

Het Correlationele Verband tussen Gemiddelde Hartslag en Zelfgerapporteerde Arousal en Valence

Student: Lianne van de Kraats

Studentnummer: s2090937

Begeleiders: Matthijs Noordzij en Youri Derks

Masteropleiding Positieve Psychologie en Technologie

Universiteit Twente

1 April 2019

Abstract

Experienced feelings are commonly thought to be related to physiological changes (i.e. heart rate and skin conductance), but empirical support for this relation is inconsistent. In the present study, researchers examined the relation between the experienced feeling from the past minute and the corresponding average heart rate. For seven days, eighteen male and female participants wore a wristband that measured their heart rate and every two hours they were asked to fill in a online questionnaire on their phone. The questionnaire asked how they were feeling the past minute in terms of valence and arousal. Results showed no relation between heart rate and arousal or heart rate and valence. Because of the limited number of participants it would be unjustified to conclude that there is no relation between heart rate and experienced feelings. This research does give new directions for future research and offers an addition to previous research.

Samenvatting

Doorgaans wordt gedacht dat ons ervaren gevoel gerelateerd is aan fysiologische veranderingen (zoals hartslag en huidgeleiding), maar bewijs hiervoor is niet altijd consistent. In dit onderzoek is de relatie tussen het ervaren gevoel van de afgelopen minuut en de bijbehorende hartslag onderzocht. Zeven dagen lang droegen achttien mannen en vrouwen een polsband die hun hartslag mat. Iedere twee uur werden ze gevraagd een vragenlijst in te vullen op hun telefoon. Ze werden gevraagd hoe zij zich de afgelopen minuut voelden in termen van arousal en valence. Er werd geen relatie gevonden tussen hartslag en arousal en hartslag en valence. Door het lage aantal participanten kan niet met volledige zekerheid gesteld worden dat er geen relatie is tussen hartslag en ervaren gevoel. Dit onderzoek biedt wel meer mogelijkheden voor toekomstig onderzoek en is een toevoeging voor de al bestaande wetenschappelijke onderzoeken.

Inhoudsopgave

Onderdeel	Pagina
Inleiding	4
Methode	9
Resultaten	11
Discussie	14

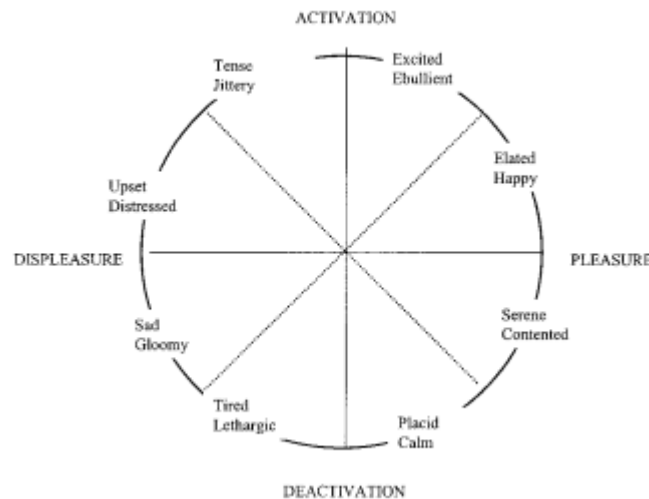
Inleiding

In het beloop der jaren is er al veel onderzoek gedaan naar de relatie tussen fysiologische reacties en gevoel. In 1884 kwam William James bijvoorbeeld met de theorie dat mensen gevoelens ervaren wanneer zij bepaalde veranderingen hun lichaam waarnemen (James, 1884; zoals beschreven in Pollatos, Herbert, Matthias & Schandry, 2006). Een meer hedendaagse theorie is dat men gevoelens ervaart om het organisme voor te bereiden op bepaalde acties die nodig zijn om optimaal te reageren op zijn of haar omgeving (o.a. Ekman, 1992; zoals genoemd in Evers, Hopp, Gross, Fischer, Manstead & Mauss, 2014). Volgens Paul Ekman (1992) zouden verschillende gevoelens ook verschillende bijbehorende fysiologische toestanden hebben. Deze relatie tussen gevoel en lichaam wordt echter niet altijd teruggevonden in wetenschappelijk onderzoek. In het onderzoek van Mauss, Levenson, McCarter, Wilhelm en Gross (2005) werden bijvoorbeeld gevoelens en fysiologische processen zoals huidgeleiding en bloeddruk gemeten terwijl de participanten individueel een film keken. Hierbij werd een significante relatie gevonden tussen het ervaren gevoel en de gemeten fysiologische processen. Maar in een onderzoek van Evers et al. (2014) werd er geen relatie gevonden tussen een gevoel dat bewust ervaren wordt en fysiologische processen. Om vast te kunnen stellen in welke mate er een verband is tussen het ervaren gevoel en fysiologische processen zal er dus meer onderzoek gedaan moeten worden.

Ervaren gevoel

Een manier om gevoelens te beschrijven waarbij ieder gevoel omvat kan worden is met het *core affect*. Het core affect is een neurofysiologische toestand die plezierig of onplezierig aanvoelt en dit gevoel kan sterk of zwak zijn (Barrett, 2006; Russel, 2003; Kuppens, Oravecz & Tuerlinckx, 2010). Deze neurofysiologische toestand is toegankelijk voor ons bewustzijn. Het plezierige of onplezierige gevoel dat ervaren wordt dat het gevolg is van het positief of negatief waarderen van een situatie of object wordt *valence* genoemd. De intensiteit van dit gevoel wordt *arousal* genoemd. Omdat ieder persoon op ieder moment zich wel in een bepaalde toestand van het core affect bevindt en omdat het uitdrukken van een gevoel in termen van arousal en valence overzichtelijk is, is deze manier om gevoelens te beschrijven zeer bruikbaar voor wetenschappelijk onderzoek. De overzichtelijkheid van het core affect is ook geïllustreerd in het onderzoek van Russel (2003), zoals ook te zien in Figuur 1.

