

Gipshärtung

Energiefreisetzung

Peter Bützer

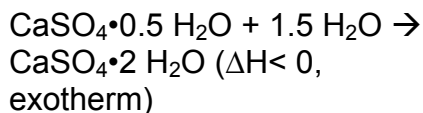
Inhalt

1	Reaktion	1
2	Experiment	2
3	Simulation.....	3
3.1	Simulationsdiagramm.....	3
3.2	Dokumentation (Gleichungen, Parameter)	3
3.3	Zeitdiagramm	4
3.4	Vergleich von Messungen und Simulation	5

1 Reaktion

Gips: Calciumsulfathydrat,
Leichtspat, Lenzin, Lenzit

Wird Gips (Halbhydrat) mit Wasser angerührt, härtet der Brei innerhalb kurzer Zeit aus, das wird als "Gips abbinden" bezeichnet. Mit einer exothermen Reaktion bilden sich durch Wasseraufnahme feine nadelförmige Kristalle, die ineinander verfilzen. Das Volumen vom Gips vergrößert sich um 0.2 - 1%. Diese Reaktion setzt Wärme frei (exotherme Reaktion).



$\text{CaSO}_4 \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$: 145.14 g/mol
 $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$: 172.14 g/mol

Beim Aushärten nehmen 100 g Gips folgedessen 19.7 g Wasser auf. Zu grosse Anteile von Wasser setzen die Druckfestigkeit stark herab.

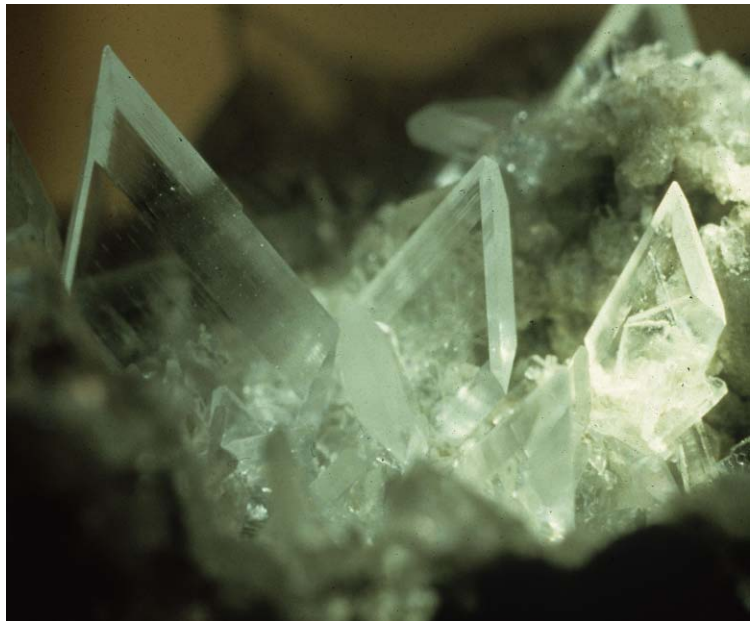


Abbildung 1: Gipskristalle (Bild: Josef Bischofberger)

