

Über ein neues Mikro-Barometer

Autor(en): **Streit, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern**

Band (Jahr): **17 (1959)**

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-319500>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Über ein neues Mikro-Barometer¹

Das alte Quecksilberbarometer hat den Nachteil, daß es im Verhältnis zu seiner Größe eigentlich nur bescheidene Ausschläge macht, die etwa 3 cm im Maximum betragen. Die durchschnittlichen täglichen Schwankungen sind jedoch bedeutend geringer. Zudem ist die Reibung des Metalles Quecksilber an der langen Glaswand und die mangelhafte Benetzbarkeit so groß, daß sie beim Hausbarometer mit 2 bis 3 mm lichter Weite Druckänderungen von 2 bis 4 mm hintertreiben kann, was man durch Klopfen zu beheben sucht. Erst Barometerröhren von etwa 20 mm lichtem Durchmesser erlauben exaktere Ablesungen von Zehntelmillimeter-Genauigkeit. Das Bedürfnis aber nach feineren Ablesungen ist vorhanden und hat bereits eine Anzahl von Mikro-Barometern ins Leben gerufen.² Sie arbeiten entweder mit Hebelwerken, Membranen, Flüssigkeitsmanometern, Kapillaren oder elektrischen Kondensatoren in Verbindung mit Spiegeln. Wohl der älteste Versuch einer Verfeinerung der Luftdruckmessung stammt von HUYGENS, dessen Lösung aber nur eine beschränkte Vergrößerung gestattet, wie folgende Betrachtung dartut: Fig. 1. Angenommen der Luftdruck nehme ab, und der linke obere Quecksilberspiegel falle, so muß im rechten dünnern Schenkel die gefärbte Flüssigkeit stärker steigen. Nun hat diese aber selber auch ein Gewicht und wird deshalb die Übersetzung verkleinern. Genauer zeigt dies folgende Überlegung: In der Fig. 1 haben das

¹ Diese Arbeit wurde angeregt durch eine Vorlesung über Meteorologie im Sommer 1950 von DR. M. BIDER, Basel.

² SCHMIDT (Met. ZS, 29, 406, 1912).

ALFANI (Meteorologia pratica 21, 97, 1940).

ZUZUCI und OMORI (Gerl. Beiträge z. Geophys. 49, S. 301—318).

MACELWANE und RAMIREZ (Trans. Amer. Geophys. Union 1938, Vol. 19, S. 125—128).

SAXER und DESSAUER (Helv. Phys. Acta Vol. 16, 435, 1943).

— (Helv. Phys. Acta Vol. 18, 527, 1945).

EGEDAL (Met. ZS 48, 434—435, 1931).

BENNDORF und ZIMMERMANN (Met. ZS 55, 273—283, 1938).

POLLI (Annali di Geofisica Vol. II, 103—112, 1949).

obere und das untere Quecksilbergefäß gleichen Querschnitt, und es bedeutet

— x = Fall des obern Quecksilberspiegels,

s = Verhältnis der spez. Gewichte der beiden Flüssigkeiten,

— y = Luftdruckabnahme in mm Quecksilberhöhe,

n = Verhältnis des großen und kleinen Flüssigkeitsspiegels.

Die Druckabnahmen im linken und rechten Schenkel müssen einander gleich sein, d. h.

$$-x = x + \frac{nx}{s} - \frac{x}{s} - y$$

oder

$$x = \frac{y}{2 + \frac{n-1}{s}}$$

Es ist dann die Übersetzung:

$$nx = \frac{ny}{2 + \frac{n-1}{s}}$$

Nehmen wir an, die gefärbte Flüssigkeit rechts sei Wasser, so ist $s = 13,59$. Es ergeben sich dann folgende Beispiele der Übersetzung, wenn man die Luftdruckänderung $y = 1$ annimmt:

