



# Leitungsschutzschalter versus elektronisches Selektivitätsmodul

## Selektive Überwachung von DC 24-V-Verbraucherabzweigen

Ob robuste elektromechanische Lasten oder hochsensible Elektronik, alle 24-V-Verbraucher werden in modernen Anlagen- und Maschinenbau gemeinsam durch ein einziges geregeltes Schaltnetzteil versorgt. Damit Störungen an einem Verbraucher nicht gleich die gesamte Anlage lahm legen, wird der 24-V-Versorgungsstromkreis auf einzelne Abzweige aufgeteilt und selektiv abgesichert. Hierfür werden oftmals Leitungsschutzschalter (LSS) eingesetzt. In vielen Fällen bieten sie aber keinen verlässlichen Schutz. Das elektronische Selektivitätsmodul hingegen überwacht zuverlässig die 24-V-Abzweige und ermöglicht eine sichere Fehlerdiagnose und minimiert Stillstandszeiten.

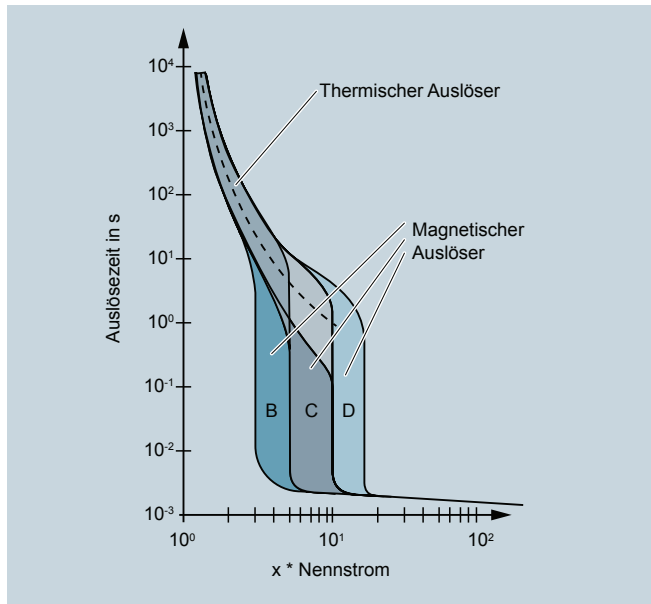
### Schaltnetzteile schützen sich durch elektronische Ausgangsstrombegrenzung

Primär getaktete Schaltnetzteile haben sich zur Versorgung der 24-V-Ebene automatisierter Anlagen längst flächendeckend durchgesetzt und das unregelmäßige Trafonetzteil abgelöst. Die Aufteilung der 24-V-Versorgung auf mehrere Verbrauchergruppen sowie deren Absicherung erfolgt in den meisten Fällen jedoch noch über herkömmliche Leitungsschutzschalter. Schaltnetzteile sind mit ihren Bauteilen auf einen bestimmten Nennwert der Ausgangsleistung dimensioniert. Um die Geräte gegen Schädigung durch Überlastung zu schützen, wird der Ausgangsstrom elektronisch begrenzt. Der Einsatzpunkt der Strombegrenzung liegt hierbei in der Regel beim 1,1- bis zum 1,5-fachen des Nennwertes. Dieser begrenzte Maximalstrom hat auch Auswirkungen auf das Auslöseverhalten von Leitungsschutzschaltern.

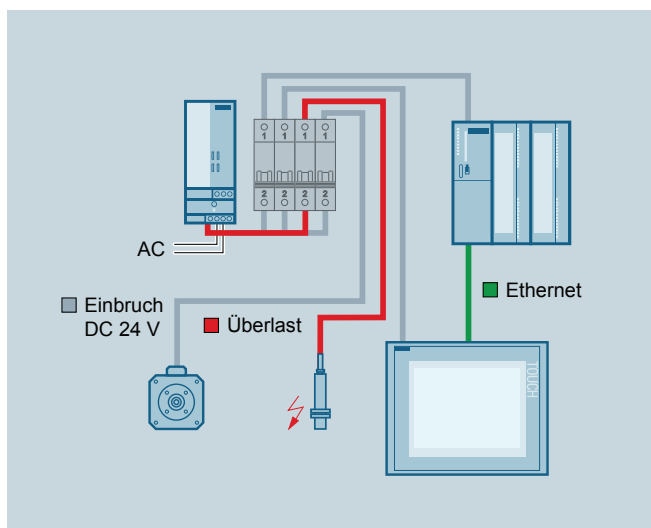
### Das charakteristische Verhalten von Leitungsschutzschaltern

