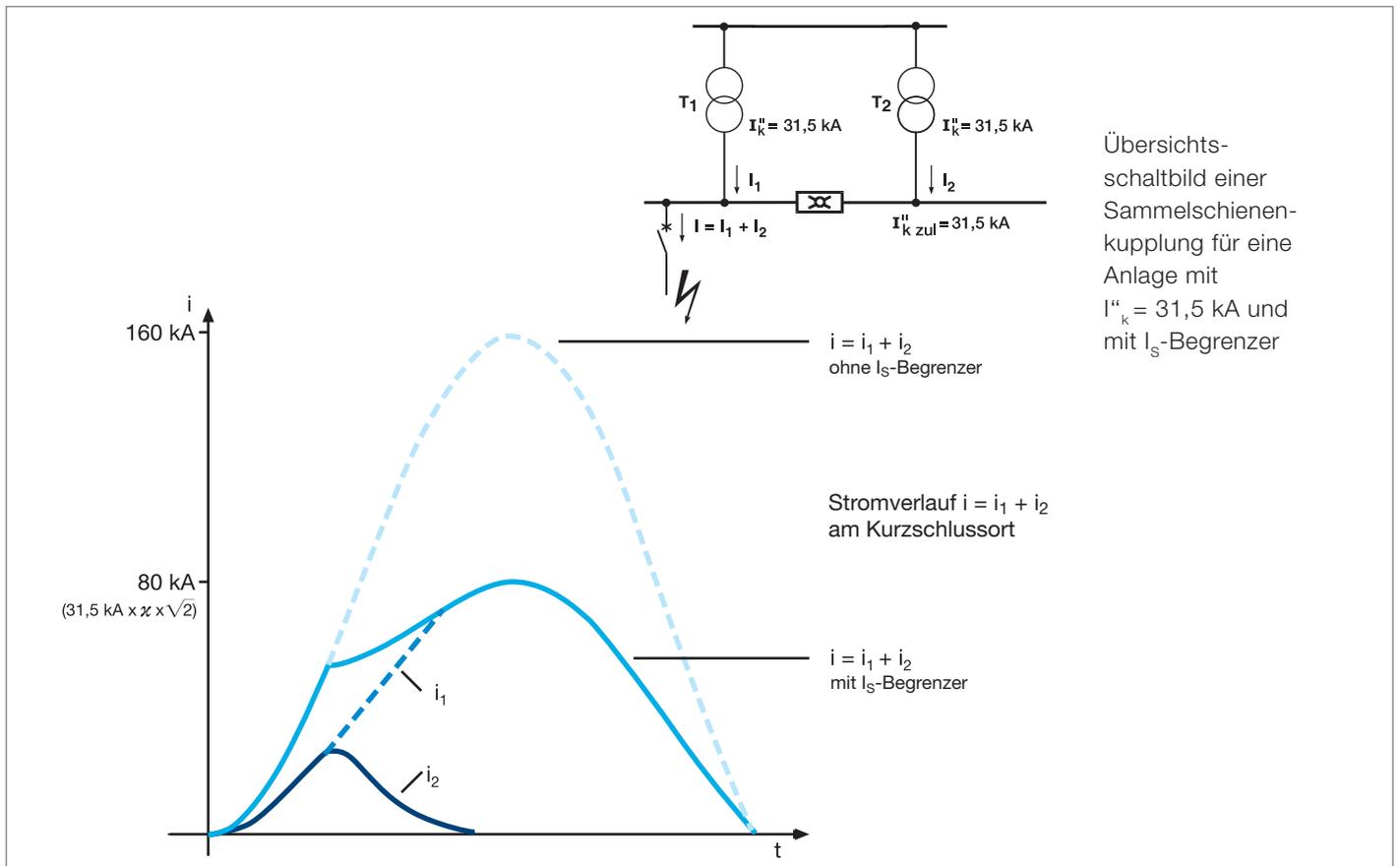
# I<sub>s</sub>-Begrenzer<sup>®</sup>

Schnellstes Schaltgerät der Welt



- Reduziert Kosten für Schaltanlagen
- Löst Kurzschlussprobleme in neuen und erweiterten Anlagen
- Optimale Lösung zum Kuppeln von Schaltanlagen
- Oft die einzige technische Lösung
- Mehrere tausend Installationen seit 1960
- Weltweit im Einsatz
- Der Stoßkurzschlussstrom wird nie erreicht
- Der Kurzschlussstrom wird bereits im ersten Stromanstieg begrenzt

## Zu hohe Kurzschlussströme?



Stromverlauf  $i = i_1 + i_2$  am Kurzschlussort

Der  $I_S$ -Begrenzer, ein Schaltgerät mit kürzester Ausschaltzeit, löst das Problem.

Hinter einem Abgangsschalter wird ein Kurzschluss angenommen. Wie die Kurzschlussströme in der ersten Halbwelle verlaufen, zeigt das oben abgebildete Oszillogramm.

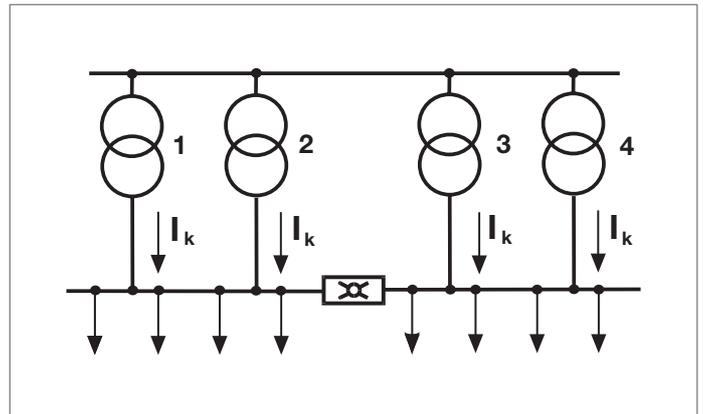
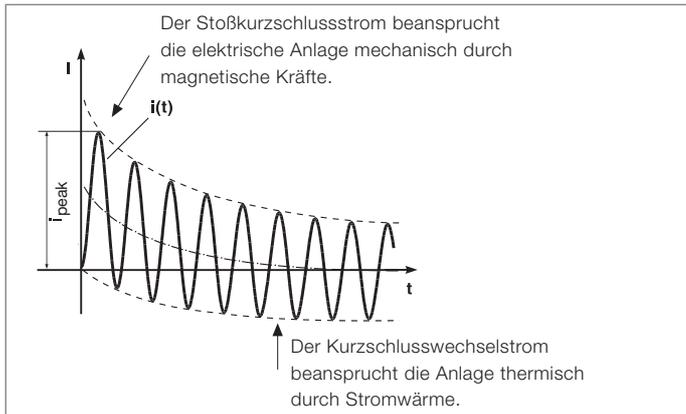
Über jeden Transformator kann ein Kurzschlussstrom von 31,5 kA zum Kurzschlussort fließen. Das ist doppelt so viel, wie die Schaltanlage verträgt.

Der Verlauf des Stromes ( $i_2$ ), der über den  $I_S$ -Begrenzer fließt, ist so dargestellt, wie er in zahlreichen Ausschaltversuchen bestätigt wurde.

Man erkennt, dass der über den  $I_S$ -Begrenzer fließende Strom  $i_2$  so schnell begrenzt wird, dass er **keinen** Beitrag mehr zum Scheitelwert des Kurzschlussstromes  $i_1 + i_2$  am Kurzschlussort liefert. Die Schaltanlage wird also an keiner Stelle mit einem höheren als dem zulässigen Strom beansprucht.

# I<sub>s</sub>-Begrenzer®

## Fragen und Antworten zum I<sub>s</sub>-Begrenzer



### 1. Was ist der Stoßkurzschlussstrom?

Der Stoßkurzschlussstrom  $i_{peak}$  ist der höchste Augenblickswert des Stromes nach Eintritt des Kurzschlusses.

### 3. Wie kann man Anlagen, die nur für $2 \times I_k$ bemessen sind, ohne Gefahr der Überlastung und verlustfrei mit 4 Transformatoren betreiben?

Durch Einbau eines I<sub>s</sub>-Begrenzers zwischen die Sammelschienenabschnitte 1-2 und 3-4. (Das ist nur eine der vielen Möglichkeiten für die Anwendung des I<sub>s</sub>-Begrenzers. Weitere Beispiele siehe Seite 15.)

