

SocioRitme

Een onderzoek naar de samenhang tussen het vermogen tot synchronisatie
en de kwaliteit van inter-persoonlijke relaties

Michelle I.H.M van den Hurk

Radboud Universiteit Nijmegen

Radboud Universiteit Nijmegen

Orthopedagogiek Leren en Ontwikkeling,

Michelle I.H.M van den Hurk, s3032426

Onder begeleiding van R.J. Radstaak, MSc

Samenvatting

In deze studie is onderzoek gedaan naar het verband tussen ritmisch gedrag en de kwaliteit van interpersoonlijke relaties in een experimentele setting. Er werd gekeken naar twee verschillende aspecten van ritmisch gedrag; (i) de stabiliteit van intern, eigen ritmisch gedrag en (ii) het vermogen om ritmisch gedrag aan te passen en stabiel vol te houden in synchronisatie met een extern ritme. Door middel van verschillende taken op een drumpad werd het ritmisch gedrag van de proefpersonen in kaart gebracht. De kwaliteit van de interpersoonlijke relaties werd in kaart gebracht middels een sociometrische vragenlijst. Vervolgens werd de data van deze studie met behulp van Recurrence Quantification Analyse (RQA) geëxploreerd. In deze studie is geen verband gevonden tussen de kwaliteit van interpersoonlijke relaties en de twee onderzochte aspecten van ritmisch gedrag. Wel bleek er een samenhang te bestaan tussen de stabiliteit van intern, eigen ritmisch gedrag van leerlingen en de stabiliteit van het ritmisch gedrag in synchronisatie met een extern ritme.

“Our biological rhythms are the symphony of the cosmos, music embedded deep within us to which we dance, even when we can't name the tune.”
— Deepak Chopra

De eerste mogelijkheid tot interactie en communicatie die een pasgeborene tot diens beschikking krijgt, is het maken en waarnemen van beweging (Feldman, 2007; Malloch & Trevarthen, 2005; Lewkowicz, 1992). Uit onderzoek blijkt dat pasgeborenen al vanaf de eerste week in staat zijn om terugkerende, temporele aspecten en structuren in beweging waar te nemen en te onderscheiden, zoals de frequentie van de stem van de moeder en het ritme waarmee de pasgeborene door de moeder wordt gewiegd (Demany, Mckenzie & Vurpillot, 1977; Stern, 2000; Winkler, Háden, Landinig, Sziller & Honing, 2009). Er wordt verondersteld dat het vermogen temporele aspecten en structuren in beweging te kunnen waarnemen en onderscheiden van grote invloed is op de interpersoonlijke ontwikkeling van een kind (Stern, 2000). In de interpersoonlijke ontwikkeling ontstaan soms problemen zoals pesten of buitengesloten worden. Dit belemmert een positieve ontwikkeling en heeft ingrijpende gevolgen voor het aangaan van interpersoonlijke relaties in het latere leven (Slee & Rigby, 1993). Wellicht helpt het bestuderen van de temporele aspecten van gedrag om meer inzicht te krijgen in de interpersoonlijke interactie waarbinnen positieve ontwikkeling gewaarborgd wordt.

Oscillatie en synchronisatie

Temporele aspecten en structuren in beweging zijn allemaal vormen van oscillatie. Oscillatie betekent letterlijk ‘heen en weer of op en neer gaande ritmische beweging’ (Van Dale, 2000). Op aarde zijn ontelbare vormen van oscillatie die zich eenmalig, maandelijks, wekelijks, dagelijks of zelfs elke seconde voordoen. Een hartritme, het periodiek openen en sluiten van een bloem, het slaapritme, de ademhaling, de biologische klok, de getijden van de zee, en het loopritme zijn allemaal voorbeelden van oscillerende systemen (Koukkari & Sothorn, 2008; Pikovsky, Rosenblum & Kurths, 2001). De mens kan ook worden omschreven als een oscillerend systeem. Zelfs specifieker, een *autonoom*, oscillerende systeem (Thompson, 2005). De continue oscillerende bewegingen van de mens zijn namelijk niet alleen afhankelijk van een externe input zoals de oscillerende beweging van een heteronoom systeem maar komen ook voort uit een interne energiebron die aanzet tot oscilleren. Bij een heteronoom systeem zoals de zee en haar getijden ontbreekt de interne energiebron. De getijden van de zee zijn voor de oscillatie immers afhankelijk van de aantrekkingskracht van de maan, zodra deze externe invloed van de maan wegvalt, is er geen eb en vloed meer mogelijk en stopt de oscillatie van het systeem. Er bestaan dus grofweg twee soorten oscillerende systemen, autonoom en heteronoom.

Het oscillerende systeem wat de mens is, is onderdeel van een groter systeem waarin andere autonome en heteronome oscillerende systemen - zoals de medemens - elkaar wederzijds beïnvloeden oftewel, zij synchroniseren met elkaar (Thelen & Smith, 1998). Oscillerende systemen bezitten dus het

vermogen te *synchroniseren* in interactie met een ander oscillerend systeem (Pikovsky, et. al., 2001). Synchronisatie is afgeleid van het Griekse συν (sýn) 'samen' en χρόνος (chrónos) 'tijd'. De afzonderlijke betekenis van deze twee Griekse woorden bevat de essentie van synchronisatie: het aan elkaar aanpassen van ritmische bewegingen van twee of meer met elkaar in interactie zijnde, oscillerende systemen (Pikovsky, et. al., 2001).

Synchronisatie regio

Het oscillerend systeem van de mens is autonoom. Hierdoor kan het zijn dat het tempo van de bewegingen van twee mensen van elkaar verschillen zoals het hartritme of het slaap-waak ritme (Kerkhof, 1985; Roenneberg, Wirz-Justice & Mellow, 2003). De onderlinge verschillen in tempo van beweging beïnvloedt waarschijnlijk de mate waarin mensen in interactie met elkaar kunnen synchroniseren. Hoe groter het verschil tussen de individuele tempo's van bewegen van twee personen, hoe moeilijker deze personen waarschijnlijk met elkaar kunnen synchroniseren. Deze veronderstelling vindt aansluiting bij het idee van Pikovsky, et. al. (2001). Zij stellen dat binnen elke interactie tussen twee oscillerende systemen een synchronisatie regio te vinden is. Volgens hen weerspiegelt de synchronisatie regio de grootte van het gebied waarin twee gekoppelde oscillerende systemen in staat zijn de individuele verschillen in tempo en ritme van beweging te overbruggen en met elkaar te synchroniseren. Alleen in een experimentele setting kan de synchronisatie regio van twee oscillerende systemen daadwerkelijk in kaart worden gebracht omdat er dan invloed kan worden uitgeoefend op mate waarin de twee oscillerende systemen van elkaar verschillen in tempo en ritme van bewegingen (Pikovsky, et. al., 2001). In niet-experimentele settings is het enkel mogelijk om de grootte van de synchronisatie regio te gebruiken als mogelijke gedeeltelijke verklaring voor de mate van synchronisatie in de interactie tussen twee oscillerende systemen.

Synchronisatie in de interactie en de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties

Onderzoeken naar de synchronisatie in de ouder-kind interactie laten vrijwel allemaal zien dat synchronisatie een grote rol speelt bij de ontwikkeling van het kind (Feldman, 2007; Ham & Tronick, 2009; Lewkowicz, 1992; Malloch, 1999). Feldman (2007) veronderstelt dat op het moment dat er geen mogelijkheid is voor een pasgeborene om synchronisatie te ervaren in interactie met de opvoeder dit mogelijk verregaande consequenties heeft voor kwaliteit van de interpersoonlijke relaties in het latere leven. Synchronisatie in de interactie zorgt ervoor dat er een gevoel van gezamenlijkheid en gedeeld plezier kan ontstaan (Malloch, 1999; Stern, 2001). Stern (2001) geeft een inzichtelijk voorbeeld van een interactie tussen moeder en kind waarbij de synchronisatie zorgt voor gedeeld plezier en een gevoel van gezamenlijkheid:

For instance, an infant in a burst of excitement let's out an "AaaaahAAAAaaah," in which there is a crescendo than a decrescendo of intensity. The mother can attune to the infant by

saying “YeeeeeeEEEEEEeah.” The mothers vocalization has the same duration and the same crescendo-decrescendo form (p.14).

