

**LANGER**  
EMV-Technik

Benutzerhandbuch

# Entwicklungssystem Störaussendung ESA1



Copyright (C) Dipl.-Ing. Gunter Langer  
Nöthnitzer Hang 31  
01728 Bannwitz  
15.05.2002

Messung der Störaussendung einer Baugruppe –  
Vergleichsmessungen am Entwicklerarbeitsplatz

<b>Inhalt:</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Messverfahren</b>	<b>3</b>
<b>2 Komponentenbeschreibung</b>	<b>4</b>
2.1 Grundplatte GP 23	4
2.2 Schirmzelt Z23-1	5
2.3 HF-Stromwandler HFW 21	7
2.4 HF-Ableitung HFA 21	8
2.5 Nahfeldsonden	9
2.6 Vorverstärker PA 203	9
2.7 Aufbau des Messplatzes	10
<b>3 Praktische Vorgehensweise</b>	<b>11</b>
3.1 Messung mit ESA1	11
3.2 ChipScan-ESA Software	11
3.3 Eingrenzung durch globale Veränderungen am Prüfling	13
3.4 Ursachenforschung mit Nahfeldsonden	14
3.5 Modifikation der Baugruppe	15
<b>4 Varianten des Messaufbaus</b>	<b>16</b>
4.1 Messung der Gleichtaktkomponente	16
4.1.1 Prüfling mit einem Kabelanschluss	16
4.1.2 Prüfling mit mehreren Kabelanschlüssen	17
4.1.3 Prüfling mit unverzichtbaren Kabeln	17
4.1.4 Beispiel: Messungen an einem komplexen Prüfling	18
4.1.5 Externe Datenleitungen	21
4.2 Messung der Gegentaktkomponente	23
<b>5 Sicherheitshinweise</b>	<b>24</b>
<b>6 Gewährleistung</b>	<b>25</b>
<b>7 Technische Daten</b>	<b>26</b>
7.1 Nahfeldsonden	26
7.2 HF-Stromwandler HFW 21	29
7.3 HF-Ableitung HFA 21	29
7.4 Grundplatte GP 23	30
7.5 Schirmzelt Z23	30
7.6 Vorverstärker PA 203	30
<b>8 Lieferumfang</b>	<b>31</b>
8.1 Übersicht Kofferinhalt ESA1	33

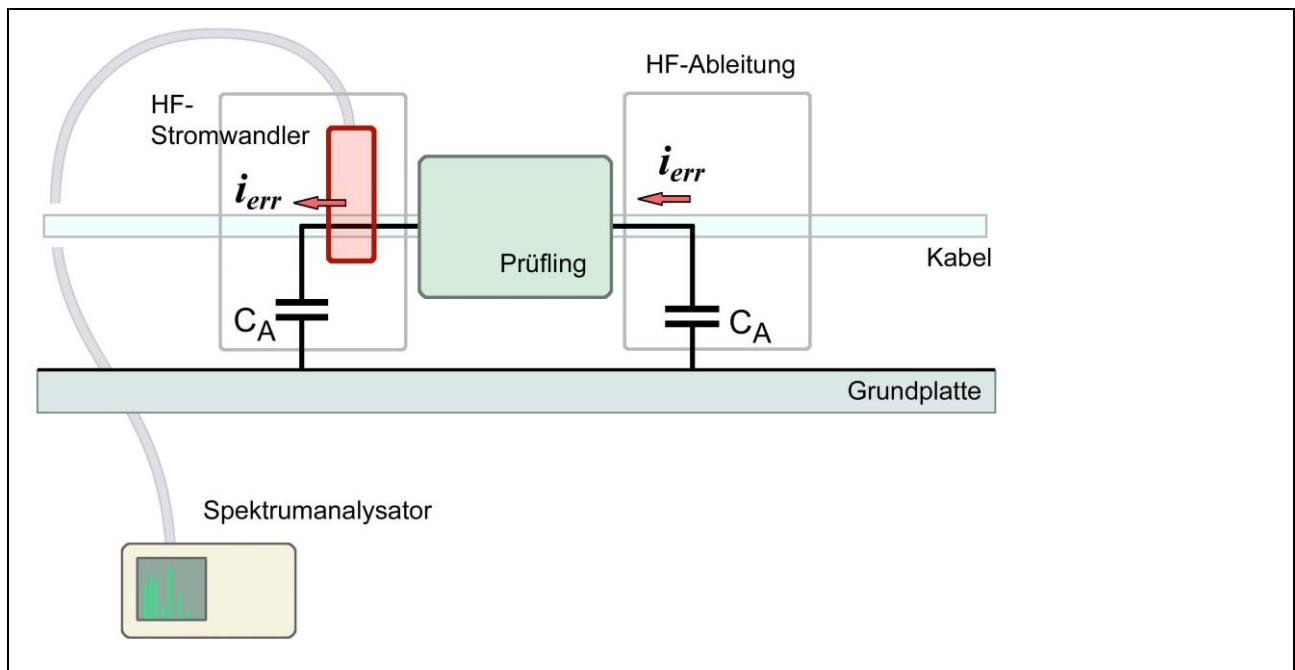
# 1 Messverfahren

Das ESA1 eignet sich zur vergleichenden Messung der Störaussendung von Baugruppen unmittelbar am Arbeitsplatz des Entwicklers. Da die Wirkung von EMV-Maßnahmen am Prüfling mit dem ESA1 sofort sichtbar ist, ergibt sich eine deutliche Reduzierung des Zeitaufwandes bei der EMV-Optimierung des Prüflings.

Den Messungen mit dem Entwicklungssystem ESA1 liegen folgende Überlegungen zugrunde:

In den meisten Fällen wird ein Bauelement oder ein Leiterzug des Prüflings nicht direkt aussenden. Vielmehr erfolgt über eine elektrische oder magnetische Verkopplung (also im Nahfeld) eine Anregung des gesamten metallischen Systems des Prüflings. Das besteht aus der Flachbaugruppe selbst, den angeschlossenen Kabeln bzw. den in unmittelbarer Nähe befindlichen Metallteilen wie Gehäuse, Schirmbleche o.ä. Dieses metallische System in seiner Gesamtheit wirkt als Antenne und strahlt ab. Die Erregung kann näherungsweise als ein Maß für die Störaussendung des Prüflings herangezogen werden. Dazu ist es notwendig, die Erregerströme zu messen, die z.B. von einer Flachbaugruppe in angeschlossene Kabel fließen.

Die Messungen werden über einer leitfähigen Grundplatte durchgeführt, um den Einfluss von Anordnung des Messaufbaus, von Kabellage und von Umgebungsfeldern zu verringern. Alle Erregerströme werden auf kurzem Weg kapazitiv in die Grundplatte eingespeist und kurzgeschlossen, so dass ein kleiner reproduzierbarer Aufbau entsteht (**Bild 1**).

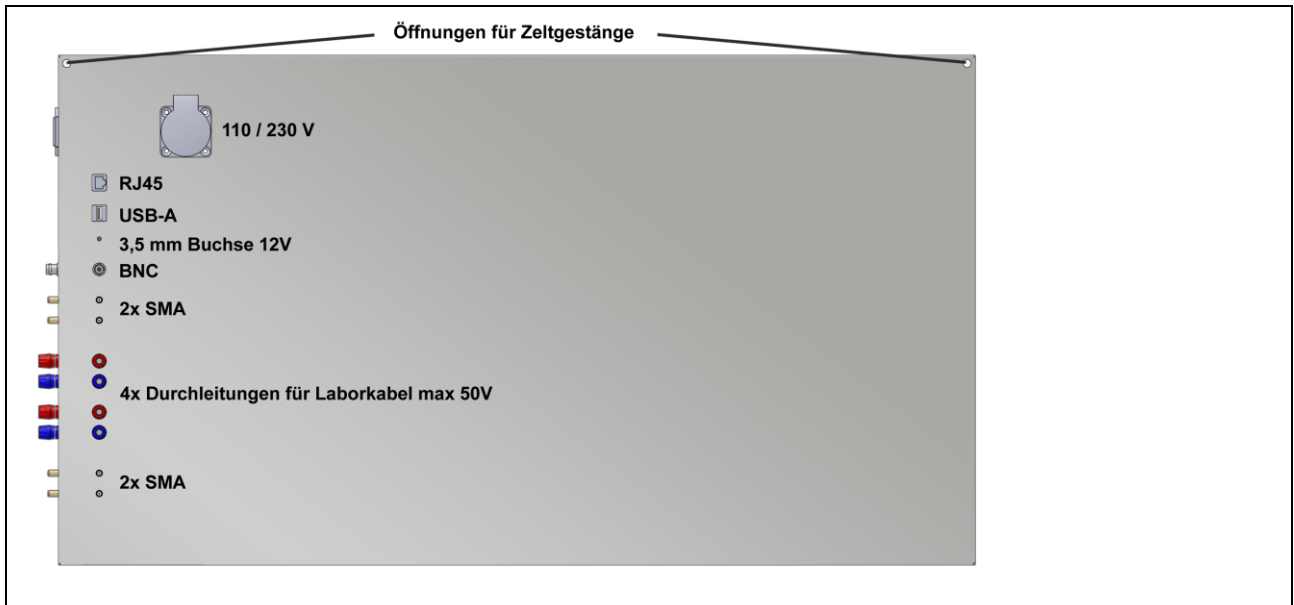


**Bild 1**

## 2 Komponentenbeschreibung

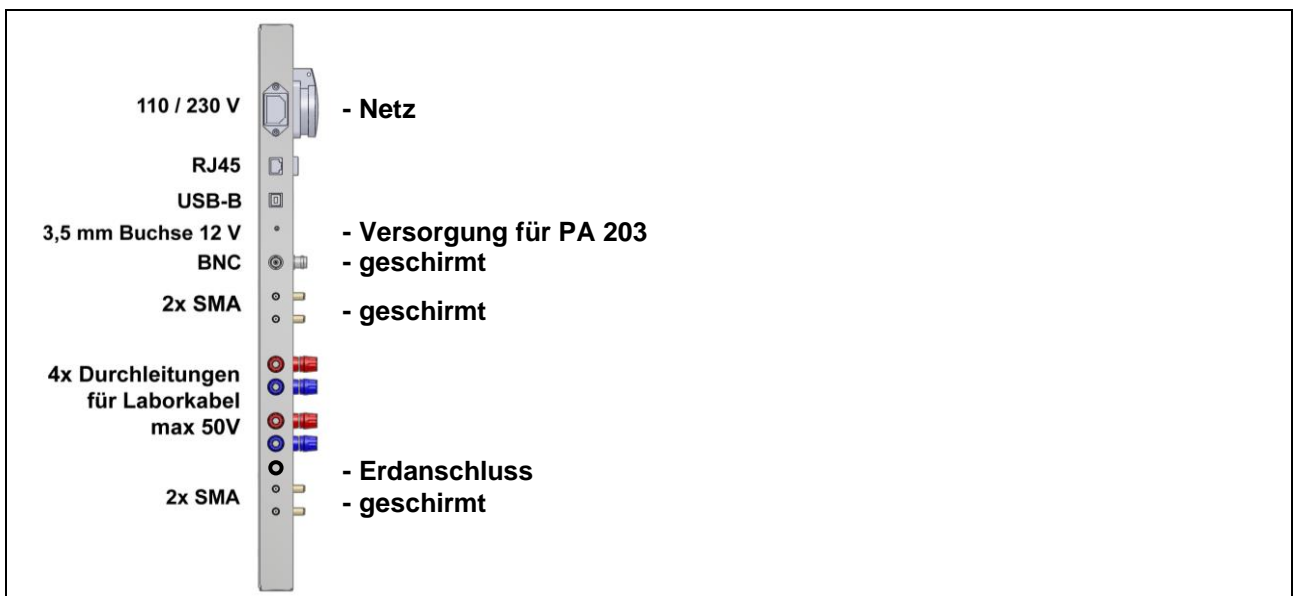
### 2.1 Grundplatte GP 23

Die metallische Grundplatte GP 23 (**Bild 2**) bildet die Bezugsfläche des Messaufbaus. Sie beinhaltet die Anschlüsse für die Prüflingsversorgung sowie für die Versorgung und das Ausgangssignal des Vorverstärkers.



**Bild 2** Grundplatte GP 23

Die metallische Oberfläche gewährleistet eine gleichbleibend gute leitfähige Verbindung zum HF-Stromwandler HFW 21 bzw. zur HF-Ableitung HFA 21. **Bild 3** zeigt die vorhandenen Durchführungen.



**Bild 3** Durchführungen der Grundplatte GP 23

Verbindungen vom Prüfling zur Grundplatte sind an beliebigen Punkten z.B. durch die HF-Ableitung HFA 21 oder durch Kupferklebeband möglich.

## 2.2 Schirmzelt Z23-1

Das Schirmzelt dient der Abschirmung des Messaufbaus gegen äußere HF-Felder. Bei Problemen im UKW-Bereich oder bei besonders hohen Anforderungen an den Prüfling wie z.B. im Automobilbau müssen Störfelder aus der Umgebung durch ein leitfähiges Gehäuse abgeschirmt werden. Da bei einem typischen Messaufbau mit dem ESA1 alle Kabel zum Prüfling entfernt, befiltert oder auf die Grundplatte gelegt werden (kapazitive Kopplung), ist eine Schirmung in unmittelbarer Umgebung vom Prüfling möglich.

Das Zeltgestänge wird zum einfachen Transport zusammengeklappt geliefert (**Bild 4**). Es ist mittels zweier Gummistöpsel, die in die hinteren beiden Öffnungen der Grundplatte einrasten, gegen Verrutschen gesichert.



**Bild 4** Zeltgestänge ZG 23-1 zusammengeklappt (auf Grundplatte GP 23)

Zum Aufbau des Schirmzeltes muss zunächst das Gestänge aufgeklappt und in die hinteren zwei Öffnungen der Grundplatte eingesteckt werden (**Bild 5**).



**Bild 5** Zeltgestänge ZG 23-1 aufgeklappt und in Grundplatte GP 23 eingesteckt

Das Schirmzelt Z23-1 wird anschließend von hinten über das Gestänge gezogen. In die Ränder des Schirmzeltes sind Magnetgummis eingearbeitet, die seitlich an die Grundplatte angedrückt werden. Damit wird eine leitfähige Verbindung gewährleistet. Im Bereich der Steckverbinder sind zwei Magnetgummis vorgesehen: Einer wird von außen und einer von oben an der Grundplatte fixiert. Die Vorderseite des Schirmzeltes kann separat geschlossen bzw. aufgeklappt werden, um ein schnelles Wechseln zwischen Messen und Modifizieren zu gewährleisten (**Bild 6** bis **Bild 8**).



Die Vorderseite muss nach dem Schließen sowohl am unteren Rand an die Grundplatte als auch seitlich an die Seitenteile angedrückt werden. Für die Wirksamkeit der Schirmung ist eine durchgehende Verbindung Grundplatte – Schirmzelt entscheidend.