Figuur 1: Het core affect met valence (plezierig/onplezierig) op de horizontale as en arousal (actief/niet actief) op de verticale as.



Gevoelens uniek per persoon

Het onderzoek van Kuppens et al. (2010) heeft laten zien dat ieder persoon gevoelens op een andere manier ervaart. Zij lieten hun participanten twee weken lang iedere dag meerdere malen aangeven hoe zij zich voelden. Dit deden zij door in een tweedimensionaal figuur met valence op de horizontale as en arousal op de verticale as (zoals ook in Figuur 1) een punt te zetten op de plek dat hun gevoel het beste weergeeft. De resultaten lieten zien dat ieder persoon een eigen basispunt heeft wat betreft arousal en valence. Dit basispunt wordt als comfortabel ervaren en houdt de gevoelstoestand van die persoon in balans. Interne gebeurtenissen (bijvoorbeeld het ervaren van pijn) en externe gebeurtenissen (bijvoorbeeld het zien van een grappige film) zorgen namelijk voor verschuivingen van arousal en valence, deze verschuivingen worden telkens weer terug in balans gebracht naar het basispunt toe. Hoe sterk de persoon fluctueert in zijn gevoelens en waar het basispunt ligt is per persoon verschillend. Dit maakt iedere persoon dus ook uniek in zijn of haar gevoelens.

Longitudinaal onderzoek naar ervaren gevoel en fysiologische processen

Er is in het verleden ook onderzoek gedaan naar het ervaren gevoel en fysiologische processen waarbij deze processen voor meerdere uren of zelfs dagen gemeten werden. Een voorbeeld hiervan is het onderzoek van Shapiro, Jamner en Goldstein (1997). De participanten werden een dag lang iedere 20 minuten gevraagd een vragenlijst in te vullen over hun gevoelens op dat moment. Ondertussen werd hun hartslag gemeten. Er werd daarbij geen relatie gevonden tussen gevoel en hartslag. Een soortgelijk onderzoek werd later gedaan door Shapiro, Jamner, Goldstein en Delfino (2001) bij verpleegsters tijdens twee werk en

twee vrije dagen. Zij vonden dat de intensiteit van negatieve gevoelens positief gecorreleerd was met hartslag, maar dat de intensiteit bij positieve gevoelens geen correlatie lieten zien. In een onderzoek van Myrtek en Brügger (1996) werd gekeken in hoeverre persoonlijke rapportages overeen kwamen met metingen van lichamelijke veranderingen. Daarbij werd de participanten gevraagd hoe zij zich voelden wanneer er veranderingen in het lichaam werden gesignaleerd. Deze metingen werden zowel in een laboratoriumstudie als in een veldstudie gedaan. Daarbij was de hartslag alleen in de laboratoriumstudie voorspellend voor gevoel. Als er gekeken wordt naar de bovenstaande drie onderzoeken dan lijkt de relatie tussen gevoel en het fysiologische proces hartslag dus niet zo sterk.

Analyse op inter- of intra-individueel niveau

Wat de bovenstaande onderzoeken van Shapiro et al. (1997), Myrtek en Brügger (1996) en Shapiro et al. (2001) met elkaar gemeen hebben wat betreft het uitvoeren van hun analyse, is dat ze allen meerdere metingen per persoon hebben gedaan maar dat ze vervolgens alle metingen van iedere participant samen als één groep hebben geanalyseerd. In Fisher, Medaglia en Jeronimus (2018) werd onderzoek gedaan naar het verschil in resultaten wanneer alle participanten individueel geanalyseerd werden of wanneer alle participanten samen als een groep werden geanalyseerd. Daarbij werden datasets van zes onderzoeken met meerdere metingen per participant opnieuw geanalyseerd. Het niveau waarop wordt geanalyseerd wanneer de metingen per participant worden onderzocht heet het intra-individuele niveau. Wanneer alle metingen van alle participanten samen als één groep worden geanalyseerd is dit op inter-individueel niveau. De resultaten van het onderzoek van Fisher en collega's toonde aan dat er substantiële verschillen waren tussen de uitkomsten op inter- en intra-individueel niveau. De correlaties die werden gemeten op intra-individueel niveau lieten bijvoorbeeld twee keer zoveel variantie zien dan de correlaties op inter-individueel niveau. Hierdoor vallen maar 68% van de individuele correlaties in het gebied van de mogelijke correlaties van de groep. Deze verschillen tussen het intra- en het inter-individuele niveau kunnen daarom ook tot verschillende conclusies leiden. Het onderzoek concludeerde dat een correlatie op inter-individueel niveau niet beschouwd mag worden als een gegeneraliseerde schatting van een individu in die populatie.

Zoals genoemd zijn bij de bovengenoemde onderzoeken van Shapiro et al. (1997), Myrtek en Brügger (1996) en Shapiro et al. (2001) alle analyses op inter-individueel niveau uitgevoerd. Als de conclusie van het onderzoek van Fisher et al. (2018) aangehouden wordt dan betekent dit dat de resultaten die gevonden zijn bij deze onderzoeken op intra-individueel

niveau wellicht tot andere conclusies hadden geleid. Onderzoek naar het ervaren gevoel en fysiologische veranderingen op intra-individueel niveau is dus noodzakelijk.

