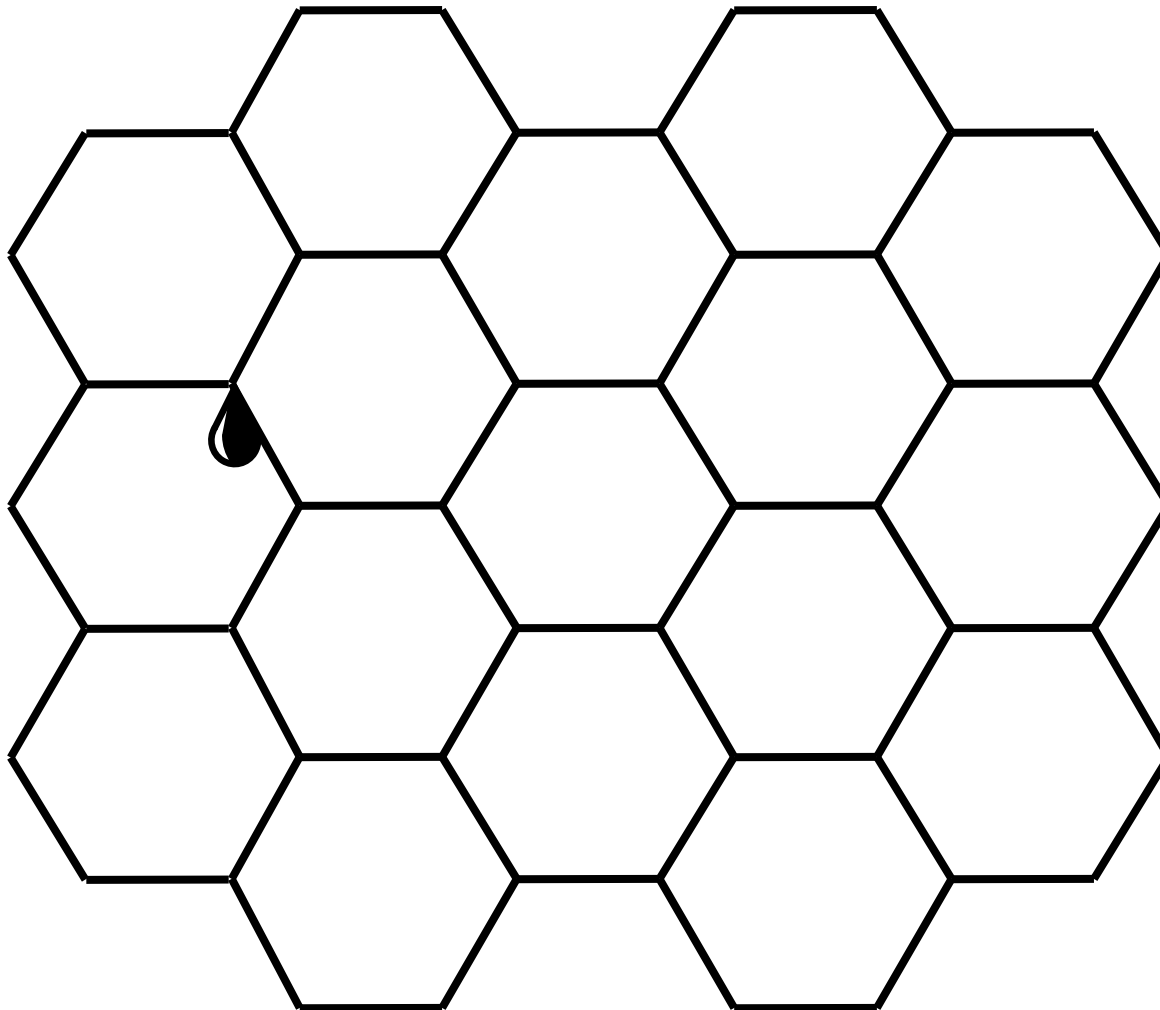


# Streifen

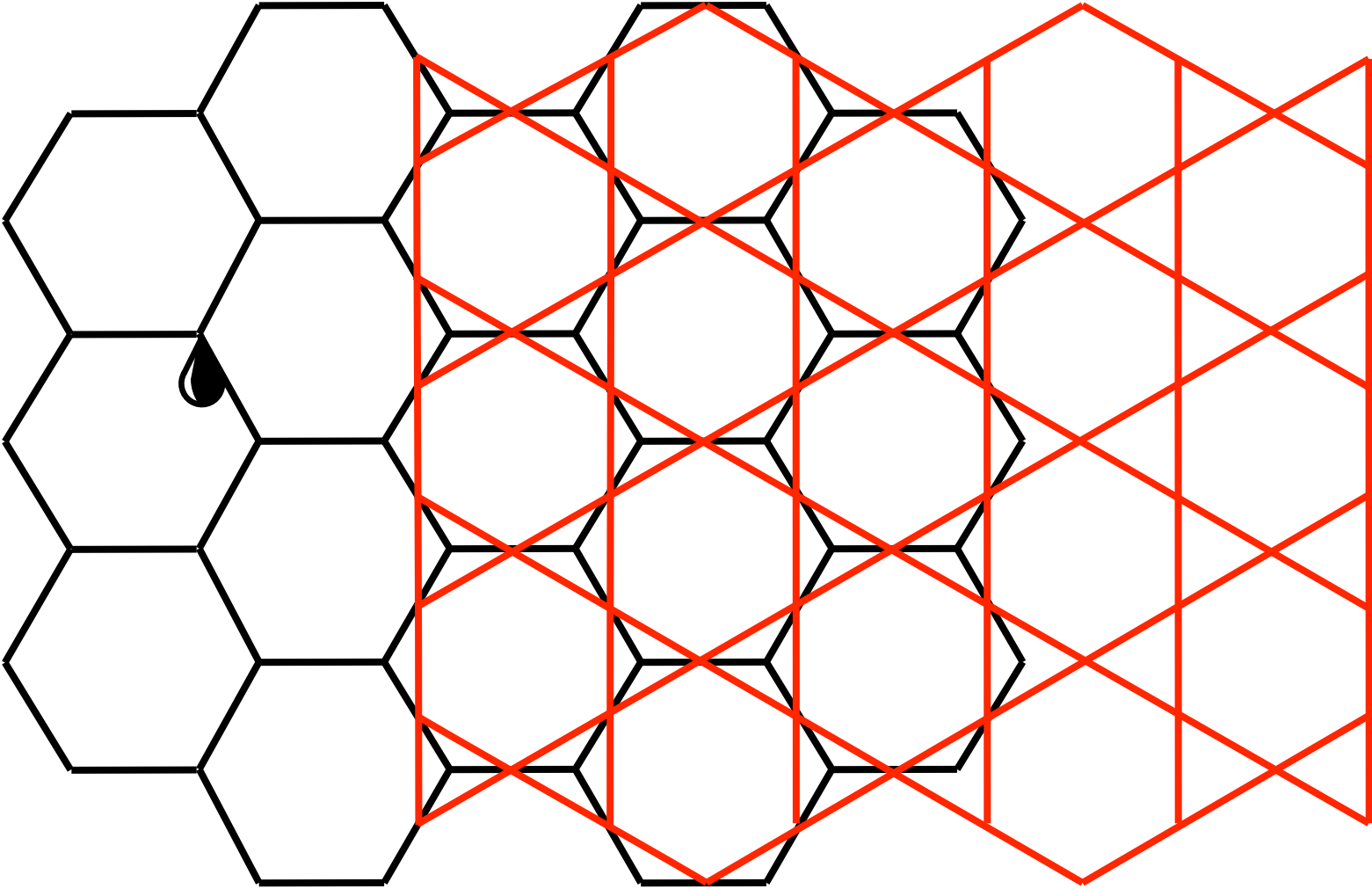


[www.walser-h-m.ch/hans/Vortraege/20190911](http://www.walser-h-m.ch/hans/Vortraege/20190911)