Het is bekend dat synchronisatie in de ouder-kind interactie invloed heeft op de mate waarin gezamenlijkheid en gedeeld plezier wordt ervaren. Dit blijkt bijvoorbeeld uit het onderzoek van Trevarthen en Daniel (2005) naar de synchronie van de bewegingen in de interactie tussen een tweeling en vader. De tweeling bestond uit één meisje met autistische kenmerken en één meisje zonder autistische kenmerken. Het bleek dat in de interactie tussen de vader en het meisje met autistische kenmerken veel minder synchronie van de bewegingen plaatsvond dan tijdens de interactie tussen de vader en het meisje zonder autistische kenmerken. Door de afwezigheid van de spontane synchronisatie van de bewegingen in de interactie tussen de vader en het autistische kind, waren er veel minder mogelijkheden tot gezamenlijkheid en gedeeld plezier. Hierdoor bleek het voor de vader moeilijker om verbondenheid te voelen met het autistische kind dan met het kind zonder autisme. Niet alleen in de ouder-kind interactie heeft synchronisatie invloed op de kwaliteit van de relatie. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat synchronisatie van bewegingen in interactie tussen vrienden, leraar-leerling of onbekende volwassenen ook invloed lijkt te hebben op de mate van de kwaliteit van deze interpersoonlijke relaties zoals elkaar aardig vinden, op elkaar afstemmen en zich verbonden voelen met elkaar (Miles, Nind & Macrae, 2009; Chartrand & Bargh, 1999; Hove & Risen, 2009; LaFrance, 1979). In tegenstelling tot onderzoek naar de synchronisatie in de ouder-kind interactie zijn deze veronderstellingen veelal gebaseerd op experimenteel onderzoek (Chartrand & Bargh, 1999) waarin de proefpersoon wel of niet werd gespiegeld door de onderzoeker in zijn of haar bewegingen, gezichtsuitdrukkingen en houdingen. De proefpersonen die tijdens het experiment door de onderzoeker werden gespiegeld vonden de onderzoeker aardiger dan proefpersonen die niet werden gespiegeld. Het lijkt er op dat zowel in een natuurlijke situatie als in een experimentele setting, waarbij spiegelen kan worden gezien als een eenzijdige vorm van synchronisatie, synchronisatie in de interactie invloed lijkt te hebben op de kwaliteit van de relatie.

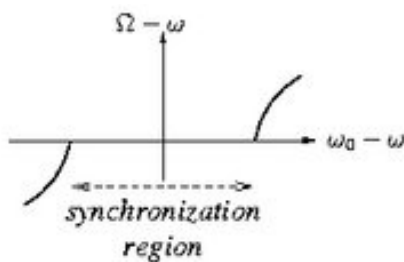
De snelheid van synchronisatie en de kwaliteit van interpersoonlijke relaties

Synchronisatie in de interactie kan zich op veel verschillende manieren manifesteren. De snelheid waarmee synchronisatie in de interactie tot stand komt lijkt samen te hangen met de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties. In het onderzoek van Paxton & Dale (2012) werd bijvoorbeeld gekeken naar de samenhang tussen de snelheid waarmee synchronisatie in de interactie tot stand kwam en de mate waarin de personen elkaar aardig vonden. Paxton & Dale keken daarvoor naar de snelheid waarin de proefpersonen hun bewegingen en gezichtsuitdrukkingen in interactie synchroniseerden. Het bleek dat hoe minder vertraging de proefpersonen lieten zien in de synchronisatie van hun bewegingen en gezichtsuitdrukkingen tijdens de interactie, en dus hoe sneller zij elkaars bewegingen beïnvloedden, hoe aardiger zij elkaar bleken te vinden na afloop van het onderzoek.

Paxton en Dale onderzochten alleen of de snelheid waarmee twee personen in synchronie komen met elkaar samenhangt met de mate waarin deze personen elkaar aardig vinden. Zij onderzochten echter niet waardoor het kwam dat het ene koppel sneller synchroniseerde dan het andere koppel. In de huidige studie werd verondersteld dat dit mogelijk komt doordat elke persoon afzonderlijk een eigen tempo en ritme van bewegen heeft en dat het verschil tussen deze eigen ritmes wellicht van invloed is op de grootte van de synchronisatieregio (Pikovsky, et.al., 2001). Zoals eerder besproken weerspiegelt de grootte van de synchronisatieregio de mate waarin twee gekoppelde oscillerende systemen in staat zijn de individuele verschillen in tempo en ritme van beweging te overbruggen en met elkaar te synchroniseren. Hoe groter de individuele verschillen tussen deze systemen hoe kleiner de synchronisatieregio en hoe langer het duurt voordat deze systemen met elkaar synchroniseren (zie Figuur 1). Onderzoek naar de grootte van de synchronisatieregio is echter alleen mogelijk in een meer experimentele setting waarin van het tempo van beweging van één van de twee oscillerende systemen kan worden beïnvloed.

Figuur 1

Synchronisatie regio



De huidige studie naar synchronisatie en de kwaliteit van interpersoonlijke relaties

In een experimentele setting is het mogelijk om de synchronisatie in de interactie en de synchronisatieregio te beïnvloeden doordat het tempo van bewegen van één oscillerend systeem kan worden bepaald en aangepast. In de experimentele studie van Chartrand & Bargh (1999) had de onderzoeker bijvoorbeeld invloed op de mate waarin het tempo van bewegen van de onderzoeker en het tempo van bewegen van de proefpersoon overeenkwam. Als de onderzoeker de proefpersoon spiegelde, verschilden de tempo's van bewegen van de onderzoeker en de proefpersoon minder van elkaar dan wanneer de onderzoeker de proefpersoon bewust niet spiegelde. De synchronisatie in de interactie tussen onderzoeker en de proefpersoon kwam waarschijnlijk eerder tot stand wanneer de onderzoeker de proefpersoon spiegelde dan wanneer de proefpersoon niet werd gespiegeld. In deze experimentele setting lijkt het erop dat de synchronisatie in de interactie ontstaat door de invloed van het tempo van bewegen van één oscillerend systeem en niet doordat de tempo's van bewegen van twee oscillerende systemen elkaar wederzijds beïnvloeden. Synchronisatie tussen twee oscillerende

systemen lijkt niet alleen te kunnen ontstaan door *de interactie* tussen die twee systemen maar lijkt ook te kunnen worden beïnvloed door het tempo van bewegen van één oscillerend systeem. Deze veronderstelling impliceert dat oscillerende systemen niet alleen kunnen verschillen in tempo en ritme van bewegen maar ook in het vermogen om te synchroniseren met tal van andere oscillerende systemen. Het zou daarom kunnen dat het vermogen tot synchronisatie zowel een dynamische eigenschap is van de interactie tussen twee oscillerende systemen als een dynamische eigenschap van één oscillerend systeem.

Zoals bleek uit eerder onderzoek (Chartrand & Bargh, 1999; Felman, 2007; Hove & Risen, 2009; LaFrance, 1979; Miles, Nind & Macrae, 2009; Trevarthen & Daniel, 2005) is de synchronisatie in de interactie van groot belang voor de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties. De kwaliteit van de interpersoonlijke relaties werd in deze studies echter alleen gemeten bij personen die ook daadwerkelijk met elkaar in interactie waren geweest en de mogelijkheid hadden gehad om te synchroniseren met elkaar. Het vermogen tot synchronisatie werd in deze studies dus behandeld als dynamische eigenschap van twee oscillerende met elkaar in interactie zijnde systemen. Als de veronderstelling, dat het vermogen tot synchroniseren niet alleen een eigenschap is van de interactie tussen twee oscillerende systemen maar ook een dynamische eigenschap is van één oscillerend systeem juist is, dan zou het wellicht kunnen dat kinderen die meer vriendjes hebben dan andere kinderen, en dus aardiger gevonden worden en meer verbonden zijn met anderen, beter zijn om in interactie met anderen hun eigen tempo van bewegingen, gezichtsuitdrukking en houdingen te synchroniseren dan kinderen met weinig vriendjes. Hiervoor is echter tot op heden nog geen empirisch bewijs. In deze studie wordt daarom gekeken of het vermogen tot synchronisatie een dynamische eigenschap is van één oscillerend systeem en of die eigenschap samenhangt met de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties in het algemeen.

Doormiddel van exploratief onderzoek wordt gekeken naar de samenhang tussen de stabiliteit in het eigen tempo van bewegingen van het kind en de stabiliteit in de synchronisatie met een extern, door de computer aangeboden, tempo. Ook wordt er gekeken naar de snelheid waarmee het kind het eigen tempo van bewegen kan synchroniseren met het extern, door de computer aangeboden, ritme (de grootte van de synchronisatieregio). Vervolgens wordt gekeken of de stabiliteit van het eigen tempo van bewegen van het kind en het vermogen het eigen tempo van bewegen aan te passen en stabiel vol te houden in synchronisatie met een extern ritme samenhangt met de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties van het kind gemeten middels een sociometrische vragenlijst.

