

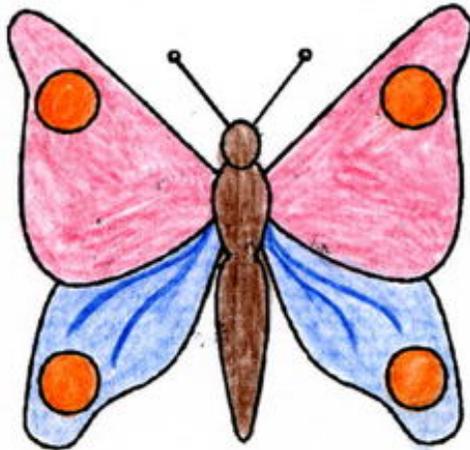
# Symmetrie und Selbstähnlichkeit

# Symmetrie

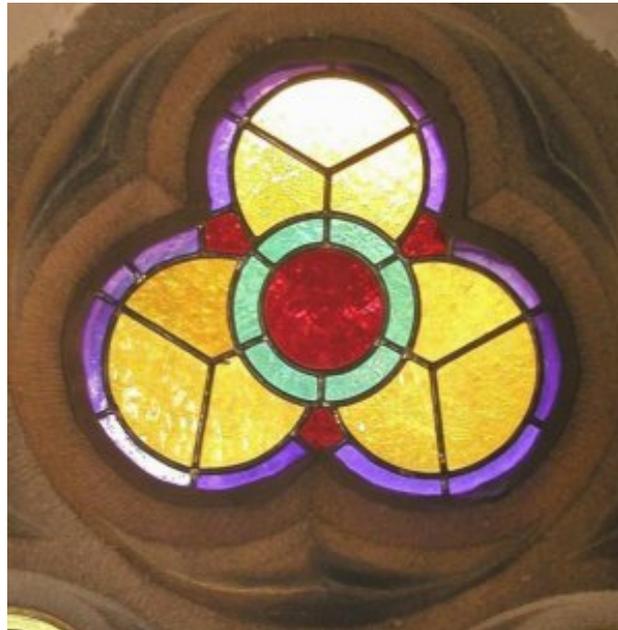
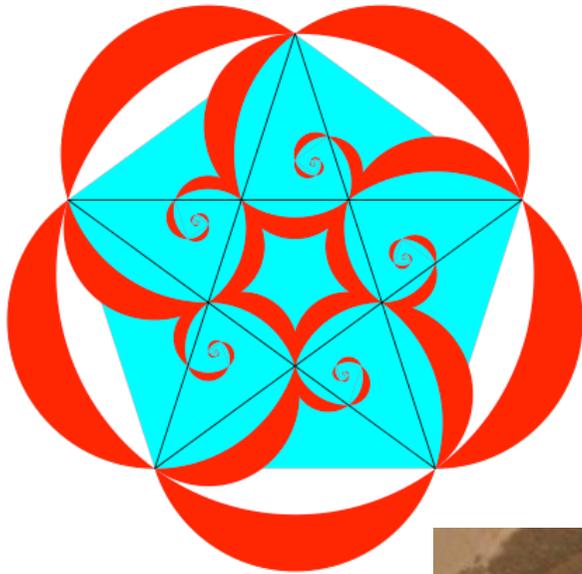


Achsensymmetrie

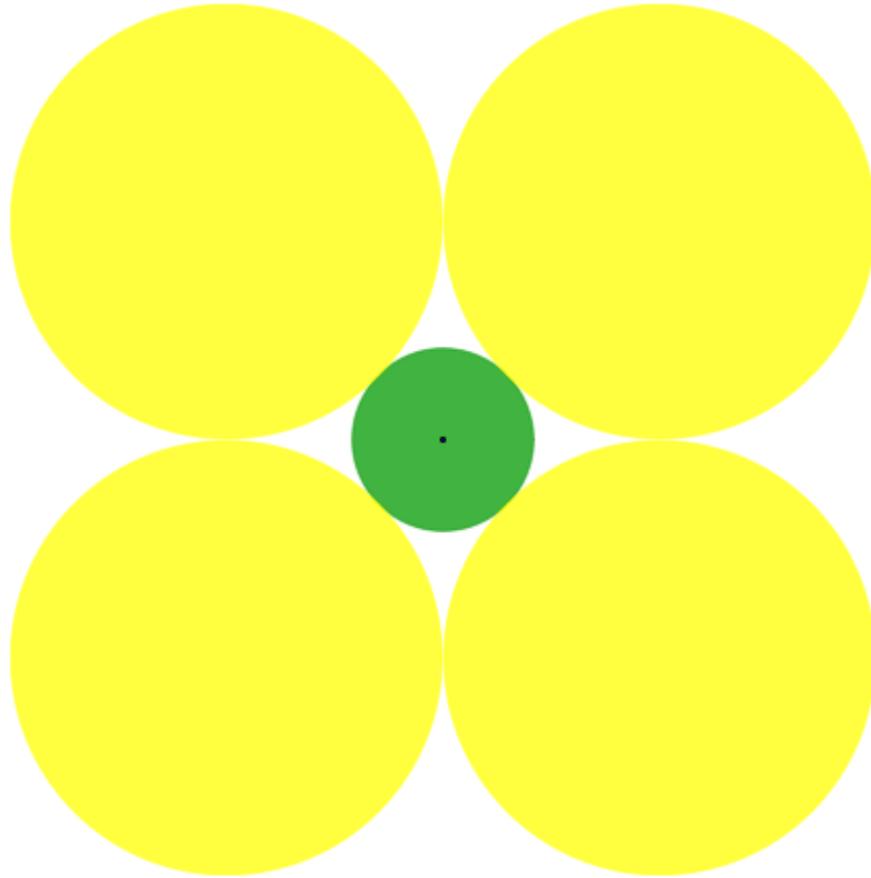
Ein passend gewählter Teil  
der Figur - herumgeklappt -  
erzeugt die Gesamtfigur.

