



GAUSSMETER HGM09s

BEDIENUNGS-
ANLEITUNG

© 2022 MAGSYS magnet systeme GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Handbuches darf ohne schriftliche Genehmigung des Urhebers reproduziert oder vervielfältigt werden.

Ausgabevermerk

Datei	HGM09_Manual_DE_2022_08.doc
Dok.Datum	09.08.2022
Hardwarestand	J (VII)
Softwarestand	2.6
Aktueller Dokumentationsstand	4
Dokumentationsstände	betrifft Seite(n) Nr.
01/2010	Erstellung
07/2020	Neue SCPI-Befehle/Bilder Hardware-/Softwarestand / USB Modus
07/2021	Neue Sondenmaße kleine Korrekturen
08/2022	Neuer Softwarestand

Inhaltsverzeichnis

1 Sicherheitshinweise	5	6.1 Einstellungen	31
1.1 Sicherheitshinweise für das Gerät	5	6.1.1 Betriebsmodus der USB-Schnittstelle	31
1.2 Sicherheitshinweise für die Messsonden	6	6.1.2 Auswahl der Anzeigeeinheiten	32
1.3 Sicherheitssymbole	6	6.1.3 Betriebsmodus der Spitzenwert-Erfassung	32
2 Kurzeinführung	7	6.1.4 Gleichfeld / Wechselfeld Messung	33
2.1 Vorbereitung einer Messung	7	6.1.5 Bereichswahl	33
2.2 Durchführung einer Messung	7	6.1.6 Anzeige der Polarität (Nord/Süd)	33
2.3 Maßeinheit	8	6.1.7 Abschaltung des Gerätes	34
2.4 Messbereichsauswahl	8	6.1.8 Ladung der Batterien	34
2.5 Displayanzeige	9	6.1.9 Helligkeit der Anzeigenbeleuchtung	34
2.6 Statusanzeige	9	6.1.10 Kontrasteinstellung der Anzeige	35
3 Funktion des Gaußmeters	10	6.1.11 Versionshinweise	35
3.1 Der Hall-Effekt	10	7 Serielle Schnittstelle	36
3.1.1 Lineares Verhalten der Hall-Sonde	10	7.1 Einführung	36
3.1.2 Nichtlineares Verhalten der Hall-Sonde	11	7.2 Anschluss des Gaußmeters an einen Rechner	36
3.2 Hinweise zur Messung	13	7.2.1 Anschluss-Stecker	36
3.2.1 Beispiel-Messung an einem NdFeB-Magneten	13	7.3 Direkter Betrieb am Rechner	37
3.2.2 Remanenz und Hall-Gaußmetermessung	14	7.3.1 Beispiel Normaler Messbetrieb in Excel®	38
3.2.3 Genauigkeit aufgrund Positionierung und Richtung	15	7.3.2 Beispiel Schneller Spitzenwertbetrieb in Excel®	38
3.2.4 Externe statische Magnetfelder	15	7.3.3 Beispiel Langsamer Spitzenwertbetrieb in Excel®	38
4 Bedienelemente und Anschlüsse	16	7.4 Betrieb über die Schnittstelle	39
4.1 Frontseite im Überblick	16	7.4.1 Installation am Rechner	39
4.2 Anschlussseite im Überblick	16	7.4.2 Datenformat der USB-Schnittstelle	39
4.3 Netzanschluss	16	7.4.3 Zeichensatz	39
4.4 Batterien	17	7.4.4 Einführung in die SCPI-Sprache	39
4.4.1 Laden der Batterien	18	7.4.5 SCPI-Datenarten	41
4.5 Sondenanschluss	18	7.4.6 Das SCPI-Statusmodell	43
4.6 USB-Schnittstelle	19	7.5 Zusammenfassung der SCPI-Befehle	46
5 Bedienung	20	7.5.1 Steuerbefehle	46
5.1 Tastatur	20	7.5.2 Hauptbefehle	46
5.2 Display	21	7.5.3 Spitzenwertfunktion	47
5.3 Statusanzeige	21	7.5.4 Sondenfunktionen	47
5.4 Ein-/Ausschalten	23	7.5.5 Parameter	47
5.5 Null	23	7.5.6 Gerätefunktionen	47
5.6 Messbereich	24	7.6 Erläuterung der einzelnen SCPI-Befehle	48
5.6.1 Übersicht Messbereiche	24	7.6.1 Steuerbefehle	48
5.7 Maßeinheit	25	7.6.2 Hauptbefehle	52
5.8 Gleichfeld-/Wechselfeldmessungen	25	7.6.3 Spitzenwertfunktion	56
5.8.1 Gleichfeldmessungen	26	7.6.4 Sondenfunktionen	58
5.8.2 Wechselfeldmessungen	26	7.6.5 Parameter	59
5.9 Spitzenwertmessung	28	7.6.6 Gerätefunktionen	63
5.9.1 Normale Spitzenwerterfassung	28	8 Umrechnungstabelle der Einheiten	65
5.9.2 Schnelle Spitzenwerterfassung	29	9 Technische Daten	66
5.10 Sondendaten	30	10 Gewährleistung und Urheber Hinweise	68
6 Einstellmenü (Setup)	31	11 Stichwortverzeichnis	69

Verzeichnis der Abbildungen

Display	9	Anschluss-Seite	16
Prinzipieller Aufbau einer Hall-Sonde	10	Batteriefach	17
Feldlinienverlauf an NdFeB-Scheibenmagnet	13	Display	21
Feldstärkeverlauf an NdFeB-Scheibenmagnet	14	USB-Anschluss	36

1 Sicherheitshinweise

1.1 Sicherheitshinweise für das Gerät

Benutzen Sie das Messgerät nur entsprechend der Betriebsanleitung.

Ersetzen Sie keine Teile, und nehmen Sie keine Änderungen am Produkt ohne unsere ausdrückliche und schriftliche Zustimmung vor. Führen Sie keine Servicemaßnahmen am Messgerät durch. Senden Sie das Produkt zur Reparatur und Wartung an MAGSYS magnet systems GmbH oder an Ihren Händler, um sicherzustellen, dass alle Sicherheitsmerkmale erhalten bleiben.

Unsachgemäße Eingriffe in das Gerät können zu Schäden am Gerät und möglicherweise zu Verletzungen oder Tod von Personen führen.

Das Netzteil ist für einen Spannungsbereich von 100 bis 240VAC bei 47 bis 63Hz ausgelegt. Benutzen Sie das Netzteil nicht an Spannungen außerhalb dieser Bereiche.

Untersuchen Sie das Netzteil vor der Benutzung auf Risse oder fehlende Kunststoffteile. Richten Sie Ihre Aufmerksamkeit auf die Isolierung. Verwenden Sie das Netzteil nicht, wenn es beschädigt ist.

Entsorgen Sie das Messgerät nicht im Hausmüll. Zur Entsorgung dieses Messgeräts wenden Sie sich an den Hersteller.

Verwenden Sie nur die für das Messgerät bestimmten Magnetfeld-Sonden.

Beachten Sie die Bezeichnungen des Messgeräts, bevor Sie eine Magnetfeld-Sonde an das Gerät anschließen.

Ersetzen Sie die aufladbaren Batterien nur durch Batterien der gleichen Bauart.

Stellen Sie das ordnungsgemäße Einlegen der aufladbaren Batterien in das Messgerät sicher, und achten Sie auf die richtige Polarität.

Entsorgen Sie die aufladbaren Batterien nicht im Hausmüll. Beachten Sie Ihre nationalen Entsorgungsvorschriften.

Arbeiten Sie mit dem Messgerät nicht in einer explosiven Umgebung oder in der Nähe von entflammenden Gasen oder Dämpfen.

Umweltbedingungen

Dieses Messgerät ist für den Gebrauch in Räumen mit niedriger Kondensation konstruiert. Siehe Technische Daten.

1.2 Sicherheitshinweise für die Messsonden

Die magnetischen Messungen sollten nur in Bereichen durchgeführt werden, in denen eine max. Spannung von 60V DC, 30V AC RMS auftreten kann. Die Magnetfeld-Sonden sind nicht elektrisch isoliert. Beachten Sie, dass die Sondenhalter und die Einhausung unter Umständen elektrisch mit der Schutz Erde verbunden sind.

Wenn Sie in Umgebungen mit Spannungen über 60V DC, 30V AC RMS oder 42V Spitzenwerte arbeiten, lassen Sie besondere Vorsicht walten – hier besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages.

Beachten Sie bei Messungen in hohen magnetischen Feldern die Gefahren, die durch starke Magnetfelder auftreten können.

1.3 Sicherheitssymbole

Auf dem Gerät sind an einigen Stellen Sicherheitssymbole angegeben.



Lesen Sie vor Benutzung dieses Anschlusses oder dieser Funktion die entsprechenden Hinweise im Handbuch nach.



Dieses Symbol weist auf Informationen und Hinweise im Bedienungshandbuch hin, die der Anwender befolgen muss, um Verletzungen von Personen oder Schäden am Gerät zu vermeiden oder um korrekte Messergebnisse zu erhalten.

2 Kurzeinführung

Messungen mit dem Gaußmeter nutzen den Hall-Effekt als Messprinzip. Ein Hallsensor ist ein symmetrischer Halbleiterkörper, der von einem Strom durchflossen wird. Ein senkrecht zu diesem Element verlaufendes Magnetfeld generiert eine Asymmetrie auf dem Chip und liefert dadurch eine Ausgangsspannung, die in erster Näherung proportional zum Produkt aus magnetischer Feldstärke und dem treibenden Strom ist. Bei höheren magnetischen Feldstärken ist diese Abhängigkeit nicht mehr linear. Dieser Effekt wird automatisch im Gerät kompensiert. Mit dem Gaußmeter wird also die magnetische Flussdichte punktförmig gemessen. Es wird nur diejenige Komponente der magnetischen Flussdichte erfasst, die senkrecht durch den Sensor verläuft.

2.1 Vorbereitung einer Messung

- Sicherstellen, dass die Batterien aufgeladen sind.
- Gegebenenfalls Anschluss über das USB-Kabel an einen PC oder Anschluss des mitgelieferten Netzteils über die USB-Buchse.
- Anschluss einer Messsonde.

Eine geeignete Messsonde kann an der Oberseite des Gerätes über die Mini-DIN-Buchse angesteckt werden. Jede Messsonde ist einzeln kalibriert. Die Kalibrierdaten sind in einem Speicher in der Sonde abgelegt. Beim Einstecken oder Wechseln einer Messsonde werden diese Parameter automatisch eingelesen.

- Ein- und Ausschalten durch längeres (ca. 2 sec) Drücken der Taste I/O.

2.2 Durchführung einer Messung

Nach Einschalten des Gerätes wird der aktuelle Messwert laufend angezeigt. Zusätzlich werden weitere Informationen über den Zustand des Gerätes und den gewählten Messbereich und Messmodus auf dem Display ausgegeben.

- Der Messbereich kann durch die Taste **RANGE** verändert werden. Das Verhalten dieser Taste kann im Setup-Menü verändert werden. Durch mehrfaches Drücken der **RANGE**-Taste können sowohl der Messbereich als auch die Anzeigeneinheit oder die Gleichfeld-/Wechselfeldmessung geändert werden.

- Bringen Sie die Messsonde nach Einstellung des gewünschten Messbereiches und der gewünschten Einheit in das Magnetfeld ein. Beachten Sie besonders bei inhomogenen Magnetfeldern, wie sie auf der Oberfläche und Kanten von Magneten auftreten, dass die gemessene magnetische Flussdichte sehr stark vom Abstand und von der Position abhängt. Beachten Sie ferner, dass die magnetische Feldkomponente nur in eine Richtung gemessen wird, so dass ein Verkippen der Messsonde zu einem Fehler führen kann.

2.3 Maßeinheit

Das Gaußmeter zeigt Messwerte in physikalischen Einheiten des SI-Systems sowie des CGS-Systems (Gauß System – vorzugsweise in Nordamerika in Gebrauch) an.

Die Einheit wird entweder im Setup-Menü fest vorgegeben oder durch Betätigen der Taste **RANGE** eingestellt. Bei jedem Tastendruck wird die nächste Einheit gewählt.

Bitte beachten Sie, dass ggf. durch die gleiche Taste auch der Messbereich und die Gleichfeld-/Wechselfeldmessung ausgewählt werden können.

2.4 Messbereichsauswahl

Durch mehrfaches Drücken der Taste **RANGE** erfolgt die Auswahl des Messbereiches über jeweils vier Bereiche. Im unteren linken Bereich des Displays wird der jeweils maximale Messwert in diesem Bereich angezeigt. Über das Setup-Menü kann auch ein automatischer Bereichsmodus eingestellt werden. In dieser Betriebsart wird der Messbereich automatisch der aktuellen Messung angeglichen. Bitte beachten Sie, dass im Spitzenwertmessmodus keine automatische Bereichseinstellung möglich ist.

Überschreitet der Messwert die gewählte Bereichsgrenze, so wird im Display anstelle des Messwertes **-OL-** angezeigt.



2.5 Displayanzeige

Nachfolgend ist ein typisches Displaybeispiel dargestellt.

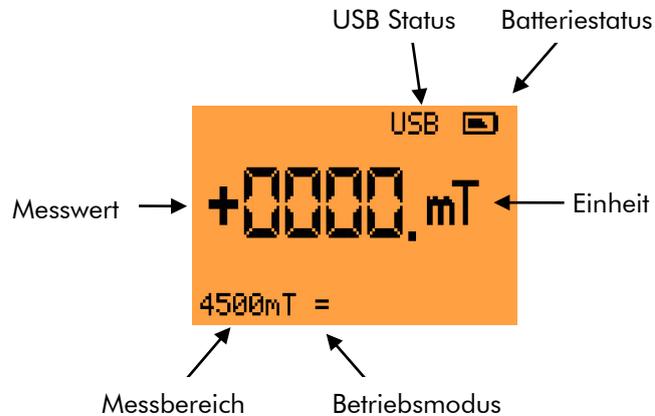


Abbildung 1 Display

2.6 Statusanzeige

Neben der Anzeige des aktuellen Messwertes werden im Display des Gaußmeters noch Statusinformationen, gegebenenfalls ein negativer oder positiver Spitzenwert sowie der Zustand der USB-Schnittstelle und der Batterieladezustand angezeigt.

3 Funktion des Gaußmeters

3.1 Der Hall-Effekt

3.1.1 Lineares Verhalten der Hall-Sonde

Die Messung beruht auf der Ablenkung von Ladungsträgern, die sich innerhalb eines Leiters in einem Magnetfeld bewegen. Daher ist die Grundlage der Messung einer magnetischen Flussdichte die Lorentzkraft. Legt man eine Spannung zwischen Anfang und Ende eines flachen elektrischen Leiters, so bewegen sich die Ladungsträger mit einer Geschwindigkeit $\vec{v}_{Drift} = \mu_n \cdot \vec{E}_e$, wobei μ_n die Ladungsträgerbeweglichkeit in dem Leiter darstellt. Die Ladungsträger sind wegen ihrer hohen Beweglichkeit immer Elektronen. 90° verschoben zur Stromrichtung kann eine Spannung abgegriffen werden, die idealerweise proportional zur magnetischen Flussdichte ist. Es ist nur der Teil der Flussdichte wirksam, der senkrecht durch die flache Seite des Leiters geht.

