

# HANDBUCH

---



## Elektrofeldmeter EFM 235 / 255

---

System Prof. Dr.-Ing. Hans Kleinwächter

## Inhalt

Allgemeine Informationen über Elektrostatik.....	3
Entstehung elektrostatischer Aufladung.....	3
Produktbeschreibung.....	3
Messprinzip.....	3
Anwendungsgebiete.....	4
Technische Daten.....	4
Legende.....	4
Inbetriebnahme.....	4
Bedienungsanleitung.....	5
Startmenü.....	5
Hauptmenü.....	5
Untermenü => MODE.....	6
Untermenü => ZERO.....	6
Untermenü => START.....	7
Untermenü => OFF.....	8
Messbereiche.....	9
Stativhalterung.....	9
Akkuüberwachung.....	9
Erdung.....	10
Feldstärkemessung.....	10
Spannungsmessung mit dem MK1 / HMK40.....	10
Lieferumfang.....	11
Wartung.....	11
NiMH-Akku.....	12
Garantieleistungen.....	12
Warnhinweise.....	12
Kalibration.....	12

## Allgemeine Informationen über Elektrostatik

Elektrostatische Entladung ist heute ein Problem an vielen Arbeitsplätzen, da die moderne Mikroelektronik<sup>1</sup> 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.

ESD<sup>2</sup> 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*<sup>3</sup> 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.

Auf der Rückseite befindet sich eine graphisches LCD – Anzeige, sowie die beiden Taster.

Das Gerät besitzt einen eingebauten Atmel Mikroprozessor mit USB 2.0 Schnittstelle.

### 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.*

---

---

<sup>1</sup> integrierte Bausteine

<sup>2</sup> Electro static discharge, deutsch: elektrostatische Entladung

<sup>3</sup> vom griechischen *tribeia* = reiben

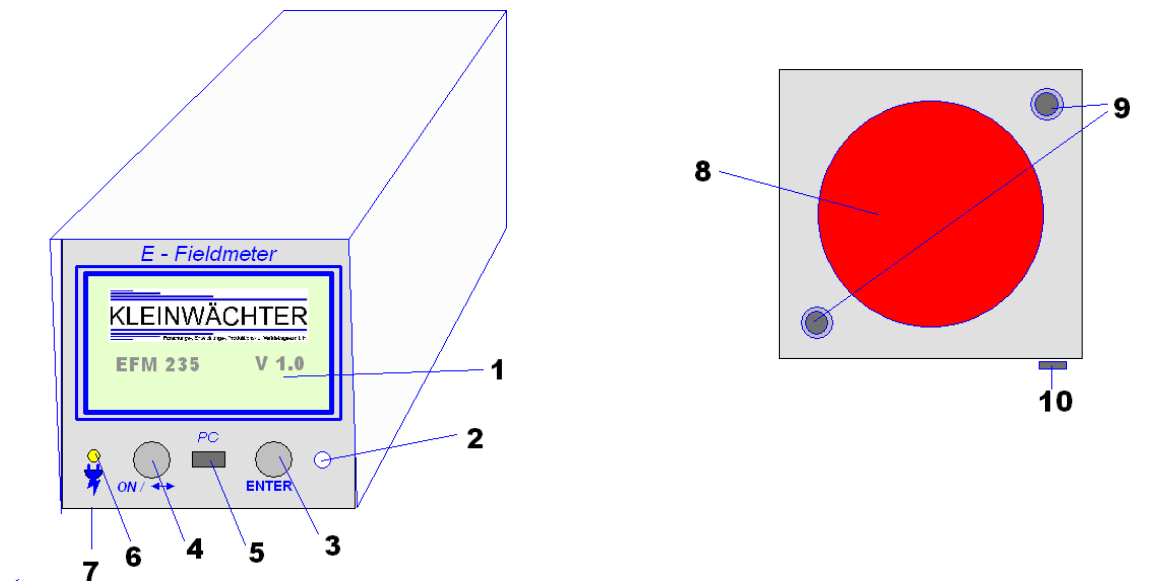
## Anwendungsgebiete

DETEKTION und KONTROLLE 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.

