

Laufzeitmessung mit Licht



O - 106

Lichtgeschwindigkeit in Luft und Wasser

Optik

Folie Dia Film Video PC-Programm Sonstiges Anz. Blätter: 1 Datum: 09.11.99

Karte nur zur Benutzung in den Räumen der Universität Ulm, Vorlesungssammlung Physik Bearbeiter: *Dollhopf W.*

Stichworte: Lichtgeschwindigkeit: Laufzeitmessung mit Oszilloskop; Laufzeitmessung mit Licht

Zweck: Früher: Messung der Lichtgeschwindigkeit in Luft und Wasser durch Laufzeitmessung von Wellenpaketen.

Heute: Eichung eines Maßstabs durch Laufzeitmessung von Licht in Luft;
Bestimmung des Brechungsindex von Wasser durch Messung der
Lichtgeschwindigkeit in Wasser

Zubehör Luft: Lichtgeschwindigkeitsmesseinrichtung Maphy LMEL {97-4} bestehend aus
Sender/Empfänger, Fresnellinse und 2 Tripelspiegeln

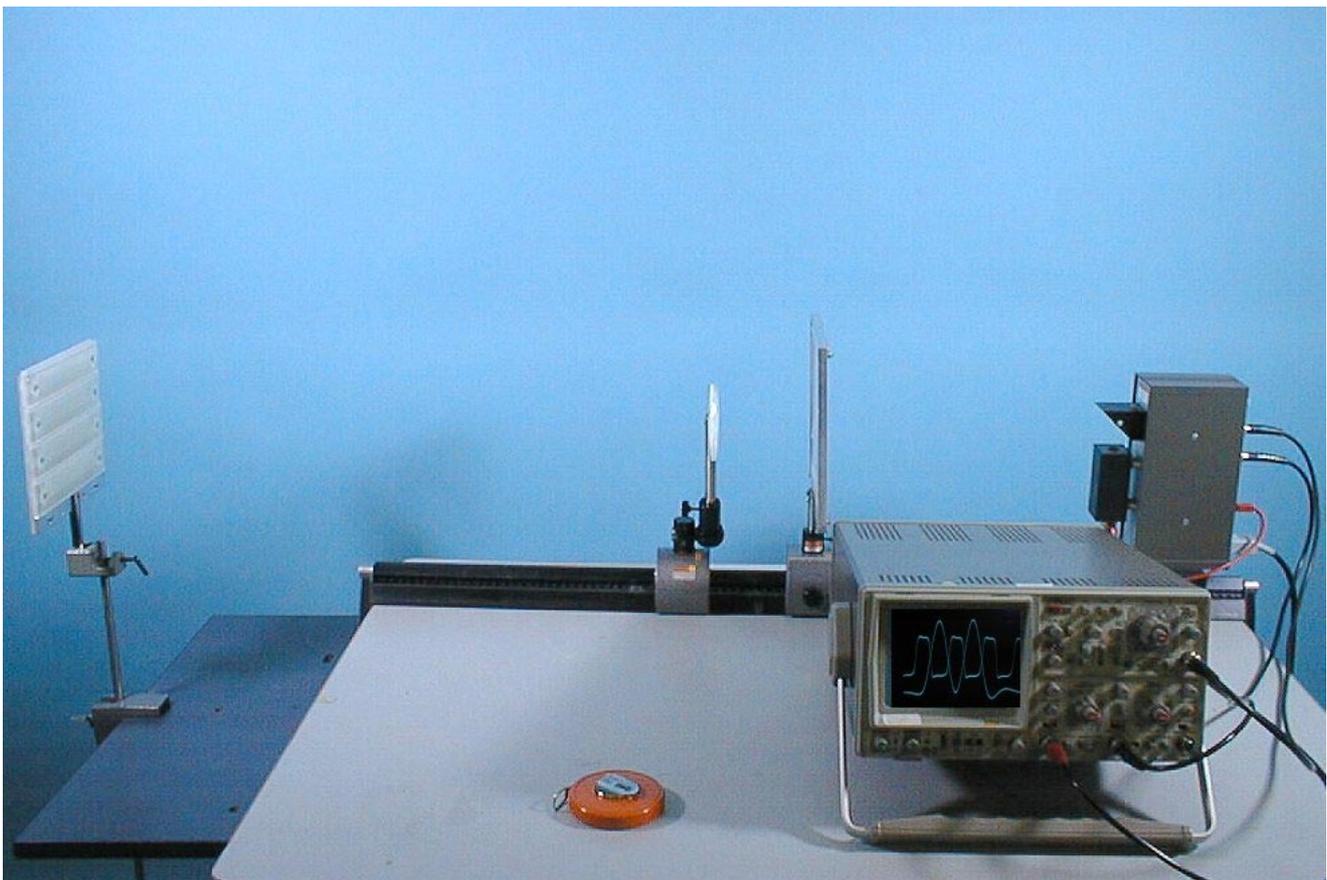
Optische Bank auf Tisch (für Messung in Luft 1 m)