Die Aufgabe von Leitungsschutzschaltern ist der Schutz von Leitungen gegen thermische Schädigung der Isolation durch zu hohe Ströme. Die Auslösekennlinien sind daher den Belastungskennlinien der Leitungen angepasst. Beim Abschaltmechanismus ist zwischen zwei Auslösebereichen zu unterscheiden. Im Bereich kleiner Überströme erfolgt eine zeitlich verzögerte thermische Auslösung durch ein Bimetall. Die Dauer bis zur Auslösung ist dabei abhängig von der Höhe des Überstroms und liegt im Bereich von Minuten bis Stunden. Das Abschalten bei großen Überströmen (Kurzschlüssen) erfolgt hingegen über die elektromagnetische Auslösung. Sie erfolgt im Millisekundenbereich über einen Elektromagneten. Damit die elektromagnetische Auslösung des Leitungsschutzschalters aber nicht schon bei betriebsmäßigen Einschaltstromstößen der angeschlossenen Verbraucher anspricht, gibt es unterschiedliche Empfindlichkeiten, die sich in den verschiedenen Auslösecharakteristiken „A“ bis „D“ widerspiegeln. In allen Fällen wird jedoch ein Mehrfaches des Nennstroms benötigt, damit der Leitungsschutzschalter sehr schnell auslöst.

Bei einem Leitungsschutzschalter mit Charakteristik C, erfolgt die Auslösung z.B. beim 5- bis 10-fachen Nennstrom. Wobei sich bei Gleichspannung die Grenzstromwerte um den Faktor 1,4 erhöhen. Für die Sofortauslösung muss man zur sicheren Projektierung also den 14-fachen Nennstrom berücksichtigen.



Die schnelle Auslösung ist entscheidend, weil beim Zusammenbruch der 24-V-Versorgung auch die intakten Abzweige unterversorgt werden. Spannungsausfälle ab 20ms sind für die SPS bereits kritisch und führen zur Unterbrechung des Prozesses oder sogar zum Absturz.



#### Applikationsbeispiel mit selektiver Absicherung über Leitungsschutzschalter:

Bei Überlast begrenzt das Schaltnetzteil den Strom und der Leitungsschutzschalter löst nicht schnell genug aus. Die 24 Volt brechen ein, alle Verbraucher werden unterversorgt, die SPS geht in „stop“.

