

BLAUWDRUKKEN

Over de schoonheid in wiskunde, kunst en natuur

MARCUS DU SAUTOY



UITGEVERIJ NIEUWEZIJDS

Oorspronkelijke titel: *Blueprints. How mathematics shapes creativity.*
Londen, 4th Estate (een imprint van HarperCollinsPublishers), 2025.

Uitgegeven door: Uitgeverij Nieuwezijds, Amsterdam
Vertaling: Auke van den Berg, Rosmalen
Zetwerk: Holland Graphics, Amsterdam
Omslag: Buro Blikgoed, Haarlem

© 2025, Marcus du Sautoy
© Nederlandse vertaling: Uitgeverij Nieuwezijds, 2026

ISBN 978 90 5712 618 5
NUR 910

www.nieuwezijds.nl



Bij de productie van dit boek is gebruikgemaakt van papier dat het keurmerk van de Forest Stewardship Council (fsc) mag dragen. Bij dit papier is het zeker dat de productie niet tot bosvernietiging heeft geleid.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband, elektronisch of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval system worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Tekst- en datamining van (delen van) deze uitgave is uitdrukkelijk niet toegestaan.

Hoewel dit boek met veel zorg is samengesteld, aanvaarden schrijver(s) noch uitgever enige aansprakelijkheid voor schade ontstaan door eventuele fouten en/of onvolkomenheden in dit boek.

Inhoud

Dramatis Personae (in volgorde van opkomst)	ix
Ouverture	1
Blauwdruk een	
<i>De priemgetallen</i>	15
Blauwdruk twee	
<i>De cirkel</i>	51
Blauwdruk drie	
<i>De fibonaccigetallen</i>	81
Blauwdruk vier	
<i>De gulden snede</i>	119
Blauwdruk vijf	
<i>Fractals</i>	149
Blauwdruk zes	
<i>De platonische lichamen</i>	181
Blauwdruk zeven	
<i>Symmetrie</i>	219
Blauwdruk acht	
<i>Hyperbolische meetkunde</i>	265
Blauwdruk negen	
<i>Willekeurigheid</i>	293
Finale	329
Bibliografie	335
Dankwoord	353
Index	355

Ouverture

Van de gebouwen waarin we leven tot de muziek waar we naar luisteren, van de kunst waar we van genieten tot de verhalen die we vertellen: ik sta er altijd versteld van als ik zie dat de structuren die ten grondslag liggen aan wat de mens creëert stevast wiskundig van aard zijn. Telkens wanneer ik samenwerk met kunstenaars, schrijvers en andere makers die de manier waarop we naar onze wereld kijken en ermee omgaan transformeren, herken ik als wiskundige de structuren waar ze voor hun creaties uit putten. Ze lijken aangetrokken tot dezelfde ideeën die mij in vervoering brengen, ook al hebben ze geen wiskundige achtergrond of technische ervaring in mijn wereld.

Dit zal je misschien verbazen als wiskunde voor jou nooit iets anders is geweest dan een kwellende oefening in de rekentafels. Kunst en wiskunde. Voor veel mensen zou dit synoniem zijn aan water en vuur, een contradictio in terminis. Het ene het domein van emotionele expressie, hartstocht en esthetiek, het andere een wereld van kille logica, precisie en waarheid. Maar als je iets verder kijkt dan die stereotypen, ontdek je dat die twee werelden veel meer met elkaar gemeen hebben dan je zou verwachten.

Het idee dat beide domeinen voor mij met elkaar verbindt, is het begrip 'structuur'. Sterker nog: als ik wiskunde zou moeten definiëren, dan zou 'de studie van structuur' wat mij betreft een goede beschrijving zijn. Wat de wiskundige interesseert, zijn niet de afzonderlijke getallen, maar de structuren die al die getallen gemeen hebben. Maar die structuren gaan veel verder dan alleen het numerieke. Bij wiskunde draait het om het begrijpen van abstracte structuren, en omdat structuur een integraal

onderdeel is van de kunstpraktijk, is het wellicht onvermijdelijk dat er een verband bestaat.

