

Wir bauen uns eine Wetterstation:

- Standort- und Sensorfrage
- Meteorologische Parameter

Gemessen wird in 2m Höhe



Altes Gestell aus Holz



Neues Gestell aus Metall



Wegen der 2m Messhöhe braucht man eine Treppe



Die Wände der Hütte bestehen aus Holzlamellen





Eine zweiflügelige Tür öffnet sich nach Norden





Das Dach ist gut unterlüftet



Der Boden besteht aus Leisten mit Zwischenraum





Die Bäume stehen zu nahe! (Abstättung)



Rechts steht ein Haus! (Windschatten)



Die Wetterhütte:

Eine professionelle Wetterhütte ist eine präzise Tischlerarbeit und für uns kaum leistbar

Notlösungen aus Metall gibt es, sind aber unpraktisch bzw. nur für elektronische Sensoren geeignet

Da kommen wir bereits zur Gretchenfrage...

Analoge Instrumente

Sind in der Regel genauer als die digitalen

Können auch relativ billig sein

Halten bei guter Pflege ewig

Speichern keine Daten, müssen abgelesen werden

Digitale Instrumente

Speichern die Daten, oder haben eine
Computerschnittstelle

=-> Grafiken, Statistiken etc.

Gute digitale Sensoren sind sehr teuer!

Sie halten auch nicht ewig

Thermometer

Die Erfindung des Thermometers wird Galilei zugeschrieben, in älteren Quellen ist aber eher von einem Holländer namens Drebbel die Rede...

Jedenfalls wird bei einem Thermometer ausgenutzt, dass sich die Eigenschaften mancher Materialien bei Temperaturänderungen ändern

Thermometer: Was kann sich ändern?

- Das Volumen
- Die Form, Gestalt
- Die Dichte
- Elektrische Eigenschaften (Widerstand)

°C - Grad Celsius

Fast in der ganzen Welt gebräuchlich.

0°C: Eis-Wasser Gemisch

100°C: Wasser-Dampf Gemisch (kochendes
Wasser)

°F - Grad Fahrenheit

Wird im angelsächsischen Raum immer noch verwendet

0 °F : - 17,8 °C - Eis-Salz Gemisch

100 °F : 37,8 °C - Körperwärme des Menschen

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 * (^{\circ}\text{F} - 32)$$

K - Grad Kelvin

0 K : Absoluter Nullpunkt der Temperatur

$$0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273,2\text{ K}$$

Die Einheit ist bei $^{\circ}\text{C}$ und K gleich groß,

$$1\text{ }^{\circ}\text{C} = 1\text{ K}$$

Welches Thermometer ist für uns das beste?

Es sollte relativ genau messen...

...und das über einen längeren Zeitraum...

...und vor allem nicht zu viel kosten!

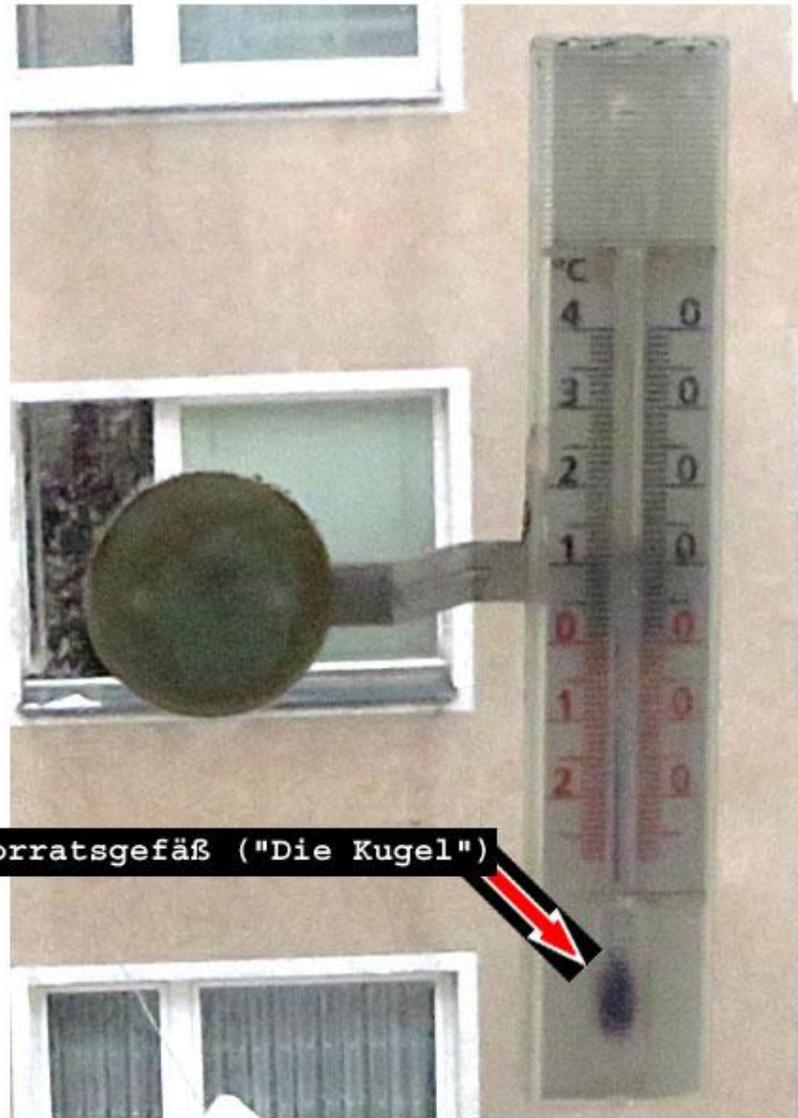
Bimetallthermometer:

Relativ billig und robust

Extrem ungenau

Mit der Zeit wird die Anzeige immer ungenauer

Flüssigkeitsthermometer



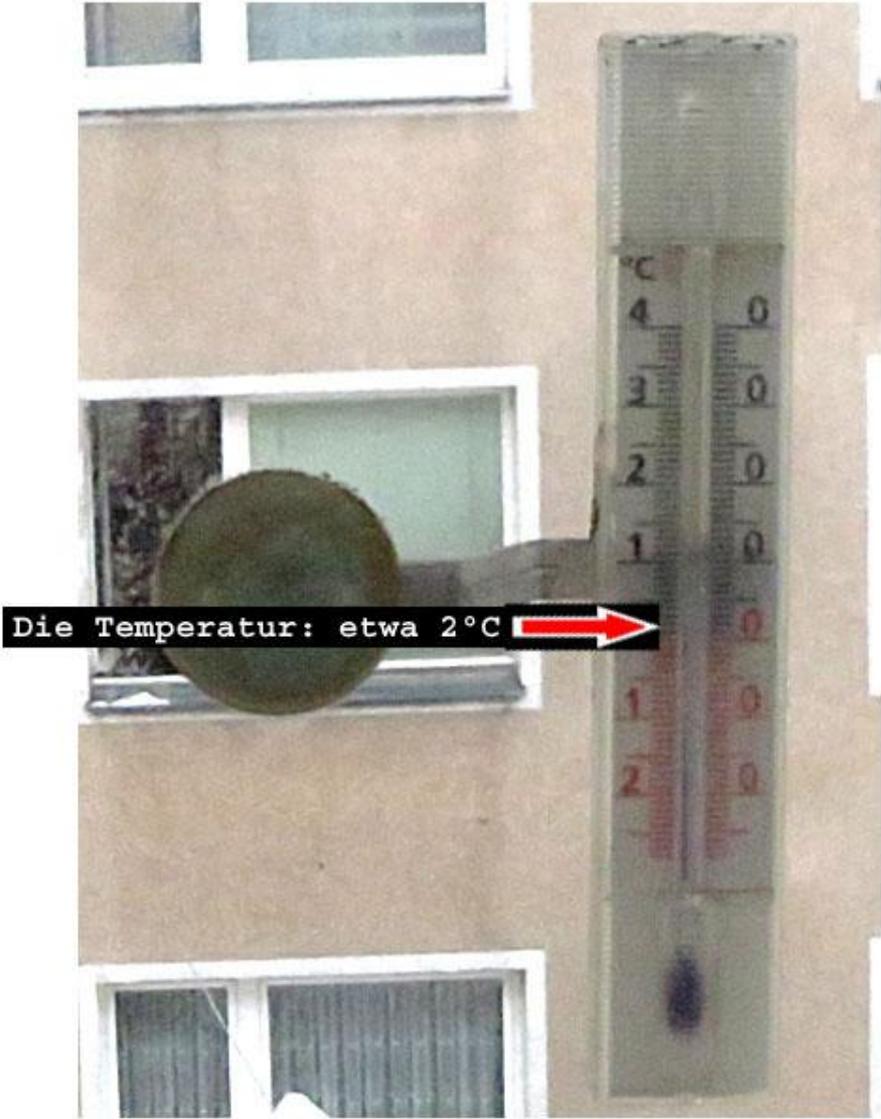
Ein Vorratsgefäß ("Die Kugel")

