

	Schaltgeräte Thermischer Maschinenschutz für umlaufende elektrische Maschinen Temperaturfühler und Auslösegeräte	DIN VDE 0660 Teil 302
Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden. Switchgear and controlgear; thermal protection for rotating electrical machines; thermal detectors and control units Zusammenhang mit der von der International Electrotechnical Commission (IEC) herausgegebenen Internationalen Norm IEC 34-11-2, Sektion 1, Ausgabe 1984 „Rotating electrical machines, Part 11: Built-in thermal protection, Chapter 2: Thermal detectors and control units used in thermal protection systems; Section one – General Rules“; siehe Erläuterungen. Beginn der Gültigkeit Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Februar 1987. 1 Anwendungsbereich und Zweck Diese Norm legt die Anforderungen und Einsatzmöglichkeiten für Temperaturfühler und ihre zugehörenden Auslösegeräte (wenn erforderlich) fest, die eine Schaltfunktion des in rotierende elektrische Maschinen eingebauten Wärmeschutzsystems auslösen. Anmerkung: Die Temperaturfühler und die Auslösegeräte haben entweder automatische Rückstellung oder Handrückstellung. Fühler und Auslösegeräte mit automatischer Rückstellung sollen nur in Wärmeschutzsystemen eingesetzt werden, die Handrückschaltung der Last nach Auslösung durch Maschinenüberlast fordern. Beim Einsatz in Systemen mit automatischer Rückschaltung der Maschinenlast sind Vorsichtsmaßnahmen notwendig, die Gegenstand spezieller Vereinbarungen zwischen den Herstellern von Maschine und Steuersystem sein sollen. 2 Allgemeines Es ist nicht möglich, alle besonderen Anforderungen für Temperaturfühler und alle Funktionseigenschaften der Auslösegeräte festzulegen, weil diese voneinander abhängig sind. Es ist auch nicht möglich, alle besonderen Anforderungen für das Wärmeschutzsystem festzulegen, weil auch die Eigenschaften der geschützten, rotierenden Maschine und die Einbauart der Fühler in die Maschine beachtet werden müssen. Aus diesen Gründen wird es erforderlich, für jede Eigenschaft festzulegen, wer für die Einhaltung der geforderten Werte und wer für die Erfüllung der Anforderungen und die Ausführung jeder Bestätigungsprüfung verantwortlich ist. Die Temperaturfühler und Auslösegeräte müssen, ausgenommen gegensätzlicher Festlegung in dieser Norm, den Anforderungen der IEC 337-1 (1970)¹⁾ entsprechen. ¹⁾ Siehe DIN VDE 0660 Teil 200. Fortsetzung Seite 2 bis 12 Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

3 Begriffe

Anmerkung: Bild 1 zeigt in Diagrammform den Zusammenhang zwischen den Abschnitten 3.1 bis 3.5.

3.1 Temperaturfühler mit Schalter

Ein Temperaturfühler, der direkt den Steuerkreis schaltet (z.B. ein Bimetallfühler). Es gibt zwei Arten von Temperaturfühlern mit Schalter:

Bezeichnung B: Fühler mit Öffnerkontakt

Bezeichnung M: Fühler mit Schließerkontakt.

3.2 Temperaturfühler mit veränderlichem Verhalten

Ein Temperaturfühler, dessen Verhalten sich abhängig von der Temperatur ändert und der bei einer vom Hersteller vorher bestimmten oder einer am Auslösegerät justierten Auslösetemperatur eine Schaltfunktion im Steuerkreis auslöst.

(Z.B. Widerstandsfühler, Thermoelementefühler, Halbleiterfühler mit negativem Temperaturkoeffizienten, Halbleiterfühler mit positivem Temperaturkoeffizienten.)

3.3 Temperaturfühler mit Sprungverhalten

Ein Temperaturfühler, der bei einer festen, vom Hersteller vorbestimmten Temperatur schlagartig sein Verhalten ändert und geeignet ist, eine Schaltfunktion in einem Steuersystem auszulösen.

(Z.B. ein Temperaturfühler mit positivem Temperaturkoeffizienten.)

Anmerkung: Das ist ein besonderer Anwendungsfall eines Fühlers nach Abschnitt 3.2.

3.4 Steuergerät

Eine Einrichtung, welche das Verhalten des Temperaturfühlers in eine Schaltfunktion umsetzt. Ein Auslösegerät kann elektromechanische oder elektronische Bauelemente oder beide Arten von Bauelementen enthalten.

