



# The Virtual Sandbox

im Rahmen des PH Burgenland  
„SCIENCE & NATURE DAYS“

Ass.Prof. DI Dr. Stefan Radl

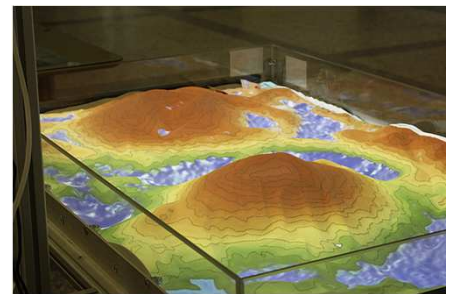
Ing. Stefan Scheer, BSc.  
TU Graz

12. Oktober 2017

## Was ist „The Virtual Sandbox“?



- Ein **Wissenschaftskommunikationsprojekt**
- Eine Zusammenarbeit von **TU Graz und PH Steiermark (Prof. Erich Reichel)**
- Forschungsergebnisse in „**sexy**“ **Inhalte für die Schule** und die breite Öffentlichkeit verpacken



Grant No. WKP 67

**FWF**

Der Wissenschaftsfonds.

S. Radl, E. Reichel 2017



## Was ist das gemeinsame Ziel?

*The ideal teacher student relationship exists when **the student is better than the teacher.***

(Kenzaburo Oe)

- **Was ist das genaue Ziel?** Beispiele für industrielle Anwendungen
- **Womit ist das Ziel erreichbar?** Grundlagenforschung mit Sand in der Primar- und Sekundarstufe
- **Wie können wir das umsetzen?** Mögliche Lerneinheiten

S. Radl, E. Reichel 2017



## Überblick (ca. 70 min + 2x 10 min Pause )

- **Übung 1:** Was ist schwerer: trockener oder feuchter Sand?  
(ca. 25 minuten)
- Ein „virtueller Ausflug“ in die Steiermark  
(ca. 10 minuten)
- **Übung 2:** Reynold'sche Dilatanz  
(ca. 5 minuten)
- **Übung 3:** Ein „Keksperiment“ zur Reynold'schen Dilatanz  
(ca. 25 minuten)

S. Radl, E. Reichel 2017



Foto: E.  
Reichel



S. Radl, E. Reichel 2017



Foto: E.  
Reichel



S. Radl, E. Reichel 2017



Foto: E. Reichel

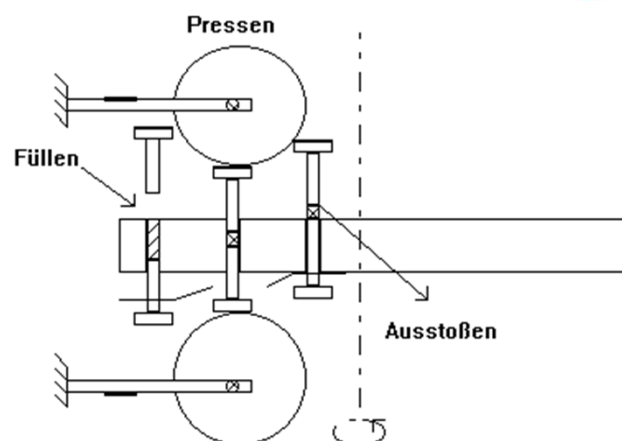
S. Radl, E. Reichel 2017

## Dichte

Warum ist die Dichte wichtig?



<https://www.welt.de>



<http://www.fuzzytech.com>



S. Radl, E. Reichel 2017





# Warum Forschung am Computer?

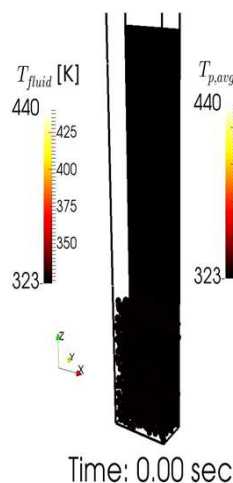
Ziel: **Bessere** Produkte, **effizientere** Herstellungsprozesse



Foto: TU Graz

## Experimente

- sind meistens **teuer**
- erlauben nur **beschränkten Einblick**
- scheitern hin und wieder („**Wer misst misst Mist**“)
- **Sicherheit** = 1. Gebot



## Simulationen

- erlauben einen „**tiefen Einblick**“: **Datenflut!**
- ermöglichen **extreme Variationen** der Parameter

