

Bedienungsanleitung Teslameter FM 3002-0,1T (rauscharm)



1. Warnhinweise



Lesen Sie bitte diese Bedienungsanleitung!

Der Betrieb des Gerätes ist zum Schutz des Benutzers und des Teslameters nur entsprechend der Bedienungsanleitung zugelassen.

Bitte beachten Sie die gültigen Personenschutzbestimmungen!



Beim Messen von Magnetfeldern sind unbedingt die Vorschriften über die Gefährdung durch magnetische Gleich- und Wechselfelder zu beachten und anzuwenden.



Die direkte Einwirkung von Magnetfeldern (Grenzwerte siehe DIN VDE 0848) kann zu gesundheitlichen Schäden führen.



Die Funktion von Herzschrittmachern kann gefährlich beeinträchtigt werden!

Beispiele für Magnetfeldquellen, die eine Gefährdung darstellen können :

- Ultraschallquellen
- Induktionsöfen
- Magnetresonanztomograph
- medizinische Magnetfelder

Genaue Auskünfte geben die folgenden Schriften :

- Elektromagnetische Verträglichkeit (im VDE Verlag)
Band 1 bis Band 4
- DIN VDE 0848 (im VDE Verlag)
Grenzwerte für Feldstärken zum Schutz von Personen
- Schriften der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Mediengestaltung, Köln
z.B. DGUV Regel 103-013 (BGR B11) – Elektromagnetische Felder

2. Technische Hinweise



Lesen Sie bitte diese Bedienungsanleitung!

2.1 Minimale Betriebsqualität (EMV)



In Anwesenheit von starken HF-Feldern ($> 3 \text{ V/m}$) oder Burst-Signalen (pulsförmige Störungen) auf der Netzzuleitung sind die Messwerte möglicherweise verändert.

2.2 ESD



ESD-Elektrostatische Entladungen ($> 0,5 \text{ kV}$) auf alle Anschlussbuchsen können das Messgerät beschädigen. Gerätetechnische Schutzmaßnahmen würden eine Beeinträchtigung des Messprinzips in Form eines Empfindlichkeitsverlustes bedeuten.

2.3 Radioaktive Strahlung



Der Sensor wird durch radioaktive Strahlung beeinflusst. Wird die Sonde einer Strahlung ausgesetzt, so ändert sich die Empfindlichkeit der Sonde und somit das Messergebnis für das magnetische Feld.

2.4 Masseverbindung / Erdung



Bei der Montage der Messsonde sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass zwischen dem Schutzleiter des Teslameter FM 3002-0,1T und dem Schutzleiter des Magneten keine Potentialdifferenz besteht, da sonst unkontrollierbare Ausgleichsströme über das Messsondenkabel fließen und Zerstörungen hervorrufen können. Unter Umständen ist eine Isolation der Messsonde zum Magneten vorzunehmen.

2.5 Messsondenanschluss



Die Sonde sollte niemals bei eingeschaltetem Gerät aufgesteckt oder gelöst werden!

2.6 Mechanische Sondeneinspannung



Sollte die Messsonde im Bereich des Schutzrohres und nicht im Bereich des Griffes eingespannt werden müssen, so darf dies nicht in den vorderen 50 mm geschehen!

1. Warnhinweise	2
2. Technische Hinweise	3
2.1 Minimale Betriebsqualität (EMV).....	3
2.2 ESD.....	3
2.3 Radioaktive Strahlung.....	3
2.4 Masseverbindung / Erdung.....	3
2.5 Messsondenanschluss.....	3
2.6 Mechanische Sondeneinspannung.....	3
3. Inhaltsverzeichnis	4
4. Abbildungsverzeichnis	7
5. Gerätebeschreibung	8
5.1 Allgemeines.....	8
5.2 Funktionsprinzip.....	9
5.3 Lieferumfang.....	9
5.4 Technische Daten.....	10
5.5 Übersicht der Rückfront.....	11
5.6 Netzanschluss ⑤.....	11
5.7 Messsondenanschluss ①.....	11
5.8 Masseverbindung / Erdung ⑦⑧.....	12
5.9 radioaktive Strahlung.....	12
5.10 Aufwärmzeit.....	12
5.11 Messbereich.....	12
5.12 Analogausgang ③.....	12
5.13 Nulleinstellung ②.....	13
5.14 Nullkammer (Option).....	13
5.15 Messsonden.....	13
5.16 Transversalsonde.....	14
5.17 Axialsonde.....	14
5.18 Polarität des Messwertes.....	14
5.19 Anmerkungen zu Genauigkeit und Reproduzierbarkeit.....	15
5.20 Mechanische Sondeneinspannung.....	15
5.21 Typische Temperaturverläufe.....	16
5.22 Einschalten ⑥.....	16
6. Frontbedienung	17
6.1 Absolute und relative Anzeige: Taste „Rel“ und Taste „Abs“.....	17
6.2 Integrationszeit und Filter: Taste „Time“ und Taste „Filter“.....	18
6.3 Einheiten: Taste „Unit“.....	18
6.4 Angezeigte Stellen: Taste „Digits“.....	19
6.5 Akustische Rückmeldung.....	19

7. RS232 Schnittstelle	20
7.1 Allgemeines ^④	20
7.2 Anschlusskonfiguration der Schnittstelle.....	20
7.3 Befehle.....	21
7.4 Relative	21
7.5 Absolute	21
7.6 Filter	22
7.7 Time oder Inttime	22
7.8 Unit.....	22
7.9 Digits	23
7.10 Status oder FM Status	23
7.11 Default.....	23
7.12 Externcalibration	24
7.13 Logging	24
7.14 Sound.....	24
7.15 Keys	25
7.16 Version.....	25
7.17 Hyperterminal unter Microsoft Windows Vista.....	25
8. Steuersoftware für FM 3002-0,1T	26
8.1 FM3002Control v 1.0.....	26
8.2 Allgemeine Beschreibung	26
8.3 Installation.....	26
8.4 Verwendung.....	26
8.5 Deinstallation	27
8.6 Quelltext.....	27
9. Wartung und Garantie	28
9.1 Allgemeine Sichtkontrolle.....	28
9.2 Reinigung	28
9.3 Wartung	28
9.4 Garantie	28
10. Kalibrierung	29
10.1 Allgemeines	29
10.2 Werkskalibrierung	29
10.3 Kundenkalibrierung	29
11. Kundenservice	30
11.1 Reparatur	30
11.2 Nachbestellungen	30
11.3 Entsorgung.....	30
12. EU - Konformitätserklärung	31

3. Inhaltsverzeichnis

13. Literaturhinweise	32
13.1 Formelsammlungen	32
13.2 Magnetfeldgrundlagen	32
14. Stichwortverzeichnis	33

4. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Teslameter FM 3002-0,1T	8
Abb. 2: strukturellen Aufbau Teslameter FM 3002-0,1T	9
Abb. 3: Rückfront des Gerätes.....	11
Abb. 4: Nullkammer	13
Abb. 5: Transversalsonde	14
Abb. 6: Axialsonde	14
Abb. 7: Definition der Polarität	14
Abb. 8: Winkelfunktion zur Transversalsonde	15
Abb. 9: Typische Temperaturverläufe	16
Abb. 10: Display mit Taster	17
Abb. 11: Fenster FM3002Control.....	26

5. Gerätebeschreibung



Abb. 1: Teslameter FM 3002-0,1T

5.1 Allgemeines

Das Teslameter FM 3002-0,1T ist ein hochpräzises und extrem temperaturunabhängiges Messgerät zur exakten Ermittlung der magnetischen Flussdichte.

Die Anzeige erfolgt digital – 7 ½-stellig – und ohne Zuhilfenahme von Temperatur- oder Korrekturtafeln, d.h. es kann bei 100 000,00 µT auf 0,01 µT aufgelöst werden. Die Genauigkeit kann nur noch von dem zeitaufwendigen und nicht überall anwendbaren Protonenresonanzverfahren NMR übertroffen werden.

Als Besonderheit verfügt das FM 3002-0,1T nicht nur über eine hochgenaue und stabile Anzeige, sondern auch über einen Analogausgang mit besserer Genauigkeit und kann damit auch als hochgenauer Messwandler eingesetzt werden.