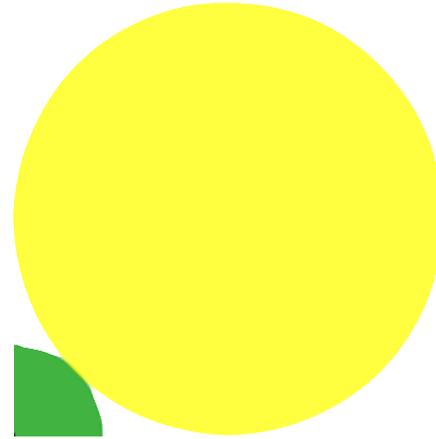


# Symmetrie



Drehsymmetrie  
Ein passend gewählter  
Teil der Figur - (mehrmals)  
herumgedreht - erzeugt  
die Gesamtfigur.



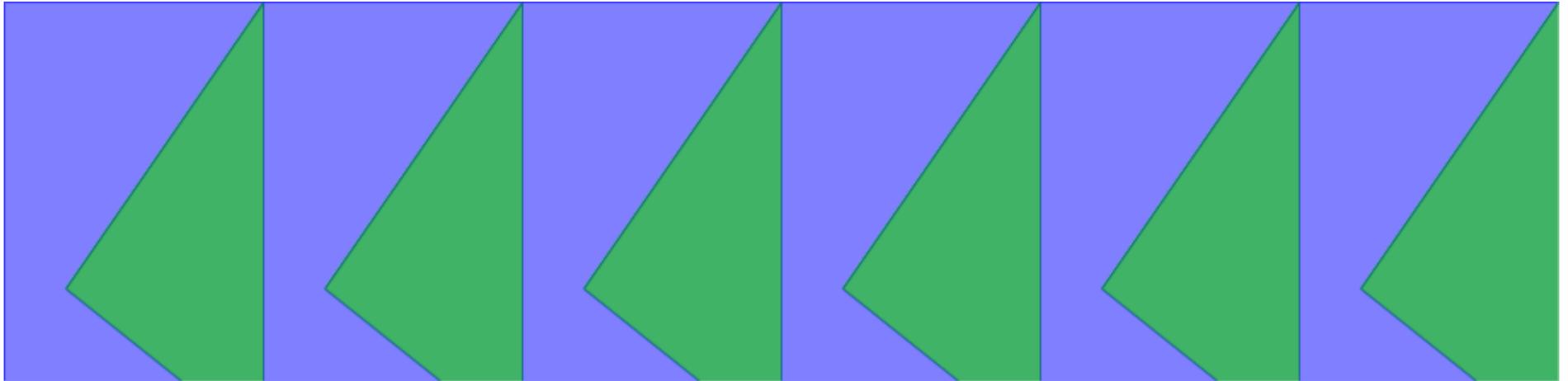


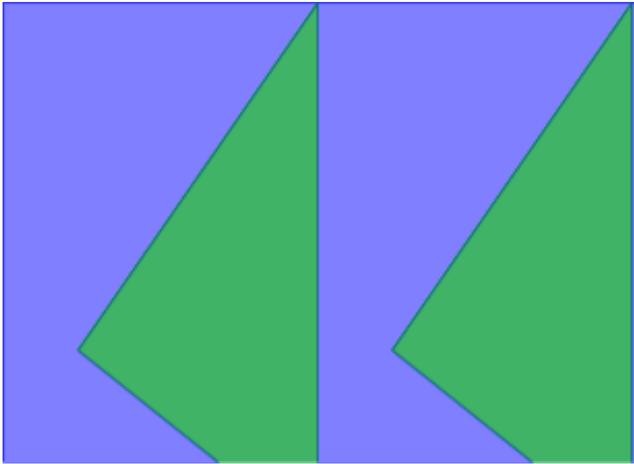
1

# Symmetrie



Verschiebungssymmetrie  
Ein passend gewählter  
Teil der Figur - (mehrmals)  
verschoben - erzeugt die  
Gesamtfigur.





# Symmetrie

Zusammenfassung:

Spiegelung -> Achsensymmetrie

Drehung -> Drehsymmetrie

Verschiebung -> Verschiebungssymmetrie

sind Symmetrieabbildungen

# Symmetrie in der Musik

Die Geometrie „lebt“ üblicherweise in der Ebene. Diese hat eine Ausdehnung in zwei Richtungen, Breite und Höhe.

Musik „lebt“ zunächst einmal in der Zeit, die nur eine Dimension hat.

# Symmetrie in der Musik

Dort lässt sich bereits eine Translation durchführen, was bedeutet, dass eine Passage (Motiv, Hintergrundrhythmus) einfach identisch wiederholt wird (oft in Filmmusik).

