

Beitrag zum Arbeitskreis Bipolar 1999

Messungen zur Verifizierung der Kalibrierung des NWA HP8510C

von

Jörg Berkner

Siemens AG HL SIM PX1

1	Einleitung	2
2	Gegenstand der Untersuchung.....	2
3	Meßgenauigkeit	2
4	Hardware - Kalibrierung.....	3
5	Software - Kalibrierung.....	3
6	Meßergebnisse.....	4
	6.1 Kennlinien Variante A: HP - Kabel, koaxiale Hardware - Kalibrierung.....	4
	6.2 Kennlinien Variante B: GORE - Kabel, koaxiale Hardware - Kalibrierung.....	6
	6.3 Kennlinien Variante C: GORE - Kabel, ISS Hardware - Kalibrierung	9
	6.4 Kennlinien Variante D: GORE - Kabel, ISS Software - Kalibrierung	12
	6.5 Kennlinien Variante E: SUHNER - Kabel, ISS Software - Kalibrierung	15
	6.6 Kennlinien im Vergleich SHORT.....	18
	6.7 Kennlinien im Vergleich OPEN.....	20
	6.8 Kennlinien im Vergleich LOAD.....	22
7	Zusammenfassung	24

1 Einleitung

In diesem Beitrag werden Untersuchungsergebnisse zur Verifizierung der Kalibrierung des NWA HP8510 dargestellt.

2 Gegenstand der Untersuchung

Die in der folgenden Tabelle dargestellten Konfigurationen wurden untersucht. Dabei wurden jeweils nach einer Full - Two - Port - Kalibrierung die verwendeten Standards OPEN, LOAD, SHORT nachgemessen, um zu überprüfen, wie genau die Messung reproduzierbar ist¹.

Tabelle 1: Untersuchte Konfigurationen²

	Port saver	Kabel	Elbow	Spitze	Kalibrierung
A	n	HP - Kabel	n	Picoprobe 50A	Hardware Koaxiale Kalibrierung mit 2.4 mm Calkit auf Ebene des Kabels
B	n	GORE 103-202	n	Picoprobe 50A	Hardware Koaxiale Kalibrierung mit 2.4 mm Calkit auf Ebene des Kabels, 1 Übergang (2.4male / 2.4 female) an Port 2
C	n	GORE 103-202	n	Picoprobe 50A	Hardware OnWafer Kalibrierung mit Cascade Kalibriersubstrat ISS GS 103-726
D	n	GORE 103-202	n	Picoprobe 50A	Software OnWafer Kalibrierung mit Cascade Kalibriersubstrat ISS GS 103-726
E	n	SUHNER Sucoflex 104P	n	Picoprobe 40A	Software OnWafer Kalibrierung mit Cascade Kalibriersubstrat ISS GS 103-726

3 Meßgenauigkeit

Welche Werte für S11 bzw. S22 sind für reale bzw. ideale Standards zu erwarten ?
In der folgenden Tabelle sind einige Erfahrungswerte angegeben.

Tabelle 2: S11 und S22 für Standards

Standard	MAG(Sxx)		MAG(Sxy)	
	ideal	real	ideal	real
OPEN	1	< 0.05 dB	0	< - 40 dB
SHORT	1	< 0.05 dB	0	< - 40 dB
LOAD	0	< - 40 dB	0	< - 40 dB
THRU	0	< - 40 dB	1	< 0.05 dB

¹ Mit einer Nachmessung der zur Kalibrierung verwendeten Standards kann man die Genauigkeit der Kalibrierung zwar nicht überprüfen. Jedoch kann die Kalibrierung auf diese Weise schnell und einfach verifiziert werden.

² Cascade ACP Spitzen wurden für diese Untersuchung nicht verwendet.

HP³ gibt an:

- für MAG(S11(OPEN)): close to 0 dB (within a few tenths of a dB),
- für MAG(S11(LOAD)): less than - 30 dB
- für MAG(S21(THRU)): close to 0 dB (within a few tenths of a dB),
- für MAG(S21(LOAD)): less than - 80 dB

4 Hardware - Kalibrierung

Für die Hardware - Kalibrierung wurde im NWA 8510 ein Kal Kit für die Picoprobe 50A - Spitzen abgelegt, welches folgende neuen Werte enthält:

C0 = 4.3 f

L0 = 9.2 pH

Andere Koeffizienten sind für die 50A - Spitzen nicht angegeben.

5 Software - Kalibrierung

Bei der Software - Kalibrierung wurden folgende ICCAP - Einstellungen verwendet.

Tabelle 3

cal	s
use user sweep	y
fast sweep	n
use fast cw	y
use lin list	y

Für den NWA wurden die default - Einstellungen verwendet mit Ausnahme des Average (= 16).

Die Nichtidealität der Standards, die bei der Hardware - Kalibrierung mit Hilfe der in den Kal Kits gespeicherten Daten berücksichtigt wird, kann bei der Software Kalibrierung nur eingeschränkt für den OPEN berücksichtigt werden. Dazu dient die Variable CAL_OPEN_CO (= 4.3 f für PP50A).

³ Quelle: HP Application Note 1291-1 „Hints for making better Network Analyser Measurements“

