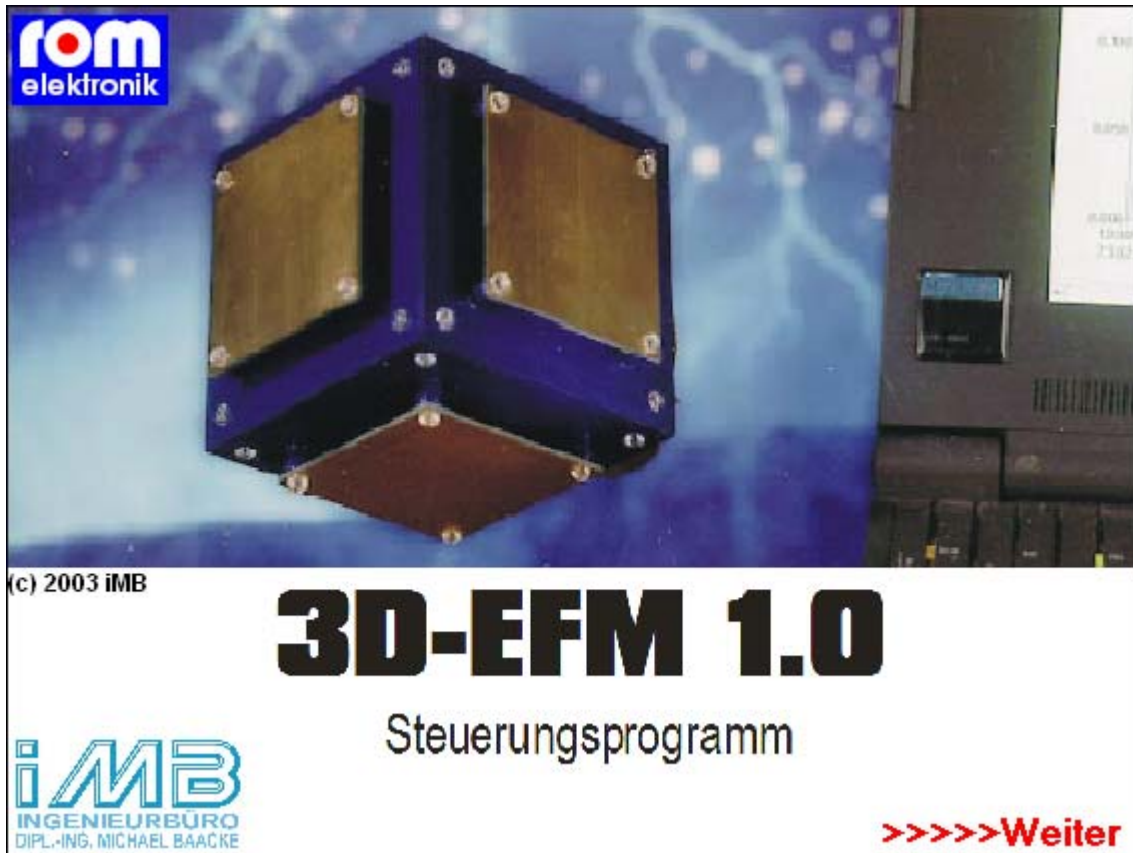


# 3D-EFM

## Bedienungsanleitung PC-V1.D

für die PC-gesteuerte Version

August 2003



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINES</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>LIEFERUMFANG</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>TECHNISCHE DATEN</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>MESSGENAUIGKEIT UND EMPFINDLICHKEIT</b> .....	<b>11</b>
4.1	Grundsätzliches zur Messgenauigkeit .....	11
4.2	Grundsätzliches zur Empfindlichkeit.....	12
4.3	Messgenauigkeit und Empfindlichkeit des 3D-EFM.....	12
<b>5</b>	<b>PFLEGE, WARTUNG UND LADEVORGANG</b> .....	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>WICHTIGE HINWEISE ZUR SOFTWARE</b> .....	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>INSTALLATION</b> .....	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>INBETRIEBNAHME – START DES PROGRAMMS</b> .....	<b>19</b>
8.1	Verbindung von PC und Sensor .....	19
8.2	Einschalten des Sensors .....	19
8.3	Start des Programms.....	20
8.4	Wahl des COM-Ports .....	21
8.5	Umschalten der Betriebsmodes .....	21
<b>9</b>	<b>WÜRFELEINSTELLUNGEN ÄNDERN</b> .....	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>DISPLAY</b> .....	<b>24</b>

**11 KURZZEITMESSUNG ..... 26**

**12 LANGZEITMESSUNG ..... 28**

**13 RASTERMESSUNG 3 X 2 ..... 29**

**14 DOKUMENTATION DER MESSUNGEN ..... 31**

14.1     **Direktes Speichern in ein Word-Dokument ..... 31**

14.2     **Speicher-Funktion..... 32**

**15 KALIBRIERFAKTOREN ..... 33**

**16 DIAGNOSEPROGRAMM ..... 35**

### Vorwort

Das Verständnis dieser Bedienungsanleitung setzt Erfahrungen im Umgang mit einem PC voraus. Falls Sie Verständnisprobleme haben, rufen Sie bitte den Hersteller an.

Sowohl der Sensor als auch das Steuerprogramm sollen kontinuierlich weiterentwickelt werden und in Zukunft noch zusätzliche Funktionalitäten bekommen. Geplant sind z.B. zusätzliche Rastermessungen und erweiterte Dokumentationsmöglichkeiten. Um die Verbesserungen Ihren Bedürfnissen anzupassen, sind wir auf Rückmeldungen angewiesen.

Bitte schicken Sie Verbesserungsvorschläge und Anregungen - am Besten per E-Mail - an folgende Adresse. Wir werden die Vorschläge sammeln und wenn möglich umsetzen:

rm@rom-elektronik.de

Falls Sie Fehler im Programm oder in dieser Bedienungsanleitung entdecken, möchten wir Sie ebenfalls bitten, uns eine möglichst genaue Beschreibung zu schicken.

Neue Steuerprogramme und Bedienungsanleitungen werden in unregelmäßigen Abständen verfügbar sein und können dann kostenlos aus dem Internet geladen werden.

**Nach dem Drucken dieser Bedienungsanleitung sind noch einige wenige Verbesserungen am Programm vorgenommen worden. Es kann deshalb sein, dass einige Bilder dieser Bedienungsanleitung leicht vom Programm abweichen.**

# 1 Allgemeines

Das 3D-EFM ist ein würfelförmiger Sensor zur Messung der elektrischen Feldstärke im Niederfrequenzbereich (hier: cirka 10Hz bis 200 kHz). Der Sensor misst die drei orthogonalen Komponenten (X-, Y- und Z-Komponente) des elektrischen Feldes und berechnet daraus die elektrische Ersatzfeldstärke, die in den meisten Fällen<sup>1</sup> mit dem Betrag der elektrischen Feldstärke identisch ist und die z.B. auch zur Beurteilung der Gesundheitsgefährdung herangezogen wird.

Durch die geometrische Konstruktion und die Signalverarbeitung des Sensors erfolgt die Anzeige der Ersatzfeldstärke isotrop, das heißt richtungsunabhängig. Der Sensor zeigt daher stets den richtigen Feldstärkewert an, unabhängig von seiner relativen Ausrichtung zum Feld. Die Feldverteilung und die Richtung des Feldes muss bei der Messung nicht bekannt sein. Man kann aber mit dem Messgerät die Feldrichtung ermitteln, da bei der Messung nicht nur die Ersatzfeldstärke, sondern auch die X-, Y- und Z-Komponenten angezeigt werden.

Die Feldrichtung wird ermittelt, indem man den Würfel so dreht, dass die Feldstärke-Anzeige in 2 Achsen (z.B. Y- und Z-Achse) möglichst minimal und in der dritten Achse (X-Achse) möglichst maximal wird. Die Feldrichtung verläuft dann senkrecht zu den X-Platten und ist identisch mit der X-Achse des Würfels.

Bei der Messung sollte man sich mindestens cirka 2 m entfernt vom Sensor aufhalten, um das zu messende Feld nicht zu stören.

Die durch den Würfelsensor entstehende Feldverzerrung ist sehr gering und tritt nur in der unmittelbaren Umgebung (cirka 20 cm) des Würfels auf. Insbesondere großräumige starke Feldverzerrungen wie Sie beim Gebrauch von nicht potenzialfreien Messgeräten sehr häufig auftreten gibt es beim 3D-EFM nicht. Die Lichtwellenleiterzuleitung erzeugt praktisch keine Feldverzerrung.

Die geringe Feldverzerrung des Würfels wird durch die Kalibrierung berücksichtigt. Der Würfel hat daher im freien Raum eine sehr hohe Messgenauigkeit (typisch < 5% Messfehler). Bei einer Messung in unmittelbarer Nähe von Objekten (Abstand < 20 cm) kommt es durch die Feldverzerrung zu einer Wechselwirkung zwischen Sensor und Objekt, insbesondere, wenn das Objekt leitend (z.B. metallisch) ist. Die Wechselwirkung erzeugt stets eine überhöhte Feldstärkeanzeige.

Bei einer Messung an der Oberfläche von leitenden Objekten (z.B. auch menschlichen Körpern) kann die Überhöhung der Feldstärkeanzeige abgeschätzt werden. Sie beträgt cirka

---

<sup>1</sup> Unterschiede gibt es nur bei elliptisch polarisierten elektrischen Feldern, wie sie z.B. in der Nähe von Drehstromleitungssystemen auftreten.

20% bei einem Abstand von 2 cm. Um den korrekten Feldstärkewert zu erhalten, muss somit bei der Messung cirka 20% vom Messwert abgezogen werden.

**Auf keinen Fall darf bei der Feldmessung das Ladegerät im Würfel eingesteckt sein. In diesem Fall würde der Würfel völlig falsche Anzeigewerte liefern.**

Für ein tiefergehendes Verständnis der Physik elektrischer Felder und für die Messung mit dem Würfelsensor wird der Besuch eines speziellen Seminars empfohlen, das von ROM-Elektronik angeboten wird. Das Seminar hat folgenden Inhalt:

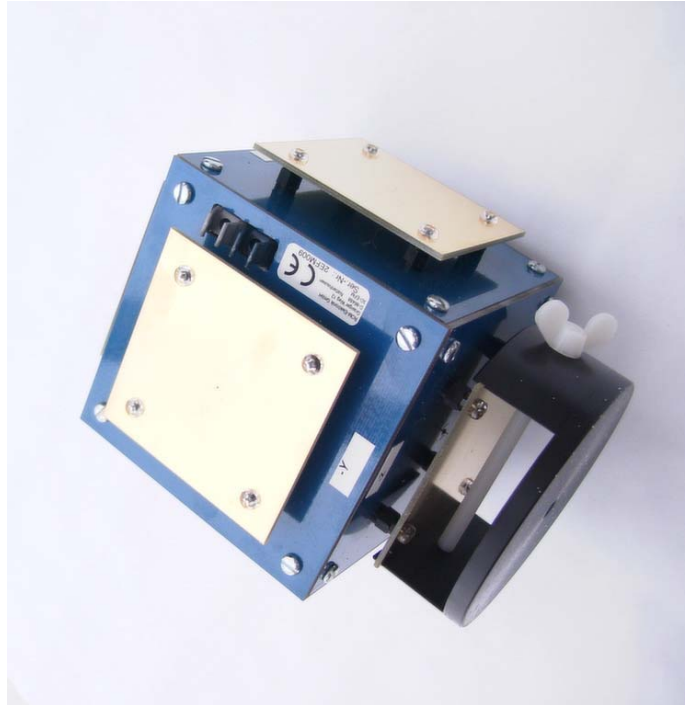
1. Grundlagen des elektrischen Feldes (Was ist ein elektrisches Feld, wie wirkt es sich aus, was passiert in Objekten oder Körpern in Anwesenheit eines elektrischen Feldes)
2. Elektrisches Feld in der Umgebung von Feldquellen und Objekten, Wechselfelder, polarisierte Felder, Berechnung der Feldstärke in der Nähe von elektrischen Leitungen
3. Prinzipien der E-Feldmessung, potenzialfreie Messung, Wissenswertes zum Würfelsensor (Konstruktion, technische Daten)
4. Kalibrierung selbst durchführen
5. Gebrauch der Software, Diagnoseprogramm
6. Verschiedene Messsituationen (Messung am menschlichen Körper, Bestimmung der Feldrichtung, Rastermessung)
7. Praktische Messung unter einer Hochspannungsleitung, mit und ohne Stativ

## **2 Lieferumfang**

Folgende Teile sind im Lieferumfang enthalten:

- Sensor
- Lichtwellenleiterkabel
- Stativhalter
- Ladegerät
- Transportkoffer

Weitere Teile (z.B. ein Stativ) sind als Zubehör erhältlich.



