

Simulationsergebnisse und Validierung (Glycerin-Wasser Gemisch)

Um die Schmelze, die beim Transport benutzt wird, zu simulieren müssen wir ein Gemisch finden, welche diese von dem Schwappwinkel her am ähnlichsten ist. Dabei nutzen wir ein Gemisch von Wasser und Glycerin, wobei verschiedene Verhältnisse von diesen zwei Substanzen getestet werden.

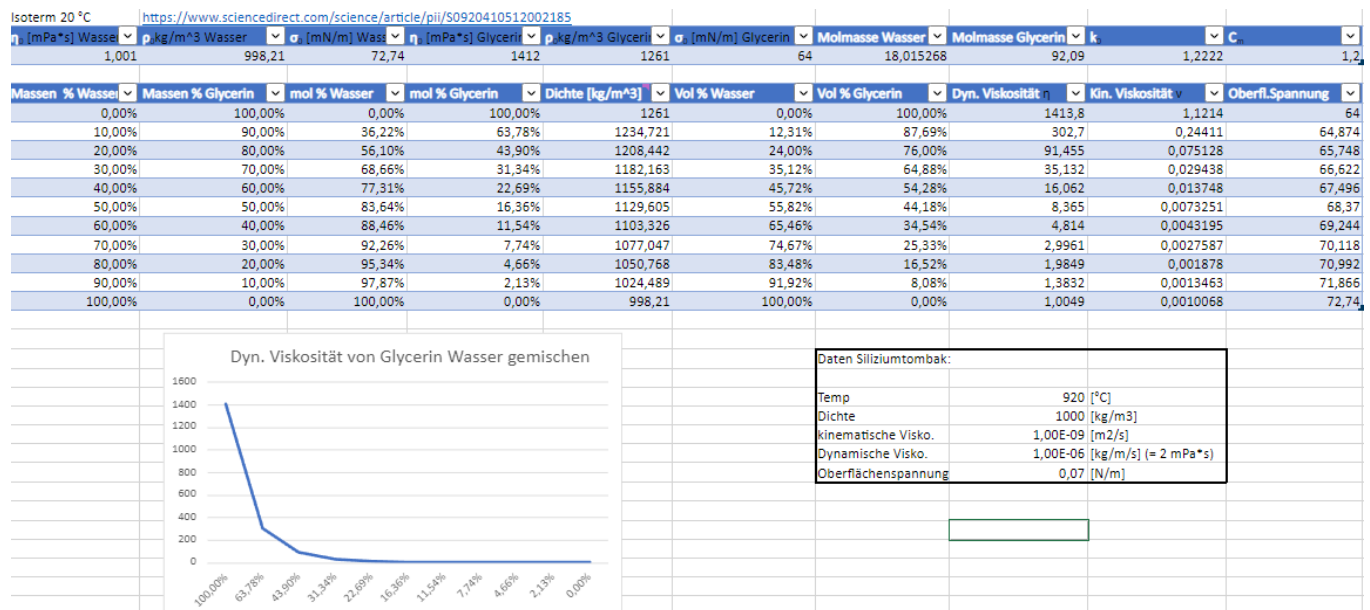


Abbildung 1: Werte für Dichte, Viskosität und Oberflächenspannung

Auf der Abbildung 1 sind die verschiedenen Werte für Dichte, Viskosität und Oberflächenspannung für die jeweiligen Verhältnisse beschrieben. Die Werte ergeben sich durch Berechnungen, die auf einem Paper von Cheng (2008) *Ind. Eng. Chem. Res.* **47** 3285-3288 basieren. Im Paper wurde angemerkt, dass momentane Formeln für die Berechnung der Viskosität meist auf datengesteuerte Korrelationen zwischen Viskosität und anderen Flüssigkeitseigenschaften basieren und sind daher nicht in allen Anwendungsbereichen nutzbar. Für die Berechnung wird im Paper eine exponentielle Formel entwickelt, welche eine Power-Sum Interpolationsfunktion verwendet, um beteiligte Faktoren zu evaluieren. Dies kann schließlich dazu genutzt werden, um die Viskosität eines Glycerol-Wasser-Gemisches zu berechnen. Die Formel war dazu in der Lage, 95% der gemessenen Werte zu reproduzieren. Zudem war die Abweichung der Viskositäten aus der Datenbank kleiner als 5%. Mittels dieser Formel ist es möglich, die realen Werte für die Dichte, Viskosität und Oberflächenspannung zu approximieren und so für unsere Simulation einzusetzen. Die Formel sieht dabei aus wie folgt: $\mu = \mu_w^\alpha \mu_g^{1-\alpha}$. Diese Formel beschreibt die Berechnung der Dynamischen Viskosität, wodurch wir uns die restlichen Werte wie kinematische Viskosität ableiten können. Die berechneten Werte wurden mit realen Werten verglichen und somit validiert. Die Simulation läuft auf dem Linux-PC, dabei müssen vor der Simulation verschiedene Dateien angepasst werden. Einer dieser Dateien ist die Transportproperty. Hier können wir die einzelnen Werte aus der Excel-Tabelle einsetzen. Dabei verändern wir die Datei, nachdem wir eines der Gemische getestet haben