Methode

Deelnemers

De hier gepresenteerde studie maakt deel uit van een groter onderzoek naar de samenwerkingsrelaties tussen kinderen en hun sociometrische status. Aan het gehele onderzoek hebben in het totaal 88 leerlingen, 43 meisjes en 45 jongens deelgenomen. De gemiddelde leeftijd was 12.4 ($SD=.58$) en de leeftijd varieerde tussen de 10.6 en 13.4 jaar. De leerlingen volgden ten tijde van het onderzoek onderwijs in vier verschillende eerste klassen van het cohort 2012-2013 binnen een Stedelijk Gymnasium in de provincie Gelderland. Het Stedelijk Gymnasium biedt voorbereidend, wetenschappelijk onderwijs (VWO) met als toevoeging de vakken Grieks en Latijn. De hier gepresenteerde studie bestond uit twee gedeeltes: een klassikale afname van een sociometrische vragenlijst en een individueel gedeelte waarbij ritmisch gedrag onder verschillende condities werd onderzocht. Aan de klassikale afname van de sociometrische vragenlijst namen alle 88 leerlingen deel. Aan het individuele gedeelte, waarbij ritmisch gedrag onder verschillende condities werd onderzocht, namen 48 leerlingen deel; 24 meisjes en 24 jongens. De gemiddelde leeftijd was 12.4 ($SD=.58$) en de leeftijd varieerde tussen de 10.6 en 13.4 jaar.

De leerlingen werden in verband met het grotere onderzoek naar de samenwerkingsrelaties geselecteerd op basis van hun sociometrische status. Deze matchingsprocedure (zie, Vink, in voorbereiding) was niet van belang voor de resultaten van de hier gepresenteerde studie, aangezien het onderzoek naar ritmisch gedrag bij iedere leerling individueel is afgenomen. De 48 leerlingen waren als volgt verdeeld over vier verschillende eerste klassen; klas A: 12 leerlingen, klas B: 10 leerlingen, klas C: 12 leerlingen, klas D: 14 leerlingen. In deze studie zullen alleen de gegevens van bovenstaande 48 leerlingen worden gerapporteerd en geanalyseerd, daar alleen zij zowel hebben deelgenomen aan de sociometrische vragenlijst als aan het individuele gedeelte van de studie waarbij werd gekeken naar ritmisch gedrag onder verschillende condities.

Materiaal

Computerprogramma Logic. Het stimulus materiaal voor het onderzoek naar ritmisch gedrag werd afgespeeld en opgenomen met het computerprogramma Logic (Apple, 2009). Gedurende het onderzoek werd de input van de leerlingen digitaal geregistreerd.

Drumkit. De gebruikte elektronische drumkit is het van het merk Alesis, type DM10 studio drumkit. Er werd gebruik gemaakt twee drumpads. Het drumgeluid werd gegenereerd

middels een geluidsmodule van het merk Alesis, type DM10- Module Angle. De leerlingen kregen ieder één drumstok met een zacht uiteinde om op de drumpad te kunnen slaan.

In-ear oordopjes. De auditieve input van het stimulus materiaal werd via een hoofdtelefoonversterker van het merk Samson, type s-phone headphone mixer via in-ear oordopjes van het type Etymotic hf3 overgebracht. De in-ear oordopjes werden in de gehoorgang ingebracht en sloten de gehoorgang deels af middels een rubberen dopje. De in-ear oordopjes hadden een bereik van 20 Hz tot 14 kHz en dempten het omgevingsgeluid met 35 tot 42 decibel.

Geluidswerende hoofdtelefoon. Gedurende het onderzoek naar ritmisch gedrag, droegen de leerlingen tevens een geluidswerende hoofdtelefoon van het merk Bilsom Thunder T3 zodat de resterende omgevingsgeluiden zoveel mogelijk werden uitgesloten. Deze hoofdtelefoon dempte het omgevingsgeluid met 36 decibel.

Vragenlijst Sociometrie. Voorafgaand aan en na afloop van het individuele onderzoek naar ritmisch gedrag werd middels een sociometrische vragenlijst de mate van populariteit van de individuele leerlingen binnen de klas bepaald. Daarvoor kregen de leerlingen een alfabetische lijst met al hun klasgenoten en werden ze gevraagd om klasgenoten te nomineren binnen de categorieën ‘populair’ en ‘niet-populair’. Er werd geen maximum gesteld aan het aantal nominaties dat een leerling kon doen. Ten behoeve van het grotere onderzoek bestond de sociometrische vragenlijst uit meer condities dan alleen populariteit. In deze studie wordt echter alleen de mate van populariteit meegenomen. De nominaties voor populariteit werden gevraagd bij item 5 (‘populair’) en item 6 (‘niet-populair’). Zie appendix 1a en 1b voor de complete vragenlijsten. De individuele scores voor populariteit werden berekend door het aantal verkregen nominaties op ‘populair’ en ‘niet-populair’ van elkaar af te trekken en deze verschilscore om te zetten in een z-score met een gemiddelde van nul en een standaardafwijking van 1.

Stimulusmateriaal. Het stimulusmateriaal werd gebruikt bij het individuele gedeelte in deze studie waarbij ritmisch gedrag in verschillende condities werd onderzocht. Hiervoor werd een ritmische opdracht met de drumpads uitgevoerd. Het stimulusmateriaal voor deze opdracht bestond uit vijf taken en besloeg in het totaal 13:45 minuten. Voorafgaand aan elke taak kregen de leerlingen via hun koptelefoon instructies te horen. De letterlijke instructie per onderdeel is terug te vinden in appendix 4.

Taak 1 In deze taak werd de leerlingen gevraagd om gedurende 90 seconden in hun eigen tempo op de drumpad te slaan. De leerlingen kregen gedurende deze taak geen ritmische input van de computer. Alleen het begin en eind werd gemarkeerd met een piep.

Taak 2 In deze taak werd de leerlingen via de computer een ritme aangeboden en werd aan hen gevraagd dit ritme zo goed mogelijk mee te drummen. De taak duurde ongeveer 90 seconden. Het begin en eind van de taak werd gemarkeerd met een piep. Het ritme van taak 2 bestond uit drie verschillende tempoblokken. De tempo's werden ingedeeld in groepjes van twee waarbij elke eerste slag een accent kreeg, een tweedelig ritme. Elk tempoblok duurde tussen de 28 en 32 seconden waarna abrupt werd gewisseld naar een volgend tempoblok. In taak 2 werd begonnen met een tempoblok van 60 slagen per minuut (bpm), waarna werd overgaan op 100 bpm en als laatste naar 140 bpm. Na de taak werd de leerlingen gevraagd de moeilijkheidsgraad van de taak aan te geven door één tot vijf keer op de drumpad te slaan.

Taak 3 In taak 3 krijgen de leerlingen dezelfde opdracht als bij taak 2 (zie beschrijving hierboven). De tempoblokken en accenten zijn echter verschillend. Taak 3 werd ook ingedeeld in groepjes van twee waarbij elke eerste slag een accent kreeg, een tweedelig ritme. In tegenstelling tot taak 2 werd er begonnen met een tempoblok van 140 slagen per minuut (bpm), waarna werd overgaan op 100 bpm en als laatste naar 60 bpm. Na de taak werd de leerlingen gevraagd de moeilijkheidsgraad van de taak aan te geven door één tot vijf keer op de drumpad te slaan.

Taak 4 In taak 4 is de opdracht wederom hetzelfde als bij taak 2 (zie beschrijving hierboven). De tempoblokken en accenten zijn echter verschillend. Taak 4 werd ingedeeld in groepjes van drie waarbij elke eerste slag een accent kreeg, een driedelig ritme. In deze taak werd er begonnen met een tempoblok van 60 slagen per minuut (bpm), waarna werd overgaan op 100 bpm en als laatste naar 140 bpm. Na de taak werd de leerlingen gevraagd de moeilijkheidsgraad van de taak aan te geven door één tot vijf keer op de drumpad te slaan.

Taak 5 Ook in taak 5 is de opdracht hetzelfde als bij taak 2 (zie beschrijving hierboven). De tempoblokken en accenten zijn echter weer verschillend. Taak 5 werd ingedeeld in groepjes van drie waarbij elke eerste slag een accent kreeg, een driedelig ritme. In deze taak werd er begonnen met een tempoblok van 140 slagen per minuut (bpm), waarna werd overgaan op 100 bpm en als laatste naar 60 bpm. Na de taak werd de leerlingen gevraagd de moeilijkheidsgraad van de taak aan te geven door één tot vijf keer op de drumpad te slaan.

Randomisatie. Om te controleren voor volgorde effecten zijn de taken in verschillende volgordes aan de leerlingen aangeboden. Hiervoor werden vier versies van het stimulusmateriaal geconstrueerd. In Tabel 1 is de opzet van het stimulusmateriaal schematisch weergegeven.

