

Multifunktionale Schutz und Steuerungseinheit

REF542*plus*

Bedienungsanleitung Motorschutz mit ATEX - Zertifizierung



Copyright Wir behalten uns alle Rechte an diesem Dokument vor, selbst in dem Fall, dass ein Patent erteilt und ein anderes kommerzielles Markenschutzrecht eingetragen wird. Missbrauch, insbesondere die Reproduktion und Verteilung an Dritte, ist nicht zulässig.

Dieses Dokument wurde sorgfältig geprüft. Sollte es dennoch Fehler enthalten, benachrichtigen Sie uns bitte so bald wie möglich.

Die Daten in dieser Anleitung dienen allein der Produktbeschreibung und gelten nicht als Eigenschaftszusicherung. Im Interesse unserer Kunden sind wir ständig bestrebt, unsere Produkte mit den neuesten technischen Standards zu entwickeln.

Daher ist es möglich, dass sich einige Unterschiede zwischen dem Programm und dieser Beschreibung ergeben.

Konformitätserklärung:

Das Erzeugnis „ Multifunktionale Schutz- und Steuerungseinheit REF542*plus*“ ist in Übereinstimmung mit den entsprechenden internationalen Normen der Serie EN 50081, EN 50082 für EMV- Richtlinien sowie EN 60255-6 für Niederspannungsrichtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaft entwickelt und hergestellt worden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Abkürzungen und Definitionen	7
2.1	Abkürzungen	7
2.2	Definitionen	7
	Hinweis	7
	Gefahrenhinweis 1. Stufe	8
	Gefahrenhinweis 2. Stufe	8
3	Literaturverzeichnis:	9
4	Motorschutzfunktionen	10
4.1	Überwachung blockierendes Rotors	10
4.1.1	Einstellparameter	11
4.1.2	Funktionsüberprüfung	11
4.2	Anlaufüberwachung	11
4.2.1	Einstellparameter	12
4.2.2	Auslösekennlinie	13
4.2.3	Funktionsüberprüfung	15
4.3	Überwachung der Anzahl der Anläufe	15
4.3.1	Einstellparameter	16
4.3.2	Funktionsüberprüfung	17
4.4	Abhängiger thermischer Schutz	17
4.4.1	Einstellparameter	20
4.4.1.1	Einstellung der Zeitkonstante:	21
4.4.1.2	Einstellung der Temperatur	21
4.4.1.3	Einstellung der Temperatur nach Rückstellung	24
4.4.2	Auslösekennlinie	24
4.4.3	Funktionsüberprüfung	26
4.5	Schieflastschutz	27
4.5.1	Einstellparameter	28
4.5.1.1	Einstellung des Stromstartwertes	28
4.5.1.2	Einstellung der Auslösezeit	28
4.5.2	Auslösekennlinie	29
4.5.3	Funktionsüberprüfung	31
5	Einstellbeispiel	32
5.1	Überwachung blockierendes Rotors	33
5.2	Anlaufüberwachung	33
5.3	Abhängiger thermischer Schutz	33
5.4	Überwachung der Anzahl der Anläufe	35
5.5	Auslösekennlinie	35
5.6	Verhalten bei Ausfall der Hilfsspannung	37

6	Betrieb des REF542<i>plus</i>	39
6.1	Verantwortlichkeit des Bedieners	39
6.2	Garantiebestimmungen	39
6.3	Sicherheitsvorschriften	40
6.3.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	40
6.3.2	Besondere Sicherheitshinweise	41
6.3.3	Risikoanalyse und sicherheitsgerechtes Verhalten	41
7	Montage und Installation	43
7.1	Auspacken	43
7.2	Montage	43
7.2.1	Montagebereich und erforderliche Umgebungsbedingungen	45
7.2.2	Einbau in die Niederspannungsnische	46
7.2.3	Verdrahten des REF542 <i>plus</i>	47
7.2.3.1	Überprüfen der Stromwandlerkreise	47
7.2.3.2	Überprüfen der Stromkreise der Spannungswandler	48
7.2.3.3	Überprüfen der Hilfsspannung	48
7.2.3.4	Überprüfen der Auslöse- und Signalkontakte	48
7.2.3.5	Überprüfen der binären Eingänge	48
7.2.4	Erdung des REF542 <i>plus</i>	48
7.2.5	Typische Beispiele für analoge und binäre Verbindungen	50
7.2.6	Anschlussbeispiel des REF542 <i>plus</i> mit Analogeingängen	51
8	Inbetriebnahme	53
8.1	Einschalten der Einspeisung	53
8.2	Prüfausrüstung	53
8.3	Prüfen der Verriegelungsbedingungen,	53
8.4	Bestimmen der Wandlerrichtung	53
8.4.1	Stromwandler	53
8.4.2	Spannungswandler	54
8.4.3	Stromsensor	55
8.4.4	Spannungssensor	55
8.5	Prüfen der Messwertaufzeichnung	55
8.6	Prüfen der Schutzfunktionen	56
9	Technische Daten	57
9.1	Analoge Eingänge	57
9.1.1	Genauigkeiten der Meßwerte	57
9.1.2	Mit Strom- und Spannungswandler	57
9.1.3	Mit Strom- und Spannungssensoren	57
9.2	Binäre Ein- und Ausgänge	58
9.2.1	BIO Karten mit elektromechanischen Relais (Version 3)	58
9.2.2	BIO Karten mit Transistorrelais	59
9.3	Schnittstellen	59
9.3.1	Bedieneinheit (HMI):	59
9.3.2	Basiseinheit:	59

9.4	Analoge Ausgabekarte (optional).....	59
9.5	Analoge Eingabekarte (optional).....	59
9.6	Kommunikation (optional)	59
9.7	Spannungsversorgung	60
9.7.1	Basiseinheit	60
9.7.2	Bedieneinheit (HMI).....	60
9.8	Umgebungsbedingungen	60
9.9	Schutzgrad	60
9.9.1	Zentraleinheit	60
9.9.2	HMI Bedieneinheit	60
10	Anhang:.....	61

1 Einleitung

In diesen Teil des Handbuchs für das Feldleit- und Schutzgerät REF542*plus* werden insbesondere die Motorschutzfunktionen beschrieben. Die folgenden Kapitel enthalten Informationen über:

Prinzipielle Wirkungsweise

Einstellung der Parameter

Darstellung der Auslösekennlinie

Darüber hinaus werden auch allgemeine Hinweise zu Betrieb, Montage und Inbetriebnahme gegeben.

2 Abkürzungen und Definitionen

Nachstehend sind die in diesem Handbuch benutzten Abkürzungen und Definitionen zusammengestellt.

2.1 Abkürzungen

AIS	A ir I solated S witchgear (Luftisolierte Schaltanlage)
AR	A uto R eclosure (Automatisches Wiedereinschalten)
CT	C urrent T ransformer (Stromwandler)
DFT	D iscrete F ourier T ransformation (Diskrete Fourier Transformation)
EMC	E lectro M agnetic C ompatibility (Elektromagnetische Kompatibilität)
FUPLA	F unktionblock P rogramming L anguage (Funktionsblock-Programmiersprache) auch verwendet für Funktionsplan oder -Tabelle
GIS	G as I solated S witchgear (Gasisolierte Schaltanlage)
HMI	H uman M achine I nterface (Mensch/Maschine-Schnittstelle als Steuergerät)
LCD	L iquid C rystal D isplay (Flüssigkristallanzeige)
LED	L ight E mitting D iode (Licht emittierende Diode)
LAG	L on A pplication G uide
LV	L ow V oltage (Niederspannung)
MC	M icro C ontroller (Mikrokontroller)
PC	P ersonal C omputer (Personalcomputer)
RHMI	R emote H uman M achine I nterface, the same meaning as HMI (Entfernte Mensch/Maschine-Schnittstelle)
VDEW	Vereinigung deutscher Elektrizitätswerke e.V.

2.2 Definitionen

In allen Kapiteln gibt es Hinweise und Gefahrenhinweise zu Beginn des Kapitels und im fortlaufenden Text. Sie heben sich in ihrer Formatierung vom übrigen Text ab.

Wir weisen ausdrücklich daraufhin, dass Sie die so gekennzeichneten Texte unbedingt beachten müssen. Werden die so gekennzeichneten Texte nicht beachtet, erlischt jeder Anspruch auf Gewährleistung.

Hinweis

Ein Hinweis weist Sie auf Sachverhalte hin, die im entsprechenden Kontext von Bedeutung sind. Er enthält beispielsweise Informationen über das Zusammenspiel verschiedener Komponenten der Software und sieht folgendermaßen aus.

Beispiel:

Hinweis Bitte lesen Sie dieses Kapitel durch, um über die verschiedenen Formatierungen der Sicherheitshinweise Bescheid zu wissen.

Gefahrenhinweis 1. Stufe

Ein Gefahrenhinweis der 1. Stufe weist Sie auf Gefahren für Anlagen und Geräte hin. Sie sollten ihn immer beachten, da es sonst zu Funktionsstörungen oder Fehlfunktionen kommen kann. Nachstehend finden Sie ein Beispiel:

Achtung **Führen Sie keine Änderungen am Funktionsplan durch, wenn Sie nicht mit dem REF542*plus* und der Konfigurationssoftware vertraut sind!**

Gefahrenhinweis 2. Stufe

Ein Gefahrenhinweis der 2. Stufe weist Sie auf Gefahren für Leib und Leben hin. Er muss beachtet werden, damit Sie oder andere Personen nicht zu Schaden kommen.

Beispiel:

Warnung! **Entfernen Sie niemals den Wandleranschlussstecker im Betrieb.**

3 Literaturverzeichnis:

- [DIN1] DIN EN 60255-8 / VDE0435 Teil 3011: Elektrisches Relais, Teil 8: Überlastrelais für Motoren, Juni 1998, VDE-Verlag GmbH, Berlin
- [DIN2] DIN EN 50014/ VDE 0170/171 Teil 1: Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche, allgemeine Bestimmungen, Februar 2000, VDE-Verlag GmbH, Berlin
- [DIN3] DIN EN 50019 / VDE 0170/0171 Teil 6: Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche, erhöhte Sicherheit „e“, Juni 2001, VDE-Verlag GmbH, Berlin
- [OM1] Operator's Manual, 1VTA100172-Rev.02, en
- [CM1] Configuration Tool Manual, 1VTA100003-Rev.03, en]
- [PM1] Protection Functions 1VTA100002 Rev.03, en
- [MA3] Manual Part 3, Installation and Commission, 1 VTA100004
- [MA4] Manual Part 4, Communication, 1VTA100005
- [DO1] REF542*plus*: Risikoanalyse und sicherheitsgerichtetes Verhalten, 1VTA300137

4 Motorschutzfunktionen

Infolge Überlastungen können bei Motoren unzulässige Temperaturerhöhungen auftreten und damit zu vorzeitiger Alterung führen. Bei längerer Einwirkung können sogar thermische Zerstörung der Bauteile nicht ausgeschlossen werden.

Schutztechnisch ist zu unterscheiden zwischen der Überlastung durch Anläufe und der Überlastung im Betrieb. Während des Anlaufs können, sowohl in der Wicklung des Rotors als auch in der des Ständers, Ströme, die erheblich über den Betriebsströmen liegen, fließen. In diesem Fall muss eine schnelle Abschaltung generiert werden, falls eine Störung während des Anlaufs auftritt, beispielsweise im Falle einer Rotorblockierung oder Schweranlauf des Motors. Um Überlastungen zu vermeiden, müssen dabei die Anzahl der Anläufe beachtet und begrenzt werden.

Befindet sich der Motor im Betrieb können ebenso infolge der auftretenden Betriebsbelastungen Überlastungen auftreten. Zur Überwachung dieser Betriebsbedingungen wird die Temperatur mittels eines thermischen Modells bestimmt.

Für den Motorschutz im Feldleit- und Schutzgerät REF542*plus* werden daher nachfolgende Funktionen vorgesehen:

Für den Anlaufvorgang

- Blockierender Rotor
- Motoranlaufüberwachung
- Anzahl der Anläufe

Für den Betrieb

- Abhängiger thermischer Schutz
- Schieflastschutz oder wahlweise eine einfache Drehfeldüberwachung

Da bei allen Funktionen für den Motorschutz die momentane Motortemperatur ein wichtiges Kriterium ist, wird für das REF542*plus* ein gemeinsames thermisches Abbild erster Ordnung zur Bestimmung der Motortemperatur vorgesehen. Dadurch können in den Schutzfunktionen Entscheidungen, die jeweils von der Höhe der momentan ermittelten Motortemperaturabhängig ist, getroffen werden.

Das oben genannte thermische Abbild wird sofort mit dem Fließen des Stromes in den Motorzuleitungen gestartet. Der Motorschutz im REF542*plus* ist damit gemäß dem Standard DIN IEC 255 Teil 17 [DIN1] ein Überlastschutz mit vollständiger Gedächtnisfunktion, da der Vorbelastungszustand durch das thermische Abbild stets berücksichtigt und nachgeführt wird.

Für den Phasenausfallschutz infolge eines Leiterbruches steht der Schieflastschutz zur Verfügung. Mit diesem Schutz kann die Stromgegenkomponente, die im Rotor zur Erwärmung des Blechpaketes führt, überwacht werden. Wahlweise kann bei kleinen Motoren statt dessen nur eine einfache Drehfeldüberwachung eingesetzt werden.

4.1 Überwachung blockierendes Rotors

Wenn der Rotor gebremst oder blockiert ist, wird der Strom im Motor durch den Einschaltstrom, der um das Vielfache des Motornennstroms beträgt, bestimmt. Um eine thermische Überlastungen zu vermeiden muss eine schnelle Abschaltung generiert werden. Zur Überwachung des blockierenden Rotors wird die Funktion eines speziellen, unabhängigen Überstromzeitschutzes, der bei der Überschreitung eines einstellbaren Schwellwertes eine verzögerte Auslösung bildet, eingesetzt.

4.1.1 Einstellparameter

Für den Betrieb sind Einstellungen der Parameter nach der unten stehenden Darstellung erforderlich:

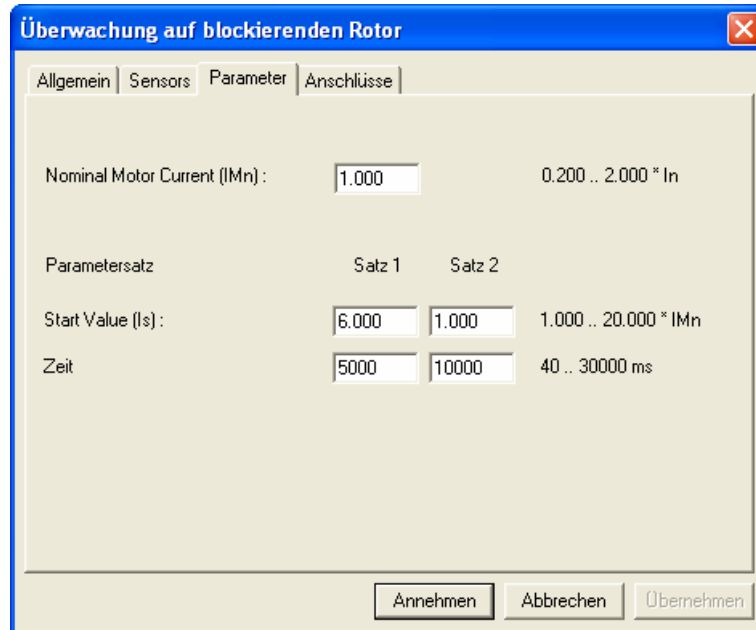


Bild 1: Einstellparameter für die Überwachung der Rotorblockierung

Dabei ist:

IMn der Motornennstrom, bezogen auf den Nennstrom I_n vom Stromwandler bzw. Stromsensor

Is Startwert der Ansprechwert, bezogen auf den Motornennstrom IM_n

Zeit die Auslösezeit in ms.

Wenn der Startwert zur Stromüberwachung des Anlaufvorgangs überschritten ist, wird die Zeit zur Generierung der Auslösung gestartet. Der Startwert ist aus den Herstellerangaben für den Blockierstrom zu entnehmen. Die Zeit für die Auslösung kann auf die zulässige Blockierzeit t_e eingestellt werden. Ist ein Sensor zur Detektion der Rotorbewegung vorhanden, kann das Signal dazu benutzt werden, die Funktion bzw. die Auslösung zu blockieren, falls der Rotor sich gedreht hat.

4.1.2 Funktionsüberprüfung

Zur Überprüfung der Funktion Überwachung blockierten Rotors ist es zu empfehlen, eine ein- oder besser eine dreiphasige Prüfeinrichtung zu verwenden. Durch Variieren des Prüfstroms kann die Bildung der Anregung und nach Ablauf der eingestellten Zeit die Auslösung festgestellt werden.

4.2 Anlaufüberwachung

Überlastungen des Motors können entstehen, wenn sich die Dauer des Anlaufvorgangs infolge eines Schweranlaufs vergrößern. Das Anlaufverhalten ist vom Zuschalt-Moment der jeweiligen Belastungsmaschine abhängig. Diese Überlastungen sind im Allgemeinen kritischer für den Rotor (rotorkritischer Motor) als für den Ständer. Für die Motoren wird im Allgemeinen vom Hersteller ein zulässiges Strom-Zeit-

Anlaufintegral $I^2 T$ angegeben. Alternativ erfolgt ein Hinweis auf den maximal erlaubten Anlaufstrom und die maximal erlaubte Anlaufzeit.

Das Strom-Zeit-Anlaufintegral ist proportional zu der thermischen Kurzzeitbelastung des Motors. Es wird mathematisch durch die Integration des Stromverlaufes $i(t)$ im Zeitintervall von 0 bis T_{Anlauf} abgeleitet:

$$I^2 \cdot T = \int_0^{T_{\text{Anlauf}}} i(t)^2 dt \quad (1.)$$

Dabei ist:

- I: Zulässiger Anlaufstrom beim blockierenden Rotor
- T: Zulässige Dauer der Rotorblockierung
- $i(t)$: Stromverlauf als Funktion der Zeit t

Zur Vereinfachung kann angenommen werden, dass der Anlaufstrom während des Schwer-Anlauf bis zu der Abschaltung konstant ist. Die obige Gleichung kann unter dieser Bedingung angenähert werden durch die nachfolgende Gleichung:

$$I^2 \cdot T = I_{\text{Anlauf}}^2 T_{\text{Anlauf}} \quad (2.)$$

mit:

- I_{Anlauf} Motoranlaufstrom
- T_{Anlauf} Motoranlaufzeit

Die Funktion Anlaufüberwachung im REF542*plus* kann folglich mit dem Berechnungsverfahren nach Gleichung (2) das Motoranlaufverhalten auf Temperaturüberlastung überwachen. Das Strom-Zeit-Anlaufintegral wird bestimmt, sofern der eingestellte Anlaufstromansprechwert innerhalb der ersten 100 ms beim Anlaufvorgang des Motors überschritten wird. Eine Abschaltung wird dann generiert, wenn das Strom-Zeit-Anlaufintegral den vorgegebenen Wert von $I^2 T$ überschreitet.