und setzen dann ein neues Verhältnis hinein (Bsp. 30%Glycerin und 70%Wasser). Die Simulation wird mit diesen Einstellungen fortgesetzt und die Simulationsergebnisse können abgespeichert und anschließend visualisiert werden.

```

transportProperties
{
    version      2.0;
    format       ascii;
    class         dictionary;
    location      "constant";
    object        transportProperties;
}

// *****
// nu --> kinematische Viskosität v {\nu, m2/s}
// water: nu      2.666e-06;

phases (water air);

water
{
    transportModel Newtonian;
    nu              0.0011214; // Kinematic viscosity
    rho             1260; // Density
}

air
{
    transportModel Newtonian;
    nu              1.48e-05; // Kinematic viscosity
    rho             1; // Density
}

sigma             0.064; // Surface tension
// *****

```

Abbildung 2: Transportproperties

Die Visualisierung werden dazu genutzt, die Schwappwinkel des Gemisches mit dem Schwappwinkel der Schmelze zu vergleichen und somit zu erkennen welches Verhältnis am besten ist. Hierbei werden die X-Winkel und Y-Winkel des Schwappwinkels verglichen.

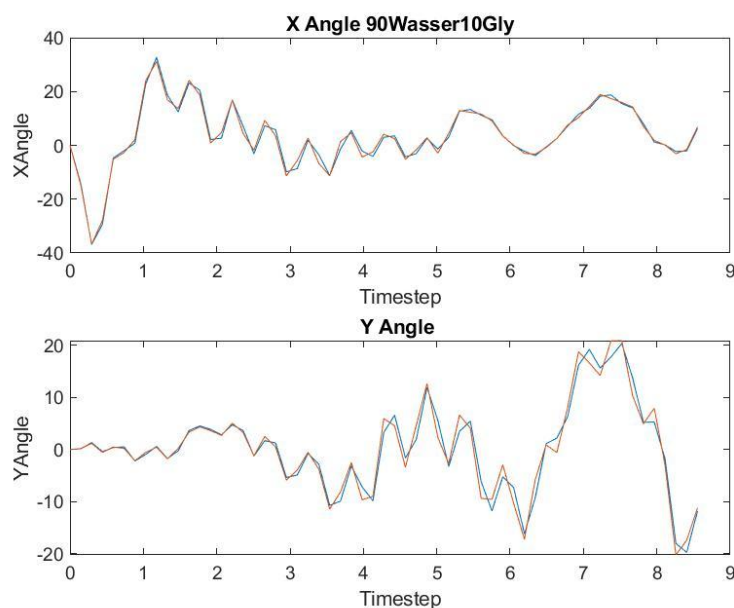


Abbildung 3: Vergleich 90% Wasser und 10% Glycerin

Der Graph stellt das bis jetzt beste Gemisch dar. Bei einem Verhältnis von 90 zu 10 sind die Schwappwinkel zu dem der Schmelze am ähnlichsten. Dies ist ein sehr vielversprechendes Ergebnis, da dadurch eine Simulation der Schmelze mittels Wasser und Glycerin möglich ist.

Die zur Validierung genutzten Paper:

<https://www.mdpi.com/2504-5377/3/2/51/html> (Rechner)

[Microsoft Word - Viskosität \(uni-ulm.de\)](#) (Seite 10 für Viskosität)

https://www.aciscience.org/docs/Physical_properties_of_glycerine_and_its_solutions.pdf

(Seite 23 Für Oberflächenspannung)