



Bedienungsanleitung

Digitales Transformator-Monitoringsystem



Inhaltsverzeichnis

1.	Grundsätzliches zum Trafo-Monitor	4
2.	Hauptmenü	10
2.1	Monitor	10
2.1.1	Ölstand (TC/Trafo)	11
2.1.2	Öltemperaturen (TC/Trafo)	12
2.1.3	Wicklungsströme und Wicklungstemperatur	12
2.2	Lebensdauer	12
2.2.1	Betriebsstunden - 1	12
2.2.2	Betriebsstunden -2	14
2.2.3	Lebensdauerverbrauch	15
2.3	Messumformer Modus	17
2.4	SETUP	17
2.4.1	SETUP 1	17
2.4.1.1	Trafo Parameter	18
2.4.1.2	Basis der Regelung	19
2.4.1.3	Temperaturgrenzen	20
2.4.2	SETUP 2	21
2.4.2.1	Art der Kühlung	21
2.4.2.2	Lüfterzuordnung	21
2.4.2.3	Anzahl der Lüfter	22
2.4.2.4	Strom Messung	22
2.4.3	SETUP 3	24
2.4.3.1	Wassergehalt	25
2.4.3.2	Gasgehalt	25
2.4.3.3	Öltemperatur (TC)	26
2.4.3.4	Ölstand (TC)	26
2.4.4	SETUP 4	27
2.4.4.1	Ölstand (Trafo)	27
2.4.4.2	Öltemperatur (Alarm)	28
2.4.4.3	Wicklungstemperatur (Alarm)	28
2.4.4.4	Wicklungstemperatur (Auslösung)	29
2.4.5	SETUP 5	29
2.4.5.1	Analoge Ein- und Ausgänge	29
2.4.5.2	Binäre Ein- und Ausgänge	33

2.4.6	SETUP 6	35
2.4.6.1	Lebensdauer Trafo	36
2.4.6.2	Lebensdauer Stufenschalter	36
2.4.6.3	Ölpumpe	37
2.4.6.4	Lüfter	37
2.4.7	SETUP 7	38
2.4.7.1	Wandlereinbau	38
2.4.7.2	RS232	38
2.4.7.3	ELAN	38
2.4.8	SETUP 8	39
2.4.8.1	Allgemein	39
2.4.8.2	Funktionen	39
2.4.8.3	Status	39
3.	Nachrüsten von analogen Ein- und Ausgängen	40
4.	Erhöhung der hardwaremäßigen Systemressourcen.....	42
4.1	Zusätzliche analoge Ein- und Ausgänge	42
4.2	Zusätzliche binäre Ein- und Ausgänge	43
4.3	Kombinationen von analogen und binären Eingänge.....	43
5.	Temperaturmessung	44
5.1	Genauigkeitsbetrachtungen.....	44
6.	Garantie.....	46
7.	Test-Report.....	46

1. 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 thermische 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 die prinzipielle Funktion und die verschiedenen Bedienschritte für den Betrieb des Trafo-Monitorings.

Für die Ermittlung der Heißpunkttemperatur der Wicklung ist neben dem Strom durch die Wicklung-/en die Öl-Temperatur eine wichtige Größe. Die Öltemperatur kann dem REG-DM 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, H₂ oder der CO-Gehalt des Öles erfasst werden, müssen entsprechend analoge Eingangskanäle vorhanden sein, die beim REG-DM jederzeit nachgerüstet werden können.

Beim Monitoring 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: CEI/IEC 354:1991 ermittelt und auf den Lebensdauerverbrauch des Transformators hochgerechnet. Als deutsche Entsprechung der IEC 60354 gilt die VDE-0536/3.77. 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 Einschaltdauer-Bilanz entsteht. Auf Wunsch können die einzelnen Lüfter auch einer bestimmten Kühlstufe fest zugeordnet werden. Zusätzliche Alarmer 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 60870-5-101
- IEC 60870-5-103
- IEC 60870-5-104
- DNP 3.0
- IEC 61850
- LON
- MODBUS
- PROFIBUS
- SPABUS

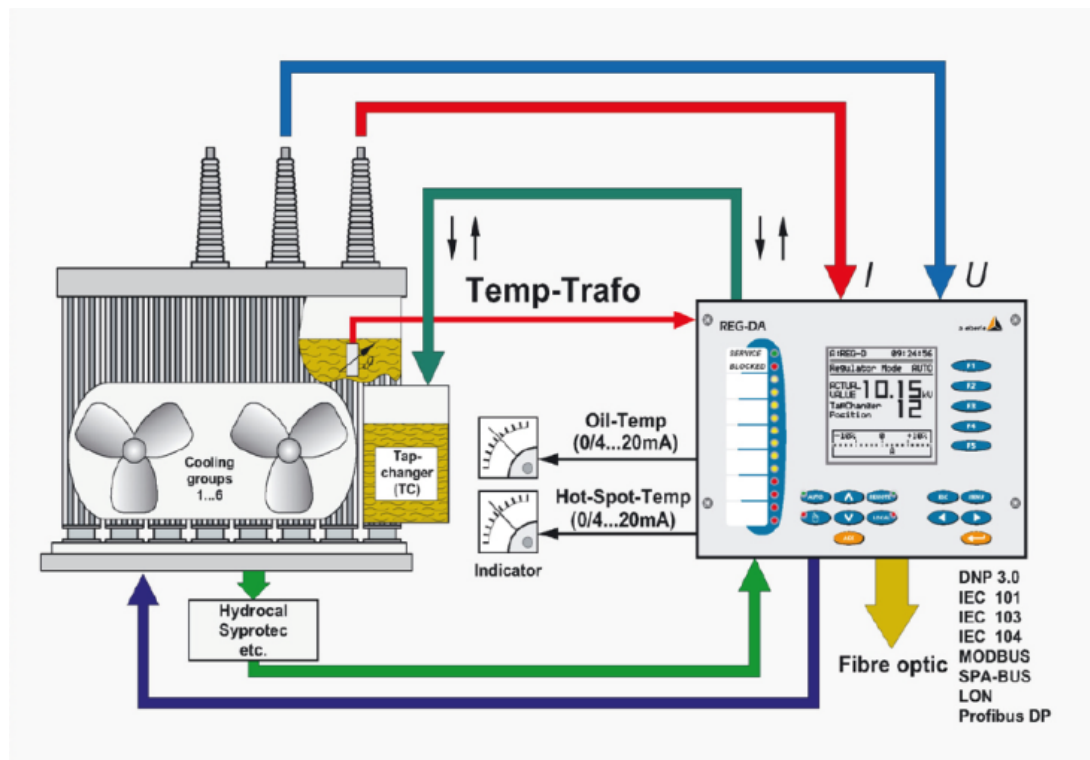


Bild 1

Die thermische Situation im Transformator lässt sich grafisch darstellen (siehe Bild 1), 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 H_g (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 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 . Beim REG-DM können bis zu drei Öltemperaturen erfasst und zur Berechnung verwendet werden. Die jeweils gemessenen Öl-Temperaturen werden 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 den Heißpunkt-Temperaturen auch der Lebensdauerverbrauch der Isolation berechnet werden.

Zur Temperatur-Regelung des Transformators können Lüfter in sechs Stufen, eine Ölpumpe und eine Heizung zugeschaltet werden. Die Steuerung der Lüfter ist manuell (HAND) oder automatisch (AUTO) möglich. Sollen die Lüfter manuell zugeschaltet werden, geschieht dies im HAND-Modus des REG-DM über die "Pfeil nach oben" und "Pfeil nach unten" Tasten. 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-DM Interfacebausteine (ANA-D und BIN-D) über die COM 3 des Reglers angeschlossen werden. Auf diese Weise können die Hardware-Ressourcen des Grundgerätes vergrößert werden.

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.