6 Meßergebnisse

6.1 Kennlinien Variante A: HP - Kabel, koaxiale Hardware - Kalibrierung

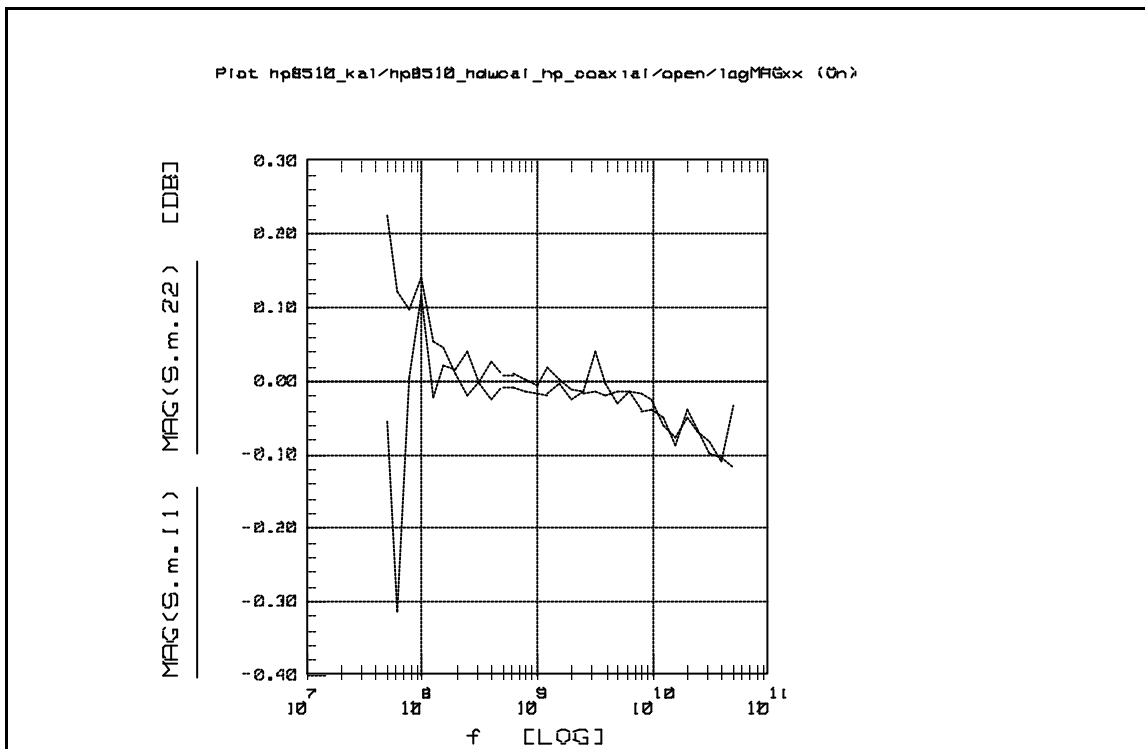


Bild 1: Variante A, logMAG(S11, S22) in dB für OPEN

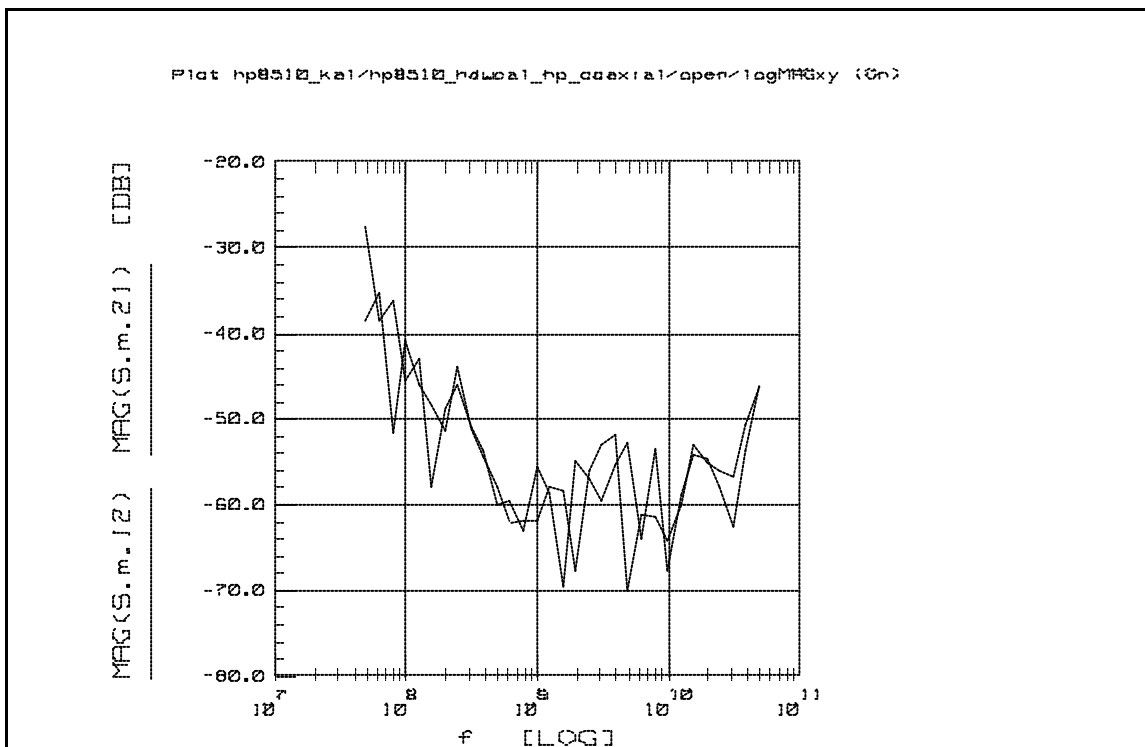


Bild 2: Variante A, logMAG(S21, S21) in dB für OPEN

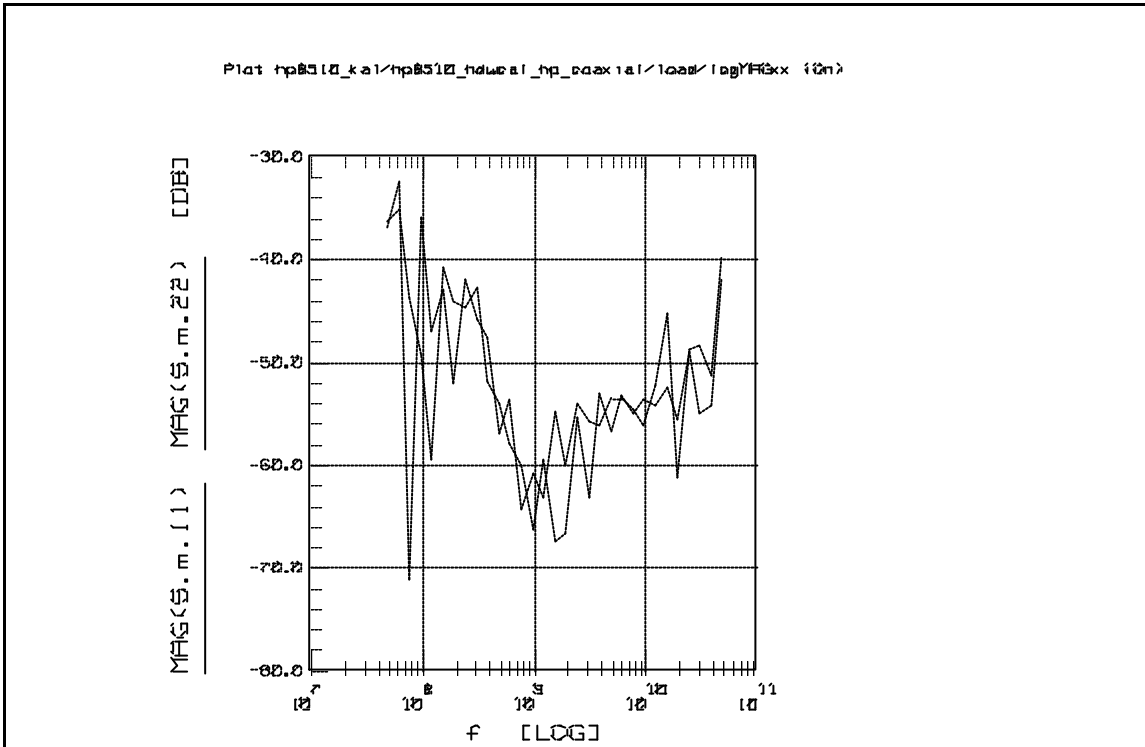


Bild 3: Variante A, logMAG(S11, S22) in dB für LOAD

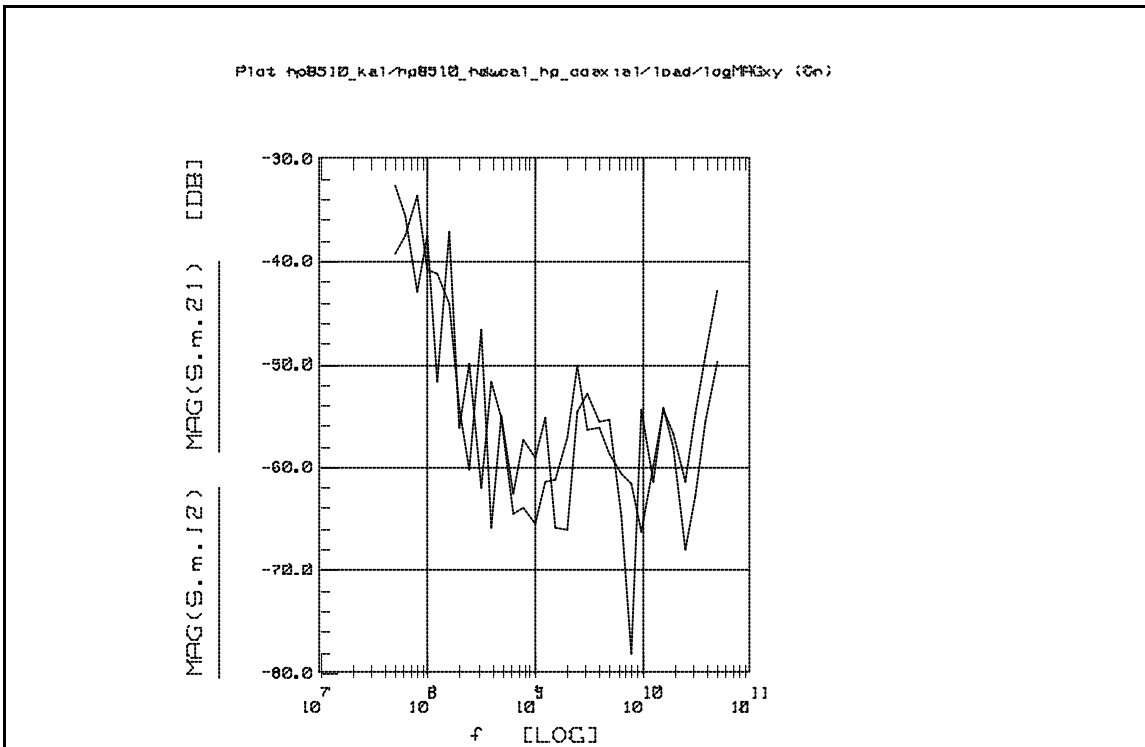


Bild 4: Variante A, logMAG(S21, S21) in dB für LOAD

6.2 Kennlinien Variante B: GORE - Kabel, koaxiale Hardware - Kalibrierung

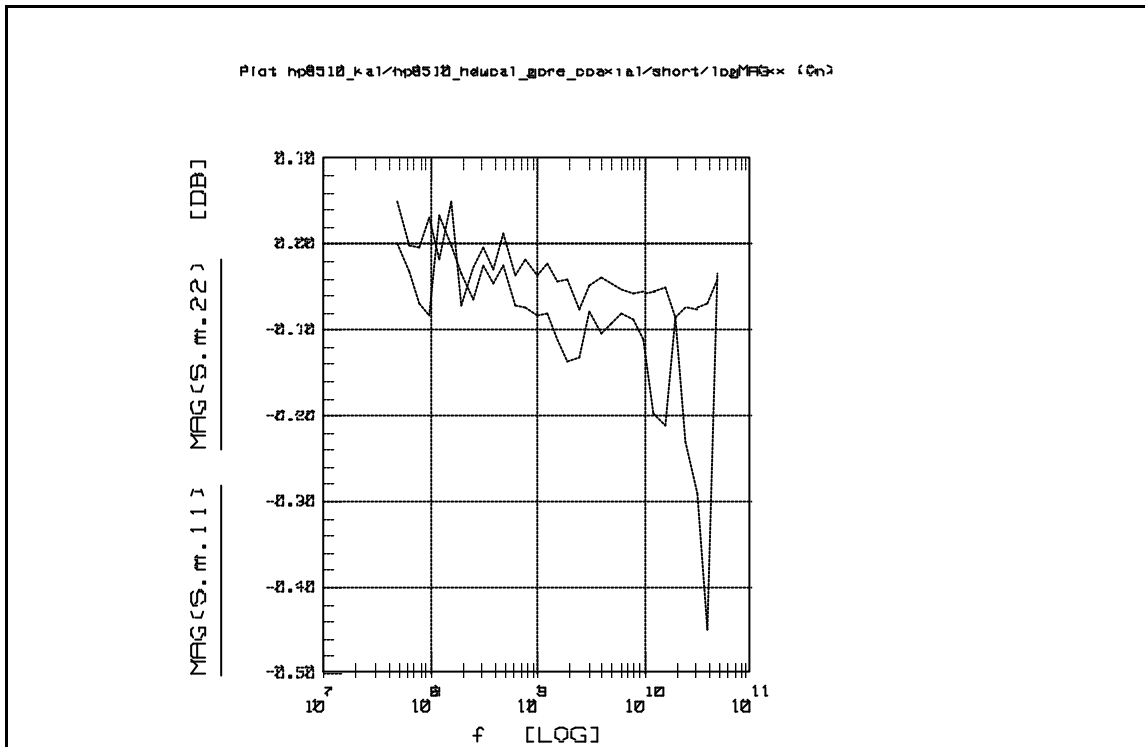


Bild 5: Variante B, logMAG(S11, S22) in dB für SHORT

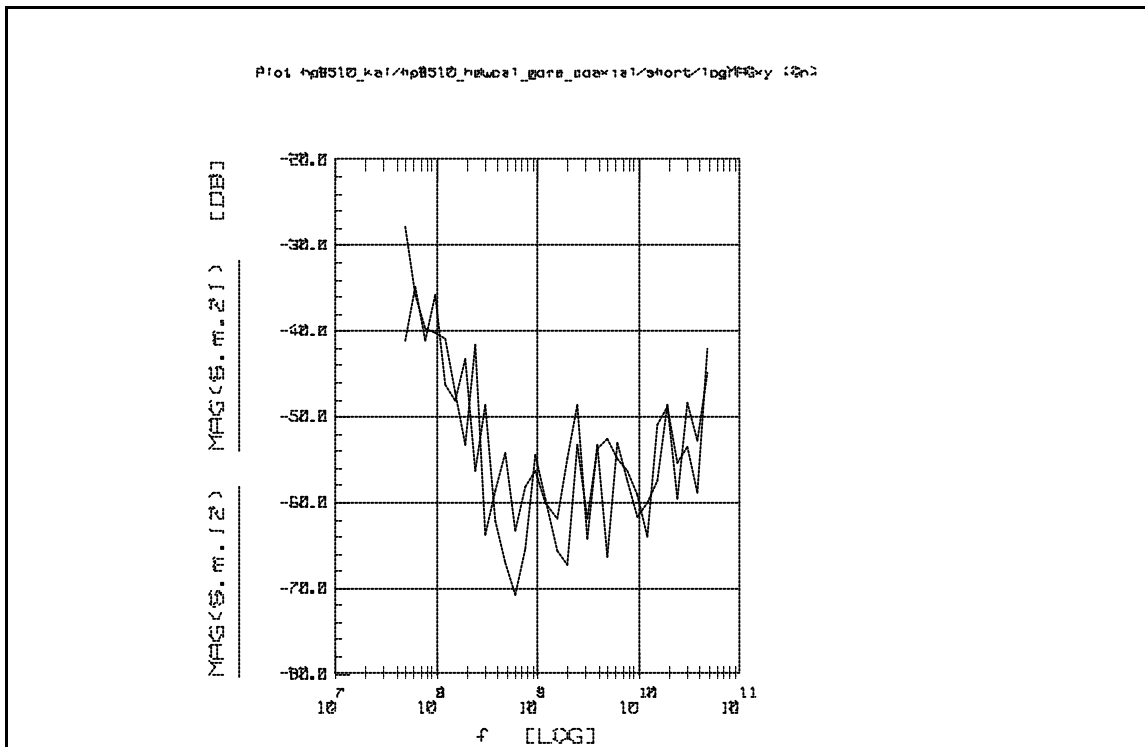