Flüssigkeitsthermometer



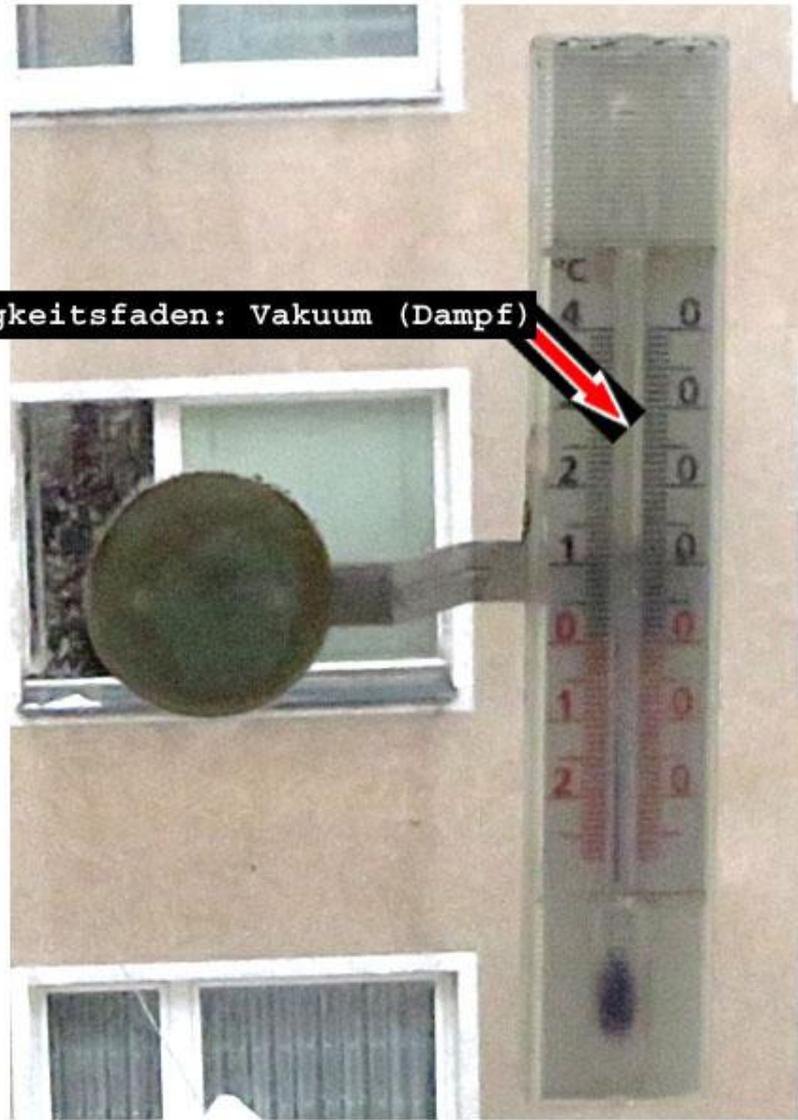
Die Kapillare mit dem Flüssigkeitsfaden 

Flüssigkeitsthermometer



Flüssigkeitsthermometer

Über dem Flüssigkeitsfaden: Vakuum (Dampf)



Flüssigkeitsthermometer



Und natürlich gibt es wieder eine Skala

Flüssigkeitsthermometer:

In der Kugel und der Kapillare befindet sich eine gewisse Menge an Flüssigkeit

Bei steigender Temperatur kann sich diese nur in die Kapillare hinein ausdehnen

Durch die Flüssigkeitsmenge wird der angezeigte Temperaturbereich oder die Lage der Skala bestimmt

Flüssigkeitsthermometer:

Es ist nicht (viel) teurer als das
Bimetalltermometer

In der Plastikausführung ist es auch kaum
empfindlicher

Die Genauigkeit der Anzeige hängt von der
Skala ab...

...sie steigt normaler Weise mit dem Preis

Für uns das Thermometer der Wahl würde ich
sagen...

