



# G-Strip™

## der kostengünstige Komplettmeßplatz für entwicklungsbegleitende EMV-Tests

*Wie sich entwicklungsbegleitende Störfestigkeitsmessungen mit einer Kompakt-Meßkammer besonders günstig durchführen lassen, beschreibt der vorliegende Artikel.*

### Warum entwicklungsbegleitende EMV-Tests?

Je früher die elektromagnetische Verträglichkeit bei der Entwicklung berücksichtigt wird, desto geringer sind die Kosten, die infolge von Nacharbeiten notwendig sind. Die Hardwareentwicklung in Europa ist heute einem enormen Zeit- und Kostendruck unterworfen. Durch immer kürzere Produktzyklen haben Entwicklungsfehler und damit verbundene Verzögerungen weitreichende Auswirkungen auf die Markteinführung eines Produktes und die Produktentwicklungskosten.

Bei Anwendung moderner Entwicklungsmethoden wird bereits während des Schaltungsentwurfs die elektromagnetische Verträglichkeit simuliert, bzw. erfahrene Entwicklungsingenieure bringen ihre Kenntnisse in das Design eines Produktes ein. Aufgrund der Komplexität der physikalischen Vorgänge ist es nicht möglich und auch wirtschaftlich nicht vertretbar, alle Eventualitäten theoretisch zu berücksichtigen.

Während des Entwicklungsprozesses ist es daher sinnvoll, EMV-Tests durchzuführen, um die elektromagnetische Verträglichkeit eines Produktes schon frühzeitig festzustellen und die Konstruktion zu

optimieren. Mit dieser Methode ist eine ausreichende Vorarbeit geleistet, um eine normengerechte Abnahmemessung durchzuführen.

### Entwicklungsbegleitende EMV-Tests mit dem G-Strip™-Meßplatz

Mit dem G-Strip™-Meßplatz ist es möglich, entwicklungsbegleitende EMV-Tests im eigenen Labor zu realisieren. Die G-Strip™-Zelle ist kompakt aufgebaut und findet daher Platz in fast jedem Entwicklungslabor. Der zeitliche und organisatorische Aufwand für Tests in einer Absorberkabine oder sogar in einem externen Testhaus läßt sich erheblich reduzieren. Nur für die normengerechte Abnahmeprüfung ist dies notwendig.

Mit dem G-Strip™-Meßplatz können Störfestigkeitsprüfungen gegen hochfrequente elektromagnetische Felder durchgeführt werden. Optionen sind für leitungsgeführte Störfestigkeitsprüfungen auf Stromversorgungsleitungen und Störaussendungs-tests verfügbar. In Vorbereitung befindet sich eine Option für Tests gemäß der „Bulk Current Injection“ Methode.

Der G-Strip™-Meßplatz wird komplett mit Signalgenerator, HF-Breitbandleistungsverstärker von Amplifier Research, G-Strip™-Meßzelle, den notwendigen Meß- und Steuerungseinrichtungen sowie einem leistungsfähigen Rechner mit vorinstallierter Meßsoftware unter Windows™ geliefert. Der Meßplatz ist einfach durch den Anwender zu installieren und in Betrieb zu nehmen.

### Funktionsprinzip der G-Strip™-Meßzelle

Bei der G-Strip™-Meßzelle handelt es sich um eine unsymmetrische Breitbandübertragungsleitung, in der sich eine TEM-Welle (Transversale elektromagnetische Welle) ausbreitet. Bei der reinen TEM-Welle sind die elektrischen und magnetischen Feldkomponenten ausschließlich transversal zur Ausbreitungsrichtung gerichtet, und somit fließen nur Längsströme. Der Prüfling (EUT - Equipment Under Test) befindet sich innerhalb der Übertragungsleitung und wird somit der linear polarisierten Welle ausgesetzt.