**Abbildung 1 Sensor mit Stativhalter**



**Abbildung 2 Ladegerät**

### 3 Technische Daten

Messbereiche: 0,2 bis cirka 10 V/m  
2,0 bis cirka 100 V/m  
20,0 bis cirka 1000 V/m

Die oberen Grenzen der Messbereiche gelten nur für die Betriebsart „Breitband“ und können von Würfel zu Würfel ein wenig variieren.

Frequenzbereiche: Breitband cirka 10 Hz bis 200 kHz  
< 30 Hz cirka 10 Hz bis 30 Hz  
< 70 Hz cirka 10 Hz bis 70 Hz  
> 2kHz cirka 2 kHz bis 200 kHz

Messgenauigkeit: typischer Messfehler bei Einstellung „Breitband“: <(5% vom Messwert + 2% vom Messbereichsendwert); bei den anderen Filtereinstellungen können größere Messfehler auftreten

Abmessungen: cirka 105 mm x 105 mm x 105 mm

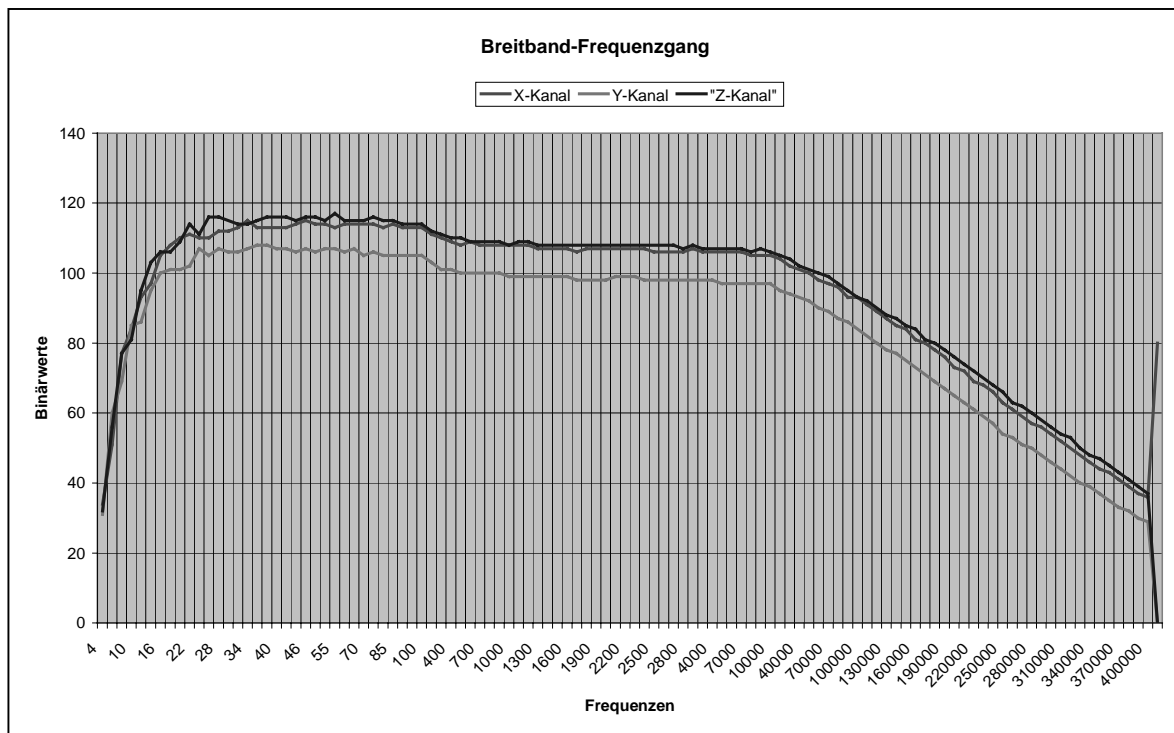


Diagramm 1 Typischer Frequenzgang in der Betriebsart „Breitband“

Im Folgenden sind die Übertragungsfunktionen der eingebauten Filter dargestellt. Die Frequenzgänge der Filter verursachen zusätzliche Messfehler. Daher ist die Messgenauigkeit bei Benutzung der Filter je nach Frequenz des Feldes geringer, als bei der Betriebsart Breitband.

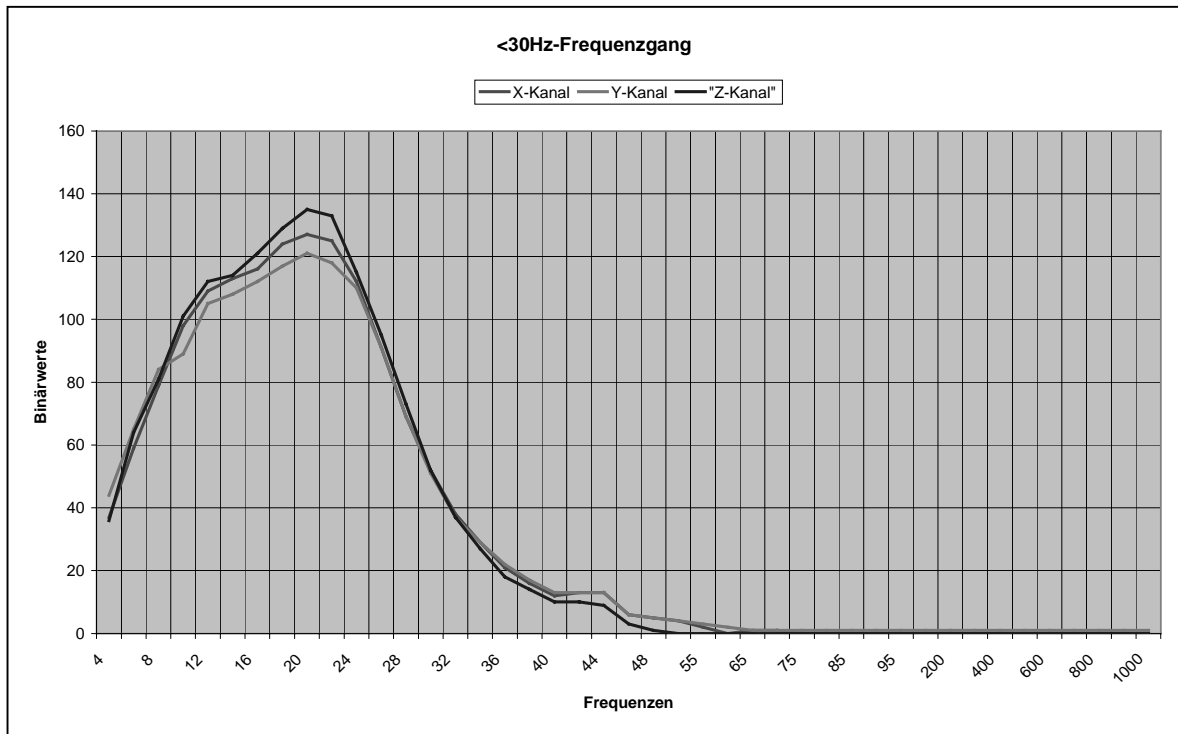


Diagramm 2 Typischer Frequenzgang in der Betriebsart „<30Hz-Filter“

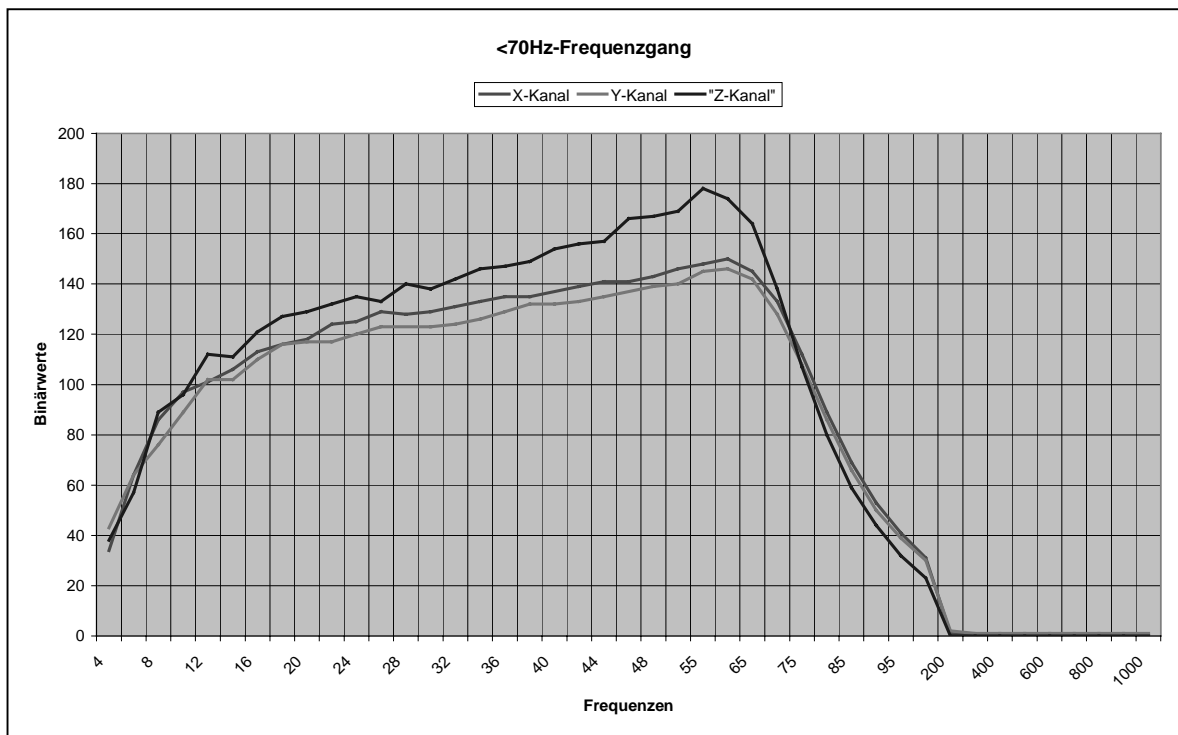


Diagramm 3 Typischer Frequenzgang in der Betriebsart „<70Hz-Filter“

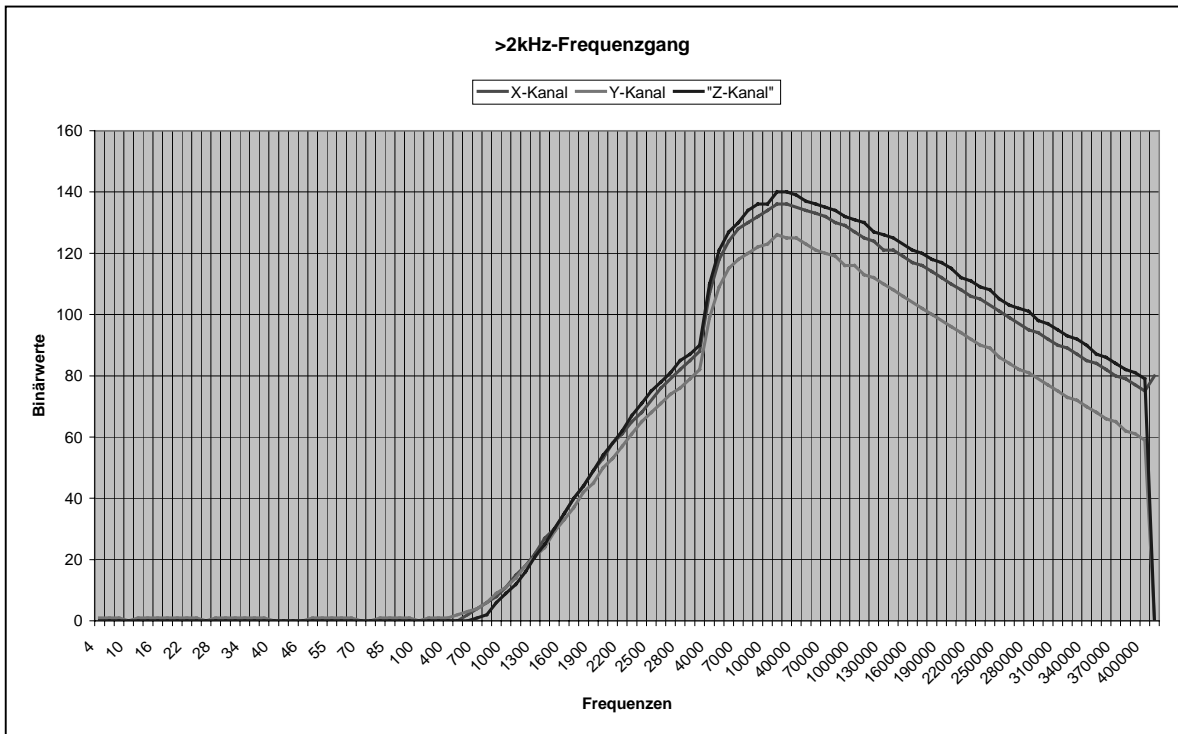


Diagramm 4 Typischer Frequenzgang in der Betriebsart „>2kHz-Filter“

Die Kalibrierung wird folgendermaßen vorgenommen:

1. Kalibrierung bei der Betriebsart „Breitband“ in einem 50 Hz-Feld für alle drei Messbereiche (1000V/m, 100V/m und 10V/m).
2. Kalibrierung bei der Betriebsart „<70 Hz-Filter“ in einem 50 Hz-Feld.
3. Kalibrierung bei der Betriebsart „<30 Hz-Filter“ in einem 16 Hz-Feld.
4. Kalibrierung bei der Betriebsart „>2 kHz-Filter“ in einem 10 kHz-Feld.

