



List-Magnetik

Manual
Ferromaster

BEDIENUNGSANLEITUNG

PERMEABILITÄTSMESSGERÄT

FERROMASTER

2023-05



List-Magnetik Dipl.-Ing. Heinrich List GmbH

D-70771 Leinfelden-Echterdingen Max-Lang-Str. 56/2

Fon: + 49 (711) 903631-0 Fax: + 49 (711) 903631-10

Internet: <https://www.list-magnetik.com>

E-mail: info@list-magnetik.de



INHALTSVERZEICHNIS

FERROMASTER (2023-05)

Sicherheitshinweise	2
Allgemeines	3
Inbetriebnahme.....	4
Taste ON / ZERO	5
Taste OFF	5
Kalibriertrimmer.....	5
Permeabilitätsmessung	6
Feldstärkeabhängigkeit	6
Remanenz	6
Probenoberfläche.....	7
Abmessungen der Probe	7
Erdmagnetfeld.....	8
Stromversorgung.....	8
Technische Daten	9
Garantie.....	10

SICHERHEITSHINWEISE

Das Gerät darf nicht in explosiver Umgebung betrieben werden.

Für Folgeschäden, die aus der Benutzung des Gerätes entstehen, haftet der Hersteller nicht.

Das Messgerät darf nur mit ausdrücklicher Erlaubnis des Herstellers in die USA exportiert werden.

Halten Sie den Tastkopf fern von Magneten und magnetischem Material. Eine Berührung des Tastkopfes mit Magneten oder magnetischem Material kann das Gerät beschädigen.

Lesen Sie bitte die komplette Bedienungsanleitung vor Inbetriebnahme des Gerätes.

Änderungen an dieser Bedienungsanleitung und an dem Messgerät, auch ohne Vorankündigung, sind vorbehalten.

ALLGEMEINES

Das Permeabilitätsmessgerät Ferromaster ist ein Gerät zur Messung der relativen magnetischen Permeabilität μ_r von schwach magnetisierbaren Materialien und Konstruktionsteilen mit μ_r zwischen 1,001 und 1,999. Mit dem Ferromaster können normkonforme Permeabilitätsmessungen gemäß **ASTM A342 Test Method 4, EN 60404-15 Verfahren 6 und VG 95578** durchgeführt werden.

Die relative magnetische Permeabilität ist dimensionslos. Sie stellt den Zusammenhang zwischen der magnetischen Flussdichte B und dem magnetisierenden Feld H her:

$$B = \mu_r \mu_0 H$$

wobei μ_0 die Vakuumpermeabilität ist mit

$$\mu_0 = 4 \times \pi \times 10^{-7} \frac{\text{m kg}}{\text{A}^2 \text{s}^2}$$

Der Ferromaster wird eingesetzt zur Materialauswahl bei Anwendungen, wo absolut unmagnetische Materialien eingesetzt werden müssen, z. B. im Elektronenmikroskop, bei der Elektronen- oder Ionenspektroskopie, in Kernresonanzgeräten und in der Umgebung von Kompass-Navigationsgeräten.

Neben der Qualitätskontrolle von Edeltählen und anderen Legierungen dient das Gerät auch zum Nachweis von Materialveränderungen bei hochbeanspruchten Teilen.

Zur Permeabilitätsmessung wird der Tastkopf auf die Oberfläche der Materialprobe gesetzt, so dass die Prüfspitze die Probe berührt. Der Messwert μ der relativen magnetischen Permeabilität wird direkt auf dem LC-Display angezeigt.

Der Tastkopf enthält einen Dauermagneten, der die Probe in der Nähe der Prüfspitze aufmagnetisiert. Zwei empfindliche Magnetfeldsensoren in Differenzschaltung messen die durch die Magnetisierung der Probe hervorgerufenen Feldverzerrungen. Das Gerät ist an präzise geeichten Referenzstandards vom National Physical Laboratory (NPL, Teddington, UK) kalibriert. Eine Nachkalibrierung ist einfach möglich. Dazu liegt jedem Gerät ein Kalibrierstandard bei.

Als besonderes Merkmal ist der Ferromaster mit einem robusten wasserdichten Handgehäuse (Schutzart IP65) ausgestattet und eignet sich damit hervorragend für den Einsatz in rauer Industrie-Umgebung. Die eingebaute Batterie ermöglicht ca. 50 Stunden Betrieb.

INBETRIEBNAHME

Vor dem Einschalten des Gerätes muss die Schutzkappe vom Tastkopf abgezogen werden.



