a-eberle

Bedienungsanleitung

Transformator-Monitor

Merkmal TM1 für REG-D™

Merkmal T1 für REG-DA

Transformator-Monitoring-Module TMM zur Nachrüstung

D

Ausgabe 05/2017

Inhaltsverzeichnis

1. Benutzerführung 4
1.1 Zielgruppe 4
1.2 Warnhinweise 4
1.3 Tipps 4
1.4 Weitere Symbole 5
1.5 Mitgeltende Dokumente 5
1.6 Aufbewahrung 5
2. Lieferumfang 5
3. Sicherheitshinweise 6
4. Grundsätzliches zum Trafo-Monitor 7
4.1 Aktivieren des Trafo-Monitors im Spannungsregler REG-D(A) 12
4.2 Monitor 13
4.2.1 Ölstand (TC/Trafo) 14
4.2.2 Öltemperaturen (TC/Trafo) 14
4.2.3 Wicklungsströme und Wicklungstemperatur 14
4.2.4 Überlast 14
4.3 Lebensdauer 15
4.3.1 Betriebsstunden (-1) 15
4.3.2 Betriebsstunden (-2) 17
4.3.3 Lebensdauerverbrauch 18
4.4 Statistiker 20
5. Setup 21
5.1 Setup 1: Regelung 21
5.1.1 Trafo-Parameter 21
5.1.2 Basis der Regelung 24
5.1.3 Temperaturgrenzen 24
5.1.4 Parametrierung der Steuer- Ein- und Ausgänge 25
5.2 Analogkanäle 27
5.2.1 Analoge Ein- und Ausgänge 27
5.3 Setup 2: Regelung 28
5.3.1 Berechnung 28
5.3.2 Lüfterzuordnung 29
5.3.3 Anzahl der Lüfter 30
5.3.4 Strom-Messung 30

5.4 Setup 3: Alarm ... 31
5.4.1 Öltemperatur (TC) ... 31
5.4.2 Ölstand (TC) ... 32
5.4.3 Ölstand (Trafo) ... 32
5.5 Setup 4: Alarm ... 33
5.5.1 Öltemperatur (Alarm) ... 33
5.5.2 Wicklungstemperatur (Alarm) ... 33
5.5.3 Wicklungstemperatur (Auslösung) ... 34
5.6 Setup 5: Alarm Wasser und Gas in Öl ... 34
5.6.1 Wassergehalt ... 35
5.6.2 Gasgehalt ... 35
5.6.3 H2-Gehalt ... 36
5.6.4 CO-Gehalt ... 36
5.7 SETUP 6: Lebensdauer ... 37
5.7.1 Lebensdauer Trafo ... 37
5.7.2 Lebensdauer Stufenschalter ... 38
5.7.3 Ölpumpe ... 38
5.7.4 Lüfter ... 39
5.8 SETUP 7: Überlast ... 39
5.8.1 Max. Windungstemperatur ... 39
5.8.2 Zeit bis max. Temperatur ... 39
6. Nachrüstung von Analogkanälen ... 40
7. Erhöhung der hardwaremäßigen Systemressourcen ... 43
7.1 Zusätzliche analoge Ein- und Ausgänge ... 43
7.2 Zusätzliche binäre Ein- und Ausgänge ... 43
7.3 Kombinationen von analogen und binären Eingängen ... 44
7.4 COM3/MODBUS-Konverter ... 44
8. Temperaturmessung ... 45
8.1 Genauigkeitsbetrachtungen ... 45
9. Gewährleistung (Nachrüstung von Hardware) ... 46
10. Test-Report ... 46
11. Notizen ... 47

1. Benutzerführung

In der Bedienungsanleitung sind alle wichtigen Informationen für die Installation, die Inbetriebnahme und den Betrieb zusammengefasst.

Lesen Sie die Bedienungsanleitung vollständig und verwenden Sie das Produkt erst, wenn Sie die Bedienungsanleitung verstanden haben.

1.1 Zielgruppe

Diese Bedienungsanleitung richtet sich an ausgebildetes Fachpersonal sowie geschultes und geprüftes Bedienpersonal.

Der Inhalt dieser Bedienungsanleitung ist den mit der Installation und dem Betrieb des Systems beauftragten Personen zugänglich zu machen.

1.2 Warnhinweise

Aufbau der Warnhinweise

Warnhinweise sind wie folgt aufgebaut:

⚠ SIGNALWORT!	**Art und Quelle der Gefahr!** Folgen bei Nichtbeachtung. ➲ Maßnahme, um die Gefahr zu vermeiden.

Abstufung der Warnhinweise

Warnhinweise unterscheiden sich nach Art der Gefahr wie folgt:

⚠ GEFAHR!	Warnt vor einer unmittelbar drohenden Gefahr, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führt, wenn sie nicht gemieden wird.

⚠ WARNUNG!	Warnt vor einer möglicherweise gefährlichen Situation, die zum Tod oder schweren Verletzungen führt, wenn sie nicht gemieden wird.

⚠ VORSICHT!	Warnt vor einer möglicherweise gefährlichen Situation, die zu mittelschweren oder leichten Verletzungen führt, wenn sie nicht gemieden wird.

HINWEIS!	Warnt vor einer möglicherweise gefährlichen Situation, die zu Sach- oder Umweltschäden führt, wenn sie nicht gemieden wird.

1.3 Tipps

Tipps zum sachgerechten Umgang mit dem Gerät und Empfehlungen.

1.4 Weitere Symbole

Handlungsanweisungen

Aufbau der Handlungsanweisungen:

➲ Anleitung zu einer Handlung.

↳ Resultatsangabe falls erforderlich.

Listen

Aufbau nicht nummerierter Listen:

- Listenebene 1
  - Listenebene 2

Aufbau nummerierter Listen:

1) Listenebene 1
2) Listenebene 1
   1. Listenebene 2
   2. Listenebene 2

1.5 Mitgeltende Dokumente

Beachten Sie für die sichere und korrekte Verwendung des Softwarepakets und des Reglers auch die zusätzlich mitgelieferten Dokumente sowie einschlägige Normen und Gesetze.

1.6 Aufbewahrung

Bewahren Sie die Bedienungsanleitung, inklusive der mitgeltenden Dokumente, griffbereit in der Nähe des Geräts auf.

2. Lieferumfang

- Softwaremodul TMM (integriert in die Firmware des REG-D(A))
- ggf. Freischaltcode für das Merkmal TM im REG-D(A)
- Analogmodul (mA oder PT100, abhängig von Art und Umfang der Bestellung)
- Bedienungsanleitung

3. Sicherheitshinweise

- Bedienungsanleitung beachten.
- Die Bedienungsanleitung immer beim Gerät aufbewahren.
- Das Personal regelmäßig in allen zutreffenden Fragen der Arbeitssicherheit, der Betriebsanleitung und insbesondere der darin enthaltenen Sicherheitshinweise unterweisen.
- Sicherstellen, dass das Gerät ausschließlich in einwandfreiem Zustand betrieben wird. Ein beschädigtes Gerät (physikalische Beschädigung oder Fehlfunktion) niemals in Betrieb nehmen.
- Sicherstellen, dass ausschließlich Fachpersonal das Gerät bedient.
- Das Gerät ausschließlich nach Vorschrift anschließen und verwenden.
- Das Gerät ausschließlich mit empfohlenen Zubehör betreiben.
- Sicherstellen, dass das Gerät ausschließlich im Originalzustand betrieben wird.
- Sicherstellen, dass das Gerät nur innerhalb der zulässigen Bemessungsdaten betrieben wird.
- Das Gerät nicht in Umgebungen installieren und betreiben, in denen explosive Gase, Staub oder Dämpfe auftreten können bzw. die generell nicht den Anforderungen gemäß den technischen Daten entsprechen.
- Das Gerät ausschließlich mit Reinigungsmitteln gemäß Herstellervorgabe reinigen.
- Ausschließlich die vom Hersteller zugelassenen Ersatzteile und Hilfsstoffe verwenden.
- Wartungs- und Reparaturarbeiten am offenen Spannungsregler REG-D™ (Steckbaugruppe ohne Gehäuse) dürfen nur von befugtem Fachpersonal unter Einhaltung der EMV-Richtlinien durchgeführt werden.
- An ausgebauten Steckbaugruppen, z.B. offenem (ausgebautem) Spannungsregler REG-D™, darf keine Versorgungs- oder Steuerspannung angelegt werden, da dort unter Spannung stehende Bauteile berührt werden können.

Bitte beachten Sie, dass die vorliegende Betriebsanleitung nicht in jedem Fall den aktuellsten Bezug zum Gerät darstellen kann. Wenn Sie beispielsweise die Firmware des Gerätes per Internet in Richtung einer höheren Firmware-Version verändert haben, passt unter Umständen die vorliegende Beschreibung nicht mehr in jedem Punkt.

In diesem Fall sprechen Sie uns entweder direkt an oder verwenden Sie die auf unserer Internetseite (www.a-eberle.de) verfügbare aktuellste Version der Betriebsanleitung.

Die Firma **A. Eberle GmbH & Co. KG** übernimmt keine Haftung für Schäden oder Verluste jeglicher Art, die aus Druckfehlern oder Änderungen in dieser Bedienungsanleitung entstehen.

Ebenso wird von der Firma **A. Eberle GmbH & Co. KG** keine Haftung für Schäden und Verluste jeglicher Art übernommen, die sich aus fehlerhaften Geräten oder durch Geräte, die vom Anwender geändert wurden, ergeben.

4. Grundsätzliches zum Trafo-Monitor

Leistungstransformatoren sind Schlüsselkomponenten der elektrischen Versorgungsnetze.

Der Ausfall eines Transformators bringt nicht nur große wirtschaftliche Nachteile für den Energieversorger, sondern kann auch zu extremen Einbußen für die Verbraucher führen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, den Transformator möglichst gut zu überwachen, seine „Fieberkurve“ (das thermisches Abbild) aufzunehmen, um auf diese Weise Informationen über die aktuelle Belastung und die zu erwartende Restlebensdauer zu gewinnen.

Diese Aufgabe lässt sich - gestützt auf IEC-Vorschriften - durch elektronische Mess- und Recheneinrichtungen lösen.

Die vorliegende Betriebsanleitung beschreibt neben der prinzipiellen Funktion und den verschiedenen Bedienschritten für den Betrieb des Trafo-Monitorings auch die hard- und softwaremäßige Nachrüstmöglichkeit für die Spannungsregler REG-D™ und REG-DA.

Für die Ermittlung der Heißpunkttemperatur der Wicklung ist neben dem Strom durch die Wicklung die Öl-Temperatur eine wichtige Größe. Die Öltemperatur kann dem Regler entweder als mA-Signal oder auch direkt als PT 100-Signal zugeführt werden. Für beide Signalformen stehen geeignete Eingangsmodule zur Verfügung.

Sollen zusätzlich noch die Füllstände und weitere Größen wie etwa die Feuchte, H_2 oder der CO-Gehalt des Öls erfasst werden, müssen entsprechend analoge Eingangskanäle vorhanden sein, die im Falle des REG-D™ jederzeit nachgerüstet werden können.

Diese Möglichkeit der Nachrüstung besteht bei dem Spannungsregler REG-DA nicht, weil nachträgliche Eingriffe aus Sicherheits- und Gewährleistungsgründen nicht zu verantworten wären. Soll also der Spannungsregler REG-DA mit Trafo-Monitoring-Funktionen ausgerüstet werden, muss das bereits zum Bestellzeitpunkt fixiert sein oder das Gerät muss zur Nachrüstung eingeschickt werden.

Im Monitoring-Mode werden wesentliche Kenngrößen des Transformators überwacht. Neben der Stufenschalter-Statistik und dem Strom wird die Öltemperatur erfasst. Aus der Öltemperatur und dem Strom wird die Heißpunkt-Temperatur nach IEC 60354 ermittelt und auf den Lebensdauerverbrauch des Transformators hochgerechnet. Alternativ zur IEC 60354 kann auch die IEC 60076-7 für die Berechnung der Heißpunkttemperatur verwendet werden.

In Abhängigkeit von der Wicklungstemperatur können bis zu sechs Kühlstufen aktiviert werden.

Das System überwacht die Laufzeiten der Lüfter und steuert die einzelnen Lüftergruppen so, dass über die gesamte Betriebsdauer eine möglichst ausgeglichene Einschaltdauerbilanz entsteht.

Auf Wunsch können die einzelnen Lüfter auch einer bestimmten Kühlstufe fest zugeordnet werden.

Zusätzliche Alarme wie beispielsweise Buchholz-Vorwarnung und/oder Buchholz-Auslösung können als binäre Signale dem Regler zugeführt, angezeigt und zur Weiterverarbeitung an ein SCADA-System aufbereitete werden (siehe Bild 1).