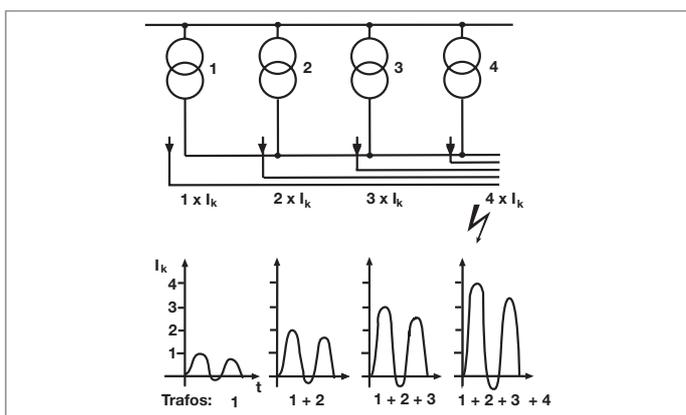
### 2. Warum muss der Stoßkurzschlussstrom begrenzt werden?

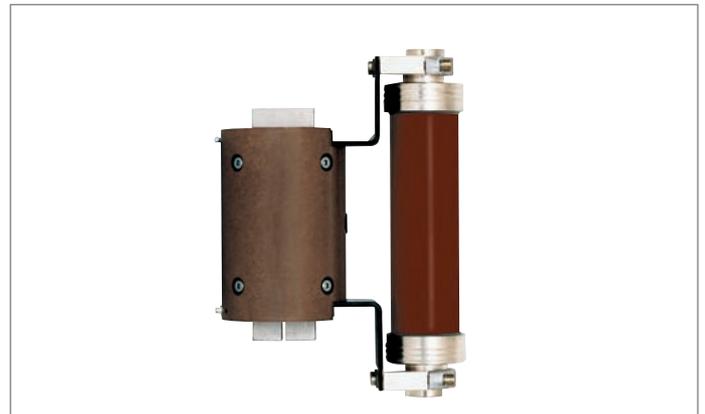
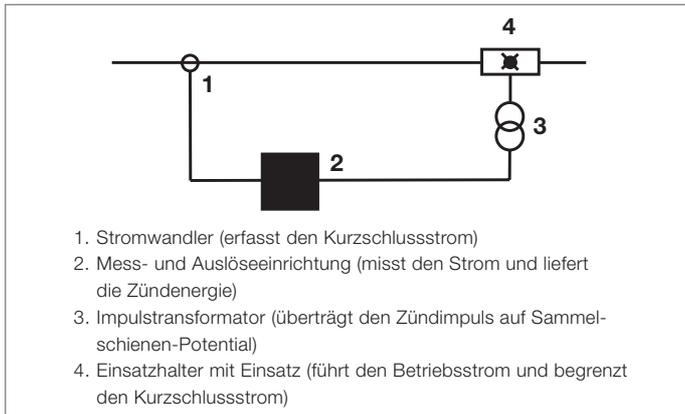
Weil sonst nicht ausreichend bemessene Anlagen, Schalter, Stromwandler, Kabel usw. durch die dynamische Wirkung des Stromes zerstört werden.

### 4. Wie wirkt der I<sub>s</sub>-Begrenzer?

Der I<sub>s</sub>-Begrenzer besteht aus zwei parallelen Strompfaden. Der Hauptstrompfad führt den hohen Betriebsstrom (bis 5.000 A).

Nach einer Auslösung begrenzt die parallel liegende Sicherung den Kurzschlussstrom im ersten Stromanstieg. (In weniger als einer Millisekunde.)





5. Wie wird der Hauptstrompfad in weniger als einer tausendstel Sekunde unterbrochen?

Mit mechanischen Energiespeichern kann man einen Leiter für z.B. 2.000 A nicht in so kurzer Zeit unterbrechen. Wir verwenden eine kleine Sprengkapsel.

7. Können  $I_s$ -Begrenzer-Einsätze nach der Abschaltung eines Kurzschlusses regeneriert werden?

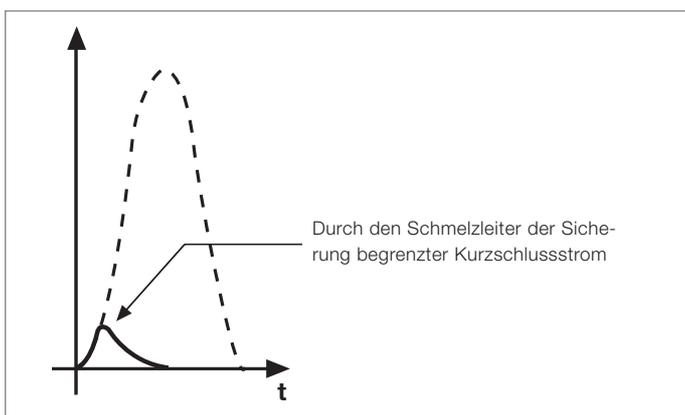
Ja! Sie können im Herstellerwerk regeneriert werden. Die Kosten sind gering. Der aufgesprengte Hauptstromleiter und die parallel geschaltete Sicherung sowie die Sprengkapsel werden ersetzt. Alle anderen Teile können wieder verwendet werden.

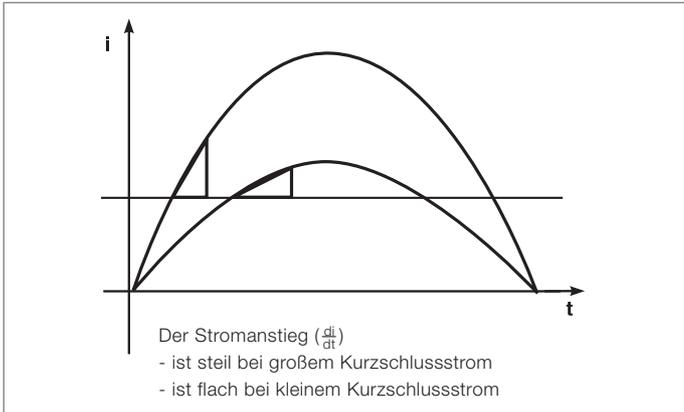
6. Welche Überspannungen treten durch die plötzliche Unterbrechung der Strombahn auf?

Der Hauptstrompfad wird plötzlich unterbrochen, nicht dagegen die Strombahn. Nach der Trennung des Hauptstrompfades fließt der Strom über die Sicherung, die den Strom ausschaltet. Die bei der Ausschaltung durch die Sicherung auftretende Überspannung liegt hierbei erheblich unter den nach IEC 60282-1/VDE 0670 Teil 4 zulässigen Werten.

8. Löst der  $I_s$ -Begrenzer bei jedem Kurzschluss aus?

Nein! Der  $I_s$ -Begrenzer spricht nur an, wenn Gefahr für die Anlage besteht. Kleine Kurzschlussströme werden von den Leistungsschaltern abgeschaltet.





9. Wie unterscheidet der  $I_s$ -Begrenzer zwischen leichten und schweren Kurzschlüssen?

Die Mess- und Auslöseeinrichtung des  $I_s$ -Begrenzers erfasst den Stromaugenblickswert **und** die Stromanstiegsgeschwindigkeit. Erst beim Überschreiten der eingestellten Sollwerte löst der  $I_s$ -Begrenzer aus.

10. Welche Betriebserfahrungen liegen mit  $I_s$ -Begrenzern vor?

Seit der Erfindung des  $I_s$ -Begrenzers von ABB Calor Emag im Jahre 1955 wurden mehrere tausend Einrichtungen in Gleich-, Wechsel- und besonders in Drehstrom-Anlagen erfolgreich eingesetzt.

Wir blicken auf 50 Jahre weltweit gute Betriebserfahrungen zurück. Immer mehr Kunden wählen den  $I_s$ -Begrenzer, wenn es gilt, hohe Kurzschlussströme sicher zu begrenzen und elektrische Anlagen sowie Verteilungsnetze wirtschaftlich zu erstellen oder zu erweitern.

11. Wie oft löst ein  $I_s$ -Begrenzer aus?

Erfahrungsgemäß löst ein  $I_s$ -Begrenzer im Durchschnitt alle vier Jahre aus, bezogen auf 3.000  $I_s$ -Begrenzer in Betrieb.