**Bild 6** Schirmzelt Z23-1 geschlossen



Wird das Zelt wie in **Bild 7** aufgebaut, sind am oberen vorderen Rand des Zeltes zwei Laschen zu erkennen. Diese werden um den vorderen Querträger herum geschlossen.

**Bild 7** Schirmzelt Z23-1 geöffnet



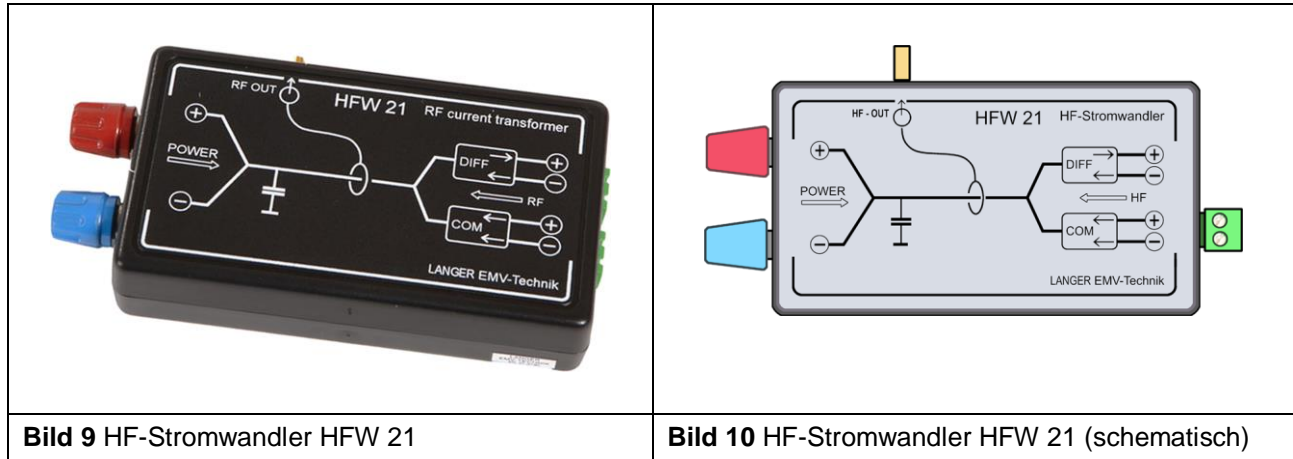
Zur besseren Zugänglichkeit kann das Zelt insgesamt nach hinten geklappt werden. Die Laschen verhindern ein Abrutschen des Schirmzeltes (**Bild 8**).

**Bild 8** Schirmzelt Z23-1 nach hinten geklappt

**Achtung:** Das Schirmzelt besteht aus dünnem, hochleitfähigem Gewebe. Bewahren Sie es vor starker mechanischer Beanspruchung wie scharfkantigen und spitzen Gegenständen! Legen Sie das Zelt gemäß der Faltanleitung in die Originalverpackung!

## 2.3 HF-Stromwandler HFW 21

Der HF-Stromwandler (**Bild 9** und **Bild 10**) misst hochfrequente Ströme auf Leitungen bis zu einer Frequenz von 1 GHz und leitet diese Ströme auf die Grundplatte ab.



Er ermöglicht die getrennte Messung von HF- Gleich- und Gegentaktströmen. Praktisch geschieht das durch Einschalten des HF-Stromwandlers z.B. in die Stromversorgung des Prüflings. Die Versorgungsspannung wird über Laborkabel mit 4mm-Stecker an die Buchsen „POWER“ des Stromwandlers und der Prüfling über die Buchse „COM“ oder „DIFF“ über einen der mitgelieferten Stecker angeschlossen. Die vom Prüfling ausgehenden HF-Ströme werden so durch den Wandler geführt, gemessen (Ausgang über 50 Ohm-SMB-Buchse) und kapazitiv zur metallischen Grundplatte des Wandlers abgeleitet.

Wird der Prüfling über den Ausgang COM angeschlossen, misst der HF-Stromwandler die auf beiden Leitungen fließenden Gleichtaktströme bzw. über den Ausgang DIFF die Gegentaktströme.

Die HF-Ausgangsspannung ist bei Gleichtaktmessungen unabhängig von dem durch den Wandler fließenden Gleichstrom. Bei Gegentaktmessungen verringert sich die HF-Ausgangsspannung gemäß den unter Punkt 5 angegebenen Diagrammen.

### Vorsicht!

Je nach Schaltung des Prüflings tritt beim Einschalten ein Stromstoß auf. Werden z.B. Elkos ohne Strombegrenzung aufgeladen und ist der Prüfling über den Gegentaktausgang des HFW 21 angeschlossen, besteht die Gefahr der Zerstörung des Vorverstärker- bzw. Spektrumanalysatoreingangs!

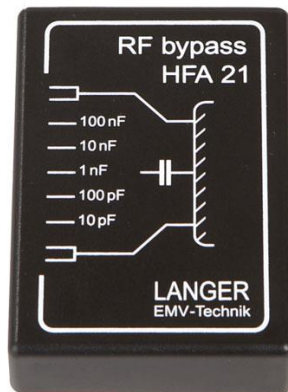
Bitte in solchen Fällen den HFW 21 erst nach Einschalten des Prüflings mit dem PA 203 bzw. Spektrumanalysator verbinden!

Gleiches geschieht bei Kurzschluss im Prüfling, wenn die Elkos des externen Netzteils schlagartig entladen werden. Bei Betrieb über den Gleichtaktausgang des HFW 21 besteht diese Gefahr nicht, da sich diese Stromimpulse innerhalb des Wandlers kompensieren.

Stromspitzen treten ebenfalls auf, wenn die Versorgung des Prüflings auf Seiten eines externen Netzteils eine Verbindung zur Masse und damit zur Grundplatte besitzt und während der Messung ein Kurzschluss der Spannung im Prüfling gegen die Grundplatte GP 23 auftritt.

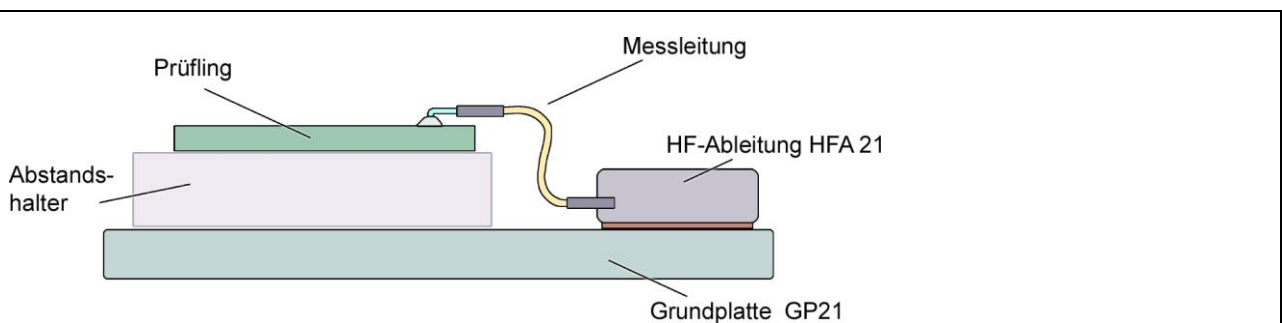
## 2.4 HF-Ableitung HFA 21

Die HF-Ableitung (**Bild 11**) ergänzt den HF-Stromwandler, indem sie bei Bedarf eine weitere kapazitive oder galvanische Verbindung vom Prüfling zur Grundplatte herstellt.

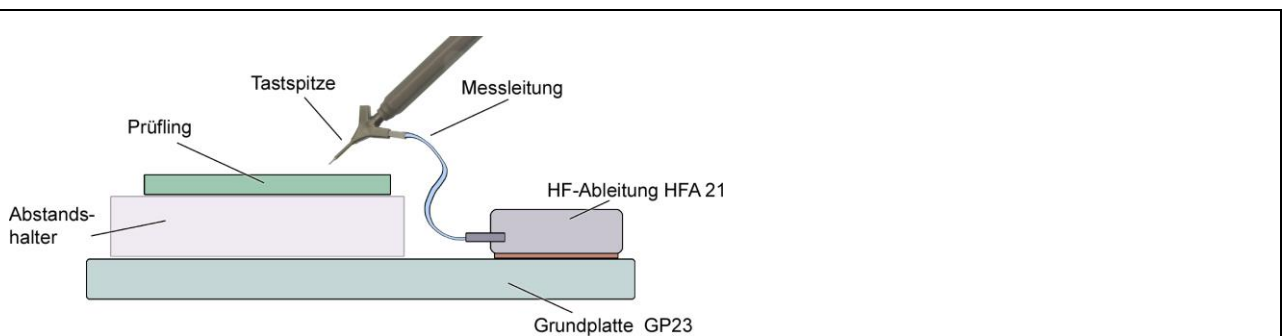


**Bild 11** HF-Ableitung HFA 21

Sie wird hauptsächlich zur Nachbildung der im Normalbetrieb angeschlossenen Datenleitungen und ihrer Kapazität zur Umgebung verwendet. Anstelle der eigentlichen Datenleitung wird über eine Messleitung eine diskrete Kapazität der HFA 21 an das Signal angeschlossen (**Bild 12**). Alternativ können mit Hilfe einer Tastspitze nacheinander alle interessierenden Signale angetippt werden (**Bild 13**). So werden die HF-Ströme definiert auf die Grundplatte abgeleitet werden. In der HFA 21 sind Kapazitäten von 10 pF bis 100 nF enthalten.



**Bild 12**



**Bild 13**



## 2.5 Nahfeldsonden

Je nach Ausstattung Ihres ESA1 erhalten Sie verschiedene Nahfeldsonden zum Messen von hochfrequenten magnetischen und elektrischen Feldern. Die Sonden werden anstelle des HFW 21 an den Vorverstärker angeschlossen und ermöglichen Messungen im Bereich der Baugruppe, auf Leiterzügen und an Bauelementen. Ziel ist es, die HF-Feldquellen im Prüfling zu finden und die zugehörigen Aussendungsmechanismen zu erkennen und zu verstehen. Der Entwickler kann abschätzen, inwieweit HF-Felder vorhanden sind, die in benachbarte Baugruppen, in Konstruktionsteile oder Abschirmungen eingreifen und zur Störaussendung führen. Bei praktischen Messungen werden der HF-Stromwandler HFW 21 und die Nahfeldsonden meist wechselweise eingesetzt.

Für die verschiedenen Messaufgaben steht ein breites Sondensortiment zur Verfügung:

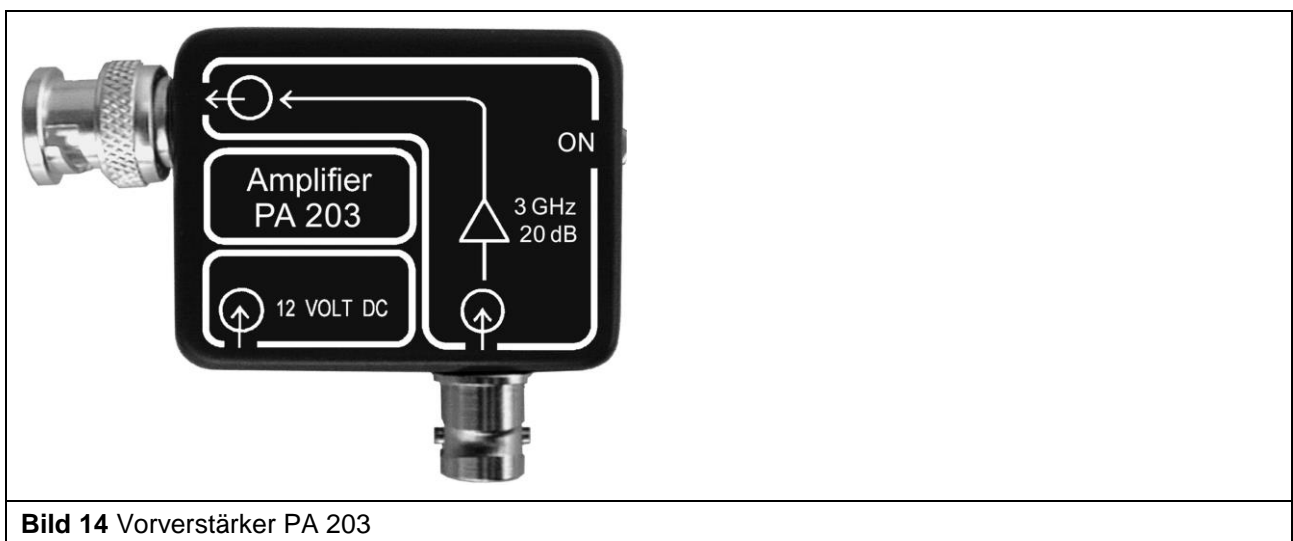
Die Nahfeldsonden vom Typ RF eignen sich für Messungen von magnetischen und elektrischen Feldern im Frequenzbereich von 30 MHz bis zu 3 GHz. Die Sonden unterscheiden sich in Größe und Gestaltung des Sondenkopfes, so dass für die unterschiedlichsten Messaufgaben die jeweils optimale Sonde ausgewählt werden kann. Informationen über das genaue Feldbild des gemessenen Feldes einer Sonde und den typischen Anwendungsfall entnehmen Sie bitte den aus dem Abschnitt 6 – Technische Daten.

Optional zum ESA1 erhältlich sind Nahfeldsonden vom Typ LF:

Sie stehen für Messungen von Magnetfeldern im Frequenzbereich von 100 kHz bis 50 MHz zur Verfügung und eignen sich besonders für Anwendungen in den Bereichen Stromversorgung, Umrichter, Antriebe o.ä. So können zum Beispiel die HF-Strompfade von einzelnen Schalttransistoren und Freilaufdioden verfolgt und die zugehörigen Magnetfelder gemessen werden.

## 2.6 Vorverstärker PA 203

Der 20 dB-Vorverstärker (**Bild 14**) arbeitet im Frequenzbereich von 100 kHz bis 3 GHz und eignet sich für Messungen mit HF-Stromwandler und Nahfeldsonden. Ein- und Ausgang sind als 50 Ohm-BNC-Steckverbinder ausgeführt, so dass er mit jedem Spektrumanalysator oder Oszillograph betrieben werden kann.