Kleiner fahrbarer Tisch für den zweiten Tripelspiegel

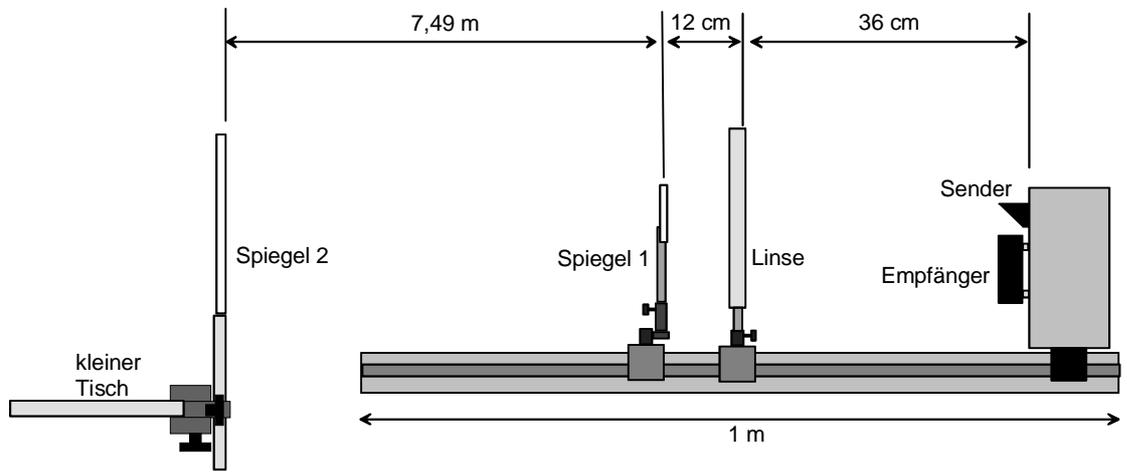
Oszilloskop Hameg 1005 {63-2}

Maßband 10 m {0-5}

Bild:



Aufbau in Luft:



Schaltung und Einstellungen:

1. Rote Buchse am Empfänger mit roter Buchse am Sender (+15 V) verbinden.
2. BNC-Buchse am Empfänger mit Kanal 1 des Oszi verbinden
3. BNC-Buchse 20 MHz Rechtecksignal des Senders mit Kanal 2 des Oszi verbinden
4. BNC-Buchse Trigger des Senders mit TRIG-INP des Oszi verbinden.