Tabel 1

Stimulusmateriaal

Stimulusmateriaal	Stimulusmateriaal	Stimulusmateriaal	Stimulusmateriaal
versie 1	versie 2	versie 3	versie 4
Instructie onderzoek ritmisch gedrag + instructie taak 1			
Taak 1 (90 seconden, eigen tempo)			
Instructie Taak 2-5			
Taak 2 (60-100-140 bpm) <i>tweedelig</i>	Taak 3 (140-100-60 bpm) <i>tweedelig</i>	Taak 4 (60-100-140 bpm) <i>driedelig</i>	Taak 5 (140-100-60 bpm) <i>driedelig</i>
Moeilijkheidsgraad	Moeilijkheidsgraad	Moeilijkheidsgraad	Moeilijkheidsgraad
Taak 3 (140-100-60 bpm) <i>tweedelig</i>	Taak 5 (140-100-60 bpm) <i>driedelig</i>	Taak 2 (60-100-140 bpm) <i>tweedelig</i>	Taak 4 (60-100-140 bpm) <i>driedelig</i>
Moeilijkheidsgraad	Moeilijkheidsgraad	Moeilijkheidsgraad	Moeilijkheidsgraad
Taak 4 (60-100-140 bpm) <i>driedelig</i>	Taak 2 (60-100-140 bpm) <i>tweedelig</i>	Taak 5 (140-100-60 bpm) <i>driedelig</i>	Taak 3 (140-100-60 bpm) <i>tweedelig</i>
Moeilijkheidsgraad	Moeilijkheidsgraad	Moeilijkheidsgraad	Moeilijkheidsgraad
Taak 5 (140-100-60 bpm) <i>driedelig</i>	Taak 4 (60-100-140 bpm) <i>driedelig</i>	Taak 3 (140-100-60 bpm) <i>tweedelig</i>	Taak 2 (60-100-140 bpm) <i>tweedelig</i>
Moeilijkheidsgraad	Moeilijkheidsgraad	Moeilijkheidsgraad	Moeilijkheidsgraad
Einde			

Opzet

De hier gepresenteerde studie is gebaseerd op een within-subject design. Het stimulusmateriaal, dat bestond uit vijf taken is in verschillende volgordes aangeboden aan de verschillende deelnemers. De leerlingen werden, in verband met het grotere onderzoek naar de samenwerkingsrelaties, in tweetallen uit de klas gehaald. Per tweetal is dezelfde versie van het materiaal gebruikt. Dat wil zeggen dat per tweetal de deelnemers dezelfde volgorde van taken kregen aangeboden.

Procedure

De hier gepresenteerde studie bestond uit twee gedeeltes; het in kaart brengen van de mate van populariteit van de leerlingen per klas en het individuele onderzoek naar ritmisch gedrag. Voorafgaand aan en na afloop van het individuele onderzoek naar ritmisch gedrag werd middels een sociometrische vragenlijst de mate van populariteit van de individuele leerlingen binnen de klas bepaald. De afname van deze vragenlijst nam per keer 45 minuten in beslag. De vragenlijst voorafgaand aan het onderzoek werd afgenomen in oktober 2012 en de vragenlijst na afloop van het individuele onderzoek werd afgenomen in maart 2013.

Voor het tweede gedeelte van deze studie, waarbij ritmisch gedrag in verschillende condities werd onderzocht, werden leerlingen eenmalig in tweetallen op een willekeurig moment in de week uit de klas gehaald en naar de testruimte gebracht. Het onderzoek vond plaats in een hoek van een muzieklokaal waar de elektronische drumkit was opgesteld. De leerlingen werd gevraagd om plaats te nemen op één van de twee krukjes die bij de elektronische drumkit stonden. De leerlingen zaten op een kruk met de ruggen naar elkaar toe en voor hen hing een elektrische drumpad. Ieder beschikten ze over één drumstok om op de drumpad te kunnen slaan. De leerlingen werd gevraagd de in-ear oordopjes in hun oren te plaatsen en daarna kregen ze een geluidswerende hoofdtelefoon om het verdere omgevingsgeluid uit te sluiten. Na deze voorbereidingen startte de testleider het experiment op de computer. De twee leerlingen kregen op hetzelfde moment dezelfde versie van het experiment aangeboden. Als onderdeel van het grotere onderzoek werd de leerlingen aan het einde van het experiment gevraagd om twee vragenlijsten in te vullen, een vragenlijst over de beleving van het experiment en een vragenlijst over de muzikale capaciteiten van de leerling. Deelname aan dit individuele deel van het onderzoek nam, inclusief instructie en vragenlijsten achteraf, 30 minuten in beslag.

Data analyse

Datapreparatie

Preparatie tijdseries. Om de ruwe tijdseries bruikbaar te maken voor de recurrence quantification analysis (RQA) was het nodig deze tijdseries te prepareren. Allereerst werd van elke tijdserie de begintijd per taak bepaald en als beginpunt gekenmerkt. Daarna werd de interbeat interval berekend. De interbeat interval is de tijd tussen twee verschillende slagen. Vervolgens werd de interbeat interval getransformeerd naar het aantal slagen per minuut (bpm) door de interbeat interval te delen door 60. Dit resulteerde in een tijdserie van bpm met een lengte die gelijk was aan het aantal interbeat intervals. Een fictief voorbeeld om dit te verhelderen: voor een deelnemer die 10 keer op de drumpad had geslagen, resulteerde deze procedure voor deze deelnemer in een tijdserie van 9 punten. Tijdens het volgen van het ritme van de computer miste een deelnemer wel eens een slag of maakte er een te veel. Aangezien de lengte van de tijdserie afhankelijk was van het aantal slagen dat een deelnemer had gemaakt, verschilde de lengte van de tijdseries van de computer en de deelnemer. Daarom werd iedere tijdserie geupsampled naar de tijdsduur van de taak in tienden van seconden. Bijvoorbeeld, een tempoblok van 30 seconden werd een tijdserie van 300 punten met daarin op iedere tiende van een seconde het tempo van de deelnemer op dat moment in bpm. Dit was de uiteindelijke tijdserie waarmee de RQA analyses konden worden uitgevoerd. Bovenstaande preparatie werd uitgevoerd voor alle taken en tijdseries, zowel voor de tijdserie van de computer als voor de tijdseries van de leerlingen.

Reconstructie tijdseries taak 2 tot en met 5. Nadat alle tijdseries middels bovenstaand model waren geprepareerd is er om methodologische redenen voor gekozen om bij taak 2 tot en met taak 5 één tijdserie per leerling te construeren. Oorspronkelijk bestonden voor deze taken namelijk twee tijdseries, de tijdserie van de computer en de tijdserie van de leerling. Om de nieuwe tijdserie te construeren werd het verschil berekend tussen de tijdserie van de leerling en de tijdserie van de computer. De nieuwe tijdserie weerspiegelt dus de verschilscore. Hier is voor gekozen omdat de tijdserie van de computer nauwelijks variatie laat zien. Dit gaf problemen bij het uitvoeren van de Recurrence Quantification Analysis.

Recurrence Quantification Analyse

Om de data uit deze studie te exploreren werd gebruikt gemaakt van recurrence quantification analysis (RQA). RQA is een non lineaire manier om de temporele eigenschappen van een tijdserie te kwantificeren in termen van onder meer deterministische structuur, stabiliteit, complexiteit en mate van chaos (Webber & Zbilut, 2005). Om de temporele eigenschappen van een tijdserie te kwantificeren is het eerst nodig om het dynamisch systeem, waarbinnen de tijdserie zich beweegt, te reconstrueren. Dit wordt het reconstrueren van de fase ruimte genoemd. Voor het reconstrueren van de fase ruimte wordt gebruik gemaakt van Takens' theorema. (zie Takens, 1981). Om de fase ruimte te construeren moeten volgens Taken's theorema een tweetal parameters worden bepaald. Te weten, (i) de vertraging waarmee de tijdseries binnen de fase ruimte worden gedupliceerd ten opzichte van de originele tijdserie (time-delay), (ii) het aantal dimensies waarmee het systeem het beste gereconstrueerd kan worden (embedding dimension). Zie (Wijnants, Hasselman, Cox, Bosman & Van Orden, 2012) voor een uitgebreidere beschrijving van de in deze studie gevolgde procedure voor het reconstrueren van de fase ruimte.

