

Am 1.08.2010 war es soweit, die 2te Version (V1.1) der Huckepack-Platine wurde in Betrieb genommen und vermessen (Abbildung 1).

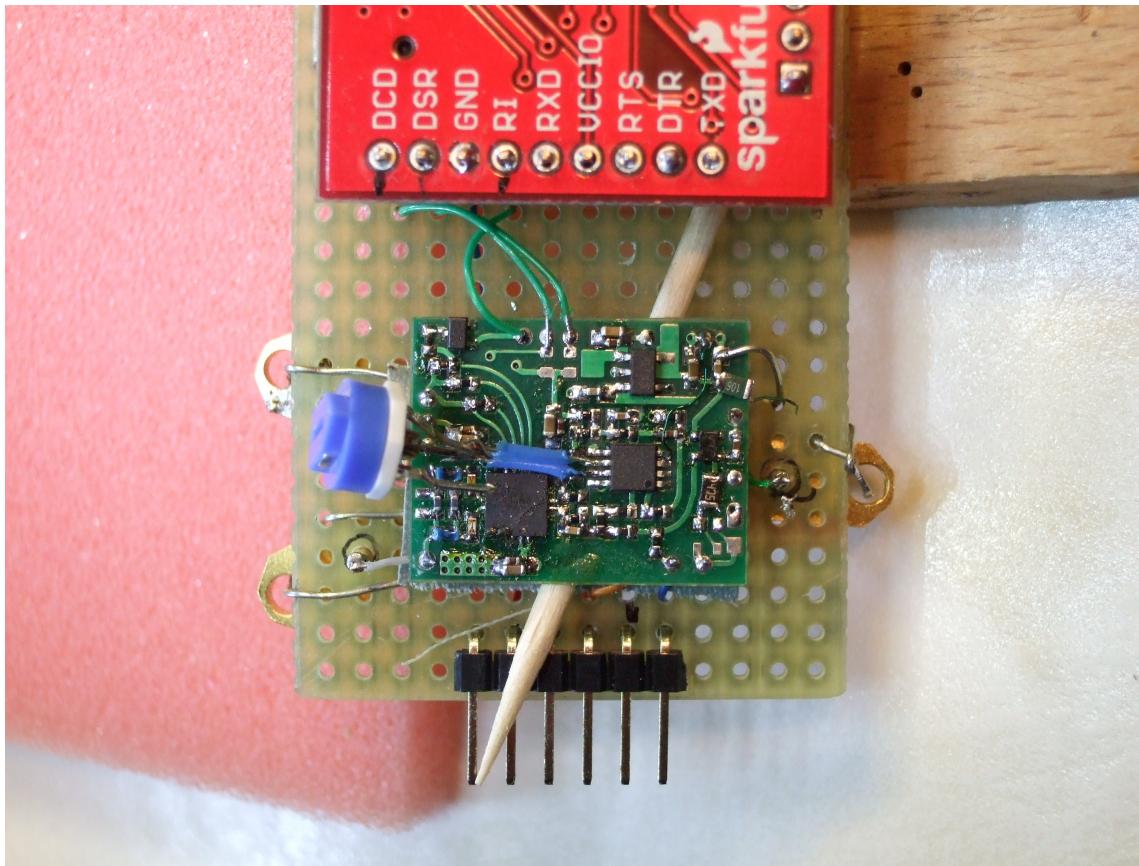


Abbildung 1: Input Stage V1.1

Oben – die /CS, SDIO und SCLK Leitungen zum Programmieren des LMH6518, die zum Zweck dieser Messung hier noch vom PC gesteuert werden.

Unten – das Power-Interface (-2.5 V, 0 V = GND, +2.5 V, +3.3 V, +5.8 V) – alles Spannungen, die im W20xx verfügbar sind.