Duel of the Fates



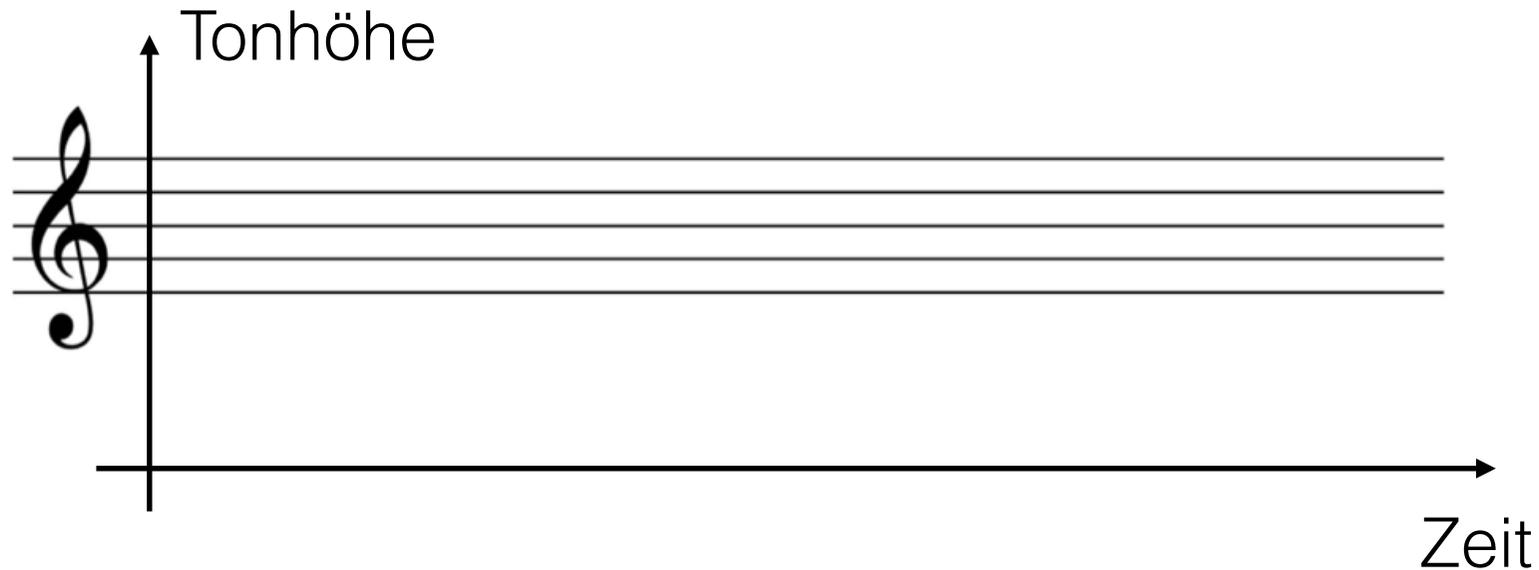
# Symmetrie in der Musik

Auch eine Spiegelung in der Zeit ist möglich.

The image displays a musical score for 'Der Krebskanon' by J.S. Bach. The score is written in G minor (three flats) and common time. It is divided into four systems, each with a grand staff (treble and bass clefs). The first system is labeled 'Grundgestalt' in red above the treble staff and 'Krebs' in red above the bass staff. The 'Grundgestalt' consists of a single melodic line, while the 'Krebs' part is a sixteenth-note canon. The second system continues the 'Grundgestalt' and 'Krebs' parts. The third system is marked with a '10' above the treble staff. The fourth system is marked with a '14' above the treble staff and concludes with a double bar line.

Der Krebskanon  
von J.S. Bach.

# Symmetrie in der Musik



Nimmt man noch die Tonhöhe als eine zweite Dimension dazu, hat man eine zweidimensionale „Ebene“.

# Symmetrie in der Musik

Verschiebungen in der Tonhöhe sind Transpositionen (tonal oder atonal).

Spiegelungen der Tonhöhen ergeben die Umkehrung einer Tonsequenz.

The image displays two musical staves in G major, each with 12 numbered notes. The first staff, labeled 'Grundreihe (G)', shows the notes in ascending order from left to right, with a red arrow pointing right above it. The second staff, labeled 'Umkehrung (Spiegelung; U)', shows the notes in descending order from left to right, with a red arrow pointing right above it. The notes in the second staff are the mirror image of the first staff. Above the second staff, a red arrow points left, labeled 'Krebsumkehrung (KU)', indicating the reverse direction of the sequence.

Grundreihe (G) →      ← Krebs (K)

Umkehrung (Spiegelung; U) →      ← Krebsumkehrung (KU)

# Symmetrie in der Musik

Rotationen (außer um  $180^\circ$ ) sind in der Musik nicht vorstellbar, da die beiden Achsen nicht, wie in der Geometrie, gleichberechtigt sind.