12. Welche Ströme kann der  $I_s$ -Begrenzer schalten?

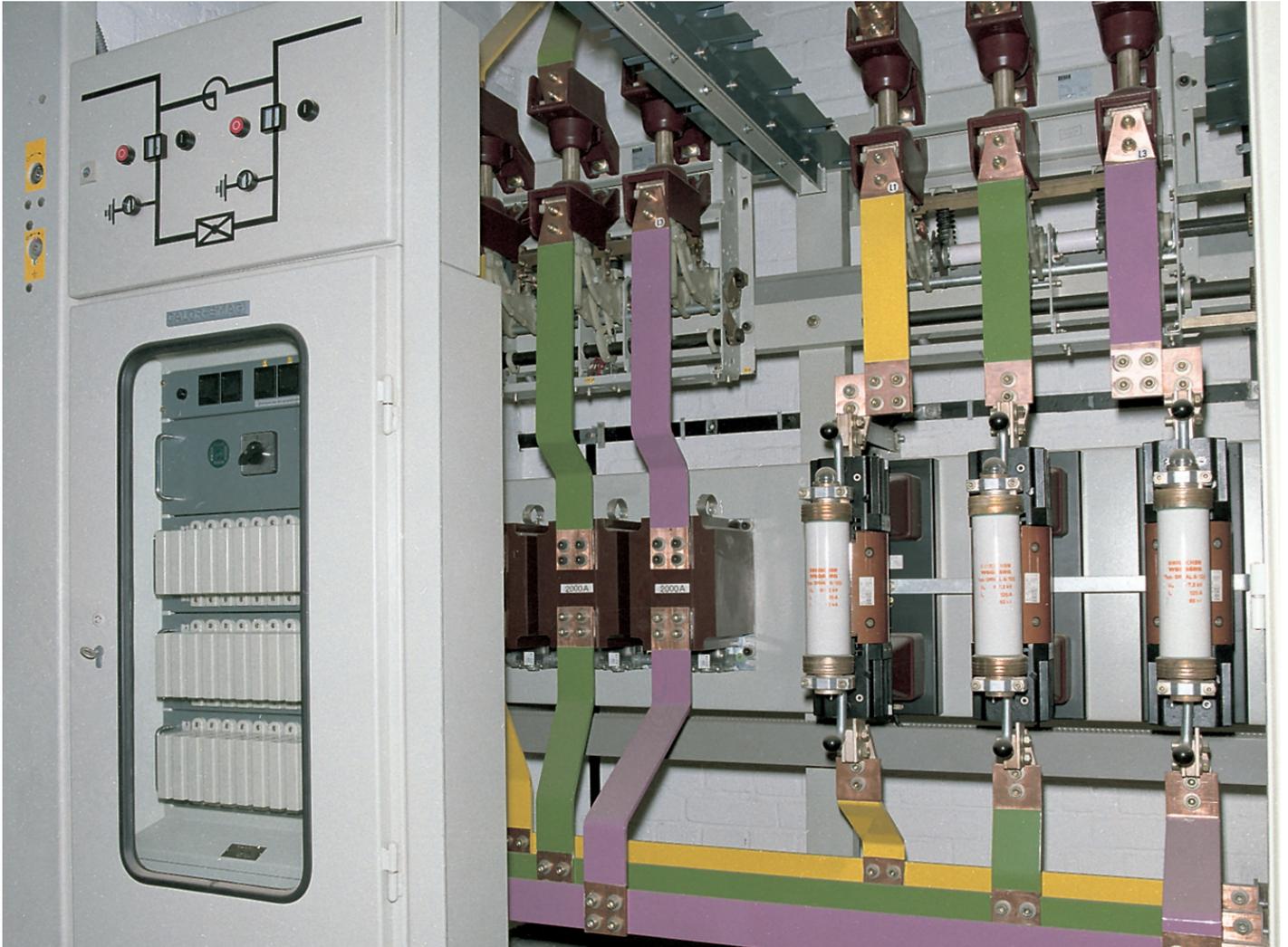
Bei der KEMA wurden bisher nachgewiesen

- 12 kV  $\Rightarrow$  210 kA<sub>RMS</sub>
- 17,5 kV  $\Rightarrow$  210 kA<sub>RMS</sub>
- 24 kV  $\Rightarrow$  140 kA<sub>RMS</sub>
- 36/40,5 kV  $\Rightarrow$  140 kA<sub>RMS</sub>

Auf den nachfolgenden Seiten werden Wirkungsweise und Anwendungen des  $I_s$ -Begrenzers an zahlreichen Beispielen erläutert. Diskutieren Sie mit uns Ihre Kurzschlussprobleme. Wir finden immer eine wirtschaftlich interessante und technisch elegante Lösung mit dem  $I_s$ -Begrenzer.

# $I_s$ -Begrenzer<sup>®</sup>

## Aufgabe des $I_s$ -Begrenzers



$I_s$ -Begrenzer parallel zu einer Drosselspule – Festeinbau –

Der weltweit steigende Energiebedarf erfordert leistungsstärkere oder zusätzliche Transformatoren und Generatoren sowie eine engere Vermaschung der Versorgungsnetze. Dies kann dazu führen, dass die zulässigen Kurzschlussströme der Betriebsmittel überschritten und somit Betriebsmittelteile dynamisch oder thermisch zerstört werden.

Ein Austausch vorhandener Schaltanlagen und Kabelverbindungen gegen neue Betriebsmittel mit höherer Kurzschlussfestigkeit ist oft technisch nicht möglich oder für den Anwender auch unwirtschaftlich.

Der Einsatz von  $I_s$ -Begrenzern reduziert bei der Erweiterung von bestehenden Anlagen und bei Neuanlagen den Kurzschlussstrom und spart somit Kosten.

Gegen unzulässig hohe Stoßkurzschlussströme bietet ein Leistungsschalter keinen Schutz, da er zu langsam ist. Nur der  $I_s$ -Begrenzer ist in der Lage, einen Kurzschlussstrom im ersten Anstieg, d.h. in weniger als einer Millisekunde zu erfassen und zu begrenzen. Der größte auftretende Stromaugenblickswert bleibt weit unter dem Wert des Stoßkurzschlussstromes. Gegenüber aufwändigen konventionellen Lösungen bietet der  $I_s$ -Begrenzer in Transformator- oder Generatorzuleitungen, in Schaltanlagen-Kupplungen und als Parallelschaltung zu Drosselspulen technische und wirtschaftliche Vorteile.

Der  $I_s$ -Begrenzer ist in jeder Hinsicht das ideale Schaltgerät zur Lösung der Kurzschlussprobleme in Schaltanlagen in Kraftwerken, in der Großindustrie und bei Energieversorgungsunternehmen.

# I<sub>s</sub>-Begrenzer<sup>®</sup>

## Aufbau

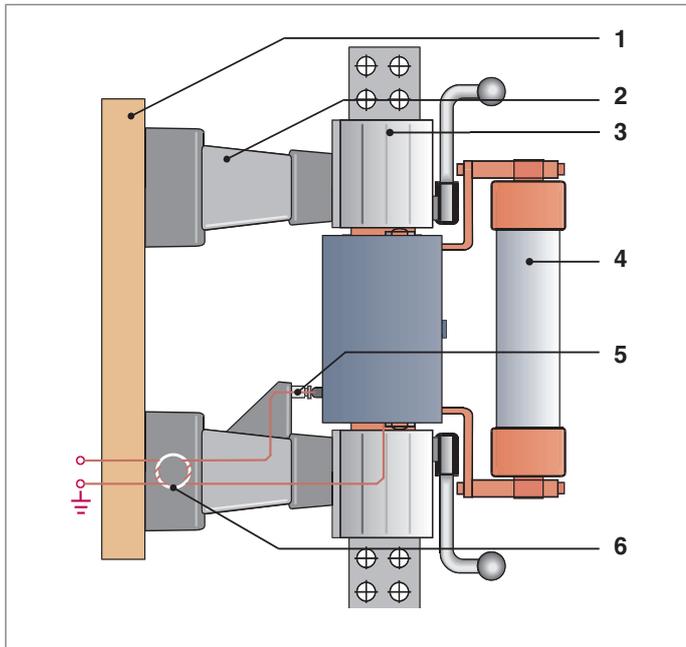


Bild 1: I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsatzhalter mit Einsatz für 12 kV, 2000 A.