Der LMH6518 beinhaltet 2 Verstärkungskanäle (der 2. für eventuellen Trigger). Durch Abschalten des 2. Kanals reduziert sich der Strombedarf an dem 5 V-Regler von 236 mA auf 189 mA. Dadurch auch die Temperatur des LMH6518, den Finger kann man trotzdem nicht darauf halten.

Die Hauptgründe für die Wahl des LMH6518 sind:

- 1.) Eigenrauschen ca. 7x kleiner als bei der originalen Eingangsstufe des W20xx
- 2.) Programmierbare Verstärkung die Empfindlichkeiten bis 1 mV/div erlaubt
- 3.) Frequenzgang >600 MHz, damit sehr linear bis 200 MHz

Der Eingang wurde über SMA-Buchsen an einem Signalgenerator angeschlossen ( $50 \Omega$  System).

Die differentiellen Ausgänge des LMH6518 (2x  $50 \Omega$ ) wurden jeweils an einem Spektrum Analysator zur genauen Amplitudenerfassung und einem 1 GHz-DSO zur Signalform-Kontrolle ausgegeben.

Der Frequenzgang des LMH6518 kann in mehreren Stufen programmiert werden: 20 MHz, 100 MHz, 200 MHz, 350 MHz, 650 MHz und 750 MHz. Bereits mit der ersten PCB-Version (V1.0) wurde der Frequenzgang für die Einstellungen 20 MHz, 200 MHz und 350 MHz aufgenommen (Abbildung 2).

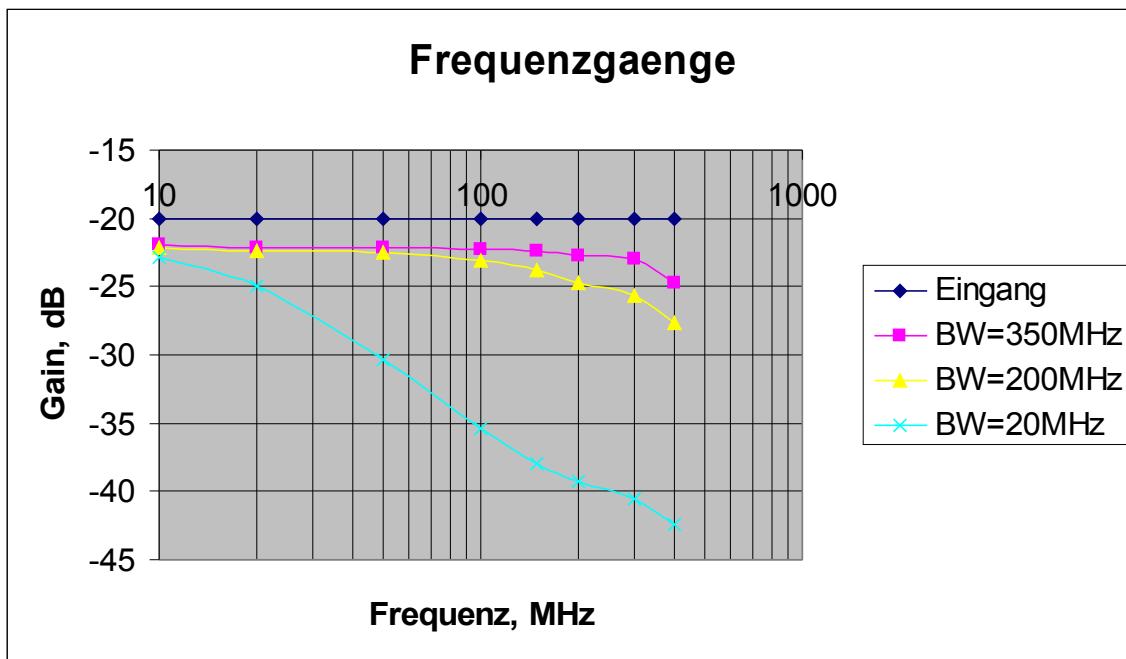
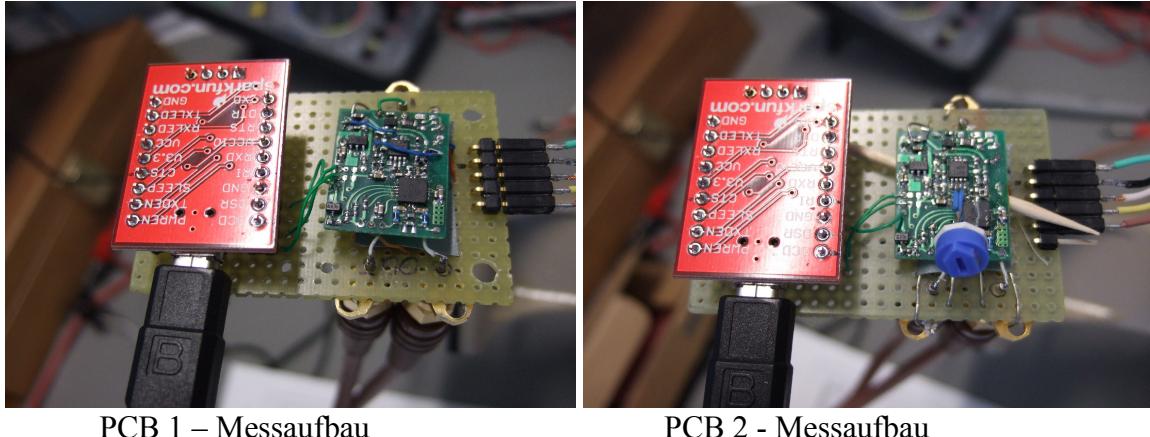