Die Messgenauigkeit des Würfels ist je nach Betriebsart bei den einzelnen Kalibrierfrequenzen am höchsten. Wenn bei anderen Frequenzen gemessen wird, kann man den Messfehler mit Hilfe der Diagramme 1 – 4 abhängig von der Betriebsart bestimmen.

Da die Filter die Messsignale verstärken, kann es bei Verwendung der Filter unterhalb der eigentlichen Messbereichsgrenzen (z.B. 100 V/m) bereits zu einem „Overflow“ kommen.

Die Kalibrierergebnisse werden für jeden Würfel mit einem Produktionsdatum nach dem 15.05.2003 auf der Installations-CD in Form einer EXCEL-Datei mitgeliefert. Der Name der EXCEL-Datei ist identisch mit der Seriennummer des Würfels. Zum Beispiel ist für einen Würfel mit der Seriennummer 2EFM012 die EXCEL-Datei mit „2EFM012.xls“ bezeichnet.

# 4 Messgenauigkeit und Empfindlichkeit

## 4.1 Grundsätzliches zur Messgenauigkeit

Elektrische Felder sind sehr schwer zu messen, da jedes E-Feldstärke-Messgerät das elektrische Feld verzerrt. Selbst bei den in dieser Hinsicht besten Messgeräten (flache Referenzsonden) liegt die Feldverzerrung nicht unter 10%. Der dadurch entstehende Fehler kann bei der Kalibrierung weitgehend kompensiert werden. Die Kalibrierung ist jedoch nicht einfach.

Für die Kalibrierung von Seriengeräten ist es erforderlich, homogene Felder mit genau definierter Feldstärke zu erzeugen. Dies kann man nur gewährleisten, wenn man über kalibrierte Referenzgeräte verfügt, mit denen man die Felder überprüfen kann. Für den Niederfrequenzbereich gibt es derartige Geräte nach Kenntnis des Autors nicht.

Im Hochfrequenzbereich beträgt die übliche Messgenauigkeit mit hochwertigen professionellen Messausrüstungen bei der Messung elektrischer Felder circa  $\pm 3\text{dB}$ . Das bedeutet, es kann vorkommen, dass die Messausrüstung 41% zu viel anzeigt, oder 29% zu wenig (Faktor 1,41 oder 0,71).

Im Niederfrequenzbereich können bei der Messung elektrischer Fehler gegen Erdpotenzial in bestimmten Messsituationen sogar Fehler von mehreren 100% auftreten. Dies ist z.B. in einer Kurzstudie aus dem Jahr 2002 dokumentiert.

Seit einigen Jahren gibt es potenzialfreie Messgeräte auf dem Markt, deren Messfehler weit geringer ist. Trotzdem muss man aus den genannten Gründen darauf hinweisen, dass beim derzeitigen Stand der Technik niederfrequente elektrische Felder nicht mit beliebiger Genauigkeit gemessen werden können. Dies ist auch gar nicht notwendig, da elektrische Felder üblicherweise stark inhomogen sind und außerdem gravierende zeitliche Schwankungen aufweisen. Wenn man an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen die Feldstärke misst, hat man häufig mit Schwankungen  $> 10\%$  zu rechnen, da z.B. Luftfeuchtigkeit, Änderungen am Messort und Änderungen der Feldquellen einen Einfluss auf das Messergebnis haben.

Ein weiteres Problem ist die Positionierung des Sensors bei der Messung. Legt man den Sensor direkt auf ein Objekt, kommt es durch die Wechselwirkung zwischen Sensor und Objekt zu Messfehlern. Diese sind umso größer, je leitfähiger das Objekt ist. Auch ein Holzstativ erzeugt einen deutlichen Messfehler, der allerdings nicht konstant, sondern vom jeweiligen Feldverlauf abhängig ist.

Der Hersteller eines professionellen Messgerätes für niederfrequente elektrische Felder bis 30 kHz gibt die Messgenauigkeit seiner Geräte mit  $\pm 5\%$   $\pm 1\text{V/m}$  an. Dieser Wert ist aus Sicht des

Autors dieser Bedienungsanleitung optimistisch, soll aber trotzdem im Weiteren als Vergleichswert verwendet werden.

### 4.2 Grundsätzliches zur Empfindlichkeit

Die Empfindlichkeit eines Messgerätes sagt aus, welche minimale Stärke des zu messenden Feldes gerade noch korrekt angezeigt werden kann.

Eine elektrische Feldstärke erzeugt im Sensor eine Messspannung. Gleichzeitig tritt im Sensor eine Rauschspannung auf. Diese ist unbeabsichtigt und entsteht einerseits durch die Bauteile des Sensors, weil diese eine Temperatur aufweisen, und andererseits durch Streufelder im Sensor. Die Rauschspannung ist auch nicht konstant, sondern z.B. temperaturabhängig. Ihre Größe liegt im mV-Bereich.

Die Auswerteschaltung im Sensor wertet immer die Summe aus Messspannung und Rauschspannung aus. Solange die Messspannung deutlich größer ist, als die Rauschspannung, kann man die Rauschspannung vernachlässigen. Sie macht sich allerdings durch Schwankungen des Messwerts bemerkbar.

Wenn man jedoch sehr geringe Feldstärken messen will, bekommt man im Sensor nur noch sehr kleine Messspannungen. Sobald die Messspannung in die Größenordnung der Rauschspannung liegt, steigt zuerst der Messfehler stark an. Beispielsweise wird der Messfehler cirka 50% betragen, wenn Messspannung und Rauschspannung etwa gleich groß sind. Sobald die Messspannung kleiner wird, als die Rauschspannung, kann man das Messgerät nicht mehr vernünftig einsetzen.

Manche Hersteller definieren deshalb z.B. denjenigen Messwert als Empfindlichkeit, bei dem Messspannung und Rauschspannung gleich groß sind.

Der Hersteller eines professionellen Messgerätes für niederfrequente elektrische Felder bis 30 kHz gibt die Empfindlichkeit seiner Geräte mit 0,5 V/m an. Dieser Wert wird allerdings nur bei eingeschaltetem Selektivfilter (z.B. 50Hz) erreicht. Außerdem wird bei diesen geringen Feldstärkewerten laut Datenblatt die angegebene Genauigkeit von  $\pm 5\%$   $\pm 1\text{V/m}$  nicht erreicht. Die Genauigkeit gilt erst bei Messwerten oberhalb von 6V/m.

### 4.3 Messgenauigkeit und Empfindlichkeit des 3D-EFM

Das 3D-EFM verfügt über einen Messkanal für jede der drei Raumachsen. Jeder Messkanal hat in jedem der drei Messbereiche eine bestimmte Messgenauigkeit und Empfindlichkeit. Die Messgenauigkeit ist vor allem von den verwendeten Bauteilen, der Kalibrierung, der Frequenz des gemessenen Feldes und der Temperatur abhängig. Die Empfindlichkeit ist in erster Linie vom Aufbau des Würfels (insbesondere vom Verlauf der Kabel im Würfelinnern), von den verwendeten Bauteilen und von der Temperatur abhängig.

Die Messgenauigkeit und die Empfindlichkeit der Messkanäle und Messbereiche eines Würfels könnte durch aufwändige Messungen bestimmt werden. Hierdurch würde sich aber der Preis des Würfels stark erhöhen. Ohnehin werden bereits im Rahmen der Kalibrierung und der Qualitätskontrolle einige hundert Messungen für jeden Würfel vorgenommen. Im Datenblatt werden deshalb Werte angegeben, die erfahrungsgemäß von den meisten Würfeln eingehalten, bzw. deutlich unterschritten werden.

Bei der Empfindlichkeit hat sich gezeigt, dass alle 9 Empfindlichkeitswerte (ein Empfindlichkeitswert für jeden Messbereich jedes Messkanals) eines Würfels üblicherweise unter 2% des Endwertes des jeweiligen Messbereiches liegen. Somit ist die Empfindlichkeit in fast allen Fällen besser als:

20 V/m            im 1000 V/m-Messbereich

2 V/m             im 100 V/m-Messbereich

0,2 V/m          im 10 V/m-Messbereich.

Das bedeutet, dass man in den einzelnen Messbereichen unter cirka 20V/m, 2V/m bzw. 0,2 V/m keine Messungen mehr vornehmen kann. In der Praxis werden natürlich viele Würfel in einzelnen Kanälen besser, das heißt empfindlicher, sein, als hier angegeben. In wenigen Einzelfällen könnten sich aber auch leicht schlechtere Werte ergeben.

Die Empfindlichkeitswerte im 1000 V/m-Messbereich und im 100 V/m Messbereich sind eigentlich uninteressant, da man jederzeit einen Messbereich tiefer schalten kann und sollte, wenn man nur noch sehr kleine Messwerte im Messbereich hat. Wenn man also einen Messwert von 80 V/m hat, sollte man diesen nicht im 1000 V/m-Messbereich, sondern im 100 V/m-Messbereich messen, um eine maximale Genauigkeit zu erhalten.

Die eigentliche Empfindlichkeit des Würfels beträgt somit etwa 0,2 V/m. Dies ist in etwa der kleinste Wert, der gemessen werden kann. (Viele Würfel werden allerdings deutlich besser sein.)

Zum Vergleich: Bei einem professionellen Messgerät gibt der Hersteller 0,5 V/m an und zwar bei frequenzselektiver Messung. Das 3D-EFM liegt fast immer unter 0,2 V/m und zwar bei der schwierigeren Breitbandmessung.

Die Breitbandmessung ist deswegen schwieriger, weil die Rauschspannung höher ist, als bei frequenzselektiver Messung.

Die wesentlichen Einflussfaktoren bei der Messgenauigkeit sind wie erwähnt das Rauschen der verwendeten Bauteile, die Kalibrierung und die Frequenz des zu messenden Feldes.

Die Rauschspannung beträgt maximal 2% vom Endwert der Messspannung. Bei den meisten Geräten ist sie deutlich geringer.

Das elektrische Feld bei der Kalibrierung kann nach Einschätzung des Herstellers etwa mit einer Genauigkeit von  $\pm 5\%$  erzeugt werden.

Hieraus ergibt sich ein Messfehler, der typischerweise  $\pm 5\%$  vom Anzeigewert  $\pm 2\%$  des Endwertes des jeweiligen Messbereichs nicht überschreiten sollte.

Beispiel:

Das Messgerät zeigt 80 V/m im 1000 V/m-Messbereich an.

Der typische maximale Messfehler beträgt:  $(5\% \text{ von } 80\text{V/m}) + (2\% \text{ von } 1000 \text{ V/m})$ . Dies sind  $4 \text{ V/m} + 20 \text{ V/m} = 24 \text{ V/m}$ . Die Feldstärke liegt also bei  $80 \text{ V/m} \pm 24 \text{ V/m}$ .

Misst man dagegen im 100 V/m-Messbereich, ergibt sich:

$(5\% \text{ von } 80 \text{ V/m}) + (2\% \text{ von } 100 \text{ V/m}) = 4 \text{ V/m} + 2 \text{ V/m} = 6 \text{ V/m}$ . Die Feldstärke liegt also bei  $80 \text{ V/m} \pm 6 \text{ V/m}$

Wem diese Fehler hoch erscheinen, der sei noch einmal darauf hingewiesen, dass grundsätzlich elektrische Felder nicht mit der gleichen Genauigkeit gemessen werden können wie z.B. Spannungen und Ströme. Außerdem gibt es häufig weitere Einflüsse bei Feldstärkemessungen, die den Messfehler des Messgerätes deutlich übersteigen. Beispielsweise kann ein Holzstativ zu Fehlern von durchaus 20 bis 30% führen. Metallstative sollten grundsätzlich nicht zu E-Feldstärkemessungen im Niederfrequenzbereich verwendet werden

## 5 Pflege, Wartung und Ladevorgang

Die vergoldeten Platten können vorsichtig mit einem Tuch gereinigt werden, das mit Fensterreiniger befeuchtet wurde. Es ist darauf zu achten, dass keine Reinigungsflüssigkeit auf und in das blaue Gehäuse gelangt!

