

# Neue Möglichkeiten der Temperaturmessung mit Low-Cost-Multimetern

Josef Kriegseisen

## Didaktische Hinweise:

- geringster zeitlicher und materieller Aufwand.
- sehr genaue digitale Temperaturanzeige, optimales Ansprechverhalten der Thermofühler dank geringer Wärmefähigkeit bzw. guter Wärmeleitung der Fühlerspitze.
- Robustheit der Gerätschaft im Vergleich zu Glasthermometern
- sehr gute Ablesbarkeit der Temperatur
- sehr gute Eignung für Schülerexperimente.

## Benötigte Materialien:

1 bzw. 2 Stk. Messmultimeter VC 333 von CONRAD ELECTRONIC incl. Thermomessfühler, 1 bzw. 2 Stk. Proberöhren FIOLAX, 1 bzw. 2 Stk. Weichgummistopfen passend zu FIOLAX-Proberöhren, 2 Stk. Bechergläser, Kunststofflöffel, Ethanol 97%, Natriumchlorid NaCl bzw. Ammoniumchlorid  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , Schnee bzw. zerkleinertes Eis aus der Tiefkühltruhe

## Vorbereitung der Messvorrichtung und der Kältemischung:

Die Vorbereitungsarbeiten gestalten sich denkbar einfach - eben "low cost": Der Drahtthermofühler wird an den dafür vorgesehenen Eingängen am Multimeter VC 333 angeschlossen, der Wählrehschalter auf die "Sechs Uhr" Position gedreht. Nachdem die Proberöhre ca. 3-4 cm hoch mit der entsprechenden Flüssigkeit gefüllt wurde, wird der Messfühler in die Proberöhre eingebracht und mit dem Weichgummistopfen fixiert (s. Abb. ).



Die Kältemischung besteht aus einer Wasser-Eis-Mischung im Becherglas, zu welcher man einige Löffel voll NaCl oder  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dazugibt und gut umrührt. In der Kältemischung stellt sich eine Temperatur von -10 bis -15 °C ein!

*Beispiel 1: Vergleich der Wärmefähigkeit bzw. -abgabe von Wasser und Ethanol (spezifische Wärmefähigkeit, -abgabe)*

Josef Kriegseisen, ÜHS der PA Salzburg

Es werden zwei Messvorrichtungen aufgebaut; in einer Proberöhre befindet sich Wasser, in der anderen Ethanol, jeweils gleiche Mengen. Man achte nun darauf, dass beide Medien die selbe Temperatur aufweisen, gegebenenfalls kann die etwas kältere Vorlage in der Faust mittels Körperwärme erwärmt werden.

Neben dem Becherglas mit der Kältemischung positioniert man nun ein weiteres Becherglas, jedoch mit heißem Wasser gefüllt (etwa 80°C).

Wechselweise werden die beiden Proberöhren nun in die Kältemischung bzw. in das heiße Wasser eingebracht



Die Messfühler reagieren sehr schnell auf Temperaturänderung, man kann sehr schön feststellen, dass das Ethanol - bei identischen Versuchsbedingungen - sehr viel schneller seine Temperatur ändert als das Wasser!

*Beispiel 2: Herstellen einer "unterkühlten Schmelze" von Wasser mit anschließend induziertem Erstarren.*

Verblüffend einfach kann man nunmehr mit der beschriebenen Messvorrichtung den Effekt der "unterkühlten Schmelze" bzw. der "verzögerten Kristallisation" am Beispiel Wasser zeigen:

Nunmehr ist peinlichst darauf zu achten, dass man eine wirklich saubere - nach Möglichkeit neue - Proberöhre mit sauberem Wasser ca. 4 cm hoch füllt (es darf ruhig Leitungswasser sein!). Der Messfühler sollte sauber sein, zur Sicherheit vorher gut spülen.

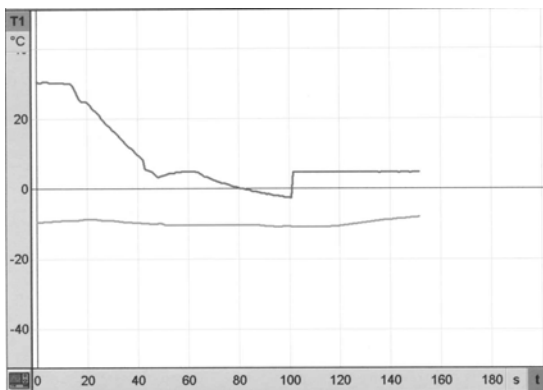
Nunmehr bringt man die Proberöhre in die Kältemischung ein. Durch leichtes Schwenken der Proberöhre in der Kältemischung erreicht man eine homogene Abkühlung des Wassers. Nunmehr können vom Experimentator unbeeinflussbar zwei Dinge eintreten:

a.) allmähliches Einsetzen der Kristallisation des Wassers bei 0° C, die Temperatur bleibt aufgrund des Freiwerdens der Erstarrungswärme bei 0° C "stecken".

b.) Mindestens mit derselben Wahrscheinlichkeit setzt bei 0°C kein Erstarren ein, sondern die "Schmelze" kühlt langsam weiter ab; es liegt nunmehr in der Regel kein Messfehler vor, sondern es zeigt sich der Effekt der Unterkühlung, bedingt durch die gleichmäßige Abkühlung und das Fehlen von Kristallisationskeimen.