Bild 6: Variante B, logMAG(S21, S21) in dB für SHORT

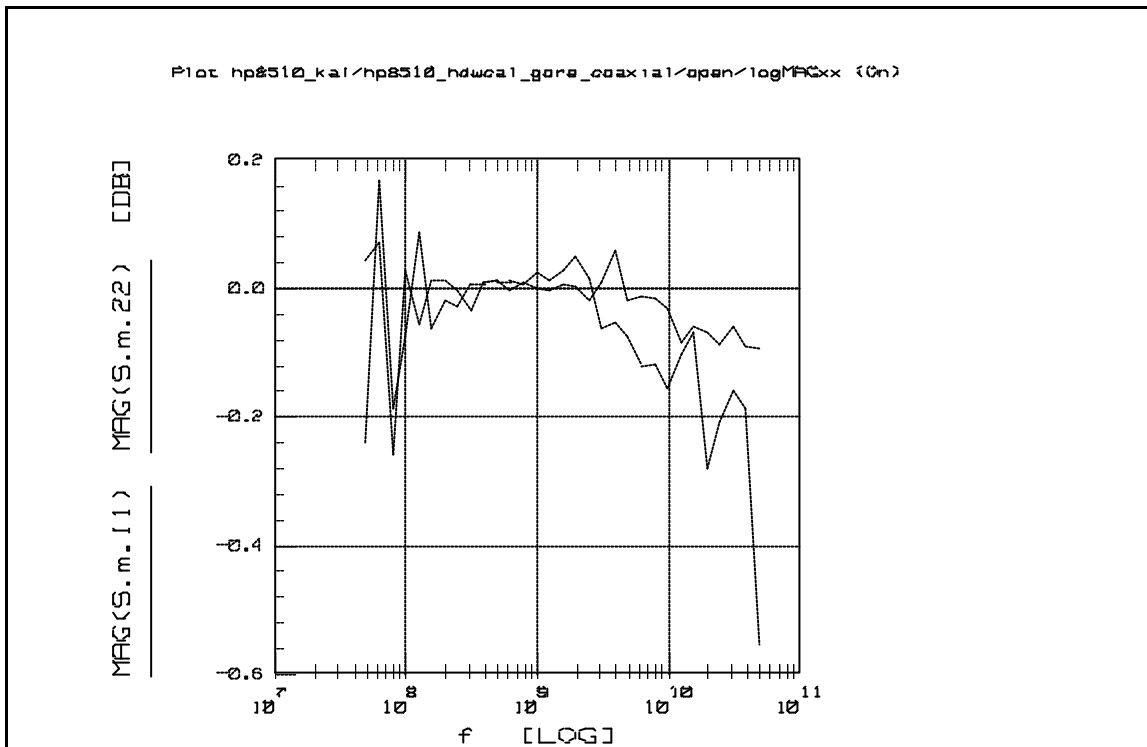


Bild 7: Variante B, logMAG(S11, S22) in dB für OPEN

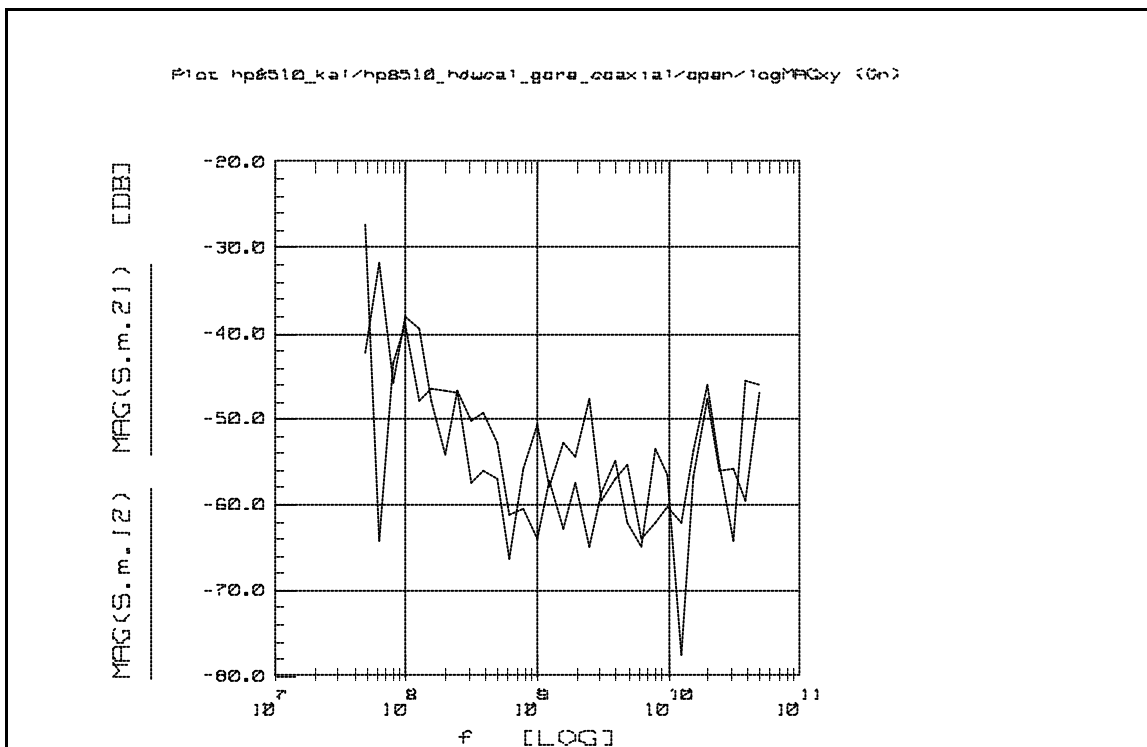


Bild 8: Variante B, logMAG(S21, S21) in dB für OPEN

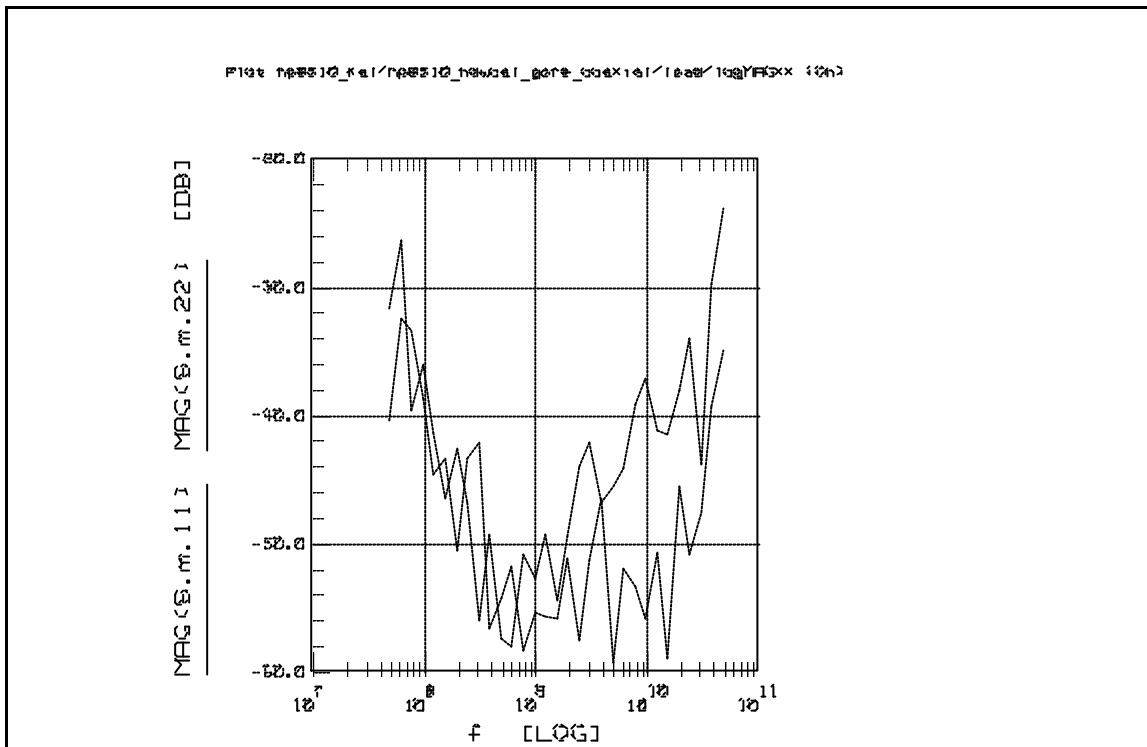


Bild 9: Variante B, logMAG(S11, S22) in dB für LOAD

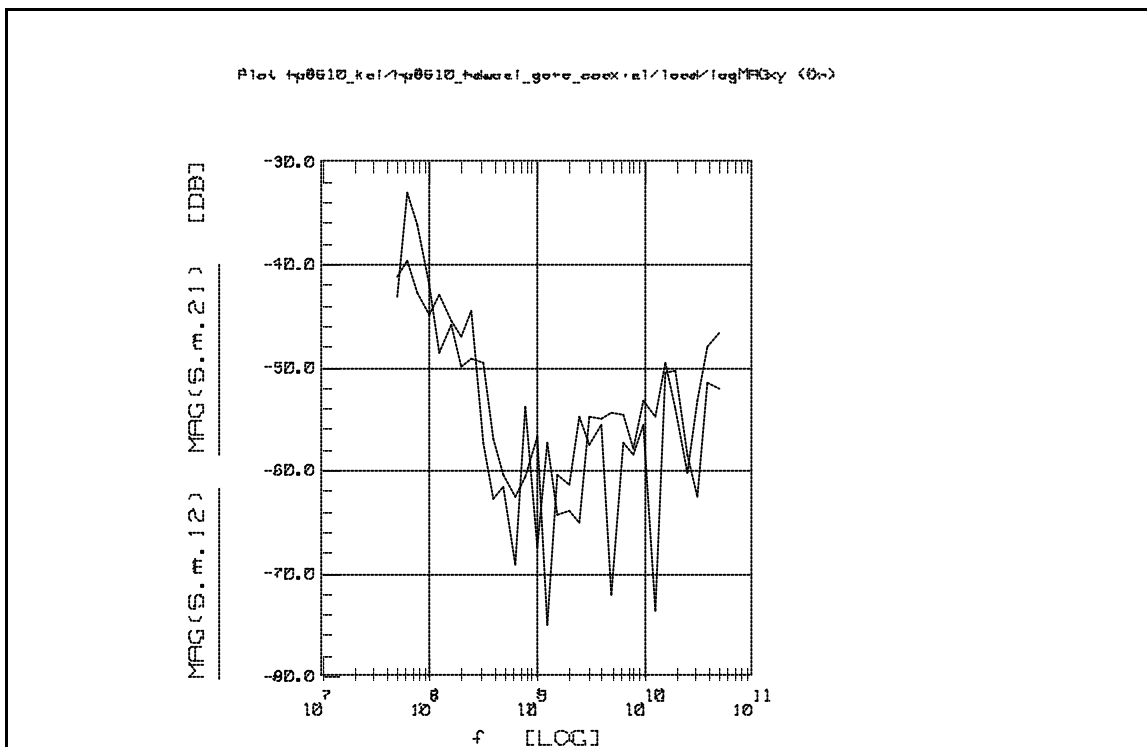


Bild 10: Variante B, logMAG(S21, S21) in dB für LOAD

6.3 Kennlinien Variante C: GORE - Kabel, ISS Hardware - Kalibrierung

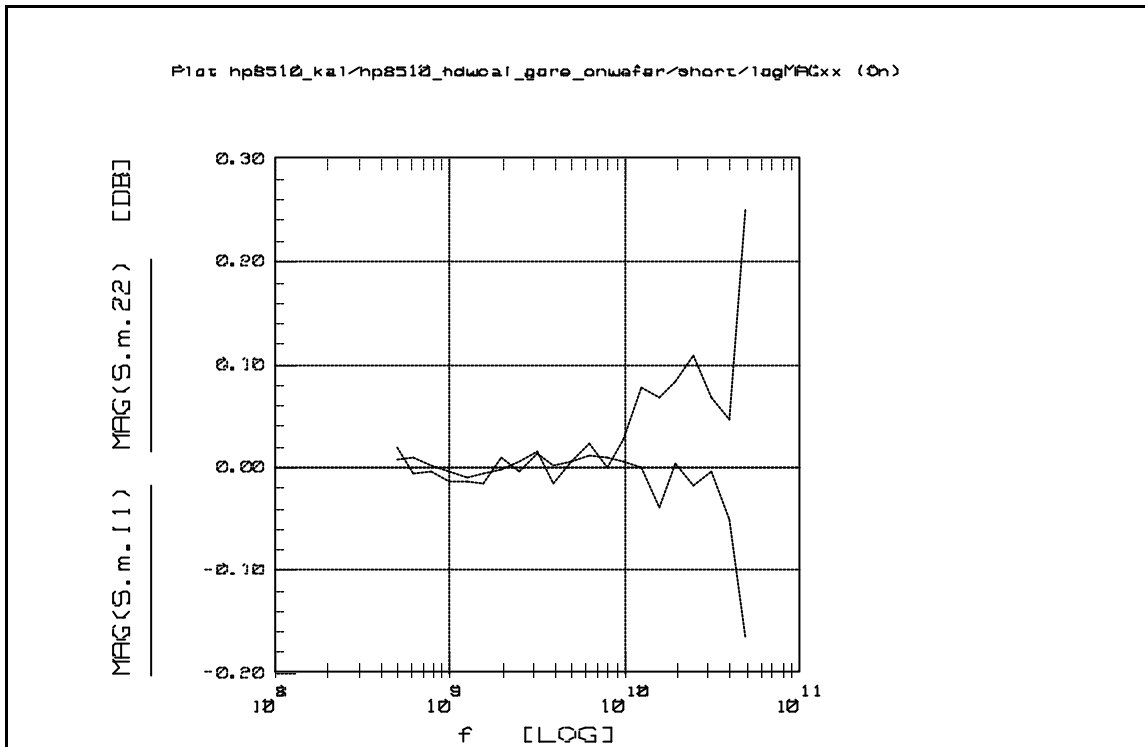


Bild 11: Variante C , logMAG(S11, S22) in dB für SHORT

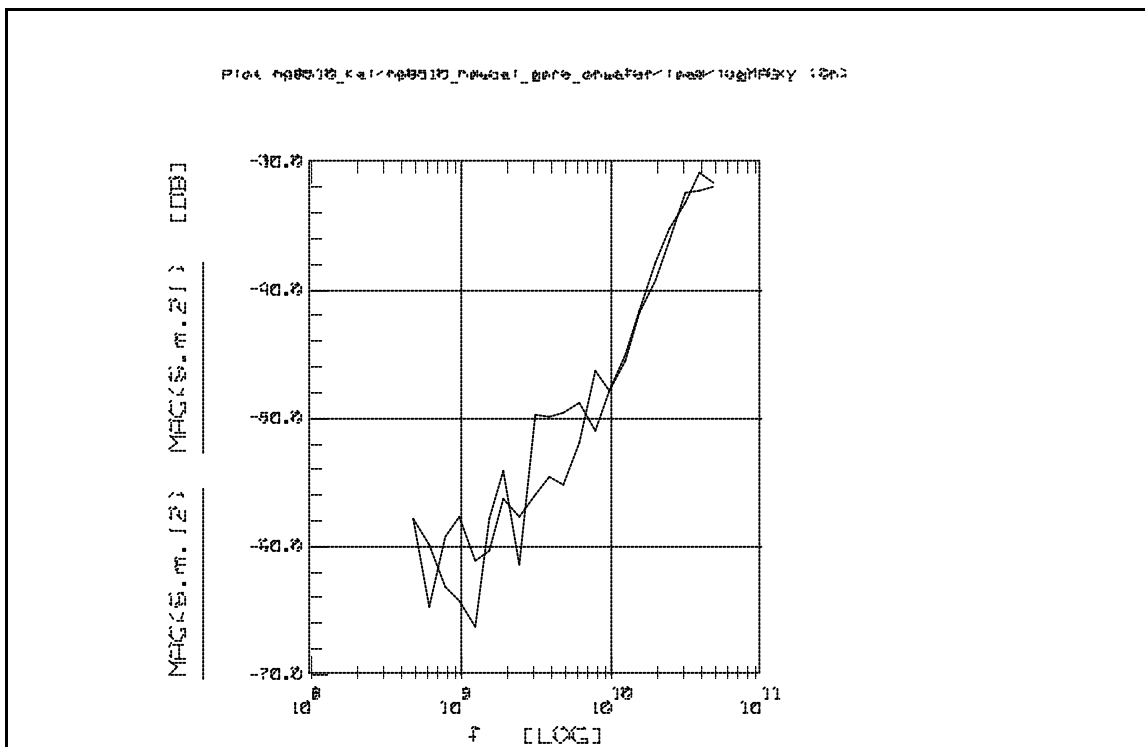


Bild 12: Variante C, logMAG(S21, S21) in dB für SHORT