Die eingebauten Akkus sollten nach circa 2 bis 3 Jahren ausgetauscht werden. In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass aus alten Akkus aggressive Chemikalien austreten können. Diese können zu gravierenden Schäden im Sensor führen. Nach dem Austausch sollte immer eine Funktionsprüfung und Kalibrierung erfolgen.

Eine häufigere Kalibrierung ist nach den bisherigen Erfahrungen nicht notwendig, da die Messgenauigkeit in erster Linie von der Geometrie des Würfels abhängt, die sich bei normalem Gebrauch nicht ändert.

Der Lichtwellenleiter ist sehr empfindlich. Wenn er gequetscht oder beschädigt wird, können die Lichtimpulse nicht mehr übertragen werden. In diesem Fall muss ein Ersatzkabel beschafft werden.

**Auf keinen Fall darf man auf das Lichtwellenleiterkabel treten.**

**Das Laden des Würfels darf nur mit dem mitgelieferten Ladegerät vorgenommen werden. Die Ladezeit beträgt circa 10 Stunden bei komplett entladem Würfel. Der Würfel darf beim Laden nicht eingeschaltet sein, da sonst keine Ladung erfolgt. Das Ladegerät schaltet ab, sobald der Würfel geladen ist.**

**Während der Messung wird die Akkuspannung in der Statuszeile am unteren Bildrand angezeigt. Die Spannung sollte mehr als 4,6V betragen. Unter 4,5V funktioniert der Würfel nicht mehr.**

### 6 Wichtige Hinweise zur Software

1. Es gibt sehr viele unterschiedliche Betriebssysteme und PC-Konfigurationen. Bei den meisten PCs funktioniert die Installation des Programms und die Inbetriebnahme reibungslos. Dies kann aber nicht in jedem Fall garantiert werden. Falls es Probleme gibt, nehmen Sie bitte Kontakt mit ROM-Elektronik auf. Grundsätzlich haben sich bisher alle diesbezüglichen Probleme lösen lassen.
2. Der Würfel ist für eine Ansteuerung über die serielle Schnittstelle des PCs ausgelegt. Falls ihr PC nur über USB-Schnittstellen verfügt, müssen Sie einen entsprechenden Adapter beschaffen. Erfahrungsgemäß ist bei vielen PCs der COM-Port dann auf 5 einzustellen.
3. Das Programm arbeitet mit einer Bildschirmauflösung von 1024 x 768 Pixel. Nur wenn der verwendete PC ebenfalls mit dieser Bildschirmauflösung arbeitet, nimmt das Bild den kompletten Bildschirm ein. Arbeitet der PC mit einer höheren Auflösung, z.B. 1268 x 1024 Pixel, dann nimmt das Bild nur einen Teil des PC-Bildschirms ein. Das Programm ist in diesem Fall verwendbar. Arbeitet der PC mit einer niedrigeren Auflösung, z.B. 800 x 600 Pixel, dann ist nur ein Teil des Bildes sichtbar. Das Programm kann so nur schlecht genutzt werden. Der PC sollte auf eine höhere Auflösung eingestellt werden.
4. Das Programm ist sehr umfangreich und hat mehrere 1000 Programmzeilen. Trotz intensiver Tests können noch Fehler auftreten. Falls bei Ihnen Fehler auftreten, möchten wir Sie bitten, eine möglichst präzise Fehlerbeschreibung an ROM-Elektronik zu schicken. In regelmäßigen Abständen werden dann verbesserte Programmversionen auf der Home-Page von ROM-Elektronik veröffentlicht, die Sie sich kostenlos herunterladen können.
5. Fall Sie Verbesserungsvorschläge für das Programm oder für den Würfel haben, möchten wir Sie ebenfalls bitten, uns diese zuzuschicken.
6. Im Programm ist ein Diagnoseprogramm enthalten, mit dem die Kommunikation zum Würfel überprüft werden kann, wenn der Würfel in den normalen Betriebsmodes nicht reagiert. Das Diagnoseprogramm dient dazu bei Problemen gemeinsam mit dem Hersteller (telefonisch) die mögliche Fehlerursache zu finden. Der Gebrauch des Diagnoseprogramms ist daher in dieser Anleitung nur kurz beschrieben.

## 7 Installation

Bitte legen Sie die Programm-CD in das CD-Laufwerk Ihres Computers und starten Sie die Installation, indem Sie auf d:\setup.exe (ggf. haben Sie einen anderen Laufwerksbuchstaben für Ihr CD-Laufwerk) klicken. Nachfolgend werden Sie durch die einzelnen Schritte der Installation geführt.

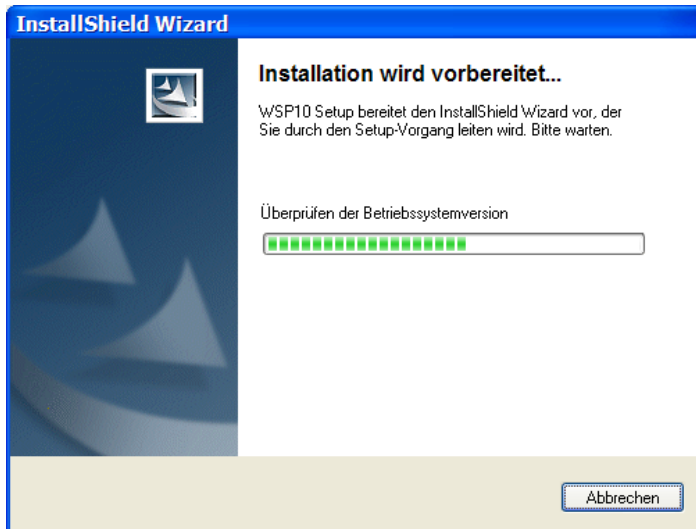


Abbildung 3 Start der Installation



Abbildung 4 Fortsetzung der Installation

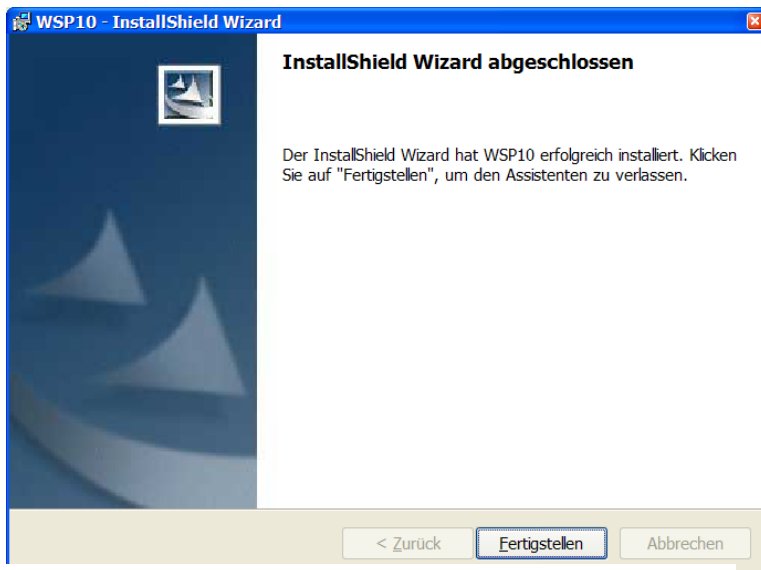
Setzen Sie die Installation in Schritt 3 mit <Weiter> fort und geben Sie Ihre persönlichen Daten in die unten stehenden Felder ein.

Sind Sie als Administrator angemeldet, haben Sie je nach Betriebssystem die Wahl die Software 3D-EFM für alle Benutzer bzw. nur für sich selbst einzurichten. Mit <Weiter> setzen Sie die Installation fort.

**Hinweis:** sollte die Installation nicht erfolgreich starten, müssen Sie sich ggf. als Administrator anmelden und die Installation wiederholen.

In Schritt 4 der Installation können Sie ein Verzeichnis auf Ihrem Computer auswählen, in das 3D-EFM mit seinen Unterverzeichnissen eingerichtet werden soll. Standardmäßig ist für 3D-EFM das Verzeichnis „C:\Programme\iMB\3D-EFM“ vorgesehen. Es wird empfohlen, diesen Pfad zu übernehmen, da hierdurch unter Umständen Probleme mit bestimmten PC-Konfigurationen vermieden werden. Die Installation

von 3D-EFM setzen Sie mit <Weiter> in Schritt 4a oder <OK> in Schritt 4b fort. Nach Beenden der Installation haben Sie auf Ihrem Desktop ein 3D-EFM-Icon sowie in der Programmleiste eine Programmgruppe 3D-EFM.



**Abbildung 5 Fertigstellen der Installation**

Sie können das Programm nun mit Klick auf das Programm-symbol auf dem Desktop (Abbildung rechts) starten oder mit „Start>Programme> 3D-EFM“ in der Programmgruppe. Eine dritte Möglichkeit bietet der Explorer. Hiermit können Sie im Installationsverzeichnis „3D-EFM“ direkt starten.



**Abbildung 6 Icon**

Die Installationsroutine erzeugt folgende Verzeichnisstruktur:

Hauptverzeichnis: Hier ist die Programmdatei 3D-EFM.exe abgelegt, sowie die Konfigurationsdateien.

Unterverzeichnis „Felder“: Hier werden die Dateien der Rastermessung abgelegt.

Unterverzeichnis „Kurven“: Hier werden die Dateien der Kurz-, bzw. Langzeitmessung abgelegt.

## 8 Inbetriebnahme – Start des Programms

Wegen der vielen unterschiedlichen PC-Konfigurationen ist die Inbetriebnahme nicht immer völlig problemlos. Es empfiehlt sich, bei der Inbetriebnahme folgende Reihenfolge einzuhalten:

1. Verbindung von PC und Sensor mit dem Lichtwellenleiterkabel
2. Einschalten des Sensors
3. Start des Programms
4. Start der Messungen

### 8.1 Verbindung von PC und Sensor

Am PC wird der 9-polige Stecker des Lichtwellenleiterkabels (LWL-Kabel) mit dem Anschluss für die serielle Schnittstelle verbunden.

Am Sensor wird das andere Ende des LWL-Kabels in die entsprechende Buchse gesteckt. Durch eine Ausbuchtung am Stecker (siehe Abbildung rechts) wird verhindert, dass der Stecker falsch in die Buchse gesteckt werden kann.

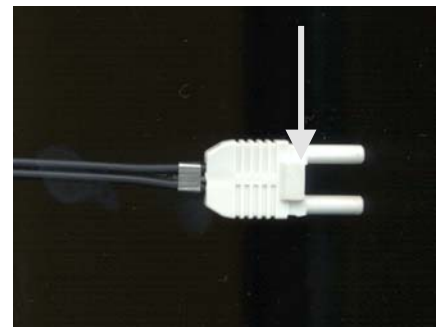


Abbildung 7 LWL-Stecker

Ziehen Sie auf keinen Fall am schwarzen LWL-Kabel, wenn Sie den Stecker vom Würfel abziehen wollen, sondern am Stecker. Das Kabel kann sich sonst vom Stecker lösen! Wenn der Würfel auf das Programm nicht mehr reagiert, ist oft das Kabel beschädigt oder die Verbindung von Kabel und Stecker.

### 8.2 Einschalten des Sensors

Der Sensor wird mit dem Schiebeschalter (siehe Abbildung) eingeschaltet.

Nach dem Einschalten leuchtet zunächst die gelbe Leuchtdiode. Die rote Leuchtdiode blitzt nach dem Einschalten in regelmäßigen Abständen.



Abbildung 8 Einschalter

### 8.3 Start des Programms

Nach dem Start des Programms erscheint der Startbildschirm (siehe Abbildung). Nach circa 10 Sekunden startet dann das eigentliche Programm. Durch einen Mausklick auf die Schaltfläche „Weiter“ wird das eigentliche Programm ohne weitere Wartezeit gestartet.

Nach dem Start ist zunächst der Betriebsmode „DISPLAY“ eingeschaltet. In diesem Betriebsmode werden die Messwerte für die 3 Kanäle, sowie die Ersatzfeldstärke angezeigt. Der Würfel beginnt nicht automatisch mit den Messungen!

Die Messungen werden durch Anklicken des dreieckigen „Messung beginnen“-Buttons gestartet und durch Anklicken des quadratischen „Messung beenden“-Buttons wieder gestoppt.

