

HANDBUCH



Elektrofeldmeter EFM 120

System Prof. Dr.-Ing. Hans Kleinwächter

Inhalt

| | |
|--|---|
| Allgemeine Informationen über Elektrostatik..... | 3 |
| Entstehung elektrostatischer Aufladung..... | 3 |
| Produktbeschreibung..... | 3 |
| Technische Daten..... | 4 |
| Legende | 4 |
| Bedienungsanleitung..... | 5 |
| Messprinzip | 5 |
| Anwendungsgebiete..... | 5 |
| Inbetriebnahme | 5 |
| Messbereichsumschaltung / Automatikmodus..... | 5 |
| Messbereichsüberschreitung..... | 5 |
| Anzeige | 6 |
| Schreiberausgang..... | 6 |
| Akkuüberwachung..... | 6 |
| Erdung | 6 |
| Nullpunkt..... | 6 |
| Feldstärke..... | 6 |
| Spannungsmessung mit dem MK11 | 7 |
| Wartung | 7 |
| NiMH-Akku | 7 |
| Garantieleistungen | 7 |
| Lieferumfang..... | 8 |
| Warnhinweise | 8 |
| Kalibration | 8 |

Allgemeine Informationen über Elektrostatik

Elektrostatische Entladung ist heute ein Problem an vielen Arbeitsplätzen, da die moderne Mikroelektronik¹ besonders anfällig für Schäden ist, die durch elektrostatische Entladung entstehen. Es sind jedoch auch andere Industriezweige, wie z.B. die Telekommunikations-, Kunststoff- und Explosivstoffbranche davon betroffen.

ESD² verursacht Zeitverluste sowie hohe finanzielle Schäden und kann die Gesundheit des Menschen gefährden. Am Menschen, Kleidung, Materialien und Ausrüstung können Ladungen von weit über 10.000V entstehen. Elektronische Bauteile können bereits bei elektrostatischer Entladung von weniger als 100V beschädigt werden. Ladungen von 3.000V und mehr können Funken verursachen. Diese können in gefährdeter Umgebung zu Explosionen führen.

Entstehung elektrostatischer Aufladung

Durch Reibung und Trennung ungleicher Stoffe wird die sogenannte *Triboelektrizität*³ erzeugt. Es findet dabei ein Elektronentransfer von einem Stoff zum anderen statt. Da Elektronen eine negative Ladung haben wird der Stoff, der Elektronen abgibt, positiv geladen. Der andere, der Elektronen aufnimmt, wird negativ geladen.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, elektrostatische Ladung zu verhindern oder abzuleiten. Um aber eine sinn- und wirkungsvolle Lösung zu finden, muss zuerst die Entstehung dieser Aufladung geortet sowie die Höhe und Polarität der Ladung gemessen werden. Dazu, wie auch zur Kontrolle der ergriffenen Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen und zur Überwachung gewünschter Elektrostatik sind unsere Elektrofeldmeter bestens geeignet.

Produktbeschreibung

Das Gerät ist in ein Alu-Gehäuse eingebaut. Die Influenz-Messelektrode ist sternförmig. In geringem Abstand vor dieser rotiert ein an Masse liegendes Modulationsflügelrad gleicher Sternform. Ein die Influenzelektrode umschließendes Ringelektrodensystem dient dem mechanischen Schutz des Modulationsflügelrades. Diese Teile sind goldplattiert, um galvanische Störfelder auszuschließen.

Die Anzeige auf der Frontseite besteht aus einer 21-stelligen LED-Punktanzeige.