Durch mehrere Korrekturverfahren, die teilweise bis zu 20.000 mal in der Sekunde eingreifen, werden die Nichtlinearitäten und die komplexe Temperaturabhängigkeit der Hallelemente bei jeder Sonde individuell erfasst und korrigiert.

Jedes Gerät kann mit den individuellen Korrekturdaten von zwei Sonden (transversal oder axial) werkseitig ausgestattet werden, so dass bei jedem Gerät durch einfaches Umstecken zwei verschiedene Sonden genutzt werden können.

Die Transversal- und die Axialsonde besitzen die gleiche Genauigkeit mit einer Abweichung von 0,05 % v.M. ± 0,05 % v. B. bei einem Temperaturkoeffizienten von 5 ppm/K (0,0005 %/K) bei 25 °C.

Optional ist ein Sondenverlängerungskabel bis 27 m erhältlich. Dieses kann zwischen Sonden und Gerät gesteckt werden, falls größere Distanzen zwischen Messobjekt und Messgerät zu überbrücken sind. Der Einfluss des Sondenverlängerungskabels auf den Messwert ist sehr gering. Eine zusätzliche Kalibrierung ist nicht erforderlich. Wir empfehlen jedoch soweit möglich auf eine Sondenverlängerung zu verzichten. Im Sinne einer optimalen Genauigkeit und geringen Störempfindlichkeit ist es günstiger den Analogausgang oder die serielle Schnittstelle zu verlängern.

Als Referenzstandard wird die Kernresonanz-Magnetfeldmessung (NMR) verwendet.

Mit diesen exzellenten Daten ist das FM 3002-0,1T ein Messgerät der Spitzenklasse. Ein Werkskalibrierschein mit Rückführbarkeit auf nationale Normale ist im Lieferumfang enthalten. Für eine erneute Kalibrierung wird ein Intervall von einem Jahr empfohlen.

Das FM 3002-0,1T ist im 2 HE-19“-Gehäuse als Tischgerät mit Standfüßen, als Einschubgehäuse mit Befestigungswinkeln ohne Standfüße ausgerüstet.

5. Gerätebeschreibung

5.2 Funktionsprinzip

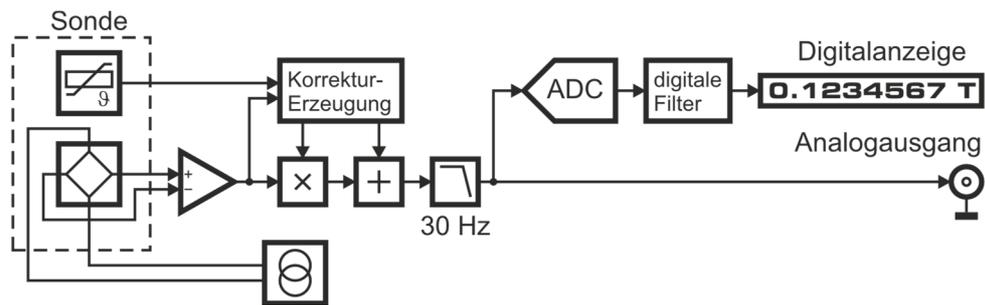


Abb. 2: strukturellen Aufbau Teslameter FM 3002-0,1T

Die Grafik zeigt vereinfacht den strukturellen Aufbau des Teslameter FM 3002-0,1T. Um die herausragende Genauigkeit des Gerätes zu erreichen wird eine Vielzahl von Parametern zur Erzeugung der Korrekturen herangezogen. In der Grafik sind davon nur die Messung der Sonden-temperatur und der aktuelle Wert des Sondensignals dargestellt.

Die erzeugten Korrekturen wirken direkt auf den analogen Signalpfad. Dieses Prinzip bietet deutliche Vorteile gegenüber rein digitalen Korrekturverfahren. Bei diesen rein digitalen Verfahren wird das Sondensignal erst mittels Analog-Digital-Wandler digitalisiert, auf der digitalen Ebene korrigiert und dann wieder per Digital-Analog-Wandler als Analogsignal ausgegeben. Durch die begrenzte Auflösung der Wandler entstehen zwangsläufig Sprünge im Ausgangssignal. Das Teslameter FM 3002-0,1T mit seinem Verfahren erzeugt dagegen einen kontinuierlichen Signalverlauf.

Der Analogausgang des Teslameter FM 3002-0,1T wird direkt aus dem korrigierten Signal gespeist und bietet daher volle Korrektur und dennoch eine Bandbreite von 30 Hz.

Erst das korrigierte hochgenaue Analogsignal wird schließlich mittels eines hochauflösenden Analog-Digital-Wandler abgetastet. Daraus werden die Werte für die Digitalanzeige und die serielle Schnittstelle gewonnen. Die Einstellungen zu Integrationszeit und Filter wirken nur auf den digitalen Zweig. Das Programm zur Relativmessung wird ebenfalls im digitalen Zweig erzeugt. Der Analogausgang wird durch diese Einstellungen nicht beeinflusst.

5.3 Lieferumfang

- | | | | |
|---|-------------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | Teslameter FM 3002-0,1T | 1 | Werkskalibrierschein |
| 1 | Sonde mit Sondenkoffer | 1 | Bedienungsanleitung |
| 1 | Netzkabel | 1 | CD mit Beispielsoftware |
| 1 | RS232 Kabel 10 m | 1 | Nullkammer (Option) |
| | | 1 | Sondenverlängerungskabel (Option) |

5. Gerätebeschreibung

5.4 Technische Daten

Bereich: 0 bis ± 100 mT	$\pm 1,0$ V $\pm 100\,000,00$ μ T	Analogausgang 7½stellige Anzeige
Linearitätsfehler (inkl. Sonde) (bei 23 °C; 20 mT – 100 mT)	$\leq 0,05$ % v.M. $\pm 0,05$ % v.B.	
Auflösung (Anzeige)	0,01 μ T (1/10 000 000)	
Temperaturkoeffizient Gerät	≤ 5 ppm/K (0,0005 %/K)	
Temperaturkoeffizient Sonde bei 25 °C Sonde T; A	≤ 5 ppm/K (0,0005 %/K)	
Nullpunktdrift	≤ 2 μ T/K	
Langzeitstabilität	$\leq 0,1$ %/Jahr (typ. 0,05 %/Jahr)	
Bandbreite	0 – 30 Hz (-3 dB) DC	Analogausgang Anzeige
Rauschen	$\leq 0,15$ μ T _{eff} (1,5 mG _{eff}) (0,1 – 1 Hz; 50 s)	
Anzeigeeinheiten	μ T, mT, T, G, kG	
Messzeit	0,1 s bis 5 s	
Maße Sonden	9 x 2,5 x 200 mm \varnothing 8 x 200 mm 2,80 m	Transversalsonde T 1 Axialsonde A 1 Anschlusskabel Sonde
Wirksame Sensorfläche	1,5 mm x 3,0 mm \varnothing 0,8 mm	Transversalsonde Axialsonde
Temperaturbereich Betrieb Temperaturbereich Lagerung Max. relative Luftfeuchtigkeit	+10 °C bis +40 °C -20 °C bis +50 °C 70 % bei +35 °C	
Maße Gehäuse (B x H x T)	449 x 104 x 320 mm 483 x 89 x 320 mm	Tischgerät 19"-Einschubgehäuse
Versorgung	115 V, 230 V ± 10 % / 50 Hz – 60 Hz / 20 VA	
Verschmutzungsgrad Schutzklasse Masse	2 nach IEC664 I 4,50 kg	
Sondenverlängerungskabel zusätzlicher Fehler	$\pm (10$ μ T + 10 ppm) (Kabellänge 15 m)	

Technische Änderungen vorbehalten !