Fall 1 $n = 10$

$s = 13,59$

$y = 1$ mm, dann ist

$x = 0,38$ mm und die

Übersetzung = $10 \cdot 0,38 \cdot 1$ mm = **3,8 mm**

Fall 2 $n = 1000$

$s = 13,59$

$y = 1$ mm, dann ist

$x = 0,0133$ mm und die

Übersetzung = $1000 \cdot 0,0133 \cdot 1$ mm = **13,3 mm**

Die Übersetzung wird höchstens gleich dem spez. Gewicht des Quecksilbers, was aus der obigen Gleichung in der Form

$$nx = \frac{n \cdot s \cdot y}{2s + n - 1} \text{ hervorgeht, wenn man für } n = \infty \text{ und } y = 1 \text{ setzt.}$$

$$nx = \text{Übersetzung} = s .$$

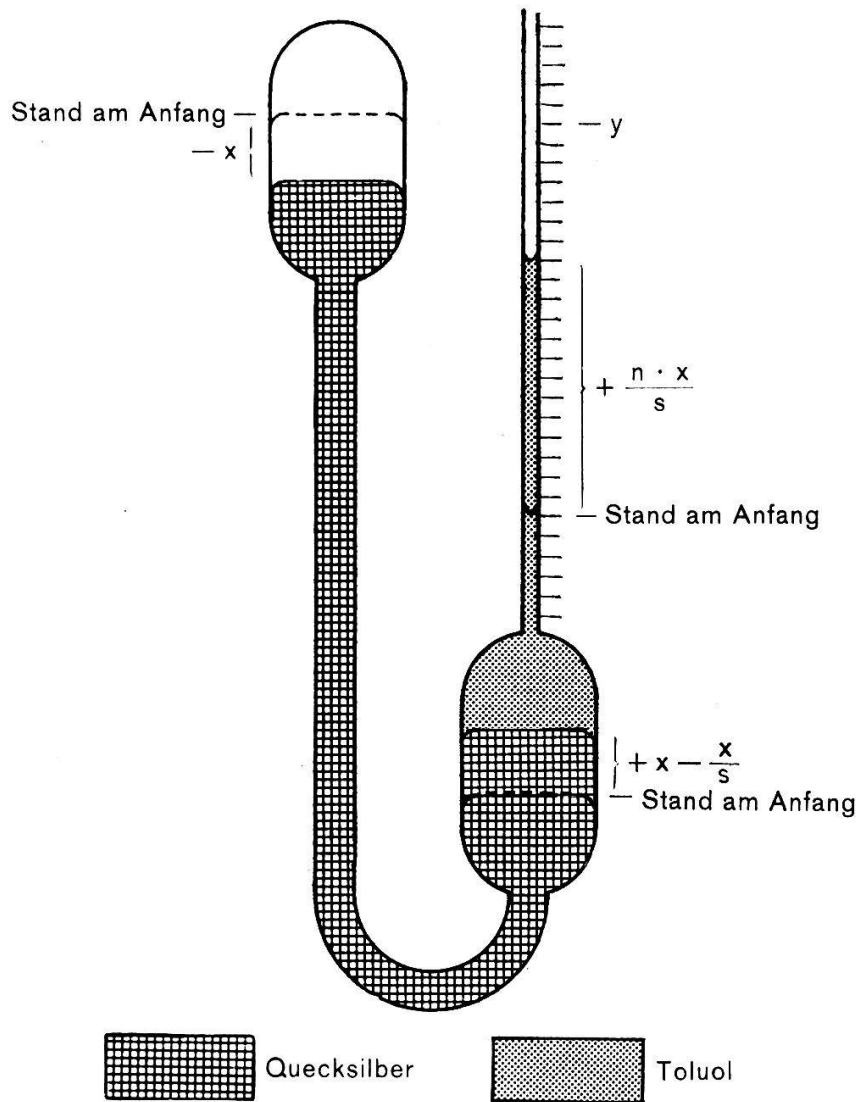


Fig. 1

Es wurde nun ein Flüssigkeitsbarometer gesucht, das eine beliebige Vergrößerung der Ausschläge ermöglicht, ohne dabei die Reibung mitzuvergrößern. Ferner zeigt sich bei kleinen Rohrdurchmessern des bekannten Quecksilberbarometers, daß die Quecksilberkuppe nicht immer die gleiche Form besitzt und daß bei großen Rohrdurchmessern, vergleiche Fig. 2, die Senkung des innern Quecksilberspiegels überhaupt nicht gemessen werden kann. Um dies zu ermöglichen, wurde das untere Quecksilbergefäß B durch ein dünnes Glasrohr CD von zum Beispiel 1,5 mm lichter Weite mit einem dritten Gefäß E von gleichem Querschnitt wie der der andern Gefäße verbunden und mit einer sehr leichtbeweglichen Flüssigkeit (zum Beispiel Toluol) versehen, siehe Fig. 3. Die Druck-