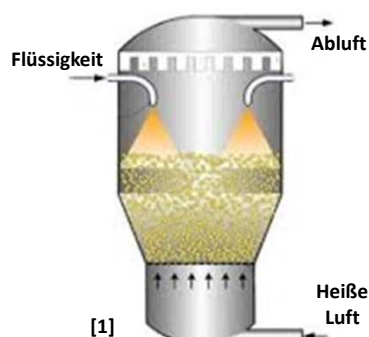
S. Radl, E. Reichel 2017



# Warum Forschung am Computer?

## Beispiele für Herausforderungen aus der Industrie

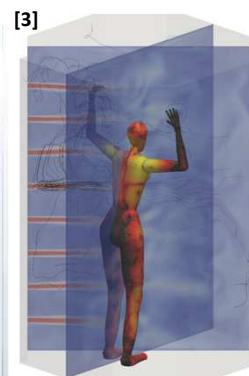
- Granulierung & Beschichtung im Bereich „**Food & Pharma**“, Reinraumtechnik, etc. Strömungsprobleme!
- Industrie 4.0 - oder die „**Wettervorhersage**“ für die industrielle Produktion



[1]



[2]



[3]

[1] Sharmista Chatterjee, AAPS Annual Meeting, 2011

[2] Askarishahi et al., AIChE J, 2016

[3] Redlinger-Pohn et al., TU Graz.

S. Radl, E. Reichel 2017

# Übung 1: Was ist schwerer?



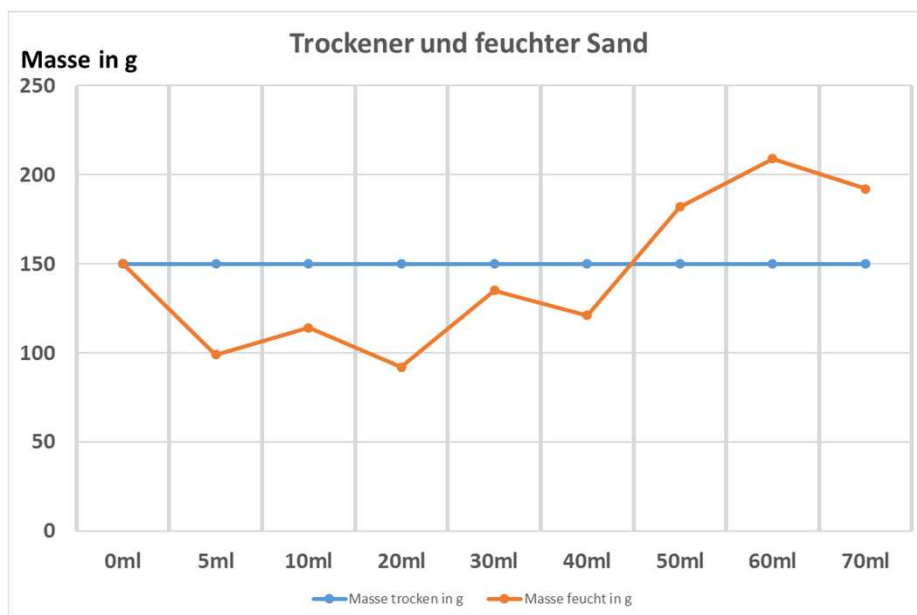
## Trockener oder feuchter Sand?

Wovon hängt die Stabilität einer Sandburg ab?

Wie kann man die Stabilität einer Sandburg testen?