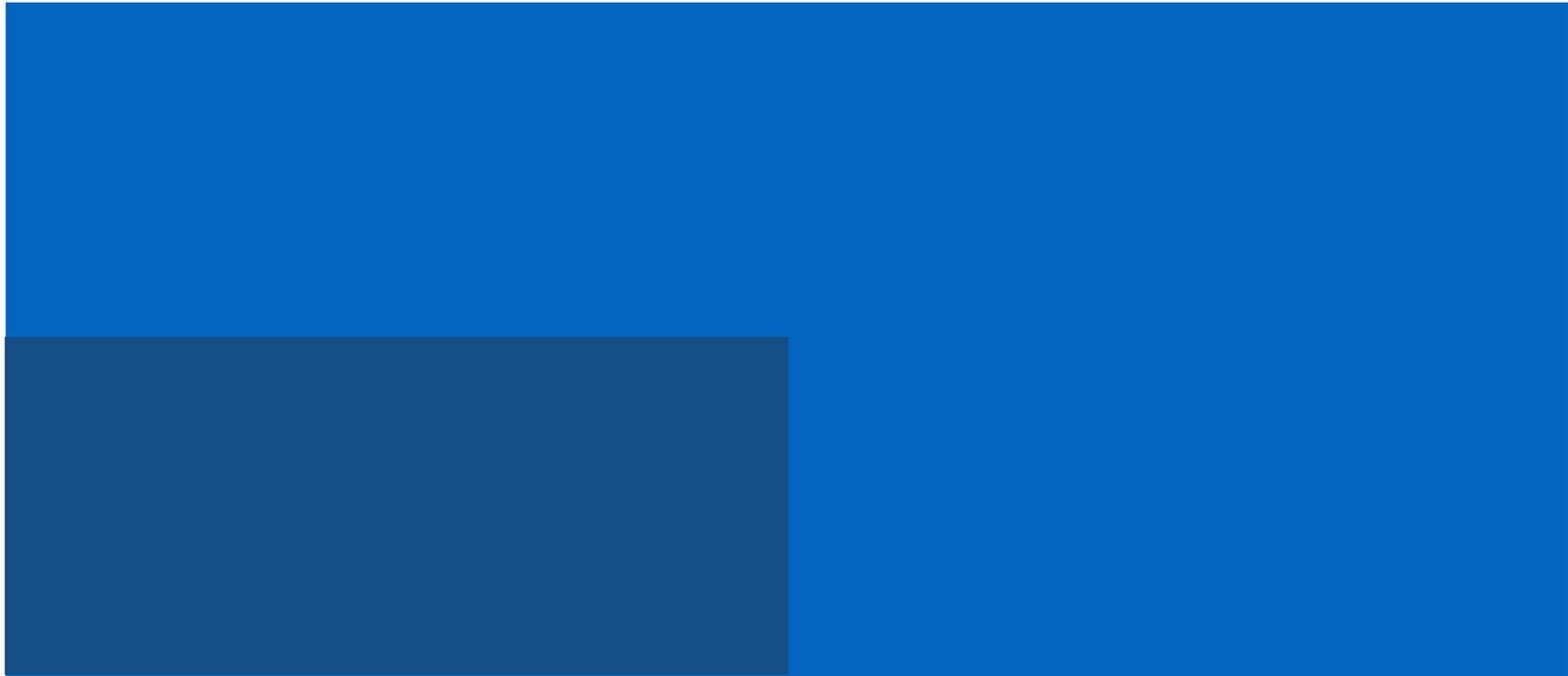
# Symmetrie

Kann auch die Vergrößerung (zentrische Streckung) eine Symmetrieabbildung sein?

Also:

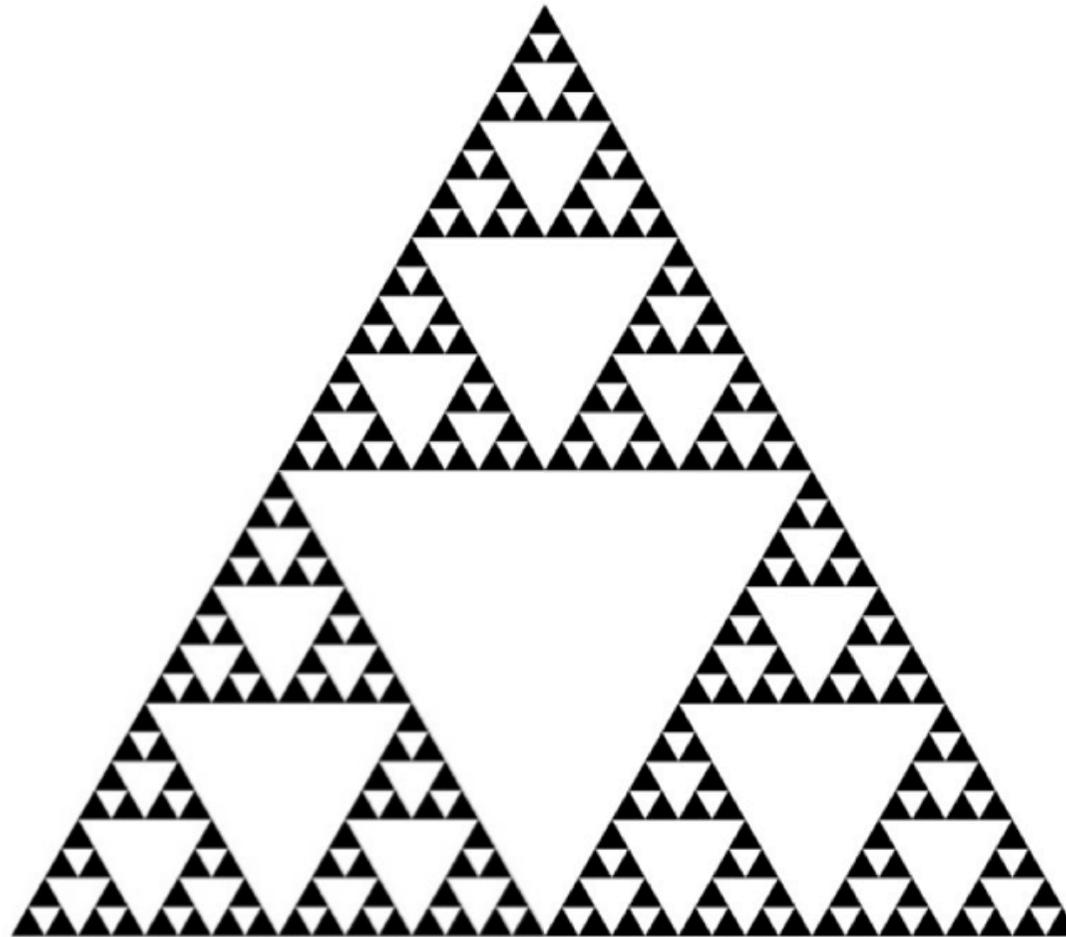
Kann ein passend gewählter Teil einer Figur - (mehrmals) vergrößert - die Gesamtfigur erzeugen?

Kann ein passend gewählter Teil einer Figur - (mehrmals)  
vergrößert - die Gesamtfigur erzeugen?



Ja

Kann ein passend gewählter Teil einer Figur - (mehrmals)  
vergrößert - die Gesamtfigur erzeugen?