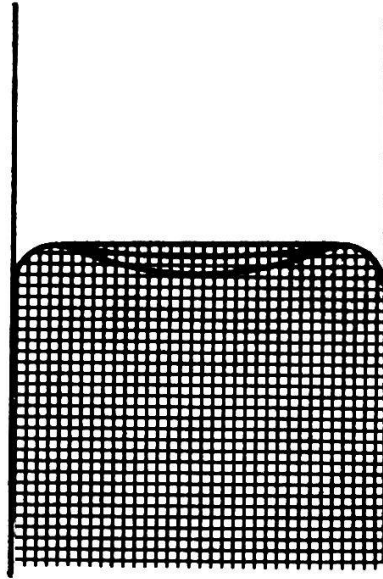


Fig. 2

schwankungen werden nun durch eine Luftblase im dünnen Rohr angezeigt. Da die Vergrößerung der Druckschwankungen umgekehrt wächst wie die Quadrate der Rohrdurchmesser oder wie die Querschnitte der Röhren, so bekommt man rasch starke Übersetzungen, wobei die Reibung an den Gefäßwänden verhältnismäßig kleiner wird.

Man beachte, daß die Flüssigkeitsspiegel B und E der untern zwei Gefäße unter sich immer gleich hoch bleiben, so daß der Quecksilberdruck durch das Toluol nicht verkleinert wird, wie das beim Huygenschen Barometer der Fall ist. Auf diese Weise wurden bis jetzt Mikro-Barometer ausgeführt von 10-, 300-, 2000facher Übersetzung. Im letztern Falle müßte das Rohr CD mit der Luftblase also 2000mal 3 cm oder 60 m lang sein, um alle möglichen Schwankungen zu zeigen. Dabei würde aber durch vermehrte Reibung wieder verloren gehen, was an Übersetzung gewonnen wurde. Man verzichtet deshalb bei größeren Übersetzungen auf absolute Barometerstände und hält sich an die Differenzen. Wenn man nämlich links und rechts am Verbindungsrohr CD trichterförmige Erweiterungen anbringt, so ist auch die Luftblase leicht darin zurückzubehalten. Bei der Berechnung der Rohrquerschnitte ist noch zu bedenken, daß der untere Quecksilberspiegel so viel steigt, wie der obere fällt. Um eine n-fache Übersetzung zu erzielen, muß man also den drei großen Gefäßen einen 2n-fachen Querschnitt geben. Bei der 10-fachen Übersetzung hat das Rohr CD zum Beispiel 1,5 mm lichte Weite, die drei Gefäße aber $1,5 \cdot \sqrt{20} = 6,7$ mm.