Blockschaltbild der Heißpunktberechnung und der Kühlstufensteuerung

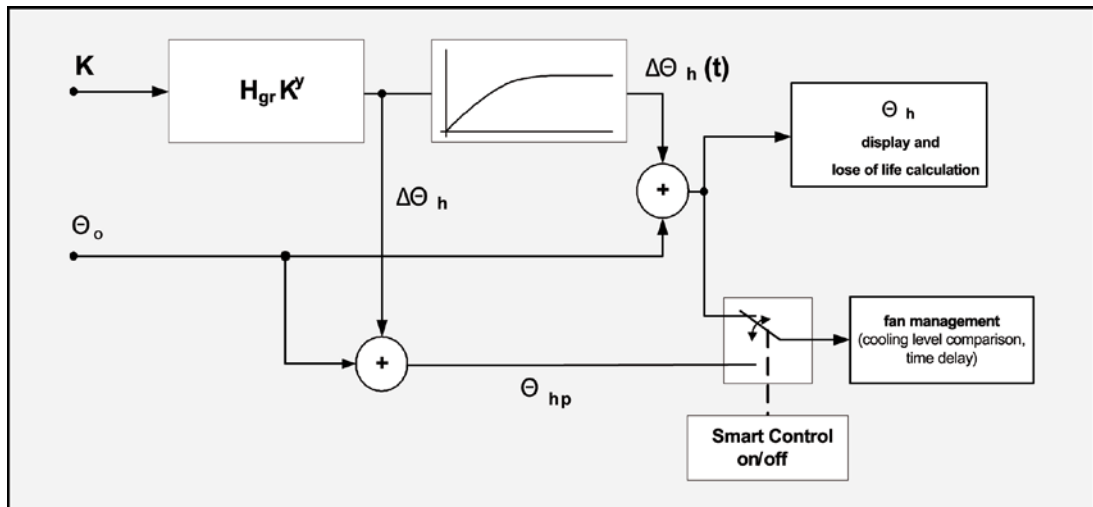


Bild 3

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

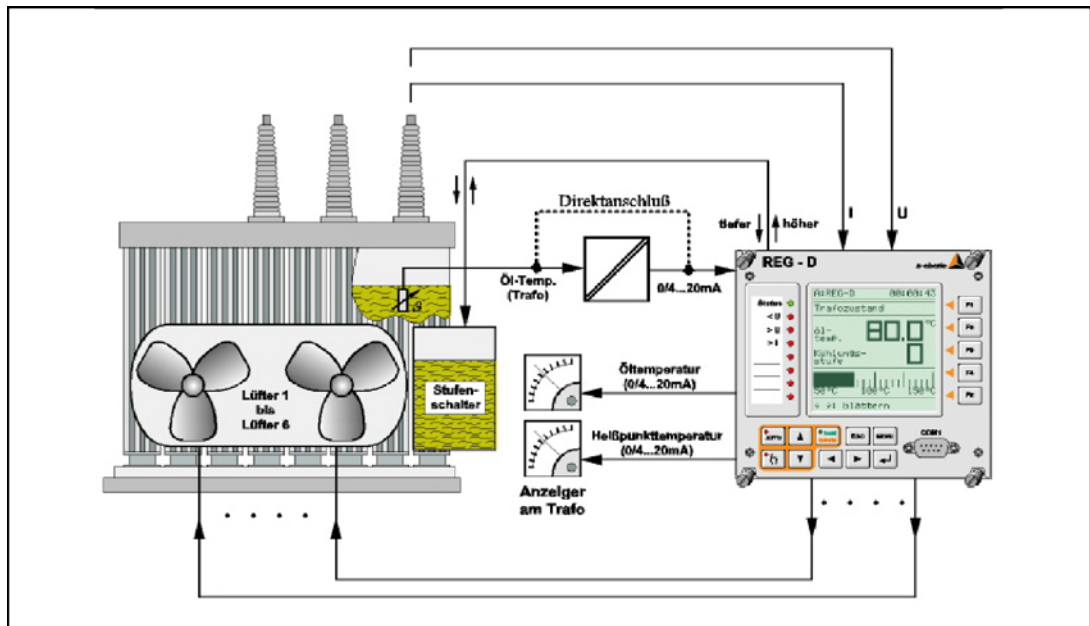


Bild 4

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 Heißpunkttemperatur als auch die Öltemperatur als mA-Ausgang angeboten werden.

Als Funktion der Öl- oder Heißpunkttemperatur können bis zu sechs Lüftergruppen, eine Ölpumpe und eine Heizung zugeschaltet werden.

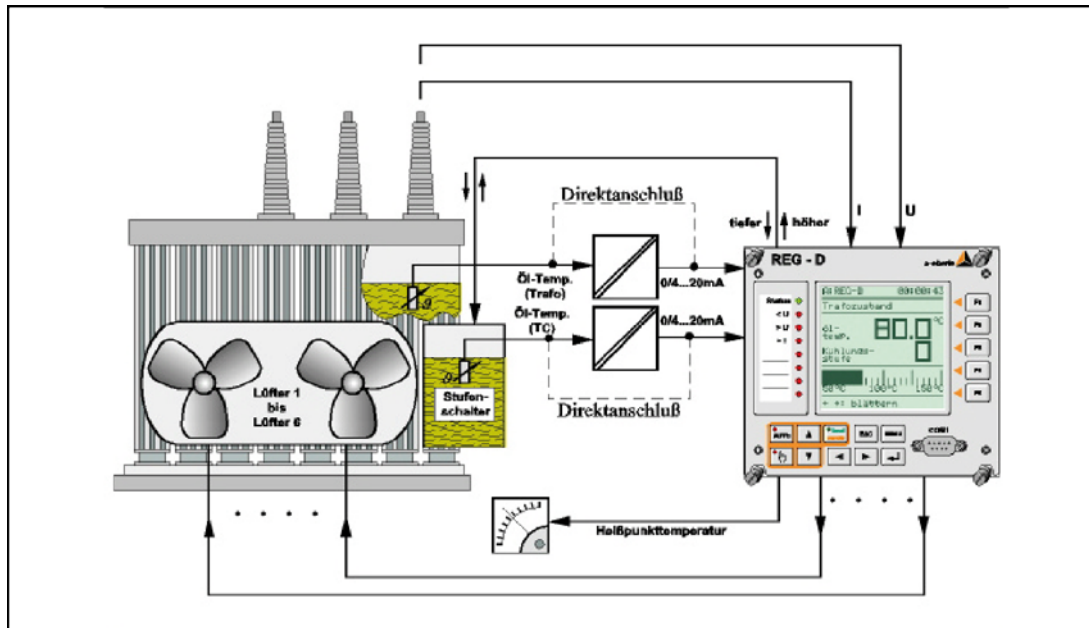


Bild 5

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

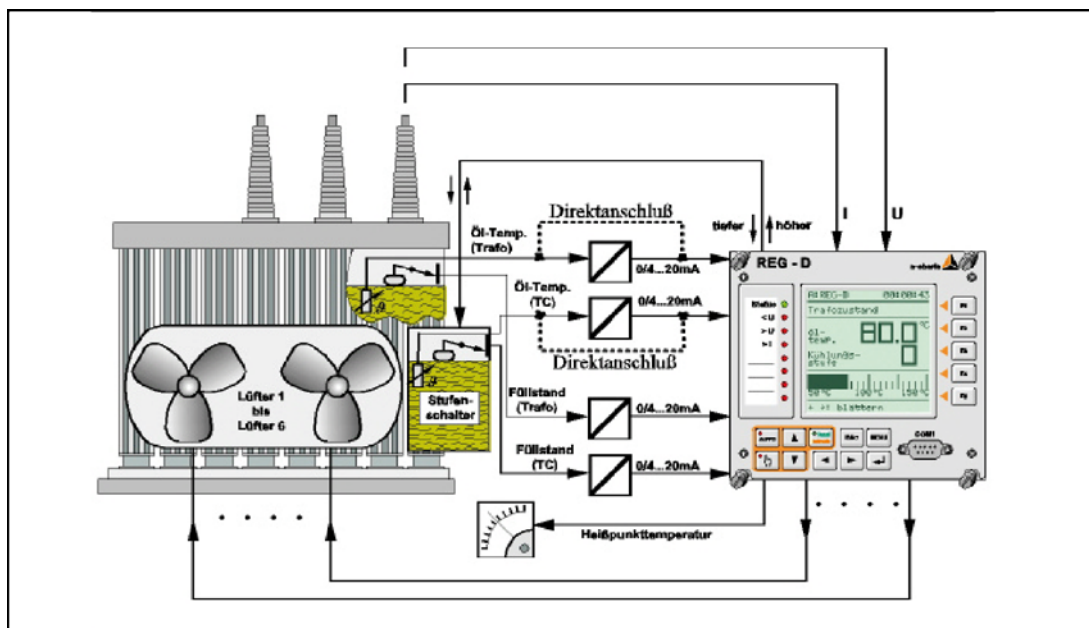
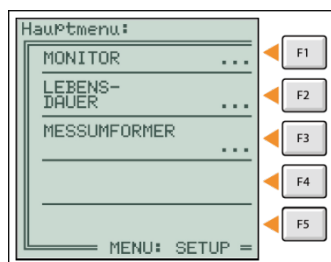


Bild 6

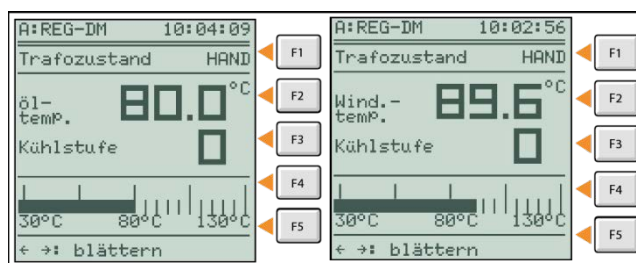
Zusätzlich können die Füllstände des Transformators und/oder des Stufenschalters erfasst und dem Regler zugeführt werden. Die Informationen können auf dem Reglerdisplay angezeigt und ggf. via serieller Schnittstelle in ein SCADA-System „entsorgt“ werden (siehe Bild 1).

2. Hauptmenü



Das Hauptmenü kann aus den Monitor-, Lebensdauer-, und Messumformeranzeigen sowie aus den Setups durch Drücken der <Menü> Taste erreicht werden.

2.1 Monitor



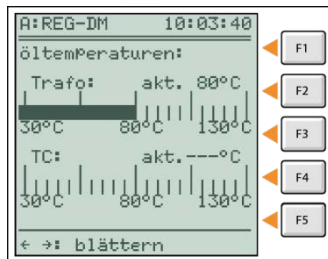
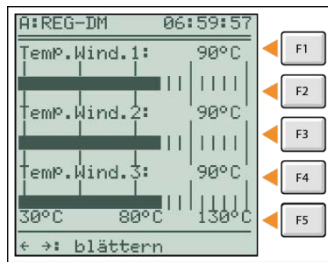
Die Monitor Grundanzeige zeigt entweder die Öltemperatur oder die Wicklungstemperatur in dezimaler Form und als Balkengrafik an. Zusätzlich wird der Betrachter noch über die aktuelle Kühlstufe informiert. Die angezeigte Wicklungstemperatur handelt es sich um den Maximalwert der drei errechneten Wicklungstemperaturen.

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 "Smat-Fan-Control" (SFC) oder die Wicklungstemperatur als Basis für die Temperaturregelung gewählt wurde.