5. Gerätebeschreibung

5.5 Übersicht der Rückfront

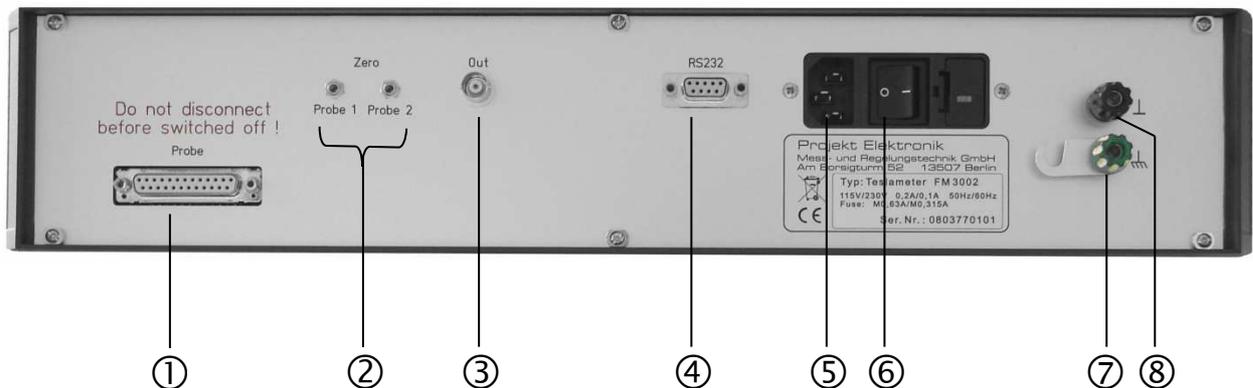


Abb. 3: Rückfront des Gerätes

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| ① Messsondenanschluss | ⑤ Netzanschluss |
| ② Nullpunkttrimmer 'Zero' | ⑥ Ein- und Ausschalter |
| ③ Analogausgang | ⑦ Anschluss PE |
| ④ RS232 Anschluss | ⑧ Anschluss Analogground |

5.6 Netzanschluss ⑤

Das FM 3002-0,1T wird mit 230 V oder mit 115 V versorgt.

Die Festlegung der Betriebsspannung geschieht durch entsprechendes Einstecken des Sicherungseinsatzes in die Netzbuchse. Die Betriebsspannung wird dann mit 230 V oder 115 V im Sicherungseinsatz angezeigt.

Die Geräte können mit 50 Hz und mit 60 Hz betrieben werden.

Die zwei Netzsicherungen mit M 0,315 / 250 V sind im Sicherungshalter am Netzschalter untergebracht. Bei 115 V - Betrieb sind die Sicherungen durch einen Typ M 0,63 A auszutauschen.

Sollte nach Betätigung des Netzschalters die Digitalanzeige nicht leuchten, so sind diese Sicherungen zu überprüfen.

5.7 Messsondenanschluss ①

Zu jedem Gerät können zwei beliebige Sonden (z.B. 2 Stück Axialsonden, 2 Stück Transversalsonde oder 1 Stück Axialsonde und 1 Stück Transversalsonde) geliefert werden.

Jede Sonde trägt eine Kennzeichnung am Sondenstecker mit der Seriennummer des Gerätes (Typenschild auf der Rückseite des FM 3002-0,1T), damit beim Einsatz von mehreren FM 3002-0,1T jeweils nur die zugehörige Sonde verwendet wird.

Der 25 pol. Sondenstecker wird auf die 25 pol. Buchse „Probe“ an der Geräterückseite gesteckt, die beiden Halteschrauben im Stecker werden festgeschraubt.



Die Sonde sollte niemals bei eingeschaltetem Gerät aufgesteckt oder gelöst werden!

5. Gerätebeschreibung

5.8 Masseverbindung / Erdung ⑦⑧

Der Schutzleiter PE der Netzversorgung ist mit dem Gehäuse verbunden.
Der Analogground ist mit PE über $1 \text{ M}\Omega // 22 \text{ nF}$ verbunden.
Die Spannung zwischen PE und Analogground darf max. $\pm 39 \text{ V}$ betragen.
Mit zwei Polklemmen (schwarz für Analogground und gelb/grün für PE) kann eine direkte Verbindung zwischen Analogground und PE hergestellt werden.



Bei der Montage der Messsonde sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass zwischen dem Schutzleiter des Teslameter FM 3002-0,1T und dem Schutzleiter des Magneten keine Potentialdifferenz besteht, da sonst unkontrollierbare Ausgleichsströme über das Messsondenkabel fließen und Zerstörungen hervorrufen können. Unter Umständen ist eine Isolation der Messsonde zum Magneten vorzunehmen.

5.9 radioaktive Strahlung



Der Sensor in der Sonde des Teslameter FM 3002-0,1T ist ein Hall-Element. Dieser Sensor wird durch radioaktive Strahlung beeinflusst. Das Messing-Material der Sonde bewirkt eine gewisse Abschirmung. Wird aber die Sonde einer Strahlung ausgesetzt, so ändert sich die Empfindlichkeit der Sonde und somit das Messergebnis für das magnetische Feld.

5.10 Aufwärmzeit

Zur Erreichung der vollen Genauigkeit und Temperaturstabilität benötigen mehrere Bauteile ihre Betriebstemperatur.

Bereits ca. 10 min nach dem Einschalten werden fast alle Daten eingehalten.

Für hochgenaue, reproduzierbare Messwerte mit einer Abweichung $< 100 \mu\text{T}$ sollte eine Aufwärmphase von ca. 30 min vorgegeben werden.

5.11 Messbereich

Der Messbereich beträgt $\pm 100 \text{ mT}$

Beim Überschreiten des Anzeigeumfanges von ca. $\pm 230 \text{ mT}$ erscheint „OVERLOAD!“ in der Anzeige.

Der Messbereich des FM 3002-0,1T ist bis 100 mT mit einer Genauigkeit von $\pm 0,05 \%$ vom Messwert und $\pm 0,05 \%$ vom Bereich (100 mT) spezifiziert.

Bei einer Flussdichte von größer 100 mT ist weiterhin eine proportionale Anzeige, bzw. Ausgangsspannung gegeben, allerdings mit einem größeren Fehler (ca. $1 - 3 \%$).

5.12 Analogausgang ③

Der Analogausgang „out“, als BNC-Buchse an der Rückfront, ermöglicht die Nutzung einer hochgenauen, stabilen, rauscharmen Spannung, die zu dem Wert der angezeigten Flussdichte streng proportional ist mit dem Verhältnis $1,000\,000\,0 \text{ V} \equiv 100,000\,00 \text{ mT}$.

Diese Spannung kann als Flussdichtewert bei der Feldregelung oder zur analogen Felderfassung genutzt werden.

Der Ausgang ist kurzschlussicher und weist einen Innenwiderstand $< 1 \text{ Ohm}$ auf.

Zur Nutzung der hohen Genauigkeit ($\pm 0,05 \%$ v.M. $\pm 0,05 \%$ v.B.) sollte der Eingangswiderstand der angeschlossenen Erfassungselektronik $> 20 \text{ k}\Omega$ sein.

Die Bandbreite des Ausgangssignals ist auf 30 Hz (-3 dB) begrenzt.

5. Gerätebeschreibung

Der Analogausgang ist unabhängig von der Relativmessung. Am Analogausgang steht immer der momentane Absolutwert der Flussdichte an.

5.13 Nulleinstellung ②

Das FM 3002-0,1T verfügt über eine hochstabile Elektronik und viele gespeicherte Sondendaten, die eine genaue und stabile Reproduzierbarkeit des Nullwertes garantieren.

Trotzdem sollte nach einiger Zeit der Nullwert kontrolliert und eventuell nachgestellt werden.

Mittels einer Nullkammer, in welche die Sonde eingeführt worden ist, stellt man fest, ob der Nullwert neu justiert werden sollte.

Dies kann durch Schlitztrimmer „zero“ an der Rückseite des FM 3002-0,1T getrennt für Sonde 1 und Sonde 2 geschehen.

Beim Wechseln der Sonde sollte der Nullwert kontrolliert werden.

Die Nulleinstellung sollte erst nach einer Aufwärmzeit von ca. 30 min erfolgen.

5.14 Nullkammer (Option)

Optional ist zu unseren Geräten eine Nullkammer erhältlich.

Die Nullkammer ist ein einseitig geschlossenes Rohr aus magnetisch gut schirmendem Metall um das außen vorhandene Feld abzuschirmen. Dabei handelt es sich in der Regel mindestens um das Erdmagnetfeld. Hinzu kommen weitere Störfelder aus der Umgebung. In der realen Welt kann die Abschirmung nicht 100%ig sein. So verbleibt auch im Inneren der Nullkammer ein, wenn auch sehr kleines, Restmagnetfeld.