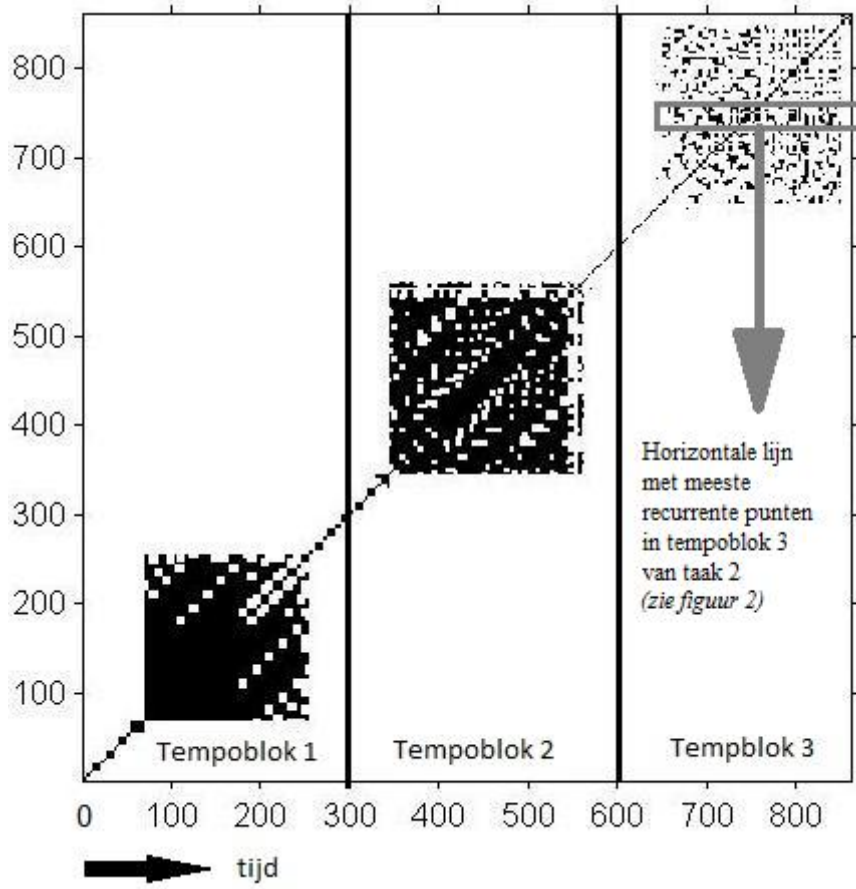
Voor deze studie zijn de parameters vastgesteld op een embedding dimension (m) van 6 en een time delay (τ) van 15. Dat wil zeggen dat de originele tijdserie 6 keer werd gedupliceerd met telkens een vertraging van 15 datapunten om de fase ruimte te construeren. Er is gekozen om de parameterinstelling voor het reconstrueren van de fase ruimte, van de verschillende taken hetzelfde te laten zijn. Met gelijke parameterinstellingen is het namelijk mogelijk om de taken onderling te vergelijken. De fase ruimte representeert de driedimensionale ruimte waarin het systeem zich beweegt. De juiste parameterinstellingen van de fase ruimte zorgen er voor dat de tijdseries elkaar op een bepaald moment kunnen tegen kunnen komen. Als twee tijdseries elkaar ontmoeten in de fase ruimte is er sprake van recurrentie. De recurrentie van de datapunten kan worden weergegeven in een grafische presentatie; een recurrence plot (RP, zie figuur 1). Het RP is een tweedimensionale weergave van de datapunten die al dan niet met elkaar recurren in de geconstrueerde fase ruimte (Pellecchia & Shockley, 2005). In deze studie werd gekozen om de recurrence rate (RR) vast te stellen op 0.1 (10%) waardoor de radius (ϵ) variabel zal zijn (zie, fixed recurrence rate; Webber & Zbilut, 2005). De RR weerspiegelt het percentage recurrente datapunten in vergelijking met het totale aantal datapunten in de fase ruimte en de ruimte waarbinnen wordt gezocht naar recurrente datapunten wordt radius genoemd. In deze studie is de radius dus een afhankelijke maat.

Radius (RAD). Om de vastgestelde RR van 0.1 (10%) te kunnen construeren moet de grootte van de radius variëren. Hoe minder punten op korte afstand van elkaar met elkaar recurreren in de fase ruimte, hoe groter de radius moet zijn om een RR te behalen van 0.1. Hoe groter de radius hoe meer punten op grotere afstand van elkaar zullen worden gekenmerkt als recurrent. In deze studie werd onder andere gezocht naar de stabiliteit in reccurentie binnen de tijdserie (RQA) van de leerling. Als een leerling een zeer stabiele tijdserie heeft zal deze tijdserie meer recurrente punten laten zien binnen een bepaalde radius dan wanneer er sprake is van een onstabielere tijdserie. Er is dan een grotere radius nodig om hetzelfde aantal recurrente datapunten te bereiken. De waarde van de radius weerspiegelt daarom de stabiliteit binnen de recurrentie van een de tijdserie.

TranSta. Met behulp van de recurrence plot (RP) van de ARQA werd in deze studie ook gekeken naar de tijd die de leerlingen nodig hadden om in taak 2 tot en met taak 5 binnen één tempoblok de langste stabiele periode (synchronisatie met het aangeboden tempo) te bereiken en werd de lengte van die langste stabiele periode bepaald. Aangezien er nog geen studies zijn die deze gegevens hebben verkregen op basis van de RP en ARQA is hiervoor een maat geconstrueerd in deze studie, de TranSta die de transitietijd en de daaropvolgende langste stabiele periode weerspiegelt. Om de TranSta te construeren werd per tijdserie in de RP gezocht naar de horizontale lijn met de meeste recurrente punten. Eén tijdserie bestond uit 3 verschillende tempoblokken. Binnen elk tempoblok werd op de horizontale lijn gezocht naar de langste periode van recurrente punten, de langste stabiele periode (LpS). Daarna werd, binnen een tempoblok, het aantal niet recurrente punten voorafgaand aan de langste stabiele periode op de horizontale lijn bepaald (TvS). Dit representeert de tijd die de leerling nodig had om tot de langste stabiele periode te komen binnen één tempoblok. Zie Figuur 1 en 2 hieronder voor een grafische weergave van de hierboven beschreven procedure. In Figuur 1 wordt de recurrence plot (RP) van één tijdserie in het geheel getoond. Hierin zijn duidelijk de drie tempoblokken te zien. In Figuur 2 wordt een fictieve horizontale lijn van recurrente punten weergegeven waarop de TvS en de LpS zijn aangegeven.

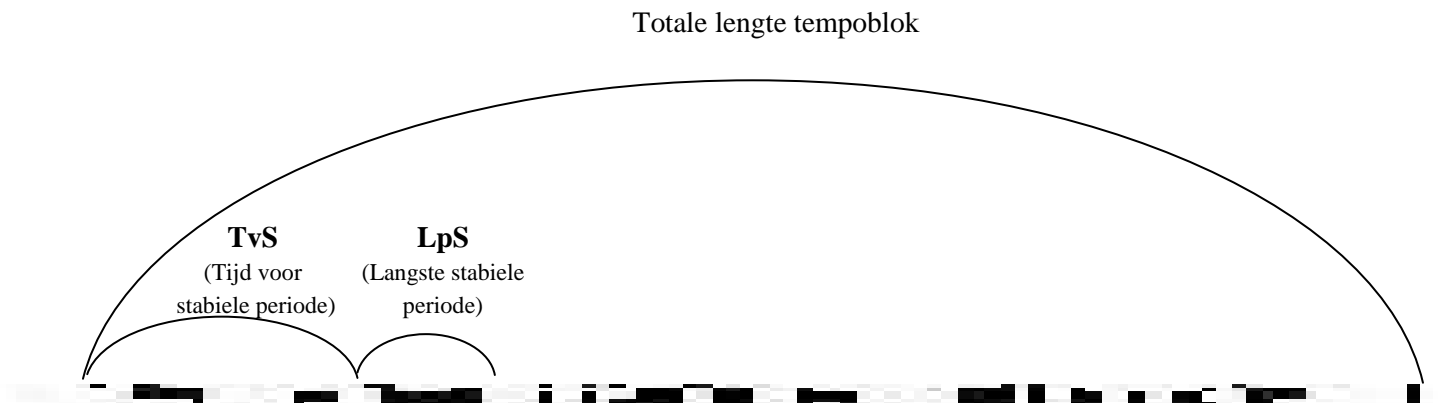
Figuur 1

RP taak 2 over tijdserie van één proefpersoon



Figuur 2

TvS en LpS op de horizontale lijn met recurrente punten



Vervolgens werden deze twee maten samengevoegd tot één maat; *TranSta*. Deze maat werd als volgt verkregen; $(LpS - TvS) / \text{Totale Lengte van het tempoblok}$. De waarden van deze maat variëren tussen -1 en 1. Een negatieve waarde weerspiegelt een leerling met een relatief langere TvS en een kortere LpS, dus een leerling met een relatief lange tijd voor de stabiele periode heeft in verhouding een kortere stabiele periode. Een positieve waarde weerspiegelt het tegenovergestelde, een leerling met een relatief korte tijd voor de stabiele periode heeft in verhouding een langere stabiele periode. Een even lange TvS als LpS geeft de waarde 0, een leerling heeft dan dezelfde tijd voorafgaand aan de stabiele periode als de lengte van de stabiele periode. Ter verduidelijking zijn in Tabel 2 drie situaties hypothetisch uitgewerkt.

Tabel 2 *Hypothetische uitwerking waarde TranSta*

LpS (lengte stabiele periode)	TvS (Tijd voorafgaand aan stabiele periode)	Totale lengte Tempoblok	TranSta
50	50	100	0
25	50	100	-.25
50	25	100	.25

De samengevoegde maat tranSta lijkt sterk samen te hangen met de twee afzonderlijke maten. Zowel de samenhang van de tranSta met LpS als met de TvS is significant voor alle tempoblokken ($ps < .001$). De maat tranSta lijkt daardoor een betrouwbare afspiegeling van de langste stabiele periode (LpS) in combinatie met de benodigde tijd (TvS) om de langste stabiele periode te bereiken.