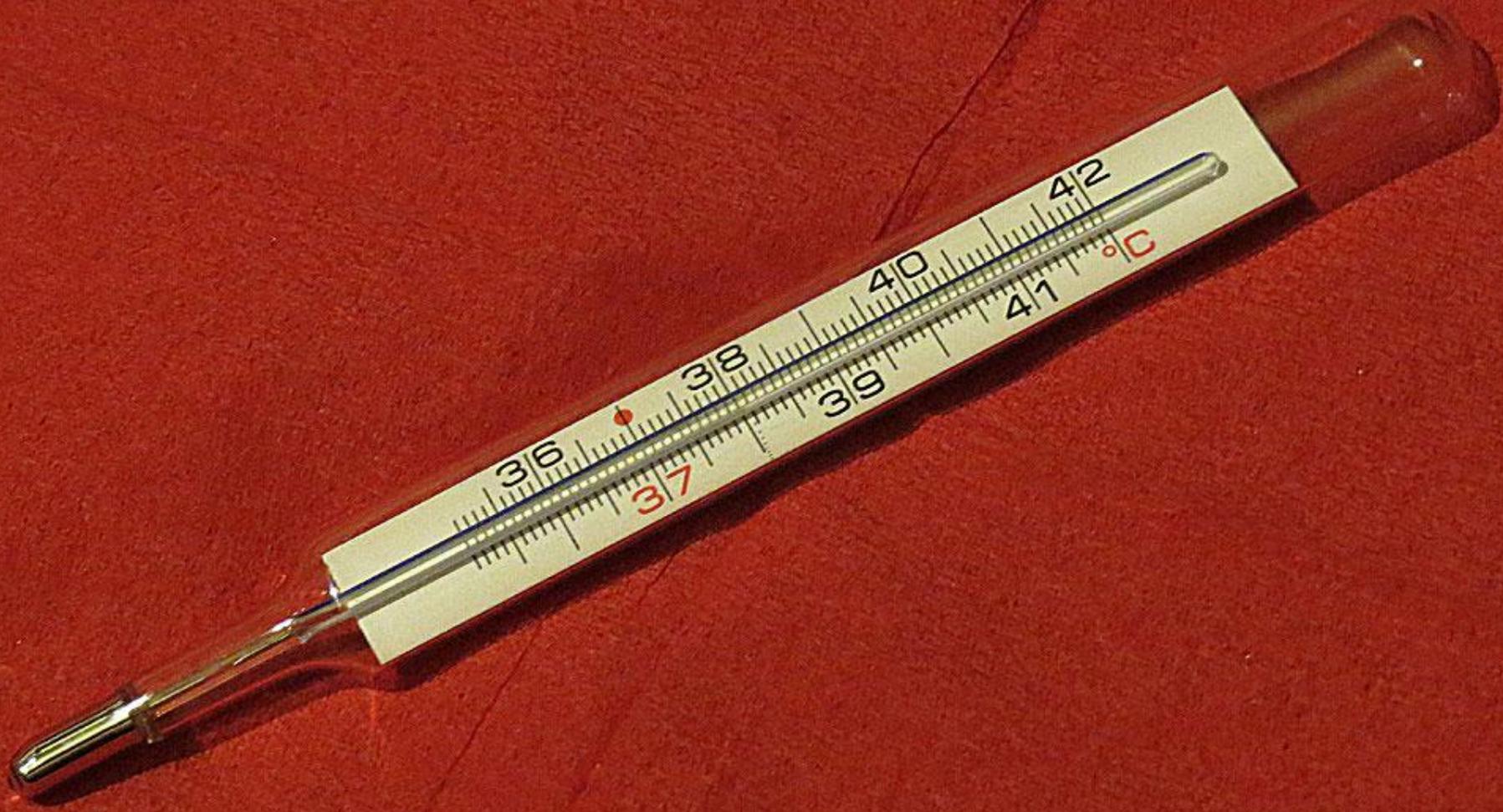
Digitale Thermometer

Widerstandsänderung bei Temperaturänderung

In Metall verkapselte Sensoren

Über die Anschlüsse kann dennoch
Feuchtigkeit eindringen





36

37

38

39

40

41

42

°C





Die Kugel



Die Kapillare



Eine Engstelle, an welcher der Faden abreißen kann

Das Maximum Thermometer:

Wird es wärmer, so drückt es die Flüssigkeit durch die Engstelle in die Kapillare

Wird es wieder kälter, so reisst der Flüssigkeitsfaden an der Engstelle ab

Die Anzeige bleibt erhalten

Dass sich der Flüssigkeitsfaden selbst etwas zusammenzieht ist unerheblich





Kein Quecksilber sondern durchsichtiger Alkohol





U-förmiges Vorratsgefäß - größere Oberfläche



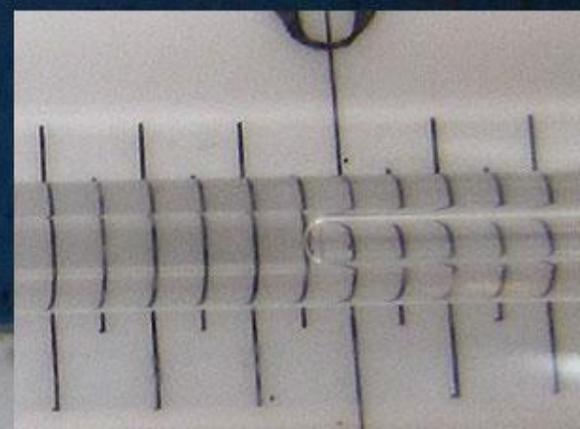
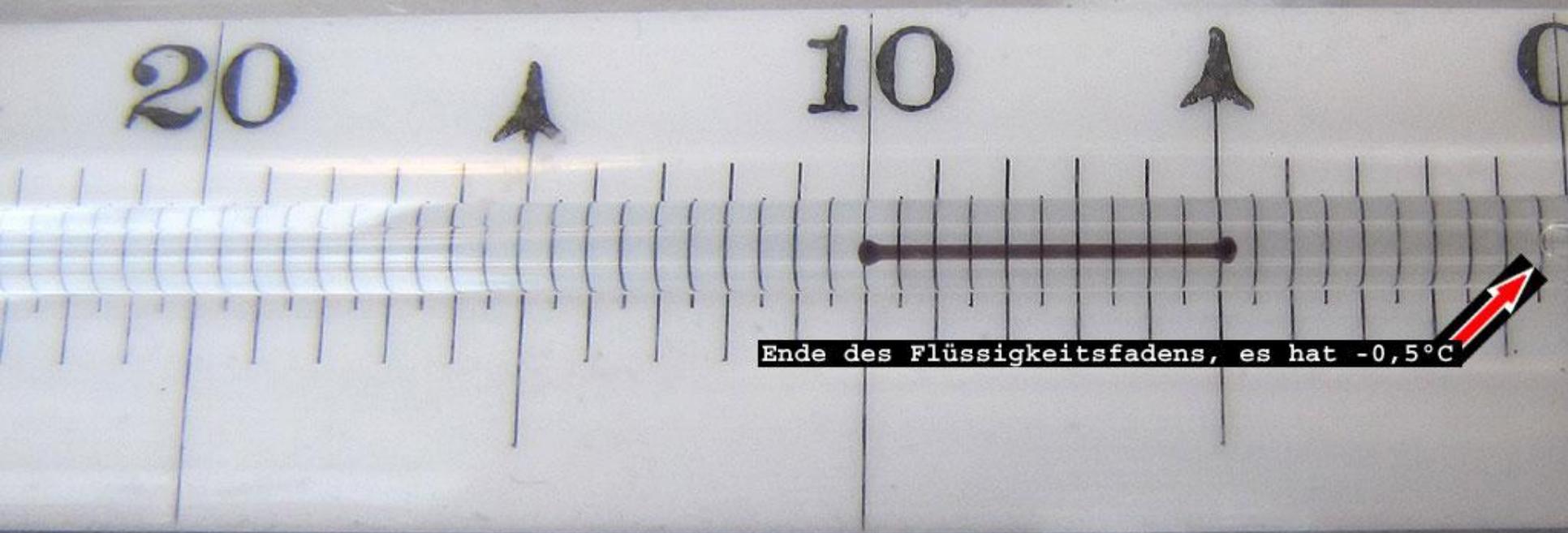
20

10

0

In der Kapillare liegt ein leichter Stab





Das Minimum Thermometer

Wird es wärmer, dehnt sich die Flüssigkeit aus und kann um den dünnen Stift herum fließen

Wird es kälter, so wird er vom Ende des Flüssigkeitsfadens (Oberflächenspannung!) mitgeschleift.

Sein rechtes Ende zeigt also die Minimaltemperatur an





Das Erdboden Minimum

Ein Minimum Thermometer 5 cm über unbachsenem Boden (oder über der Schneedecke)

Heute wird diese Temperatur von einer automatischen Station gemessen. Dieses Thermometer ist quasi ein Museumsstück.

Die Bodenthermometer

Um die Temperaturverhältnisse im Boden zu erfassen wird die Temperatur in festgelegten Tiefen gemessen

2 cm, 5 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, 50 cm,
1 m, 2 m, 5 m, 10 m

Bis 30 cm Tiefe wird der Flüssigkeitsfaden verlängert, ab 50 cm Tiefe werden Thermometer in Röhren versenkt.







Andere Parameter, die über den Umweg einer Temperaturmessung erfasst werden:

Thermometer sind relativ billig und ziemlich genau.