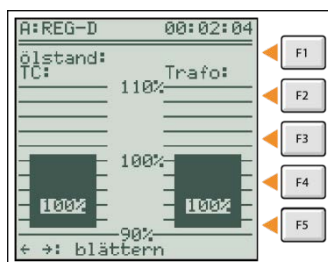
Transformatoren werden je nach Bautyp mit mehreren Lüftergruppen ausgestattet. Da die Lüfter von Ihrer Kühlleistung her betrachtet ähnlich sind, wird eine größere Kühlleistung durch gleichzeitigen Betrieb mehrerer Ventilatoren erreicht. Kühlstufe 3 heißt dann, dass drei Ventilatorgruppen gleichzeitig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

Die Steuerung der Ventilatoren kann entweder automatisch erfolgen oder manuell. Zur manuellen Steuerung muss der REG-DM auf HAND stehen. Die Kühlstufen können dann über die orangenen Pfeil nach oben und unten Tasten schrittweise aktiviert oder deaktiviert werden. Befindet sich der REG-DM im Modus AUTO, werden die Lüfter automatisch gesteuert.

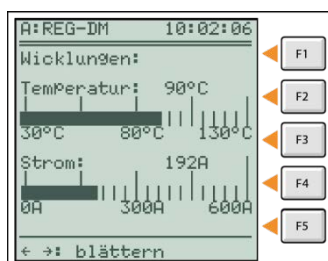
Mit der Taste „→“ erreicht man den nächsten Monitorbildschirm. Hier wird je nach gewählter Regelungsbasis entweder die Öltemperatur des Transformators und des Stufenschalters oder die Heißpunkttemperatur aller drei Wicklungen angezeigt.



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



Mit der Taste „→“ erreicht man den nächsten Monitorbildschirm, auf dem die Wicklungstemperatur und der aktuell fließende Strom angezeigt wird.



2.1.1 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. Im einfachsten Fall wird der Füllstand via Analogsignal dem Regler angeliefert; die jeweils notwendige Skalierung kann per Menü durchgeführt werden. Auch eine Pegelstandüberwachung über ein Binärsignal kann in der Grafik angezeigt werden. Werden die Grenzwerte überschritten, blinkt der Balken. Eine schwarze nicht blinkende Säule gilt somit als Signal „Füllstand in Ordnung“.

2.1.2 Öltemperaturen (TC/Trafo)

Die Öltemperaturen werden entweder als Balken oder 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 werden.

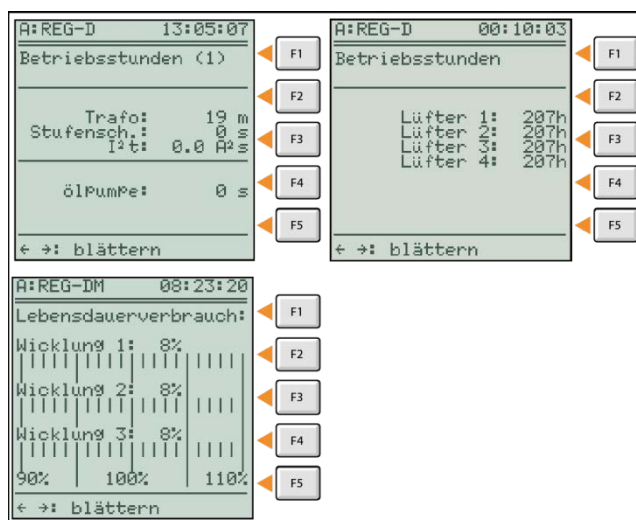
2.1.3 Wicklungsströme und Wicklungstemperatur

Der Anzeigemodus „Wicklungen“ informiert über den aktuellen Strom durch die Wicklungen, und die aus Strom und Öltemperatur errechnete Heißpunkttemperatur. Bei den angezeigten Werten handelt es sich um den jeweils größten Strom und die höchste Wicklungstemperatur.

2.2 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.

Aus dem jeweils aktuellen Menü erreichen Sie das MONITOR-Hauptmenü mit der Taste <ESC>. Die Anzahl der <ESC>-Tastendrücke hängt davon ab, auf welcher Menüebene man sich gerade befindet.



2.2.1 Betriebsstunden - 1

Im Anzeigemodus „Betriebsstunden -1“ werden die kumulierten Betriebsstunden des Transformators (Trafo an Spannung), des Stufenschalters und der Ölpumpe 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 „Laflampen-Zeit“ verwendet. Das heißt, der Lebensdauerzähler für den Stufenschalter wird nur aktiv, wenn ein binärer Eingang als „Laflampe“ (07: Lafl.) konfiguriert wurde.

Wird trotz konfiguriertem Eingang keine Lauf Lampe angeschlossen, bleibt der Zählwert unverändert. Wurde kein binärer Eingang konfiguriert, verwendet das Programm, die im SETUP 5 des Reglers (Funktionen..., F1) parametrisierte Lauf Lampen-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).

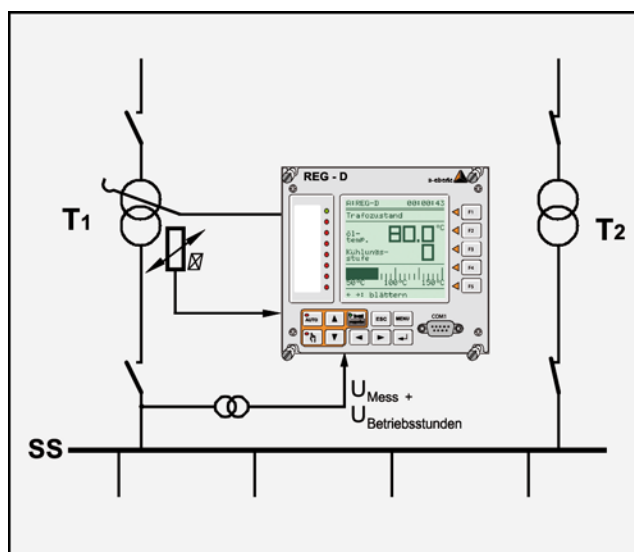


Bild 7

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 Ergebnissen führen kann.

Bild 7 zeigt zur Verdeutlichung eine Applikation, bei der zwei Transformatoren auf eine Sammelschienen speisen.

Wird der Spannungswandler sammelschienenennah 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 T_2 versorgt wird.

Im Bild 8 wird zwar die Regelspannung sekundär erfasst, während die Spannung zur Betriebsstundenzählung vom primärseitigen Spannungswandler abgegriffen wird. Diese Version liefert in jedem Fall eine korrekte Betriebsstundenerfassung.

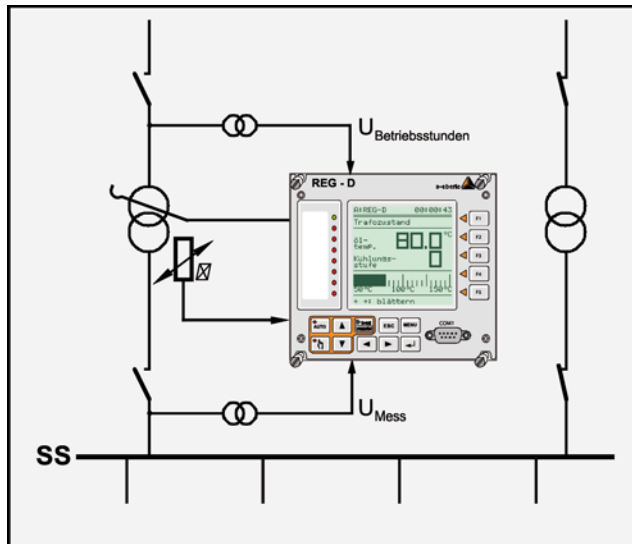


Bild 8

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 .

Wird die Ölpumpe vom Regler gesteuert, wird die Laufzeit der Ölpumpe kumuliert und im Menü dargestellt.

2.2.2 Betriebsstunden -2

Unter der Überschrift „Betriebsstunden -2“ werden die Laufzeiten der Lüfter und der Ölpumpe aufgeführt.

Die Zusteuerung der Lüfter erfolgt 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 gleichmäßige ausgelastet sind.

Per Menü kann es allerdings auch so eingerichtet werden, dass jeweils ein bestimmter Ausgang einer bestimmten Kühlgruppe zugeordnet wird. Die Ölpumpe ist hingegen immer einem festen Ausgangsrelais zugeordnet.

2.2.3 Lebensdauerverbrauch

Die Information "Lebensdauerverbrauch" wird gebildet aus dem Formelwerk, das in der CEI/IEC 354 / VDE 0536 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:

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

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.

$$\text{Lebensdauer} = e^{-P\Theta}$$

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 6 K 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.

$$V = \frac{\text{Lebensdauerverbrauch bei } \Theta_h}{\text{Lebensdauerverbrauch bei } \Theta_{hN}} \tag{1}$$

$$V = 2^{(\Theta_h - \Theta_{hN})/6} = e^{0,693(\Theta_h - \Theta_{hN})/6}$$

Der Wert Θ_{hN} wurde für einen Transformator nach CEI/IEC 354 / VDE 0532 Teil 1/11.71 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 $\Theta_{hN} = 98 \text{ °C}$ kann folgende Gleichung in dekadischen Logarithmen abgeleitet werden.

$$V = \text{relativer Lebensdauerverbrauch} = 10^{(\Theta_h - 98)/19,93} \quad (2)$$

Dieser Zusammenhang ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Θ_h in °C	Relativer Lebensdauerverbrauch V
80	0,125
86	0,25
92	0,5
98	1,0
104	2,0
110	4,0
116	8,0
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 $(10 \text{ h} \times 2) + (14 \text{ h} \times 0,25) = 23,5 \text{ h}$

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 $V \times t$ 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:

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

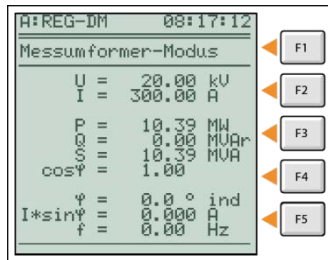
n : Zahl eines Zeitintervalles

N : Gesamtzahl gleicher Zeitintervalle

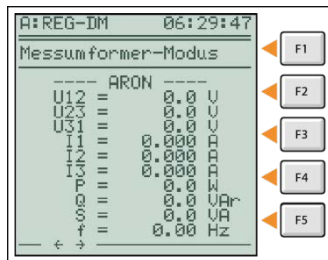
2.3 Messumformer Modus

 In der Monitor Grundanzeige betätigen sie zunächst die <Menü> und anschließend die <F3> Taste um in den Messumformer zu gelangen.


