3B SCIENTIFIC® PHYSICS

NMR Ergänzungssatz 1000642

Bedienungsanleitung

10/15 ALF

1 Magneteinheit
1a Magnet
1b Joch
2 Montagescheiben
3 NMR-Messkopf
4 Polystyrolprobe
5 Vergleichsprobe
6 Glycerinprobe
7 Teflonprobe

1. Sicherheitshinweise

Der Permanentmagnet erzeugt erhebliche Anzugs- und Abstoßkräfte auf, wodurch er die Gefahr von Verletzungen durch Quetschung und Splitterbildung birgt.

- Beim Einbau des Magneten in die Basiseinheit besondere Vorsicht walten lassen.
- Den Magneten nur bestimmungsgemäß verwenden.

Magnetfelder können Datenträger löschen und elektronische sowie mechanische Komponenten, z. B. Herzschrittmacher, beeinflussen bzw. zerstören.

- Personen mit Herzschrittmachern sollten das Experiment nicht durchführen.

2. Beschreibung

Der NMR Ergänzungssatz dient in Verbindung mit dem ESR/NMR Basissatz (1000637 bzw. 1000638) zur Untersuchung der Kernspinresonanz an Glycerin, Polystyrol und Teflon.

Der Satz besteht aus einem NMR-Messkopf mit Hochfrequenzspule, einem starken homogenen Permanentmagneten, einer Glycerinprobe, einer Polystyrolprobe, einer Teflonprobe, einer ungefüllten Vergleichsprobe und zwei Montagescheiben.

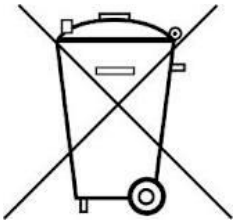
3. Technische Daten

Magnetische Flussdichte des Permanentmagneten:	ca. 300 mT
Frequenzbereich:	ca. 11 MHz – 15 MHz

4. Wartung und Lagerung

- Abrieb an den Polflächen des Permanentmagneten und auf den Montagescheiben mit einem Tuch und etwas Isopropanol entfernen.
- Permanentmagnet trocken lagern.

5. Entsorgung



- Die Verpackung ist bei den örtlichen Recyclingstellen zu entsorgen.
- Sofern das Gerät selbst verschrottet werden soll, so können alle Teile, bis auf den Probenkopf, im Hausmüll entsorgt werden.

Der Probenkopf ist in den dafür vorgesehenen Elektroschrottcontainern zu entsorgen.

6. Zusätzlich erforderliche Geräte

1 ESR/NMR Basissatz (230 V, 50/60 Hz)	1000638
oder	
1 ESR/NMR Basissatz (115 V, 50/60 Hz)	1000637
1 Analog-Oszilloskop, 2x30 MHz	1002727
2 HF-Kabel	1002746
alternativ	
1 3B NET*log*™ (230 V, 50/60 Hz)	1000540
oder	
1 3B NET*log*™ (115, 50/60 Hz)	1000539
1 3B NET*lab*™	1000544
2 HF-Kabel BNC/4-mm-Stecker	1002748
1 PC	

7. Bedienung

7.1 Aufbau der Basiseinheit

Die Montagescheiben, die Polflächen der Magnete und die Messkopfaufnahme der Basiseinheit müssen unbedingt frei von Fett, Staub und Abrieb sein.

- Gegebenenfalls diese mit Isopropanol reinigen.
- Montagescheiben links und rechts in die Messkopfaufnahme einsetzen (siehe Fig. 1).