Abb. 4: Nullkammer

5.15 Messsonden

Es werden zwei verschiedene Sondentypen angeboten : Axial- und Transversalsonde.

Die Länge des Anschlusskabels beträgt 2,80 m. Sie kann auf Wunsch bis 25 m geliefert werden.

Auch bei größerer Länge als 2,80 m werden die gleichen Genauigkeits- und Temperaturbeiwerte erreicht, da der Abgleich mit der gelieferten Länge erfolgt und somit die hohe Präzision garantiert werden kann.

5. Gerätebeschreibung

5.16 Transversalsonde

Maße (mm): $L = 200$ $D = 9,0$ $C = 2,5$ $A = 4 \pm 1$
Aktive Fläche (mm) $1,5 \times 3,0$

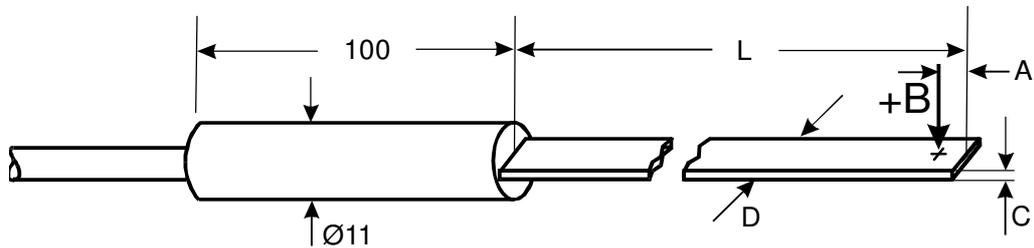


Abb. 5: Transversalsonde

5.17 Axialsonde

Maße (mm): $L = 200$ $D = 8,0$ $A = 2 \pm 0,5$
Aktive Fläche (mm) $\text{Ø } 0,8$

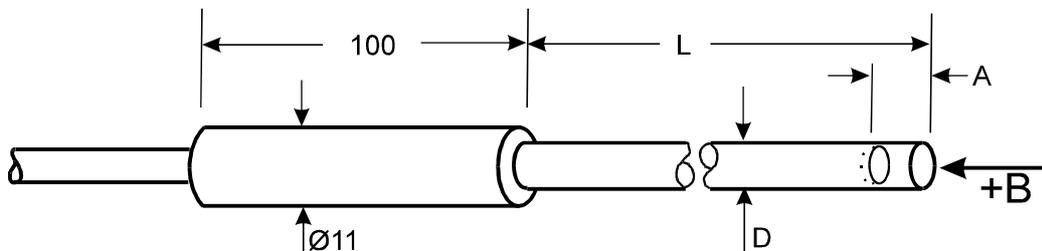


Abb. 6: Axialsonde

5.18 Polarität des Messwertes

Das Zentrum der aktiven Fläche ist bei der Transversalsonde durch ein „+“ gekennzeichnet.

Das Zentrum der Axialsonde liegt in der Mittelachse.

Tritt der Vektor der magnetischen Flussdichte durch das „+“ in die Messsonde ein, so ergibt sich eine positive Anzeige (Abb. 7: Definition der Polarität). Als Merkhilfe kann man sich das Kreuz als einen von hinten gesehenen Pfeil vorstellen. Eine positive Anzeige bedeutet, dass der Pfeil in Flussrichtung zeigt.

Der Messwert des Analogausgangs und der Anzeige bezieht sich bei der Transversalsonde auf einen Vektor, der unter 90° zur Oberfläche des Sondenprofils eintritt.

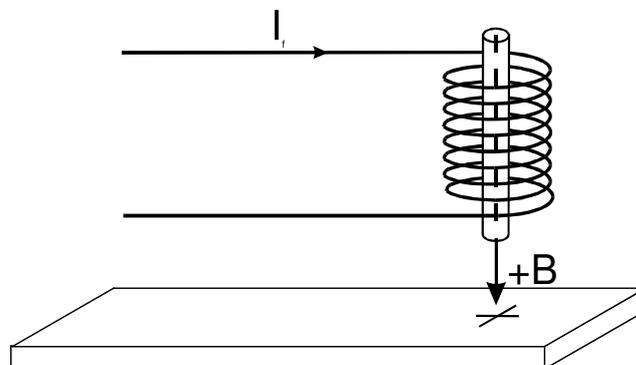


Abb. 7: Definition der Polarität

5. Gerätebeschreibung

5.19 Anmerkungen zu Genauigkeit und Reproduzierbarkeit

Die Flussdichte ist ein Vektor. Um den genauen Betrag dieses Vektors zu messen, muss die Sonde exakt senkrecht zur Flussrichtung positioniert werden. Wenn die magnetischen Kraftlinien nicht senkrecht in das Hallelement eintreten, ergibt sich für den angezeigten Wert der magnetischen Flussdichte:

$$B = B_{\max} \cdot \cos \alpha$$

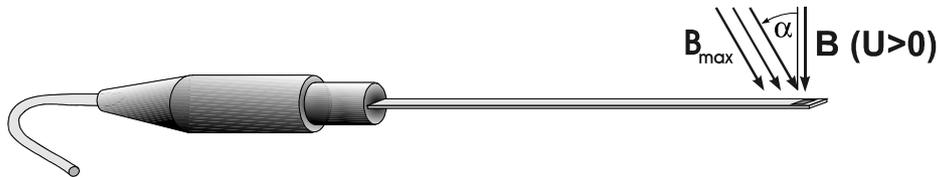


Abb. 8: Winkelfunktion zur Transversalsonde

Um beispielsweise eine Flussdichte von 1 T auf 0,1 μ T genau zu messen, darf der Winkelfehler nicht größer als zwei Bogenminuten sein. Zur Veranschaulichung: Bei einer Drehung mit dem Radius 100 mm entspricht dies nur einem Weg von 0,3 mm.

Die Reproduzierbarkeit des Messergebnisses hängt extrem von der Güte der mechanischen Einspannung der Sonde ab.

Der Grund, ein hochpräzises Teslameter einzusetzen, liegt nicht in der absoluten Genauigkeit, sondern in der Langzeitstabilität und in der Verlässlichkeit der Differenzmessung

5.20 Mechanische Sondeneinspannung

Transversal- und Axialsonde sind in einem Messingschutzrohr eingebettet, so dass ein maximaler Schutz für das Hallelement gegeben ist.



Sollte die Messsonde im Bereich des Schutzrohres und nicht im Bereich des Griffes eingespannt werden müssen, so darf dies nicht in den vorderen 50 mm geschehen!

5. Gerätebeschreibung

5.21 Typische Temperaturverläufe

Abb. 9 stellt den typischen Fehler, der durch die Temperaturabhängigkeit der Sonde verursacht wird, bei 12 °C und 35 °C dar.

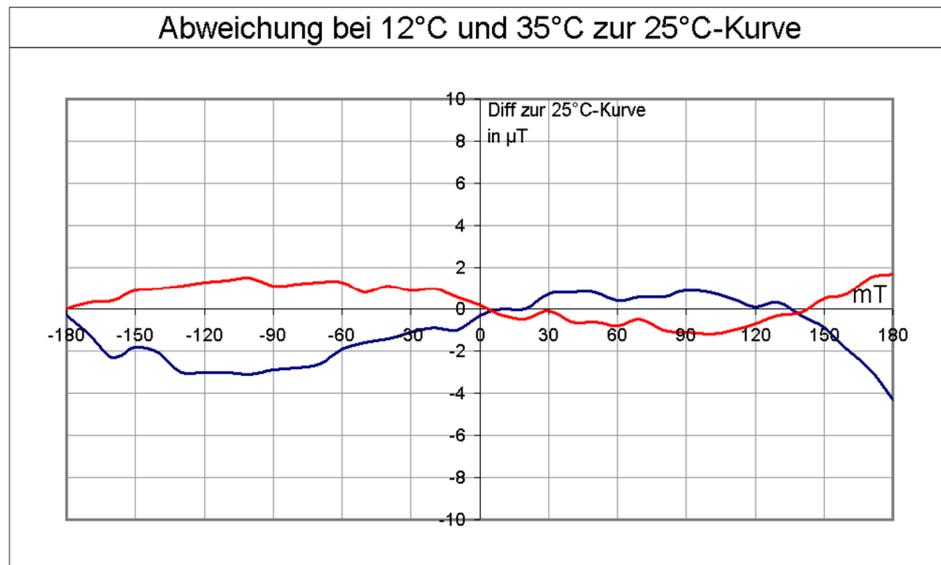


Abb. 9: Typische Temperaturverläufe

5.22 Einschalten ⑥

Nach Aufstecken der Sonde kann das Gerät mit dem Netzschalter an der Geräterückseite eingeschaltet werden. Im Display erscheint kurz der Gerätenamen FM 3002-0,1T.