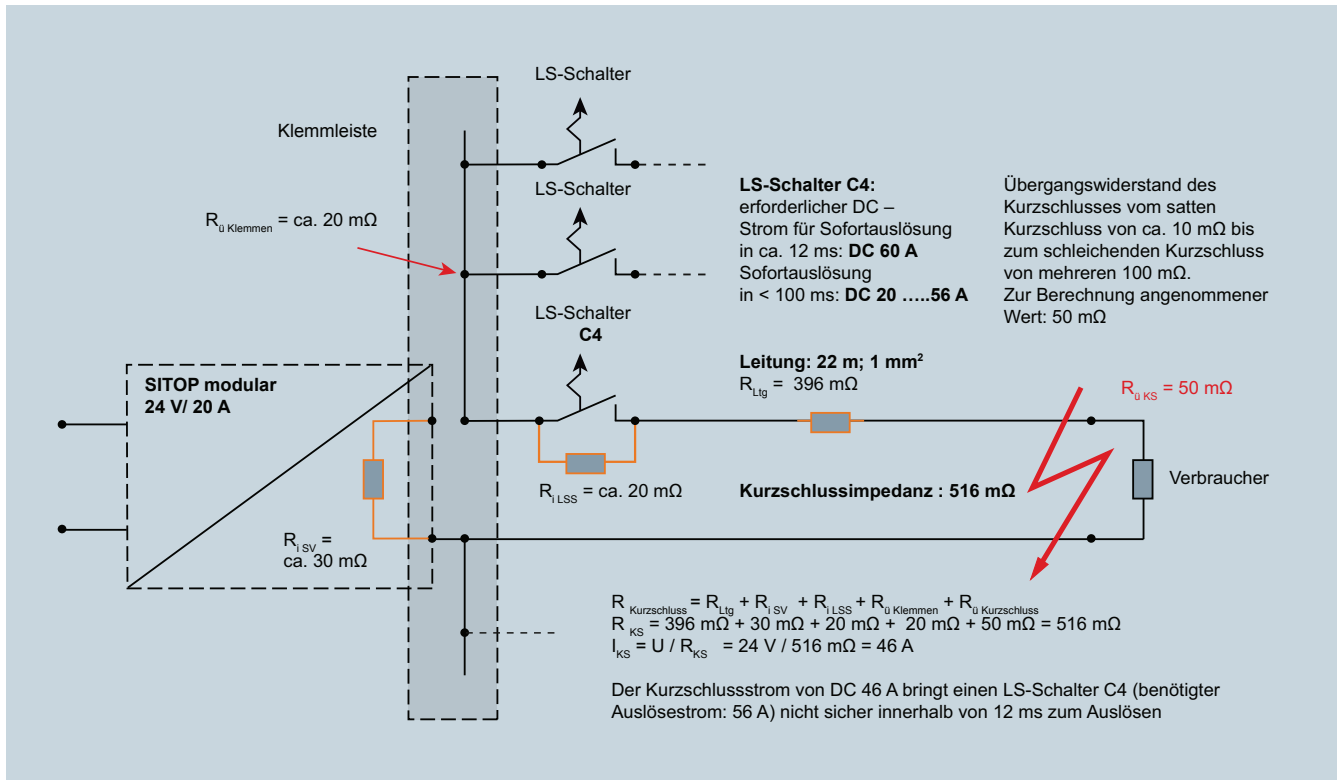
#### Die Problematik moderner Netzgeräte und herkömmlicher Leitungsschutzschaltern

Durch die elektronische Strombegrenzung des Schaltnetzteils wird der Ausgangsstrom im Überlastfall auf einen beispielhaften Wert des 1,5-fachen Nennstromes limitiert. Bei einem 20-A-Gerät entspricht dies z.B. einem Maximalstrom von 30 A. Damit lassen sich allenfalls Leitungsschutzschalter Charakteristik C mit einer Nennstromstärke von bis zu 2 A sicher zum sofortigen Auslösen bringen.

#### Überdimensionierung ist ein unzureichender Lösungsansatz

Im einfachsten Fall kann ein Auslösen von Leitungsschutzschaltern größerer Nennstromstärke erreicht werden, indem eine Stromversorgung mit höherer Ausgangsleistung eingesetzt wird. Dies verursacht jedoch auch größeren Platzbedarf und höhere Kosten. Zum Teil wird in Stromversorgungen auch ein sogenannter „Power-Boost“ integriert. Hierbei ist das Gerät zumindest kurzzeitig in der Lage, einen Ausgangsstrom bis zum 6-fachen des Nennstromes zu liefern.

In der Praxis ist dies jedoch oftmals keine Lösung, weil dieser hohe Ausgangsstrom überhaupt nicht zum fließen kommt. Denn die ohmschen Widerstände der Hin- und Rückleitungen bis zur Fehlerstelle begrenzen den maximal möglichen Strom. Schon bei einer Schleifenimpedanz von nur 0,4 Ohm – das entspricht bei einer Leitung mit einem Querschnitt von 1 mm<sup>2</sup> einer Entfernung von nur 11 m zwischen Stromversorgung und Verbraucher - kann ein 20-A-Netzteil, das kurzzeitig den 6-fachen Strom (120 A) liefern könnte, nur noch einen 3-fachen Strom (60 A) durch den Kurzschlusspfad treiben. Mit diesem Strom kann dann maximal ein Leitungsschutzschalter Charakteristik C mit Nennstrom bis 4 A mit Sicherheit sofort ausgelöst werden. Berücksichtigt man allerdings neben dem reinen Leitungswiderstand auch die Innenwiderstände der Stromversorgung und des Leitungsschutzschalters sowie die Übergangswiderstände von Klemmen und des eigentlichen Kurzschlusses, kommen selbst die 60 A nicht mehr zum fließen und ein C4 nicht mehr zum sofortigen auslösen (siehe Applikationsbeispiel auf nächster Seite). Und bei niederohmigeren Fehlern kommt zwar ein höherer Strom zum fließen, mit dem auch größere Leitungsschutzschalter ausgelöst werden können, aber die parallelen Verbraucherzweige erfahren zumindest bis zum Wegschalten des fehlerhaften Pfades einen Spannungseinbruch. Wenn die Abschaltung nicht binnen weniger Millisekunden erfolgt, können weitere elektronische Verbraucher gestört werden. Letztendlich kann mit der Kombination Schaltnetzteil und Leitungsschutzschalter nur in speziellen Fällen unter hohem Projektierungsaufwand eine selektive Abschaltung fehlerhafter Verbraucherzweige erreicht werden.