Verklaring voor de tegenstrijdige resultaten van onderzoek naar gevoelens en fysiologische processen

In het onderzoek van Evers et al. (2014) wordt er een mogelijke verklaring gegeven voor de wisselende relatie tussen het ervaren gevoel en fysiologische processen die tot nu toe worden gemeten zoals bij de onderzoeken van Shapiro et al. (1997), Myrtek en Brügger (1996) en Shapiro et al. (2001). In hun onderzoek werd er uitgegaan van twee onafhankelijke respons-systemen, namelijk het automatische en reflectieve respons-systeem. Daarbij zorgt het automatisch systeem voor snelle en onbewuste reacties op de omgeving en het reflectieve systeem voor wat tragere en bewuste reacties op de omgeving. Fysiologische veranderingen zoals een verandering van hartslag of huidgeleiding zijn een voorbeeld van een automatische respons, terwijl veranderingen in gedrag zoals gezichtsuitdrukkingen grotendeels bij een reflectieve respons past. Gevoelens kunnen zowel reflectief als automatisch zijn. Zo is een gevoel automatisch wanneer deze onbewust wordt geactiveerd in het brein door cues uit de omgeving en reflectief wanneer het gevoel wel bewust wordt ervaren en gerapporteerd kan worden. Uit de resultaten van het onderzoek van Evers en collega's is gekomen dat er bij automatische processen onderling en reflectieve processen onderling matige correlaties werden gemeten. Gevoelens in het automatische systeem correleerde bijvoorbeeld matig met fysiologische veranderingen en reflectieve gevoelens correleerde matig met veranderingen in de gezichtsuitdrukking. Er werd geen significante correlatie gevonden tussen het automatische systeem en het reflectieve systeem. Een reflectief gevoel correleerde dus niet met een fysiologische verandering. Er werd geconcludeerd dat de sterkte van de relatie tussen fysiologische veranderingen en gevoel dus afhankelijk is van welk respons-systeem betrokken is. Dit zou dus kunnen verklaren waarom er bij onderzoeken zoals die van Myrtek en Brügger (1996) en van Shapiro et al. (1997) geen relatie was gevonden tussen ervaren gevoel en fysiologische processen.

Dit onderzoek

In dit artikel zal er onderzoek gerapporteerd worden over de relatie tussen het ervaren gevoel en fysiologische processen. Meer onderzoek naar dit onderwerp is van belang omdat verschillende wetenschappelijke onderzoeken tot nu toe resultaten hebben gevonden die tegenstrijdig zijn aan elkaar (o.a. Mauss et al., 2005; Evers et al., 2014). Meer kennis op dit gebied zorgt er ook voor dat wetenschappers beter begrijpen hoe gevoelens invloed kunnen

hebben op de lichamelijke gezondheid. Wanneer er een relatie tussen ervaren gevoel en fysiologische processen bestaat is het ook mogelijk om het ervaren gevoel te voorspellen wanneer de fysiologische processen gemeten worden. Dit zou voor de wetenschap en technologie ook weer nieuwe mogelijkheden bieden. Dan zou bijvoorbeeld de smartwatch (een nieuw technologisch horloge met uitgebreide functies zoals GPS, internet, hartslagmeter en stappenteller) gebruikt kunnen worden om de gemeten fysiologische processen te vertalen naar het ervaren gevoel. Deze toepassing zou dan weer bruikbaar zijn bij wetenschappelijk onderzoek naar bijvoorbeeld de werkzaamheid van een therapeutische behandeling bij een stemmingsstoornis. De fysiologische processen van de persoon zouden dan gedurende de behandeling gemeten kunnen worden met behulp van een smartwatch. Door deze informatie dan te vertalen naar hoe deze persoon zich gedurende de behandeling voelt kan gekeken worden of de behandeling het gewenste effect heeft gehad. Meer kennis over de relatie tussen ervaren gevoel en fysiologische processen geeft de wetenschap, technologie en gezondheidszorg dus weer meer mogelijkheden.

De vraag die dit onderzoek zal proberen te beantwoorden is: in welke mate is er sprake van een relatie tussen hartslag en zelfgerapporteerde arousal en valence op intra-individueel niveau? Om deze relatie te meten zal dit onderzoek dus zowel een fysiologisch proces meten als het ervaren gevoel. Hierbij is als fysiologisch proces gekozen voor hartslag. Deze keuze is bewust gemaakt omdat hartslag vaker wordt gebruikt als fysiologisch proces in wetenschappelijk onderzoek (zoals ook in Shapiro et al., 1997; Myrtek & Brügger, 1996; Shapiro et al., 2001).

Daarnaast wordt het ervaren gevoel gemeten worden door middel van zelfrapportages. De participant wordt daarbij gevraagd een aantal vragen te beantwoorden die de mate van arousal en de valence meten, die samen de uitdrukking van gevoel zijn volgens het core affect (Barrett, 2006; Russel, 2003; Kuppens et al., 2010).

Dit onderzoek zal op intra-individueel niveau geanalyseerd worden. Deze keuze is gebaseerd op een conclusie die werd getrokken in het onderzoek van Fisher et al. (2018), namelijk dat een correlatie op inter-individueel niveau niet beschouwd mag worden als een gegeneraliseerde schatting van een individu in die populatie. Omdat gevoelens volgens Kuppens et al. (2010) door ieder individu op een andere manier ervaren worden is het belangrijk dat het ervaren gevoel dan ook individueel geanalyseerd wordt.