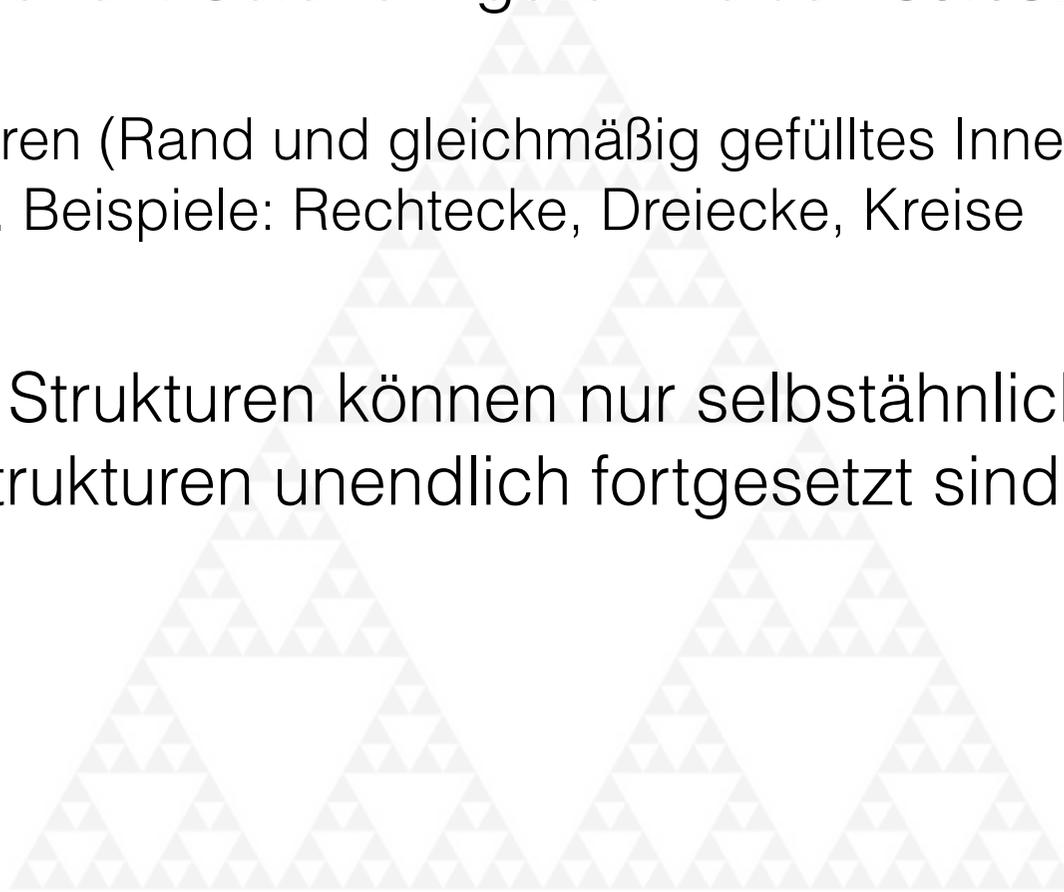
Nein

Kann ein passend gewählter Teil einer Figur - (mehrmals) vergrößert - die Gesamtfigur erzeugen?

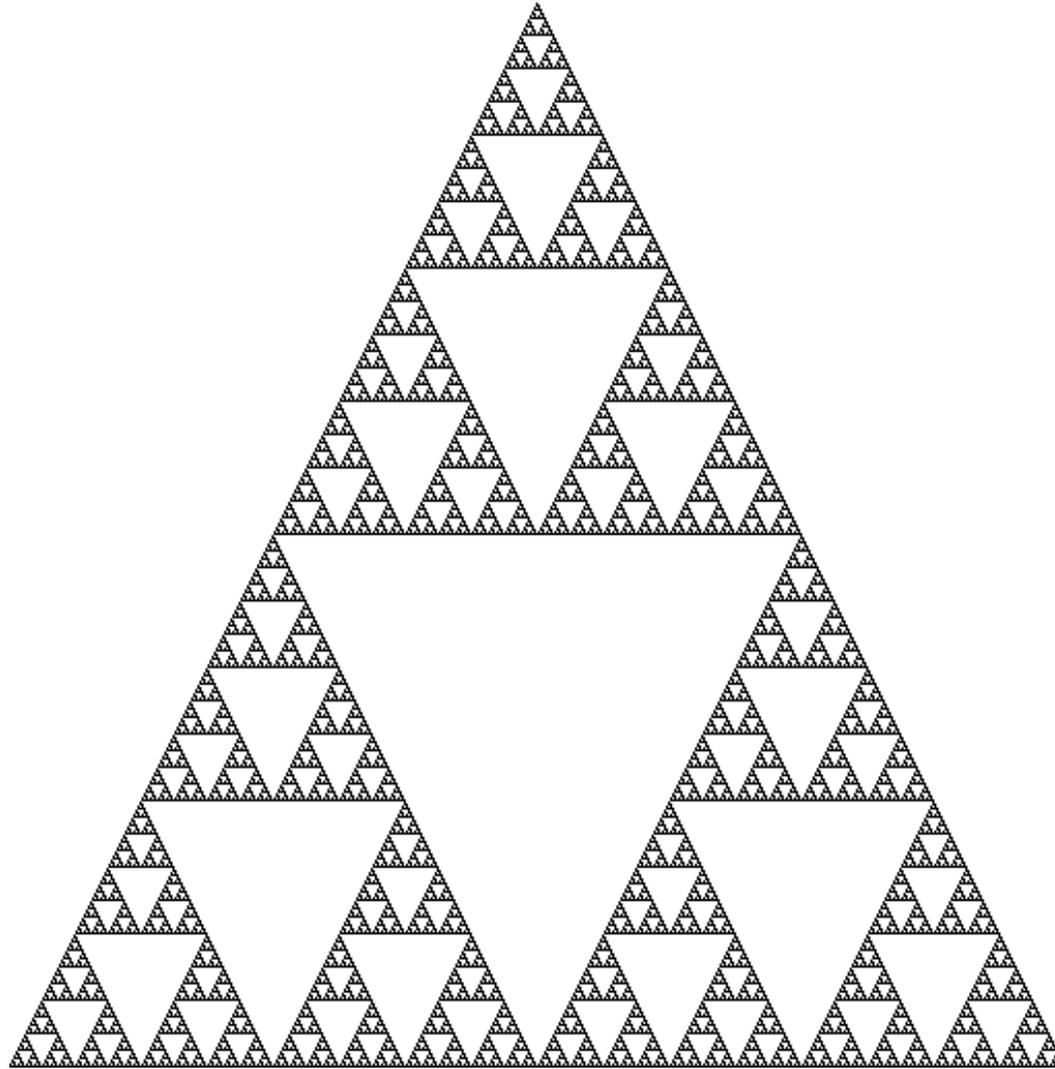
Ja, bei manchen. Solche Figuren heißen **selbstähnlich**.