Das Gerät besitzt einen eingebauten Mikrocomputer, der folgende Aufgaben übernimmt:

- automatischer Funktionstest beim Einschalten
- "Einknopf"-Bedienung
- permanente Akkuüberwachung mit automatischer Abschaltung

¹ integrierte Bausteine

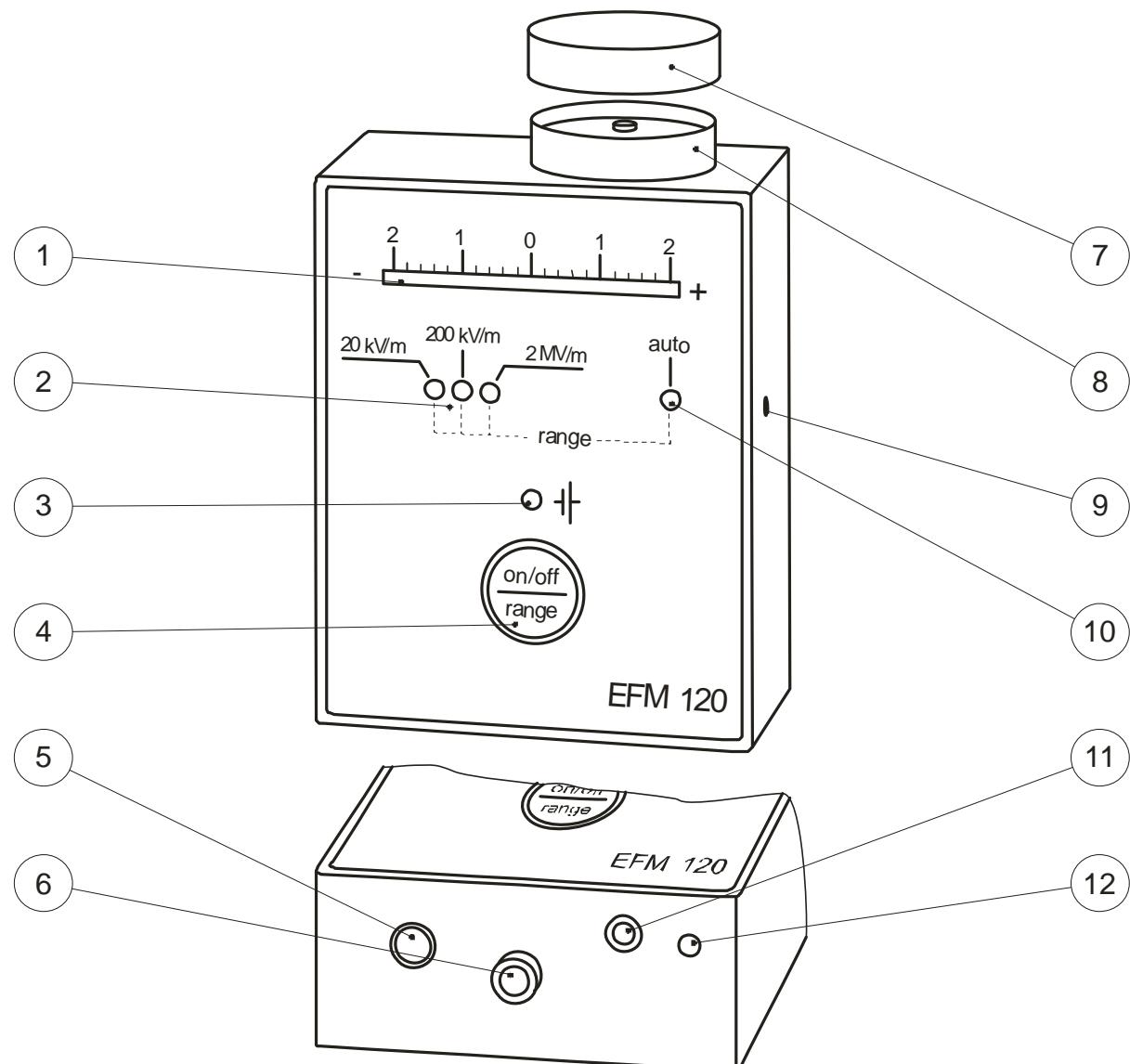
² Electro static discharge, deutsch: elektrostatische Entladung