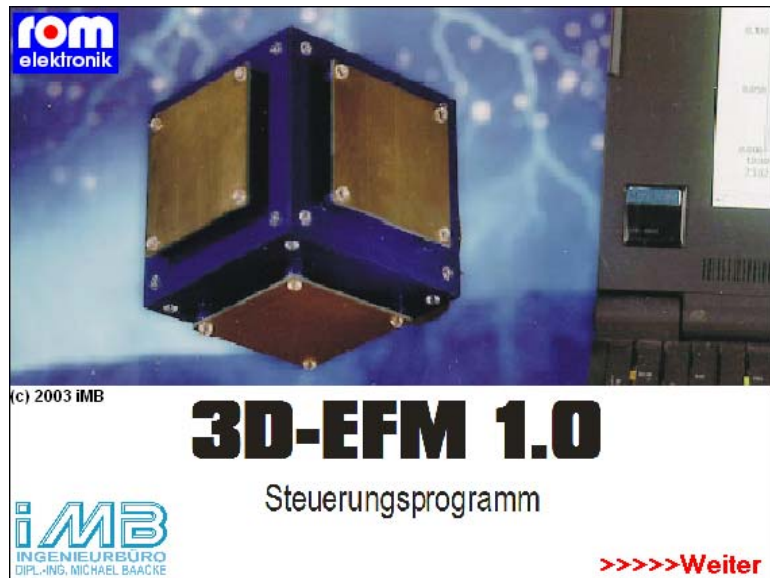


Abbildung 9 Startbildschirm

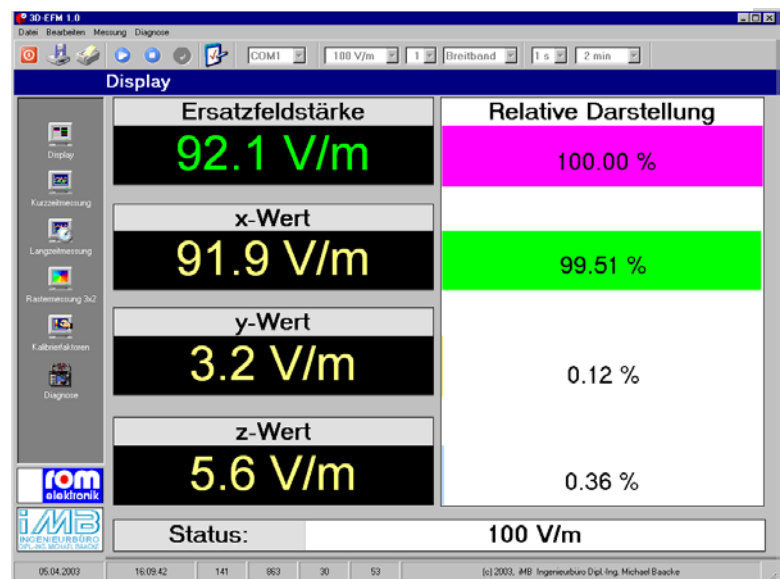


Abbildung 10 Betriebsmode Display



Abbildung 12 Messung beginnen

## 8.4 Wahl des COM-Ports

Bei den meisten Rechnern ist die serielle Schnittstelle mit COM1 verbunden. Falls der Würfel mit COM1 nicht funktioniert, sollte die Einstellung COM2 probiert werden. Die Einstellung DEMO aktiviert einen reinen Vorführmodus, bei dem das Programm nicht mit dem Würfel kommuniziert.

Falls der Würfel an COM2 angeschlossen ist, kann das Feld „Einstellung speichern“ betätigt werden. Beim nächsten Programmstart wird dann vom Programm sofort COM2 angesteuert. Der COM-Port kann nicht geändert werden, wenn gerade eine Messung läuft.

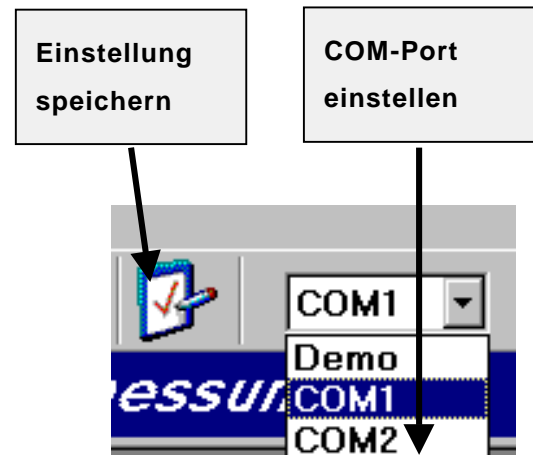


Abbildung 13 COM-Port einstellen

## 8.5 Umschalten der Betriebsmodes

Es gibt derzeit vier Betriebsmodes für den Sensor:

- Display
- Kurzzeitmessung
- Langzeitmessung
- Rastermessung 3 x 2

An weiteren Betriebsmodes wird gearbeitet.

Zwischen den Betriebsmodes wird durch Anklicken des entsprechenden Symbols auf der linken Symbolleiste umgeschaltet. **Es empfiehlt sich, vor der Wahl eines neuen Betriebsmodes die laufende Messung durch Anklicken des „Messung beenden“-Buttons zu beenden.**

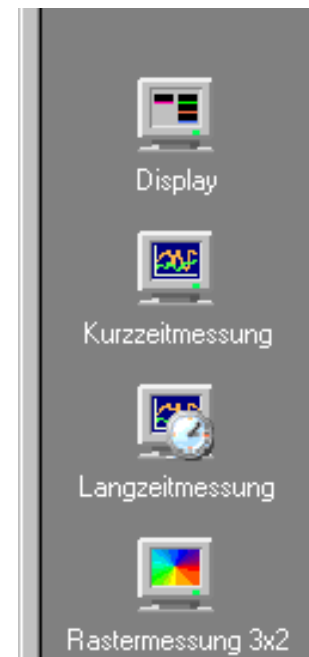


Abbildung 14 Betriebsmodes

## 9 Würfeinstellungen ändern

Die Würfeinstellungen werden mit der Einstellungsleiste geändert, die sich über dem Bildschirm des jeweiligen Betriebsmodes befindet.

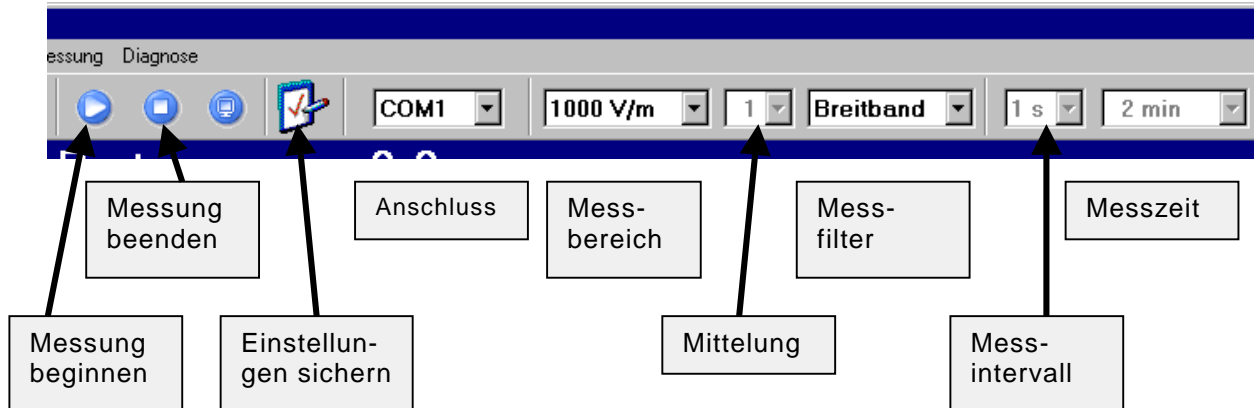


Abbildung 15 Einstellungsleiste

Die Würfeinstellungen können nicht während einer laufenden Messung geändert werden. Zum Ändern der Würfeinstellungen muss also gegebenenfalls erst die Messung mit dem „Messung beenden“-Button beendet werden.

Es können nur die Einstellungen geändert werden, bei denen die Schrift im Einstellungsfenster nicht grau sondern schwarz ist. Dies sind im obigen Beispiel die Einstellungen

- Anschluss
- Messbereich
- Messfilter

Die Einstellungen, bei denen die Schrift im Einstellungsfenster grau ist, sind blockiert und können nicht geändert werden. Während einer laufenden Messung sind alle Einstellungen blockiert. Welche Einstellungen geändert werden können, hängt vom Betriebsmode ab.

Zum Verändern der Würfeinstellungen muss das dreieckige Symbol in einem der sechs Einstellungsfelder angeklickt werden. Es erscheint dann ein Menü mit den jeweiligen Einstellungsmöglichkeiten. **Die Einstellungen werden erst wirksam, wenn der „Messung beginnen“-Button angeklickt wurde.**



Abbildung 16 Dreieckiges Symbol

Während der Würfel seine Messungen durchführt, meldet er ständig seine aktuellen Einstellungen an das Programm. Dieses zeigt im Statusfenster die Würfeinstellungen an.

Falls die angezeigten Einstellungen nicht mit den in der Einstellungsleiste gewählten Einstellungen übereinstimmen, zeigt der Würfel falsche Messwerte an. Dies sollte normalerweise (bei funktionierendem Würfel und intaktem LWL-Kabel) nicht vorkommen. Trotzdem empfiehlt sich von Zeit zu Zeit ein Vergleich der eingestellten mit den angezeigten Einstellungen.

Beim Starten des Programms sind bestimmte Einstellungen vorgegeben. Wenn Sie beim Starten des Programms andere Einstellungen haben möchten, dann wählen Sie diese Einstellungen und klicken danach den Button "Einstellungen sichern" an. Das Programm wird dann beim nächsten Start mit den neuen Einstellungen starten.

Einstellmöglichkeiten:

**Anschluss:** hier wird der Anschluss Ihres Rechners eingestellt. Beim ersten Start ist COM1 ausgewählt. Sollte der Würfel mit dieser Einstellung nicht funktionieren, wählen Sie bitte COM2.

### **Messbereich**

**Mittelung:** hier kann bei der Langzeitmessung eine Mittelung über 1, 5 oder 10 Messwerte eingestellt werden

**Messintervall:** hier kann bei der Langzeitmessung ein Messintervall von 1s, 3s oder 6s eingestellt werden (Messintervall ist der zeitliche Abstand zwischen zwei Messungen)

**Messzeit:** hier kann die gesamte Messdauer einer Langzeitmessung festgelegt werden

## 10 Display

Bei diesem Betriebsmode werden die x-, y- und z-Komponenten der elektrischen Feldstärke separat als große Zahlenwerte auf dem Bildschirm dargestellt. Gleichzeitig wird die Ersatzfeldstärke angezeigt und rechts die prozentualen Anteile der x-, y- und z-Komponenten an der Ersatzfeldstärke. Hierbei ist zu beachten, dass sich die Ersatzfeldstärke aus der quadratischen Addition der Einzelfeldstärken ergibt. Entsprechend werden die Prozentwerte berechnet.

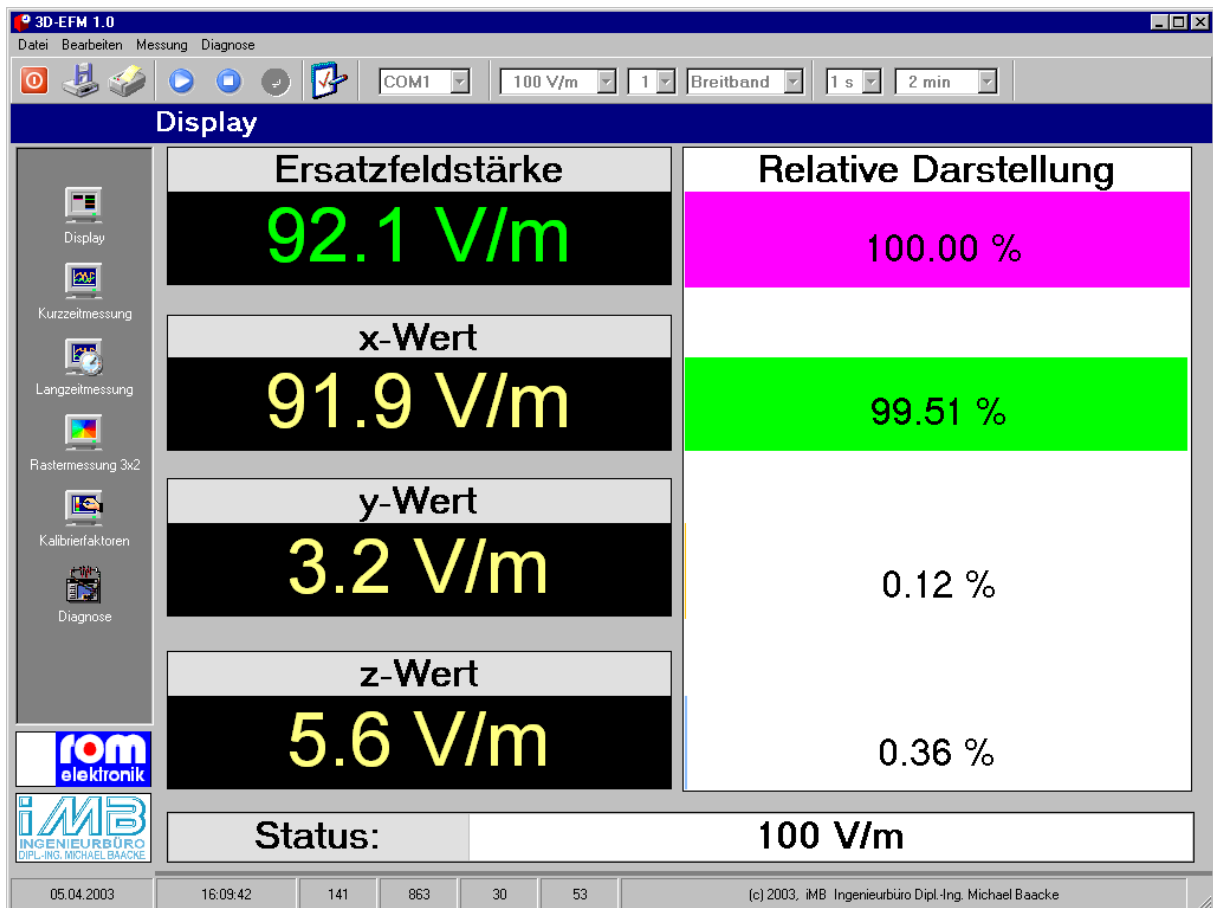


Abbildung 17 Betriebsmode „Display“

Der Messbereich und die Filterfunktionen werden in jedem Betriebsmode durch eine Leiste am oberen Bildschirmrand eingestellt.