Befindet sich die Sonde in einem Raum mit einem magnetischen Feld in der Größe des Erdmagnetfeldes (ca. $\pm 50 \mu\text{T}$), so wird das Gerät dies auch anzeigen.

6. Frontbedienung

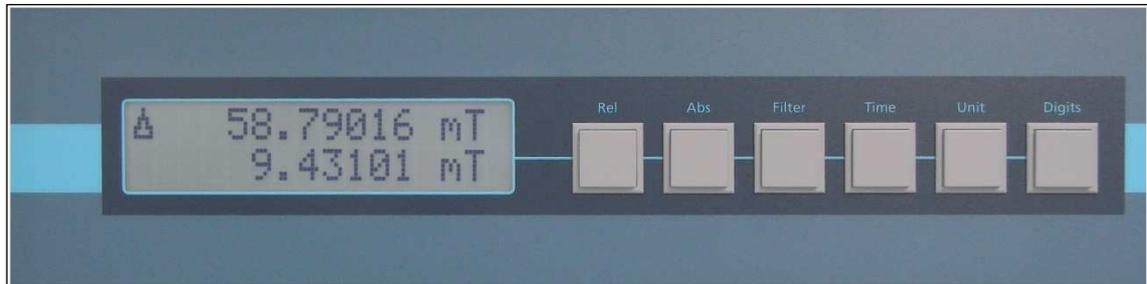


Abb. 10: Display mit Taster

Das Display zeigt die magnetische Flussdichte als Zahl und Einheit an. Verschiedene Einstellungen ermöglichen die variable Anpassung an unterschiedliche Messaufgaben.

6.1 Absolute und relative Anzeige: Taste „Rel“ und Taste „Abs“

Nach dem Einschalten befindet sich das Gerät im Absolut-Modus. Es werden positive und negative Werte angezeigt, siehe auch Kap. 5.18 Polarität des Messwertes.

In der oberen Displayzeile wird die wahre, durch die Sonde gemessene Flussdichte angezeigt. Durch Drücken der Taste „Abs“ kann jederzeit in den Absolut-Modus geschaltet werden.

Durch Betätigung der Taste „Rel“ wird der momentane, absolute Messwert als Bezugswert gespeichert und in der unteren Anzeigenzeile angezeigt.

In der oberen Zeile erscheint, gekennzeichnet durch „Δ“, der relative Messwert bezogen auf den gespeicherten Bezugswert der unteren Zeile.

Relativwert = momentaner, absoluter Messwert – Bezugswert

Erneutes Betätigen der „Rel“ Taste setzt den momentanen Absolutwert als neuen Bezugswert (untere Displayzeile).

Siehe auch Kap. 7 RS232 Schnittstelle, zu weiteren Möglichkeiten der Relativmessung und Modusumschaltung.

Die Relativmessung hat keinen Einfluss auf den Analogausgang des FM 3002-0,1T. Am Analogausgang steht immer der momentane Absolutwert.

6. Frontbedienung

6.2 Integrationszeit und Filter: Taste „Time“ und Taste „Filter“

Die Taste „Time“ bestimmt die Integrationszeit. Dadurch wird gleichzeitig die Refreshrate des Displays festgelegt, d.h. nach Ablauf der Integrationszeit wird das Display auf den neuen Messwert gesetzt.

Die interne Samplingrate beträgt 10 Hz.

Durch die Taste „Time“ können die in der Tabelle angegebenen Integrationszeiten gewählt werden. Daraus resultiert die Anzahl der zur Mittelwertbildung herangezogenen Samples.

TIME	100 ms	200 ms	500 ms	1 s	2 s	5 s
gemittelte Samples	1 (off)	2	5	10	20	50

Ein kurzer Tastendruck zeigt die aktuelle Integrationszeit im Display an. Durch weitere Tastenbetätigungen wird die Integrationszeit zyklisch erhöht. Jeder weitere Tastendruck muss innerhalb von 0,8 Sek. erfolgen, sonst wird es als erneuter erster Tastendruck interpretiert.

Die Taste „Filter“ erlaubt die Filterung über eine einstellbare Anzahl gemittelter Werte. Dazu wird ein eingebautes digitales Filter verwendet. Die Tabelle zeigt die wählbaren Filterlängen.

FILTER	1	2	4	8	16	32	64
--------	---	---	---	---	----	----	----

Nach einer schnellen Änderung der Flusssdichte ist es ratsam, Filter x Time abzuwarten, bevor die Messwerte verwendet werden.

Ein kurzer Tastendruck zeigt die aktuelle Filterlänge im Display an. Durch weitere Tastenbetätigung wird die Filterlänge zyklisch erhöht. Jeder weitere Tastendruck muss innerhalb von 0,8 s. erfolgen, sonst wird es als erneuter erster Tastendruck interpretiert.

Siehe auch Kap. 7 RS232 Schnittstelle, zu weiteren Möglichkeiten der Integrationszeit- und Filtereinstellung.

6.3 Einheiten: Taste „Unit“

Die Taste „Unit“ legt die Einheit fest, in der die Messwerte dargestellt werden. Die Tabelle zeigt die einstellbaren Einheiten:

UNIT	μT	mT	T	Gs	kGs
------	---------	----	---	----	-----

Jeder Tastendruck wählt zyklisch die nächste Einheit.

Ausnahme: siehe Kap. 6.4

Siehe auch Kap. 7 RS232 Schnittstelle, zur Einstellung der Einheit.

6. Frontbedienung

6.4 Angezeigte Stellen: Taste „Digits“

Die Taste „Digits“ erlaubt das Ausblenden von Nachkommastellen, welche durch einen Unterstrich ersetzt werden. Hierbei wird mathematisch korrekt gerundet. Die Verwendung dieser Funktion beeinflusst in keiner Weise die Genauigkeit des FM 3002-0,1T. Sie wird als Ablesevereinfachung angeboten.

Jeder Tastendruck blendet eine weitere Nachkommastelle aus, bis max. 4 Stellen.

Beispiel bei 0,12345678 T:

Tastendruck	Display
0	0.12345678 T
1	0.1234568_ T
2	0.123457__ T
3	0.12346___ T
4	0.1235_____ T
5	0.12345678 T
...	...

Die Anwendung der Taste „Digits“ hat eine Besonderheit: Zur Vermeidung von Missverständnissen können nur Nachkommastellen ausgeblendet werden. Sind zu wenig Nachkommastellen vorhanden, erscheint die Fehlermeldung „More decimal places needed“.

Zweifaches Drücken führt zur nächstmöglichen Einstellung. Dasselbe betrifft die Taste „Unit“.

Siehe auch Kap. 7 RS232 Schnittstelle, zur Einstellung der angezeigten Stellen.

6.5 Akustische Rückmeldung

Jede neue Einstellung wird durch einen Zweiklang akustisch quittiert. Bei einer Fehlermeldung erfolgt die Rückmeldung durch einen disharmonischen Klang.

Siehe Kap. 7 RS232 Schnittstelle, zum Ein- und Ausschalten der akustischen Rückmeldung.

7. RS232 Schnittstelle

7.1 Allgemeines ④

Über die serielle Schnittstelle lassen sich alle Funktionen der Fronttasten bedienen. Außerdem stehen weitere und erweiterte Kommandos zur Verfügung.

Zur Kommunikation mit dem FM 3002-0,1T eignet sich jedes übliche Terminal oder Terminalprogramm. die Steuerung erfolgt textorientiert, wodurch das FM 3002-0,1T einfach in bestehende Umgebungen integriert werden kann.