In dit boek wil ik enkele van de meest fundamentele wiskundige structuren onderzoeken die ten grondslag liggen aan de menselijke creativiteit. Ik heb die structuren *blauwdrukken* genoemd. Naar mijn overtuiging zijn het de verborgen ontwerpen achter alle kunst, architectuur, muziek en verhalen die de mens heeft gecreëerd. Sommige zijn meetkundig, zoals de cirkel of de möbiusband, en zijn eenvoudig te begrijpen als model voor hoe je dingen moet maken. Andere zijn numeriek, zoals de priemgetallen of fibonaccigetallen, die werken als een soort code om de wereld mee op te bouwen. Maar er zijn nog meer conceptuele structuren, zoals het idee van willekeurigheid of van symmetrie, die ons denken een kader bieden.

Het idee van een blauwdruk werd geïntroduceerd door de negentiende-eeuwse homo universalis John Herschel, die het invoerde in de techniek en de bouw. Blauwdrukken fungeerden als een negatief van de oorspronkelijke tekeningen, waarbij het ontwerp in witte lijnen op een blauwe achtergrond werd weergegeven. De blauwdruk was een schematische weergave van de basisconstructie aan de hand waarvan het fysieke object werd geconstrueerd. Het blauw was afkomstig van de lichtgevoelige ijzerverbinding die Herschel gebruikte. Het idee hier is dat de in dit boek onderzochte wiskundige structuren fungeren als blauwdrukken die de inspiratie vormen voor een hele reeks verschillende artistieke constructies. De wiskunde levert het ontwerp of het kader; de kunstenaar levert het vlees dat de structuur verwezenlijkt in het medium van zijn of haar keuze: woorden, verf, muziek of bouwmaterialen.

Een van de meest frappante ontdekkingen is dat niet alleen de menselijke creatie en innovatie putten uit deze wiskundige blauwdrukken. Ook de natuur maakt gebruik van deze structuren om de wonderen van het universum te creëren. Alsof menselijke creativiteit en wiskundig onderzoek twee talen zijn waarmee we onze weg zoeken in het fysieke universum waarin we leven. Dat we deze wiskundige blauwdrukken overal aan het werk zien, is krachtig bewijs voor mijn overtuiging dat we in een verstoffelijkt stukje wiskunde leven. Dit boek verkent de verbanden tussen kunst, wiskunde en natuur, die samen de drie punten van een driehoek vormen.

Kunstwerken hebben een moment in de tijd dat ze verschijnen. Dat moment in de geschiedenis maakt integraal deel uit van het werk dat tot

stand komt. De dynamiek van de barok ontwikkelt zich vanuit een samenleving die te maken heeft met een wereld in beweging. De absurditeit van het dadaïsme weerspiegelt het uiteenvallen van de politieke structuren dat aan het begin van de twintigste eeuw tot een oorlog leidde. Ook het universum lijkt een begin te hebben gehad, dat we kunnen dateren op 14 miljard jaar geleden. Ook de dingen die we in dit universum hebben ontdekt, hebben hun eigen scheppingsmoment gehad: de eerste sterren, de eerste cellen, de eerste mensen. De wiskunde is volgens mij van een andere aard. Ik ben er stellig van overtuigd dat de wiskundige structuren die aan zowel de kunst als de natuur ten grondslag liggen tijdloos zijn. Dat ze geen scheppingsmoment nodig hebben. Het universum waarin wij leven, is een fysieke manifestatie van deze abstracte structuren.