Shuffling

De maten die worden geconstrueerd uit de ARQA reflecteren de temporele structuur van de tijdseries. Om er zeker van te zijn dat de gevonden maten inderdaad deze temporele structuur weerspiegelen zijn dezelfde analyses nogmaals uitgevoerd, maar ditmaal met een tijdserie waarin de temporele structuur is vernietigd door de datapunten door elkaar te husselen. Zo kan gekeken worden of de structuur die gevonden werd op basis van de originele structuur verschilde van een structuur die ontstaat op basis van kans. Met deze tijdseries zijn de analyses nogmaals uitgevoerd. Vervolgens zijn de uitkomsten van deze tijdseries vergeleken met de uitkomsten van de originele tijdseries. Zowel voor de radius als voor de tranSta is de vergelijking met de geshuffelde data uitgevoerd.

Resultaten

In deze resultatensectie worden als eerste de beschrijvende statistieken van de z-scores van de sociometrische vragenlijsten gepresenteerd. Vervolgens wordt geanalyseerd of er een significant verschil bestaat tussen de gemiddelden van populariteit gemeten in de pre-test en post-test. Daarna wordt er eerst gekeken of er een verschil bestaat tussen de temporele structuur van de originele tijdseries en de geshuffelde tijdseries. Als laatste wordt er ingegaan op zowel de samenhang tussen de ARQA-maten van de verschillende taken onderling als op de samenhang tussen de ARQA-maten enerzijds en de mate van populariteit anderzijds.

Populariteit

In dit onderzoek is de mate van populariteit op twee momenten geïnventariseerd. Voordat het onderzoek naar ritmisch gedrag van start ging en nadat het onderzoek naar ritmisch gedrag bij alle leerlingen was afgerond. In Tabel 1 worden de gemiddelden en standaarddeviaties weergegeven van de z-scores op populariteit.

Tabel 1

Beschrijvende statistieken van scores op populariteit

	Totaal deelnemende leerlingen <i>N</i>	Minimum	Maximum	Gemiddelde (SD)
Populariteit <i>Scores Pre-test</i>	48	-2.32	2.13	.024(1.20)
Populariteit <i>Scores Post-test</i>	48	-2.40	1.95	-.095(1.20)

Om er zeker van te zijn dat de gemiddelde scores op populariteit niet significant van elkaar afweken voorafgaand aan en na afloop van deze studie zijn de gemiddelde vergeleken tussen de pre- en posttest doormiddel van een gepaarde *t*-toets. Uit deze berekening blijkt dat er een hoge, positieve en significantie correlatie bestaat tussen de z-scores op populariteit van de pre- en posttest ($r(48) = .875, p < .001$). Daarnaast bleken de gemiddelden van de pre-test en de post-test niet significant van elkaar te verschillen ($t(48) = 1.39, p = .18$). Gezien dit gegeven is er voor gekozen om alleen de scores op populariteit uit de pre-test mee te nemen in dit onderzoek.

ARQA maten vergeleken met dezelfde geshuffelde ARQA maten

RAD. Per leerling werd RAD twee keer berekend, eenmaal gebaseerd op de originele tijdserie (RAD) en eenmaal gebaseerd op de geshuffelde tijdserie (RAD_s). Voor alle leerling die deelnamen aan het onderzoek naar ritmisch gedrag is *per taak* het gemiddelde van RAD en RAD_s berekend. Dit resulteerde in vijf verschillcores per deelnemer die allemaal geanalyseerd werden middels een gepaarde *t*-test. Uit de analyses blijkt dat de RAD op alle taken significant verschilt van de RAD_s ($p < .001$, zie tabel 2). Dat wil zeggen dat de gemiddelden van RAD dusdanig verschilden van de gemiddelden van de RAD_s dat de originele tijdseries waarover de RAD was berekend zeer waarschijnlijk niet op basis van kans kunnen worden gegenereerd.

TranSta. Ook de TranSta werd twee keer berekend, eenmaal gebaseerd op de originele tijdseries (TranSta) en eenmaal gebaseerd op de geshuffelde tijdseries (TranSta_s). De gemiddelde TranSta kon alleen berekend worden in de taken waarin de deelnemers een extern ritme dienden te volgen. De TranSta werd daarom alleen berekend voor taak twee tot en met taak vijf. Elk van deze vier taken bestond uit drie tempoblokken en over *elk tempoblok* afzonderlijk werd de TranSta berekend. In het totaal is er dus per deelnemer over 12 tempoblokken een TranSta berekend. Dit resulteerde in 12 verschillcores van de gemiddelden van de TranSta en de TranSta_s werden geanalyseerd middels een gepaarde *t*-test. De TranSta verschilt op 11 van de 12 tempoblokken significant met de TranSta_s (zie Tabel 2). Op één tempoblok (tempoblok 3 in taak 3) is geen significant verschil gevonden tussen de gemiddelden van de TranSta en de TranSta_s ($t(41) = -1.16$, $p = .251$). Dit is mogelijk te verklaren doordat er aan het einde van de tijdseries datapunten verloren zijn gegaan met het reconstrueren van de fase ruimte. Doordat er als gevolg van de reconstructieaan het einde van een tijdserie minder datapunten overblijven is de kans groter dat de gemiddelde TranSta van de originele tijdserie daardoor in het laatste tempoblok overeenkomt met de gemiddelde TranSta van de geshuffelde tijdserie. Hoe minder datapunten er namelijk beschikbaar zijn hoe meer kans er is dat de geshuffelde tijdserie eenzelfde temporele structuur laat zien dan de originele tijdserie. Immers, hoe kleiner de tijdserie hoe minder variatie er mogelijk is binnen de volgorde van de datapunten.

Concluderend kan worden gesteld dat de originele tijdseries naar alle waarschijnlijkheid een specifieke temporele structuur bevatten die niet ook op basis van kans kan worden gegenereerd.

Tabel 2

Vergelijking van de RQA-maten (RAD en TranSta) geconstrueerd met de originele tijdseries en de RQA-maten (RAD_s en TranSta_s) geconstrueerd met de geshuffelde tijdseries

	Totaal aantal leerlingen	Gemiddelde TranSta	Gemiddelde TranSta_s	Gemiddelde Rad	Gemiddelde Rad_s	Gepaarde <i>t</i> -test
	N(df)	M (SD)				t
Taak 1	48(47)			.68	.88	-4.88***
Taak 2	48(47)			.79	1.1	-11.12***
<i>(tweedelig)</i>						
Tempoblok 60 bpm	47(46)	-.11	-.01			-2.93**
Tempoblok 100 bpm	48(47)	-.24	-.10			-2.70**
Tempoblok 140 bpm	43(42)	-.09	-.07			-2.39*
Taak 3	48(47)			.71	.94	-7.78***
<i>(tweedelig)</i>						
Tempoblok 140 bpm	43(42)	-.10	-.02			-2.18*
Tempoblok 100 bpm	48(47)	-.17	.04			-4.82***
Tempoblok 60 bpm	42(41)	-.05	.01			-1.16
Taak 4	48(47)			.75	1.1	-7.83***
<i>(driedelig)</i>						
Tempoblok 60 bpm	44(43)	-.04	.07			-2.32*
Tempoblok 100 bpm	47(46)	-.19	-.03			-3.60***
Tempoblok 140 bpm	45(44)	.04	.21			-4.45***
Taak 5	48(47)			.73	1.1	-6.82***
<i>(driedelig)</i>						
Tempoblok 140 bpm	41(40)	-.01	.09			-2.41*
Tempoblok 100 bpm	44(43)	-.22	-.01			-3.64***
Tempoblok 60 bpm	36(35)	-.06	.12			-3.91***

* $p < .05$, tweezijdig. ** $p < .01$, tweezijdig, *** $p < .001$, tweezijdig.

Zoals blijkt uit Tabel 2, verschilt het totale aantal leerlingen per tempoblok dat is meegenomen in de analyse. Dit is te verklaren doordat niet iedere leerling binnen één tempoblok een stabiele periode liet zien. Als er voor een leerling binnen een bepaald tempoblok geen recurrente punten op de horizontale lijn werden gevonden dan was er ook geen sprake van een stabiele periode binnen dat tempoblok. Hierdoor konden deze leerlingen niet meegenomen worden in de berekening van de TranSta, en kregen zij geen score.

