



Wiki Lampao, Thailand

FolderFolders/ NanoSolex/ NanosolexLehrerhandbuch/ RecentChanges Preferences Edit

Main Topics

ProjectIssues
ProjectDocumentation
PartnersAndSponsors
PhotoGallery
ContactUs

Navigation

Home / FrontPage
Folders
Search
All Pages

Wiki How-To

Help
SandBox

Administration

Login / Logout
EditorialWork
ToDoList for the wiki
Edit Sidebar
Configuration

Folder Folders / Nano Solex / Nanosolex Lehrerhandbuch / Solimeter Grund Gleichung

Die Herleitung der Solimetergrundgleichung



Die Herleitung der Solimetergrundgleichung

Grunddaten

Herleitung der Grundgleichungen des Solimeters

Grundansatz: Erster Hauptsatz der Thermodynamik (Wärmelehre)

Die Luft im Solimeter als geschlossenes aber diathermes (nicht adiabatisches)

System

D-Teil der Solimeter - Grundgleichung

Isotherme Expansion und Adiabate mit Heron's Tempeltüröffner

C-Teil der Solimeter Gesamtgrundgleichung

B-Teil der Solimeter Gesamtgrundgleichung

A-Teil der Solimetergleichung

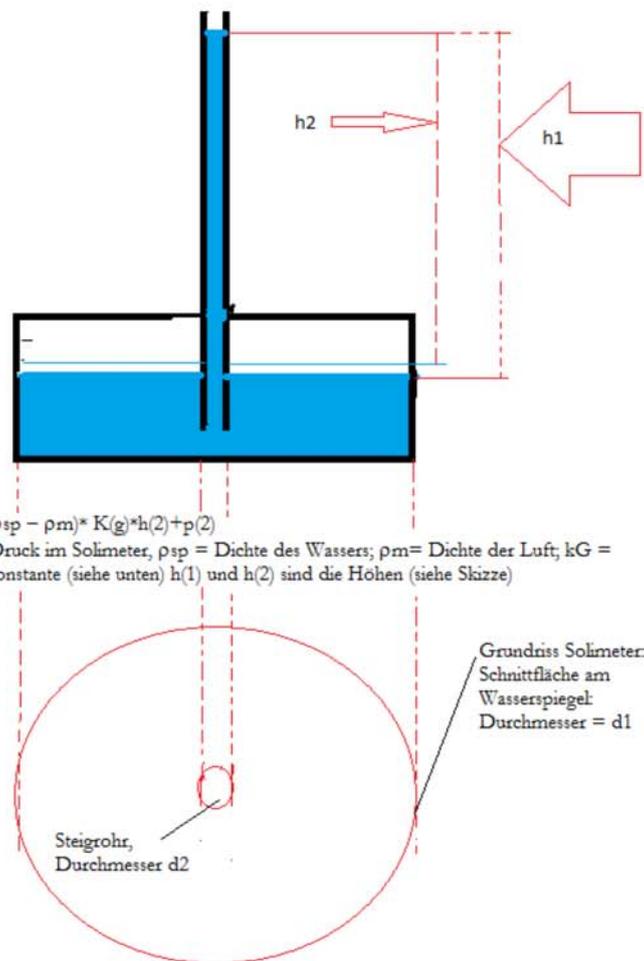
Exergie der Sonneneinstrahlung

Grunddaten



Wasserdichte ist 1000 kg pro Kubikmeter.

Die Gerätekonstante = A_2 [Fläche des inneren Querschnittes des Steigrohres] / A_1 [Querschnittsfläche des Solimeters ausserhalb des Steigrohres] multipliziert mit der Gravitationsbeschleunigung 9.81 m/square second



$$p(1) = (\rho_{sp} - \rho_m) \cdot K(g) \cdot h(2) + p(2)$$

$p(1)$ = Druck im Solimeter, ρ_{sp} = Dichte des Wassers; ρ_m = Dichte der Luft; KG = Gerätekonstante (siehe unten) $h(1)$ und $h(2)$ sind die Höhen (siehe Skizze)

Grundriss Solimeter:
Schnittfläche am
Wasserspiegel:
Durchmesser = d_1

Steigrohr,
Durchmesser d_2

Berechnung der Gerätekonstante:

$$\text{Ad } d_1: A_1 = (\text{SQU}(d_1) - \text{SQU}(d_2)) \cdot \pi / 4$$

$$\text{Ad } d_2: A_2 = \text{SQU}(d_2) \cdot \pi / 4$$

Gerätekonstante:

$$K(G) = (1 + A_2/A_1) \cdot g$$

$$g = 9.81 \text{ m/square seconds}$$

*Zeichnung ist eine
Freihandskizze, daher hat sie
keinen Maßstab!!!*

No Scale!!!