Er komt een moment dat een menselijke wiskundige die structuur voor de eerste keer ziet en verwoordt, een daad die vaak voelt als een creatieve prestatie, maar dat moment is altijd vermengd met het gevoel dat dit een structuur was die op ontdekking lag te wachten, waarvan het bestaan onafhankelijk is van menselijke betrokkenheid. Wiskundigen onthullen de zuivere abstracte structuren die de ware oorsprong zijn van de dingen die op de wand van Plato's grot worden geprojecteerd. Het universum dat we om ons heen zien, is een fysieke manifestatie van die abstracte vormen. En binnen dat universum scheppen kunstenaars hun eigen werken, die op hun beurt een herinterpretatie zijn van die structuren.

Kunstenaars hebben het ook vaak over dit spanningsveld tussen creativiteit en ontdekking. Het beeld zat al in de steen verborgen, wachtend tot de beeldhouwer het zou bevrijden. Deze opeenvolging van akkoorden wachtte erop om voor de eerste keer gehoord te worden. Ik heb met componisten gesproken die toegeven dat bepaalde muziekstructuren door verschillende musici tegelijkertijd zijn ontdekt, net zoals drie negentiende-eeuwse meetkundigen tegelijkertijd de niet-euclidische meetkunde ontdekten.

Hoewel zowel wiskunde als kunst wellicht de universele structuren van het platonische universum onthullen, stond Plato zelf in feite afwijzend tegenover de kunst, die hij maar een slap aftreksel van een slap aftreksel vond. Alleen de wiskunde was werkelijkheid, waarvan de natuur een benadering vormde. En kunst stond volgens hem nog verder af van de primaire abstracte structuren waaruit het allemaal was ontstaan.

Plato heeft een punt wat betreft het onvermogen van de natuur om

deze wiskundige blauwdrukken te materialiseren. We kennen de definitie van een cirkel, een fractal of een priemgetal. En toch leidt elke poging om een cirkel te identificeren in het fysieke universum slechts tot een zwakke benadering van een echte cirkel. Op atomair niveau zien we de pixelvorming die de perfectie van de structuur van de cirkel tenietdoet. Hetzelfde geldt voor een fractal, waar we uiteindelijk fysiek niet verder kunnen inzoomen zonder het kwantum-gepixelde karakter van de werkelijkheid aan het licht te brengen. Priemgetallen zijn naar hun aard oneindig, en toch kan ons eindige universum slechts een oneindig klein deel van die fundamentele getallen weergeven.

Plato heeft dus gelijk wat betreft het onvermogen van de natuur om de perfectie van de wiskunde te evenaren, maar hij is wellicht te streng in zijn visie op de kunstenaar. In bepaalde opzichten weten de artistieke weergaven van deze blauwdrukken deze structuren te realiseren waar de natuur onvermijdelijk tekortschiet. Ik ben een platonist pur sang, maar in dit boek streef ik ernaar om wiskunde, kunst en natuur te behandelen als gelijkwaardige partners in onze gelijkzijdige driehoek van ideeën.

Veel van de creatieve kunstenaars die we in dit boek gaan tegenkomen zijn zich helemaal niet bewust van de wiskundige structuren waarop hun werk berust. Het is alsof ze door hun esthetische gevoeligheid en hun verlangen om met vorm te experimenteren deze wiskundige blauwdrukken herontdekken, en er soms zelfs als eerste bij uitkomen. Ze worden misschien geprezen als kunstenaars, maar ik wil ze eren als heimelijke wiskundigen. Ik hoop dat dit boek duidelijk maakt dat we allemaal iets van een heimelijke wiskundige in ons hebben, ook als we het vak liever lijken te mijden. Lezers die zenuwachtig worden van wiskunde wil ik verrassen met de onthulling dat de dingen waar je van houdt vaak verkapte stukjes wiskunde zijn.