**Der Messbereich und die Filterfunktionen können nur eingestellt werden, wenn die Messung gestoppt ist. Der Würfel übernimmt die neuen Einstellungen erst, wenn die Messung wieder gestartet wird.**

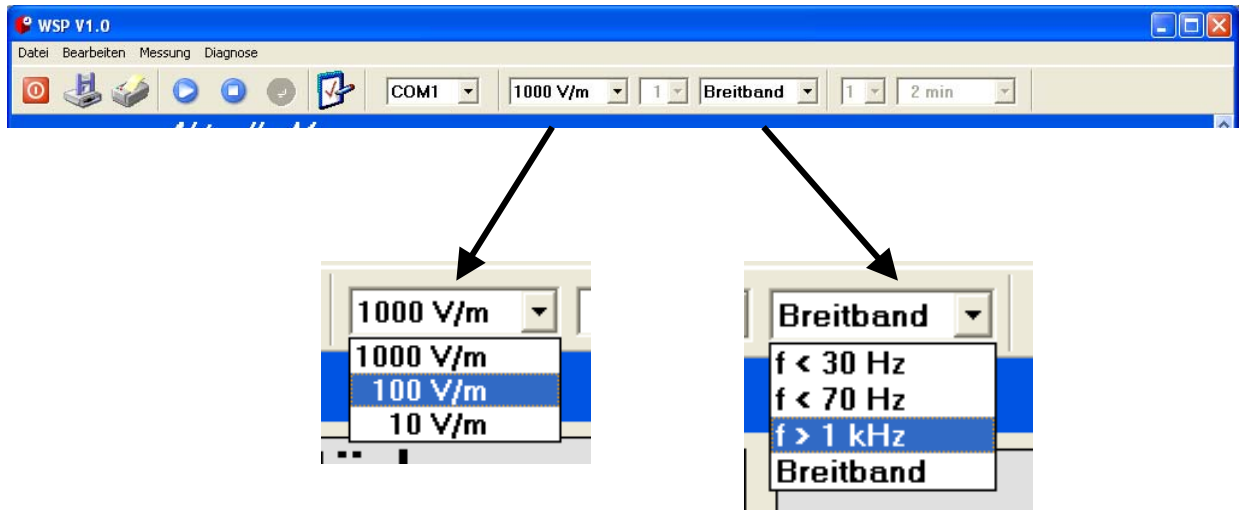


Abbildung 19 Auswahl des Messbereichs und der Filterfunktionen

Wenn die Feldstärke größer ist, als im gewählten Messbereich verarbeitet werden kann, erscheint das Wort „OVERFLOW“ auf dem Display. In diesem Fall muss der nächsthöhere Messbereich eingeschaltet werden, um wieder eine korrekte Messung durchführen zu können.

Ebenso wie in allen anderen Betriebsmoden beginnt auch im Display Mode die Messung erst, wenn die Schaltfläche „Messung beginnen“ mit der Maus betätigt wird.

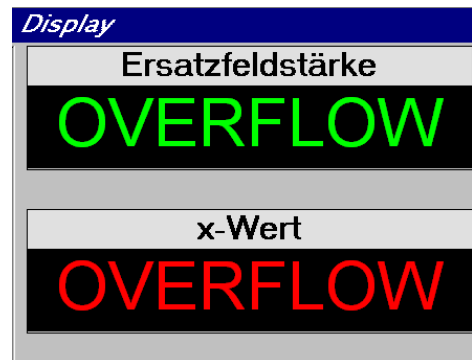


Abbildung 20 Overflow Anzeige



Abbildung 21 Messung beginnen

## 11 Kurzzeitmessung

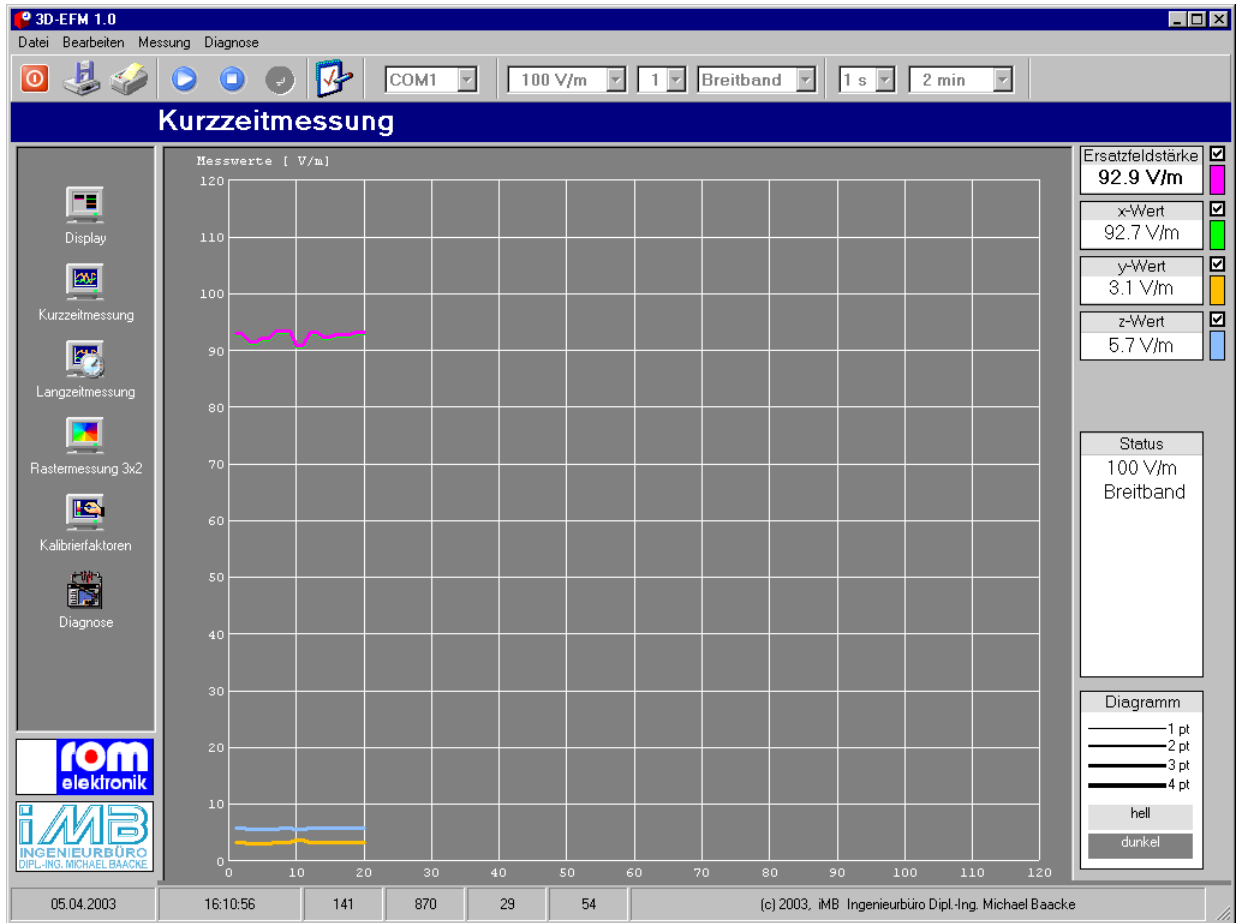


Abbildung 22 Betriebsmode “Kurzzeitmessung”

Die Kurzzeitmessung dient dazu, den zeitlichen Verlauf bzw. die Schwankungen der Feldstärkekomponenten während einer Messung beobachten zu können.

Die Kurzzeitmessung beginnt bei Anklicken der Schaltfläche „Messung beginnen“. Aufgezeichnet wird ein Zeitraum von 2 Minuten. Danach beginnt die Messung von vorn. In den 2 Minuten wird cirka 1 mal pro Sekunde eine Messung aller drei Kanäle vom Würfel durchgeführt.



Abbildung 23 Messung beginnen

Rechts neben dem Gitter-Display werden die aktuellen Messwerte auch numerisch dargestellt. Die Kurven für die einzelnen Feldstärkekomponenten im Gitter-Display lassen sich durch Anklicken des Hakens rechts neben dem jeweiligen numerischen Anzeigefeld aus- oder einblenden (siehe Pfeil in der Abbildung rechts). Wird der aktuelle Messbereich überschritten erscheint die Anzeige „OVERFLOW“.

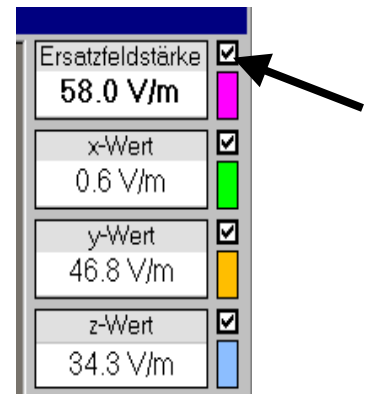


Abbildung 25 Ausblenden der Kurven

Die Dicke der Kurven kann durch Anklicken der Zahlenwerte neben den Linien verändert werden (siehe Pfeil in der Abbildung rechts). Durch Anklicken der Felder „hell“ und „dunkel“ wird das Display entsprechend geändert.

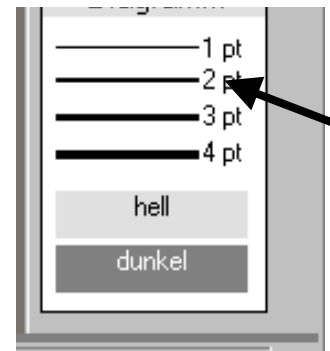


Abbildung 26 Ändern der Kurvendicke

Im Statusfenster rechts neben dem Gitter-Display wird die aktuelle Würfелеinstellung gezeigt. Das Programm schickt hierzu eine Abfrage an den Würfel und dieser gibt seinen Status als Antwort zurück. Während jeder laufenden

Messung ist zu überprüfen, ob die Anzeige im Statusfenster mit den Vorgaben in der Einstellungsleiste am oberen Bildrand übereinstimmt. **Falls dies nicht der Fall ist<sup>2</sup>, liefert das Programm falsche Messwerte!** Die Messung sollte dann gestoppt und neu gestartet werden. Eventuell kann auch das Programm komplett neu gestartet werden.



Abbildung 27 Statusanzeige

<sup>2</sup> Dieser Fall sollte normalerweise nicht auftreten. Wenn aber z.B. die Lichtimpulse wegen eines beschädigten LWL-Kabels nicht mehr einwandfrei übertragen werden, können derartige Fehlfunktionen vorkommen.