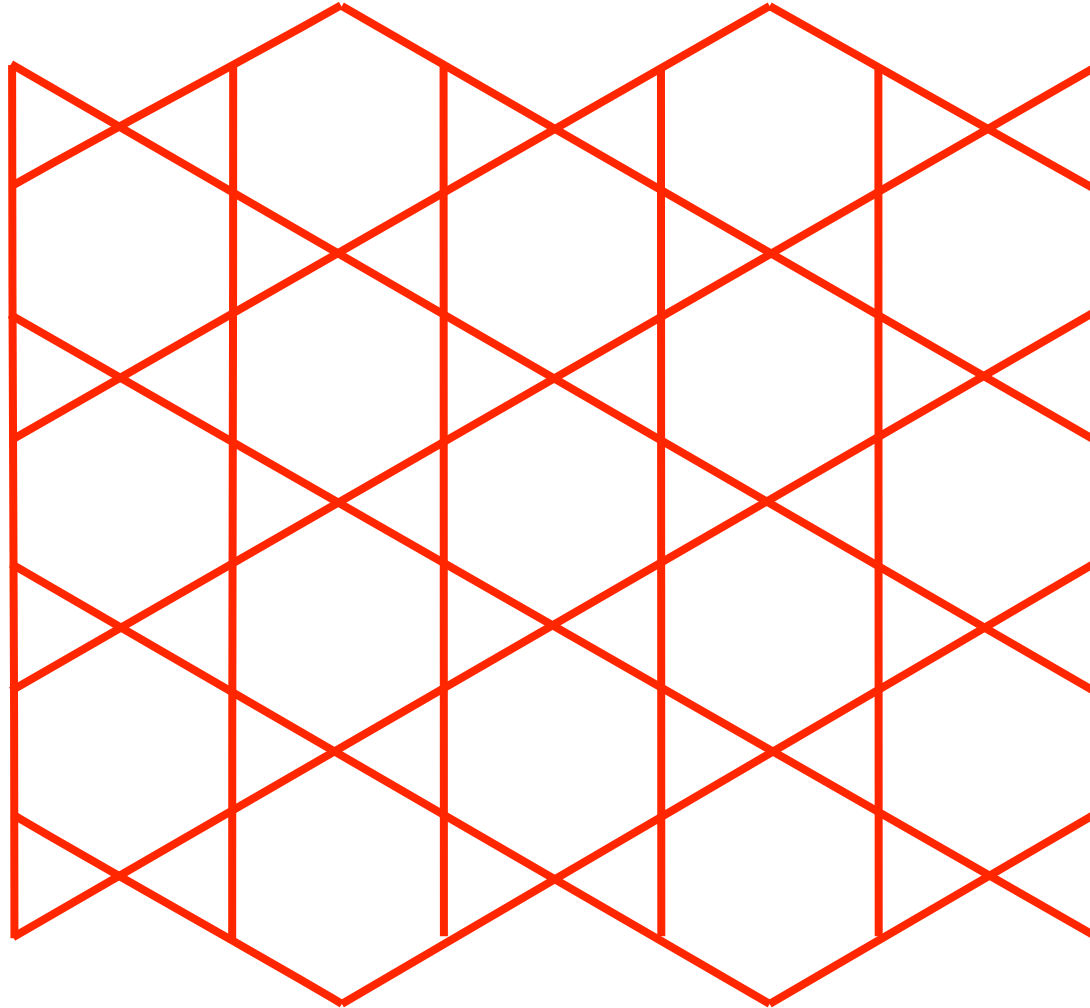
# Starten und Landen



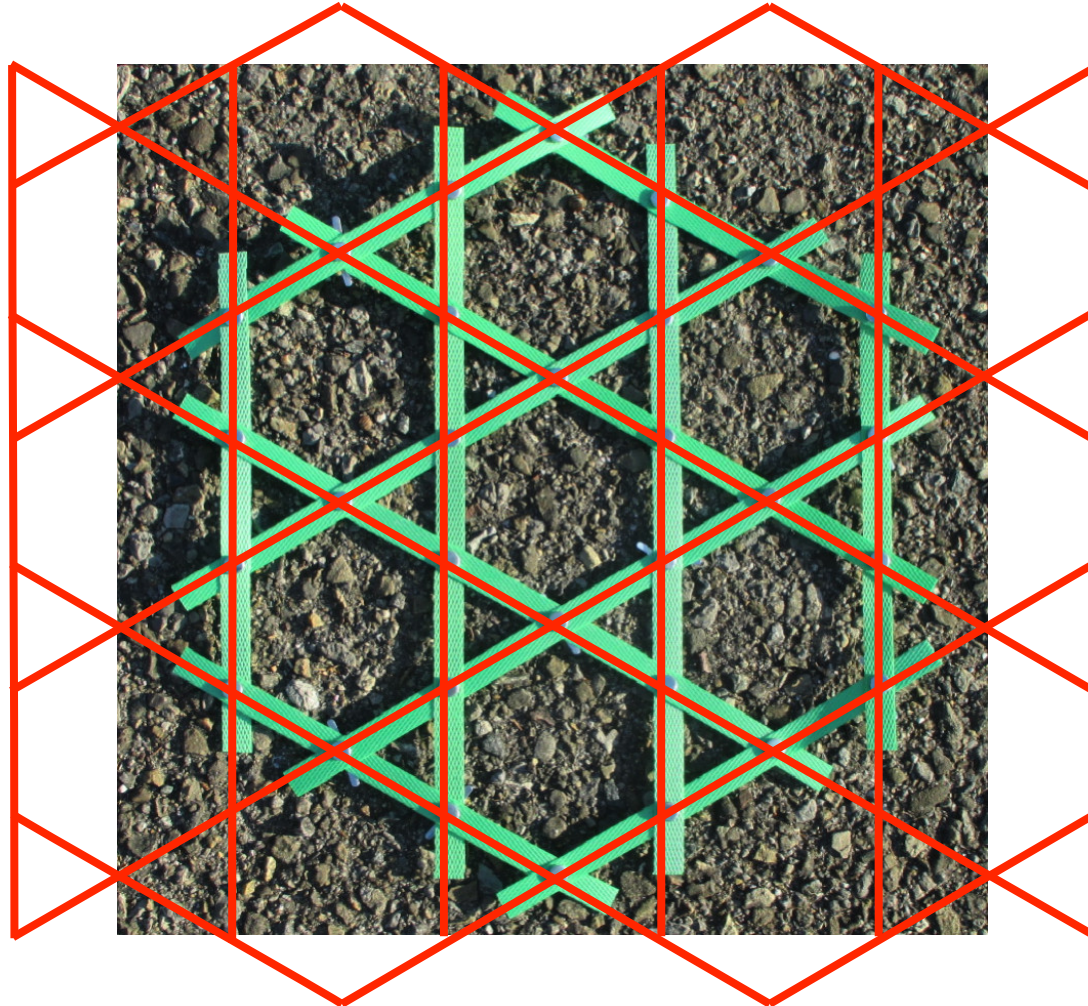
Starten und Landen. **Durchstarten**



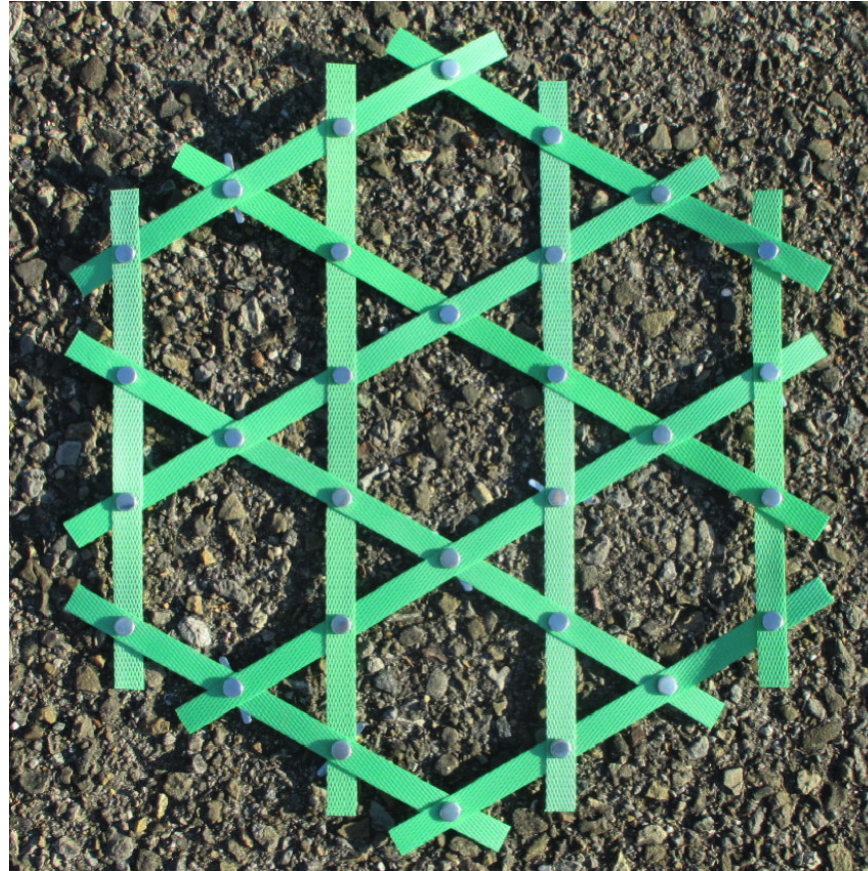
# Durchstarten



# Durchstarten



# Streifenmodell mit Rundkopfklammern



## Streifen: Geradeaus

Immer der Nase nach



... so geh hübsch sittsam und lauf nicht vom Wege ab!

La línia recta és creació de l'home; la línia corba, de Déu.

Antoni Gaudí

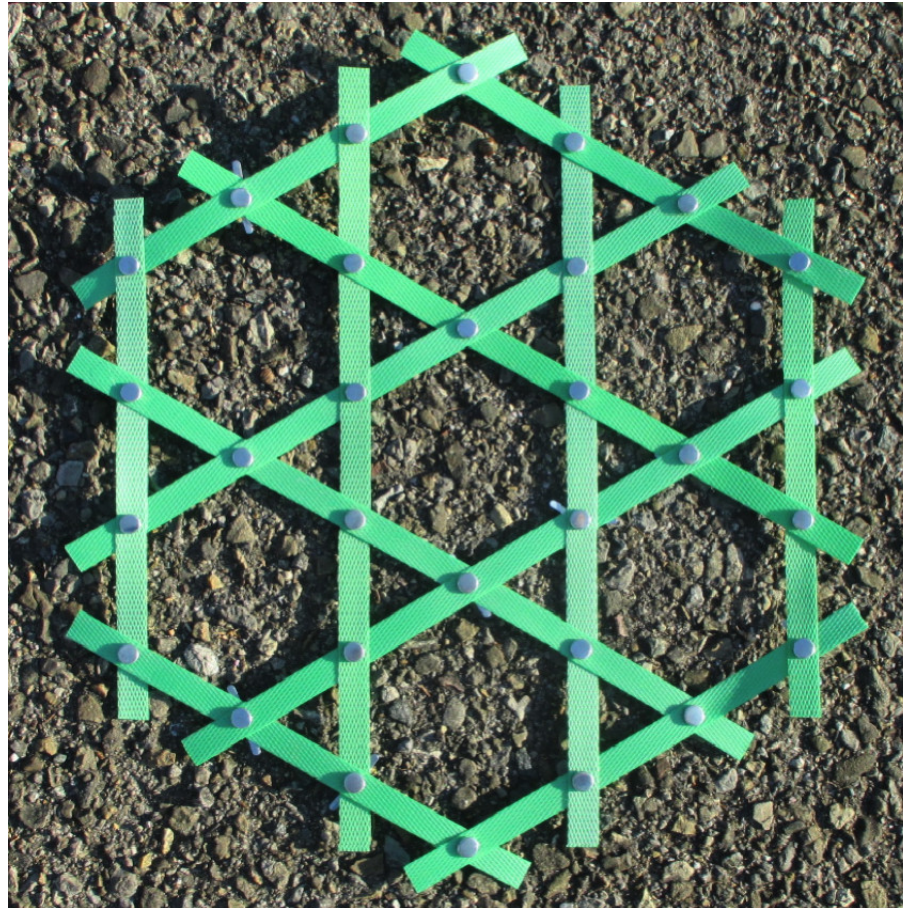
Keine Seitenkrümmung:  $\ddot{x}^m + \Gamma_{kl}^m \dot{x}^k \dot{x}^l = 0$