**Bild 14** Vorverstärker PA 203

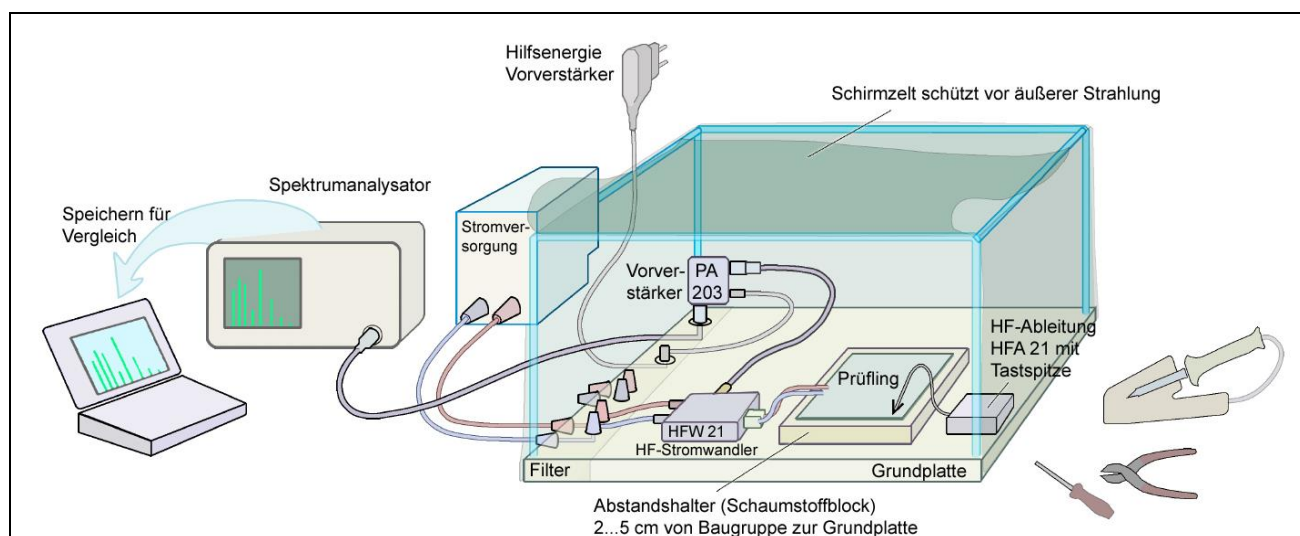
Bei Messungen mit dem System ESA1 wird der Vorverstärker innerhalb des Schirmzettes betrieben (**Bild 15**). Für die Ausgangsleitung des Vorverstärkers und dessen Stromversorgung sind in der Grundplatte GP 23 Filter vorgesehen. Über das im Lieferumfang enthaltene doppelt geschirmte BNC-Kabel gelangt das Ausgangssignal zum Spektrumanalysator. Für die Stromversorgung des Vorverstärkers ist das beiliegende Steckernetzteil zu verwenden. Überschreitet der Eingangspegel am Vorverstärker 60 dB $\mu$ V, treten Übersteuerungseffekte auf. In diesem Fall sollte der Hf-Stromwandler HFW 21 bzw. die Nahfeldsonde ohne Vorverstärker direkt an der BNC-Buchse auf der Grundplatte angeschlossen werden.

### Vorsicht!

Bei Betrieb am HFW 21 besteht bei Messung des Gegentaktstromes und Zuschalten von Elkos bzw. bei Kurzschlüssen Zerstörungsgefahr!

Bitte in solchen Fällen HFW 21 erst nach Einschalten des Prüflings mit dem PA 203 bzw. Spektrumanalysator verbinden!

## 2.7 Aufbau des Messplatzes



**Bild 15** Aufbau Messplatz (schematisch)

Zunächst wird die Grundplatte GP 23, im Normalfall mit den Anschlussbuchsen nach links, und das Schirmzelt aufgebaut (Beschreibung unter Punkt 2.2).

Der Vorverstärker PA 203 wird auf die BNC-Buchse auf der Grundplatte aufgesteckt, die Stromversorgung erfolgt über das beiliegende Steckernetzteil, das von außen an die Grundplatte – unmittelbar neben der BNC-Buchse – angesteckt wird. Innerhalb des Schirmzettes wird über das beiliegende Stromversorgungskabel (ca. 10 cm lang, zwei Stromversorgungsstecker) der 12 V-Eingang des PA 203 mit der Buchse in der Grundplatte verbunden. Die LED „ON“ am PA 203 muss leuchten. Über das Verbindungskabel BNC-SMB wird wahlweise der HF-Stromwandler HFW 21 bzw. eine Nahfeldsonde angeschlossen.

Die Verbindung Spektrumanalysator – Grundplatte wird mit dem beiliegenden BNC-Kabel (doppelt geschirmt) hergestellt.

## **3 Praktische Vorgehensweise**

### **3.1 Messung mit ESA1**

Messungen mit dem ESA1 sind Relativmessungen. Es kommt daher zunächst darauf an, einen Messaufbau festzulegen und den Ausgangszustand zu dokumentieren.

Messergebnisse aus vorausgehenden Messungen unter Normbedingungen geben wichtige Informationen über kritische Frequenzbereiche und über das notwendige Maß der Verbesserungen. Der bei diesen Messungen verwendete Messaufbau wird zunächst analysiert:

- Wie sind die Leiterkarten im Prüfling eingebaut?
- Welche möglichen Auskoppelwege über angeschlossene Kabel gibt es?
- Wie liegen diese Kabel im Prüfling bzw. außerhalb des Prüflings (z.B. Kabelbaum im Auto unmittelbar an einer großen Metallfläche)?
- Welche Metallteile wie Gehäuse, Schirme, Stehbolzen, Wasserrohre o.ä. befinden sich in unmittelbarer Nähe (kapazitive Verkopplung)?

Diese Überlegungen haben zum Ziel, die als HF-Quellen in Frage kommenden Baugruppen bzw. -abschnitte zu erkennen und die Wege zu finden, über die die hochfrequenten Felder möglicherweise ausgesendet werden. Mit diesem Wissen wird es gelingen, den Messaufbau so zu gestalten, dass die für die Aussendung entscheidenden Ströme gemessen werden.

Zur Bestätigung des zweckmäßigen Messaufbaus werden die Messergebnisse zunächst mit den Messergebnissen aus der Fernfeldmessung verglichen. Natürlich werden die Messergebnisse voneinander abweichen. Es kommt jedoch darauf an, die kritischen Frequenzen aus der Fernfeldmessung mit dem hier gewählten Messaufbau wiederzufinden und damit das Vorhandensein der vermuteten Quellen und der vermuteten zugehörigen Auskoppelwege nachzuweisen.

### **3.2 ChipScan-ESA Software**

Beim Entwickeln von elektronischen Baugruppen dient ChipScan-ESA als universelles Werkzeug bei Messungen der Störaussendung mit einem Spektrumanalysator.

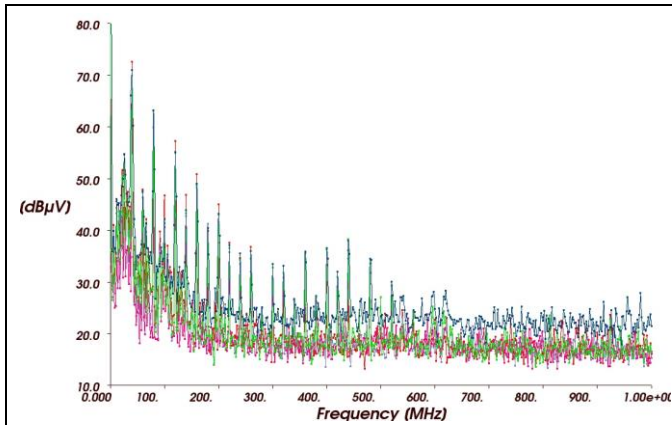
Die Software ermöglicht:

- einfache und schnelle Konfiguration von Spektrumanalysatoren
- Aufnahme von Messdaten zum schnellen Vergleich sowie zur Dokumentation
- lineare/logarithmische Darstellung von Messdaten in 2D/3D Diagrammen
- Sichern der Messdaten zur späteren Auswertung und ggf. Vergleich mit weiteren Messdaten
- Export der Messdaten als Bild für die Publikation, Dokumentation, ...
- Export der Messdaten als .csv für Verarbeitung in Excel, Matlab, Origin, R, ...

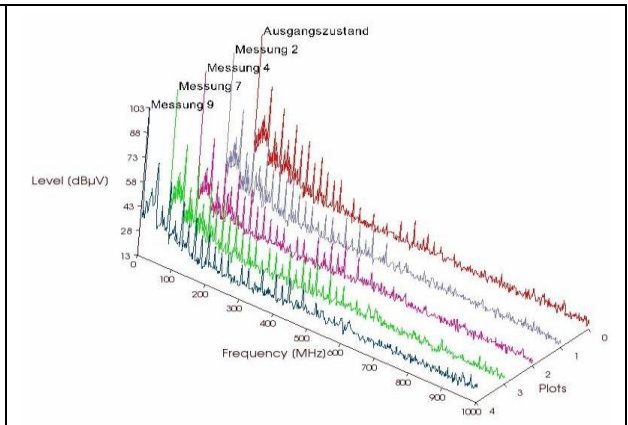
Im Folgenden sind einzelne Eigenschaften der Software im Detail beschrieben.

### 1) Einfache und flexible Darstellung von Messdaten

Alle Messdaten sind sowohl in einem 2D- als auch in einem 3D-Diagramm darstellbar.



**Bild 16** 2D-Darstellung der Messdaten



**Bild 17** 3D-Darstellung der Messdaten

Dabei spielt es keine Rolle, dass Messdaten in unterschiedlichen Frequenzbereichen aufgenommen wurden. Zur besseren Übersicht können einzelne Messkurven ein- und ausgeblendet und jeder Messkurve eine beliebige Farbe und Beschreibung zugewiesen werden (**Bild 18**). Ebenso ermöglichen Gitterlinien in der linearen oder logarithmischen 2D-Darstellung einen präzisen Vergleich von Messkurven.

Data Manager							
	Enable	- Pc	- Pc	- Pc	g Pro	Colour	Anotation
1	<input type="checkbox"/>	000	1000	1000	10000	Red	Ausgangszustand
2	<input type="checkbox"/>	000	1000	1000	10000	Green	Messung 1
3	<input checked="" type="checkbox"/>	000	1000	1000	10000	Blue	Messung 2
4	<input type="checkbox"/>	000	1000	1000	10000	Black	Messung 3
5	<input checked="" type="checkbox"/>	000	1000	1000	10000	Magenta	Messung 4
6	<input type="checkbox"/>	000	1000	1000	10000	Light Green	Messung 5
7	<input checked="" type="checkbox"/>	000	1000	1000	10000	Red	Messung 8
8	<input checked="" type="checkbox"/>	000	1000	1000	10000	Purple	Messung 6
9	<input checked="" type="checkbox"/>	000	1000	1000	10000	Light Green	Messung 7
10	<input checked="" type="checkbox"/>	000	1000	1000	10000	Dark Blue	Messung 9

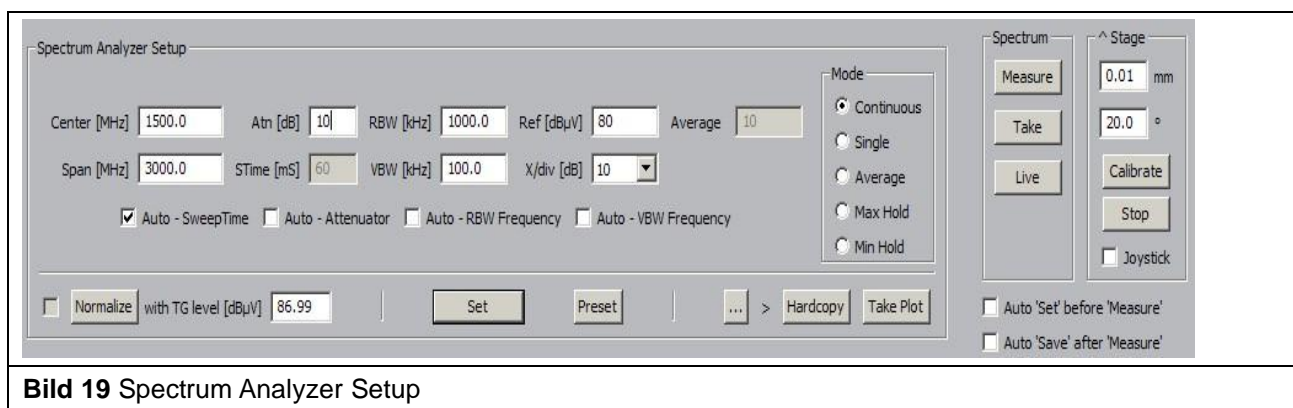
**Bild 18** Data Manager

## 2) Sichern und Export von Messdaten

Das Sichern einer beliebigen Menge von Messdaten erfolgt in eine Datei. Diese kann bei Bedarf jederzeit von ChipScan-ESA erneut geladen werden. Es ist eine versetzte Aufnahme und Auswertung der Daten möglich. Zudem können neuere mit älteren Messungen verglichen werden. Zur Aufbereitung der Messdaten für eine Publikation oder Dokumentation können beliebige Messkurven wahlweise direkt als Bild oder als .csv-Datei exportiert werden. Der .csv Export ermöglicht die weitere Verarbeitung mit Statistiksoftware wie Excel, Matlab, Origin und R.

## 3) Schnelle und einfache Bedienung von Spektrumanalysatoren / Frequenzgeneratoren

Mit Hilfe von ChipScan-ESA können alle wichtigen Geräteeinstellungen bequem per Software vorgenommen werden. Dabei erfolgt die Bedienung über eine einheitliche Oberfläche (**Bild 19**) für alle unterstützten Spektrumanalysatoren.



**Bild 19** Spectrum Analyzer Setup

Die Geräteeinstellungen können zusätzlich in Konfigurationsdateien gespeichert und geladen werden. So sind Bedienungsfehler z. B. bei Messprotokollen ausgeschlossen.

ChipScan-ESA erkennt automatisch alle (Liste der unterstützten Geräte<sup>1</sup>) am PC angeschlossenen Messgeräte unabhängig vom verwendeten Interface (RS232, GPIB, VXI). Dabei können auch mehrere Messgeräte gleichzeitig angeschlossen sein. Ebenso können die erkannten Geräte in Konfigurationsdateien gespeichert und geladen werden.

### 3.3 Eingrenzung durch globale Veränderungen am Prüfling

In vielen Fällen bietet der Prüfling Möglichkeiten, durch Veränderung des Messaufbaus die Quellen der Aussendung einzugrenzen.