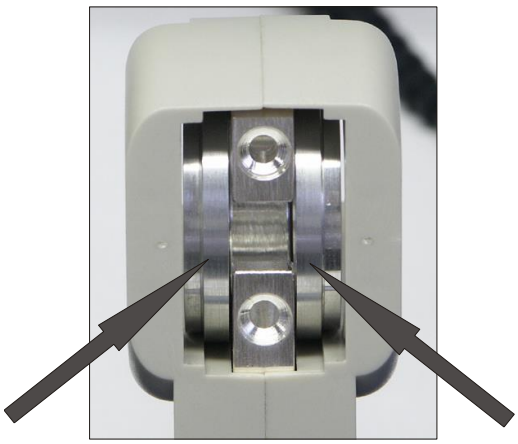


Fig. 1 Messkopfaufnahme mit eingelegten Montagescheiben

- Metallstab in das Joch der Magneteinheit eindrehen. Magneteinheit in der Klemmhalterung an der Basiseinheit, wie in Fig. 2 abgebildet, platzieren.
- Magneteinheit in beide Hände nehmen und mit dem Daumen das Joch nach unten drücken (siehe Fig. 3).
- Spulen über die Magnete schieben. Dabei auf identischen Wickelsinn der Spulen achten. Der aufgeprägte Pfeil auf den Spulen muss in die gleiche Richtung weisen.
- Stirnflächen der beiden Magnete mit einem Lappen von Abrieb und Metallspänen reinigen.
- Komplettierte Magneteinheit auf die Montagescheiben schieben, dazu folgende Schritte beachten: (siehe Fig. 4).
- Die beiden Spulen mit den Händen nach außen ziehen, um den Abstand zwischen den Magneten zu vergrößern. Hände dabei an den beiden Rändelschrauben abstützen. Magneten zu 1/4 auf die Montagescheiben schieben(siehe Fig. 4).
- Mit den Daumen die bedien Montagescheiben nach hinten drücken und an den Spulen ziehend den Magnetträger in die Endposition bringen (siehe Fig. 5).
- Beide Rändelmuttern gleichmäßig mit der Hand festziehen. Dabei kontrollieren, dass die Magnete exakt auf den Montagescheiben sitzen. Gegebenfalls Montagescheiben wieder vollständig in die Messkopfaufnahme und den Magnetträger in die Endlage drücken.