# Meridiane und Breitenkreise





## Streifenmodell mit Rundkopfklammern



Sechsecke → Fünfecke

Halbkugel



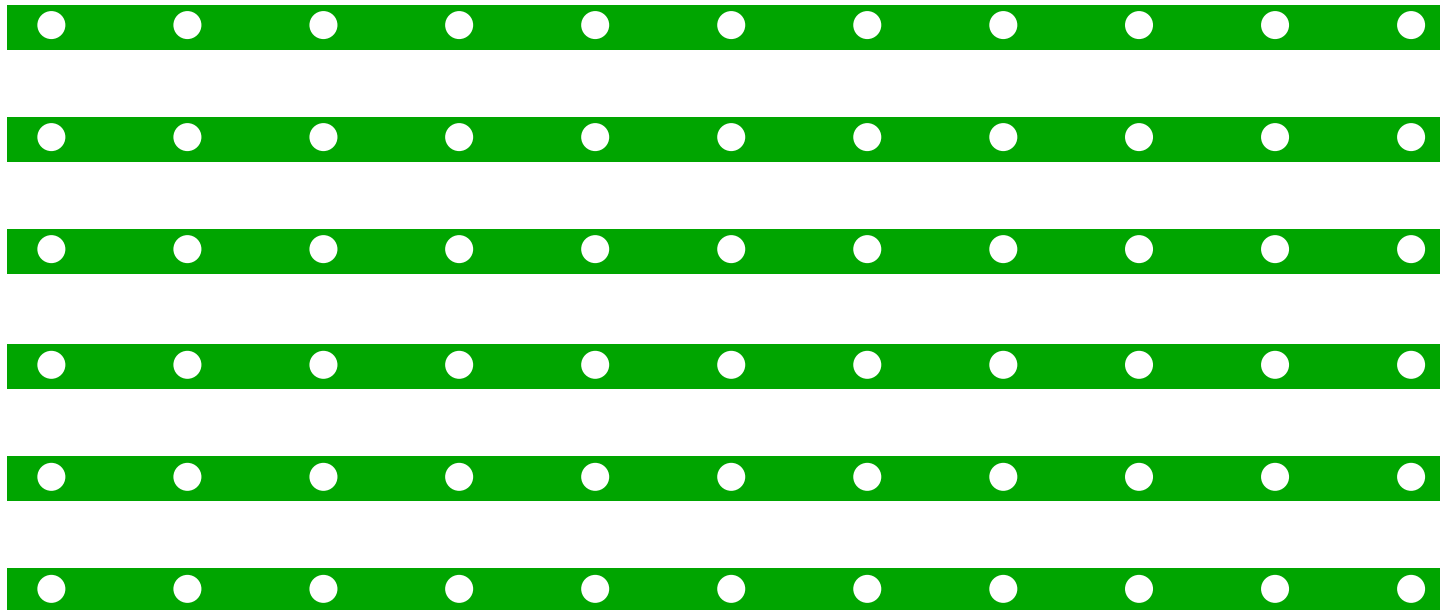
Ganze Kugel

12 Fünfecke  
20 Dreiecke



Modell aus 6 Streifen (für die 6 Großkreise) 12 Fünfecke  
20 Dreiecke

6 Streifen zu 10 Einheiten (11 Löcher)

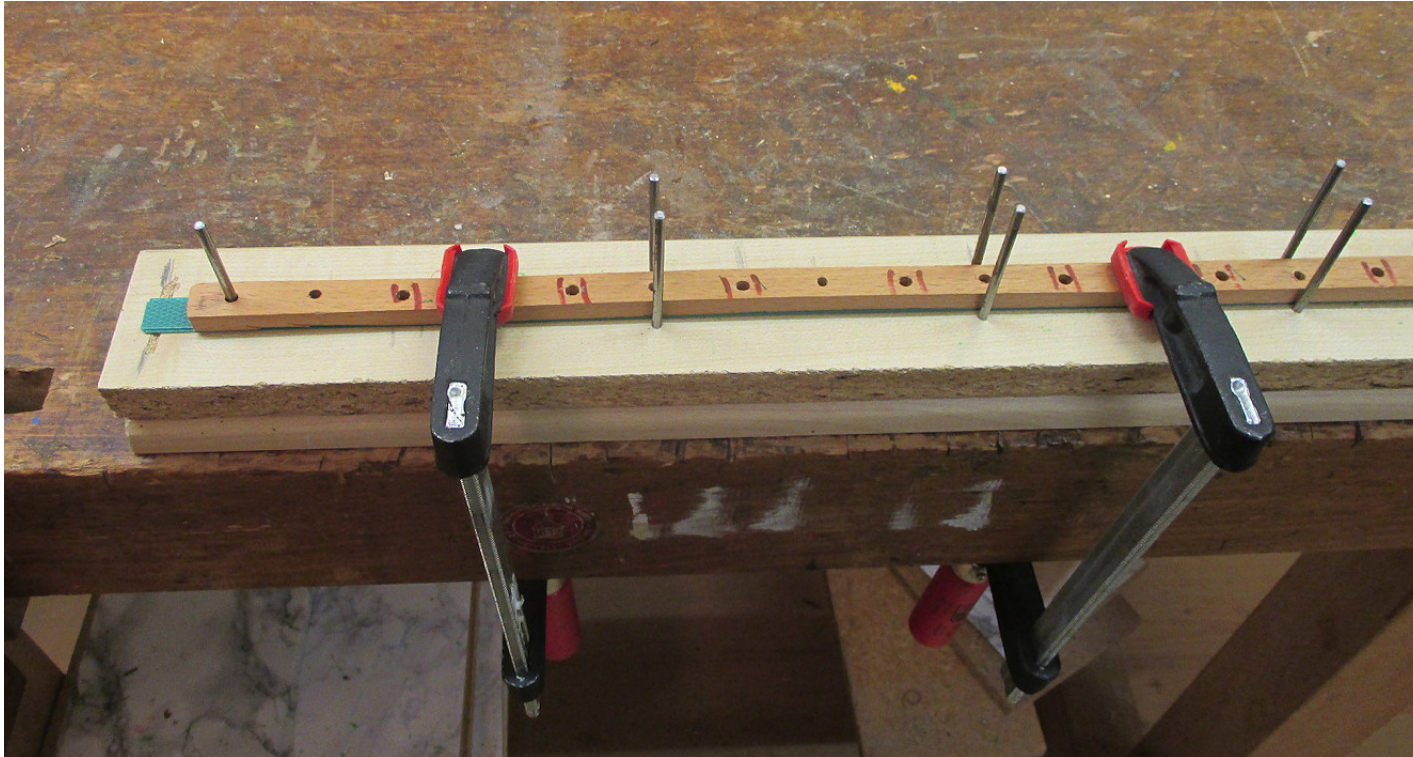


30 Rundkopfklammern

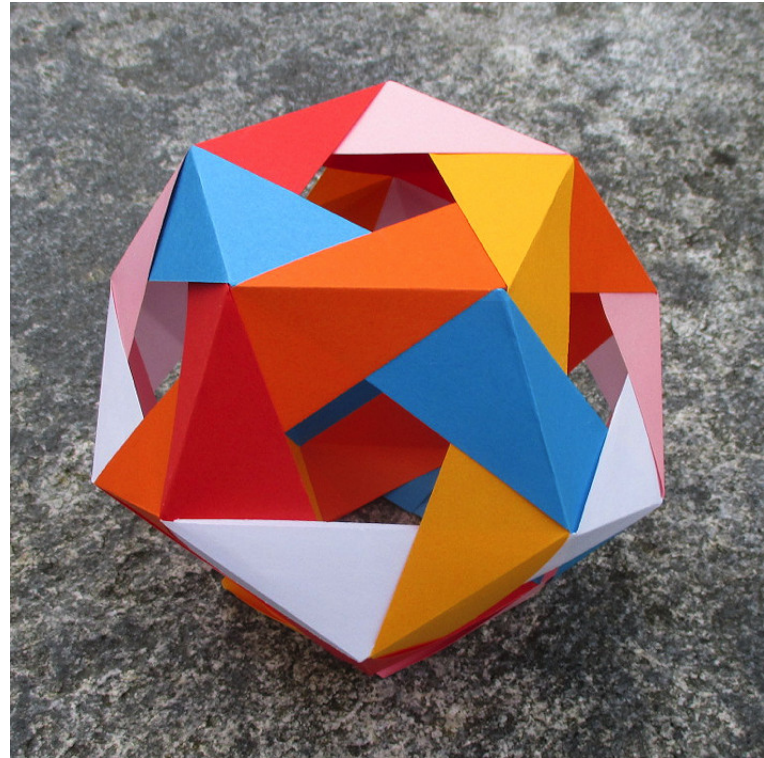
$$\begin{array}{rcccccc} \# \text{ Fünfecke} & - & \# \text{ Rundkopfklammern} & + & \# \text{ Dreiecke} & = & 2 \\ 12 & - & 30 & + & 20 & = & 2 \end{array}$$

Modell aus 6 Streifen (für die 6 Großkreise)

Bohrlehre, Bohrung 3.5mm



## Papierstreifenmodell des Dodekaeders



## Modell mit Diagonalen



## Modell mit Diagonalen



6 Streifen zu 10 Einheiten



10 Streifen zu 6 Einheiten





## Modell mit Diagonalen



Fünfeck:

$$\frac{\text{Diagonale}}{\text{Seite}} = \frac{\frac{1}{6}}{\frac{1}{10}} = \frac{5}{3}$$

6 Streifen zu 10 Einheiten



10 Streifen zu 6 Einheiten



## Modell mit Diagonalen



Fünfeck:  $\frac{\text{Diagonale}}{\text{Seite}} = \frac{\frac{1}{6}}{\frac{1}{10}} = \frac{5}{3}$



Gilt nur in einem Fünfeck dieser Größe

Auf der Kugel gibt es keine Ähnlichkeit

6 Streifen zu 10 Einheiten



10 Streifen zu 6 Einheiten



$$\frac{\text{Diagonale}}{\text{Seite}} = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \approx 1.618$$

Flach, goldener Schnitt



$$\frac{\text{Diagonale}}{\text{Seite}} = \frac{\frac{1}{6}}{\frac{1}{10}} = \frac{5}{3} \approx 1.667$$

Gewölbt



Nur aus Diagonalen:

Pentagrammkugel, Lampenschirm



Sechsecke → Fünfecke → Vierecke

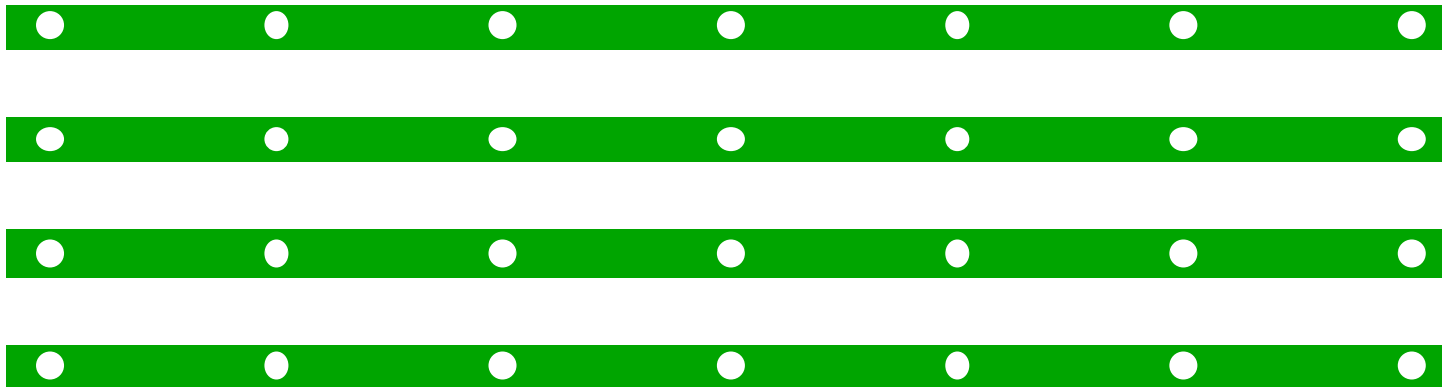
6 Vierecke  
8 Dreiecke



Sechsecke  $\rightarrow$  Fünfecke  $\rightarrow$  Vierecke

6 Vierecke  
8 Dreiecke

4 Streifen zu 6 Einheiten



12 Rundkopfkammern

$$\begin{array}{rcccccc} \# \text{ Vierecke} & - & \# \text{ Rundkopfkammern} & + & \# \text{ Dreiecke} & = & 2 \\ 6 & - & 12 & + & 8 & = & 2 \end{array}$$