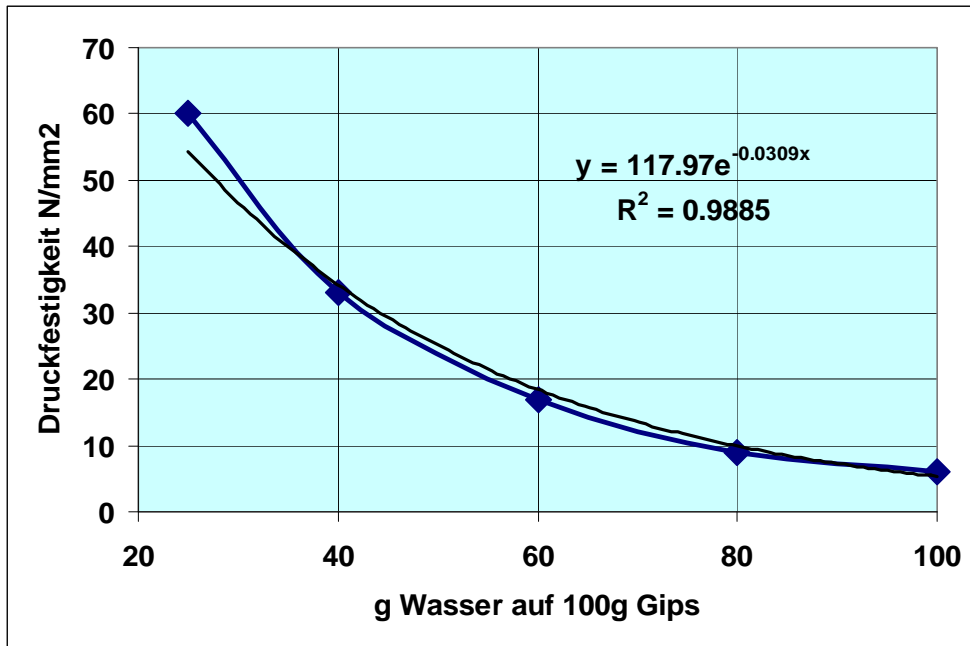


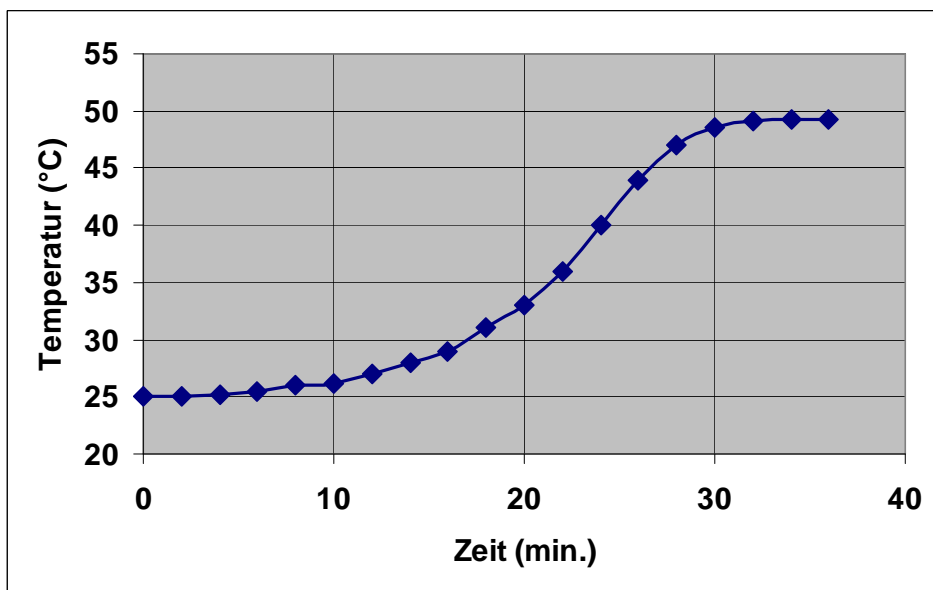
Abbildung 2: Druckfestigkeit in Abhängigkeit vom Wassergehalt beim Anmischen¹

Je 22.4 g Wasser halbieren die Druckfestigkeit von abgebundenem Gips.

2 Experiment

Zu 200g Gips (Putzgips, Baugips) ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) werden in einem Kunststoffbecher, der aussen gut isoliert ist, 100 g Wasser (H_2O) zugegeben und die Temperatur mit dem Temperatursensor von Vernier, GoLink und LoggerPro² gemessen.

Annahme: Die Reaktion setzt die Energie proportional zur Reaktionsgeschwindigkeit frei.



