



STEAM pedagogie: muziek, wetenschappen,  
wiskunde en engineering versterken elkaar



MIEKE SCHUERMANS  
JEROEN VANESSER  
RENAAT FRANS

Expertisecel Art of Teaching, VakdidactiekUC Leuven-Limburg, Campus Diepenbeek



# STEAM

**S**cience **T**echnology **E**ngineering **A**rt **M**aths













# Motiefverwerkingen

## **In de wereld van muziek:**

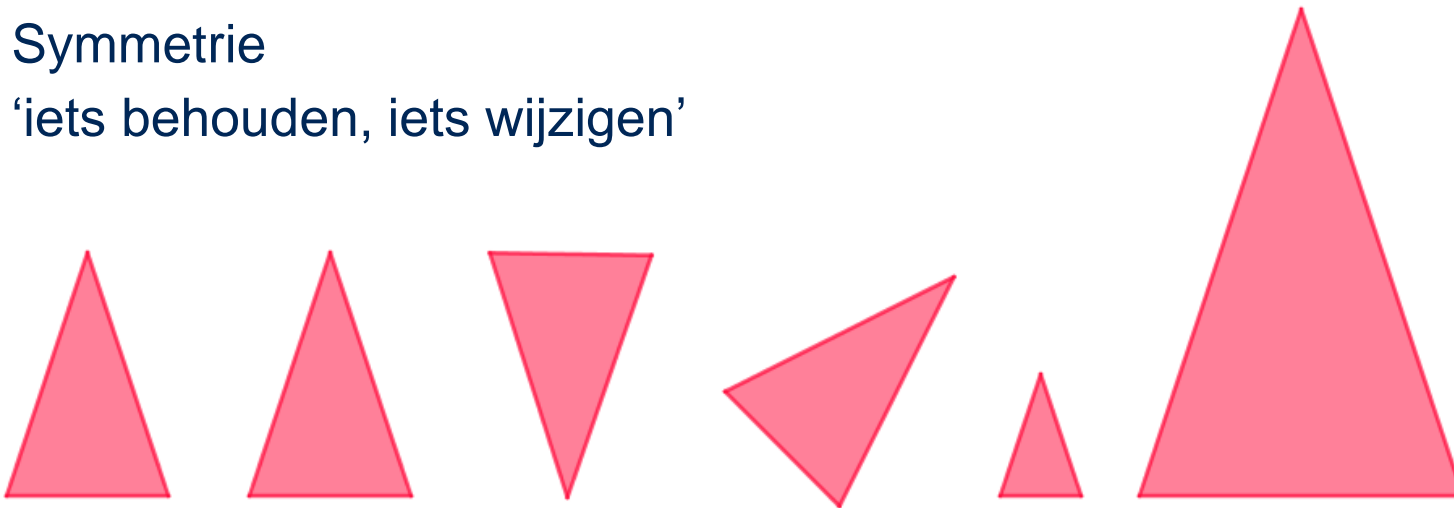
eenheid in de veelheid

'In der Beschränkung zeigt sich der Meister'

## **In de wereld van wiskunde:**

Symmetrie

'iets behouden, iets wijzigen'





# Motiefverwerkingen

Voorbeeld:

[Lacrime di Giulietta - Matteo Negrin](#)

Beluister en bekijk



# Motiefverwerkingen

## Lacrime di Giulietta voor iMuscica 2019 vormanalyse

**A**



Musical score for measures 1-11. The first staff is treble clef, the second is bass clef. Measures 1-3 are highlighted in yellow. Measure 12 is marked with a '12' above the staff.

**B**



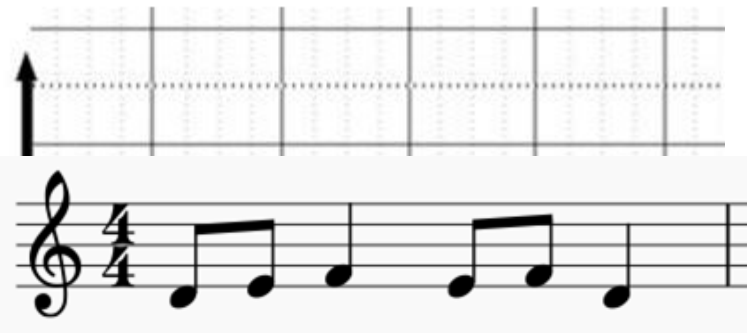
Musical score for measures 12-23. The first staff is treble clef, the second is bass clef. Measures 12-15 and 18-21 are highlighted in orange.

**A**



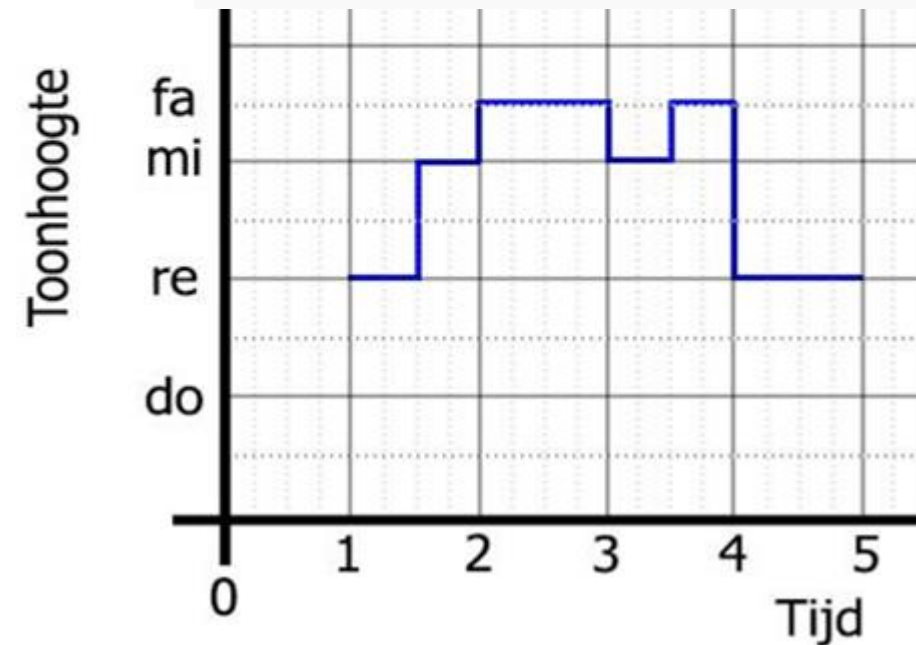
Musical score for measures 24-33. The first staff is treble clef, the second is bass clef. Measures 24-30 are highlighted in orange.