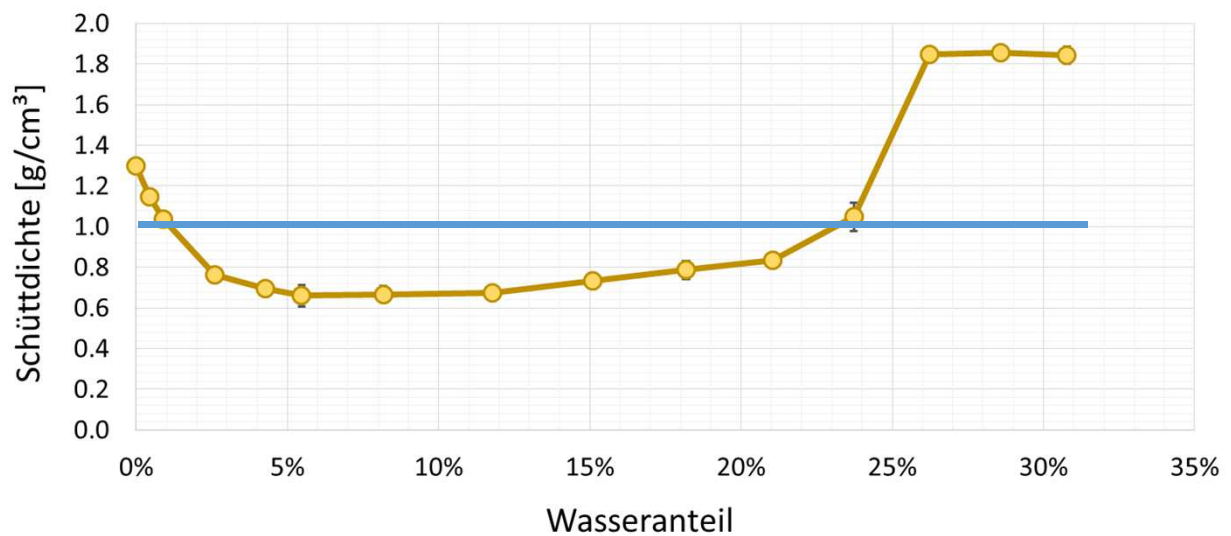
S. Radl, E. Reichel 2017

Typisches Ergebnis



S. Radl, E. Reichel 2017

„Profi“ Ergebnis



S. Radl, E. Reichel 2017

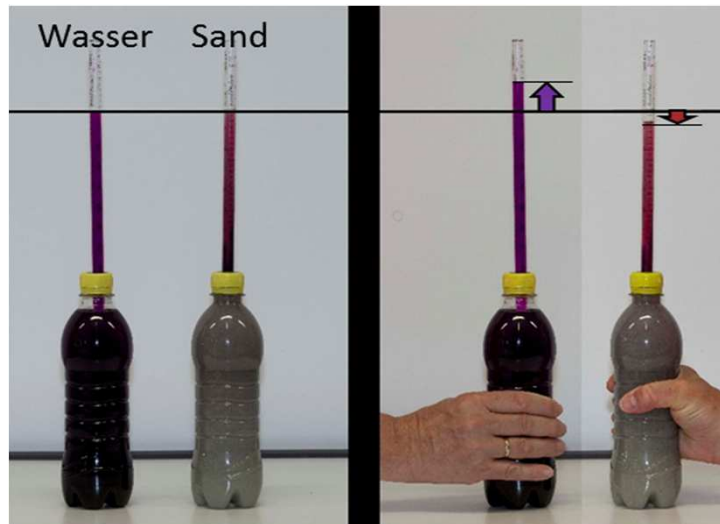
## Übung 2: Reynold'sche Dilatanz



[https://www.tugraz.at/fileadmin/user\\_upload/Institute/IPPT/Area-PharmEng\\_Particles/Projekt\\_VirtualSandbox/Publications/2016-06-02\\_VirtualSandbox\\_Radiolgel.mp4](https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/Institute/IPPT/Area-PharmEng_Particles/Projekt_VirtualSandbox/Publications/2016-06-02_VirtualSandbox_Radiolgel.mp4)

S. Radl, E. Reichel 2017

## Reynolds'sche Dilatanz – das Experiment



S. Radl, E. Reichel 2017

## Übung 3: Keksperiment



Was ist der Effekt der die Reynold'sche Dilatanz bewirkt?

Was ist ein einfaches Modellsystem?

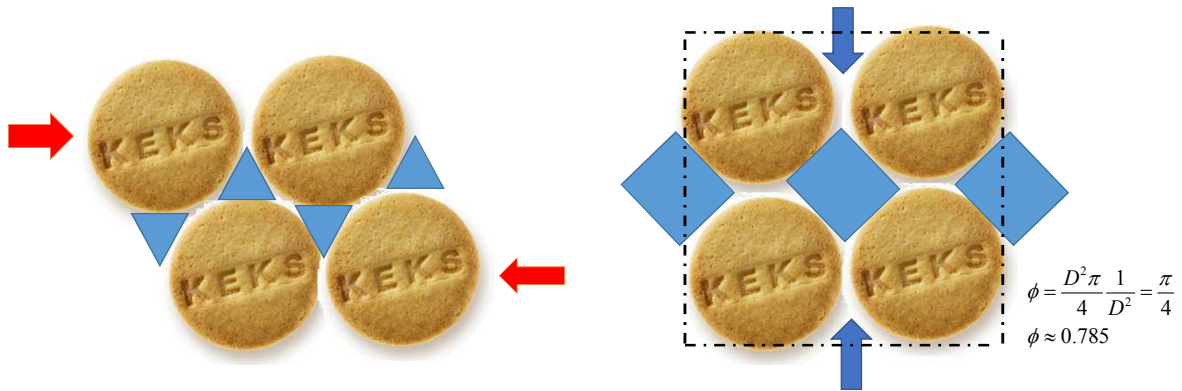
Ist dieser berechenbar?