- 1 Grundplatte
- 2 Isolierstützer
- 3 Polkopf mit Klemmvorrichtung
- 4 Sicherung
- 5 Teleskopkontakt
- 6 Isolierstützer mit Impulstransformator

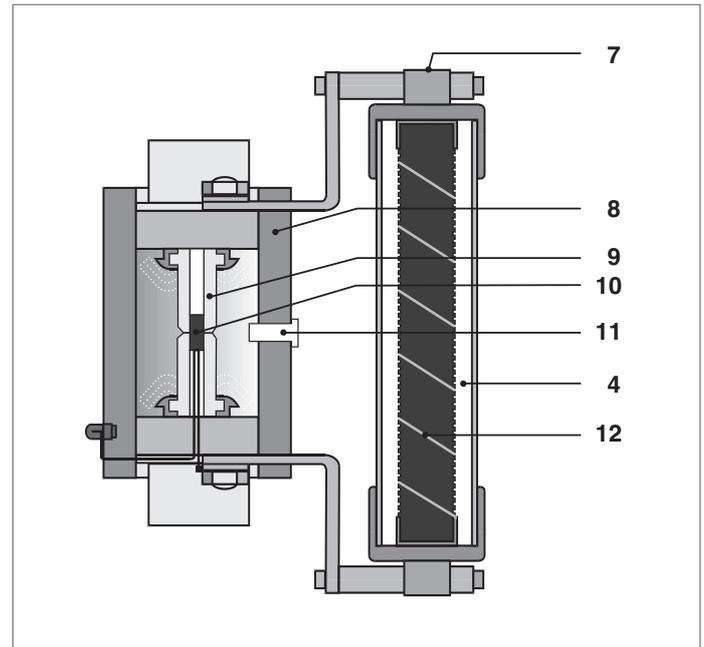


Bild 2: I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsatz

- 4 Sicherung
- 7 Kennmelder-Sicherung
- 8 Isolierrohr
- 9 Sprengbrücke
- 10 Sprengkapsel
- 11 Kennmelder-Hauptstrompfad
- 12 Schmelzleiter

I<sub>s</sub>-Begrenzer für Drehstrom bestehen im wesentlichen aus:

- drei I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsatzhaltern,
- drei I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsätzen,
- drei Auslöse-Stromwandlern,
- einer Mess- und Auslöseeinrichtung.

### I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsatzhalter

Der I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsatzhalter besteht aus:

- Grundplatte 1,
- Isolierstützer 2,
- Isolierstützer mit Impulstransformator 6 und Teleskopkontakt 5,
- Polköpfen mit Klemmvorrichtung 3 für die Aufnahme des I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsatzes.

Die Betätigung der Klemmvorrichtung erfolgt mit zwei Hebeln. Nur beim Einsatzhalter für 12 kV/17,5 kV, I<sub>N</sub> ≥ 2.500 A werden die I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsätze mit Schraubbolzen befestigt.

### Impulstransformator

Die Anordnung des Impulstransformators ist nennspannungsabhängig:

- bei ≤ 17,5 kV nur im unteren Isolierstützer 6
- bei 24 und 36 kV im oberen und unteren Isolierstützer.

Der Impulstransformator überträgt den Auslöseimpuls von der Auslöseeinrichtung (Bild 3) auf die Sprengkapsel 10 im I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsatz und dient gleichzeitig zur galvanischen Trennung der Auslöseeinrichtung von der auf Netzpotential liegenden Sprengkapsel.

### I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsatz

Der I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsatz ist das eigentliche Schaltelement. Der Einsatz enthält in einem stabilen Isolierrohr 8 den Hauptstrompfad, ausgebildet als Sprengbrücke 9, die im Inneren eine Sprengkapsel 10 enthält. Bei einer Auslösung wird diese Sprengkapsel gezündet und der Hauptstrompfad an der Sollbruchstelle getrennt.

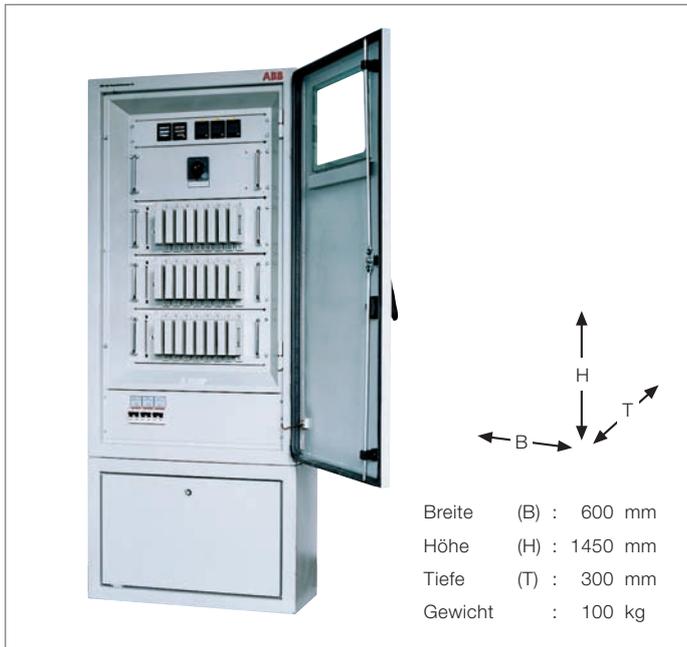


Bild 3: Mess- und Auslöseeinrichtung

Der Strom kommutiert auf die parallel liegende Hochleistungs-Sicherung 4. Der Schmelzleiter 12 der HH-Sicherung schmilzt und begrenzt den weiteren Stromanstieg. Im nächsten Spannungsnulldurchgang wird der Strom abgeschaltet.

#### Auslöse-Stromwandler

Die Auslöse-Stromwandler dienen zur Messung des über den  $I_s$ -Begrenzer fließenden Stromes. Sie sind direkt in Reihe mit dem  $I_s$ -Begrenzer angeordnet.

Der  $I_s$ -Begrenzer-Stromwandler ist einem konventionellen Stromwandler äußerlich gleich und wird als Stützer- oder Durchführungs-Stromwandler ausgeführt. Er zeichnet sich aus durch:

- einen extrem hohen Überstromfaktor,
- einen Eisenkern mit Luftspalt, um die Remanenzinduktion niedrig zu halten,
- eine niederohmige Abschirmung zwischen Primär- und Sekundärwicklung.

#### Mess- und Auslöseeinrichtung

Die Mess- und Auslöseeinrichtung ist in einem Stahlblech-Geräteschrank (Bild 3) oder im Gerätekasten des  $I_s$ -Begrenzer-Schaltfeldes untergebracht.

Innerhalb des Geräteschranks bzw. des Gerätekastens sind die Funktionsgruppen zu auswechselbaren Einheiten zusammengefasst und teilweise auf einem schwenkbaren Rahmen angeordnet.

Im Einzelnen enthält die Mess- und Auslöseeinrichtung:

- eine Netzeinheit zur Erzeugung der erforderlichen Hilfsgleichspannungen, einen Hauptschalter, der die willkürliche Ein- und Ausschaltung der Auslöseeinrichtung ermöglicht und zusätzlich einen Überwachungsbaustein,
- je Phase eine Auslöseeinheit, die den in der betreffenden Phase fließenden Strom überwacht und im Auslösefall die Zündenergie für die Sprengkapsel des zugehörigen  $I_s$ -Begrenzer-Einsatzes liefert,
- eine Meldeeinheit mit fünf Fallklapprelais:
  - ein Relais pro Phase zur Auslösemeldung,
  - ein Relais zur Überwachung der Betriebsbereitschaft,
  - ein Relais zur Überwachung der Versorgungsspannungen,
- eine Entstöreinheit, um von außen kommende Störimpulse, die möglicherweise Fehlauflösungen verursachen können, von den Mess- und Auslösebaugruppen fernzuhalten. Über die Entstöreinheit werden die Leitungen von den Stromwandlern, zu den  $I_s$ -Begrenzer-Einsatzhaltern und für die Wechselspannungsversorgung geführt.