Samenhang van de radius (RAD) van taak 1 met de RAD van taak 2 tot en met 5

Om te kunnen vaststellen of de mate van stabiliteit in de tijdserie van taak 1 samenhangt met de mate van stabiliteit in de tijdserie van de leerling in de taak 2 t/m 5, is de samenhang berekend tussen de radius van taak 1 en de radius van de taken 2 t/m 5. Deze correlaties zijn weergegeven in Tabel 3. Uit de berekening bleek dat de radius van taak 1 (interne conditie) positieve, significante correlaties liet zien met de radius van taak 2, 3 en 5. Hieruit kon worden opgemaakt dat de grootte van de radius waarbinnen genoeg recurrente punten werden gevonden om aan de fixed recurrence rate van 10% te voldoen op taak, 1 samenhangt met de grootte van de radius op taak 2, 3 en 5. Een leerling met kleinere radius (en dus een stabielere tijdserie) op taak 1 zal naar alle waarschijnlijkheid ook een kleinere radius op taak 2, 3 en 5 laten zien. Het lijkt er dus op dat de stabiliteit binnen het eigen tempo van een leerling samenhangt met de stabiliteit die een leerling laat zien in de synchronisatie met een extern ritme. Echter, bij taak 4 is deze samenhang niet gevonden ($r(47) = .284, p = .051$).

Tabel 3

Correlatie tussen de radius op Taak 1 en de radius taak 2 tot en met 5

	Radius Taak 1
	$r(df)$
Radius Taak 2 <i>tweedelig</i> (60-100-140 bpm)	.52(47)**
Radius Taak 3 <i>tweedelig</i> (140-100-60 bpm)	.51(47)**
Radius Taak 4 <i>driedelig</i> (60-100-140 bpm)	n.s.
Radius Taak 5 <i>driedelig</i> (140-100-60 bpm)	.54(47)**

** $p < .01$, tweezijdig

Samenhang tussen alle ARQA maten en populariteit

Zowel de radius als de TranSta van alle taken lieten zeer lage en non-significante zien met de z-scores op de vragen die gingen over populariteit (alle p 's $> .05$). De scores op de sociometrische vragenlijst leken dus geen verband te houden met noch de stabiliteit van intern, eigen ritmisch gedrag, noch de stabiliteit en vertraging in de synchronisatie met een extern ritme.

Discussie

In deze studie werd onderzoek gedaan naar het verband tussen ritmische gedrag en de kwaliteit van interpersoonlijke relaties. Er werd gekeken naar twee verschillende aspecten van ritmisch gedrag; de stabiliteit van intern, eigen ritmisch gedrag en naar het vermogen om ritmisch gedrag aan te passen en stabiel vol te houden in synchronisatie met een extern ritme. De data van deze studie werd geanalyseerd met behulp van Recurrence Quantification Analyse (RQA). De resultaten van deze studie kunnen in drie hoofdpunten worden samengevat: (i) de beide onderzochte aspecten van het ritmisch gedrag van de leerlingen blijken elk een structuur te bevatten die niet kan worden verkregen op basis van kans, (ii) er blijkt een samenhang te bestaan tussen de stabiliteit van intern, eigen ritmisch gedrag van leerlingen en de stabiliteit van het ritmisch gedrag in synchronisatie met een extern ritme en (iii) er is geen verband gevonden tussen de kwaliteit van interpersoonlijke relaties en de twee onderzochte aspecten van ritmisch gedrag,.

Structuur in ritmische gedrag

In deze werd er vanuit gegaan, op basis van eerder onderzoek (Demany, Mckenzie & Vurpillot, 1977; Stern, 2000; Winkler, Háden, Landinig, Sziller & Honing, 2009) dat elk oscillerend systeem een specifieke, eigen ritmische structuur heeft en mede daardoor kan synchroniseren met een ander oscillerend systeem. De resultaten van deze studie bevestigen de bevindingen uit eerder onderzoek. Het blijkt dat het ritmisch gedrag dat leerlingen in deze studie laten zien, net zoals in eerder studies, dusdanig is geordend en gegroepeerd dat de ontstane van structuur in het ritmisch gedrag van de leerlingen niet op toeval kan berusten. Doordat in deze studie onderzoek werd gedaan naar de synchronisatie tussen twee oscillerende systemen was het van belang dat de veronderstelling dat elk oscillerend systeem een eigen structuur heeft, werd bevestigd. Zodra uit de onderhavige studie namelijk zou zijn gebleken dat het ritmisch gedrag van de leerlingen geen specifieke structuur bevatte, zou het niet mogelijk zijn geweest om verder onderzoek te doen en naar het vermogen om ritmisch gedrag aan te passen en stabiel vol te houden in synchronisatie met een extern ritme.

Stabiliteit, synchronisatie en ritmische gedrag

In deze studie is aangetoond dat de stabiliteit van het eigen tempo van één oscillerend systeem, in dit geval de leerling, positief samenhangt met de stabiliteit waarin de leerling kan synchroniseren met een ander oscillerend systeem. Het verband tussen de stabiliteit van het eigen tempo van een oscillerend systeem en de stabiliteit in de synchronisatie met een ander oscillerend systeem was nog niet eerder op deze wijze onderzocht. De samenhang is gevonden in een experimentele setting. De leerlingen kregen de taak om te synchroniseren met een ander oscillerend systeem waarvan zowel het tempo van bewegen als de wisselingen in het tempo van bewegen onveranderlijk waren en waarmee geen interactie mogelijk was gedurende de taak. Tijdens de synchronisatietaak kon er alleen een

stabiele synchronisatie ontstaan met de computer wanneer de leerling in staat was het eigen tempo van bewegen aan te passen aan het tempo van de computer. In een experimentele setting waarin de stabiliteit van het eigen tempo van één oscillerend systeem is aan te passen heeft dit wellicht effect op de stabiliteit in de synchronisatie tussen twee oscillerende systemen. Echter, doordat er in deze experimentele setting geen interactie plaats vond tussen de twee oscillerende systemen is het de vraag of het beïnvloeden van de stabiliteit van het eigen tempo van één oscillerend systeem ook effect heeft op de synchronisatie *in interactie* met een ander oscillerend systeem.

Zoals besproken in de inleiding is synchronisatie in de ouder-kind interactie van belang voor de ontwikkeling van de interpersoonlijke relaties (Feldman, 2007). Er wordt vanuit gegaan dat de synchronisatie tussen twee oscillerende systemen ontstaat doordat er interactie mogelijk is tussen de twee systemen (Pikovsky, et. al., 2001). Echter, gezien de resultaten van deze studie zou het daarnaast misschien ook mogelijk kunnen zijn dat de stabiliteit van het tempo van één oscillerend systeem effect heeft op de stabiliteit in de synchronisatie tussen twee interacterende oscillerende systemen. Uit verder onderzoek zou bijvoorbeeld kunnen blijken dat het vermogen tot stabiel synchroniseren niet alleen een eigenschap is van de interactie tussen twee oscillerende systemen maar ook een dynamische eigenschap is van één oscillerend systeem. Als vervolg onderzoek uitwijst dat het vermogen om stabiel te synchroniseren ook een dynamische eigenschap is van één oscillerend systeem dan zou dit in de praktijk kunnen betekenen dat het in dat geval wellicht mogelijk is om met kinderen waarvan blijkt dat zij, in vergelijking met anderen kinderen, een onstabiel eigen tempo hebben, te werken aan het stabiel maken van hun eigen tempo zodat zij daarna ook stabiel kunnen synchroniseren in interactie met andere kinderen en zodoende de kwaliteit van hun interpersoonlijke relaties verbetert. Het strekt daarom de aanbeveling om in de toekomst soortgelijk onderzoek te doen maar daarbij de mogelijkheid te scheppen tot interactie tussen de twee oscillerende systemen.

Synchronisatie in een experimentele setting en de kwaliteit van interpersoonlijke relaties

In deze studie werd *geen* verband gevonden tussen het vermogen om ritmisch gedrag aan te passen en stabiel vol te houden in synchronisatie met een extern ritme en de kwaliteit van interpersoonlijke relaties. Mogelijk is de opzet van deze studie hiervoor verantwoordelijk. Allereerst zou het kunnen dat de manier waarop de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties is gemeten hieraan ten grondslag ligt. Net zoals in onderhavige studie hebben de onderzoekers Harrist, Pettit, Dodge en Bates (1994) onderzoek gedaan naar de synchronisatie tussen twee oscillerende systemen enerzijds en de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties anderzijds. Zij veronderstelden dat de synchronisatie die tot stand kwam in de moeder-kind interactie samenhang met de kwaliteit van interpersoonlijke relaties van het kind met andere kinderen. Thuisobservaties brachten de synchronisatie in de moeder-kind interactie in kaart en de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties met andere kinderen werd in kaart gebracht middels een sociometrisch interview waarbij agressie jegens anderen en de omgang met anderen symbool stond voor de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties. Uit het onderzoek bleek dat