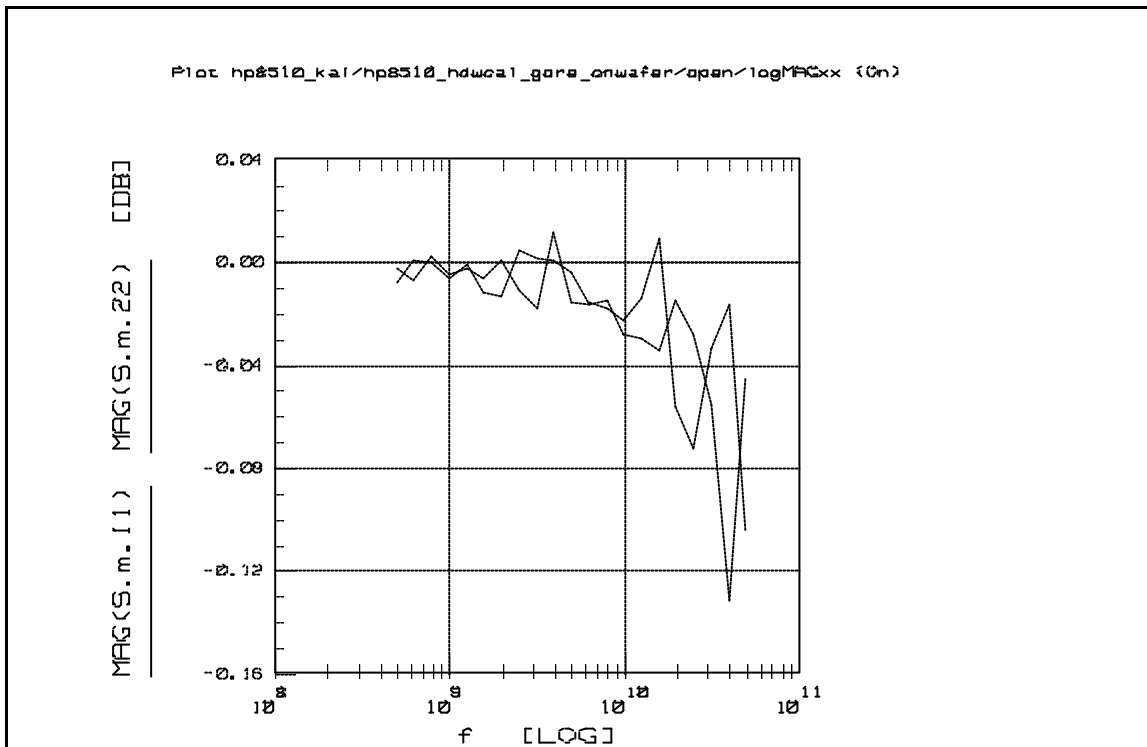


Bild 13: Variante C, logMAG(S11, S22) in dB für OPEN

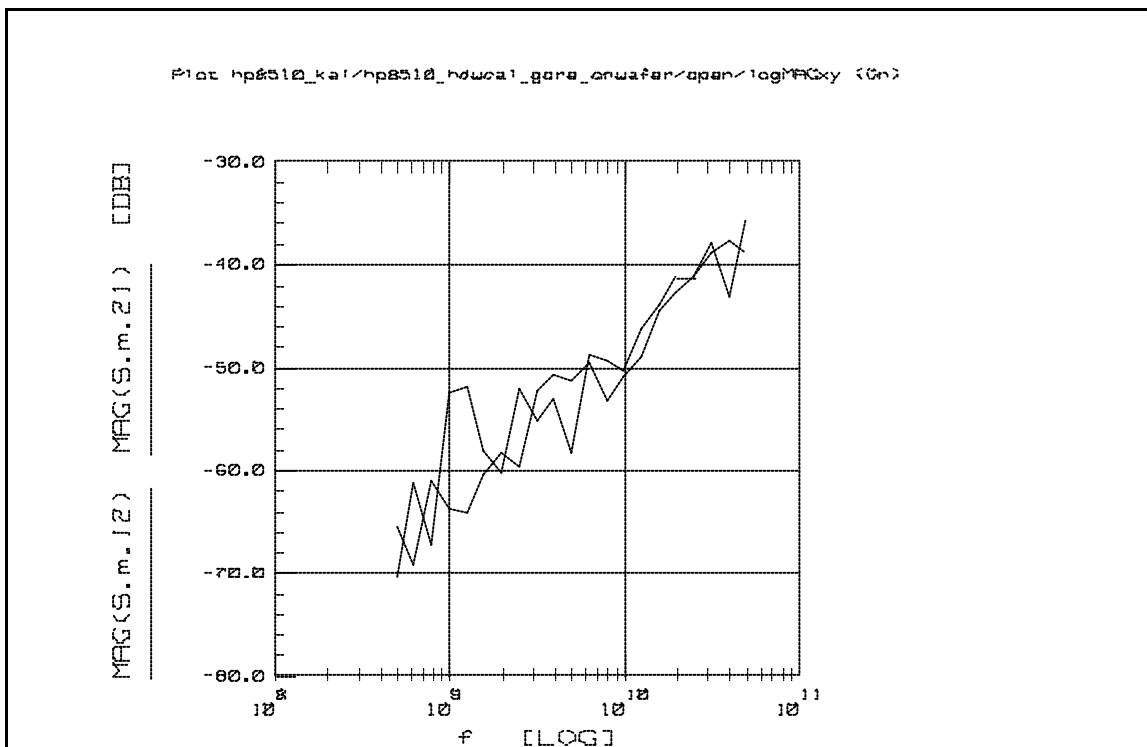


Bild 14: Variante C, logMAG(S21, S21) in dB für OPEN

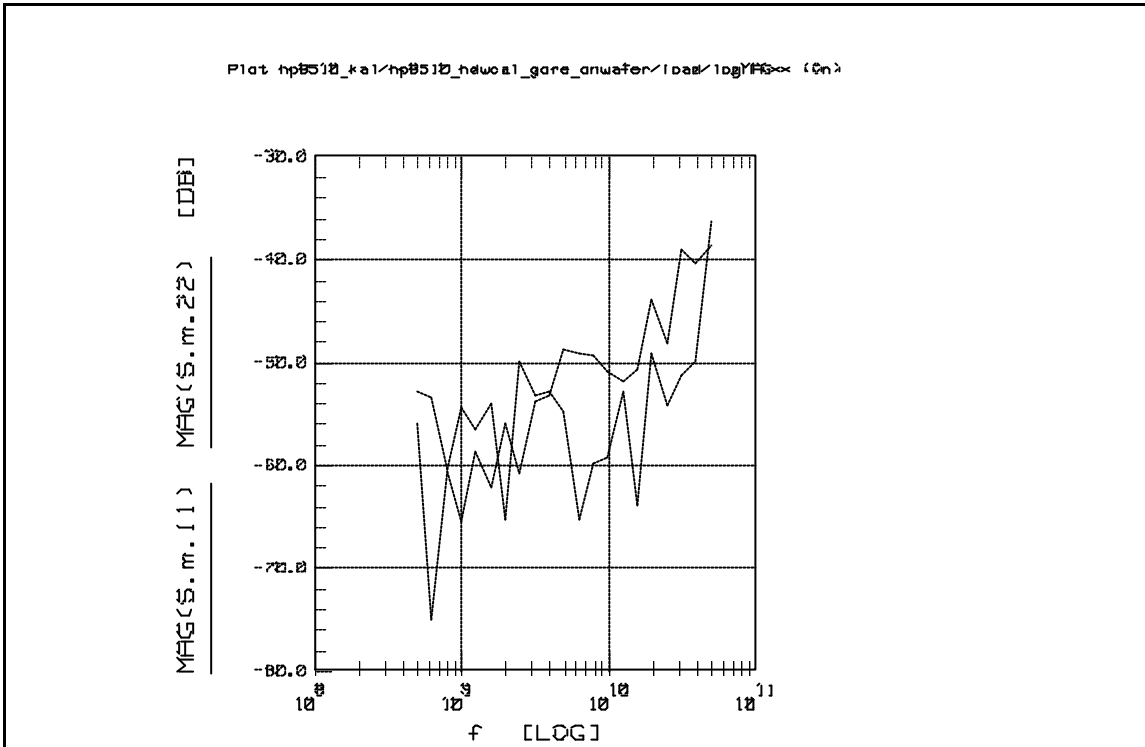


Bild 15: Variante C, logMAG(S11, S22) in dB für LOAD

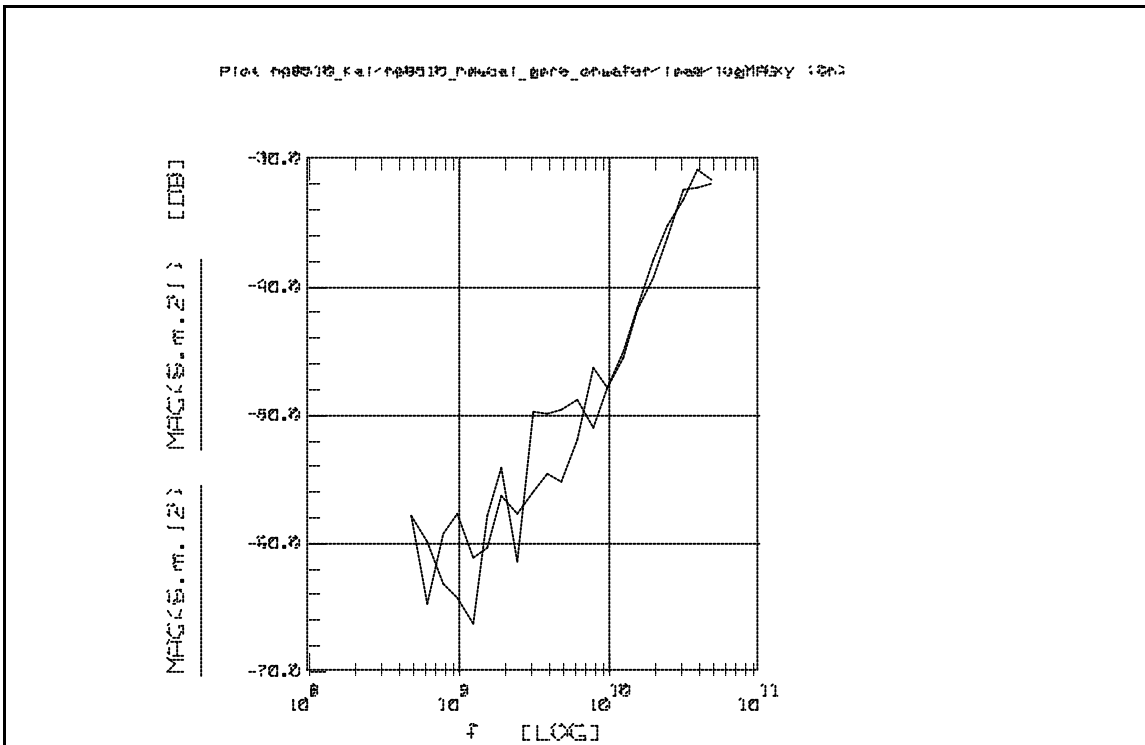


Bild 16: Variante C, logMAG(S21, S21) in dB für LOAD

6.4 Kennlinien Variante D: GORE - Kabel, ISS Software - Kalibrierung

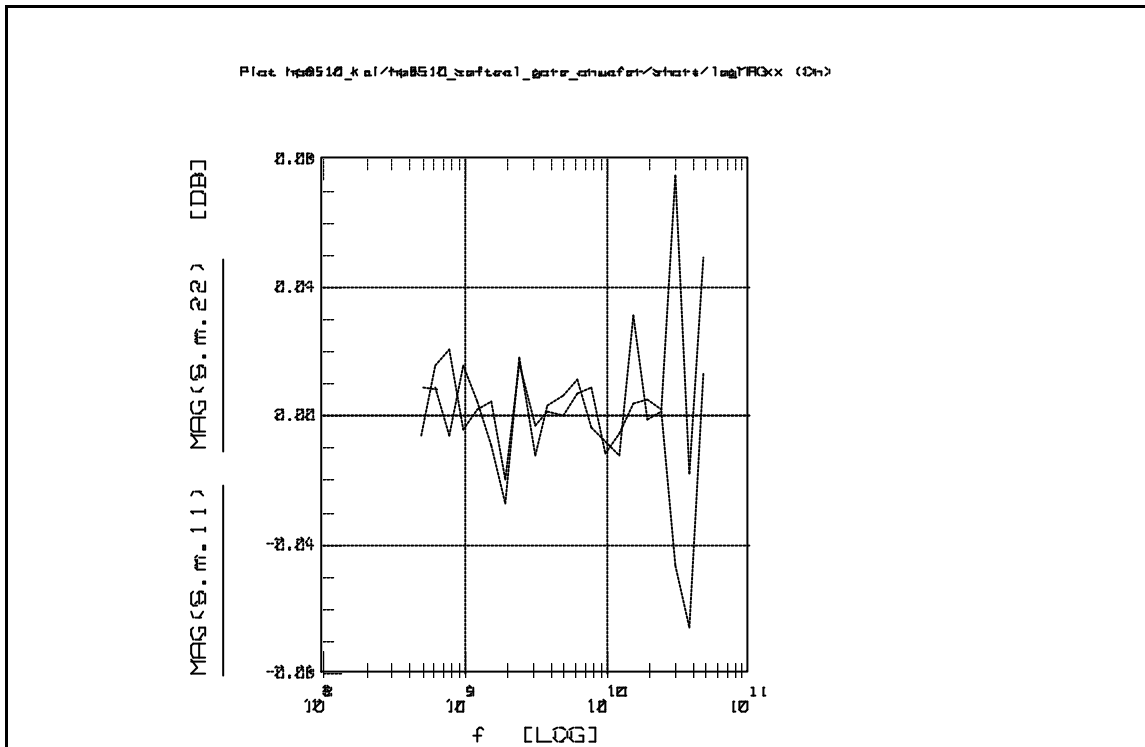


Bild 17: Variante D , logMAG(S11, S22) in dB für SHORT

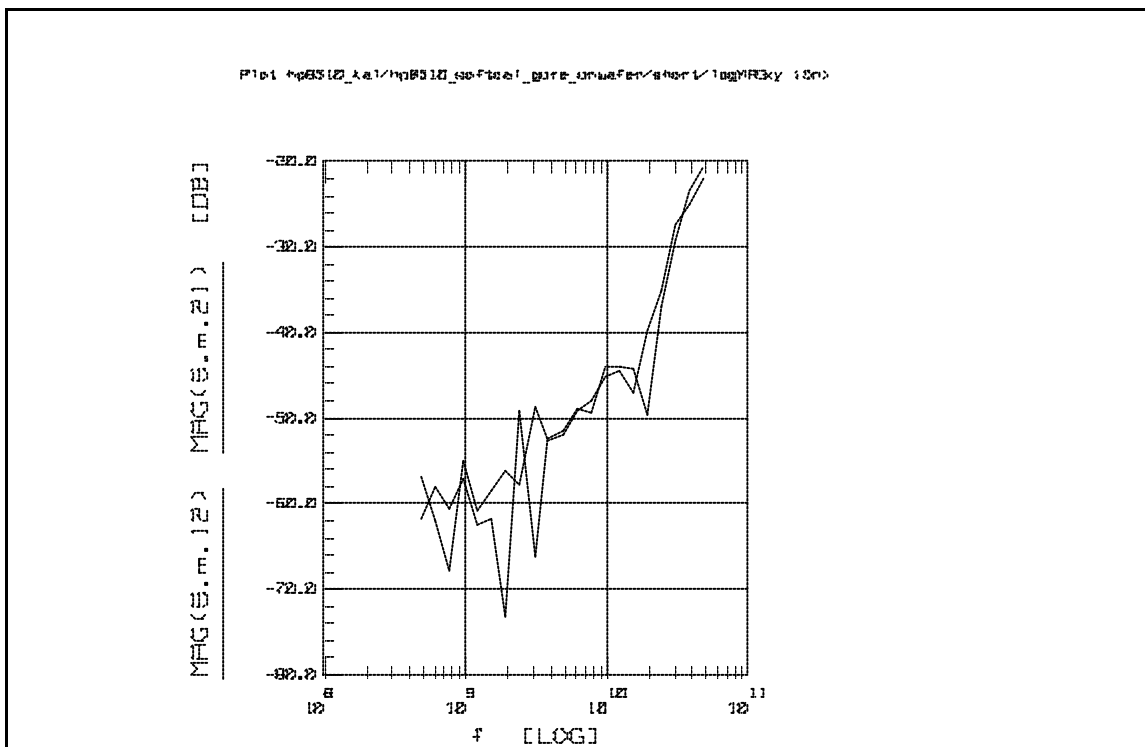


Bild 18: Variante D, logMAG(S21, S21) in dB für SHORT