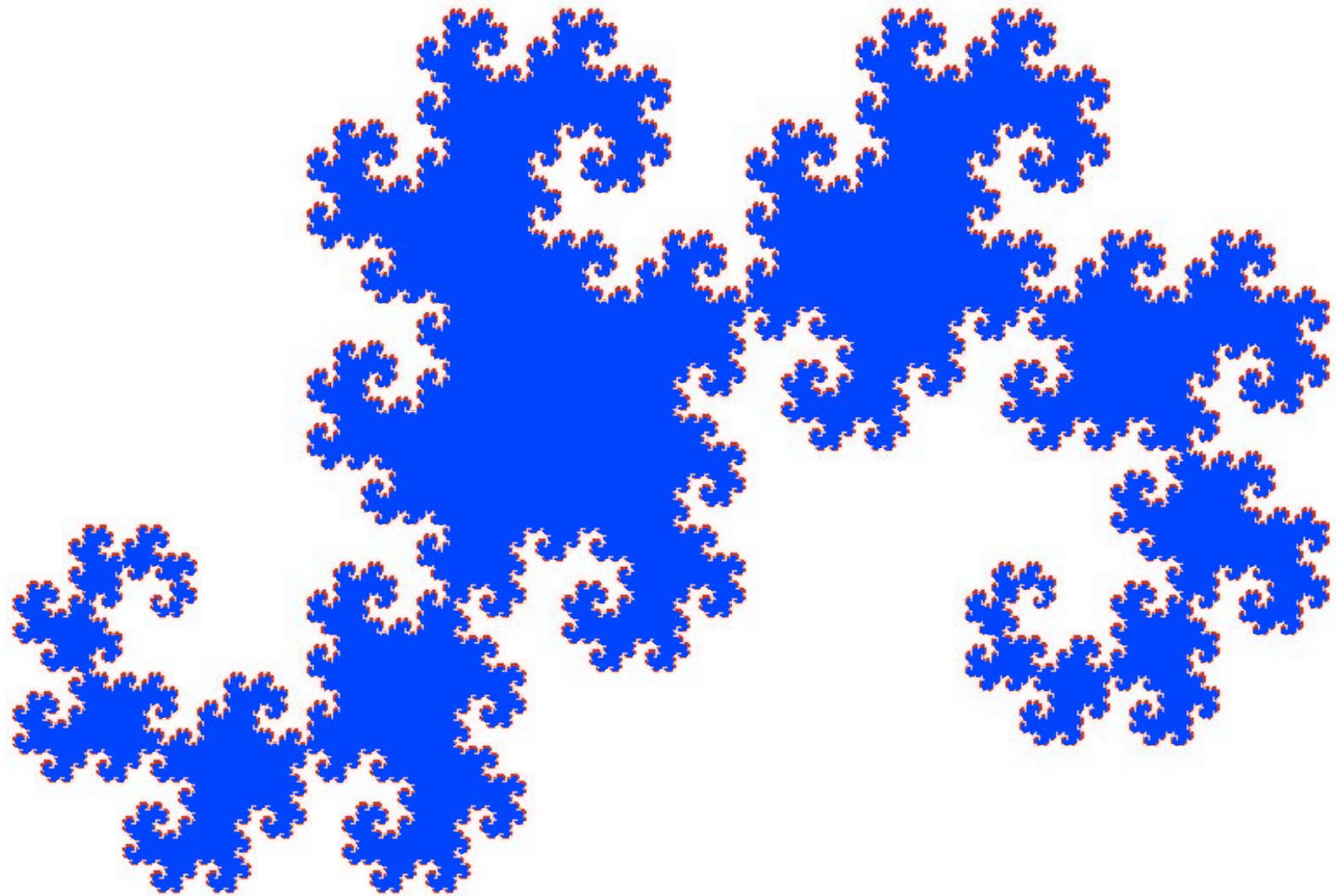
Flächige Figuren (Rand und gleichmäßig gefülltes Inneres) sind selbstähnlich. Beispiele: Rechtecke, Dreiecke, Kreise