Tot slot wordt er gebruik gemaakt van de *experience sampling* methode om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Experience sampling is een methode waarbij er op willekeurige of vooraf geselecteerde momenten aan de participant gevraagd wordt om hun

gevoelens en/of activiteiten van dat moment online te registreren (Scollon, Kim-Prieto, & Diener, 2009). Met deze methode zullen in dit onderzoek zowel mannelijke als vrouwelijke participanten zeven dagen lang iedere twee uur online een vragenlijst invullen over hun ervaren gevoel van de afgelopen minuut. Dit wordt ingevuld in termen van mate van arousal en valence. Ondertussen zal hun hartslag gemeten worden met behulp van een polsband. De zelfgerapporteerde arousal wordt de variabele Arousal genoemd, de zelfgerapporteerde valence is de variabele Valence en de gemeten hartslag is de variabele Hartslag. Dit is een observerend onderzoek.

De hypothese van dit onderzoek is dat er wordt verwacht dat er geen sprake is van een relatie tussen de zelfgerapporteerde arousal en valence, en de gemeten hartslag op intra-individueel niveau. Deze verwachting is gebaseerd op het onderzoek van Evers (2014) waarin er geen significante relatie werd gevonden tussen het automatische en reflectieve systeem. Als er uitgegaan wordt van deze resultaten dan zal een zelfgerapporteerd gevoel (reflectief) dus niet significant correleren met een fysiologisch proces (automatisch). Dit resultaat werd ook gevonden bij de onderzoeken van Shapiro et al. (1997), Myrtek en Brügger (1996) en Shapiro et al. (2001). In hun onderzoeken werd er namelijk in kleine tot geen mate een relatie gevonden tussen ervaren gevoel en hartslag.

Methode

Deelnemers

Aan dit onderzoek hebben in totaal twintig personen deelgenomen. Wegens problemen met de apparatuur ontbrak er bij twee participanten een deel van de data. De gebruikte polsband kon niet correct synchroniseren met het computerprogramma waardoor de data die gemeten was met de polsband niet opgeslagen kon worden. Deze twee participanten zijn daarom niet meegenomen met de analyse waardoor er 18 participanten over bleven (vrouwen = 9, mannen = 9; leeftijdscategorie 18-45 jaar, $M=23.2$, $SD=5.97$). Een deel van de participanten studeerde aan de Universiteit Twente en waren verworven door het online proefpersonen programma Sona waar ze zich vrijwillig aan konden melden voor dit onderzoek. Ze werden na deelname beloond met 5.25 proefpersoonuren. Ook hebben de onderzoekers buiten Sona om uit hun eigen omgeving vrijwillige participanten geworven.

Als voorwaarde voor deelname werd gesteld dat de participant Engels als moedertaal of als tweede taal moest hebben. Ook moest de participant in het bezit zijn van een smartphone en toegang hebben tot een computer met een USB-poort en internet verbinding. Bij de werving werden de participanten verzekerd van hun anonimiteit en werd benadrukt dat

ze op elk moment hun deelname aan het onderzoek mochten beëindigen. Aan het einde van het onderzoek werden de participanten op de hoogte gesteld waar het onderzoek over ging. Dit onderzoek is goedgekeurd door de Ethische Commissie aan de Universiteit Twente.

Materialen

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de mobiele applicatie "mQuest". Dit is een applicatie voor smartphones waarop gebruikers online vragenlijsten toegestuurd kunnen krijgen op bepaalde ingestelde tijden. Deze applicatie is dus geschikt voor de experience sampling methode. mQuest maakt ook gebruik van notificaties waardoor de gebruiker een alert krijgt zodra er een nieuwe vragenlijst klaar staat om in te vullen.

Via mQuest is er een korte vragenlijst gemaakt van twee vragen. Deze vragen werden in het Engels gepresenteerd. De eerste vraag was hoe plezierig (valence) de participant zich de afgelopen minuut heeft gevoeld (0=zeer onplezierig, 10=zeer plezierig). Deze vraag meet de variabele Valence. De tweede vraag was hoe hoog de intensiteit van dit gevoel was (arousal) de afgelopen minuut (0=heel laag, 10=heel hoog). Deze vraag meet de variabele Arousal.

Er is gebruik gemaakt van de Empatica E4 (Garbarino, Lai, Bender, Picard, & Tognetti, 2015). De E4 is een 4x4cm zwart apparaat aan een zwarte polsband (zie Figuur 2). De Empatica E4 heeft meerdere sensoren zoals bijvoorbeeld een hartslagmeter, een temperatuursensor en bewegingssensor. De hartslag wordt gemeten door een fotoplethysmografische sensor. Deze sensor werkt op basis van het weerkaatsen van licht tegen de huid. De fotoplethysmografische sensor straalt continu licht uit dat wordt weerkaatst door het weefsel onder de huid. De hoeveelheid bloed dat op dat moment door de aderen stroomt wordt dus ook weerkaatst waardoor er verschillen in bloedvolume gedetecteerd kunnen worden. Omdat bij iedere hartslag weer opnieuw een stroom aan bloed door de aderen loopt kan dus ook gedetecteerd worden hoe snel het bloed door het lichaam gepompt wordt en kan de hartslag gemeten worden. Hiervoor is het wel belangrijk dat de E4 tegen de huid gedrukt is, anders komt er licht van buitenaf tussen de huid en de sensor en kan de weerkaatsing van het licht niet goed gemeten worden. Iedere minuut wordt de gemiddelde hartslag van die minuut geregistreerd en deze variabele heet Hartslag.

Figuur 2: Buitenzijde Empatica E4 polsband



Bij de E4 hoort een oplaadstation en een Micro USB naar een USB kabel die de

polsband kan verbinden met een computer. De software die gebruikt werd om de data van de E4 op te slaan was E4 Manager, dit is een computer programma.