Einstellung des Oszi:

TIME/DIV: 0,2 μ s, cal

SLOPE: +

LEVEL A: AT

EXT: gedrückt

X MAG: gedrückt x10

CH 1 (Lichtimpulse): VOLTS/DIV: 5 mV nicht cal; AC; DUAL

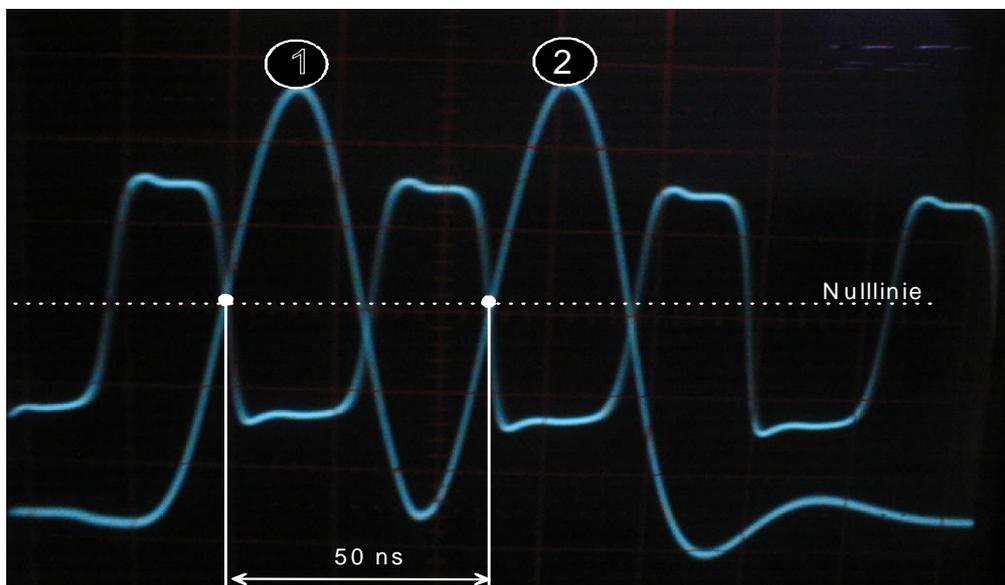
CH 2 (Rechteck 20 MHz): VOLTS/DIV: 0,2 cal; DC

Wichtig: Wenn Trigger Schwierigkeiten macht: mehrmals die Taste ALT (oben, Mitte) drücken, bis das richtige Bild erscheint. Nicht fragen warum!

Durchführung in Luft:

Großen Reflektor (Spiegel 2) in Strahlengang stellen, Maximum des Signals suchen, dann Spiegel 1 so weit in den Strahlengang schwenken, bis die beiden Signale gleich hoch sind.

Abstand des großen zum kleinen Reflektor so einstellen, dass der Impulsabstand auf dem Oszi 50 ns ist, das ist eine Periode des 20 MHz-Signals.



Impulse 1 (kleiner Spiegel) und 2 (großer Spiegel) sollen gleich hoch und symmetrisch zur Nulllinie sein. Das 20 MHz-Signal soll auch symmetrisch zu null sein; es kann mit dem Knopf Phase am Sender waagrecht verschoben werden.

Anmerkung: Wenn X Mag (x10) gedrückt, ist Zeitbasis stark gedehnt. Signalanfang ins Zeitfenster schieben.

Zubehör Wasser: Lichtgeschwindigkeitsmesseinrichtung Maphy LMEL {97-4} bestehend aus Sender/Empfänger, großer Tripelspiegel