Das sind insbesondere:

#### a) geometrische Veränderungen

- Abstand des Prüflings zur Grundplatte
- Simulation benachbarter Baugruppen oder Gehäuse durch Bleche
- An- und Abstecken von Kabeln, Änderung der Kabellänge/Kabellage
- Ausschalten einzelner HF-Quellen durch Abstecken von einzelnen Modulen, durch Teilschirmungen bzw. durch Einsatz von Ferriten

#### b) Änderungen am Betriebsregime

- Verwendung einer anderen Software bzw. eines anderen Programmes oder Programmabschnittes
- Beobachtung des Spektrums während das Programm hochläuft
- Abschalten einzelner Bereiche des Prüflings
- Betrieb des Prüflings mit Dauerreset – nur die Taktversorgung bleibt erhalten

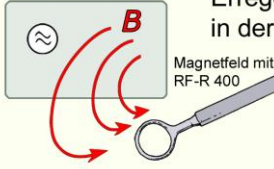
<sup>1</sup> <https://www.langer-emv.de/de/product/software/25/cs-esa-set-software-chipscan-esa-cd-rom/163#marker1>

### 3.4 Ursachenforschung mit Nahfeldsonden

Zur genauen Bestimmung der die Störaussendung verursachenden HF-Quellen erfolgen Nahfeldmessungen. Das Ziel besteht darin, den Zusammenhang zwischen den mit dem HF-Stromwandler gemessenen Strömen und den HF-Feldern auf der Baugruppe herzustellen. Es empfiehlt sich die Vorgehensweise nach **Bild 20**:


**Feldmessung mit Nahfeldsonden**

magnetisch



Magnetfeld mit RF-R 400

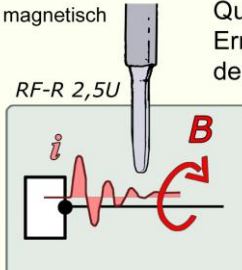
elektrisch



Elektrisches Feld mit RF-E 02

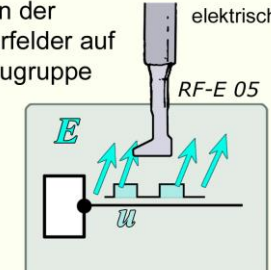
**1. Schritt**  
Erregerfelder in der Umgebung

magnetisch



Leitungsstrom der Magnetfeldquellen mit RF-R 2,5U

elektrisch



elektrisches Feld von getakteten Leitungen mit RF-E 05

**2. Schritt**  
Quellen der Erregerfelder auf der Baugruppe

Zunächst werden magnetische und elektrische Felder in der Umgebung der Baugruppen ermittelt. Diese Felder regen das gesamte Metallsystem des Prüflings zum Schwingen an (Erregerfelder) und müssen letztlich reduziert werden.

Es empfehlen sich Nahfeldsonden mit größerem Sondenkopf – z.B. die Sonde RF-R 400-1 für magnetisches bzw. die Sonde RF-E 02 für elektrisches Feld.

Diese Messungen haben das Ziel, sich eine Vorstellung über den jeweiligen Mechanismus der Störaussendung zu erarbeiten.

Im zweiten Schritt müssen die Quellen für diese Erregerfelder gefunden werden. Dafür eignen sich Sonden mit kleineren Sondenköpfen wie z.B. die Magnetfeldsonde RF-R 3-2.

**Bild 20** Feldmessung mit Nahfeldsonden

Bei jeder Messung wird

- die Stärke des Feldes bei einer bestimmten Frequenz bzw. innerhalb eines bestimmten Frequenzbereiches und
- bei Magnetfeldmessungen die Richtung der magnetischen Feldlinien durch Drehen der Magnetfeldsonde

bewertet.

Als HF-Quellen kommen in Frage:

- elektrische Felder oberhalb von Bauelementen wie z.B. Prozessoren
- elektrische Felder an geschalteten Leitungen und Bussystemen
- Magnetfelder an geschalteten Daten- und Taktleitungen
- Magnetfelder an Stromversorgungsleitungen

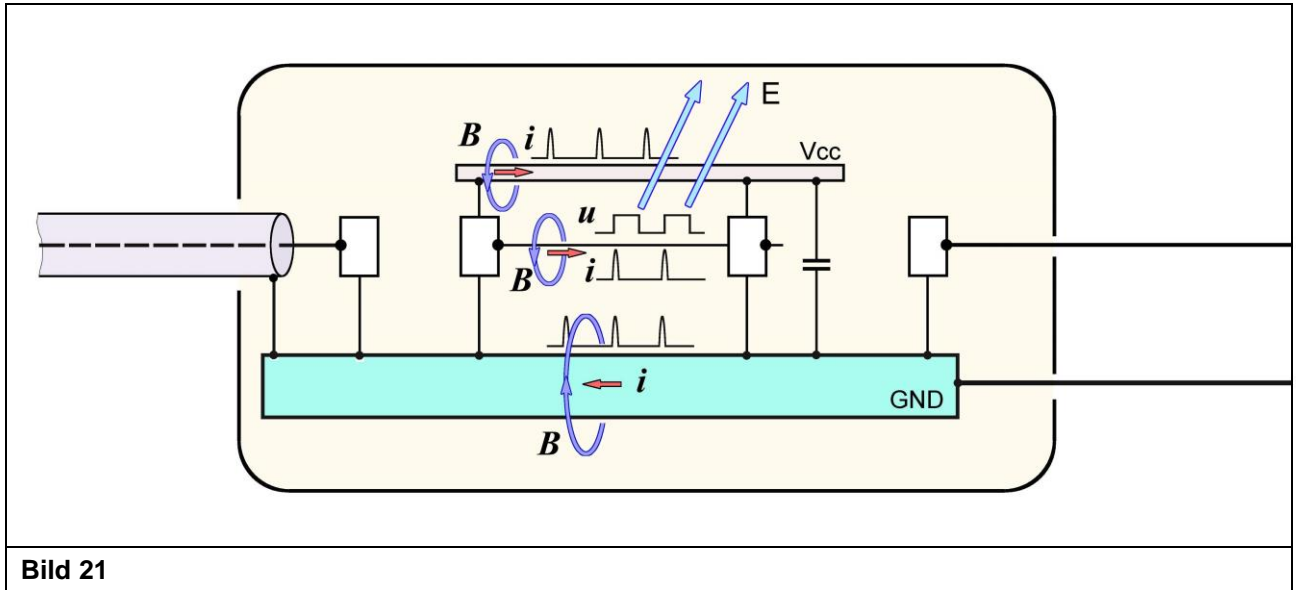


Bild 21

### 3.5 Modifikation der Baugruppe

Für die Modifikation einer Baugruppe gibt es verschiedene Ansatzpunkte:

- a) Geometrie der Baugruppe
  - Bereich der Steckverbinder und Kabelanschlüsse
  - im Layout-Bereich
  - im umgebenden Metallsystem
- b) Änderung der Schaltung
  - Einbau von Dämpfungswiderständen, Filtern
  - Änderung des Betriebsregimes

Die HF-Quellen müssen so gestaltet werden, dass die Feldstärken geringer werden (Dämpfung) bzw. die Feldlinien unmittelbar im Bereich der Quelle verbleiben und nicht die Baugruppe verlassen.

Sind die vermutlich störenden Felder auf der Baugruppe erkannt, ergeben sich automatisch Ideen und Möglichkeiten, diese Felder zu reduzieren. Denkbar sind Modifikationen wie:

- Absperren von Magnetfeldern durch Metallflächen
- Abschirmung von elektrischen Feldern durch GND-Flächen
- Einbau von Dämpfungswiderständen in Signalleitungen

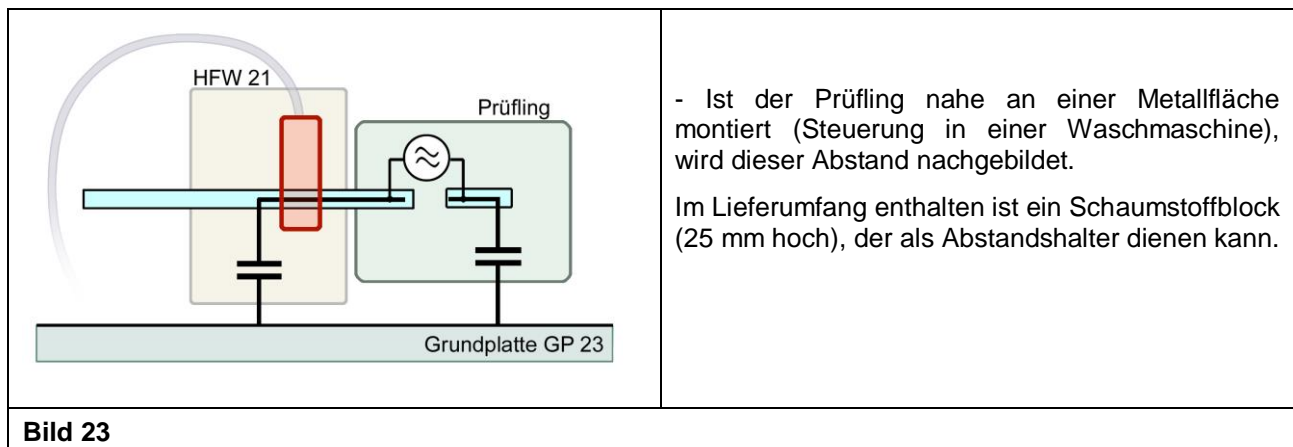
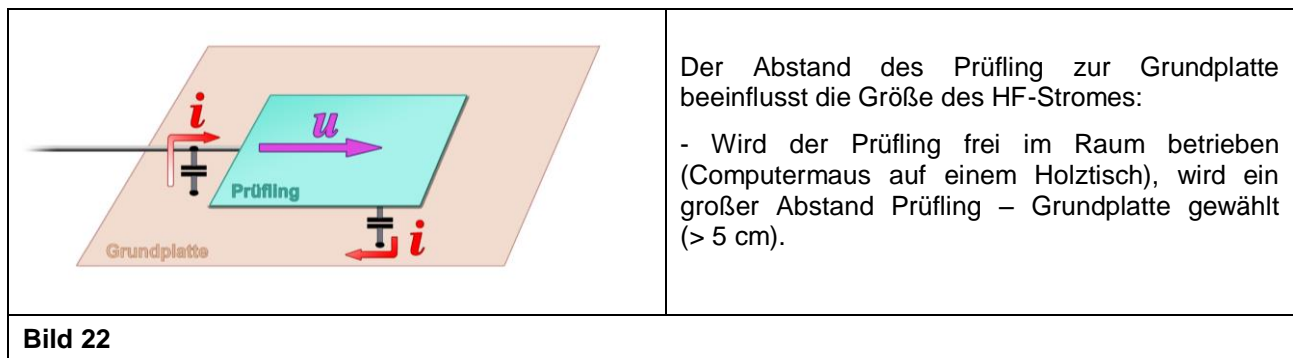
Zur Überprüfung der Wirksamkeit der durchgeführten Modifikationen erfolgt eine neue Messung mit dem HFW 21. Die Modifikation wird bewertet, durch weitere Maßnahmen ergänzt und erst nach einer entscheidenden Verbesserung der Baugruppe wird erneut eine Abnahmemessung durchgeführt.

## 4 Varianten des Messaufbaus

### 4.1 Messung der Gleichtaktkomponente

#### 4.1.1 Prüfling mit einem Kabelanschluss

Ist nur ein Kabel – z.B. die Stromversorgung – am Prüfling vorhanden, werden die enthaltenen Leitungen zur Filterung durch die Grundplatte GP 23 und danach durch den HFW 21 (Eingang: Power und Ausgang: COM) geführt. Der HF-Strom fließt durch die parasitäre Kapazität zwischen Prüfling und Grundplatte zur Grundplatte und weiter durch den HFW 21 über die Stromversorgungskabel zum Prüfling zurück (**Bild 22** und **Bild 23**).



Die Kapazität zwischen Prüfling und Grundplatte wird durch Prüflingsgröße und Abstand bestimmt. Über diese parasitäre Kapazität fließt der HF-Strom. Ursachen können elektrische Felder an der Oberfläche des Prüflings sein, die z.B. durch großflächige getaktete Bussysteme erzeugt werden.

In verschiedenen Fällen wird es nicht möglich sein, das einzige Kabel durch den Stromwandler zu führen, z.B. wenn

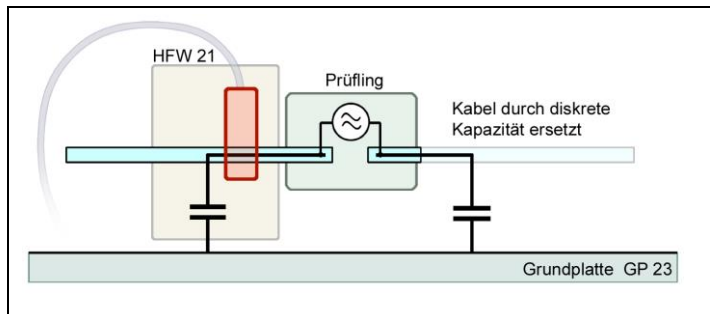
- mehr als zwei Adern benötigt werden
- die Stromaufnahme des Prüflings zu groß ist
- die Versorgungsspannung zu groß ist.

In diesen Fällen empfiehlt es sich, den Prüfling über das übliche Kabel anzuschließen und den GND des Prüflings unmittelbar am Kabelanschluss möglichst kurz über den HFW 21 mit der Grundplatte zu verbinden. Ein Großteil des normalerweise in das Kabel gespeisten HF-Stromes wird über den HFW 21 abgeleitet und gemessen. Die Wirksamkeit dieses Verfahrens kann durch Verdrosselung des Kabels verbessert werden.



#### 4.1.2 Prüfling mit mehreren Kabelanschlüssen

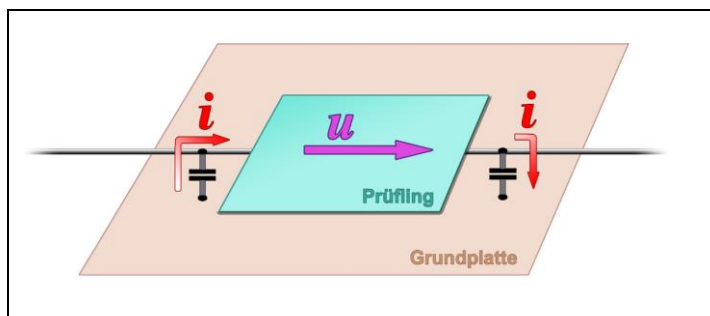
Ziel ist zunächst, einen möglichst einfachen und überschaubaren Versuchsaufbau zu erreichen. Dazu werden alle Kabel, die nicht zwingend für die Funktion des Prüflings erforderlich sind, entfernt. Eine eingeschränkte Funktion durch z.B. fehlende Daten kann meist akzeptiert werden, da wesentliche HF-Quellen auf der Baugruppe auch in diesem Fall noch arbeiten wie die Taktversorgung und der Prozessor, auch wenn sich geringfügige Änderungen durch z.B. andere Programmabläufe ergeben. Sind die Hauptursachen der Störaussendung gefunden und minimiert, werden entsprechende Kontrollmessungen durchgeführt und gegebenenfalls schrittweise Kabel angeschlossen.



Ersetzen von für die Funktion nicht zwingend erforderlichen Kabeln durch eine Verbindung zur Grundplatte:

Im einfachsten Fall wird anstelle des Kabels unmittelbar vom GND-Anschluss des Steckverbinders eine galvanische Verbindung zur Grundplatte hergestellt.

Bild 24



Ebenso ist eine kapazitive Verbindung von GND oder z.B. Vcc zur Grundplatte möglich.

Der Einfluss von (getakteten wie auch betriebsmäßig statischen) Datenleitungen wird gemessen über eine kapazitive Verbindung direkt von diesen Datenleitungen zur Grundplatte (siehe auch 4.1.5 Externe Datenleitungen)

Bild 25

#### 4.1.3 Prüfling mit unverzichtbaren Kabeln

Ist es funktionsbedingt nicht möglich, Kabel zu entfernen und durch eine Ersatzkapazität bzw. galvanische Verbindung nachzubilden, muss das Kabel auf die Grundplatte gelegt und fixiert werden (**Bild 26**). Verlässt das Kabel die Grundplatte, muss mit Ferriten (noch auf der Grundplatte) verhindert werden, dass die Kabellage und -länge außerhalb des definierten Messaufbaus das Messergebnis beeinflusst bzw. über diese Kabel aus der Umgebung einfließende Störströme gedämpft werden.