Der Tastkopf und die nun freiliegende metallische Prüfspitze (Kuppe) darf nicht in die Nähe von stark magnetischem Material oder Magneten gelangen, weil die magnetischen Eigenschaften des eingebauten Dauermagneten dadurch verändert werden, was zur Beschädigung des Gerätes führen kann.



Die magnetische Flussdichte am Ort des Tastkopfs sollte auch bei ausgeschaltetem Gerät nicht wesentlich größer als das Erdmagnetfeld sein.



Benutzen Sie das Gerät nicht, um Magnete oder magnetisches Material zu prüfen!

Die Bedienelemente des Gerätes haben folgende Funktion:

TASTE ON / ZERO

Durch Drücken der Taste ON / ZERO wird das Gerät eingeschaltet und es erfolgt ein automatischer Nullabgleich. Während des Nullabgleichs erscheint hinter den ersten drei Ziffern der Anzeige jeweils ein Dezimalpunkt und zwischen der zweiten und dritten Ziffer ein Doppelpunkt. Die Dauer des Nullabgleichs hängt von der Größe des aktuellen Nullpunktfehlers ab. Der Nullabgleich dauert typischerweise wenige Sekunden, kann aber im Ausnahmefall bis zu 2 Minuten dauern. Nach erfolgreichem Nullabgleich zeigt die Anzeige 1,000. Das Gerät ist jetzt betriebsbereit.

Durch Drücken der Taste ON /ZERO bei eingeschaltetem Gerät kann der Nullabgleich jederzeit wiederholt werden. Während des Nullabgleichs darf die Prüfspitze kein Material berühren und der Tastkopf sollte nicht bewegt werden.

Das Gerät schaltet sich ca. 15 Minuten nach dem letztmaligen Betätigen der Taste ON / ZERO automatisch ab.

TASTE OFF

Durch Drücken der Taste OFF wird das Gerät ausgeschaltet. Die Anzeige erlischt.

KALIBRIERTRIMMER

Der Trimmer befindet sich an der Stirnseite des Gerätes neben der Kabeldurchführung. Durch Drehen dieses Kalibriertrimmers mit einem geeigneten Schraubendreher kann der Kalibrierfaktor verstellt werden. Das Gerät ist werkseitig kalibriert. Eine Verstellung der Kalibrierung wird nicht empfohlen. Näheres zur Kalibrierung ist im nächsten Kapitel beschrieben.

Nach Einschalten und Justieren des Nullpunkts auf 1,000 mit dem Regler OFFS ist das Gerät betriebsbereit.

PERMEABILITÄTSMESSUNG

Zur Messung der relativen magnetischen Permeabilität μ_r eines Werkstücks oder einer Materialprobe wird der Tastkopf bei eingeschaltetem Gerät nach erfolgtem Nullabgleich senkrecht auf die Oberfläche der Materialprobe gesetzt, so dass die Prüfspitze die Probe berührt. Die Prüfspitze darf dabei keinen mechanischen Belastungen ausgesetzt werden. Der Messwert der relativen magnetischen Permeabilität μ_r wird direkt auf dem LC-Display angezeigt.

Der Ferromaster ist an präzise geeichten Referenzstandards vom National Physical Laboratory (NPL, Teddington, UK) kalibriert. Eine Überprüfung der Kalibrierung ist einfach möglich. Dazu liegt jedem Gerät ein Kalibrierstandard bei. Zur Prüfung der Kalibrierung setzt man den Tastkopf genau senkrecht auf den Kalibrierstandard, so dass die Prüfspitze die Oberseite genau in der Mitte berührt. Der angezeigte Wert sollte mit dem Wert, der auf dem Kalibrierstandard aufgedruckt ist, übereinstimmen. Die Kalibrierung kann notfalls mit dem Trimmer CAL auf der Stirnseite des Gerätes verstellt werden. Der Kalibrierstandard sollte vor mechanischen Beanspruchungen und stärkeren Magnetfeldern geschützt werden.

Die magnetische Permeabilität und das Messergebnis einer Permeabilitätsmessung hängen von verschiedenen Faktoren ab, deren Kenntnis für eine präzise Absolutmessung unerlässlich ist. Insbesondere müssen folgende Punkte beachtet werden:

FELDSTÄRKEABHÄNGIGKEIT

Die magnetische Permeabilität eines Materials hängt in der Regel stark von der Stärke und Frequenz des magnetisierenden Feldes ab. Der Tastkopf des FERROMASTER enthält einen Dauermagneten, der an der Prüfspitze ein konstantes Magnetfeld von etwa 35 kA/m erzeugt.