#### Applikationsbeispiel mit begrenztem Kurzschluss-Strom:

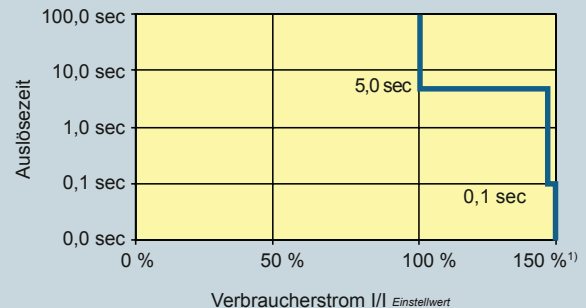
Der Kurzschluss-Strom wird durch verschiedene ohmsche Widerstände reduziert, weshalb der Strom zur schnellen Auslösung des Leitungsschutzschalters nicht erreicht werden kann, unabhängig von der Leistungsstärke der Stromversorgung

#### Speziell abgestimmte Abschaltcharakteristik als optimale Lösung

Das Selektivitätsmodul ist speziell auf das Verhalten von Schaltnetzgeräten und den zu versorgenden 24-V-Gleichspannungs-Abzweigen abgestimmt. Mit seiner speziellen Abschaltcharakteristik (siehe rechts) reagiert es auf Überstrom in einem fehlerhaften Abzweig, selbst wenn dieser nur geringfügig über dem Nennstrom liegt. Dadurch lassen sich auch lange dünne Leitungen zuverlässig absichern, bei denen der Kurzschlussstrom durch den hohen ohmschen Widerstand begrenzt ist. Durch diesen Vorteil sind kleinere Leitungsquerschnitte möglich, die gerade bei langen Distanzen zu Einsparungen führen.

Neben der Überwachung des Stroms in den einzelnen Abzweigen misst das Selektivitätsmodul auch die Netzteil-Ausgangsspannung. Sinkt sie unter 20 V, kommt es zu einer selektiven Sofortabschaltung aller Ausgänge, die in diesem Moment über 100 % des individuell eingestellten Auslösestroms führen. Für alle nicht überlasteten Abzweige bleibt somit die 24-V-Versorgung ohne störenden Einbruch erhalten – und damit die Möglichkeit des Weiterbetriebs großer Anlagenteile.

#### Abschaltcharakteristik



#### Selektivitätsmodul SITOP PSE200U:

Verhalten bei Strombedarf je Ausgangskreis ...

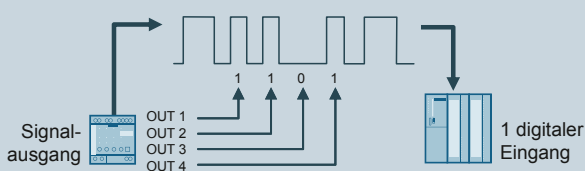
- von 0 A bis zum Einstellwert ( $I/I_{\text{Einstellwert}} = 100\%$ )  
→ keine Abschaltung
- vom Einstellwert bis 150 %<sup>1)</sup>  
→ Abschaltung nach ca. 5 s
- über 150 %<sup>1)</sup> vom Einstellwert  
→ Strombegrenzung auf ca. 150 %<sup>1)</sup> für typ. 100 ms, anschließend Abschaltung
- über Einstellwert bei gleichzeitigem Einbrechen der Versorgungsspannung unter 20 V  
→ Sofortabschaltung