# I<sub>s</sub>-Begrenzer<sup>®</sup>

## Wirkungsweise des I<sub>s</sub>-Begrenzers

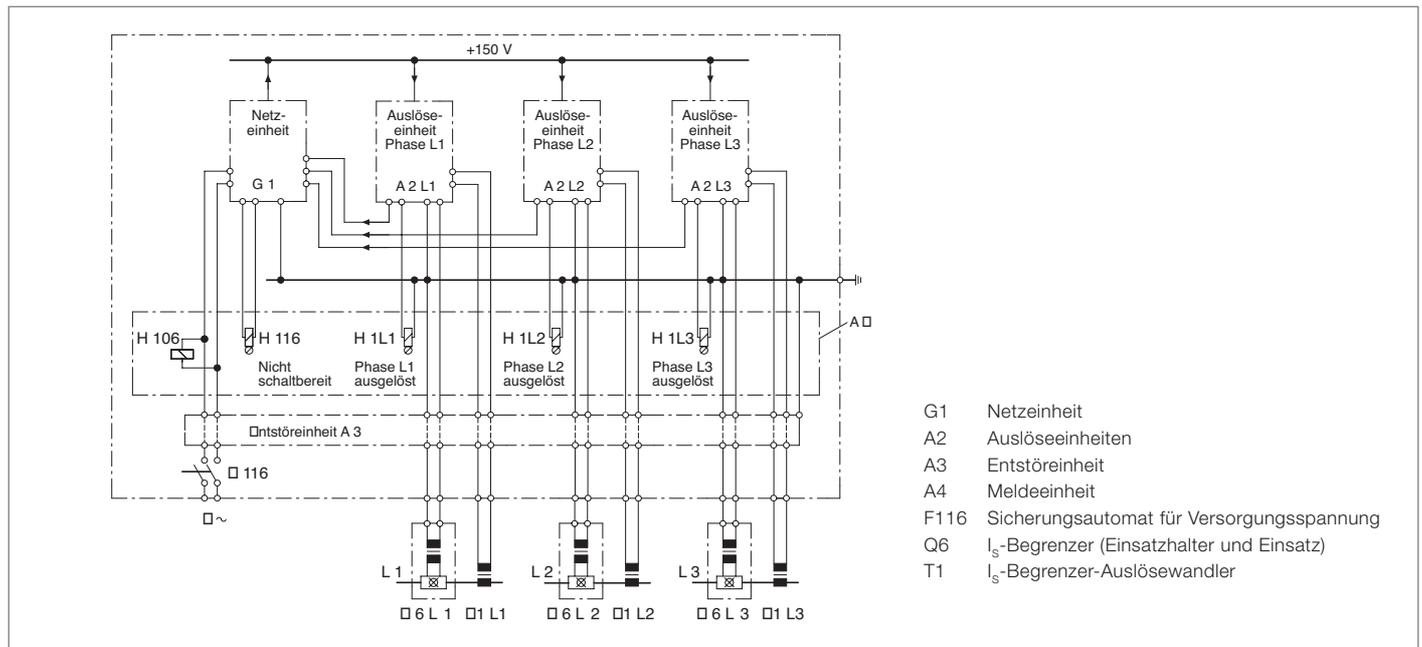


Bild 4: Prinzipschaltbild der I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtung.

Der I<sub>s</sub>-Begrenzer besteht im Prinzip aus einem extrem schnellen Schalter, der einen hohen Nennstrom führen kann, aber über ein geringes Schaltvermögen verfügt, und einer parallel angeordneten Sicherung mit hohem Ausschaltvermögen. Um die gewünschte kurze Schaltereigenzeit zu erreichen, wird eine kleine Sprengladung als Energiespeicher zur Öffnung des Schalters (Hauptstrompfad) verwendet. Nach Öffnung des Hauptstrompfads fließt der Strom noch über die parallel liegende Sicherung, wo er innerhalb von 0,5 ms begrenzt und dann im nächsten Spannungsnulldurchgang endgültig ausgeschaltet wird.

Der durch den I<sub>s</sub>-Begrenzer fließende Strom wird in einer elektronischen Mess- und Auslöseeinrichtung überwacht. Bereits im **ersten** Anstieg eines Kurzschlussstromes wird entschieden, ob eine Auslösung des I<sub>s</sub>-Begrenzers notwendig ist. Um dies entscheiden zu können, werden Stromaugenblickswert und Stromanstiegsgeschwindigkeit über den I<sub>s</sub>-Begrenzer ständig gemessen und ausgewertet. Bei gleichzeitigem Erreichen oder Überschreiten der Sollwerte löst der I<sub>s</sub>-Begrenzer aus. Die drei Phasen arbeiten hierbei unabhängig voneinander.

Die verlustfreie Führung eines hohen Betriebsstromes einerseits und die Begrenzung des Kurzschlussstromes im ersten Stromanstieg andererseits ist dadurch möglich, dass diese beiden Aufgaben des I<sub>s</sub>-Begrenzers auf zwei Pfade verteilt sind. Im Vergleich zur Drosselspule vermeidet der I<sub>s</sub>-Begrenzer Spannungsfälle und liefert **keinen** Beitrag zum Stoßkurzschlussstrom.

Um in jedem Fall eine 3-pol. Unterbrechung zu gewährleisten, muss direkt in Reihe zum I<sub>s</sub>-Begrenzer ein Leistungsschalter installiert werden.

### Netzeinheit

Eine in der Netzeinheit erzeugte Gleichspannung von 150 V dient als Ladespannung für die Zündkondensatoren und gleichzeitig als Versorgung der Elektronik. Soweit erforderlich, wird die Versorgungsspannung innerhalb der einzelnen Baugruppen geteilt und stabilisiert. Ein Überwachungsbaustein in der Netzeinheit überwacht die wichtigsten Funktionen der drei Auslöseeinheiten ständig.

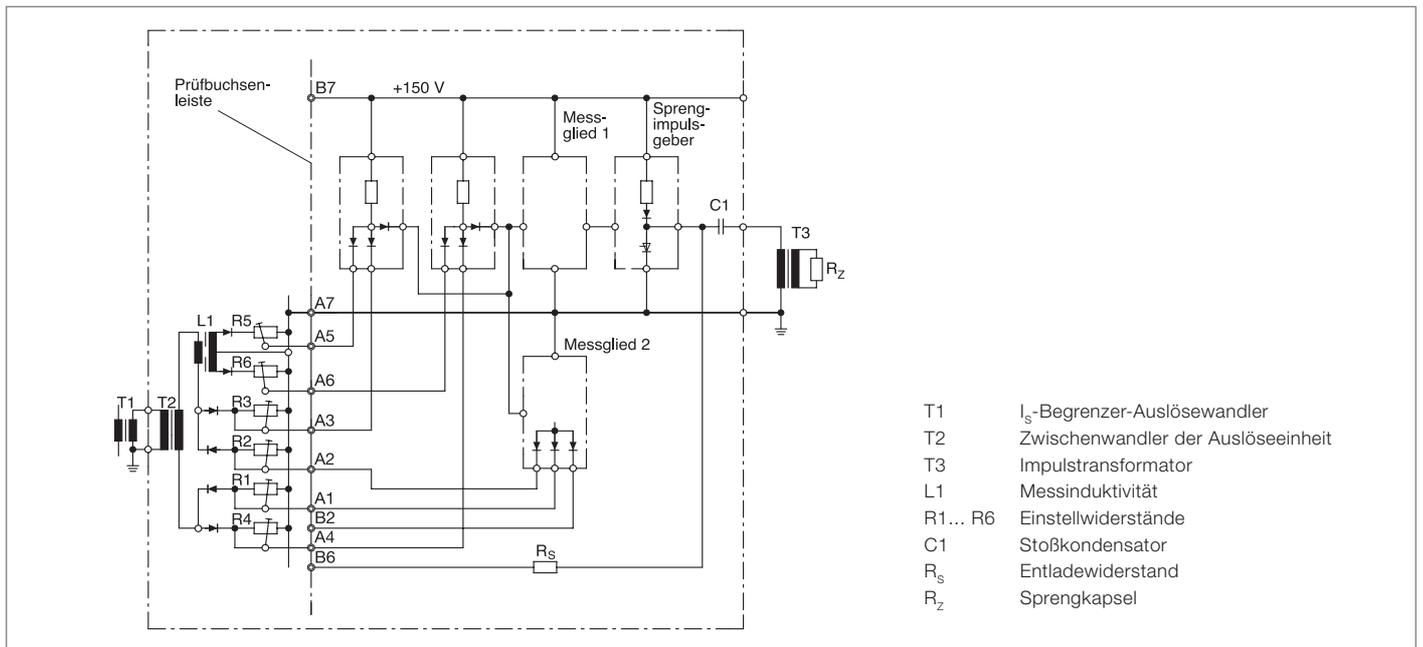


Bild 5: Prinzipschaltbild einer Mess- und Auslöseeinheit.

## Auslöseeinheit

In den Auslöseeinheiten wird der vom Auslösewandler der zugehörigen Phase gelieferte Strom überwacht. Die drei Auslöseeinheiten arbeiten unabhängig voneinander. Als Kriterium für die Auslösung wird sowohl die Stromanstiegsgeschwindigkeit als auch der Stromaugenblickswert herangezogen.

Beide Größen werden in proportionale Spannungen umgewandelt und über Gatter einem elektronischen Messglied zugeführt. Dieses gibt ein Ausgangssignal ab, wenn Stromanstiegsgeschwindigkeit und Stromaugenblickswert beide gleichzeitig den Ansprechwert des Messgliedes erreicht haben.

Das Ausgangssignal des Messgliedes zündet dann einen Thyristor, der einen Kondensator über den Impulstransformator im  $I_s$ -Begrenzer-Einsatzhalter auf die Sprengkapsel entlädt. Zugleich wird durch diese Entladung das zugehörige Fallklapprelais „ $I_s$ -Begrenzer ausgelöst“ auf der Meldeeinheit erregt.