Andere Größen sind entweder nur schwer bis gar nicht zu messen oder die Instrumente sind teuer.

Die Luftfeuchte: Aspirationspsychrometer

Die Luft über unserer Haut wird rasch mit Feuchtigkeit gesättigt - es kann kein Wasser mehr verdampfen.

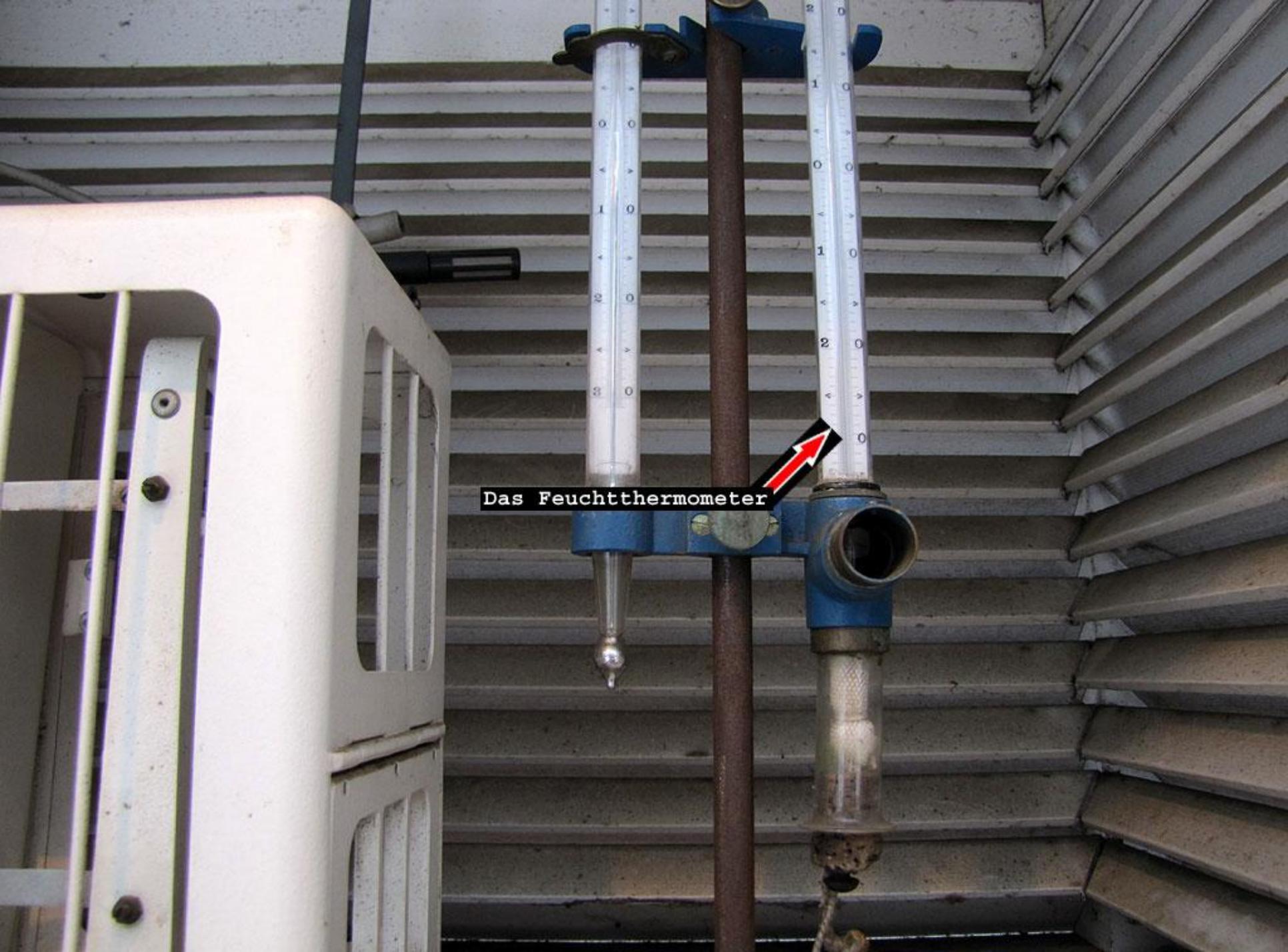
Der Wind führt uns dauernd frische, trockene Luft zu, das Verdampfen des Schweißes wird erleichtert.

Mit dem Psychrometer wird das simuliert.

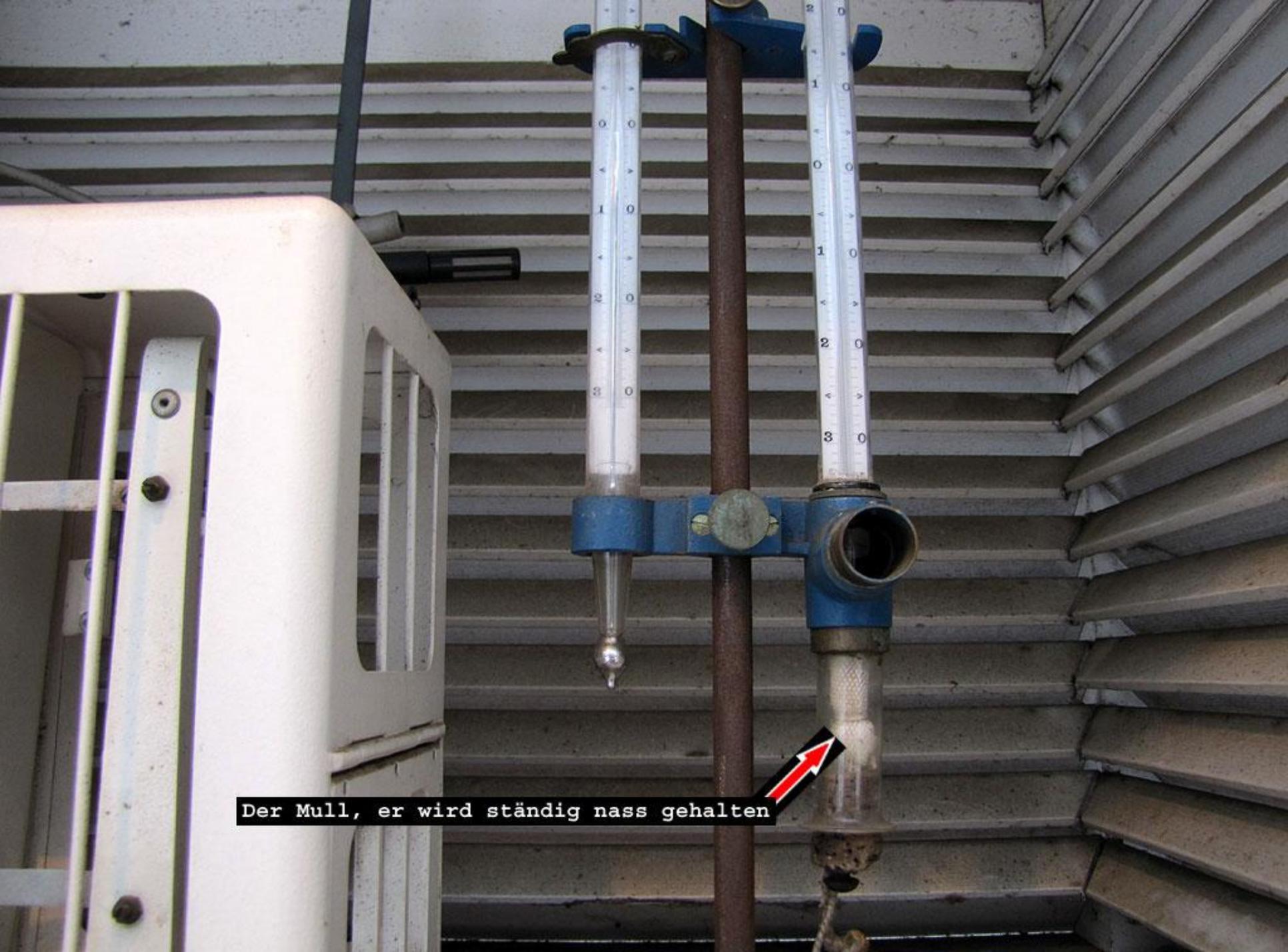
Ein Wind von exakt 1 m/s bläst über einen nassen Mull. Der Vergleich zwischen "Feucht-" und "Trockentemperatur" ergibt die Feuchte.