# Motiefverwerkingen op het iMuSciCA-motief



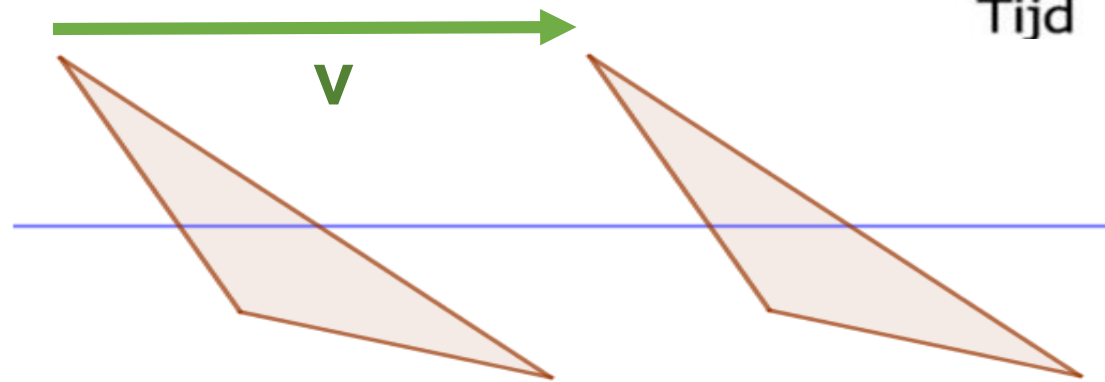
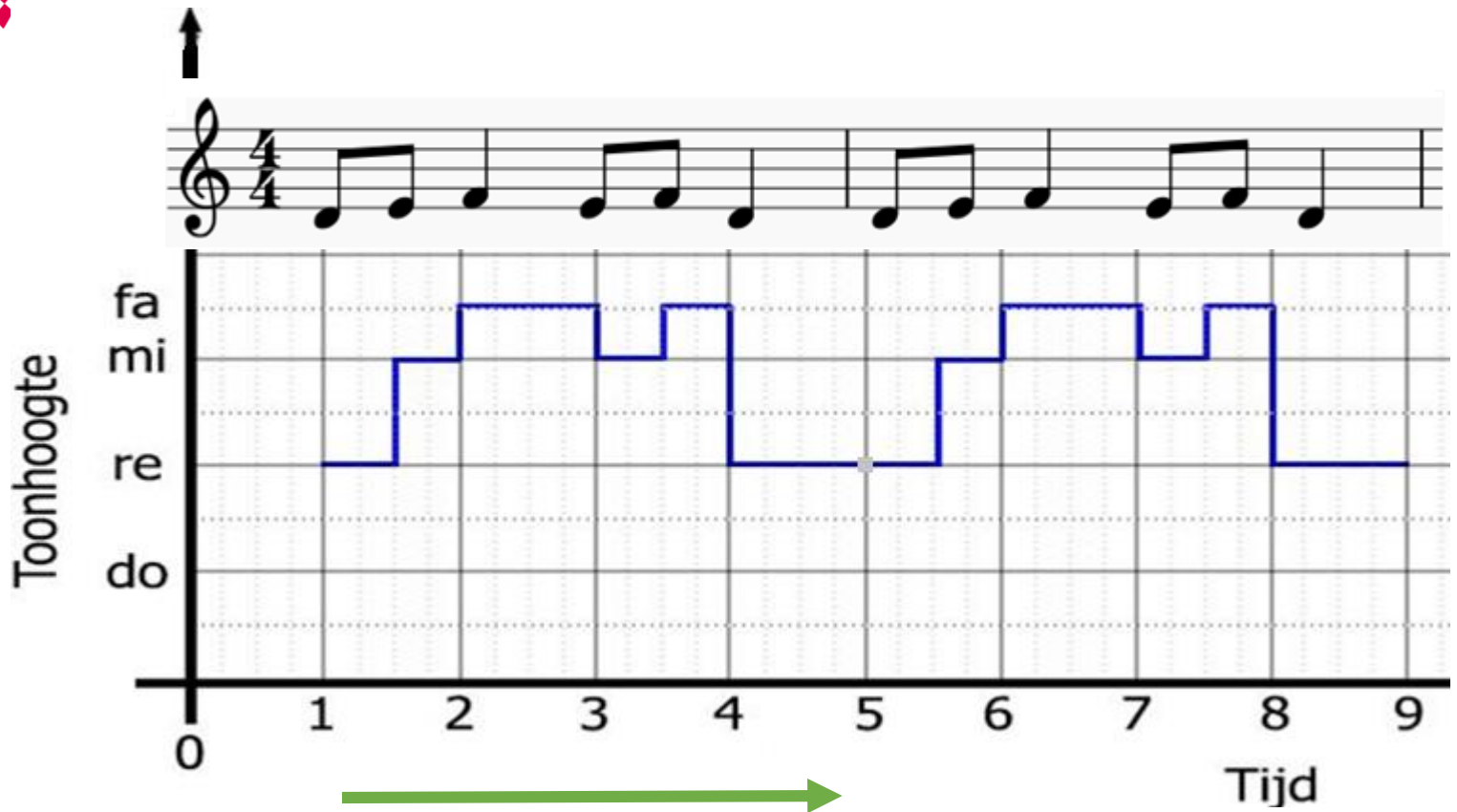
Het motief leren kennen:

- ✓ notenbalk
- ✓ grafische voorstelling





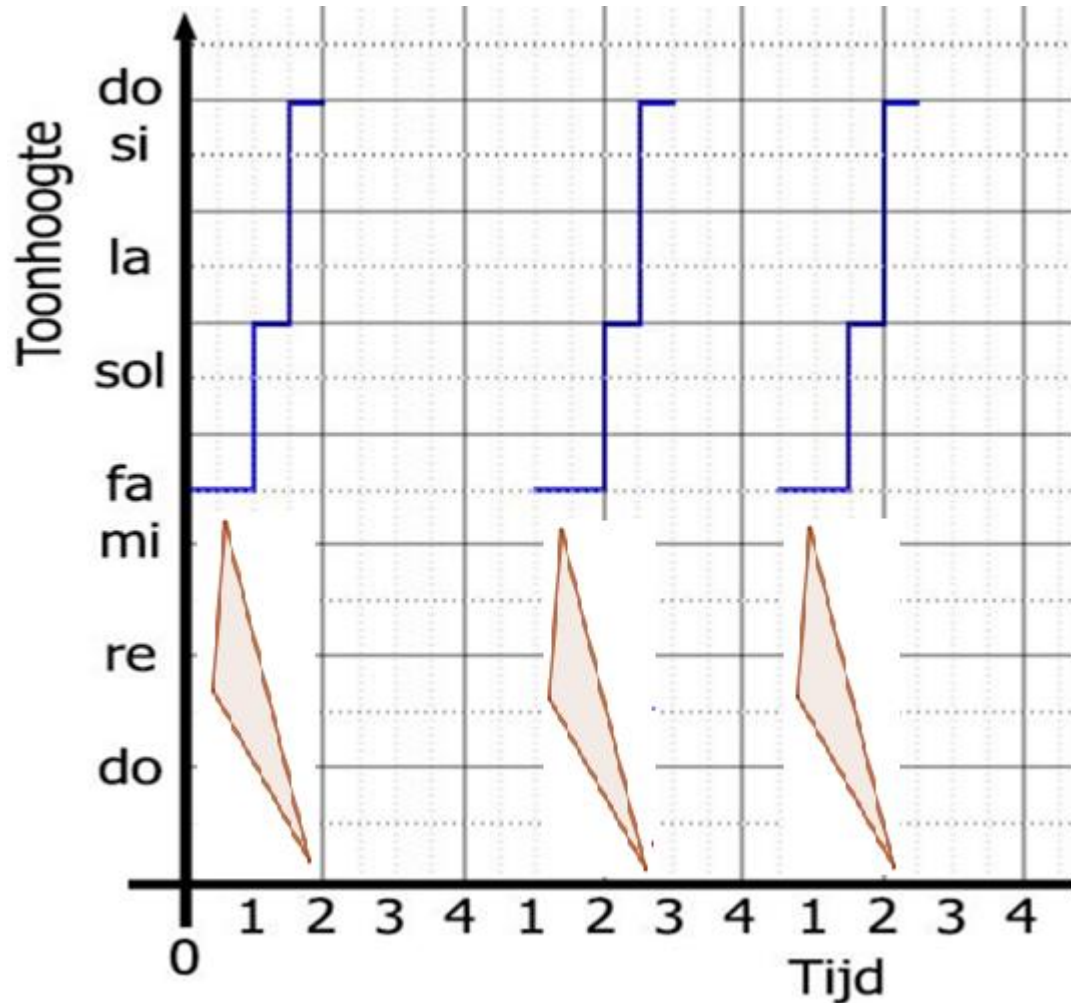
# Verschuiving in de absolute tijd = Herhaling