Bei etwa -4°C nimmt man nun vorsichtig die Proberöhre aus der Kältemischung heraus.

Den Blick sowohl auf die Temperaturanzeige, als auch auf die Proberöhre gerichtet kann nun durch leichtes Schütteln der Proberöhre - wohlgernekt außerhalb der Kältemischung - das spontane Erstarren des Wassers induziert werden. In jenem Moment, in welchen das Wasser schlagartig erstarrt, "springt" die Temperaturanzeige in den Bereich von 0° - 4°C: Hiermit wird eindrucksvoll das Freiwerden von Erstarrungswärme dokumentiert!



Temperaturverlauf beim Gefrieren von unterkühltem Wasser, aufgezeichnet mit dem Messinterface CHEMBOX.

### Beispiel 3: Messen der Wassertemperatur in Gewässern:

Mittels des Thermofühlers kann bequem die Wassertemperatur von Gewässern in verschiedenen Wassertiefen gemessen werden - Fühler einfach in das Gewässer eintauchen!

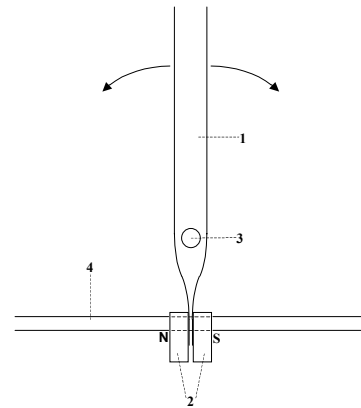
Besonders interessant: An strengen Wintertagen kann man in die Eisdecke von Teichen oder Seen mittels Bohrer Löcher bohren und den Temperaturverlauf von 0 bis ca. 1 m Wassertiefe messen.

Die Temperatur des Wasser dicht unter der Eisdecke liegt nahe dem Gefrierpunkt, je tiefer man geht, desto "wärmer" wird es: +1, +2, +3, +4 °C.



## Primitiv-Amperemeter (Drehmagnet)

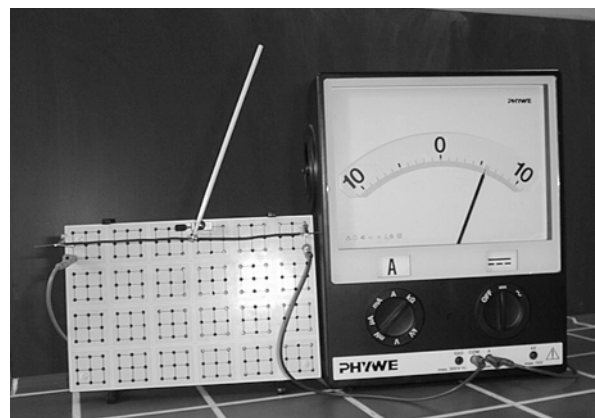
Herbert Klinglmair



Ein Ende eines Kunststoff-Trinkhalms (Skizze Nr. 1) wird zwischen zwei leistungsstarke Dauermagnete (Skizze Nr. 2; Conrad-Electronic 504254) geklemmt. Die Spitze einer etwa 2 cm oberhalb dieses Endes quer zur Magnetpolrichtung durch den Halm gestoßenen Stecknadel mit Köpfchen (Skizze Nr. 3 - Nadelstich mit einer dickeren Nadel ein wenig vergrößern!) ist höhenverstellbar in einer 1-mm-Buchse eines Steckverteilers (Leybold 501 50) fixiert. Der 4-mm-Stift dieses Steckverteilers sitzt in der passenden Buchse eines Steckhalters (Leybold 579 331), welcher wiederum auf einer mit einem Paar Plattenhaltern (Leybold 576 77) gestützten Rastersteckplatte A4 (Leybold 576 74) angebracht ist.

An den beiden oberen Ecken der Rastersteckplatte sind mit 4-mm-Verbindungssteckern und passenden Abgreifklemmen die beiden abisolierten Enden einer waagrecht knapp hinter den Knopfmagneten vorbeiführenden PVC-Aderleitung (Skizze Nr. 4; z. B. YE 1,5 H 07 V - U 1,5) festgeklemmt.

Die Kombination aus Knopfmagneten und Trinkhalm reagiert recht deutlich auf durch die Aderleitung geschickte Gleichströme bis gegen 10 Ampere. Der Zeigerausschlag des selbstgebastelten Messgerätes kann, wie am Foto zu sehen ist, mit dem eines dazugeschalteten "richtigen" Amperemeters verglichen werden.



Führt man die Aderleitung zu einer Schleife gebogen sowohl hinter als auch vor den beiden Magneten vorbei, so wird man einen wesentlich deutlicheren Zeigerausschlag feststellen. Damit lassen sich recht schön die Magnetwirkungen von geradem Leiter, Schleife und Spule veranschaulichen.