## 12 Langzeitmessung

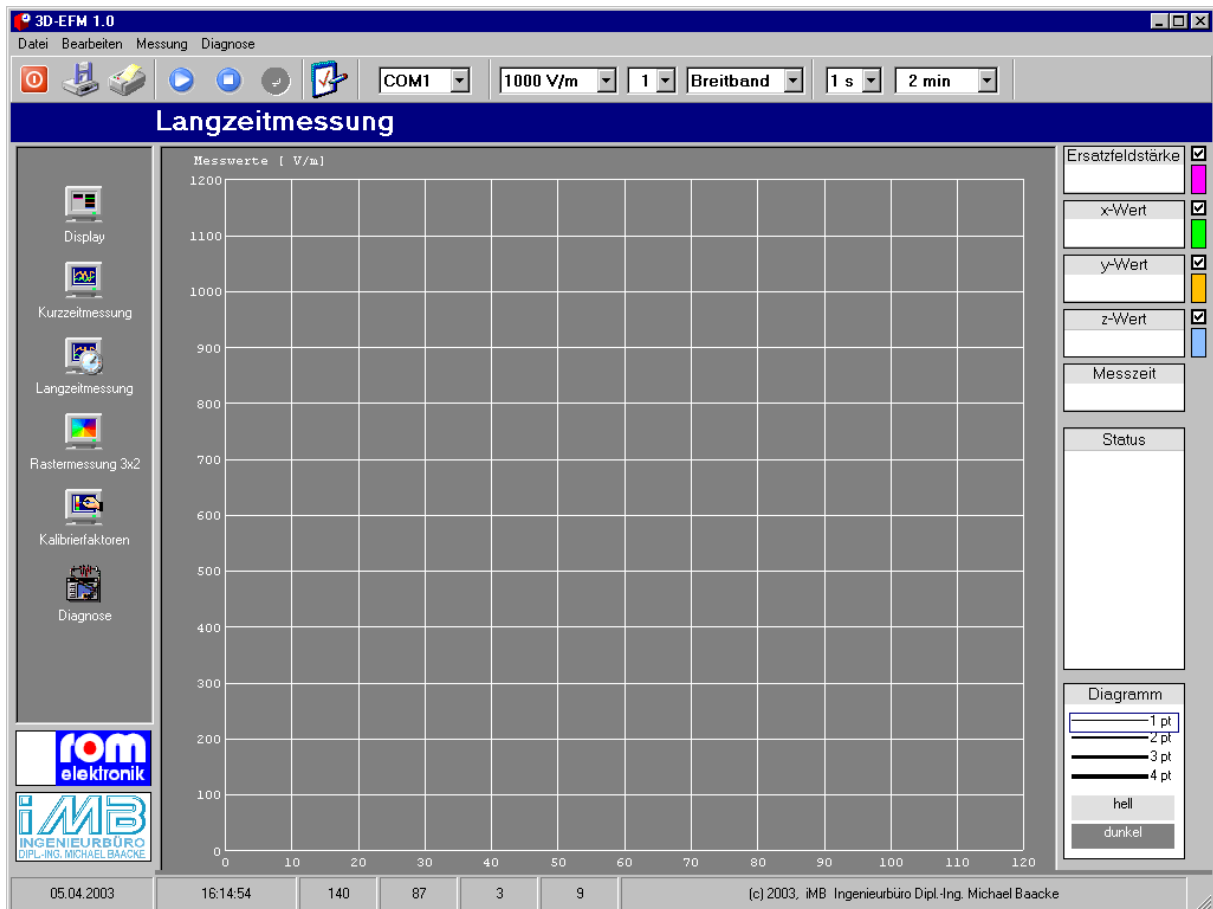


Abbildung 28 Betriebsmode „Langzeitmessung“

Der Betriebsmode „Langzeitmessung“ ist weitgehend mit dem Betriebsmode „Kurzzeitmessung“ (siehe Kapitel 10) identisch. Während allerdings bei der Kurzzeitmessung die gesamte Messzeit immer fest auf 2 Minuten eingestellt ist, kann sie bei der Langzeitmessung ausgewählt werden. Die Abbildung rechts zeigt die Wahlmöglichkeiten. Es ist sicherzustellen, dass der Würfel geladen ist, bevor die Langzeitmessung gestartet wird. **Das Ladegerät darf während einer Messung nicht am Würfel angeschlossen sein.** Dies würde völlig falsche Messwerte ergeben.

Außer der gesamten Messzeit kann auch das Messintervall gewählt werden (siehe Kapitel 8).

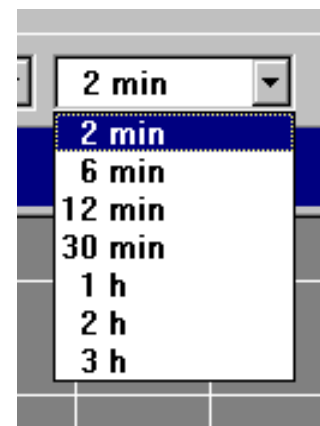


Abbildung 29

Wahlmöglichkeiten  
bei Langzeitmessung

### 13 Rastermessung 3 x 2

Der Betriebsmode „Rastermessung 3 x 2“ ist dafür gedacht, das elektrische Feld auf einer Fläche zu erfassen, die ein Seitenverhältnis von etwa 2 zu 1 hat. Hierzu wird der Würfel nacheinander an 6 Punkten der Fläche positioniert und der jeweilige Messwert aufgenommen. Dann wird zwischen den 6 Messwerten interpoliert. Je nach den gemessenen Feldstärkewerten ergibt sich ein bestimmtes Feldverteilungsbild. Dies ist umso interessanter und aussagekräftiger, je größer die Feldstärkeunterschiede zwischen den Messpunkten sind.

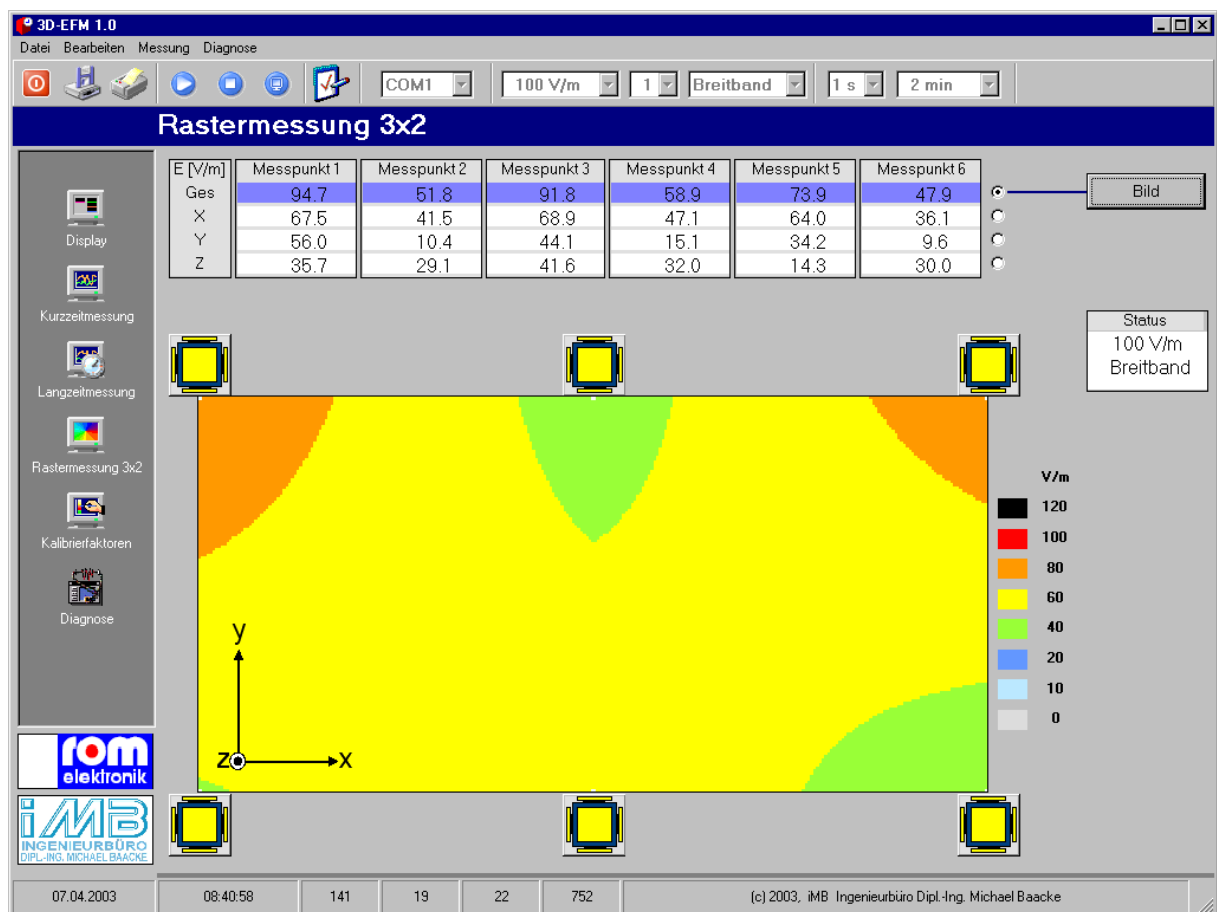


Abbildung 30 Betriebsmode “Rastermessung 3 x 2”

Auch im Betriebsmode „Rastermessung 3 x 2“ muss zuerst die Schaltfläche „Messung beginnen“ angeklickt werden, bevor Messwerte aufgenommen werden können. Wenn die Schaltfläche angeklickt wird, werden die 6 grauen Würfelsymbole gelb und können angeklickt werden.

Die Messung an einem Messpunkt wird folgendermaßen vorgenommen:

Man legt den Würfel auf eine Position im Messbereich die einer der gelben Schaltflächen in der obigen Abbildung entspricht. Dann betätigt man die entsprechende Schaltfläche. Legt man

also z.B. den Würfel auf Position 1 und klickt die Schaltfläche 1 an, dann werden die Messwerte des Würfels ausgelesen und am Bildschirm in der Spalte Messwert 1 dargestellt.

Sobald Messwerte für alle 6 Positionen vorliegen, ist es möglich ein Feldverteilungsbild zu erzeugen. Dazu wird der Button „Bild“ (Abb. rechts) angeklickt. Es ist möglich die Feldverteilung der einzelnen Komponenten des elektrischen Feldes darzustellen oder die Feldverteilung der Ersatzfeldstärke. Hierzu ist eine der vier weißen kreisförmigen Schaltflächen anzuklicken. In dem in der Abbildung rechts gezeigten Beispiel würde die Verteilung der Ersatzfeldstärke angezeigt.

Das Koordinatenkreuz zeigt an wie der Würfel bei einer Messung ausgerichtet werden muss. Die +X-Platte muss in Richtung der x-Achse zeigen und die +Y-Platte in Richtung der Y-Achse. Die +Z-Platte muss nach oben zeigen, wenn eine horizontale Fläche vermessen wird.

Das Ergebnis einer Rastermessung kann mit Hilfe des Buttons „Messung speichern“ links vom „Messung beginnen“-Button abgespeichert werden.

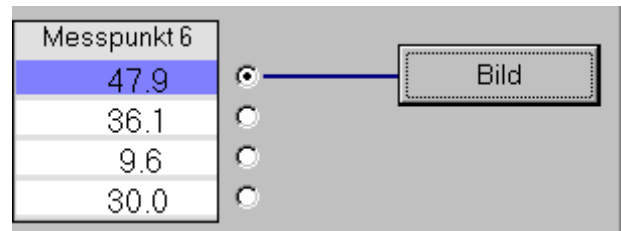


Abbildung 31 Feldverteilung erzeugen

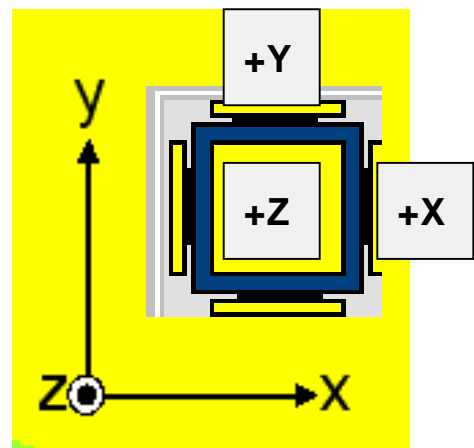


Abbildung 32

Ausrichtung des Sensors bei einer Messung



Abbildung 33 Speicherfunktion

## 14 Dokumentation der Messungen

Es wird weiter daran gearbeitet, die Dokumentationsmöglichkeiten des Programms zu verbessern. Derzeit gibt es die nachfolgend beschriebenen Möglichkeiten.

### 14.1 Direktes Speichern in ein Word-Dokument

Bei dieser Möglichkeit sollte man vor dem Starten des Würfelsteuerprogramms ein Word-Dokument öffnen.

Nach dem Starten des Würfelsteuerprogramms kann jederzeit mit der Tastenkombination<sup>3</sup> <Alt Druck> ein Abzug des kompletten Bildschirms in den Zwischenspeicher des Computers geschrieben werden. Dann wird das Würfelsteuerprogramm durch Betätigen des Schaltfeldes „minimieren“ (Abb. rechts) auf die Taskleiste gelegt und das Word-Dokument aktiviert. Mit der Tastenkombination <Ctrl v> wird nun das Bild aus dem Zwischenspeicher in das Word-Dokument übernommen und kann dort bearbeitet werden.

Eine laufende Messung geht auch dann weiter, wenn das Würfelsteuerprogramm „minimiert“ wurde.

Eine andere Möglichkeit ist, nur den Teil des Bildschirms, der für die Messung interessant ist in den Zwischenspeicher zu übernehmen. Hierzu wird die Schaltfläche „kopieren“ im Pull-Down-Menü „Bearbeiten“ angeklickt. Danach wird der Zwischenspeicher-Inhalt wiederum durch <Ctrl v> in ein Word-Dokument übernommen.