REMANENZ

Viele Materialien, z. B. Edelstähle, lassen sich mit einem starken Magnetfeld permanent aufmagnetisieren. Die bei abgeschaltetem äußerem Feld verbliebene Magnetisierung (Remanenz) beeinflusst die Permeabilitätsmessung, denn die Magnetfeldsensoren im Tastkopf reagieren auf inhomogene Felder, die von der Probe ausgehen. Es empfiehlt sich daher, aufmagnetisierte Werkstücke oder Proben vor der Permeabilitätsmessung in einem abklingenden Wechselfeld zu entmagnetisieren.

Außerdem muss berücksichtigt werden, dass eine unerwünschte Remanenz auch durch die Messung selbst verursacht werden kann, denn die Materialprobe wird durch den Dauermagneten im Tastkopf magnetisiert.

PROBENOBERFLÄCHE

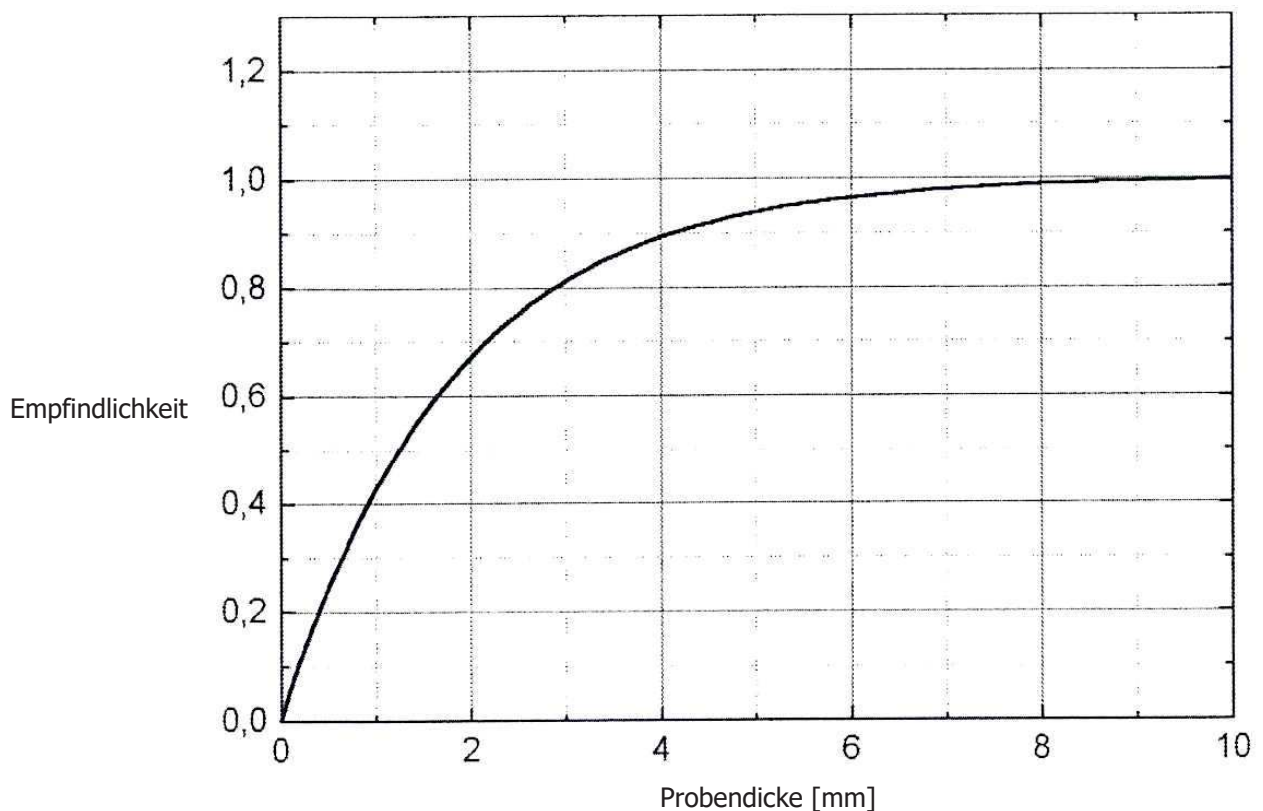
Für eine genaue Messung muss der Tastkopf genau senkrecht auf die Probe gesetzt werden. Eine Verkippung kann das Ergebnis etwas verfälschen. Das Gerät ist kalibriert an Referenzstandards mit planer Oberfläche. Bei gebogenen Oberflächen ist eine Verfälschung des Messergebnisses möglich. Bei kompliziert geformten oder sehr kleinen Teilen kann es sinnvoll sein, ein Referenzstück aus einem Material mit bekannter Permeabilität herzustellen.

ABMESSUNGEN DER PROBE

Der Messwert der Permeabilität hängt bei kleinen Proben von deren Abmessungen ab. Die Empfindlichkeit des Gerätes nimmt z. B. mit der Dicke der Probe zu.