## Technische Daten

<b>Abmessungen (L x B x H):</b>	170mm x 77mm x 73,5mm
<b>Gewicht:</b>	550gr
<b>Abgleich im Plattenkondensator:</b>	400mm x 400mm, Distanz 100mm
<b>Abgleichgenauigkeit:</b>	< 2%
<b>Schnittstelle:</b>	USB 2.0 Mini-Buchse
<b>Stromversorgung:</b>	Steckernetzteil 230V 50Hz sek. 9V 300mA
<b>Batterie:</b>	4 Mignon AA NiMH Akkus
<b>Betriebsdauer:</b>	Min. 4h

## Legende



- |   |                          |    |                                   |
|---|--------------------------|----|-----------------------------------|
| 1 | Graphisches LCD Display  | 6  | Ladekontroll-LED                  |
| 2 | Nullpunktpotentiometer   | 7  | Spannungsbuchse                   |
| 3 | Taste „ENTER“            | 8  | Modulatorsystem mit Abschirmkappe |
| 4 | Taste „Ein“ bzw. SELECT  | 9  | Einpressmuttern für MK1           |
| 5 | USB Schnittstelle (Mini) | 10 | Erdungsbuchse                     |

## Inbetriebnahme

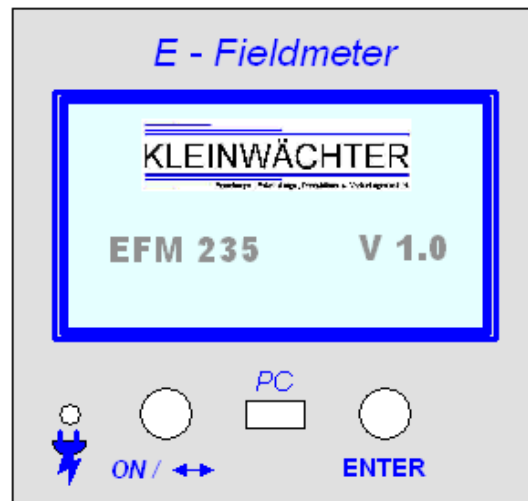
**Zum Messen muss die Abschirmkappe vorne auf dem Modulatorsystem abgenommen werden!**

## Bedienungsanleitung

Durch Drücken auf den Taster «ON» (4) auf der Rückseite schaltet sich das Gerät ein.

In der Anzeige erscheint für ca. 3 Sekunden :

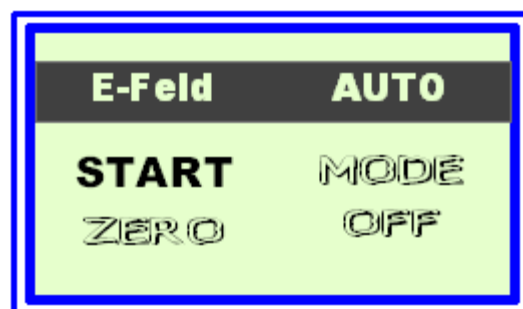
### Startmenü



Es wird der Gerätetyp = EFM 235/EFM 255 und die Versionsnummer V X.X angezeigt !

Danach schaltet das Gerät zum :

### Hauptmenü



Im dunklen Feld steht der momentan ausgewählte Mode.

Mit der Taste „ $\leftrightarrow$ “ (4) kann das Untermenü ausgewählt werden.

Das ausgewählte Untermenü ist schwarz ( **START** )

Mit der Taste „ENTER“ (3) wird in das ausgewählte Untermenü gewechselt !

## Untermenü =&gt; MODE



Zuerst ist die 1. Zeile schwarz. Durch drücken der Taste „ $\leftrightarrow$ “ (4) kann nun der Mode geändert werden. Auswahl => **E-Feld** => **V-Meter MK1** => **HV-Met.MK40** => E-Feld => usw.

Durch drücken der Taste „ENTER“ wird die Auswahl übernommen und die 2. Zeile wird schwarz. Durch drücken der Taste „ $\leftrightarrow$ “ (4) kann nun zwischen **AUTO** und **MANUEL** umgeschaltet werden.

Durch drücken der Taste „ENTER“ wird die Auswahl übernommen und die 3. Zeile **BACK** wird schwarz. Durch nochmaliges drücken der Taste „ENTER“ kommt man zurück ins Hauptmenü.

Durch drücken der Taste „ $\leftrightarrow$ “ (4) kommt man zurück in die 1. Zeile und kann die Auswahl korrigieren.

## Untermenü =&gt; ZERO

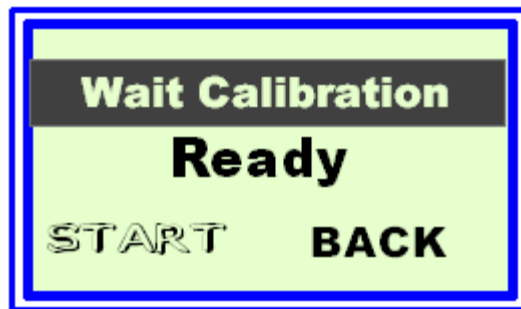


Im dunklen Feld wird darauf hingewiesen die Abschirmkappe aufzusetzen. . Durch drücken der Taste „ $\leftrightarrow$ “ (4) kann der Nullabgleich ausgewählt werden => **START** oder ins Hauptmenü zurückgesprungen werden => **BACK**. Durch drücken der Taste „ENTER“ bei Auswahl „**START**“ wird der Nullpunktabgleich gestartet.