Wiskunde fungeert dus als een krachtige reeks blauwdrukken voor de menselijke creativiteit, maar ik ben er ook van overtuigd dat een artistieke manier van denken een belangrijke blauwdruk is voor het ontdekken van nieuwe stukjes wiskunde. Het gaat hier om een wederzijdse dialoog, waarbij wiskunde en menselijke artistieke creativiteit elkaar opstuwen naar steeds grotere hoogten. Kunstenaars zijn heimelijke wiskundigen, maar wiskundigen zijn evengoed heimelijke kunstenaars. De wiskunde zelf mag dan buiten de tijd bestaan, ze heeft wel wiskundigen nodig om de rest van de mensheid deze structuren voor het eerst te leren

zien. De schepping van wiskundige structuren wordt naar mijn overtuiging gedreven door esthetische gevoeligheden die weerklank vinden in de ziel van de kunstenaar.

Het wordt vaak vergeten, of niet beseft, dat wiskunde een menselijke activiteit is, gecreëerd door mensen voor mensen, en dat het dus de bedoeling is dat ze datgene wat ons menselijk maakt aanspreekt. Daarom heeft ze ook zoveel gemeen met het scheppen van kunst. In beide activiteiten staat vaak echter onze relatie met de fysieke wereld om ons heen centraal. Bij beide activiteiten worden manieren gecreëerd om onze plek in het universum te interpreteren en te begrijpen en er onze weg in te vinden. Daarom is het volkomen vanzelfsprekend dat wiskundigen en kunstenaars worden geboeid, ontroerd, geïntregeerd en nieuwsgierig gemaakt door dezelfde fundamentele structuren.

De twee culturen

Een van de grote tragedies van onze moderne tijd is dat kunst en wetenschap als twee aparte werelden worden beschouwd. Ons onderwijsstelsel eist vaak van ons dat we een keuze maken. Rubens of de relativiteitstheorie? Debussy of DNA? Shakespeare of de tweede wet van de thermodynamica? Ik vond deze eis om mijn interesses in hokjes te verdelen uiterst frustrerend. Op school werd ik verliefd op de wetenschap omdat ze ons helpt vat te krijgen om de wereld om ons heen, ons te vertellen waar we vandaan komen en, nog spannender, in de toekomst te kijken om te zien wat er wellicht komen gaat. Maar ik raakte ook in de ban van de kunsten. Toen ik trompet speelde in het plaatselijke jeugdorkest maakte ik kennis met het uitgestrekte universum van de muziek, van Bach tot Bartók; het plaatselijke theater bracht me in aanraking met de magische verhalen van Shakespeare en Beckett, en hoewel ik me nooit heb kunnen uitdrukken met een penseel, heb ik me altijd graag laten meevoeren door de kunstwerken in de musea die we tijdens zomervakanties in Italië en Frankrijk bezochten.

Op school wist ik te ontsnappen aan deze eis om partij te kiezen toen mijn wiskundeleraar me een boek aanbeval over wat het betekent om wiskundige te zijn:

Net als een schilder of een dichter is een wiskundige iemand die patronen maakt. Als zijn patronen permanent zijn dan die van eerstgenoemden, dan is dat omdat ze worden gemaakt met *ideeën* (...) De patronen van de wiskundige moeten net als die van de schilder of de dichter *mooi* zijn; de ideeën moeten net als de kleuren of de woorden harmonieus samengaan. Schoonheid is het eerste criterium: er is in deze wereld geen plaats voor lelijke wiskunde (...) Ik ben alleen geïnteresseerd in wiskunde als creatieve kunst.