# I<sub>s</sub>-Begrenzer<sup>®</sup>

## Prüfung der I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtung



Bild 6: 1 I<sub>s</sub>-Begrenzer Einsatzhalter mit Prüfeinsatz | 2 Prüfstecker | 3 Prüfgerät

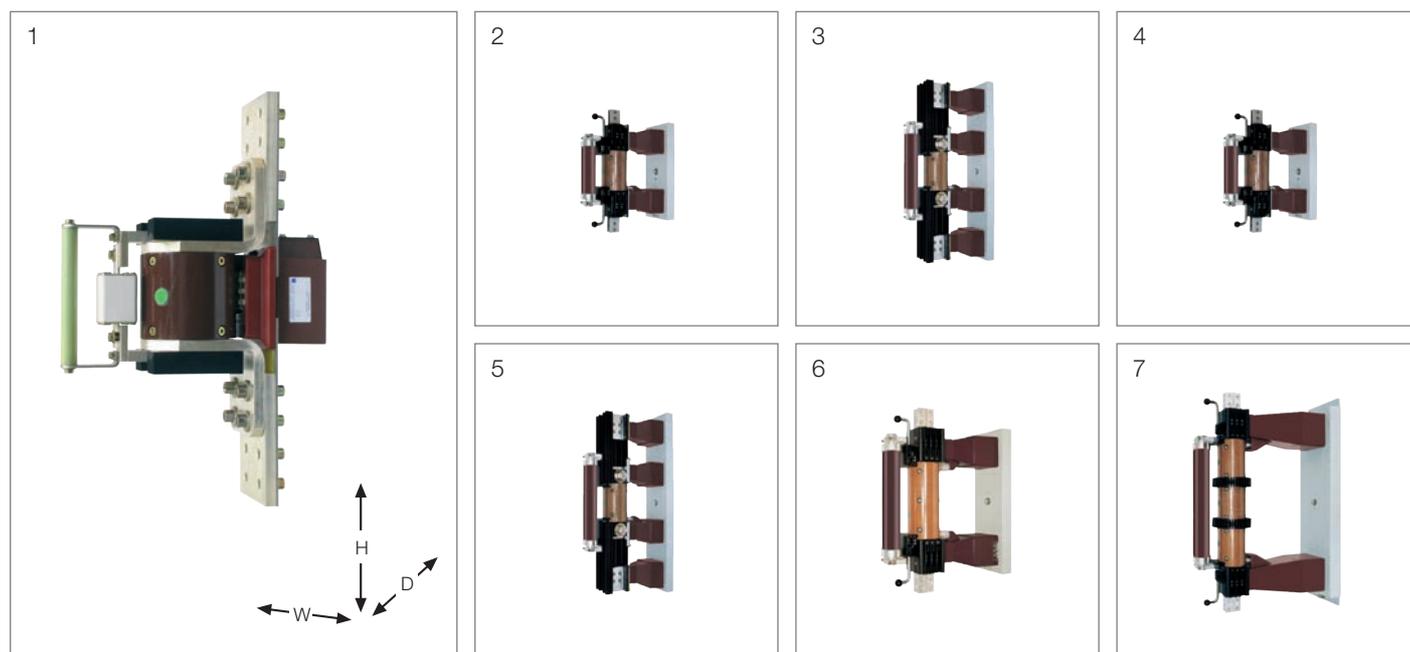
Wie jede andere Schutzeinrichtung soll auch die I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtung in regelmäßigen Abständen geprüft werden. Für die Prüfung, die vom Betreiber oder von der ABB AG durchgeführt werden kann, gibt es spezielle Prüfsets, bestehend aus einem Prüfgerät und Prüfeinsatz bzw. aus einem Prüfstecker und Prüfeinsatz. Der Prüfstecker dient zur Kontrolle der Spannungen und der Funktionen der Auslöseeinrichtung.

Das bedienfreundliche Prüfgerät ermöglicht darüber hinausgehende Prüfungen, wie die Ermittlung der Ansprechspannungen von Messgliedern, die Prüfung der Bauelemente in den Messkreisen und deren Einstellung.

Während der Prüfung wird der I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsatz gegen den Prüfeinsatz ausgetauscht. Der Prüfeinsatz enthält als Anzeigeelement eine Glühlampe, die bei Eintreffen eines Zündimpulses aufleuchtet.

# I<sub>s</sub>-Begrenzer<sup>®</sup>

## Lieferprogramm



### A. I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtung als Geräte-Lieferung

Hierbei werden die Einsatzhalter, die Einsätze und die Auslöse-Stromwandler in eine vorhandene Zelle eingebaut.

Die Geräte-Lieferung umfasst im Allgemeinen:

- drei Einsatzhalter,
- drei Einsätze,
- drei Auslöse-Stromwandler,
- eine Mess- und Auslöseeinrichtung (Bild 3).

Technische Daten			1	2	3	4	5	6	7
Bemessungs-Spannung	V		750	12000	12000	17500	17500	24000	36000 / 40500
Bemessungs-Strom	A		1250 2000 3000 4500 <sup>1)</sup> 5000 <sup>1)</sup>	1250 2000	2500 3000 4000 <sup>1)</sup>	1250 2000	2500 3000 4000 <sup>1)</sup>	1250 1600 2000 3000 <sup>1)</sup>	1250 2000 2500 <sup>1)</sup>
Bemessungs-Stehwechselfspannung	kV		3	28	28	38	38	50	75
Bemessungs-Stehblitzstoßspannung	kV		-	75	75	95	95	125	200
Bemessungs-Kurzschlussauschaltstrom	kA <sub>RMS</sub>		bis 140	bis 210	bis 210	bis 210	bis 210	bis 140	bis 140
I <sub>s</sub> -Begrenzer Einsatzhalter	kg		10,5	27,5	65	27,5	65	27 / 31,5 / 33	60
I <sub>s</sub> -Begrenzer Einsatz	kg		17,0	12,5	15,5	14,5	17,5	19 / 19,5 / 24	42
I <sub>s</sub> -Begrenzer	Breite	B mm	148	180	180	180	180	180	240
Einsatzhalter	Höhe	H mm	554	651	951	651	951	740 / 754 / 837	1016
mit Einsatz	Tiefe	T mm	384	510	509	510	509	553 / 560 / 560	695

<sup>1)</sup> Mit Kühlgebläse

Frequenz 50/60 Hz. Für höhere Bemessungs-Ströme werden Einsatzhalter mit Einsätzen parallel geschaltet.

# I<sub>s</sub>-Begrenzer<sup>®</sup>



I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtung in einem Schaltfeld mit Schaltwagen.

## B. I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtung in einem Schaltfeld mit Schaltwagen

Die I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtung kann auch in einem metallgekapselten Schaltfeld (alte Norm IEC 60298, metallgeschottet Betriebsverfügbarkeit LSC 2B) eingebaut werden. Der ausfahrbare Schaltwagen mit den drei I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsatzhaltern und den Einsätzen hat hierbei die Funktion eines Trenners. Die drei Auslöse-Stromwandler sind fest in der Zelle und die Mess- und Auslöseeinrichtung im Niederspannungs-Gerätekasten eingebaut.

## C. I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtung in einem Schaltfeld als Festeinbau

Die I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtung für Niederspannung, 12 kV, 17,5 kV und 24 kV wird auch als Festeinbau in einem metallgekapselten Schaltfeld geliefert. Hierbei sind die drei I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsatzhalter mit den I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einsätzen und die drei Auslöse-Stromwandler fest in der Zelle montiert.

Die Mess- und Auslöseeinrichtung befindet sich im Niederspannungs-Gerätekasten. Die I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtung (Festeinbau) für 36/40,5 kV wird in einem metallgekapselten Schaltfeld geliefert. Die Mess- und Auslöseeinrichtung ist wie bei der Geräteeinlieferung in einem separaten Stahlblechschrank (Bild 3) eingebaut. Die elektrischen Daten für alle I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtungen als Festeinbau sind die gleichen wie bei der Geräte-Lieferung. Maße und Gewichte auf Anfrage.

## Maße eines beispielhaften I<sub>s</sub>-Begrenzer Kuppelfeldes (I<sub>s</sub>-Begrenzer auf Schaltwagen)

Bemessungs-Spannung	Bemessungs-Strom	Bemessungs-Stehwechselspannung	Bemessungs-Stehblitzstoßspannung	Abmessungen			Gewicht einschließlich I <sub>s</sub> -Begrenzer-Schaltwagen kg
				Höhe mm	Breite mm	Tiefe mm	
12	1250 2000 2500 3000 4000 <sup>1)</sup>	28	75	2200	1000 <sup>2)</sup>	1634	ca. 1200
17,5	1250 2000 3000 4000 <sup>1)</sup>	38	95	2200	1000 <sup>2)</sup>	1634	ca. 1200
24	1250 1600 2000 2500 <sup>1)</sup>	50	125	2325	1000	1560	ca. 1300

<sup>1)</sup> Mit Kühlgebläse <sup>2)</sup> Eventuell 200 mm für Adapter zusätzliche Breite erforderlich

Für höhere Ströme werden Einsatzhalter mit Einsätzen parallel geschaltet.