Sechsecke → Fünfecke → Vierecke



Papierstreifenmodell  
des Würfels

Sechsecke → Fünfecke → Vierecke



Tetraeder



Sechsecke → Fünfecke → Vierecke



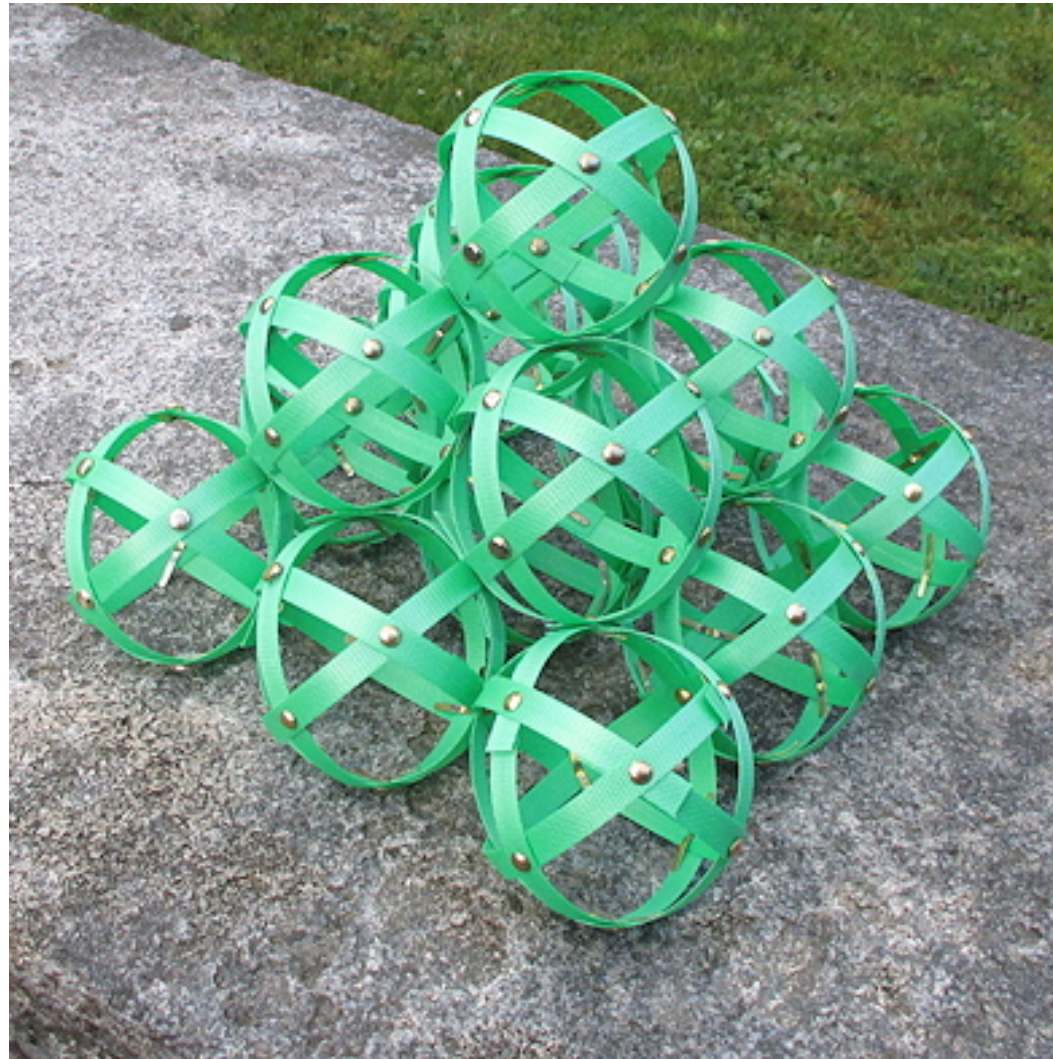
Würfel

Sechsecke → Fünfecke → Vierecke



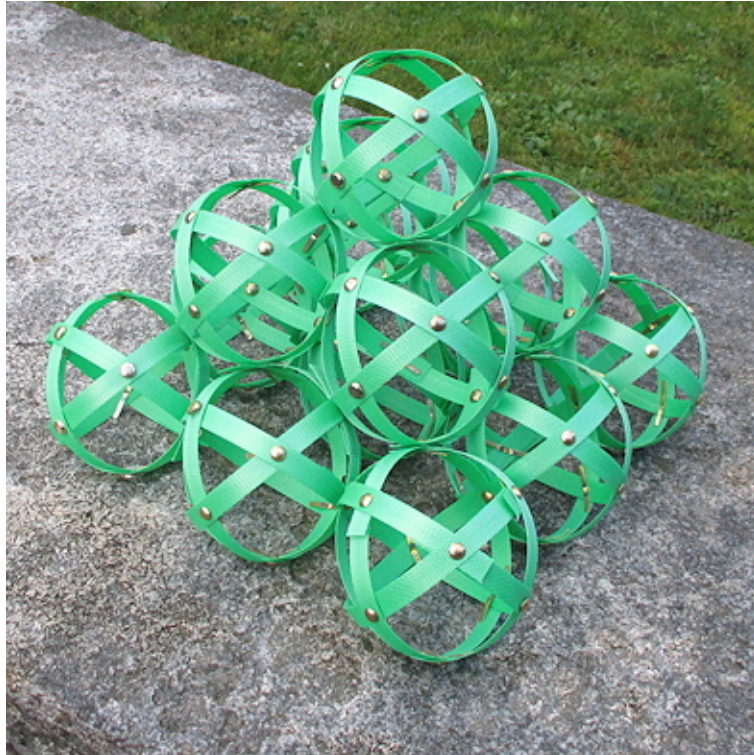
Kubisch flächenzentriert (face centered cubic):  
Aluminium, Gold, Kupfer, Nickel, Platin und  $\gamma$ -Eisen

Sechsecke → Fünfecke → Vierecke



Pyramide

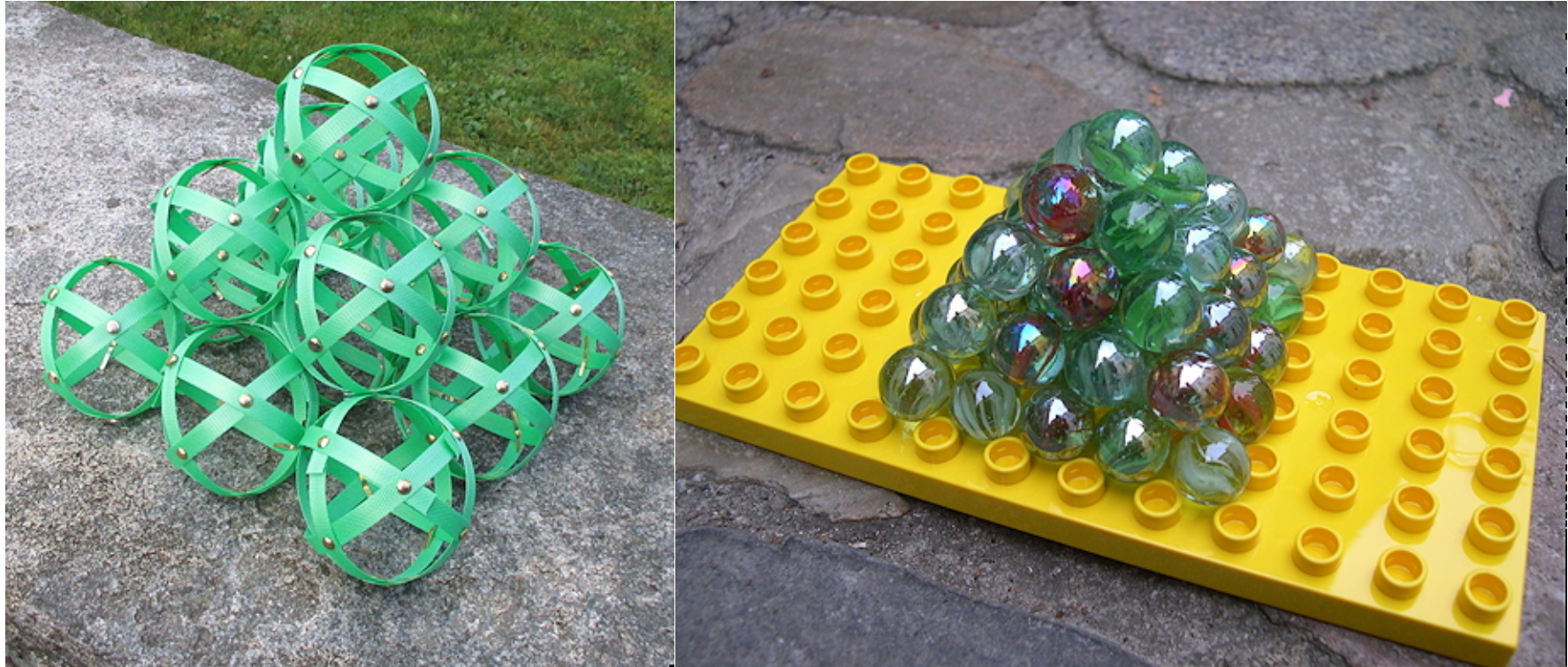
Sechsecke → Fünfecke → Vierecke



Pyramide

Sechsecke  $\rightarrow$  Fünfecke  $\rightarrow$  Vierecke

Dichteste Kugelpackung: Vermutung Kepler, 1611



Beweise:

Gauß, 1831, regulärer Fall

Thomas Hales, 1998/2005 und 2014

Sechsecke → Fünfecke → Vierecke

Diagonalen



Sechsecke → Fünfecke → Vierecke

Diagonalen



Viereck:

$$\frac{\text{Diagonale}}{\text{Seite}} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{6}} = \frac{3}{2}$$