Zur Weitergabe an leittechnische Einrichtungen stehen folgende Protokolle zur Verfügung:

- IEC 61850
- IEC 60870-5-101
- IEC 60870-5-103
- IEC 60870-5-104
- DNP 3.0 / DNP 3.0 over Ethernet
- MODBUS RTU / TCP
- SPABUS
- PROFIBUS DP

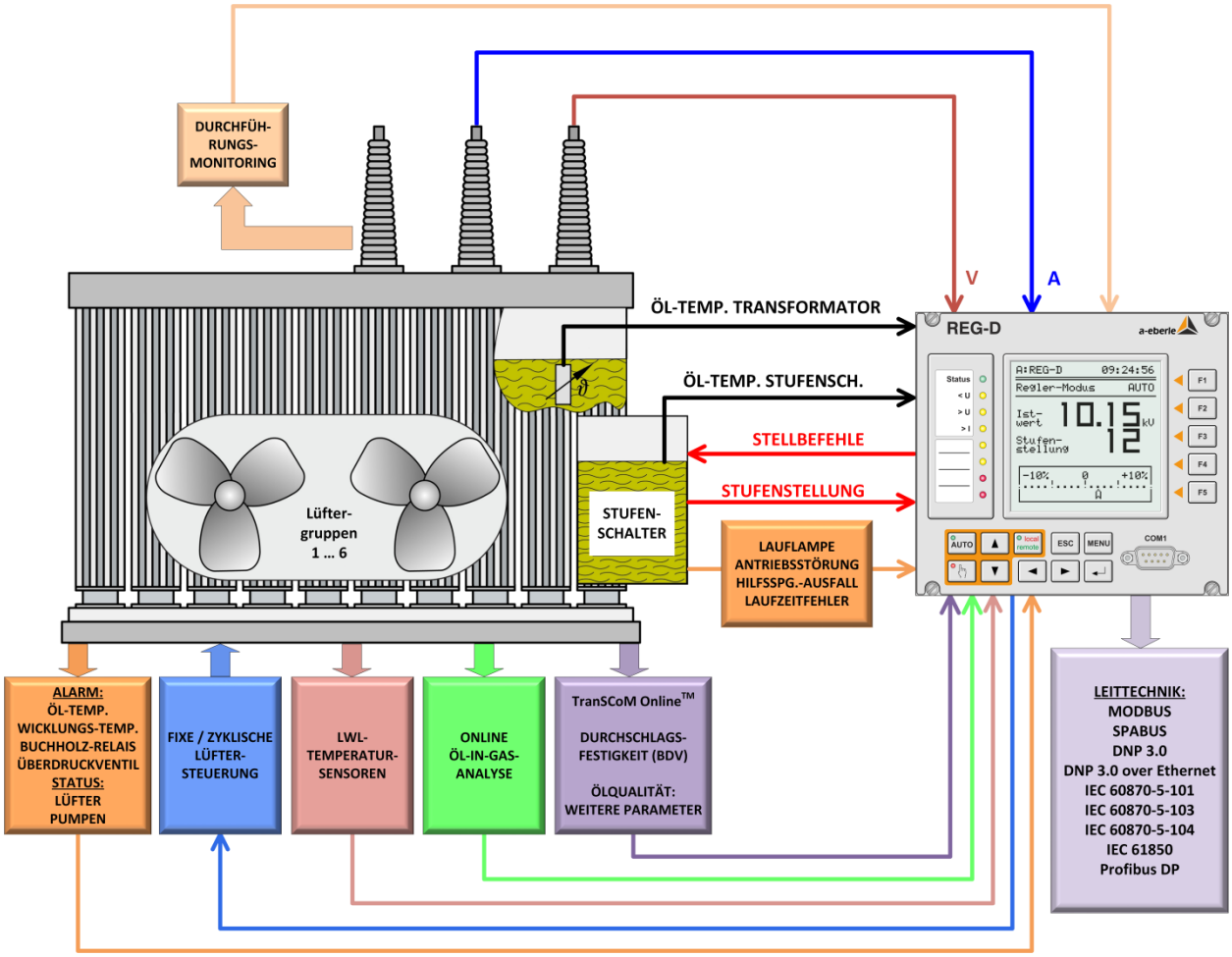


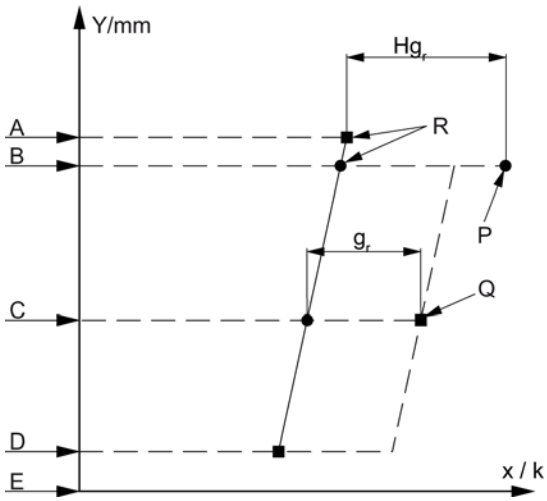
Bild 1: Anschlußschema

Die thermische Situation im Transformator lässt sich grafisch darstellen (siehe Bild 2), wobei es sich um eine vereinfachte Darstellung einer komplexen Situation handelt.

Folgende Vereinfachungen sind notwendig:

- Man unterstellt, dass sich die Öltemperatur im Tank linear von unten nach oben erhöht
- Als weitere Annahme gilt, dass sich die mittlere Temperatur der Wicklung ebenfalls linear parallel zur Öltemperatur mit einer konstanten Differenztemperatur g_r von unten nach oben erhöht
- Es wird angenommen, dass die Heißpunkt-Temperatur (P) höher ist, als die Temperatur der Wicklung am oberen (heißen) Ende der Wicklung. Die Temperaturerhöhung zwischen dem Heißpunkt in der Wicklung und der Öltemperatur oben im Tank wird als Konstante Hg_r (Heißpunkt zu Top-Öl-Gradient) bezeichnet. Untersuchungen konnten belegen, dass der Faktor H, je nach Transformatorgröße, Kurzschlussimpedanz und Wicklungsdesign zwischen 1,0 und 2,1 variieren kann.

Die im Diagramm verwendeten Abkürzungen werden weiter unten erklärt. Gemessene Werte sind mit ausgefülltem Quadrat (■), errechnete Werte sind mit einem ausgefüllten Punkt (●) gekennzeichnet.



A: Temperatur der oberen Ölschicht
B: Temperatur im Transformator- Tank am oberen Ende der Wicklung
C: Temperatur der Ölfüllung des Tanks in der Mitte der Wicklung
D: Temperatur am unteren Ende der Wicklung
E: repräsentiert den Boden des Tanks
P: Heißpunkt- oder Hot-spot- Temperatur
Q: durchschnittliche Wicklungstemperatur
R: Punkte, von denen man annimmt, sie hätten gleiche Temperatur
X: X-Achse des Diagramms zeigt die Temperatur
Y: Y-Achse gibt die relative Lage der einzelnen Punkte an

Bild 2: Temperaturmodell nach IEC

Für die Ermittlung der Heißpunkttemperatur steht in der Grundausführung nur ein Stromeingang zur Verfügung.

In der Mehrzahl der Fälle wird diese Auslegung zu hinreichend guten Ergebnisse führen, weil davon ausgegangen werden darf, dass der Transformator näherungsweise gleichmäßig belastet wird.

Für diesen allgemeinen Betriebsfall gilt: I1 ~ I2 ~ I3

Die Berechnung der Heißpunkt- oder Hot-Spot-Temperatur sowie die Steuerung der Kühleinrichtungen erfolgt nach dem in Bild 3 dargestellten Modell.

Die Öltemperatur ist neben dem Betriebsstrom die wichtigste Messgröße für die Abschätzung bzw. Berechnung der Hot-Spot- oder Heißpunkt- Temperatur Θ_h.

Die jeweils gemessene Öl-Temperatur wird zusammen mit dem Strom und den Kennwerten des Transformators in die Gleichung eingesetzt, um so ein thermisches Abbild des Transformators zu erhalten. Auf

dieser Basis kann schließlich neben der Heißpunkt-Temperatur auch der Lebensdauerverbrauch der Isolation berechnet werden.

Zur Temperatur-Regelung des Transformators können Lüfter in sechs Stufen, zwei Ölpumpen und eine Heizung zugeschaltet werden.

Welche Ausgänge zur Ansteuerung der Lüfter verwendet werden sollen und über welche Eingänge die Temperatursignale dem Regler zugeführt werden, lässt sich nachträglich mit Hilfe der menügeführten Parametrierung einrichten.

Standardmäßig wird eine Parametrierung geliefert, die fallweise nur in Details verändert werden muss.

Sollten zusätzliche analoge Ein- oder Ausgänge oder/und zusätzliche binäre Ein- oder Ausgänge erforderlich sein, können im Falle des Reglers REG-D Interfacebausteine (ANA-D und BIN-D) über die COM 3-Schnittstelle des Reglers angeschlossen werden. Auf diese Weise können die Hardware- Ressourcen des Grundgerätes vergrößert werden. Im Falle des REG-DA sollte bereits zum Bestellzeitpunkt die hardwaremäßige Ausführung geklärt sein.

Werden die Informationen, die das System liefert, richtig verwertet, kann mit Hilfe der Funktion bei vergleichsweise niedrigem Mitteleinsatz die Verfügbarkeit des Transformators wesentlich gesteigert werden.

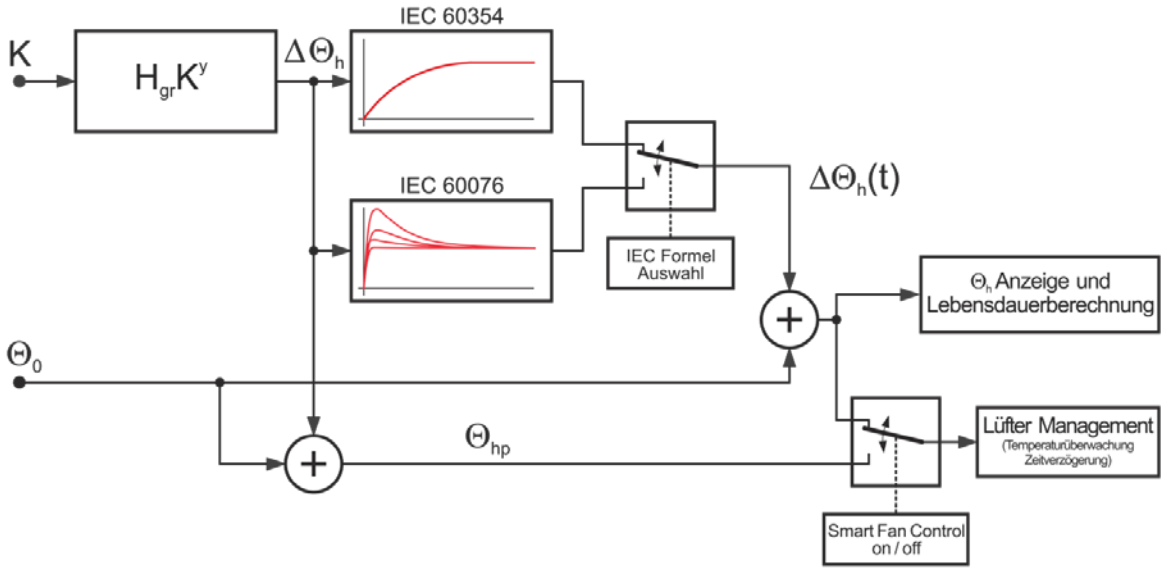


Bild 3: Blockschaltbild der Heißpunktberechnung und der Kühlstufensteuerung

K	:	Lastfaktor = I / I_N
Θ_0	:	Öltemperatur (gemessen)
Hg_r	:	Heißpunkt zu Top-Öl-Gradient
$\Delta\Theta_h$	:	Hot-Spot-Temperaturerhöhung
Θ_h	:	Hot-Spot Temperatur
Θ_{hp}	:	erwartete Hot-Spot Temperatur
y	:	Wicklungsexponent

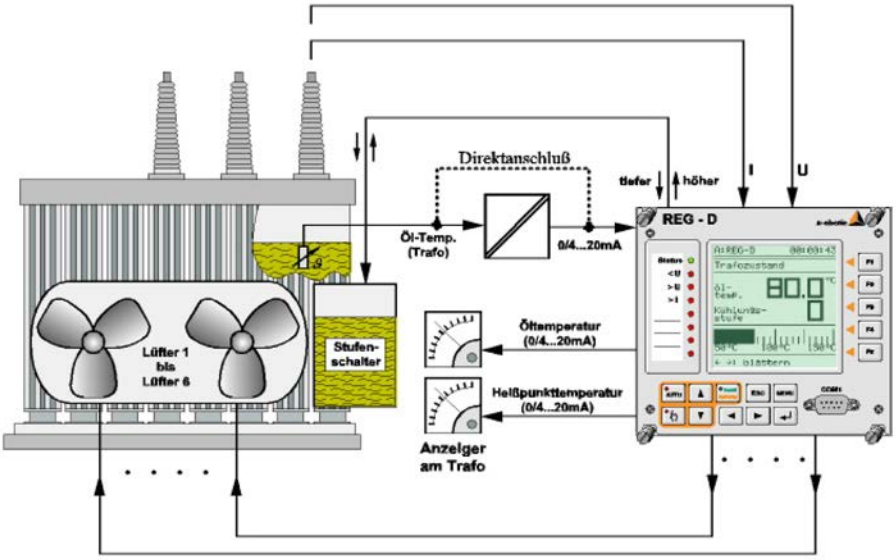


Bild 4: Steht für die Erfassung der Öltemperatur bereits ein Temperaturmessumformer zur Verfügung, kann die Öltemperatur dem Regler als mA-Eingang zugeführt werden. Bei Bedarf kann der Temperaturfühler in 3-Leiter-Schaltung auch direkt angeschlossen werden. Falls abgesetzte Temperaturanzeigen bedient werden sollen, kann sowohl die Heißpunkt-Temperatur als auch die Öltemperatur als mA-Ausgang angeboten werden. Als Funktion der Öl- oder Heißpunkt-temperatur können bis zu sechs Lüftergruppen, zwei Ölpumpen und eine Heizung zugeschaltet werden.

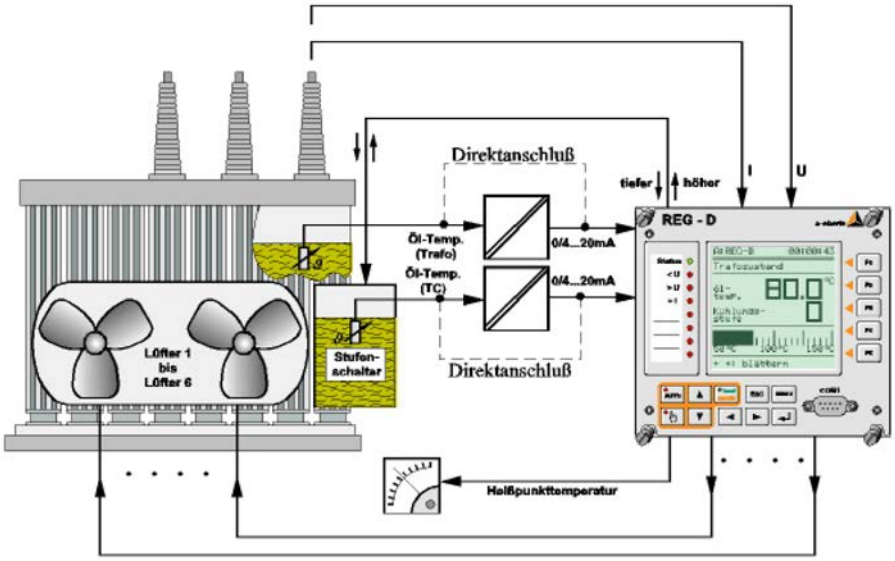


Bild 5: Soll zusätzlich die Öltemperatur im Stufenschaltergefäß erfasst werden, muss ein zweiter mA- oder PT 100-Eingang vorhanden sein.