Abbildung 2: Frequenzgang der Version V1.0

Das Gesamtkonzept sieht vor, dass die Ausgänge dieses Verstärkers an den Eingängen von U12 (AD8131) des W20xx über eine differentielle LC-Tiefpass-Filterstufe angeschlossen werden. Mit der zusätzlichen x2 Verstärkung des AD8131 beträgt, wie bereits früher vorgeschlagen, der maximal notwendige Pegel am Ausgang des LMH6518  $1172 \text{ mVpp} / 2 = 586 \text{ mVpp}$  differentiell oder  $293 \text{ mVpp}$  single ended bzw.  $146.5 \text{ mVp}$  (entspr.  $-6.68 \text{ dBm}$ ).

Ein Full Scale Signal an jedem der Ausgänge muss demnach ca.  $-6.7 \text{ dBm}$  betragen. Die Vorgehensweise war also das Eingangssignal so einzustellen, dass zunächst bei geringster Verstärkung der Ausgangspegel bei 100 MHz ca.  $-6.7 \text{ dBm}$  beträgt. In der ersten Messung ist dies mit  $-4 \text{ dBm}$  am Eingang gelungen, was bei einem 1:1 Eingangsteiler am Oszi einer Eingangsempfindlichkeit von  $50 \text{ mV/div}$  entspricht. Bei maximaler Untersetzung des Eingangsteilers von 100:1 entspräche dies  $5 \text{ V/div}$ .