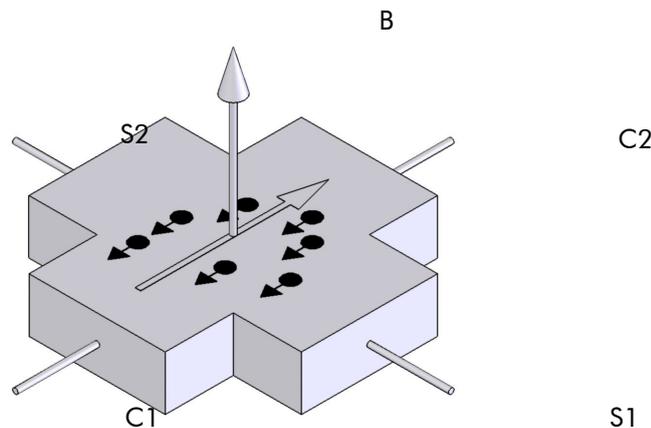


Abbildung 2 Prinzipieller Aufbau einer Hall-Sonde

Entnimmt man den Elektroden S1 und S2 keinen Strom, sondern misst nur die Spannung, so ist:

$$n_e \cdot e \cdot \frac{U_{Hall}}{w} = \frac{I}{w \cdot t} \cdot B$$

$$\text{Es folgt: } U_{Hall} = \frac{I}{n_e \cdot e} \cdot \frac{1}{t} \cdot B$$

Hierbei ist

n_e	Ladungsträger
e	Elementarladung des Elektrons ($1,6022 \times 10^{-19}$ As)
w	Breite des Pfades über den sich die Elektronen bewegen
t	effektive Stärke des Hall-Elements
B	Flussdichte in [Tesla]

Dies stellt den idealisierten Hall-Effekt dar.

In der Realität weichen die Resultate von diesem idealisierten Effekt ab.

Da der Strom linear in das Messergebnis eingeht, ist

$$R_{Hall} = \frac{1}{n_e \cdot e \cdot t} \cdot B = S_0 \cdot B$$

3.1.2 Nichtlineares Verhalten der Hall-Sonde

Im Gegensatz zur idealisierten Beschreibung findet man ein unlineares Verhalten:

$$R_{Hall} = S_0 \cdot B \cdot (1 + \alpha_{HALL} \cdot B^2) + R_{offset}$$

Für die verwendeten Hall-Sensoren ist die reale Beschreibung bei Flussdichten bis zu etwa 5000mT zutreffend.

3.1.2.1 Ursachen für das Auftreten von R_{offset}

Die größte Abweichung vom idealisierten Hall-Effekt ist das Auftreten einer Offset-Spannung ohne Magnetfeld. Dieser Effekt wird hauptsächlich durch geometrische Asymmetrien des Hall-Elementes hervorgerufen.

3.1.2.2 Ursachen für die Feldabhängigkeit der Sensitivität

Für die Flussdichteabhängigkeit der Empfindlichkeit gibt es mehrere Einflüsse:

Die Ladungsträgerbeweglichkeit ist flussdichteabhängig. Dieser Einfluss führt in der Regel zu einem negativem α_{Hall} und ist für die eingesetzten Hall-Sensoren ohne Belang.

Von größerer Bedeutung ist die Geometrie der verwendeten Hall-Sensoren. Die streifenförmige Struktur erzeugt eine geometriebedingte Feldabhängigkeit der Sensitivität.

Ursache dieses Effektes ist die nichthomogene Verteilung der Stromdichte in einer solchen Struktur.

Schon im feldfreien Fall ist die Stromverteilung auf dem Hall-Element komplex. Dies führt zu einer Absenkung von S_0 und hat Einfluss auf die Feldabhängigkeit der Sensitivität.

Eine aufwändige Echtzeitkorrektur des Handgaußmeters HGM09 gleicht die prinzipbedingten Unlinearitäten der verwendeten Hall-Sonden aus und gewährleistet einen sehr stabilen Nullpunkt.

3.1.2.3 Die Feldabhängigkeit des Querstromwiderstandes

Ursache für den Widerstand einer Hall-Sonde ist die komplexe Stromverteilung. Komponenten des Stroms, die - genau wie die Hall-Spannung - senkrecht zur Richtung der Stromeinspeisung stehen, führen zu einem abgelenkten Hall-Effekt. Dieser macht sich für die Stromquelle als flussdichtemodulierter Widerstand bemerkbar.

Für die Messung bei schnellen Magnetpulsen muss das Gerät eine genügend hohe Dynamik haben, um diesen Effekt ausgleichen zu können. Das Handgaußmeter HGM09 ist für diesen Betriebsfall optimiert.

3.1.2.4 Temperaturabhängigkeit der Sensitivität

Wegen der großen Bandlücke der verwendeten Hall-Sensoren ist die Temperaturabhängigkeit der Sensitivität der Sonde gering, sie beträgt etwa $-0,06\%/^{\circ}\text{C}$.

3.1.2.5 Temperaturabhängigkeit des Querstromwiderstandes

Die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes für den Querstrom liegt bei etwa $0,3\%/^{\circ}\text{C}$ und wird automatisch vom Gerät ausgeglichen.

3.2 Hinweise zur Messung

Die verwendeten Hall-Sensoren enthalten eine sehr kleine, aktive Halbleiterfläche in der Größenordnung von $100\mu\text{m}$. Die örtliche Auflösung dieser Messmethode ist also recht hoch. Weiter ist zu beachten, dass Einzel-Hall-Sensoren nur eine Feldkomponente messen.

3.2.1 Beispiel-Messung an einem NdFeB-Magneten

Aufgrund der hohen örtlichen Auflösung kann die oberflächennahe Messung an Magneten aufgrund der großen Feldstärkegradienten zu Fehlinterpretationen führen.

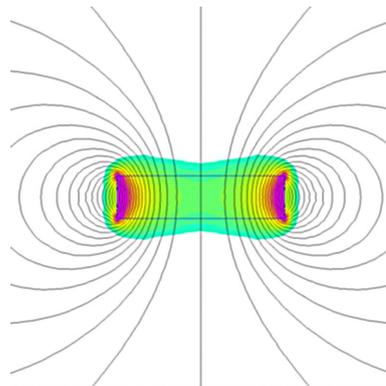


Abbildung 3 Feldlinienverlauf an NdFeB-Scheibenmagnet

In Abbildung 3 ist ein NdFeB-Magnet mit einer Materialremanenz von 1400mT dargestellt. Die Magnetscheibe ist in dem Beispiel 5mm dick bei einem Durchmesser von 20mm . Der Magnet soll in 1mm Abstand von der Oberfläche vermessen werden.

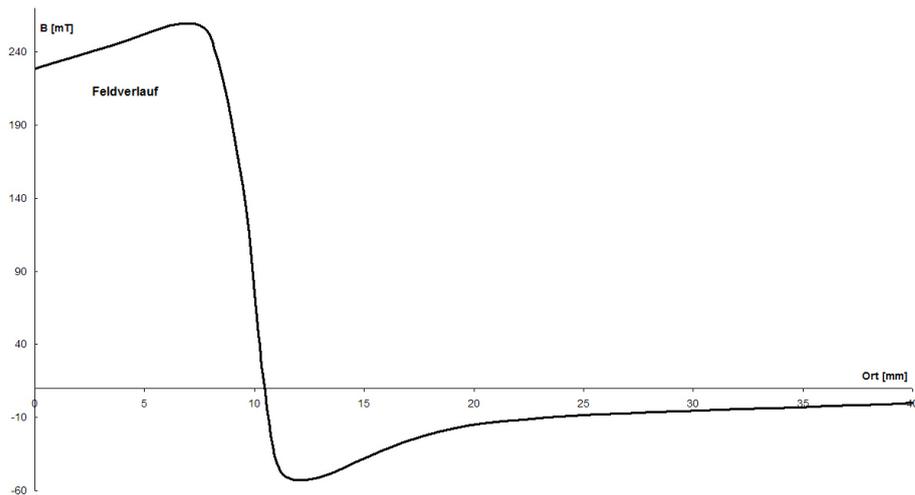


Abbildung 4 Feldstärkeverlauf an NdFeB-Scheibenmagnet

Das Diagramm in Abbildung 4 stellt die Messung mit einer Hall-Sonde dar, die mit der Messfläche parallel in 1 mm Abstand über die Oberfläche des Magneten geführt wird.

In der Mitte des Magneten tritt ein Minimum der Flussdichte auf. Hier werden etwa 230mT gemessen. Durch die sich örtlich ändernden Arbeitspunkte auf dem Radius des Magneten nimmt die Flussdichte nach außen hin zu. Im Zentrum trägt der Magnet in Luft die höchste magnetische Last und liefert daher die geringste Flussdichte.

3.2.2 Remanenz und Hall-Gaußmetermessung

Die Remanenz B_r ist ein Maß für die ausgerichteten magnetischen Dipole im Innern des Magneten. B_r ist die theoretisch maximale Flussdichte, die erreicht werden kann, wenn der Magnet im magnetischen Leerlauf ist. Arbeitet er gegen einen magnetischen Widerstand, gilt immer $B < B_r$.

An der Oberfläche eines einzelnen Magneten gilt verschärfend $B < B_r / 2$.

Welchen Wert man in der Polmitte konkret misst, hängt von der Geometrie des Magneten ab.

Da sowohl B_r als auch B in der Einheit Tesla gemessen werden, wird das außen messbare Magnetfeld häufig mit der Remanenz verwechselt.

Es ist zu beachten, dass **ein Magnet** ohne magnetischen Rückschluss auf der Oberfläche lediglich **einen Wert deutlich unter der Remanenz zeigt**. Mit einem Gaußmeter kann aufgrund der lokalen und geometrieabhängigen Messung die Remanenz des Werkstückes nicht verlässlich überprüft werden.

3.2.3 Genauigkeit aufgrund Positionierung und Richtung

Da der Messwert ortsabhängig ist, ist eine genaue und wiederholbare Messung davon abhängig, dass die Sonde bei der Messung hinreichend genau positioniert wird.

Am unkritischsten ist die Messung auf der Polmitte des Magneten. Bei Verschiebung der Sonde auf der Polfläche des Magneten verändert sich zunächst der Messwert kaum. Bei Veränderung des Abstandes hingegen variiert der Messwert merklich.

Je kleiner der zu vermessende Magnet ist, desto stärker verändern schon kleine Fehlpositionierungen den Messwert. Für qualitätsrelevante Untersuchungen ist unbedingt die Positioniergenauigkeit sicher zu stellen.

Da eine Hall-Sonde nur einen Feldstärkevektor erfasst, ist die korrekte Ausrichtung relativ zum Magneten wichtig.

Besondere Sorgfalt ist bei der Messung am Nulldurchgang an Polübergängen aufzuwenden. Durch geringes Verkippen der Sonde werden zusätzliche laterale Feldanteile gemessen, welche scheinbar den Nulldurchgang verschieben.

In der normalen Anwendung wird in der Regel ein maximaler Flussdichtewert an einem gegebenen Ort ermittelt. Die Messsonde wird positioniert und in Lage und Richtung variiert, bis das Maximum gefunden ist. Das Gerät unterstützt diese Messung mit der Spitzenwert Speicherung.

3.2.4 Externe statische Magnetfelder

Besonders in den empfindlichen Messbereichen kann sich ein externes statisches Magnetfeld, wie z. B. das Erdfeld, schon deutlich bemerkbar machen. Diese Fremdfelder führen zu einer Verfälschung des Messergebnisses.

Um externe magnetische Störfelder zu kompensieren oder um Asymmetrien der Hallsonde auszugleichen, kann das Gerät genullt werden.

Halten Sie für diesen Zweck die Messsonde in einen feldfreien Raum, z. B. eine Nullgaußkammer, oder orientieren Sie die Messsonde im Freifeld in Ost-West-Richtung und drücken Sie die **NULL**-Taste für ca. drei Sekunden. Das Gerät führt anschließend automatisch einen Nullabgleich durch.

Die Werte werden gespeichert, so dass dieser Abgleich nur selten ausgeführt werden muss.

Wenn bei der automatischen Kompensation ein zu hohes Magnetfeld anliegt, wird die Korrektur mit einer Fehlermeldung abgebrochen.

4 Bedienelemente und Anschlüsse

4.1 Frontseite im Überblick



- | | | |
|---|---------------------|-----------------|
| 1 | Display | |
| 2 | RANGE -Taste | Bereichsauswahl |
| 3 | NULL -Taste | Rücksetzen |
| 4 | DATA -Taste | Datenerfassen |
| 5 | IO -Taste | Ein/Ausschalten |

4.2 Anschlussseite im Überblick

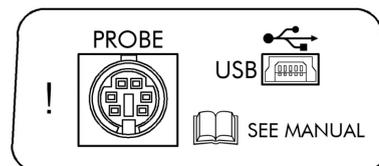


Abbildung 5 Anschluss-Seite

- | | | |
|---|-------|-------------------------------------|
| 1 | PROBE | Anschlussbuchse für die Sonde |
| 2 | USB | Anschluss für Rechner oder Netzteil |

4.3 Netzanschluss

Das Gaußmeter kann mit dem mitgelieferten Netzteil betrieben werden. Das Netzteil wird über die USB-Buchse (Typ Mini-B) auf der Oberseite des Gerätes angeschlossen. Das Netzteil ist für eine Netzspannung von 100 bis 240V Wechselstrom 50-60 Hertz bei einer Stromaufnahme von max. 300mA ausgelegt. Verwenden Sie das Netzteil nur, wenn sowohl das Gerät selbst als auch das Anschlusskabel offensichtlich keine Beschädigungen aufweisen.

4.4 Batterien

Das Gerät ist für den Betrieb mit aufladbaren Batterien vom Typ NiMH 2450mAh AA PK4 ausgelegt. Alternativ können die Geräte auch mit handelsüblichen NiMH-Batterien gleicher Spannung und ähnlicher Kapazität betrieben werden. Bitte verwenden Sie bei einem erforderlichen Austausch nur den identischen Batterietyp. Tauschen Sie stets beide Batterien gleichzeitig aus.

Zum Ein- oder Ausbauen trennen Sie das Gerät von der Messsonde und entfernen Sie die Kabel aus der USB-Buchse. Schalten Sie das Gerät aus. Entfernen Sie die Schutzummantelung und schieben Sie das Batteriefach auf der Unterseite des Gerätes vorsichtig auf. Achten Sie beim Tausch der Batterien auf die richtige Einbaulage. Vertauschen Sie nicht die + und – Anschlüsse. Alte Batterien dürfen in der Regel nicht im normalen Hausmüll entsorgt werden. Schonen Sie die Umwelt und beachten Sie Ihre nationalen Vorschriften zur Entsorgung der alten Batterien.

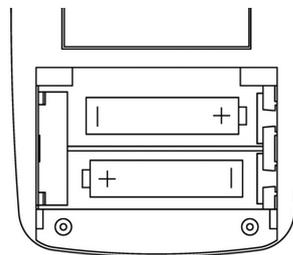


Abbildung 6 Batteriefach

Die normale Betriebsdauer mit vollgeladenen Batterien beträgt ca. 10 Stunden. Diese Zeit kann durch eine dunklere Hintergrundbeleuchtung verlängert werden. Die Beleuchtungsstärke wird im Parametermenü eingestellt. Ebenfalls kann die automatische Abschaltung aktiviert werden. Das Gerät schaltet sich dann nach 2 oder 5 min selbsttätig ab, wenn keine Taste betätigt wurde und sich der Messwert nicht signifikant ändert.