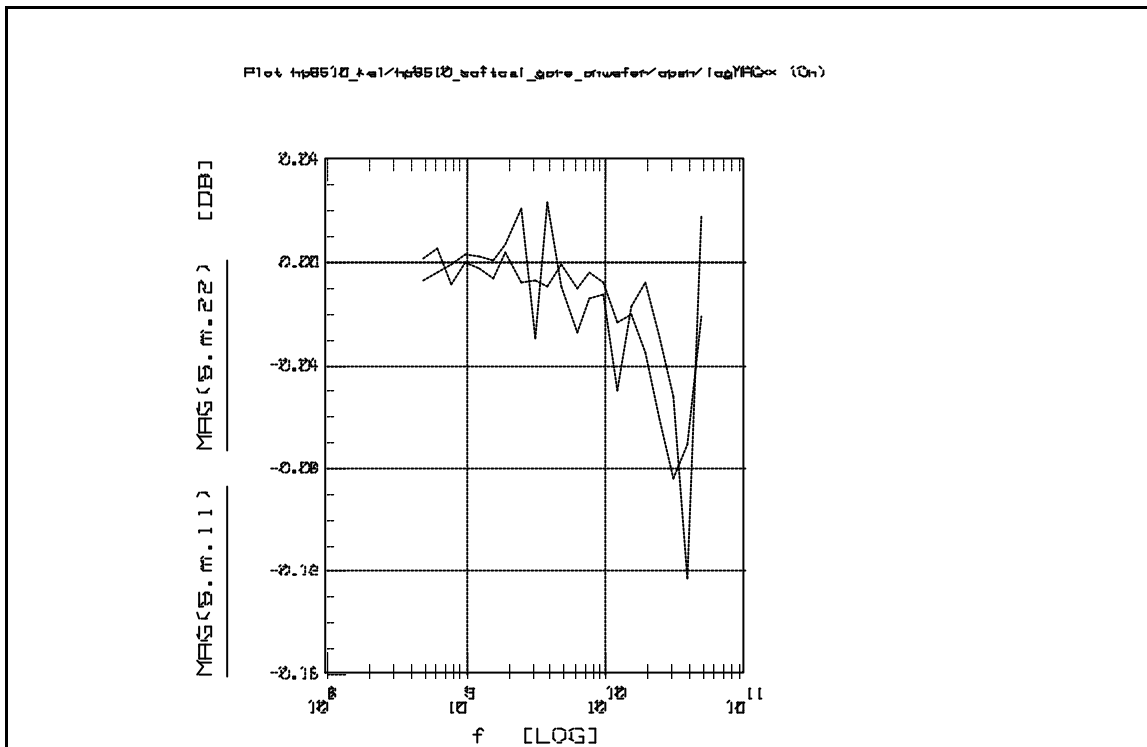


Bild 19: Variante D, logMAG(S11, S22) in dB für OPEN

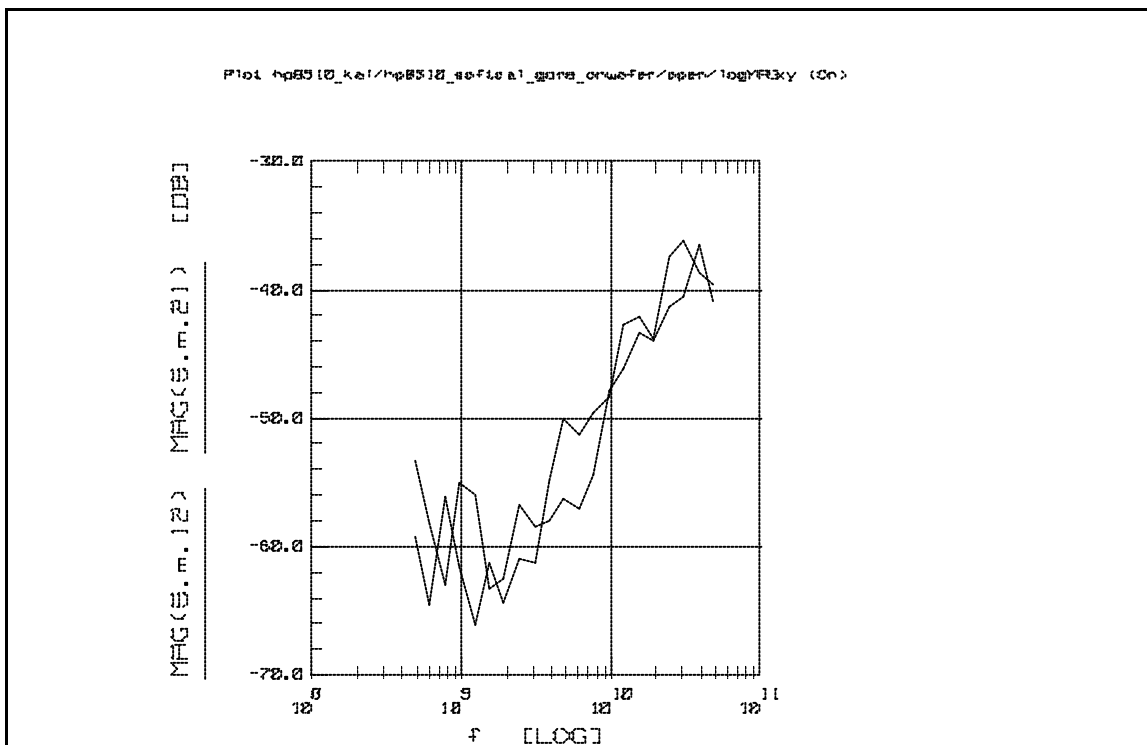


Bild 20: Variante D, logMAG(S21, S21) in dB für OPEN

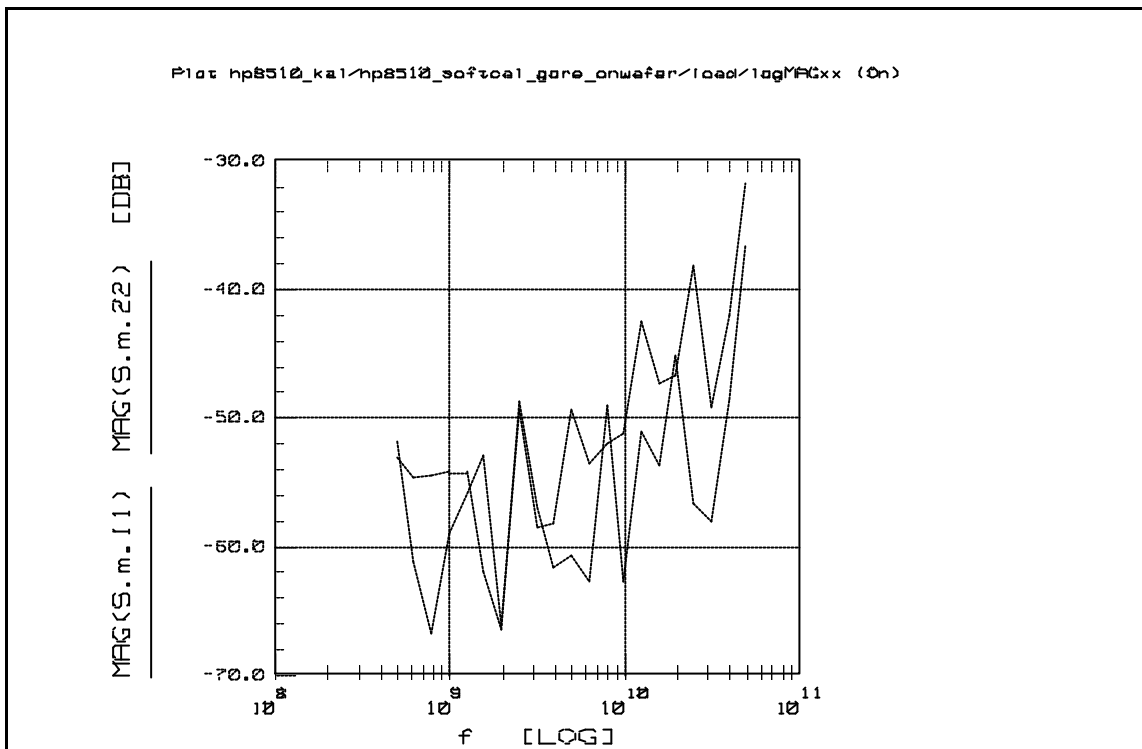


Bild 21: Variante D, logMAG(S11, S22) in dB für LOAD

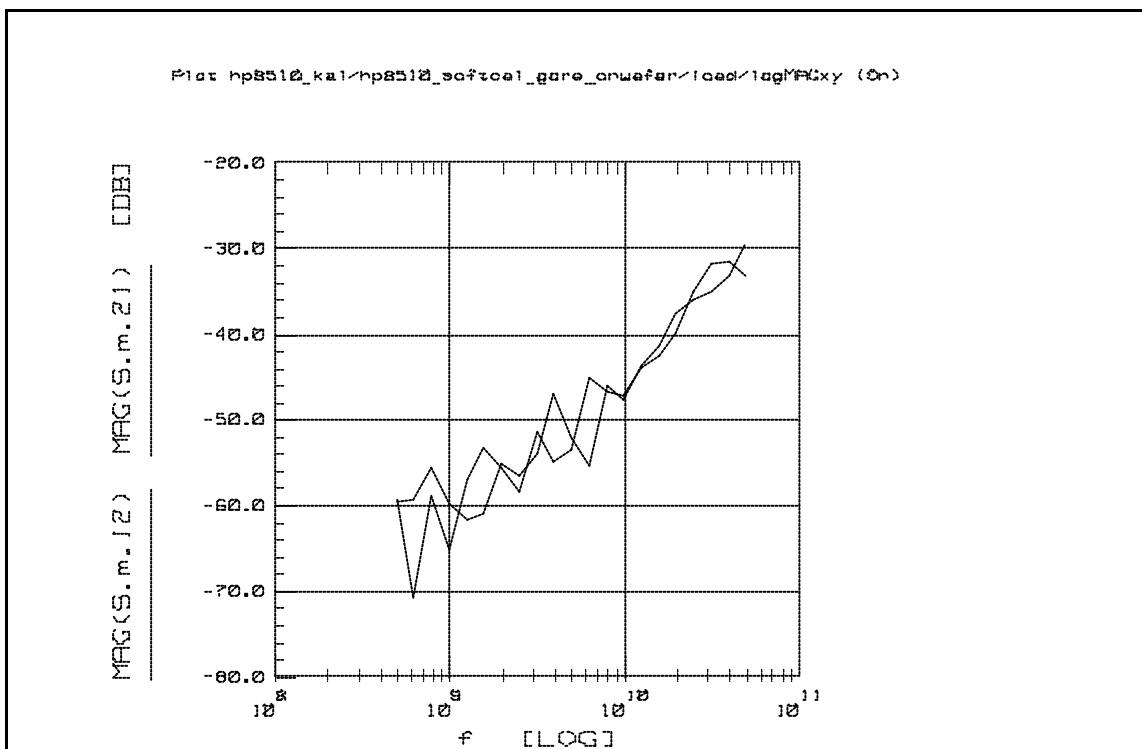


Bild 22: Variante D, logMAG(S21, S21) in dB für LOAD

6.5 Kennlinien Variante E: SUHNER - Kabel, ISS Software - Kalibrierung

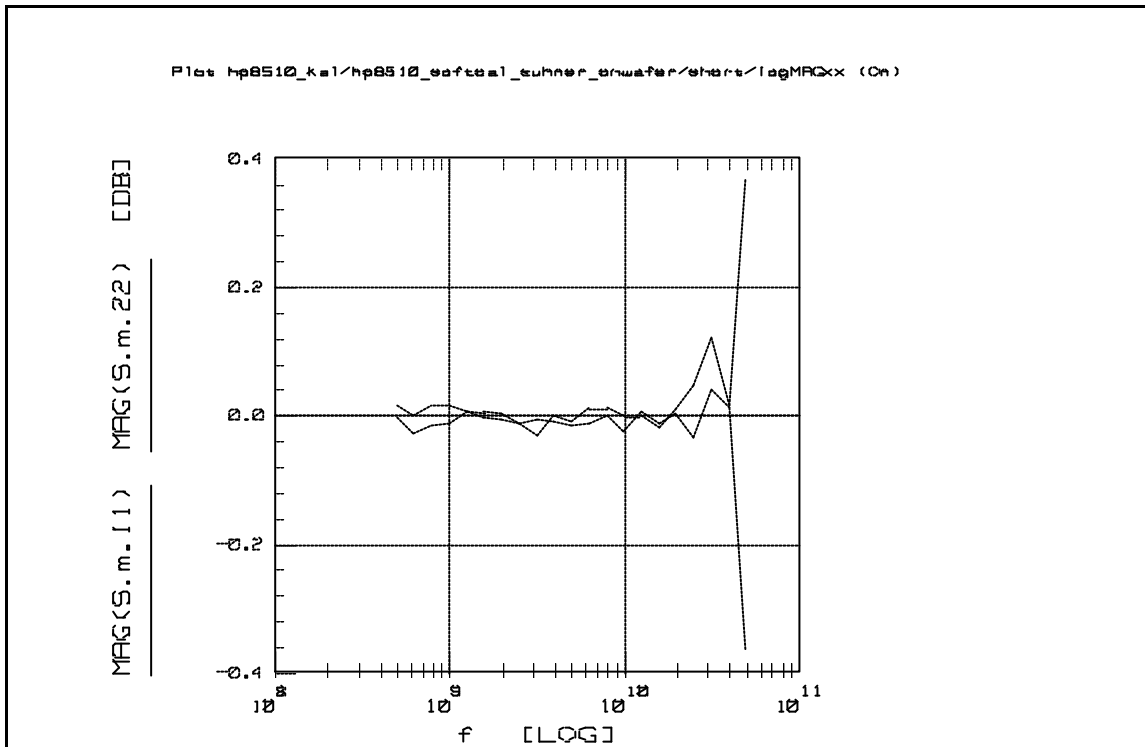


Bild 23: Variante E , logMAG(S11, S22) in dB für SHORT

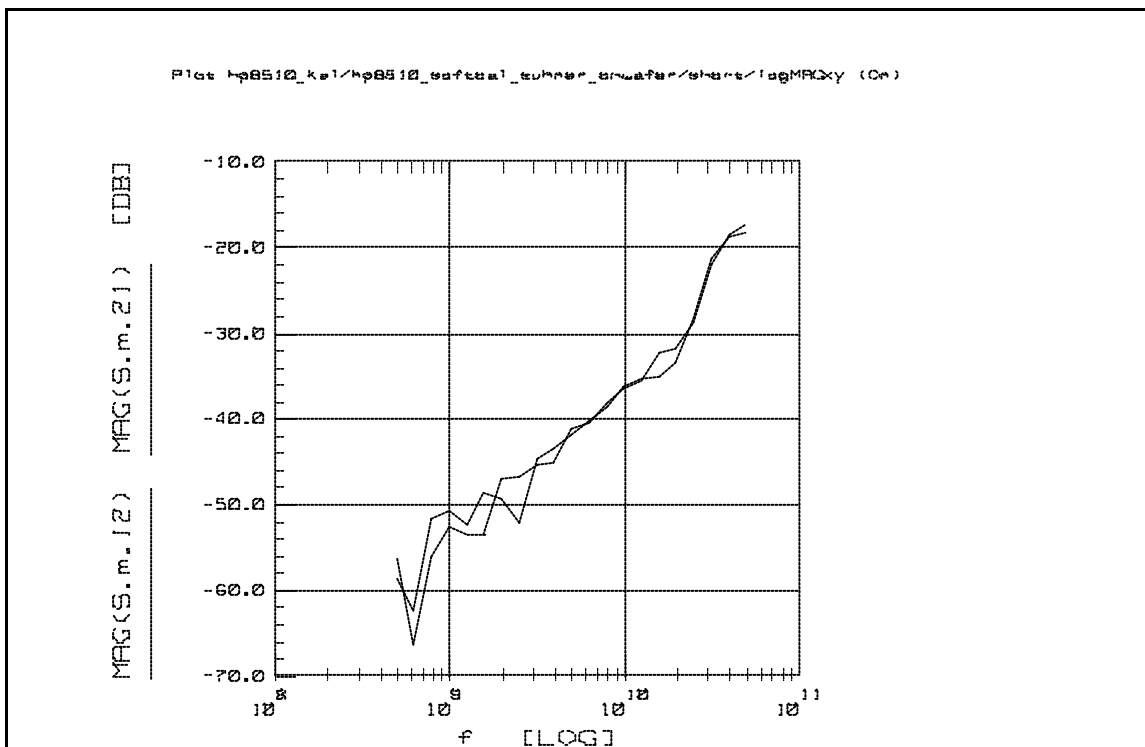


Bild 24: Variante E, logMAG(S21, S21) in dB für SHORT

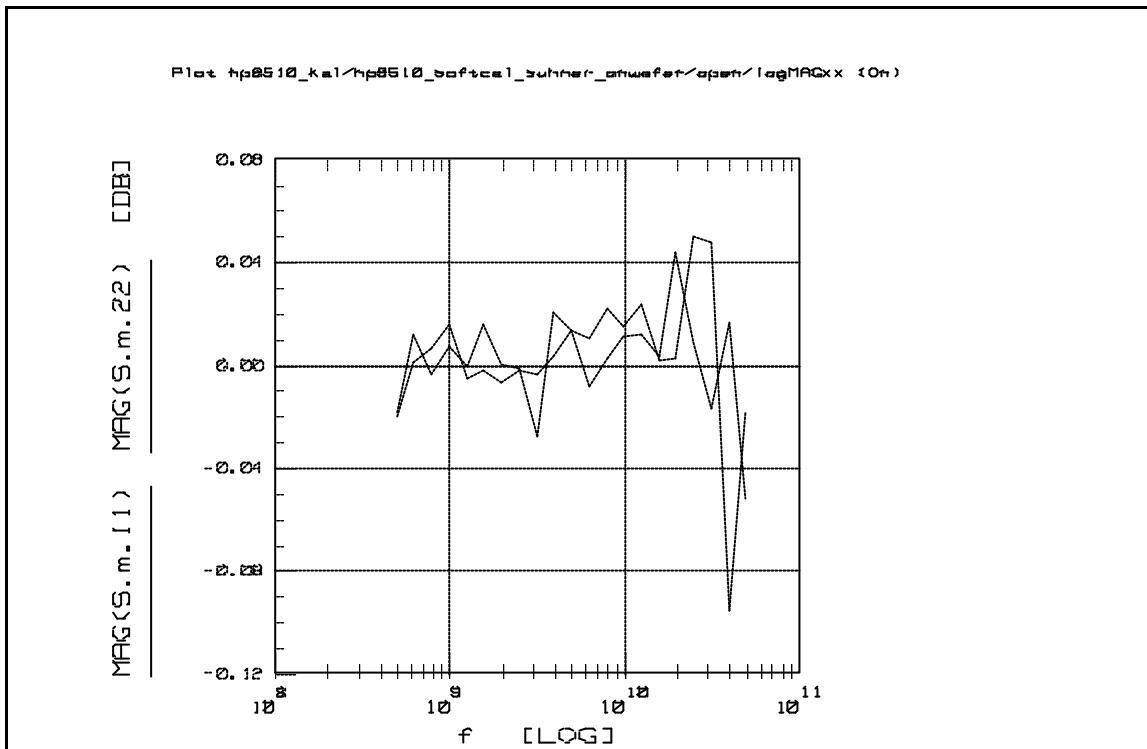