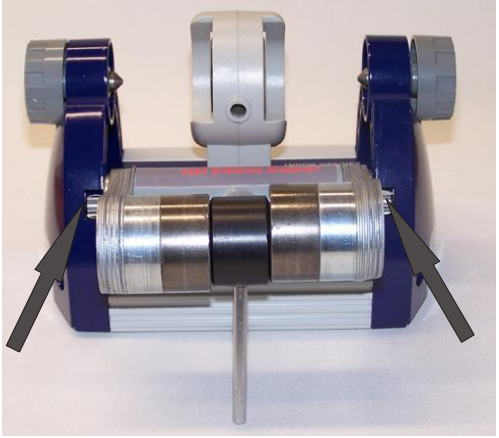


Fig. 2 Permanentmagnet eingesetzt in Basiseinheit

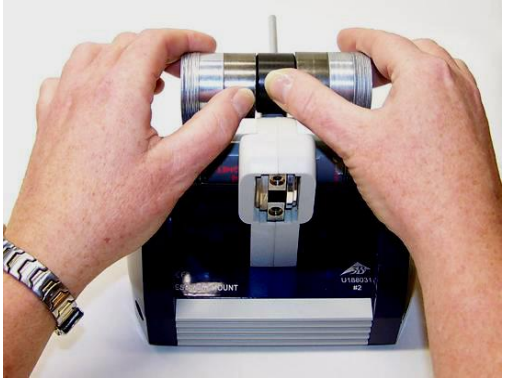


Fig. 3 Lösen des Jochs vom Permanentmagneten

Fig. 4 Spreizen der beiden Permanentmagneten

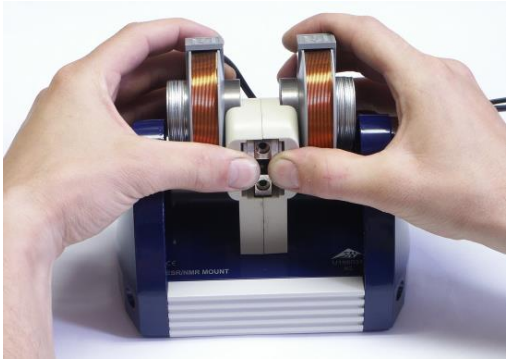


Fig. 5 Magneten auf die Montagescheiben ziehen

Fig. 6 Basiseinheit mit Permanentmagnet und Spulen komplettiert

7.1.1 Entnahme der Magneteinheit

- Probe aus der Probenaufnahme der Basiseinheit entfernen.
- Kabelverbindung zwischen Spulen und Steuergerät trennen.
- Rändelmuttern lösen.
- Basiseinheit so drehen, dass die Magneteinheit nach vorne weist.
- Joch so weit anheben, dass es auf der Probenaufnahme aufliegt.
- Mit den Daumen das Joch fixieren und mit den Fingern die Magneteinheit nach vorne ziehen, bis sich das Joch zwischen den Magneten befindet. Dann komplette Einheit aus der Basiseinheit entnehmen (siehe Fig. 7).
- Montagescheiben aus der Messkopfaufnahme entfernen.

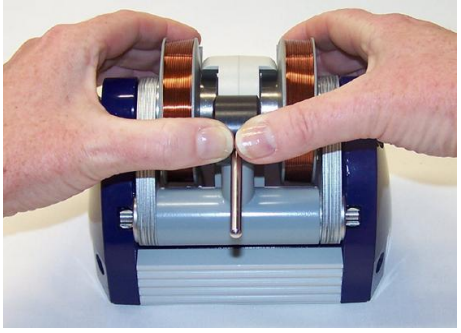


Fig. 7 Entnahme der Magneteinheit aus der Basiseinheit

7.2 Anschluss an die Steuerkonsole

- Messkopf so in die Messkopfaufnahme der Basiseinheit stecken, dass das Gehäuse anliegt (siehe Fig. 8).
- Anschlusskabel des Messkopfes in die Buchse „Probe In“ der Steuerkonsole stecken. Dabei auf die Auskerbung an der Anschlussbuchse achten.
- Spulen an die Buchsen „Coil“ an der Rückseite der Steuerkonsole anschließen.
- Steuerkonsole mit Steckernetzteil über die Buchse „12 VAC / 1A“ verbinden.

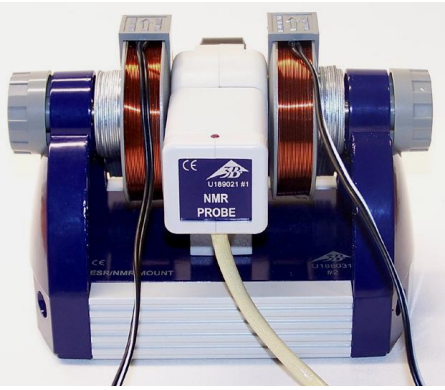


Fig. 8 Basiseinheit mit Messkopf

7.3 Abgleich und Einstellungen

7.3.1 Verwendung eines Oszilloskops

- Ausgang „SIGNAL OUT“ der Steuerkonsole an Kanal 1 des Oszilloskops und Ausgang „FIELD OUT“ an Kanal 2 anschließen (siehe Fig. 12).
- Folgende Einstellungen am Oszilloskop vornehmen:

  Kanal 1: 0,5 V DC

  Kanal 2: 0,5 V DC

  Zeitbasis: 5 ms

  Trigger auf Kanal 1, negative Flanke

7.3.2 Verwendung des 3B NET*log*™

- Ausgang „SIGNAL OUT“ der Steuerkonsole an Eingang U_B^{IN} des 3B NET*log*™ und Ausgang „FIELD OUT“ an Eingang U_A^{IN} anschließen.
- 3B NET*log*™ mit dem Computer verbinden, Software 3BNET*lab*™ starten.
- Im Menü „Messlabor“ einen neuen Datensatz erstellen und folgende Parameter definieren:

  Eingang A: Feld, Eingangsmodus VDC, Eingangsbereich 2 V

  Eingang B: Signal, Eingangsmodus VDC, Eingangsbereich 2 V

  Messintervall: 500 µs (2 kHz)
- Trigger auf Eingang A stellen, negative Flanke auswählen und eine positive Triggerschwelle von ca. 10 bis 20 % einstellen.

- Button „Oszilloskop“ anwählen und Messung starten.