--- Skizze: Nach den Berechnungen von DI Emmerich Seidelberger

Zurück zu [Haupttext](#)

Herleitung der Grundgleichungen des Solimeters

Die Grundgleichung des Solimeters zur Messung der solarthermischen Exergie des Solimeters besteht aus vier Teilgleichungen: A-Teil, B-Teil, C-Teil und D-Teil, die durch das pV-Diagramm bedingt, systemisch ineinander verschachtelt sind.

Grundansatz: Erster Hauptsatz der Thermodynamik (Wärmelehre)

Grundansatz: = 1. Hauptsatz der Wärmelehre

$$1. Q(1-2) - W(1-2) = U(2) - U(1) \text{ (Die Indexzahlen (1,2) beziehen sich auf Zustand 1 und Zustand 2.)}$$

Die Äquivalenz von Wärme (Q) und Arbeit (W) manifestiert sich in der inneren Energie (U) zwischen zwei Systemzuständen (1,2).

Isochore Erwärmung bedeutet, dass sich das Volumen nicht ändert (chorè: Gegend im Griechischen).

Hier nimmt der 1. Hauptsatz der Thermodynamik folgende Form an:

$$1. U(1-2) = Q(1-2) = m \cdot c_v (T_2 - T_1) \text{ (Absolute Temperaturen in Kelvin).}$$

Für die Luft wird die allgemeine Gasgleichung angesetzt: $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ (m = Masse).

Von der Druckgleichung des Solimeters (siehe oben) ist die isochore Erwärmung

1. $Q = C_v (T(2) - T(1))$ [Q = Wärmemenge].
2. $\Rightarrow U(1-2) = Q(1-2) = m \cdot c_v (T(2) - T(1))$ [U = innere Energie].

Mit Gasgleichung allgemein weiterrechnen (für ideale Gase)

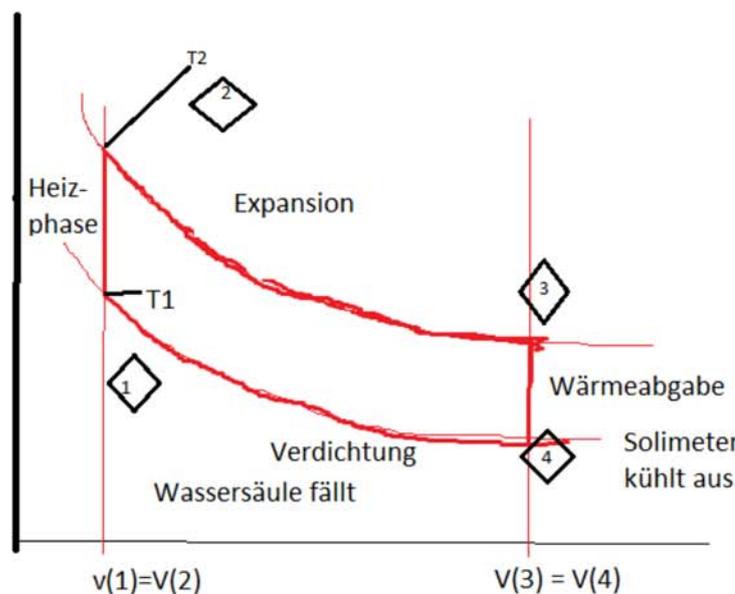
$$p \cdot V = m \cdot R \cdot T \text{ (R = Gaskonstante)}$$

$m = (p \cdot V) / R$: Da sich Volumen, Gaskonstante und Masse (m) herauskürzen:

Zustand 1 = $p \cdot V(1) = m \cdot R \cdot T(1)$ dividiert durch Zustand 2 $p(2) \cdot V(2) = m \cdot R \cdot T(2)$ zeigt, dass sich die Größen $V(1)$ und $V(2)$, sowie $m(1)$ und $m(2)$ sowie die Gaskonstante herauskürzen.

Die Luft im Solimeter als geschlossenes aber diathermes (nicht adiabatisches) System ✧ 📄

Wir betrachten die Luft im Solimeter als Fluid, das nicht austreten kann, sonst würde das Solimeter nicht funktionieren, aber es kommt kein neues Stützgas hinein, daher ist die Luft im Solimeter ein geschlossenes System (mangels Massenaustausch) aber ein diathermes System (wegen Wärmeaustausch). Wäre es ein adiabatisches und geschlossenes System, wäre es eine Thermoskanne - und würde nicht funktionieren.



