

Siemens AG CT SR SI Otto-Hahn-Ring 6 81739 München

Continental Teves AG & CO. oHG  
Frankfurt Hauptverwaltung  
Hr. Kilb  
QPF. Geb. 20/5.068/H.-L.Ross  
Guerickestr. 7  
60488 Frankfurt am Main

Bank-Nr. / tracking no. <b>11072359</b>	Datum / date <b>2005-03-11</b>	Ihr Ruf / your telephone <b>+49 69 7603-3270</b> Ihr Fax / your fax <b>+49 69 7603-3947</b>	Datum / date <b>2005-03-11</b>
Org-ID / Customer no. <b>23019920</b>	Bestellnummer / Order no. <b>44224675 0002 YK1 SN 29500</b>		Positionsnr. / Order position no.
Unsere Abteilung / our department <b>CT SR SI</b>		Name / name <b>Oliv</b>	Durchwahl / telephone <b>+49 89 636-40682</b>
Versandanschrift/Empfänger/Bestimmungsort / Shipping/Recipient/Destination			
Position / Item	Menge / Quantity	Dokumentnummer / document number	
	<b>1</b>	<b>SN 29500-11</b> <b>Ausgabe: 1990-08</b> <b>Sprache: de</b>	

Hinweis:  
Das Normungs-Informationssystem NORIS-Web von CT SR SI, bietet Ihnen Informationen und Service zu allen Normen und Technischen Regeln sowie zu Firmencodes. Sie können NORIS-Web erreichen unter <http://nweb.mchp.siemens.de/>

Note:  
The CT SR SI standard information system NORIS-Web offers you informations and services regarding all standards and technical regulations as well as company codes. You can find us at: <http://nweb.mchp.siemens.de/>

# Ausfallraten Bauelemente Erwartungswerte von Schützen

## SN 29500 Teil 11

Failure rates of components;  
Expected values for contactors

Ersatz für Ausgabe 1.85

### 1 Zweck

Diese Norm ist für Zuverlässigkeitsberechnungen von Erzeugnissen anzuwenden, in denen Schütze eingesetzt werden. Sie ergänzt SN 29500 Teil 1 „Allgemeines“.

### 2 Referenzbedingungen

Anwendungsbereich	Anwendungen mit hohen Zuverlässigkeitsanforderungen; Anwendungsschwerpunkt ist die Steuerungstechnik.
Ausfallkriterien	Es wird zwischen Ausfällen und Fehlern unterschieden. Die Erwartungswerte bei Referenzbedingungen gelten für Ausfälle (s. a. Anhang A).
Schaltspielbereich	Elektrische Lebensdauer eines Schützes, das ist die Lebensdauer, die von 90 % der Schütze erreicht wird.
Schalthäufigkeit	1 Schaltspiel pro Stunde
Belastungsart der Schaltglieder	Die Schaltstücke eines Schaltgliedes schalten die Last sowohl ein als auch aus. Für die Schaltgliedbelastung gilt nach VDE 0660 für <ul style="list-style-type: none"> <li>– 1- und 2-polige Gleichstromschütze : DC1 bis DC5</li> <li>– 3-polige Wechselstromschütze : AC1 bis AC4</li> <li>– Hilfsschütze und Hilfschalter von Schützen : AC11 (Wechselstrom), DC11 (Gleichstrom)</li> </ul>
Mittlere Umgebungstemperatur <sup>1)</sup>	$\theta_{U,ref} = 35^\circ\text{C}$ (nach VDE 0660 Teil 102, 200)
Einsatzart	Betriebs- und Umgebungsbedingungen nach VDE 0660 Teil 102. Besondere Betriebsbedingungen entsprechend den Angaben im Siemens-Katalog "NS2" und dem "Siemens Handbuch der Niederspannung".
Betriebsart <sup>1)</sup>	Beliebig innerhalb der im Datenblatt ausgewiesenen Grenzen.

<sup>1)</sup> Siehe SN 29500 Teil 1

Fortsetzung Seite 2 bis 8

ZFE GR Technische Normung, München und Erlangen

### 3 Erwartungswerte bei Referenzbedingungen

Die Ausfallraten bei Referenzbedingungen  $\lambda_{ref}$  in der Tabelle 1 sind bei Betrieb unter den angegebenen Referenzbedingungen (siehe Abschnitt 2) als Erwartungswerte für die Gesamtheit der Lose zu verstehen. Sie gelten für die elektrische Lebensdauer.

Bei Referenzbedingungen übersteigt die mechanische Lebensdauer der Schütze die elektrische Lebensdauer der Schaltglieder um ein Mehrfaches. Die mechanische Lebensdauer wird in Tabelle 1 zusätzlich angegeben.