synchronisatie die tot stand kwam in de moeder-kind interactie samenhang met de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties met andere kinderen. De kwaliteit van de interpersoonlijke relaties van het kind werd in dit onderzoek, net als in deze studie, in kaart gebracht middels een sociometrisch interview maar toch was er een wezenlijk, inhoudelijk verschil. In deze studie werd alleen de conditie ‘populariteit’ als uitgangspunt genomen om de kwaliteit van interpersoonlijke relaties in kaart te brengen. De leerlingen nomineerden klasgenoten op de vragen ‘Wie uit de klas vindt jij het meest populair?’ en ‘Wie uit de klas vindt jij het minst populair?’. In het onderzoek van Harrist, et. al. (1994) werd echter gebruik gemaakt van twee, andere condities, ‘agressies jegens anderen’ en ‘omgang met anderen’. De kinderen kregen per conditie drie vragen waarop zij andere kinderen konden nomineren. In de conditie agressie jegens anderen was een van de vragen bijvoorbeeld ‘wie is gemeen tegen anderen om te krijgen wat hij wil?’ en in de conditie omgang met anderen ‘Wie kan er goed met andere samen spelen?’. Het is mogelijk dat de condities uit het onderzoek van Harrist et. al. (1994) de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties beter weerspiegelen dan de conditie ‘populariteit’ die in deze studie als uitgangspunt is genomen om de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties in kaart te brengen. Dit sluit aan bij de veronderstelling van Bukowski, Hoza en Boivin (1993) dat de individuele score van een kind op de conditie ‘populariteit’ niets zegt over de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties van dat kind. De score op de conditie ‘populariteit’ weerspiegelt volgens hen namelijk de mening van een groep over een individu in de groep maar zegt nog niets over hoe het individuele kind de relaties met anderen ervaart. Zij stellen dat de kwaliteit van een vriendschap tussen twee individuen binnen een groep veel meer zegt over de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties van een kind dan de score op de conditie ‘populariteit’.

De opzet van het onderzoek van Harrist, et. al. (1994) verschilt ook op een ander punt met de opzet van onderhavige studie. De synchronisatie in het onderzoek van Harrist et. al. is geoperationaliseerd door observaties van de moeder-kind interactie in een natuurlijk setting. In de huidige studie is de mate van synchronisatie in kaart gebracht in een experimentele setting waarbij geen interactie plaats vond. Wellicht is er wel een samenhang tussen het vermogen van kinderen om te synchroniseren in de ene relatie en de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties in een andere situatie maar kan dit alleen worden onderzocht in een natuurlijke omgeving waarbij in ogenschouw wordt genomen dat de synchronisatie in de interactie en ook de kwaliteit van de interpersoonlijke relatie waarschijnlijk een dynamisch proces is tussen twee oscillerende systemen en dat dit zich niet laat ‘vangen’ in een experimentele setting waarin geen interactie mogelijk is tussen twee oscillerende systemen.

Deze veronderstelling, dat de samenhang tussen het vermogen tot synchronisatie als de kwaliteit van interpersoonlijke relaties alleen te onderzoeken is in de interactie tussen twee personen, vindt gedeeltelijk aansluiting in de opzet van onderzoeken waarin het verband tussen synchronisatie en interpersoonlijke relaties wel werd aangetoond (Chartrand & Bargh, 1999; Felman, 2007; Hove & Risen, 2009; LaFrance, 1979; Miles, Nind & Macrae, 2009; Trevarthen & Daniel, 2005). In deze

onderzoeken werd, zowel in natuurlijke als in experimentele settings, de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties onderzocht voor personen die *in interactie* met elkaar een bepaalde mate van synchronisatie ervoeren. Zowel het vermogen tot synchronisatie als de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties werd in deze onderzoeken dus onderzocht in de interactie tussen twee personen en niet, zoals in onderhavige studie binnen één persoon. Concluderend kan gesteld worden dat het er op lijkt dat zowel de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties als het vermogen tot synchronisatie voort komt uit de interactie tussen personen en niet gebaseerd is op de karakteristieken van één persoon. Voor toekomstig onderzoek naar de kwaliteit van interpersoonlijke relaties strekt het daarom ook de aanbeveling om deze kwaliteit te onderzoeken in de interactie tussen twee of meerdere personen.

Conclusie

De samenhang tussen het vermogen tot synchronisatie en de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties is in deze studie niet aangetoond. Dit kan veel verschillende oorzaken waarvan hierboven een aantal zijn uitgelicht. Het is ook mogelijk dat er überhaupt geen verband bestaat tussen het vermogen tot synchronisatie en de kwaliteit van de interpersoonlijke relaties.

Ook leert dit onderzoek dat concepten, die dynamisch zijn van aard, zoals de synchronisatie tussen twee oscillerende systemen en de kwaliteit van interpersoonlijke relaties wellicht alleen kunnen worden onderzocht in een setting waarbij het hele systeem wordt meegenomen in de onderzoeksopzet. Zodra deze concepten buiten de context van het systeem worden onderzocht en daardoor niet in verbinding kunnen staan met alle facetten van het systeem waarin ze zich oorspronkelijk bewegen, verliezen zij waarschijnlijk hun betekenis. Dit pleit ervoor om bij toekomstig onderzoek naar concepten met een dynamische aard, zoals bijvoorbeeld menselijke gedrag, zoveel mogelijk alle facetten en interacties van het systeem in onderzoek te betrekken.

Appendix 1a Pre-test Sociometrische vragenlijst

Sociometrie

Je mag net zoveel klasgenoten noemen als je wil (ook meer dan 9). Probeer wel bij elke vraag **minimaal 1** klasgenoot in te vullen. Vul hier **niet** de namen van je klasgenoten in, maar het bijhorende nummer dat op de namenlijst staat! Je mag **niet** jezelf noemen!

Lees de vragen goed voor je antwoord geeft, maar denk niet te lang na.

1. Wie uit jouw klas is jouw beste vriend(in)? _____

2. Wie uit jouw klas zijn nog meer jouw beste vriend(inn)en?

1 _____ 4 _____ 7 _____

2 _____ 5 _____ 8 _____

3 _____ 6 _____ 9 _____

3. Welke kinderen uit je klas vind jij het *meest* aardig?

1 _____ 4 _____ 7 _____

2 _____ 5 _____ 8 _____

3 _____ 6 _____ 9 _____

4. Welke kinderen uit je klas vind jij het *minst* aardig?

1 _____ 4 _____ 7 _____

2 _____ 5 _____ 8 _____

3 _____ 6 _____ 9 _____

5. Welke kinderen uit jouw klas zijn het *meest* populair?

1 _____ 4 _____ 7 _____

2 _____ 5 _____ 8 _____

3 _____ 6 _____ 9 _____

6. Welke kinderen uit je klas zijn het *minst* populair?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____

7. Welke kinderen uit jouw klas negeren anderen of sluiten anderen buiten?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____

8. Welke kinderen uit jouw klas worden door anderen genegeerd of buitengesloten?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____

9. Welke kinderen uit jouw klas zijn leiders of nemen de leiding?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____

10. Welke kinderen uit jouw klas zeggen niet veel of zitten in pauzes alleen?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____

11. Welke kinderen uit jouw klas doen vaak alsof zij de baas zijn?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____

12. Welke kinderen uit jouw klas halen meestal de hoogste cijfers op school?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____

13. Welke kinderen uit jouw klas kunnen goed met anderen samenwerken?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____

14. Welke kinderen uit jouw klas helpen vaak andere kinderen?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____

15. Welke kinderen uit jouw klas verstoren vaak de les?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____

16. Met welke kinderen uit jouw klas zou je samen willen werken?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____

17. Met welke kinderen uit jouw klas wil je tijd doorbrengen na schooltijd?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____

Appendix 1b Post-test Sociometrische vragenlijst

Deel 1. Sociometrie

Je mag net zoveel klasgenoten noemen als je wil (ook meer dan 9). Probeer wel bij elke vraag **minimaal 1** klasgenoot in te vullen. Vul hier **niet** de namen van je klasgenoten in, maar het bijhorende nummer dat op de namenlijst staat! Je mag **niet** jezelf noemen!

Lees de vragen goed voor je antwoord geeft, maar denk niet te lang na.

1. Wie uit jouw klas is jouw beste vriend(in)? _____

2. Wie uit jouw klas zijn nog meer jouw beste vriend(inn)en?

1 _____ 4 _____ 7 _____

2 _____ 5 _____ 8 _____

3 _____ 6 _____ 9 _____

3. Welke kinderen uit je klas vind jij het *meest* aardig?

1 _____ 4 _____ 7 _____

2 _____ 5 _____ 8 _____

3 _____ 6 _____ 9 _____

4. Welke kinderen uit je klas vind jij het *minst* aardig?

1 _____ 4 _____ 7 _____

2 _____ 5 _____ 8 _____

3 _____ 6 _____ 9 _____

5. Welke kinderen uit jouw klas zijn het *meest* populair?

1 _____ 4 _____ 7 _____

2 _____ 5 _____ 8 _____

3 _____ 6 _____ 9 _____

6. Welke kinderen uit je klas zijn het minst populair?

1 _____	4 _____	7 _____
2 _____	5 _____	8 _____
3 _____	6 _____	9 _____