

Voor de wiskunde klinkt alle muziek gelijk

Van Bach tot Beethoven volgen klassieke composities een voorspelbaar patroon. En dat is eenvoudig in een formule te vatten.

VAN ONZE REDACTRICE
HILDE VAN DEN EYNDE
BRUSSEL | Beethoven is be-

hoorlijk voorspelbaar, terwijl Mozart en (Scott) Joplin nog tamelijk wat verrassingen in hun composities inbouwen. Maar hoe goed klassieke componisten hun best ook doen, hun werk volgt toch gewoon de wetten van de wiskunde, schrijven drie musicologen deze week in het vakblad *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Met name de ritmewisselingen in klassieke muziekstukken volgen een vast patroon, al zullen musici zich daar al schrijvend nooit van bewust zijn geweest. Dit patroon is door een eenvoudige formule te beschrijven, die wiskundigen een $1/f$ -verdeling noemen. In haar grondvorm beschrijft deze formule de relatieve frequentie van een reeks van gebeurtenissen.

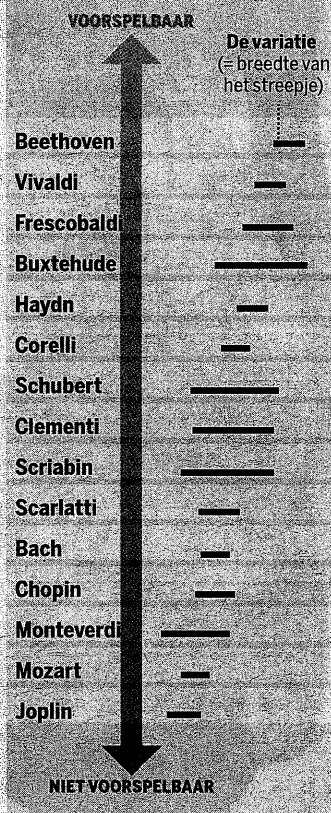
Bij een $1/f$ -verdeling doet de een-na-vaakst voorkomende gebeurtenis zich half zo vaak voor als de vaakst voorkomende gebeurtenis, de twee-na-vaakst voorkomende gebeurtenis een derde zo vaak, enzovoorts.

Ragtime

$1/f$ -verdelingen zijn overal om ons heen te vinden. Ze beschrijven de jaarlijks schommelende overstromingsniveaus van de Nijl voor die werd afgedamd, net als spanningsfluctuaties in het elektriciteitsnet en de ampere waarneembare variaties van de menselijke hartslag.

Ook de variaties in toonhoogte en het volume van klassieke muziek volgen een $1/f$ -verde-

Het ritme van klassiek



DS-Infografiek | Bron: PNAS

menten haalden ze uit 550 werken in zestien genres, van kwartetten en sonates over mazurka's tot ragtime, geschreven door veertig componisten.

En jawel, ook de ritmiciteit van de werken, zoals bepaald door de aanzet en duur van noten en rusten, valt te beschrijven door een $1/f$ -verdeling. Maar voor de extra finesse voegden Levitin en co nog een exponent voor f , β , aan de vergelijking toe. Die geeft aan hoe voorspelbaar het ritmeverloop van een klassiek stuk is, afgezet tegen het gemiddelde.

Uit de berekening van β blijkt dat sommige componisten voorspelbaarder componeerden dan andere, en ook dat sommige genres voorspelbaarder zijn dan andere. Symfonieën bleken voorspelbare ritmes te hebben, terwijl ragtime het minst voorspelbaar was.

(*)

ling, zo was al langer bekend. Deze variaties verlenen muziek haar aantrekkelijkheid, vooral als voorspelbare en onvoorspelbare elementen met elkaar afwisselen - hoe meer beide met elkaar in balans zijn, hoe meer dat bijdraagt aan de schoonheid die de luisteraar ervaart. Of ook ritmewisselingen van klassieke partituren een $1/f$ -verdeling volgden, was tot dusver niet bekend. Daniel Levitin (McGill-universiteit, Montreal) en twee Amerikaanse collega's zochten het uit door tweeduizend klassieke muziekfragmenten te beluisteren die bijna vier eeuwen overspannen. De frag-

Overigens konden componisten uit eenzelfde tijdvak - Beethoven, Haydn, Mozart - elkaar erg ontlopen terwijl composities waar drie eeuwen tussen zaten - van Monteverdi en Joplin bijvoorbeeld - erg gelijkende ritmepatronen hadden.

Dat muziek volgens de formule $1/f$ wordt gecomponeerd, is volgens de onderzoekers geen toeval, maar wortelt in de structuur van onze hersenen. De ruis op de elektrische pulsen die onze hersencellen versturen volgt immers ook een $1/f$ -verdeling, noteren ze.

Wil klassieke muziek ons brein plezieren, dan blijft die maar best op dezelfde frequentie.

(*)
Het wortelt in de structuur van onze hersenen dat muziek volgens een eenvoudige formule wordt gecomponeerd