## Messergebnisse bei verschiedenen Verstärkungsfaktoren:



PCB 1 – Messaufbau

PCB 2 - Messaufbau

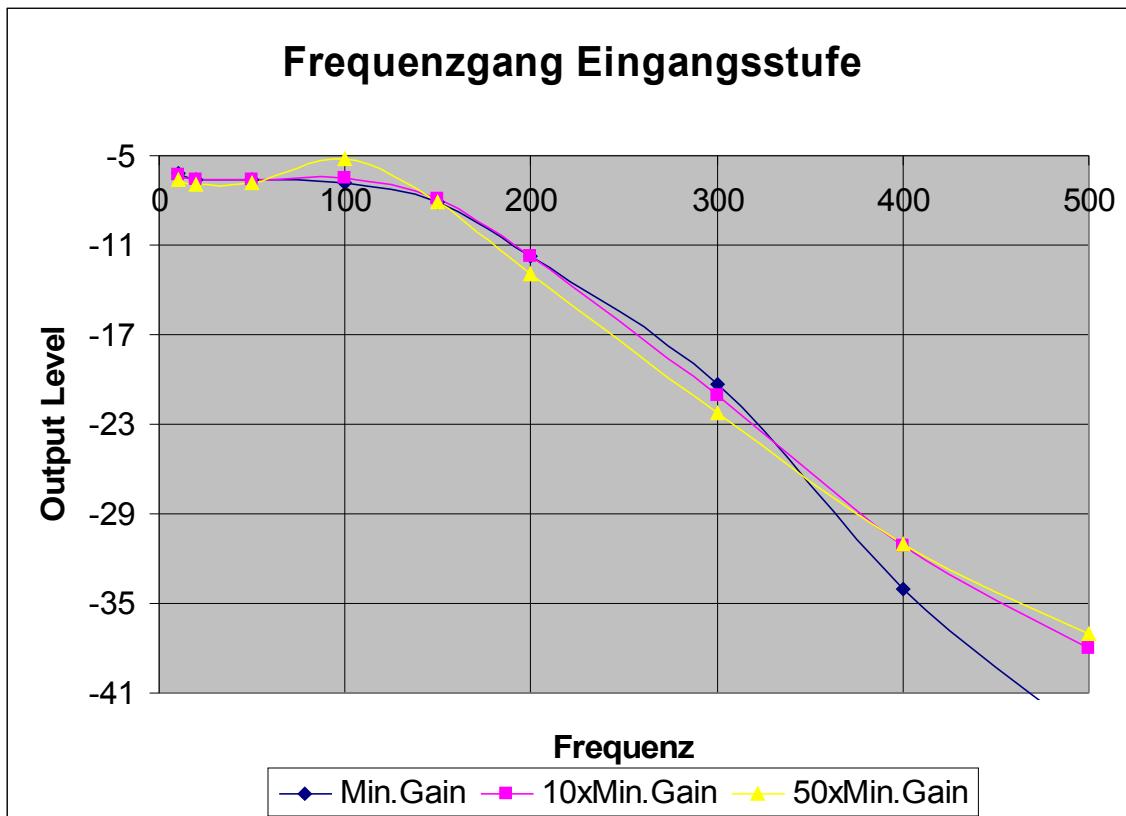


Abbildung 3: Frequenzgang bei Verstärkungen „minimal“, 10x und 50x. Entsprechende Registerprogrammierung: „00050A“; „000500“; „000513“

Der Frequenzgang (Abbildung 3) zeigt eine geringe Abhängigkeit von der Verstärkung. Der ~6 dB - Abfall bei 200 MHz wird durch gain peaking kompensiert, wenn die Last von derzeit 2x 50  $\Omega$  auf 2x 200  $\Omega$  beim Einbau ins Oszi geändert wird. Dies wurde bereits mit einer Spice-Simulation verifiziert.