3.5 Steuerkreis

Ein Stromkreis zur Steuerung des Schaltgerätes, welches die zugeführte oder die abgegebene Leistung einer rotierenden, elektrischen Maschine schaltet.

3.6 Fühleransprechtemperatur

Die Fühlertemperatur, bei der während des Temperaturanstieges der Schalterpunkt des Fühlers erreicht wird oder bei der die temperaturabhängige Änderung des Verhaltens das Schalten des zugehörigen Auslösegerätes bewirkt.

3.7 Ansprechtemperatur des Systems

Die Fühlertemperatur, bei der während des Temperaturanstieges das Zusammenwirken von Fühler und Auslösegerät das Schalten des Auslösegerätes bewirkt.

3.8 Rückschalttemperatur

Die Fühlertemperatur, bei der während des Temperaturabfalles der Schalterpunkt des Fühlers erreicht wird oder bei der die temperaturabhängige Änderung des Verhaltens das Rückschalten des Auslösegerätes bewirkt.

3.9 Thermische Zeitkonstante des Temperaturfühlers

Die Zeit, die der Temperaturfühler benötigt, um eine Temperatur zu erreichen, die 63,2 % des Temperaturunterschiedes zwischen der Ausgangs- und Endtemperatur beträgt; die Messung nach den in Abschnitt 11.1.4

festgelegten Prüfbedingungen erfolgt mit Temperaturangleich bei Nulleistung.

3.10 Elektrisch getrennte Kontaktglieder

Kontaktglieder, die zum gleichen Auslösegerät gehören, aber isolationsmäßig voneinander so getrennt sind, daß an ihnen elektrisch getrennte Stromkreise angeschlossen werden können.

4 Ansprechtemperaturen des Schutzsystems

Für jeden Fühler oder Fühler mit Auslösegerät ist entweder die Nennansprechtemperatur nach Abschnitt 4.1 (üblicherweise TNF²⁾) genannt) oder die Nennansprechtemperatur des Systems nach Abschnitt 4.2 (üblicherweise TFS genannt) anzugeben, oder es sind beide Werte anzugeben. Zum Beispiel:

- Temperaturfühler mit Schalter: Angabe TNF
- Temperaturfühler mit Sprungverhalten: Angabe TNF; Angabe TFS ist nicht zutreffend.
- Temperaturfühler mit Sprungverhalten, mit Auslösegerät: Angabe TFS. In diesem Fall kann der TFS-Wert mit dem TNF-Wert des Fühlers übereinstimmen.
- Temperaturfühler mit veränderlichem Verhalten, mit Auslösegerät: Angabe TFS. In diesem Fall kann der Fühler einen nicht definierbaren TNF-Wert haben.

4.1 Nennansprechtemperatur des Fühlers

Für den Temperaturfühler mit Schalter und den Temperaturfühler mit Sprungverhalten ist der TNF-Wert vom Fühlerhersteller anzugeben.

Es wird empfohlen, die in °C angegebenen üblichen TNF-Werte als Vielfaches der Zahl 10 festzulegen.

Die Grenzabweichung des angegebenen TNF-Wertes ist, wenn nicht anders zwischen Maschinen- und Fühlerhersteller vereinbart, ± 6 °C. Der Fühlerhersteller hat den Nachweis zu erbringen, daß die Fühleransprechtemperatur in Übereinstimmung mit den Anforderungen der Abschnitte 11.1.1 und 12.1 ist.

4.2 Nennansprechtemperatur des Systems

Wenn Fühler und Auslösegerät von einem Hersteller geliefert werden, hat dieser den TFS-Wert anzugeben.

In allen anderen Fällen ist der TFS-Wert vom Maschinenhersteller anzugeben.

Die Grenzabweichung des angegebenen TFS-Wertes ist, wenn nicht anders zwischen Maschinen- und Fühlerhersteller vereinbart, ± 6 °C. Im Falle des Temperaturfühlers mit veränderlichem Verhalten ist die Stückprüfung zur Überprüfung der Kennlinie vom Fühlerhersteller entsprechend der Festlegung in Abschnitt 12.1.2 auszuführen; der Auslösegerätehersteller hat die einwandfreie Funktion unter normalen Betriebsbedingungen entsprechend den Angaben in Abschnitt 12.2 nachzuweisen.

