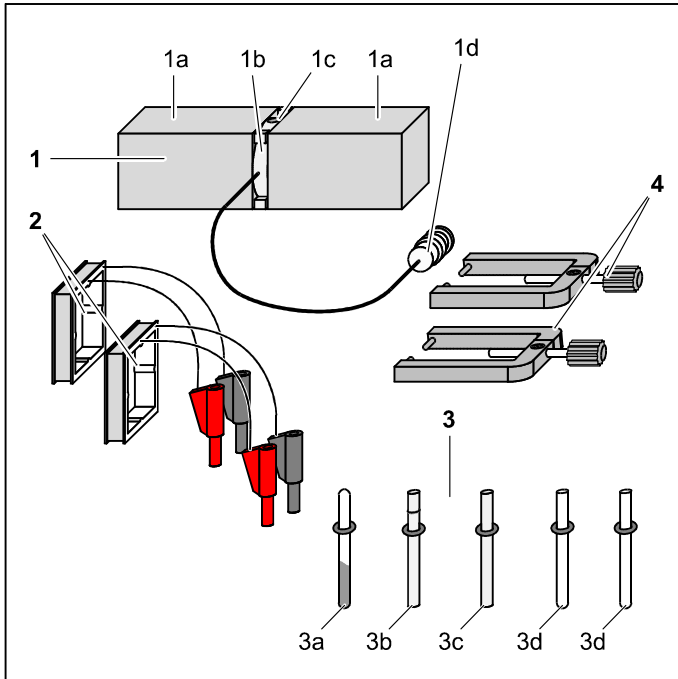


06/05-W97-Sel

**1 NMR-Messkopf**

Paar Polschuhe (1a), Messkammer mit Probenspule (1b),
 Probenöffnung (1c), Koaxialkabel mit BNC-Stecker (1d)

2 Paar Modulationsspulen**3 Satz NMR-Proben**

Glyzerin (3a), Polystyrol (3b), PTFE (3c), Leerröhrchen (3d)

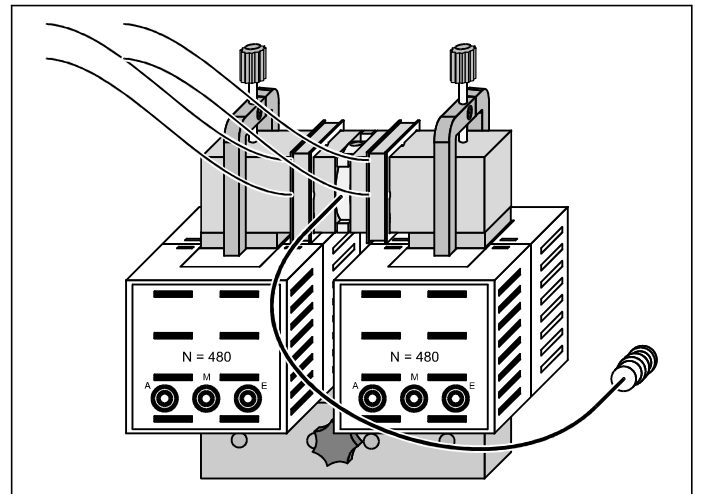
4 Paar Halteklammern**1 Beschreibung**

Durch Aufsatz des NMR-Messkopfes auf einen U-Kern (562 11) mit zwei Spulen (562 131) lässt sich eine NMR-Apparatur aufbauen, die in Verbindung mit dem NMR-Betriebsgerät (514 602) grundlegende Experimente zur kernmagnetischen Resonanz bei Frequenzen zwischen 16,0 und 19,5 MHz ermöglicht.

Zum Lieferumfang gehören eine Glycerin-, eine Polystyrol- und eine Teflonprobe, also eine Flüssigkeit und zwei Festkörper. Weitere Flüssigkeiten, z.B. Wasser, können in den beigelegten Leerröhrchen untersucht werden.