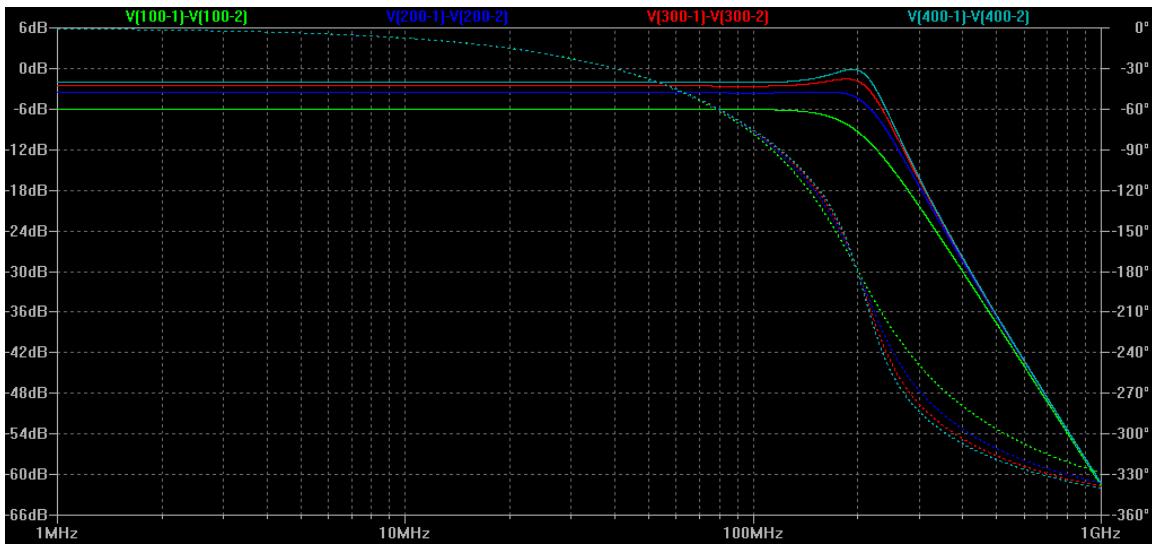


Abbildung 4: Lastabhängige Filterkurven, mit freundlicher Genehmigung von André :-)

Das LC-Filter erreicht in der Messung eine Unterdrückung von ca. 30 dB bei 500 MHz. Zur Aliasing-Unterdrückung auf etwa 1 LSB ( $\approx 1\%$ ) bräuchte man bis zu -40 dB bei 500 MHz. Unter Berücksichtigung des Verstärkungsverlaufs des darauf folgenden AD8131 (U12) ist dies jedoch realistisch erreichbar, zumal FS-Signale über 500 MHz in der Praxis sehr unwahrscheinlich sind.

Die Verstärkung lässt sich bei dem LMH6518 in 2 dB-Schritte genau einstellen. Dies bedeutet, unter worst-case Bedingungen muss mit maximal 1 dB Verstärkungsfehler nach der Kalibrierung gerechnet werden – das sind 12.2 %.

Durch den Aufbau und Vermessung von 2 Eingangsverstärkern war es möglich, die Abweichung der Verstärkung bei gleichen Einstellungen des LMH6518 zu prüfen. Der Unterschied betrug maximal 0.2 dB über die gesamte Verstärkungsbreite (x1 – x50) bei 100 MHz. Die gute Reproduzierbarkeit wird den Nachbau der Schaltung erleichtern.

Die o.a. Messergebnisse zeigen, dass das W20xx nach Einbau der beschriebenen Eingangsstufe und entsprechender Softwaremodifikation eine verstärkungsunabhängige 3 dB-Bandbreite von 200 MHz erreichen kann.

Zur Erinnerung ist in Abbildung 5 der originale Frequenzgang noch einmal abgebildet.

