

# LANGER

EMV-TECHNIK

## Bedienungsanleitung

# Störaussendungsmodell VM 251



Das VM 251-Testboard veranschaulicht die Auswirkung von EMV-Maßnahmen an elektronischen Geräten.



Copyright (C) Dipl.-Ing. Steude  
LANGER EMV-Technik GmbH  
06.05.2009

## **Inhaltsverzeichnis**

1	Anwendung .....	3
2	Komponenten .....	4
3	Inbetriebnahme und Überblick.....	5
4	Maßnahmen für die Störaussendung .....	7
4.1	Antennen .....	7
4.2	Leiterzüge mit/ohne Last .....	8
4.3	Abdeckplatten.....	8
4.4	Vcc-Bridge.....	8
4.5	Filter an der Stromversorgung.....	8
4.6	Programmierung.....	9
5	Beispiele.....	10
5.1	Messungen mit Antenne.....	10
5.2	Messungen mit ESA.....	11
6	Sicherheit .....	14
6.1	Sicherheitsvorkehrungen.....	14
6.2	Grundlegende Sicherheitshinweise .....	14
7	Gewährleistung .....	16
	Anhang A: Programmablauf .....	17
	Anhang B: Stromlaufplan .....	18

## **1 Anwendung**

Das VM 251-Testboard veranschaulicht die Auswirkung von EMV-Maßnahmen an elektronischen Geräten. Auf dem Testboard befindet sich ein 8051-Mikrocontroller in Form eines integrierten Schaltkreises (IC). Der Mikrocontroller sendet über verschiedene Wege elektromagnetische Wellen aus (Störaussendung). Art und Höhe der Störaussendung können untersucht und durch verschiedene Maßnahmen auf dem Testboard verändert werden. Als Maßnahmen dienen beispielsweise:

- der unterschiedliche Einsatz der Stabantennen
- der Einsatz von Filtern an der Stromversorgung
- der Einsatz von Masseflächen auf der Leiterkarte
- die Abhängigkeit von der Programmierung des 8051-Mikrocontroller

Das Testboard ist einsetzbar in der Lehre an Hochschulen und Universitäten, in der Industrie bei Präsentationen von EMV Mess- und Prüfgeräten, sowie bei Seminaren und Workshops.

## 2 Komponenten



Abbildung 2.1: Komponenten des VM 251-Modells

- Testboard mit 8051-Mikrocontroller (DS89C450 bzw. P89C668)
- 2 ausziehbare Stabantennen
- 2 Abdeckplatten für die Leiterzüge
- 2 Batterien 1,5V Typ AA für die Stromversorgung

### 3 Inbetriebnahme und Überblick

Zur Inbetriebnahme des VM 251-Testboards sind zwei 1,5 V-Batterien in die auf der Rückseite dafür vorgesehene Halterung einzulegen. Der 8051-Mikrocontroller ist bereits mit einem Testprogramm vorprogrammiert. Der Ablauf des Testprogrammes befindet sich im Anhang A.