Procedure

Allereerst kregen de participanten instructies over de materialen die gebruikt werden tijdens het onderzoek. De participanten werden gevraagd de applicatie mQuest te downloaden op hun smartphone en het programma E4 Manager te installeren op hun computer. Zeven dagen lang moest de participant de E4 dragen gedurende de tijd dat hij/zij wakker was. Aan het einde van iedere dag moest de E4 opgeladen worden via het oplaadstation en verbonden worden met de computer zodat de E4 manager de data kon opslaan. Iedere twee uur kreeg de participant een melding op zijn of haar smartphone met het bericht dat er weer een vragenlijst ingevuld moest worden. De participant vulde deze twee vragen in en werd twee uur later weer gevraagd om opnieuw een vragenlijst in te vullen. De participanten hoefden de vragenlijst niet in te vullen als ze de E4 niet om hadden. Na zeven dagen de polsband te hebben gedragen werd de apparatuur weer ingeleverd bij de onderzoekers.

Design en data analyse

De data die is opgehaald via het programma mQuest en E4 manager werden samengevoegd tot één bestand. Omdat de Empatica E4 alle metingen met een tijdstempel heeft gelabeld kon de data van de gemeten hartslag worden omgezet naar gemiddelde hartslag per minuut. Ook de ingevulde vragenlijsten waren met een tijdstempel geregistreerd waardoor een ingevulde vragenlijst gepaard kon worden met de gemiddelde hartslag die de participant de afgelopen minuut had.

Met de samengevoegde data zijn de variabelen Hartslag, Arousal en Valence eerst getoetst op hun normaalverdeeldheid met behulp van de Kolmogorov-Smirnov test. Met de informatie van deze test is vervolgens voor iedere participant apart (intra-individueel) de correlatie tussen 1) Hartslag en Arousal en 2) Hartslag en Valence berekend door middel van een non-parametrische toets met de Spearman correlatie coëfficiënt.

Resultaten

Met de achttien participanten in totaal zijn er 751 metingen van arousal en valence middels de vragenlijst gedaan waarbij de variabelen Arousal en Valence zijn getoetst. Aan deze 751 metingen konden 359 metingen van gemiddelde hartslag gepaard worden. Dat niet iedere meting van arousal en valence gepaard kon worden aan een gemiddelde hartslag komt

mogelijk doordat de Empatica E4 niet altijd goed tegen de huid aan sloot. Gemiddeld per persoon zijn er 19.94 (Min=9 en Max=37) metingen gedaan. Een reden waarom er niet bij elke ingevulde vragenlijst een gemiddelde hartslag is gemeten kan het gevolg zijn van dat de polsband op dat moment niet helemaal goed op de huid aansloot. De gemiddelde hartslag van alle participanten is 80.60 bpm (SD=16.44). De gemiddelde gerapporteerde score bij Valence (met een schaal van 0 tot 10) is 3.97 (SD=2.10) en bij Arousal (met een schaal van 0 tot 10) 2.55 (SD=2.14).

Het resultaat van de Kolmogorov-Smirnov test bij de variabelen Hartslag, Arousal en Valence is als volgt: Hartslag $D(359) = .102$, $p < .05$; Arousal $D(359) = .146$, $p < .05$; Valence $D(359) = .132$, $p < .05$. De data van deze drie variabelen is niet normaal verdeeld.

Op intra-individueel niveau werden de correlaties per participant tussen 1) Arousal en Hartslag; en 2) Valence en Hartslag gemeten. Deze zijn in Tabel 1 weergegeven samen met hun niveau van significantie en het aantal metingen per participant waarop de correlaties zijn gebaseerd. In de tabel is te zien dat er tussen Hartslag en Arousal maar bij twee participanten een significante relatie bestaat (participant 6: $r = .410$, $p = .037$; participant 10: $r = .382$, $p = .041$). Deze relaties zijn beide matig positief te noemen (Cohen, 1988). Tussen Hartslag en Valence zijn geen significante correlaties gevonden. Ook was er één participant (participant 17) waarbij er geen correlatie van Hartslag en Arousal berekend kon worden doordat de participant bij vrijwel iedere meting van Arousal hetzelfde antwoord had ingevuld.

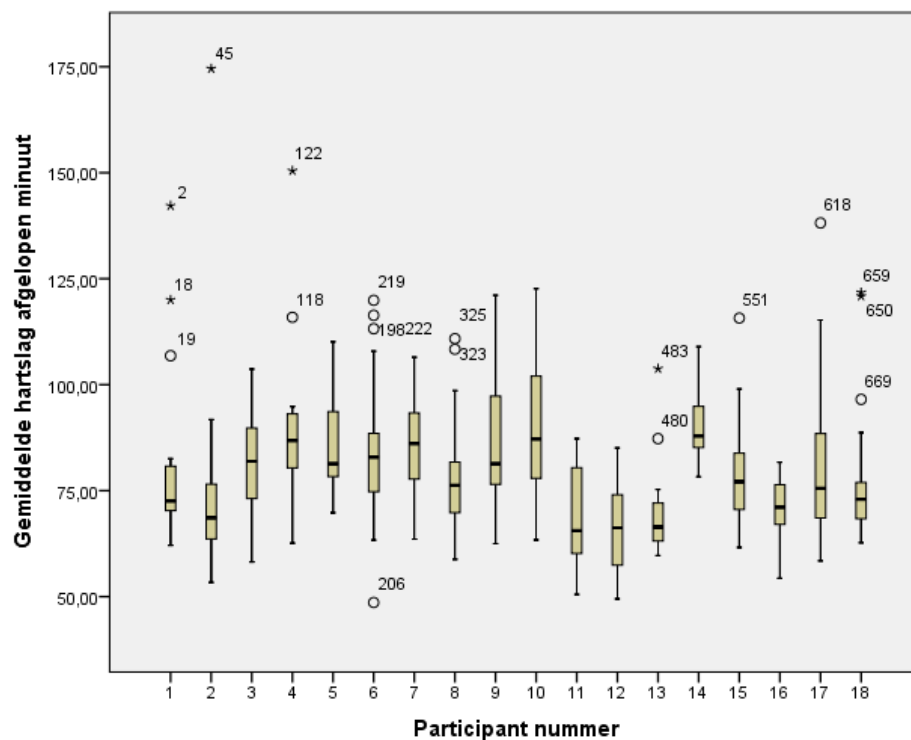
Tabel 1: Correlatie Hartslag, Arousal en Valence op intra-individueel niveau met significantieniveau