Das Trockenthermometer. An ihm wird auch die Lufttemperatur abgelesen.



Das Feuchtthermometer



Der Mull, er wird ständig nass gehalten



Hier sollte eigentlich ein Ventilator stecken

Die Luftfeuchte: Der Taupunktspiegel

Ein sauberer Spiegel wird abgekühlt.

Bei unterschreiten der Taupunktstemperatur beschlägt er sich sofort und wird matt.

Diese Änderung des Reflexionsvermögens lässt sich auch durch Automaten messen.

Der Luftdruck: Das Hypsometer

Die Siedetemperatur einer Flüssigkeit hängt vom Luftdruck ab (Kartoffeln auf Berghütten) .

Hält man eine Flüssigkeit am Sieden, so ist ihre Temperatur ein Maß für den Luftdruck.

Das Barometer

- Quecksilberbarometer
- Aneroidbarometer
- Bauern- oder Goethebarometer
(auch "Sturmglas" genannt)

hPa = mb : Hectopascal, Millibar

Früher waren Millibar gebräuchlich

Bei der Vereinheitlichung der Maße wurde
der Name und die Definition geändert
(1 hPa = 100 Newton/Quadratmeter) - die
Werte blieben gleich

Druck auf Meeresniveau: 1013 hPa = 1013 mb

mm Quecksilbersäule = Torr

Ein früher gebräuchliches Maß

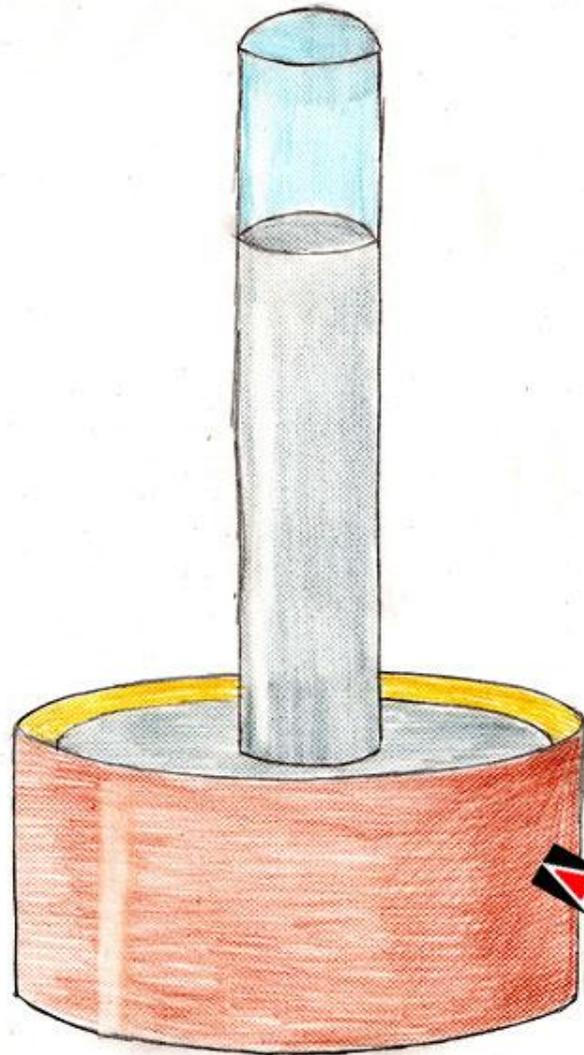
(In alten Aufzeichnungen finden sich auch noch "Pariser Linien")