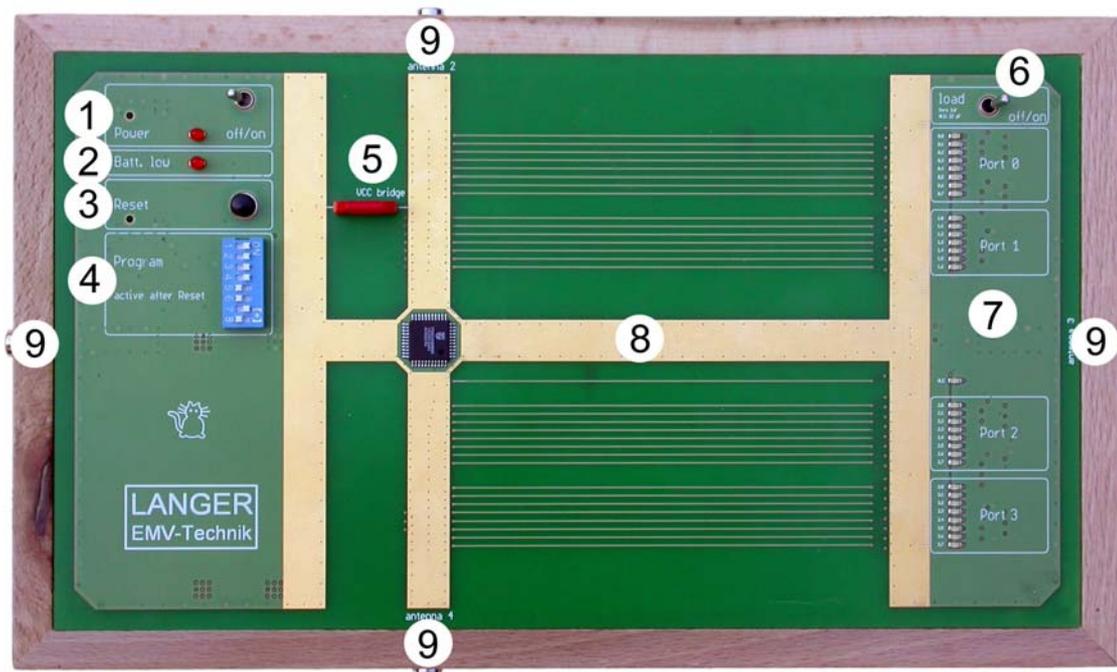


Abbildung 3.1: VM 251 Vorderseite

1. Power: Ein-/Ausschalten des Testboards
2. Batterie-Anzeige: leuchtet falls Batteriespannung zu niedrig
3. Reset für den 8051-Mikrocontroller
4. Programmauswahl für den 8051-Mikrocontroller
5. Vcc-Bridge: bei Verbindung durch den Stecker wird die Stromversorgung über den entsprechenden Leiterzug geführt
6. Zu-/Abschalten der Last an den I/O-Ports des Mikrocontrollers
7. LEDs zur Anzeige des Zustandes der einzelnen I/O-Ports
8. Masseflächen zur Abschirmung der Leiterzüge mit Hilfe der beiden Abdeckplatten
9. Buchsen für die Stabantennen

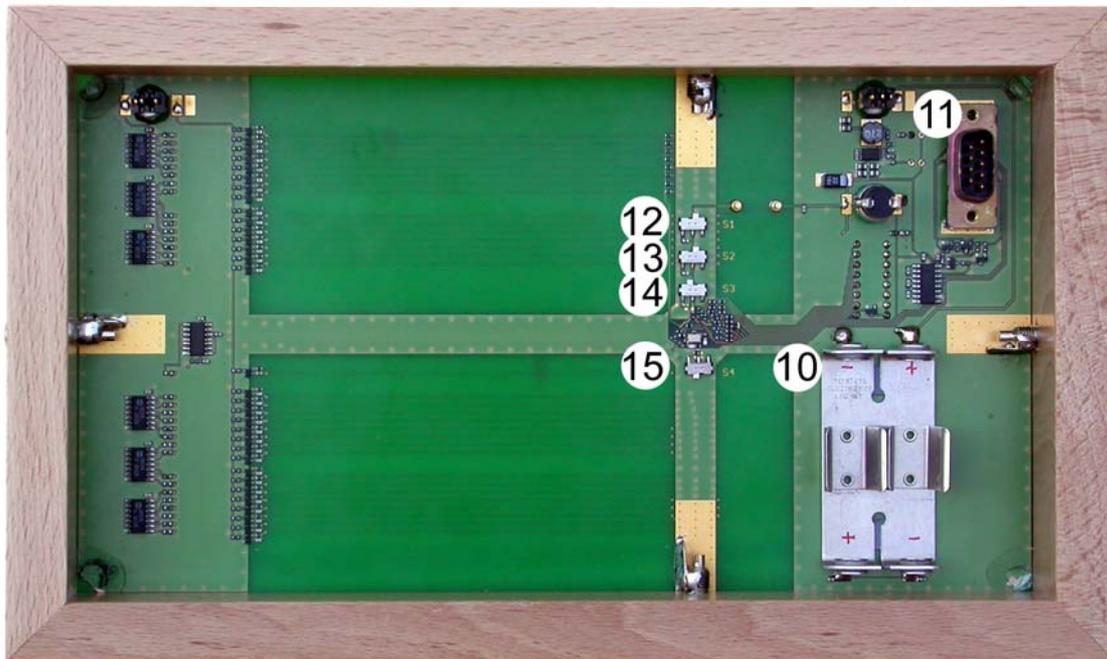


Abbildung 3.2: VM 251 Rückseite

- 10. Batteriehalterung für 2 x 1,5 V Typ AA
- 11. Programmierschnittstelle für den 8051-Mikrocontroller (gekreuztes RS232)
- 12. Abblockkondensator an der Stromversorgung des 8051-Mikrocontroller
- 13. Abblockkondensator an der Stromversorgung des 8051-Mikrocontroller
- 14. Abblockkondensator an der Stromversorgung des 8051-Mikrocontroller
- 15. Chip-Ferrit zwischen Masse des Testboards und Masse des 8051-Mikrocontroller

für 12-14: Schalter nach links = Abblockkondensator (100 nF) zugeschaltet  
für 15: Schalter nach rechts = Chip-Ferrit (2,2 k $\Omega$ @100 MHz) zwischengeschaltet

## 4 Maßnahmen für die Störaussendung

Die Störaussendung des Testboards kann mit Hilfe einer Empfangsantenne gemessen werden. Ein möglicher Testaufbau zur Untersuchung der Störaussendung ist in Abbildung 4.1 dargestellt.