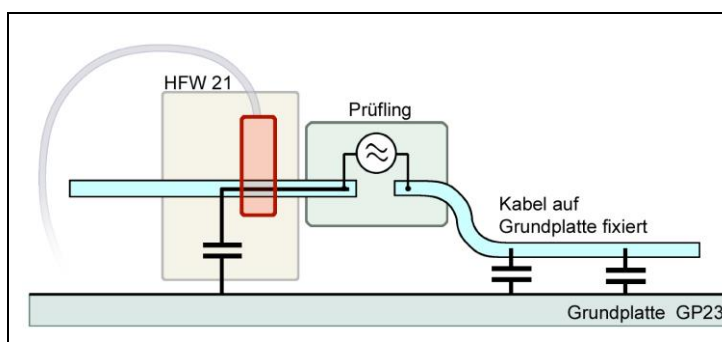
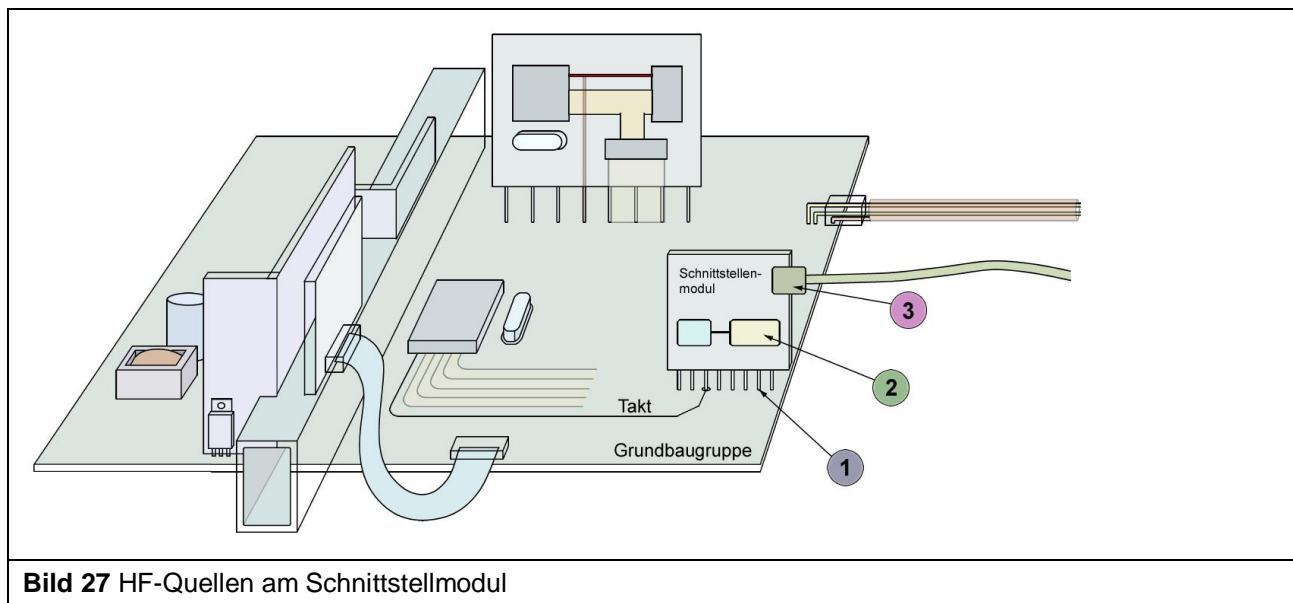


Bild 26

#### 4.1.4 Beispiel: Messungen an einem komplexen Prüfling

In vielen Fällen werden sich zunächst verschiedene Effekte von verschiedenen HF-Quellen innerhalb des Prüflings überlagern und bei einzelnen Frequenzen zu einer Verstärkung oder zu einer teilweisen Auslöschung der HF-Felder führen. Besonders bei komplexen Prüflingen, die aus mehreren Baugruppen bestehen, ist es daher für eine effektive Ursachenforschung wichtig, den Prüfling in möglichst überschaubare Teile zu zerlegen und einzelne Baugruppen gesondert zu behandeln.

Der in **Bild 27** dargestellte Prüfling besitzt mehrere potentielle Quellen zur Störaussendung. Hier soll als Beispiel nur das auf die Grundbaugruppe aufgesteckte Schnittstellenmodul betrachtet werden:



**Bild 27** HF-Quellen am Schnittstellmodul

Es sind zunächst drei HF-Quellen denkbar:

- 1) der Steckverbinder zwischen Grundbaugruppe und Schnittstellenmodul
- 2) die Elektronik (Prozessor mit Speicherbaustein) auf dem Schnittstellenmodul
- 3) die vom Schnittstellenmodul erzeugten Datenströme, die in das angeschlossene Kabel eingespeist werden

Diese drei HF-Quellen werden nun nacheinander behandelt. Es sind dazu Messanordnungen notwendig, die die jeweils anderen HF-Quellen und die HF-Quellen der Grundbaugruppe weitestgehend ausblenden.

##### 1) Steckverbinder zwischen Grundbaugruppe und Schnittstellenmodul

###### **Vermutung:**

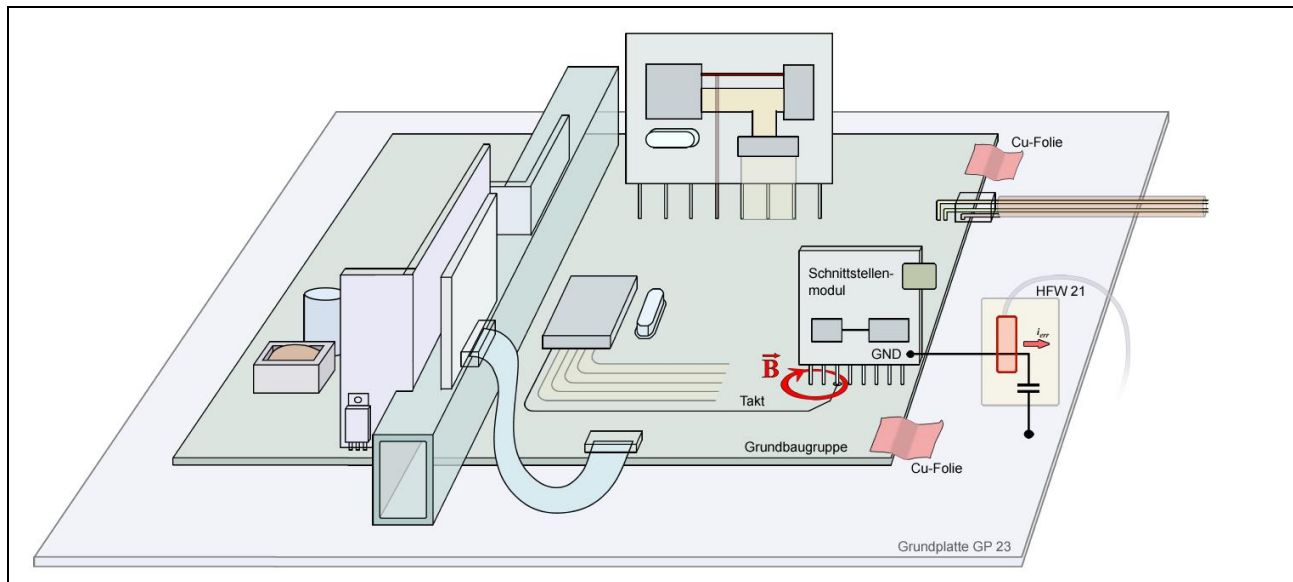
Grundbaugruppe und Schnittstellenmodul sind über Daten- und Steuerleitungen miteinander verbunden. Diese Leitungen sind im Bereich der GND-Systeme von Grundbaugruppe und Schnittstellenmodul gut geschützt – im Bereich des Steckverbinders jedoch verlaufen sie frei im Raum. Die hochfrequenten Anteile der über diese Leitungen geführten Signale erzeugen HF-Magnetfelder, die sich frei im Raum ausbreiten können und zu Spannungsdifferenzen zwischen GND der Grundbaugruppe und GND des Schnittstellenmodules führen können. Diese Spannungsdifferenzen treiben HF-Ströme in das an das Schnittstellenmodul angeschlossene Kabel und führen so zur Aussendung (**Bild 28**).

Zur Messung dieser Spannungsdifferenzen ist es notwendig, alle anderen potentiellen HF-Quellen soweit wie möglich auszuschalten. Dazu werden mehrere Verbindungen zwischen dem GND der Grundbaugruppe und der Grundplatte GP 23 mittels Cu-Klebeband hergestellt (hauptsächlich im Bereich des Schnittstellenmodules).

Damit haben GND der Grundbaugruppe im Bereich des Schnittstellenmodules und die Grundplatte gleiches Potential – die durch andere Quellen verursachten Spannungsdifferenzen werden weitestgehend kurzgeschlossen. Gleichzeitig wird das Datenkabel vom Schnittstellenmodul entfernt, wenn der Datenverkehr zwischen Schnittstellenmodul und Grundbaugruppe dadurch nicht gravierend verringert wird.

### Messung:

Es wird nun ein Anschluss COM des HFW 21 kurz mit dem GND des Schnittstellenmodules verbunden (**Bild 28**). Die im Steckverbinderbereich erzeugte Spannungsdifferenz führt zu einem Ausgleichsstrom durch den HFW 21 und seine kapazitive Verbindung zur Grundplatte zurück zu GND der Grundbaugruppe. Dieser Ausgleichsstrom wird mit dem HFW 21 gemessen und ist ein Maß für den Anteil des Steckverbinderbereiches an der Störaussendung des gesamten Prüflings. Die Wirkung von Modifikationen wie z.B. Filter oder Änderung der Steckerbelegung sind direkt messbar.



**Bild 28** GND des Schnittstellenmoduls in Verbindung mit COM-Anschluss des HFW 21

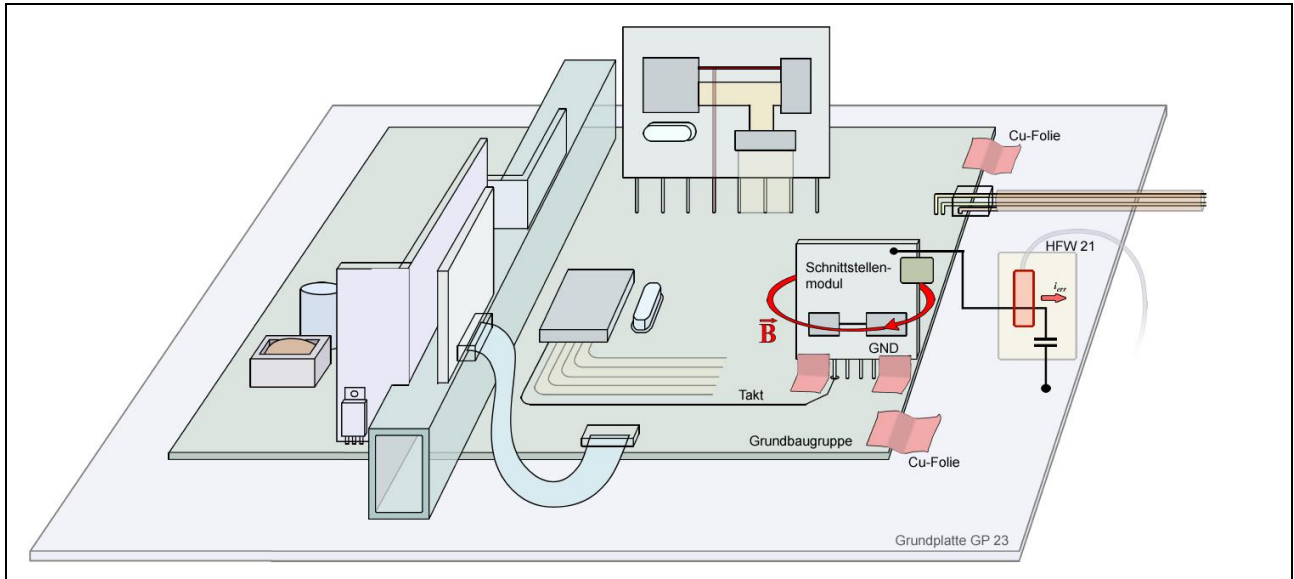
## 2) Elektronik (Prozessor mit Speicherbaustein) auf dem Schnittstellenmodul

### Vermutung:

Die Elektronik auf dem Schnittstellenmodul erzeugt Ströme im GND-System des Schnittstellenmodules, die einen Spannungsabfall zwischen den Anschlusspunkten der beiden Steckverbinder hervorrufen. Diese Spannungsdifferenz wird über das Datenkabel ausgekoppelt und führt zur Störaussendung.

### Messung:

Die Grundbaugruppe bleibt mit der Grundplatte GP 23 verbunden. Der verbliebene Anteil des Steckverbinders Schnittstellenmodul – Grundbaugruppe wird durch mehrere großflächige GND-Verbindungen zwischen beiden GND-Flächen entscheidend reduziert (**Bild 29**).



**Bild 29** Bewertung der Änderungen mit dem HFW 21

Unmittelbar vom GND-Anschluss des Schnittstellensteckers erfolgt der Spannungsabgriff über ein kurzes Messkabel zu einem COM-Anschluss des HFW 21. Die Modifikationen unmittelbar auf dem Schnittstellenmodul können so bewertet werden.