4.4.1 Laden der Batterien

Die Batterie wird beim Betrieb über das Netzteil oder beim Anschluss an einen PC aufgeladen. Im Display wird am oberen rechten Rand der Ladezustand der Batterien angezeigt.

Beachten Sie, dass die Batterien nur dann geladen werden, wenn das Gerät eingeschaltet ist oder nach dem Ausschalten noch am Netzteil bzw. PC verbleibt. Das Laden ist durch die laufende Batterieanzeige am oberen rechten Rand des Displays zu erkennen.

Hinweis 	Das Gerät wird nicht automatisch aufgeladen, wenn Sie es über das Netzteil mit Spannung versorgen und nicht einschalten.
--	--

Sie können das Laden auch verhindern, indem Sie im Ladezustand die **IO**-Taste erneut drücken und das Gerät damit endgültig abschalten.

Im Setup-Menü kann das Laden der Batterien manuell abgeschaltet werden. Dies ist möglicherweise notwendig, wenn Ihr PC nicht den benötigten Ladestrom zur Verfügung stellen kann. Eventuell kann bei einem derartigen Problem das Zwischenschalten eines aktiven USB-Hubs helfen. Beachten Sie, dass dieser USB-Hub über ein eigenes Netzteil verfügen muss.

4.5 Sondenanschluss

Die magnetische Messsonde wird an dem Sondenanschluss (DIN Mini-DIN-Buchse) auf der Oberseite des Gerätes eingesteckt.

Hinweis 	Verwenden Sie nur Messsonden, die für den Betrieb an diesem Gerät vom Hersteller zugelassen sind.
--	---

Hinweis 	Die Anschlüsse der Sonden dürfen nicht mit einem elektrischen Potential, dem Schutzleiter oder dem Steckergehäuse verbunden werden. Wenn Sie in der Nähe spannungsführender Teile messen, achten Sie auf ausreichenden Abstand und eine genügend gute Isolation.
--	--

4.6 USB-Schnittstelle

Die Übertragung der Messwerte und die gesamte Steuerung des Gaußmeters sind über die standardmäßig eingebaute USB-Schnittstelle möglich.

Die Schnittstelle entspricht der USB (Universal Serial Bus) 2.0 Spezifikation. Die Schnittstelle ist nicht isoliert. Beachten Sie, dass die Abschirmung der Messsonden (z.B. der metallische Griff) unter Umständen über diese USB-Schnittstelle mit dem Schutzleiter Ihres PCs verbunden ist.

Das Gerät unterstützt zwei USB-Geräteklassen. Zum einen die Klasse HID. In diesem Modus können Daten direkt in beliebige Programme eingegeben werden. Das Gaußmeter verhält sich ähnlich einer Tastatur am PC.

Zum anderen kann das Gerät in der USB-Geräteklasse CDC betrieben werden und emuliert dabei auf dem PC oder sonstigem Rechner eine virtuelle serielle Schnittstelle. Anders als beim HID-Modus ist hier allerdings die Installation eines Treibers auf dem Rechner notwendig.

Über die virtuelle serielle Schnittstelle können mittels SCPI-Befehl alle Funktionen und Parameter des Gerätes eingestellt werden und die Messwerte automatisiert ausgelesen werden.

5 Bedienung

5.1 Tastatur

Die benötigten Funktionen werden über insgesamt vier Tasten angewählt bzw. ausgelöst. Die Beschriftung der Taste entspricht aber der gewünschten Funktion, z. B. **RANGE** wechselt den Bereich des Messwertes.

Komplexere Parametereinstellungen erfolgen durch Menüfunktionen im Setup-Menü.

Die Tastenfunktionen im Einzelnen:

	<p>Mit dieser Taste verändern Sie den Messbereich, die Messeinheit und den Messmodus. (Gleich- oder Wechselfelder). Die genaue Funktion dieser Taste hängt von den Einstellungen im Setup-Menü ab. Weitere Erklärungen siehe dort.</p>
	<p>Durch die Taste NULL wird der angezeigte Spitzenwert im Spitzenwertmessmodus zu Null gesetzt.</p> <p>Wenn Sie die Taste ca. drei Sekunden lang drücken, werden die magnetischen Offset-Werte kompensiert.</p>
	<p>In der USB-Betriebsart HID (Keyboard) werden die aktuellen Messwerte zum angeschlossenen Rechner übertragen und können in beliebige Programme eingetragen werden.</p> <p>In den anderen Betriebsarten hat diese Taste keine Funktion. In der USB-Betriebsart CDC (virtuelle Schnittstelle) kann die Betätigung dieser Taste über einen SCPI-Befehl ausgelesen werden.</p>
	<p>Zum Ein- oder Ausschalten drücken Sie die Taste ca. zwei Sekunden lang.</p> <p>Wenn Sie die Taste beim Einschalten länger gedrückt halten, wird das Setup-Menü aufgerufen.</p>

5.2 Display

Nachfolgend ist ein typisches Displaybeispiel dargestellt.

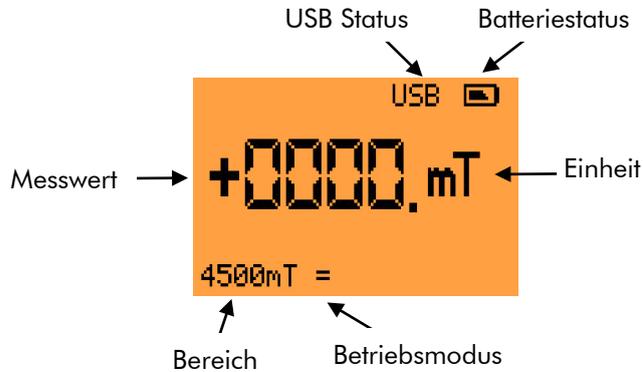


Abbildung 7 Display

5.3 Statusanzeige

Neben dem Messwert werden auf dem Display verschiedene Statusanzeigen dargestellt.

Im oberen rechten Bereich wird der Ladezustand der Batterie dargestellt.		Batterie voll geladen
		Restkapazität ca. 75%
		Restkapazität ca. 50%
		Restkapazität ca. 25%
		Batterie ist fast leer. Umgehende Ladung ist erforderlich.
		Batteriestatus wird ermittelt
		Batterie ist defekt bzw. nicht eingelegt
		Batterie lädt

Schnittstelle	USB	Das Gerät ist über eine virtuelle Schnittstelle mit dem Rechner verbunden.
	KEYB	Das Gerät ist als Tastatursimulation mit dem Rechner verbunden. Das Gaußmeter wirkt in diesem Modus wie eine Tastatur. Betätigung der DATA -Taste bewirkt die Übernahme der aktuellen Messwerte im angewählten Programm.
	ERR	Ein geräteinterner Fehler ist aufgetreten. Detaillierte Fehlerhinweise werden bei Verlassen des Setup-Menüs dargestellt.
Messbereich	4500mT =	Im unteren linken Bereich des Displays wird der momentan gewählte Messbereich angezeigt mit der aktuell angewählten Einheit.
Betriebsmodus	=	Das Gleichheitszeichen rechts neben dem Bereich steht für Gleichfeldmessung.
	w	Das Wechselzeichen rechts neben dem Bereich steht für Wechselfeldmessungen.
	PEAK	Die Meldung <i>Peak</i> im unteren Teil zeigt die Betriebsart Fast-Peak-Erfassung, also die schnelle Erfassung der Maximalwerte von Gleichfeldern, an.

Die Anzeige *Peak* mit zwei Messwerten in der vorletzten Zeile zeigt die beiden ermittelten maximalen und minimalen Messwerte bei der langsamen Spitzenwerterfassung an.

Der aktuelle Messwert beträgt 109.5mT.
Der kleinste Spitzenwert lag bei -112.2mT;
der größte Spitzenwert bei +109,5mT.

The image shows a digital display with an orange background. The top line displays a plus sign followed by the number 109.5 and the unit mT. The bottom line displays the word 'PEAK' followed by two numbers: -112.2 and +109.5.

5.4 Ein-/Ausschalten



Das Gerät wird mit der rechten unteren **IO**-Taste ein- bzw. ausgeschaltet. Die Taste muss jeweils für ca. eine Sekunde gedrückt werden. Dadurch wird ein versehentliches Ein- und Ausschalten verhindert.

Wenn die Batterien beim Ausschalten des Gerätes noch nicht vollgeladen sind, wird die Ladung auch nach dem Abschalten fortgesetzt. Dies sieht man in der oberen rechten Batterieanzeige. Ein nochmaliges Betätigen der Ein- und Austaste schaltet das Gerät dann endgültig ab.

Bei aktivierter automatischer Abschaltung wird das Gerät bei Inaktivität nach 2 bzw. 5 Minuten abgeschaltet.

5.5 Null



Während der Spitzenwertmessung werden die gespeicherten minimalen und maximalen Werte durch kurzes Drücken der Taste **NULL** zurückgesetzt.

Um magnetische Fremdfelder zu kompensieren, wird die Taste **NULL** für ca. drei Sekunden gedrückt gehalten. Das Gerät führt daraufhin einen automatischen Nullabgleich aus. Während des Nullabgleiches wird der Text NULL SET angezeigt. Der Nullabgleich dauert etwa vier Sekunden. Um schwerwiegende Fehler zu verhindern, wird der Ablauf mit der Fehlermeldung OVERFLOW unterbrochen, wenn das anliegende Fremdfeld größer als zehn Prozent des jeweiligen Messbereiches ist.

Hinweis



Führen Sie die Nullkompensation nur im möglichst feldfreien Raum aus.

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:PEAK:NULL

Rücksetzen Spitzenwerte

:NULL

Nullkompensation durchführen

5.6 Messbereich



Das Gaußmeter besitzt vier Messbereiche. Der Bereichsendwert wird am unteren linken Rand des Displays angezeigt. Die Bereichsendwerte sind abhängig von den Bereichen selbst und von der angewählten Maßeinheit. Die Bereiche können manuell oder automatisch umgeschaltet werden. Bei der manuellen Umschaltung wird der Messbereich durch mehrfaches Betätigen der **RANGE**-Taste ausgewählt. Der automatische Bereichswahlmodus wird über das Setup-Menü eingestellt, dort mit dem Parameter *Range off manually*.

Bei aktivierter automatischer Bereichsauswahl wird in einen unempfindlichen Bereich geschaltet, wenn der Messwert 90 Prozent des aktuellen Messbereiches überschritten hat. Ein empfindlicher Bereich wird gewählt, wenn der Messwert zehn Prozent des aktuellen Messbereiches unterschreitet.

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:RANG:SET {0|1|2|3} Manuelles Einstellen; 0 = Empfindlichster Bereich
:RANG:AUTO Automatische Einstellung

5.6.1 Übersicht Messbereiche

Einheit	Bereich	Gleichfeldmessung		Wechselfeldmessung		Schnelle Impulsmessung	
		Bereichsende	Auflösung	Bereichsende	Auflösung	Bereichsende	Auflösung
Tesla T	1	10 mT	1 μ T	10 mT	10 μ T	10 mT	10 μ T
	2	100 mT	10 μ T	100 mT	100 μ T	100 mT	100 μ T
	3	1000 mT	100 μ T	1000 mT	1 mT	1000 mT	1 mT
	4	4500 mT	1 mT	3000 mT	10 mT	4500 mT	10 mT
Ampere/m A/m	1	10 kA/m	1 A/m	10 kA/m	10 A/m	10 kA/m	10 A/m
	2	100 kA/m	10 A/m	100 kA/m	100 A/m	100 kA/m	100 A/m
	3	1000 kA/m	100 A/m	1000 kA/m	1 kA/m	1000 kA/m	1 kA/m
	4	3800 kA/m	1 kA/m	2500 kA/m	10 kA/m	3800 kA/m	10 kA/m
Gauß G	1	100 G	10 mG	100 G	100 mG	100 G	100 mG
	2	1000 G	100 mG	1000 G	1 G	1000 G	1 G
	3	10 kG	1 G	10 kG	10 G	10 kG	10 G
	4	45 kG	10 G	30 kG	100 G	45 kG	100 G
Oersted Oe	1	100 Oe	10 mOe	100 Oe	100 mOe	100 Oe	100 mOe
	2	1000 Oe	100 mOe	1000 Oe	1 Oe	1000 Oe	1 Oe
	3	10 kOe	1 Oe	10 kOe	10 Oe	10 kOe	10 Oe
	4	45 kOe	10 Oe	30 kOe	100 Oe	45 kOe	100 Oe

5.7 Maßeinheit



Die gewünschte Maßeinheit wird mit der Taste **RANGE** ausgewählt. Die Funktion der Taste **RANGE** ist in diesem Falle abhängig von der Einstellung des Setup-Menüs unter Punkt *Units*.

Die Messung wird entweder in der Maßeinheit Tesla, Gauß, kA/m oder in Oersted durchgeführt. Die ausgewählte Maßeinheit wird im Display angezeigt. Entsprechend der gewählten Maßeinheit ändert sich der jeweilige Bereichsendwert. Dieser wird im linken unteren Anzeigebereich des Displays dargestellt.

Siehe auch Übersicht Messbereiche.

Betrieb über die externe Schnittstelle:
:UNIT {TESL|APM|GAUS|OE}

5.8 Gleichfeld-/Wechselfeldmessungen

Mit dem Gaußmeter können sowohl Gleichfeldmessungen (typisch an Permanentmagneten) als auch Wechselfeldmessungen (typisch an Transformatoren und ähnlichen Bauteilen) durchgeführt werden. Daneben können schnelle Einzelimpulse erfasst werden.



Die Auswahl des Messmodus erfolgt über die Taste **RANGE** oder über den entsprechenden Eintrag im Setup-Menü.

Betrieb über die externe Schnittstelle:
:MODE {DC|AC}

5.8.1 Gleichfeldmessungen

Bei der Messung von Gleichfeldern werden die aufgenommenen Messwerte über ein Zeitintervall von 100 Millisekunden integriert. Dadurch werden Einflüsse von Wechselmagnetfeldern unterdrückt. Dies gilt insbesondere für Einstreuungen aus dem Wechselstromnetz mit Netzfrequenz von 50 oder 60 Hertz.

Die Messwerte werden mit Vorzeichen ausgegeben.



Alternativ kann auch die Polarität des Magnetfeldes auf (Nord/Süd) angezeigt werden. Dies wird durch Wahl im Setup-Menü-Punkt Pole display ausgewählt.



Betrieb über die externe Schnittstelle:

:MODE DC

5.8.1.1 Gleichfeldmessung-Kenndaten

Feldstärke	Genauigkeit (1 σ)
$\leq 1,5$ T	$\pm 0,5$ %
$> 1,5$ T	$\pm 1,0$ %

5.8.2 Wechselfeldmessungen

Im Betriebsmodus Wechselfeldmessung wird aus den ermittelten Wechselfeldanteilen der Effektiv-Wert (RMS) berechnet. Gleichfeldanteile werden bei dieser Art der Messung automatisch unterdrückt.