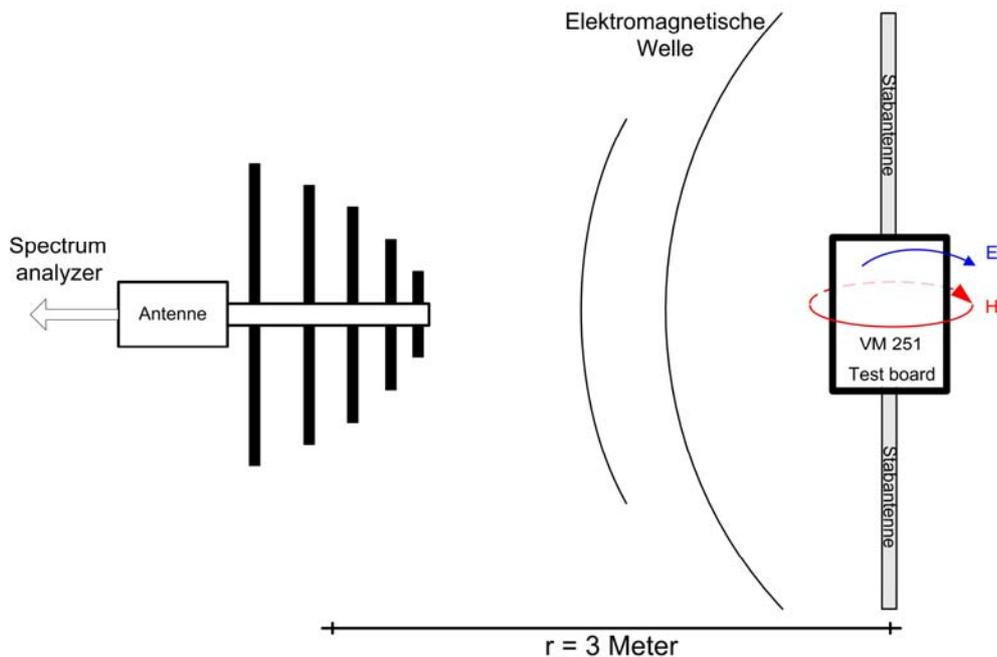


Abbildung 4.1: Messaufbau zur Untersuchung der Störaussendung

Die Auswirkungen verschiedener Maßnahmen auf dem Testboard können untersucht werden, z.B. das Zuschalten der Abblockkondensatoren oder die Variation der Stabantennenlänge. Die Stabantennen bilden die Stromversorgung oder den Kabelbaum von Baugruppen nach.

### 4.1 Antennen

Die Stabantennen werden in die Buchsen an der Seite des Testboards gesteckt (9). Bei der Verwendung beider Antennen ist es sinnvoll, die Antennen jeweils gegenüber anzubringen, da die Aussendung elektromagnetischer Wellen senkrecht zur Stabantenne erfolgt. Die Antennen werden durch die HF-Signale auf den Leiterzügen, ausgehend vom Mikrocontroller, zur Störaussendung angeregt. Über die Länge der Stabantenne werden die Resonanzfrequenzen der abgestrahlten elektromagnetischen Welle bestimmt.

## 4.2 Leiterzüge mit/ohne Last

Die Leiterzüge auf der Oberseite des Testboards sind mit den Ports des 8051-Mikrocontroller verbunden. Die Leiterzüge sind ungeschirmt. Sie können mit Leerlauf oder mit einer Last von 1 nF abgeschlossen werden (6).

Eine Besonderheit bildet dabei der Leiterzug mit dem ALE-Signal<sup>1</sup>. Das ALE-Signal dient zur Ansteuerung externer Programmspeicher. Die Taktfrequenz des ALE Signals ist herstellerabhängig ca. 1/6 bis 1/3 der Oszillator Frequenz. Die Oszillator-Frequenz beträgt hier 20MHz. Der Leiterzug am ALE-Pin ist bei zugeschalteter Last mit 22 pF abgeschlossen.

Bei zugeschalteter Last können bei hochfrequenten Signalen die entsprechenden LEDs nicht mehr leuchten. Die Zeitkonstante, bedingt durch Widerstand und Kondensator am Leiterzug, ist dem Fall zu groß. Dies hat allerdings keine Auswirkung auf die Funktionalität des Testboards.

Beim Zuschalten der Last erhöht sich im niedrigen Frequenzbereich die Störaussendung, da mehr Strom durch die Leiterzüge fließt. Im oberen Frequenzbereich bleibt die Störaussendung konstant, da der induktive Widerstand der Leiterzüge bei hohen Frequenzen größer ist.

## 4.3 Abdeckplatten

Die Leiterzüge können mit Hilfe der beiden Abdeckplatten geschirmt werden. Die Platten können mit der vergoldeten Seite nach unten bzw. nach oben aufgelegt werden. Durch das Auflegen der beiden Platten werden die elektrischen und magnetischen Nahfelder der Leiterzüge abgeschirmt. Die Schirmung ist effektiver, falls die vergoldete Seite der Abdeckplatte unten liegt. Die Störaussendung des Testboards verringert sich.

## 4.4 Vcc-Bridge

Mit Hilfe des Steckers kann die Stromversorgung des 8051-Mikrocontrollers über den entsprechenden Leiterzug geführt werden. Die Stromversorgung erfolgt dabei über einen langen ungeschirmten Leiterzug. Dadurch erhöht sich die Störaussendung des Testboards.