Zeit (min)	Temp. (°C)
0	25
2	25.1
4	25.2
6	25.4
8	26
10	26.1
12	27
14	28
16	29
18	31
20	33
22	36
24	40
26	44
28	47
30	48.5
32	49.1
34	49.2
36	49.3

¹ Krenkler Karl, Chemie des Bauwesens, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1980, S.122

² EducaTec AG, Döttingen, <http://shop.educatec.ch/vernier/index.php>

Abbildung 3: Messdaten, Temperaturverlauf beim Abbinden von Gips

3 Simulation

Die Simulation beschreibt die Energieflüsse beim Aushärten von Gips:

- Energiefreisetzung beim Abbinden
- Energieverlust durch Abkühlen

3.1 Simulationsdiagramm³ (Typ 5 und 9)⁴

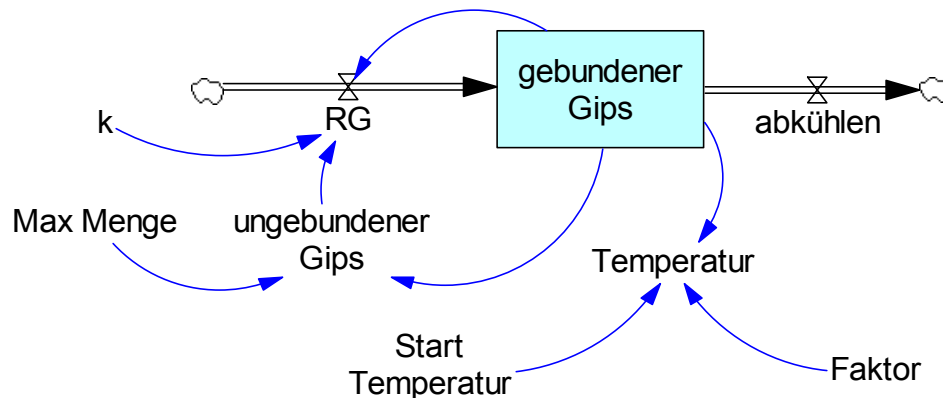


Abbildung 4: Simulationsdiagramm für den Temperaturverlauf beim Abbinden von Gips

3.2 Dokumentation (Gleichungen, Parameter)

```
(01) abkühlen=          0.2
      Units: J/Minute [0,1]
      Abkühlgeschwindigkeit; bei kleinen Temperaturdifferenzen
      einigermassen konstant
(02) Faktor=           0.1
      Units: °C/J [0,?]
      Umrechnungsfaktor (abhängig von der Probe)
(03) FINAL TIME = 40
      Units: Minute
      The final time for the simulation.
(04) gebundener Gips= INTEG (RG-abkühlen,          1)
      Units: J [0,?]
      Energieinhalt
(05) INITIAL TIME = 0
      Units: Minute
      The initial time for the simulation.
(06) k=                0.0012
      Units: 1/Minute/J [0,0.01]
      Reaktionsgeschwindigkeit der Zufuhr von Abbindeenergie
```

³ Vensim ® PLE, Simulationssoftware, Ventana Systems Inc., <http://www.vensim.com/download.html>, 2007-12-12

⁴ Bützer P., Roth M., Die Zeit im Griff, verlag pestalozzianum, Systemdynamik in Chemie und Biochemie, Zürich 2006, 63ff, 98ff

- (07) Max Menge= 250
Units: J [0,1000,10]
Energie in der erwendeten Menge Gips
- (08) $RG = k \cdot \text{ungebundener Gips} \cdot \text{gebundener Gips}$
Units: J/Minute [0,?]
- (09) SAVEPER = 2
Units: Minute [0,?]
The frequency with which output is stored.
- (10) Start Temperatur= 25
Units: °C [15,30]
Anfangstemperatur
- (11) Temperatur= Start Temperatur+gebundener Gips*Faktor
Units: °C [0,?]
- (12) TIME STEP = 0.1
Units: Minute [0,?]
The time step for the simulation.
- (13) ungebundener Gips= Max Menge-gebundener Gips
Units: J [0,?]
verfügbare Energie im ungebundenen, noch nicht reagierten Gips