<p>Hinweis</p>	<p>Beachten Sie, dass überlagerte Gleichfeldanteile nicht so hoch sein dürfen, dass der Messbereich überschritten wird. Ein geringes Wechselfeld kann zusammen mit einem Gleichfeld zu einem Overflow der Anzeige führen.</p>
----------------	--

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:MODE AC

Die Genauigkeit der Wechselfeldmessung ist abhängig von der Frequenz und der Kurvenform des Wechselfeldes.

5.8.2.1 Wechselfeldmessung-Kenndaten

Grenzdaten bei sinusförmigem Signal

Frequenz	B_{eff}	Genauigkeit (1σ)
≤ 2 kHz	≤ 1 T	$\leq \pm 1,0$ %
≤ 5 kHz	≤ 2 T	$\leq \pm 2,0$ %

Der Fehler der Wechselfeldmessung setzt sich aus dem Fehler der Gleichfeldmessung und dem Fehler aus Frequenz- und Formfaktoren zusammen.

Fehler Gleichfeldmessung (1σ)

$B \leq 1,5$ T	$\leq \pm 0,5$ %
$B \geq 1,5$ T	$\leq \pm 1,0$ %

Frequenzgangfaktor (sinusförmiger Feldverlauf)

Frequenz	Faktor
2 kHz	1,00
5 kHz	0,98
7 kHz	0,95
10 kHz	0,90

Formfaktor (sinusförmiger Feldverlauf)

Feldstärke B_{eff}	Faktor
700 mT	1,00
1000 mT	1,01
1500 mT	1,02
2000 mT	1,03

Frequenzgangfaktor wie Formfaktor werden abhängig von den jeweiligen Messparametern mit der Grundgenauigkeit multipliziert und zur Grundgenauigkeit hinzugefügt.

Beispiel:

Messung von $B_{\text{eff}} = 1000$ mT bei einer Frequenz von 5 kHz.

Die Grundgenauigkeit beträgt 0,5%. Der Frequenzgangfaktor beträgt 0,9. Der Formfaktor beträgt 1,02;

Der Fehler aus den Faktoren ist $0,95 * 1,02 = 0,97 = -3\%$

Bei der Messung ist mit einem Gesamtfehler von $-3\% \pm 0,5\%$ zu rechnen.

5.9 Spitzenwertmessung

Das Gerät verfügt über zwei verschiedene Betriebsarten zur Messung von Spitzenwerten. Beide unterscheiden sich in der Geschwindigkeit, in der Auswertung und in der Auflösung.

5.9.1 Normale Spitzenwerterfassung

Bei der normalen Spitzenwerterfassung von Minimal- und Maximalwerten wird laufend der angezeigte Messwert analysiert und daraus der kleinste bzw. größte Wert ermittelt.

In dieser Betriebsart werden ca. zehn Messungen pro Sekunde bei voller Auflösung durchgeführt. Damit ist eine genaue Erfassung von sich langsam ändernden Feldgrößen möglich. Typische Anwendung ist die Bestimmung eines maximalen Feldstärkewertes an einem Permanentmagneten durch manuelle Positionierung der Messsonde an der Oberfläche.



Die Rücksetzung des Wertes erfolgt über die Taste **NULL**

Die automatische Bereichswahl kann in dieser Betriebsart nicht genutzt werden.

Die Genauigkeit entspricht der Gleichfeldmessung.

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:PEAK:MODE SLOW

5.9.2 Schnelle Spitzenwerterfassung

Die schnelle Erfassung der Maximalwerte von Gleichfeldern wird bei kurzen Magnetimpulsen, wie sie z.B. in Magnetisieranlagen entstehen, benötigt.

In dieser Betriebsart werden Spitzenwerte des Magnetfeldes ab einer Dauer von ca. 10 μ s erfasst. In der Anzeige wird der jeweils betragsmäßig größte Wert dargestellt.



Die Rücksetzung des Wertes erfolgt über die Taste **NULL**.

Die automatische Bereichswahl kann in dieser Betriebsart nicht genutzt werden.

<p>Hinweis</p> 	<p>Bitte beachten Sie, dass in empfindlichen Messbereichen magnetische Wechselfelder, z. B. von Transformatoren oder elektrischen Leitungen, zu einem Messwert führen können. Diese Werte würden Sie im Normalbetrieb in der Regel nicht bemerken, da hier Störungen mit der Netzfrequenz von 50 oder 60 Hertz ausgefiltert werden.</p>
--	---

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:PEAK:MODE FAST

5.9.2.1 Schnelle Spitzenwertmessung-Kennndaten

Grenzdaten bei der schnellen Spitzenwertmessung

Bereich	$\leq \pm 1,0 \%$	$\leq \pm 2,0 \%$
10 mT	$\leq 70 \text{ Hz}$	$\leq 100 \text{ Hz}$
100 mT	$\leq 100 \text{ Hz}$	$\leq 150 \text{ Hz}$
1 T	$\leq 300 \text{ Hz}$	$\leq 500 \text{ Hz}$
4,5 T	$\leq 500 \text{ Hz (B < 1,5T)}$	$\leq 700 \text{ Hz}$

Der Fehler der schnellen Spitzenwertmessung setzt sich aus dem Fehler der Gleichfeldmessung und einem messbereichsabhängigen Frequenzfaktor zusammen.

Fehler Gleichfeldmessung (1σ)

$B \leq 1,5 \text{ T}$	$\leq \pm 0,5 \%$
$B \geq 1,5 \text{ T}$	$\leq \pm 1,0 \%$

Bereichsabhängiger Frequenzgangfaktor (sinusförmiger Feldverlauf)

Messbereich	4500 mT	1000 mT	100 mT	10 mT
Frequenz	1,00	1,00	1,00	1,00
50 Hz	1,00	1,00	1,00	0,99
70 Hz	1,00	1,00	0,99	0,98
100 Hz	1,00	1,00	0,98	0,93
200 Hz	1,00	1,00	---	---
500 Hz	0,99	0,99	---	---
700 Hz	0,99	0,98	---	---
1000 Hz	0,98	0,98	---	---
2000 Hz	0,92	---	---	---

Der bereichsabhängige Frequenzgangfaktor wird abhängig von den jeweiligen Signalfrequenzen mit der Grundgenauigkeit multipliziert und zur Grundgenauigkeit hinzugefügt.

Beispiel:

Messung im Bereich 1000 mT bei einer Frequenz von 1 kHz.

Die Grundgenauigkeit beträgt 0,5%. Der Frequenzgangfaktor beträgt 0,98 = -2%.

Bei der Messung ist mit einem Gesamtfehler von $-2\% \pm 0,5\%$ zu rechnen.

5.10 Sondendaten

Für eine korrekte Messung müssen dem Gaußmeter stets die jeweils erforderlichen Sondendaten bekannt sein. Die angeschlossenen Sonden enthalten einen Parameterspeicher, in dem die jeweiligen Sondenparameter nebst Seriennummer und Bezeichnung abgelegt sind. Nach Wechsel der Sonde oder Einschalten des Gerätes werden diese Daten automatisch übernommen.

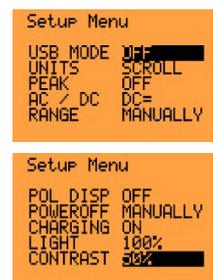
6 Einstellmenü (Setup)

Über das Einstellmenü können die Geräteeinstellungen verändert und damit das Gerät optimal an die Messaufgabe angepasst werden. Durch Halten der **IO**-Taste nach dem Einschalten erscheint das Einstellmenü auf dem Display.



Im Betrieb kann das Einstellmenü auch aktiviert werden, indem die **RANGE**-Taste für circa drei Sekunden betätigt wird.

Im Setup-Menü wird der jeweils angewählte Menüpunkt invers dargestellt. Durch die Tasten **NULL** (↓) und **RANGE** (↑) kann der einzelne Menüpunkt ausgewählt werden. Beim Erreichen der untersten oder obersten Zeile werden die Menüeintragungen jeweils nach unten oder oben verschoben.



Ein einzelner ausgewählter Menüpunkt kann durch Betätigung der Taste **DATA** (↵) geändert werden. Die einzelnen Möglichkeiten werden nacheinander angezeigt. Das Setup-Menü wird durch Betätigung der **IO**-Taste (SETUP) verlassen.

6.1 Einstellungen

Die folgenden Einstellmöglichkeiten können individuell angepasst werden um das Gerät optimal für den jeweiligen Anwendungsfall nutzen zu können:

6.1.1 Betriebsmodus der USB-Schnittstelle



OFF	Ausgeschaltet	Die Datenverbindung wird abgeschaltet. Das Gerät kann aber noch über die USB-Steckverbindung mit Spannung versorgt werden.
COMPUTER	HMI-Schnittstelle	Diese Schnittstelle ist für den internen Service bei MAGSYS reserviert.
KEYBOARD	Tastaturemulation	Das Gerät verhält sich ähnlich einer Tastatur am angeschlossenen Rechner. Die Daten werden nach Betätigung der DATA Taste übertragen.

SERIAL	Virtuelle Serielle Verbindung	Die Schnittstelle wird aktiviert und der Rechner kann über das SCPI Protokoll das Gerät bedienen und Messwerte auslesen. Reihenfolge der Steuerzeichen ist <LR><CR>.
---------------	-------------------------------	--

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:PAR:USB {OFF|KEYB|COMP|SERL}

6.1.2 Auswahl der Anzeigeeinheiten



GAUSS	Anzeigeeinheit Gauß	
KA/M	Anzeigeeinheit kA/m	
TESLA	Anzeigeeinheit Tesla	
OERSTED	Anzeigeeinheit Oersted	
SCROLL	Alle Einheiten können durch mehrfaches Betätigen der RANGE Taste gewählt werden	

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:PAR:UNIT {ALL|TESL|GAUS|OE|APM}

6.1.3 Betriebsmodus der Spitzenwert-Erfassung



OFF	Ausgeschaltet	Die Spitzenwert-Erfassung ist ab-geschaltet.
FAST	Schnelle Erfassung von Max-Werten	Der betragsmäßig größere Spitzenwert des Messwertes wird alle 20µms erfasst. Eine automatische Bereichsumschaltung ist nicht möglich. Nur bei Gleichfeld-Messungen.
SLOW	Langsame Erfassung von Min- und Max-Werten	Die Spitzenwerte des Messwertes werden alle 100ms erfasst und angezeigt. Eine automatische Bereichsumschaltung ist nicht möglich. Nur bei Gleichfeld-Messungen.

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:PAR:PEAK {OFF|SLOW|FAST}

6.1.4 Gleichfeld / Wechselfeld Messung



BOTH	Manuelle Wahl durch die RANGE Taste	
AC~	Wechselfeld Messungen	Messung des Wechselfeldes.
DC=	Gleichfeld Messungen	Messung des Gleichfeldes. Die Spitzenwertmessungen ist die nur bei Gleichfeldmessungen möglich.

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:PAR:ACDC {BOTH|DC|AC}

6.1.5 Bereichswahl

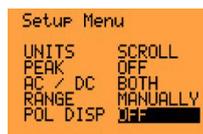


MANUALLY	Manuelle Bereichswahl durch die RANGE Taste	
AUTO	Automatische Bereichsumschaltung an den Bereichsgrenzen	Die Umschaltung erfolgt bei > 90% und < 10% des Messbereiches. Bei Spitzenwertmessungen ist die automatische Bereichsumschaltung nicht möglich.

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:PAR:RANG {MANU|AUTO}

6.1.6 Anzeige der Polarität (Nord/Süd)



OFF	Ausgeschaltet	Es wird nur das Vorzeichen angezeigt.
ON	Anzeige des Nord- / Südpols mit dem Vorzeichen des Messwertes	Die genaue Definition des Nord- und Südpols entnehmen Sie der Dokumentation der verwendeten Messsonde. Nur bei Gleichfeldmessungen.

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:PAR:POLD {OFF|ON}

6.1.7 Abschaltung des Gerätes



MANUALLY	Manuelle Ausschaltung durch IO Taste	
2 MIN	Automatische Abschaltung nach 2 Minuten ohne Aktivität	Das Gerät wird abgeschaltet wenn die Tasten nicht betätigt wurden und sich der Messwert nicht signifikant geändert hat.
5 MIN	Automatische Abschaltung nach 5 Minuten ohne Aktivität	

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:PAR:POFF {MANU | 2MIN | 5MIN}

6.1.8 Ladung der Batterien



ON	Batterien werden am Netzteil oder Rechner im Betrieb geladen.	Die Ladung erfolgt nur bei eingeschaltetem Gerät.
OFF	Batterien werden nicht geladen.	Die Ladung wird gesperrt.

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:PAR:CHAR {OFF | ON}

6.1.9 Helligkeit der Anzeigenbeleuchtung



25% . .100%	Einstellung der Helligkeit der Anzeigenbeleuchtung	Eine geringe Helligkeit führt zu einer längeren Batterielebensdauer.
OFF	Abschaltung der Anzeigenbeleuchtung	

Betrieb über die externe Schnittstelle:

:PAR:LIGH {100 | 75 | 50 | 25 | OFF}

6.1.10 Kontrasteinstellung der Anzeige

	<p>0%..100%</p>	<p>Einstellung des Kontrastes der Anzeige in 5%-Schritten.</p>	<p>Stellen Sie den Kontrast entsprechend Ihren Lichtverhältnissen ein.</p>
---	------------------------	--	--

Betrieb über die externe Schnittstelle:

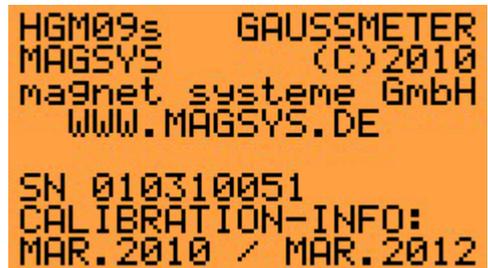
:PAR:CON <0..20>

6.1.11 Versionshinweise

Nach Verlassen des Setup-Menüs werden in zwei Anzeigeseiten Informationen über das Gerät ausgegeben. Wenn Sie die Anzeige länger betrachten wollen, halten Sie die **IO**-Taste jeweils fest.

Auf der ersten Seite wird angezeigt:

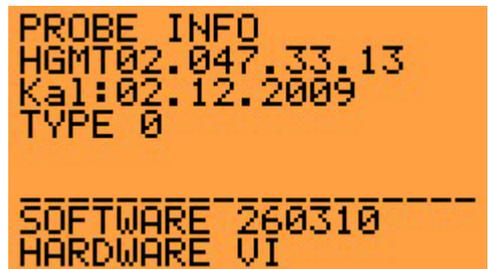
- Herstellerinformation
- Gerätebezeichnung
- eingebaute Option
- Seriennummer
- Kalibrierinformation



Bei der Kalibrierinformation wird das Datum der Kalibrierung und das empfohlene Datum der nächsten Nachkalibrierung ausgegeben.

Auf der zweiten Seite wird angezeigt:

- Informationen zur genutzten Messsonde
 - Typbezeichnung
 - Kalibrationsdatum



- Softwarestand des Gerätes
- Hardwarestand des Gerätes

Bei Vorliegen eines Gerätefehlers werden diese ggf. auf der dritten Seite näher erläutert.