Gilt nur in einem Viereck dieser Größe

Auf der Kugel gibt es keine Ähnlichkeit

Sechsecke  $\rightarrow$  ...  $\rightarrow$  Dreiecke

4 Dreiecke  
4 Dreiecke





Sechsecke  $\rightarrow$  ...  $\rightarrow$  Dreiecke

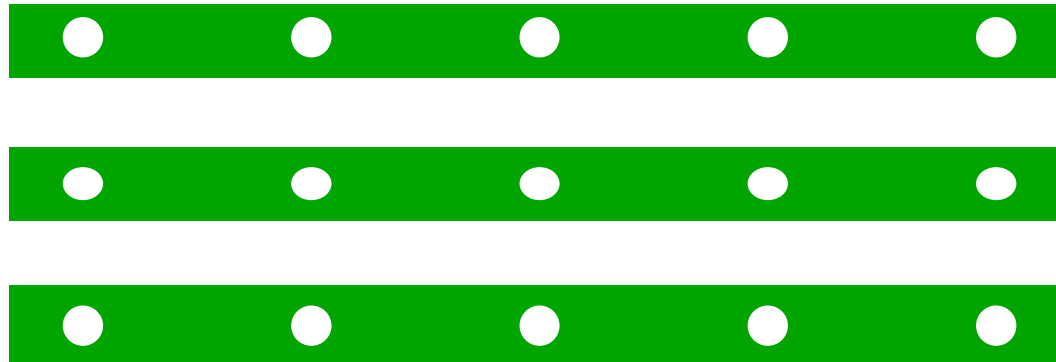
4 Dreiecke  
4 Dreiecke



Sechsecke  $\rightarrow$  ...  $\rightarrow$  Dreiecke

4 Dreiecke  
4 Dreiecke

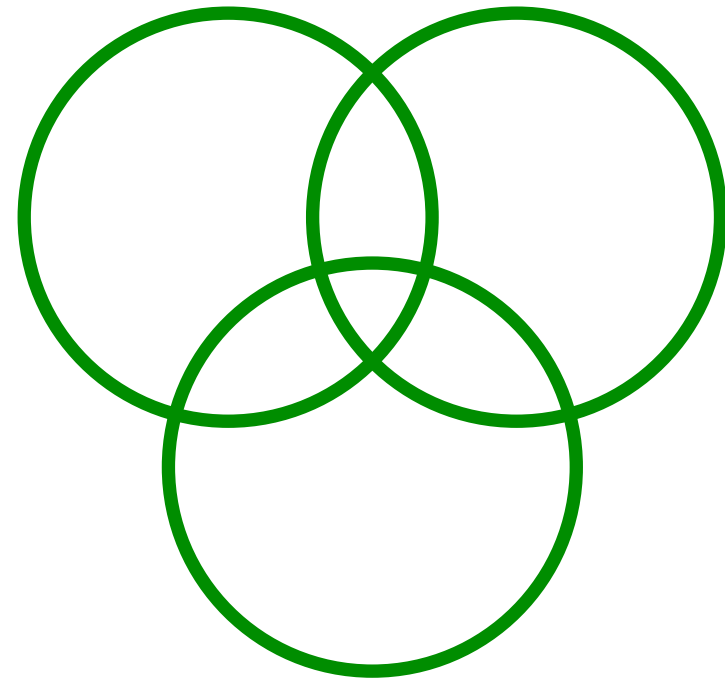
3 Streifen zu 4 Einheiten



6 Rundkopfkammern

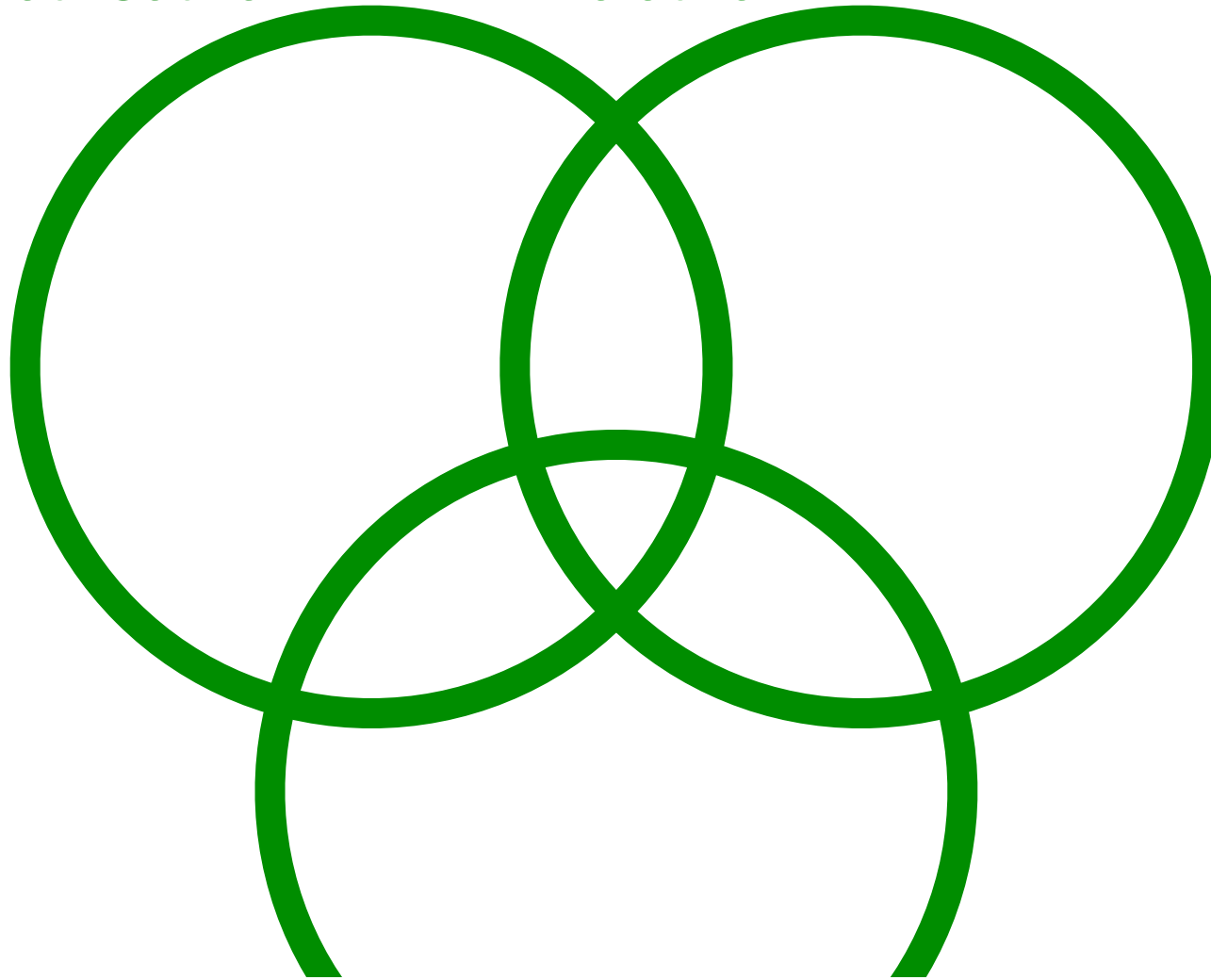
$$\begin{array}{ccccccccc} \# \text{ Dreiecke} & - & \# \text{ Rundkopfkammern} & + & \# \text{ Dreiecke} & = & 2 \\ 4 & - & 6 & + & 4 & = & 2 \end{array}$$