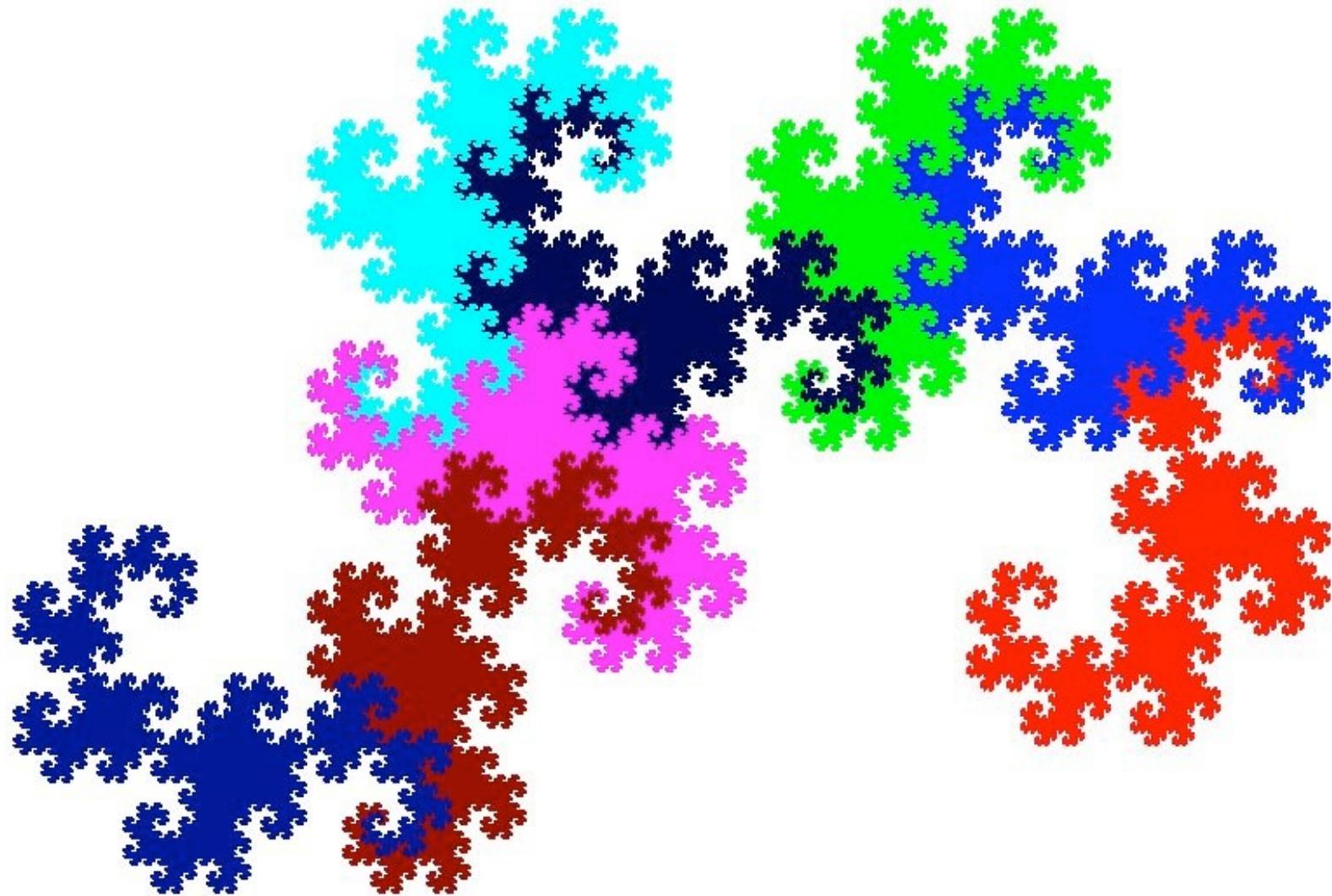
Figuren mit Strukturen können nur selbstähnlich sein, wenn die Strukturen unendlich fortgesetzt sind -> Fraktale.