Ein Anlauf wird dabei registriert, wenn der überwachte Motorstrom innerhalb von 100 ms einen Sprung von Werten unter 0,10 des Motornennstromes auf Werte größer als der eingestellte Anlaufstromansprechwert macht. Das Anlaufstartsignal wird wieder zurückgesetzt, wenn der überwachte Motorstrom wieder kleiner als der eingestellte Anlaufstromansprechwert ist. Fällt dabei der Motorstrom wieder unter 0,10 des Motornennstromes ab, wird ein Motorstillstand angenommen. Diese Festlegungen werden zur Bestimmung des thermischen Modells benötigt.

4.2.1 Einstellparameter

Für den Betrieb sind Einstellungen der Parameter nach der unten stehenden Darstellung erforderlich:



Bild 2: Einstellparameter für die Anlaufüberwachung

Dabei ist:

- IMn** der auf den Stromwandler-Nennstrom bezogene Motornennstrom
- Startwert Is** Der Anlaufstromwert, bezogen auf den Motornennstrom, als Maß für die zulässige Erwärmung
- Zeit** Die zulässige Zeit zur Bildung des Strom-Zeit-Anlaufintegral
- Motorstart IMs** Die Einstellung eines Stromansprechwertes zur Erkennung eines Anlaufvorgangs bezogen auf den Anlaufstrom.

Im nachfolgenden Beispiel soll angenommen werden, dass der Blockierstrom des Motors dem 6fachen Motornennstrom und die zulässige Blockierzeit 5s betragen. Im Allgemeinen kann der Blockierstrom dem Schweranlaufstrom gleich gesetzt werden. In diesem Fall wird der Startwert Is auf 6 Ie (Motornennstrom) und die Zeit auf 5000 ms eingestellt werden. Der Anlauf wird durch die Einstellung Motorstart, von z.B. 0,8 Is, überwacht.

Wenn ein Anlaufstrom erkannt ist, wird die Schutzfunktion für die Anlaufüberwachung gestartet und das Strom-Zeit-Anlaufintegral berechnet wird. Die Auslösezeit ist hierbei von der Höhe des tatsächlichen Anlaufstroms abhängig.

Wird im oben genannten Beispiel angenommen, dass der Anlaufstrom von 0,8 vom Startwert Is beträgt, so ist der Anlaufstrom dabei $0,8 \times 6 = 4,8$ des Motornennstrom IMn. Eine Auslösung wird dann nach einer Zeit von

$$t = \frac{6^2 \cdot 5}{4,8^2} \text{ s} = 7,81 \text{ s}$$

gebildet, falls der Anlauf nicht erfolgreich ist.

4.2.2 Auslösekennlinie

Die Auslösekennlinie bei der Funktion Anlaufüberwachung kann vereinfachend durch die Gleichung (2) angenähert werden. Für den Anlaufstrom kann die Höhe des Blo-

ckierstroms eingesetzt werden. Die zulässige Anlaufzeit kann ebenfalls aus der Blockierzeit ermittelt werden.

Die nachfolgende Kurve zeigt die Darstellung der Auslösung für die Anlaufüberwachung. Im Allgemeinen wird die Auslösekurve durch die Angabe t_{6IB} gekennzeichnet. Wenn beispielsweise $t_{6IB} = 5\text{ s}$ angegeben wird, so bedeutet dies, dass die Auslösezeit beim Basisstrom $I_B = 6$ gleich 5 s ist. Der Basisstrom I_B ist dabei dem Motor-nennstrom I_{Mn} identisch. Für das obige Beispiel kann die Auslösekurve wie folgt bestimmt werden:

$$\left(\frac{I}{I_B}\right)^2 t = 6^2 \cdot 5\text{ s} \text{ bzw. } t = \frac{36 \cdot 5}{\left(\frac{I}{I_B}\right)^2} \text{ s} = \frac{180}{\left(\frac{I}{I_B}\right)^2} \text{ s}$$

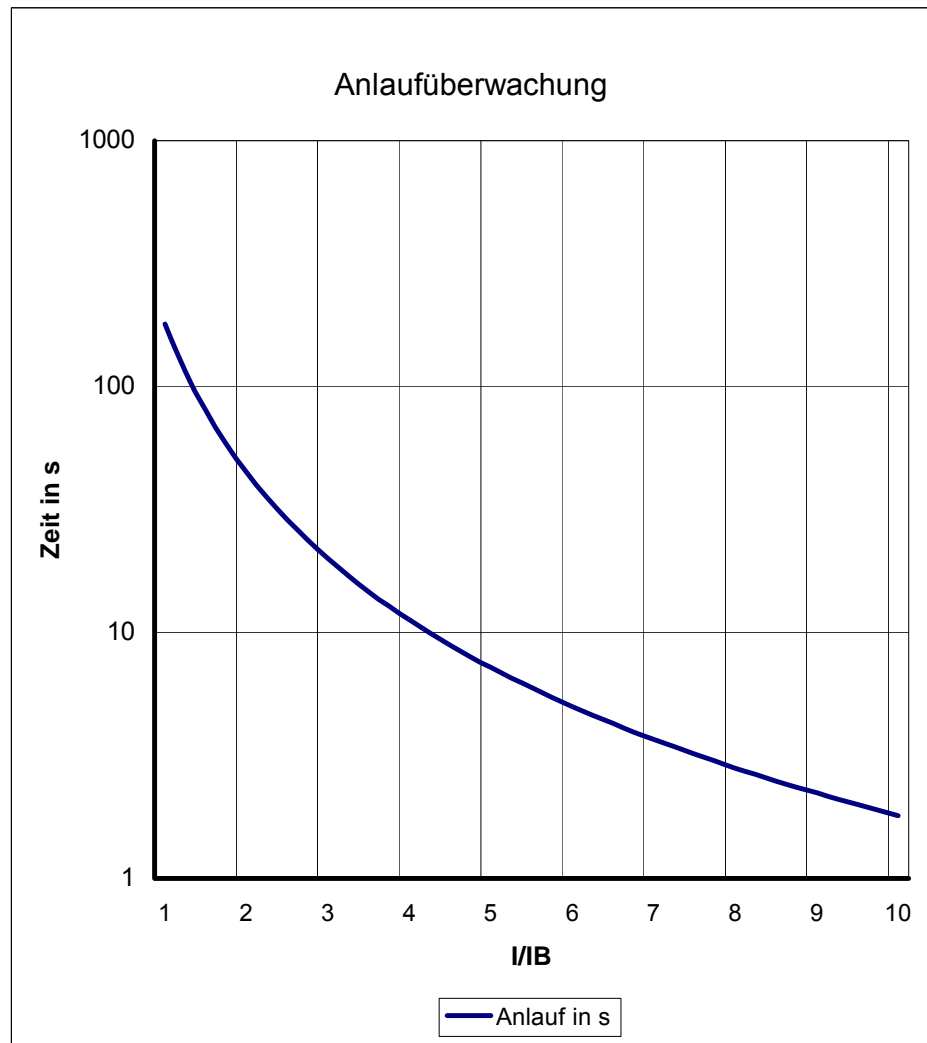


Bild 3: Auslösekennlinie beim Anlaufüberwachung für $t_{6IB} = 5\text{ s}$

In der nachfolgenden Tabelle sind die Zeiten der Auslösekennlinien der Anlaufüberwachung in Tabellenform zusammengefasst.

Tabelle 1: Auslösezeit der Anlaufüberwachung bei $t_{IB} = 5s$

I/I_B	Auslösezeit
1,00	180,00
1,50	80,00
2,00	45,00
2,50	28,80
3,00	20,00
4,00	11,25
5,00	7,20
6,00	5,00
7,00	3,67
8,00	2,81
9,00	2,22
10,00	1,80

4.2.3 Funktionsüberprüfung

Zur Funktionsüberprüfung der Funktion Anlaufüberwachung ist es zu empfehlen, eine ein- oder dreiphasige Prüfeinrichtung zu verwenden. Durch Variieren des Prüfstroms kann die Bildung der Anregung und nach Ablauf der Zeit gemäß der Auslösekennlinie die Auslösung festgestellt werden. Dabei ist zu beachten, dass eine Anregung erst nach Überschreiten des eingestellten Wertes für den Motor stattfinden kann. Die Auslösezeit ist unabhängig von der einphasigen oder dreiphasigen Stromeinprägung.

4.3 Überwachung der Anzahl der Anläufe

Als weitere Motorschutzfunktion wird die Anzahl der Anläufe bzw. des Motorstarts überwacht. Dabei werden Kalt- und Warmstarts unterschieden, deren zulässige Anzahl im Allgemeinen vom Motorhersteller angegeben werden. Ist dies nicht der Fall, so kann gemäß den heutigen Standard für den Betrieb von Motoren die Anzahl der Motorstarts meistens auf 2 Kalt- oder 1 Warmstarts festgelegt werden.

Zur Erfassung des Motorstart können die Startsignale der bereits genannten Funktionen, Überwachung blockiertes Rotors und Motorstart In ODER Verknüpfung logisch kombiniert werden und dem Eingang SI dieser Funktion Überwachung der Anzahl der Anläufe zugeführt werden. Mit jedem Wechsel dieses Signal von 0 → 1 wird der Zählerstand um 1 erhöht.

Ob es sich um einen Kalt- oder einen Warmstart handelt, ist vom Ergebnis der Berechnung im thermischen Abbild abhängig. Die Temperatur für die Bewertung des Warmstarts kann parametrisiert werden. Liegt die errechnete Temperatur unterhalb dieses Einstellwertes, wird von einem Kaltstart ausgegangen. Nur der Zähler für den Kaltstart wird erhöht.

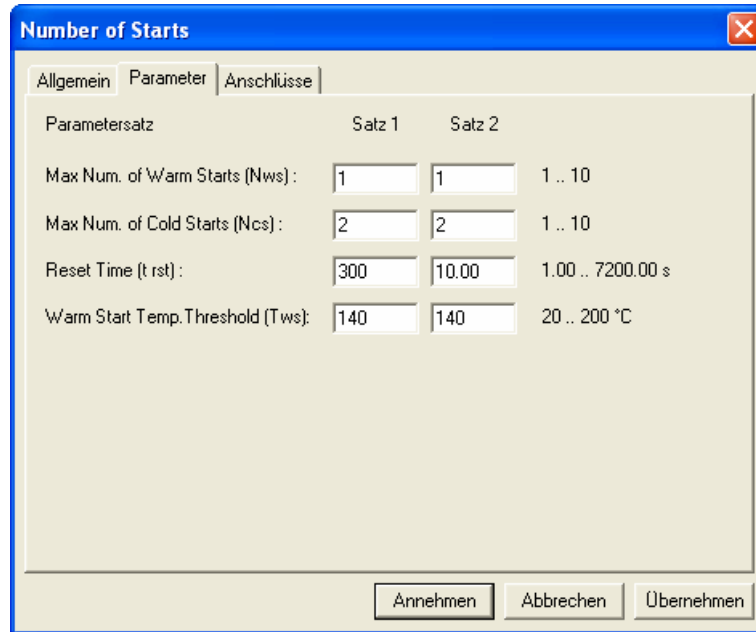
Darüber hinaus wird eine Rücksetzzeit parametrisiert, die zwei Aufgaben hat:

- Ist der Anlauf erst nach mehrmaligen, erlaubten Versuchen geglückt, so stellt sich die Anzahl der gezählten Starts nach Ablauf der Rücksetzzeit (Abkühlzeit) um eins zurück.
- Wenn die Anzahl der eingestellten Anläufe erreicht ist, so geht die Schutzfunktion in angeregten Zustand (START- Ausgang) über. Damit soll ein weiterer Anlauf blockiert werden, indem der Leistungsschalter blockiert wird.

- Wenn trotzdem ein weiterer Anlaufversuch erfolgt, löst die Schutzfunktion unverzüglich aus. Das Auslösesignal (TRIP- Ausgang) steht so lange an, bis die Rücksetzzeit abgelaufen ist. Mit diesem Start- und Auslösesignal kann im FUPLA nach Bedarf eine Einschaltsperrung realisiert werden.

4.3.1 Einstellparameter

Für den Betrieb sind Einstellungen der Parameter nach der unten stehenden Darstellung erforderlich:



Parametersatz	Satz 1	Satz 2	
Max Num. of Warm Starts (Nws) :	1	1	1 .. 10
Max Num. of Cold Starts (Ncs) :	2	2	1 .. 10
Reset Time (t rst) :	300	10.00	1.00 .. 7200.00 s
Warm Start Temp. Threshold (Tws) :	140	140	20 .. 200 °C

Bild 4: Einstellparameter für die Anzahl der Anläufe

Dabei ist:

Anz. Warmstart (Nws)	zulässige Anzahl der Anläufe im warmen Zustand
Anz. Kaltstart (Ncs)	zulässige Anzahl der Anläufe im kalten Zustand
Rücksetzzeit (Trst)	Blockierzeit für die Wiedereinschaltung des Motors
Temperatur Warmstart (Tws)	Definition für den warmen Zustand im Motor

Gemäß dem heutigen Standard sollte die Anzahl des Warmstarts auf 1 und des Kaltstarts auf 2 eingestellt werden. Die Temperatur für den warmen Zustand des Motors kann auf 90% des Wärmespeicherinhalts bzw. auf die Nenntemperatur des Motors festgelegt werden. Der Wärmespeicherinhalt wird durch die Einstellung im abhängigen thermischen Schutz bestimmt. Wenn beispielsweise bei dieser Schutzfunktion die Umgebungstemperatur auf 40°C und die Motornenntemperatur auf 130°C eingestellt, so ist der gesamte Wärmespeicher durch die Differenz dieser beiden Temperaturen bestimmt. Damit entspricht 90°C ein Wärmespeicherinhalt von 100%. Soll nun der warme Zustand auf 100% vom Wärmespeicherinhalt festgelegt werden, so ist die Temperatur für den Warmstart des Motors auf den Wert von

$(0,9 \times 90^\circ\text{C}) + 40^\circ\text{C} = 121^\circ\text{C}$
 einzustellen.

Sollte eine Einstellung nach dem alten Standard vorgenommen werden, z.B. 3mal Starts aus dem kalten Zustand und 2mal Starts aus dem Warmen Zustand erfolgen, so ist die Temperaturgrenze für den Warmstart entsprechend zu berücksichtigen. Im

allgemeinen kann die Grenze auf etwa 50% bis 60 % des Wärmespeicherinhalts festgelegt werden. Nach dem ersten Start sollte dann die Temperaturgrenze überschritten werden, dass die weiteren 2 Start im warmen Zustand sich befindet.

4.3.2 Funktionsüberprüfung

Zur Funktionsüberprüfung der Funktion Überwachung der Anzahl der Anläufe ist es zu empfehlen, eine ein- oder dreiphasige Prüfeinrichtung zur Belastungssimulation des abhängigen thermischen Schutz zu verwenden. In Abhängigkeit von der angezeigten Temperatur kann die Anzahl der Anläufe in kaltem Zustand bzw. in warmen Zustand überprüft werden. Die Funktionsüberprüfung vom abhängigen thermischen Schutz wird im nachfolgenden Abschnitt behandelt.

4.4 Abhängiger thermischer Schutz

Für den Motorschutz ist der abhängige thermische Schutz, der auf dem thermischen Abbild basiert ist, eine der wichtigen Funktionen zur Überwachung der zulässigen Motortemperatur infolge von Überlastungen im Normalbetrieb. Im REF542 *plus* ist gemäß der Vorschrift [DIN1] ein thermisches Abbild mit vollständiger Gedächtnisfunktion implementiert. Im nachfolgenden werden das thermische Abbild und die Einstellmöglichkeiten behandelt.

Für die Simulation der Motorerwärmung wird ein thermisches Einkörpermodell mit Verlusten angenommen. Im nachfolgenden Bild 5 ist das Prinzip dargestellt.



Bild 5: Ein thermisches Einkörpermodell mit Verlusten

Auf Grund der betriebsmäßigen Belastungen treten im Motor Lastströme auf, die als Maß für die Menge der zugeführten Energie der Motorerwärmung aufgefasst werden kann. Die Menge der Wärmeenergie ist vom Quadrat des Laststromes proportional abhängig. Durch die Abkühlung wird ein Teil der Wärmeenergie als Verluste abgeführt. Der Rest der Wärmeenergie wird im Motor gespeichert. Die Höhe der gespeicherten Energie ist folglich der Motortemperatur proportional.

Zur Berechnung der Motortemperatur kann das oben genannte thermische Modell durch einen einfachen elektrischen Schaltkreis nachgebildet werden. Das Schaltbild ist im nachfolgenden Bild dargestellt.