## 4.5 Filter an der Stromversorgung

Auf der Unterseite des Testboard befinden sich verschiedene Filter zum Abblocken der Stromversorgung und der Masse am Mikrocontroller. Die Stromversorgung kann in verschiedenen Abständen zum Pin des Mikrocontroller mit

---

<sup>1</sup> ALE: Adress Latch Enable

Kondensatoren abgeblockt werden (12-14). Die Kondensatoren besitzen jeweils eine Kapazität von 100 nF. Schalter nach links schaltet die Kondensatoren zu. Die Masse des Mikrocontrollers kann über ein Chip-Ferrit geführt oder direkt an die Masse des Testboards angeschlossen werden. Das Chip-Ferrit besitzt einen Widerstandswert von 2,2 kΩ bei einer Frequenz von 100 MHz. Schalter nach rechts schaltet das Chip-Ferrit zwischen Masse des Mikrocontrollers und Masse des Testboards.

## 4.6 Programmierung

Die Störaussendung ist auch von der Programmierung des Mikrocontrollers abhängig. Der Mikrocontroller ist bereits vorprogrammiert. Es können verschiedene Programmabläufe über die Schalter auf der Vorderseite des Testboards (4) ausgewählt werden. Eine Tabelle mit der Übersicht der Programmabläufe befindet sich in Anhang A.

Der 8051-Mikrocontroller kann über seine ISP-Schnittstelle<sup>1</sup> umprogrammiert werden. Die Programmierschaltung befindet sich auf dem Testboard. Für die Programmierung des Mikrocontrollers wird ein gekreuztes RS 232-Kabel (Null-Modem Kabel) und ein PC benötigt. Der Mikrocontroller wird über die Programmiersoftware des Herstellers programmiert. Folgende 8051-Mikrocontroller können programmiert werden:

<b>Hersteller</b>	<b>Programmiersoftware des Herstellers</b>	<b>Einstellungen</b>
NXP	FlashMagic v. 4.28	Baudrate: 9600 Interface: None(ISP) Oscillator Freq.: 20 MHz Options->Advanced Options->Hardware Config: Häkchen bei „Use DTR and RTS to control RST and PSEN“
Maxim	Microcontroller Toolkit (MTK) v. 2.4.04	Option->„Toggle DTR at connect/disconnect“ aktivieren Baudrate: 9600
Atmel	Flexible In-System Programmer (FLIP) v. 3.3.1	Settings->Preferences->RS 232: Häkchen bei „ISP Hardware Conditions controlled by Flip“, RST: High, PSEN: Low Baudrate: 9600

Der Stromlaufplan des VM 251-Testboard mit Programmierschaltung ist im Anhang B dargestellt.

<sup>1</sup> ISP: In System Programmable

## 5 Beispiele

### 5.1 Messungen mit Antenne

Die Störaussendung des Testboards wird nach dem Messaufbau in Abbildung 4.1 mit einer Antenne gemessen. Als Mikrocontroller wird der P89C668 verwendet. Die Länge der beiden Stabantennen beträgt jeweils ca. 1 Meter. Die Auswirkung der verschiedene EMV-Maßnahmen wird auf ihre Auswirkungen überprüft.

Abbildung 5.1 veranschaulicht die Wirksamkeit der Abdeckplatten für die Leiterzüge. Die gelbe Kurve zeigt die gemessene Störaussendung ohne Abdeckung der Leiterzüge. Die rote Kurve zeigt die Störaussendung mit abgedeckten Leiterzügen.