Bild 25: Variante E, logMAG(S11, S22) in dB für OPEN

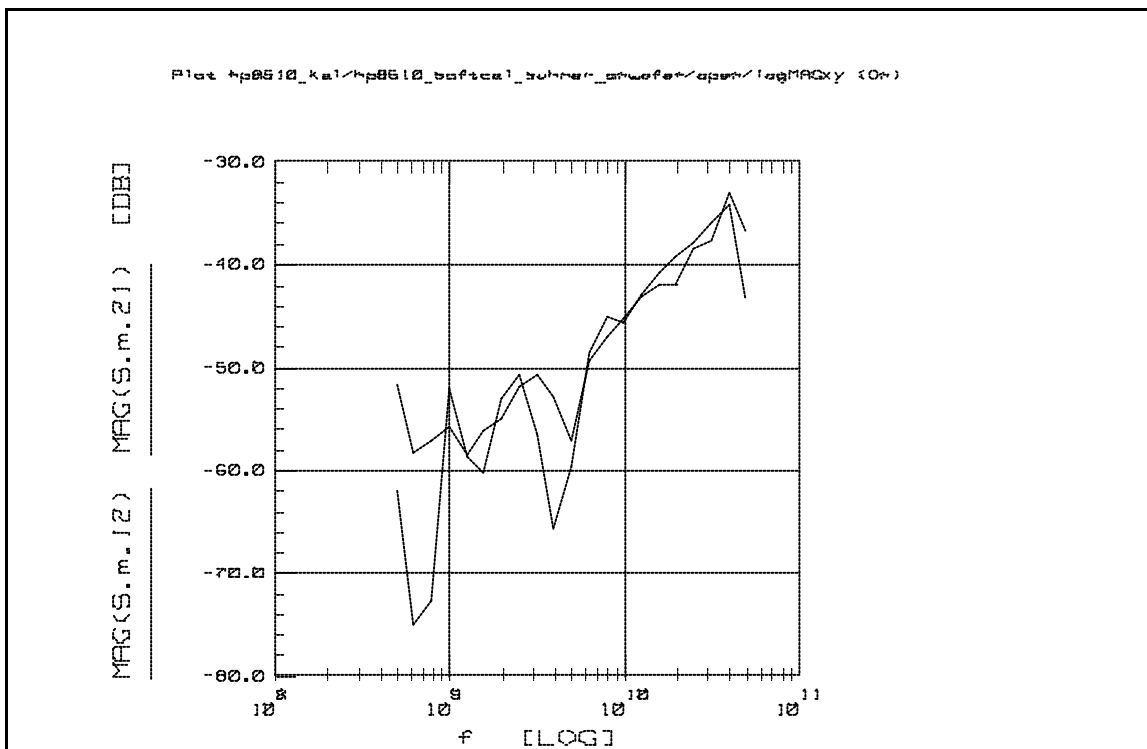


Bild 26: Variante E, logMAG(S21, S21) in dB für OPEN

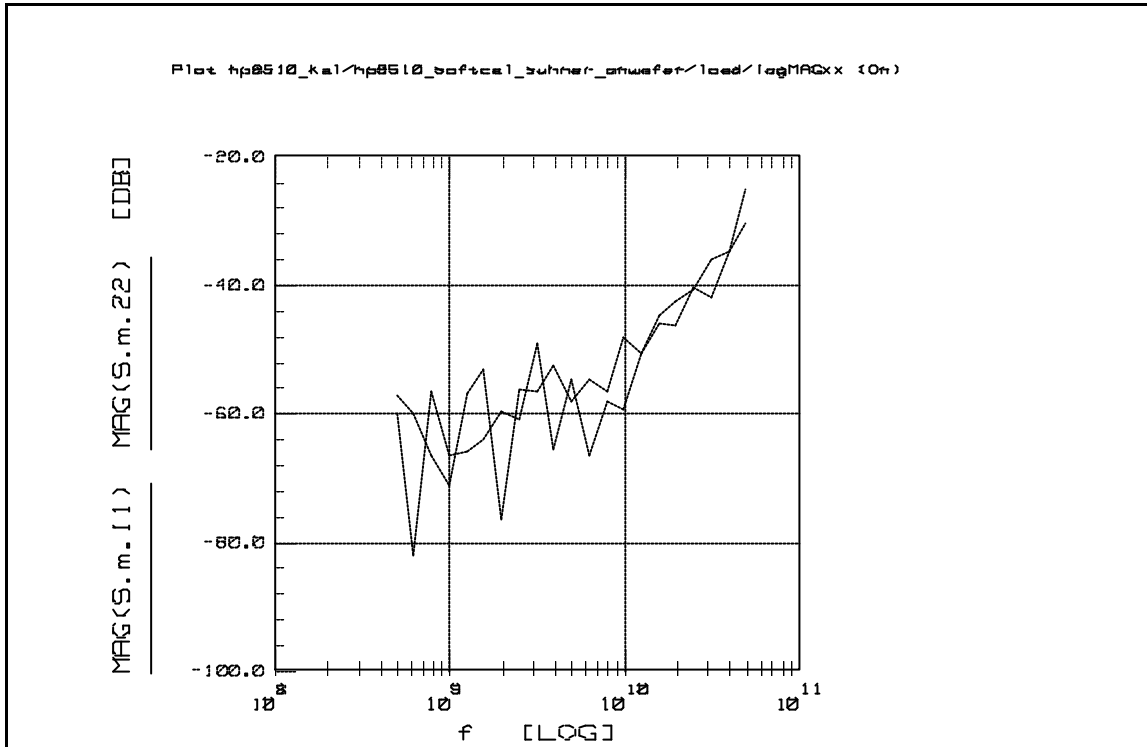


Bild 27: Variante E, logMAG(S11, S22) in dB für LOAD

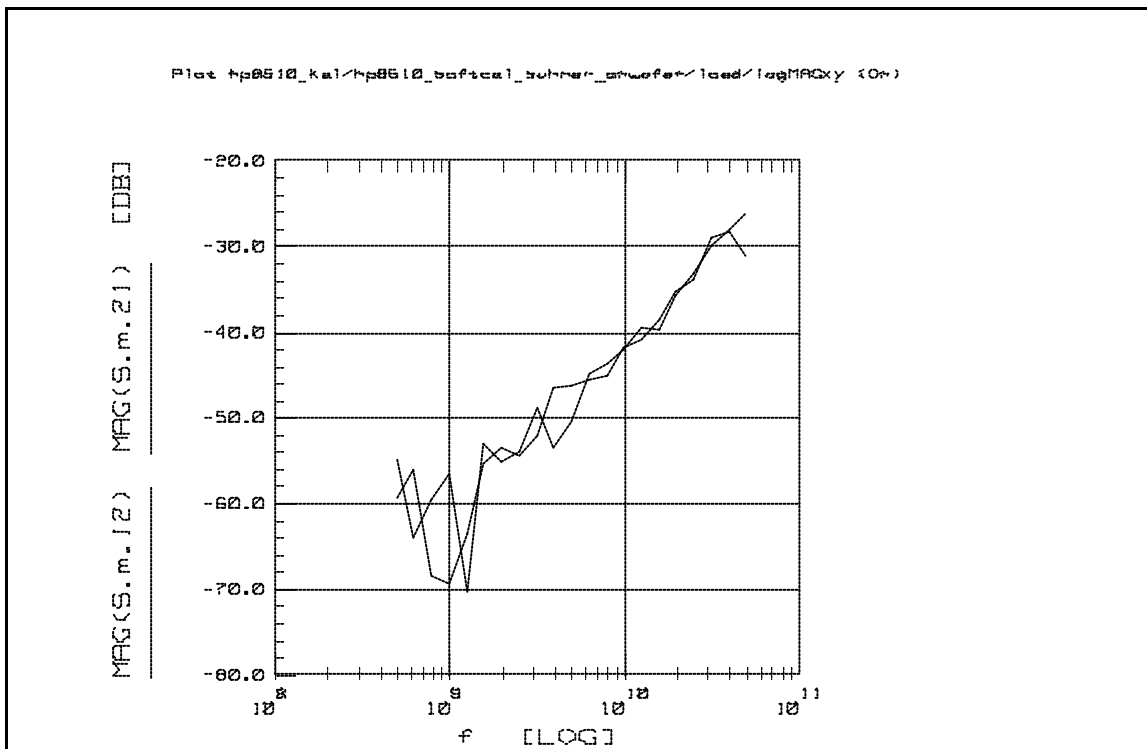


Bild 28: Variante E, logMAG(S21, S21) in dB für LOAD

6.6 Kennlinien im Vergleich SHORT

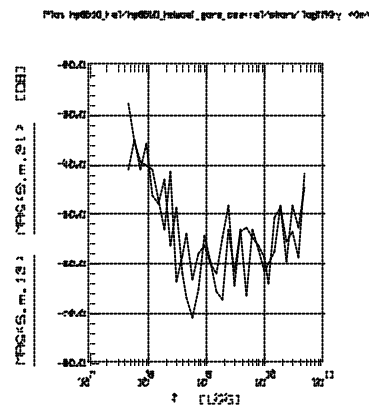
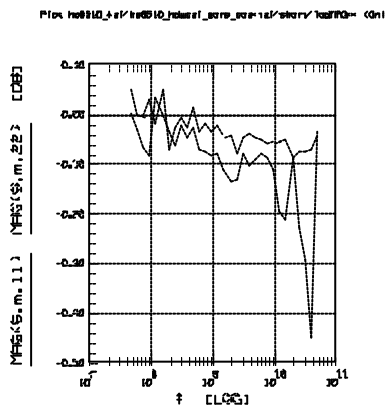
S11 SHORT

keine Meßwerte

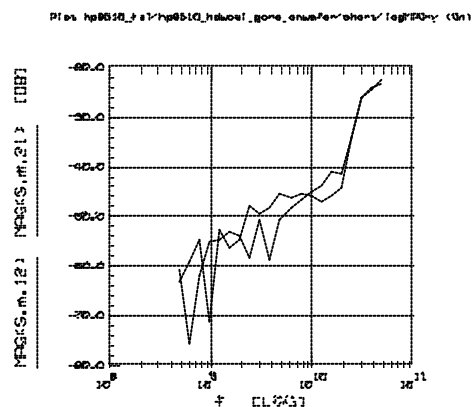
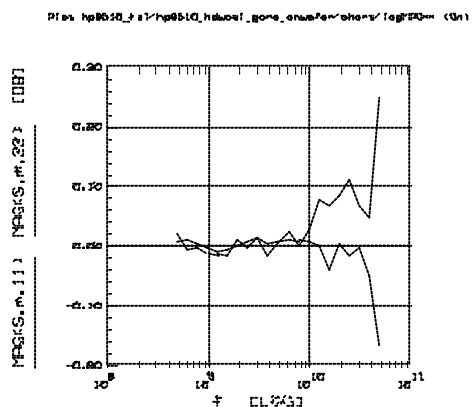
S21 SHORT

keine Meßwerte

Variante A: HP - Kabel Hardware Kalibrierung koaxial

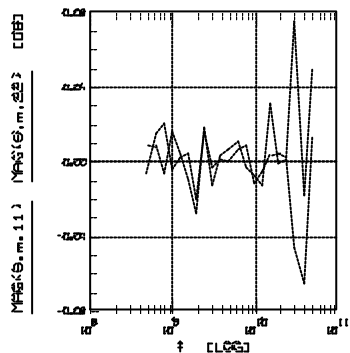