# $I_s$ -Begrenzer<sup>®</sup>

## Anwendungen

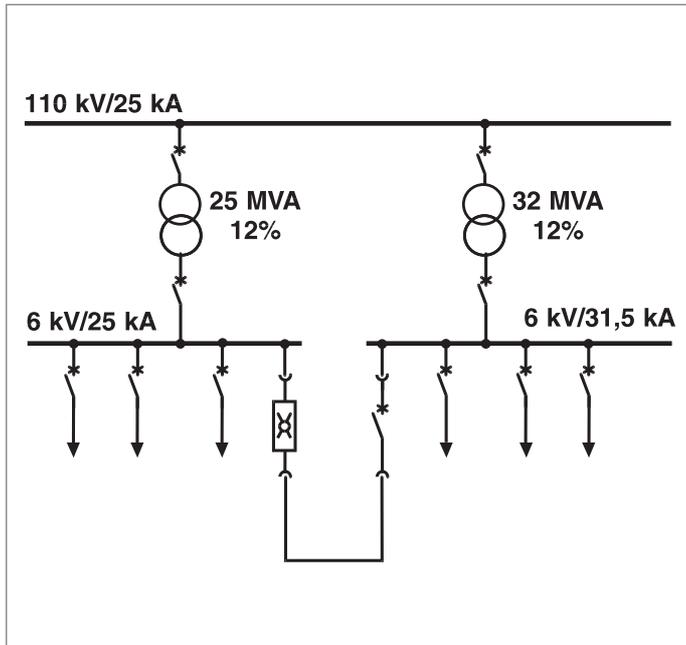


Bild 9:  $I_s$ -Begrenzer in der Längskupplung.

### $I_s$ -Begrenzer in Kupplungen

Sehr häufig werden  $I_s$ -Begrenzer in der Kupplung von Anlagen bzw. Teilanlagen eingesetzt, die bei Parallelschaltung über einen Leistungsschalter nicht ausreichend kurzschlussfest wären. Jede Teilanlage sollte mindestens eine Einspeisung haben, damit nach Auslösen des  $I_s$ -Begrenzers jede Teilanlage weiter versorgt werden kann (Bild 9). Für den Normalbetrieb von Teilanlagen, die über  $I_s$ -Begrenzer gekoppelt sind, ergeben sich viele Vorteile:

- Verringerung der vorgeschalteten Netzimpedanz. Durch Laststöße (z. B. Starten von Motoren) hervorgerufene Spannungseinbrüche werden erheblich geringer.
- Verbesserung der Stromaufteilung bei Einspeisetransformatoren.
- Die lastabhängigen Verluste der Einspeisetransformatoren werden geringer.
- Steigerung der Versorgungssicherheit. Bei Ausfall eines Einspeisetransformators wird der Laststrom ohne Unterbrechung durch andere Einspeisetransformatoren übernommen.
- Zusätzliche Kosten für eine neue Anlage mit höherer Kurzschlussfestigkeit entstehen nicht.

Erfolgt innerhalb einer Anlage oder in einem Abgang ein Kurzschluss, dann spricht der  $I_s$ -Begrenzer im ersten Anstieg des Kurzschlussstromes an und trennt die Anlage (Sammelschiene) in zwei Anlagenteile (Sammelschienteile), bevor der Stromaugenblickswert einen unzulässigen Wert erreicht.

Nach Auslösung des  $I_s$ -Begrenzers wird der Kurzschluss nur noch vom Transformator des vom Kurzschluss betroffenen Anlagenteils gespeist. Die Ausschaltung des Kurzschlussstromes erfolgt jetzt selektiv durch den Leistungsschalter.

Bemerkenswert ist der Vorteil, dass durch den Einsatz eines  $I_s$ -Begrenzers die Spannung des nicht vom Kurzschluss betroffenen Anlagenteils nur für Bruchteile einer Millisekunde absinkt und selbst empfindliche Verbraucher (z. B. Computer) gegen Spannungseinbrüche geschützt bleiben.

Der  $I_s$ -Begrenzer ist also auch in der Kupplung zwischen einer „ungeschützten“ und einer „geschützten“ Anlage als zuverlässiges Schaltgerät hervorragend einzusetzen.

# $I_s$ -Begrenzer<sup>®</sup>

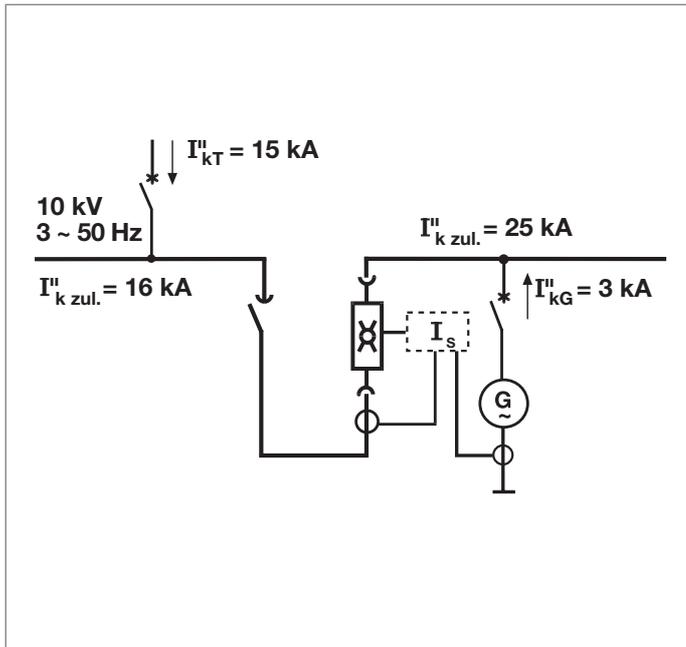


Bild 10:  $I_s$ -Begrenzer in der Kupplung zum öffentlichen Versorgungsnetz.

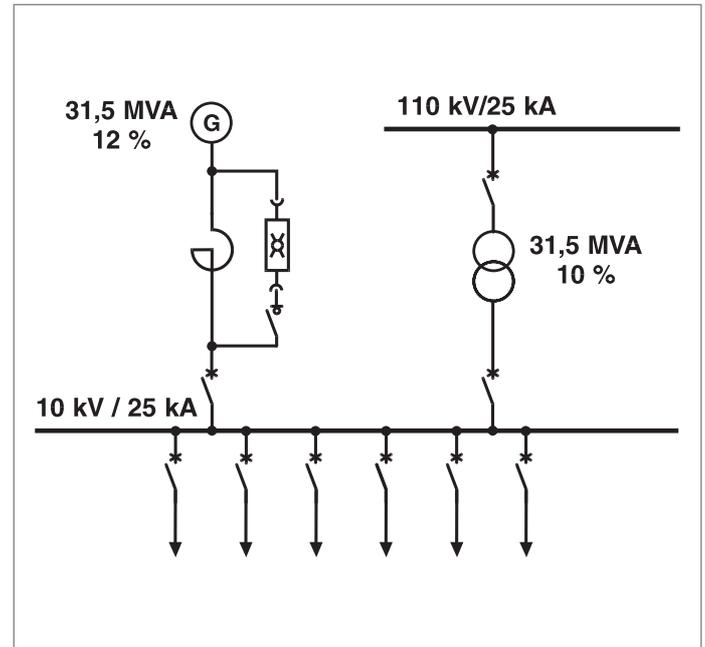


Bild 11:  $I_s$ -Begrenzer parallel zur Drosselspule in der Generatoreinspeisung.

## $I_s$ -Begrenzer in der Kupplung des öffentlichen Versorgungsnetzes mit einer Eigenversorgungsanlage.

Die Dezentralisierung der Energieversorgung führt dazu, dass Anlagen zur Eigenerzeugung und öffentliche Versorgungsnetze gekoppelt werden. Der zusätzliche Kurzschlussstrom von Generatoren bewirkt eine Überschreitung des zulässigen Kurzschlussstromes im öffentlichen Versorgungsnetz. Die technisch sinnvollste – häufig auch einzige – Lösung besteht im Einsatz eines  $I_s$ -Begrenzers in der Kupplung zum öffentlichen Versorgungsnetz (Bild 10).

Falls erforderlich, kann der  $I_s$ -Begrenzer ein stromrichtungsabhängiges Auslösekriterium erhalten. Dies erfordert in der Sternpunkt-Ableitung der Generatoren drei zusätzliche Stromwandler. Der  $I_s$ -Begrenzer löst dann nur bei Kurzschlüssen im öffentlichen Versorgungsnetz aus, wenn ein Generator betrieben wird.