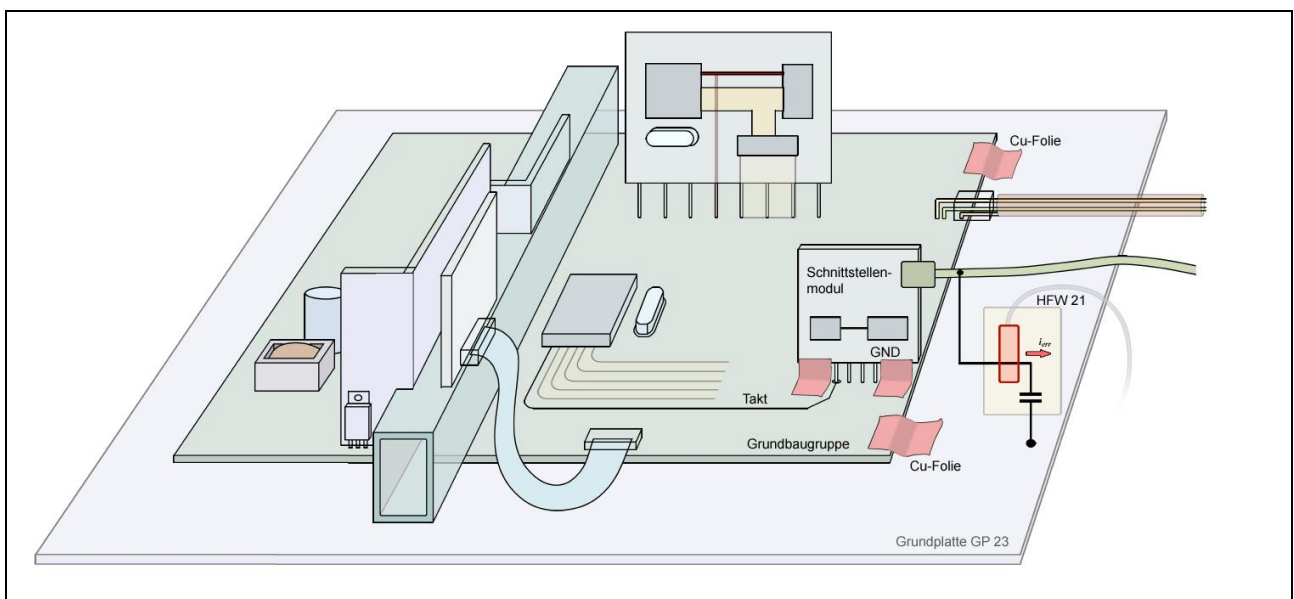
### 3) Datenströme, die in das angeschlossene Kabel eingespeist werden

#### Vermutung:

Der Schnittstellentreiber speist in die Signaladern des Datenkabels einen HF-Strom, der über die Kabelkapazität Signalader - Schirm auf den Schirm koppelt und zum GND des Schnittstellenmoduls zurückfließt. Im Bereich des Schirmanschlusses erzeugt dieser Strom eine Spannungsdifferenz zwischen Schirm und GND, die zu Störaussendung führt.

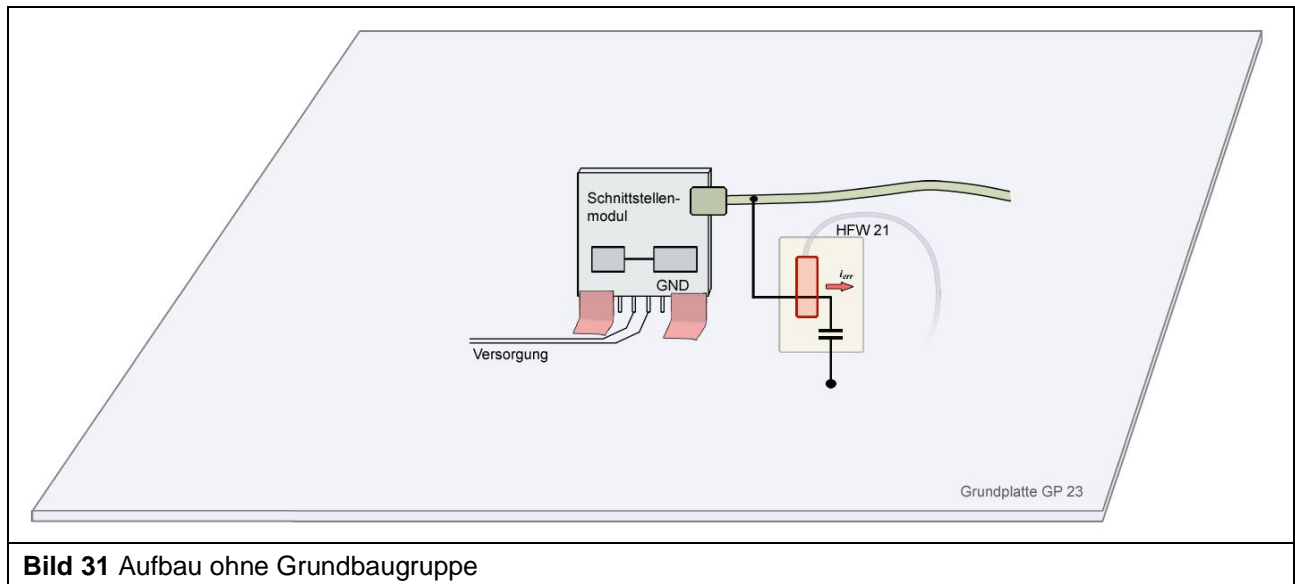
#### Messung:

Die Messung erfolgt mit unverändertem Aufbau. Lediglich der HFW 21 wird jetzt direkt an den Schirm des nun angesteckten Datenkabels angeschlossen (**Bild 30**) und damit der gesuchte Spannungsabfall mit erfasst.



**Bild 30** HFW 21 erfasst Spannungsabfall am Schirm des angesteckten Datenkabels

Nachteilig ist bei diesem Aufbau, dass die noch verbliebenen Spannungsdifferenzen aus den Bereichen Grundbaugruppe, Steckverbinder und GND des Schnittstellenmodules mit gemessen werden. Wenn es funktionell möglich ist, sollte deshalb das Schnittstellenmodul zunächst separat ohne Grundbaugruppe betrieben werden (**Bild 31**). Natürlich wird sich das Verhalten des Modules z.B. ohne von der Grundbaugruppe gesendete Daten vom normalen Betrieb unterscheiden. Wenn jedoch die Taktversorgung funktioniert und der Prozessor arbeitet, sind Relativmessungen der z.B. vom Prozessor erzeugten Ströme und Felder möglich. Modifikationen von GND- und Versorgungssystem lassen sich gut bewerten.



**Bild 31** Aufbau ohne Grundbaugruppe

#### 4.1.5 Externe Datenleitungen

##### 1) Messung des HF-Stromes auf Datenleitungen

Zur Messung des HF-Stromes auf Datenleitungen wird die Kapazität der im Normalbetrieb angeschlossenen Leitung nachgebildet und der HF-Strom durch den HF-Stromwandler geführt (**Bild 32**). Der HF-Stromkreis wird geschlossen über die Kapazität anderer Leitungen gegen Grundplatte bzw. durch die kapazitive oder galvanische Kopplung zwischen Prüfling und Grundplatte (z.B. bei batteriebetriebenen Geräten). Diese Verfahren ist besonders geeignet für die Dimensionierung von Datenleitungsfiltern. Treibt z.B. der Prüfling über ein Flachbandkabel ein abgesetztes LCD-Display, werden die Leitungen zum Display auf Seiten des Prüflings getrennt und zunächst nur eine Leitung über eine Ersatzkapazität mit einem COM-Anschluss des HFW 21 beschaltet und optimiert. Die gefundene Filterschaltung wird nachher auf die anderen Signalleitungen übertragen.

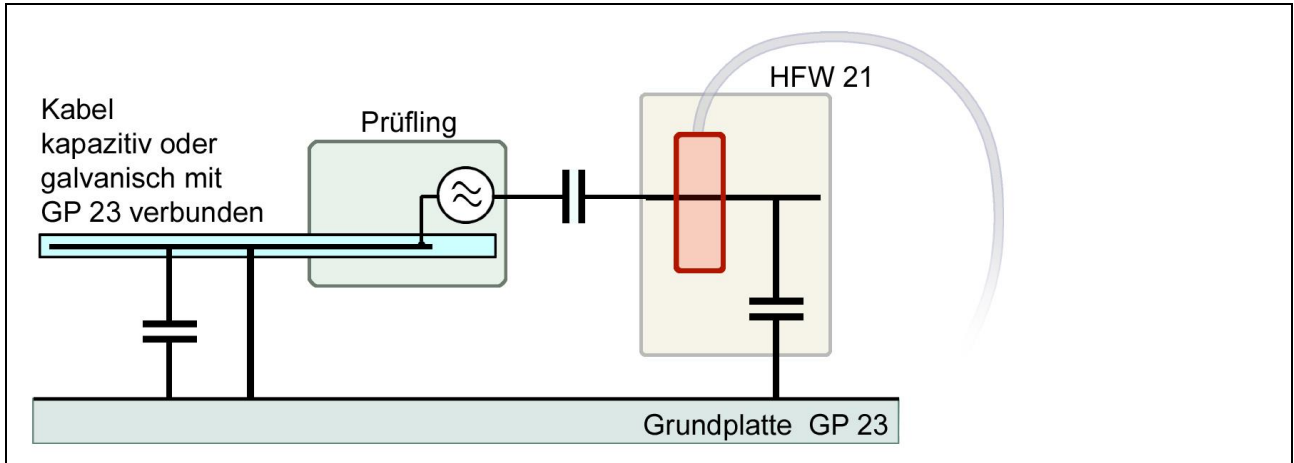


Bild 32

## 2) Messung der Rückwirkung auf den Prüfling

Das gleichzeitige Messen des HF-Stromes auf vielen Leitungen z.B. denen eines Flachbandkabels ist nicht möglich. In diesen Fällen muss eine Messung nach **Bild 33** erfolgen:

Der HF-Strom wird nicht unmittelbar an den Signalleitungen gemessen, sondern an einem weiteren Kabel (z.B. am gegenüberliegenden Stromversorgungsanschluss) oder, wenn kein weiteres Kabel vorhanden ist, direkt am GND wie unter Punkt 4.1.1 beschrieben. Die Datenleitungen selbst werden durch Kapazitäten zur Grundplatte GP 23 ersetzt.

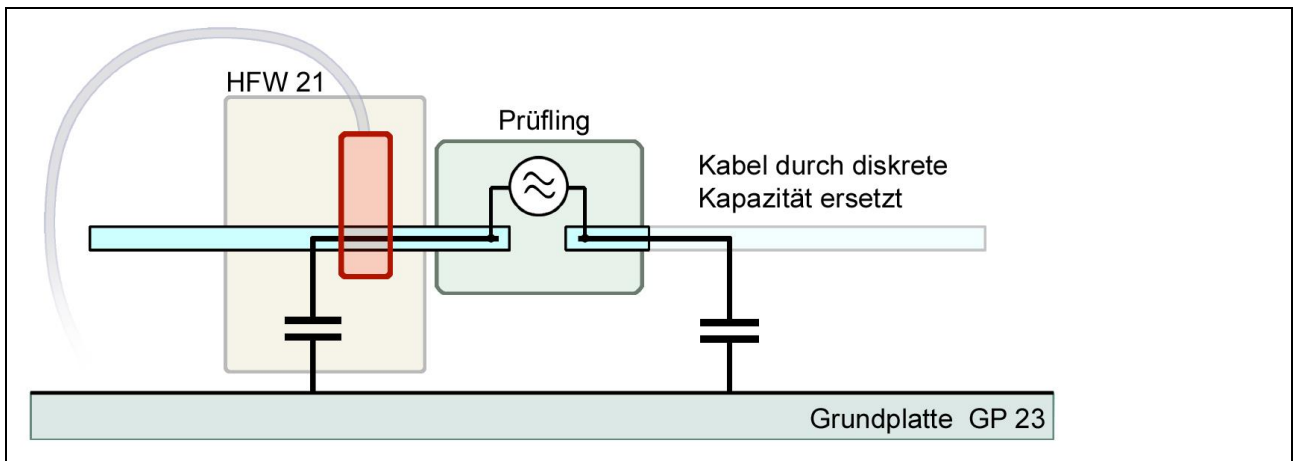


Bild 33

## 4.2 Messung der Gegentaktkomponente

Neben den bislang gemessenen Gleichtaktströmen (Der HF-Strom verläuft auf allen Adern eines Kabels in die gleiche Richtung.) interessieren im unteren Frequenzbereich Gegentaktströme, die hauptsächlich im Netzteil von DC-DC-Wandlern bzw. von getakteten Verbrauchern (z.B. über PWM) erzeugt werden. Der HF-Stromwandler ermöglicht diese Messungen über den Anschluss DIFF (**Bild 34**).

Nach dem unter Abschnitt 1 – Messverfahren beschriebenen Mechanismus der Störaussendung führt dieser Gegentaktstrom zunächst nicht zur Störaussendung. Da er jedoch auch auf den Masse- bzw. GND-Verbindungen zwischen verschiedenen Geräten fließt, entstehen Spannungsdifferenzen zwischen den Geräten. Diese wiederum führen zu Ausgleichsströmen (Gleichtaktströme), die eine Störaussendung bewirken.

Es ist notwendig, bei Prüflingen mit DC-DC-Wandler o.ä. die Gegentaktströme zu messen und gegebenenfalls durch Kondensatoren bzw. Drosseln zu verringern, da ein Teil dieser Ströme nach dem beschriebenen Mechanismus in kritische Gleichtaktströme umgewandelt wird.

Bei Messung des HF-Gegentaktstromes auf den Versorgungsleitungen des Prüflings ergibt sich in Abhängigkeit von der Stromaufnahme des Prüflings eine Dämpfung (Sättigungseffekte) des Ausgangssignals (siehe Abschnitt 5) im Frequenzbereich unter 10 MHz. Oberhalb dieser Frequenz und bei Messung über den Gleichtaktausgang COM tritt dieser Effekt nicht auf.

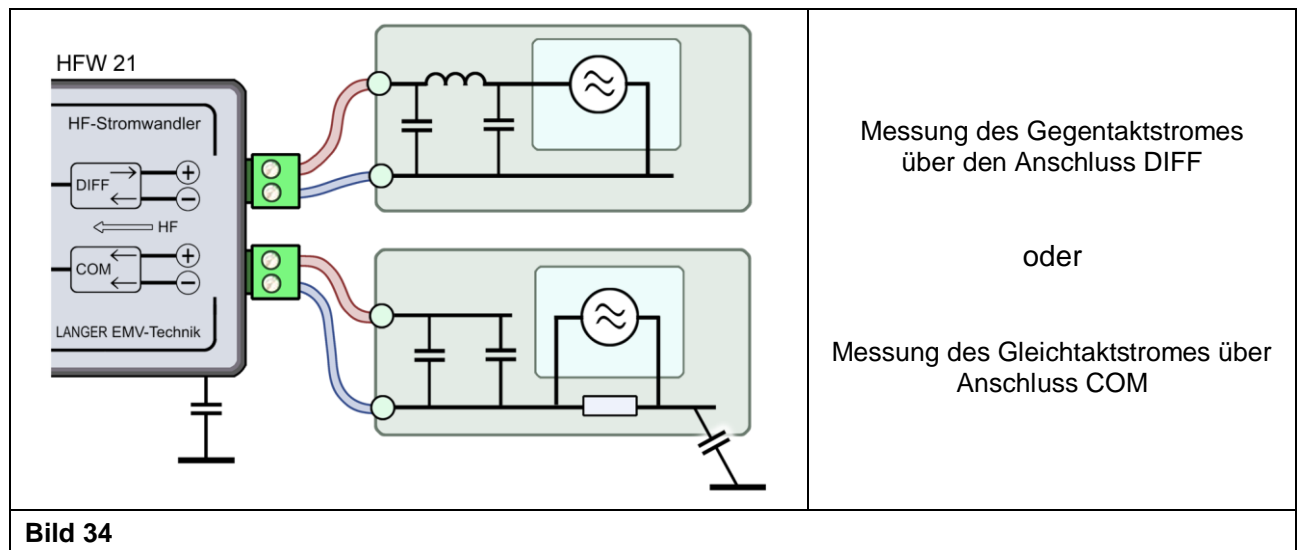


Bild 34

## 5 Sicherheitshinweise

Dieses Produkt richtet sich nach den Anforderungen der folgenden Bestimmungen der europäischen Union: 2004/108/EG (EMV-Richtlinie) und 2006/95/EG (Niederspannungsrichtlinie). Wenn Sie ein Produkt der Langer EMV-Technik GmbH nutzen, bitte beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise, um sich selbst gegen elektrischen Schlag oder das Risiko einer Verletzung zu schützen.