Es ist bekannt, daß in geschlossenen Meßzellen durch Reflexionen oder Resonanzerscheinungen sich die elektrische Feldstärke an bestimmten Punkten und/oder Frequenzen erhöht oder es gar zu Auslöschungen kommt. Der Innenraum der G-Strip™ ist mit Absorbermaterial ausgekleidet, um diese Effekte zu minimieren und ein möglichst gleichförmiges Feld zu erzeugen.

Jede G-Strip™-Meßzelle wird indivi



**Hochwertige Einzelkomponenten wie Verstärker von Amplifier Research unterstreichen die Leistungsfähigkeit des Komplettmeßplatzes**

das dem Entwicklungsingenieur zu einem frühen Zeitpunkt im Entwicklungsprozess die Möglichkeit bietet, in seinem Labor EMV-Tests durchzuführen. Weiterhin kann der G-Strip™-Meßplatz nach einer bereits durchgeführten Abnahmemessung zur Qualitätssicherung im Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit eingesetzt werden.

Tests mit dem G-Strip™-Meßplatz können nicht die Prüfungen, wie z. B. in der IEC 1000-4-3 oder ENV 50140 definiert, ersetzen. Sie helfen aber das Produkt in seiner Eigenschaft der EMV kennenzulernen und Unsicherheiten vor einer Abnahmeprüfung zu minimieren. Bei Prüfungen mit einer umfangreichen externen Verkabelung wird eine zusätzliche Prüfung gemäß der Bulk-Current-Injection (BCI) Methode empfohlen.

### Prüflingsgröße

Die G-Strip™-Meßzelle ist in 3 Größen lieferbar. Die äußere Form entspricht jeweils der eines Würfels mit einer Kantenlänge von 0,7, 1,2 oder 2,0 Metern. Für die Auswahl der Zelle sind die Größe des Prüflings und die Prüffeldstärke von Bedeutung.

Durch das Prinzip der Leistungsregelung kann das Testvolumen besser ausgenutzt werden, als bei TEM-Zellen ohne Leistungsregelung. Für TEM- oder auch GTEM-Zellen gilt die Regel, daß die Prüflingshöhe maximal ein Drittel der Höhe zwischen der Übertragungsleitung bzw. Septum und der Grundfläche betragen sollte. Der Grund hierfür liegt darin, daß ein Prüfling in einer TEM-Zelle mehr Energie absorbiert als vergleichsweise in einer Absorberkabine. Durch die Leistungsmessung am Abschlußwiderstand der G-Strip™-Zelle kann bei größeren Prüflingen die Eingangsleistung erhöht werden.

In praktischen Versuchen wurde ermittelt, daß die Prüflingsgröße bis zu zwei Drittel der Zellenhöhe betragen kann. Um möglichst zuverlässige Prüfergebnisse zu erreichen, sollte die maximale Prüflingsgröße jedoch nur ein Drittel der Zellenhöhe betragen.

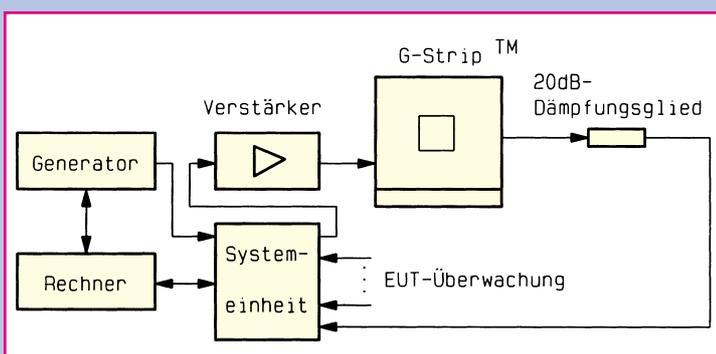
duell mit einem isotropen Feldsensor vermessen, und die Meßwerte werden in einer Tabelle gespeichert. Anhand dieser Werte erfolgt während einer Prüfung die Regelung der Ausgangsleistung des Verstärkers über den eingestellten Frequenzbereich. Mit diesem Verfahren wird eine weitgehende konstante Feldstärke in der Meßzelle sichergestellt.