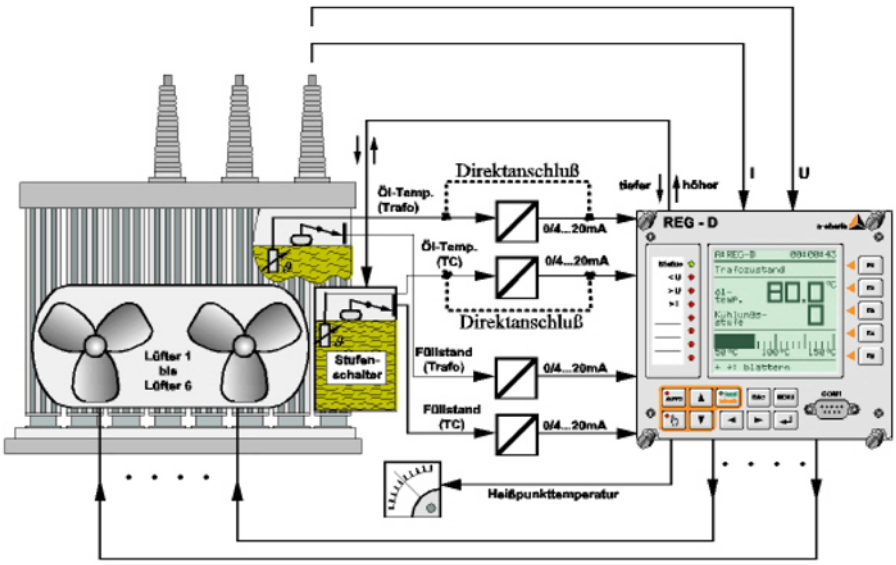


Bild 6: Zusätzlich können die Füllstände des Transformators und/oder des Stufenschalters erfasst und dem Regler zugeführt werden. Die Informationen können auf dem Reglerdisplay angezeigt und ggf. via serieller Schnittstelle in ein SCADA-System "entsorgt" werden. (siehe Bild 1)

4.1 Aktivierung des Trafo-Monitors im Spannungsregler REG-D(A)

Der Trafo-Monitor ist ein Bestandteil der Firmware des Spannungsreglers REG-D(A) und wird dort über das Firmware-Merkmal TM verwaltet. Durch Aktivieren und Deaktivieren des Merkmals TM kann die Funktion Trafo-Monitor ein- und ausgeschaltet werden. Zur Aktivierung des Merkmals TM ist ein Freischaltcode notwendig. Diesen erhalten Sie im Lieferumfang, wenn das TMM zur Nachrüstung bestellt wird. Die Freischaltung des Merkmals TM erfolgt dann über den Service der Bediensoftware WinREG (ab Version 3.9.7) oder zukünftig über die Software A.Eberle Toolbox.

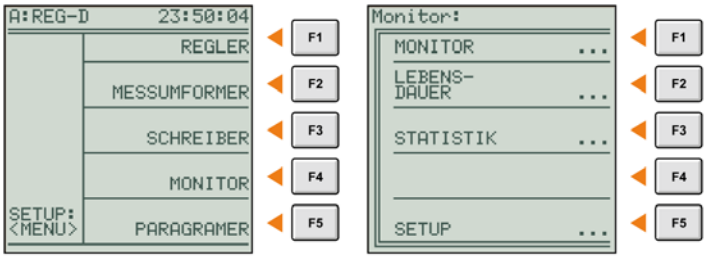
Wird der Spannungsregler bereits ab Werk mit dem Trafo-Monitor bestellt (Bestellmerkmal TM/T) ist kein Freischaltcode mehr nötig. Die Funktion Trafo-Monitor steht dann bereits ab Werk zur Verfügung.

Eine Nachrüstung (Freischaltung des Merkmals TM an einem bereits im Feld befindlichen Regler) des Trafo-Monitors bedingt nicht automatisch ein Firmware-Update des REG-D(A). Allerdings ist es in den meisten Fällen sinnvoll, da die neueste Firmware den größten Funktionsumfang bietet.

Firmwarestand und Firmwareupdate

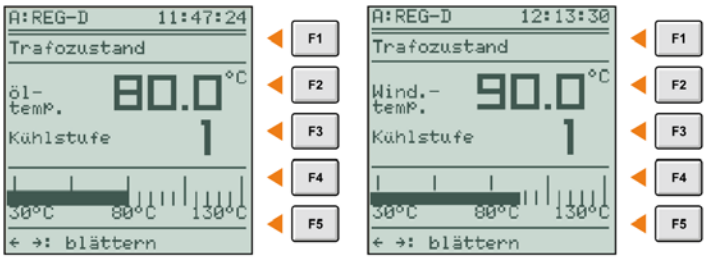
Die vorliegende Anleitung beschreibt den Stand des Trafo-Monitors in der REG-D(A) Firmware-Version 2.23. Sollten Sie eine andere Firmware-Version nutzen, kann sich ein abweichender Funktionsumfang ergeben. Generell kann bei jedem REG-D(A) ein Firmware-Update auf die neueste verfügbare Version durchgeführt werden. Hierzu beachten Sie bitte die Hinweise zum Firmware-Update in der Bedienungsanleitung des REG-D(A).

4.2 Monitor



Im Menü-Hauptverteiler des REG-D(A) (Taste <Menü>) wählen Sie bitte mit der Funktionstaste <F4> die Funktion Monitor.

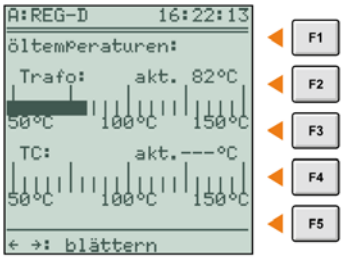
Mit <F1> erreicht man die Monitor- Anzeige (Trafo-zustand), in der entweder die Öltemperatur oder die Wicklungstemperatur in dezimaler Form und als Balkengrafik angezeigt wird. Zusätzlich wird der Betrachter noch über die aktuelle Kühlstufe informiert.



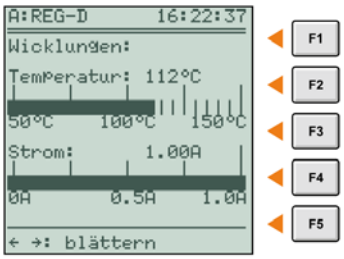
Die Öltemperatur wird immer dann angezeigt, wenn als Basis für die Temperaturregelung bzw. Lüfter- und Ölpumpensteuerung die Öltemperatur ausgewählt wurde. Die Wicklungstemperatur kommt zur Anzeige, wenn entweder die Funktion "Smart-Fan-Control" (SFC) oder die Wicklungstemperatur als Basis für die Temperaturregelung gewählt wurde.

Transformatoren werden je nach Bautyp mit mehreren Lüftergruppen ausgestattet. Da die Lüfter von Ihrer Kühlleistung her betrachtet ähnlich sind, wird eine größere Kühlleistung durch gleichzeitigen Betrieb mehrerer Ventilatoren erreicht. Kühlstufe 3 heißt dann, dass drei Ventilatorgruppen gleichzeitig arbeiten, Kühlstufe 1 heißt, eine Ventilatorengruppe arbeitet.

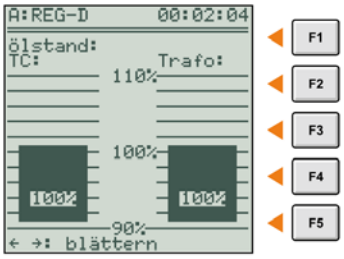
Mit der Taste "→" erreicht man den nächsten Monitorbildschirm. Hier wird je nach gewählter Regelungsbasis entweder die Öltemperatur des Transformators und des Stufenschalters oder die Heißpunkttemperatur der Wicklung und der aktuelle Wicklungsstrom angezeigt.



Ein weiteres "→" Kommando liefert in Abhängigkeit von der Regelungsbasis entweder die Öltemperatur im Trafo und im Stufenschalter oder die Heißpunkttemperatur der Wicklung und den Wicklungsstrom.



Mit der Taste "→" erreicht man den nächsten Monitorbildschirm, auf dem die Füllstände des Trafokessels und des Stufenschalter-Gefäßes (TC ⇒ Tap Changer ⇒ Stufenschalter) angezeigt werden.



4.2.1 Ölstand (TC/Trafo)

Die Ölstände im Transformator und im Stufenschalter können nur dann angezeigt werden, wenn der Regler mit entsprechenden Sensordaten aus dem Trafo und dem Stufenschalter versorgt wird. Wird dem Regler die entsprechende Information nicht zugeführt, ist die Anzeige der Ölstände unsichtbar.

Im einfachsten Fall wird der Füllstand via Analogsignal dem Regler angeliefert; die jeweils notwendige Skalierung kann per Menü durchgeführt werden.

Werden die Grenzwerte überschritten, blinkt der Balken. Eine schwarze nicht blinkende Säule gilt somit als Signal „Füllstand in Ordnung“.

4.2.2 Öltemperaturen (TC/Trafo)

Die Öltemperaturen werden als Balkendiagramm und alphanummerisch angezeigt.

Mit Hilfe der Setups kann die maximale Temperatur für Trafo und Stufenschalter vorgegeben werden. Wird die Temperatur im Stufenschaltergefäß benötigt, muss sie als mA-Wert einem analogen Eingang des Reglers zugeführt oder über einen PT100-Fühler direkt vom Regler gemessen werden.

4.2.3 Wicklungsströme und Wicklungstemperatur

Der Anzeigemodus „Wicklungen“ informiert über den aktuellen Strom durch die Wicklungen und die aus Strom und Öltemperatur errechnete Heißpunkttemperatur.

4.2.4 Überlast

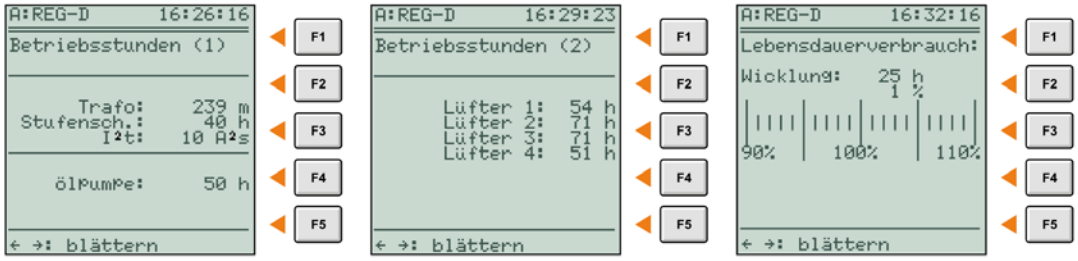
In der Anzeige „Überlast“ wird die mögliche Überlast sowie die Zeit bis zur Übertemperatur angezeigt. Diese Informationen werden auf Basis der zugehörigen Parameter, der momentanen sowie der prognostizierten Wicklungstemperatur errechnet.

Die mögliche Überlast gibt an, wieviel Laststrom in % vom Nennstrom der aktuellen Kühlstufe der Transformator führen kann ohne dabei innerhalb des definierten Zeitfensters (Zeit bis max. Temperatur) die maximale Wicklungstemperatur zu überschreiten.

Die Zeit bis zur Übertemperatur gibt an, wie lange es in der momentanen Lastsituation dauert, bis die parametrierte maximale Wicklungstemperatur erreicht wird.

4.3 Lebensdauer

Das Menü „LEBENSDAUER“, in dem alle Lebensdauern (Trafo, Lüfter, Pumpe) zusammengefasst sind, erreicht man, indem man vom Hauptmenü „MONITOR“ mit < F2 > in das Untermenü „LEBENSDAUER“ verzweigt.



4.3.1 Betriebsstunden (-1)

Im Anzeigemodus „Betriebsstunden (-1)“ werden die kumulierten Betriebsstunden des Transformators (Trafo an Spannung), des Stufenschalters und der Ölpumpen angezeigt. Unterschiedliche Betriebsstunden für Trafo und Stufenschalter sind die Regel, weil im Falle des Stufenschalters nur die Zeit gemessen wird, die der Motorantrieb in Betrieb ist. Als Indikator für die Stufenschalter-Betriebsstunden wird die „Lauflampen-Zeit“ verwendet. Das heißt, der Lebensdauerzähler für den Stufenschalter wird nur aktiv, wenn ein binärer Eingang als „Lauflampe“ (07: Laufl.) konfiguriert wurde.

Wird trotz konfiguriertem Eingang keine Lauflampe angeschlossen, bleibt der Zählwert unverändert.

Wurde kein binärer Eingang konfiguriert, verwendet das Programm die im SETUP 5 des Reglers (Funktionen..., F1) parametrierte Lauflampen-Maximalzeit.

In diesem Fall wird immer dann, wenn der Regler einen Stellbefehl absetzt, der Stufenschalter- Lebensdauerzähler um die eingestellte Zeit inkrementiert.

Die Betriebsstunden des Transformators werden standardmäßig erfasst, indem eine Spannung auf der Sekundärseite mit der Information „Transformator in Betrieb“ gleichgesetzt wird. Diese Vorgehensweise kann in Abhängigkeit von dem Einbauort des Spannungswandlers zu fehlerhaften Ergebnissen führen (siehe Bild 7).

In jedem Fall korrekte Ergebnisse liefert hingegen die Messung der Primärspannung des Transformators.

Mit dem Firmware-Merkmal „Dreiwickler“ kann zusätzlich ein zweiter Spannungskanal aktiviert werden, der die Primärspannung misst.

Der zweite Spannungseingang ist immer dann bestückt und im Prinzip für diese Aufgabe verfügbar, wenn der Regler mit dem Hardware- Merkmal „M3“ oder „M9“ ausgerüstet ist.

In allen anderen Fällen muss der Regler - falls auf die Messung der Primärspannung Wert gelegt wird - zwecks Umbau eingeschickt werden.

Wird das Software-Merkmal „Dreiwickler“ aktiviert (nur in Verbindung mit Hardware-Merkmal M3 oder M9 möglich!), leitet sich die Betriebsstundenzählung von der Primärspannung ab. Wird das Merkmal „Dreiwickler“ hingegen nicht aktiviert, leitet sich die Betriebsstundenerfassung von der Sekundärspannung des Transformators ab, die - wie

oben erwähnt - je nach Einbauort des Spannungswandlers zu fehlerhaften Ergebnisse führen kann.

Bild 7 zeigt zur Verdeutlichung eine Applikation, bei der zwei Transformatoren auf eine Sammelschienen speisen. Wird der Spannungswandler sammelschienennah montiert, wird der Regler auch dann eine Spannung messen, wenn der Transformator T1 sekundärseitig abgeschaltet ist, weil die Sammelschiene - und damit der Spannungswandler - durch den zweiten aktiven Transformator T2 versorgt wird.

Im Bild 8 wird die Regelspannung sekundär erfasst, während die Spannung zur Betriebsstundenzählung vom primärseitigen Spannungswandler abgegriffen wird.

Diese Version liefert in jedem Fall eine korrekte Betriebsstundenerfassung.

Mit der Größe I^2t wird eine Größe zur Beurteilung des Kontaktabbrandes im Stufenschalter geliefert. Zur Ermittlung der Größe werden zwei Parameter benötigt. Zum einen der Lichtbogenstrom und zum anderen die Zeit „t“, während der der Lichtbogen ansteht.

Als Strom „I“ wird der Strom verwendet, der zum Zeitpunkt der Umschaltung fließt, während die Zeit „t“ stufenschalterspezifisch eingegeben werden kann.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Umschaltzeit nur sehr schwer genau zu ermitteln ist und zum anderen über die Lebensdauer des Schalters auch nicht konstant ist. Dennoch bietet die Kumulation von I^2t eine Möglichkeit, den Zustand des Stufenschalters qualitativ zu erfassen. Wird die Zeit „t“ zu 1 gesetzt, entspricht der Betrag des Produktes I^2t nur I^2.