Sechsecke  $\rightarrow$  ...  $\rightarrow$  Dreiecke



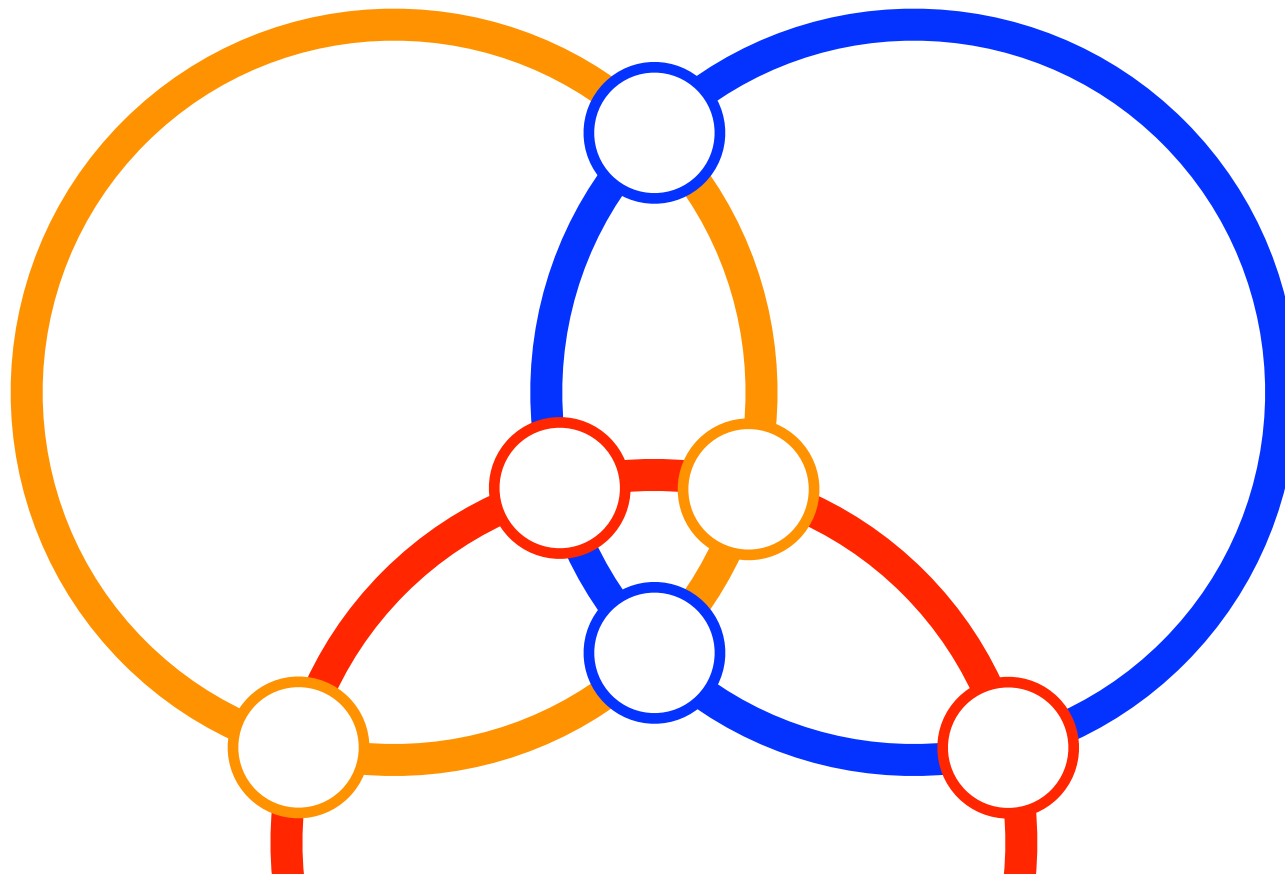
Drei paarweise orthogonale Kreise

Sechsecke  $\rightarrow$  ...  $\rightarrow$  Dreiecke

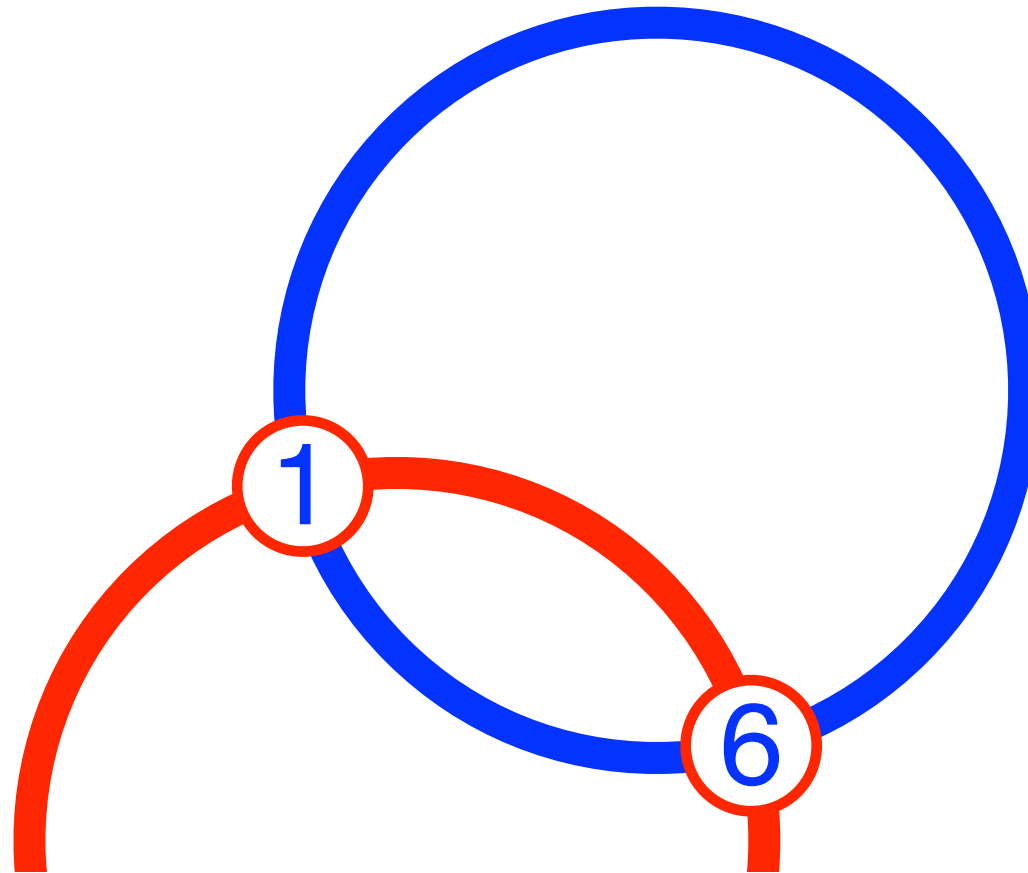


Drei paarweise orthogonale Kreise

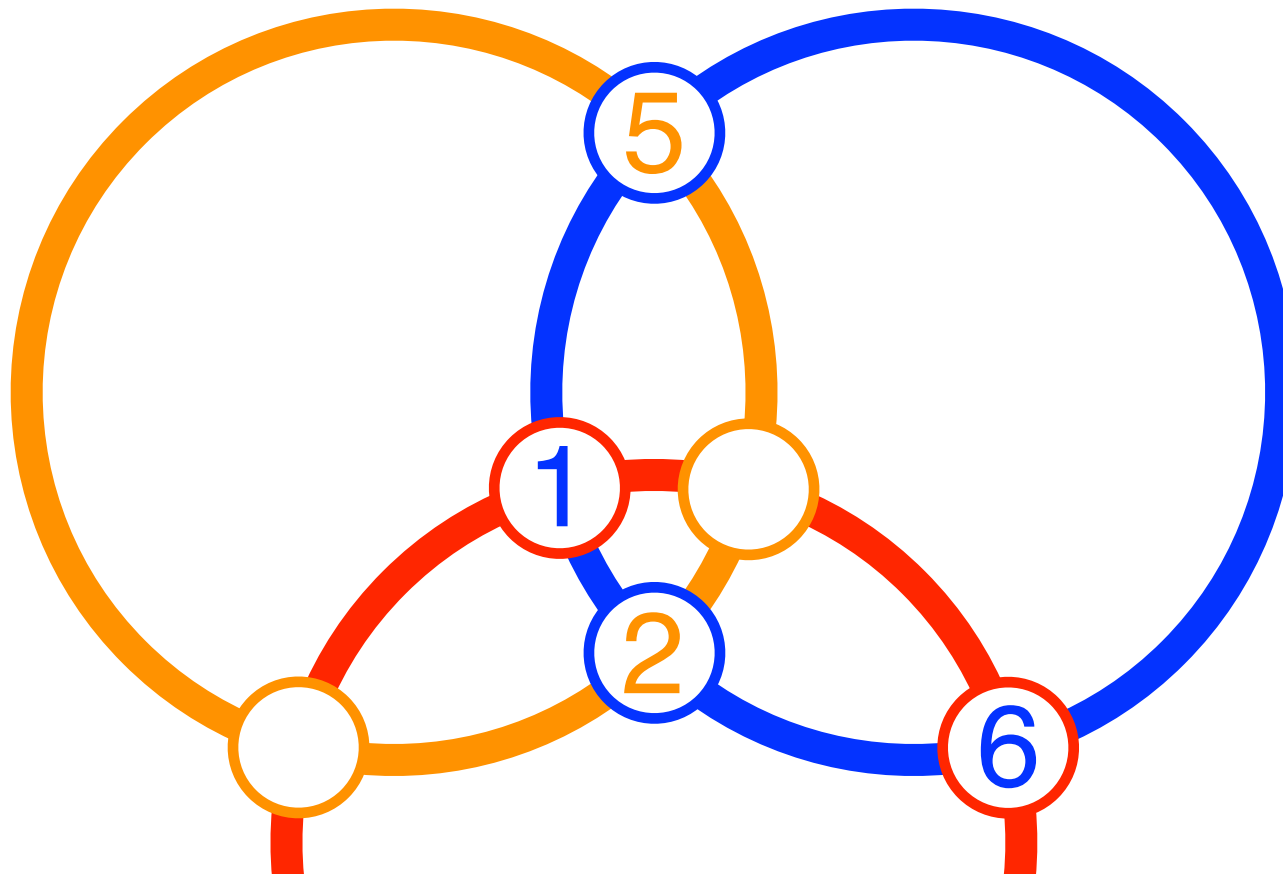




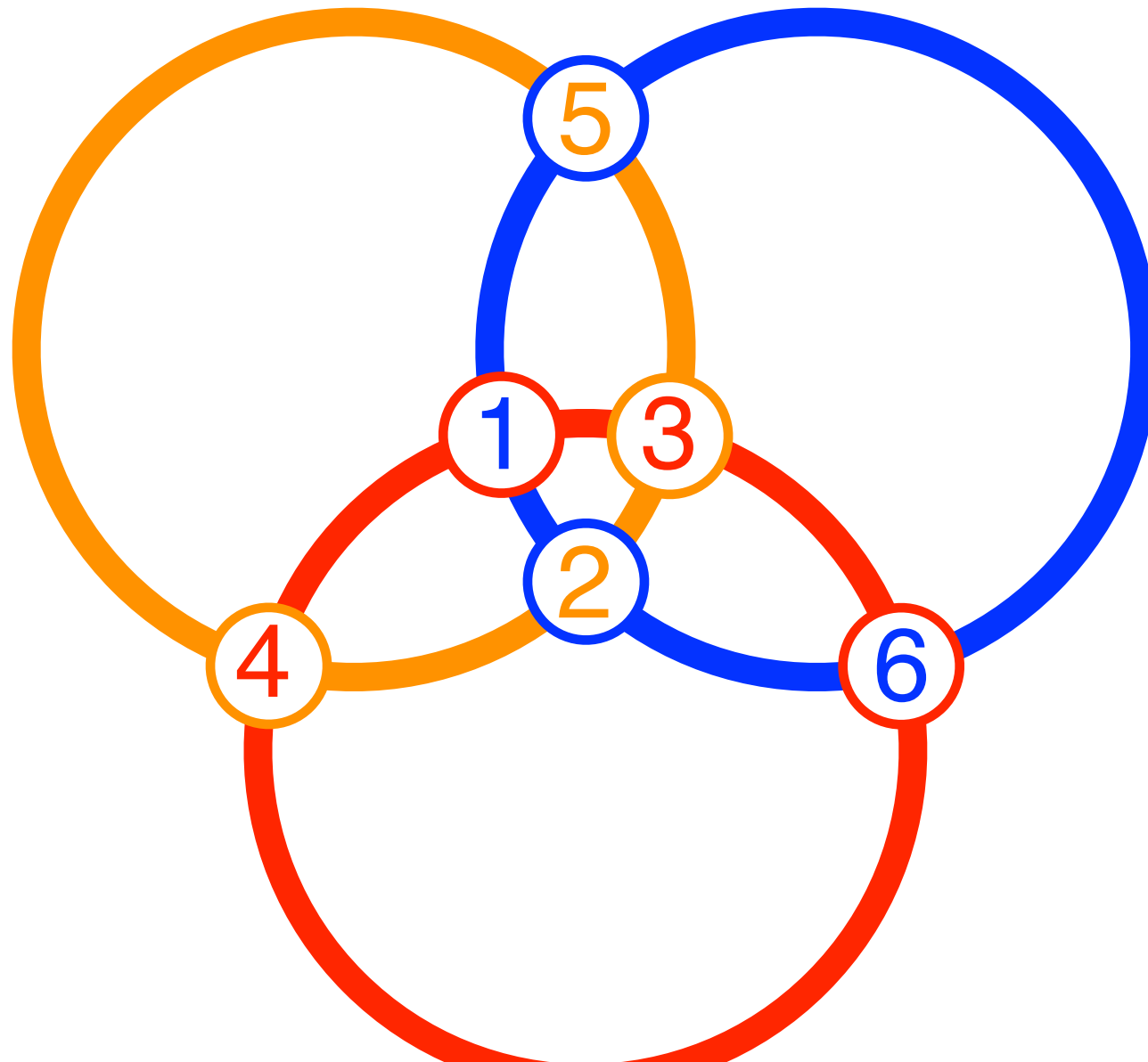
Magische Kreise:  
Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6 so verteilen,  
dass auf jedem Kreis dieselbe Summe