Es öffnet sich das Oszilloskopfenster.

7.4 Durchführung des Experiments

- Glycerinprobe, (gelbe Kappe) in die Probenaufnahme stecken (siehe Fig. 9).

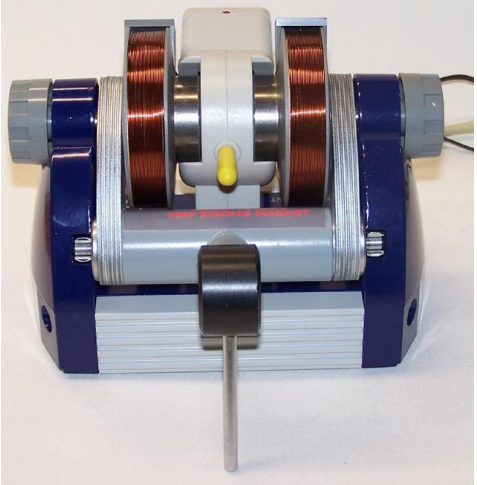


Fig. 9 Basiseinheit mit eingesteckter Glycerinprobe

- An der Steuerkonsole eine Frequenz von ca. 13 MHz einstellen. (Da der Frequenzsteller ein 10-Gang-Potenziometer ist, sind dazu eventuell mehrere Umdrehungen notwendig).
- Empfindlichkeit auf Mittelstellung einstellen und ggf. nachregeln.

Bei optimaler Einstellung ist ein schwaches Flackern der LED zu beobachten. Wenn die LED aufleuchtet, ist das Signal übersteuert.

- Mit dem Frequenzsteller sorgfältig die Feineinstellung vornehmen und einen „Peak“ mit einer Breite von ca. 1 ms bis 1,5 ms im Signal suchen.

Hinweis:
Bei der Suche nach dem „Peak“ kann es hilfreich sein die Rändelmuttern etwas zu lösen und so die Stärke des Magnetfelds und damit das Signal zu beeinflussen. Zur Optimierung des Signals Punkt 7.5 beachten.

- Signal durch Variation der Frequenz in die Mitte der Rampe des Magnetfeldes bringen und Frequenz notieren.
- Experiment mit den anderen Materialproben durchführen.

Bei der Polystyrolprobe (grüne Kappe) liegt die Frequenz im gleichen Bereich wie bei der Glycerinprobe. Für die Teflonprobe (blaue Kappe) liegt die Frequenz darunter (siehe Fig. 13 bis 15).

In einem weiteren Experiment kann ein Pflanzenstengel in die Probenaufnahme gesteckt und die Resonanzfrequenz bestimmt werden.

7.5 Optimierung des Signals

Bei einem unscharfen Signal (Signalbreite > 2ms), gibt es mehere Möglichkeiten dies zu verbessern. Grundvorrausetzung ist, dass ein Signal, wenn auch unscharf mit der Glycerinprobe abgebildet wird. Ziel ist es ein Signal mit einer mittleren Breite von 1 ms zu erhalten.

7.5.1 Mit den beiden Rändelschrauben den Druck auf die Montagescheiben variieren und dabei das Signal beobachten. Unter Umständen ist es notwendig die Rändelschrauben unterschiedlich fest zu ziehen.

7.5.2 Den Messkopf etwas (bis zu 5 mm) herausziehen und dabei das Signal beobachten.

7.5.3 Rändelschrauben leicht lösen und die Magnete 1 bis 2 mm aus der Endlage heraus bewegen. Dazu mit den Daumen die beiden Spulen nach hinten drücken und mit den Fingern an der Basiseinheit abstützen (Fig. 10). Rändelschrauben unter Beobachtung des Peaks festziehen.