Verschuiving in de relatieve tijd =  
de metrisch gevarieerde herhaling

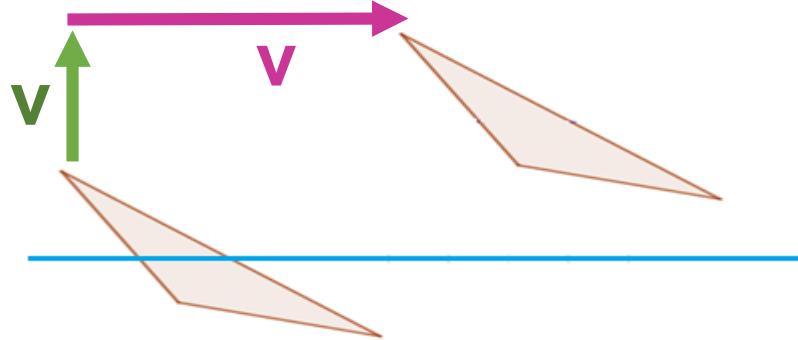
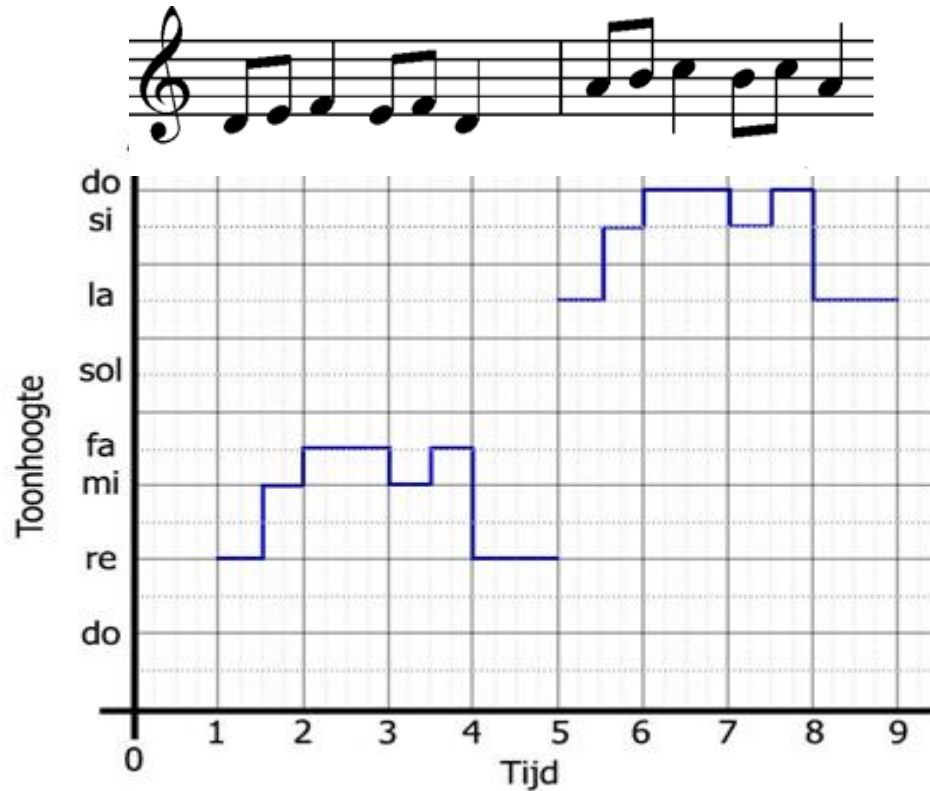


Voorbeeld:

[bluesy iMuscica 2019](#)