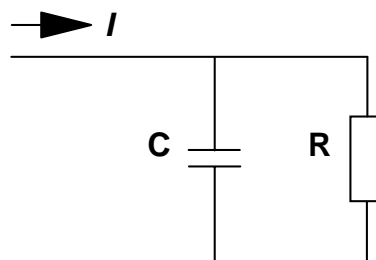


Bild 6: Schaltbild zur Ermittlung der Motortemperatur

Aus dem Schaltbild kann die Analogie wie folgt abgeleitet werden:

- Der Energiefluss ist dem Ladestrom I für den Kondensator proportional
- Der Wärmespeicher wird durch den Kondensator C nachgebildet
- Die Wärmeverluste werden durch den Widerstand R dargestellt

Mit der Aufladung tritt am Kondensator eine Spannung auf. Die Kondensatorspannung ist dabei dann der Motortemperatur proportional. Der Spannungsverlauf kann nach folgender Gleichung bestimmt werden:

$$u(t) = i(t) R(1 - e^{-t/\tau}) + i_p R e^{-t/\tau} \quad (4.)$$

Dabei ist:

- $u(t)$ der zeitliche Spannungsverlauf,
- t die Zeit
- $i(t)$ der zeitlicher Ladestromverlauf,
- R der Widerstand
- τ die resultierende Zeitkonstante aus dem Produkt von R und C
- i_p der Vorstrom vor dem Ladevorgang

Die Zeitkonstante für die zeitliche Spannungsänderung wird vom Kondensator und dem Widerstand bestimmt. Entsprechend der oben genannten Analogie kann der Spannungsverlauf dem Verlauf der Temperatur, der Ladestrom der zugeführte Menge der Wärmeenergie und der Vorstrom dem Wärmeszustand vor der Erwärmung gleichgesetzt werden. Daraus folgt die nachfolgende Gleichung für die Bestimmung des Temperaturverlaufs:

$$\Delta \vartheta(t) = \Delta \vartheta(E)(1 - e^{-t/\tau}) + \Delta \vartheta_p e^{-t/\tau} \quad (5.)$$

Dabei ist:

- $\Delta \vartheta(E)$ der Zeitlicher Verlauf der Temperaturänderung während der Erwärmung
- t die Zeit
- E die zugeführte Wärmeenergie
- $\Delta \vartheta_p$ Zustand der Temperatur vor der Erwärmung infolge einer Vorbelastung

Nach einer Umformung kann die erforderliche Zeit bis zum Erreichen einer bestimmten Temperatur $\Delta \vartheta(t)$ wie folgt ermittelt werden:

$$t = \tau \ln \frac{\Delta \vartheta(E) - \Delta \vartheta_p}{\Delta \vartheta(E) - \Delta \vartheta(t)} \quad (6.)$$

Da die Temperatur der Erwärmung von der zugeführten Wärmeenergie, die wiederum dem Strom im Motor quadratisch proportional ist, bestimmt wird, kann die obige Gleichung auf den Motornennstrom umgeschrieben werden in:

$$t = \tau \ln \frac{\left(\frac{I}{I_{Mn}}\right)^2 - \frac{\vartheta_p - \vartheta_u}{\vartheta_{Mn} - \vartheta_u}}{\left(\frac{I}{I_{Mn}}\right)^2 - \frac{\vartheta_t - \vartheta_u}{\vartheta_{Mn} - \vartheta_u}} \quad (7.)$$

Dabei ist:

- I der tatsächliche Belastungsstrom im Motor
- I_{Mn} der Motornennstrom als Bezugsgröße
- ϑ_p die Ausgangstemperatur infolge einer Vorbelastung
- ϑ_u die Umgebungstemperatur als Bezugsgröße
- ϑ_{Mn} Die Motornenntemperatur bei der Belastung mit Nennstrom
- ϑ_t Die nach einer bestimmten Zeitablauf erreichte Motortemperatur.

In der Vorschrift [DIN1] wird die Kennlinie durch die nachfolgende Gleichung angegeben:

$$t = \tau \ln \frac{I^2 - I_p^2}{I^2 - (k I_B)^2} \quad (8.)$$

Dabei ist

- I der Belastungsstrom im Motor
- I_p der Vorbelastungsstrom im Motor
- I_B der Basisstrom bzw. dem Nennstrom vom Motor
- k die Überlastkonstante im Bereich von 1 bis 1,2

Die Gleichung (7) kann umgeformt und auf den Basisstrom bezogen werden:

$$t = \tau \ln \frac{\left(\frac{I}{I_B}\right)^2 - \left(\frac{I_p}{I_B}\right)^2}{\left(\frac{I}{I_B}\right)^2 - k^2} \quad (9.)$$

Folglich ist aus Gleichung (6) und (8) zu entnehmen, dass die Einstellung der Konstante

$$k = \sqrt{\frac{\vartheta_t - \vartheta_u}{\vartheta_{Mn} - \vartheta_u}} \quad (10.)$$

aus der Einstellung der Temperaturen abzuleiten ist. Dabei ist der Nenner in Gleichung (10) ein Maß für den Speicherinhalt im Nennbetrieb. Da in diesem Fall der Zähler größer als der Nenner ist, entspricht der Zähler dem erweiterten Speicherinhalt bis zur Generierung der Auslösung. Die Konstante k ist demnach dem Wurzel aus dem Verhältnis des erweiterten Speicherinhalts zum Nennspeicherinhalt von dem Motor gleich.

4.4.1 Einstellparameter

Für den Betrieb sind Einstellungen der Parameter nach der unten stehenden Darstellung erforderlich:

Parametersatz	Satz 1	Satz 2	
Nominal Motor Temperature (TMn):	140	100	50 .. 400 deg.C
Nominal Motor Current (IMn):	1.000	1.000	0.100 .. 5.000 In
Initial Temperature (Tini):	90	50	10 .. 400 deg.C
Time Constant Off (I < 0.1 IMn):	50	500	10 .. 100000 s
Time Constant Normal (0.1 IMn <= I <= 2 IMn):	50	500	10 .. 20000 s
Time Constant Overheat (I > 2IMn):	500	500	10 .. 20000 s

Buttons: Annehmen, Abbrechen, Übernehmen

Parametersatz	Satz 1	Satz 2	
Trip Temperature (Ttrip):	184	100	50 .. 400 deg.C
Warning Temperature (Twarn):	161	100	50 .. 400 deg.C
Environment Temperature (Tenv):	40	20	10 .. 50 deg.C
Rücksetztemperatur (Trst):	40	100	10 .. 400 deg.C

Buttons: Annehmen, Abbrechen, Übernehmen

Bild 7: Einstellparameter für den thermischen Schutz

Dabei ist:

- TMn Motorenntemperatur (zulässige Betriebstemperatur 9Mn)
- IMn Motorenntstrom bezogen auf den Wandlernennstrom
- Tini Initialtemperatur des Wärmespeichers nach erstmaliger Einschaltung der DC-Versorgung.
- TCoff Abkühlzeitkonstante bei I < 0,1 IMn (Motor im Stillstand)

TCNormal	Zeitkonstante bei $0,1 I_{Mn} < I < 2 I_{Mn}$ (Motor im Betrieb)
TCOverheat	Zeitkonstante bei $I > 2 I_{Mn}$ (Motor im Start bzw. im Anlauf)
Ttrip	Temperatur für Auslösung
Twarn	Temperatur für Warnung
Tenv	Umgebungstemperatur
Trst	Temperatur nach Rücksetzung der Schutzfunktion

4.4.1.1 Einstellung der Zeitkonstante:

Für die Einstellung der Zeitkonstante τ bzw. TC wird davon ausgegangen, dass der Motor rotorkritisch ist. Wird vom Motorhersteller die Blockierzeit für den kalten Motor angegeben, die Zeitkonstante kann mit nachfolgender Gleichung ermittelt werden:

$$\tau = \frac{t_e(\text{kalt})}{\ln \frac{(I_A/I_{Mn})^2}{(I_A/I_{Mn})^2 - k^2}} \quad (11.1.)$$

abgeleitet werden. Dabei ist:

τ	Die zu ermittelnde Erwärmungszeitkonstante bei rotorkritischen Motoren, im Allgemeinen auch der Einstellung „TCOverheat“ gleich zu setzen.
$t_e(\text{kalt})$	Die maximal zulässige Blockierzeit beim kalten Motorzustand
I_A	Der Blockierstrom bzw. der maximale Anlaufstrom
I_{Mn}	Der Motornennstrom
k	Die Einstellung für die Überlastkonstante (siehe auch Gl. 10)

Falls der Motorhersteller die Blockierzeit für den warmen Motor $t_e(\text{warm})$ angibt, kann die nachfolgende Beziehung verwendet werden:

$$\tau = \frac{t_e(\text{warm})}{\ln \frac{(I_A/I_{Mn})^2 - 1}{(I_A/I_{Mn})^2 - k^2}} \quad (11.2.)$$

Gemäß den heutigen Vorschriften ist der Motor per Definition warm, wenn der stationäre Zustand beim Betrieb mit dem Nennstrom erreicht ist. Daher ist der Motor 100% vorbelastet.

Damit ist der Wert für TCOverheat, die Zeitkonstante im Überlastbetrieb des Motors ab dem 2fachen Motornennstrom, aus der Berechnung nach Gleichung (11.1 bzw. 11.2) zu ermitteln. Die Erwärmungs-Zeitkonstante TCNormal für nichtrotorkritische Motoren könnte im Prinzip größer als die obige Erwärmungs-Zeitkonstante gewählt werden. Falls es nicht bekannt ist, kann der gleiche Wert eingestellt werden, da in diesem Fall immer mit einer rechtzeitigen Auslösung zu rechnen ist.

Die Abkühlzeitkonstante im stehenden Motor TCOff sollte erfahrungsgemäß auf etwa 3 bis 5fache TCNormal eingestellt werden.

4.4.1.2 Einstellung der Temperatur

Nachdem die Zeitkonstanten ermittelt worden sind, muss der Wärmespeicher definiert werden. Hierbei ist es erforderlich, Temperaturgrenzen für den Wärmespeicher festzulegen. In [DIN1, DIN2] wird davon ausgegangen, dass die Raumtemperatur

bzw. die Umgebungstemperatur 40°C beträgt. Die Grenzübertemperaturen in K für den Dauerbetrieb bzw. die Temperatur in Nennbetrieb kann entsprechend der zugehörigen Wärmeklasse und der Temperaturklasse gemäß der nachfolgenden Tabelle 2 ermittelt werden. .

Tabelle 2: Grenzübertemperaturen in K für den Dauerbetrieb bei 40°C Raumtemperatur

Wärmeklasse	Temperaturklassen					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
A	50	50	50	50	50	40
E	65	65	65	65	65	40
B	70	70	70	70	70	40
F	90	90	90	90	55	40
H	115	115	115	90	55	40

Wenn beispielsweise ein Motor mit der Wärmeklasse F und der Temperaturklasse T3 bescheinigt wird, so ist gemäß der obigen Tabelle die Grenzübertemperatur 90°K. Demzufolge ist an der abhängigen thermischen Schutzfunktion eine Umgebungstemperatur T_{env} von 40°C und eine Motornenntemperatur T_{Mn} von 130°C einzustellen. Die auftretende Differenz bzw. die Grenzübertemperatur entspricht 100% Inhalt des Wärmespeichers.

Nun muss die Auslösetemperatur festgelegt werden. Wenn die Auslösetemperatur gleich der Motornenntemperatur gewählt wird, ist die Überlastkonstante k gleich 1. Damit wird die Auslösung beim Erreichen von 100% Speicherinhalt für die Motorerwärmung gebildet. Im Allgemeinen kann die Auslösung bei einem Speicherinhalt größer als 100% eingestellt werden. Nach [DIN1] kann die Überlastkonstante k bis 1.2 und somit der Wärmespeicherinhalt bis 144% betragen.

Tabelle 3: Grenzübertemperaturen für den Kurzzeitüberlastbetrieb bei 40°C Raumtemperatur

Wärmeklasse	Temperaturklassen					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
A	120	120	120	90	55	40
E	135	135	135	90	55	40
B	145	145	145	90	55	40
F	170	170	155	90	55	40
H	195	195	155	90	55	40

Mit Hilfe von Tabelle 2 und 3 kann nun der Wert für die Einstellkonstante k bzw. die Wurzel für den erweiterten Speicherinhalt nach Gleichung (10) errechnet werden, wenn der Motor bis zur Grenztemperatur betrieben werden soll.

Im nachfolgenden Beispiel wird angenommen, dass die Motorwicklung der Wärmeklasse F und der Temperaturklasse T1 angehört. Die Umgebungstemperatur soll dabei 40°C betragen. Entsprechend der Tabelle 2 ist die Motornenntemperatur 130°C und der Tabelle 3 die Grenztemperatur, bei der die Auslösung gebildet werden soll, $(170+40) °C = 210°C$. Damit beträgt die Einstellung für die Überlastkonstante

$$k = \sqrt{\frac{\vartheta_t - \vartheta_u}{\vartheta_{Mn} - \vartheta_u}} = \sqrt{\frac{210 - 40}{130 - 40}} = 1,27 \quad (12.)$$

Gemäß dem Standard [DIN1] sollte jedoch die Konstante k im Bereich von 1,0 ... 1,2 liegen. Es bedeutet wiederum, dass der Speicherinhalt im Bereich von 100 ... 144% eingestellt werden soll.

Wird an diesem Beispiel angenommen, dass die Auslösung nicht bei der Grenztemperatur von 210°C stattfinden soll, so muss die Einstellkonstante k kleiner gewählt werden. Für das obige Beispiel soll nun die Einstellkonstante k von 1,1 eingestellt werden. Damit wird nur eine Vergrößerung des Speicherinhaltes auf 121% beschränkt. Nach Gleichung (10) kann wiederum die Auslösetemperatur $(1,21 \times 90^\circ\text{C}) + 40^\circ\text{C} = 149^\circ\text{C}$ berechnet werden. Die Auslösezeit kann dann entsprechend der nachfolgenden Gleichung:

$$t = \tau \ln \frac{\left(\frac{I}{I_{Mn}}\right)^2 - \frac{\vartheta_p - \vartheta_u}{\vartheta_{Mn} - \vartheta_u}}{\left(\frac{I}{I_{Mn}}\right)^2 - \frac{\vartheta_{AUS} - \vartheta_u}{\vartheta_{Mn} - \vartheta_u}} \quad (13.)$$

ermittelt werden. Dabei ist I der momentane Betriebsstrom, I_{Mn} der Motornennstrom, ϑ_p die Temperatur infolge der Vorbelastung, ϑ_u die Umgebungstemperatur T_{env} , ϑ_{Mn} die Motornenntemperatur T_{Mn} und ϑ_{AUS} die Temperatur für die Auslösung T_{trip} .

Wenn die DC-Versorgung erstmalig eingeschaltet wird, beginnt das thermische Abbild mit einem vorgegebenen Speicherinhalt, der von der Einstellung „Tini“ vorgegeben ist, zu arbeiten an. Dieser Speicherinhalt ist identisch zu der Definition der Vorlast. Es ist zu empfehlen, den Einstellwert auf den warmen Zustand des Motors im Bereich von 80 ... 100% vom Speicherinhalt einzustellen. Beispielsweise bei Einstellung auf 90%-Speicherinhalt muss zunächst die Definition für den gesamten Speicherinhalt aus den Temperatur - Einstellungen „ T_{Mn} “ und „ T_{env} “ ermittelt werden.

Nach dem obigen Beispiel ist der Speicherinhalt proportional zu der Temperaturdifferenz von

$$130^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} = 90^\circ\text{C}$$

Gemäß dem obigen Beispiel soll ein Speicherinhalt bzw. Vorlast von 0,9 bzw. 90% eingestellt werden. Demnach ist eine Einstellung

$$T_{ini} = 40^\circ\text{C} + 0,9(90^\circ\text{C}) = 121^\circ\text{C}$$

zu wählen.

Beim Ausfall der DC-Versorgung wird in dem Augenblick die momentane Motortemperatur mit der absoluten Zeit der eingebauten Echtzeituhr versehen und nichtflüchtig gespeichert. Unter der Voraussetzung, dass der Motor während des Ausfalls der DC - Versorgung ausgeschaltet bleibt, wird eine Motorabkühlung mit der Zeitkonstante „ T_{Coff} “ angenommen. Sobald die DC-Versorgung wiederkehrt, wird mit Hilfe der gespeicherten Zeitinformation die gesamte Ausfalldauer der DC-Versorgung ermittelt. Die Echtzeituhr im REF542plus kann für eine Zeitdauer von mindestens 2 Stunden mit der erforderlichen Ganggenauigkeit weiterlaufen.

Die Initialtemperatur für die Fortsetzung der thermischen Überwachung des Motors wird nach folgender Gleichung ermittelt:

$$T_{ini} = (T_{ausfall} - T_{env}) e^{-\frac{td}{T_{Coff}}} + T_{env} \quad (14.)$$

Dabei ist:

T_{ini} Initialtemperatur für die Fortsetzung der Berechnung nach Wiederkehr der Hilfsgleichspannung.

Taus	Temperatur im Augenblick des Ausfalls der Hilfsgleichspannung
Tenv	Einstellung der Umgebungstemperatur
td	Zeitdauer des Ausfalls der Hilfsgleichspannung
TCoff	Einstellung der Abkühlzeitkonstante nach Motorabschaltung

4.4.1.3 Einstellung der Temperatur nach Rückstellung

Für Zwecke der Funktionsprüfung ist eine weitere Temperatureinstellung „T rst“ vorgesehen. Wenn am Eingang des Funktionsbaustein ein Rücksetzsignal anliegt, wird die Motortemperatur auf die eingestellte Rücksetztemperatur zurück gesetzt.

Soll beispielsweise eine Auslösekennlinie ohne Vorlast geprüft werden, so ist die Temperatureinstellung „T rst“ der Einstellung der Umgebungstemperatur Tenv gleich zu setzen. Bei einer Überprüfung der Kennlinie mit 100% Vorlast muss die Temperatureinstellung „T rst“ per Definition der Einstellung der Motornenn-temperatur TMn gleich gesetzt werden

4.4.2 Auslösekennlinie

In nachfolgendem wird die Auslösekennlinie erläutert. Im Allgemeinen wird die Kennlinie durch die Auslösezeit beim 6-fachen Basisstrom I_B , der hier dem Motornennstrom gleich zu setzen ist, angegeben. Für dieses Beispiel wird angenommen, dass die Überlastkonstante k einen Wert von 1,2 aufweist. Das bedeutet wiederum, dass bei der obigen Einstellung der Einstellung der Überlastkonstante des Speicherinhaltes auf 144% erweitert wird.

Gemäß [DIN3] sollte die Blockierzeit t_E nicht kleiner als 5s betragen. In diesem Beispiel wird eine 5s Blockierzeit beim kalten Motor angenommen. Nach Gleichung 11.1 beträgt damit die Einstellung der Zeitkonstante am REF542*plus*:

$$\tau = \frac{5 \text{ s}}{\ln\left(\frac{36}{36 - 1,21}\right)} = 146 \text{ s} \quad (15.)$$

Im nachfolgenden werden die Auslösekennlinien bei der Zeitkonstante $\tau = 146\text{s}$, die einer Einstellung von t_{0IB} gleich 5s entspricht, ohne und mit 100% Vorlast grafisch dargestellt. Eine 100%-Vorlast bedeutet, dass der Motor sich im stationären Betrieb mit Nennstrom befindet. Wenn dabei eine Überlastung auftritt, kann der Motor auf Grund der Berücksichtigung des Wärmespeicherinhaltes bzw. der Vorlast entsprechend schnell abgeschaltet werden.