Da es sich bei der Zelle um ein umkehrbares oder reziprokes System handelt, kann diese auch in der umgekehrten Richtung betrieben werden, d. h., die Störaussendung eines Prüflings kann bestimmt werden. Hierzu wird ein Meßempfänger oder Spektrumanalysator an die G-Strip™-Meßzelle angeschlossen.

### Prinzipschaltung

Das Blockschaltbild zeigt den grundsätzlichen Aufbau des Meßplatzes. Der vom Signalgenerator erzeugte Pegel (CW oder moduliert) wird vom HF-Leistungsverstärker verstärkt und in die Meßzelle eingespeist. Die G-Strip™-Meßzelle ist mit einem 20-dB-Durchgangsdämpfungsglied abgeschlossen. Der am Dämpfungsglied vorhandene Pegel wird mit dem Leistungsmesser bestimmt und der Generatorpegel anhand der gespeicherten Referenzdaten geregelt.

### Blockschaltbild des G-Strip™ Komplettmeßplatzes



Da es sich hierbei um ein geschlossenes Regelsystem handelt, kann die Feldstärke über den Frequenzbereich konstant gehalten werden. Die Einstellung des Signalgenerators, die Messung der Leistung und notwendige Umschaltungen werden vom Rechner aus über den IEC-Bus bzw. eine mitgelieferte Schnittstellenkarte vorgenommen. Gesteuert wird der gesamte Meßplatz von einem Programm, das unter Microsoft Windows™ zu bedienen ist.

### Prüflingsüberwachung

Ein Problem bei Störfestigkeitsprüfungen ist die Überwachung der korrekten Prüflingsfunktion. Teilweise ist dies durch eine visuelle Kontrolle möglich. Zusätzlich können bis zu 8 ausgewählte Analogsignale des Prüflings überwacht werden. Der maximale Spannungspegel beträgt  $\pm 10$  V. Auf dem Bildschirm werden alle 8 Kanäle gleichzeitig dargestellt. Auf einen Blick läßt sich somit schnell eine Fehlfunktion erkennen. Optional ist eine RS232-Schnittstelle lieferbar, die es dem Anwender ermöglicht, den Prüfling zu steuern.

### Anwendung

Der G-Strip™-Meßplatz kann während des gesamten Entwicklungsprozesses, d. h. von der Leiterplatte bis zum fertigen Gerät, für EMV-Tests eingesetzt werden. Wir verstehen den Meßplatz als ein „Werkzeug“,

Zellentyp Abmessungen	G310	G320	G 330
Zelle außen/m	0,7x0,7x0,7	1,2x1,2x1,2	2,0x2,0x2,0
Höhe in der Zelle/m	0,65	1,15	1,7
max. Prüflingsabmessungen/m *)	0,43	0,75	1,1
max. Prüflingsabmessungen/m **)	0,21	0,25	0,55

\*) bei 2/3 der Höhe \*\*) bei 1/3 der Höhe

**Allgemeine Daten:**

**G-Strip™-Meßplatz**

Eingangs VSWR: ..... < 2:1  
 Schirmdämpfung: ..... 70 dB (typisch)  
 Netzfilter für EUT: ..... max. 8 A  
 EUT-Netzstecker: ..... IEC-Stecker  
 Filter für Signalleitungen: . 1000 pF mit  
 Ferriten  
 Stecker für Signalleitungen: ..... Sub-D  
 Bildplatte: ..... 10 x 10 cm  
 Interlock: ..... über Magnetschalter  
 Max. Prüflingsgewicht: ..... 100 kg

**SMY01**

Frequenzbereich: .... 9 kHz - 1040 MHz  
 Frequenzauflösung: ..... 1 Hz  
 Pegelbereich: ..... - 140 bis +13 dBm  
 Modulationsarten: .... AM, FM, φM und  
 Pulsmodulation (extern)



**Feldhomogenität**

Um reproduzierbare Prüfungen durchführen zu können, muß ein homogenes Feld in der G-Strip™-Meßzelle über den gesamten Frequenzbereich erzeugt werden. Im Anschluß an die Herstellung wird die Zelle vermessen.