Fig. 10 Magneten verschieben

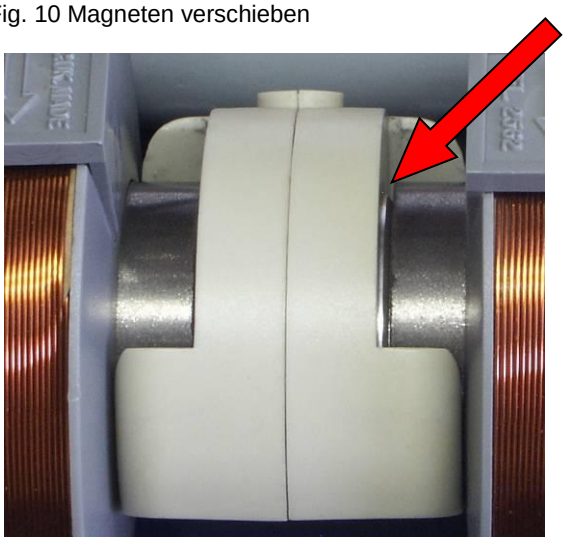


Fig. 11 Magnet aus Endlage verschoben

7.5.4 Rändelschrauben leicht lösen und die Magneten 1 bis 2 mm aus der Endlage heraus bewegen, anschließend wieder in die Endlage schieben. Dadurch verschieben sich die beiden Scheiben etwas nach vorn. Rändelschrauben unter Beobachtung des Peaks festziehen.

7.6 Auswertung

Resonanzfrequenzen der Materialproben

Glycerin (^{1}H)	42,58 MHz/T
Polystyrol (^{1}H)	42,58 MHz/T
Teflon (^{19}F)	40,06 MHz/T
Pflanzenstengel (^{1}H)	42,58 MHz/T

Es gilt also bei festem Magnetfeld:

$$\nu_{Glycerin} = \nu_{Polystrol} \;,\; \frac{\nu_{Teflon}}{\nu_{Glycerin}} = 0{,}941$$

Vgl. Fig. 13, 14, 15 mit
ν (Glycerin) = 12,854 MHz
ν (Polystyrol) = 12,854 MHz
ν (Teflon) = 12,100 MHz