Het boek heette *Apologie van een wiskundige* en was geschreven door wiskundige G.H. Hardy van de universiteit van Cambridge. Voor mij als dertienjarige was het een openbaring om Hardy's verslag van zijn leven als wiskundige te lezen. Het boek sloeg een brug tussen de twee werelden van kunst en wetenschap waar ik steeds meer liefde voor voelde. Enerzijds begreep ik dat wiskunde de taal was waar de wetenschap zich vaak van bediende om haar ideeën uit te leggen. Anderzijds vertelde Hardy me dat wiskunde een creatieve kunst was, te vergelijken met poëzie of schilderkunst. Hardy leek zelfs heel afwijzend te staan tegenover de takken van wiskunde die in de wetenschappen werden gebruikt:

Die takken van wiskunde zijn over het geheel genomen nogal saai; het zijn de takken met de minste esthetische waarde. De 'echte' wiskunde van de 'echte' wiskundigen, de wiskunde van Fermat en Euler en Gauss en Abel en Riemann, is bijna compleet 'nutteloos' (...) Van geen enkele waarlijk professionele wiskundige is het leven te rechtvaardigen op grond van het 'nut' van zijn werk.

De meeste mensen beschouwen wiskunde als een nuttig hulpmiddel om wetenschappelijke problemen op te lossen of nieuwe technologie te ontwikkelen, en menen dat de ontdekking van nieuwe vormen van wiskunde vooral wordt gemotiveerd door de wens om een praktisch probleem op te lossen. Maar als je wiskundigen, althans de meeste, over hun onderzoek vraagt, ontstaat een heel ander beeld. Als ze aan problemen werken, is het nutsaspect zelden de voornaamste motivatie. Dat wil niet zeggen dat de ontdekkingen uiteindelijk geen nuttige toepassing zouden kunnen hebben, maar dat is niet de motivatie achter de tijd die wordt gespendeerd om deze ideeën te ontwikkelen. Het blijkt dat esthetische overwegingen

die veel op die van kunstenaars lijken de voornaamste leidraad vormen voor wiskundigen en de richting van hun denken bepalen.

Graham Greene schreef over G.H. Hardy's boek: 'Ik ken geen enkel geschrift – behalve misschien de inleidende essays van Henry James – dat zo duidelijk en zonder poespas de opwinding van de creatieve kunstenaar overbrengt.' Het was voor mij een openbaring om wiskunde als iets creatiefs te zien. Maar nu ik meer tijd in deze wereld heb doorgebracht, ben ik gaan begrijpen hoe sterk het verband is tussen het creëren van kunst en het creëren van wiskunde.

Het was G.H. Hardy's boek dat mij de ogen opende voor de creatieve kant van de wiskunde. Naast Hardy's prachtige beschrijving van wat het betekende om wiskundige te zijn, bevatte mijn exemplaar van *Apologie van een wiskundige* ook een fascinerend voorwoord van zijn vriend en collega C.P. Snow. Daarin vertelt Snow een deel van Hardy's levensverhaal, met name over diens samenwerking met de grote Indiase wiskundige Srinivasa Ramanujan, een samenwerking dat het belang illustreert van het combineren van wiskundige verbeeldingskracht en intuïtie; dit werd belichaamd in de manier waarop Ramanujan wiskundig onderzoek benaderde, met nadruk op de rigoureuze kracht van het bewijs, die op zijn beurt door Hardy werd toegepast om de juistheid van Ramanujans inzichten te bevestigen. Ik genoot evenveel van dit deel van het boek als van Hardy's *Apologie*, omdat Snow een menselijke dimensie gaf aan wat het betekent om wiskundige te zijn, door dit in een historische context te plaatsen.

Maar C.P. Snow is wellicht het meest bekend van zijn essay *The Two Cultures* uit 1959, waarin hij de intellectuele scheiding betreurde tussen de kunsten en menswetenschappen aan de ene kant en natuurwetenschappen aan de andere kant. Deze scheiding was volgens hem een grote hinderpaal voor de vooruitgang van de menselijke kennis, maar wat Hardy's verhandeling mij als jonge tiener duidelijk maakte, was hoe mijn eigen vak een brug bood om die scheiding te overbruggen. De eeuwige blauwdrukken van de wiskunde vormen de essentie van hoe de natuur in elkaar zit, maar bepalen ook onze menselijke reacties op de natuur via de kunst.