Während des Nullpunktabgleiches sind die Tasten gesperrt. Auf keinen Fall die Abschirmkappe abnehmen. Mit Range 0-3 wird der gerade abgegliche Bereich angezeigt.

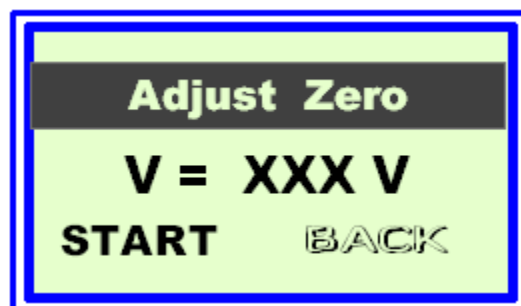
Nach erfolgreichem Nullpunktabgleich erscheint in der Anzeige:



Durch drücken der Taste „ENTER“ (3) kommt man zurück ins Hauptmenü.

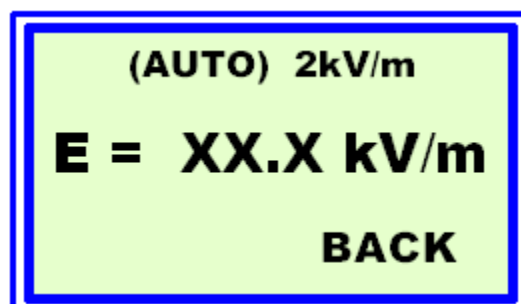
Durch drücken der Taste „←→“ (4) und Auswahl „START“ dann Taste „ENTER“ (3) kann der Nullpunktabgleich erneut gestartet werden.

Wenn der Nullpunktabgleich nicht möglich war erscheint in der Anzeige:



Am Nullpunkttrimmer (2) Offsetspannung auf  $V < 0,10V$  einstellen. Dann Taste „ENTER“ (3) drücken. Danach startet der Nullabgleich und es erscheint in der Anzeige „Wait Calibration“. (weiter wie oben)

**Untermenü => START**

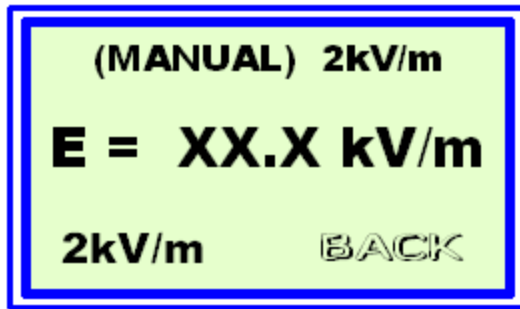


In der 1. Zeile wird der Messmode => **AUTO** und der momentan benutzte Bereich => **2kV/m** angezeigt.

In der 2. Zeile steht bei E-Feld Messung  $E =$  **(aktueller Messwert) kV/m**

Durch drücken der Taste „ENTER“ (3) kommt man zurück ins Hauptmenü.

Sollte die manuelle Bereichsumschaltung ausgewählt sein, erscheint in der Anzeige:



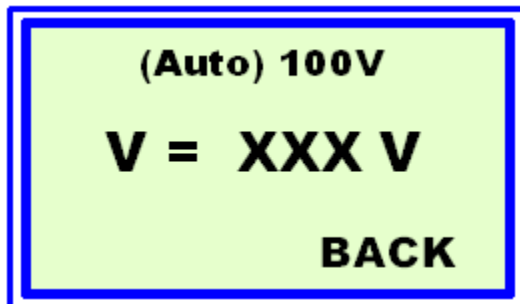
In der 1. Zeile wird der Messmode => **Manuell** und der momentan eingestellte Bereich => **2kV/m** angezeigt.

In der 2. Zeile steht bei E-Feld Messung **E = (aktueller Messwert) kV/m**

Durch drücken der Taste „**↔**“ (4) kann der Messbereich manuell umgeschaltet werden.

Durch drücken der Taste „**ENTER**“ (3) kommt man auf die Auswahl „**BACK**“ und durch nochmaliges drücken zurück ins Hauptmenü.

Bei Auswahl eines Voltmeter Modes (MK1 oder HMK40) erscheint in der Anzeige:



Die Bedienung entspricht dem E-Feld Mode.

Es wird nun die Spannung **V** anstelle der Feldstärke **E** und die Einheit des Messwertes in **V und nicht V/m** angezeigt !