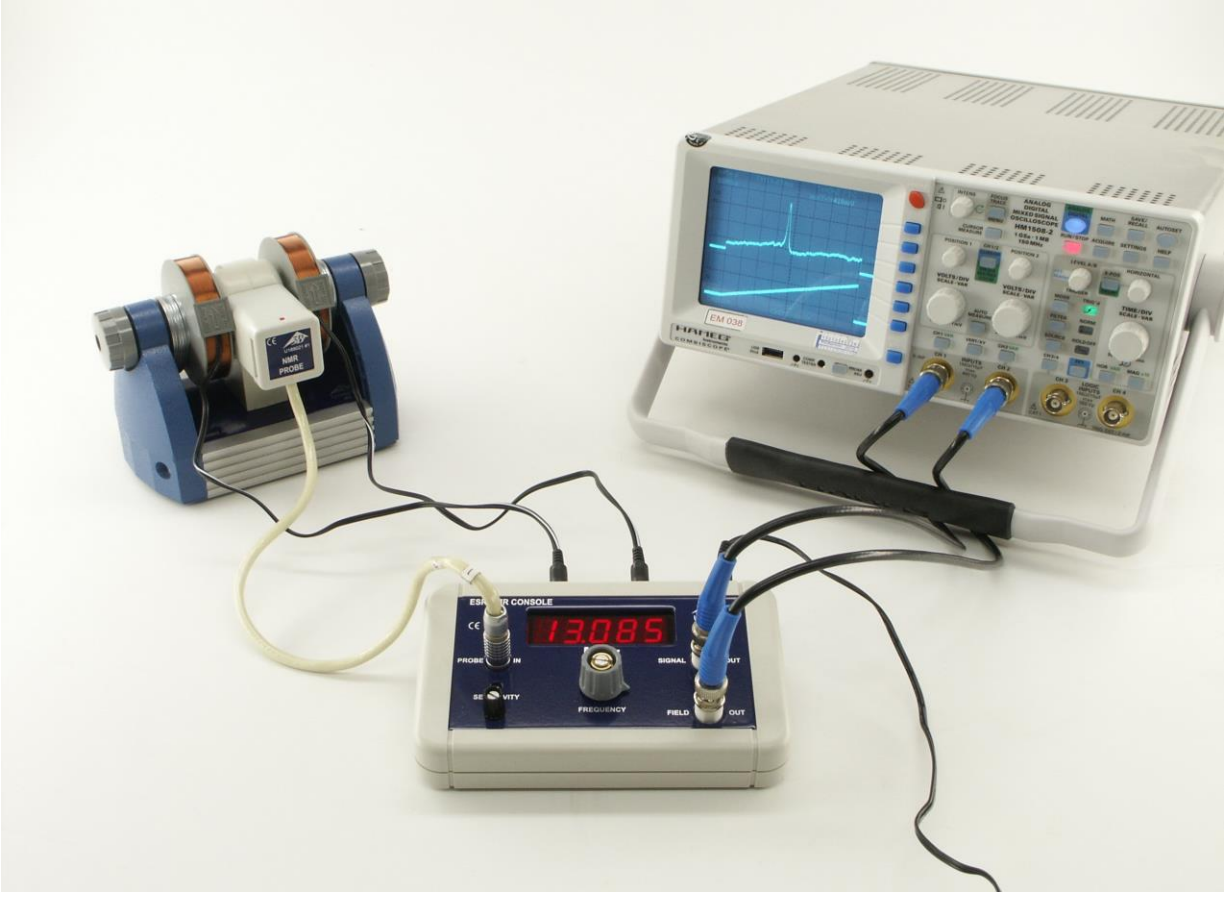


Fig. 12 Experimenteller Aufbau NMR mit einem Oszilloskop

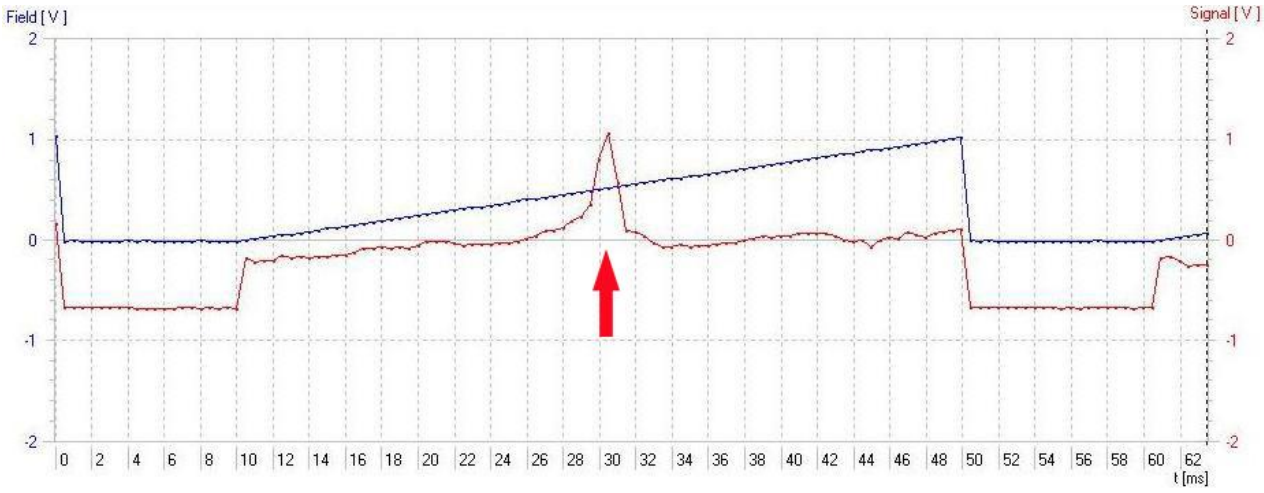


Fig. 13 Bildschirmdarstellung in 3BNET*lab*™ (Glycerin ν = 12,854 MHz)