Emotie

Een van de onverwachte verbanden tussen beide disciplines is de rol die emotie speelt in het sturen van de beoefenaars ervan. Voor velen is de kunst het domein van de emotie en de wiskunde het domein van de logica. In de kunst kunnen weliswaar elementen van wiskundige structuur zijn verwerkt, maar de voornaamste aantrekkingskracht ervan is de emotionele inhoud. De wiskunde wordt toch bepaald door koele, klinische, logische argumentatie? Met emotie kun je niets bewijzen.

Wat veel niet-wiskundigen misschien zal verrassen, is dat emotie wel degelijk een sterk sturende rol heeft in de wiskunde die wij creëren. De keuze voor wat we verheffen tot de wiskundige canon en waardig achten voor publicatie in onze tijdschriften is een product van onze emotionele betrokkenheid bij de ideeën. Veel mensen hebben de indruk dat het doel van wiskunde is om elke ware uitspraak over getallen en meetkunde te bewijzen, alsof we proberen alle boeken te schrijven die er maar te schrijven zijn, of alle mogelijke muziekstukken te componeren, en daarmee een wiskundige versie creëren van Borges' 'De bibliotheek van Babel'. Wat ik heb ontdekt is dat wiskunde iets heel anders is dan een simpele opsomming van alle ware uitspraken die we over getallen kunnen ontdekken. Wiskundigen zijn verhalenvertellers. Onze personages zijn getallen en geometrieën. Onze verhalen zijn de bewijzen die we over die personages kunnen creëren. Niet alle verhalen die te vertellen zijn, zijn het vertellen waard.

Een van mijn wiskundige helden, Henri Poincaré, zei ooit: 'Creëren bestaat juist uit het niet maken van nutteloze combinaties. Creëren is onderscheiden, kiezen (...) De steriele combinaties dienen zich niet eens aan in de geest van de schepper.' In de wiskunde draait het net als in de literatuur, de muziek of de beeldende kunst om het maken van keuzes. En vaak worden die keuzes gemaakt om dezelfde esthetische redenen als die waardoor kunstenaars worden gestuurd in hun keuze voor wat ze creëren.

Voor Hardy was schoonheid het eerste criterium voor goede wiskunde. Iedere wiskundige kent zijn betoog over schoonheid in de wiskunde. Maar door je enkel op de esthetiek te richten beperk je volgens mij de impact van de wiskunde op de mensen die zich ermee bezighouden. We willen verrast worden door een moment van gevaar, door een verschuiving in de richting van het bewijs, geprovoceerd worden door een ongehoorde bewering die vervolgens wordt opgelost door een moment van openba-

ring en acceptatie van de aankomst op een plek waar de wereld er anders uitziet. Ik herinner me nog steeds het moment waarop Andrew Wiles voor de camera in tranen uitbarstte toen hij terugdacht aan het moment dat hij begreep hoe hij Fermats laatste stelling kon bewijzen. Wiskundigen ervaren een gevoel van ontzag en verwondering bij de openbaringen die zich aan hen voordoen als ze tijd doorbrengen in deze wereld. De structuren die we creëren, bewonen, manipuleren en onderzoeken zitten vol van zulke verrassingen, momenten van pure opwinding, verwondering. De reactie als je voor de eerste keer over deze ideeën leest, is niet veel anders dan wanneer je voor het eerst Bachs *Matthäus-Passion* hoort, een schilderij van Leonardo da Vinci aanschouwt of een sonnet van Shakespeare leest.

Wiskunde heeft misschien een zekere abstractheid waardoor ze ver af lijkt te staan van onze menselijke ervaring. Toch geeft het feit dat haar structuren de kern vormen van hoe het universum werkt ze een extra kracht die moeilijk te negeren valt. Dit is geen sudoku die je met succes hebt ingevuld, wat je eventjes een voldaan gevoel geeft. Het is een inzicht in de structuren die het universum gaande houden. Structuren die de sleutel zouden kunnen zijn tot alternatieve universums, of die je helpen ons eigen universum op een nieuwe manier te zien. Is dat niet precies wat een kunstenaar probeert te doen met zijn of haar creatieve productie?