³ vom griechischen *tribeia* = reiben

Technische Daten

| | |
|--|--|
| Abmessungen (L x B x H): | Ca. 80mm x 100mm x 40mm |
| Gewicht: | Ca. 380g |
| Abgleich im Plattenkondensator: | 285mm x 285mm, Distanz 100mm |
| Abgleichgenauigkeit: | < 2,5% |
| Ausgangsspannung: | ±1V |
| Innenwiderstand: | >1kΩ |
| Stromversorgung: | Eingebauter Akku / Ladegerät 230V 50Hz |
| Batterie: | NiMH Akku-Pack 7,2V 350mAh |
| Betriebsdauer: | Min. 4h mit Akku |
| Messbereiche: | ±20kV/m, ±200kV/m, ±2MV/m |

Legende



- 1 LED Punktanzeige
- 2 Bereichs LEDs
- 3 Ladeanzeige
- 4 «on/off/range» Taster
- 5 Ladebuchse
- 6 Erdungsbuchse

- 7 Abdeckkappe
- 8 Modulatorsystem
- 9 Summer
- 10 Automatik LED
- 11 Schreiberausgang
- 12 Nullpunkttrimmer

Bedienungsanleitung

Messprinzip

Das Elektrofeldmeter ist ein parametrischer Verstärker. Die durch das elektrische Feld influenzierten Ladungen erzeugen einen der Feldstärke proportionalen Wechselstrom. Dieser wird über einen selektiven Verstärker gemessen, ohne dass dem elektrischen Feld im zeitlichen Mittel Energie entzogen wird.

Es werden keine radioaktiven Substanzen verwendet.

Anwendungsgebiete

Detection und Control elektrostatischer Felder bzw. Aufladungen. *Messung* elektrischer Feldstärken (z. B. bei Gewittern), elektrischer Aufladungen, elektrostatischer Aufladungen, extrem hochohmiger Spannungsquellen, extrem kleiner Stromstärken oder extrem hoher Widerstände.

Inbetriebnahme

Durch Drücken auf den «function/on/range» Taster auf der Frontplatte schaltet sich das Gerät ein. Zum Ausschalten den Taster so lange gedrückt halten, bis ein kurzer Piepton ertönt. Nach dem Loslassen des Taster schaltet das EFM 120 aus.

Zum Messen muss die Schutzkappe vorne auf dem Modulatorsystem abgenommen werden!

Messbereichumschaltung / Automatikmodus

Das Gerät besitzt 3 manuelle Messbereiche und einen Automatikbereich. Die Umschaltung erfolgt durch kurzes Drücken auf den «on/off/range» Taster bei eingeschaltetem Gerät.

Beim Einschalten wird automatisch der empfindlichste Bereich ($\pm 20\text{kV/m}$ manuell) eingestellt. Wird der Taster kurz gedrückt, wechselt der Bereich auf $\pm 200\text{kV/m}$ und bei nochmaligen Drücken auf $\pm 2\text{MV/m}$.

Wird der Taster im Bereich $\pm 2\text{MV/m}$ nochmals kurz gedrückt, geht das EFM 120 in den Automatikbereich. Dies wird durch die Automatik LED angezeigt. Im Automatikbetrieb wählt das Gerät selbst den optimalen Messbereich aus und zeigt diesen über eine LED an.

Bei jedem weiteren kurzen Druck auf den Taster wird um einen Bereich weitergeschaltet.



Messbereichsüberschreitung

Wird der Messbereich überschritten (außer im Automatikmodus), blinken die beiden äußeren LEDs auf der Seite (+ oder -), auf der die Überschreitung erfolgt. Zusätzlich ertönt ein Warnton. In diesem Falle ist in den nächst höheren Bereich zu schalten oder ein größerer Abstand zu wählen.

Im Automatikmodus schaltet das EFM 120 bei einer Messbereichsüberschreitung automatisch in den nächsthöheren Bereich. Ist der höchste Bereich bereits eingeschaltet, blinken die beiden

äußersten LEDs auf der Seite (+ oder -), auf der die Überschreitung erfolgt. Zusätzlich ertönt auch hier ein Warnton. In diesem Fall muss ein größerer Abstand gewählt werden.

Werden in den Bereichen $\pm 200 \text{ kV/m}$ oder $\pm 2 \text{ MV/m}$ 10% des Maximalwertes unterschritten, so schaltet das EFM 120 automatisch in den nächst niedrigeren Bereich.