1 hpa = $\frac{3}{4}$ Torr

1 Torr = 1,33 hpa

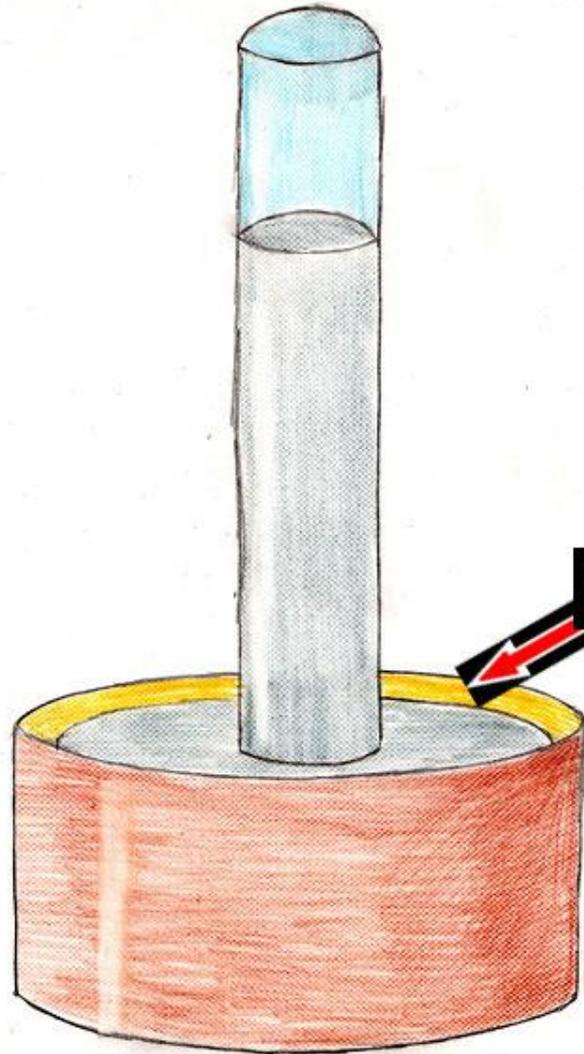
Druck auf Meeresniveau: 760 Torr

Das Quecksilberbarometer - Prinzip



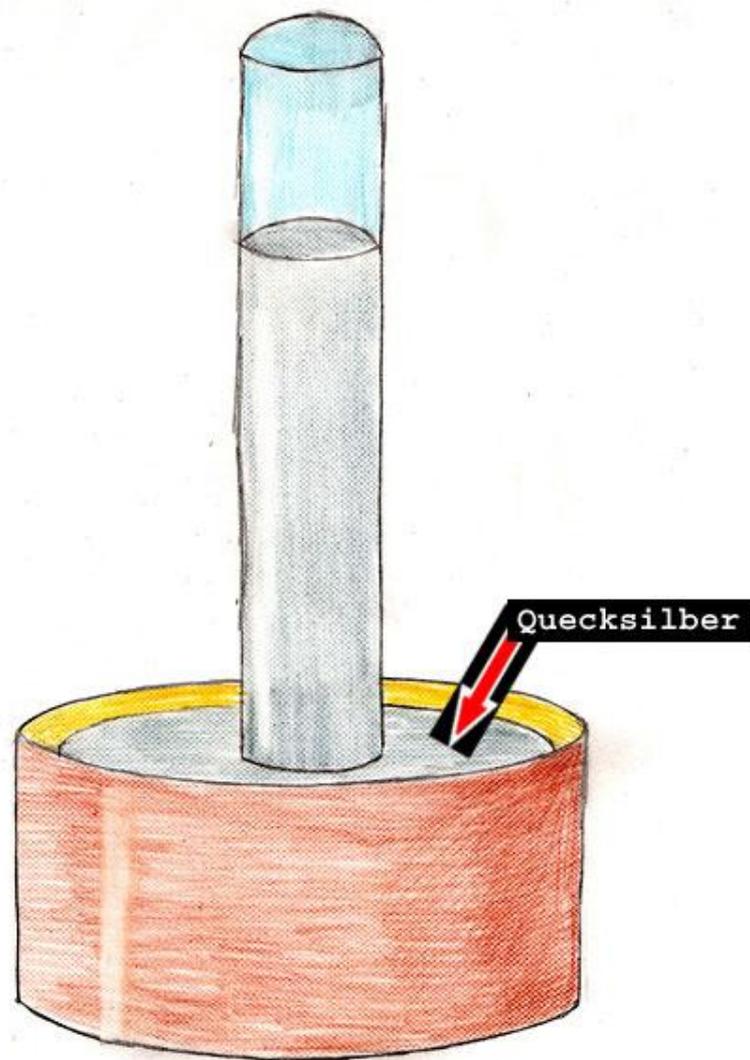
Ein Gefäß, zum Teil gefüllt mit Quecksilber