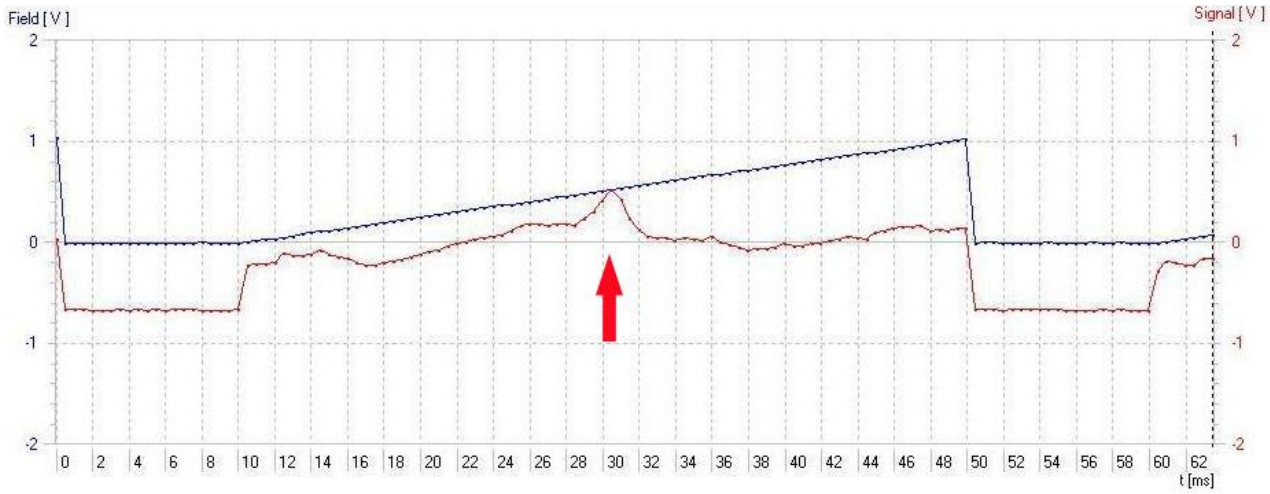


Fig. 14 Bildschirmdarstellung in 3BNET*lab*™ (Polystyrol ν = 12,854 MHz)

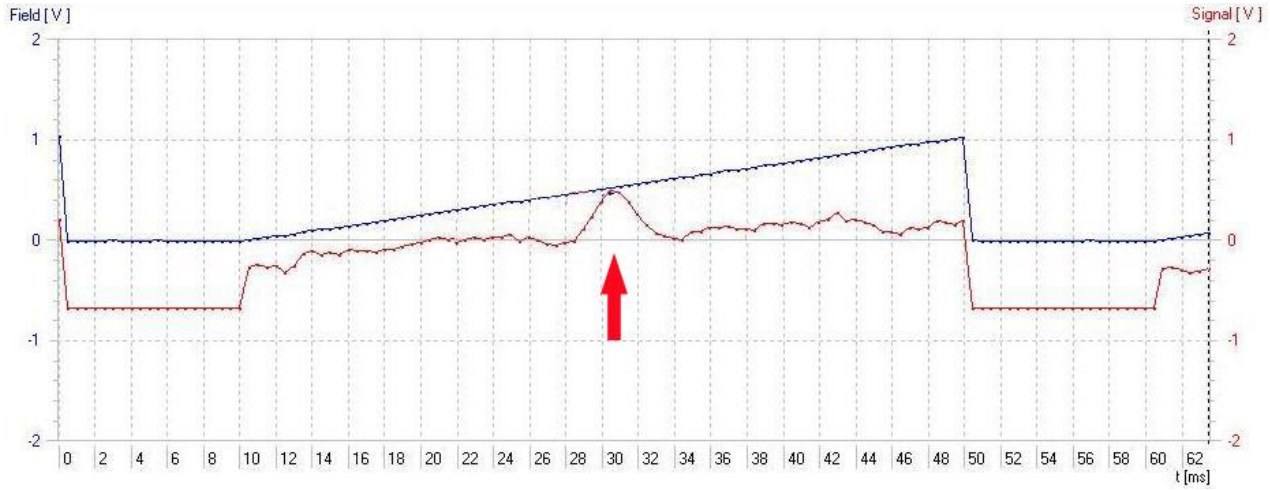


Fig. 15 Bildschirmdarstellung in 3BNET*lab*™ (Teflon ν = 12,100 MHz)

© Copyright 2015 3B Scientific GmbH