Werden die Ölpumpen vom Regler gesteuert, wird die Laufzeit der Ölpumpen kumuliert und im Menü dargestellt.

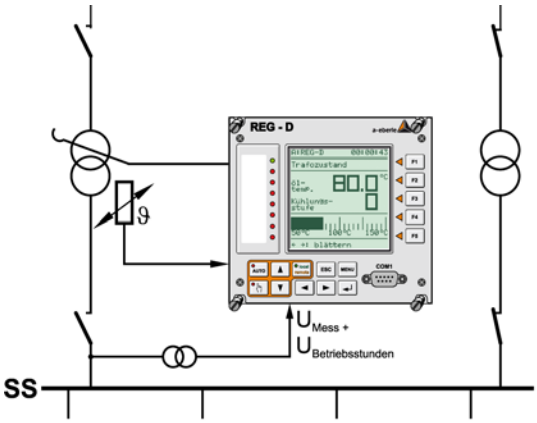


Bild 7: Sekundärseitige Spannungsmessung

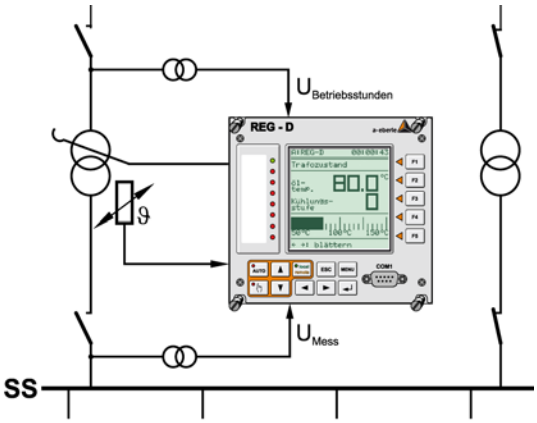


Bild 8: Primär- und sekundärseitige Spannungsmessung

4.3.2 Betriebsstunden (-2)

Unter der Überschrift Betriebsstunden (-2) werden die Laufzeiten der Lüfter und der Ölpumpen aufgeführt.

Die Zusteuerung der Lüfter erfolgt auf Wunsch nach einem Algorithmus, der dafür sorgt, dass immer der Lüfter zugeschaltet wird, dessen Gesamtlaufzeit am kleinsten ist. Auf diese Weise wird erreicht, dass alle Lüfter näherungsweise gleichmäßig ausgelastet sind. Diese Variante der Ansteuerung wird als „zyklisch“ bezeichnet.

Per Menü kann es allerdings auch so eingerichtet werden, dass jeweils ein bestimmter Ausgang einer bestimmten Kühlgruppe zugeordnet wird.

Die Ölpumpen sind hingegen immer einem festen Ausgangsrelais zugeordnet.

4.3.3 Lebensdauerverbrauch

Die Information "Lebensdauerverbrauch" wird gebildet aus dem Formelwerk, das in der IEC 60354 bzw. IEC 60076-7 festgelegt ist.

Der Lebensdauerverbrauch darf nicht verwechselt werden mit den vorne beschriebenen Betriebsstunden. Das Register "Betriebsstunden" zählt nur die Zeit, in der der Trafo unter Spannung stand, während im Lebensdauerverbrauch die thermische Alterung berücksichtigt wird.

Die relative thermische Alterung der Isolation unter Berücksichtigung von Temperatur und Zeit wird durch die Gleichung von Arrhenius bestimmt:

$$\boldsymbol{Lebensdauer} = \boldsymbol{e}^{(\boldsymbol{\alpha}+\boldsymbol{\beta})/\boldsymbol{T}}$$

α und β Konstanten, die durch Versuche an den betreffenden Isolationsmitteln bestimmt werden

T thermodynamische Temperatur in K

Im Temperaturbereich von 80...140°C kann das Gesetz von Arrhenius in die etwas einfachere Beziehung nach Montsinger überführt werden.

$$\boldsymbol{Lebensdauer} = \boldsymbol{e}^{-\boldsymbol{P}\times\boldsymbol{\theta}}$$

P Konstante

Θ Temperatur in °C

Nach wissenschaftlichen Veröffentlichungen verdoppelt sich im Bereich von 80 bis 140°C der Lebensdauerverbrauch in Transformatoren, wenn die Temperatur um etwa 6K steigt.

Der relative Lebensdauerverbrauch bei einer Temperatur Θ_h, bezogen auf den normalen Lebensdauerverbrauch bei der Temperatur Θ_{hN}, kann nach einer weiteren Gleichung bestimmt werden.

$$V = \frac{Lebensdauerverbrauch\ bei\ \theta_h}{Lebensdauerverbrauch\ bei\ \theta_{hN}}$$

$$V = 2^{(\theta_h-\theta_{hN})/6} = e^{0{,}693(\theta_h-\theta_{hN})/6} \qquad (1)$$

Der Wert Θ_{hN} wurde für einen Transformator nach IEC 60354 zu 98°C festgelegt.

Diese Temperatur entspricht dem Betrieb eines Transformators mit Nennleistung bei 20°C Kühlmitteltemperatur, wenn die Heißpunktübertemperatur 78 K beträgt, d.h. 13 K über der mittleren Übertemperatur von 65 K liegt. Diese Temperaturbedingungen entsprechen der normalen Alterung der Isolierung.

Aus der Gleichung (1) mit Θ_{hN} = 98°C kann folgende Gleichung in dekadischen Logarithmen abgeleitet werden.

$$V = relativer\ Lebensdauerverbrauch = 10^{(\theta_h - 98)/19{,}93} \qquad (2)$$

Dieser Zusammenhang ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Θ_h in°C	relativer Lebensdauerverbrauch V	Θ_h in°C	relativer Lebensdauerverbrauch V
80	0,125	104	2,0
86	0,25	110	4,0
92	0,5	116	8,0
98	1,0	122	16,0
		128	32,0
		134	64,0
		140	128,0

Beispiel:

10 h bei 104°C und 14 h bei 86°C verbrauchen (10 h x 2) + (14 h x 0,25) = 23,5 h Lebensdauer während 24 h Betriebsdauer.

Man beachte, dass unterhalb von 80°C der Lebensdauerverbrauch vernachlässigbar ist.

Wenn Last und Umgebungstemperatur konstant sind, kann der relative Lebensdauerverbrauch mit Hilfe der Beziehung V x t ermittelt werden.

„t“ ist dabei die Zeit unter Last und V der relative Lebensdauerverbrauch aus Gleichung (1).

Im allgemeinen Fall - die Betriebsbedingungen sind nicht konstant - errechnet sich der Lebensdauerverbrauch des Transformators gemäß folgender Gleichung:

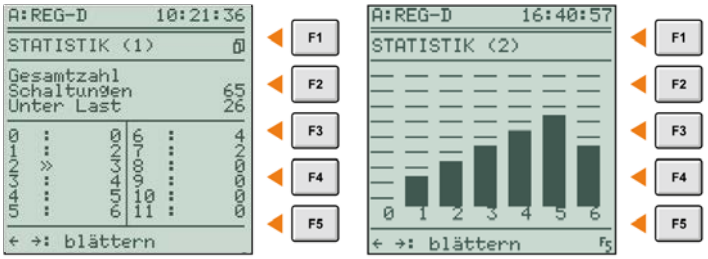
$$L = \frac{1}{t}\int_{t_1}^{t_2} V dt \quad oder \quad L = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} V_n$$

n Zählvariable

N Gesamtzahl gleicher Zeitintervalle

4.4 Statistiker

Bitte betätigen Sie die Taste **<ESC>** (alternativ <MENU> und <F4>) um in das Monitor-Hauptmenü zu gelangen. Im Statistiker **<F3>** werden alle Stufenschalter- Aktivitäten erfasst.



In STATISTIK (1) wird die Gesamtzahl der Stufenschaltungen (im Beispiel 65) und die Gesamtzahl der Stufenschaltungen unter Last (im Beispiel 26) erfasst.

Zusätzlich liefert dieser Modus Aussagen darüber, welche Stufe wie oft geschaltet wurde.

Diese Statistik gibt Hinweise auf die Einstellungen des Transformators.

Beispiel: Werden nur drei oder vier Stufen geschaltet, kann davon ausgegangen werden, dass entweder die zulässige Regelabweichung oder der Zeitfaktor nicht optimal eingestellt sind.

Eine Verbesserung der Einstellung führt zu einer Reduktion der Schalthandlungen und damit u.U. zu längeren Wartungsintervallen.

Die oben abgebildete Situation muss wie folgt interpretiert werden:

- Der Stufenschalter wurde insgesamt 65mal geschaltet, davon wurde nur 26 Schaltungen unter Last durchgeführt.
- Der Stufenschalter steht aktuell auf Stufe 2 und es fließt ein Strom, der größer ist als 5% des Nennstromes des Stromwandlers.

Lastanzeige über den Doppelpfeil

Aus dem Doppelpfeil wird ein Einfachpfeil, wenn der Strom kleiner ist als 5% des Nennstromes.

Über die **< F1 >**-Taste kann eine zweite Darstellungsform gewählt werden.

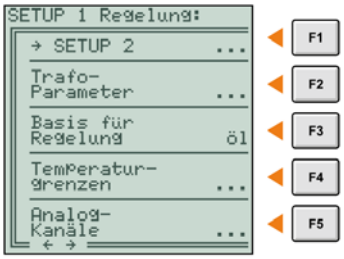
Die histografische Darstellung in STATISTIK (2) gibt einen qualitativen Eindruck der Stufenschalteroperationen. Die Anzeige wird aus den Einträgen in der Tabelle aus STATISTIK (1) erstellt.

5. Setup

Bitte betätigen Sie die Taste **<ESC>** (alternativ <MENU> und <F4>), um in das Monitor-Hauptmenü zu gelangen und anschließend die <F5>-Taste um ins Setup zu gelangen.

5.1 Setup 1: Regelung

Mit den Tasten **<F2...F5>** kann auf die einzelnen Untermenüs verzweigt werden.

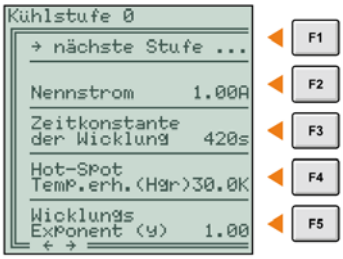


5.1.1 Trafo-Parameter

Für jede Kühlstufe kann ein Parametersatz festgelegt werden. Die Anzahl der Menüs hängt davon ab, wie viele Kühlstufen / Lüfter der Transformator besitzt. Die Anzahl der Kühlstufen kann per Menü parametriert werden.

Auf die Parametersätze der nächsten Kühlstufen kann mit Taste **<F1>** weitergeschaltet werden.

mehrere Sätze ...



5.1.1.1 Nennstrom

Der Nennstrom der Wicklung kann je nach Kühlungsart differieren. Bitte beachten Sie, dass bei der Messung des Primärstromes auch für den Nennstrom Primärwerte verwendet werden.

Der in diesem Menü aufgeführte Nennstrom darf nicht verwechselt werden mit dem Nennwert des Stromes, der für die Messaufgaben im Regler (SETUP 5, F2 ff) benutzt wird.

Dort wird als Nennstrom 1A oder 5A parametriert.

Der Nennwert des Stromes im Zusammenhang mit dem Trafo-Monitoring ist jener Strom, der dem Trafo bei einer bestimmten Kühlung „zugemutet“ werden kann.

Die Anzeige des Stromes kann im Bereich von 0…3000 A eingestellt werden.

Zur Eingabe des jeweiligen Nennstromes betätigen Sie bitte zunächst die Taste **<F2>**. Zur Eingabe nutzen sie bitte die Funktionstasten **<F1..F5>.**

Die Eingabe muss mit **<Enter>** quittiert werden.

5.1.1.2 Thermische Zeitkonstante der Wicklung

Die thermische Zeitkonstante ist eine trafospezifische Kenngröße und kann in der Regel dem Trafo-Datenblatt entnommen werden.

Wertebereich: 0…50000s

Eventuell ist eine Rücksprache mit dem Hersteller erforderlich.

Als Zeitkonstante der Wicklung gilt die Zeit, die mit fünf multipliziert vergehen würde, bis der Heißpunkt den stationären Endwert erreicht hätte.

Beispiel:
Bei einer Zeitkonstante von 3000 Sekunden wird unterstellt, dass nach 5 x 3000s = 15000s also nach ca. 4 Stunden der stationäre Endwert der Heißpunkttemperatur erreicht wäre.

Die Anzahl der Untermenüs bestimmt sich nach Maßgabe der vorgegebenen Kühlstufen. "Kühlstufe 0" steht für ein Fehlen jeglicher Kühlung, "Kühlstufe 0 (Ölpumpe)" erscheint nur, wenn eine der beiden Kühlarten ON/OF oder ON/OD parametriert wurde. In den Menüs "Kühlstufe 1,2,.." werden die Trafoparameter der jeweiligen Kühlstufe (Lüftergruppe) eingegeben.

5.1.1.3 Hot-Spot Temperaturerhöhung Hg_r

Die Hot-Spot-Temperaturerhöhung (Hot-Spot Temp.erh.) ist eine trafospezifische Kenngröße und kann in der Regel dem Trafo-Datenblatt entnommen werden.

Eventuell ist eine Rücksprache bei dem Hersteller erforderlich.

Sollten keine Hersteller-Daten für "Hg_r" zur Verfügung stehen, empfiehlt es sich, die in den Normen genannten Werte zu verwenden.

Die Normen sehen vor, dass für mittlere und große Leistungstransformatoren je nach Kühlart unterschiedliche Werte für die Hot-Spot-Temperaturerhöhung "Hg_r" verwendet werden sollten.

Kühlart:	ON...	OF...	OD...
Hg_r	26 K	22 K	29 K

Für Verteiltransformatoren mit Kühlart ONAN wird ein Wert von 23 K vorgeschlagen.

5.1.1.4 Wicklungsexponent y

Der Wicklungsexponent "y" ist eine trafospezifische Kenngröße und kann in der Regel dem Trafo-Datenblatt entnommen werden.

Eventuell ist eine Rücksprache mit dem Hersteller erforderlich.

Sollten keine Daten für den Wicklungsexponenten y zur Verfügung stehen, empfiehlt es sich, die in den Normen genannten Werte zu verwenden.

Die Normen sehen vor, dass für mittlere und große Leistungstransformatoren je nach Kühlart unterschiedliche Werte für den Wicklungsexponenten "y" "verwendet werden sollten.

Kühlart:	ON...	OF...	OD...
Y (IEC60354)	1,6	1,6	2,0
Y (IEC60076-7)	1,3	1,3	2,0

Für Verteiltransformatoren mit Kühlart ONAN wird in beiden Standards ein Exponent von 1,6 vorgeschlagen.