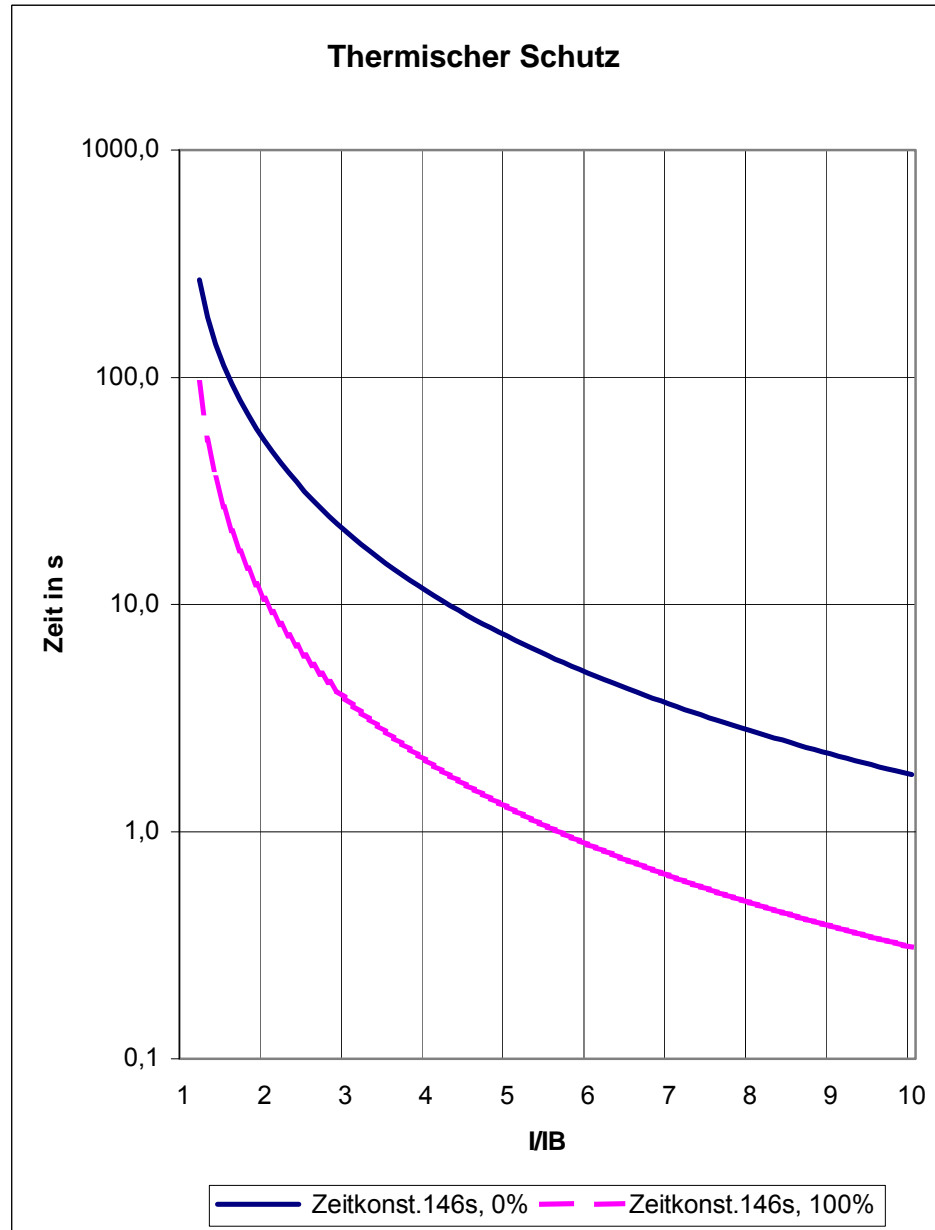


Bild 8: Auslösekennlinie vom thermischen Schutz bei Zeitkonstante $\tau = 146\text{s}$ bzw. $t_{6IB} = 5\text{s}$

Wird dagegen eine Blockierzeit von 5s beim Warmen Zustand des Motors angegeben, so muss Gleichung 11.2 verwendet werden:

$$\tau = \frac{5\text{s}}{\ln\left(\frac{36 - 1}{36 - 1,21}\right)} = 830\text{s} \quad (16.)$$

Die Zeitkonstante kann sich auf Grund des verwendeten thermischen Wärmeabbildes sehr stark unterschiedlich sein. In diesem Fall wird nach 5s nur rund 21% des thermischen Wärmespeichers gefüllt. Damit ist diese Zeitkonstante etwa 6mal größer sein.

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die resultierenden Zeiten der Auslösekennlinie ohne und mit 100%-Vorlast in Tabellenform zusammengefasst.

Tabelle 4: Auslösezeit des thermischen Schutz bei $t_{6IB} = 5s$ bzw. $\tau = 146s$

I/I_B	0% Vorlast	100% Vorlast
1,15	359,79	153,76
1,20	267,81	94,71
1,40	140,25	36,04
1,60	93,43	21,11
1,80	68,26	14,37
2,00	52,60	10,59
2,20	42,00	8,21
2,40	34,43	6,58
2,60	28,79	5,42
2,80	24,47	4,55
3,00	21,08	3,88
4,00	11,48	2,06
5,00	7,24	1,28
6,00	4,99	0,87
7,00	3,65	0,64
8,00	2,79	0,49
9,00	2,20	0,38
10,00	1,78	0,31

4.4.3 Funktionsüberprüfung

Für die Funktionsprüfung ist es zu empfehlen, eine dreiphasige Prüfeinrichtung zu verwenden. Falls eine Funktionsprüfung mit einer einphasigen Prüfeinrichtung gemacht werden soll, so ist darauf zu achten, dass der Strom zur Erreichung des gleichen Effektivwert wie bei einem dreiphasigen Drehstromsystem, entsprechend erhöht werden muss. Für die Berechnung des Speicherinhalts wird im REF542*plus* der Quadratmittelwert der Strom in den einzelnen Außenleitern ausgegangen.

$$I_{\text{Mittel}}(3\text{pol}) = \sqrt{\frac{I_{L1}^2 + I_{L2}^2 + I_{L3}^2}{3}} \quad (17.)$$

Dabei ist:

- $I_{\text{mittel}}(3\text{pol})$ Quadratmittelwert des Erwärmungsstrom bei dreipoliger Funktionsprüfung
- I_{L1} Strom in Leiter L1,
- I_{L2} Strom in Leiter L2,
- I_{L3} Strom in Leiter L3.

Bei einpoliger Prüfeinrichtung wird daher eine Erwärmung mit einem Strom von

$$I_{\text{Mittel}}(1\text{pol}) = \sqrt{\frac{I_{L1}^2}{3}} \quad (18.)$$

aufgefasst. Dabei ist:

$I_{\text{mittel}}(3\text{pol})$	Quadratmittelwert des Erwärmungsstrom bei einpoliger Funktionsprüfung
I_{L1}	Strom in Leiter L1,

Daher sollte bei einphasiger Prüfung der Strom

$$I(1\text{pol}) = I(3\text{pol}) \cdot \sqrt{3} \quad (19.)$$

um den Faktor $\sqrt{3}$ erhöht werden, um eine vergleichbare Erwärmung wie bei einer dreipoligen Funktionsprüfung zu erhalten.

4.5 Schieflastschutz

Die Funktion Schieflastschutz ist für den Schutz und Überwachung von elektrischen Betriebsmitteln gegen unsymmetrischen Belastung bestimmt. Die häufige Anwendung ist dabei der Schutz von Motor oder Generatoren.

Die Schiefast wird aus der Gegenkomponente der dreiphasigen Leiterströme ermittelt und ist entsprechend der Definition in den Vorschriften aus dem Verhältnis vom Strom der Gegenkomponente und dem Nennstrom des zu schützenden Betriebsmittel zu bilden. Da eine Schiefast beispielsweise in einem Motor zur unzulässigen Erwärmungen des Rotorblechpaketes führt, muss bei der Überschreitung der zulässigen Werte eine Auslösung, die von der Schiefast quadratisch abhängig ist, gebildet werden. Mit der quadratischen Abhängigkeit wird eine verlustlose Erwärmung nachgebildet. Die Auslösezeit kann wie folgt:

$$t = \frac{K}{I_2^2 - I_s^2} \quad (20.)$$

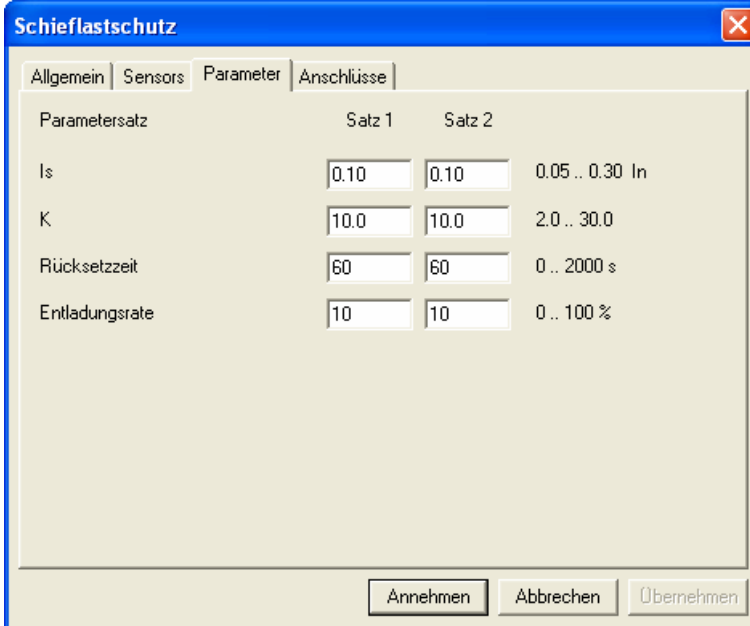
abgeleitet werden. Dabei ist:

t	Die aus der obigen Erwärmungskonstante abgeleitete Auslösezeit
K	eine vom Betriebsmittel abhängigen Erwärmungskonstante
I_2	die auf den Bemessungsstrom bezogenen Schiefast
I_s	der Ansprechwert Zur Überwachung unzulässiger Erwärmung

Wenn eine Auslösung stattgefunden hat, soll der Motor in der Regel nicht sofort wieder eingeschaltet werden. Daher ist die Funktion Schieflastschutz in REF542*plus* mit der Möglichkeit versehen, die Wiedereinschaltung des Motors mit einem Ausgangssignal zu blockieren. Innerhalb dieser Blockierzeit wird der Speicherinhalt für die Auslösezeit linear entleert. Falls das zu schützende Betriebsmittel - ohne die vollständige Abkühlung abzuwarten - wieder eingeschaltet wird, kann bei einer erneuten Überschreitung der Schiefastgrenze schneller als die theoretisch zu erwartende Auslösezeit abgeschaltet werden. Darüber hinaus ist es möglich, die Dauer der Blockierzeit bei Bedarf prozentual zu reduzieren.

4.5.1 Einstellparameter

Für den Betrieb sind Einstellungen der Parameter nach der unten stehenden Darstellung erforderlich:



Parametersatz	Satz 1	Satz 2	Einheit
Is	0.10	0.10	0.05 .. 0.30 In
K	10.0	10.0	2.0 .. 30.0
Rücksetzzeit	60	60	0 .. 2000 s
Entladungsrate	10	10	0 .. 100 %

Bild 9: Einstellparameter für den Schieflastschutz

Dabei ist:

- Is Stromstartwert, bezogen auf den Nennstrom vom Stromwandler bzw. Stromsensor.
- K Erwärmungskonstante für das zu schützende Betriebsmittel.
- Rücksetzzeit Zeit bis zur vollständigen Entleerung des Wärmespeicherinhaltes.
- Entladungsrate Prozentuelle Verkürzung der Rücksetzzeit

4.5.1.1 Einstellung des Stromstartwertes

Der Schieflastschutz wird erst aktiviert, wenn der Schieflaststrom den eingestellten Stromstartwert I_s überschreitet. Dieser Einstellwert kann in der Regel beim Hersteller des Motors bzw. des Generators nachgefragt werden. Beim Betrieb führt eine Schiefbelastung von Höhe bis zu 10% vom Nennstrom zu keiner unzulässigen Erwärmung im Motor bzw. Generator führen. Damit kann der Stromstartwert meistens auf 0.1 vom Nennstrom des Motors bzw. des Generators eingestellt werden. Der Schieflastschutz wird aktiviert bzw. angeregt, wenn die Schiefbelastung größer als der Startwert ist.

4.5.1.2 Einstellung der Auslösezeit

Die Auslösezeit wird bei der Funktion Schieflastschutz nicht direkt eingestellt. Die Größe der Erwärmungskonstante K und die Höhe der Schiefbelastung bestimmen schließlich die Auslösezeit entsprechend der oben genannten Gleichung. Die Erwärmungskonstante K sollte vom Hersteller des Motors bzw. des Generators geliefert werden.

An Hand eines Beispiels wird gezeigt, wie die Auslösezeitkonstante zu ermitteln ist. Dabei werden folgende Daten angenommen:

$$K = 10$$

$$I_{Mn} = 80A \text{ (Nennstrom vom Motor)}$$

$$I_n = 100A \text{ (Nennstrom vom Stromwandler)}$$

Wenn ein Leiterbruch vorliegt, sind die Ströme in den übrigen zwei Leitern gleich groß und haben eine Phasenverschiebung von 180°. Weiterhin wird hier angenommen, dass die beiden Ströme betragsmäßig dem Nennstrom gleich sind. Unter dieser Bedingung beträgt der Schiefaststrom I_2 :

$$I_2 = 0,577 I_n$$

Wird dieser Wert in der oben genannten Gleichung eingesetzt, ergibt sich eine Auslösezeit von 30,9s.

Da der Nennstrom vom Stromwandler dem Motornennstrom nicht identisch ist, in diesem Beispiel ist der Nennstrom vom Stromwandler 100A und der vom Motor 80A, ist eine Korrektur der Einstellung mit dem Verhältnis vom Motornennstrom zum Wandlernennstrom der Erwärmungskonstante erforderlich, wie in nachfolgende Gleichung gezeigt ist:

$$K = t_{AUS} \left[\left(\frac{I_{Mn}}{I_n} \frac{I_2}{I_n} \right)^2 - \left(\frac{I_{Mn}}{I_n} \frac{I_S}{I_n} \right)^2 \right] \quad (21.)$$

Die einzustellende Konstante am Feldleit- und Schutzgerät REF542*plus* für das obige Beispiel ist:

$$K = 30,9 \left[\left(\frac{80}{100} \cdot 0,577 \right)^2 - \left(\frac{80}{100} \cdot 0,1 \right)^2 \right] = 6,38 \quad (22.)$$

4.5.2 Auslösekennlinie

Nachfolgend wird die Auslösekennlinie bei angenommener Wärmekonstante K gleich 5 erläutert. Zugleich soll angenommen werden, dass die Ansprechschwelle bzw. der Stromstartwert 0,1 bzw. 10% beträgt. Die Auslösezeit kann dann mit Hilfe von Gleichung (13) abgeleitet werden.

$$t = \frac{5}{I_2^2 - 0,1^2} \quad (23.)$$

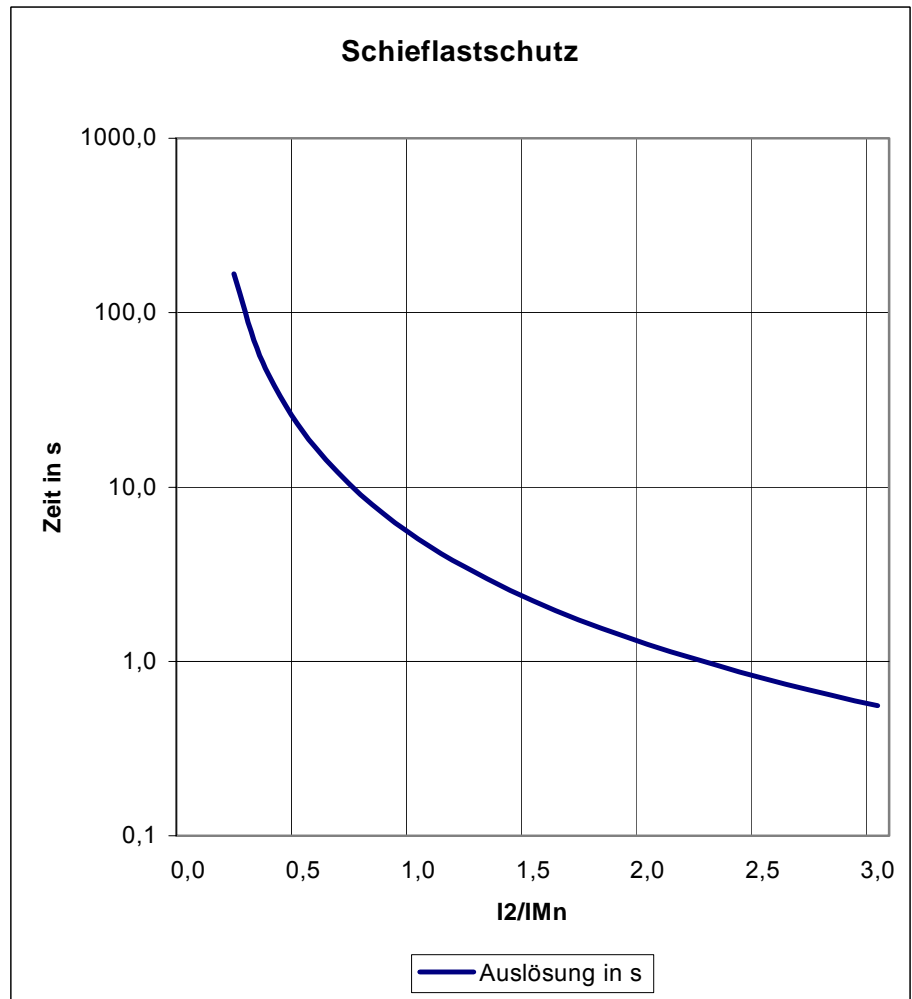


Bild 10: Auslösekennlinie vom thermischen Schutz bei $\tau = 146\text{s}$ bzw. $t_{\text{IB}} = 5\text{s}$

In der folgenden Tabelle sind die resultierenden Zeiten der Auslösekennlinie in Tabellenform zusammengefasst.

Tabelle 5: Auslösezeit des Schieflastschutz

I2/IMn	Auslösezeit
0,20	166,67
0,30	62,5
0,40	33,33
0,50	20,83
0,60	14,23
0,70	10,42
0,80	7,94
0,90	6,25
1,00	4,95
1,20	3,5
1,30	2,98
1,40	2,56
1,50	2,23
2,00	1,25
2,50	0,8
3,00	0,56

4.5.3 Funktionsüberprüfung

Zur Funktionsüberprüfung des Schieflastschutz ist es zu empfehlen, eine dreiphasige Prüfeinrichtung zu verwenden. Durch Tauschen der Phasenfolge, z.B. L1, L3 und L2 an den Anschlüssen kann ein Schieflaststrom simuliert werden. Die auf den Nennstrom bezogene Amplitude des symmetrischen Prüfstromes ist der Größe des zu prüfenden Schieflaststromes identisch.