7 Serielle Schnittstelle

7.1 Einführung

Über die eingebaute serielle Schnittstelle lassen sich alle Funktionen des Gaußmeters von einem Controller (z. B. einem Personalcomputer) steuern. Die Schnittstelle kann auf zwei grundsätzlich unterschiedliche Arten verwandt werden.

Zum einen kann das Gaußmeter Daten direkt in beliebige PC-Anwendungen schreiben. In diesem **Keyboard** genannten Modus verhält sich das Gaußmeter ähnlich einer am PC angeschlossenen Tastatur. Die Messdaten werden automatisch bei Betätigung der **DATA**-Taste übertragen. Eine besondere Installation von Treibern ist nicht erforderlich. Diese Betriebsart funktioniert sowohl an Windows[®] basierten Rechnern als auch an Linux[®] Betriebssystemen oder an Apple[®] Rechnern. Voraussetzung für den Rechner ist lediglich, dass USB 2.0 basierte Tastaturen angeschlossen werden können. Diese Betriebsart ist zum Beispiel geeignet, um Excel[®]-Tabellen einfach auszufüllen.

Wenn das Gaußmeter automatisch gesteuert und der angeschlossene Rechner aktiv den Datenaustausch vornehmen soll, ist eine Verbindung über eine virtuelle serielle Schnittstelle möglich. In dieser Betriebsart wird eine USB-konforme CDC Verbindung aufgebaut. Für ein Anwenderprogramm verhält sich das Gaußmeter wie eine zusätzliche serielle Schnittstelle. Allerdings muss in diesem Fall ein Treiber installiert werden. Für die gängigen Windows[®]-Betriebssysteme liegt der Treiber dem Gerät bei.

Die Datenübertragung an sich, also das Protokoll, ist in enger Anlehnung an die weit verbreitete Messgeräte-Programmiersprache SCPI definiert.

7.2 Anschluss des Gaußmeters an einen Rechner

7.2.1 Anschluss-Stecker

Der USB-Anschluss auf der Geräteoberseite des Gaußmeters ist eine Mini-B USB 2.0 Buchse.

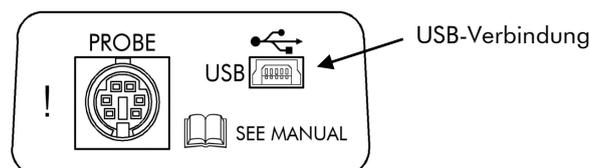


Abbildung 8 USB-Anschluss

Das Gaußmeter wird über das beigelegte USB Kabel am Computer angeschlossen.

[®] Markenzeichen des jeweiligen Markeninhabers

7.3 Direkter Betrieb am Rechner

Das Gaußmeter wird über die USB-Schnittstelle am Rechner angeschlossen. Die Geräteeinstellung USB MODE wird auf KEYBOARD gesetzt. In der Anzeige wird oben rechts KEYB angezeigt.

Die Installation eines betriebssystemabhängigen Treibers auf dem Rechner ist normalerweise nicht erforderlich. Das Betriebssystem muss lediglich die HID (Human Interface Device) Geräteklasse nach USB 2.0 unterstützen. Dies ist bei den gängigen Rechnern unter Windows[®], Linux[®] oder Mac OS[®] der Fall.

Nach Starten eines geeigneten Programms, z.B. Microsoft[®] Excel[®], können die Messdaten einfach durch Drücken der **DATA** Taste in die jeweiligen Datenfelder übernommen werden. Das Dezimaltrennzeichen wird abhängig von der Länderversion des Rechners automatisch gewählt.

Die übertragene Stellenanzahl entspricht der auf dem Geräte-Display angezeigten Anzahl. Bei der normalen Messung und der schnellen Spitzenwertmessung wird ein Messwert und ein Wagenrücklauf (carriage return) übertragen. Bei der langsamen Spitzenwertmessung werden der aktuelle Wert und die beiden Spitzenwerte getrennt durch das Tabulatorzeichen ausgegeben. Die drei Werte werden dann in der Regel nebeneinander platziert.

[®] Markenzeichen des jeweiligen Markeninhabers

7.3.1 Beispiel Normaler Messbetrieb in Excel^①

Die markierten Werte wurden vom Gaußmeter übertragen. Platzierung ab Zelle B3.

	A	B	C
1	Messung	Messwert	
2			
3	1	273,6	
4	2	273,6	
5	3	273,5	
6	4	273,5	
7	5	273,5	
8	6	273,5	
9	7	273,5	
10			
11			
12			

7.3.2 Beispiel Schneller Spitzenwertbetrieb in Excel^①

Die markierten Werte wurden vom Gaußmeter übertragen. Platzierung ab Zelle B3.

	A	B
1	Messung	Messwert
2		Peak
3	1	398
4	2	398
5	3	-261
6	4	-270
7	5	-289
8	6	-294
9	7	-301
10		
11		

7.3.3 Beispiel Langsamer Spitzenwertbetrieb in Excel^①

Die markierten Werte wurden vom Gaußmeter übertragen. Platzierung ab Zelle B3.

	A	B	C	D
1	Messung	Messwert		
2		Aktuell	min	max
3	1	-149,9	-233,7	295,2
4	2	-149,3	-233,7	295,2
5	3	-148,7	-233,7	295,2
6	4	-148,9	-233,7	295,2
7	5	-148,9	-233,7	295,2
8	6	-148,8	-233,7	295,2
9	7	-148,2	-233,7	295,2
10				
11				

^①Markenzeichen des jeweiligen Markeninhabers

7.4 Betrieb über die Schnittstelle

7.4.1 Installation am Rechner

Für den umfassenden Betrieb an einem externen Rechner wird die CDC-Geräteklasse der USB-Spezifikation genutzt (Communication Device Class). Diese Kommunikationsklasse definiert eine virtuelle serielle Schnittstelle auf dem angeschlossenen Rechner. Für das Anwenderprogramm stellt sich das Gaußmeter wie eine zusätzliche serielle Schnittstelle dar. Der Betrieb kann durch einfache Terminalprogramme, wie Hyperterm unter Windows[®], getestet werden. Je nach Betriebssystem ist die Installation eines Treibers auf dem Rechner notwendig. Detaillierte Hinweise hierzu finden Sie in den Dokumenten zur Treiberinstallation.

7.4.2 Datenformat der USB-Schnittstelle

Das Datenformat der virtuellen Schnittstelle ist fest vorgegeben.

Eine etwaige Einstellung oder Veränderung der Parameter, wie Übertragungsrates usw., bewirkt nichts. Der Datenstrom wird über das USB Protokoll gesichert. Die Daten werden immer mit der maximal möglichen Geschwindigkeit übertragen.

7.4.3 Zeichensatz

Es wird der ASCII Zeichensatz verwendet. Folgende Steuerzeichen werden benutzt:

Zeichen	Oktal	Dezimal	Hex	Funktion
<LF>	12	10	0A	Ende der Befehlszeile
<CR>	15	13	0D	Vorschub
<ETX>	3	3	03	Abbruch

Andere Steuerzeichen können zum Erreichen eines übersichtlichen Formats verwendet werden. Sie werden ignoriert.

7.4.4 Einführung in die SCPI-Sprache

Die Programmiersprache SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) definiert, wie ein Messgerät (hier das Gaußmeter) mit einem Controller kommunizieren kann. Die SCPI-Sprache verwendet eine hierarchische Struktur. Der Befehlsbaum besteht aus Stammverzeichnisbefehlen, die sich oben befinden, und mehreren Ebenen unterhalb jedes Stammverzeichnisbefehls. Zur Ausführung von Befehlen der unteren Ebenen muss der vollständige Pfad angegeben werden.

[®] Markenzeichen des jeweiligen Markeninhabers

7.4.4.1 Aufbau der Befehle

Die Befehle haben in der Regel eine Kurz- und eine Langform. Die Kurzform wird in den folgenden Beschreibungen in Großbuchstaben gesetzt. Die angehängte Langform wird in kleinen Buchstaben gesetzt. Es werden nur die Zeichen der Kurzform auf syntaktische Richtigkeit überprüft. Groß- und Kleinbuchstaben werden nicht unterschieden. Gleiches gilt für die Parameter. Bei der Ausgabe wird ein Parameter immer in der Langform und in Großbuchstaben ausgegeben.

Beispiel:

```
Befehl  PROBE:POTentialcoil:LENGth?  
Send    PROBE:POTentialcoil:LENGth?  
Send    PROB:POTE:LENG?  
Send    PROB:POTential:leng?
```

7.4.4.2 Pfadtrennzeichen „:“

Ist ein Doppelpunkt das erste Zeichen eines Befehlsschlüsselwortes, ist der nächste Befehlscode ein Befehl des Stammverzeichnisses. Wird ein Doppelpunkt zwischen zwei Befehlscodes eingefügt, bewirkt der Doppelpunkt einen Pfad zur nächst niedrigen Ebene des momentanen Pfades des Befehlsbaums. Befehlscodes müssen mit einem Doppelpunkt voneinander getrennt werden. Sie können den Doppelpunkt am Anfang eines Befehls weglassen, falls der Befehl der erste einer neuen Programmzeile ist.

7.4.4.3 Befehlstrennzeichen „;“

Mehrere Befehle innerhalb derselben Befehlszeichenkette werden mit einem Strichpunkt getrennt. Durch einen Strichpunkt wird der angegebene Pfad nicht geändert. Die beiden folgenden Aussagen haben die gleiche Bedeutung.

Beispiel:

```
:IO:DIG:LOGI:IN POS;:IO:DIG:LOGI:OUT NEG  
:IO:DIG:LOGI:IN POS;OUT NEG
```

7.4.4.4 Parametertrennzeichen „,“

Werden in einem Befehl mehrere Parameter erforderlich, müssen diese durch ein Komma getrennt werden.

Beispiel:

```
:PROB:SEAR:AREA 12,QMM
```

7.4.4.5 Verwendung von Leerzeichen

Ein Parameter muss von einem Befehlsschlüsselwort durch Leerstellen (Tab oder Space) getrennt werden. Leerstellen werden im Allgemeinen nur in Parameterlisten ignoriert.

7.4.4.6 Abfragebefehle

Der Controller kann jederzeit Befehle senden, jedoch wird ein SCPI-Gerät (hier das Gaußmeter) nur antworten, wenn es ausdrücklich dazu angewiesen wurde, dies zu tun. Nur Abfragebefehle (Befehle, die mit einem Fragezeichen enden) veranlassen das Gerät, eine Antwortmeldung abzuschicken. Bei Abfragen werden entweder Messwerte oder interne Geräteeinstellungen ausgegeben.

 Hinweis	Wenn Sie zwei Abfragebefehle senden, ohne die Antwort des ersten gelesen zu haben, und daraufhin versuchen, die erste Antwort zu lesen, kann es sein, dass Sie einige Daten aus der ersten Antwort erhalten, gefolgt von der vollständigen zweiten Antwort. Senden Sie deshalb keinen Abfragebefehl, ohne dass Sie zuvor die Antwort gelesen haben. Befehle und Abfragen sollten nicht über die gleiche Programmzeile gesendet werden. Dies kann zu einem Überlauf des Ausgangsdatenpuffers führen, falls zu viele Daten erzeugt werden.
--	--

7.4.4.7 Systembefehle

Befehle, die mit einem Stern beginnen, werden allgemeine Befehle genannt. Die Befehle mit Stern werden verwendet, um Statusoperationen im Gaußmeter zu steuern.

7.4.5 SCPI-Datenarten

Die SCPI-Datensprache definiert verschiedene Datenformate, die in Programm- und Antwortmeldung verwendet werden. Normalerweise können SCPI-Geräte Befehle und Parameter in verschiedenen Formaten akzeptieren. Insbesondere sind die numerischen Parameter sehr frei benutzbar. Entgegen dieser allgemeinen Definition sind die Datenformate hier an einigen Stellen eingeschränkt.

7.4.5.1 Numerische Parameter

Befehle, die numerische Parameter erfordern, akzeptieren die allgemein verwendete Dezimaldarstellung von Ziffern einschließlich führender Vorzeichen, Dezimalpunkten und führender Nullen. Die wissenschaftliche Schreibweise wird unterstützt. Die technische Einheit ist bei den meisten Befehlen vorgegeben und wird dann nicht übertragen. Bei einigen Befehlen gehört die Einheit als zusätzlicher Parameter zum Befehl.

Beispiel:

```
:PROB:SEAR:AREA 12.345E-3,QM  
:PROB:SEAR:RES 123.5
```

7.4.5.2 Diskrete Parameter

Diskrete Parameter werden verwendet, um Einstellungen zu programmieren, die eine begrenzte Anzahl von Werten haben. Für Befehlsschlüsselwörter haben Sie eine Kurz- und eine Langform. Groß- und Kleinbuchstaben können gemischt verwendet werden. Antworten auf Abfragen werden immer nur in Langform und in Großbuchstaben ausgegeben.

Beispiel:

```
:PEAK:MODE FAST
```

7.4.5.3 Boolesche Parameter

Boolesche Parameter stellen eine einzige Bedingung dar, die entweder wahr oder unwahr ist. Als unwahre Bedingung akzeptiert das Gaußmeter "OFF" oder "0". Bei einer wahren Bedingung akzeptiert das Gaußmeter "ON" oder "1". Wird eine Boolesche Einstellung abgefragt, so wird vom Gerät immer "0" oder "1" ausgegeben.

Beispiel:

```
:DISP:BARG ON
```

```
:DISP:BARG?           Antwort:1<cr><lf>
```

7.4.5.4 Zeichenkettenparameter

Zeichenkettenparameter können im Prinzip eine begrenzte Anzahl von ASCII-Zeichen beinhalten. Eine Zeichenkette muss entweder mit einem Apostroph (') oder mit einem Anführungszeichen (") beginnen und enden, wobei am Anfang und am Ende der Zeichenkette jeweils das gleiche Zeichen stehen muss. Das Abgrenzungszeichen kann innerhalb der Zeichenkette verwendet werden, indem es zweimal hintereinander ohne Leerzeichen eingegeben wird.

Beispiel:

```
:PROB:IDEN "BAUTEIL x"
```

```
:PROB:IDEN 'BAUTEIL x'
```

7.4.5.5 Endung bei Eingaben

Programm-Meldungen, die an das Gaußmeter gesendet werden, müssen mit einem <LF>-Zeichen enden. Ebenso wird ein <CR>-Zeichen gefolgt von einem <LF>-Zeichen akzeptiert. Durch das Beenden einer Meldung wird der momentane Pfad immer ins Stammverzeichnis zurückgesetzt.

7.4.5.6 Format der Ausgabedaten

Ausgabedaten haben das in der folgenden Tabelle gezeigte Format. Die Ausgabedaten werden von einem <CR>-Zeichen und einem <LF>-Zeichen beendet.

Arten von Ausgabedaten	Ausgabe-Datenformat
Abfragen	<Parameter><cr><lf>
Text	"Zeichenkette" <cr><lf>
Numerischer Wert	+D.DDDDDDE+DD<cr><lf> (D = 0..9)

7.4.6 Das SCPI-Statusmodell

Das Statussystem zeichnet verschiedene Gerätezustände in mehreren Registergruppen auf. Die einzelnen Meldungen werden in den verschiedenen Registern gruppiert. Einer Meldung ist jeweils ein Bit dieser Register zugeordnet.