Es gibt nur einen Zwischenspeicher. Jedes mal, wenn eine Graphik in den Zwischenspeicher geschrieben wird, wird die dort vorhandene Graphik überschrieben und ist verloren, wenn sie nicht vorher in ein Dokument übernommen wurde.

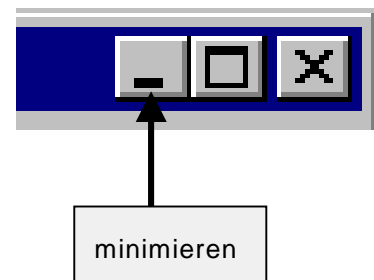


Abbildung 34

Minimieren des Steuerprogramms



Abbildung 35 Kopierfunktion

<sup>3</sup> Gleichzeitiges Betätigen der Tasten <Alt> und <Druck>

## 14.2 Speicher-Funktion

Im Betriebsmode „Rastermessung“ kann man die Ergebnisse einzelner Rastermessungen in eine Datei abspeichern und später wieder laden. Bei Nutzung dieser Funktion müssen die Ergebnisse nicht direkt in ein Word-Dokument übernommen werden.

Die Übernahme mehrerer Messergebnisse in ein Word-Dokument erfolgt dann dadurch, dass man die Messergebnisse lädt und dann mit <Alt Druck> und <Ctrl v> wiederum in ein Word-Dokument übernimmt.

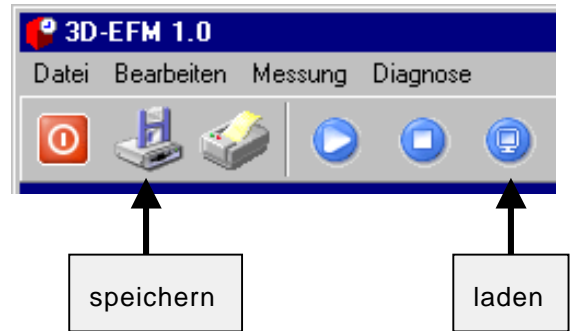


Abbildung 36 Speicherfunktion

## 15 Kalibrierfaktoren

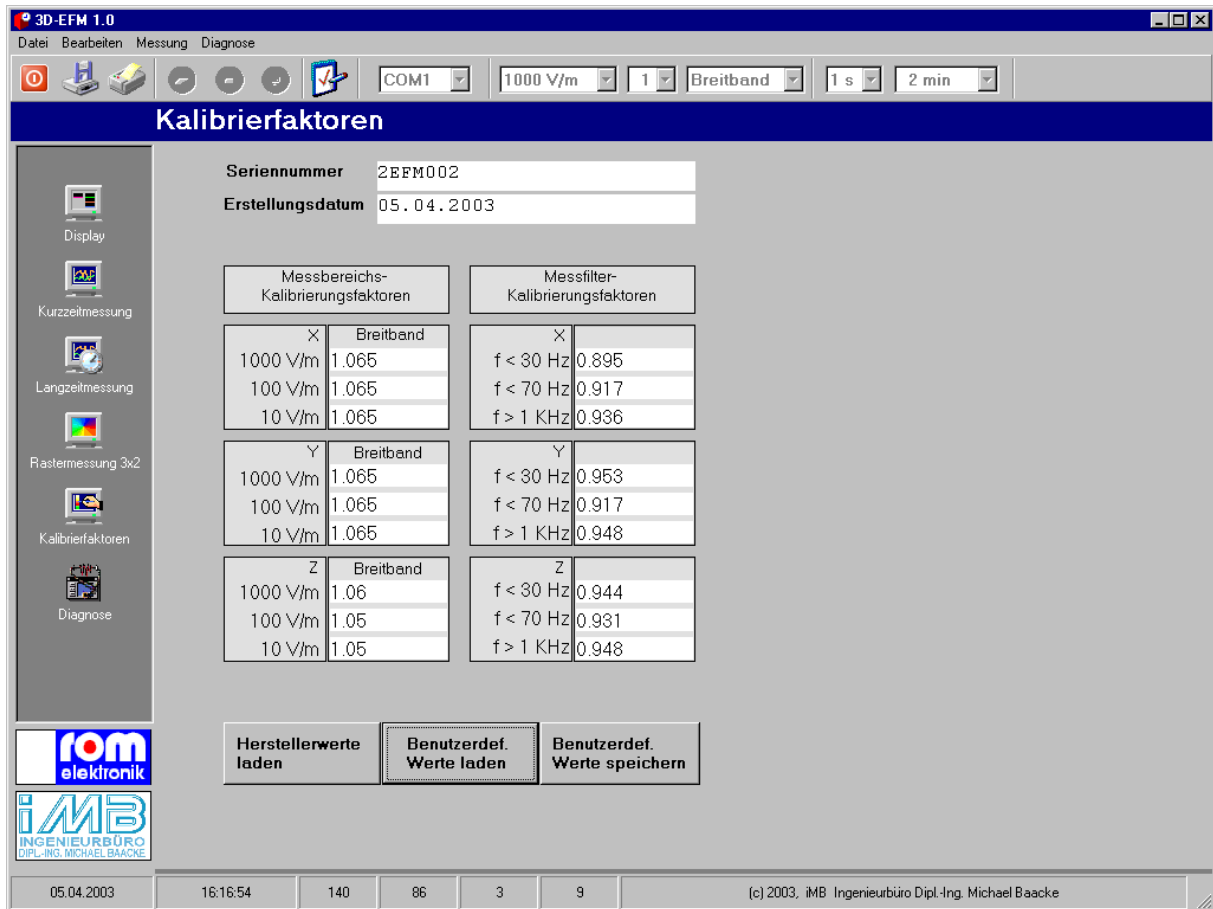


Abbildung 37 Bildschirm zum Ändern der Kalibrierfaktoren

Das Kalibrieren von E-Feldmessgeräten ist schwierig und kann deshalb hier nicht beschrieben werden<sup>4</sup>. Bei der Kalibrierung sollte immer die Feldqualität mit speziellen Kalibriergeräten überprüft werden.

Grundsätzlich können die Kalibrierfaktoren des Würfels geändert werden. Das Verfahren dazu wird im Folgenden beschrieben:

Es gibt zwei Dateien mit zwei Kalibrierwerten:

„Herstellerwerte“ und

„Benutzerdefinierte Werte“.

Bei der Auslieferung sind die Kalibrierfaktoren in beiden Dateien identisch. Der Würfel verwendet immer die „Benutzerdefinierten Werte“. Sollen die benutzerdefinierten Werte

geändert werden, trägt man die neuen Werte in die entsprechenden Felder ein und klickt dann die Schaltfläche „Benutzerdef. Werte speichern“ an.

Möchte man die Herstellerwerte wieder übernehmen, klickt man zuerst die Schaltfläche „Herstellerwerte laden“ und dann die Schaltfläche „Benutzerdefinierte Werte speichern“ an.

Die Kalibrierfaktoren werden im Programm folgendermaßen verarbeitet:

Der Würfel überträgt einen Binärwert (BW) an den PC. Der Binärwert liegt zwischen 0 und 1023. Der Binärwert wird als erstes je nach Messbereich durch eine Zahl geteilt und dann mit zwei Kalibrierfaktoren multipliziert. Die Zahl durch die geteilt wird ist:

Bei 1000V/m: 1

Bei 100V/m: 10

Bei 10V/m: 100

Der erste Kalibrierfaktor ist der Messbereichskalibrierfaktor (MB-KF). Der zweite Kalibrierfaktor ist der Messfilterkalibrierfaktor (MF-KF). Die Formel lautet also:

$$\text{Anzeige (V/m)} = \text{BW/Zahl} \times \text{MB-KF} \times \text{MF-KF}$$

Der Messfilterkalibrierfaktor ist in der Betriebsart „Breitband“ gleich 1. Für die drei anderen Betriebsarten wird er bei bestimmten Frequenzen ermittelt (siehe auch Kap.3 Technische Daten).

Messbereichs-Kalibrierungsfaktoren	
X	Breitband
1000 V/m	1.065
100 V/m	1.065
10 V/m	1.065
Y	Breitband
1000 V/m	1.065
100 V/m	1.065
10 V/m	1.065
Z	Breitband
1000 V/m	1.06
100 V/m	1.05
10 V/m	1.05

**Abbildung 38**

Messbereichs-KF

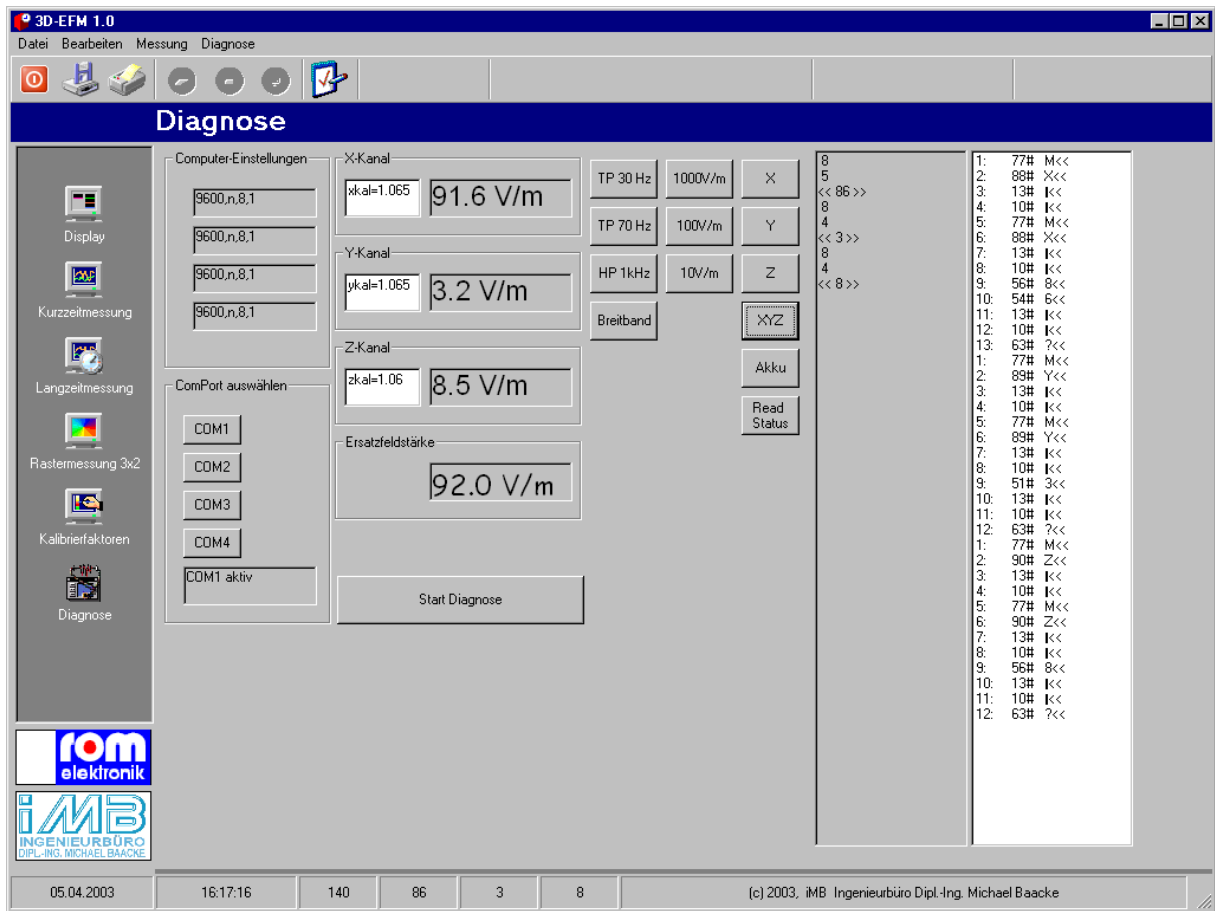
Messfilter-Kalibrierungsfaktoren	
X	
f < 30 Hz	0.895
f < 70 Hz	0.917
f > 1 KHz	0.936
Y	
f < 30 Hz	0.953
f < 70 Hz	0.917
f > 1 KHz	0.948
Z	
f < 30 Hz	0.944
f < 70 Hz	0.931
f > 1 KHz	0.948

**Abbildung 39**

Messfilter-KF

<sup>4</sup> Die Beschreibung erfolgt in einer späteren Version dieser Bedienungsanleitung

## 16 Diagnoseprogramm



**Abbildung 40** Diagnoseprogramm

Das Diagnoseprogramm ermöglicht in bestimmten Fällen eine telefonische Ferndiagnose des Herstellers. Es dient zur Überprüfung der Würfelkommunikation bei Fehlfunktionen. Es wird ebenfalls verwendet, wenn es grundsätzliche Probleme bei der ersten Inbetriebnahme bzw. beim Anschluss an einen Computer gibt.