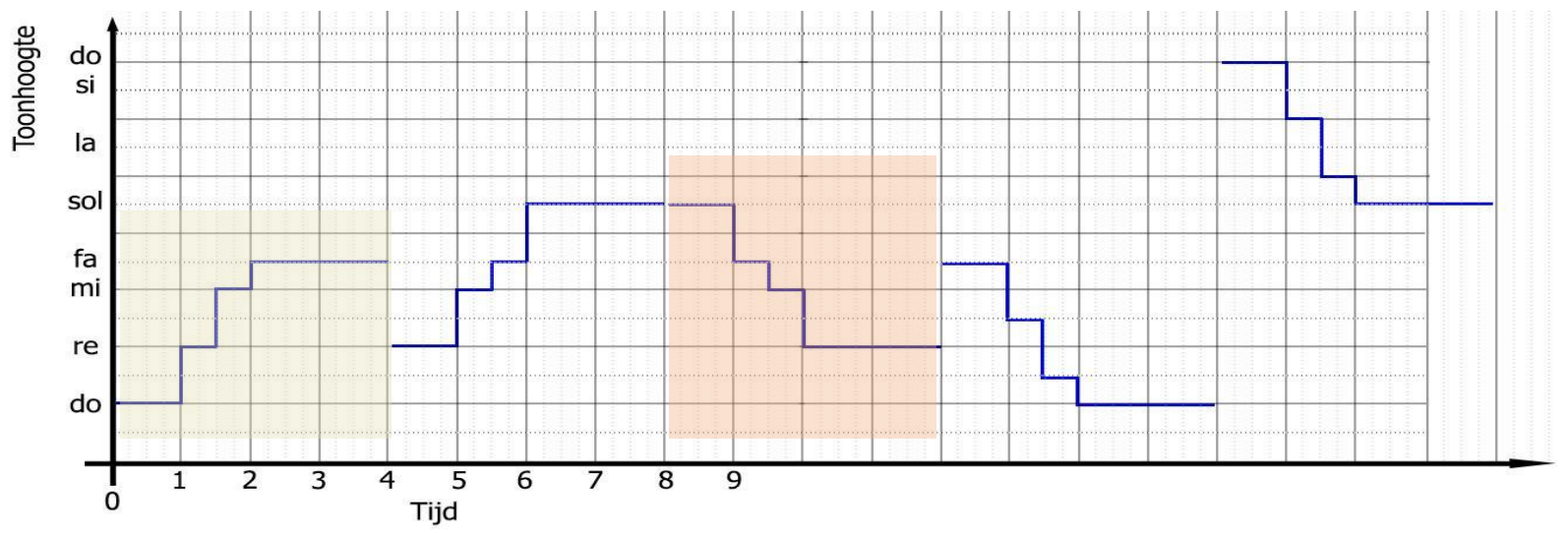
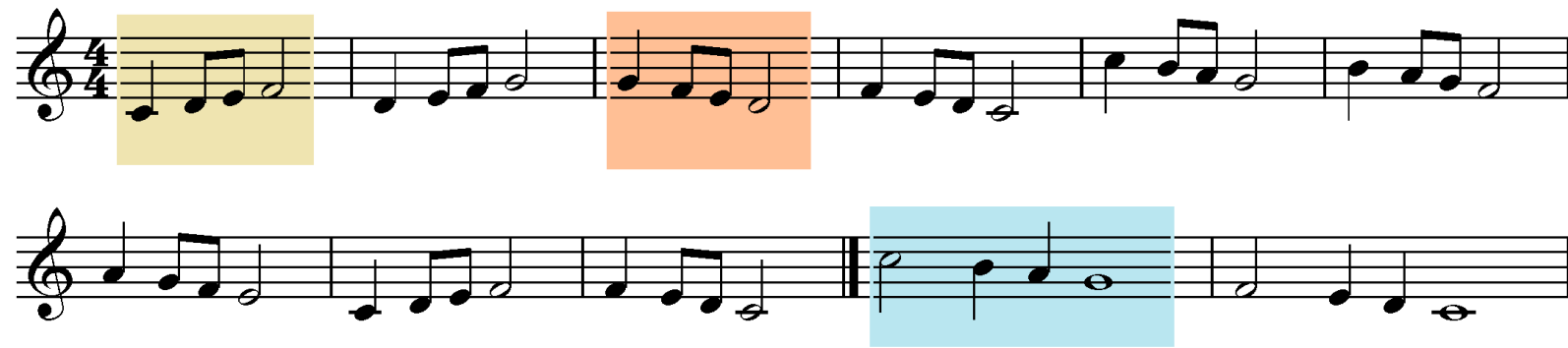
# imuscica Verschuiving in toonhoogte = sequens





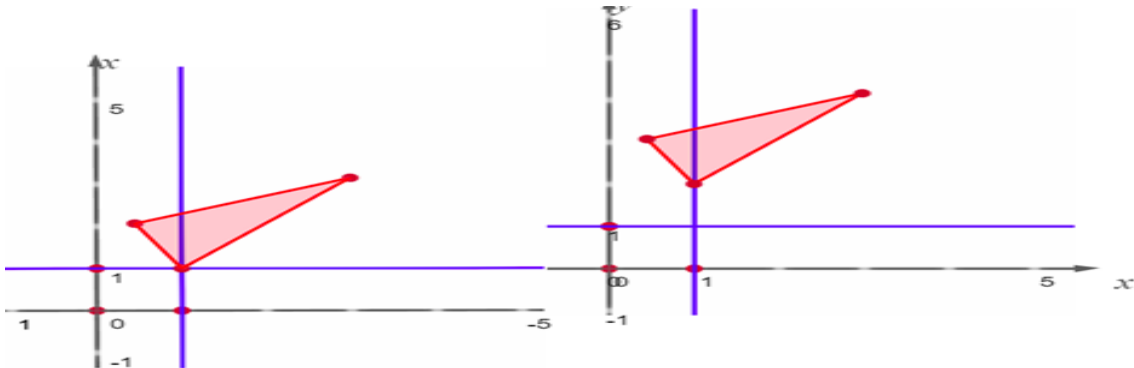
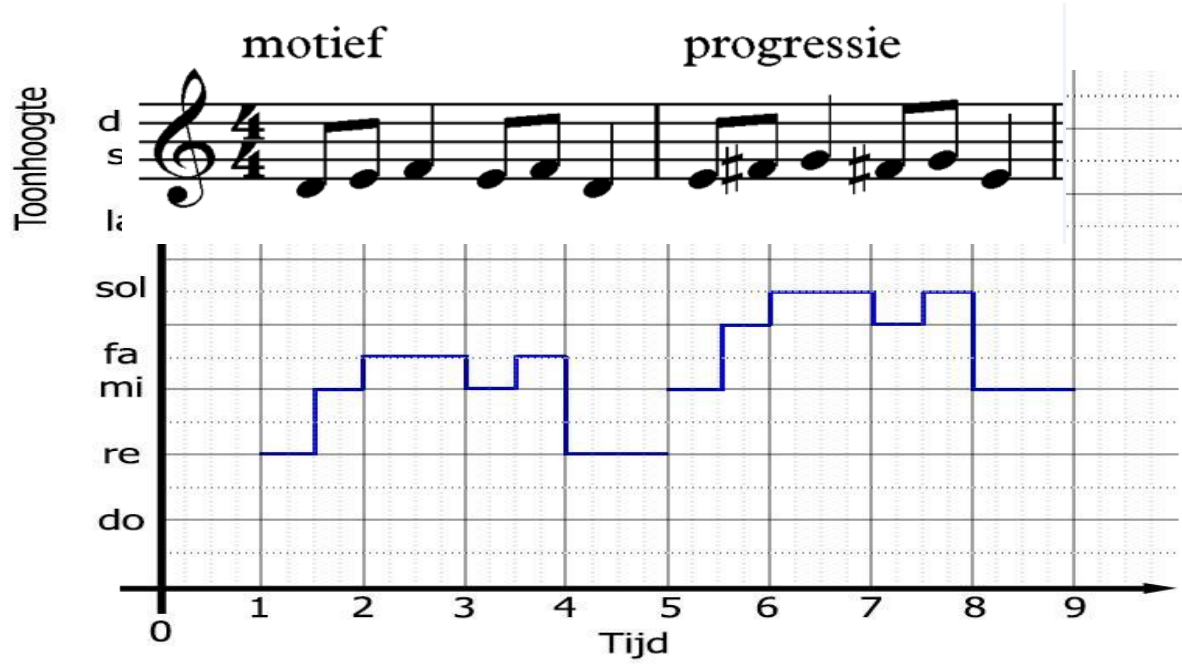
# Verschuiving in toonhoogte = sequens