Im Mess-Ereignis Register werden die für die Messung relevanten Meldungen gespeichert. Im Fehler-Daten Register die Fehlermeldungen und in den Standardereignis-Register die SCPI Standardmeldungen.

7.4.6.1 Ereignis-Register

Die Ereignis-Register können nur gelesen werden. Die Meldebits werden durch das Gerät gesetzt aber nicht selbsttätig gelöscht.

Bits in einem Ereignis-Register werden entweder durch Abfrage dieses Registers (*ESR? oder z.B. :STAT:QUES:EVENT?) oder durch den Befehl *CLS gelöscht. Bei Abfrage eines Ereignisregisters wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller in diesem Register gesetzten Bits entspricht.

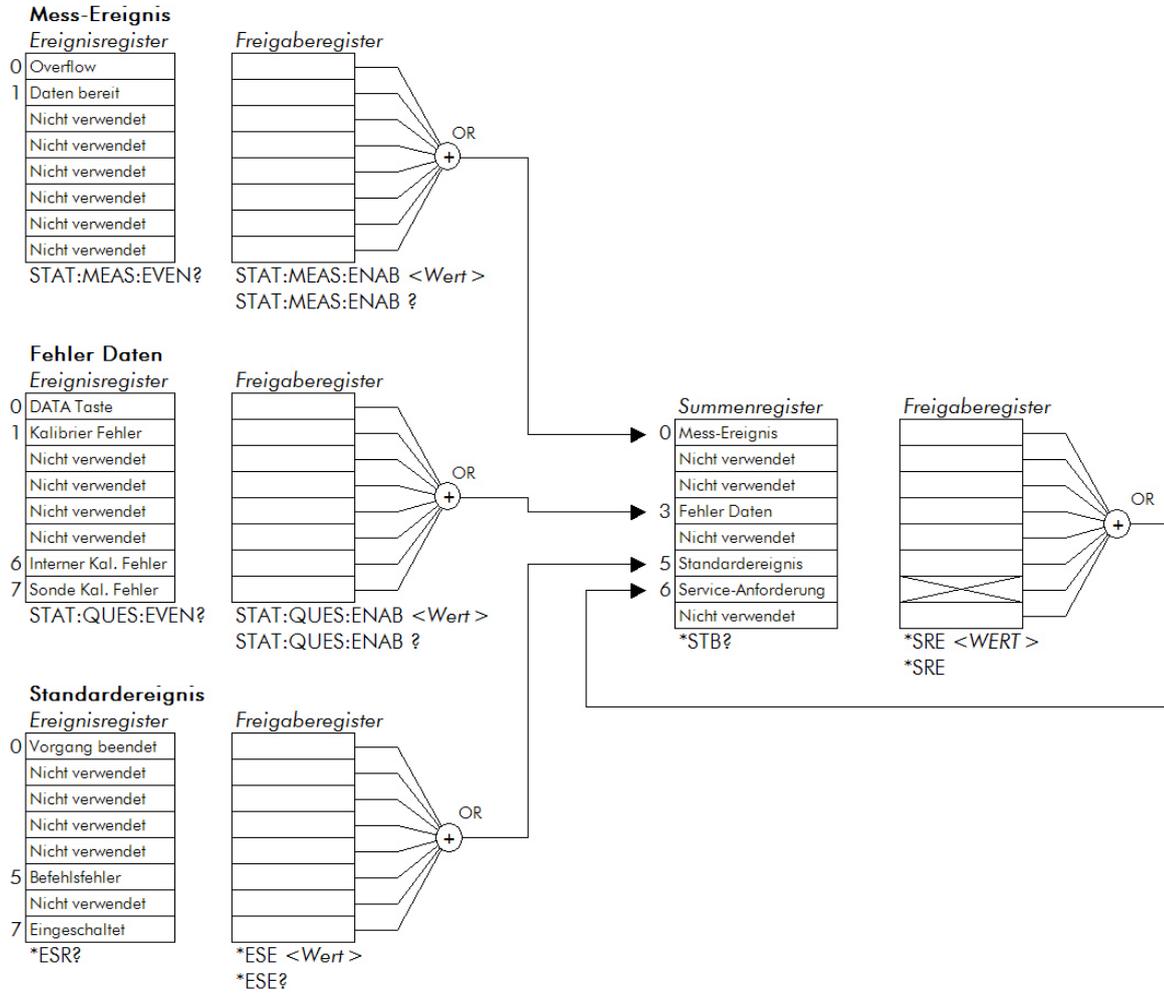
7.4.6.2 Freigabe-Register

Über die Freigabe-Register werden die einzelnen Bits der zugeordneten Ereignisregister maskiert. Nur die freigegebenen Bits gehen als ODER Verknüpfung in das Summenbit ein. Die Freigabe-Register sind les- und schreibbar. Durch eine Abfrage werden die Freigabe-Register nicht gelöscht. Der Befehl *CLR löscht die Freigabe-Register nicht. Der Befehl :STATus:PRESet löscht das Freigabe-Register für die Fehler-Daten. Bei Abfrage eines Freigabe-Registers wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller in diesem Register gesetzten Bits entspricht. Zum Setzen der Bits in einen Freigabe-Registers wird ein Dezimalwert übertragen, der der Summe der binären Stellenwerte aller in diesem Register gesetzten Bits entspricht.

7.4.6.3 Summen-Register

Im Summen-Register werden die Ergebnisse aus den Ereignis-Registern nach der Maskierung im Freigabe-Register zusammengefasst und einzelnen Bits zugeordnet. Das Löschen des Ereignisses in den Ereignis-Registern setzt auch das jeweilige Summen-Bits im Status-Register zurück. Über das Freigabe-Register des Summen-Registers können die einzelnen Summen-Bits wieder zu einer Gesamtmeldung Service-Anforderung zusammengeführt werden.

7.4.6.4 Übersicht Statusmodell



7.4.6.5 Bit Definitionen

Bit Definitionen Summen-Register

Bit	Dezimalwert	Definition
0 Mess-Ereignis	1	Ein oder mehrere Bits sind im Register Mess-Ereignis gesetzt und im Freigaberegister aktiviert.
3 Fehler-Ereignis	8	Ein oder mehrere Bits sind im Register Fehler-Ereignis gesetzt und im Freigaberegister aktiviert.
5 Standard-Ereignis	32	Ein oder mehrere Bits sind im Register Standard-Ereignis gesetzt und im Freigaberegister aktiviert.
6 Wartungsanforderung	64	Ein oder mehrere Bits sind im Register Summen-Register gesetzt und im Freigaberegister aktiviert.

Bit Definitionen Mess-Ereignis-Register

Bit	Dezimalwert	Definition
0 Überlauf	1	Bei der Messung ist ein Bereichs-Überlauf aufgetreten.
1 Daten verfügbar	2	Eine Messung ist abgeschlossen. Die Daten sind verfügbar.

Bit Definitionen Fehler-Daten-Register

Bit	Dezimalwert	Definition
0 DATA Taste	1	Wird gesetzt, wenn die DATA Taste gedrückt wurde.
1 Allgemeiner Kalibrierfehler	2	Wird gesetzt, wenn die Kalibrierdaten der Mess-Sonde nicht gelesen werden konnten oder wenn die internen Kalibrierdaten nicht konsistent sind.
6 Interner Kalibrierfehler	64	Wird gesetzt, wenn die internen Kalibrierdaten nicht konsistent sind.
7 Sonden Kalibrierfehler	128	Wird gesetzt, wenn die Kalibrierdaten der Mess-Sonde nicht konsistent sind.

Bit Definitionen Standardereignis-Register

Bit	Dezimalwert	Definition
0 OPC	1	Wird am Ende der SCPI Befehlsabarbeitung gesetzt.
5 CME	32	Ein Fehler ist bei der SCPI Befehlsabarbeitung aufgetreten.
7 PON	128	Wird gesetzt, wenn das Gerät betriebsbereit ist.

7.5 Zusammenfassung der SCPI-Befehle

Für die SCPI-Befehlssyntax werden folgende Schreibweisen verwendet: In eckigen Klammern [] werden optionale Schlüsselwörter oder Parameter angegeben. Parameter innerhalb einer Befehlszeichenkette werden in geschweiften Klammern { } angegeben. Der in spitzen Klammern < > angegebene Parameter muss durch einen Wert ersetzt werden.

7.5.1 Steuerbefehle

*CLS	Rücksetzen der Status-Register.
*ESE?	Auslesen des Ereignis-Freigabe-Registers.
*ESR[?]	Auslesen und Rücksetzen des Standard-Ereignis-Registers.
*IDN?	Lesen der Identifikation.
*OPC?	Ausgabe von "1" zur Synchronisierung.
*OPC	Setz das Ereignis-Bit "Operation beendet".
*RST	Zurücksetzen des Gaußmeters.
*SRE[?]	Auslesen und Setzen des Status-Byte-Freigabe-Registers.
*STB?	Auslesen des Status-Byte-Summen-Registers.
:STAT:PRES	Setzt das Fehler-Byte-Freigabe-Register zurück.
:STAT:QUES:ENAB	Auslesen und Setzen des Fehler-Byte-Freigabe-Registers.
:STAT:QUES:EVEN	Auslesen des Fehler-Byte-Registers.
:STAT:MEAS:ENAB	Auslesen und Setzen des Ereignis-Freigabe-Registers.
:STAT:MEAS:EVEN	Auslesen des Ereignis-Registers.

7.5.2 Hauptbefehle

:MEAS?	Ausgabe der aktuellen Messung.
:READ?	Ausgabe der aktuellen Messung.
:UNIT[?]	Vorgabe der physikalischen Einheit.
:MODE[?] {DC AC}	Vorgabe der Gleich- oder Wechselfeldbetriebsart.
:RANG:SET {0 1 2 3}	Vorgabe des Messbereiches.
:RANG:AUTO	Aktivierung der automatischen Messbereichsumschaltung.
:RANG?	Abfrage des aktuellen Messbereiches.
:NULL	Nullkompensation der Messsonde.
:READ:DC?	Auslesen des aktuellen DC Messwertes
:MEAS:DC?	Auslesen des aktuellen DC Messwertes
:AC?	Auslesen des aktuellen AC Messwertes
:READ:AC?	Auslesen des aktuellen AC Messwertes
:MEAS:AC?	Auslesen des aktuellen AC Messwertes

7.5.3 Spitzenwertfunktion

: PEAK?	Abfrage des aktuellen Spitzenwertmodus.
: PEAK: MODE {OFF SLOW FAST}	Auswahl des Spitzenwertmodus.
: PEAK: NULL	Rücksetzen der aktuellen Spitzenwerte
: PEAK: READ?	Der gespeichert Spitzenwert wird ausgegeben.
: PEAK: READ: MIN?	Der gespeichert minimale Spitzenwert wird ausgegeben.
: PEAK: READ: MAX?	Der gespeichert maximale Spitzenwert wird ausgegeben.

7.5.4 Sondenfunktionen

: PROB: NAME?	Abfrage der Bezeichnung der Sonde.
: PROB: SN?	Abfrage der Seriennummer der Sonde.
: PROB: TYPE?	Abfrage des Sondentypes.

7.5.5 Parameter

: PAR: USB [?]	Auswahl der Betriebsart der USB Schnittstelle.
: PAR: UNIT [?]	Auswahl der magnetischen Einheit.
: PAR: PEAK [?]	Anwahl des Spitzenwerterfassungsmodus.
: PAR: ACDC [?]	Anwahl der Gleich- oder Wechselfeldmessung.
: PAR: RANGE [?]	Ein- / Ausschalten der automatischen Bereichswahl.
: PAR: POLDetect [?]	Ein- / Ausschalten der Nord / Süd Polanzeige
: PAR: POFF [?]	Setzt die automatische Abschaltzeit.
: PAR: CHAring [?]	Ein- / Ausschalten der Batterieladung.
: PAR: LIgHT [?]	Setzt die Helligkeit der Anzeigenbeleuchtung.
: PAR: CONTrast [?]	Setzt den Anzeigen Kontrast.
: PAR: SAVE	Speichert die eingestellten Parameter ab.

7.5.6 Gerätefunktionen

: SN: UNIT?	Auslesen der Geräte-Seriennummer.
: SN: SW?	Auslesen der Software-Version.
: SN: HW	Auslesen der Hardwareversion.
: SN: CALI	Auslesen der Kalibrierinformation.

7.6 Erläuterung der einzelnen SCPI-Befehle

7.6.1 Steuerbefehle

7.6.1.1 *CLS

Beschreibung: Rücksetzen der Status-Register

Modus: Kommando

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send *CLS<LF>

7.6.1.2 *ESE[?]

Beschreibung: Auslesen des Ereignis-Registers. Vom Gaußmeter wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller gesetzten Bits in diesem Register entspricht.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {<Wert>} (im Bereich 0..255)

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send *ESE 22<LF>
 send *ESE?<LF> receive 22<CR><LF>

7.6.1.3 *ESR[?]

Beschreibung: Auslesen und Rücksetzen des Standard-Ereignis-Registers. Vom Gaußmeter wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller gesetzten Bits in diesem Register entspricht.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {<Wert>} (im Bereich 0..255)

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send *ESR?<LF>
 receive 160<CR><LF>

7.6.1.4 *IDN?

Beschreibung: Lesen der Identifikationszeichenkette des Gaußmeters. Das Gaußmeter gibt folgenden Identifikationstext aus:

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send *IDN?<LF>
 receive
 MAGSYS-MAGNET-SYSTEME,HGM09,0,150310,VI<CR><LF>

7.6.1.5 *OPC?

Beschreibung: Ausgabe von "1" zum Ausgabepuffer, nachdem der Befehl ausgeführt wurde. Der Befehl *OPC? kann an das Ende einer Befehlszeile gesetzt werden, um den Controller mit der Befehlsabarbeitung zu synchronisieren. Das Kommando selbst hat keine Funktion.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send *OPC?<LF>
 receive 1<CR><LF>

7.6.1.6 *OPC

Beschreibung: Setzt das Bit "Operation beendet" (Bit 0) im Standard-Ereignis-Register, nachdem der Befehl ausgeführt wurde.

Modus: Kommando

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send *OPC<LF>

7.6.1.7 *RTS

Beschreibung: Das Gaußmeter wird in den Grundzustand zurückgesetzt. Die internen Parameter werden auf den Vorgabewert gesetzt. Ein vollständiges Zurücksetzen des Gerätes wird durchgeführt. Da auch die Geräteschnittstelle zurückgesetzt wird, können weitere Befehle auf der Schnittstelle verloren gehen.

Modus: Kommando

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send *RTS<LF>

7.6.1.8 *SRE[?]

Beschreibung: Auslesen und Setzen des Status-Byte-Freigabe-Registers. Vom Gaußmeter wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller gesetzten Bits in diesem Register entspricht.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {<Wert>} (im Bereich 0..255)

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send *SRE<LF>
 receive 76<CR><LF>

7.6.1.9 *STB?

Beschreibung: Auslesen des Status-Byte-Summen-Registers.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send *ESR 23<LF>
 send *STB?<LF>
 receive 0<CR><LF>

7.6.1.10 :STAT:PRESet

Beschreibung: Setzt das Fehler-Byte-Freigabe-Register zurück.

Modus: Kommando

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :STAT:PRESet<LF>

7.6.1.11 :STAT:QUES:ENABLE[?]