Anzeige

Die Messwertanzeige erfolgt über eine 21stellige LED-Punktanzeige mit Nullpunkt (grüne LED) in der Mitte. Der Messwert wird mit 10 LEDs für die jeweilige Polarität angezeigt. Durch den fließenden Übergang der LEDs beträgt die Ablesegenauigkeit ca. 5% .

Schreiberausgang

An der Geräteunterseite befindet sich eine Klinkenbuchse zum Anschluss eines externen Y-t Schreibers oder eines externen Voltmeters. Die Ausgangsspannung beträgt $\pm 1\text{V}$ proportional zur gemessenen Feldstärke; die Messgenauigkeit beträgt $\pm 2,5\%$ im homogenen Feld.

In Verbindung mit dem optional erhältlichen Analog-/Digitalwandler UAC110 kann das EFM 120 über die USB Schnittstelle an einen Computer angeschlossen werden.

Akkuüberwachung

Das Gerät besitzt eine permanente Akku-Spannungsüberwachung. Wird die Akku-Spannung von 6,8 V unterschritten, leuchtet die LED "||". Beim Unterschreiten der Akku-Spannung von 6,5 V ertönt ein Warnsignal (zuerst ein langer dann ein kurzer Piepton). Um eine Tiefentladung des Akkus zu vermeiden schaltet sich das EFM 120 dann automatisch ab. In diesen Fällen ist mit dem im Lieferumfang enthaltenen Ladegerät der eingebaute NiMH-Akku über die Ladebuchse zu laden (Ladezeit ca. 12-14 Stunden).

Erdung

Das Messgerät muss, um eine genaue Aussage über die Größe und Polarität des gemessenen elektrischen Feldes treffen zu können, ausreichend geerdet sein. Zu diesem Zweck ist das Gerät an der auf der hinteren Seite in der Mitte angebrachten Erdungsbuchse mit Erde zu verbinden.

Im Normalfall reicht es jedoch aus, wenn die messende Person die Erdungsbuchse berührt und mit Erde verbunden ist. (z.B. leitfähige Schuhe, Fußboden oder Berühren geerdeter Teile mit der Hand).

Nullpunkt

Bei aufgesetzter Abdeckkappe muss das Elektrofeldmeter im empfindlichsten Bereich (20kV/m) Null anzeigen, d.h. die grüne LED von der 21stelligen LED - Anzeige muss leuchten. Sollte dies nicht der Fall sein, so kann am Nullpunktpotentiometer der Nullpunkt mit einem Schraubendreher abgeglichen werden.

Feldstärke

Zur Messung der Feldstärke nach dem Einschalten zunächst die Abschirmkappe (9) vom Modulatorsystem abnehmen. Dann das Elektrofeldmeter mit dem Modulatorsystem parallel zum Messobjekt halten.

Der Abstand zwischen Messobjekt und dem Elektrofeldmeter muss konstant gehalten werden, da dieser in die Messung mit eingeht. Die gemessene Feldstärke wird in kV/m angezeigt.

Wird der angezeigte Wert (kV/m) mit dem Abstand (in m) multipliziert, so erhält man die Aufladung (in V).

Beispiel: Beträgt der Abstand d zwischendem Messobjekt und dem Elektrofeldmeter 5cm und die mit dem Elektrofeldmeter gemessene Feldstärke E 1,6kV/m, ermittelt sich das Oberflächenpotential U zu:

$$\text{Oberflächenpotential} = \text{Feldstärke} \times \text{Abstand}$$

$$U = E \times d = 1600 \text{V}/\text{m} \times 0,05 \text{m} = 80 \text{V}$$

Dabei ist auf korrekte Einheiten zu achten. Um diesem Problem zu entgehen, empfiehlt sich die Verwendung von SI-Einheiten.

Spannungsmessung mit dem MK11

Mit dem optionalen Spannungsmesskopf MK11 können Spannungen bis $\pm 2 \text{kV}$ bei einem Innenwiderstand $R_i > 10^{15} \Omega$ gemessen werden. Bei Hochspannungsmessungen sind die Richtlinien der EN 10100 zu beachten.