Hier werden die aktuelle Spannung, der Strom, die Leistungen und der Leistungsfaktor angezeigt.



Sollte Ihr REG-DM über das Merkmal M2 verfügen, ist weiterhin das Menü für die Anzeige der in Aronschaltung gemessenen Spannungs-, Strom-, und Leistungswerte verfügbar.




2.4 SETUP

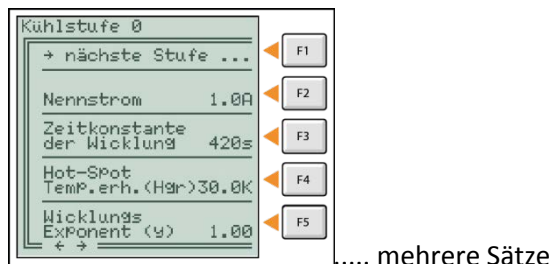
 Aus der Monitorgrundanzeige gelangen sie durch zweimaliges Drücken der <Menü> Taste ins Setup.

2.4.1 SETUP 1



 Mit den Tasten <F2...F4> kann auf die einzelnen Untermenüs verzweigt werden.

2.4.1.1 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 parametrierbar werden.

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

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 parametrierbar. 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.

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 bei 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 Zeitkonstanten von 3000 Sekunden wird unterstellt, dass nach $5 \times 3000 \text{ s} = 15000 \text{ s}$, 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 parametrisiert wurde. In den Menüs „Kühlstufe 1,2,..“ werden die Trafoparameter der jeweiligen Kühlstufe (Lüftergruppe) eingegeben.

Hot-Spot Temperaturerhöhung H_{gr}

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 „ H_{gr} “ zur Verfügung stehen, empfiehlt es sich, die in der Norm genannten Werte zu verwenden.

Die Norm sieht vor, dass für mittlere und große Leistungstransformatoren je nach Kühlart unterschiedliche Werte für die Hot-Spot Temperaturerhöhung „ H_{gr} “ verwendet werden sollten.

Kühlart	ON...	OF...	OD...
H_{gr}	26 K	22 K	29 K

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

Wicklungsexponent y

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

Eventuell ist eine Rücksprache bei dem Hersteller erforderlich.

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

Die Norm sieht vor, dass für mittlere und große Leistungstransformatoren je nach Kühlart unterschiedliche Werte für den Wicklungsexponenten „ y “ verwendet werden sollten.

Kühlart	ON...	OF...	OD...
y	1,6	1,6	2,0

Für Verteiltransformatoren mit Kühlart ONAN wird ebenfalls ein Exponent von 1,6 vorgeschlagen.

2.4.1.2 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.

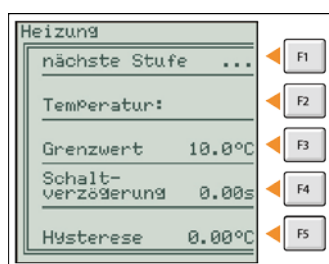
Um es dem Anwender zu ermöglichen seine betriebliche Philosophie beizubehalten ist die Regelbasis wählbar.

☞ 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.

2.4.1.3 Temperaturgrenzen



..... mehrere Sätze

Für jede Kühlstufe, für die Heizung und die Ölpumpe kann ein individueller Grenzwert parametrierbar werden. Die Anzahl der Menüs hängt davon ab, wie viele Kühlstufen parametrierbar wurden und ob eine Kühlart mit erzwungenem Umlauf gewählt wurde (siehe Abschnitt „SETUP 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...F5> eingestellt werden.

☞ Der gewählte Grenzwert muss mit <Enter> bestätigt werden.

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

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.

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.

2.4.2 SETUP 2

☞ Das SETUP 2 erreicht man, in dem man im SETUP 1 die Pfeiltaste „→“ oder <F1> betätigt.



2.4.2.1 Art der Kühlung

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 steht in den Menüs „Trafoparameter“ und „Temperaturgrenzen“ jeweils eine zusätzliche Parameterkarte für die Ölpumpe zur Verfügung.

2.4.2.2 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
- und
- 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.

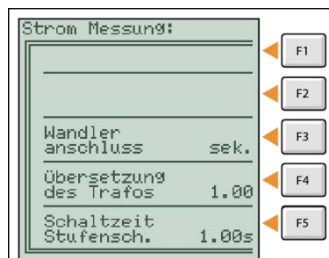
2.4.2.3 Anzahl der Lüfter

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 Lüfterregelung und Lüfterlebensdauer parametrierbar sind – dieser Vorgabe anpassen.

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

2.4.2.4 Strom Messung

Der Heißpunkt im Transformator wird von verschiedenen Trafoparametern (Hgr, γ , 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.



Wandleranschluss

Im Untermenü „Wandleranschluss“ kann ausgewählt werden, welcher Strom zur Berechnung der Heißpunkttemperatur verwendet wird. Die Auswirkung dieses Parameters ist von den MERKMALEN „Dreiwickler“ und „M2“ abhängig. Hierzu beachten sie bitte den nachfolgenden Hinweis.



Übersetzung des Trafos

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

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.
-  Die Eingabe muss ebenfalls mit <Enter> quittiert werden.

Einfluss der Merkmale „Dreiwickler“ und „M2“ sowie des Parameters „Wandleranschluss“ auf die Stromverwendung

Messung des Wicklungsstroms:

- Ohne M2 und ohne Dreiwickler:
 - Prim.: errechneter Primärwert
 - Sek.: Sekundärwert (Messwert an Wandler 1)
- Mit M2 und ohne Dreiwickler:
 - Prim.: 3phasig mit Umrechnung auf Prim.
 - Sek.: 3phasig ohne Umrechnung auf Prim.
- Ohne M2 und mit Dreiwickler:
 - Prim.: Primärwert (Messwert an Wandler 2)
 - Sek.: Sekundärwert (Messwert an Wandler 1)
- Mit M2 und mit Dreiwickler:
 - Prim.: 3phasig mit Umrechnung auf Prim.
 - Sek.: 3phasig ohne Umrechnung auf Prim.

Werden errechnete oder gemessene Primärwerte für den Strom verwendet, müssen auch für die Einstellungen im Monitor Primärwerte verwendet werden!

Berechnung des I²t-Wert:

- Ohne M2 und ohne Dreiwickler:
 - Prim.: errechneter Primärwert
 - Sek.: errechneter Primärwert
- Mit M2 und ohne Dreiwickler:
 - Prim.: max. Wert ohne Umrechnung
 - Sek.: max. Wert mit Umrechnung
- Ohne M2 und mit Dreiwickler:
 - Prim.: Primärwert direkt an Wandler 2
 - Sek.: Primärwert direkt an Wandler 2
- Mit M2 und mit Dreiwickler:
 - Prim.: Max. Wert ohne Umrechnung
 - Sek.: Max. Wert mit Umrechnung

Der errechnete Primärwert wird aus dem gemessenen Sekundärstrom und dem Übersetzungsverhältnis des Trafos ermittelt.

„Prim.“ und „Sek.“. beziehen sich auf die Einstellung des Parameters „Wandleranschluss“.

2.4.3 SETUP 3

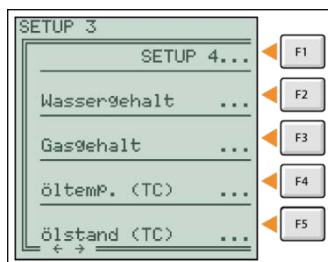
☞ Das SETUP 3 erreicht man, in dem man im SETUP 2 die Pfeiltaste „→“ oder die Funktionstaste <F1> betätigt.

Für die Überwachung des Wasser- und Gasgehaltes, sowie für Ölstand und Öltemperatur (Trafo, TC) steht das SETUP 3 „Alarm“ zur Verfügung.

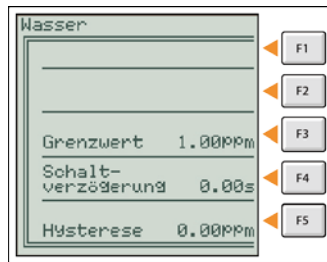
Mit <F2...F5> kann auf weitere Untermenüs verzweigt werden, in denen Grenzwerte, Schaltverzögerungen und Hysteresen gewählt werden können.

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 Abschnitt „Erhöhung der hardwaremäßigen Systemressourcen“).



2.4.3.1 Wassergehalt



Grenzwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest.

Einstellbereich: 0...10000 ppm

Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest.

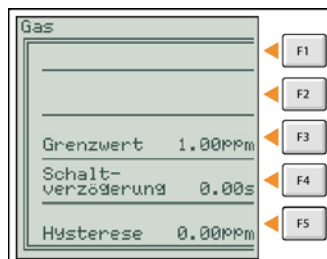
Einstellbereich: 0...900 s

Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest.

Einstellbereich: 1...100 ppm

2.4.3.2 Gasgehalt



Grenzwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest.

Einstellbereich: 0...10000 ppm

Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest.

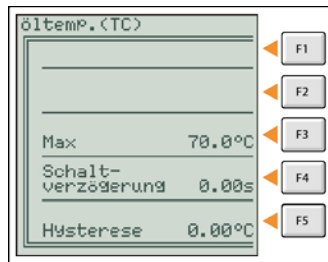
Einstellbereich: 0...900 s

Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest.