Voorbeeld: Fado Eu so sei viver assim – Fernando Girão





# Progressie (Verschuiving in de toonhoogte met assentransformatie)





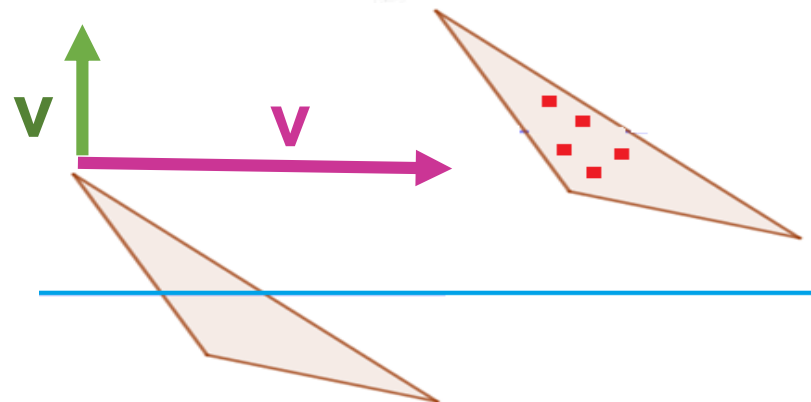
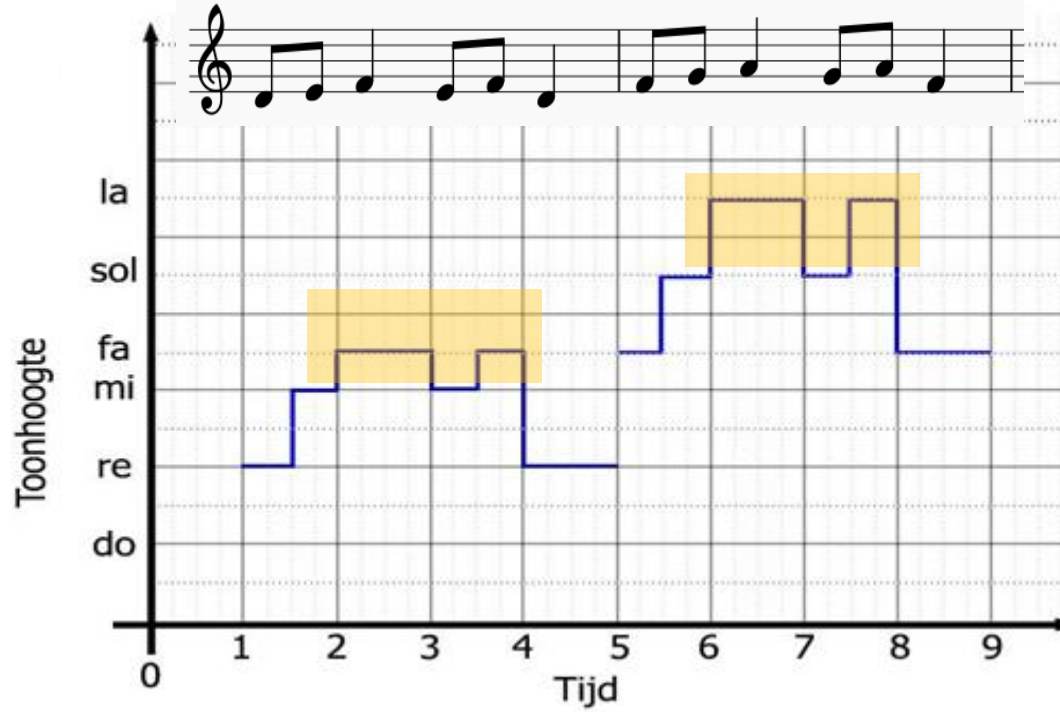
# Progressie (Verschuiving in de toonhoogte met assentransformatie)

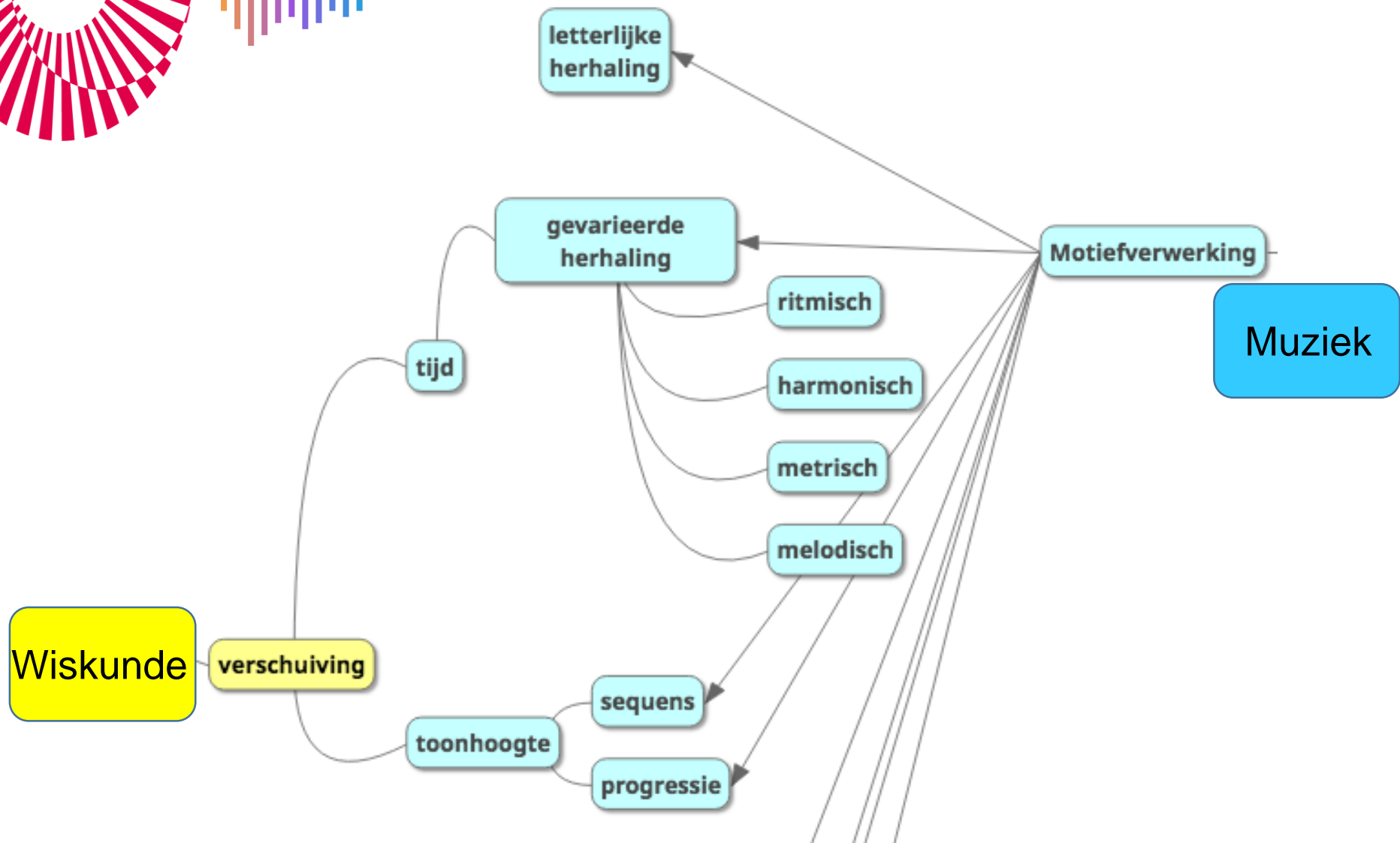
Voorbeeld: Sunny, [Bobby Hebb](#)