Ppnr	Correlatie: Hartslag x Arousal	p	Correlatie: Hartslag x Valence	p	Aantal metingen (N)
1	.219	.414	.217	.419	16
2	.121	.555	.028	.892	26
3	.070	.858	-.091	.851	9
4	.036	.912	-.170	.598	12
5	.267	.110	-.054	.749	37
6	.410	.037	.267	.188	26
7	-.153	.484	-.050	.819	23
8	.357	.112	.082	.725	21
9	.131	.630	-.078	.775	16
10	.382	.041	.016	.935	29
11	.365	.200	.099	.735	14
12	.458	.056	.227	.365	18
13	.014	.964	.079	.798	13

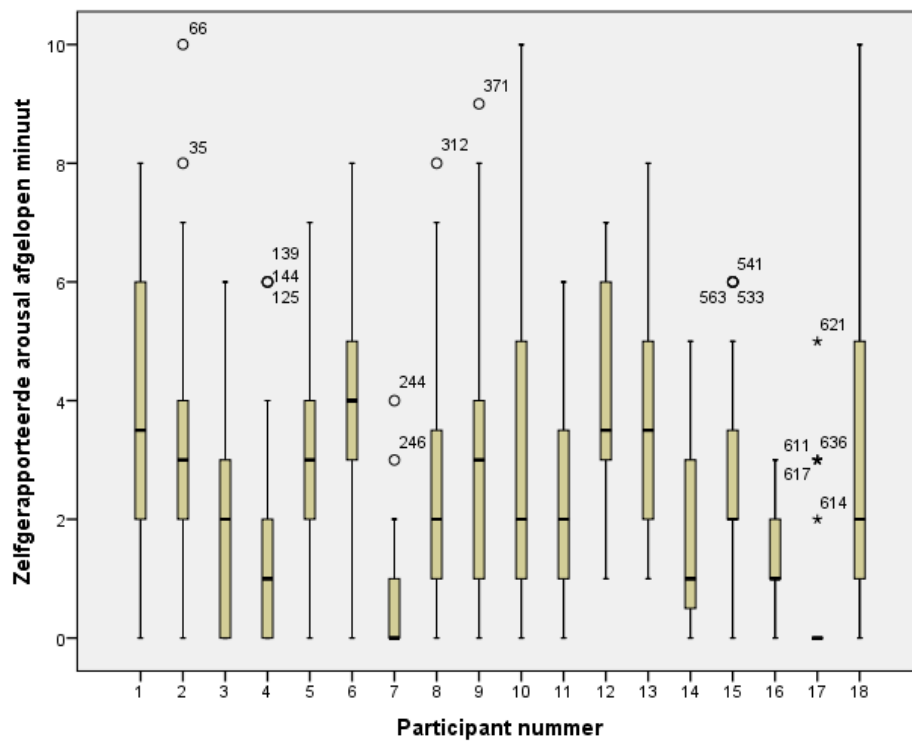
14	-.152	.619	.514	.072	13
15	.257	.214	-.182	.385	25
16	-.223	.463	-.079	.796	13
17	-	-	.299	.188	21
18	.375	.054	.262	.186	27

In de figuren hieronder is per participant de spreiding weergegeven door middel van een boxplot. In Figuur 3 is de spreiding van de variabele Hartslag weergegeven per participant, in Figuur 4 de spreiding van de variabele Arousal per participant en in Figuur 5 de spreiding van de variabele Valence per participant. Als de participanten die een significante relatie lieten zien tussen Hartslag en Arousal (participant 6 en 10) worden vergeleken met de andere participanten dan is er aan de lengte van de boxplots in Figuur 3 en 4 te zien dat participant 10 zowel op Hartslag als Arousal de grootste spreidingsbreedte laat zien van iedere participant. De spreiding van participant nummer 6 is vergelijkbaar met veel andere participanten. Ook is te zien in Figuur 4 en 5 dat de meeste participanten nooit een score van hoger dan 8 hebben ingevuld op de vragenlijsten over Arousal en Valence.