Einstellbereich: 1...100 ppm

2.4.3.3 Öltemperatur (TC)



Maximalwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest.

Einstellbereich: 0...150 °C

Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest.

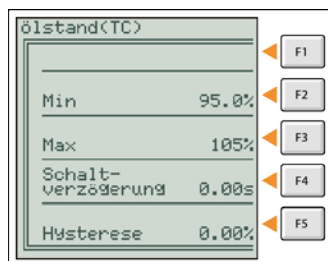
Einstellbereich: 0...900 s

Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest.

Einstellbereich: 1...30 K

2.4.3.4 Ölstand (TC)



Minimalwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals „Ölstand zu niedrig“ fest.

Einstellbereich: 0...150 %

Maximalwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals „Ölstand zu hoch“ fest.

Einstellbereich: 0...150 %

Schaltverzögerung

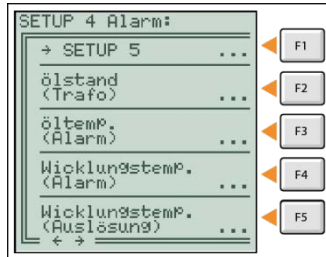
Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest.

Einstellbereich: 0...900 s

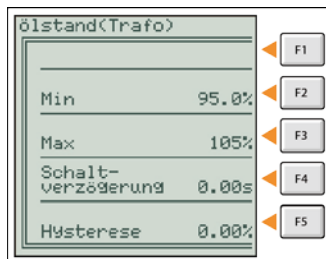
2.4.4 SETUP 4

☞ Das SETUP 4 erreicht man, in dem man im SETUP 3 die Pfeiltaste „→“ oder die Funktionstaste <F1> betätigt.

Im SETUP 4 können die Grenzwerte für den Ölstand (Trafo), die Öltemperatur und die Wicklungstemperatur eingegeben werden.



2.4.4.1 Ölstand (Trafo)



Minimalwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals „Ölstand zu niedrig“ fest.

Einstellbereich: 0...150 %

Maximalwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals „Ölstand zu hoch“ fest.

Einstellbereich: 0...150 %

Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest.

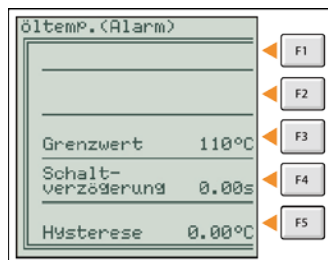
Einstellbereich: 0...900 s

Hysterese

Legt die Hysterese beider Schaltpunkte fest.

Einstellbereich: 1...30 %

2.4.4.2 Öltemperatur (Alarm)



Grenzwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest.

Einstellbereich: 0...150 °C

Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest.

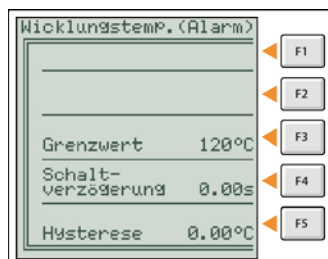
Einstellbereich: 0...900 s

Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest.

Einstellbereich: 1...30 K

2.4.4.3 Wicklungstemperatur (Alarm)



Grenzwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest.

Einstellbereich: 0...200 °C

Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest.

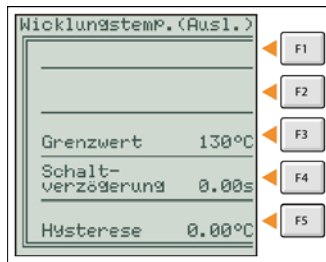
Einstellbereich: 0...900 s

Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest.

Einstellbereich: 1...30 K

2.4.4.4 Wicklungstemperatur (Auslösung)



Grenzwert

Legt den Einschaltpunkt des Alarmsignals fest.

Einstellbereich: 0...200 °C

Schaltverzögerung

Legt die Einschaltverzögerung des Alarmsignals fest.


Einstellbereich: 0...900 s

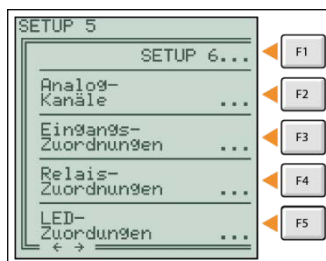
Hysterese

Legt die Hysterese des Schaltpunktes fest.

Einstellbereich: 1...30 K

2.4.5 SETUP 5

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



2.4.5.1 Analoge Ein- und Ausgänge

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

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

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

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 Eingangsfunktionen:

Eingangsfunktion	Beschreibung
OFF	ausgeschaltet, keine Funktion
PROG	programmierbar, Analogeingang wird vom H-Programm ausgewertet
iT_Oil	Öltemperatur (Trafo) bei Verwendung nur einer Öltemperatur
iT_Oil1	Öltemperatur Wicklung 1
iT_Oil2	Öltemperatur Wicklung 2
iT_Oil3	Öltemperatur Wicklung 3
iT_OilTC	Öltemperatur (Stufenschalter)
iOillevTC	Ölstand (Stufenschalter)
iOillevTr.	Ölstand (Trafo)
iWasser	Wasser in Öl
iGas	Gas in Öl

Folgende Ausgangsfunktionen stehen zur Auswahl:

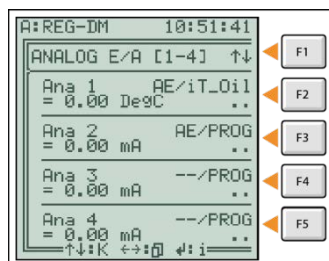
Ausgangsfunktion	Beschreibung
OFF	ausgeschaltet, keine Funktion
PROG	programmierbar, Analogausgang wird vom H-Programm gesteuert
oZero	Ausgabe 0 mA
o+FullRng	Ausgabe des positiven max. Wert
o-FullRng	Ausgabe des negativen max. Wert
oU	aktive Messspannung
oP	Wirkleistung
oQ	Blindleistung
oS	Scheinleistung
oU1	Messspannung am Wandler 1
oU2	Messspannung am Wandler 2
oI1	Strom 1
oI2	Strom 2
oI3	Strom 3
oPHIDEG	Phasenwinkel
oCOSPHI	cos (phi)
oFREQ	Frequenz
oOilTemp	Öltemperatur
oWindTemp	Heißpunkttemperatur der Wicklung
oT_Wind1	Heißpunkttemperatur Wicklung 1
oT_Wind2	Heißpunkttemperatur Wicklung 2
oT_Wind3	Heißpunkttemperatur Wicklung 3

Die Eingangsfunktion PROG 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 setzen sie sich bitte mit dem Stammhaus in Verbindung.

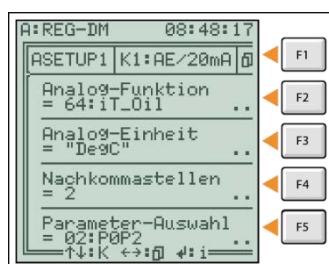
Parametrierung der Analogkanäle



- ☞ Durch Drücken der Tasten <F2...F5> kann der Kanal gewählt werden, der parametrieren soll.
- ☞ Mit Hilfe der „->“ Taste kann die Anzeige der analog Werte umgeschaltet werden. Es kann entweder die Anzeige der normierten Werte (bezogen auf den Nennwert des Kanals), der skalierten Werte (mit der parametrierten Skalierung und der Einheit) oder des realen mA-Wertes gewählt werden.

In den folgenden Abbildungen ist die Parametrierung des Kanal 1 dargestellt. Er wird für die Erfassung der Öltemperatur 0...100 °C mit 4...20 mA parametrieren.

- ☞ Mit der Taste <F2> wird der Kanal 1 ausgewählt.



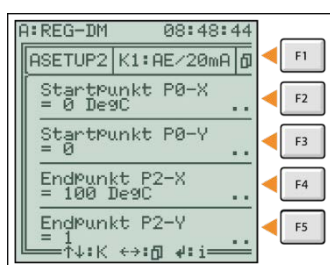
- ☞ Mit der <F2> Taste wird die Funktion des Analogkanals gewählt.
- ☞ Es erscheint eine Liste mit allen verfügbaren Funktionen.
- ☞ Mit den Tasten <F1, F2> und <F4, F5> kann die benötigte Funktion gewählt werden.
- ☞ Die Eingabe muss mit der <F3> Taste abgeschlossen werden.
- ☞ Mit der Taste <F3> kann die Einheit des skalierten Signals eingestellt werden.
- ☞ Mit der Taste <F4> können die Nachkommastellen eingestellt werden. Die vorstehenden Einstellungen haben nur eine Auswirkung auf die Darstellung der Werte im analog Hauptmenü nicht auf die Verarbeitung oder die Anzeige im Monitor.

- ☞ Mit der Taste <F5> kann die Art der Kennlinie, die zur Skalierung des mA Signals verwendet wird, gewählt werden.

Zur Auswahl stehen folgende Möglichkeiten:

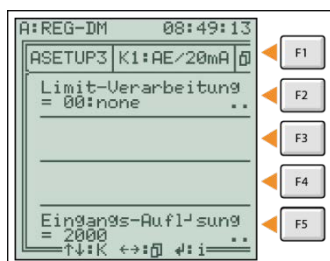
- All: alle Parameter stehen zur Verfügung
- Fac+Off: Skalierung mittels Faktor und Offset
- POP2: lineare Skalierung
- POP1P2: Skalierung mit Knickpunkt

Für unser Beispiel wählen wir die Eingangsfunktion „iT_oil“. Die Einheit °C und die zwei Nachkommastellen werden automatisch gewählt. Für die Skalierung verwenden wir eine lineare Kennlinie.