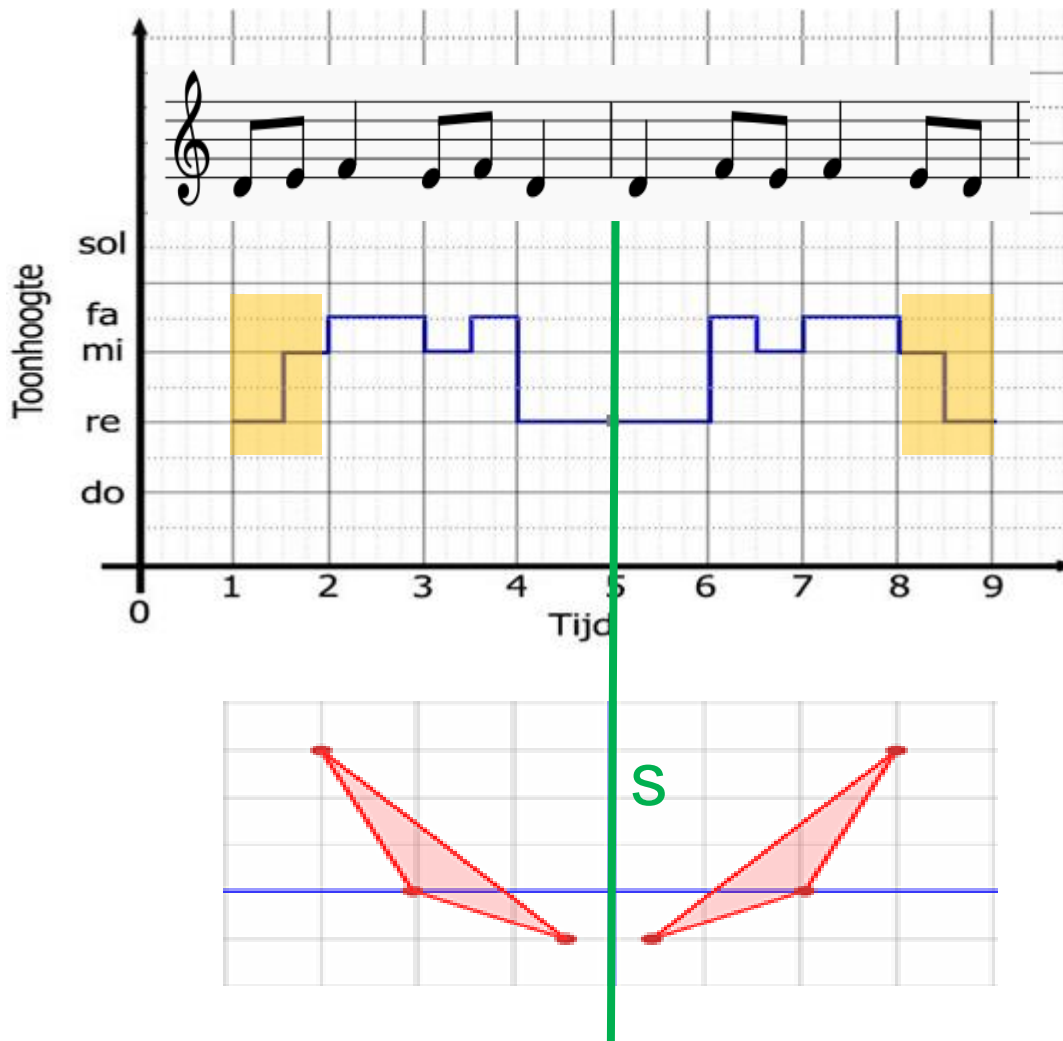
# De melodisch gevarieerde herhaling



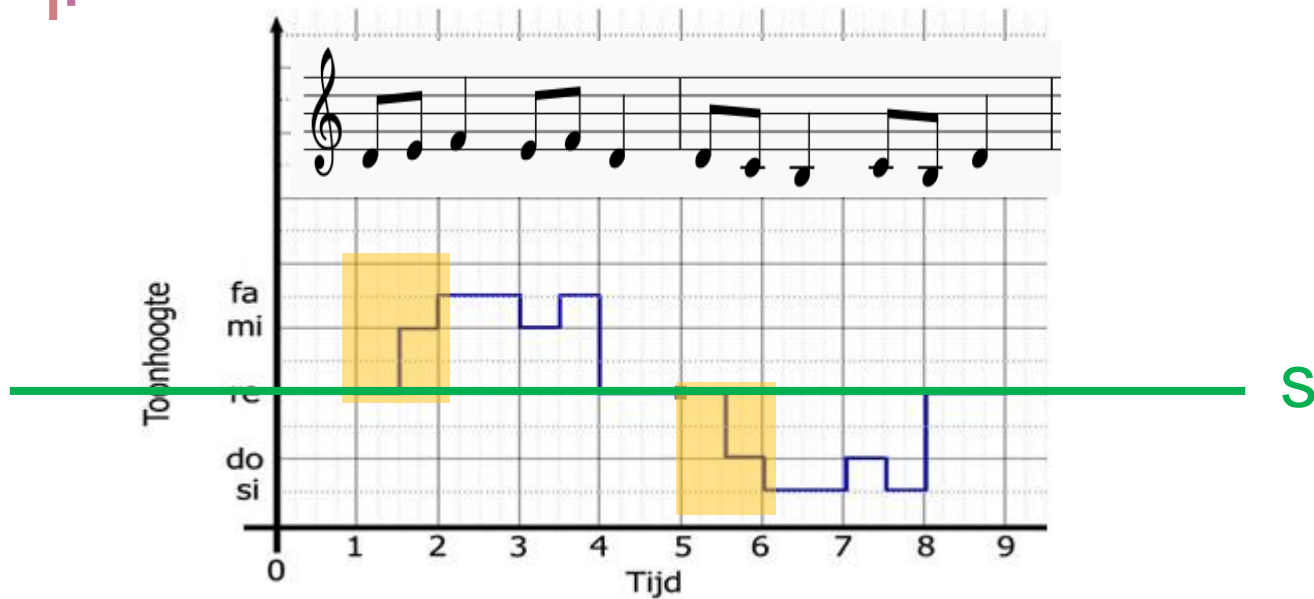




# Spiegeling in de tijd

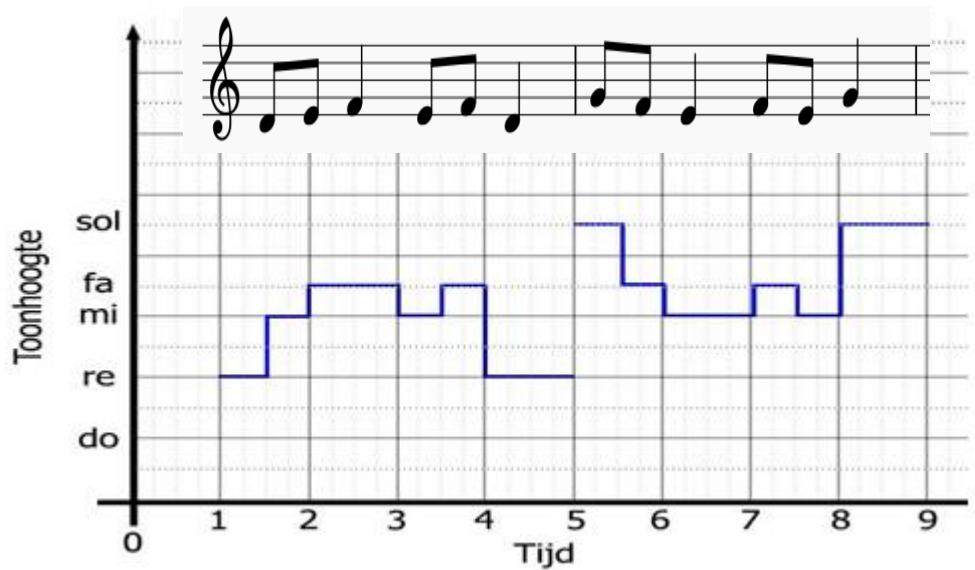


Spiegeling om een verticale as = de omkering of kreeft



Spiegeleling om een horizontale as

# Spiegeling in toonhoogte



horizontale spiegeling en verschuiving in toonhoogte



# Zie je de Spiegeling? Waarom noemt Bach dit een canon?

Voorbeeld: Golbergvariatie – J.S. Bach

[Goldberg Variations BWV 988 Var 12 – Canone alla Quarta](#)

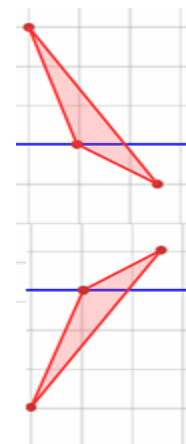




# Later ingezet – gespiegeld - andere toonhoogte

## Goldberg Variations BWV 988 Var 12 – Canone alla Quarta

Two systems of musical notation for the Canon in D major, BWV 988, Variation 12. Each system consists of two staves. The first system has orange notes and blue arrows above it. The second system has blue notes. A small blue square is at the end of the first system.



Variatio 12 Canone alla Quarta

J.S. Bach

Musical score for Variation 12, Canon in D major, BWV 988, by J.S. Bach. The score is in 3/4 time and features three staves: two for the treble clef and one for the bass clef. The notes are color-coded: orange for the first staff, blue for the second, and green for the third.





Wiskunde

Muziek

meetkundige  
transformaties

spiegeling

verticale

spiegeling in de  
tijd (omkering of  
kreeft)