Hierzu wird das Feld in 10 cm Höhe (G310) über dem Septum im Zentrum und an den 4 Eckpunkten über den gesamten Frequenzbereich in 10-MHz-Schritten aufgenommen. Die Werte für die 5 Meßpunkte dürfen nicht mehr als 6 dB voneinander abweichen. Mit den gewonnen Meßergebnissen wird eine Tabelle erzeugt und der jeweils niedrigste Wert eines Frequenzpunktes abgespeichert. Jeder G-Strip™-Meßzelle ist ein Prüfprotokoll beigelegt, in dem die Feldhomogenität dokumentiert ist.

**Software**

Wesentlicher Bestandteil eines G-Strip™-Meßplatzes ist das zugehörige

**Zur Signalerzeugung kommt der SMY01 von Rohde & Schwarz zum Einsatz**

Softwarepaket zur Steuerung des gesamten Systems. Die Software arbeitet unter Microsoft Windows™ und ermöglicht automatische Testabläufe, die vom Anwender editierbar sind.

Auf dem Bildschirm erscheinen die Prüfparameter und die überwachten Prüflingsignale. Der Anwender hat die Möglichkeit, Einstellungen wie z. B. Start- und Stopfrequenz, Schrittweite oder Prüffeldstärke seinem Test anzupassen.

Ein Test kann an beliebiger Stelle unterbrochen werden, um eingehende manuelle Untersuchungen über das Störverhalten des Prüflings durchzuführen.

Während der Prüfungen wird ein Prüf-

protokoll erstellt, das später in Form von Tabellen oder Grafiken ausgedruckt werden kann. Prüfergebnisse können gespeichert und jederzeit zu entsprechenden Vergleichen herangezogen werden.

**Technische Daten**

Der G-Strip™-Meßplatz wird komplett mit Meßzelle, Verstärker, Rohde & Schwarz-Signalgenerator Typ SMY01 (sofern nicht anders gewünscht), Systemeinheit, Leistungsdämpfungsglied, Scenic Rechner Typ 4H (486DX2-66) einschließlich MS-DOS 6.22, Windows for Workgroups 3.11 sowie Steuersoftware, 8-Kanal-Prüflingsmonitor, 2 Schnittstellen-Karten, sämtlichen Kabeln und Bedienerhandbuch geliefert. **ELV**

**Meßplatzspezifikation:**

Zellentyp	System 1D G310	System 2D G310	System 3D G320	System 4D G330	System 5D G330	System 6D G320
Äußere Abmessungen/m	0,7x0,7x0,7	0,7x0,7x0,7	1,2x1,2x1,2	2,0x2,0x2,0	2,0x2,0x2,0	1,2x1,2x1,2
Gewicht der G-Strip™/kg	26	26	81	220	220	81
Max. Prüflingsgröße/m	0,43x0,43x0,43	0,43x0,43x0,43	0,75x0,75x0,75	1,10x1,10x1,10	1,10x1,10x1,10	0,75x0,75x0,75
Amplifier Research Verstärker	10W1000A	30W1000M7	30W1000M7	30W1000M7	100W1000M1	40WD1000
HF-Leistung/W (CW nominal)	10	30	30	30	100	40
Frequenzbereich/MHz	0,5 - 1000	25 - 1000	25 - 1000	25 - 1000	80 - 1000	DC - 1000
Max. Feldstärke CW/ V/m*)	34	60	34	18	33	39
Max. Feldstärke 80% AM/ V/m*)	19	33	19	10	18	22
Feld-Homogenität *)	0 - 6 dB					
Frequenzschrittweite	1 kHz - 10 MHz					

\*) Werte gelten für leere G-Strip™-Meßzelle