Beschreibung: Auslesen und Setzen des Fehler-Byte-Freigabe-Registers. Vom Gaußmeter wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller gesetzten Bits in diesem Register entspricht.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {<Wert>} (im Bereich 0..255)

*RST Wert: nicht relevant

```
Beispiel:   send   :STAT:QUES:ENAB 64<LF>
            send   :STAT:QUES:ENAB?<LF>
            receive 64<CR><LF>
```

7.6.1.12 :STAT:QUES:EVENT?

Beschreibung: Auslesen des Fehler-Byte-Registers. Vom Gaußmeter wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller gesetzten Bits in diesem Register entspricht.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

```
Beispiel:   send   :STAT:QUES:EVENT?<LF>
            receive 0<CR><LF>
```

7.6.1.13 :STAT:MEAS:ENABLE[?]

Beschreibung: Auslesen und Setzen des Ereignis-Freigabe-Registers. Vom Gaußmeter wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller gesetzten Bits in diesem Register entspricht.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {<Wert>} (im Bereich 0..255)

*RST Wert: nicht relevant

```
Beispiel:   send   :STAT:MEAS:ENAB 123<LF>
            send   :STAT:MEAS:ENAB?<LF>
            receive 123<CR><LF>
```

7.6.1.14 :STAT:MEAS:EVENT?

Beschreibung: Auslesen des Ereignis-Registers. Vom Gaußmeter wird ein Dezimalwert ausgegeben, der der Summe der binären Stellenwerte aller gesetzten Bits in diesem Register entspricht.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :STAT:MEAS:EVENT?<LF>
 receive 2<CR><LF>

7.6.2 Hauptbefehle

7.6.2.1 :MEAS?

Beschreibung: Ausgabe der aktuellen Messung (Wie :READ?)

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :MEAS?<LF>
 receive 2.546313e-01<CR><LF>

7.6.2.2 :MODE[?]

Beschreibung: Die Gleich- oder Wechselfeldbetriebsart wird vorgegeben.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {DC | AC}

DC Gleichfeldbetriebsart

AC Wechselfeldbetriebsart

*RST Wert: DC

Beispiel: send :MODE AC<LF>
 send :MODE?<LF>
 receive DC<CR><LF>

7.6.2.3 :NULL

Beschreibung: Nullkompensation der Messsonde. Diese Funktion sollte nur im genügend feldfreien Raum durchgeführt werden.

Modus: Kommando

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :NULL<LF>

7.6.2.4 :RANGe:SET

Beschreibung: Der Messbereich des Gaußmeters wird vorgegeben.

Modus: Kommando

Parameter: { 0 | 1 | 2 | 3 }

0 Empfindlichster Bereich

3 Unempfindlichster Bereich

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :RANG:SET 2<LF>

7.6.2.5 :RANGe:AUTO

Beschreibung: Die automatische Messbereichsumschaltung wird aktiviert.

Modus: Kommando

Parameter: keine

*RST Wert: nicht aktiviert

Beispiel: send :RANG:AUTO<LF>

7.6.2.6 :RANGe?

Beschreibung: Abfrage des aktuellen Messbereiches. 0 = Empfindlichster Bereich

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :RANG?<LF>
 receive 3<CR><LF>

7.6.2.7 :READ?

Beschreibung: Ausgabe der aktuellen Messung.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :READ?<LF>
 receive 2.546313e-01<CR><LF>

7.6.2.8 :UNIT[?]

Beschreibung: Die physikalische Einheit des Messwertes wird vorgegeben bzw. abgefragt.

Modus: Kommando

Parameter: {TESL|APM|GAUS|OE|G|T}

TESL
T Einheit ist Tesla

APM Einheit ist A/m

GAUS
G Einheit ist Gauß

OE Einheit ist Oersted

*RST Wert: Tesla

Beispiel: send :UNIT TESL<LF>
 send :UNIT?<LF>
 receive TESL<CR><LF>

7.6.2.9 :READ:DC?

Beschreibung: Wie :READ?

Beispiel: send :READ:DC?<LF>
 receive 2.546313e-01<CR><LF>

7.6.2.10 :MEAS:DC?

Beschreibung: Wie :READ?

Beispiel: send :MEAS:DC?<LF>
 receive 2.546313e-01<CR><LF>

7.6.2.11 :AC?

Beschreibung: Ausgabe der aktuellen AC Messung.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :AC?<LF>
 receive 5.25321e-01<CR><LF>

7.6.2.12 :READ:AC?

Beschreibung: Wie :AC?

Beispiel: send :READ:AC?<LF>
 receive 2. 25321e-01<CR><LF>

7.6.2.13 :MEAS:AC?

Beschreibung: Wie : AC?

Beispiel: send :MEAS:AC?<LF>
 receive 2. 25321e-01<CR><LF>

7.6.3 Spitzenwertfunktion

7.6.3.1 :PEAK?

Beschreibung: Abfrage des aktuellen Spitzenwertmodus.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: receive OFF<CR><LF>

7.6.3.2 :PEAK:MODE[?]

Beschreibung: Auswahl und Abfrage des Spitzenwertmodus.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {OFF | SLOW | FAST}

OFF Keine Spitzenwerterfassung

SLOW Langsame Spitzenwerterfassung

FAST Schnelle Spitzenwerterfassung

*RST Wert: OFF

Beispiel: send :PEAK:MODE SLOW<LF>

7.6.3.3 :PEAK:NULL

Beschreibung: Rücksetzen der aktuellen Spitzenwerte.

Modus: Kommando

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PEAK:MODE NULL<LF>

7.6.3.4 :PEAK:READ?

Beschreibung: Der gespeicherte Spitzenwert wird ausgegeben. Bei SlowPeak der betragsmäßig größere Spitzenwert mit Vorzeichen; Bei FastPeak der Spitzenwert; Bei normaler Messung wird 0 ausgegeben.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PEAK:READ?<LF>
 receive -4.761955e-02<CR><LF>

7.6.3.5 :PEAK:READ:MIN?

Beschreibung: Der gespeicherte minimale Spitzenwert wird ausgegeben. Bei SlowPeak der kleinere Spitzenwert von Max/Min; Bei FastPeak der betragsmäßig größte Spitzenwert mit Vorzeichen; Bei normaler Messung wird 0 ausgegeben.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PEAK:READ:MAX?<LF>
 receive 7.187624e-02<CR><LF>

7.6.3.6 :PEAK:READ:MAX?

Beschreibung: Der gespeicherte maximale Spitzenwert wird ausgegeben. Bei SlowPeak der größere Spitzenwert von Max/Min; Bei FastPeak der betragsmäßig größte Spitzenwert mit Vorzeichen; Bei Normaler Messung wird 0 ausgegeben.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PEAK:READ:MIN?<LF>
 receive -2.711216e-02<CR><LF>

7.6.4 Sondenfunktionen

7.6.4.1 :PROB:NAME?

Beschreibung: Abfrage der Bezeichnung der Sonde.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PROB:NAME?<LF>
 receive "HGM09 Probe T02.047.33.13 "<CR><LF>

7.6.4.2 :PROB:SN?

Beschreibung: Abfrage der Seriennummer der Sonde.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PROB:SN?<LF>
 receive "121109070"<CR><LF>

7.6.4.3 :PROB:TYPE?

Beschreibung: Abfrage des Sondentypes.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PROB:TYPE?<LF>
 receive 0<CR><LF>

7.6.5 Parameter

7.6.5.1 :PAR:USB[?]

Beschreibung: Auswahl der Betriebsart der USB Schnittstelle. Ein Wechsel dieses Parameters wirkt sich erst nach dem nächsten Einschalten des Gerätes aus. Die Änderungen müssen ggf. mit dem Befehl :PAR:SAVE gespeichert werden.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {OFF | KEYB | COMP | SERL}

OFF Keine Datenverbindung

KEYB Tastaturemulation

COMP HMI-Schnittstelle

SERL Verbindung über serielle Schnittstelle

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PAR:USB COMP<LF>
 send :PAR:USB?<LF>
 receive COMP<CR><LF>

7.6.5.2 :PAR:UNIT[?]

Beschreibung: Auswahl der magnetischen Einheit. Bei ALL wird die Einheit auch mit der Taste **RANGE** umgeschaltet. Die Änderungen müssen ggf. mit dem Befehl :PAR:SAVE gespeichert werden.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {ALL | TESL | GAUS | OE | APM}

TESL
T Einheit ist Tesla

APM Einheit ist A/m

GAUS
G Einheit ist Gauß

OE Einheit ist Oersted

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PAR:UNIT ALL<LF>
 send :PAR:UNIT?<LF>
 receive ALL<CR><LF>

7.6.5.3 :PAR:PEAK[?]

Beschreibung: Anwahl des Spitzenwerterfassungsmodus. Die Änderungen müssen ggf. mit dem Befehl :PAR:SAVE gespeichert werden.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {OFF | SLOW | FAST}

OFF	Keine Spitzenwerterfassung
SLOW	Langsame Spitzenwerterfassung
FAST	Schnelle Spitzenwerterfassung

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PAR:PEAK SLOW<LF>
 send :PAR:PEAK?<LF>
 receive SLOW<CR><LF>

7.6.5.4 :PAR:ACDC[?]

Beschreibung: Anwahl der Gleich- oder Wechselfeldmessung. Bei BOTH wird durch die Taste **RANGE** auch der Gleich-/Wechselfeldmodus umgeschaltet. Die Änderungen müssen ggf. mit dem Befehl :PAR:SAVE gespeichert werden.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {BOTH | DC | AC}

BOTH	Auswahl über RANGE Taste
DC	Gleichfeldbetriebsart
AC	Wechselfeldbetriebsart

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PAR:ACDC DC<LF>
 send :PAR:ACDC?<LF>
 receive DC<CR><LF>

7.6.5.5 :PAR:RANGe[?]

Beschreibung: Ein-/Ausschalten der automatischen Bereichswahl. Die Änderungen müssen ggf. mit dem Befehl :PAR:SAVE gespeichert werden.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {MANU | AUTO}

MANU Auswahl über **RANGE** Taste

AUTO Automatische Bereichswahl

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PAR:RANG MANU<LF>
 send :PAR:RANG?<LF>
 receive MANU<CR><LF>

7.6.5.6 :PAR:POLDetect[?]

Beschreibung: Ein-/Ausschalten der Nord/Süd Polanzeige. Die Änderungen müssen ggf. mit dem Befehl :PAR:SAVE gespeichert werden.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {OFF | ON}

OFF Ausschalten der Polanzeige

ON Einschalten der Polanzeige

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PAR:POLD ON<LF>
 send :PAR:POLD?<LF>
 receive OFF<CR><LF>

7.6.5.7 :PAR:POFF[?]

Beschreibung: Setzt die Abschaltzeit bzw. schaltet die Funktion aus. Das Gerät wird nach der eingestellten Zeit automatisch bei Inaktivität abgeschaltet. Die Änderungen müssen ggf. mit dem Befehl :PAR:SAVE gespeichert werden.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {MANU | 2MIN | 5MIN}

MANU Ausschalten der automatischen Abschaltung

2MIN Automatische Abschaltung nach 2 Minuten

5MIN Automatische Abschaltung nach 5 Minuten

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PAR:POFF MANU<LF>
 send :PAR:POFF?<LF>
 receive MANU<CR><LF>

7.6.5.8 :PAR:CHARing[?]

Beschreibung: Ein-/Ausschalten der Batterieladung. Die Änderungen müssen ggf. mit dem Befehl :PAR:SAVE gespeichert werden.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {OFF | ON}

OFF Ausschalten der Batterieladung

ON Einschalten der Batterieladung

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PAR:CHAR OFF<LF>
 send :PAR:CHAR?<LF>
 receive OFF<CR><LF>

7.6.5.9 :PAR:LIGHt[?]

Beschreibung: Setzt die Helligkeit der Anzeigenbeleuchtung bzw. schaltet die Beleuchtung aus. Die Änderungen müssen ggf. mit dem Befehl :PAR:SAVE gespeichert werden.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {100 | 75 | 50 | 25 | OFF}

25 .. 100 Helligkeit der Anzeigenbeleuchtung in %

OFF Ausschalten der Anzeigenbeleuchtung

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PAR:LIGH 75<LF>
 send :PAR:LIGH?<LF>
 receive 100<CR><LF>

7.6.5.10 :PAR:CONTRast[?]

Beschreibung: Setzt den Anzeigen-Kontrast. Die Änderungen müssen ggf. mit dem Befehl :PAR:SAVE gespeichert werden. Der Wert entspricht 5% Schritten.

Modus: Kommando und Frage

Parameter: {<Wert>} (im Bereich 0..20)

0 .. 20 Anzeigen-Kontrast in 5%

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PAR:CONT 15<LF>
 send :PAR:CONT?<LF>
 receive 11<CR><LF>

7.6.5.11 :PAR:SAVE

Beschreibung: Speichert die eingestellten Parameter ab.

Modus: Kommando

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :PAR:SAVE<LF>

7.6.6 Gerätefunktionen

7.6.6.1 :SN:UNIT?

Beschreibung: Gibt die Seriennummer des Gerätes aus.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :SN:UNIT?<LF>
 receive 010110078<CR><LF>

7.6.6.2 :SN:SW?

Beschreibung: Gibt die Software-Version aus.

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :SN:SW?<LF>
 receive 180310<CR><LF>

7.6.6.3 :SN:HW

Beschreibung: Auslesen der Hardwareversion

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :SN:HW?<LF>
 receive VI<CR><LF>

7.6.6.4 :SN:CALI

Beschreibung: Auslesen der Kalibrierinformation

Modus: Frage

Parameter: keine

*RST Wert: nicht relevant

Beispiel: send :SN:CALI?<LF>
 receive 01JAN10 / 01JAN12<CR><LF>

8 Umrechnungstabelle der Einheiten

In dieser Tabelle wird der Zusammenhang zwischen den jeweils angezeigten Messwerten dargestellt.