Motiefverwerking

horizontale

spiegeling in de  
toonhoogte

homothetie

verkleining

tijd

diminutio

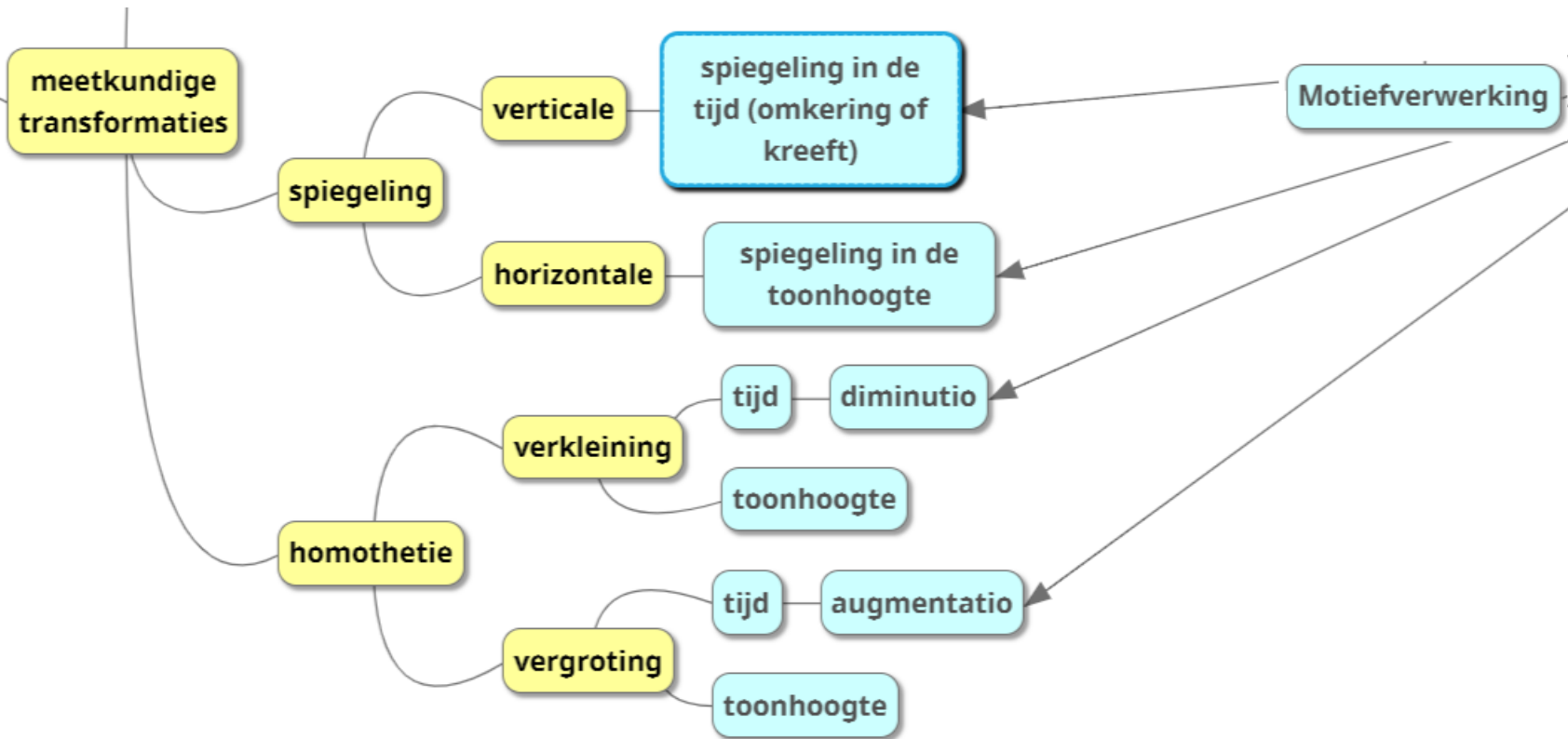
toonhoogte

vergroting

tijd

augmentatio

toonhoogte





Wiskunde

meetkundige  
transformaties

spiegeling

verticale  
horizontale

spiegeling in de  
tijd (omkering of  
kreeft)  
spiegeling in de  
toonhoogte

homothetie

verkleining  
vergroting

tijd  
toonhoogte  
tijd  
toonhoogte  
diminutio  
augmentatio

verschuiving

tijd

gevarieerde  
herhaling

ritmisch  
harmonisch  
metrisch  
melodisch

toonhoogte

sequens  
progressie

Motiefverwerking

Muziek

letterlijke  
herhaling



Voorbeeld2:

## Symmetrie in de muziek

“Musikalisches Opfer” (1747)

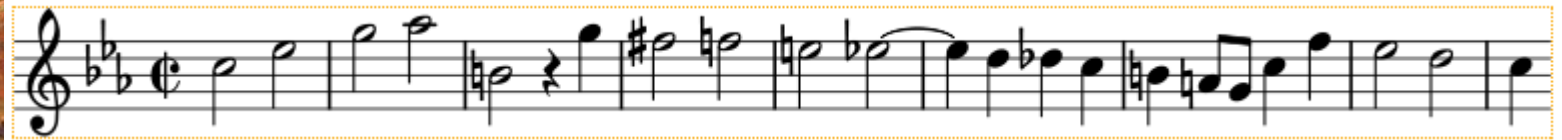
[Ricercar a3 BWV 1079](#)

Componist: **Johann Sebastian Bach** (1685-1750)



In de lente van 1747 bezocht J.S. Bach zijn zoon C.Ph.E. Bach die klavecijnist was aan het hof van Frederik de Grote in Potsdam. De koning vroeg de oude Bach om meteen zijn vele nieuwe Silbermann piano's te bespelen die in verschillende vertrekken stonden opgesteld.

De koning gaf Bach een thema op waarop hij diende te improviseren.





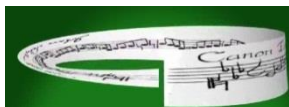
# 'Musikalisches Opfer'

Kreeftcanons:  
het thema wordt gelijktijdig

van voor naar achter én van achter naar voor gespeeld



Transformatie , stel bv.  
18 maten  
 $g(0) = f(18), g(1) = f(17), \text{ enz.}$   
 $g(t) = f(18-t)$



Voorbeeld:  
[Musikales Opfer Bach](#)



## Canon 2: a 2 Violini unisono verschuiving in de tijd

Viol 1

Viol 2

Bas

4

Transformatie.

$$\mathbf{g(t) = f(t-1)}$$

[Partituur uitgeschreven](#)



# Canon 3: a 2 per Motum contrarium

diminutio  
+ verschuiving in de tijd  
+ spiegeling





## Canon 3: a 2 per Motum contrarium

diminutio  
+verschuiving in de tijd  
+ spiegeling

*Origineel partituur van Bach*

Traverso speelt thema in diminutio

Klavecimbel R: tegenmelodie in do-sleutel

Klavecimbel L:  $\frac{1}{2}$  maat later, gespiegeld, op andere toonhoogte

-> Partituur omdraaien en van rechts naar links



## Canon 4: a 2 per Augmentationem contrario Motum



verschuiving in de tijd,  $\frac{1}{2}$   
maat later

$\frac{1}{2}$  snelheid

Andere toonhoogte  
(transpositie)

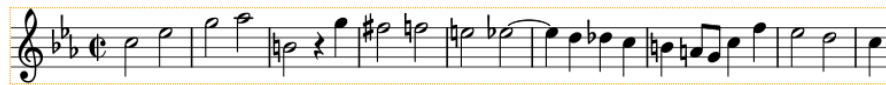
Transformatie.

$$g(t) = -f(t - \frac{1}{2}/2) + L$$

[Canon 4: a 2 per  
Augmentationem contrario  
Motum](#)