5.1.1.5 Übersicht der Einstellwerte nach IEC

			Verteiltrans-formatoren	Mittlere und große Leistungstransformatoren						
			ONAN	ONAN * beschränkt	ONAN	ONAF * beschränkt	ONAF	OFXX * beschränkt	OFXX	ODXX
Heißpunktgradient	Hgr	[K]	23	26	26	26	26	22	22	29
Wicklungsexponent IEC 60354	y		1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	2,0
Wicklungsexponent IEC 60076-7	y		1,6	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	2,0
Konstante IEC 60076-7	k_{11}		1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0
Konstante IEC 60076-7	k_{21}		1,0	3,0	2,0	3,0	2,0	1,45	1,3	1,0
Konstante IEC 60076-7	k_{22}		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Wicklungszeitkonstante	τw	[min]	4	10	10	7	7	7	7	7

Tabelle 1: Einstellwerte aus der IEC 60354 und IEC 60076-7

* Die Angabe „beschränkt“ in der obenstehenden Tabelle bezieht sich auf den Ölfluss in der Wicklung. Wenn eine Wicklung eines ON bzw. OF Transformators Zick-Zack gekühlt ist und die Stärke der Abstandshalter kleiner als 3 mm ist, kann das einen beschränkten Ölfluss verursachen. Die dadurch behinderte Ölzirkulation wird im IEC 60076-Algorithmus berücksichtigt.

Konstanten für IEC 60076-7

Die Konstanten k_{11}, k_{21} und k_{22} für die Berechnung der Heißpunkttemperatur gemäß IEC 60076-7 werden aufgrund der Einstellungen automatisch gewählt und müssen nicht eingestellt werden.

5.1.2 Basis der Regelung

Für die Zuschaltung der einzelnen Lüfter können unterschiedliche Bezugstemperaturen gewählt werden.

Da zwischen der Öl- und der Wicklungstemperatur ein formelmäßiger Zusammenhang besteht, können im Prinzip beide Temperaturen als Basistemperaturen verwendet werden.

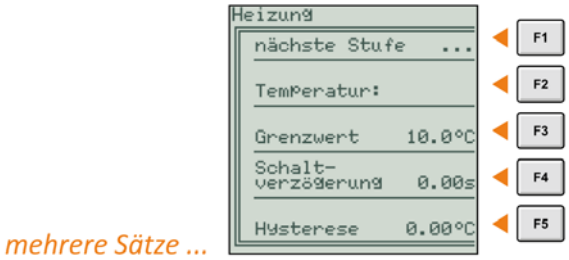
Um es dem Anwender zu ermöglichen, seine betriebliche Philosophie beizubehalten, ist die Regelbasis wählbar.

Mit <F3> im SETUP 1 Regelung kann die Basis gewählt werden.

Zur Auswahl stehen:

- Öl (Öltemperatur ist maßgeblich für die Grenzwertbildung)
- Wicklung (Wicklungstemperatur ist maßgeblich für die Grenzwertbildung)
- SmrtCtrl (Smart Fan Control) In dieser Betriebsart wird die voraussichtliche Wicklungsendtemperatur errechnet und zur Steuerung der Kühlung verwendet.

5.1.3 Temperaturgrenzen



Für jede Kühlstufe, für die Heizung und die Ölpumpen kann ein individueller Grenzwert parametriert werden. Die Anzahl der Menüs hängt davon ab, wie viele Kühlstufen parametriert wurden und ob eine Kühlart mit erzwungenem Umlauf gewählt wurde (siehe 5.3.1.3).

Überschreitet die Temperatur den eingestellten Grenzwert, wird die entsprechende Lüfterstufe aktiviert. Der Grenzwert kann im Bereich von -30 °C bis 200 °C mit Hilfe der Funktionstasten <F1> bis <F5> eingestellt werden. Der gewählte Grenzwert muss mit **<Enter>** bestätigt werden.

Auf die Parametersätze der nächsten Kühlstufen kann mit Taste **<F1>** weitergeschaltet werden.

5.1.3.1 Schaltverzögerung

Um ein „beruhigtes“ Laufprofil des jeweiligen Lüfters zu erzwingen, muss die Temperatur erst für eine parametrierbare Zeit den eingestellten Grenzwert überschreiten, ehe der Lüfter eingeschaltet wird.

Die Schaltverzögerung kann im Bereich von 0...900 s eingestellt werden.

Mit Hilfe der Schaltverzögerung kann die Sensibilität der Lüftersteuerung angepasst werden. Kurzzeitige Temperaturerhöhungen, die möglicherweise durch Störungen auf dem Übertragungsweg zustande kommen, können auf diese Weise unterdrückt werden.

5.1.3.2 Hysterese

Pendelt die Temperatur um den eingestellten Grenzwert, wäre es ohne Eingabe der Hysterese nicht zu verhindern, dass der Lüfter immer wieder zu- und abgeschaltet wird.

Da dieses Verhalten die Effektivität der Gesamtanlage verschlechtern würde, wird eine Hysterese im Bereich von einigen K empfohlen.

Die Hysterese kann im Bereich von 0...30 K eingestellt werden.

5.1.4 Parametrierung der Steuer- Ein- und Ausgänge

Die beiden Spannungsregler REG-D™ und REG-DA können verschiedene Steuersignale als Binärsignal aufnehmen und ihrerseits Steuersignale über Relaisausgänge absetzen.

Folgende monitoringspezifischen Eingangsfunktionen sind verfügbar:

15:	BuchAlm	(Buchholzalarm)
16:	BuchTrip	(Buchholz-Auslösung)
17:	Oelpmp.1	(Rückmeldung: Ölpumpe 1 ist eingeschaltet)
79:	Oelpmp.2	(Rückmeldung: Ölpumpe 2 ist eingeschaltet)

Die Signale Buchholzalarm und Buchholz-Auslösung müssen dem Regler von einem separaten Buchholzrelais zugeführt werden und können anschließend über eine entsprechende Leitstellenankopplung in ein übergeordnetes Leitsystem übertragen werden.

Folgende monitoringspezifischen Ausgangsfunktionen sind verfügbar:

27:	OelAlarm	(Alarm Öltemperatur)
28:	WndAlarm	(Alarm Wicklungstemperatur)
29:	WndTrip	(Auslösung Wicklungstemperatur)
49:	Heizung	(Heizung ein)
50:	Kuehler1	(Lüftergruppe 1 ein)
51:	Kuehler2	(Lüftergruppe 2 ein)
52:	Kuehler3	(Lüftergruppe 3 ein)
53:	Kuehler4	(Lüftergruppe 4 ein)
54:	Kuehler5	(Lüftergruppe 5 ein)
55:	Kuehler6	(Lüftergruppe 6 ein)
56:	TempTC	(Temperaturgrenzwert im Stufenschalter erreicht)
57:	OelstTC-	(Mindestölstand im Stufenschalter unterschritten)
58:	OelstTC+	(Max-Ölstand im Stufenschalter überschritten)
59:	OelstTr-	(Mindestölstand im Transformator unterschritten)
60:	OelstTr+	(Max-Ölstand im Transformator überschritten)
61:	Wasser	(Grenzwert für Feuchte überschritten)
62:	Gas	(Gas-in-Öl-Grenzwert überschritten)
63:	BuchAlm	(Buchholzalarm)
64:	BuchTrip	(Buchholz-Auslösung)
74:	Oelpumpe	(Ölpumpe 1 ein)
80:	H2	(H2-Grenzwert überschritten)
81:	CO	(CO-Grenzwert überschritten)
84:	Oelpmp.2	(Ölpumpe 2 ein)

Die Zuordnung einer bestimmten Steuerfunktion (z.B. Ölpumpe oder Lüftergruppe) zu einem ganz bestimmten Relaisausgang muss im Regler-Menü durchgeführt werden.

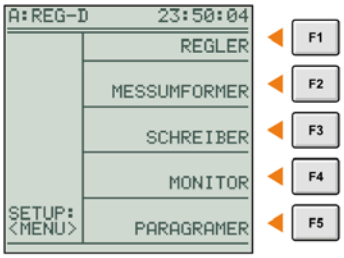
Natürlich kann die Parametrierung auch auf sehr komfortabel Weise mit Hilfe der Parametriersoftware WinREG (zukünftig A. Eberle Toolbox) durchgeführt werden.

Zur Verdeutlichung der Prozedur soll an dieser Stelle beispielhaft die Parametrierung einiger Ausgangsrelais per Reglertastatur beschrieben werden.

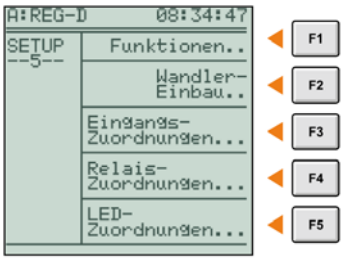
Beispiel:

- Die Ölpumpe 1 soll über das Relais 8 des Reglers REG-DA ausgegeben werden.
- Die Lüftergruppe 1 über den Ausgang Rel 9,
- Die Lüftergruppe 2 über den Ausgang Rel 10 und
- Die Lüftergruppe 3 über den Ausgang Rel 11.

Zu diesem Zweck betätigen Sie **<MENU>** so lange, bis Sie in dem Hauptmenü des Reglers angekommen sind.



Betätigen Sie die Menütaste oder die Pfeiltasten **<,>** so lange, bis Sie im Setup -5- angekommen sind. Im SETUP -5- wählen Sie bitte mit Hilfe der Funktionstaste <F4> „Relais-Zuordnungen…“



Mit der Funktionstaste **<F1>** bringen Sie den Bildschirm mit den benötigten Relaisausgängen zur Anzeige.

Betätigen Sie **<F2> bis <F5>**, um den entsprechenden Relais die Ausgangsfunktionen zuzuweisen.

Zu diesem Zweck wählen Sie z.B. mit den F-Tasten <F1>, <F2> und <F4>, <F5> die Ausgangsfunktion 74: Oelpumpe für das Relais 8 aus und bestätigen Ihre Wahl mit **<Enter>.**

Jetzt ist die Ölpumpe dem Relaisausgang Rel. 8 zugeordnet.

Verfahren Sie mit den Relais Rel 9, Rel 10 und Rel 11 sinngemäß.

Beachten Sie aber bitte, dass die Lüftergruppen 1, 2 und 3 nur dann den parametrierten Relaisausgängen fest zugeordnet sind, wenn unter dem Menüpunkt Lüfter-Zuordnung „fest“ gewählt wurde.

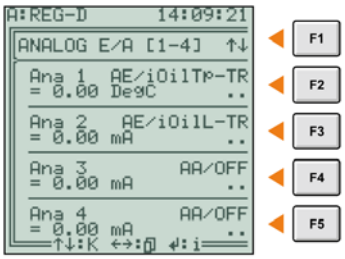
Im Falle einer zyklischen Ansteuerung ändert sich die Zuordnung in Abhängigkeit von den individuellen Lüfter-Laufzeiten.

Die Parametrierung der Binäreingänge sowie der LEDs kann ebenfalls über das SETUP 5 des Reglers durchgeführt werden.

Parametrierung der Ein- und Ausgänge

Weiterführende Informationen zur Parametrierung und dem Umgang mit Ein- und Ausgängen des REG-D(A) können der Bedienungsanleitung des entsprechenden Gerätes entnommen werden.

5.2 Analogkanäle



5.2.1 Analoge Ein- und Ausgänge

Die physikalischen Größen Temperatur (Trafo, Stufenschalter) oder Füllstand (Trafo, Stufenschalter), Wassergehalt, Gas in Öl etc. können dem Regler mit Hilfe von mA-Signalen zugeführt werden.

Jeder Regler REG-D kann mit bis zu drei Analogmodulen bestückt werden, die jeweils entweder zwei analoge Eingänge oder zwei analoge Ausgänge bieten.

Im Falle des Reglers REG-DA können bis zu acht Analogeingänge und bis zu sieben Analogausgänge realisiert werden. Die Anzahl der benötigten Kanäle muss allerdings schon bei der Bestellung festliegen, da nachträgliche Bestückungsänderungen nicht möglich sind.

Die Position der Module ist beliebig. Der Regler erkennt selbsttätig die Art der Bestückung pro Steckplatz und aktiviert adaptiv die jeweils gültigen Menüs.

Die Parametrierung der analogen Ein- und Ausgänge wird vorzugsweise mit Hilfe der Parametriersoftware WinReg (zukünftig A.Eberle Toolbox) durchgeführt. Prinzipiell ist die Parametrierung aber auch per Tastatur möglich. In diesem Fall orientieren Sie sich bitte an den Bedienungsanleitungen des REG-D™ oder RED-DA.

5.2.1.1 Ein- und Ausgangsfunktionen

Die Zuordnung eines bestimmten Eingangs oder Ausgangs zu einem bestimmten Messwert wird mit Hilfe von Eingangs- und Ausgangsfunktionen realisiert.

Zur Auswahl stehen folgende monitorspezifische Eingangsfunktionen:

64:	iOilTp-TR	Öltemperatur (Trafo)
65:	iOilTp-TC	Öltemperatur (Stufenschalter)
66:	iOilL-TR	Ölstand (Trafo)
67:	iOilL-TC	Ölstand (Stufenschalter)
68:	iWasser	Wasser in Öl
69:	iGas	Gas in Öl
71:	iCO	Kohlenmonoxid in Öl
72:	iH2	Wasserstoff in Öl
73:	iWndTp-TR	Heißpunkttemperatur der Wicklung (Messwert vom z.B. Glasfaser-Temperaturmessgerät REG-FO)

Folgende monitorspezifischen Ausgangsfunktionen stehen zur Auswahl:

19:	oOilTemp	Öltemperatur
20:	oWindTemp	Heißpunkttemperatur der Wicklung

Analogfunktion 01:ANA

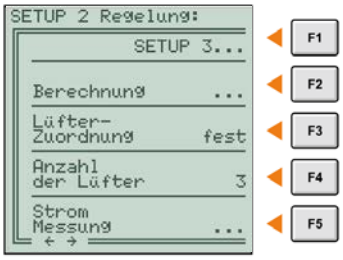
Die Eingangsfunktion ANA wird immer dann gewählt, wenn eine nicht vorgesehene Messgröße verwendet werden soll. Im Prinzip kann jede beliebige Messgröße, die sich als mA-Wert abbilden lässt, dem Regler zugeführt, verarbeitet und angezeigt werden.

Bei Bedarf können selbstverständlich auch von solchen "Nicht-Standard-Eingängen" Grenzwerte abgeleitet und per Relais ausgegeben werden.

Hierzu setzten sie sich bitte mit dem Stammhaus in Verbindung.