3.3 Zeitdiagramm

Temperaturverlauf

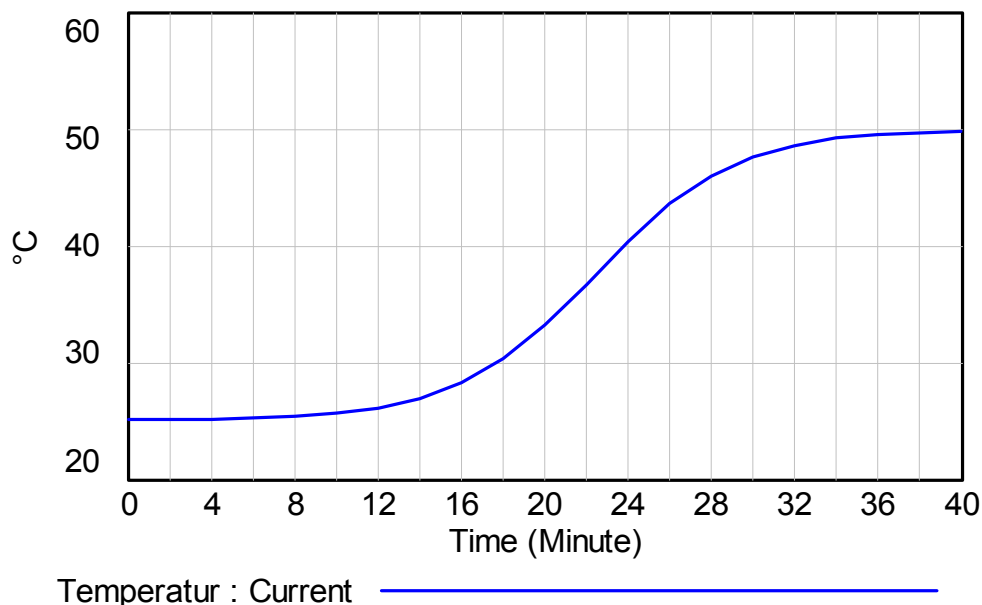


Abbildung 5: Zeitdiagramm für den Temperaturverlauf beim Abbinden von Gips

3.4 Vergleich von Messungen und Simulation

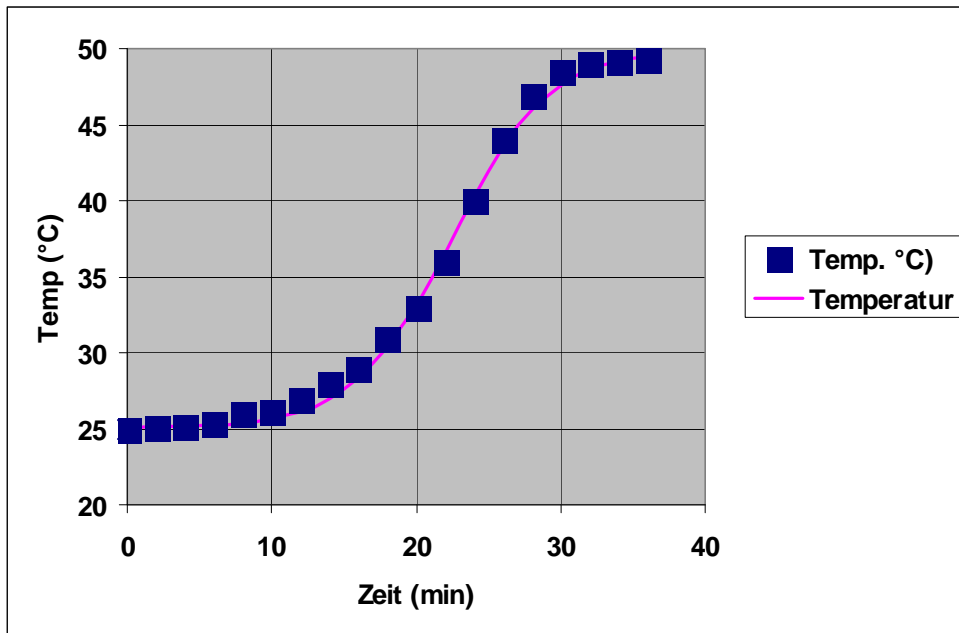


Abbildung 6: Vergleich von Messungen und Simulation

Folgerungen:

Der Temperaturverlauf lässt sich mit diesem Modell und der Simulation sehr gut beschreiben.

Die Simulation könnte noch weiter verbessert werden, wenn die Abkühlungsgeschwindigkeit nicht linear, sondern mit der Differenz zur Umgebungstemperatur berechnet würde.