## Canon 4: a 2 per Augmentationem contrario Motum



verschuiving in de tijd,  $\frac{1}{2}$  maat later

$\frac{1}{2}$  snelheid

Anderere toonhoogte (transpositie)

Partituur omdraaien!



[Partituur uitgeschreven](#)

Transformatie.

$$g(t) = - f(t - \frac{1}{2}/2) + L$$



<https://workbench.imuscica.eu/>

## **Jazz stuk**

BLUESY met een solo improvisatie  
op één motief gebaseerd

gecomponeerd voor iMuscica januari 2019

Hier start de introductie met elementen die verwijzen naar het motief



Musical score for a bluesy piece with a solo improvisation. The score is in 4/4 time and features three staves of music. The first staff has a key signature of one flat and a time signature of 4/4. The second staff starts with a double bar line and a fermata, followed by a measure with a '5' above it. The third staff also starts with a double bar line and a fermata. Chord symbols F7, Bb7, and C7 are placed above the notes.

[LINK NAAR PARTITUUR](#)



# creatief moment

13

The musical score consists of eight staves of music in a single system. Each staff contains a sequence of notes and rests, with various transformations indicated by labels in boxes. The labels are: 'motief augmenteeerd', 'sekwens motief augmenteeerd', 'letterlijke herh motief augmenteeerd', 'motief omgekeerd', 'sekwens motief omgekeerd', 'letterlijke herh motief omgekeerd', 'motief' (highlighted in orange), 'sekwens motief', 'letterlijke herh motief', 'motief verplaatst', 'sekwens motief verplaatst in de tijd', 'letterlijke herh motief verplaatst', 'motief verplaatst', 'sekwens motief verplaatst in de tijd', 'letterlijke herh motief verplaatst', 'motief normaal en omgekeerd', 'motief normaal en omgekeerd sekwens', 'letterlijke herh motief normaal en omgekeerd', 'motief uitgebreid met één noot', 'sekwens motief uitgebreid met één noot', 'letterlijke herh motief uitgebreid met één noot', 'motief uitgebreid met één noot verplaatst in de tijd', 'motief uitgebreid met één noot verplaatst in de tijd', and 'letterlijke herh motief uitgebreid met één noot verplaatst in de tijd'. The score is written in a key signature of two flats (B-flat and E-flat) and a common time signature (C).



<https://workbench.imuscica.eu/>

**Mieke Schuermans**  
**Jeroen Vanesser**  
**Renaat Frans**

Expertisecel Art of Teaching, Vakdidactiek UC Leuven-Limburg, Campus Diepenbeek  
<https://www.vakdidactiek.be/>