Das Quecksilberbarometer - Prinzip

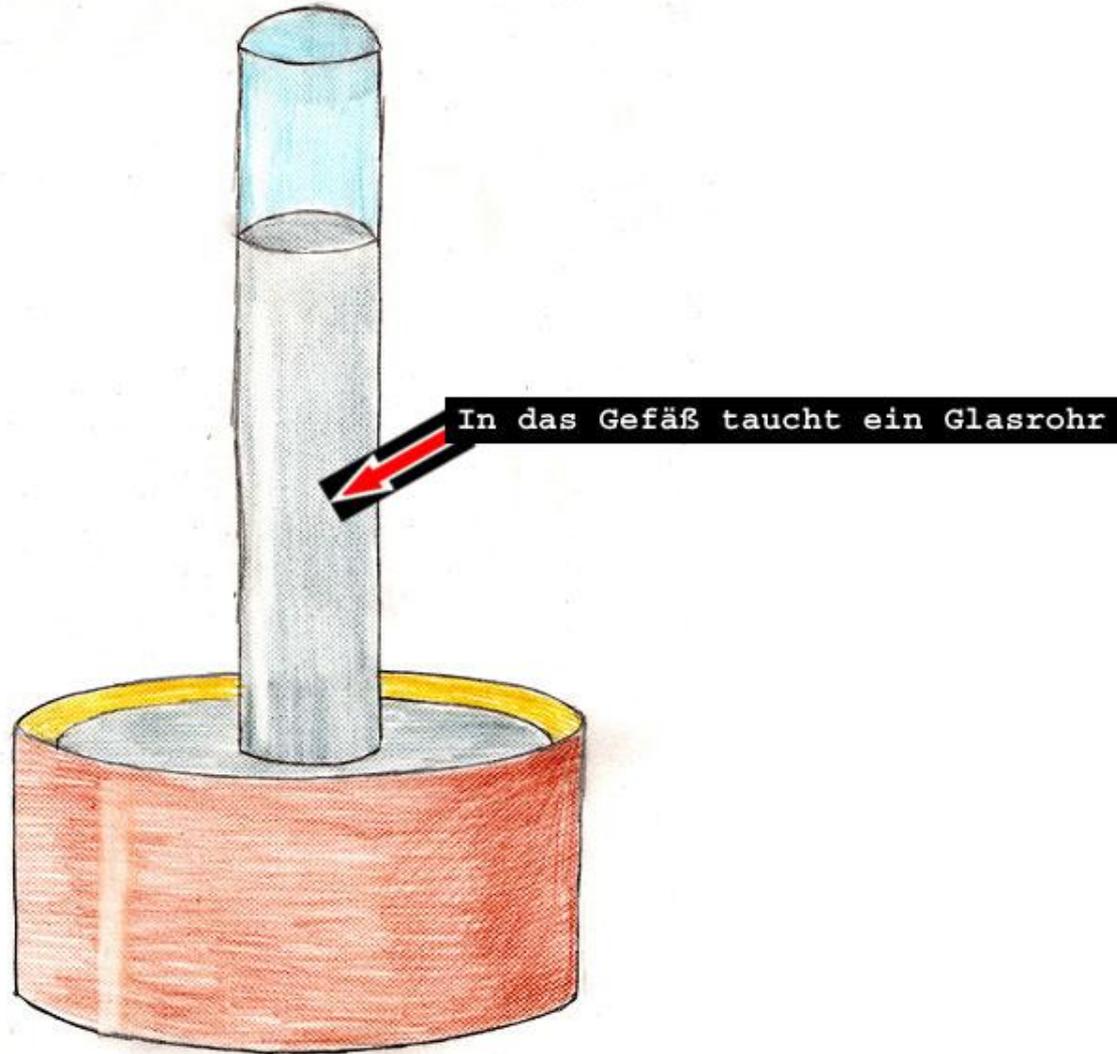


Oben offen, damit die Luft auf
das Quecksilber drücken kann

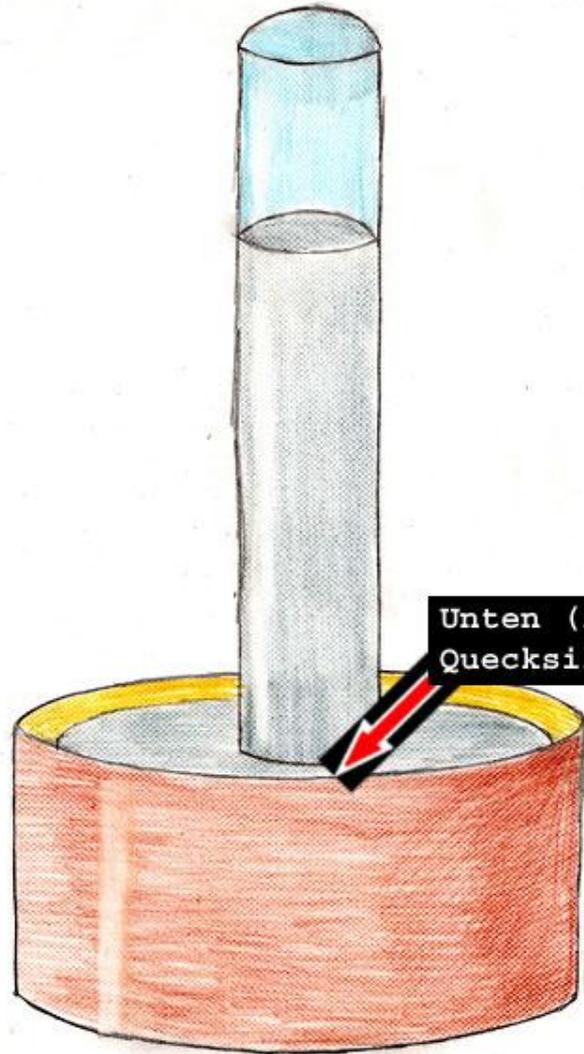
Das Quecksilberbarometer - Prinzip



Das Quecksilberbarometer - Prinzip

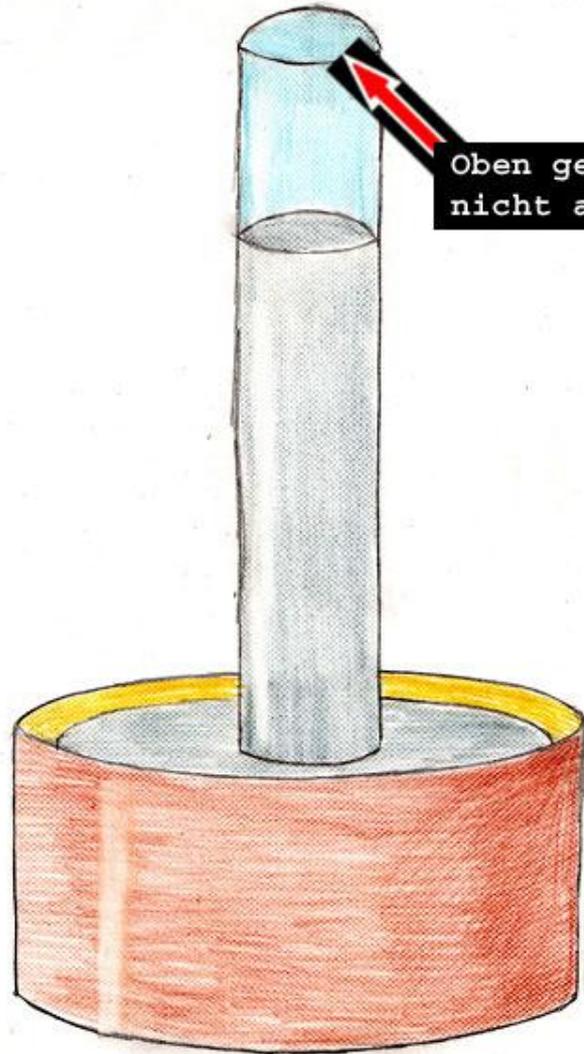


Das Quecksilberbarometer - Prinzip



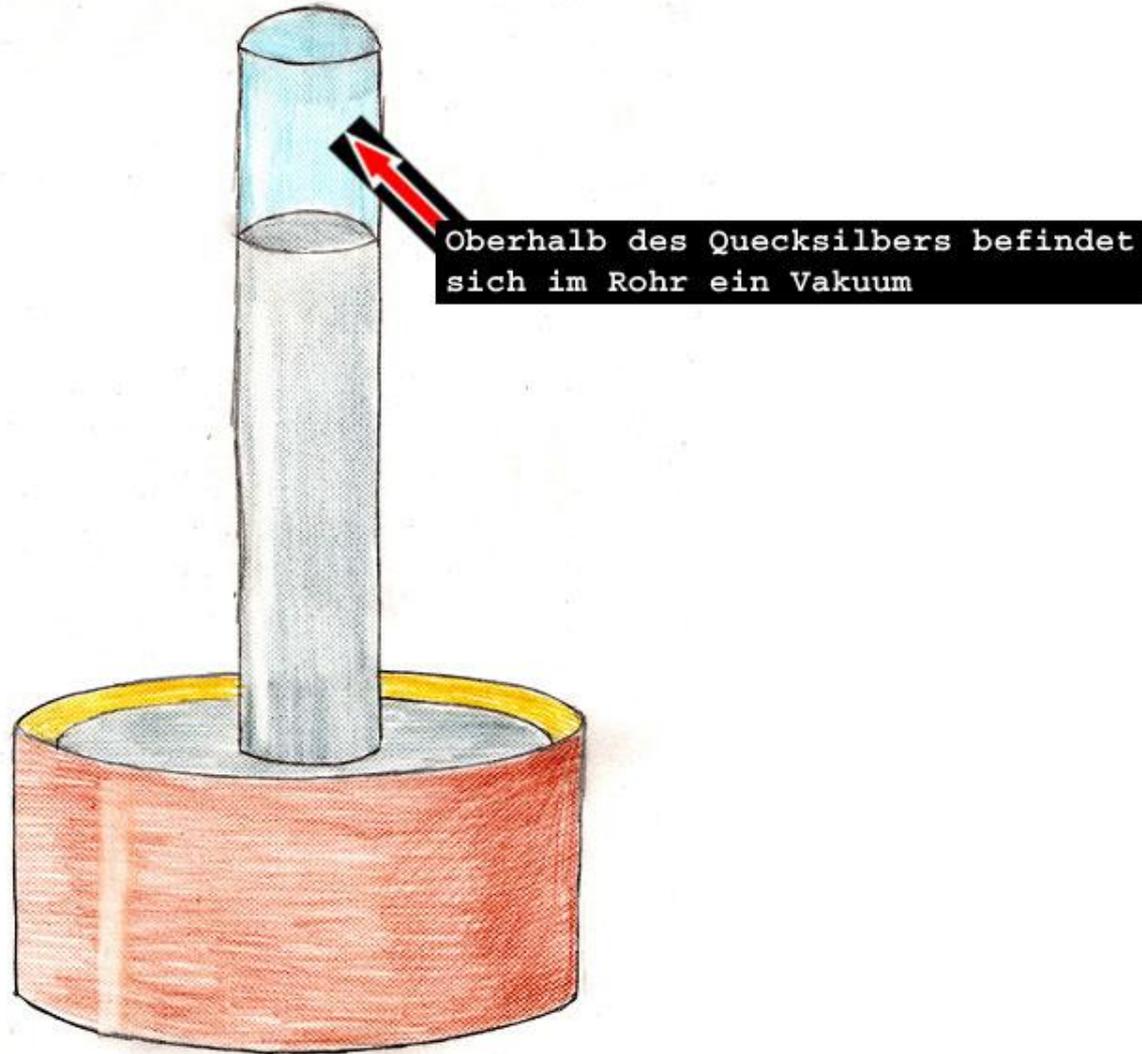
Unten (im Quecksilber) offen, damit das Quecksilber ein- und ausströmen kann