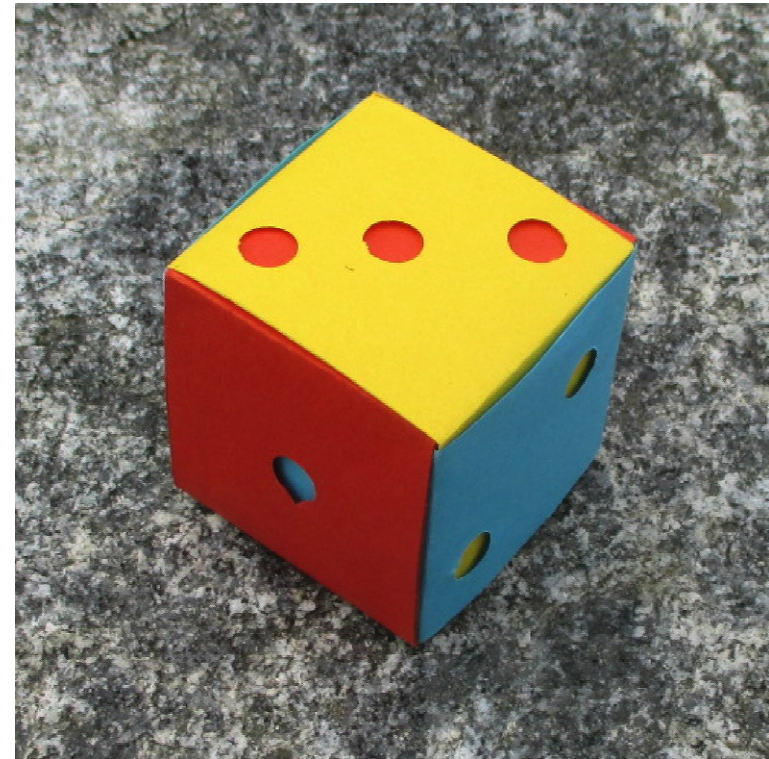
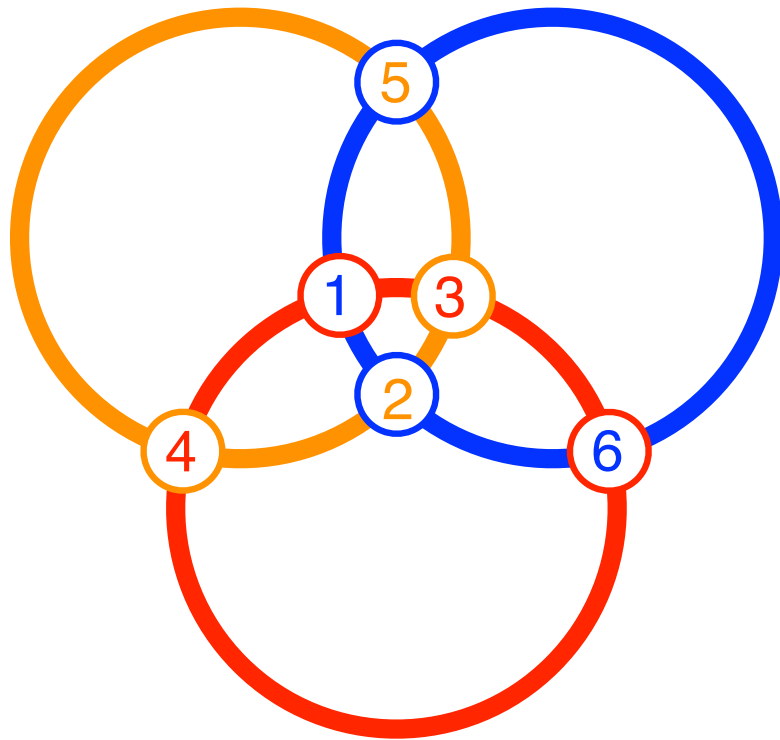
Magische Kreise:  
Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6 so verteilen,  
dass auf jedem Kreis dieselbe Summe



Magische Kreise:  
Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6 so verteilen,  
dass auf jedem Kreis dieselbe Summe

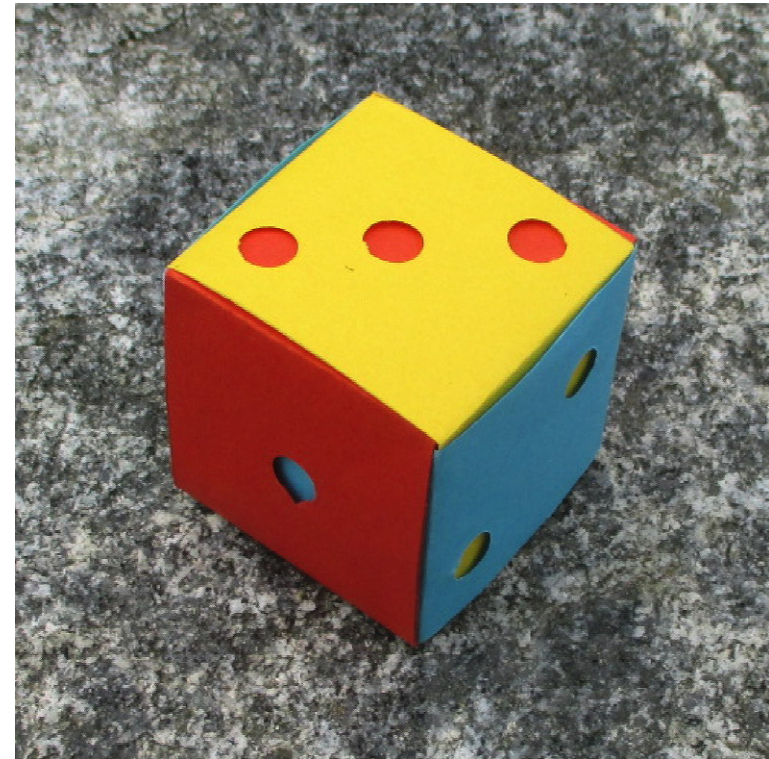
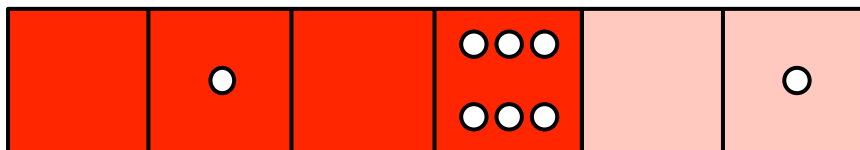
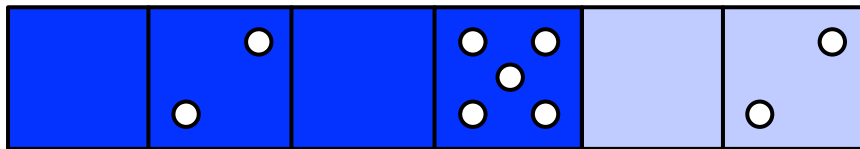
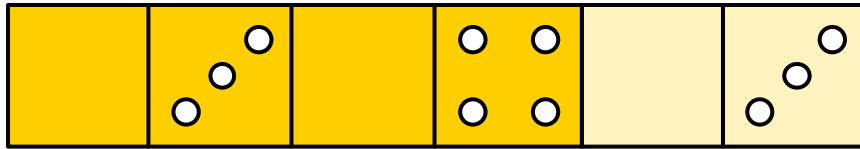




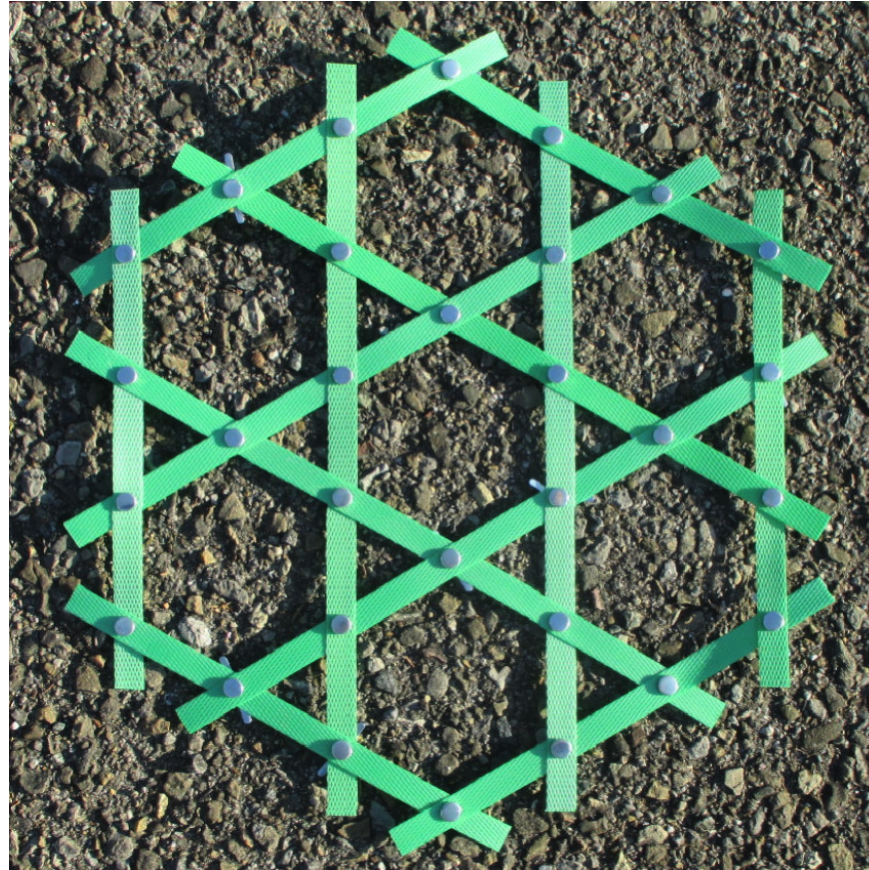


[www.walser-h-m.ch/hans/Vortraege/20190911/Zahlenraetsel.pdf](http://www.walser-h-m.ch/hans/Vortraege/20190911/Zahlenraetsel.pdf)