4.3 Maximal zulässige Nennansprechtemperatur des Systems (max. TFS)

Der maximal zulässige TFS-Wert für den jeweiligen Fühler oder das jeweilige Auslösegerät ist vom Fühler- bzw. vom Auslösegerätehersteller anzugeben.

²⁾ In DIN 44081 bisher NAT genannt.

Anmerkung: Für die jeweilige Einrichtung hängt der maximal zulässige TFS-Wert von den Eigenschaften des bei der Herstellung des Fühlers verwendeten Werkstoffs oder von der Begrenzung des Führerverhaltens ab, die durch den vorhandenen Verstellbereich der Auslösegerätekonstruktion verändert werden kann.

4.4 Rückschalttemperatur

Der Rückschalttemperaturwert mit Toleranzen ist vom Fühlerhersteller, in Fällen, wo er vom Zusammenwirken von Fühler und Auslösegerät abhängt, vom Auslösegerätehersteller, anzugeben. Diese Rückschalttemperatur ist dann mit dem Maschinenhersteller abzusprechen.

Der Fühler- oder Auslösegerätehersteller, je nachdem, wer die Rückschalttemperatur angibt, ist verantwortlich dafür, daß deren Übereinstimmung mit Abschnitt 11.1.3 nachweisbar ist; die Prüfung muß nach Übereinkunft aber nur von einem der Hersteller ausgeführt werden.

Anmerkung: Für das Einschalten der Maschine nach der Abschaltung durch das Steuersystem muß ausreichende Abkühlung der Wicklungen und der Temperaturfühler möglich sein, um besonders bei Schweranlauf das Hochlaufen der Maschine ohne unerwünschte Abschaltungen zu erlauben.

In Systemen mit Wiedereinschaltung von Hand hängt die Abkühlzeit vom Bedienungspersonal ab, weswegen die Kleinstdifferenz zwischen TNF oder TFS und der Rückschalttemperatur nicht wichtig ist. Dagegen ist die Größtdifferenz zwischen TNF oder TSF und der Rückschalttemperatur mit der festgelegten Toleranz wichtig, weil sie die zum Rückschalten des Steuersystems und damit zum Wiedereinschalten der Maschine erforderliche Abkühlung bestimmt.

Für Systeme mit automatischer Wiedereinschaltung sollte der Maschinenhersteller das kleinst- und größtmögliche Temperaturspiel berücksichtigen, das von der Wahl der TNF oder TFS und der Rückschalttemperatur mit den angegebenen Toleranzwerten abhängt. Zu enge Spielwerte lassen keine ausreichende Abkühlung für das Wiedereinschalten ohne unerwünschte Auslösung zu. Zu weite Spielwerte ergeben übermäßig lange Abkühlzeiten oder können sogar das Rückschalten bei hohen Umgebungstemperaturen verhindern.

4.5 Thermische Zeitkonstante des Temperaturfühlers

Die Angabe der thermischen Zeitkonstante wird in dieser Norm nicht gefordert.

Nach Vereinbarung zwischen Maschinenhersteller und Fühlerhersteller ist der Wert der Zeitkonstante durch die in Abschnitt 11.1.4 festgelegte Prüfung nachzuweisen.

Anmerkung: Die Angabe der Zeitkonstante kann nicht die Funktionsprüfung des in die Maschinenwicklung eingebauten Fühlers ersetzen. Sie kann für die jeweilige Maschine als Anhaltswert für die Einbauart und Fühlerform dienen.

5 Elektrische Nenngrößen für Schutzsysteme

5.1 Elektrische Nenngrößen für Schalteinrichtungen (Auslösegeräte und Temperaturfühler mit Schalter)

Die elektrischen Nenngrößen der Schalteinrichtungen, Auslösegeräte und Temperaturfühler mit Schalter sind, soweit die Anforderungen erfüllt werden, vom Hersteller in Übereinstimmung mit den Abschnitten 5.1.1 bis 5.1.4 anzugeben.

5.1.1 Nennspannung einer Schalteinrichtung

Die Nennspannungen einer Schalteinrichtung sind, wie in IEC 337-1 (1970)¹⁾, Abschnitte 4.2.1.1 und 4.2.1.2, definiert, die Nennisolationsspannung (U_i) und die Nennbetriebsspannung (U_e).

5.1.2 Nennströme der Schalteinrichtung des Auslösegerätes

Die Nennströme der Schalteinrichtung des Auslösegerätes sind, wie in den Unterabschnitten 4.2.2.1 und 4.2.2.2 der IEC 337-1 (1970)¹⁾ definiert, der konventionelle thermische Nennstrom (I_{th}) und der Nennbetriebsstrom (I_e).