Falls nur eine einphasige Prüfeinrichtung zur Verfügung steht, kann der Prüfstrom entweder durch zwei Leiter, z.B. L2 und L3, oder nur an einem Leiter z.B. L1 angeschlossen werden. Beim Anschluss an zwei Leiter ist die Höhe des Prüfstromes entsprechend der Gleichung

$$I/2(L2 - L3) = \sqrt{3} I(3pol) \quad (24.)$$

zu erhöhen, damit das Verhalten korrekt überprüft werden kann. Bei einer Prüfstromeinprägung in einem Leiter, ist der Prüfstrom um den Faktor 3 entsprechend der nachfolgenden Gleichung

$$I/2(L1) = 3 I(3pol) \quad (25.)$$

zu erhöhen.

5 Einstellbeispiel

In nachfolgendem Abschnitt wird ein Beispiel zur Einstellung der Motorschutzfunktionen, die zur thermischen Überwachung eingesetzt werden, gezeigt. Hierbei wird insbesondere auf die Einstellung der Funktionen:

- Überwachung Rotorblockierung
- Anlaufüberwachung
- Abhängiger thermischer Schutz
- Überwachung der Anzahl der Anläufe

eingegangen. Die Einstellung der Schiefastschutzfunktion, die zur Überwachung unsymmetrische Betriebszustände bestimmt ist, kann dem vorherigen Abschnitt entnommen werden.

Im nachfolgenden Bild ist ein Beispiel der FUPLA - Konfiguration der Funktionsblöcke für den Motorschutz, Rotorblockierung, Motorstart, Anzahl der Anläufe und thermischer Schutz, dargestellt.

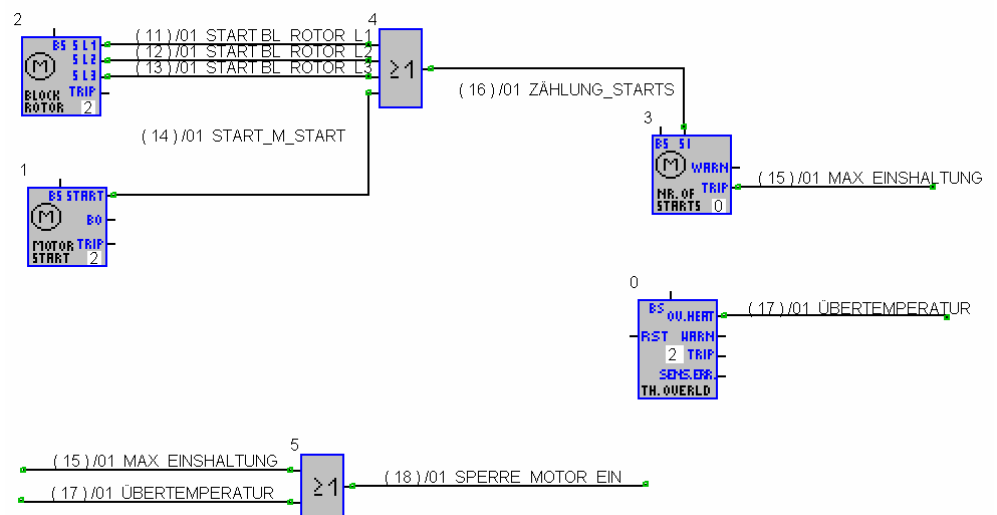


Bild 11: Beispiel der FUPLA - Konfiguration für den Motorschutz

Für das Einstellbeispiel wird ein Hochspannungsmotor mit folgenden relevanten Angaben angenommen:

Motornennstrom I_{Mn}	91A
Wärmeklasse	B
Temperaturklasse	T3
Blockierstrom (warm) IE	7,9
Blockierzeit (warm) tE	8s
Stromwandlernennstrom	100A/1A

5.1 Überwachung blockierendes Rotors

Der Motornennstrom ist bekannt. Da der primäre Stromwandlernennstrom 100A beträgt, muss der Motornennstrom bzw. der Motorstrom I_e auf dem REF542*plus* auf

$$I_{Mn} = \frac{91A}{100A} I_n = 0,91 I_n$$

eingestellt werden. Für die Erkennung der Rotorblockierung soll dabei nur das Überstromkriterium angewendet werden. In diesem Fall wird eine Rotorblockierung angenommen, wenn der Motorstrom 90% vom Blockierstrom I_E beträgt. Damit ist der Startwert

$$\text{Startwert} = 0,9 \times 7,9 I_{Mn} = 7,11 I_{Mn}$$

Die Zeiteinstellung wird entsprechend der Blockierzeit gewählt:

$$\text{Zeit} = 8,0 \text{ s} = 8000 \text{ ms}$$

5.2 Anlaufüberwachung

Die Einstellung für den Motornennstrom I_{Mn} bei der Funktion Anlaufüberwachung ist genauso wie bei der obigen Funktion Überwachung Rotorblockierung zu machen. Danach kann der Startwert I_s und die Zeit entsprechend den Motordaten festgelegt werden wie folgt:

$$\text{Startwert} = 7,9 I_{Mn}$$

und

$$\text{Zeit} = 8 \text{ s bzw. } 8000 \text{ ms}$$

Der Motorstart wird auf die Einstellung festgelegt:

$$\text{Motorstart} = 0,7 I_s$$

wobei I_s die Einstellung vom Startwert ist.

5.3 Abhängiger thermischer Schutz

Die Einstellung für den Motorstrom ist wie bisher.

$$I_{Mn} = 0,91 I_{Mn}$$

Die Motorwicklungen ist mit der thermischen Klasse B angegeben. Dabei wird gemäß dem Standard angenommen, dass die Umgebungstemperatur

$$T_{env} = 40 \text{ °C}$$

ist. Aufgrund der obigen Angabe der Wärmeklasse und der Temperaturklasse beträgt für das REF542*plus* nach Tabelle 2 und Tabelle 3 die Nenntemperatur

$$T_{nom} = (40 + 70) \text{ °C} = 110 \text{ °C}$$

und die Grenztemperatur für die Auslösung

$$T_{max} = 145 \text{ °C}$$

Die Einstellkonstante k kann mit Hilfe der Gleichung (10) bestimmt werden.

$$k = \sqrt{\frac{145^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}}{110^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}}} = 1,22$$

Gemäß dem Standard [DIN1] sollte jedoch die Konstante im Bereich von 1,0 ... 1,2 liegen. Wenn nun die höchst mögliche Einstellung der Einstellkonstante

$$k = 1,2$$

gewählt wird, lässt sich in umgekehrte Reihenfolge die Einstellung der Temperatur berechnen.

$$T_t = (1,2)^2 (110^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}) + 40^{\circ}\text{C} = 141^{\circ}\text{C}$$

Die Temperatur für die Auslösung auf dem REF542*plus* kann demnach auf

$$T_{\text{max}} = 141^{\circ}\text{C}$$

festgelegt werden. Bei dieser Einstellung der Einstellkonstante wird der Wärmespeicherinhalt auf 144% erweitert. Eine Warnung soll generiert werden, wenn ein Wärmespeicherinhalt von beispielsweise 120% erreicht wird. Damit kann die Einstellung der Temperatur für die Warnung ermittelt werden.

$$T_{\text{warn}} = \left(\frac{120}{100} (110^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}) \right) + 40^{\circ}\text{C} = 124^{\circ}\text{C}$$

Für die erstmalige Inbetriebnahme oder nach einem längeren Ausfall der Hilfsversorgung soll eine Anfangstemperatur T_{ini} angenommen werden. Hierbei ist zu empfehlen, eine Temperatur für den warmen Betriebszustand des Motors zu wählen, beispielsweise eine Temperatur bei einem Wärmespeicherinhalt von 100%. Damit wird eine Anfangstemperatur von

$$T_{\text{ini}} = (110^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}) + 40^{\circ}\text{C} = 110^{\circ}\text{C}$$

angenommen.

Da von einem rotorkritischen Motor ohne Zwangskühlung auszugehen ist, sollen die beiden Zeitkonstanten für die Erwärmung sowohl im normalen Betriebszustand als auch im Überlastzustand bzw. Fehlerzustand gleich sein. Die Zeitkonstante T_C bzw. τ kann mit Hilfe der Gleichung (11.2) errechnet werden.

$$\tau = \frac{8,0 \text{ s}}{\ln \frac{7,9^2 - 1}{7,9^2 - 1,2^2}} = 1112 \text{ s}$$

Damit ist die Einstellung für die beiden Zeitkonstanten wie folgt zu machen.

$$T_{C\text{Normal}} = T_{C\text{Overheat}} = 1112 \text{ s}$$

Wenn der Motor sich nicht mehr in Betrieb befindet und nicht dreht, kann auf Grund der fehlenden Rotation die Abkühlung nur langsam ablaufen. Im Allgemeinen kann der Abkühlvorgang dabei mit der 3fachen Zeitkonstante vom Normalbetrieb angenommen werden. Daher wird die für die Zeitkonstante der Abkühlung im Stillstand wie folgt eingestellt.

$$T_{C\text{Off}} = 3 \cdot 1112 \text{ s} = 3336 \text{ s}$$

5.4 Überwachung der Anzahl der Anläufe

Gemäß den Empfehlungen der neuesten Vorschriften wird die Anzahl der Anläufe aus dem kalten Zustand

Anz. Kaltstart = 2

und die Anzahl der Anläufe aus dem warmen Zustand

Anz. Warmstart = 1

eingestellt. Entsprechend der Einstellung für den blockierten Rotor und den Motorstart, wird nach jedem Startversuch der Wärmespeicher um etwa 45% aufgefüllt. Nach dem zweiten Start beträgt der Wärmespeicher etwa 90%. So, die Temperatur für den Warmstart wird auf den Wärmespeicherinhalt 100% gewählt. Damit kann die Temperatur für den Warmstart bestimmt werden.

$$T_{ini} = \left(\frac{100}{100} (141^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}) \right) + 40^{\circ}\text{C} = 141^{\circ}\text{C}$$

Die Zeit zur Abkühlung des Motors kann etwa auf 0,6 der Zeitkonstante bei der Abkühlung im Stillstand gleich gesetzt werden, weil nach Ablauf dieser Zeit der Wärmespeicher wieder um etwa 45% reduziert wird:

$$\text{Zeit} = 0,6 \cdot 3336 = 2001 \text{ s}$$

5.5 Auslösekennlinie

Im nachfolgenden Bild wird die Auslösekennlinie des Motors vom kaltem Zustand dargestellt.

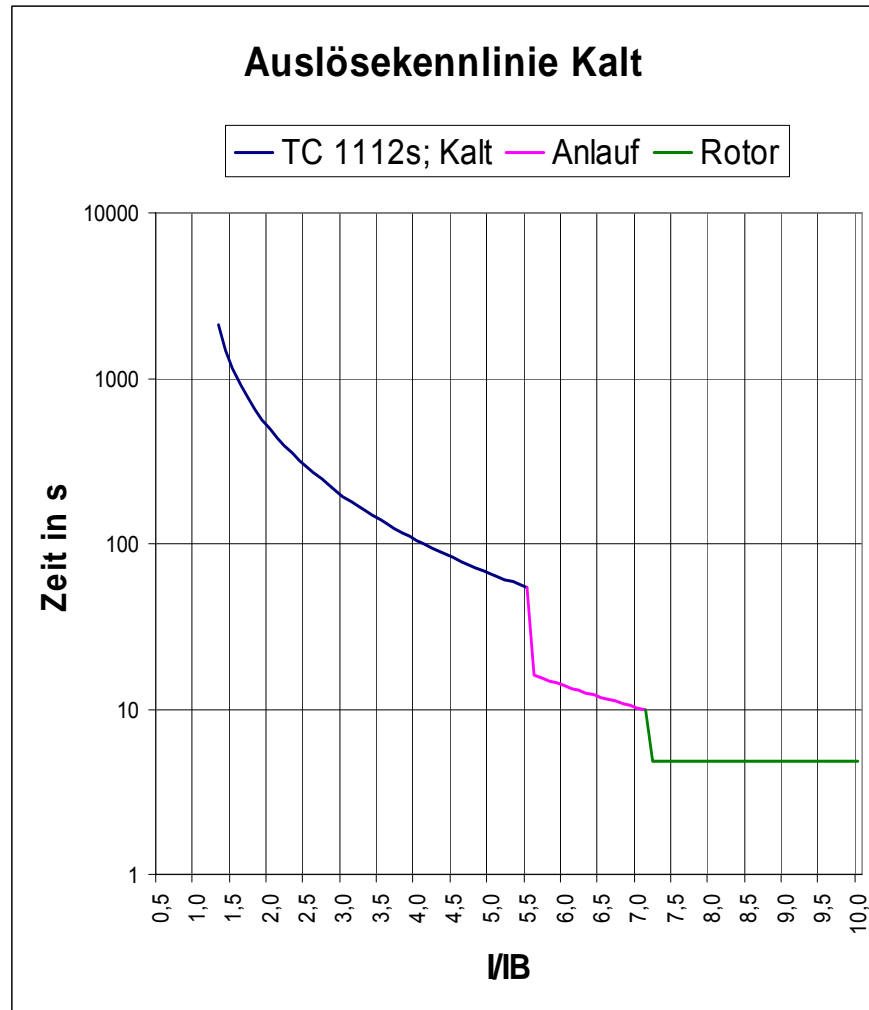


Bild 12: Auslösekennlinie aus der Zusammenstellung der Schutzfunktionen

Die Auslösekennlinie wird gebildet aus der Zusammenstellung der Motorschutzfunktionen. Im Bereich von 1,2 ... 5,5 Basisstrom IB bzw. Motornennstrom IMn wird die Auslösung von der Funktion thermischen Schutz, im Bereich von 5,5 ... 7,1 Basisstrom bzw. Motornennstrom von der Funktion Anlaufüberwachung und im Bereich ab 7,1 Basisstrom bzw. Motornennstrom von der Funktion Rotorüberwachung. Mit zunehmender Erwärmung bzw. Auffüllung des Wärmespeicherinhaltes nimmt die Auslösezeit von der Funktion thermischer Schutz ab. In der nachfolgenden Darstellung wird gezeigt, wie die Auslösezeit im Vergleich zum kalten Zustand sich verändert hat.

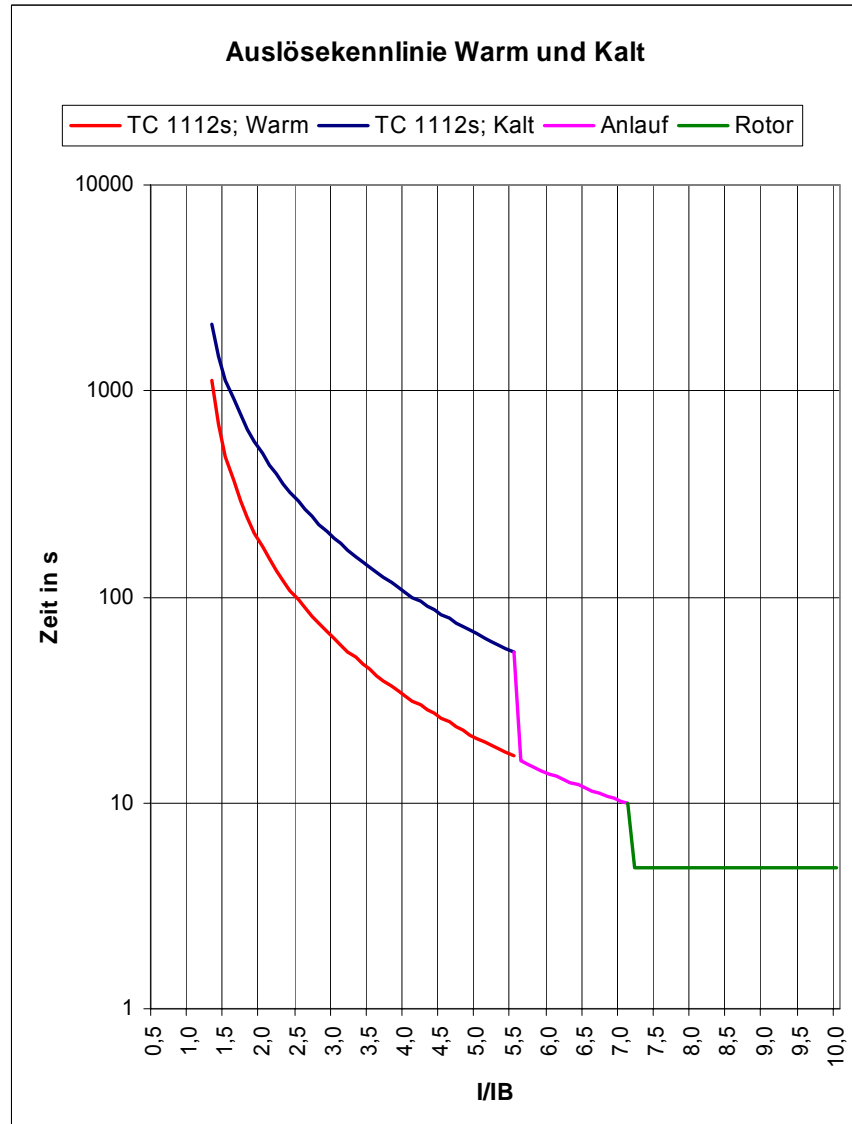


Bild 13: Reduzierung der Auslösezeit bei 100% Vorlast

5.6 Verhalten bei Ausfall der Hilfsspannung

Wenn die Hilfsspannungsversorgung für das REF542*plus* ausfällt, muss ebenso der zu schützende Motor ausgeschaltet werden. Die Dauer des Ausfalls der Hilfsspannungsversorgung wird durch die im REF542*plus* vorhandene interne Echtzeituhr überwacht. Dabei kann die Uhr für mindestens 2 Stunden lang mit der erforderlichen Ganggenauigkeit weiterlaufen. Unmittelbar nach der Wiederkehr der Hilfsspannungsversorgung wird die abgekühlte Motortemperatur nach Gleichung 14 errechnet und für die Fortsetzung der Schutzaufgabe verwendet.