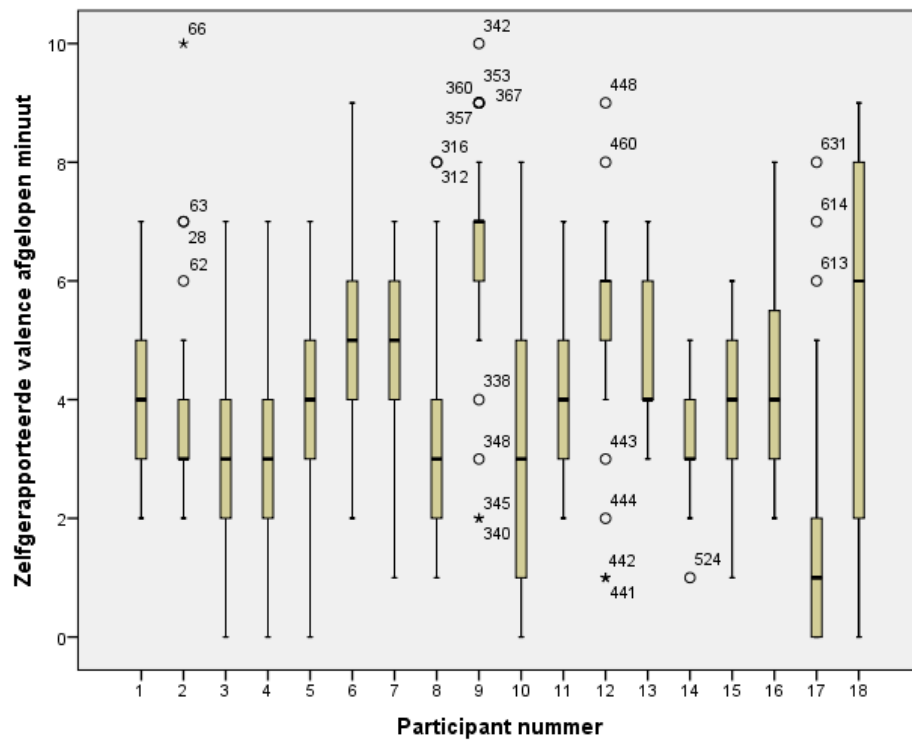
Figuur 3: Boxplot met spreiding van gemiddelde hartslag per participant



Figuur 4: Boxplot met spreiding zelfgerapporteerde arousal met participant



Figuur 5: Boxplot met spreiding zelfgerapporteerde valence per participant



Discussie

In dit onderzoek werd de hartslag van participanten een week lang gemeten. Daarbij hebben zij iedere twee uur een vragenlijst ingevuld over het niveau van arousal en valence dat zij de afgelopen minuut hebben ervaren. Met deze methode werd geprobeerd een antwoord te geven op de vraag in welke mate er sprake is van een relatie tussen hartslag en zelfgerapporteerde arousal en valence op intra-individueel niveau. Er werd verwacht dat er geen relatie zou worden gevonden tussen de variabelen 1) Hartslag en Arousal en 2) Hartslag en Valence.

Uit de resultaten is gekomen dat er geen sprake is van een relatie tussen hartslag en zelfgerapporteerde arousal en valence op intra-individueel niveau. Van de achttien participanten waren er namelijk maar twee die tussen Hartslag en Arousal een matig significante correlatie lieten zien. Tussen Hartslag en Valence is er geen significante correlatie gevonden. In andere woorden betekenen deze resultaten dat er geen verschil gevonden is in gemiddelde hartslag wanneer iemand zich op dat moment positief of negatief voelt. Ook is er geen verschil gevonden in hartslag wanneer dit ervaren gevoel intens of zwak is. Met deze resultaten is er geen reden om de hypothese te verwerpen die stelde dat de relatie tussen hartslag en zelfgerapporteerde arousal en valence niet-significant zou zijn.

Zoals hierboven genoemd is er bij twee participanten (participant 6 en 10) wel een matig significante correlatie gevonden. Dit is interessant omdat de resultaten van deze twee participanten volgens Figuren 3 en 4 en Tabel 1 niet lijken af te wijken van de resultaten van de rest van de participanten wat betreft hun gemiddelden, aantal metingen en de spreiding van de data. Ook is de gevonden correlatie van deze twee participanten niet sterk. Omdat er bij het grootste gedeelte van de participanten geen relatie is gemeten tussen Hartslag en Arousal en omdat de gevonden relaties niet sterk zijn kan het daarom zo zijn dat de relatie bij participanten 6 en 10 op toeval berust. Een andere verklaring zou kunnen zijn dat deze twee participanten de intensiteit van het gevoel baseerden op hoe hun lichaam reageerde op het gevoel.

Er zijn door eerder wetenschappelijk onderzoek met vergelijkbare resultaten een aantal redenen gegeven die de resultaten van dit onderzoek ook zouden kunnen verklaren. In het artikel van Evers en collega's (2014) werd er, zoals eerder genoemd, als verklaring voor het resultaat dat er geen relatie is tussen fysiologische processen en zelfgerapporteerde ervaren gevoelens gegeven dat het automatische en het reflectieve responsstelsel niet significant met elkaar correleren. In hun artikel vonden ze wel een relatie tussen onbewust geactiveerde affectieve cues vanuit de omgeving met fysiologische processen omdat deze beide behoren tot

het automatische responssysteem.

Ook Myrtek en Brügger (1996) kwamen met een soortgelijke verklaring voor hun resultaten. Zij suggereren namelijk dat veranderingen in fysiologische processen fungeren als reactie op geactiveerde cognitieve schema's (mentale structuren die kennis categoriseren) en dat daarbij ook arousal ontstaat die onbewust blijft. Beide onderzoeken (Evers et al., 2014; Myrtek & Brügger, 1996) geven dus als verklaring dat gevoelens die onbewust geactiveerd worden een verband hebben met fysiologische processen maar bewust ervaren gevoelens niet. Dat er in dit onderzoek geen relatie is gevonden tussen ervaren gevoel en het fysiologische proces hartslag is in lijn met deze verklaring, maar dit onderzoek heeft geen onbewust geactiveerde gevoelens gemeten. Er kan dus niet gesteld worden dat deze verklaring van Evers en collega's (2014) en Myrtek en Brügger (1996) volledig bevestigd is met dit onderzoek. Toekomstig onderzoek zou zich dus kunnen richten op de relatie tussen onbewust geactiveerde gevoelens en fysiologische verandering.