2 Lieferumfang

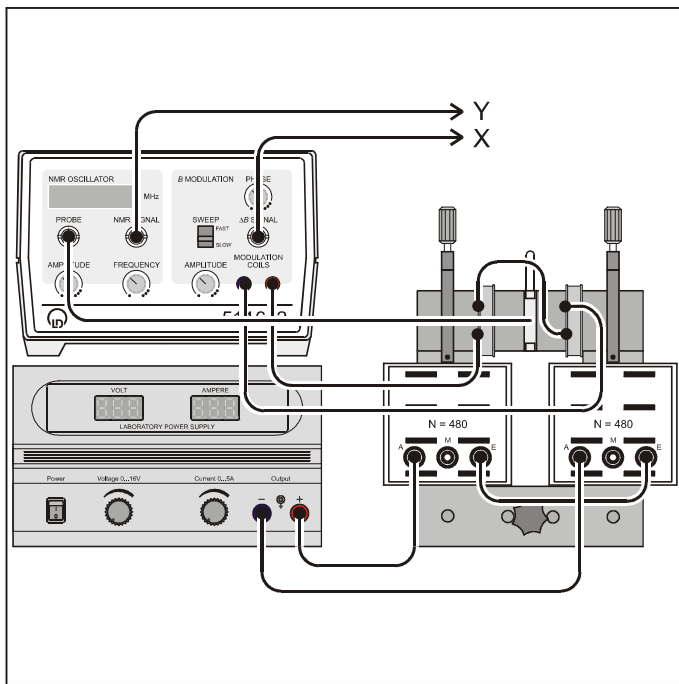
- 1 NMR-Messeinheit
- 1 Paar Modulationsspulen
- 1 Satz NMR-Proben
(Glyzerin, Polystyrol, PTFE (Teflon), zwei Leerröhrchen)
- 1 Paar Halteklammern

Gebrauchsanweisung 514 606**NMR-Messkopf (514 606)****3 Inbetriebnahme****3.1 Mechanischer Aufbau der NMR-Apparatur**

zusätzlich erforderlich:

- 1 U-Kern mit Joch 562 11
- 2 Spulen, 10 A, 480 Windungen 562 131
- Modulationsspulen von beiden Seiten über die Polschuhe bis zur Messkammer schieben (max. Abstand zwischen den Spulen: 35 mm, parallel ausrichten).
- Beide Spulen 10 A, 480 Windungen auf U-Kern montieren.
- NMR-Messkopf (mit der Probenöffnung nach oben zeigend) bündig auf den U-Kern setzen und mit Halteklammern (nicht zu stark) festklemmen.

3.2 Elektrischer Aufbau



zusätzlich erforderlich:

- 1 NMR-Betriebsgerät 514 602
- 1 DC-Netzgerät 15 V/ 5 A z.B. 521 541

zusätzlich empfohlen:

- 1 Digital-Speicheroszilloskop 407 z.B. 575 293
- 2 HF-Kabel, 1 m 501 02
- oder
- 1 Sensor-CASSY 524 010
- 1 CASSY Lab 524 200
- 2 Messkabel BNC/4 mm 575 24

- 10-A-Spulen in Reihe an DC-Netzgerät anschließen.
- Modulationsspulen in Reihe an Ausgang MODULATION COILS des NMR-Betriebsgerätes anschließen.
- NMR-Messkopf an Eingang PROBE anschließen, das kurze BNC Kabel nicht verlängern.

- Ausgang NMR SIGNAL an Kanal für vertikale Ablenkung und Ausgang ΔB SIGNAL an Kanal für horizontale Ablenkung des Oszilloskops anschließen.

oder

- Ausgang NMR SIGNAL z.B. an Eingang A und Ausgang ΔB SIGNAL an Eingang B des Sensor-CASSY anschließen.

4 Technische Daten

NMR-Messkopf:

- Arbeitsfrequenz: ca. 16,0-19,5 MHz
- Abmessungen: 150 mm × 40 mm × 40 mm
- Masse: 1,8 kg

Modulationsspulen:

- Abmessungen: 12 mm × 52 mm × 52 mm
- Windungszahl: 320
- Kabellänge: ca. 50 cm
- Anschluss: Sicherheits-Experimentierstecker

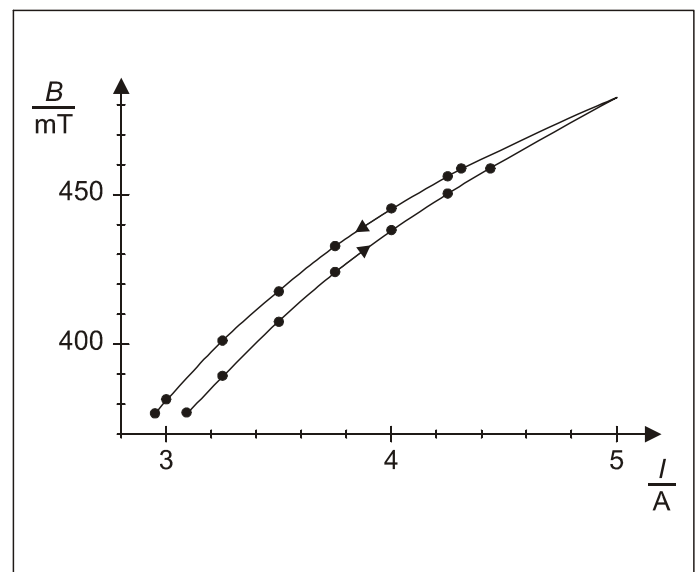
Leerröhrchen:

- Außendurchmesser: 5 mm
- empfohlene Einfüllhöhe: ca. 5 mm

Resonanzfrequenzen der NMR-Proben:

Glycerin	42,58 MHz/T	¹ H
Polystyrol	42,58 MHz/T	¹ H
Wasser	42,58 MHz/T	¹ H
PTFE (Teflon)	40,06 MHz/T	¹⁹ F

Magnetfeld am Probenort:



Magnetische Induktion B in Abhängigkeit vom Strom I durch die in Reihe geschalteten 10-A-Spulen, gemessen bei zunehmendem Strom (Start bei $I = -5$ A) bzw. abnehmendem Strom (Start bei $I = 5$ A)

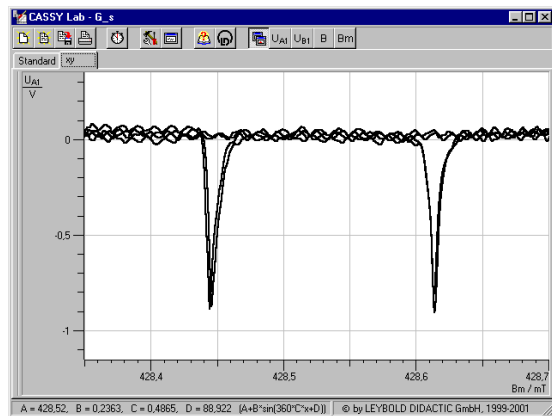
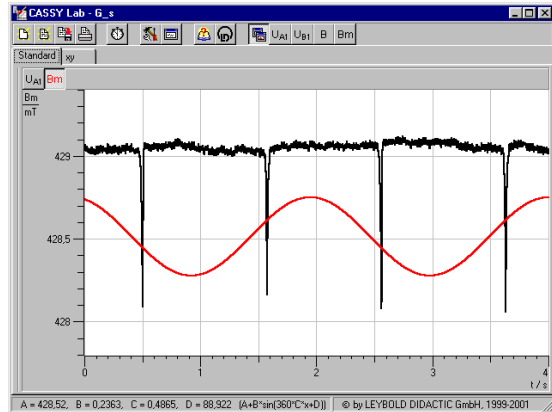
Feldinhomogenität am Probenort:

Die Inhomogenität des Magnetfeldes wird bei Flüssigkeiten mit abnehmender Einfüllhöhe geringer. Sie hängt außerdem von der Position der Probe in der Messkammer ab. Auch die Position der Halteklammern kann die Inhomogenität beeinflussen. Außerdem kann es eine Rolle spielen, ob das Magnetfeld bei zu- oder bei abnehmender Stromstärke angelegt wurde.

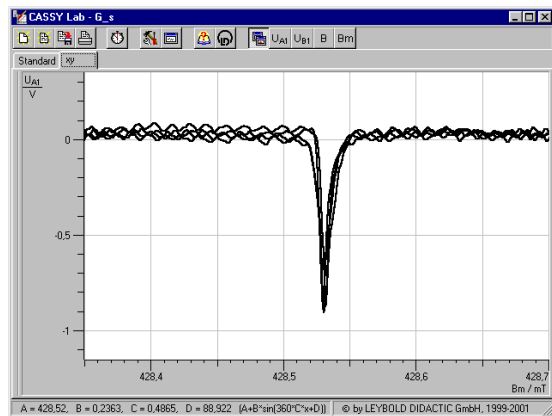
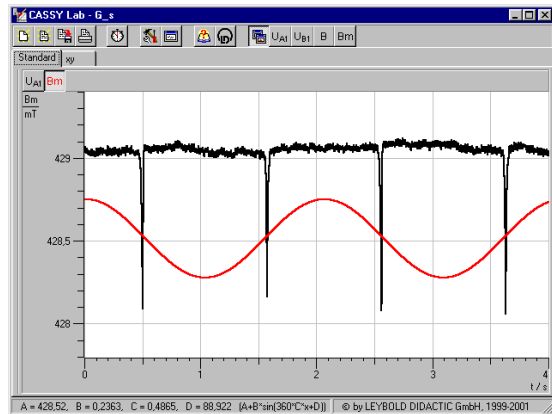
Erreichbare Inhomogenität: < 40 μ T bei 0,4 T