### Untermenü => OFF

Nach Auswahl des Untermenüs OFF und drücken der Taste „**ENTER**“ (3) im Hauptmenü erscheint für ca. 3 Sekunden in der Anzeige:



Danach schaltet sich das Gerät aus !



## Messbereiche

Bei der E-Feld Messung stehen folgende Messbereiche zur Verfügung :

Bereich	EFM255	EFM235	Verstärkung
3	200V/m	2kV/m	x 100
2	1kV/m	10kV/m	x 20
1	4kV/m	40kV/m	x 5
0	20kV/m	200kV/m	x 1

Bei Messung der Spannung mit den HV – Messköpfen stehen folgende Messbereiche zur Verfügung:

Bereich	MK1 255	MK1 235	HMK40 235*
3	2 V	20 V	400 V
2	10 V	100 V	2 kV
1	40 V	400 V	8 kV
0	200 V	2 kV	40 kV

\* Der Messkopf HMK 40 ist nur mit dem EFM 235 sinnvoll anzuwenden.

**Im Mode „AUTO“ erfolgt die Umschaltung der Messbereiche automatisch !**

## Stativhalterung



Zur besseren Benutzung auf dem Labortisch (mit MK1) kann der Handgriff durch ein Tischstativ ersetzt werden.

Dazu den Handgriff mit der Rändelschraube vom Gehäuse des Gerätes lösen. Danach das Tischstativ in die Einpressmutter einschrauben.



Es ist zu beachten, dass das Gewinde der Einpressmutter ein M6 Gewinde ist, und deshalb das Zollgewinde des Tischstativ nicht ganz eingeschraubt werden kann.

Einfach so weit einschrauben bis es schwergängig wird.

## Akkuüberwachung

Das Gerät besitzt eine permanente Akku-Spannungsüberwachung. Wird die Akku-Spannung von 4,8 V unterschritten, erscheint in der Anzeige „**Low Battery**“.

Beim Unterschreiten der Akku-Spannung von 4,5 V erscheint in der Anzeige „Switch OFF“

Um eine Tiefstentladung des Akkus zu vermeiden schaltet sich das Gerät dann automatisch ab. In diesen Fällen ist mit dem im Lieferumfang enthaltenen Ladegerät der eingebaute NiMH-Akku über die Spannungsbuchse (7) 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 unteren Seite vorne links angebrachten Erdungsbuchse mit Erde zu verbinden.

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

## Feldstärkemessung

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

Der Abstand zwischen Messobjekt und dem Elektrofildmeter 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 zwischen dem Messobjekt und dem Elektrofildmeter  $d=5\text{cm}$  und die mit dem Elektrofildmeter gemessene Feldstärke  $E = 1,6\text{kV/m}$ , ermittelt sich das Oberflächenpotential  $U$  zu:

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

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

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

## Spannungsmessung mit dem MK1 / HMK40

Mit den optionalen Spannungsmessköpfen MK1 / MK40 können Spannungen bis  $\pm 2\text{kV} / 40\text{kV}$  bei einem Innenwiderstand  $R_i > 10^{16}\Omega$  gemessen werden. Bei Hochspannungsmessungen sind die Richtlinien der EN 10100 zu beachten.

Zur Messung wird der Spannungsmesskopf vorne auf das Modulatorsystem des Elektrofildmeters geschraubt.

Das so entstandenen linear anzeigenden Voltmeter haben folgende hervorragende Eigenschaften:

<b>Eingangskapazität</b>	ca. 5pF
<b>Eingangswiderstand</b>	$>10^{16}\Omega$ bei geeignetem Messkopf

## Lieferumfang



Zur Grundausrüstung der Elektrofeldmeters gehören folgende Einzelteile:

- Alu - Bereitschaftskoffer mit Schaumstoffeinlage (leitfähig)
- Elektrofeldmeter
- Messblende x10
- Steckernetzteil 9V 350mA
- Erdungsspiralkabel
- Foto-Tischstativ
- USB Kabel mit Mini USB Stecker
- Bedienungsanleitung
- CD mit EFM\_ReadOut Software
- Kalibrationszeugnis

### Optional erhältlich:

- Spannungsmesskopf MK1
- Hochspannungsmesskopf HMK 40
- Analog-/Digitalwandler UAC 110 inkl. Software für die USB-Schnittstelle
- Fadenmesskammer

In Verbindung mit dem Zubehörsatz BGT 200 bestehend aus MK1, Handelektrode und 3m teflonisiertes Kabel können Begehtests nach DIN EN 61340-4-5 durchgeführt werden.

## Wartung

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass die goldplattierten 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 (Tiefstentladung). 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.

## 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.