5.1.3 Nennströme des Wärmefühlers mit Schalter

5.1.3.1 Nenntemperaturveränderungsstrom

Der Nenntemperaturveränderungsstrom (I_{td}) ist der vom Hersteller für die Veränderung der Ansprechtemperatur angegebene und begrenzte Stromwert.

Wenn ein Wärmefühler mit Öffnerkontakt den Nenntemperaturveränderungsstrom führt, darf die TNF-Änderung des Fühlers, verglichen mit dem Ansprechwert ohne Belastungsstrom, nicht größer $-\frac{0}{5}$ K bei Durchführung der Prüfung in Übereinstimmung mit Abschnitt 11.2 sein. Der Fühlerhersteller ist dafür verantwortlich, daß diese Prüfung ausgeführt wird.

Anmerkung 1: Für einen Schließerkontakt wird üblicherweise kein I_{td} -Wert angegeben. Jeder Strom setzt hier üblicherweise die Rückschalttemperatur herab, was bei jeder Anwendung berücksichtigt werden muß.

Anmerkung 2: Es ist möglich, einen größeren I_{td} -Wert festzulegen, der eine breitere Toleranz der TNF bewirkt. Diese Maßnahme muß aber Gegenstand einer speziellen Vereinbarung zwischen Fühler- und Maschinenhersteller sein.

5.1.3.2 Nennbetriebsstrom

Der Nennbetriebsstrom (I_e) bestimmt den Anwendungsbereich einer Schalteinrichtung. Er wird vom Hersteller unter Berücksichtigung der Nennbetriebsspannung, der Nennfrequenz und, soweit zutreffend, der Gebrauchskategorie und der elektrischen Lebensdauer angegeben.

Anmerkung: Für eine Schalteinrichtung kann eine Kombinationsreihe aus Nennbetriebsspannungen und Nennbetriebsströmen angegeben werden.

5.1.4 Ein- und Ausschaltvermögen einer Schalteinrichtung

Für ein Auslösegerät oder einen Temperaturfühler mit Schalter ist, soweit zutreffend, die Gebrauchskategorie nach AC-11 anzugeben. Das Nennein- und Nennausschaltvermögen braucht nicht angegeben zu werden, weil die Werte direkt von der Gebrauchskategorie und den Nennbetriebsspannungen und Nennbetriebsströmen in Tabelle 1 abhängen. Bei einem Auslösegerät mit Temperaturfühler mit einem Druckknopf oder einer anderen mechanischen Möglichkeit zur Öffnung der Schalteinrichtung, muß unbedingt die Gebrauchskategorie des Auslösegerätes oder des Temperaturfühlers mit Schalter nach AC-11 angegeben werden.

¹⁾ Siehe DIN VDE 0660 Teil 200

Tabelle 1. Nennein- und Nennausschaltvermögen für Wechselstrom

Gebrauchskategorie	Normale Gebrauchsbedingungen						Anomale Gebrauchsbedingungen ¹⁾					
	Einschalten			Ausschalten			Einschalten			Ausschalten		
	I_M	U	$\cos^2 \varphi_M$	I_B	U_r	$\cos^2 \varphi_B$	I_M	U	$\cos^2 \varphi_M$	I_B	U_r	$\cos^2 \varphi_B$
AC-11	$10 I_e$	U_e	0,7	I_e	U_e	0,4	$11 I_e$	$1,1 U_e$	0,7	$11 I_e$	$1,1 U_e$	0,7
ohne Angabe	$10 I_e$	U_e	0,7	I_e	U_e	0,4	$11 I_e$	$1,1 U_e$	0,7	$1,1 I_e$	$1,1 U_e$	0,7
I_M Einschaltstrom I_B Ausschaltstrom I_e Nennbetriebsstrom U Spannung vor der Einschaltung U_e Nennbetriebsspannung U_r Wiederkehrende Spannung ¹⁾ Zu den anomalen Gebrauchsbedingungen gehört, daß entweder vom Auslösegerät oder vom Temperaturfühler mit Schalter die Schützspule eines in der geöffneten Stellung des Schützes verklemmten Schützmagneten geschaltet werden muß. Dieser Fehlerfall fordert von den Kontakten ein großes Nennein- und Nennausschaltvermögen (wie in Tabelle 1 für die Gebrauchskategorie AC-11 gezeigt), und es kann außerdem dabei ein Dauerstrom von $11 I_e$ im Steuerstromkreis auftreten. Es ist deshalb notwendig, Sicherungen oder andere Schutzrichtungen gegen diesen besonderen Fehlerfall im Steuerstromkreis vorzusehen. ²⁾ Die angegebenen Leistungsfaktoren sind übliche Werte zur Simulation der elektrischen Eigenschaften des Spulenkreises. Es ist zu beachten, daß für die Stromkreise mit einem Leistungsfaktor von 0,4, Shuntwiderstände zur Dämpfung zu verwenden sind, die bei den vorhandenen Elektromagneten durch Wirbelstromverluste entstehen.												