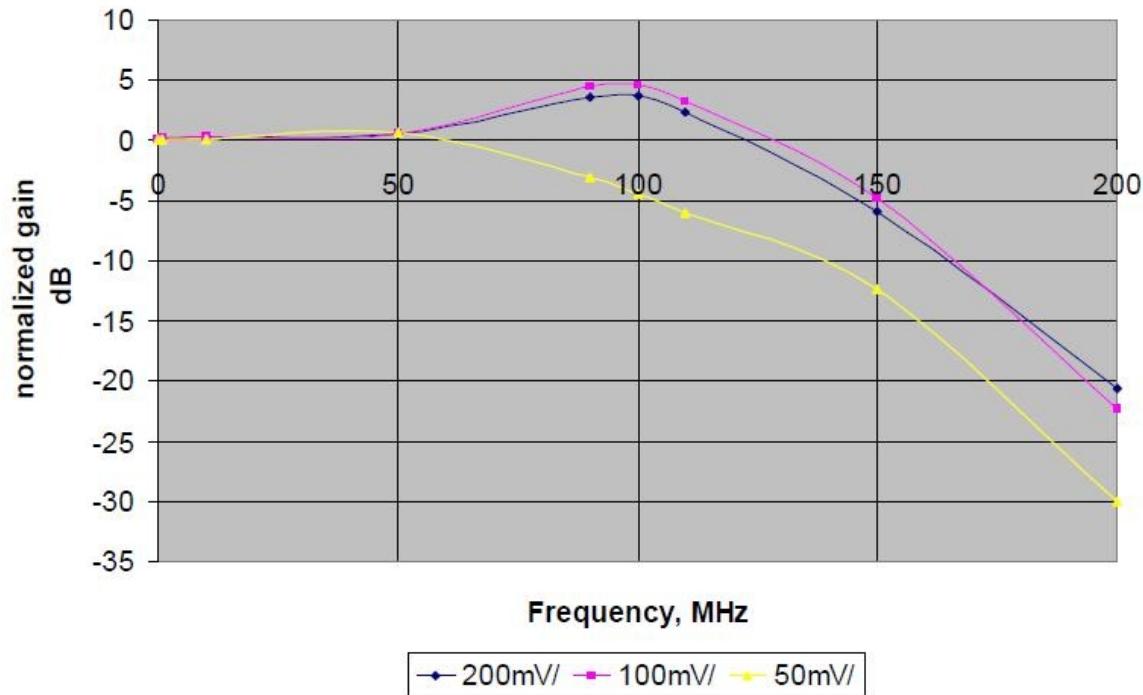


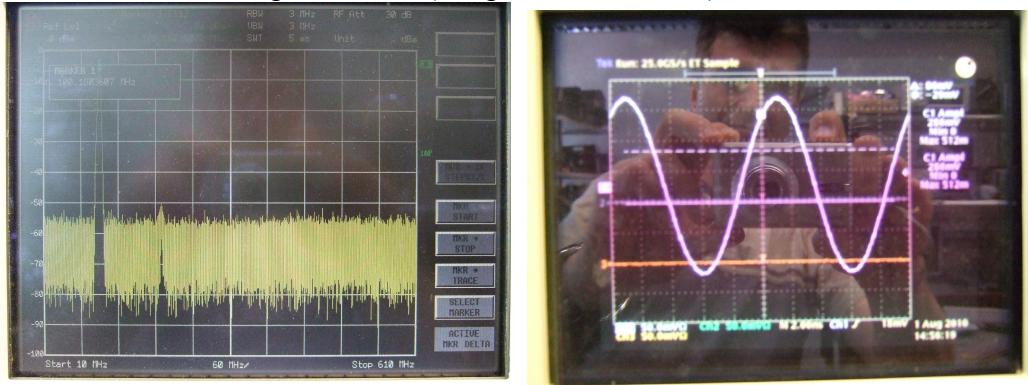
Abbildung 5: Frequenzgang der originalen Wittig/Welec Eingangsstufe

Es werden folgende Empfindlichkeitseinstellungen ermöglicht (rot markiert sind jene die in der Originalversion nicht möglich sind):

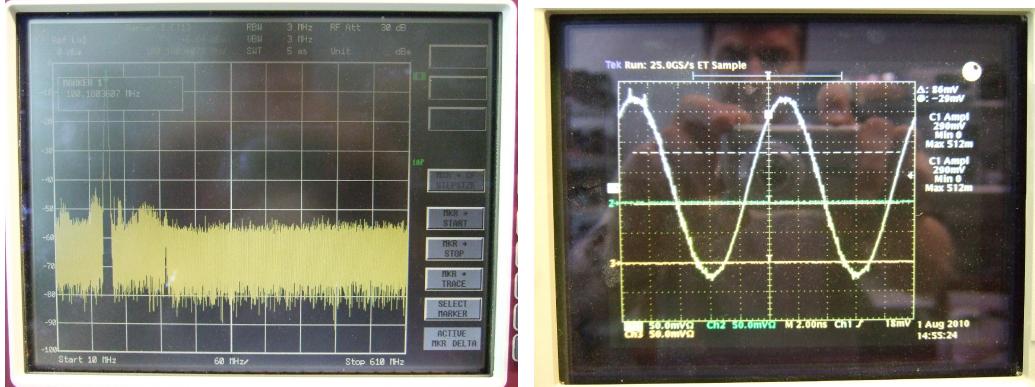
1 mV/div, 2 mV/div, 5 mV/div,  
 10 mv/div, 20 mV/div, 50 mV/div,  
 100 mV/div, 200 mV/div, 500 mVdiv,  
 1 V/div, 2V/div, 5V/div