Im Terminal-Programm sollte zur Anzeige eine Schriftart eingestellt sein, die auch das „µ“-Zeichen enthält.

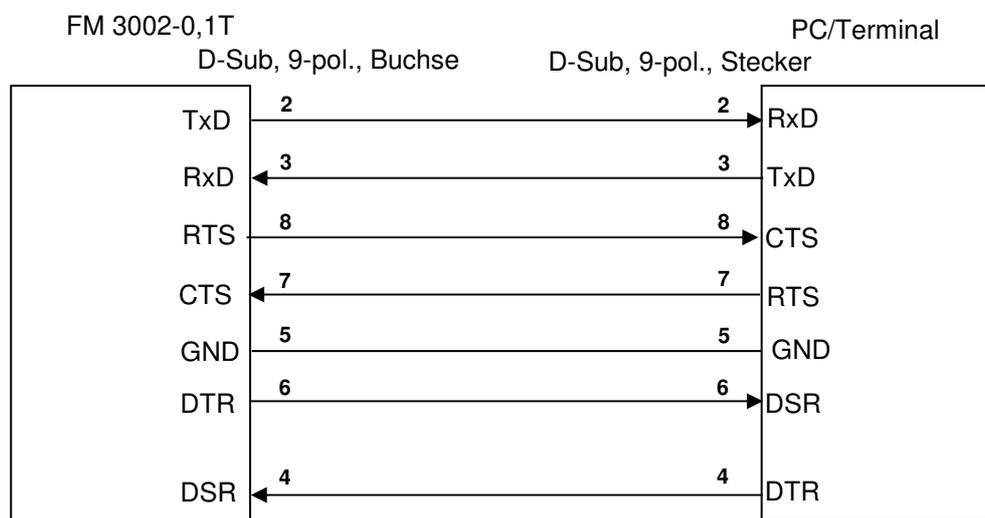
Leider ist das bei Hyperterminal unter Microsoft Windows standardmäßig nicht der Fall. Hier sollte die Schriftart auf Courier New oder Fixedsys umgestellt werden.

7.2 Anschlusskonfiguration der Schnittstelle

Zur Kommunikation mit dem FM 3002-0,1T ist die serielle Schnittstelle folgendermaßen einzustellen:

Baudrate	9600
Datenbits	8
Parität	keine
Stopbits	1
Flusskontrolle	keine

Zum Anschluss des FM 3002-0,1T an IBM-Kompatible PCs ist ein serielles Anschlusskabel (1:1) zu verwenden. Wichtig sind hier nur die Leitungen TXD, RXD und GND. Die anderen Leitungen werden nicht verwendet.



Handelsübliche USB zu RS232 Umsetzer haben die richtige Belegung und können ohne weiteres verwendet werden. Aufgrund der Vielzahl angebotener Umsetzer, kann jedoch keine allgemeine Funktionsgarantie übernommen werden.

7. RS232 Schnittstelle

7.3 Befehle

Das FM 3002-0,1T hat eine einfache Befehlsstruktur bestehend aus dem Befehlsnamen gefolgt von einem optionalen Parameter. Befehl und Parameter werden durch Leerzeichen getrennt. Zusätzliche Whitespaces werden toleriert. Jede Befehlszeile wird mit einem newline-Zeichen (LF/10d/0Ah) abgeschlossen. Ein vorausgehendes carriage-return-Zeichen (CR/13d/0Dh) wird ebenfalls toleriert.

Alle Befehle (aber nicht die Parameter) dürfen abgekürzt werden, solange sie unterscheidbar bleiben. Bei den Befehlen wird nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden.

Typographische Konvention der Beispiele:

normale Schrift - Ausgabe FM 3002-0,1T
fette Schrift - Eingabe Benutzer
[] - Optionalklammer; Klammerzeichen werden nicht eingegeben.

7.4 Relative

Befehl:	relative [reference]
ohne Parameter:	schaltet auf Relativmessung und verwendet den aktuellen Messwert als Referenz (entspricht dem Betätigen der Taste „Rel“)
mit Parameter:	schaltet auf Relativmessung und verwendet die übergebene Zahl als Referenz (interpretiert als Vielfaches von 0,01 μT)
Parameter:	- 25000000 \leq reference \leq 25000000

Beispiele:

```
> rel
display is relative, reference =      123.45  $\mu\text{T}$ 
>
```

```
> rel 12345678
display is relative, reference =  123456.78  $\mu\text{T}$ 
>
```

7.5 Absolute

Befehl:	absolute
ohne Parameter:	schaltet auf Messung des Absolutwertes (entspricht dem Betätigen der Taste „Abs“)

Beispiele:

```
> abs
display is absolute
>
```

7. RS232 Schnittstelle

7.6 Filter

Befehl:	filter [taps]
ohne Parameter:	zeigt die aktuelle Filterlänge an (entspricht dem einmaligen Betätigen der Taste „Filter“)
mit Parameter:	setzt die Filterlänge auf den übergebenen Wert
Parameter:	$1 \leq \text{taps} \leq 64$

Beispiele:

```
> filter
filter is 10
>
```

```
> filter 8
filter is 8
>
```

7.7 Time oder Inttime

Befehl:	time [time]
	inttime [time]
ohne Parameter:	zeigt die aktuelle Integrationszeit in Millisekunden (entspricht dem einmaligen Betätigung der Taste „Time“)
mit Parameter:	setzt die Integrationszeit auf den übergebenen Wert (interpretiert als ms, gerundet auf ein vielfaches von 100 ms)
Parameter:	$100 \leq \text{time} \leq 25500$

Beispiele:

```
> time
integration time is 100 ms
>
```

```
> time 1500
integration time is 1500 ms
>
```

7.8 Unit

Befehl:	unit [unit]
ohne Parameter:	zeigt die aktuelle Einheit an
mit Parameter:	setzt die Anzeigeeinheit auf die übergebene Einheit
Parameter:	μT , uT, mmT, mT, T, G, Gs, kG, kGs

Beispiele:

```
> unit
unit is mT
>
```

```
> unit kG
unit is kGs
>
```

7. RS232 Schnittstelle

7.9 Digits

Befehl:	digits [digits]
ohne Parameter:	zeigt die ausgeblendete Anzahl an Nachkommastellen
mit Parameter:	blendet die übergebene Zahl von Nachkommastellen aus
Parameter:	$0 \leq \text{digits} \leq 4$

Beispiele:

```
> dig
0 decimal places blinded out
>
```

```
> dig 3
3 decimal places blinded out
>
```

7.10 Status oder FM Status

Befehl:	status
	fmstatus
ohne Parameter:	gibt eine Liste der aktuellen Einstellungen aus

Beispiel:

```
> STATUS
FM3002 status
-----
serial no. is 0801770101
filter is 1
integration time is 1000 ms
unit is  $\mu\text{T}$ 
0 decimal places blinded out
sound is on
keys are unlocked
offset = -76755
slope = 23702056
factory calibration active
>
```

7.11 Default

Befehl:	default
ohne Parameter:	setzt das Gerät auf die Werkseinstellung zurück (Ausnahme: slope- und offset-Einstellung bleiben erhalten)

Beispiel:

```
> default
factory settings restored
>
```

7. RS232 Schnittstelle

7.12 Externalcalibration

Befehl:	externalcalibration [{on/off}]
ohne Parameter:	zeigt an, ob die Werkskalibrierung oder eine (externe) Kundenkalibrierung aktiv ist), dies beeinflusst nur die Anzeige und nicht den Analogausgang
mit Parameter:	schaltet die (externe) Kundenkalibrierung ein oder aus (Werkskalibrierung aktiv), dies beeinflusst nur die Anzeige und nicht den Analogausgang

Beispiele:

```
> ext  
factory calibration active  
>
```

```
> externalcalibration on  
external calibration active  
>
```

7.13 Logging

Befehl:	logging [number]
ohne Parameter:	schaltet zwischen deaktivierten Logging und permanenten Logging um
mit Parameter:	liefert die übergebene Anzahl von Messwerten, kann durch log ohne Parameter vorzeitig abgebrochen werden
Parameter:	$1 \leq \text{number} \leq 65534$

Beispiel:

```
> log 2  
logging 2 records  
1.3068753 kGs  
1.3068780 kGs  
>
```