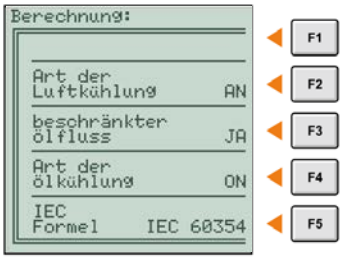
5.3 Setup 2: Regelung

Das SETUP 2 erreicht man, in dem man im SETUP 1 die Pfeiltaste "→" oder **< F1 >** betätigt.



5.3.1 Berechnung

Mit der Taste **< F2 >** wird das Menü Berechnung geöffnet. Hier wird die Auswahl des verwendeten Algorithmus sowie die Art der Luft- und Ölkühlung eingestellt.



5.3.1.1 Art der Luftkühlung

Folgende Möglichkeiten stehen zur Verfügung:

- 0: AN steht für äußere Kühlung durch Luft ohne Lüfter (z.B. ONAN)
- 1: AF steht für äußere Kühlung durch Luft mit Lüftern (z.B. ONAF)

5.3.1.2 Beschränkter Ölfluss

Wenn eine Wicklung eines ON- und OF-Transformators Zick-Zack gekühlt ist und die Stärke der Abstandshalter kleiner als 3 mm ist, kann das einen beschränkten Ölfluss verursachen. Die dadurch behinderte Ölzirkulation wird im IEC 60076 Algorithmus berücksichtig.

Folgende Möglichkeiten stehen zur Verfügung:

- 0: JA — Wicklung mit beschränktem Ölfluss
- 1: NEIN — Wicklung ohne beschränkten Ölfluss

Einstellung des Parameters beschränkter Ölfluss ohne Informationen über die Wicklung

Sollten keine Informationen zum Aufbau der Wicklung vorliegen, sollte 0:JA gewählt werden. Diese Einstellung führt in der Berechnung beim Lastanstieg zu höheren Heißpunkttemperaturen, was die sicherere Variante darstellt.

5.3.1.3 Art der Ölkühlung

Folgende Möglichkeiten stehen zur Verfügung:

- ON: steht für ONAN- oder ONAF-Kühlung
- OF: steht für OFAF- oder OFWF-Kühlung
- OD: steht für ODAF- oder ODWF-Kühlung
- ON/OF: steht für Umschaltung zwischen ON- und OF-Kühlung. In diesem Fall steht eine Ölpumpe zur Verfügung
- ON/OD: steht für Umschaltung zwischen ON- und OD-Kühlung. In diesem Fall steht eine Einrichtung zur gerichteten Lenkung des Ölstromes zur Verfügung

Bei Aktivierung der Kühlarten ON/OF und ON/OD stehen in den Menüs "Trafoparameter" und "Temperaturgrenzen" jeweils zwei zusätzliche Parameterkarten für die Ölpumpen zur Verfügung.

5.3.1.4 IEC-Formel

Hier kann gewählt werden, ob die Berechnung der Heißpunkttemperatur gemäß IEC60354 oder IEC60076 durchgeführt wird.

5.3.2 Lüfterzuordnung

Um es dem Anwender frei zu stellen, einen bestimmten Lüfter einer bestimmten Kühlstufe zuzuordnen, oder es dem System zu überlassen, welcher Lüfter für welche Kühlstufe aktiviert wird, bietet das Trafo-Monitoring-Modul die Wahl zwischen:

- fest
- zyklisch

Wird für die Zuordnung der Lüfter zu einer bestimmten Kühlstufe der Parameter "fest" gewählt, wird für die Kühlstufe 1 immer Lüfter 1 eingeschaltet. Über eine lange Betriebszeit führt diese Einstellung allerdings dazu, dass die Laufzeit und damit der Verschleiß am Lüfter 1 sehr groß und für die höheren Kühlstufen sehr klein sein kann.

Wird hingegen Lüfterzuordnung "zyklisch" gewählt, entscheidet der Regler nach Maßgabe der Gesamtlaufzeit der einzelnen Kühlstufen, welcher Lüfter zugeschaltet wird. Über die Betriebsdauer erreicht dieser Algorithmus eine näherungsweise gleiche Betriebszeit aller Lüfter.

5.3.3 Anzahl der Lüfter

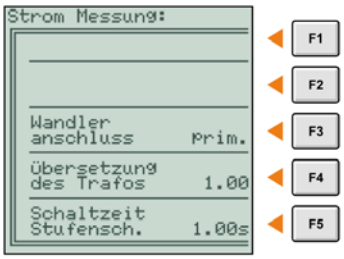
Da die Anzahl der Lüftergruppen je nach Trafotyp wechselt, kann die aktuelle Anzahl per Menü eingegeben werden.

In der Folge werden sich alle Menüs, in denen Parameter zur Lüftersteuerung und Lüfterlebensdauer parametriert werden, dieser Vorgabe anpassen.

Es stehen insgesamt 6 Lüfterkühlgruppen zur Verfügung, die im Menü mit den Ordnungszahlen 1: bis 6: gekennzeichnet sind.

5.3.4 Strom-Messung

Der Heißpunkt im Transformator wird von verschiedenen Trafoparametern (Hg_r, y, Zeitkonstante) und von den beiden Messgrößen Öltemperatur und Strom durch die Wicklung beeinflusst. Für verschiedene Applikationen stehen unterschiedliche Quellen für die Strommessung zur Verfügung. Die notwendigen Einstellungen können im Setup "Strom Messung" durchgeführt werden.



5.3.4.1 Wandleranschluss

Im Untermenü "Wandleranschluss" kann ausgewählt werden, wo der Strom gemessen wird. Wird "sekundär" gewählt, wird der auf dem 1.Wandlersatz angeschlossene Strom für die Berechnung verwendet. Wird "primär" gewählt wird der Strom am 2. Wandlersatz verwendet.

Die Verwendung von "primär" ist nur mit aktiviertem Merkmal "Dreiwickler" und dem Hardwaremerkmal M9 möglich. Darüber hinaus kann der zur Berechnung der Heißpunkttemperatur benötigte Strom auch über einen analogen mA-Eingang angeliefert werden. Sollte diese Option nötig sein, setzten Sie sich bitte mit dem Stammhaus in Verbindung.

5.3.4.2 Übersetzung des Trafos

Um bei der sekundären Strommessung die Belastung des Stufenschalters richtig erfassen zu können, wird mit Hilfe des Übersetzungsverhältnisses des Leistungstransformators der Strom auf die Primärseite umgerechnet. Diese Einstellung ist nur bei sekundärer Strommessung erforderlich.

5.3.4.3 Schaltzeit Stufenschalter

Zur qualitativen Erfassung der Kontaktbelastung im Stufenschalter eignet sich die Größe I^2t.

Der Strom für die Ermittlung von I^2t wird der kontinuierlichen Messung des Stromes entnommen, während die Umschaltzeit „t“ als stufenschalterspezifische Größe zu betrachten ist.

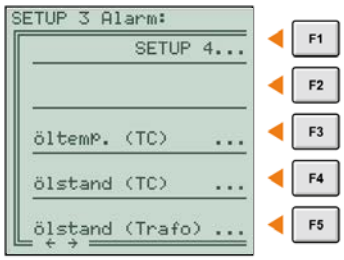
Falls über den Stufenschalter keine genauen Angaben vorliegen, wird man mit einer Schaltzeit im Bereich von 0,02 bis 0,06 s hinreichend gute Ergebnisse erzielen.

Betätigen Sie also die Taste <F5> um die vermutete Schaltzeit des Stufenschalters einzugeben.

Wird die Zeit "t" auf eins gestellt, wird aus I^2t die Messgröße I^2, die für die Abschätzung der Kontaktbelastung unter Umständen ebenfalls brauchbare Hinweise liefern kann.

Die Eingabe muss ebenfalls mit <Enter> quittiert werden.

5.4 Setup 3: Alarm



Das SETUP 3 erreicht man, in dem man im SETUP 2 die Pfeiltaste "→" oder die Funktionstaste **<F1>** betätigt.

Für die Überwachung der Öltemperatur des Stufenschalters sowie des Ölstand des Trafos und des Stufenschalters steht das SETUP 3 „Alarm“ zur Verfügung.

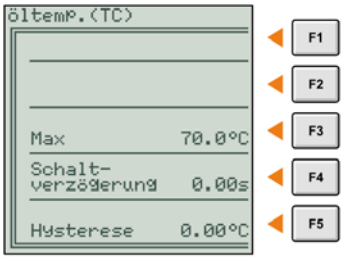
Mit **< F2..F5 >** kann auf weitere Untermenüs verzweigt werden, in denen Grenzwerte, Schaltverzögerungen und Hysteresen gewählt werden können.

Da sich die Logik aller Untermenüs gleicht, sind die Kommentare zu den einzelnen Bildschirmen knapp gehalten.

Zu beachten ist allerdings, dass die hardwaremäßigen Voraussetzungen gegeben sein müssen, um die Messgrößen, die in der Regel über externe Messumformer als mA- Signal zugeführt werden, vom Regler aufgenommen werden können.

Die Gesamtzahl von sechs analogen Kanälen kann mit Hilfe von analogen Interfacekarten (ANA-D) jederzeit erweitert werden (siehe Kapitel 7).

5.4.1 Öltemperatur (TC)



5.4.1.1 Maximalwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...150 °C

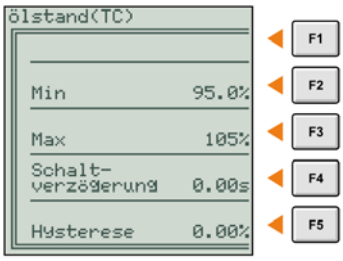
5.4.1.2 Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...900 s

5.4.1.3 Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest. Einstellbereich: 1...30 K

5.4.2 Ölstand (TC)



5.4.2.1 Minimalwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals „Ölstand zu niedrig“ fest. Einstellbereich: 0...150 %

5.4.2.2 Maximalwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals „Ölstand zu hoch“ fest. Einstellbereich: 0...150 %

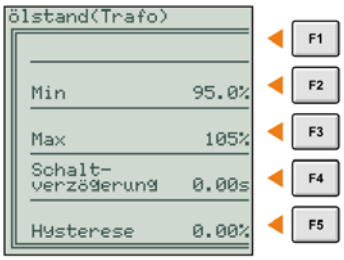
5.4.2.3 Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...900 s

5.4.2.4 Hysterese

Legt die Hysterese beider Schaltpunkte fest. Einstellbereich: 1...30 %

5.4.3 Ölstand (Trafo)



5.4.3.1 Minimalwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals „Ölstand zu niedrig“ fest. Einstellbereich: 0...150 %

5.4.3.2 Maximalwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals „Ölstand zu hoch“ fest. Einstellbereich: 0...150 %

5.4.3.3 Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...900 s

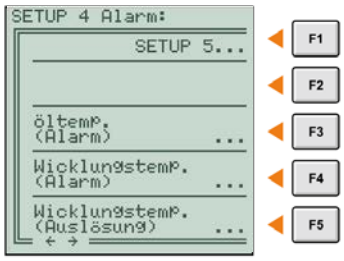
5.4.3.4 Hysterese

Legt die Hysterese beider Schaltpunkte fest. Einstellbereich: 1...30 %

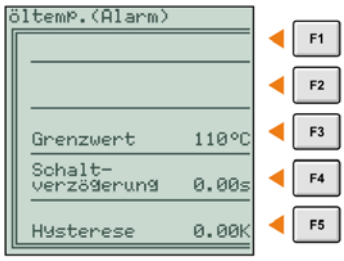
5.5 Setup 4: Alarm

Das SETUP 4 erreicht man, indem man im SETUP 3 die Pfeiltaste "→" oder die Funktionstaste **<F1>** betätigt.

In Setup 4 können die Grenzwerte für die Öltemperatur und die Wicklungstemperatur eingegeben werden.



5.5.1 Öltemperatur (Alarm)



5.5.1.1 Grenzwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...150 °C

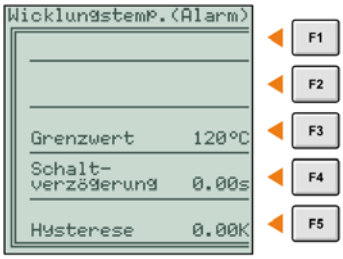
5.5.1.2 Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...900 s

5.5.1.3 Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest. Einstellbereich: 1...30 K

5.5.2 Wicklungstemperatur (Alarm)



5.5.2.1 Grenzwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...200 °C

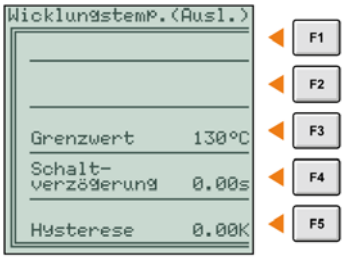
5.5.2.2 Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...900 s

5.5.2.3 Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest. Einstellbereich: 1...30 K

5.5.3 Wicklungstemperatur (Auslösung)



5.5.3.1 Grenzwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...200 °C

5.5.3.2 Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...900 s

5.5.3.3 Hysterese

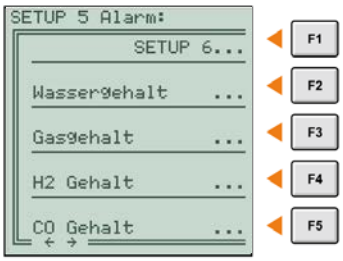
Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest. Einstellbereich: 1...30 K

5.6 Setup 5: Alarm Wasser und Gas in Öl

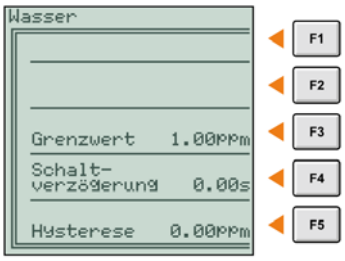
Das SETUP 5 erreicht man, in dem man im SETUP 4 die Pfeiltaste "→" oder die Funktionstaste **<F1>** betätigt.

Im Setup 5 können die Grenzwerte für Wasser-, Gas- sowie H2- und CO-Gehalt eingestellt werden.

Die Messwerte müssen dem Regler von externen Sensoren über ein mA-Signal oder MODBUS zugeführt werden.