- ☞ Mit der <F1> Taste erreicht man das Menü ASETUP 2. Hier wird die eigentliche Skalierung vorgenommen.
- ☞ Über die <F2> Taste wird der Startpunkt für die Messgröße eingestellt. In unserem Fall 0 °C (Eingabe ohne Einheit).
- ☞ Mit der <F3> Taste stellt man den Startpunkt für den mA-Wert ein. Die Eingabe erfolgt in normierter Form, d. h. bezogen auf den Nennwert des Moduls. In unserem Fall 0.2 ($4 \text{ mA} / 20 \text{ mA} = 0.2$).
- ☞ Über die <F4> Taste wird der Endpunkt für die Messgröße eingestellt. In unserem Fall 100 °C (Eingabe ohne Einheit).
- ☞ Mit der <F5> Taste stellt man den Endpunkt für den mA Wert ein. Die Eingabe erfolgt in normierter Form, d. h. bezogen auf den Nennwert des Moduls. In unserem Fall 1 ($20 \text{ mA} / 20 \text{ mA} = 1$).

Der Nennwert des Moduls wird oben mittig im Display hinter der Kanalnummer angezeigt. Sollten Sie die geknickte Kennlinie verwenden, gibt es zwei zusätzliche Stützpunkte.



- ☞ Mit der <F1> Taste erreicht man das Menü ASETUP 3.

☞ Mit der <F2> Taste kann die Limitierung des Analogkanals eingestellt werden.

Es stehen folgende Möglichkeiten zur Wahl:

- none: keine Begrenzung
- High: Begrenzung beim Überschreiten des parametrisierten Maximalwertes
- Low: Begrenzung beim Unterschreiten des parametrisierten Minimalwertes
- High+Low: Begrenzung nach oben und unten

Wird z. B. „none“ gewählt wird die Kennlinie über die Stützpunkte hinaus verlängert. In unserem Fall bedeutet dies, dass ein Stromwert kleiner 4 mA zu einer Öltemperatur kleiner als 0°C führt. Wird die Begrenzung nach unten aktiviert, führt ein Stromwert kleiner 4 mA zur Öltemperatur 0°C.

☞ Über die <F5> Taste kann im Falle eines analogen Eingangs die Auflösung eingestellt werden.

2.4.5.2 Binäre Ein- und Ausgänge

Der REG-DM kann verschiedene Steuersignal als Binärsignal aufnehmen und seinerseits Steuersignale über Relaisausgänge absetzen.

Binäre Ein- und Ausgangsfunktionen

Folgende Eingangsfunktionen sind verfügbar:

Eingangsfunktion	Beschreibung
0: AUS	Aus
1: PROG	Eingang wird vom H-Programm verwendet
2: Auto	Auto
3: Hand	Hand
4: HandAuto	Hand, Auto, impulsgesteuert
5: BuchAlm	Buchholzalarm
6: BuchTrip	Buchholz-Auslösung
7: BuchTC	Buchholzalarm Stufenschalter
8: Lauf.	Laufampensignal

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

Folgende Ausgangsfunktionen sind verfügbar:

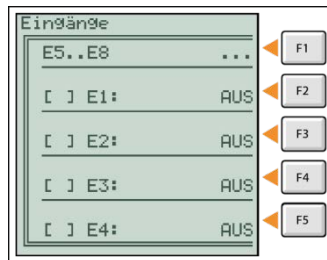
Die Ausgangsfunktionen sind sowohl für die Relais als auch für die LED's verfügbar.

Ausgangsfunktion	Beschreibung
0: AUS	keine Funktion
1: PROG	Ausgang wird vom H-Programm benutzt
2: EIN	EIN
3: Heizung	Heizung ein
4: Ölpumpe	Ölpumpe ein
5: Kuehler 1	Lüftergruppe 1 ein
6: Kuehler 2	Lüftergruppe 2 ein
7: Kuehler 3	Lüftergruppe 3 ein
8: Kuehler 4	Lüftergruppe 4 ein
9: Kuehler 5	Lüftergruppe 5 ein
10: Kuehler 6	Lüftergruppe 6 ein
11: ÖlAlarm	Öltemperaturalarm
12: WndAlarm	Wicklungstemperatur-Alarm
13: WndAusl	Wicklungstemperatur-Auslösung
14: T_ÖITC	Alarm Öltemperatur TC
15: Wasser	Grenzwertüberschreitung Wasser
16: Gas	Grenzwertüberschreitung Gas
17: ÖlStTC+	hoher Ölstand TC
18: ÖlStTC-	niedriger Ölstand TC
19: ÖlStTr+	hoher Ölstand Trafo
20: ÖlStTr-	niedriger Ölstand Trafo
21: Buchalm	Buchholzwarnung
22: Buchtrip	Buchholz-Auslösung
23: BuchTC	Buchholzschutz Stufenschalter
24: ELAN-L	Kommunikation am ELAN-L
25: ELAN-R	Kommunikation am ELAN-R
26: ELAN-Err	ELAN-Fehler
27: AUTO	Automatikbetrieb
28: Lafl.	Laufampensignal

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

Zur Verdeutlichung der Prozedur, soll an dieser Stelle beispielhaft die Parametrierung beschrieben werden.

Parametrierung der binären Ein- und Ausgänge



Am rechten Rand des Bildschirms wird die momentane Funktionszuordnung angezeigt.

- ✎ Mit den Tasten <F2...F4> kann der entsprechende Eingang gewählt werden.
- ✎ Mit der <F1> Taste kann zu den nächsten vier Eingängen weitergeblättert werden. Nach der Auswahl eines Eingangs erscheint die Liste der verfügbaren Eingangsfunktionen.
- ✎ Mit den Tasten <F1, F2> und <F4, F5> kann die gewünschte Funktion gewählt werden.
- ✎ Die Auswahl muss mit <F3> bestätigt werden.

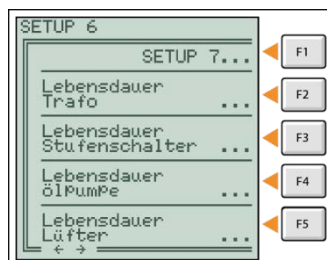
Für die Relais- und LED-Funktionen gilt sinngemäß das gleiche Vorgehen.

2.4.6 SETUP 6

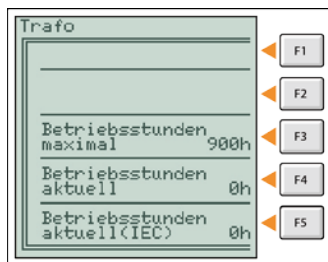
- ✎ Das SETUP 6 erreicht man, in dem man im SETUP 5 die Pfeiltaste „→“ oder die Funktionstaste <F1> betätigt.

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.



2.4.6.1 Lebensdauer Trafo



Betriebsstunden maximal

Mit <F3> kann die zu erwartende maximale Lebensdauer (siehe Herstellerangaben) eingegeben werden.

Einstellbereich: 0...999999 h

Betriebsstunden aktuell

Hier ist die Anpassung der zeitlichen Betriebsstunden (siehe Abschnitt „Betriebsstunden - 1“) 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.

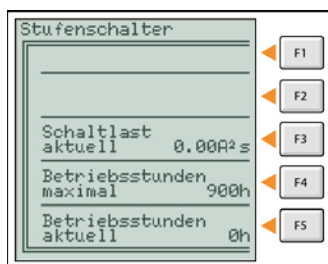
Einstellbereich: 0...999999 h

Betriebsstunden aktuell (IEC)

Hier ist die Anpassung der Betriebsstunden nach IEC möglich.

Einstellbereich: 0...999999 h

2.4.6.2 Lebensdauer Stufenschalter



Schaltlast

Hier kann die aktuelle Schaltlast des Stufenschalters angepasst werden.

Einstellbereich: 0...3000 A²s

Betriebsstunden maximal

Mit <F4> kann die zu erwartende maximale Lebensdauer (siehe Herstellerangaben) eingegeben werden.

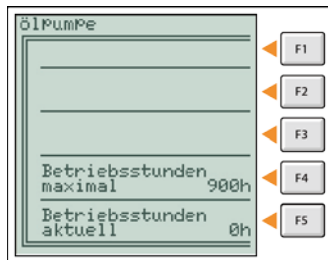
Einstellbereich: 0...999999 h

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...999999 h

2.4.6.3 Ölpumpe



Betriebsstunden maximal

Mit <F4> kann die zu erwartende maximale Lebensdauer der Ölpumpe (siehe Herstellerangaben) eingegeben werden.

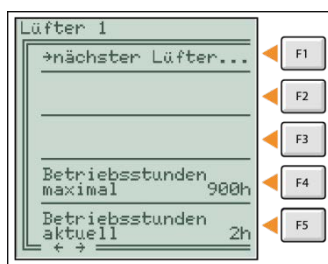
Einstellbereich: 0...999999 h

Betriebsstunden aktuell

Der Parameter „abgelaufene Lebensdauer“ 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...999999 h

2.4.6.4 Lüfter



... mehrere Blätter

Je nach Anzahl der verwendeten Lüfter werden mehrere Blätter verwendet.

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...999999 h

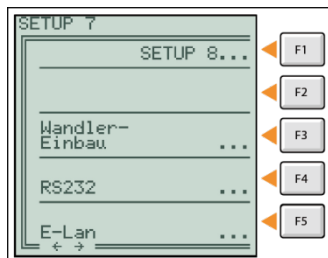
Betriebsstunden aktuell

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

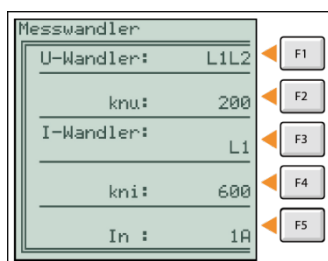
Einstellbereich: 0...999999 h

2.4.7 SETUP 7

☞ Das SETUP 7 erreicht man, in dem man im SETUP 6 die Pfeiltaste „→“ oder die Funktionstaste <F1> betätigt.