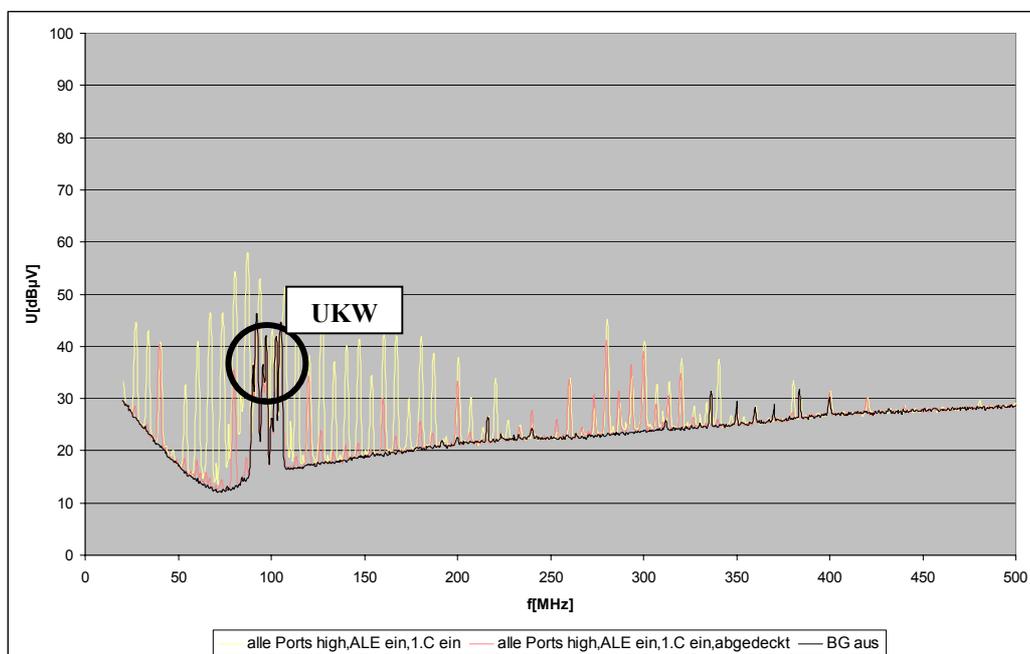


Abbildung 5.1: Auswirkung der Abdeckplatten auf die Störaussendung, gemessen mit Antenne

Die Störaussendung wird durch die Abdeckung in allen Frequenzbereichen reduziert.

In Abbildung 5.2 ist die Auswirkung der Filter an Stromversorgung und Masse des Mikrocontrollers dargestellt. Die blaue Kurve zeigt die Störaussendung mit unabgeblockter Stromversorgung und Führung des Masseanschluss über das Chip-Ferrit. Die grüne Kurve veranschaulicht die Störaussendung mit einem zugeschalteten Abblockkondensator und überbrücktem Chip-Ferrit.

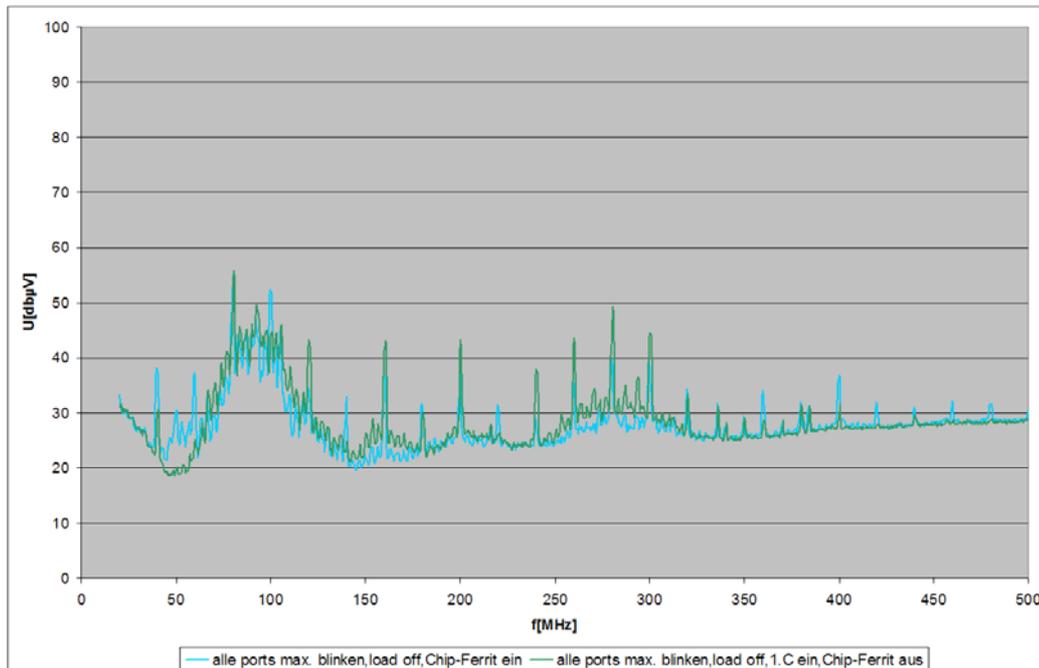


Abbildung 5.2: Auswirkung der Filter auf die Störaussendung, gemessen mit Antenne

Die Störaussendung des Testboards wird in diesem Beispiel bei einer Frequenz von 50 MHz durch die Filter reduziert. Bei 150 MHz und 275 MHz wird die Störaussendung dagegen leicht verstärkt.

## 5.2 Messungen mit ESA

Zum Vergleich der gemessenen Störaussendung mit der Antenne, wird die Störaussendung des Testboards mit dem „Entwicklungssystem Störaussendung“ (ESA) der Langer EMV-Technik gemessen. Der Messaufbau ist in Abbildung 5.3 dargestellt. Anstelle des HFA 21 mit Tastspitze kann man auch Kupferklebeband oder einen Adapter verwenden.