In diesem Beispiel wird folgendes angenommen:

t_d = 30 Min = 1800 s

T_{aus} = 130°C

T_{env} = 40°C

T_{COff} = 3336 s

Damit wird nach der Wiederkehr der Hilfsspannungsversorgung folgende Initialtemperatur eingesetzt:

$$T_{ini} = \left((130 - 40) e^{\frac{1800s}{3337s}} + 40 \right) ^\circ\text{C} = 92,4^\circ\text{C}$$

Dabei ist

td	Zeitdauer des Ausfalls der DC – Versorgung
Taus	Temperatur im Augenblick des Ausfalls der DC – Versorgung
Tumgeb	Einstellung der Umgebungstemperatur
Zk Aus	Einstellung der Abkühlzeitkonstante nach Motorabschaltung
Tini	Initialtemperatur für die Fortsetzung der Berechnung

6 Betrieb des REF542*plus*

In diesem Kapitel finden Sie die folgenden Informationen:

Verantwortlichkeit des Bedieners

Garantiebestimmungen

Allgemeine Sicherheitshinweise

Besondere Sicherheitshinweise, die bei der Arbeit mit dem REF542*plus* immer beachtet werden müssen.

6.1 Verantwortlichkeit des Bedieners

Die folgenden Informationen für den Bediener müssen beachtet werden:

Das Bedienungspersonal für das REF542*plus* muss über die für die Bedienung der Anlage erforderlichen Qualifikationen verfügen.

Ihr Betriebspersonal muss befugt sein, mit oder an dem REF542*plus* zu arbeiten (z.B. Schaltbefugnis in Unterstationen)

Änderungen an der ausgelieferten Anwendung dürfen nur von Mitarbeitern der ABB vorgenommen werden.

Aus Gründen der Garantie müssen von den Kunden an der ausgelieferten Anwendung vorgenommene Änderungen in jedem Falle von der entsprechenden Verkaufsabteilung der ABB genehmigt werden.

Wir empfehlen, Änderungen an der Anlage nur von Mitarbeitern der ABB vornehmen zu lassen. Nach Ablauf der Garantiezeit erfolgen durch Sie vorgenommene Eingriffe in die Anlage, die nach Konsultation der ABB-Niederlassung, welche die Anlage verkauft hat, zulässig sind, auf ihr eigenes Risiko. Durch Sie vorgenommene Eingriffe in der Anlage / das REF542*plus* erfolgen auf ihr eigenes Risiko.

6.2 Garantiebestimmungen

Die mit dieser Dokumentation zur Verfügung gestellten Daten sind ausschließlich zur Beschreibung des Produktes bestimmt und stellen keine garantierten Eigenschaften der Anlage dar. Im Interesse unserer Kunden sind wir ständig bestrebt, unsere Produkte dem neuesten Stand der Technik anzupassen. Aus diesem Grunde können Abweichungen zwischen dem Produkt, der Beschreibung des Produktes und dem Handbuch vorkommen.

Werden die Anweisungen und Empfehlungen in unserer Dokumentation beachtet, so ist, nach unseren Erfahrungen, die bestmögliche Betriebszuverlässigkeit unserer Produkte gewährleistet.

Es ist praktisch unmöglich, auch in einer umfassenden Dokumentation, jedes bei der Anwendung einer technischen Einrichtung möglicherweise auftretenden Ereignis zu berücksichtigen. Aus diesem Grunde empfehlen wir, dass Sie sich, sollte einmal ein gewöhnliches oder ein Ereignis auftreten, für das in diesem Handbuch keine umfassenden Informationen enthalten sind, mit unserem Vertreter oder direkt mit uns in Verbindung setzen.

Wir weisen ausdrücklich jede Verantwortung für alle direkten Schäden zurück, die aufgrund einer fehlerhaften Bedienung unserer Geräte entstehen. Dies gilt auch dann, wenn in diesem Handbuch keine besonderen Anweisungen für diesen Fall enthalten sind.

Diese Dokumentation ist sorgfältig geprüft worden. Sollte der Benutzer trotzdem irgendwelche Fehler feststellen, bitten wir Sie, uns so schnell wie möglich hierüber zu unterrichten.

Auf die Funktion des REF542*plus* gewähren wir eine Gewährleistung/Garantie von für die Dauer von einem (1) Jahr.

Die Garantiebestimmungen sind Teil der entsprechenden Vertragsunterlagen.

In Zusammenarbeit mit dem Betreiber können auch spezielle Vorkehrungen getroffen werden, die dann in den Vertragsunterlagen spezifiziert werden.

Im allgemeinen ergeben sich alle Vereinbarungen, Zusagen und juristischen Beziehungen sowie Verpflichtungen der ABB aus den aktuellen, gültigen Vertragsunterlagen. Dies gilt auch für alle Verweise auf die Garantiebestimmungen, die durch den Inhalt dieser Unterlagen in keiner Weise beeinflusst werden.

Die ABB übernimmt keinerlei Verantwortung für Schäden, die sich aus der unsachgemäßen Benutzung der REF542*plus* ergeben.

Setzen Sie sich beim Eintreten eines Garantiefalles bitte mit dem Büro der ABB in Verbindung, das die Anlage verkauft hat.

6.3 Sicherheitsvorschriften

Die Sicherheitshinweise in den folgenden Kapiteln stellen nur eine allgemeine Auswahl der zu beachtenden Punkte dar. Zusätzliche, für den tatsächlichen Inhalt des Kapitels geltende Hinweise finden sich in den anderen, speziellen Kapiteln des Handbuchs.

Die Sicherheitshinweise stehen entweder an Anfang des Kapitels oder direkt an der entsprechenden Position im Text.

6.3.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Dokumentation

Hinweis Der Inhalt der mit der Anlage ausgelieferten Dokumentation muss während des Betriebs der Anlage unter allen Umständen befolgt werden.

Das Arbeiten mit elektrotechnischen Geräten

Warnung! Nach dem Einschalten eines elektrotechnischen Gerätes stehen bestimmte Teile des Gerätes unter Spannung. Das Nichtbeachten der Sicherheitshinweise kann Gefahren für Personen und Sachen zur Folge haben. Außerdem kann es zu Verletzungen und Sachschäden kommen.

Sicherer Betrieb

Hinweis Um einen sicheren und störungsfreien Betrieb des Gerätes gewährleisten zu können, muss dieses ordnungsgemäß transportiert und gelagert werden. Darüber hinaus müssen auch die Inbetriebnahme, die Bedienung, der Kundendienst und die Wartung ordnungsgemäß und sorgfältig durchgeführt werden.

6.3.2 Besondere Sicherheitshinweise

Fünf Regeln für die Sicherheit

Warnung!

Die fünf Sicherheitsregeln gemäß der sogenannten "VBG4 Elektrotechnische Schaltanlagen und Ausrüstungen" müssen aus Gründen der persönlichen Sicherheit unter allen Umständen beachtet werden:

1. Schalten Sie das System vor Beginn der Arbeiten spannungslos.
2. Nehmen Sie eine Sicherung gegen Wiedereinschalten vor.
3. Überprüfen Sie, dass keine Spannung ansteht.
4. Schließen Sie das System kurz und erden Sie es.
5. Benachbarte unter Spannung stehende Teile müssen abgedeckt oder abgeschaltet werden.

Zusätzliche Sicherheitsnormen

Warnung!

Die folgenden Sicherheitsnormen müssen unter allen Umständen beachtet werden:

1. IEC 60255 Schutzrelais in Hochspannungsschaltanlagen
2. DIN 57627 Steckverbindungen

Arbeiten an und bedienen der Anlage

Hinweis

Die Anlage darf nur von hierfür qualifizierten Mitarbeitern bedient und gewartet werden.

Qualifizierte Mitarbeiter sind:

- vertraut mit dem Aufbau, der Montage, der Inbetriebnahme sowie dem Betrieb der Anlage und dem System, in das sie eingebaut ist.
- qualifiziert und befugt, Schalthandlungen gemäß den Normen der Sicherheitstechnik vorzunehmen. Hierzu gehört insbesondere das Ein- und Ausschalten, das Abtrennen, das Erden und das Kennzeichnen.
- geschult in den Normen der Sicherheitstechnik und vertraut mit der Wartung und Benutzung von Sicherheitsausrüstungen.
- geschult in Erster Hilfe.

6.3.3 Risikoanalyse und sicherheitsgerechtes Verhalten

In [DO1] ist die Risikoanalyse und das sicherheitsgerechte Verhalten dargestellt. Daraus ist zu entnehmen, dass die Motorschutzfunktion im REF542*plus* der Anforderungsklasse 3 nach DIN V 19250 entspricht. Mit der unabhängigen Watch Dog - Funktion können Notfallsituationen stets erkannt und zur Abschaltung gebracht werden. Somit wird das Auftreten einer Störung mit möglichen Umweltschäden selbsttätig vermieden, auch wenn der Prozess unbewacht ist.

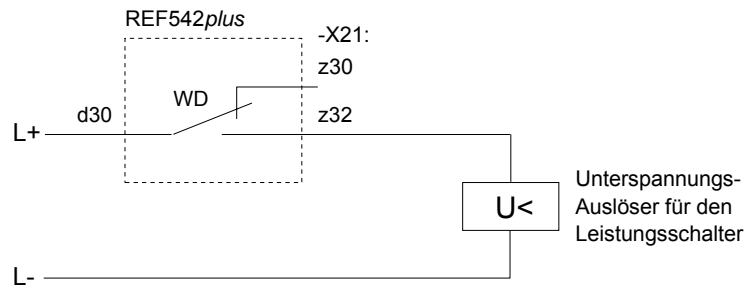


Bild 14: Auslösung des Leistungsschalter durch einen Unterspannungsauslösers

Im obigem Bild ist ein Beispiel dargestellt. Die Watch Dog Funktion WD steuert ein Relais mit einem Wechsler an. Im störungsfreien Zustand ist der Arbeitskontakt geschlossen und wird in den Kreis für den Unterspannungsauslöser mit separat gesicherter Stromversorgung eingeschleift. Wenn der Watchdog Kontakt bei einer Funktionsstörung sich öffnet, wird der Leistungsschalter durch die fehlende Spannung am Unterspannungsauslöser mechanisch betätigt.

Hinweis

Gemäß DIN EN 954-1 Stand März 1997 entspricht das REF542*plus* den Anforderungen der Kategorie 2. Ein erkanntes Fehlverhalten des Systems wird durch eine Watchdog-Schaltung detektiert und führt über eine direkte Verbindung des Watchdog-Relais mit dem Auslöser des Leistungsschalters zur unmittelbaren Abschaltung des Systems

7 Montage und Installation

Dieses Kapitel enthält die folgenden Informationen:

Was ist nach der Auslieferung des REF542*plus* zuerst zu tun

Anforderungen an die Umgebungsbedingungen

Einrichten und Integrieren des REF542*plus* in das Schaltfeld

Überprüfen der Verdrahtung für die Inbetriebnahme

7.1 Auspacken

Bitte gehen Sie beim Auspacken des Gerätes wie folgt vor:

- Nehmen Sie beim Auspacken eine Sichtprüfung des Gerätes und der Verpackung vor.
Irgendwelche an der Verpackung oder dem Gerät feststellbaren Transportbeschädigungen müssen umgehend dem letzten Spediteur gemeldet werden, der auch schriftlich über die Haftung für den Schaden informiert werden sollte.
- Überprüfen Sie die Lieferung an Hand der beiliegenden Dokumentation auf Vollständigkeit.
Sollte irgend etwas fehlen oder irgendwelche Abweichungen gegenüber den Auftragsunterlagen vorhanden sein, so setzen Sie sich bitte umgehend mit dem Verkaufsbüro der ABB in Verbindung.

Montieren Sie das Gerät entsprechend den Anweisungen im nächsten Kapitel. Ist das Gerät nicht zur sofortigen Montage bestimmt, muss es in der Originalverpackung an einem geeigneten Ort gelagert werden.

7.2 Montage

Das REF542 *plus* besteht aus zwei Teilen, einer Zentraleinheit und einer getrennten Mensch/Maschine-Schnittstelle (HMI) als Steuergerät. Die Zentraleinheit enthält das Netzgerät, den Prozessor sowie die analogen und digitalen Eingangs- und Ausgangsmodule (I/O) sowie auch die optionalen Module für ergänzende Funktionen. Das HMI - Steuergerät ist ein selbständiges Gerät mit einer eigenen Stromversorgung. Es kann in die Tür des Niederspannungsfeldes oder in ein besonderes Fach in der Nähe der Zentraleinheit eingebaut werden. Über das HMI werden normalerweise die Schutzparameter eingegeben und außerdem wird es zur Vor-Ort-Bedienung der Schaltgeräte in dem Schaltfeld benutzt. Für die Verbindung zwischen der Bedieneinheit und der Zentraleinheit muss ein Kabel mit einem geschirmten verdrillten Paar gemäß dem RS485-Standard verwendet werden.

Die untenstehenden Bilder geben die Abmessungen der Bedien- und Basiseinheit wieder.

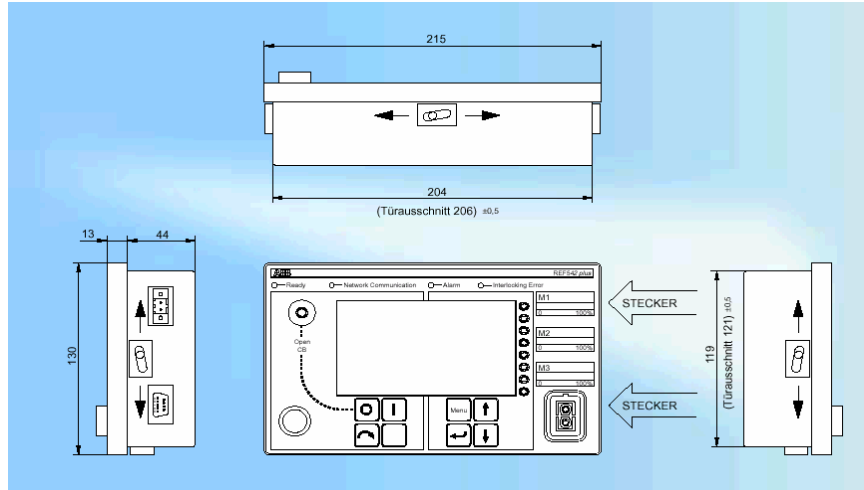


Bild 15: Abmessungen der Bedieneinheit

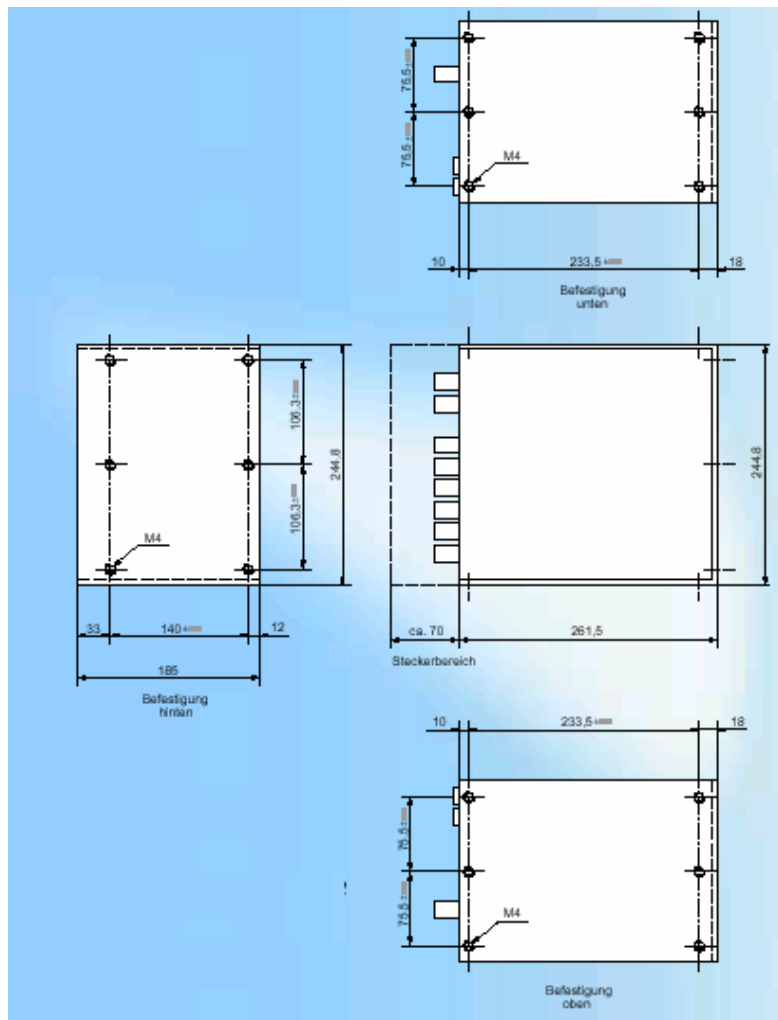


Bild 16: Abmessungen der Basiseinheit, Standardausführung

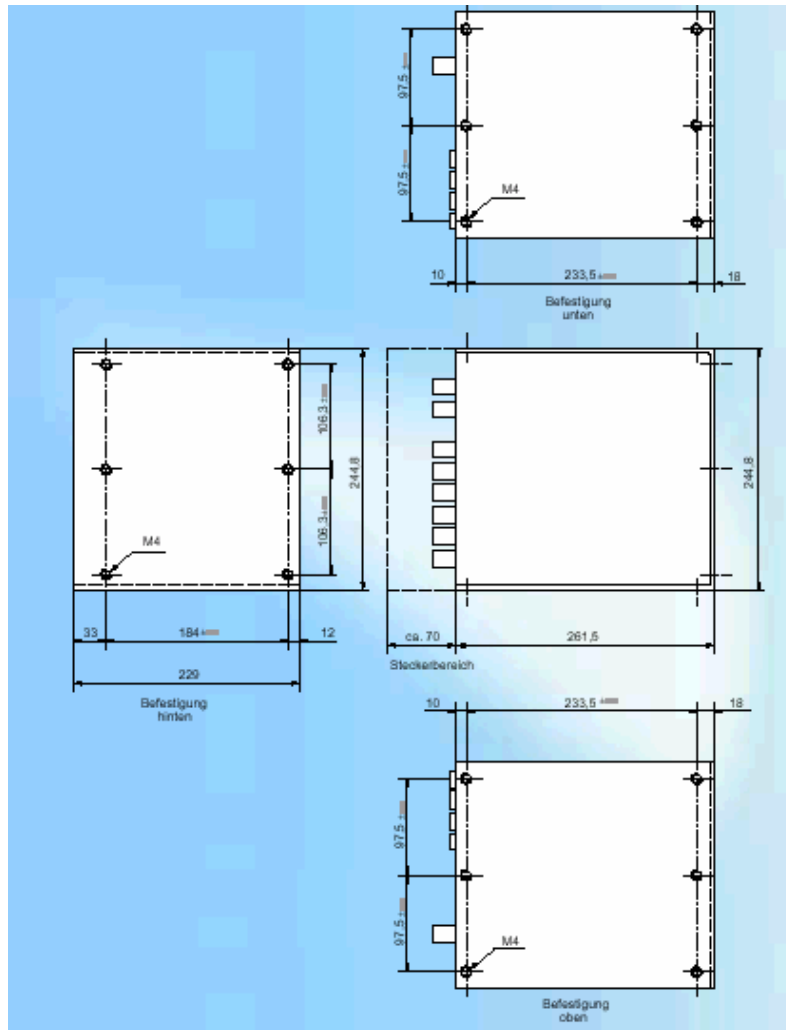


Bild 17: Abmessungen der Zentraleinheit, breite Ausführung

7.2.1 Montagebereich und erforderliche Umgebungsbedingungen

Bitte beachten Sie die folgenden Angaben hinsichtlich des Montagebereichs:

Sehen Sie einen ausreichend großen Arbeitsbereich vor. Alle Verbindungen müssen einfach zugänglich sein.