2.4.7.1 Wandlereinbau



Hier können die Wandlerdaten eingestellt werden. Ist das Merkmal „DreiWickler“ aktiv stehen jeweils zwei KNU und KNI zur Verfügung.



VORSICHT

Bitte beachten Sie, dass bei der Umstellung des Wandlernennstromes auch ein Jumper im Inneren des REG-DM umgesteckt werden muss.

☞ Hierzu beachten sie bitte die Hinweise in der Bedienungsanleitung des REG-D oder kontaktieren sie das Stammhaus.

2.4.7.2 RS232

In diesem Menü können die Einstellungen für die zwei RS 232 Schnittstellen des REG-DM vorgenommen werden.



Hinweis!

Für die Übertragung von H-Programmen hat sich eine Baudrate von 9600 Baud als optimal erwiesen.

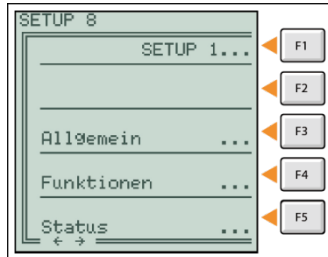
2.4.7.3 ELAN

Hier können die Einstellungen für die Kommunikation unter den REG-SYS Geräten via ELAN eingestellt werden.

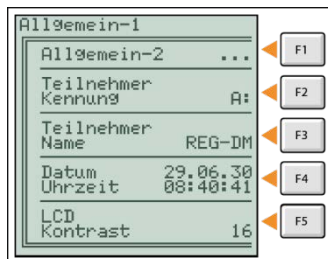
Handelt es sich um einen Verbund mit mehreren Geräten achten sie bitte darauf, dass an einem Busstrang immer genau zwei Geräte terminiert sind.

2.4.8 SETUP 8

☞ Das SETUP 8 erreicht man, in dem man im SETUP 7 die Pfeiltaste „→“ oder die Funktionstaste <F1> betätigt.



2.4.8.1 Allgemein



Im Menü „Allgemein 1“ kann die Kennung des Reglers, der Teilnehmername, das Datum und die Uhrzeit sowie der Kontrast des LCD eingestellt werden.

Die Kennung ist die Identifikation des Reglers und besteht aus einem Buchstaben und ggf. einer Zahl. Sind mehrere Regler über den ELAN verbunden, müssen diese unterschiedliche Kennungen haben um einen störungsfreien Betrieb zu ermöglichen. Der Teilnehmer Name ist nur ein Text und kann frei gewählt werden.

Im Menü „Allgemein 2“ können die Passwörter gesetzt und geändert werden um den Zugriff auf den Reg-DM zu begrenzen.

2.4.8.2 Funktionen

Hier kann die Sprache, der Bildschirmschoner (Aktivierung nach 60 min) und das Verhalten nach einer Unterbrechung der Versorgungsspannung eingestellt werden.

Steht der Parameter „Hand nach Reset“ auf „JA“, befindet sich der Regler nach einem Reset (sysreset oder Unterbrechung der Versorgungsspannung.) im HAND-Modus.


Steht der Parameter auf „NEIN“ befindet sich der Regler in dem Zustand, in dem er vorher war.

2.4.8.3 Status

Hier können Informationen über den Firmwarestand des REG-DM, die Größe des RAM's und den Zustand der Batterie abgelesen werden.

3. Nachrüsten von analogen Ein- und Ausgängen

Die Vorgehensweise bei der Nachrüstung von analogen Ein- und Ausgängen entnehmen Sie bitte den folgenden Anweisungen.

 ACHTUNG	Die Arbeiten müssen fachgerecht ausgeführt werden! ☞ Dabei sind auch die ESD-Richtlinien zu beachten.
---	---

Vorgehensweise:

- ☞ REG-DM aus dem Baugruppenträger oder dem Gehäuse entfernen.
- ☞ Analogmodule auf die CPU-Platine REG-CPU aufstecken. Hierzu beachten Sie bitte die Abbildungen 10 und 11.
- ☞ REG-DM wieder in den Baugruppenträger oder das Gehäuse einstecken.
- ☞ Bitte überprüfen sie anhand ihrer Projektierungsunterlagen, ob die nötige Verdrahtung in ihrem Baugruppenträger oder ihrem Gehäuse vorhanden ist.
- ☞ Sollte dies nicht der Fall sein, setzen sie sich bitte mit dem Stammhaus in Verbindung.

Pinbelegung für Analog-Module

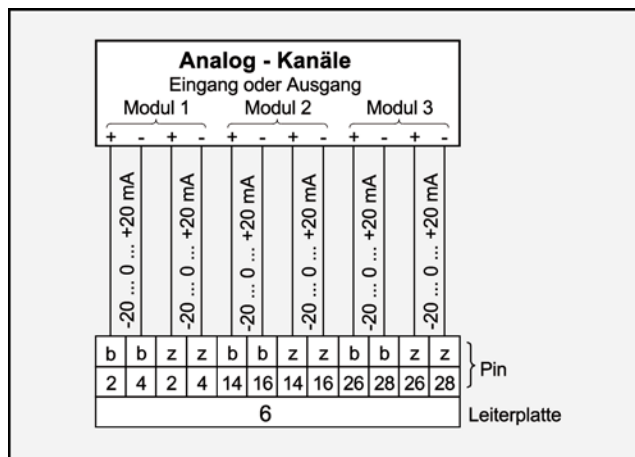


Bild 9

Nach dem Einsetzen der Analog-Doppelmodule, werden die Module automatisch erkannt und entsprechend verarbeitet. Dabei gilt folgende Kanaluordnung:

- 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
- Modul 3.2 - Kanal 6

☞ Falls benötigt, zusätzlich H- bzw. P- Programme in den Regler laden (Update32.exe).

Lage der Analog-Module

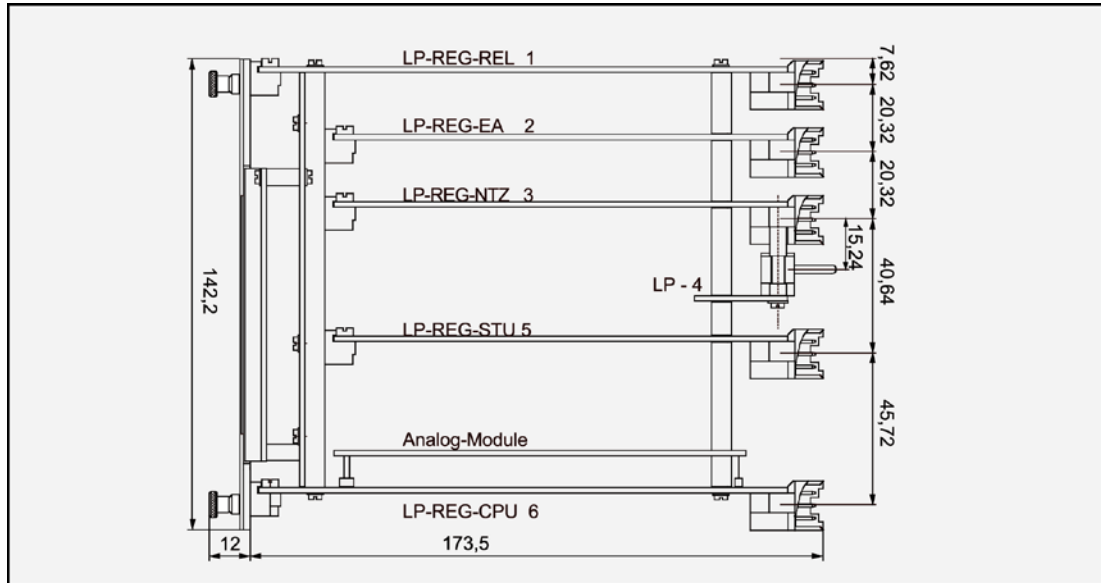


Bild 10

Steckplätze für analoge Module

Platine REG-CPU

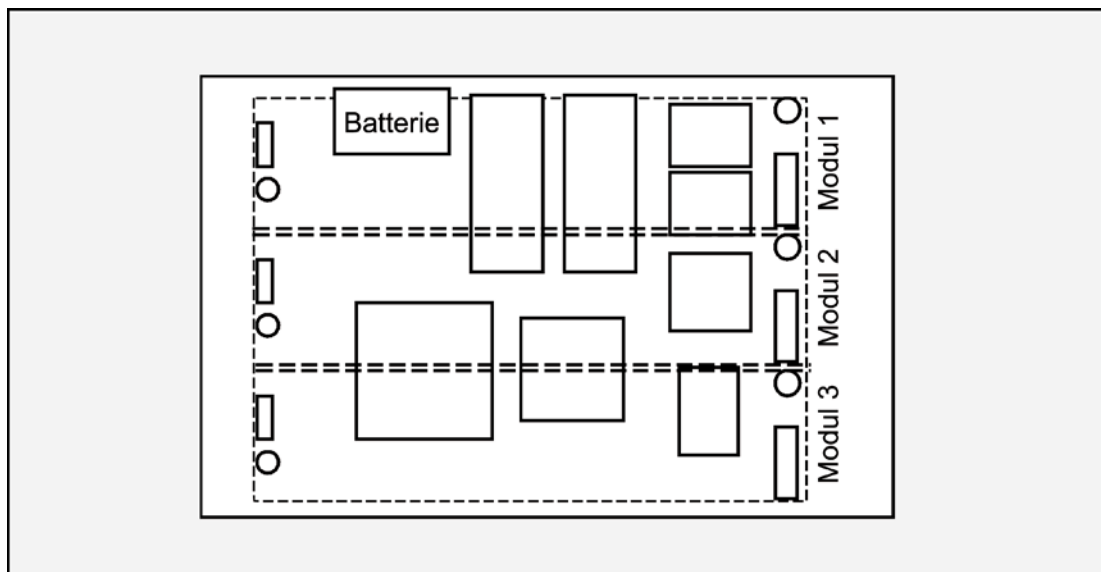


Bild 11

4. Erhöhung der hardwaremäßigen Systemressourcen

Zur Vergrößerung der Kanalzahl können über die Reglerschnittstelle COM 3 (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.

