

Rechnung an Kugeln aus Beton (oder vielleicht Holz) von 1km Durchmesser

Einheiten werden immer mit dem vorgesetzten Zeichen u bezeichnet.

Gewichtskraft = G1
 Masse = M1
 Volumen = V1
 Durchmesser Kugel = D1
 Durchmesser Säule = D2
 A2 = Querschnitt Säule
 Spezifische Dichte = $\rho = 2.4$ bis 3 t/m^3 (hoher Wert)
 Druckspannung Beton = $\sigma_{\text{Druck}} = 80 \text{ N/mm}^2$ sehr hoch <http://de.wikipedia.org/wiki/Beton>
 Zugspannung Beton $\sigma_{\text{Zug}} = 3 \text{ N/mm}^2$ <http://de.wikipedia.org/wiki/Beton>
 Druckspannung Holz = $\sigma_{\text{Druck}} = 70 \text{ N/mm}^2$ Beispiel
 Zugspannung Beton $\sigma_{\text{Zug}} = 135 \text{ N/mm}^2$ Beispiel
 Erdbeschleunigung = 9.81 m/s^2
 Gravitationskonstante = $6.67428 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 / (\text{kg s}^2)$
 Dichte Beton $3 \text{ t/m}^3 = 3 \text{ kg/dm}^3$
 Schwerpunkt Halbkugel $\frac{3}{8} D1/8$
 Erdradius = 6400 km

Remove["Global`*"]

Beton

■ Umrechnungen und Eingaben

```
ut = 10^3 ukg;
umm = 10^(-3) um;
uN = ukg um / us^2;
ukm = 1000 um;
rho = 3 ut / um^3;
sigmaDruckBeton = 70 uN / umm^2;
sigmaZugBeton = 4 uN / umm^2;
sigmaDruckBuche = 60 uN / umm^2;
sigmaZugBuche = 135 uN / umm^2;
g = 9.81 um / us^2;
gamma = 6.67428 10^(-11) um^3 / (ukg us^2);
d1 = 1000 um;
{1 ut, 1 umm, 1 uN, rho, sigmaDruck, sigmaZug, g, gamma};
rErde = 6400 ukm;
```

■ Volumen, Masse und Gewicht

```
V1 = 4/3 Pi (d1/2)^3 // N
5.23599 x 10^8 um^3
```

$$M1 = V1 \rho$$

$$1.5708 \times 10^{12} \text{ ukg}$$

$$G1 = M1 g$$

$$\frac{1.54095 \times 10^{13} \text{ ukg um}}{\text{us}^2}$$

■ Zentripetalkraft

$$v_{\text{Erde}} = 2 \pi r_{\text{Erde}} / (24 * 60 * 60 \text{ us}) // \text{N}$$

$$\frac{465.421 \text{ um}}{\text{us}}$$

$$F_z = M1 v_{\text{Erde}}^2 / r_{\text{Erde}}$$

$$\frac{5.31658 \times 10^{10} \text{ ukg um}}{\text{us}^2}$$

$$F_z / G1$$

$$0.00345019$$

■ Säulendurchmesser D2 bei Druckfestigkeit σ_{Druck} der Unterlage

$$A2 = (d2 / 2)^2 \pi;$$

$$\text{solvl} = \text{Solve}[\sigma_{\text{DruckBeton}} = G1 / A2, \{d2\}][[2]]$$

$$\{d2 \rightarrow 529.42 \text{ um}\}$$

$$d2 = d2 /. \text{solvl}$$

$$529.42 \text{ um}$$

■ Anziehungskraft von 2 Kugeln

$$F1 = \gamma M1^2 / d1^2$$

$$\frac{1.64681 \times 10^8 \text{ ukg um}}{\text{us}^2}$$

■ Resultierende Kraft aus Anziehungskraft und Gewichtskraft

$$\text{GrenzeRollwiderstandskoef} = F1 / G1$$

$$0.000010687$$

$$F1_{\text{Resultierend}} = \text{Sqrt}[F1^2 + G1^2] // \text{PowerExpand}$$

$$\frac{1.54095 \times 10^{13} \text{ ukg um}}{\text{us}^2}$$

$$\text{WinkelRad} = \text{ArcTan}[F1 / G1]$$

$$0.000010687$$

```
WinkelDegree = ArcTan[F1 / G1] / Degree
```

```
0.000612319
```

■ Halbkugel: Zugkraft horizontal, Spannung?

```
xS = 3 d1 / 8;
```

```
yS = d1 / 2;
```

```
solv2 = Solve[G1 xS == F2 yS, {F2}] // Flatten
```

```
{F2 →  $\frac{1.15571 \times 10^{13} \text{ ukg um}}{\text{us}^2}$ }
```

```
F2 = F2 /. solv2
```

```
 $\frac{1.15571 \times 10^{13} \text{ ukg um}}{\text{us}^2}$ 
```

```
A1 = (d1 / 2) ^ 2 Pi // N
```

```
785398. um2
```

```
 $\sigma_{\text{ZugReal}} = \text{F2} / \text{A1}$ 
```

```
 $\frac{1.4715 \times 10^7 \text{ ukg}}{\text{um us}^2}$ 
```

```
 $\sigma_{\text{ZugBeton}}$ 
```

```
 $\frac{4000000 \text{ ukg}}{\text{um us}^2}$ 
```

```
 $\sigma_{\text{ZugReal}} / \sigma_{\text{ZugBeton}}$ 
```

```
3.67875
```

■ ==> Bricht auseinander - ohne Armierung

Holz

- Wechsle obige Materialkonstanten aus (Werte ändern) und lasse das File als Programm nochmals laufen