

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  $h_{\mu}$ , des Gefälles  $h_{\alpha}$  (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  $r/\text{m}$  und der Strömungsstrecke  $h_{\text{Kap}} = s/\text{m}$ . Bei gleicher Bezugshöhe ist  $h_{\text{Kap}}$  der Druckhöhe  $h_p$  gleich.  $h_{\text{Kap}}$  ist  $r^{-1}$ ,  $4\sigma$  und  $\rho^{-1}$  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  $\geq 1$ , 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](mailto:volker.schweikle@gmail.com)

Manuskript eingegangen am 24. Mai 2021