Größe		Einheit	Display	Umrechnung
mag. Flussdichte B	SI	Tesla	T	$1 T = 10^4 \cdot G$
<i>Flux density</i>	CGS	Gauß	G	$1 G = 10^{-4} \cdot T$
mag. Feldstärke H	SI	Ampere/Meter	A/m	$1 Am^{-1} = \frac{4\pi}{1000} Oe$
<i>Magnetic field strength</i>	CGS	Oersted	Oe	$1 Oe = \frac{1000}{4\pi} Am^{-1}$

9 Technische Daten

Allgemeines

Stromversorgung	Netzteil 100..240 VAC, 50/60Hz, 0,3 Amax USB-Schnittstelle Akku 2 x AA 1,2 V NiMH (austauschbar)
Leistungsaufnahme	ca. 2,5W
Umgebungsbedingungen	-10 °C bis 40 °C; < 80% relative Luftfeuchtigkeit bei 40°C nicht kondensierend
Lagerung	-40 °C bis 70 °C
Gehäuseabmessungen	ca. 145 x 80 x 40 mm
Gewicht	ca. 250 g (inkl. Batterien, ohne Sonde)
Gewährleistung	2 Jahre
Zubehör	Netzteil, Datenträger mit Benutzerhandbuch, USB Kabel
Mathematische Funktionen	Umrechnung der Einheiten und abgeleiteten Größen Linearisierung der Sondenmessung
Datenprotokoll	SCPI (Standardbefehle für programmierbare Messgeräte)
Externe Schnittstellen	USB 2.0
Anzeige	Graphische, kontrastreiche LCD Anzeige. Kontrast über Menü einstellbar.
Parameterspeicher in Sonden	Ablage der Kalibrierwerte

Messeigenschaften

Messmethode	Fortlaufende Erfassung des Magnetfeldes; Wandlung über 16 Bit A/D-Konverter; Auswertung über 16 Bit Mikroprozessorsystem.		
Aktualisierungszeit der Anzeige	Messwerte: ca 100 ms;		
Anzeigenauflösung	Bereichsabhängig 3 bis 4-stellig		
Frequenzbereich	DC / AC 0 Hz..5 kHz (Effektivwert)		
Messunsicherheit	Genauigkeit (1 σ)		
		B	Fehler
		$\leq 1,5$ T	$\leq \pm 0,5$ %
		$> 1,5$ T	$\leq \pm 1,0$ %
Wechselfeldmessung	Frequenz	B_{eff}	
	≤ 2 kHz	≤ 1 T	$\leq \pm 1,0$ %
Siehe Text	≤ 5 kHz	≤ 2 T	$\leq \pm 2,0$ %
Spitzenwertmessung	Bereich	$\leq \pm 1,0$ %	$\leq \pm 2,0$ %
	10 mT	≤ 70 Hz	≤ 100 Hz
Siehe Text	100 mT	≤ 100 Hz	≤ 150 Hz
	1 T	≤ 300 Hz	≤ 500 Hz
	4,5 T	≤ 500 Hz (B < 1,5T)	≤ 700 Hz

	Einheiten	Tesla	Gauß	Oersted	Ampere/meter
Messbereiche		4,5 T	45 kG	45 kOe	3800 kA/m
(Auflösung)		(1 mT)	(10 G)	(10 Oe)	(1 kA/m)
Gleichfeldmessung		1 T	10 kG	10 kOe	1000 kA/m
		(100 μ T)	(1 G)	(1 Oe)	(100 A/m)
		100 mT	1 kG	1 kOe	100 kA/m
		(10 μ T)	(100 mG)	(100 mOe)	(10 A/m)
		10 mT	100 G	100 Oe	10 kA/m
		(1 μ T)	(10 mG)	(10 mOe)	(1 A/m)
Messbereiche		3,0 T	30 kG	30 kOe	2500 kA/m
(Auflösung)		(10 mT)	(100 G)	(100 Oe)	(10 kA/m)
Wechselfeldmessung		1 T	10 kG	10 kOe	1000 kA/m
		(1 mT)	(10 G)	(10 Oe)	(1 kA/m)
		100 mT	1 kG	1 kOe	100 kA/m
		(100 μ T)	(1 G)	(1 Oe)	(100 A/m)
		10 mT	100 G	100 Oe	10 kA/m
		(10 μ T)	(100 mG)	(100 mOe)	(10 A/m)
Messbereiche		4,5 T	45 kG	45 kOe	3800 kA/m
(Auflösung)		(10 mT)	(100 G)	(100 Oe)	(10 kA/m)
Schnelle Impulsmessung		1 T	10 kG	10 kOe	1000 kA/m
		(1 mT)	(10 G)	(10 Oe)	(1 kA/m)
		100 mT	1 kG	1 kOe	100 kA/m
		(100 μ T)	(1 G)	(1 Oe)	(100 A/m)
		10 mT	100 G	100 Oe	10 kA/m
		(10 μ T)	(100 mG)	(100 mOe)	(10 A/m)
Spitzenwertspeicher (Peak Hold)		$t_{\text{signal}} > 250 \mu\text{s}$			
Sonden		HGM Transversal Standard (im Lieferumfang enthalten):			
(Sonderanfertigungen auf Anfrage)		Maße Sondenspitze ca. 1,3 x 3,8 x 50 mm			
		HGM Transversal S: Maße ca. 0,6 x 3,8 x 50 mm			
		HGM Axial: Maße ca. \varnothing 4,6 x 65 mm			
		Alle Sonden:			
		Aktiver Bereich \varnothing 0,3 mm			
		Griff ca. \varnothing 11 x 100 mm			
		Kabellänge: 1,3 m (Sonderlängen möglich)			
		Integrierter Parameterspeicher			
Umweltbedingungen					
Betriebsumgebung		Angegebene Genauigkeit bei 0 °C bis 40 °C			
Relative Betriebs- Luftfeuchtigkeit		bis zu 80 % relative Luftfeuchtigkeit bei Temperaturen bis 30 °C, linear abnehmend bis 50 % relative Luftfeuchtigkeit bei 40 °C.			
Lagerungsumgebung		-20 °C bis 70 °C			
Höhe		0 – 2000 Meter gemäß IEC 61010-1 2nd Edition CAT III, 1000 V			
Verschmutzungsgrad		Verschmutzungsgrad II			

Hinweis: technische Daten gelten für eine einstündige Aufwärmphase.

10 Gewährleistung und Urheber Hinweise

Urheberrechte

© Copyright 2022 MAGSYS magnet systeme GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Handbuchs oder des Gerätes einschließlich des Steuerprogramms (Software) darf ohne schriftliche Genehmigung des Urhebers reproduziert oder vervielfältigt werden.

Folgehaftung

Für die Fehlerfreiheit des Handbuchs sowie für Schäden, die durch die Benutzung des Handbuchs entstehen, kann keine Haftung übernommen werden. Da sich Fehler trotz aller Bemühungen nie vollständig vermeiden lassen, sind wir für Hinweise dankbar. Wir werden bestrebt sein, uns bekannt gewordene Fehler so schnell wie möglich zu beheben.

Eignungsnachweis

MAGSYS magnet systeme GmbH bescheinigt hiermit, dass dieses Produkt vor der Auslieferung auf die Einhaltung der angegebenen technischen Daten überprüft worden ist. Weiter erklärt MAGSYS magnet systeme GmbH, dass seine Kalibrationsmessungen auf die Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig oder das United States National Institute of Standards and Technology (ehemals National Bureau of Standards) und anderer Mitglieder der Internationalen Standardisierungsorganisation (ISO) rückführbar sind, sofern es die Kalibrierungsmöglichkeiten dieser Institute erlauben.

Gewährleistung

Die Gewährleistung gilt zwei Jahre ab Lieferung und erstreckt sich auf Material- und Verarbeitungsfehler. Innerhalb des Gewährleistungszeitraumes wird MAGSYS magnet systeme GmbH erwiesenermaßen fehlerhafte Produkte ersetzen oder reparieren.

Rücksendung bei Gewährleistung

Im Gewährleistungsfall ist das Gerät an eine von MAGSYS magnet systeme GmbH bestimmte Servicestelle zurückzuschicken. Bei der Rücksendung eines Gerätes im Rahmen der Gewährleistung trägt der Käufer die Kosten für den Versand an MAGSYS magnet systeme GmbH, während MAGSYS magnet systeme GmbH die Kosten für die Rücksendung des Gerätes zum Käufer übernimmt. Der Käufer trägt jedoch sämtliche Versandkosten, Abgaben und Zölle, wenn das Gerät aus dem Ausland an MAGSYS magnet systeme GmbH zurückgeschickt wird.

Gewährleistungsumfang

Die bereits erwähnte Gewährleistung gilt nicht für Fehler, die durch mangelhafte oder ungenügende Wartung seitens des Käufers, unerlaubte Änderung oder Fehlbedienung, vom Käufer bereitgestellte Software oder Schnittstellen oder die Benutzung außerhalb der normalen Umgebungsbedingungen entstanden sind.

Für Entwurf und Ausführung von elektrischen Schaltungen in

Zusammenhang mit diesem Produkt ist allein der Käufer verantwortlich. MAGSYS magnet systeme GmbH kann weder für die Schaltungen des Käufers noch für aus diesen resultierende Fehlfunktionen des Produktes haftbar gemacht werden. Darüber hinaus übernimmt MAGSYS magnet systeme GmbH keine Gewährleistung für Schäden, die auf Schaltungen des Käufers oder auf vom Käufer bereitgestellte Produkte zurückzuführen sind.

Jede weitergehende ausdrückliche oder stillschweigende Gewährleistung ist ausgeschlossen, insbesondere lehnt MAGSYS magnet systeme GmbH jede stillschweigende Gewährleistung zur Eignung für einen bestimmten Zweck oder zur Marktfähigkeit ab.

Ausschließliche Maßnahmen

Die o.g. Maßnahmen sind die einzigen und ausschließlichen Maßnahmen seitens des Kunden.

MAGSYS magnet systeme GmbH ist für direkte, indirekte, besondere, durch Fahrlässigkeit entstandene Schäden oder Folgeschäden nicht haftbar, gleich, ob sie auf Garantie, Vertrag, Delikt oder irgendeiner weiteren juristischen Theorie beruhen. Dies gilt nicht, soweit gesetzlich zwingend gehaftet wird.

Anmerkung

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. MAGSYS magnet systeme GmbH übernimmt für dieses Material einschließlich der Marktfähigkeit oder der Eignung für irgendeinen bestimmten Zweck und darüber hinaus keinerlei Gewährleistung. MAGSYS magnet systeme GmbH übernimmt keine Haftung für in diesem Handbuch enthaltene Fehler oder für zufällige bzw. Folgeschäden im Zusammenhang mit der Lieferung, Leistungsfähigkeit oder Verwendung dieses Materials. Dieses Dokument darf ohne schriftliche Zustimmung von MAGSYS magnet systeme GmbH weder ganz noch teilweise kopiert, vervielfältigt oder übersetzt werden.

Sicherheit

Ersetzen Sie keine Teile und nehmen Sie keine Änderungen am Produkt ohne unsere ausdrückliche und schriftliche Zustimmung vor. Senden Sie das Produkt zur Reparatur und Wartung an MAGSYS magnet systeme GmbH, um sicherzustellen, dass alle Sicherheitsmerkmale erhalten bleiben.

Unsachgemäße Eingriffe in das Gerät können zu Schaden am Gerät und möglicherweise zur Verletzung oder Tod von Personen führen.

MAGSYS magnet systeme GmbH

Rohwedderstraße 7

D-44369 Dortmund

11 Stichwortverzeichnis

<p>*</p> <p>*CLS 48</p> <p>*ESE 48</p> <p>*ESR 48</p> <p>*IDN 49</p> <p>*OPC 49</p> <p>*RTS 50</p> <p>*SRE 50</p> <p>*STB 50</p> <p>:</p> <p>:MEAS 52</p> <p>:MODE 52</p> <p>:NULL 53</p> <p>:PAR</p> <p> ACDC 60</p> <p> CHAR 62</p> <p> CONT 63</p> <p> LIGH 62</p> <p> PEAK 60</p> <p> POFF 61</p> <p> POLD 61</p> <p> RANG 61</p> <p> SAVE 63</p> <p> UNIT 59</p> <p> USB 59</p> <p>:PEAK 56</p> <p> MODE 56</p> <p> NULL 56</p> <p> READ 57</p> <p> MAX 57</p> <p> MIN 57</p> <p>:PROB</p> <p> NAME 58</p> <p> SN 58</p> <p> TYPE 58</p> <p>:RANG 54</p> <p> AUTO 53</p> <p> SET 53</p> <p>:READ 54</p> <p>:SN</p> <p> CALI 64</p> <p> HW 64</p> <p> SW 64</p> <p> UNIT 63</p> <p>:STAT</p> <p> MEAS</p> <p> ENAB 51</p> <p> EVEN 52</p> <p> PRES 50</p> <p> QUES</p> <p> ENAB 51</p> <p> EVEN 51</p> <p>:UNIT 54</p>	<p>A</p> <p>Abbildungen 4</p> <p>Abfragebefehle 41</p> <p>Abschaltung 34</p> <p>Anschlussseite 16</p> <p>Anschluss-Stecker 36</p> <p>Anzeigeeinheiten 32</p> <p>Anzeigenbeleuchtung 34</p> <p>Ausgabedaten 42</p> <p>B</p> <p>Batterien 17</p> <p>Bedienung 20</p> <p>Befehle 40</p> <p>Befehlstrennzeichen 40</p> <p>Beispiel-Messung 13</p> <p>Bereichswahl 33</p> <p>Betriebsmodus 31</p> <p>Boolsche 42</p> <p>C</p> <p>Computer 36</p> <p>D</p> <p>Datenformat 39</p> <p>Datensprache 41</p> <p>Direkter 37</p> <p>Diskrete 42</p> <p>Display 21</p> <p>Displayanzeige 9</p> <p>Durchführung 7</p> <p>E</p> <p>Ein-/Ausschalten 23</p> <p>Einheiten 65</p> <p>Einstellmenü 31</p> <p>Einstellungen 31</p> <p>Endung 42</p> <p>F</p> <p>Feldstärke 65</p> <p>Flussdichte 65</p> <p>Frontseite 16</p> <p>Funktion 10</p> <p>G</p> <p>Genauigkeit 15</p> <p>Gerätfunktionen 47, 63</p> <p>Gewährleistung 68</p> <p>Gleichfeld 33</p> <p>Gleichfeld-/Wechselfeld 25</p> <p>Gleichfeldmessung 26</p> <p>Gleichfeldmessungen 26</p> <p>H</p> <p>Hall-Effekt 10</p> <p>Hauptbefehle 46, 52</p> <p>Hinweise 13</p> <p>I</p> <p>Inhaltsverzeichnis 3</p> <p>Installation 39</p> <p>K</p> <p>Kontrasteinstellung 35</p> <p>Kurzeinführung 7</p> <p>L</p> <p>Laden 18</p> <p>Ladung 34</p> <p>Leerzeichen 40</p> <p>Lineares 10</p> <p>M</p> <p>Maßeinheit 8, 25</p> <p>Messbereich 24</p> <p>Messbereichsauswahl 8</p> <p>N</p> <p>Netzanschluss 16</p> <p>Nichtlineares 11</p> <p>Null 23</p> <p>Numerische 41</p> <p>P</p> <p>Parameter 47, 59</p> <p>Parametertrennzeichen 40</p> <p>Personalcomputer 36</p> <p>Pfadtrennzeichen 40</p> <p>Polarität 33</p> <p>Programmiersprache 36</p> <p>Q</p> <p>Querstromwiderstandes 12</p>
--	--

R		
Remanenz.....	14	
RS232	36	
S		
Schnittstelle	36, 39	
SCPI	36, 41, 46, 48	
SCPI-Befehlsyntax	46	
SCPI-Sprache	39	
Sensitivität	12	
Serielle	36	
Sicherheitshinweise	5, 6	
Sicherheitssymbole.....	6	
Sondenanschluss	18	
Sondendaten.....	30	
Sondenfunktionen.....	47, 58	
Spitzenwert.....	32	
Spitzenwernerfassung	28	
Spitzenwertfunktion.....	47, 56	
Spitzenwertmessung.....	28, 29	
statische.....	15	
Statusanzeige	9, 21	
Steuerbefehle	46, 48	
Systembefehle	41	
T		
Tastatur	20	
Technische	66	
Terminal	36	
U		
USB-Schnittstelle	19	
V		
Versionshinweise	35	
Vorbereitung	7	
W		
Wechselfeldmessung.....	27	
Wechselfeldmessungen	26	
Z		
Zeichenkettenparameter.....	42	
Zeichensatz	39	