Lesen und befolgen Sie das Benutzerhandbuch und bewahren Sie dieses für die spätere Nutzung an einem sicheren Ort auf. Die Anwendung des Gerätes ist von auf dem Gebiet der EMV sachkundigen und für diese Arbeiten unter Einfluss von Störspannungen und Burstfelder (elektrisch und magnetisch) geeignetem Personal auszuführen.

- Die Bedienungs- und Sicherheitshinweise aller jeweils eingesetzten Geräte sind zu beachten.
- Beschädigte oder defekte Geräte dürfen nicht benutzt werden.
- Machen Sie vor der Inbetriebnahme eines Messplatzes mit einem Produkt der Langer EMV-Technik GmbH eine Sichtprüfung. Beschädigte Verbindungskabel sind vor Inbetriebnahme zu tauschen.
- Lassen Sie ein Produkt der Langer EMV-Technik GmbH während der Funktion nicht ohne Überwachung.
- Das Produkt der Langer EMV-Technik GmbH darf nur für Anwendungen genutzt werden, für die es vorgesehen ist. Jede andere Nutzung ist nicht erlaubt.
- Träger von Herzschrittmachern dürfen nicht mit dem Gerät arbeiten.

Grundsätzlich sollte der Prüfaufbau über eine gefilterte Stromversorgung betrieben werden.

- **Achtung! Bei Betrieb können funktionsbedingt Nahfelder und Störaussendungen entstehen. Aufgabe des Anwenders ist es, Maßnahmen zu treffen, dass Produkte, die außerhalb der betrieblichen EMV-Umgebung installiert sind, in ihrer bestimmungsgemäßen Funktion nicht beeinträchtigt werden (insbesondere durch Störaussendung).**

Das kann erfolgen durch:

- Einhalten eines entsprechenden Sicherheitsabstandes
- Verwenden geschirmter oder schirmender Räume
- Die in Baugruppen eingespeisten Störgrößen können funktionsbedingt bei zu starker Einwirkung zu Zerstörungen (Latch-up) im Prüfling führen. Schutz bietet:
  - Vorschalten eines Schutzwiderstandes in die Stromversorgung des ICs
  - schrittweises Erhöhen der Störgröße, Abbruch bei Funktionsfehler
  - Unterbrechen der Stromversorgung des Prüflings im Latch-up-Fall.

**Achtung! Es ist zu sichern, dass interne Funktionsfehler von außen erkennbar sind. Bei Nichterkennbarkeit können bei Steigerung der Einkopplung Zerstörungen im Prüfling entstehen. Gegebenenfalls sind folgende Methoden anwendbar:**

- Überwachung repräsentativer Signale im Prüfling
- spezielle Prüfsoftware
- sichtbare Reaktion des Prüflings auf Eingabehandlungen (Reaktionstest des Prüflings).

Für die Zerstörung von Prüflingen kann keine Haftung übernommen werden!



## 6 Gewährleistung

Langer EMV-Technik GmbH wird jeden Fehler aufgrund fehlerhaften Materials oder fehlerhafter Herstellung während der gesetzlichen Gewährleistungsfrist beheben, entweder durch Reparatur oder mit der Lieferung von Ersatzgeräten.

**Die Gewährleistung gilt nur unter folgenden Bedingungen:**

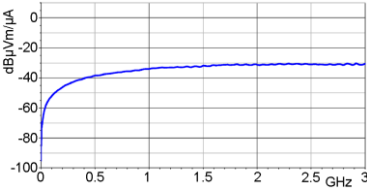
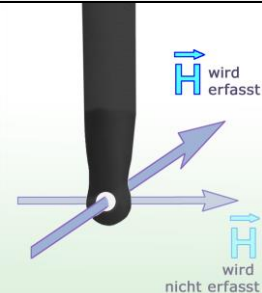
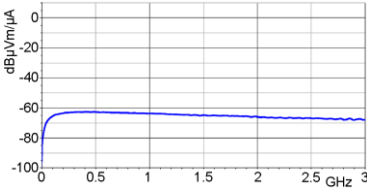

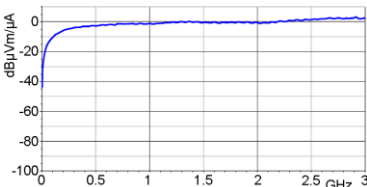
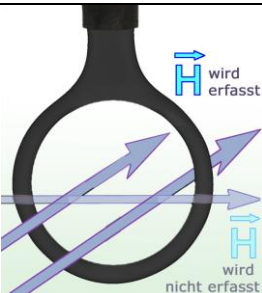
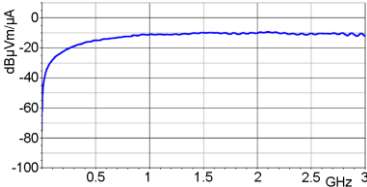
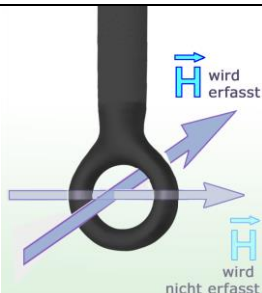
- den Hinweisen und Anweisungen des Benutzerhandbuchs wurde Folge geleistet.

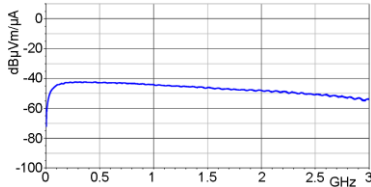
**Die Gewährleistung verfällt, wenn:**

- am Produkt eine nicht autorisierte Reparatur vorgenommen wurde,
- das Produkt verändert wurde,
- das Produkt nicht bestimmungsgemäß verwendet wurde.

## 7 Technische Daten

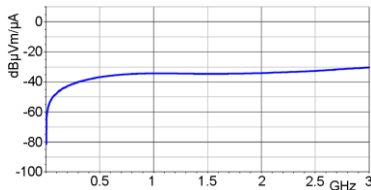
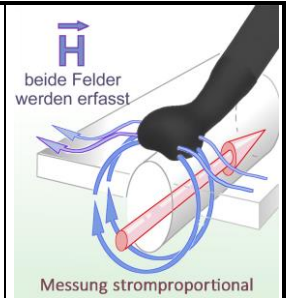
### 7.1 Nahfeldsonden

Kennlinie	Beschreibung	Bauform
	<p><b>RF-R 3-2</b> Die Nahfeldsonde dient der nahezu punktförmigen Erfassung von HF-Magnetfeldern. Entsprechend der Sondengröße lassen sich Magnetfeldverteilungen bis in den Millimeterbereich auflösen. Die Feldorientierung und -verteilung kann durch entsprechende Führung der Sonde im räuml. Bereich um Leiterzüge, im Pin- und Gehäusebereich vom IC, an Blockkondensatoren, EMV-Bauelementen im Bereich des Versorgungssystems usw. erfasst werden.</p> <p><b>Frequenz: 30 MHz bis 3 GHz</b> <b>Auflösung ca. 1 mm</b></p>	
	<p><b>RF-U 2,5-2</b> Die Nahfeldsonde dient der selektiven Erfassung des Stromspektrums in Leiterzügen und Bauelementanschlüssen, Kondensatoren, IC-Pin. Der Sondenkopf besitzt einen magnetisch aktiven Spalt von ca. 0,5 mm Breite. Zur Messung wird die Sonde mit dem Spalt auf Leiterzüge, IC-Anschlüsse oder Anschlüsse von Kondensatoren aufgesetzt.</p> <p><b>Frequenz: 30 MHz bis 3 GHz</b> <b>Auflösung ca. 0,5 mm</b></p>	
	<p><b>RF-R 400-1</b> Die Nahfeldsonde besitzt auf Grund ihres großen Durchmessers (25 mm) die höchste Empfindlichkeit und bildet im Schleifenbereich des Sondenkopfes den Mittelwert der magnetischen Feldstärke. Die Sonde kann im Abstand bis 10 cm um Baugruppen und Geräten eingesetzt werden. Es lassen sich räumliche HF-Magnetfeldverteilungen im Geräte- und Baugruppenbereich ermitteln und Rückschlüsse auf Störaussendungen ziehen.</p> <p><b>Frequenz: 30 MHz bis 3 GHz</b> <b>Ø ca. 25 mm</b></p>	
	<p><b>RF-R 50-1</b> Die Nahfeldsonde besitzt eine höhere Auflösung und eine geringere Empfindlichkeit als die Sonde R 400-1. Sie ist zur Messung in geringerem Abstand bis ca. 3 cm geeignet. In diesem Bereich kann die Feldverteilung und -orientierung genauer ermittelt werden.</p> <p><b>Frequenz: 30 MHz bis 3 GHz</b> <b>Ø ca. 10 mm</b></p>	



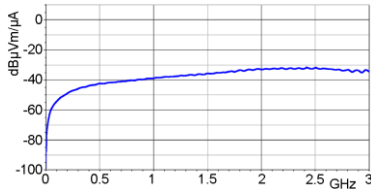
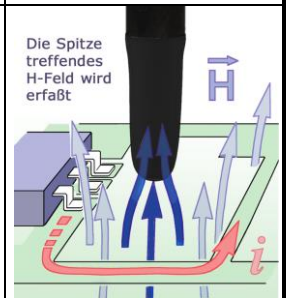
**RF-U 5-2** Die Nahfeldsonde dient der Erfassung von Oberflächenmagnetfeld und kreisförmigem Magnetfeld an sehr breiten Leiterzügen, metallisierten Flächen, Steckverbindern, elektronischen Bauelementen, Kabeln und Bauelementeanschlüssen. Die Sonde arbeitet ähnlich einer Stromkoppelzange. Rückschlüsse auf den im Inneren fließenden Störstrom sind ableitbar. HF-Strompfade können ermittelt werden.

**Frequenz: 30 MHz bis 2 GHz**  
**Auflösung ca. 5 mm**



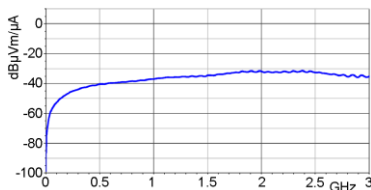
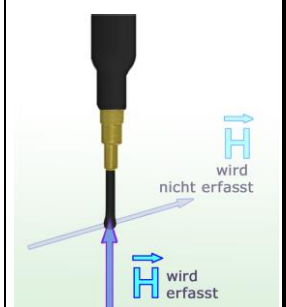
**RF-B 3-2** Die Nahfeldsonde dient der Erfassung von Magnetfeldern, die senkrecht aus der Oberfläche von Flachbaugruppen austreten. Damit eignet sie sich besonders zur Erkundung von Stromschleifen. Die Sonde ermöglicht Messungen an schwer zugänglichen Stellen der Leiterkartoberfläche (z.B. zwischen großen Bauteilen von Schaltreglern).

**Frequenz: 30 MHz bis 3 GHz**  
**Auflösung ca. 2 mm**



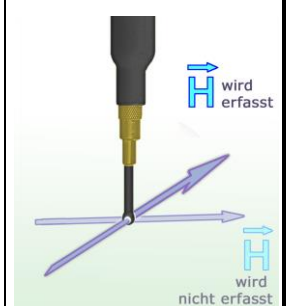
**RF-B 0,3-3** Die Nahfeldsonde erfasst das in die Sondenspitze senkrecht eintretende Magnetfeld. Damit eignet sie sich für die punktförmige Erfassung von aus Oberflächen austretenden HF-Magnetfeldern. Dazu wird die Sondenspitze auf die betreffende Fläche aufgesetzt. Aufgrund ihrer sehr kleinen Bauform lassen sich Magnetfeldverteilungen im Bereich unter einem Millimeter von z.B. IC-Gehäusen und Leiterkartoberflächen auflösen. Die Sonde ermöglicht auch Messungen an schwer zugänglichen Stellen wie z.B. zwischen Bauteilen.

**Frequenz: 30 MHz bis 3 GHz**  
**Auflösung unter 1 mm**



**RF-R 0,3-3** Die Nahfeldsonde dient der hochauflösenden Erfassung von räumlichen HF-Magnetfeldern. Die durch einen weißen Punkt gekennzeichnete Schleifenöffnung wird zum Erkennen von Feldorientierung und Intensität von Hand gedreht. Wenn die Schleifenöffnung orthogonal von Feld durchsetzt wird, ist ein Maximum, 90° gedreht ein Minimum feststellbar. Damit lässt sich die H-Feldverteilung (Orientierung und Intensität) durch entsprechende Führung der Sonde z.B. in der Nähe von Bauteilen, zwischen und über Leiterzügen, im Pinbereich von IC, an Blockkondensatoren, EMV-Bauelementen usw. erfassen.