Bij vergelijkingen tussen wiskunde en muziek wordt emotie vaak gebruikt als een belangrijk onderscheidend kenmerk. Tolstoj zou volgens meerdere bronnen hebben gezegd: 'Muziek is de stenografie van de emotie', en er lijkt inderdaad een zeker verband te bestaan tussen muzikale en emotionele expressie. Steno is waarschijnlijk een goede invalshoek om ernaar te kijken, want muziek is een lagere dimensionale structuur in vergelijking met het coderen van emoties in de hersenen. Maar wat volgens mij in het spanningsveld tussen de emotionele wereld van de kunst en de logische wereld van de wiskunde niet wordt meegenomen, is het feit dat maar heel weinig kunstenaars expliciet benoemen dat ze emotie in hun werk stoppen. Veel componisten zouden ontkennen dat ze proberen hun emotionele wereld te beschrijven via die muzikale stenografie waar Tolstoj het over heeft. De muziek is primair; de emoties zijn secundair. Voor componisten verschijnt emotie als gevolg van de structuren die ze hebben gemaakt. Onze hersenen reageren op het herkennen van structuur. Het fascinerende is hoe verschillende structuren verschillende

emotionele reacties oproepen. Hoe dat werkt in non-verbale domeinen als de muziek blijft een beetje een mysterie.

Stravinsky schreef over het feit dat je geen muziek schrijft om iets te zeggen:

Want ik ben van mening dat muziek naar haar aard niet bij machte is om iets *uit te drukken*, of dat nu een gevoel is, een geesteshouding, een psychologische stemming, een natuurverschijnsel, enzovoort. *Expressie* is nooit een inherente eigenschap van muziek geweest. Dat is allerm minst het doel van haar bestaan. Als muziek iets lijkt uit te drukken, wat bijna altijd het geval is, dan is dat slechts een illusie, geen werkelijkheid. Het is simpelweg een extra eigenschap die we er stilzwijgend en op grond van traditie aan hebben verleend, eraan hebben opgedrongen als een etiket, een conventie – kortom, een aspect dat we onbewust of uit gewoonte zijn gaan verwarren met haar essentie.

Philip Glass zegt dat hij nooit opzettelijk emotionele inhoud in zijn werk programmeert. Volgens hem wordt dat spontaan gegenereerd als gevolg van alle processen die hij hanteert. ‘Ik ontdek dat de muziek altijd iets emotioneels in zich heeft; dat lijkt onafhankelijk van mijn intenties.’

Heel vaak komt bij de compositie van muziek de structuur eerst en vloeit de emotie uit die structuur voort. En vaak is die structuur inherent wiskundig van aard. Stravinsky zei ooit: ‘Voor de musicus is de wiskunde een even nuttige studie als het leren van een andere taal voor een dichter. De wiskunde zwemt verleidelijk dicht onder de oppervlakte.’

Het is zeker waar dat mensen die naar muziek luisteren heel emotioneel kunnen reageren zonder dat ze enige scholing in de muziektheorie hebben gehad. Maar muziek is niets anders dan een keuze van noten van bepaalde frequenties, met bepaalde patronen die de noten in de tijd met elkaar verbinden. Ze wordt vastgelegd in zwarte patronen van inkt op een witte pagina. Het punt is dat we hebben gekozen voor patronen van noten die een sterke correlatie lijken te hebben met onze emotionele wereld. Die patronen, die structuren die de componist creëert, zijn dus misschien een alternatieve codering voor de manier waarop onze hersenen emoties coderen via onze neuronale en synaptische activiteit.

Maar als emoties worden opgewekt door frequenties, en door patronen binnen die frequenties, zouden de hersenen dan niet ook worden