Zusätzliche Informationskanäle über BIN-D und ANA-D werden üblicherweise per Hintergrundprogramm zugeordnet.

Aus Leistungsgründen sollte die Gesamtzahl der Interfaces an der COM 3 jedoch sechs nicht übersteigen.

4.1 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).

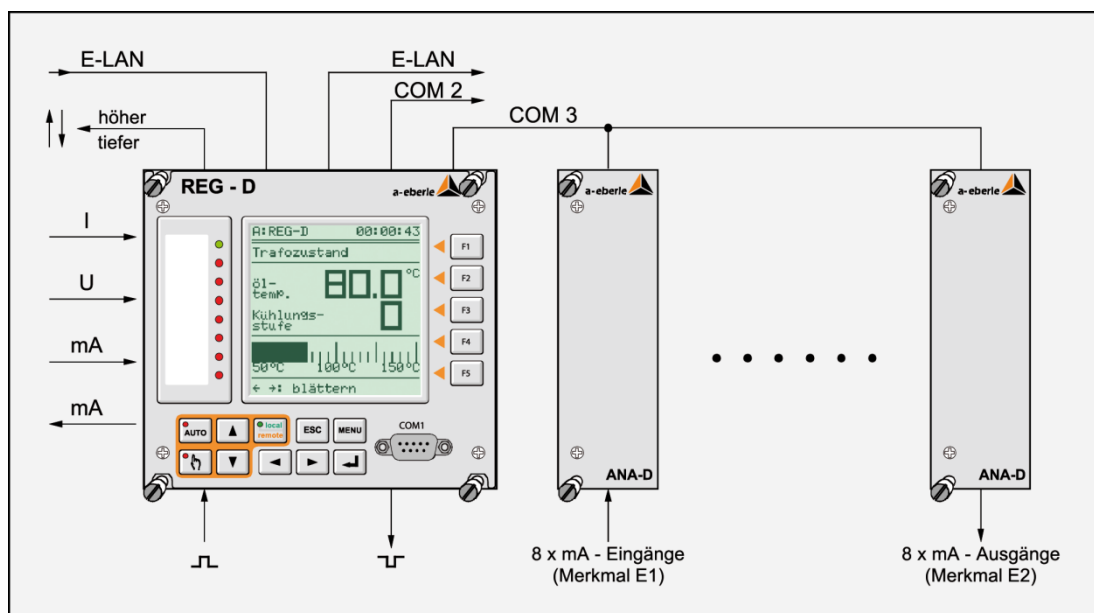


Bild 12

4.2 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 auf Anfrage möglich.

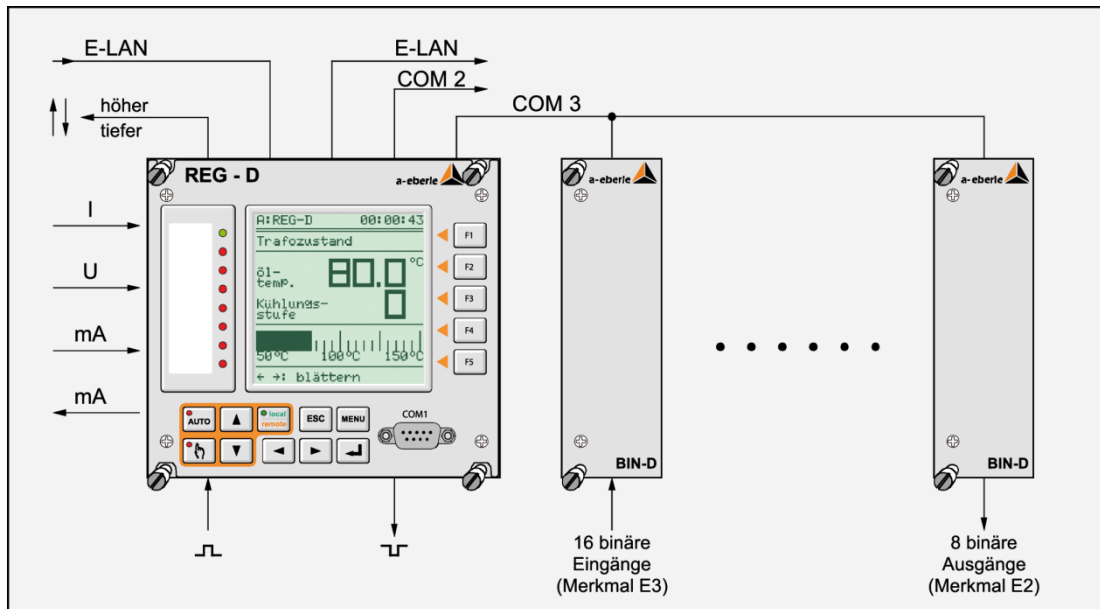


Bild 13

4.3 Kombinationen von analogen und binären Eingänge

Interface-Karten der Typenreihe ANA-D und BIN-D können an der COM 3 nach Belieben gemischt werden.

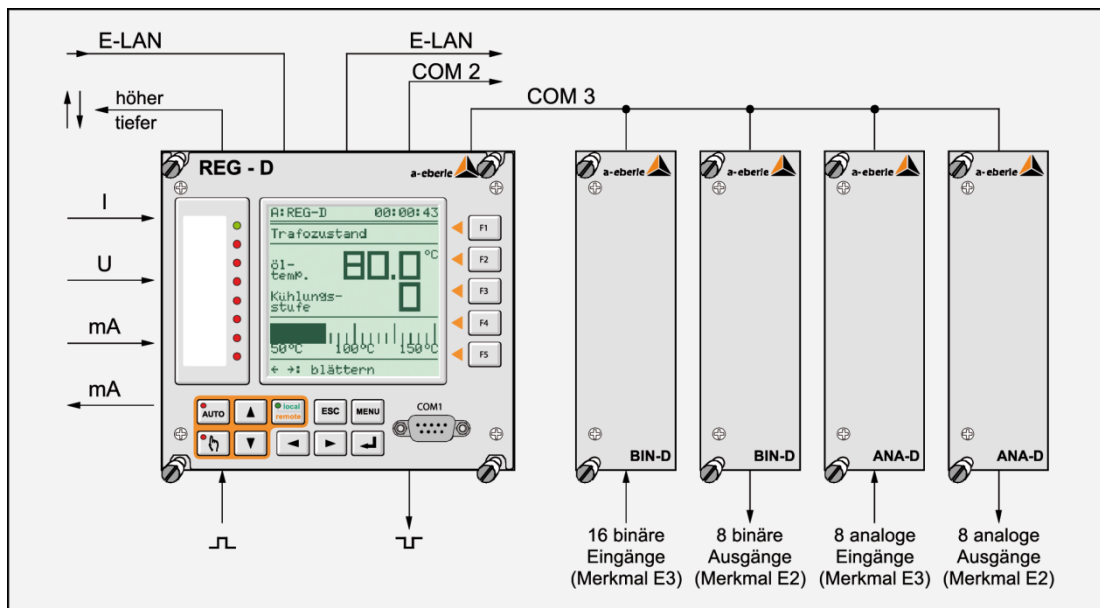


Bild 14

5. Temperaturmessung

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

- Temperatursignal wird von einem vorgeschalteten Temperatur-Messumformer als 4...20 mA-Signal geliefert.
- Temperatursignal wird von einem PT-100-Messfühler in 3-Leiterschaltung geliefert.

Weitere Details zur Montage des Messumformers entnehmen Sie bitte der ausführlichen Betriebsanleitung.

5.1 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:

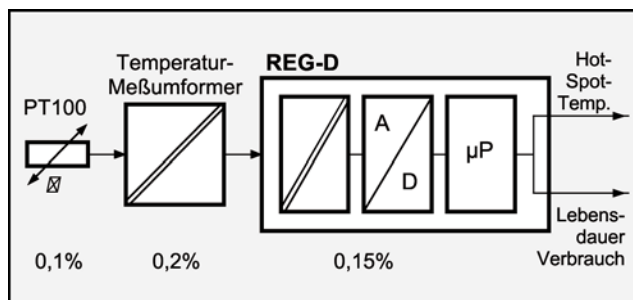


Bild 15

Die Fehlerbestimmung:

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

Der mittlere Fehler beträgt:

$$F_m = \sqrt{0,10 \%^2 + 0,20 \%^2 + 0,15 \%^2}$$

$$F_m = 0,26 \%$$

Der maximale Fehler beträgt hingegen:

$$F_{max} = 0,10 \% + 0,20 \% + 0,15 \%$$

$$F_{max} = 0,45 \%$$

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.

6. Garantie

Das digitale Transformator-Monitoringsystem REG-DM wird mit einer Garantiezusage 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.

7. Test-Report

Ein Prüfbericht der Grundfunktionen „Erfassung der Hot-Spot-Temperatur“ und „Ermittlung des Lebensdauerverbrauches“ kann auf unserer Website www.a-eberle.de eingesehen werden.

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>

Software - Version:

Copyright 2012 by A. Eberle GmbH & Co. KG

Änderungen vorbehalten.

Digitales Transformator-Monitoringsystem – REG-DM