<sup>1)</sup>Varianten mit NEC Class 2: 110%

## Umfangreiche Funktionalität sichert gezielte Fehlerlokalisierung

Der Auslösestrom eines jeden Ausgangs kann individuell mit einem von vorne zugänglichen Potentiometer eingestellt werden. Zur Verfügung stehen Gerätevarianten mit den Einstellbereichen 0,5-3 A und 3-10 A, darunter auch Varianten mit 100 W Leistungsbegrenzung der Ausgänge nach NEC Class 2. Der Zustand der einzelnen Abzweige wird über eine mehrfarbige LED je Kanal signalisiert. Im Falle einer Abschaltung wechselt die Anzeige von grün auf rot und je nach Gerätevariante wird die Störung über einen Summenmeldekontakt oder als Einzelkanalmeldung ausgegeben. Bei der Einzelkanalmeldung ist der Meldeausgang mit nur einem Standard-Digitaleingang der Steuerung zu verbinden. Der abgeschaltete Kanal wird über ein Puls-Pausen-Protokoll signalisiert, welches auf der Steuerungsseite von einem Funktionsbaustein ausgewertet wird (siehe unten). Fehler sind so besonders schnell in einem übergeordneten Leit- oder Bedien- und Beobachtungssystem lokalisierbar, was zu einer weiteren Reduzierung von Stillstandzeiten führt.

SITOP PSE200U mit Einzelkanalmeldung:  
Zyklische Signalisierung der Kanalzustände



Das Modul SITOP PSE200U mit Einzelkanalmeldung gibt den Status der 4 Kanäle zyklisch über einen seriellen Code aus, der z. B. von einem digitalen SPS-Eingang eingelesen werden kann. Zur Auswertung stehen Funktionsbausteine für SIMATIC S7-1500/1200/300/400, ET200 SP/ ET200 S für STEP 7 Klassik und TIA-Portal sowie für SIMOTION SCOUT und SIMOTION CPUs kostenfrei zur Verfügung. Als Anwendungsbeispiel finden Sie auch die Einbindung in Logikmodule LOGO!. Weitere Informationen und Downloads:

SIMATIC S7:  
<http://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/61450284>

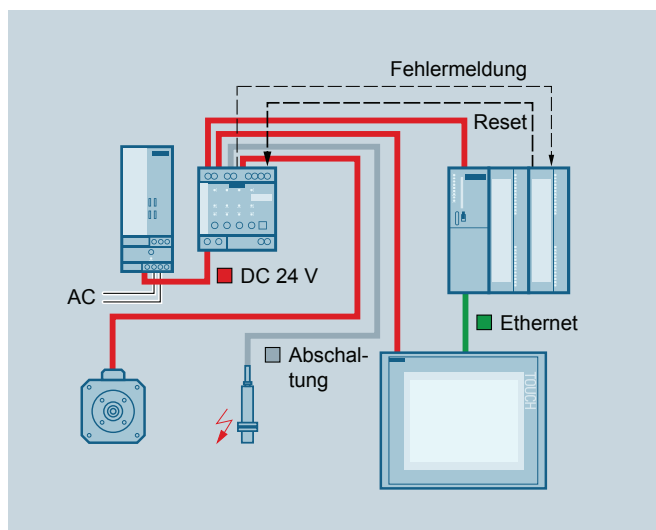
SIMOTION:  
<http://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/82555461>

LOGO!:  
<http://www.siemens.de/logo-anwendungsbeispiele>

## Zusatznutzen im Betrieb und bei der Inbetriebnahme

Wenn im Betrieb ein Fehler nur temporär aufgetreten ist, lässt sich der betroffene Ausgang über Fern-Reset wieder aktivieren. Vor allem bei entfernt gelegenen Anlagenteilen kann die Funktion Wege- und evtl. auch Ausfallzeit sparen. Zur Unterstützung der Inbetriebnahme und Wartung lassen sich einzelne Abzweige manuell über Taster ab- und zuschalten. Ein manuell abgeschalteter Kanal wird durch eine gelbe LED signalisiert. Aus Sicherheitsgründen kann das manuelle Abschalten nicht über Fern-Reset aufgehoben werden.