Aus den folgenden Gründen muss einfacher Zugang zu der Zentraleinheit im Niederspannungsfach möglich sein:

- zum Austauschen der Einheit,
- zum Erweitern der Einheit,
- zum Austauschen bestimmter elektronischer Leiterkarten und
- zum Austauschen bestimmter Module, wenn die erforderlich werden sollte.

Da die Einheit empfindlich auf nicht zulässige schwere Umweltbedingungen reagiert, sollten die folgenden Punkte beachtet werden:

Der Einbaubereich muss frei von übermäßiger Luftverschmutzung sein (Staub, aggressiven Substanzen, usw.).

Die natürliche Luftumwälzung rund um die Einheit darf nicht behindert sein.

In dem Einbaubereich müssen die festgelegten Umweltbedingungen aufrechterhalten werden.

Bevorzugte Einbaulage des REF542*plus*

Hinweis

Das REF542*plus* sollte so eingebaut werden, dass die Einsteckkarten senkrecht stehen und somit eine Luftzirkulation ermöglicht wird.

7.2.2 Einbau in die Niederspannungsnische



Bild 18: REF542*plus* installiert in eine gasisolierte Schaltanlage (GIS)



Bild 19: REF542*plus* installiert in eine luftisolierte Schaltanlage (AIS)



Bild 20: Beispiel für den Einbau der Zentraleinheit in die Niederspannungsnische und der HMI in die Tür

7.2.3 Verdrachten des REF542 *plus*

Beachten Sie die für die Verdrahtung mitgelieferte Dokumentation für das Feld.

Zusammenfassen kann gesagt werden, daß mit dem in den folgenden Absätzen beschriebenen Prüfungen überprüft werden kann, ob die Verdrahtung korrekt installiert worden ist.

7.2.3.1 Überprüfen der Stromwandlerkreise

Mit den folgenden Prüfungen wird überprüft, daß die Stromwandler sowie die Stromwandlerkreise korrekt installiert worden sind:

Polaritätsprüfung

Die Polaritätsprüfung (so nahe wie eben möglich an dem REF542 plus) dient der Überprüfung der Stromkreise und der Einbauposition sowie der Polarität der Messwertgeber. Auch die Polarität der Messwertgeber zu einander kann mit dem Laststrom überprüft werden..

Stromeinspeisung mit einer Hochstromquelle (Primärprüfgerät).

Die Stromeinspeisung liefert Informationen über das Übersetzungsverhältnis der Messwertgeber sowie die richtige Verdrahtung des REF542plus. Die Stromversorgung sollte je Leiter erfolgen und in jeden Falle von Leiter zu Leiter verlaufen. Es sollten hier alle Leitungsströme und Differenzströme überprüft werden. Auch das Übersetzungsverhältnis des Messwertgebers kann mit den Laststrom überprüft werden.

Protokollieren Sie die Magnetisierungseigenschaften

Vergewissern Sie sich, dass das REF542plus bei der Aufzeichnung der Magnetisierungseigenschaften an dem richtigen Messwandler angeschlossen ist.

Überprüfen des Messwandler-Erdungskreises

Jeder unabhängige Stromkreis darf, um sich aus Potentialdifferenzen ergebende Ausgleichsströme zu vermeiden, nur an einer Stelle geerdet werden.

Überprüfen der Erdung der Kabelstromwandler (sofern verwendet)

Wird der Mittelleiterstrom über einen Kabelstromwandler gemessen, so muss die Abschirmung des Kabels, ehe sie an der Masse angeschlossen wird, durch den Strom-

wandler zurückgeführt werden. Hierdurch werden schwache über die Abschirmung fließende Erdfehlerströme abgeführt. Das folgende Bild gibt eine andere Ansicht der Erdung des Kabelumbauwandlers wieder.

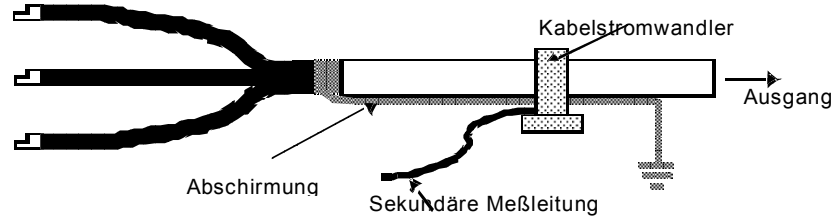


Bild 21: Erdung eines Kabelstromwandlers

7.2.3.2 Überprüfen der Stromkreise der Spannungswandler

Mit den folgenden Prüfungen wird überprüft, dass die Spannungswandler und die Spannungswandlerstromkreise richtig verdrahtet sind:

Polaritätsprüfung

Verdrahtungsprüfung

Überprüfen der Erdung des Wandlerstromkreises

Überprüfen Sie die Spannungswandler auf das Vorhandensein einer Spannung zwischen dem Null(Stern)punkt und der Erde (wenn verwendet). Gehen Sie beim Messen von Erdfehlern wie folgt vor: Eine Spannung wird als Null(Stern)punkt - Erde-Spannung einer Erdfehlermessung bezeichnet, wenn sie bei einem metallischen Erdschlussfehler im Netz zwischen den Klemmen "e" und "N" der offenen Dreieckwicklung auftritt.

Bei einem metallischen Erdschluss in der Phase L1 treten die äußeren Spannungen zwischen Phase und Mittelleiter an den Phasen L2 und L3 anstelle der Spannungen Leiter - Erde auf. Sie addieren sich geometrisch und ergeben die dreifache Amplitude, wie sie zwischen den Klemmen "e" und "n" gemessen wird.

7.2.3.3 Überprüfen der Hilfsspannung

Die Hilfsspannung muss im Toleranzbereich des Stromversorgungsmoduls liegen und unter allen Betriebsbedingungen die richtige Polarität haben.

7.2.3.4 Überprüfen der Auslöse- und Signalkontakte

Diese Prüfung ist wie in der Dokumentation für das Feld angegeben auszuführen..

7.2.3.5 Überprüfen der binären Eingänge

Überprüfen Sie, dass die Polarität und der Spannungswert der binären Eingänge des REF542 mit den technischen Daten der binären Eingänge übereinstimmen

7.2.4 Erdung des REF542*plus*

Wie aus dem folgenden Bild zu ersehen ist, muss die Netzkarte am Anschluss X10 Pin 2 an dem Gehäuse geerdet werden. Zu diesem Zwecke muss der mittlere Stift mit der Erdungsstelle im Niederspannungsfeld verbunden werden. Darüber hinaus muss auch die Abschirmung aller Kabel, die an dem HMI angeschlossen werden, mit der Gehäuseerde verbunden werden.

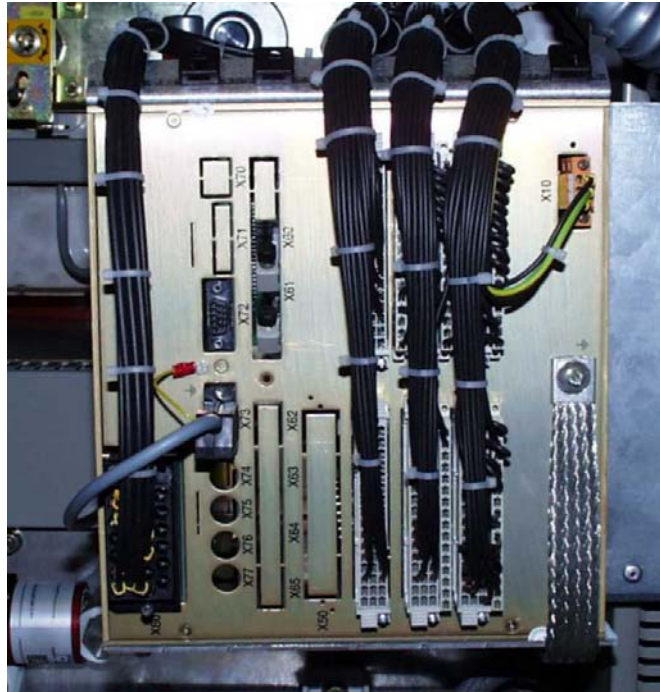


Bild 22: Erdung des REF542plus Zentraleinheitgehäuses

Um die EMV (**E**lektromagnetische **V**erträglichkeit) sicherzustellen, muss das Gehäuse über eine galvanische Verbindung mit geringer Impedanz mit dem Erdungssystem verbunden werden. Wie aus dem Bild zu ersehen ist, muss eine entsprechende Kabelverbindung von der Erdungsschraube des Gehäuses zu der Erdungsstelle im Niederspannungsfeld verlegt werden. Aus diesem Grunde wird die Erdungsverbindung nach Möglichkeit mit einem geflochtenen Leiter vorgenommen. Ist jedoch konstruktionsbedingt bereits eine gut leitende Verbindung zwischen dem Gehäuse und dem Erdungssystem gegeben, so kann auf die zusätzliche Erdverbindung mit dem geflochtenen Leiter verzichtet werden.

Das Gehäuse der HMI -Vor-Ort-Steuereinheit muss ebenfalls geerdet werden. Wie aus dem nächsten Bild zu ersehen ist, muss ein spezieller Erdleiter zwischen dem Gehäuse der HMI- Vor-Ort-Steuereinheit und dem Erdungsanschluss im Niederspannungsfeld verlegt werden.



Bild 23: Erdung des HMI- Vor-Ort-Steuereinheit des REF542plus

7.2.5 Typische Beispiele für analoge und binäre Verbindungen

Auf den folgenden Seiten finden Sie Beispiele für die Verdrahtung von analogen Eingängen (Messeingänge) des REF542plus mit Sensoren oder Messwertgebern, binären I/Os und analogen Ausgangskarten. Auch Anwendungsbeispiele aus der Praxis werden hier vorgestellt. In den Schaltbildern werden die folgenden Symbole verwendet:

Tabelle 6: Graphische Symbole für elektrotechnische Schaltpläne (IEC 60617)

Symbol	Erläuterung	Symbol	Erläuterung
	Fließrichtung der Energie von der Stromschiene		Ringkernstromwandler Kabelumbauwandler?
	Fließrichtung der Energie zur Stromschiene		Arbeitskontakt
	Mechanische, pneumatische oder hydraulische Verbindung		Ruhekontakt
	Erde, Masse		Wechselkontakt (voreilend öffnend)
	Leiter in einem geschirmten Kabel		Positionsschalter, Öffner
	Verdralltes Paar		Leistungsschalter
	Leitende Verbindung		Trennschalter
	Stecker und Kupplung		Auslöser

Symbol	Erläuterung	Symbol	Erläuterung
	Widerstand mit einer festen Anzapfung		Sicherung
	Stromwandler		Sensor
	Dreiphasiger Transformator		Stromsensor
	Spannungswandler		Faseroptisches Kabel (Lichtwellenleiter)

7.2.6 Anschlussbeispiel des REF542plus mit Analogeingängen

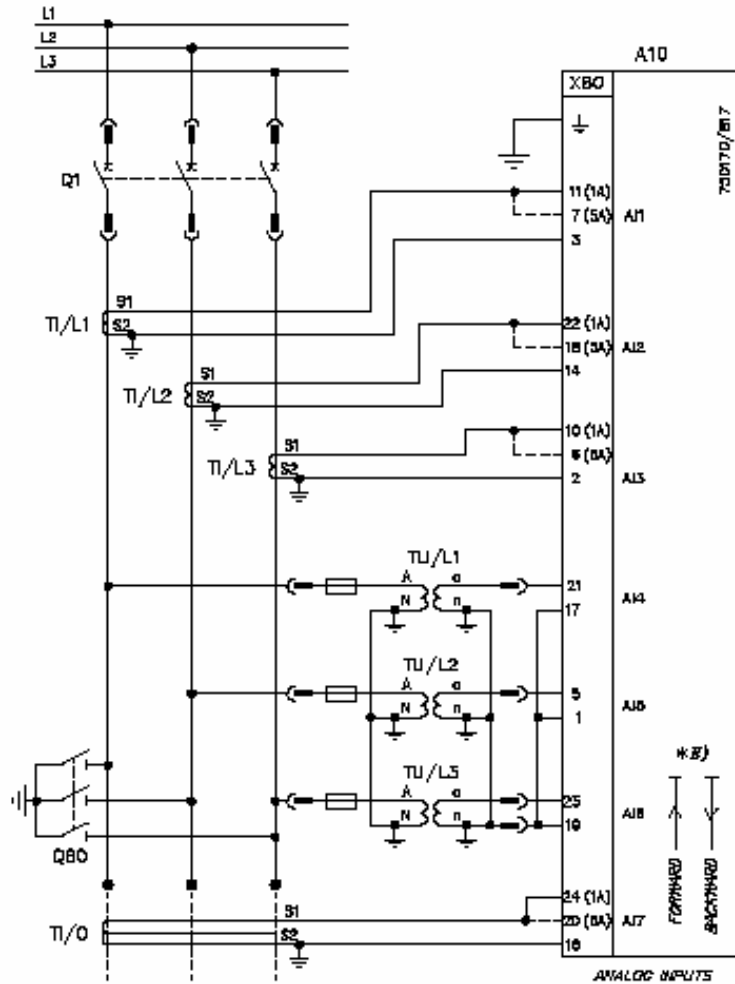


Bild 24: Beispiel eines Anschlussschaltbildes für Eingangs- und Ausgangsfelder mit Wandlern

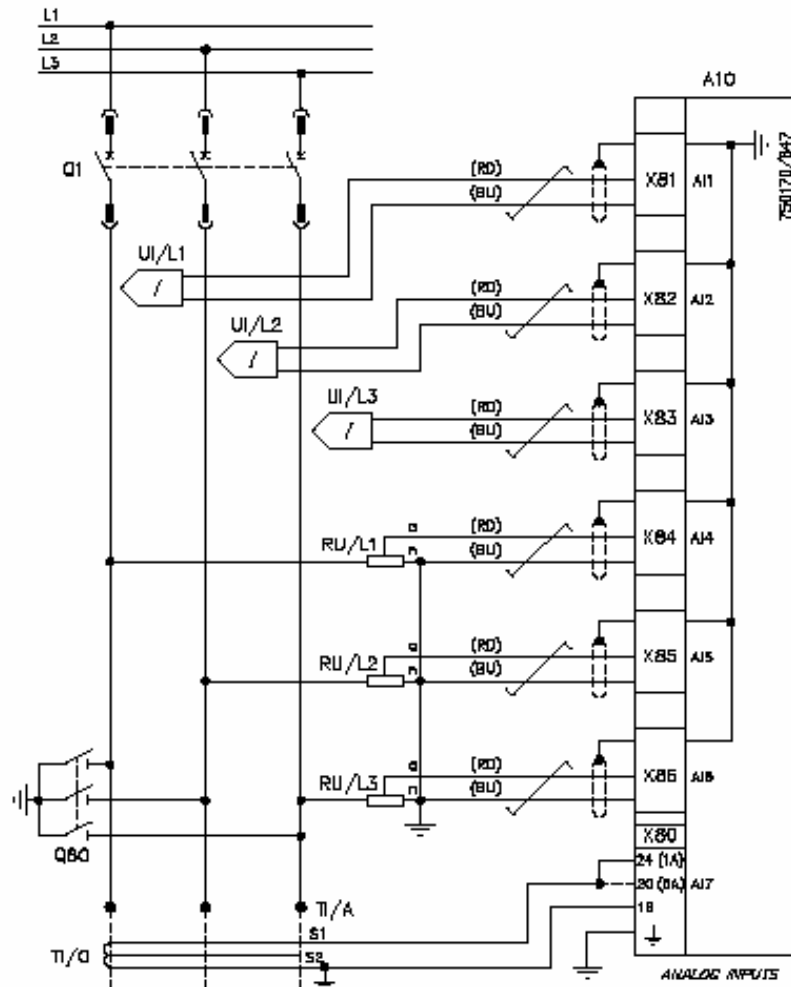


Bild 25: Beispiel eines Anschlussschaltbildes für Eingangs- und Ausgangsfelder mit Sensoren

Vorsicht Aus Gründen der Genauigkeit sollten die Verbindungskabel zu Sensoren in anderen Feldern beziehungsweise auf anderen Tafeln eine Länge von 7 m nicht überschreiten.

8 Inbetriebnahme

Die beschriebenen Geräte, Adapter und Verfahren sind nur Beispiele. Erfahrungen und Sicherheit in der Handhabung der verschiedenen Geräte sind eine Voraussetzung.

8.1 Einschalten der Einspeisung

Vorsicht Überprüfen Sie vor dem Einschalten der Einspeisung daß das REF542*plus* in dem entsprechenden Feld voll funktionsfähig ist. Achten Sie insbesondere auf die Schutzfunktionen und die Verriegelungen!

8.2 Prüfausrüstung

Das wichtigste Gerät für die Inbetriebnahme des REF542*plus* ist eine entsprechende Relais-Prüfausrüstung. Die Prüfausrüstung sollte mit einem dreiphasigen Strom- und Spannungssystem ausgestattet sein. Ferner sollten sich mit der Prüfausrüstung auch Strom- und Spannungssensoren simulieren lassen. Gearbeitet werden kann zum Beispiel mit einer von KOCOS in Korbach/Deutschland gefertigten Prüfausrüstung.