5.6.1 Wassergehalt



5.6.1.1 Grenzwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...1.000.000 ppm

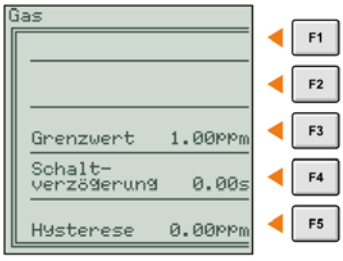
5.6.1.2 Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...900 s

5.6.1.3 Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes festgelegt. Einstellbereich: 1...100.000 ppm

5.6.2 Gasgehalt



5.6.2.1 Grenzwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...1.000.000 ppm

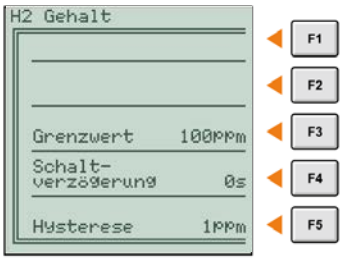
5.6.2.2 Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...900 s

5.6.2.3 Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest. Einstellbereich: 1...100.000 ppm

5.6.3 H2-Gehalt



5.6.3.1 Grenzwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...1.000.000 ppm

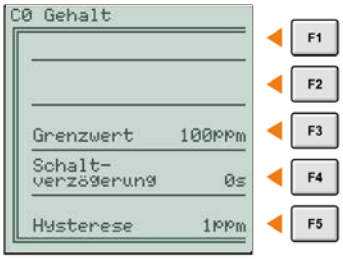
5.6.3.2 Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...900 s

5.6.3.3 Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest. Einstellbereich: 1...100.000 ppm

5.6.4 CO-Gehalt



5.6.4.1 Grenzwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...1.000.000 ppm

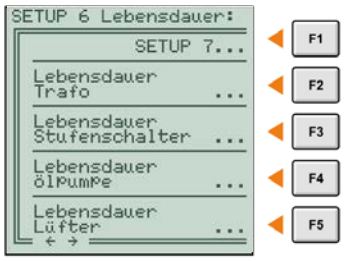
5.6.4.2 Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest. Einstellbereich: 0...900 s

5.6.4.3 Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest. Einstellbereich: 1...100.000 ppm

5.7 SETUP 6: Lebensdauer

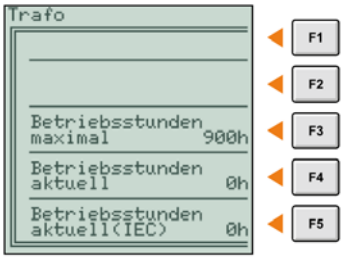


Das SETUP 6 erreicht man, in dem man im SETUP 5 die Pfeiltaste "→" oder die Funktionstaste **<F1>** betätigt.

Das Unter-Menü "**Lebensdauer**" im Haupt-Menü dient dazu, die maximale Lebensdauer und die aktuell abgelaufenen Betriebsstunden der verschiedenen Betriebsmittel einzugeben. Das ist immer dann erforderlich, wenn das Monitoring-System an einem bereits in Betrieb befindlichen Transformator installiert wird.

Aber auch wenn einzelne Geräte erneuert werden, kann über dieses Menü der Parameter „Lebensdauer“ nach Bedarf gesetzt werden.

5.7.1 Lebensdauer Trafo



5.7.1.1 Betriebsstunden maximal

Mit <F3> kann die zu erwartende maximale Lebensdauer (siehe Herstellerangaben) eingegeben werden. Einstellbereich: 0...999.999 h

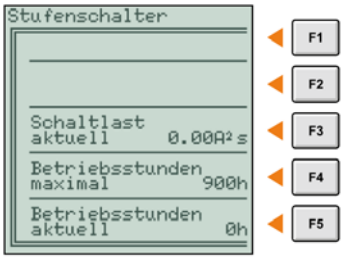
5.7.1.2 Betriebsstunden aktuell

Hier ist die Anpassung der zeitlichen Betriebsstunden des Transformators möglich. Diese Einstellung ist immer dann von Bedeutung, wenn das System nicht gleichzeitig mit dem Transformator installiert wurde. In Verbindung mit Revisionen müssen u.U. auch Anpassungen vorgenommen werden. Einstellbereich: 0...999.999 h

5.7.1.3 Betriebsstunden aktuell (IEC) - Lebensdauerverbrauch

Hier ist die Anpassung der Betriebsstunden nach IEC möglich. Einstellbereich: 0...999.999 h

5.7.2 Lebensdauer Stufenschalter



5.7.2.1 Schaltlast

Hier kann die aktuelle Schaltlast des Stufenschalters angepasst werden.

Einstellbereich: 0...9 x 10^{12} A^2s

5.7.2.2 Betriebsstunden maximal

Mit <F4> kann die zu erwartende maximale Lebensdauer (siehe Herstellerangaben) eingegeben werden. Einstellbereich: 0...999.999 h

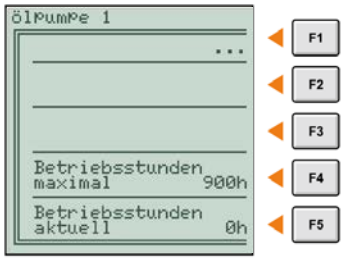
5.7.2.3 Betriebsstunden aktuell

Der Parameter „Betriebsstunden aktuell“ ist immer dann von Bedeutung, wenn das System nicht gleichzeitig mit dem Stufenschalter installiert wurde. Aber auch in Verbindung mit Revisionen müssen u.U. beide Parameter angepasst werden. Einstellbereich: 0...999.999 h

5.7.3 Ölpumpe

Zunächst werden die Einstellungen für Ölpumpe 1 angezeigt. Der Wechsel zwischen Ölpumpe 1 und 2 erfolgt durch Drücken der Taste <F1>.

mehrere Sätze...



5.7.3.1 Betriebsstunden maximal

Mit <F4> kann die zu erwartende maximale Lebensdauer der Ölpumpe (siehe Herstellerangaben) eingegeben werden. Einstellbereich: 0...999.999 h

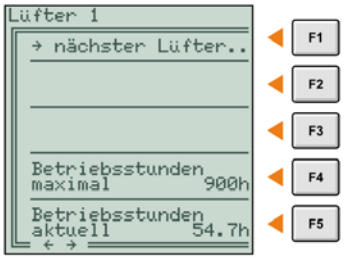
5.7.3.2 Betriebsstunden aktuell

Der Parameter „Betriebsstunden aktuell“ ist immer dann von Bedeutung, wenn das System nicht gleichzeitig mit dem Trafo und damit der Ölpumpe installiert wurde. Aber auch in Verbindung mit Revisionen müssen u.U. beide Parameter angepasst werden.

Einstellbereich: 0...999.999 h

5.7.4 Lüfter

Je nach Anzahl der verwendeten Lüfter werden mehrere Blätter verwendet. Das Weiterblättern zum nächsten Lüfter erfolgt mit der <F1>-Taste.



mehrere Sätze ...

5.7.4.1 Betriebsstunden maximal

Der Parameter „abgelaufene Lebensdauer“ ist immer dann von Bedeutung, wenn das System nicht gleichzeitig mit dem Trafo und damit den Lüftergruppen installiert wurde. Aber auch in Verbindung mit Revisionen müssen u.U. beide Parameter angepasst werden.

Einstellbereich: 0...999.999 h

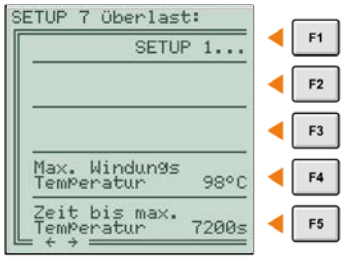
5.7.4.2 Betriebsstunden aktuell

Mit <F5> kann das momentane Alter der Lüfter eingegeben werden.

Einstellbereich: 0...999.999 h

5.8 SETUP 7: Überlast

Das SETUP 7 erreicht man, in dem man im SETUP 6 die Pfeiltaste "→" oder die Funktionstaste **< F1 >** betätigt. In Setup 7 können die Parameter für die Überlastanzeige parametriert werden.



5.8.1 Max. Windungstemperatur

Die hier eingestellte Temperatur bildet den Grenzwert (Übertemperatur) für die Bestimmung der möglichen Überlast sowie der Zeit bis zum Erreichen der Übertemperatur. Beide Werte werden im Monitor unter Überlast angezeigt.

Es steht ein Wertebereich von -30 bis 200 °C zur Verfügung.

5.8.2 Zeit bis max. Temperatur

Die hier eingestellt Zeit definiert das Zeitfenster, für das die mögliche Überlast berechnet wird. D.h. die Überlast wird so berechnet, dass innerhalb der hier definierten Zeit die max. Windungstemperatur nicht überschritten wird.

Es können Werte im Bereich von 1 bis 7200 Sekunden eingestellt werden.

6. Nachrüstung von Analogkanälen (nur REG-D™ und TMM)

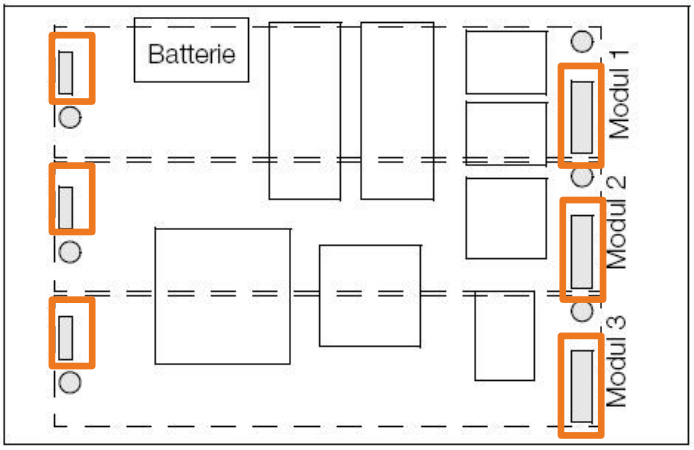
Bitte prüfen Sie zunächst, ob das Gehäuse/der Baugruppenträger über die Verdrahtung für die Analogkanäle verfügt. Ist dies nicht der Fall, muss hier eine Nachverdrahtung erfolgen. Es empfiehlt sich, diese Arbeiten im A. Eberle-Stammhaus ausführen zu lassen. Bei dieser Gelegenheit kann dann auch gleich das Nachrüsten der Analogkanäle im REG-D™ stattfinden.

Sollte das Gehäuse oder der Baugruppenträger bereits über die Verdrahtung für die Analogkanäle verfügen, können die Analogkanäle anhand der folgenden Beschreibung nachgerüstet werden.

Der REG-D™ verfügt über insgesamt drei Steckplätze für Analogmodule.

Die Nummerierung der Steckplätze erfolgt immer von oben nach unten. D.h. das erste Modul (oben), wird von der Firmware als Kanal 1 und 2 erkannt. Der mittlere Steckplatz nimmt Kanal 3 und 4 und der unterste Steckplatz Kanal 5 und 6 auf.

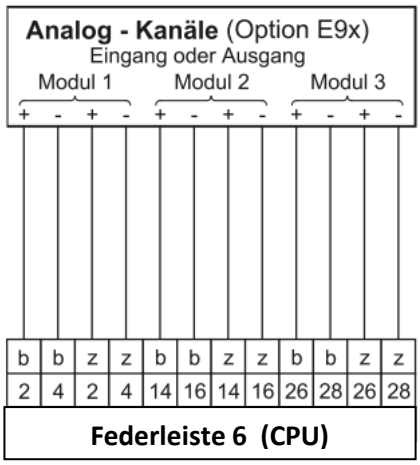
Lage der Analogsteckplätze auf der Prozessorplatine REG-CPU:



Frontplatte

Bild 9

Die roten Rechtecke markieren die Lage der Steckverbinder zwischen der CPU und den Analogmodulen.



Modul 1.1 - Kanal 1

Modul 1.2 - Kanal 2

Modul 2.1 - Kanal 3

Modul 2.2 - Kanal 4

Modul 3.1 - Kanal 5

Bild 10

Zur Nachrüstung von Analogmodulen ist es nötig, den REG-D™ aus dem Gehäuse zu entnehmen. Hierzu lösen Sie bitte die vier Halteschrauben und ziehen den REG-D™ unter Zuhilfenahme des Ausziehwerkzeuges heraus. Legen Sie nun den REG-D™ vor sich auf eine Arbeitsfläche. Damit die Kanalzuordnung der Analogkanäle später stimmt, legen Sie den REG-D™ bitte richtig herum auf die Unterlage. D.h. so, dass Sie die Beschriftungsschilder lesen können. Die einzelnen Leiterplatten stehen dann senkrecht.

Die Analogmodule werden auf der CPU-Platine, welche sich von vorne über das Display gesehen ganz rechts befindet, gesteckt.

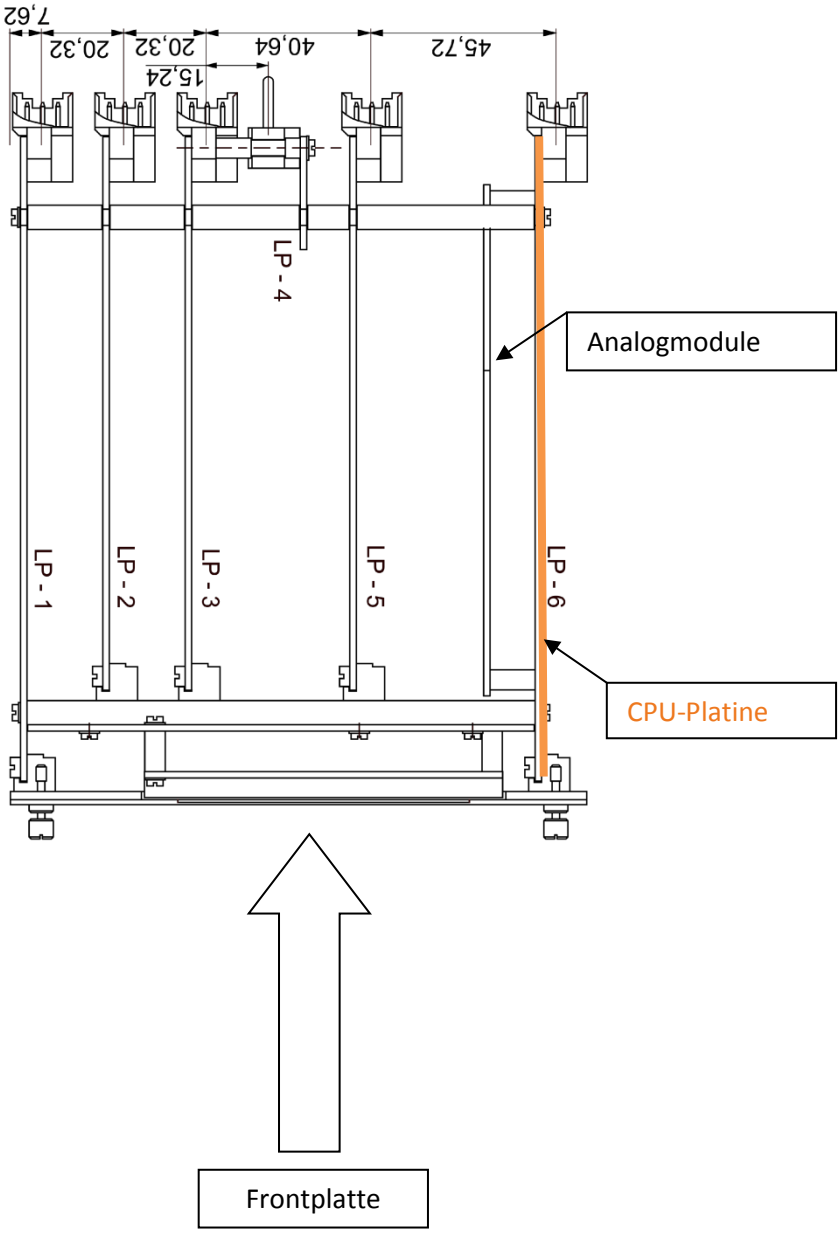


Bild 11

Die Analogmodule selbst werden in die entsprechenden Sockel auf der CPU-Platine gesteckt.

