

TELMA	Band 51	Seite 91 - 92		Hannover, November 2021
-------	---------	---------------	--	-------------------------

Gültigkeit des Darcy-Gesetzes bei Kapillarhub in feinporigen Torfmatrices

The validity of Darcy's Law for capillary rise in the fine-porous matrices of peat

VOLKER SCHWEIKLE

In engen Poren ist der Fallenergie der Kapillarhub entgegengesetzt, was im Fallgesetz und im darcy-/hagen-poiseuilleschen Strömungsgesetz berücksichtigt werden muss.

Im Fallgesetz wird von der maximal möglichen Energie h_{\max} die Energie der Reibung h_{μ} , des Gefälles h_{α} (SCHWEIKLE 2019 & 2020; KUCHLING 2014) und des Kapillarhubs $h_{\text{Kap}} = \frac{4\sigma}{\rho \cdot r}$ abgezogen. Also gilt $\Delta h = h_{\max} - h_{\mu} - h_{\alpha} - h_{\text{Kap}}$ mit $2g \cdot h_{\text{Kap}} = \frac{4\sigma \cdot \cos \alpha}{\rho \cdot r}$ mit der Oberflächenenergiedichte $\sigma \frac{\text{N}}{\text{m}}$ (mit 72,7 mN je m bei 20 °C), dem Benetzungswinkel $\cos \alpha = 1$ (bei $\alpha = 0^\circ$), der Dichte des Wassers $\rho = 0,9982 \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3}$ (bei 20 °C), der Erdbeschleunigung $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, dem Kapillarradius r/m und der Strömungstrecke $h_{\text{Kap}} = s/\text{m}$. Bei gleicher Bezugshöhe ist h_{Kap} der Druckhöhe h_p gleich. h_{Kap} ist r^{-1} , 4σ und ρ^{-1} proportional, wobei $\rho \sim T$ (= Temperatur). Die Strömungsgleichung lautet dann $v = \sqrt{(2 \cdot g \cdot s (1 - \cos \alpha) (1 - \mu_{s,m}) - \frac{4\sigma}{\rho \cdot r})}$ und wenn $2 \cdot g \cdot s (1 - \cos \alpha) (1 - \mu_{s,m}) = \frac{4\sigma}{\rho \cdot r}$, wird $v = \text{Null}$, was dem maximalen Kapillarhub entspricht (de.Wikipedia 2021):

Kapillardurchmesser/mm	20	2	0,2	0,02
Steighöhe Wasser/mm	1,4	14	140	1400

Die Wasserströmung endet und wird schon vor Erreichen von Null langsamer, da auch die Energiehöhe sehr schnell im Bereich von $v = 0$ gegen 0 geht. Das Gesetz von Hagen-Poiseuille (Darcy) berücksichtigt die kapillare Hubenergie nicht und würde eine konstante Strömungsgeschwindigkeit bis zur Porenmündung annehmen. Damit gilt es weder bei der Froude-Zahl ≥ 1 , noch bei sehr langsamer Wasserströmung, bei der der Kapillarhub von Belang ist. Das Gesetz von Hagen-Poiseuille ist also völlig in das Fallgesetz eingebettet. Die jeweiligen Grenzen zum Fallgesetz sind fließend und abhängig von Fluid- und Matriceigenschaften und der Temperatur.

Literaturverzeichnis

[de.wikipedia/wiki//Kapillarität](https://de.wikipedia/wiki/Kapillarit%C3%A4t) (20.05.2021).

KUCHLING H. (2014, 21. Auflage): Taschenbuch der Physik; – Fachbuch/Hanser (Leipzig/München).

SCHWEIKLE V. (2019): Allgemeine und spezielle Strömungsgesetze mit ihren Proportionskoeffizienten in Torfen. *Telma* **49**, 101-108; Hannover.

SCHWEIKLE V. (2020): Ergänzende Vermerke in Bezug auf meinen Artikel in *Telma* 47. *Telma* **50**, 87-91; Hannover.

Anschrift des Verfassers:

Volker Schweikle
Ebertstrae 12a
D-69190 Walldorf
E-Mail: volker.schweikle@gmail.com

Manuskript eingegangen am 24. Mai 2021