7.14 Sound

Befehl:	sound [{on/off}]
ohne Parameter:	zeigt die aktuelle Einstellung der akustischen Rückmeldung
mit Parameter:	schaltet die akustische Rückmeldung ein (on) oder aus (off)
Parameter:	on, off

Beispiele:

```
> sound  
sound is on  
>
```

```
> sound off  
sound is off  
>
```

7. RS232 Schnittstelle

7.15 Keys

Befehl:	keys [{on/off}]
ohne Parameter:	zeigt an, ob die Fronttaster gesperrt sind oder nicht
mit Parameter:	schaltet die Sperre der Fronttaster ein (on) oder aus (off), nach Aus- und Einschalten des Gerätes sind die Taster wieder entsperrt
Parameter:	on, off

Beispiele:

```
> keys
keys are unlocked
>
```

```
> keys off
keys are locked
>
```

7.16 Version

Befehl:	version
ohne Parameter:	zeigt den Stand der Software-Version

Beispiel:

```
> ver
V1.3, built May 28 2008, 21:41:29
>
```

7.17 Hyperterminal unter Microsoft Windows Vista

Hyperterminal als Bestandteil bisheriger Windows-Versionen dürfte eines der häufigst genutzten Terminalprogramme sein. Für Windows Vista schreibt Microsoft nun: „Hyperterminal ist nicht mehr Bestandteil von Windows“.

Hier bleibt also nur die Möglichkeit auf eine der zahlreichen Alternativen auszuweichen.

Beispiele:

Putty
HTerm

8. Steuersoftware für FM 3002-0,1T

8.1 FM3002Control v 1.0

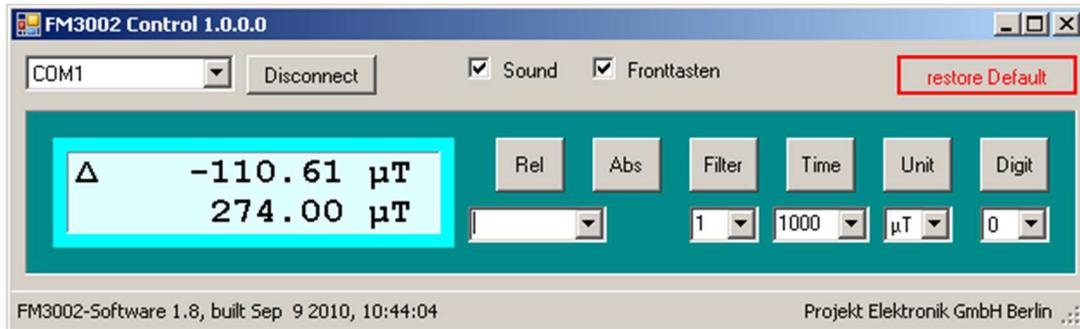


Abb. 11: Fenster FM3002Control

8.2 Allgemeine Beschreibung

Die Software FM3002Control dient zur Demonstration der Steuerung des FM 3002-0,1T über die serielle Schnittstelle. Sie ermöglicht das Testen der verschiedenen Gerätefunktionen.

Die Software läuft auf allen Plattformen für die das Microsoft .NET Framework 3.5 verfügbar ist. Derzeit (September 2008) sind das Windows XP, Windows Vista, Windows Server 2003 und Windows Server 2008.

Detailliertere Infos gibt es dazu auf <http://msdn.microsoft.com/de-de/library/bb882520.aspx>

Der mitgelieferte Quelltext veranschaulicht die softwaremäßige Ansteuerung des Gerätes und kann als Grundlage zur Entwicklung einer eigenen Software verwendet werden.

Insgesamt ist die Software als Demo gedacht. Ein Einsatz im produktiven Betrieb geschieht daher auf eigenes Risiko.

8.3 Installation

Die Software FM3002Control wird mit einer ClickOnce-Installationsroutine geliefert. Dazu ist auf der CD im Verzeichnis Setup die setup.exe zu starten. Die Installation läuft selbstständig ab und startet anschließend FM3002Control.

Zum Betrieb der Software ist das Microsoft .NET Framework 3.5 notwendig. Ist dieses auf dem Zielrechner nicht vorhanden, so wird es von der Installationsroutine ebenfalls installiert.

Während der Installation wird ein Eintrag im Start-Menü eingerichtet, so dass die Software später über Start → Programme → Projekt Elektronik GmbH → FM3002Control gestartet werden kann.

8.4 Verwendung

Um die Software FM3002Control verwenden zu können, ist das FM 3002-0,1T mit der seriellen Schnittstelle des PCs zu verbinden.

Nach dem Start von FM3002Control ist in der DropDown-Box oben links die Schnittstelle auszuwählen, an der das FM 3002-0,1T angeschlossen ist. Anschließend wird mittels des Button „Connect“ die Verbindung hergestellt. Ist das Herstellen der Verbindung erfolgreich, so werden die restlichen Bedienelemente der Software freigegeben. Die aktuell eingestellten Parameter des FM 3002-0,1T werden ausgelesen und die Auswahlfelder mit diesen Werten passend voreingestellt. Darüber hinaus erscheint in der Statusleiste die Version der internen Firmware des FM 3002-0,1T.

8. Steuersoftware für FM 3002-0,1T

Die Oberfläche von FM3002Control ist im Wesentlichen der Front des FM 3002-0,1T nachempfunden und wurde nur an die erweiterten Möglichkeiten der Befehle für die serielle Schnittstelle angepasst.

Das Display-Feld zeigt das gleiche an wie das Display am Gerät selbst. Da die Software hierzu auf die Messwerte vom FM 3002-0,1T wartet, kann es bei längeren Messzeiten dazu kommen, dass FM3002Control scheinbar träge reagiert.

In den DropDown-Boxen unter den Tasten wird der zugehörige Parameter eingestellt. Dazu kann einer der vorgegebenen Werte ausgewählt werden oder wo dies zulässig ist auch ein (in den definierten Grenzen) beliebiger selbstgewählter Wert eingetragen werden. Durch drücken der Taste wird die Einstellung an das FM 3002-0,1T gesendet. Zur genauen Funktion und zum Wertebereich der Parameter sei hier auf die Beschreibung im Handbuch des FM 3002-0,1T verwiesen.

Im oberen Teil des Fensters kann die Soundausgabe sowie die Sperre der Fronttasten des FM 3002-0,1T ein- und ausgeschaltet werden. Mittels „restore Default“ kann das FM 3002-0,1T auf die Werkseinstellungen zurück gesetzt werden. Auch hier sei für Details wieder auf die Beschreibung im Handbuch des FM 3002-0,1T verwiesen.

8.5 Deinstallation

FM3002Control kann unter Start → Einstellungen → Systemsteuerung → Software wieder deinstalliert werden.

8.6 Quelltext

FM3002Control wurde mit Visual Basic 2008 Express entwickelt. Der Quelltext befindet sich auf der CD im Verzeichnis Source. Er kann als Grundlage zur Entwicklung einer eigenen Software oder zur Einbindung in bestehende Systeme verwendet werden.

9. Wartung und Garantie

9.1 Allgemeine Sichtkontrolle

Überzeugen sie sich vor jeder Messung, ob sich die Sondenleitung, Sonde, Messgerätegehäuse und Netzkabel in einem ordnungsgemäßen, sicherheitstechnisch einwandfreien Zustand befinden.

Überprüfen Sie die Kabel auf Brüche oder aufgescheuerte Stellen.

9.2 Reinigung

Reinigen Sie das Messinstrument nicht mit einem scharfen Reinigungsmittel.

Zur Reinigung können Sie ein weiches Tuch benutzen, welches ein wenig mit Seifenwasser oder Brennspritus angefeuchtet ist.

9.3 Wartung

Im Inneren des Gerätes befinden sich keine vom Anwender zu wartenden Teile.

9.4 Garantie

Die Firma Projekt Elektronik Mess- und Regelungstechnik GmbH garantiert die zuverlässige Funktion des Gerätes für die Dauer von zwei Jahren nach Auslieferung.

Innerhalb dieser Zeit anfallende Garantie-Reparaturen werden ohne Berechnung ausgeführt.

Bei Schäden, die durch Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung verursacht werden, erlischt jeder Garantieanspruch. Für Folgeschäden, die daraus resultieren, übernehmen wir keine Haftung.