Bitte achten Sie hierbei auf den korrekten Sitz aller Anschlüsse.

Zusätzlich zu den Steckverbindern werden die Module noch von zwei steckbaren Kunststoffabstandshaltern mit der CPU-Platine verbunden. Bitte achten Sie auch hier auf korrekten Sitz.

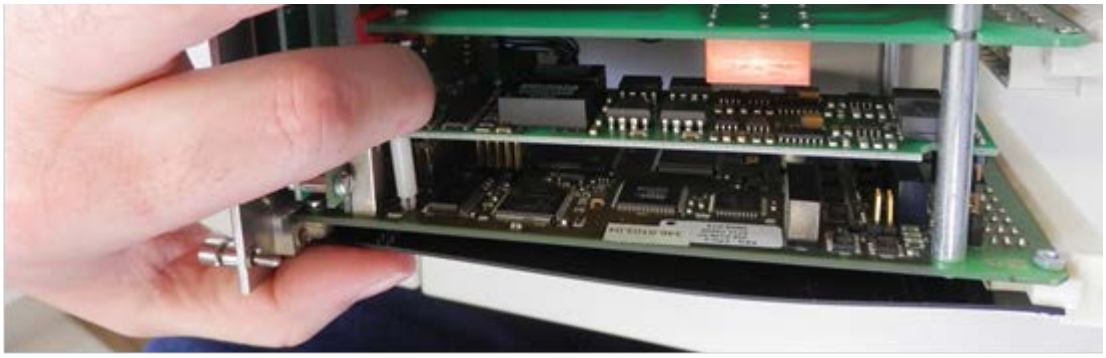


Bild 12

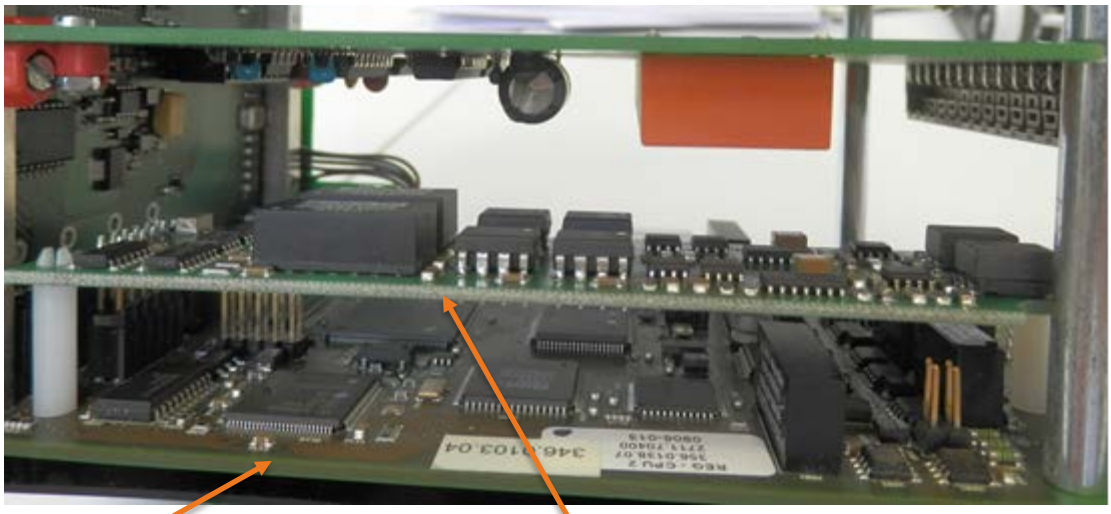


Bild 13

Nach dem Stecken der Analogmodule kann der REG-D™ wieder ins Gehäuse eingesetzt werden.

Die Analogkanäle werden nach dem Neustart des Gerätes automatisch von der Firmware erkannt und können dann über das Menü Setup -6- \ Allgemein \ Analog.. oder die Parametriersoftware WinREG (zukünftig A.Eberle Toolbox) parametriert werden.

Bitte beachten Sie, dass die Analogkanäle erst ab der Firmware-Version 2.00 direkt verwendet werden können. Bei älteren FW-Versionen ist ein Hintergrundprogramm nötig.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an den REGSys-Support (regsys-support@a-eberle.de, +49(9)11/628108-101).

7. Erhöhung der hardwaremäßigen Systemressourcen

Zur Vergrößerung der Kanalzahl können über die Reglerschnittstelle COM3 (RS485) mehrere Interfacekarten angeschlossen werden. Es stehen Interface- Karten für analoge Ein- und Ausgänge (ANA-D) sowie für binäre Ein- und Ausgänge (BIN-D) zur Verfügung.

Aus Leistungsgründen sollte die Gesamtzahl der Interfaces an der COM3 jedoch sechs nicht übersteigen.

7.1 Zusätzliche analoge Ein- und Ausgänge

Die Interfacekarte ANA-D kann entweder mit acht analogen Eingängen oder acht analogen Ausgängen geliefert werden. Mischungen von Ein- und Ausgängen auf einer Karte sind nicht möglich (siehe Bild 14).

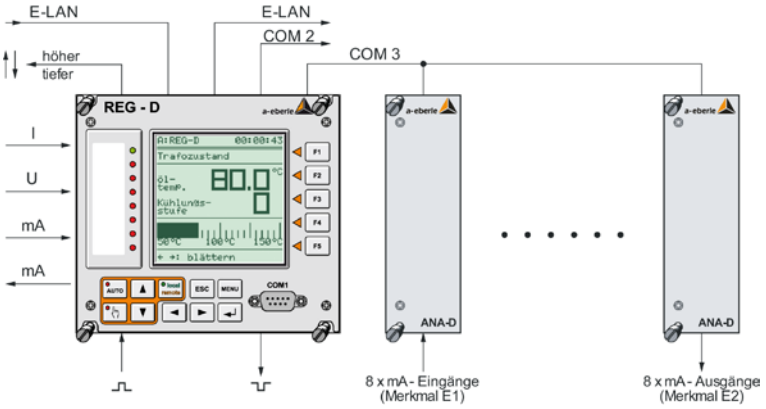


Bild 14

7.2 Zusätzliche binäre Ein- und Ausgänge

Die Interfacekarte BIN-D kann entweder mit acht Relaisausgängen oder mit sechzehn binären optisch gegeneinander entkoppelten Eingängen geliefert werden. Mischungen von Ein- und Ausgängen auf einer Karte sind nicht möglich.

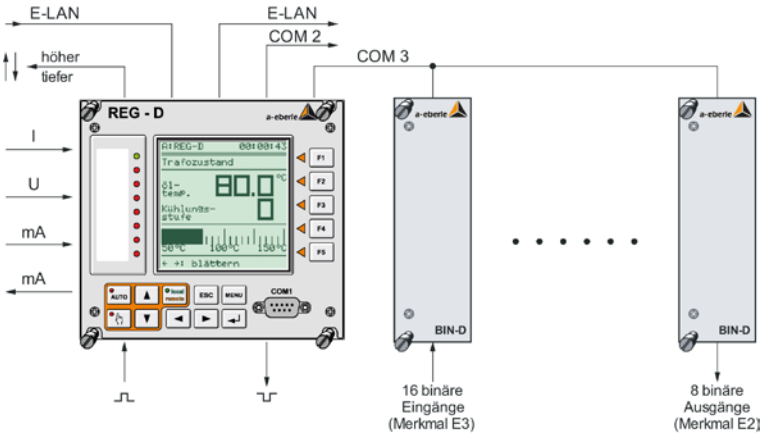


Bild 15

7.3 Kombinationen von analogen und binären Ein- u. Ausgängen

Interface-Karten der Typenreihe ANA-D und BIN-D können an der COM3 nach Belieben gemischt werden.

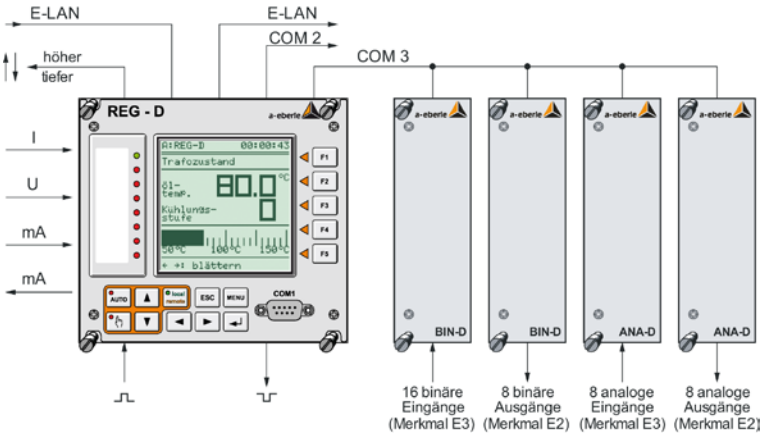


Bild 16

7.4 COM3/MODBUS-Konverter

Der COM3/MODBUS-Konverter erlaubt den Anschluss von MODBUS-RTU-kompatiblen Geräten mit RS485-Schnittstelle an die COM3-Schnittstelle der REGSys™-Geräte REG-D™und REG-DA. Dies ermöglicht einen direkten Zugriff auf alle Daten, welche das Gerät per MODBUS zur Verfügung stellt. Diese Daten können im REG-D(A) verarbeitet, gespeichert und an die Leittechnik weitergegeben werden.

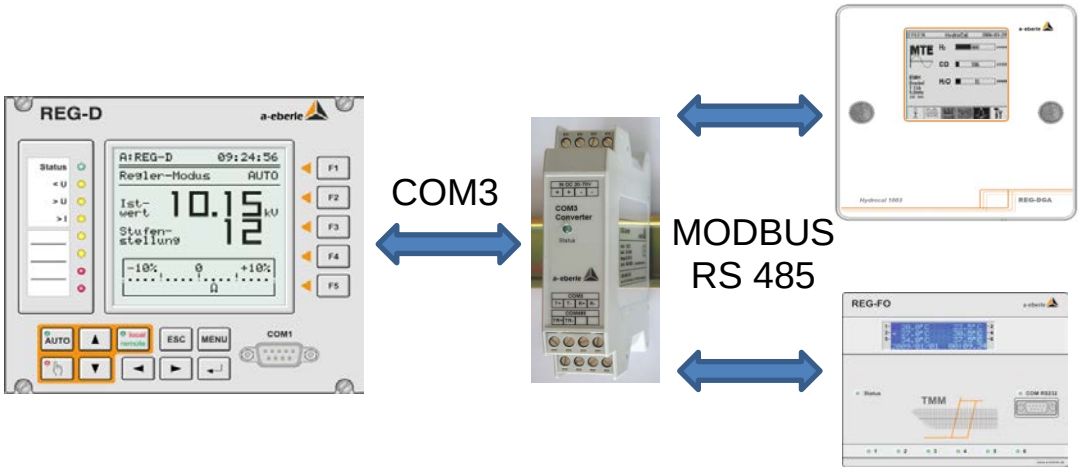


Bild 17

8. Temperaturmessung

Für die Erfassung der Öltemperatur stehen, wie bereits weiter vorne geschildert, zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

1.) das Temperatursignal wird von einem vorgeschalteten Temperatur- Messumformer als 4…20mA- Signal geliefert.
2.) das Temperatursignal wird von einem PT-100-Meßfühler in 3-Leiterschaltung geliefert.

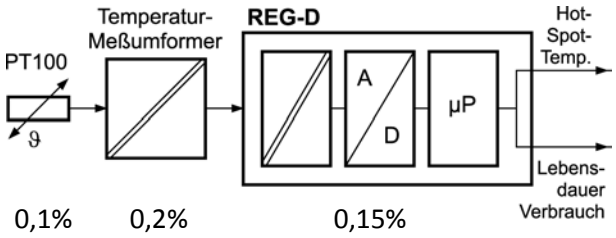
Im ersten Fall wird ein Strom, der kleiner ist als 4mA, als Gerätestörung interpretiert, während ein Strom größer als 21,6mA anzeigt, dass wahrscheinlich eine Fühlerleitung gebrochen ist.

8.1 Genauigkeitsbetrachtungen

Aus messtechnischer Sicht wird die Genauigkeit der Hot-Spot-Temperaturerfassung im Wesentlichen von der Öltemperatur-Messung beeinflusst.

Die Berechnung der Hot-Spot-Temperatur aus der gemessenen Öltemperatur liefert keine Zusatzfehler.

Die Messkette:



Die Fehlerbestimmung

Unter der Voraussetzung, dass der Fehler des Widerstandsthermometers PT100 im Temperaturbereich von -20 bis 140°C nicht größer ist als 0,1%, ergibt sich bei Verwendung des vorgeschlagenen Temperatur- Messumformers im Mittel folgender Gesamtfehler:

$$F_m = \sqrt{0{,}1\%^2 + 0{,}2\%^2 + 0{,}15\%^2}$$

der mittlere Fehler beträgt:

F_m = 0,26%

der maximale Fehler beträgt hingegen:

F_{max} = 0,1% + 0,20% + 0,15%

F_{max} = 0,45%

Im Falle des eingebauten PT 100 - Moduls beträgt der mittlere Fehler: 0,13%
und der maximale Fehler: 0,35%

Hinweis: Alle Fehler sind auf den Messbereichsendwert bezogen

9. Gewährleistung (Nachrüstung von Hardware)

Der Spannungsregler REG-D(A) wird mit einer Gewährleistung von 3 Jahren geliefert.

Wird der Regler von einer nicht autorisierten Stelle nachgerüstet, erlischt dieser Anspruch.

Wird das Gerät hingegen zum Umbau an A. Eberle zurückgeschickt, bleibt der Anspruch erhalten.

10. Test-Report

Für die Grundfunktionen "Erfassung der Hot-Spot-Temperatur" und "Ermittlung des Lebensdauerverbrauches" ist ein Prüfbericht verfügbar. Dieser kann auf Wunsch ausgehändigt werden. Hierzu kontaktieren Sie bitte den REGSys™-Support unter +49 (0) 911/62 81 08-101 oder regsys-support@a-eberle.de.

11. Notizen

A. Eberle GmbH & Co. KG

Frankenstraße 160
D-90461 Nürnberg

Tel.: +49 (0) 911 / 62 81 08-0
Fax: +49 (0) 911 / 62 81 08-96
E-Mail: info@a-eberle.de

http://www.a-eberle.de

Copyright by A. Eberle GmbH & Co. KG
Änderungen vorbehalten.

Artikelnr. 584.0790 – FW 2.23/3.23