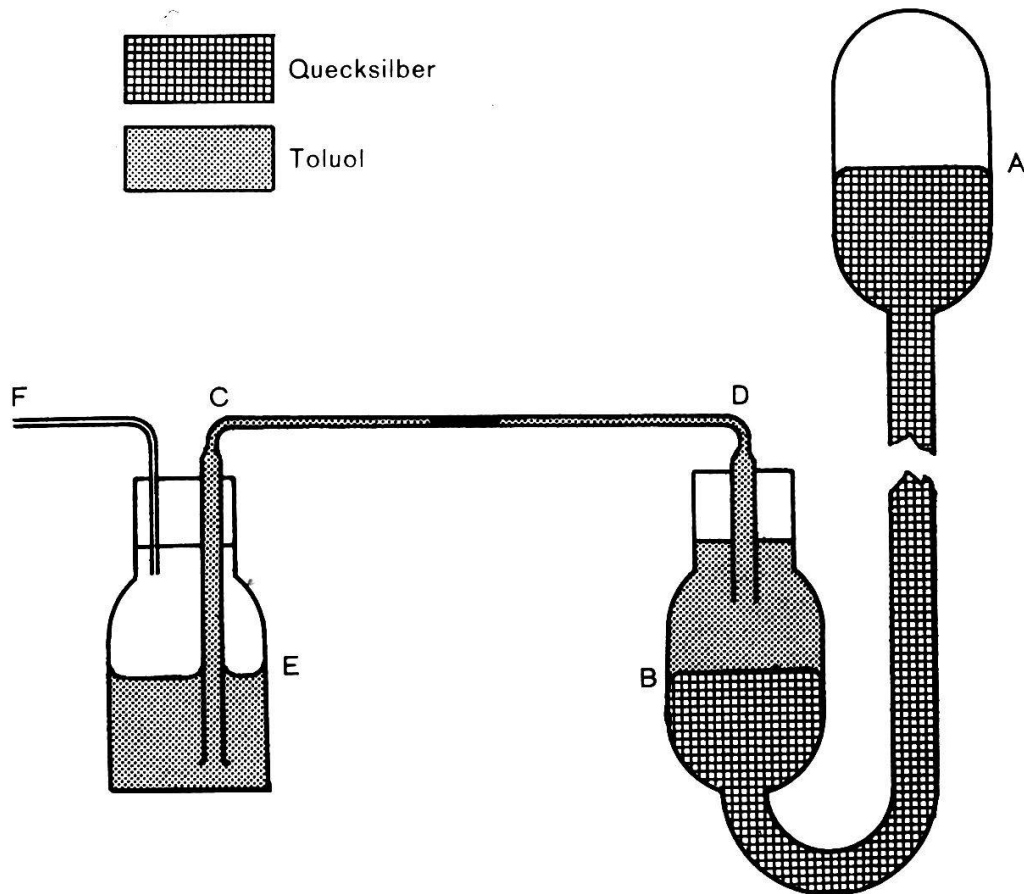


Fig. 3

Da im beschriebenen Mikro-Barometer neben dem Quecksilber noch eine sehr leichtbewegliche Flüssigkeit angewendet wird, muß es auf der Seite des äußern Luftdruckes durch eine Kapillare F geöffnet sein, damit die Verdunstung auf ein Minimum beschränkt bleibt.

Die 10fache Übersetzung mit ihrem 30-cm-Meßbereich kann als Hausbarometer gute Dienste leisten, da es, wie eingangs bemerkt, etwas Mühe macht, kleine Schwankungen festzustellen. Höhere Übersetzungen eignen sich zu wissenschaftlichen Untersuchungen und sollten am besten auch registriert werden, was auf photographischem Wege sehr gut möglich ist.

Einige mit diesen Instrumenten festgestellte Tatsachen sind:

1. Die geringsten Windstöße zeichnen sich ab, und zwar im absoluten Wert. Sogar das Husten im gleichen Raume macht sich bemerkbar, sowie das Türenöffnen und -schließen. Das Instrument sollte deshalb in einem unbewohnten Raume mit möglichst gleichbleibender Temperatur aufgestellt werden.

2. Bei Verdeckung der Sonne durch Wolken steigt der Luftdruck um einige 300stel mm und fällt um ebenso viel bei Wiedererscheinen der Sonne. Bei der Abkühlung zieht sich die Luftschicht unter den Wolken etwas zusammen, wird spezifisch schwerer und sinkt zur Erde, was zum statischen einen dynamischen Druckfaktor hinzufügt. Das Umgekehrte findet statt bei der Erwärmung der Luftschicht bei Wiedererscheinen der Sonne. Windstille ist vorausgesetzt.

3. Bei einsetzendem Regen ist ebenfalls ein Steigen des Luftdruckes zu beobachten. Der fallende Regen bringt Kälte aus der Höhe in die Tiefe und macht die Abkühlung allgemeiner. Ferner reißt der fallende Regen Luft mit sich nach unten, wodurch ein weiterer dynamischer Druckfaktor entsteht.

4. Eine Periode des Luftdruckes von 3—30 Minuten Länge. Die oben genannten Einflüsse müssen möglichst wegfallen. Die am häufigsten beobachteten Wellenlängen, zum Beispiel im Jahre 1953, erstrecken sich über eine Zeitdauer von 10—15 Minuten. Die Amplituden betragen $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{30}$ mm Quecksilbersäule. Die Wellenform ist eine reine Sinuskurve, siehe Photokopie, Fig. 4. Interessant ist, daß diese Wellen im Sommer 1954 nicht haben registriert werden können, wo allerdings immer

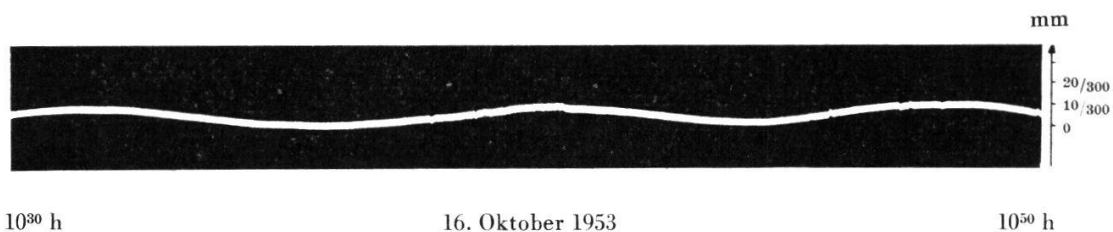


Fig. 4

bloß eine Stunde pro Tag beobachtet wurde; sie wurden erst im folgenden Winter wiederum festgestellt.