5 Bedienung

- Oszilloskop anschließen und im X-Y-Modus betreiben.
- HF-Amplitude minimal, Frequenz und Modulationsamplitude maximal stellen, Fast Sweep wählen und NMR-Betriebsgerät einschalten.
- HF-Amplitude möglichst langsam erhöhen, bis die Leuchtdiode leuchtet und eine Frequenz von ca. 19 MHz angezeigt wird.
- O-Ring des Probenröhrchens so verschieben, dass die Probe ungefähr bis zur Mitte der Messkammer eintauchen wird.
- Probenröhrchen vorsichtig in die Messkammer eintauchen lassen.
Hinweis: Wird das Probenröhrchen mit zuviel Kraft schräg eingeschoben, kann die Probenspule beschädigt werden.
- Magnetstrom durch die 10-A-Spulen langsam erhöhen, bis auf dem Oszilloskopschirm ein NMR-Signal erscheint.
- HF-Amplitude langsam variieren und NMR-Signal optimieren.
Hinweis: Bei einigen Frequenzen bzw. Magnetfeldern treten spontane Oszillationen auf dem Signal auf.
- NMR-Signal durch Variation des Magnetstromes oder der Frequenz in die Mitte des Oszilloskopschirmes stellen, dabei Modulationsamplitude reduzieren.
- Frequenz und Magnetstrom abwechselnd verändern, bis der gewünschte Wert erreicht ist.
- evtl. Slow Sweep-Modus wählen.
- Zur Aufzeichnung der Signale ggf. Sensor-CASSY anschließen
- Phase der Modulationsspannung so einstellen, dass die NMR-Signale für beide Halbwellen des modulierten Magnetfeldes zur Deckung kommen (siehe Abbildungen rechts).



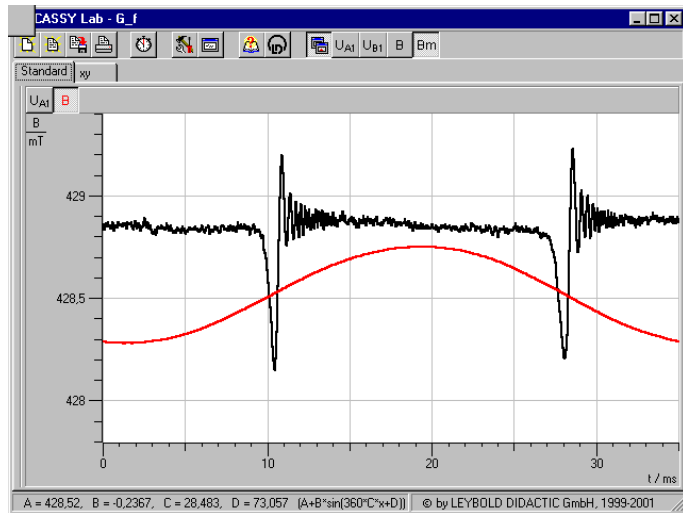
NMR-Signal (Glyzerin, Slow Sweep) ohne Phasenoptimierung Zweikanalardarstellung (oben) und XY-Darstellung (unten).



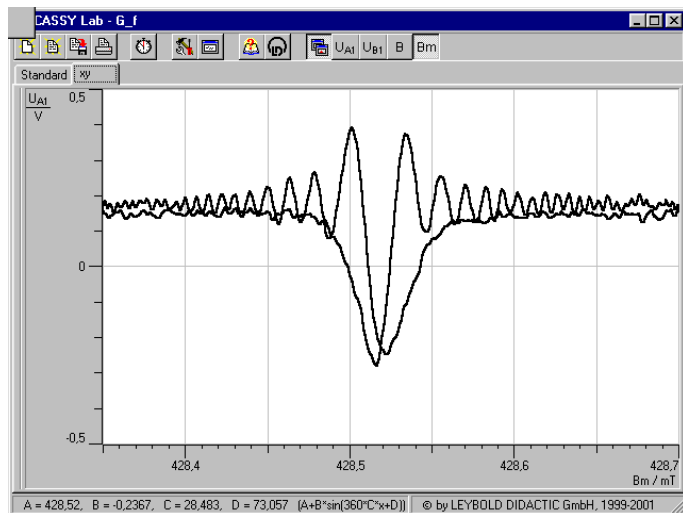
NMR-Signal (Glyzerin, Slow Sweep) mit Phasenoptimierung Zweikanalardarstellung (oben) und XY-Darstellung (unten).