Tabelle 1. Ausfallraten von Schützen, Erwartungswerte

		$\lambda_{ref}$ in fit 1)	Elektrische Lebensdauer in Schaltspielen	Mechanische Lebensdauer in Schaltspielen
1-polige Gleichstromschütze 2)		200	$0,5 \cdot 10^6$	$30 \cdot 10^6$
2-polige Gleichstromschütze 2)		100	$1,0 \cdot 10^6$	$10 \cdot 10^6$
3-polige Wechselstromschütze 3)	3TJ	250	$0,4 \cdot 10^6$	$10 \cdot 10^6$
	3TB / 3TF	80	$1,3 \cdot 10^6$	$10 \cdot 10^6$
Hilfsschütze je Schaltglied 4)	3TJ	400	$0,25 \cdot 10^6$	$10 \cdot 10^6$
	3TH	200	$0,5 \cdot 10^6$	$30 \cdot 10^6$
Hilfsschaltglieder von Schützen je Schaltglied 4)		200	$0,5 \cdot 10^6$	$10 \cdot 10^6$

1) 1 fit entspricht  $10^{-9}$  1/h; Anzahl Ausfälle pro  $10^9$  Bauelementestunden.  
 2) Bei  $I_n$  nach DC1 - DC5 / 220 V  
 3) Bei  $I_n$  nach AC3 / 400 V  
 4) Bei  $I_n$  nach AC11 / 230 V

### 4 Umrechnung von Referenz- auf Betriebsbedingungen

Werden die Schütze nicht mit den in Abschnitt 2 genannten Referenzbedingungen betrieben, ergeben sich Ausfallraten, die von den Erwartungswerten in Tabelle 1 abweichen. Die Ausfallrate von Schützen bei Betriebsbedingungen errechnet sich zu

$$\lambda = \lambda_{ref} \cdot \pi_S \cdot \pi_U \cdot \pi_I \cdot \pi_T \cdot \pi_E$$

Hierin bedeuten

$\lambda_{ref}$	Ausfallrate bei Referenzbedingungen
$\pi_S$	Faktor für Schalthäufigkeit
$\pi_U$	Faktor für Spannungseinfluß
$\pi_I$	Faktor für Stromeinfluß
$\pi_T$	Faktor für Temperatureinfluß
$\pi_E$	Faktor für Umgebungseinfluß

#### 4.1 Faktor für Schalthäufigkeit $n_S$

Der Faktor berücksichtigt die Anzahl Schaltspiele je Stunde (Bild 1). Dabei ist zu beachten, daß die maximal zulässige Schalthäufigkeit bei der entsprechenden Beanspruchung nach Datenblatt nicht überschritten wird.

a)  $n_S = 1$  für  $S \leq 1$

b)  $n_S = \frac{S}{S_{ref}}$  für  $S > 1$

Hier bedeuten:

$S$  Schaltspiele / Stunde  
 $S_{ref} = 1$  Referenzschaltspiele / Stunde

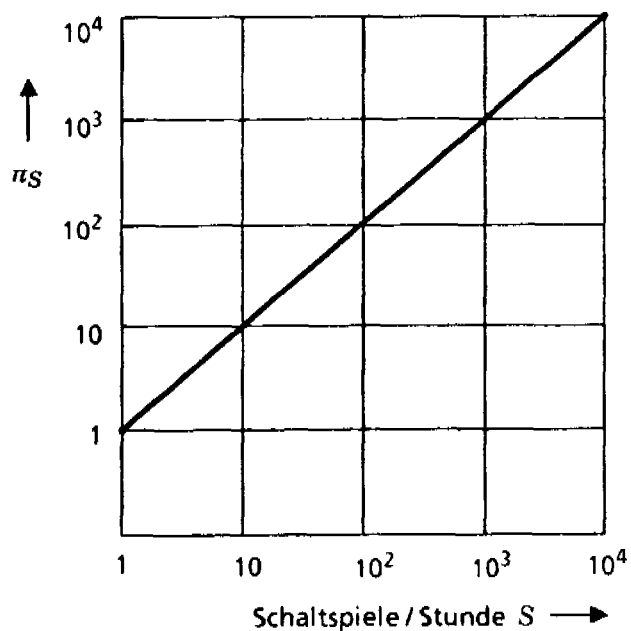


Bild 1. Faktor  $n_S$  in Abhängigkeit von der Schalthäufigkeit

**4.2 Spannungsabhängigkeit, Faktor  $\pi_U$** 

Die Spannungsabhängigkeit wird nach Gleichung (1.2) in SN 29500 Teil 1 berücksichtigt:

$$\pi_U = \exp \left\{ C_1 \left( U^{C_2} - U_{ref}^{C_2} \right) \right\}$$

Hierin bedeuten

$U$	Betriebsspannung in V
$C_1$	Konstante in $(1/V)^{C_2}$
$C_2$	Konstante

Dabei werden die in Tabelle 2 angegebenen Konstanten verwendet.