Ab einer Probendicke von etwa 5 mm und einer lateralen Ausdehnung von etwa 2 cm ist die Messung von der Größe unabhängig. Die ungefähre Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Probendicke zeigt folgendes Diagramm.

Die Empfindlichkeit ist definiert als $(\mu r_{\text{angezeigt}} - 1) / (\mu r_{\text{wahr}} - 1)$



ERDMAGNETFELD

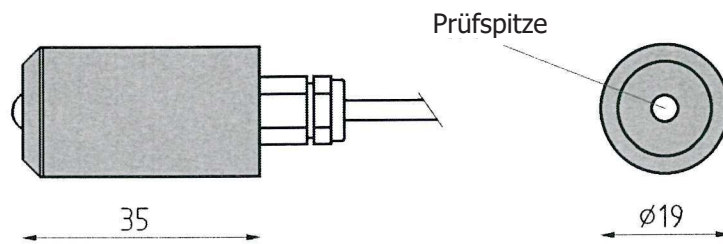
Der Tastkopf enthält zwei Magnetfeldsensoren in Differenzschaltung. Dadurch wird der Einfluss eines homogenen äußeren Feldes (Erdmagnetfeld) weitgehend unterdrückt. Allerdings können Inhomogenitäten, erzeugt durch große Eisenteile in der Nähe des Tastkopfs, eine Nullpunktverschiebung beim Umherschwenken des Tastkopfs erzeugen. Für Messungen im Bereich zwischen 1,001 und 1,01 wird empfohlen, den Tastkopf fest zu installieren und die Probe an den Tastkopf heran zu führen oder den Tastkopf nur durch Parallelverschiebung ohne Drehen und Kippen an die Probe heranzuführen.

STROMVERSORGUNG

Der Ferromaster wird von einer 9-V-Blockbatterie versorgt, die für etwa 50 Stunden Betrieb reicht. Wenn die Batteriekapazität erschöpft ist, erscheint in der linken oberen Ecke der Digitalanzeige "LOBAT". Messbetrieb ist dann noch für einige Zeit möglich. Jedoch sollte die Batterie bald gewechselt werden. Die Batterie befindet sich im Batteriefach auf der Rückseite des Gerätes. Durch Lösen der unteren beiden Schrauben wird es geöffnet. Es können auch wiederaufladbare NC- oder NiMH-Akkublocks verwendet werden. Unbrauchbare Batterien müssen als Sondermüll entsorgt werden!

TECHNISCHE DATEN

Messbereich	$\mu r = 1,001$ bis $1,999$
Auflösung	0,001
Kalibriergenauigkeit bei 20 °C	$(\mu - 1) \times 5\%$, bezogen auf NPL-Kalibrierstandards, nachjustierbar
Temperaturbereich	0 bis 50 °C
Feldstärke an der Prüfspitze	~ 35 kA/m
Batterie	9 V (Block, PP3)
Betriebsdauer mit einer Batterie	~ 50 h
Abmessungen der Elektronikeinheit	151 x 82 x 33 mm ³
Schutzart	IP65
Länge des Verbindungskabels	1,5 m
Gewicht des kompletten Gerätes	280 g
Garantie	24 Monate



Abmessung des Tastkopfs in Millimetern

Änderungen vorbehalten.

GARANTIE

Auf alle Teile des Permeabilitätsmessgerätes Ferromaster werden 24 Monate Garantie gewährt. Innerhalb dieser Zeit werden evtl. notwendige Reparaturen oder, falls erforderlich, ein Umtausch kostenlos durchgeführt. Die Garantie erlischt, wenn das Gerät vom Kunden geöffnet, verändert oder unsachgemäß gehandhabt wird. Falls das Gerät nicht einwandfrei arbeitet, wenden Sie sich bitte an den Hersteller.

Unser Lieferprogramm:

- Schichtdickenmessgeräte
- Magnetfeldmessgeräte
- Magnetisier- und Entmagnetisieranlagen
- Ultraschall-Wanddickenmessgeräte

Wir beraten Sie fachgerecht und entwickeln speziell auf Ihre Bedürfnisse zugeschnittene Lösungen für Magnetisierung, Entmagnetisierung und Messtechnik

Schneller Service für Kalibrierung und Reparatur



List-Magnetik Dipl.-Ing. Heinrich List GmbH

D-70771 Leinfelden-Echterdingen Max-Lang-Str. 56/2

Fon: + 49 (711) 903631-0 Fax: + 49 (711) 903631-10

Internet: <https://www.list-magnetik.com>

E-mail: info@list-magnetik.de