6 Ergebnisse

6.1 Fast Sweep



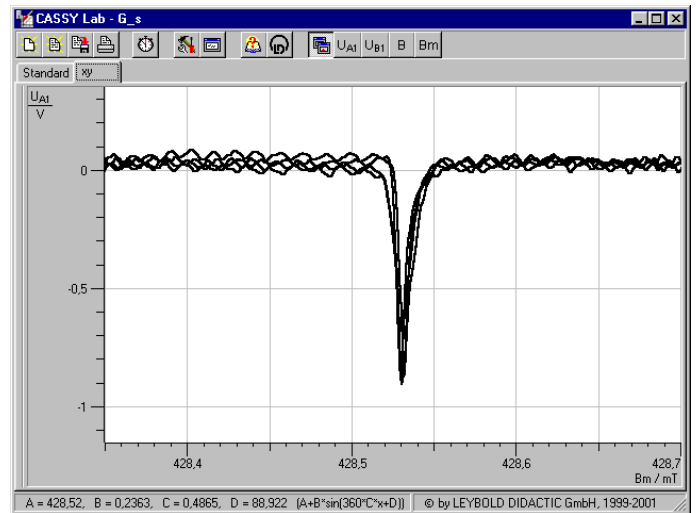
Glycerin, $\nu = 18,25$ MHz, $I = 3,6$ A, Zweikanal-Darstellung



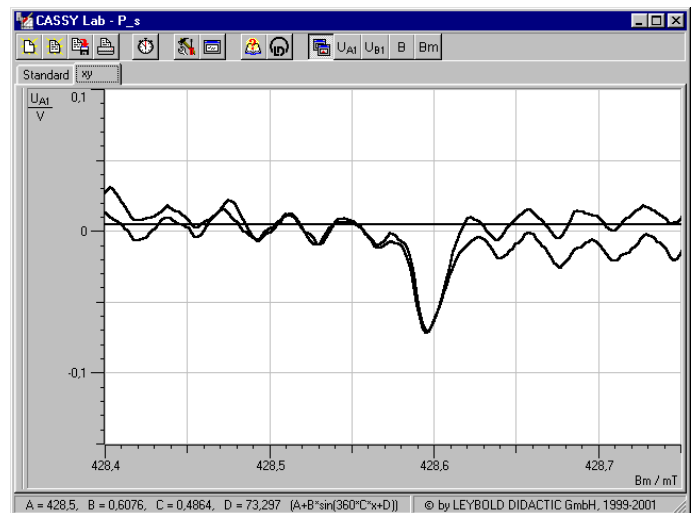
Glycerin, $\nu = 18,25$ MHz, $I = 3,6$ A, XY-Darstellung

Hinweis: Der im Fast Sweep besonders an Glycerin beobachtete Einschwingvorgang (Wiggles) tritt nach jedem Durchgang des modulierten Magnetfeldes durch die Resonanzbedingung auf, wenn die Modulation deutlich schneller abläuft als die Relaxation der Substanz.

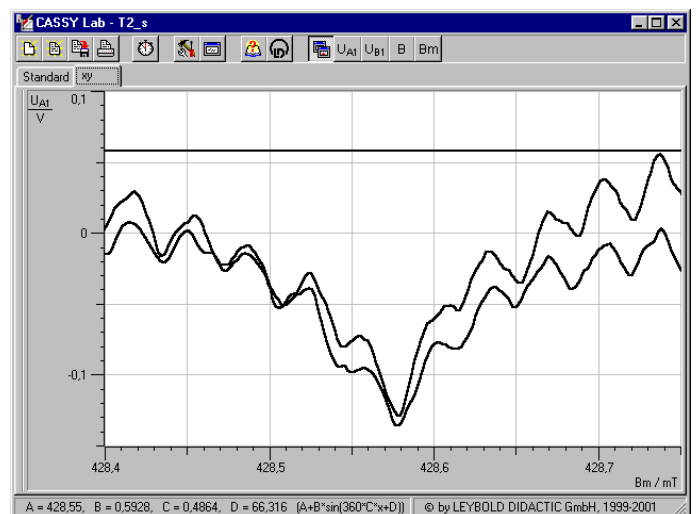
6.2 Slow Sweep



Glycerin, $\nu = 18,25$ MHz, $I = 3,6$ A



Polystyrol, $\nu = 18,25$ MHz, $I = 3,6$ A



PTFE (Teflon), $\nu = 17,17$ MHz, $I = 3,6$ A