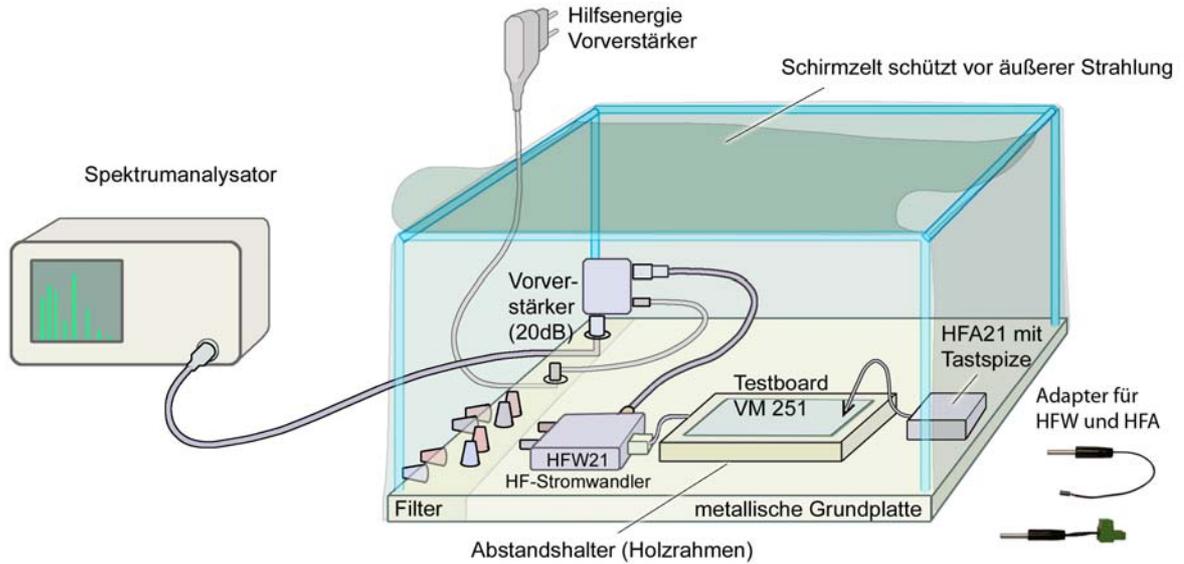


Abbildung 5.3: Messaufbau mit ESA

Als Beispiel dienen dieselben Einstellungen auf dem Testboard wie bei den Messungen mit der Antenne. In Abbildung 5.4 ist die Störaussendung mit und ohne Abdeckung der Leiterzüge dargestellt.

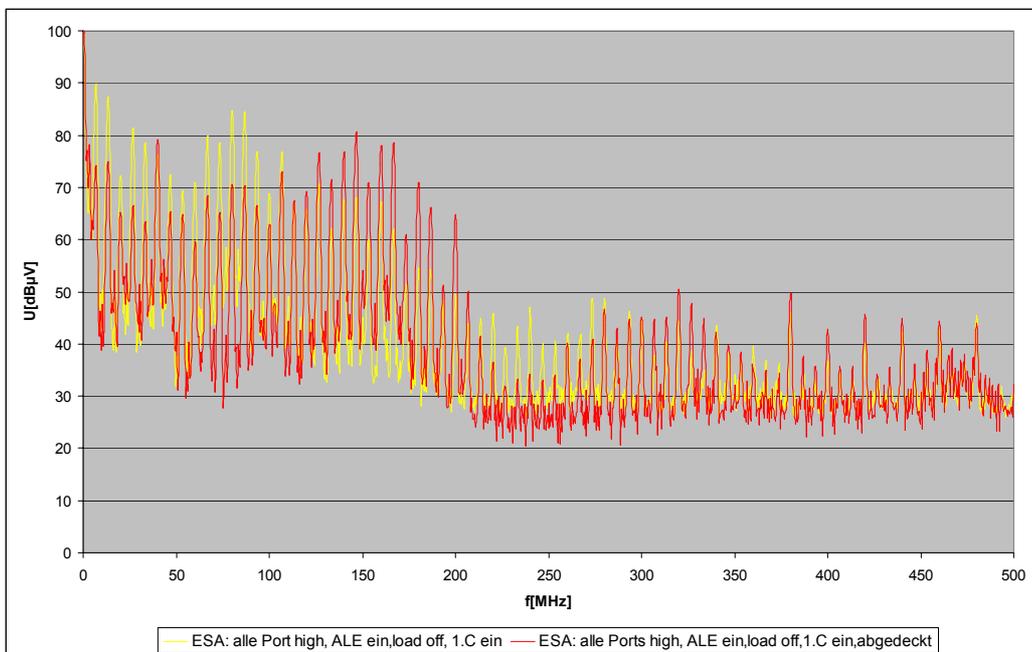


Abbildung 5.4: Auswirkung der Abdeckplatten auf die Störaussendung, gemessen mit ESA

Bei der Messung mit dem ESA wird durch die Abdeckung der Leiterzüge die Störaussendung in den meisten Frequenzbereichen reduziert.

Im zweiten Beispiel wird, wie bei den Messungen mit der Antenne, die Auswirkung der Filter dargestellt (Abbildung 5.5).