Idealisiertes pV Diagramm des Solimeters

Die Luft im Solimeter ist ein geschlossenes System

Die ideale Skizze des pV-Diagramms des Solimeters.

Daraus ergibt sich das Verhältnis $T(2) = T(1) \cdot p(2) / p(1)$.

Dieses Verhältnis zeigt die Temperatur der Luft im Solimeter (es besteht die Möglichkeit, die Plastikwand des Solimeters mit einem präzise arbeitenden Lötkolben durchzuschmelzen und mittels eines Dübels (hohle Schraube) mit Beilagscheiben gedichtet, einen Temperaturfühler hineinzustecken, bitte diesen mit Silikonband abzudichten).

D-Teil der Solimeter - Grundgleichung ✧ 📄

Aus weiteren Umformungen ergibt sich die Veränderung der inneren Energie $U(1,2)$ vom Zustand (1) zum Zustand (2).

$$U(1,2) = Q(1,2) = p(1) \cdot v(1) / R \cdot c_v (P(2) / p(1) - 1).$$

c_v ist die Wärmekapazität mit 0.720 KJ/kg in Kelvin (absolute Temperatur).

Isotherme Expansion und Adiabate mit Heron's Tempeltüröffner ✧ 📄

Faustregel:

1. Der Kübel beim Tempeltüröffner füllt sich durch die vom Opferfeuer erhitzte Luft mit Wasser : Isotherme (+Q).
2. Durch das Gewicht sinkt der Kübel - eine reine Gravitationserscheinung, daher Adiabate (Wasser ist schon im Kübel).
3. Opferfeuer wird gelöscht, Luft kühlt aus (-Q) verdichtet sich, saugt das Wasser aus dem Kübel = Wärmeabgabe = Isotherme.
4. Gegengewicht zieht den Kübel wieder hoch, Wärme spielt keine Rolle = Adiabate.

Der Übergang von Punkt 2 nach Punkt 3 (Graphik oben) ist:

$U(1,2) = -p \Delta V = (V_2 - V_1)$. Die konstanten Werte entfallen wieder (Übergang von Punkt 2 nach Punkt 3: Opferfeuer wird gelöscht = Solimeter wird aus der Sonne getragen). Dies ergibt für den Druck am Punkt p(3) wenn $V_2 = V_1$:

$$p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 \implies p_3 = p_2 \cdot V_1 / V_3.$$

$$p_3 = p_2 \cdot V_1 / V_3$$

Substitution: Ist $V_2 = V_1$ (weil die Luft ist ein geschlossenes System) dann ergibt sich:

$$p_3 = p_2 \cdot V_1 / V_3 = [\rho(w) - \rho(L)] \cdot K(G) \cdot h(2) + p(u)$$

Löse V_3 als $V_1 + \Delta V$ auf und $\Delta V = h_2 \cdot A_2$ (aus der Maschinenkonstante), so ergibt sich für p(2)

C-Teil der Solimeter Gesamtgrundgleichung

$$p(2) = p(3) \cdot V(3) / V(1) = [\rho(w) - \rho(L)] \cdot K(G) \cdot h(2) + p(u) \cdot \{V_3 = V_1 + h_2 + A(2)\} / V(1).$$

V_1 muss ausgemessen werden, zu diesem Zweck wird das Solimeter randvoll mit Wasser gefüllt und dieses Wasser wird in einen Meßbecher gegeben ("Auslitern").

Über weitere Schritte ergibt sich

B-Teil der Solimeter Gesamtgrundgleichung

$$p_2 = p_3 [1 + h(2) / \Delta h] \cdot (K(G) / g - 1)$$

Dieser B-Teil wird in den A-Teil der Solimetergleichung eingesetzt.

A-Teil der Solimetergleichung

$$U(1,2) = Q(1,2) = p_1 \cdot V_1 / R \cdot c_v (P_2 / p_1 - 1).$$

Der B-Teil in den A-Teil eingesetzt ergibt die aufgenommene Wärme des Solimeters.

Exergie der Sonneneinstrahlung

Bei Kenntniss der Globalstrahlung $Q(\text{glob})$ in Watt pro Quadratmeter:

$$Q(1,2) = J \cdot F \cdot \Delta T = Q(1,2).$$

Die Aufheiz-Zeit muss gestoppt werden, die Steighöhe vom Wasserspiegel aus gemessen und es bedarf eines Thermometers im Solimeter.

Zurück zum  [Haupttext](#)