Durch Öffnen oder mutwillige Beschädigung des Gerätes erlischt jeder Garantieanspruch!

Große Vorsicht ist bei der Benutzung von beweglichen Magneten angebracht, da ein Zusammenprallen der Polflächen das Hallelement zerstören kann.

10. Kalibrierung

10.1 Allgemeines

Das FM 3002-0,1T besteht grob betrachtet aus zwei Teilen. Der erste Teil ist die analoge Messsignalaufbereitung, die auch das an der Rückwand zur Verfügung gestellte analoge Ausgangssignal liefert. Der zweite Teil ist die digitale Anzeige- und Schnittstelleneinheit, die das analoge Signal umsetzt.

Im Analogteil kann lediglich der Offset mit dem zugehörigen Potentiometer an der Rückseite des FM 3002-0,1T eingestellt werden. Eine weitergehende Kalibrierung kann nur durch den Hersteller vorgenommen werden.

10.2 Werkskalibrierung

Als Hersteller empfehlen wir die regelmäßige Kalibrierung (ca. einmal pro Jahr, je nach Einsatz). Wir verfügen über die für dieses Gerät notwendigen Prüfeinrichtungen, sowie über den Nachweis der Rückführbarkeit auf nationale Standards (PTB). Der Nachweis erfolgt durch einen Werkskalibrierschein.

10.3 Kundenkalibrierung

Die Möglichkeit der Kundenkalibrierung für die Digitaleinheit ist gegeben. Es stehen die Befehle externalcalibration on und off sowie slope und offset zur Verfügung.

Auf Wunsch senden wir Ihnen eine ausführliche Anleitung zu.

11. Kundenservice

11.1 Reparatur

Bei Reparaturen senden Sie das Gerät an:

Projekt Elektronik Mess- und Regelungstechnik GmbH
Am Borsigturm 54 Tel. 030 - 43 03 22 40
13507 Berlin Fax 030 - 43 03 22 43

11.2 Nachbestellungen

Nachbestellungen können Sie telefonisch, brieflich, per Fax oder E-Mail unter Angabe der Bezeichnung bei der Firma Projekt Elektronik Mess- und Regelungstechnik GmbH einreichen.

11.3 Entsorgung

Sollten Sie das Messinstrument entsorgen müssen, können Sie es an die Firma
Projekt Elektronik Mess- und Regelungstechnik GmbH
Am Borsigturm 54
13507 Berlin

kostenfrei, mit einer Abtrittserklärung versehen, zurücksenden.

EU-Konformitätserklärung

Name des Herstellers	Projekt Elektronik Mess- und Regelungstechnik GmbH
Anschrift des Herstellers	Am Borsigturm 54 D - 13507 Berlin Tel. 030 – 43 03 22 40 Fax 030 – 43 03 22 43 http://www.projekt-elektronik.com Email: info@projekt-elektronik.com
erklärt, dass dieses Produkt	
Produktname Modellnummer	Teslameter FM 3002-0,1T F770
Kurzbeschreibung	Das Teslameter FM 3002-0,1T ist ein Messgerät zur Messung der magnetischen Flussdichte.
gemäß den Bestimmungen der Richtlinie EMV	2014 / 30 / EU
der Niederspannungsrichtlinie	2014 / 35 / EG
sowie der RoHS-Richtlinie	2011 / 65 / EU
den folgenden Normen und/oder normativen Dokumenten entspricht	EN 61326-1:2013 EN 61010-1:2010
Ergänzende Informationen	Einschränkungen bezüglich EN 61000-4-3, siehe auch Minimale Betriebsqualität (EMV) Seite 3
Berlin, den 18. Juli 2016	Dipl.-Ing. Hartmut Heinze Geschäftsführer / CE-Beauftragter

13. Literaturhinweise

13.1 Formelsammlungen

Titel Netz Formeln der Mathematik
Autor Dr.-Ing. Dipl.-Math. G. Arnold
Verlag Carl Hanser Verlag
ISBN 3-446-13473-5

13.2 Magnetfeldgrundlagen

Titel Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz an Arbeitsplätzen mit Exposition durch elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder
Hrsg. Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Gustav-Heinemann-Ufer 130, 50968 Köln

Titel Grundlagen der Elektrotechnik
II. Magnetisches und Elektrisches Feld
Autor R. Lempelius
Verlag Lempelius Verlag

Titel Fachkunde Elektrotechnik
Autor Dipl.-Ing. Adolf Senner
Verlag Europa Lehrmittel
ISBN 3-8085-3011-1

Titel Praktikum der Magnetfeldtechnik
Autor Dr.-Ing. Karl Reichel
Verlag Franzis - Verlag München
ISBN 3-7723-6661-9

Titel Grundlagen der allgemeinen Elektrotechnik
Autor Dr.-Ing. Otto Mohr
Verlag Walter D. Gruyter & Co, Göschenband 196 / 196a

14. Stichwortverzeichnis

A

Abbildungsverzeichnis 7
Abs 17
absolute 21
Absolutmessung 17, 21
Aktive Sensorfläche 10, 14
Akustische Rückmeldung 19
Analogausgang 8, 9, 11, 12
Analogground 11, 12
Anschlusskonfiguration 20
Anzeigeumfang 12
Aufbau 9
Auflösung 8, 10
Aufwärmzeit 12, 13
Axialsonde 10, 13, 14

B

Bandbreite 9, 10, 12
Befehle 21
Beschädigung 3, 12, 28

D

Default 23
Digits 19, 23

E

Einheit 22
Einheiten 18
Einschalten 11, 16
Einschubgehäuse 8
Entladungen 3
Entsorgung 30
Erdmagnetfeld 13
Erdung 3, 12
Externalcalibration 24

F

Filter 9, 18, 22
Filterlänge 9, 18
FM Status 23
Folgeschäden 28
Frontbedienung 17
Funktionsprinzip 9

G

Garantie 28

H

Hallelement 15, 28
Hyperterminal 25

I

Inhaltsverzeichnis 4
Innenwiderstand 12
Integrationszeit 9, 18
Inttime 22

K

Kalibrierung 8, 29
Keys 25
Konformitätserklärung 31
Kundenkalibrierung 29
Kundenservice 30

L

Langzeitstabilität 10
Lieferumfang 9
Linearitätsfehler 10
Literaturhinweise 32
Logging 24
Luftfeuchtigkeit 10

M

Magnetfelder 2
Magnetfeldgrundlagen 32
Masse 10
Maße 10
Maßeinheiten 18
Masseverbindung 3, 12
Messbereich 10, 12
Messgerät 3, 8
Messsonde 13
Messsondenanschluss 3, 11
Microsoft Windows Vista 25

N

Nachbestellung 30
Nachkommastellen 19
Netzanschluss 11
Netzspannung 10
NMR 8
Nulleinstellung 13
Nullkammer 9, 11, 13
Nullpunktdrift 10

O

Overload 12

P

Polarität 14

R

radioaktive Strahlung 3, 12

Rauschen 10
Reinigung 28
Rel 17
relative 21
Relativmessung 9, 17, 21
Reparatur 30
Reproduzierbarkeit 13, 15
RS232 Schnittstelle 8, 11, 20
Rückfront 11

S

Schnittstelle 8, 20
Schnittstellenkabel 20
Schutzklasse 10
Schutzleiter 3, 11, 12
serielle Schnittstelle 8, 20
Sichtkontrolle 28
Sondeneinspannung 3, 15
Sondenkabel 10, 13
Sondenkoffer 9
Sondenmaße 10, 14
Sondenverlängerungskabel 8, 9, 10
Sound 19, 24
Status 23
Steuersoftware 26
Strahlung 3, 12

T

Tasten 17, 20
Tasten verriegeln 25
Technische Daten 10
Temperaturbereich 10
Temperaturkoeffizient 10
Temperaturverlauf 16
Time 9, 18, 22
Transversalsonde 10, 13, 14

U

Unit 18, 22
USB 20

V

Verschmutzungsgrad 10
Version 25

W

Warnhinweise 2
Wartung 28
Wechselfelder 2
Werkseinstellungen 23
Werkskalibrierschein 8
Werkskalibrierung 29
Wirksame Fläche 10, 14