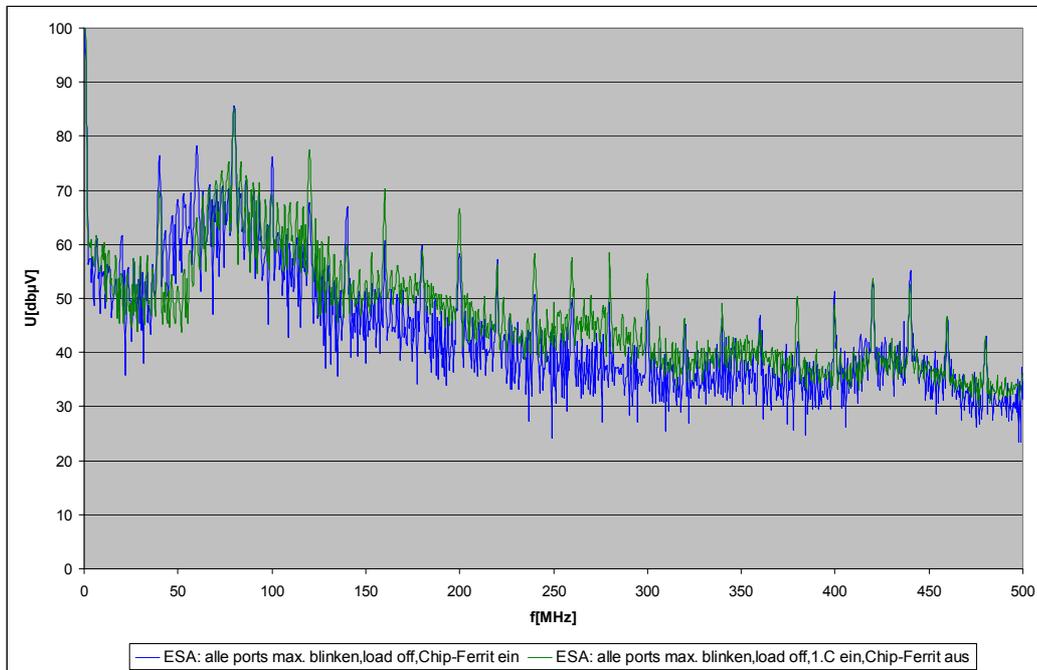


Abbildung 5.5: Auswirkung der Filter auf die Störaussendung, gemessen mit ESA

Die Störaussendung des Testboards wird durch die Filter, wie bei der Messung mit der Antenne, bei einer Frequenz von 50 MHz reduziert. Bei 150 MHz und 275 MHz wird die Störaussendung dagegen leicht verstärkt.

Die Messungen mit Antenne und ESA ergeben ähnliche Ergebnisse. Die Störaussendung kann mit beiden Methoden untersucht werden.

## **6 Sicherheit**

### **6.1 Sicherheitsvorkehrungen**

Wenn Sie ein Produkt der LANGER EMV-Technik nutzen, bitte beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise, um sich selbst gegen elektrischen Schlag oder das Risiko einer Verletzung zu schützen:

- Lesen und befolgen Sie die Bedienungsanleitung.
- Bewahren Sie die Bedienungsanleitung für die spätere Nutzung an einem sicheren Ort auf.
- Befolgen Sie die Sicherheitshinweise und Warnungen auf dem Produkt.
- Machen Sie vor der Nutzung eines Produktes der LANGER EMV-Technik eine Sichtprüfung.
- Das Produkt der LANGER EMV-Technik darf nur für Anwendungen genutzt werden, für die es vorgesehen ist. Jede andere Nutzung ist nicht erlaubt.

### **6.2 Grundlegende Sicherheitshinweise**

1.

Das Produkt darf nur in den vom Hersteller angegebenen Betriebszuständen betrieben werden. Falls im Datenblatt nicht anders angegeben gilt: nur in Innenräumen verwenden. Für die Stromversorgung ist eine maximale Toleranz der Nennspannung von  $\pm 10\%$  und für die Nennfrequenz eine Toleranz von  $\pm 5\%$  zugelassen.

2.

Bei allen Arbeiten sind die örtlichen bzw. landesspezifischen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften zu beachten. Das Produkt darf nur von autorisiertem Fachpersonal geöffnet werden. Vor Arbeiten am Produkt oder Öffnen des Produkts ist dieses vom Versorgungsnetz zu trennen. Abgleich, Auswechseln von Teilen, Wartung und Reparatur darf nur von autorisierten Elektrofachkräften ausgeführt werden. Werden sicherheitsrelevante Teile (z.B. Netzschalter, Netztrafos oder Sicherungen) ausgewechselt, so dürfen diese nur durch Originalteile ersetzt werden. Nach jedem Austausch von sicherheitsrelevanten Teilen ist eine Sicherheitsprüfung durchzuführen.

3.

Werden Produkte / Bauelemente über den bestimmungsgemäßen Betrieb hinaus mechanisch und/oder thermisch bearbeitet, können gefährliche Stoffe freigesetzt werden. Die Zerlegung des Produkts, z.B. bei Entsorgung, darf daher nur von speziell geschultem Fachpersonal oder von der Langer EMV-Technik erfolgen. Unsachgemäßes Zerlegen kann Gesundheitsschäden hervorrufen. Die nationalen Vorschriften zur Entsorgung sind zu beachten.