Tabelle 2. Konstanten

	$U_{ref}$	$C_1$	$C_2$
1- und 2-polige Gleichstromschütze	220 V	$0,9 \cdot 10^{-3}$	1
3-polige Wechselstromschütze	400 V	$1,3 \cdot 10^{-3}$	1
Hilfsschütze und Hilfsschaltglieder von Schützen	230 V	$2,1 \cdot 10^{-3}$	1

Die damit berechneten  $\pi_U$ -Faktoren sind in den Tabellen 3, 4 und 5 angegeben.

Tabelle 3. Faktor  $\pi_U$  für 1- und 2-polige Gleichstromschütze

Betriebsspannung $U$ in V	$\leq 220$	440	600
Faktor $\pi_U$	1	1,2	1,4

Tabelle 4. Faktor  $\pi_U$  für 3-polige Wechselstromschütze

Betriebsspannung $U$ in V	$\leq 400$	500	660
Faktor $\pi_U$	1	1,1	1,4

Tabelle 5. Faktor  $\pi_U$  für Hilfsschütze und Hilfsschaltglieder von Schützen

Betriebsspannung $U$ in V	$\leq 230$	400	500	660
Faktor $\pi_U$	1	1,4	1,8	2,5

### 4.3 Stromabhängigkeit, Faktor $n_I$

Die Stromabhängigkeit wird nach Gleichung (1.4) in SN 29500 Teil 1 berücksichtigt:

$$n_I = \exp \left\{ C_4 \left[ \left( \frac{I}{I_e} \right)^{C_5} - \left( \frac{I_{ref}}{I_e} \right)^{C_5} \right] \right\}$$

Hierin bedeuten:

$I$	Betriebsstrom
$I_e$	Nennbetriebsstrom bei 220V/ = und 400V/3~ bzw. 230V/~
$I_{ref} / I_e$	Referenzstromverhältnis
$C_4, C_5$	Konstanten

berücksichtigt. Dabei werden die in Tabelle 6 angegebenen Konstanten verwendet.

Tabelle 6. Konstanten

	$I_{ref} / I_e$	$C_4$	$C_5$
1- und 2-polige Gleichstromschütze	1	15	0,12
3-polige Wechselstromschütze	1	0,6	1,21
Hilfsschütze und Hilfsschaltglieder von Schützen	1	6,7	0,25

Die damit berechneten  $n_I$ -Faktoren sind in den Tabellen 7, 8 und 9 angegeben.

Tabelle 7. Faktor  $n_I$  für 1- und 2-polige Gleichstromschütze

Stromverhältnis $I / I_e$ (220 V DC)	0,33	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Faktor $n_I$	0,15	0,21	0,41	0,67	1	2,1	3,7	5,7	8,3	11	15

Tabelle 8. Faktor  $n_I$  für 3-polige Wechselstromschütze

Stromverhältnis $I / I_e$ (400 V AC)	0,5	0,6	0,8	1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5
Faktor $n_I$	0,71	0,76	0,87	1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,6	3,1	3,4

Tabelle 9. Faktor  $n_I$  für Hilfsschütze und Hilfsschaltglieder von Schützen

Stromverhältnis $I / I_e$ (230 V AC)	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Faktor $n_I$	0,03	0,05	0,11	0,18	0,25	0,34	0,45	0,56	0,69	0,84	1

#### 4.4 Faktor für Temperatureinfluß $\pi_T$

Für den im Datenblatt angegebenen Temperaturbereich gilt  $\pi_T = 1$

#### 4.5 Umgebungsaktor $\pi_E$

$\pi_E = 1$  gilt für offene Schaltglieder in staub- und schadgasarmer Atmosphäre oder für entsprechend gekapselte Schütze in beliebiger Atmosphäre

Durch ungünstige Umgebungsbedingungen (Schadstoffe, Staub, ...) kann der Faktor  $\pi_E$  um einige Zehnerpotenzen erhöht werden. Dem kann nur durch vorbeugende Maßnahmen begegnet werden, wie z.B. durch

- Verwendung gekapselter Schütze,
- Redundanz von Schaltgliedern bei niedrigen Lasten,
- Wahl entsprechend hoher Spannungen.

### 5 Berechnungsbeispiele

#### Beispiel 1

Ein Hilfsschütz 3TH schaltet mit 1000 Schaltspielen/Stunde einen Strom von  $0,7 \cdot I_e$  bei 120 V.