Variante B: GORE - Kabel Hardware Kalibrierung koaxial

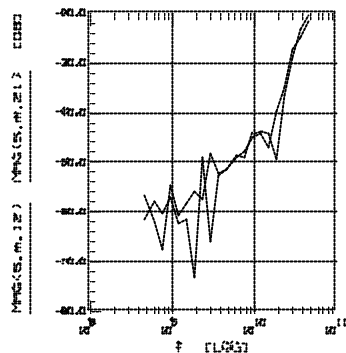


Variante C: GORE - Kabel Hardware Kalibrierung mit ISS

Plot: hp8510_2_e17hp8510_mfesa1_gore_america/short/1agf80-10a

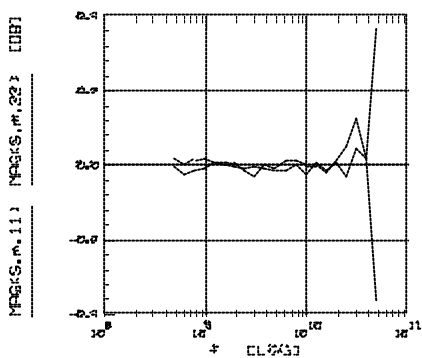


Plot: hp8510_2_e17hp8510_mfesa1_gore_america/short/1agf80-10a

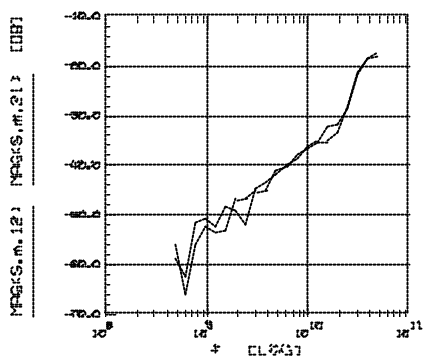


Variante D: GORE - Kabel Software Kalibrierung mit ISS

Plot: hp8510_2_e17hp8510_mfesa1_suhner_america/short/1agf80-10a



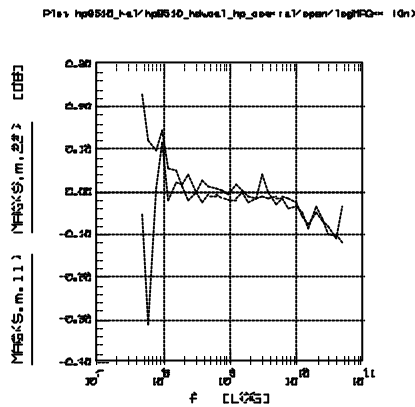
Plot: hp8510_2_e17hp8510_mfesa1_suhner_america/short/1agf80-10a



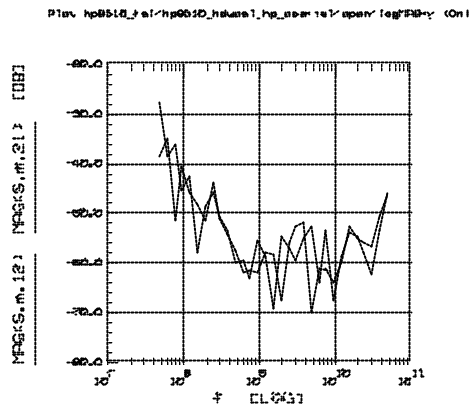
Variante E: SUHNER - Kabel Software Kalibrierung mit ISS