## Papierstreifenmodell des Würfels

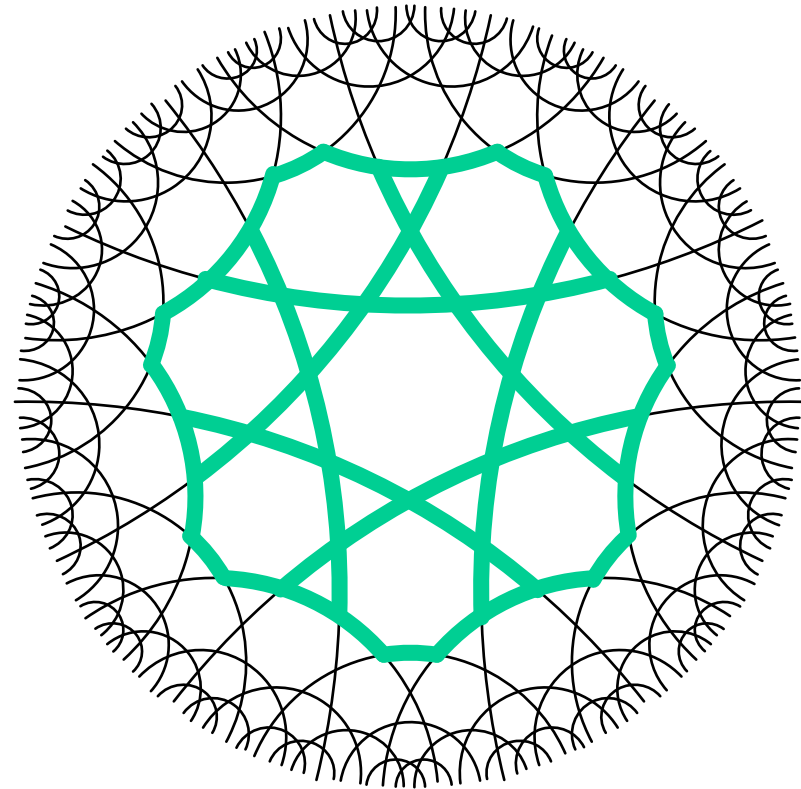


# Sechsecke



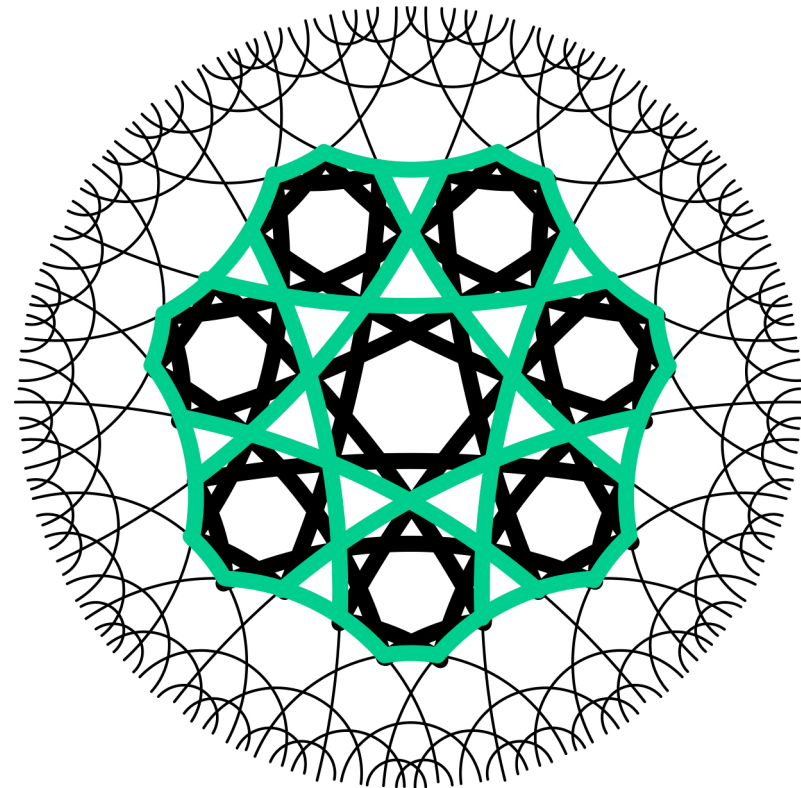
Sechsecke  $\rightarrow$  Siebenecke  $\rightarrow$  ...

## Hyperbolische Geometrie



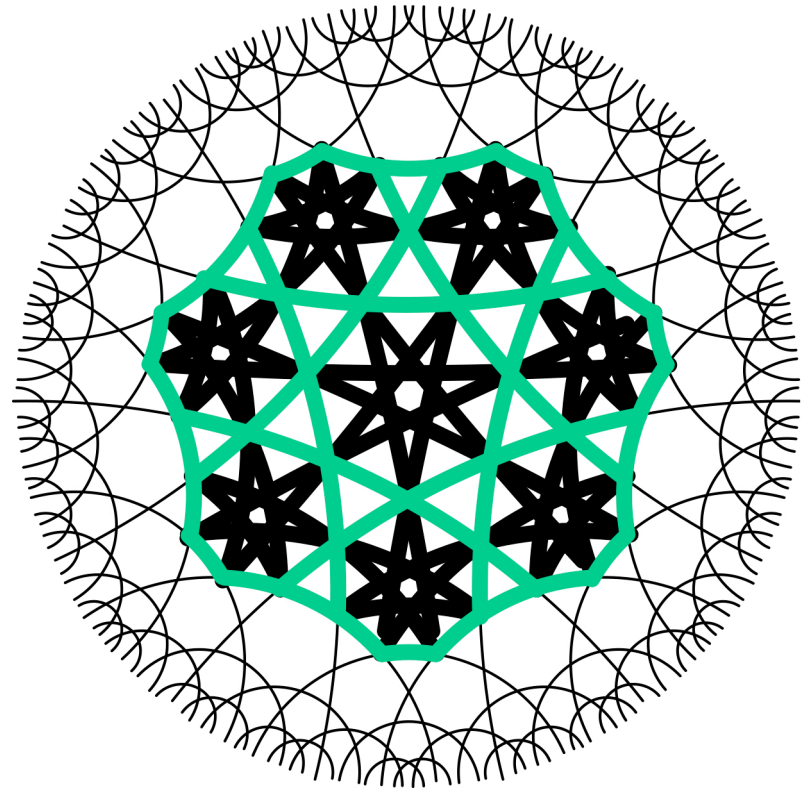
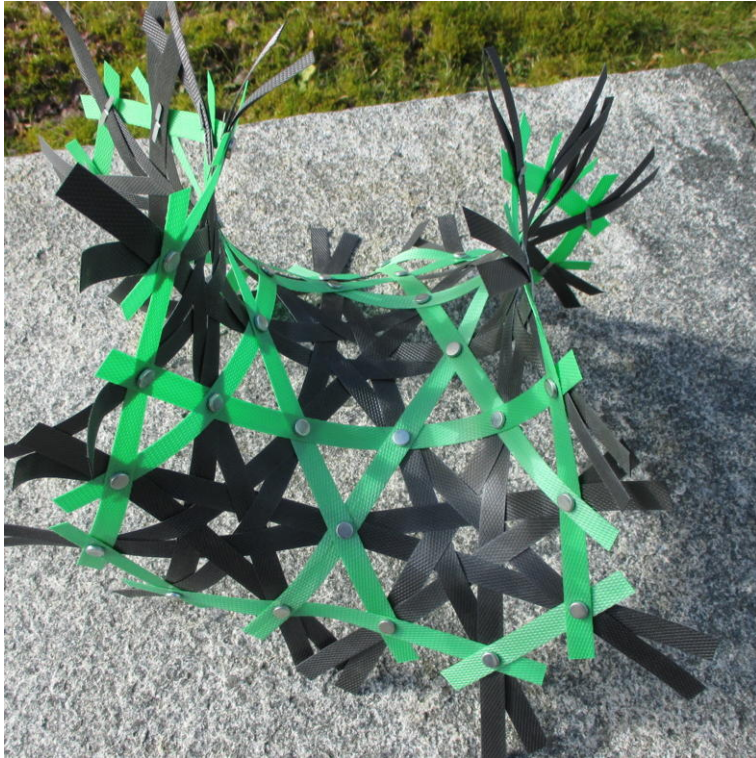
Sechsecke → Siebenecke → ...

kurze Diagonalen



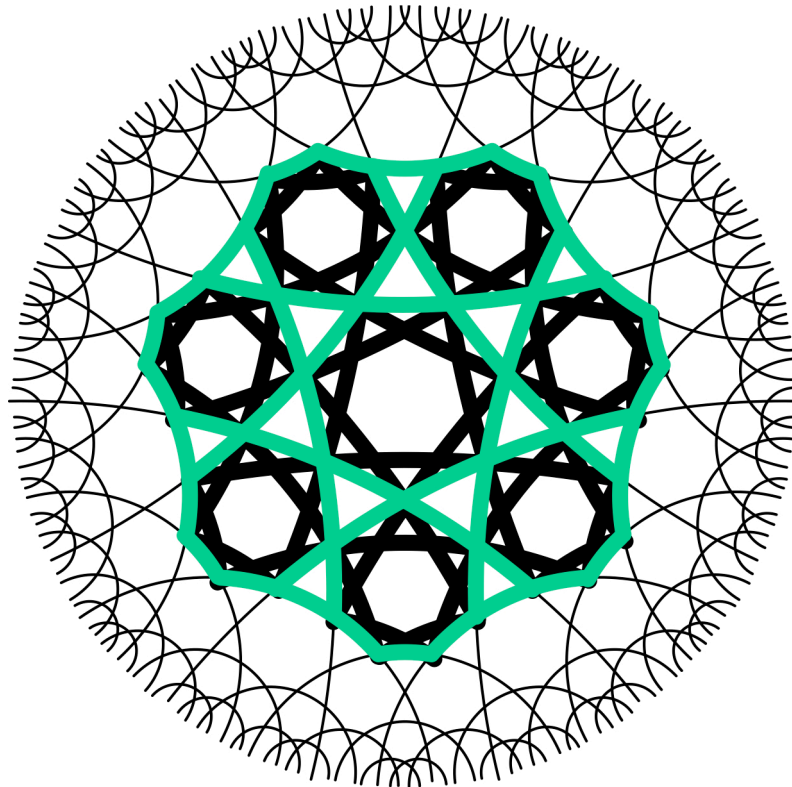
Sechsecke  $\rightarrow$  Siebenecke  $\rightarrow$  ...

lange Diagonalen



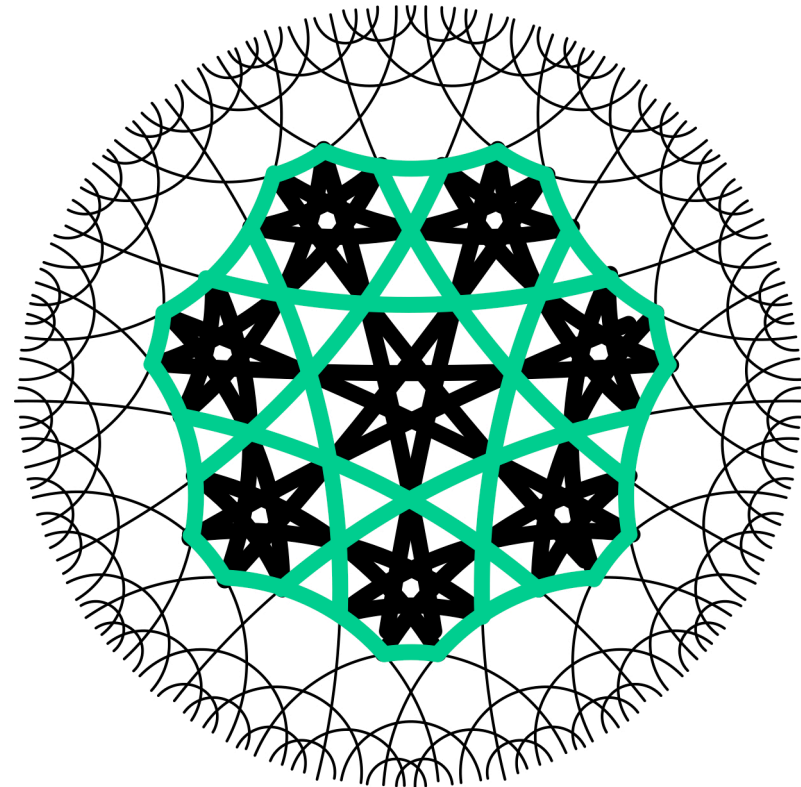
Sechsecke → Siebenecke → ...

kurze Diagonalen



$$\frac{\text{kurze Diagonale}}{\text{Seite}} \approx 1.764$$

lange Diagonalen



$$\frac{\text{lange Diagonale}}{\text{Seite}} \approx 2.166$$

Sechsecke → Siebenecke → ...

## Ebenes Siebeneck

$$\frac{\text{kurze Diagonale}}{\text{Seite}} \approx 1.802$$

$$\frac{\text{lange Diagonale}}{\text{Seite}} \approx 2.247$$

---

## Hyperbolische Geometrie

### Kombination Siebenecke und Dreiecke

$$\frac{\text{kurze Diagonale}}{\text{Seite}} \approx 1.764$$

$$\frac{\text{lange Diagonale}}{\text{Seite}} \approx 2.166$$



Sechsecke  $\rightarrow$  Siebenecke  $\rightarrow$  ...  $\rightarrow$  Zwölfeck



# Danke



[www.walser-h-m.ch/hans/Vortraege/20190911](http://www.walser-h-m.ch/hans/Vortraege/20190911)