Welches ist wohl das Quellgebiet dieser seltsamen Wellen?

a) Nach obigem Punkt 2 könnte man an Wolkenfelder denken. Sie sind gewöhnlich aber nicht so regelmäßig, daß sie Sinuswellen erzeugen könnten. Auch tritt die Erscheinung auch des Nachts auf, da keine Sonne scheint, oder am Tag, wenn keine Wolken da sind.

b) Übereinanderstreichende Luftmassen können nach HELMHOLTZ Wellen erzeugen, die regelmäßige Wolkenfelder hervorrufen. Bis jetzt hat aber noch kein Zusammenhang mit obigen Luftdruckwellen festgestellt werden können.

c) Es könnten Gravitationswellen im Luftmeere sein, erzeugt durch topographisch-dynamische Impulse. Stößt ein Windstrom, Fig. 5, gegen eine

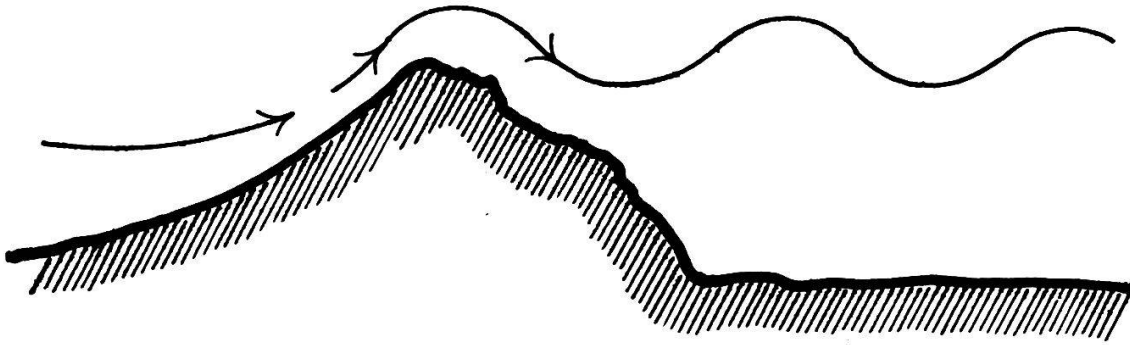


Fig. 5

Gebirgskette, so wird er nach oben abgelenkt und staut die darüber liegenden Luftschichten. Die Dauer und Intensität dieser Stauung ist natürlich abhängig von der Breite und Höhe, von der Richtung der Überquerung der Gebirgskette und von der Windgeschwindigkeit. Sobald jedoch das Gebirge passiert ist, fällt die aufgeschaukelte Luftmasse wieder abwärts, und die elastische Schwingung ist eingeleitet. Eine ähnliche Wirkung wie die Gebirgskette könnte auch eine Kaltluftmasse hervorbringen. Zum topographisch-dynamischen Impuls kann noch ein Auftrieb durch Kondensationswärme kommen, indem bei der Luftverdünnung Wärme aus dem Wasserdampf frei wird und die Luftschicht hebt.

d) R. BECKER und A. DEFANT vermuten, daß sich an der Oberfläche eines Kaltluftsees ähnliche stehende Wellen ausbilden, wie sie bei gewissen Seen als Seiches bekannt sind.³

Die unter Punkt 1—4 genannten Beobachtungen wurden zwischen Bern und Thun angestellt. Es wäre wünschenswert, Simultanbeobachtungen an mehreren weit auseinander liegenden Orten zu machen, um weitere Schlüsse zu ziehen.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit «Zur Analyse von Luftdruckvario-grammen» von W. SCHÜEPP untersucht der Verfasser auch Zusammenhänge dieser Luftdruckschwingungen mit dem Wetter.⁴

Manuskript eingegangen am 25. März 1958.

³ R. BECKER (Gerl. Beitr. Geoph. 21, 1, 1929).

A. DEFANT (Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturw. Kl. 80, 105, 1906).

⁴ DR. W. MÖRIKOFER und PROF. DR. STEINHAUSER (Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie A, Bd. 8, 1.—2. Heft, 1955).