Zur Messung wird der Spannungsmesskopf vorne auf das Modulatorsystem des Elektrofeldmeters gesteckt. Beim Spannungsmesskopf MK 11 erhält man, da die interne teflonisierte Feldplatte in 1 cm Abstand zur Modulatorfeldplatte angeordnet ist, folgende Spannungsmessbereiche:

- $\pm 200 \text{V}$
- $\pm 2 \text{kV}$ (maximaler Messwert)

Das so entstandene linear anzeigende Voltmeter hat folgende hervorragende Eigenschaften:

| | |
|---------------------------|--|
| Eingangskapazität | ca. 5pF |
| Eingangswiderstand | $> 10^{16} \Omega$ bei geeignetem Messkopf |

Wartung

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass die goldplatierten Teile des Modulatorsystems nicht berührt werden. Eine Deformierung des Modulatorflügels ist unbedingt zu vermeiden.

Das System ist von isolierenden Fremdschichten wie Staub, Farb- und Lacknebel o.ä. sowie von Kondenswasser freizuhalten. Bei Bedarf kann das Modulatorsystem mit Spiritus und einem fusselfreien Baumwolltuch vorsichtig gereinigt werden.

NiMH-Akku

Sollte das Elektrofeldmeter längere Zeit nicht benutzt werden, so ist der Akku spätestens nach sechs Monaten zu laden (siehe Akkuüberwachung). Achten Sie darauf, dass der Akku nie vollständig entladen wird (Tiefentladung). Kann der Akku nicht mehr aufgeladen werden, so muss er ausgewechselt werden. Dazu ist das Elektrofeldmeter an den Hersteller einzusenden.

Garantieleistungen

Bei fachgerechter Handhabung nach Betriebsanleitung gewähren wir eine Garantie von 24 Monaten. Von der Garantieleistung ausgenommen sind: Der NiMH-Akku, Schäden durch

Spannungsüberschläge, falsche Erdung und mechanische Beschädigungen des Gerätes. Die Garantie erlischt auch wenn das Gerät geöffnet wurde.

Lieferumfang

Zur Grundausstattung der Elektrofeldmeters gehören folgende Einzelteile:

- Bereitschaftskoffer
- Elektrofeldmeter
- Ladegerät
- Klinkenstecker für Schreiberausgang
- Erdungsspiralkabel
- Bedienungsanleitung
- Kalibrationszeugnis

Optional erhältlich:

- Spannungsmesskopf MK11-S1 mit Bananenbuchse
- Spannungsmesskopf MK11-S2 mit BNC-Buchse
- Analog-/Digitalwandler UAC 110 inkl. Software für die USB-Schnittstelle
- Zubehörset für Begehtest ZSB 120 inkl. UAC 110 mit Software, Messkopf MK11-S2, Handelektrode und 3m teflonisolierte Messleitung

In Verbindung mit dem Zubehörset ZSB 120 können mit dem Elektrofeldmeter EFM 120 Begehtests nach DIN EN 61340-4-5 durchgeführt werden.

Warnhinweise

- Das Elektrofeldmeter darf nicht geöffnet werden. Beim Öffnen des Gerätes entfällt der Garantieanspruch!
- Das Elektrofeldmeter darf nicht in explosionsgefährdeten Räumen verwendet werden. Das Gerät besitzt keine EX-Zulassung!
- Besteht die Möglichkeit sehr hoher elektrostatischer Aufladung, muss das Elektrofeldmeter zwingend geerdet werden. Weiterhin muss ein ausreichend großer Abstand zum Messobjekt eingehalten werden!
- Entladungsüberschläge auf das Modulatorsystem müssen unbedingt vermieden werden!
- Das Benutzen des Gerätes in Energieanlagen ist nicht gestattet!
- Das Elektrofeldmeter kann keine Wechselfelder > 1Hz messen!

Kalibration

Es wird eine Überprüfung der Messwerte in jährlichen Intervallen empfohlen.