$\lambda_{ref} = 200 \text{ fit}$	aus Tabelle 1
$\pi_S = 1000$	aus Bild 1 mit 1000 Schaltspiele/Stunde
$\pi_U = 1$	aus Tabelle 5 mit $U = 120 \text{ V}$
$\pi_I = 0,56$	aus Tabelle 9 mit $0,7 \cdot I_e$
$\pi_T = 1$	
$\pi_E = 1$	

$$\lambda = \lambda_{ref} \cdot \pi_S \cdot \pi_U \cdot \pi_I \cdot \pi_T \cdot \pi_E = 112000 \text{ fit}$$

#### Beispiel 2

Ein ein-poliges Gleichstromschütz schaltet einen Strom von  $3 \cdot I_e$  bei 440 V mit einer Schalthäufigkeit von 100 Schaltspielen/Stunde.

$\lambda_{ref} = 200 \text{ fit}$	aus Tabelle 1
$\pi_S = 100$	aus Bild 1 mit 100 Schaltspiele/Stunde
$\pi_U = 1,2$	aus Tabelle 3 mit $U = 440 \text{ V}$
$\pi_I = 8,3$	aus Tabelle 7 mit $3 \cdot I_e$
$\pi_T = 1$	
$\pi_E = 1$	

$$\lambda = \lambda_{ref} \cdot \pi_S \cdot \pi_U \cdot \pi_I \cdot \pi_T \cdot \pi_E = 199200 \text{ fit}$$

**Beispiel 3**

Bei einer Umgebungstemperatur von 45°C und in normaler Atmosphäre soll mit einem Schütz 3TF48 ein Strom von 150 A bei 660 V geschaltet werden. Die Schalthäufigkeit beträgt 10 Schaltspiele/Stunde.

$\lambda_{ref} = 80 \text{ fit}$	aus Tabelle 1
$\pi_S = 10$	aus Bild 1 mit 10 Schaltspiele/Stunde
$\pi_U = 1,4$	aus Tabelle 4 mit $U = 660 \text{ V}$
$\pi_I = 2,2$	aus Tabelle 8 mit $I/I_e = 2$
$\pi_T = 1$	
$\pi_E = 1$	

$$\lambda = \lambda_{ref} \cdot \pi_S \cdot \pi_U \cdot \pi_I \cdot \pi_T \cdot \pi_E = 2464 \text{ fit}$$

**Anhang A**

In diesem Anhang werden zu den Begriffen im Zusammenhang mit "Fehler", "Ausfall" spezifische Anmerkungen und Hinweise gegeben.

**A.1 Fehler**

Jeder Fehler, der die Schalt- und Stromführungsfunktion eines Schützes oder Hilfschalters verhindert.

Die Wahl der Fehlerschwelle beeinflusst im starken Maße die Fehlerrate

**A.2 Fehlerrate**

Die auf die Stunde oder das Schaltspiel bezogenen sporadischen Fehler. Sie gilt für den Zeitraum Ende Frühausfallphase - Anfang Verschleißausfallphase.

Die Fehlerrate kann bei normalem Ausfallkriterium um ein Mehrfaches größer sein als die Ausfallrate.

**A.3 Ausfall**

- Bei Hilfsschützen oder Hilfsschaltern übersteigt die Fehlerrate vereinbarte Werte. Das Hilfsschütz oder der Hilfsschalter muß ersetzt werden. Es gilt als ausgefallen.
- Bei Wechsel- und Gleichstromschützen gilt: Fehler = Ausfall

**A.4 Ausfallrate**

Die auf die Stunde oder das Schaltspiel bezogenen Ausfälle. Sie gilt für den Zeitraum Ende Frühausfallphase - Anfang der Verschleißausfallphase.

**A.5 Verschleißausfallphase**

Der Beginn der Verschleißausfallphase ist in erster Linie von der Strombahnbelastung abhängig. Die im Datenblatt angegebene Schaltspielzeit ist ein Maß für den Anfang der Verschleißausfallphase.



#### Zitierte Normen

SN 29500 Teil 1	Ausfallraten Bauelemente, Erwartungswerte, Allgemeines
DIN 50015	Klimate und ihre technische Anwendung; Konstante Prüfklimате
DIN 50017	Klimate und ihre technische Anwendung; Kondenswasser-Prüfklimате
VDE 0660 Teil 102	Schaltgeräte; Niederspannungsschaltgeräte; Schütze; ( VDE-Bestimmung)
VDE 0660 Teil 200	Schaltgeräte; Niederspannungsschaltgeräte; Hilfsstromschalter; Allgemeine Anforderungen (VDE-Bestimmung)
VDE 0110 Teil 2	Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen; Bemessung der Luft- und Kriechstrecken

#### Frühere Ausgaben

SN 29500 Teil 11: 1.85

#### Änderungen

Gegenüber der Ausgabe Januar 1985 wurde der Textteil aktualisiert.

#### Erläuterungen

Auf Veranlassung der Bereiche wurde die Bearbeitung siemens einheitlicher Ausfallraten unter Mitwirkung von Vertretern der Bereiche und von ZPL 1 QA 2 durchgeführt.

© Die Norm wurde im Arbeitskreis "Ausfallraten Bauelemente" vereinbart.