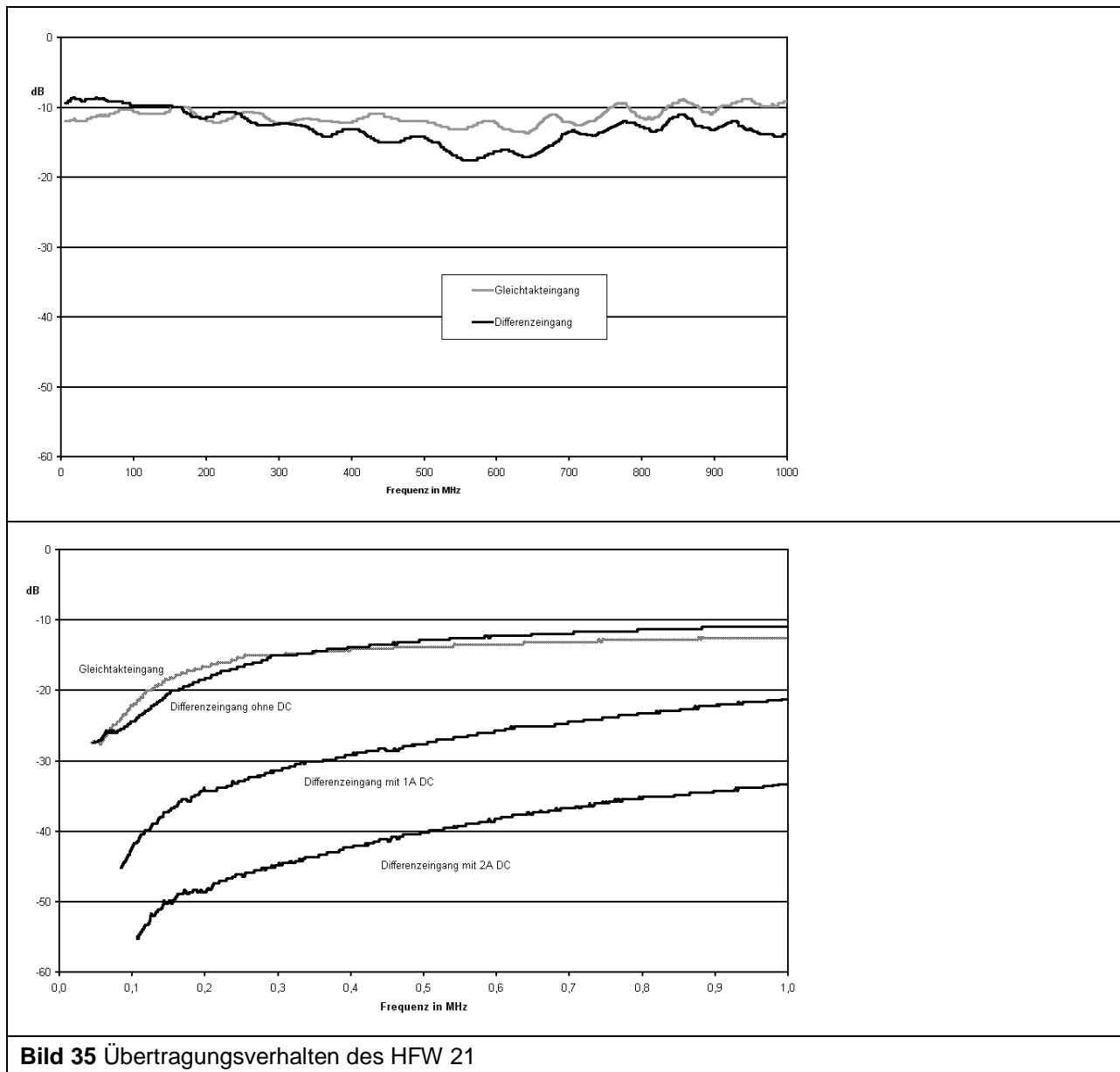
**Frequenz: 30 MHz bis 3 GHz**  
**Auflösung unter 1 mm**



	<p><b>RF-E 02</b> Busstrukturen, größere Bauelemente bzw. Versorgungsflächen koppeln über ihre Oberfläche E-Felder aus, die Ursache von Störaussendung sein können. Die Sonde RF-E 02 erfasst mit ihrer Unterseite diese Felder auf einer Fläche von ca. 2 x 5 cm. Zur Messung wird die Sonde dem Messobjekt genähert bzw. ganz aufgesetzt. Die Oberseite der Sonde ist elektrisch geschirmt, die Sonde besitzt eine Mantelstromdämpfung.</p> <p><b>Frequenz: 30 MHz bis 1,5 GHz</b></p>	
	<p><b>RF-E 05</b> Die Sonde dient der selektiven Erfassung von elektrischen Feldern im Layout und im Bestückungsbereich von Flachbaugruppen. Die Feldelektrode hat eine Breite von ca. 1 mm und ermöglicht eine sehr genaue Lokalisation von E-Feldern, die von getakteten Leitungen, IC-Pin bzw. kleineren Bauteilen ausgehen. Die Oberseite der Sonde ist elektrisch geschirmt, die Sonde besitzt eine Mantelstromdämpfung.</p> <p><b>Frequenz: 30 MHz bis 3 GHz</b></p>	
	<p><b>RF-E 10</b> Die Nahfeldsonde erfasst die elektrischen Felder, die getaktete Leitungen über ihre Oberfläche auskoppeln. Die Spitze des Sondenkopfes ist nur ca. 0,5 mm breit. Die integrierte Schirmung unterbindet eine Beeinflussung des Messergebnisses durch benachbarte Leitungen. Es ergibt sich eine Auflösung von ca. 0,2 mm, so dass jeder einzelne Leiterzug im Layout bewertet werden kann.</p> <p><b>Frequenz: 30 MHz bis 3 GHz</b> <b>Auflösung ca. 0,2 mm</b></p>	

## 7.2 HF-Stromwandler HFW 21

<b>max. Dauerstrom</b>	10 A
<b>max. Betriebsspannung</b>	50 V



**Bild 35** Übertragungsverhalten des HFW 21

## 7.3 HF-Ableitung HFA 21

<b>Kapazitäten</b>	10 pF bis 100 nF
<b>max. Betriebsspannung</b>	50 V

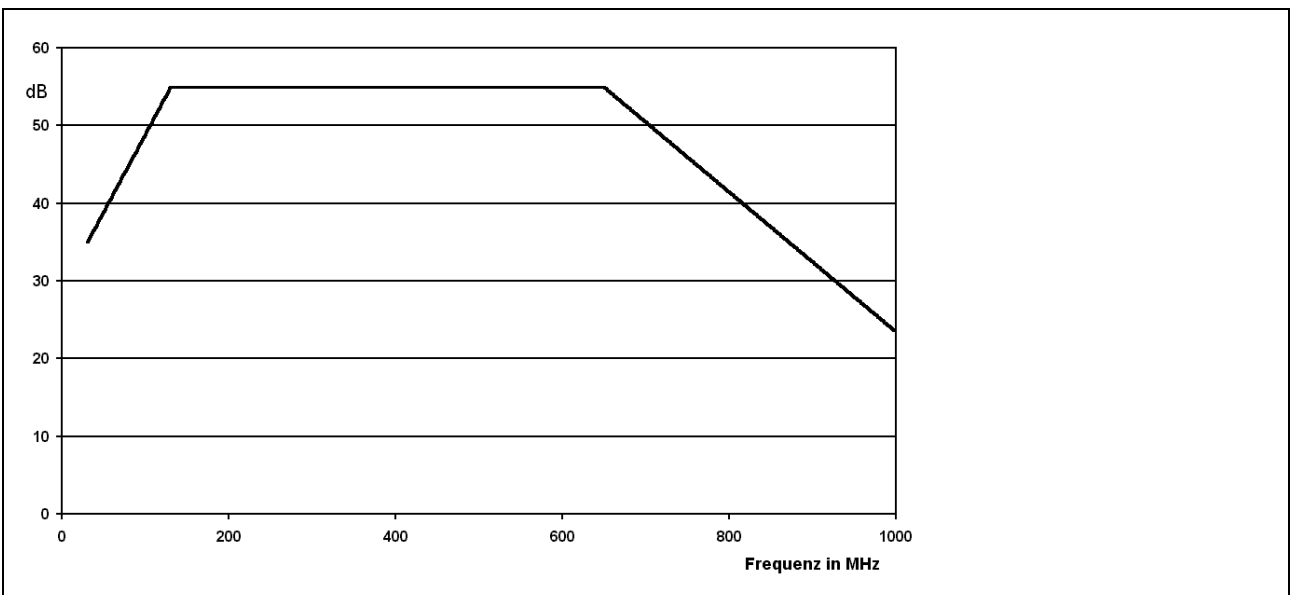
## 7.4 Grundplatte GP 23

<b>Arbeitsfläche (Länge x Breite)</b>	(900 x 500) mm
---------------------------------------	----------------

	<b>max. Dauerstrom</b>	<b>Dämpfung</b>
<b>Netz</b>	10 A	50 dB bei 1 MHz – 1 GHz
<b>DC Buchse 12 V</b>	2,5 A	40 dB bei 1 MHz – 1 GHz
<b>Polklemme</b>	10 A	50 dB bei 1 MHz – 1 GHz

## 7.5 Schirmzelt Z23

	<b>Arbeitsraum (Länge x Breite x Höhe):</b>	<b>Dämpfung:</b>
<b>Z23-1</b>	(900 x 500 x 400) mm	45 – 50 dB bei 30 MHz – 1 GHz
<b>Z23-2 (optional)</b>	(900 x 500 x 650) mm	45 – 50 dB bei 30 MHz – 1 GHz



**Bild 36** Typische Schirmdämpfung bei geschlossenem Schirmzelt

## 7.6 Vorverstärker PA 203

<b>Max. Eingangsleistung</b>	13 dBm
<b>Spannungsversorgung</b>	12 V DC
<b>Stromaufnahme</b>	50 mA
<b>Verstärkung</b>	20 dB
<b>Rauschmaß</b>	4,5 dB

## 8 Lieferumfang

### ESA1 Komplettsystem

Pos.	Bezeichnung	Typ	Parameter	Stck.
01	HF-Stromwandler	HFW 21		1
02	HF-Ableitung	HFA 21		1
-----				
03	Zeltgestänge*	ZG 23-1		1
04	Schirmbezug*	BZ 23-1		1
05	Grundplatte	GP 23		1
-----				
06	H-Feldsonde	RF-R 400-1	30 MHz – 3 GHz	1
07	H-Feldsonde	RF-R 50-1	30 MHz – 3 GHz	1
08	H-Feldsonde	RF-R 3-2	30 MHz – 3 GHz	1
09	H-Feldsonde	RF-R 0,3-3	30 MHz – 3 GHz	1
10	H-Feldsonde	RF-U 5-2	30 MHz – 3 GHz	1
11	H-Feldsonde	RF-U 2,5-2	30 MHz – 3 GHz	1
12	H-Feldsonde	RF-B 3-2	30 MHz – 3 GHz	1
13	H-Feldsonde	RF-B 0,3-3	30 MHz – 3 GHz	1
14	E-Feldsonde	RF-E 02	30 MHz – 1,5 GHz	1
15	E-Feldsonde	RF-E 05	30 MHz – 3 GHz	1
16	E-Feldsonde	RF-E 10	30 MHz – 3 GHz	1
-----				
17	Vorverstärker	PA 203 BNC		1
18	Steckernetzteil	NT FRI EU		1
-----				
19	DC-Kabel	Power Split Cable 20 cm		1
20	Tastspitze	Probe Tip		1
21	Laborkabel blau	LK 25 cm bl		1
22	Laborkabel rot	LK 25 cm rt		1
23	Anschlussklemme	AK 2 pole		2
24	Anschlussklemme m. Stiftleiste	AK ST 2 pole		2
25	Messkabel d. geschirmt	BNC-BNC ds		1
26	Messkabel	SMB-BNC 1 m		1

<b>Pos.</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Typ</b>	<b>Parameter</b>	<b>Stck.</b>
27	Messleitung rot	ML rt 7 cm		2
28	Messleitung gelb	ML ge 12 cm		2
29	Messleitung schwarz	ML sw 25 cm		1
30	Klemmprüfspitze	Micro Kleps		2
31	Krokoklemme	Alligator Clip		2
32	Schaumstoffblock	Foam Block 25 mm		1
-----				
33	Software ChipScan-ESA	CS-ESA		1
34	Lizenzdongle für CS-ESA	Dongle		1
-----				
35	Benutzerhandbuch	ESA1 m		1
36	Koffereinleger	ESA1 qg		1
37	Systemkoffer	ESA1 case		1

\* Das Schirmzelt ist alternativ auch mit einem höheren Arbeitsraum ((900x500x650) mm) verfügbar. Die Anwendung ist analog wie oben beschrieben.





## 8.1 Übersicht Kofferinhalt ESA1

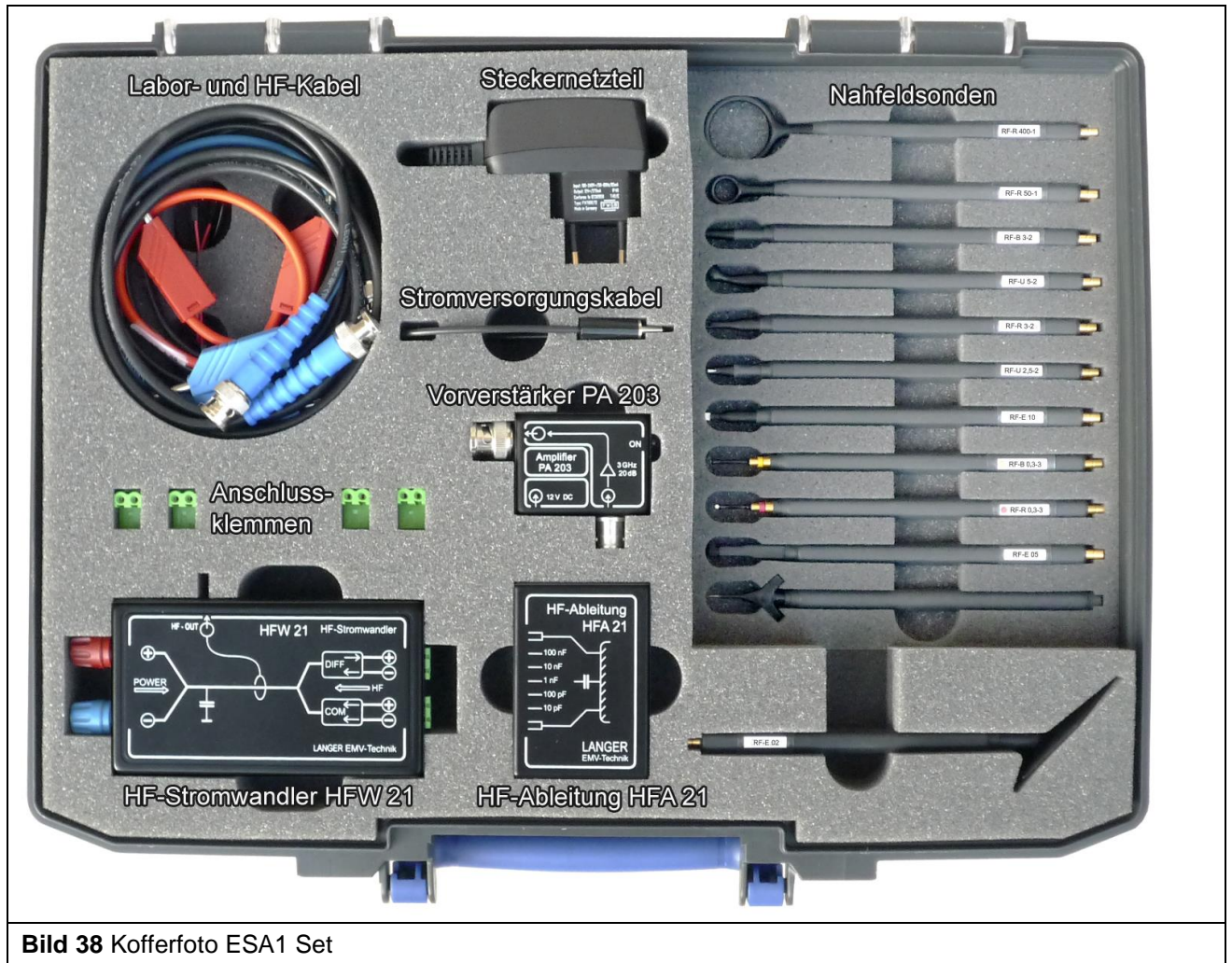


Bild 38 Kofferfoto ESA1 Set

Es ist nicht erlaubt, ohne die schriftliche Zustimmung der Langer EMV-Technik GmbH, dieses Dokument oder Teile davon zu kopieren, zu vervielfältigen oder elektronisch zu verarbeiten. Die Geschäftsführung der Langer EMV-Technik GmbH übernimmt keine Verbindlichkeiten für Schäden, welche aus der Nutzung dieser gedruckten Informationen resultieren.