S. Radl, E. Reichel 2017





## Keksperiment: „Keksmodell“

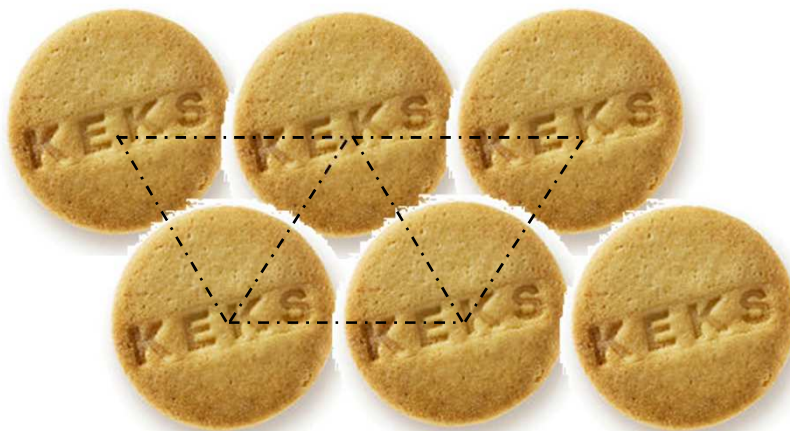


S. Radl, E. Reichel 2017



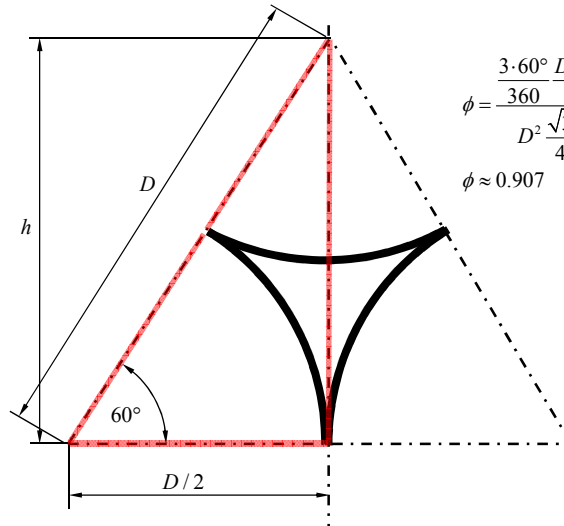
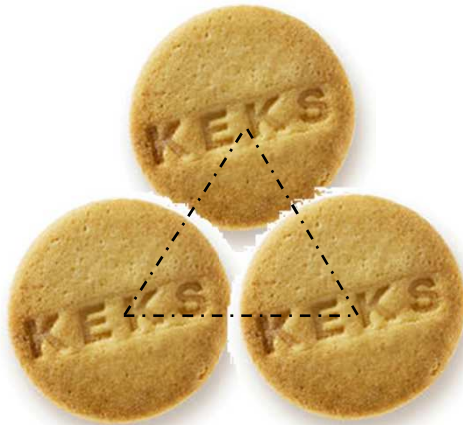
## Keksperiment: „Keksmodell“

Hurra: **Symmetrie!**



S. Radl, E. Reichel 2017

## Keksperiment: „Keksmodell“



$$\phi = \frac{3 \cdot 60^\circ \cdot \frac{D^2 \pi}{4}}{D^2 \frac{\sqrt{3}}{4}} = \frac{\pi}{2\sqrt{3}}$$

$$\phi \approx 0.907$$

S. Radl, E. Reichel 2017

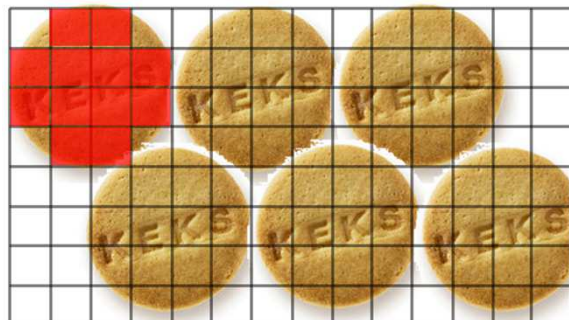
## Weitere Themen für den Unterricht



Einfache **Dichtemessung** (in Abhängigkeit von **Partikelgröße**, Feuchte)

**Differentialrechnung**  
(Krümmung, Berechnung der Flüssigkeitsbrückenform)

Programmierung **Monte-Carlo Integration** (alternativ: „Analog“)



S. Radl, E. Reichel 2017



# Anhänge

- Begleitheft zum Schulkoffer "The Virtual Sandbox"
- Gitter (für „analoge“ Monte Carlo Integration; „Raster\_A3.pdf“)
- PDF und Excel Sheet „Schuettdichte.pdf“
- PDF und Excel Sheet „liquidBridgeShape.pdf“ + „DerivationYoungLaplace.pdf“

S. Radl, E. Reichel 2017



# Weiterführendes

Virtual Sandbox Homepage

<https://ippt.tugraz.at/vsb>

Fortbildung „Virtual Sandbox“

<https://www.ph-online.ac.at>

„Unser“ Fachgebiet: Verfahrenstechnik

<https://www.tugraz.at/studium/studienangebot/bachelorstudien/verfahrenstechnik>

Alle Studien der TU Graz

<https://www.tugraz.at/studium/studienangebot/ueberblick-studienangebot>



S. Radl, E. Reichel 2017