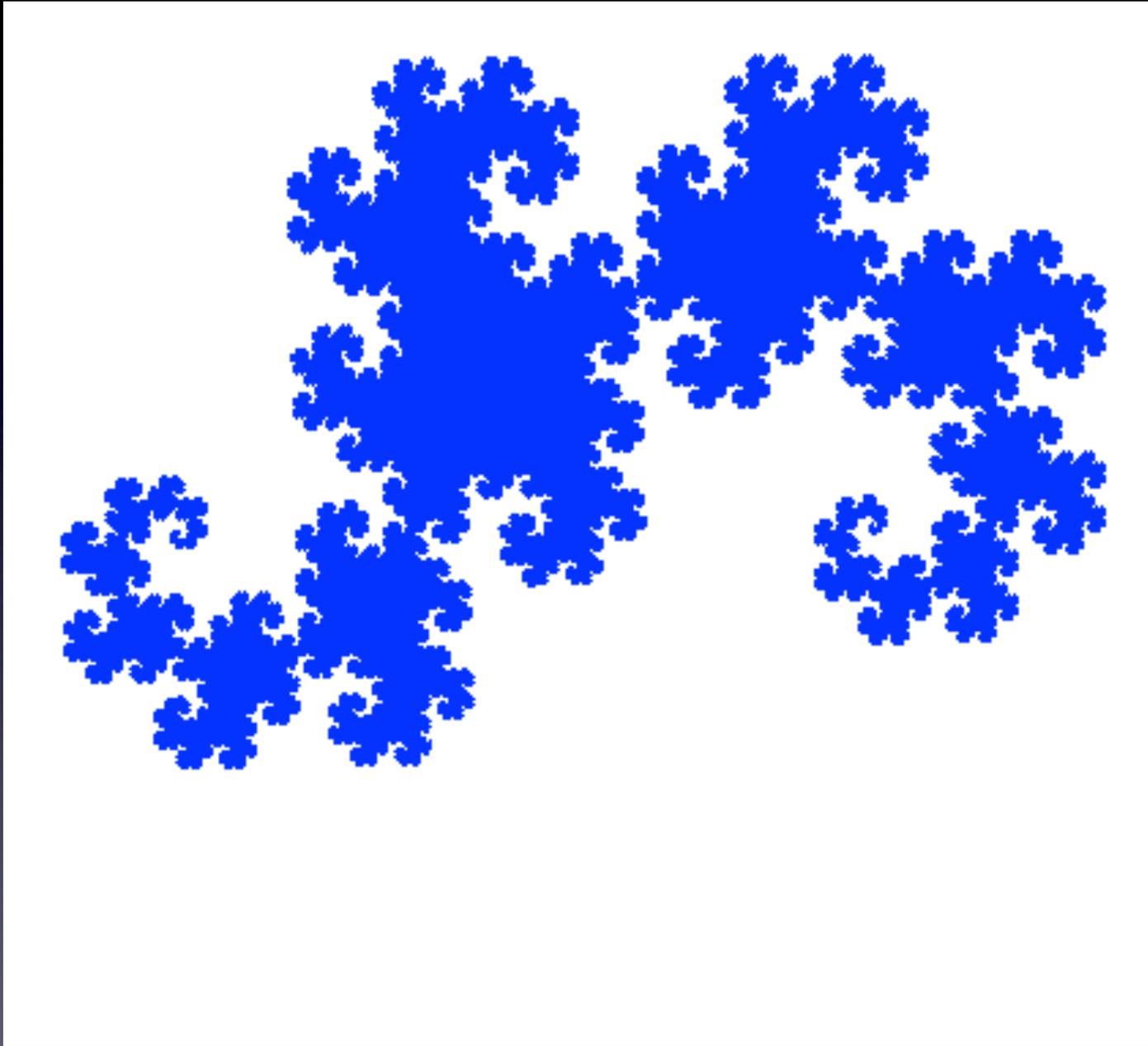


# Beispiel



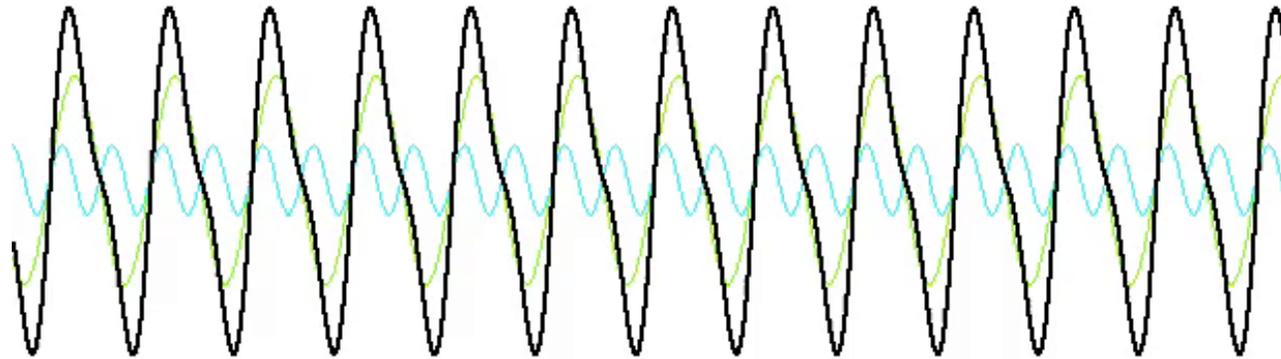






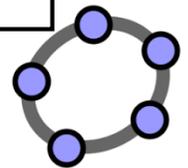
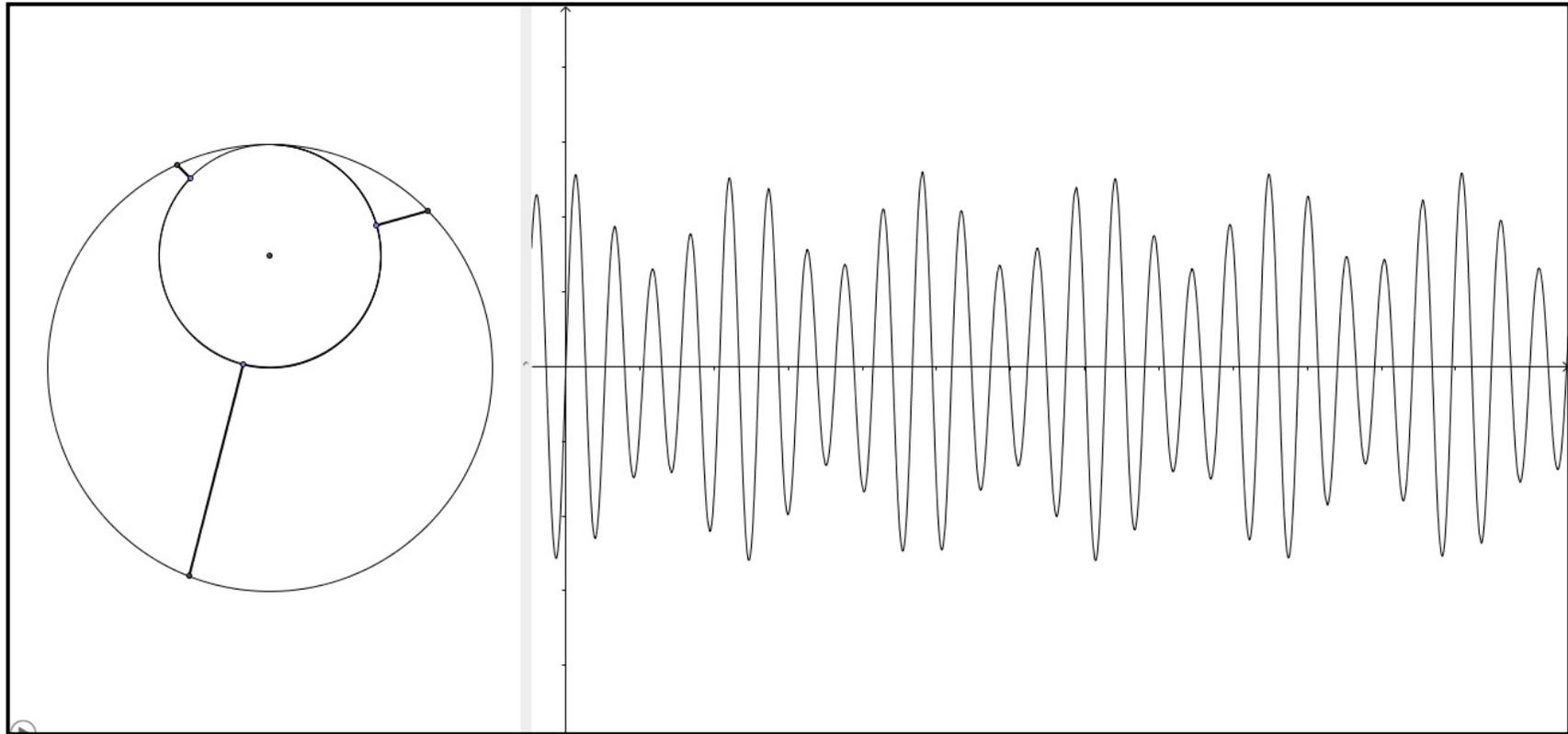


# Selbstähnlichkeit in der Musik



# Selbstähnlichkeit in der Musik

Solche Töne heißen Risset-Töne oder Shepard-Töne.



# Weitere Töne von Risset