## $I_s$ -Begrenzer parallel zur Drosselspule

Der  $I_s$ -Begrenzer kann auch zu einer Drosselspule parallel geschaltet werden (Bild 11). Bei einem Kurzschluss hinter der Drosselspule löst er aus und der Strom kommutiert in den ersten Stromanstieg auf die parallel liegende Drosselspule, die dann den Kurzschlussstrom auf den zulässigen Wert begrenzt. Für den Normalbetrieb überbrückt der  $I_s$ -Begrenzer die Drosselspule.

- Vermieden werden stromabhängige Kupferverluste und damit verbundene Betriebskosten der Drosselspule.
- Vermieden wird der stromabhängige Spannungsfall an der Drosselspule, der beim Starten von leistungsstarken Motoren häufig große Schwierigkeiten bereitet.
- Vermieden werden Regelungsprobleme des Generators.

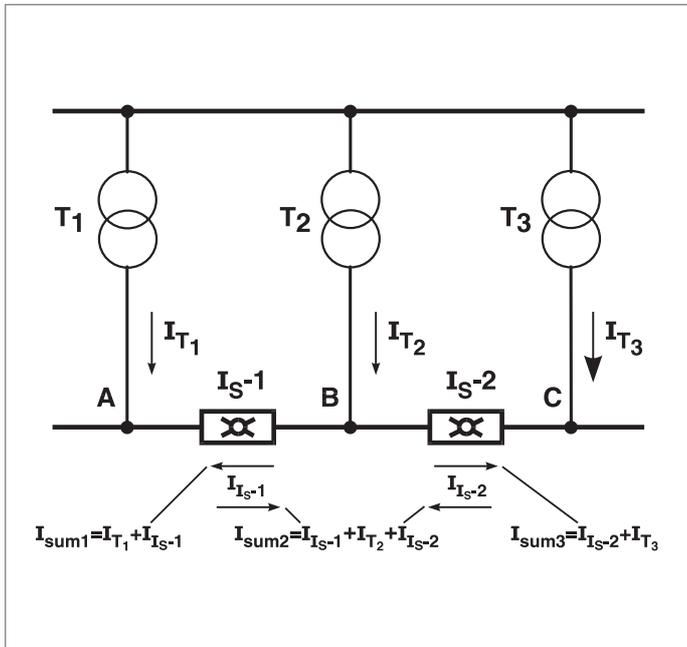


Bild 12: Übersichtsschaltbild I<sub>s</sub>-Begrenzer mit Summenstrommessung.

### Einsatz von mehreren I<sub>s</sub>-Begrenzern mit Selektivität

Um beim Einsatz mehrerer I<sub>s</sub>-Begrenzer in einer Anlage Selektivität zu erzielen, sind zusätzlich Stromsummen, Stromdifferenzen oder Stromrichtungsvergleiche als Auslösekriterien erforderlich.

Soll z. B. beim Einsatz von zwei I<sub>s</sub>-Begrenzern selektiv ausgelöst werden, so erfordert dies eine Summenstrommessung. Die I<sub>s</sub>-Begrenzer wirken folgendermaßen:

- Kurzschluss im Bereich der Anlage A:  
nur I<sub>s</sub>-Begrenzer 1 löst aus.
- Kurzschluss im Bereich der Anlage B:  
I<sub>s</sub>-Begrenzer 1 und 2 lösen aus.
- Kurzschluss im Bereich der Anlage C:  
nur I<sub>s</sub>-Begrenzer 2 löst aus.

Für die Summenstrommessung müssen Transformatoreinspeisungen zusätzlich mit je einem Stromwandlersatz ausgerüstet sein.

Der Summenstrom I<sub>sum1</sub> ergibt sich aus den Strömen über Transformator T1 (I<sub>T1</sub>) und I<sub>s</sub>-Begrenzer 1 (I<sub>s-1</sub>).

Der Summenstrom I<sub>sum2</sub> ergibt sich aus den Strömen über Transformator T2 und I<sub>s</sub>-Begrenzer 1 sowie I<sub>s</sub>-Begrenzer 2.

Der Summenstrom I<sub>sum3</sub> ergibt sich aus den Strömen über Transformator T3 und I<sub>s</sub>-Begrenzer 2.

Der Form nach entsprechen die Auslösekriterien der I<sub>s</sub>-Begrenzer einer logischen UND-Funktion. Der I<sub>s</sub>-Begrenzer 1 löst bei Kurzschlüssen im Bereich der Anlage A aus, wenn der Strom über den I<sub>s</sub>-Begrenzer 1 und der Summenstrom I<sub>sum1</sub> gleichzeitig ihre Ansprechwerte erreichen oder überschreiten. Entsprechendes gilt bei der Anlage C. Bei einem Kurzschluss in der Anlage B lösen die I<sub>s</sub>-Begrenzer 1 und 2 aus.

Die Summierung der Ströme entspricht im Prinzip der Summenstrombildung beim Sammelschienenschutz. Der Unterschied liegt darin, dass keine Stromwandler in den Abgängen benötigt werden, der Aufwand also gering ist. Mit diesem Prinzip wurden bisher bis zu fünf Transformatoren über vier I<sub>s</sub>-Begrenzer parallelgeschaltet. Das Prinzip stellt sicher, dass immer nur der bzw. die I<sub>s</sub>-Begrenzer auslösen, die der Kurzschlussstelle am nächsten sind.

# I<sub>s</sub>-Begrenzer®

Bitte per Post oder Fax +49(0)21 02/12-19 22 senden an:

**ABB AG**  
**Calor Emag Mittelspannungsprodukte**  
Postfach 10 12 20  
D-40832 Ratingen

Absender:

---

---

---

---

Fragen zum Einsatz von I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtungen in Mittel- und Niederspannungs-Drehstromanlagen.

Für ein Angebot und die Auslegung von I<sub>s</sub>-Begrenzer-Einrichtungen benötigen wir folgende Angaben:

1. Betriebsspannung:

---

2. Betriebsstrom:

---

3. Frequenz:

---

4. Um die Auslöse- und Einstellwerte zu berechnen, benötigen wir:

- Übersichtsschaltplan des Netzes (der Spannungsebene) mit folgenden Daten:
  - Anfangskurzschlusswechselstrom  $I_k$  der Generatoren, Transformatoren, des übergeordneten Netzes, die Motor-Rückspeisung im Kurzschlussfall und die Kurzschlussfestigkeit der Schaltanlagen
- Ferner benötigen wir, nur von der Spannungsebene, in welcher der I<sub>s</sub>-Begrenzer installiert werden soll, folgende Angaben:
  - Nennleistung von Motoren größer 2 MW
  - Nennblindleistung von Kondensatoren und welche Induktivitäten sind in Reihe zu diesen geschaltet?
  - Nennleistung des größten Transformators, der von dieser Spannungsebene zugeschaltet wird
- Übersichtsschaltplan

5. Welche Anlagenteile sollen durch I<sub>s</sub>-Begrenzer geschützt werden? Bitte beachten Sie, dass mehr als ein I<sub>s</sub>-Begrenzer in einem Netz installiert werden kann und wir Selektivität zwischen den I<sub>s</sub>-Begrenzern realisieren können.

---

---

---

---

---

6. Anforderungen an die Kundenanlage:

- Damit die I<sub>s</sub>-Begrenzer Einsätze ausgewechselt werden können, muss eine Freischaltmöglichkeit vorhanden sein. Für das ZS-Wagenfeld kann der I<sub>s</sub>-Begrenzer-Wagen für diesen Zweck herausgefahren werden.
- Es muss ein Leistungsschalter in Reihe mit dem I<sub>s</sub>-Begrenzer vorhanden sein.



# Kontakt

## **ABB AG**

### **Calor Emag Mittelspannungsprodukte**

Oberhausener Straße 33

40472 Ratingen, Deutschland

Telefon: 02102 12-0

Telefax: 02102 12-17 77

E-Mail: [powertech@de.abb.com](mailto:powertech@de.abb.com)

[www.abb.de/mittelspannung](http://www.abb.de/mittelspannung)

#### **Hinweis:**

Technische Änderungen der Produkte sowie Änderungen im Inhalt dieses Dokuments behalten wir uns jederzeit ohne Vorankündigung vor. Bei Bestellungen sind die jeweils vereinbarten Beschaffenheiten maßgebend. Die ABB AG übernimmt keinerlei Verantwortung für eventuelle Fehler oder Unvollständigkeiten in diesem Dokument.

Wir behalten uns alle Rechte an diesem Dokument und den darin enthaltenen Gegenständen und Abbildungen vor. Vervielfältigung, Bekanntgabe an Dritte oder Verwertung seines Inhaltes – auch von Teilen – ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung durch die ABB AG verboten.

Copyright© 2014 ABB  
Alle Rechte vorbehalten