## Rauschen:

100 MHz Input -4 dBm (entspricht 50 mV/div) – code 00050A



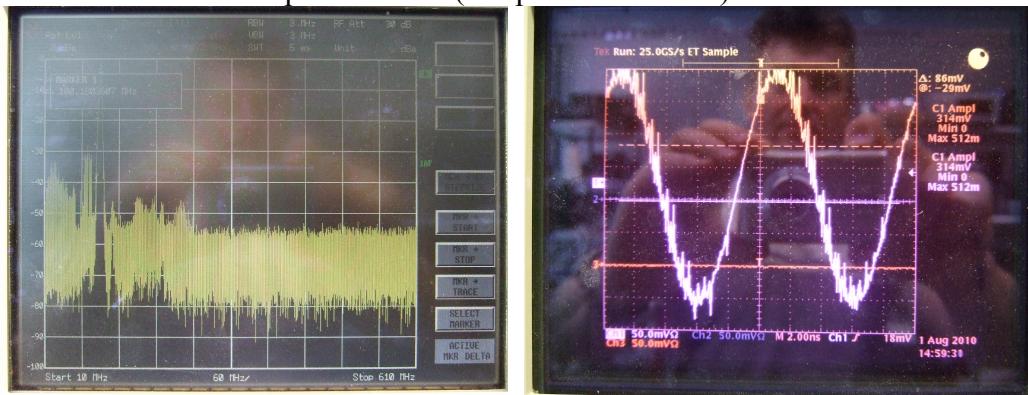
100 MHz Input -24 dBm (entspricht 5 mV/div) – code 000500



100 MHz Input -32 dBm (entspricht 2 mV/div) – code 000516



100 MHz Input -38 dBm (entspricht 1 mV/div) – code 000513



Die Messergebnisse weisen deutliche Verbesserungen in allen 3 Kriterien nach, die zu Beginn der Entwicklung auf dem Wunschzettel standen.

Die erreichten Ergebnisse sind aber praktisch nutzlos und haben nur akademische Bedeutung ohne die komplette Integration der Stufe in die Softwaresteuerung des Gerätes.

Als nächster Schritt ist daher ein funktionierendes Programmierinterface im Oszi notwendig, welches den LMH6518 automatisch initialisiert und einstellt, vor allem aber den AUX-Kanal sofort nach dem Einschalten deaktivieren, um eventuelle Überhitzung zu vermeiden.

Verstärkung, Bandbreite und Offset-Einstellung sollten in die Bedienung und Autokalibrierung einprogrammiert werden.

Die Offset-Einstellung funktioniert „programmtechnisch“ gesehen wie gehabt. Damit man sie auch bei Empfindlichkeiten von 1 mV/div fein genug einstellen kann, sollte der LTC2614 (14 bit DAC) gegen den LTC2602 (pin- und programmkompatibler 16 bit DAC) ausgetauscht werden. Dazu müsste aber die Software 2 Bit mehr schreiben und den Offset-Abgleich verwalten können.

Für die Programmierung des 24 bit-Register des LMH6518 sind bereits 4 freie dekodierte Latch-Adressen im W20xx vorhanden. Vier werden für die W2024-Version benötigt, zwei für W2022.

Das Programminterface der beschriebenen Verstärkerplatine ist dazu kompatibel. Die Latch-Polarität ist bereits invertiert.

WM, 3.08.2010