Beim Auslösegerät und Temperaturfühler mit Schalter ohne Angabe der Gebrauchskategorie darf das Nennein- und Nennausschaltvermögen nicht kleiner als die Werte „ohne Angabe“ in Tabelle 1 sein.

Das Ein- und Nennausschaltvermögen für Gleichstrom ist zwischen dem Fehler- oder Steuergerätehersteller oder dem Abnehmer zu vereinbaren.

Das Nennein- und Nennausschaltvermögen ist durch die in Abschnitt 11.3 festgelegte Prüfung nachzuweisen.

5.1.5 Elektrische Lebensdauer von Schalteinrichtungen

Von den Herstellern von Auslösegeräten und Temperaturfühlern mit Schalter ist die Anzahl der Schaltspiele anzugeben, die bei normalen Betriebsbedingungen entsprechend der Festlegung in Abschnitt 5.1.4 erreicht wird.

Die Mindestanzahl der Schaltspiele ist 2000. Sie ist durch die in Abschnitt 11.3.3 festgelegte Prüfung nachzuweisen.

5.1.6 Änderung der Ansprechtemperatur

Der Unterschied der Ansprechtemperatur von Temperaturfühlern (TNF oder TFS) vor und nach den in den Abschnitten 5.1.4 und 5.1.5 festgelegten Prüfungen zum Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens bei anomalen Gebrauchsbedingungen und der elektrischen Lebensdauer darf nicht größer als 5 % der TNF (oder TFS) oder 6 K, je nachdem, was der größere Wert ist, sein, soweit nicht zwischen dem Maschinenhersteller und dem Fühler- und/oder Auslösegerätehersteller andere Vereinbarungen getroffen werden.

Das ist durch die in Abschnitt 11.3.4 festgelegte Prüfung nachzuweisen.

5.2 Elektrische Nenngrößen für Temperaturfühler mit veränderlichem Verhalten

Die elektrischen Nenngrößen für Temperaturfühler mit veränderlichem Verhalten sind vom Hersteller in Übereinstimmung mit den Abschnitten 5.2.1 und 5.2.2 anzugeben.

5.2.1 Nennisolationsspannung

Die Nennisolationsspannung (U_i) ist der Wert der Spannung, auf den sich die Isolationsprüfung bezieht.

5.2.2 Nennbetriebsspannung

Bei einem Fühler, dessen Funktion von der angelegten Spannung abhängt, ist die Nennbetriebsspannung ($\hat{U}_e$), die größte für den Fühler angegebene und an den Fühler anlegbare Spannung.

Anmerkung: Für in Wechselstromkreisen eingesetzte Fühler ist die Nennbetriebsspannung der durch $\hat{U}_e$ gekennzeichnete Scheitelwert der Spannung.

5.3 Nennspannung des Fühlerkreises eines Auslösegerätes

Die Nennspannung eines Fühlerkreises ($\hat{U}_r$), der für den Einsatz von Temperaturfühlern mit veränderlichem Verhalten vorgesehen ist, die eine definierte Nennbetriebsspannung haben, ist vom Hersteller des Auslösegerätes anzugeben. Die Spannung $\hat{U}_r$ ist der Spannungshöchstwert, der an jedem für den Anschluß eines Fühlerkreises vorgesehenen Anschlußklemmenpaar auftreten kann, wenn ein weiter unten bestimmter Widerstand an diesen Klemmen angeschlossen wird und das Steuergerät an Nennspannung liegt.

Der verwendete Widerstand entspricht dabei dem Kennlinienwert, bei dem das Auslösegerät unter Berücksichtigung der Fühleranzahl im Fühlerkreis abschaltet. Das