Das Quecksilberbarometer - Prinzip

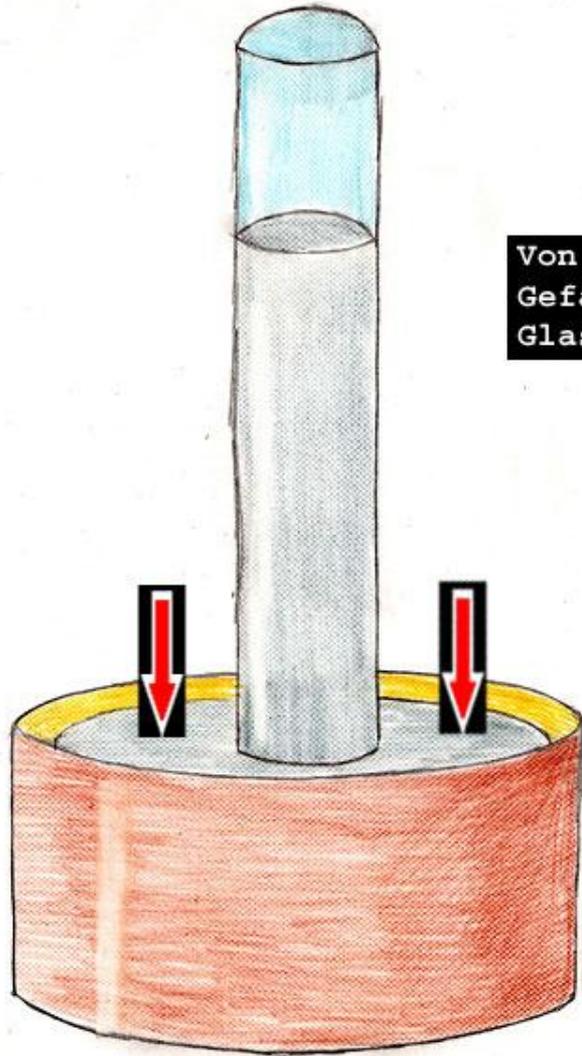


Oben geschlossen, damit die Luft
nicht auch von oben drücken kann

Das Quecksilberbarometer - Prinzip

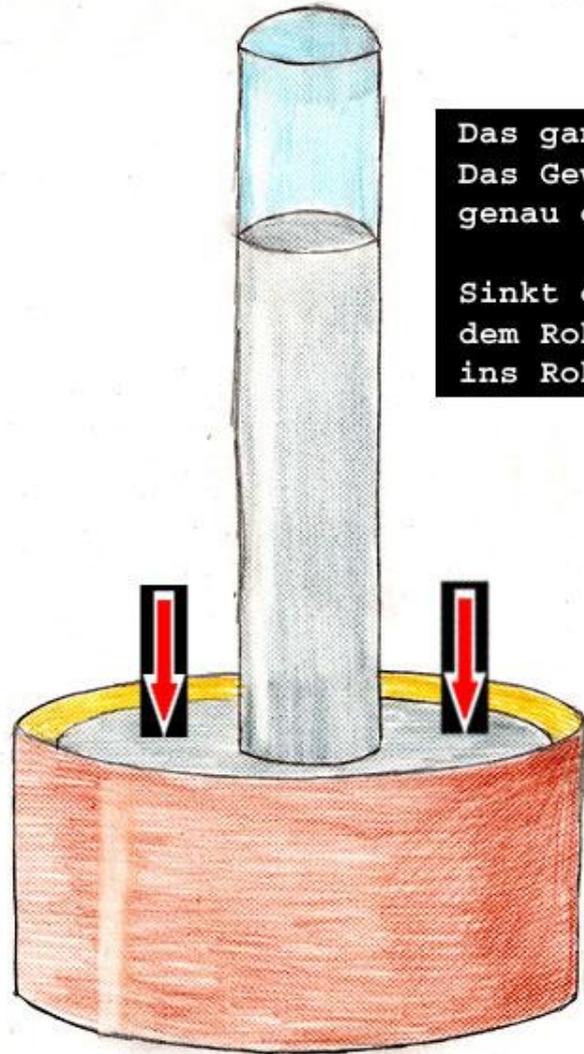


Das Quecksilberbarometer - Prinzip



Von oben drückt die Luft auf das Quecksilber im Gefäß und verhindert, dass Quecksilber aus der Glasröhre läuft.

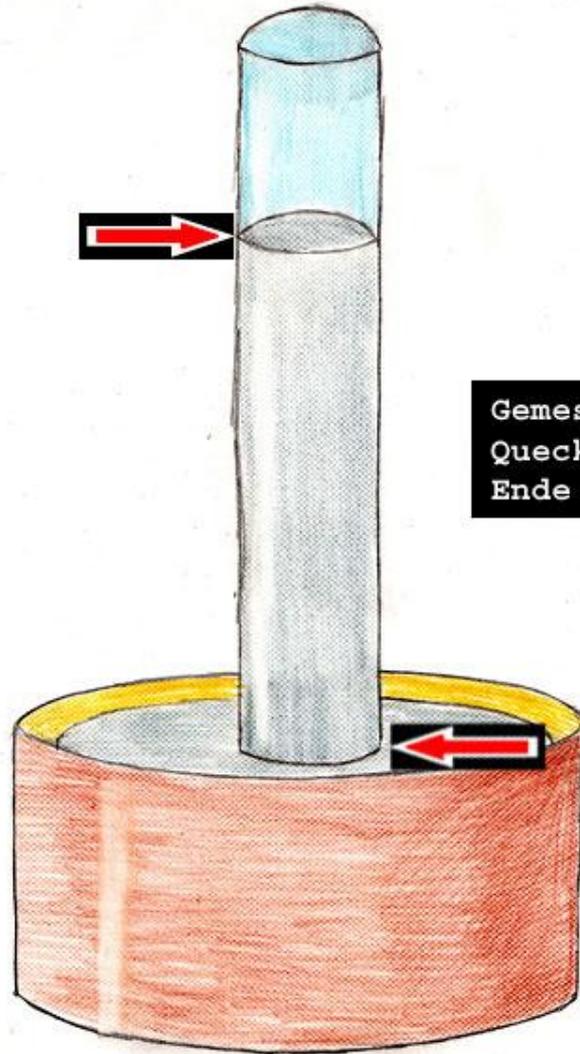
Das Quecksilberbarometer - Prinzip



Das ganze funktioniert ähnlich wie eine Waage. Das Gewicht des Quecksilbers im Glasrohr entspricht genau dem Gewicht der Luft über dem Instrument.

Sinkt der Luftdruck, so kann etwas Quecksilber aus dem Rohr fließen. Steigt er, so drückt er das Quecksilber ins Rohr zurück.

Das Quecksilberbarometer - Prinzip



Gemessen wird der Abstand zwischen dem Quecksilberspiegel im Gefäß und dem oberen Ende der Quecksilbersäule im Rohr.

Das Stationsbarometer

Das Gefäß. In ihm befindet sich geschützt und für uns unsichtbar das Quecksilber. Die Luft kann durch eine kleine Öffnung hinein.



Das Stationsbarometer

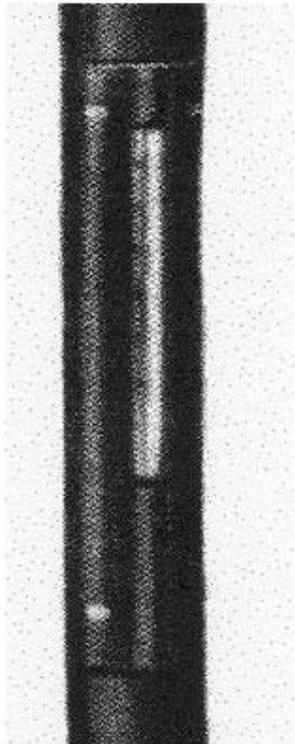
Das Glasrohr wird ebenfalls geschützt und befindet sich in einem Metallrohr



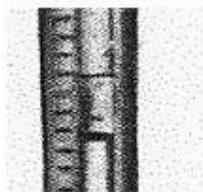
Das Stationsbarometer

Das Quecksilber im Barometer verhält sich natürlich auch so wie das Quecksilber im Thermometer: Es dehnt sich bei Erwärmung aus.

Um diesen Effekt rechnerisch kompensieren zu können muss die Temperatur gemessen werden. Dazu dient ein Thermometer.



Das Stationsbarometer



Gemessen wird, indem man den unteren Rand einer verschiebbaren Noniusskala mit dem oberen Rand der Quecksilbersäule zur Deckung bringt.

Bewegt wird die Skala durch einen Drehgriff weiter unten.

Abgelesen wird dann an der Skala links.

In einer Tabelle wird dann noch die Korrektur für die Temperatur nachgeschlagen und addiert und das war's.