8.3 Prüfen der Verriegelungsbedingungen,

Mit dieser Prüfung werden die von dem Benutzer gewünschten und erforderlichen Verriegelungen der Schaltanlage geprüft. Hierbei müssen die folgenden beiden Arten der Verriegelung berücksichtigt werden:

Spezielle Schaltgeräteverriegelungen auf Feldebene und

Verriegelungen des Feldes gegenüber anderen Feldern auf Stationsebene.

Die Verriegelungsbedingungen für das zu prüfende Feld können den Auftragsbedingungen entnommen werden. Die von dem Benutzer festgelegten Verriegelungsbedingungen sind hier aufgeführt.

Es müssen alle möglichen Umstände geprüft werden.

8.4 Bestimmen der Wandlerrichtung

Der Anschluss der Messeingänge und die richtige Polarität der Spannungs- und Stromwandler oder Sensoren ist von großer Bedeutung für die Entfernungs-, Vergleichs- und Richtungsfunktionen.

Über die Prüfung der Polarität, des Übersetzungsverhältnisses und der Magnetisierungseigenschaften hinaus muss während dieser Prüfungen auch die Verdrahtung der Wandler/Sensoren geprüft werden.

8.4.1 Stromwandler

Die Wandler müssen eine positive Wicklung haben.

Diese kann einfach mit Hilfe einer 9-V-Batterie und einem analogen Gleichspannungsmesser geprüft werden. Beim Verbinden der Primärspule des Wandlers mit der Batterie muss in der an dem Spannungsmesser angeschlossenen Sekundärspule eine positive Spannung erzeugt werden. Wird die Batterie abgeklemmt, muss ein negativer Spannungsimpuls entstehen.

Zum Zwecke dieser Prüfung muss die positive Klemme der Batterie mit P1 der Primärspule und der positive Eingang des Spannungsmessers mit s1 verbunden werden. Das gleiche gilt für die negative Klemme an P2 der Primärspule und den negativen Eingang des Spannungsmessers an s2 der Sekundärspule.

Die Anordnung für das Prüfen der Richtung eines Wandlers (Kerns) ist in dem folgenden Bild dargestellt.

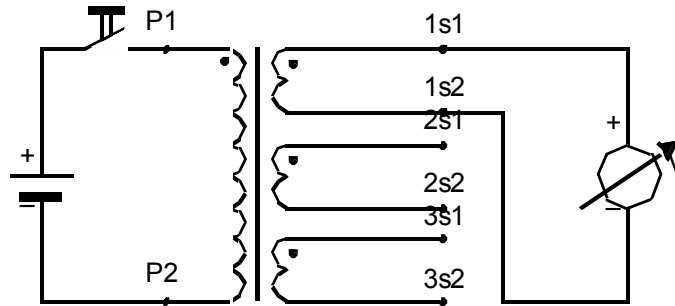


Bild 26: Anordnung für die Polaritätsprüfung von Stromwandlern

Diese Polaritätsprüfung, die auch als "Tipp-Prüfung" bezeichnet wird, muss für jeden Wandler (Kern) durchgeführt werden. Zur Sicherstellung des einwandfreien Betriebs auch bei einem Stromwandler mit Mehrfachkernen, wie zum Beispiel Schutz- und Messkernen, wird empfohlen, dass die Magnetisierungseigenschaften (Kniepunktspannung) aufgezeichnet werden. An die Sekundärklemmen wird ein Variac mit einer entsprechend hohen Spannung angeschlossen. Der während des Spannungsanstiegs fließende Strom wird gemessen. Der Verlauf der gemessenen Werte, Strom über Spannung, ergibt die Magnetisierungscharakteristik des Wandlers (Kerns), die dann mit den Daten des Herstellers verglichen werden kann.

Das Übersetzungsverhältnis des Stromwandlers wird mit einem speziellen Primärstromnetzgerät geprüft. Das Stromversorgungsgerät wird primärseitig an den Stromwandler angeschlossen und der sekundärseitige Wert wird an den Sekundärklemmen des Wandlers oder am Schutzschrank mit einem Amperemeter gemessen.

8.4.2 Spannungswandler

Die gleiche Polaritäts- oder "Tipp-Prüfung" wird an den Spannungswandlern durchgeführt. Der Unterschied ist nur der, dass die Batterie an die Sekundärseite und der analoge Spannungsmesser an die Primärseite des Spannungswandlers angeschlossen wird.

Die Anordnung für das Prüfen eines Wandlers (Kerns) ist in dem folgenden Bild wiedergegeben

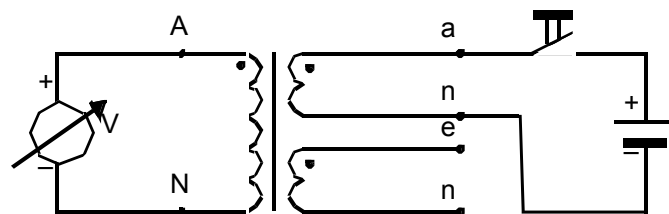


Bild 27: Polaritätsprüfung von Spannungswandlern

Auch hier muss jeder Wandler (Kern) geprüft werden.

Hat der in dem Abschnitt Stromwandler für das Aufzeichnen der Magnetisierungseigenschaften beschriebene Variac eine ausreichend hohe Ausgangsspannung (z.B. 500 V), so kann er auch für die quantitative Prüfung des Übersetzungsverhältnisses der Spannungswandler verwendet werden. Die Variac-Spannung wird an die Primär-

seite des Spannungswandlers gelegt und mit dem Voltmeter wird die Sekundärspannung an den entsprechenden Klemmen des Spannungswandlers oder in dem Schutzschrank gemessen.

8.4.3 Stromsensor

Da es sich bei dem Stromsensor, der Rogowski-Spule, um eine Spule mit einem Luftkern handelt, muss er den gleichen Polaritätsprüfungen wie die Stromwandler unterworfen werden.

Die Auslegung der Prüfschaltung ist in dem folgenden Bild wiedergegeben. Es kann aber auch eine Batterie mit einer höheren Spannung erforderlich sein.

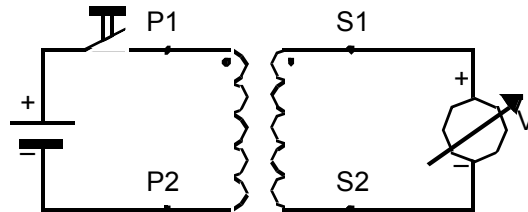


Bild 28: Polaritätsprüfung eines Stromsensors (Rogowski-Spule)

Das Übersetzungsverhältnis wird auf genau die gleiche Weise geprüft wie bei einem Stromwandler. Gleichzeitig kann auch die Anzeige des Schutz- und Steuergerätes REF542plus geprüft werden. Da bei einer Luftspule ja keine Sättigungserscheinungen auftreten, brauchen die Magnetisierungseigenschaften der Rogowski-Spule nicht aufgezeichnet zu werden.

8.4.4 Spannungssensor

Die Polarität des Spannungssensors, bei dem es sich um einen Präzisions-Widerstands-Spannungsteiler handelt, wird mit der folgenden Schaltung geprüft. Die korrekte Polarität der Spannung wird durch Anlegen einer Gleichspannung (z.B. 24 V GS) an die Sekundärklemmen bestimmt. Die Hilfsspannungsquelle kann auch bei sehr hohen Übersetzungsverhältnissen verwendet werden. Gleichzeitig wird auch das Übersetzungsverhältnis des Widerstands-Spannungsteilers geprüft.

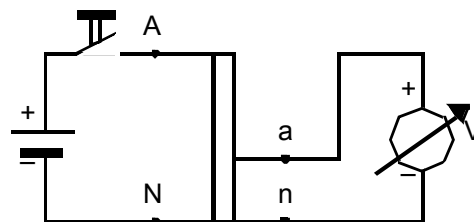


Bild 29: Polaritätsprüfung eines Spannungssensors (Widerstands-Spannungsteiler)

8.5 Prüfen der Messwertaufzeichnung

Die einwandfreie Funktion der Wandler und Sensoren ist von großer Bedeutung für die einwandfreie Funktion des REF542*plus*. Aus diesem Grunde müssen die Messwertverarbeitung des Gerätes und die eingestellten Nennwerte geprüft werden.

Die Phasenströme und Spannungen müssen als gemessene Eingangsgrößen genommen werden. Alle anderen Messwerte sind davon abgeleitete Werte.

Die Prüfung wird wie folgt durchgeführt:

Überprüfen Sie, ob die eingestellten Nennwerte den von dem Benutzer (in den Auftragsunterlagen) geforderten Nennwerten entsprechen.

Falls erforderlich, laden Sie die Anwendung aus dem REF542*plus* in den PC.

Wählen Sie im Konfigurationsprogramm die Menüposition Einstellungen/ Anschlüsse/ Analoge Eingänge. Die Nennwerte werden in dem dann erscheinenden Dialogfenster dargestellt und können, falls erforderlich, geändert werden.

Prüfen Sie die Verdrahtung der Wandler und Sensoren.

Klemmen Sie die Messwertgeber oder Sensoren von dem REF542*plus* ab.. Die Stromwandler müssen kurzgeschlossen, die Kombisensoren abgeklemmt werden.

Schließen Sie die Prüfeinrichtung an das REF542*plus* an. Die entsprechenden Strom- und Spannungssignale werden auf die Analogeingänge gegeben. Stellen Sie an der Prüfeinrichtung die erforderlichen Nennwerte ein.

Tabelle 7: Nennwerte der Strom- und Spannungssignale

Wandler/Sensor	Nennwert
Stromwandler	1 A oder 5 A
Spannungswandler	100 V
Rogowski Spule	150 mV
Spannungssensor	2 V

Zur Prüfung der Phasenfolge wird jede Phase getrennt auf den Nennwert gesetzt, und dann werden die entsprechenden Werte auf der Bedieneinheit (HMI) überprüft. Nach Abschluss der Prüfung wird die Phase wieder auf Null gesetzt.

Erzeugen Sie für Strom und Spannung jeweils ein symmetrisches System mit den Nennwerten.

Überprüfen Sie die berechneten Werte. Für die Leistungsprüfung wird die Verwendung eines dreiphasigen Strom- und Spannungsprüfgerätes empfohlen. Durch Verändern der Phasenlage zwischen dem Strom- und dem Spannungssystem kann die Berechnung der Blind- und Effektivwerte und des Leistungsfaktors $\cos \varphi$ geprüft werden.

8.6 Prüfen der Schutzfunktionen

Um sicherzustellen, dass während des Transports und der Montage keine Schäden aufgetreten sind, werden an dem Schutz- und Steuersystem REF542*plus* zusätzliche Prüfungen unter Verwendung der konfigurierten Schutzfunktionen vorgenommen.

Warnung!

Beachten Sie bei der Durchführung der zusätzlichen Prüfungen mit der entsprechenden Prüfeinrichtung immer alle geltenden Sicherheitsvorschriften.

Vorsicht

Stellen Sie sicher, daß bei der Prüfung die zulässigen Grenzwerte der Meßeingänge und der Steuerspannungsversorgung nicht überschritten werden..

9 Technische Daten

9.1 Analoge Eingänge

9.1.1 Genauigkeiten der Meßwerte

Messgrößen

Strom	im Bereich 0.1 bis 4 I _n	Klasse 0,5
Spannung	im Bereich 0,2 bis 1,5 U _n	Klasse 0,5
Leistung		Klasse 1,0
Energie		Klasse 2,0
Leistungsfaktor		Klasse 1,0
Frequenz		Klasse 0,02
Schutzfunktionen		Klasse 3
Genauigkeit der Zeit: mindestens ± 15 ms oder		Klasse3

9.1.2 Mit Strom- und Spannungswandler

Nennstrom I _n	1A oder 5A
Nennspannung U _n	100V bis 120 V
Nennfrequenz f _n	50 Hz / 60 Hz

Thermische Belastbarkeit

Strompfad	250 I _n (Spitzenwert) dynamisch, 100 I _n für 1s, 4 I _n dauernd,
Spannungspfad	2 U _n / ^{1/3} dauernd.

Leistungsaufnahme

Strompfad	≤ 0.1 VA bei I _n
Spannungspfad	≤ 0.25 VA bei U _n

9.1.3 Mit Strom- und Spannungssensoren

Bemessungsspannung bei Nennstrom I _n	150 mV (rms)
Bemessungsspannung bei Nennspannung U _n	2V (rms)
Nennfrequenz f _n	50 Hz / 60 Hz

9.2 Binäre Ein- und Ausgänge

Jede binäre Ein- und Ausgabekarte hat die folgende Anzahl an Ein- und Ausgängen:

9.2.1 BIO Karten mit elektromechanischen Relais (Version 3)

14 Eingangskanäle	Verfügbare Hilfsspannungsbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • 20 bis 90 V DC (Schaltschwelle 14 V DC) • 80 bis 250 V DC (Schaltschwelle 50 V DC) Jeder Eingang hat eine fest eingebaute Filterzeit von 1 ms und kann bei Bedarf per Konfiguration verlängert werden.	
6 Leistungsausgänge (BO 1 bis 6).	Maximale Schaltspannung Einschaltstrom Laststrom Schalleistung 1 Kontakt 2 Kontakt Schaltzeit	250V AC/DC 8 A 6 A 75 W 300 W bei L/R ≤ 40 ms 8 ms
2 Signalausgänge (BO 7 und 8) und 1 Watchdog-Ausgang (WD)	Maximale Schaltspannung Einschaltstrom Schaltzeit	250 V AC/DC 2 A 8 ms
Optional: 1 Transistorausgang (auf BO 7)	Maximale Schaltspannung Einschaltstrom Laststrom R_{Ein} R_{Aus} Schaltzeit	250 VDC 1.5 A (100ms) 0.7 A dauernd 1,06 Ω 40 M Ω 1 ms
Spulenüberwachungskreis	1 für Kanal BO2, zu überwachende Impedanz $\leq 10\text{ k}\Omega$	

9.2.2 BIO Karten mit Transistorrelais

14 Eingänge (BI 1-14)	Hilfsspannungsversorgungsbereich <ul style="list-style-type: none"> • 48 bis 265 VDC (Schaltschwelle 35 VDC) Jeder Eingang hat eine fest eingebaute Filterzeit von 5 ms und kann bei Bedarf per Konfiguration verlängert werden.	
3 Leistungsausgänge (BO 1, 2 und 7)	Schaltspannungsbereich	48 bis 250 VDC
	Einschaltstrom	64 A
	Laststrom	16 A
	Schaltzeit	1 ms
4 Leistungsausgänge (BO 3 to 6)	Schaltspannungsbereich	48 bis 250 V DC
	Einschaltstrom	120 A
	Laststrom	31 A
	Schaltzeit	1 ms
2 Signalausgänge (BO 8 und 9) und 1 Watchdog-Ausgang (WD)	Max. Schaltspannung	400 VDC
	Einschaltstrom	1,5 A (100ms)
	Laststrom	0,7 A
	R _{Ein}	1,06 Ω
	R _{Aus}	40 MΩ
	Schaltzeit	1 ms
2 Spulenüberwachungskreise für die Kanäle BO 1 und BO 2	2 für Kanal BO1 und BO2, zu überwachende Impedanz ≤ 10 kΩ	

9.3 Schnittstellen

9.3.1 Bedieneinheit (HMI):

- Optische Schnittstelle für die Konfiguration mittels PC (an der Bedieneinheit)
- Elektrisch isolierte Schnittstelle RS485 für die Verbindung zur Basiseinheit (auf der Rückseite)

9.3.2 Basiseinheit:

- Elektrisch isolierte Schnittstelle RS485 für die Verbindung zur HMI
- Elektrische Schnittstelle RS232 für Servicezwecke

9.4 Analoge Ausgabekarte (optional)

Vier Kanäle mit 0 bis 20 mA oder 4 bis 20 mA

9.5 Analoge Eingabekarte (optional)

Sechs Kanäle mit 0 bis 20 mA oder 4 bis 20 mA

9.6 Kommunikation (optional)

- SPABUS, optisch mit Standard SMA oder ST Stecker für Plastik oder Glas LWL (Multimode Fasern)
- LON (gemäß ABB LAG 1.4), optisch mit Standard ST Stecker für Glas (Multimode Fasern),

- IEC 60870-5-103 mit Erweiterung für Steuerung gemäß VDEW Richtlinie, optisch mit Standard ST Stecker für Glas LWL (Multimode Fasern)
- Dual MODBUS RTU, elektrisch mit zwei RS 485 Schnittstellen oder optisch mit zwei Standard ST Stecker für Glas LWL (Multimode Fasern)

9.7 Spannungsversorgung

9.7.1 Basiseinheit

Nennspannung	110 VDC (-30%, +10%), 220 VDC (-30%, +10%) or 48 bis 220 VDC (-15%, +10%)
Leistungsaufnahme	20 W typisch
Einschaltstrom	Module 750168: 10A, 1ms; 35A, 100µs Module 750126: 8,3A, 1ms; 21A, 100µs
Oberwellenanteil	≤ 10%

9.7.2 Bedieneinheit (HMI)

Nennspannung	Verfügbare Hilfsspannungsbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • 48 bis 110 VDC (-15%, +10%) • 110 bis 220 VDC (-15%, +10%)
Leistungsaufnahme	≤ 10 W bzw. ≤ 6 W für Beleuchtung ein bzw. aus.
Oberwellenanteil	≤ 10%

9.8 Umgebungsbedingungen

Umgebungstemperaturbereich für den Betrieb	-5 ..+ 55°C
Umgebungstemperaturbereich für Transport und Lagerung	-20..+70°C
Umgebungsluftfeuchtigkeit	Bis zu 95% ohne Kondensation

9.9 Schutzgrad

9.9.1 Zentraleinheit

Gehäuse	IP20
---------	------

9.9.2 HMI Bedieneinheit

Front	IP 44
Rückseite	IP 20

10 Anhang:

Hier sind die verschiedenen Kennlinienscharen für die verschiedene Einstellung der Zeitkonstante zur Auslösung des abhängigen thermischen Schutzes mit der Einstellung der Überlastkonstante k und der Vorlast bzw. Voraufladung als Parameter zusammengestellt. Dabei wird gemäß [DIN1] jeweils eine Vorlast von 0% (Kaltstart) und 100% (Warmstart) angenommen. In den Bildern sind als Parameter die Bezeichnung TC für die Zeitkonstante verwendet.

Hinweis Zur Darstellung der Flexibilität des abhängigen thermischen Schutz sind die Kennlinienscharen gemäß der möglichen Einstellparameter für die Zeitkonstante TC dargestellt. Für die praktische Anwendung beim Motorschutz reicht im Allgemeinen der Einstellbereich zwischen TC = 200s und TC = 2000s aus.