4.  
Während des Betriebes des Produktes treten funktionsbedingt erhöhte elektromagnetische Strahlungen und Nahfelder auftreten. Unter Berücksichtigung der erhöhten Schutzwürdigkeit des ungeborenen Lebens sollten Schwangere durch geeignete Maßnahmen geschützt werden. Auch Träger von Herzschrittmachern können durch elektromagnetische Strahlungen gefährdet sein. Die Beeinflussung von elektronischen Produkten außerhalb der betrieblichen EMV-Umgebung sollte durch das Einhalten eines entsprechenden Sicherheitsabstandes oder durch die Verwendung geschirmter Räume verhindert werden. Der Arbeitgeber ist verpflichtet, Arbeitsstätten, bei denen ein besonderes Risiko einer Strahlenexposition besteht, zu beurteilen und ggf. Gefahren abzuwenden.
5.  
Das Anbringen oder Entfernen von Teilen oder Material an LANGER EMV-Technik-Produkten ist nur im abgeschalteten Zustand zulässig.
6.  
Es liegt in der Verantwortung des Arbeitgebers, geeignetes Personal für die Bedienung der Produkte auszuwählen.
7.  
Benutzen Sie das Produkt nur mit den vorgegeben Batterietypen. Stellen Sie vor Inbetriebnahme sicher, dass die Batterien ohne äußere Beschädigung und im vollem Ladezustand eingesetzt werden.
8.  
Entfernen Sie niemals einen Teil des Gehäuses, wenn Sie das Produkt betreiben. Dies macht elektrische Leitungen und Komponenten zugänglich und kann zu Verletzungen, Feuer oder Schaden am Produkt führen.
9.  
Stecken Sie keinerlei Gegenstände, die nicht dafür vorgesehen sind, in die Öffnungen des Gehäuses. Gießen Sie niemals irgendwelche Flüssigkeiten über oder in das Gehäuse. Dies kann Kurzschlüsse im Produkt und/oder elektrische Schläge, Feuer oder Verletzungen verursachen.
10.  
Benutzen Sie das Produkt nicht unter Bedingungen, bei denen Kondensation in oder am Produkt stattfinden könnte oder stattgefunden hat, z.B. wenn das Produkt von kalte in warme Umgebung bewegt wurde.
11.  
Bitte nutzen Sie zum Säubern nur neutrale Reinigungsmittel. Auf keinen Fall Alkohol, Benzin oder Verdünnung verwenden.

Wir werden jeden Fehler aufgrund fehlerhaften Materials oder fehlerhafter Herstellung während der gesetzlichen Gewährleistungsfrist beheben, entweder durch Reparatur oder mit der Lieferung von Ersatzteilen. Die Gewährleistungsfrist ist Gegenstand das zutreffenden Gesetzes in dem Land, in welchem das Produkt der LANGER EMV-Technik erworben wurde.

## **7 Gewährleistung**

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

- Das Produkt der LANGER EMV-Technik wird sorgfältig behandelt.
- Der Bedienungsanleitung wird Folge geleistet.
- Es ist erforderlich, nur Originalersatzteile zu verwenden.
- Externe Komponenten (z.B. Stromversorgung, Anschlusskabel, ...) haben separate Gewährleistungsbedingungen, welche auf den jeweiligen Hersteller zutreffen.

### **Die Gewährleistung verfällt, wenn:**

- Reparaturversuche am Produkt der LANGER EMV-Technik gemacht wurden.
- Das Produkt der LANGER EMV-Technik umgeändert wurde.
- Das Produkt der LANGER EMV-Technik nicht korrekt verwendet wurde.

## Anhang A

Programmablauf des vorprogrammierten 8051-Mikrocontrollers:

Mit den Schaltern 1 bis 3 erfolgt die Auswahl des Ports. Mit den Schaltern 4 bis 6 erfolgt die Auswahl des Programmes. Schalter 7 schaltet das ALE-Pin des Mikrocontrollers ein bzw. aus. Schalter 8 ist ohne Funktion.

1	2	3	Port
off	off	off	0
on	off	off	1
off	on	off	2
on	on	off	3
off	off	on	-
on	off	on	-
off	on	off	-
on	on	on	alle

4	5	6	Programmablauf
off	off	off	-
on	off	off	high
off	on	off	low
on	on	off	Sichtbar schnell blinken
off	off	on	Sichtbar langsam blinken
on	off	on	-
off	on	on	Maximales blinken (nicht sichtbar)
on	on	on	-

7	ALE
on	ALE ein
off	ALE aus

Beispiel:

1	2	3	4	5	6	7	Programmauswahl
on	off	off	off	on	on	off	Port 1 maximal blinken, ALE aus
on	on	on	on	off	off	on	alle Ports high, ALE ein

**Anhang B**

**Stromlaufplan des VM 251-Testboard**