6.7 Kennlinien im Vergleich OPEN

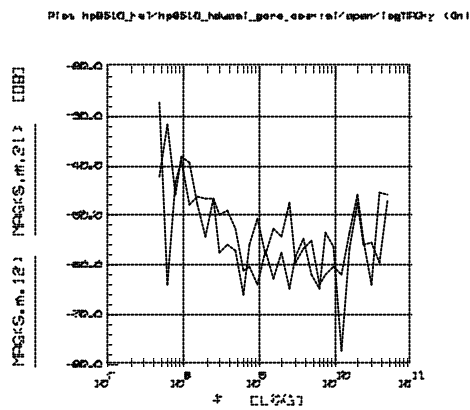
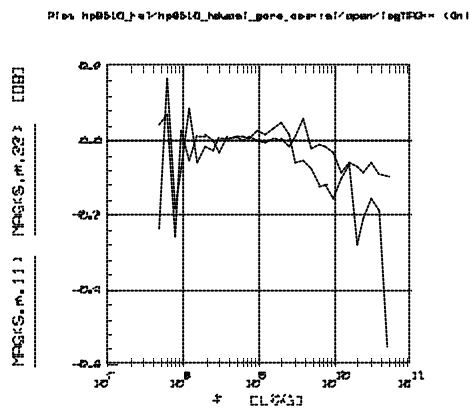
S11 OPEN



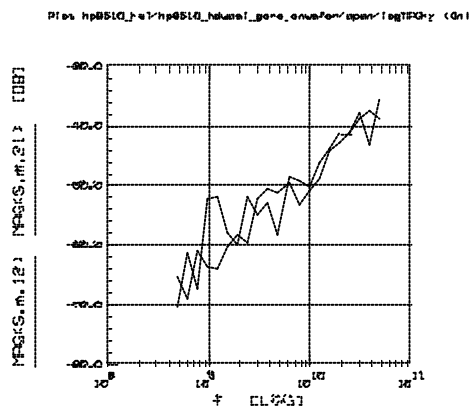
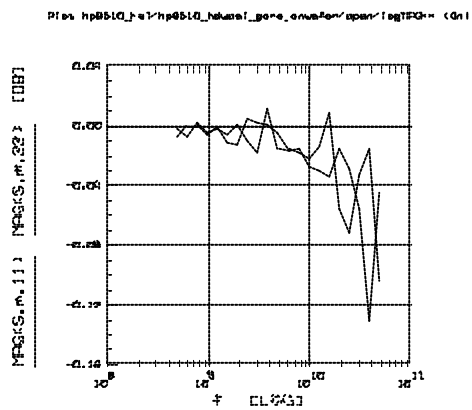
S21 OPEN



Variante A: HP - Kabel Hardware Kalibrierung koaxial

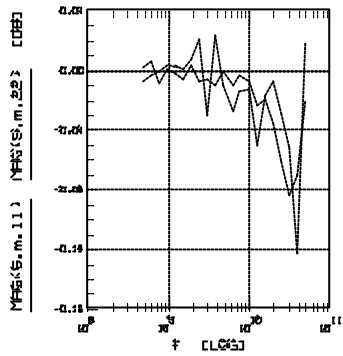


Variante B: GORE - Kabel Hardware Kalibrierung koaxial

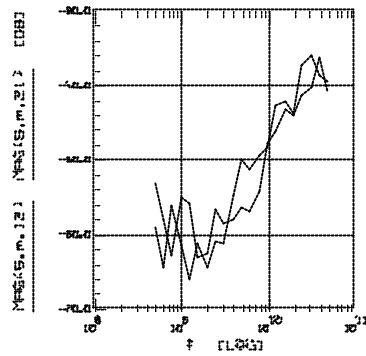


Variante C: GORE - Kabel Hardware Kalibrierung mit ISS

Plot: h:\p810_je1\h810_software\gore_software\open\logFRD= 1Dn1

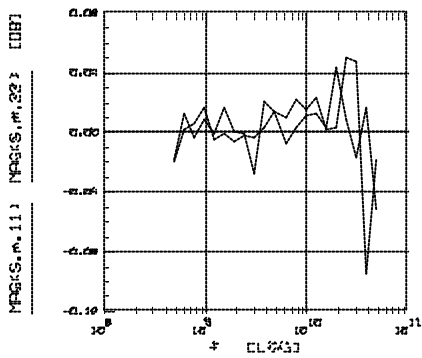


Plot: h:\p810_je1\h810_software\gore_software\open\logFRD= 0Dn2

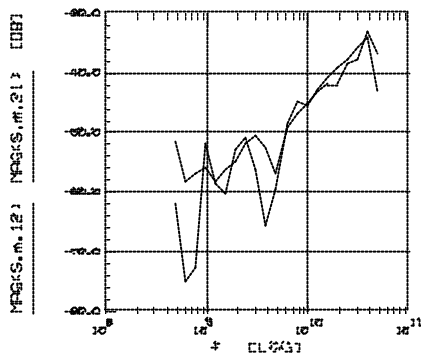


Variante D: GORE - Kabel Software Kalibrierung mit ISS

Plot: n:\p810_je1\h810_software\suhner_software\open\logFRD= 10n1



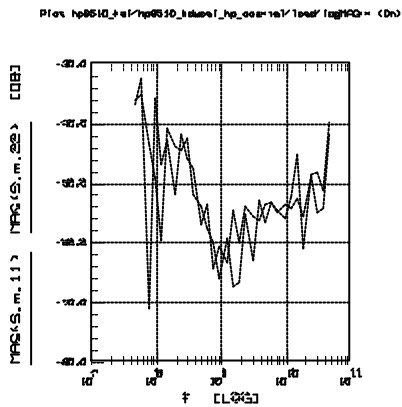
Plot: n:\p810_je1\h810_software\suhner_software\open\logFRD= 10n2



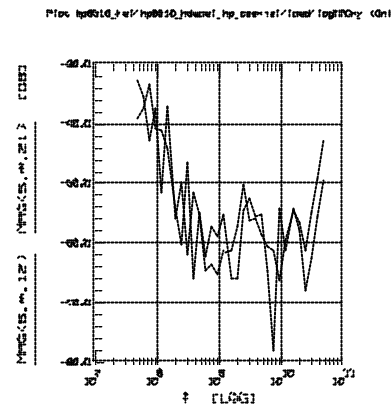
Variante E: SUHNER - Kabel Software Kalibrierung mit ISS

6.8 Kennlinien im Vergleich LOAD

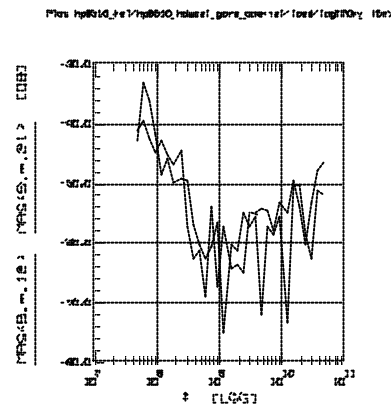
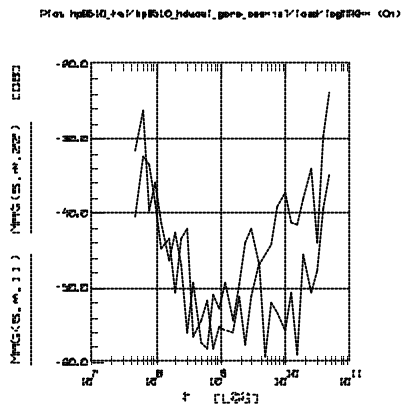
S11 LOAD



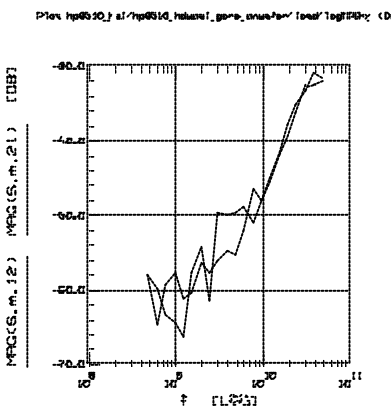
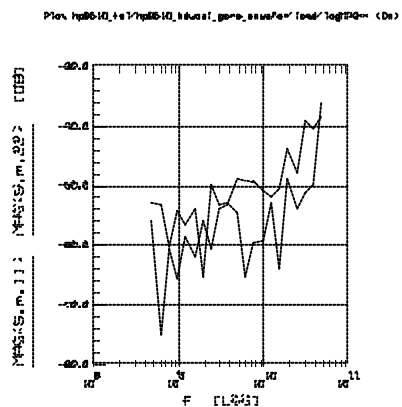
S21 LOAD



Variante A: HP - Kabel Hardware Kalibrierung koaxial

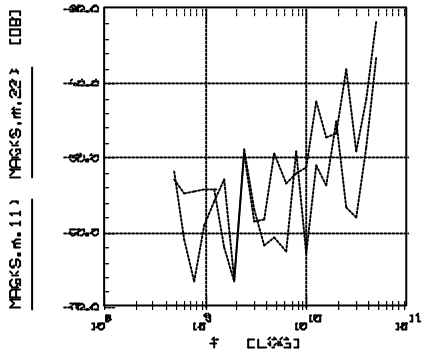


Variante B: GORE - Kabel Hardware Kalibrierung koaxial

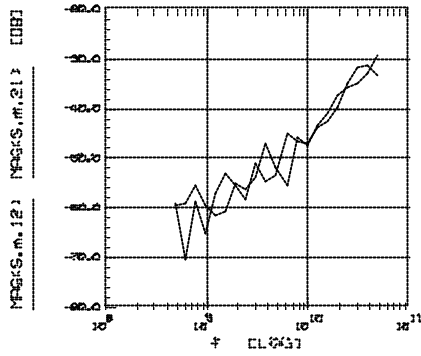


Variante C: GORE - Kabel Hardware Kalibrierung mit ISS

Pfad: hp8510_1\hp8510_software_gore_enuer\load\logf80m (On)

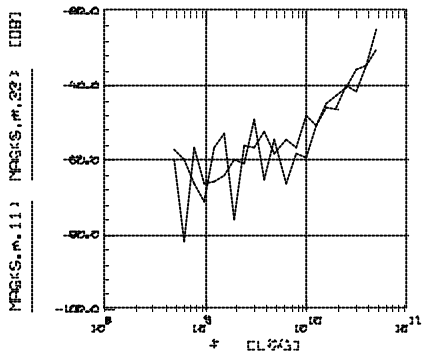


Pfad: hp8510_1\hp8510_software_gore_enuer\load\logf80m (On)

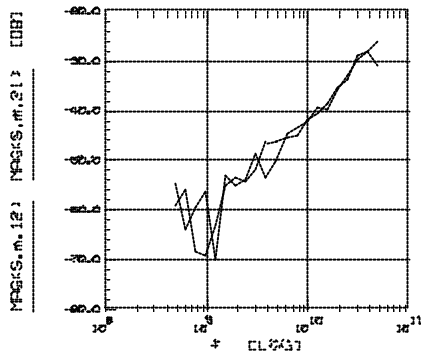


Variante D: GORE - Kabel Software Kalibrierung mit ISS

Pfad: hp8510_1\hp8510_software_suhner_enuer\load\logf80m (On)



Pfad: hp8510_1\hp8510_software_suhner_enuer\load\logf80m (On)



Variante E: SUHNER - Kabel Software Kalibrierung mit ISS

7 Zusammenfassung

Folgende Fragen waren zu beantworten:

Ist eine koaxiale Kalibrierung (Variante B) besser als eine ISS - Kalibrierung (Variante C) ?

Ist eine Hardware - Kalibrierung (Variante C) besser als eine Software - Kalibrierung (D) ?

Können die SUHNER - Kabel mit dem HP8510 verwendet werden ?

Der Vergleich der Meßkurven zeigt:

SHORT S11:

- koaxiale Kalibrierung (< 0.5 dB) ist schlechter als ISS - Kalibrierung (< 0.2 dB)
- Hardware- und Software - Kalibrierung etwa gleich gut (< 0.1 dB)
- SUHNER - Kabel (Spec nur bis 26.5 Ghz) sind bis 20 Ghz < 0.04 dB, steigen bis auf 0.4 dB bei 50 GHz

SHORT S21:

- bei allen Varianten „Badewannenkurve“ , bei 50 MHz - 30 dB, bei 1 GHz $< - 50$ dB, bei 50 GHz $< - 20$ dB

OPEN S11:

- koaxiale Kalibrierung (< 0.1 dB) etwa gleich mit als ISS - Kalibrierung (< 0.12 dB)

OPEN S21:

- bei allen Varianten $< - 30$ dB

LOAD S11:

- bei Variante A - D < -30 dB, Variante E (SUHNER - Kabel) < -20 dB
- koaxiale Kalibrierung ($< - 30$ dB) ist schlechter als ISS - Kalibrierung ($< - 40$ dB)
- Hardware- und Software - Kalibrierung etwa gleich gut

LOAD S21:

- bei allen Varianten < -30 dB, kein wesentlicher Unterschied

Zusammenfassend kann gesagt werden:

- **Die koaxiale Kalibrierung ist schlechter als ISS - Kalibrierung.**
- **Hardware- und Software - Kalibrierung sind etwa gleich gut.**
- **SUHNER - Kabel können bis 20 Ghz zusammen mit dem HP8510 eingesetzt werden.**