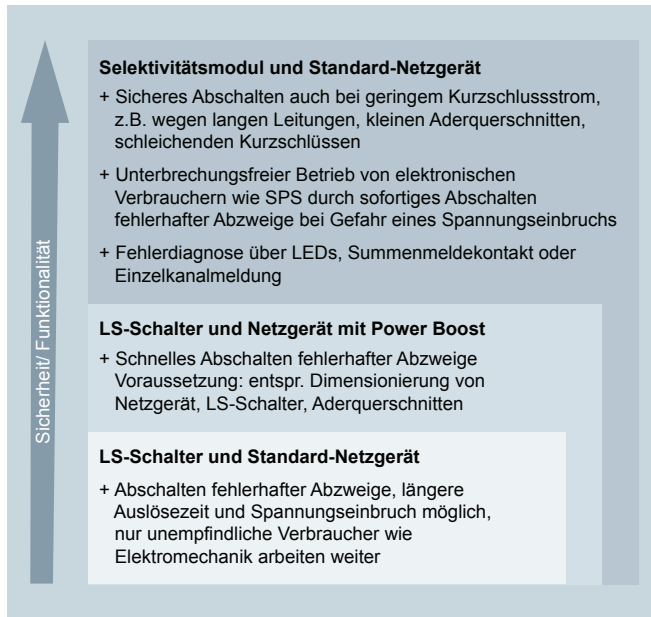
Einen weiteren Nutzen bringt das sequentielle Zuschalten der einzelnen Ausgangskanäle. Wählbar sind hierbei Verzögerungszeiten 25 ms, 100 ms oder lastoptimiert - d.h. wenn der vorherige Ausgang wieder unter dem eingestellten Auslösestrom liegt. Sie verhindern das zeitgleiche Zuschalten vieler angeschlossener Lasten, die die Stromversorgung kurzzeitig überlasten und die 24-V-Spannung beeinflussen würde. Der geringere Gesamteinschaltstrom ermöglicht ggf. eine kleinere Dimensionierung des Netzgeräts.



### Applikationsbeispiel mit einem Standard-Netzgerät (z.B. aus der Produktlinie SITOP smart) und Selektivitätsmodul SITOP PSE200U:

Fehlerhafte Abzweige werden durch das Selektivitätsmodul bei Gefahr eines 24-V- Spannungseinbruchs sofort abgeschaltet. Kritische Verbraucher wie z.B. eine SPS werden unterbrechungsfrei weiter versorgt.

## Einsatzspektrum von Leitungsschutzschaltern und Selektivitätsmodul SITOP PSE200U



Für Verbraucher, die unempfindlich gegen Spannungseinbrüche sind, bieten Schaltnetzteile mit Leitungsschutzschalter eine kostengünstige Lösung.

Mit einer hoher Überlastfähigkeit der Stromversorgung (Power Boost z.B. bis  $6 \times I_{\text{Nenn}}$ ) kann das Auslösen der LS-Schalter beschleunigt werden. Bei empfindlichen Verbrauchern und begrenztem Kurzschlussstrom garantiert diese Kombination aber auch keinen sicheren Schutz.

Mit dem Selektivitätsmodul ist unter allen Bedingungen eine hohe Projektierungssicherheit gegeben. Zudem ist ein Standard-Schaltnetzgerät ausreichend.

### Fazit

Mit dem Selektivitätsmodul SITOP PSE200U wird Selektivität in 24-V-Versorgungsstromkreisen zuverlässig erreicht, unerwünschte Rückwirkungen auf die eingesetzte Stromversorgung, resultierend aus Kurzschluss oder Überlast, werden eliminiert. Denn das Selektivitätsmodul überwacht den Strom je Abzweig und verhindert zuverlässig das Einbrechen der Versorgungsspannung. Die Einzelkanalmeldung ermöglicht bereits eine Fehlereingrenzung und Reaktion von zentraler Stelle. Vor Ort am Schaltschrank helfen die kanalspezifischen LED-Anzeigen beim schnellen Auffinden der Fehlerquelle, Anlagentotalausfälle werden vermieden, Teilausfälle auf eine kurze Zeitdauer minimiert. Zusatznutzen bringen das Fern-Reset, manuelles Ab- und Zuschalten sowie sequentielles Einschalten der einzelnen 24-V-Abzweige.