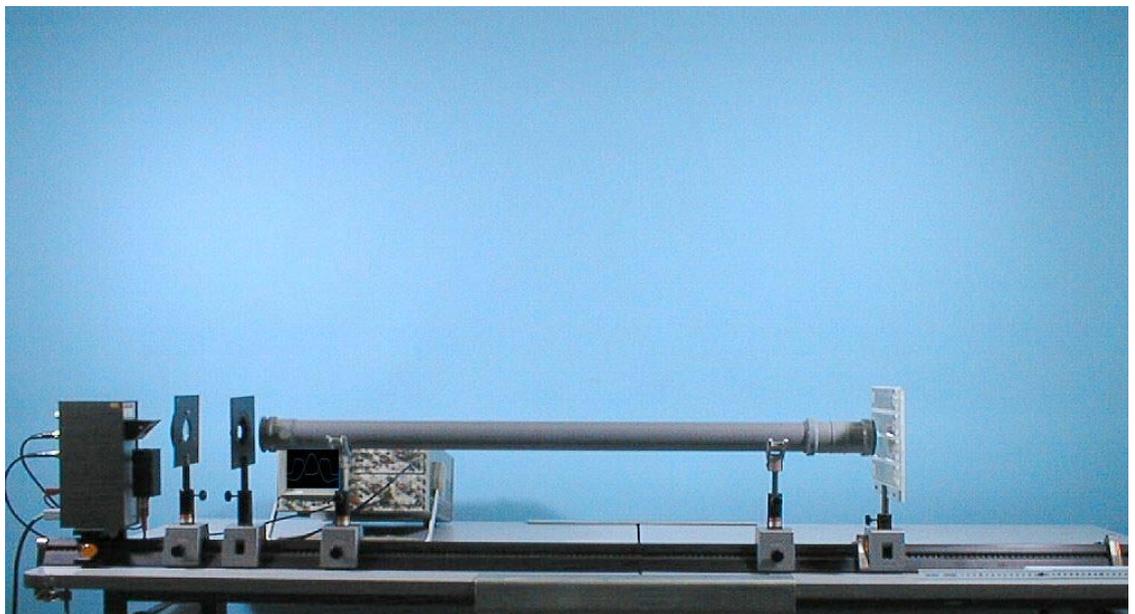
Linse $f = 100 \text{ mm}$ {5-2}

Irisblende {91-2}

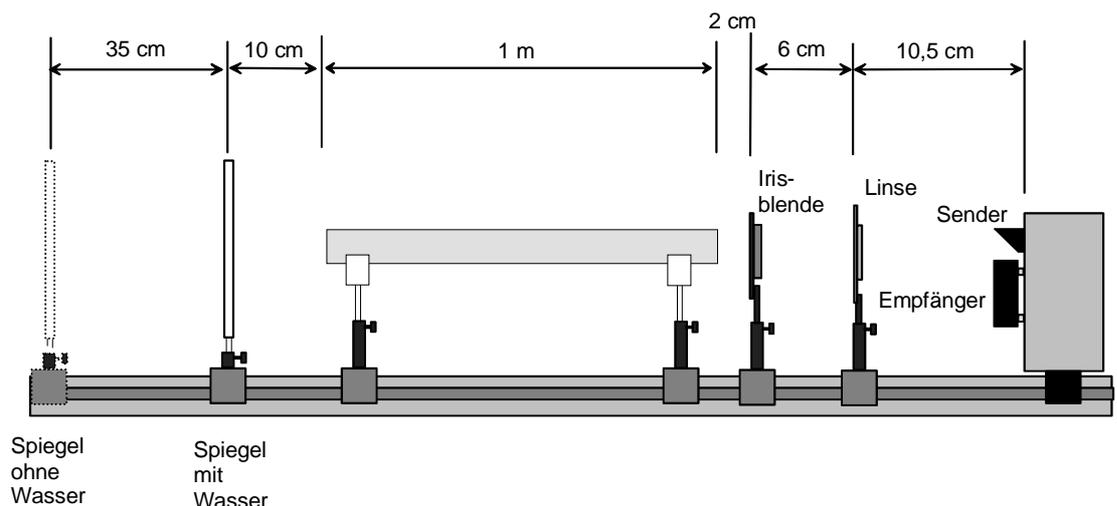
Wasserrohr mit 2 Halter {97-4}

Maßstab 2 m {0}

Bild für Aufbau mit Wasser:



Aufbau in Wasser:



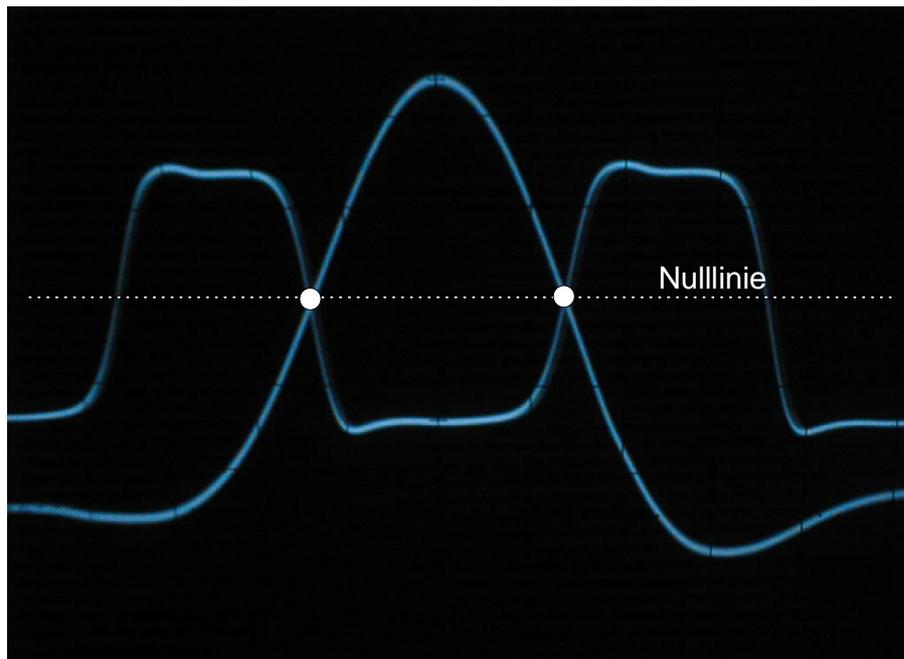
Einstellungen:

Wie bei Messung in Luft, aber Kanal 1 TIME/DIV: $0,1 \mu\text{s} \times 10$

Durchführung in Wasser:

1. Strahlengang im Dunkeln mit weißem Papier einstellen: Linse $f = 100 \text{ mm}$ so, dass der Strahlengang parallel wird; Linse leicht schräg wegen Reflexen.
2. Mit Wasser gefülltes, 1 m langes Rohr in den Strahlengang stellen und justieren.
3. Reflektor dahinter stellen.

4. Oszilloskopbild einstellen, Intensität kann mit Irisblende reguliert werden.
5. 20 MHz-Signal symmetrisch zur Nulllinie einstellen
6. Lichtsignal symmetrisch zur Nulllinie, so dass die beiden Kreuzungspunkte (siehe Bild) auf der Nulllinie sind. Amplitude des Lichtsignals merken: sie muss mit und ohne Wasser gleich sein.
7. Wasser wegnehmen: der Lichtimpuls hat sich verschoben! (intensität mit Irisblende nachregeln.
8. Position des Reflektors merken und ihn dann so weit entfernen, dass der Impuls wieder wie vorher aussieht.
9. Verschiebung des Reflektors messen (Beispiel: 0,35 m).



Berechnung von n:

Der Zahlenwert der Verschiebung Δl gibt direkt den Zahlenwert des Brechungsindex von Wasser an, $n = 1,35$.

Begründung: Licht braucht gleich lang, um mit Wasser $l_0 = 1$ m zurückzulegen oder ohne Wasser $l = l_0 + \Delta l$; alle anderen Wege sind gleich.

$$t = 2 \frac{l_0}{v} = 2 \frac{l_0 + \Delta l}{c} \quad \text{daraus} \quad n = \frac{c}{v} = \frac{l_0 + \Delta l}{l_0} = \frac{1\text{m} + \Delta l}{1\text{m}}$$