In het artikel van Myrtek en Brügger (1996) werd ook gesteld dat een extremere arousal wel een verband heeft met fysiologische processen. Dit komt overeen met de resultaten van Shapiro en anderen (2001) waarbij werd geconcludeerd dat de hartslag versneld wanneer arousal toeneemt. Deze resultaten zijn niet gevonden in dit onderzoek. Dit komt mogelijk doordat de participanten tijdens de metingen weinig momenten van hele hoge arousal hebben ervaren, sommige participanten zelfs helemaal niet (zoals te zien in Figuur 4). Het is dus mogelijk dat wanneer de participanten meer hogere niveaus van arousal hadden ervaren dat de resultaten dan anders waren geweest. Ook hier kan in de toekomst meer onderzoek naar gedaan worden.

Het is ook mogelijk dat er wel een relatie is tussen ervaren gevoel en hartslag, maar dat deze relatie bestaat uit de gevoelstoestand van iemand over een langere periode en de gemiddelde hartslag die het individu in die periode had. In dit onderzoek is er namelijk alleen gevraagd naar hoe iemand zich de afgelopen minuut heeft gevoeld met de daarbij behorende hartslag meting. Dat er met deze methode geen relatie is gevonden tussen hartslag en ervaren gevoel zegt dus dat het gevoel dat iemand ervaart op dat moment niet direct terug te zien is in een versnelling of vertraging van de hartslag wanneer dit gemeten zou worden. Wat dit onderzoek niet heeft gemeten is of het gemiddelde ervaren gevoel van iemand van bijvoorbeeld een hele week of hele maand een relatie heeft met de gemiddelde hartslag van die periode.

Als er gekeken wordt naar de opzet van dit onderzoek dan heeft dit onderzoek een aantal goede kwaliteiten. Er is bijvoorbeeld gebruik gemaakt van een experience sampling methode waarbij iedere participant zeven dagen lang heeft gerapporteerd hoe hij of zij zich voelde op verschillende momenten van de dag. Op deze manier zijn er veel metingen gedaan per participant waarmee er op individueel niveau geanalyseerd kon worden. Deze methode heeft ook zijn beperkingen, namelijk dat de procedure voor de participant als belastend kan worden ervaren. De participanten moesten namelijk iedere twee uur een vragenlijst invullen en ook iedere avond de polsband opladen en de data opslaan. Dit kan ervoor gezorgd hebben dat er minder motivatie was om zoveel mogelijk vragenlijsten in te vullen en deze ook zo accuraat mogelijk in te vullen. Ook kan het ervoor hebben gezorgd dat mensen zich minder snel wilden aanmelden voor dit onderzoek omdat de deelname veel tijd in beslag zou nemen.

Een andere beperking aan dit onderzoek was dat de polsband niet de gehele tijd goed tegen de huid aangesloten zat waardoor de Empatica E4 niet altijd de hartslag kon meten. Dit heeft ertoe geleid dat meer dan de helft van de ingevulde vragenlijsten niet gepaard konden worden met een gemiddelde hartslag. Hierdoor was dus de helft van deze vragenlijsten niet bruikbaar voor analyse. Al deze beperkingen kunnen invloed hebben gehad op de resultaten.

Tot slot hebben de resultaten die gevonden zijn tijdens dit onderzoek dus geleid tot de conclusie dat er geen relatie is tussen hartslag en de zelfgerapporteerde arousal en valence op basis van de afgelopen minuut op intra-individueel niveau. Omdat er in totaal maar achttien participanten waren die hebben deelgenomen aan dit onderzoek kan er niet met volledige zekerheid gesteld worden dat deze conclusie ook de relatie tussen ervaren gevoel en hartslag in de populatie weerspiegelt. Er is bij dit onderzoek ook uitsluitend gekeken naar hartslag als fysiologisch proces, dit is ook niet representatief voor ieder fysiologisch proces die mogelijk een relatie heeft met ervaren gevoelens. Wel zijn de gevonden resultaten in dit onderzoek een toevoeging aan de al bestaande wetenschap op het gebied van gevoel en fysiologische veranderingen, en zijn er nieuwe ideeën voor toekomstig onderzoek. Zo levert dit onderzoek een bijdrage aan de wetenschap waarin onderzoek is gedaan naar de relatie tussen gevoel en fysiologische processen met een experience sampling methode die op individueel niveau de relatie heeft gemeten.

Referentielijst

- Barrett, L. F. (2006). Are emotions natural kinds? *Sage Perspectives on Psychological Science*, 28-58.
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. *Hillsdale, NJ: Erlbaum*.
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion*, 6(3-4). DOI: 10.1080/02699939208411068
- Evers, C., Hopp, H., Gross, J. J., Fischer, A. H., Manstead, A. S. R., & Mauss, I. B. (2014). Emotion response coherence: A deal-process perspective. *Biological Psychology*, 98(1), 43–49. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2013.11.003
- Fisher, A. J., Medaglia, J. D., & Jeronimus, B. F. (2018). Lack of group-to-individual generalizability is a threat to human subjects research. *PNAS*, 115(27). DOI: 10.1073/pnas.1711978115
- Garbarino, M., Lai, M., Bender, D., Picard, R. W., Tognetti, S. (2014). Empatica E3 - A wearable wireless multi-sensor device for real-time computerized biofeedback and data acquisition. *Mobihealth*. DOI: 10.1109/MOBIHEALTH.2014.7015904
- Kuppens, P., Oravecz, Z., & Tuerlinckx, F. (2010). Feeling change: accounting for individual differences in the temporal dynamics of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*. DOI: 10.1037/a0020962
- Mauss, I. B., Levenson, R. W., McCarter, L., Wilhelm, F. H., & Gross, J. J. (2005). The tie that binds? Coherence among emotion experience, behavior and physiology. *Emotion*, 5(2), 175-190. DOI: 10.1037/1528-3542.5.2.175
- Myrtek, M., & Brügger, G. (1996). Perception of emotions in everyday life: studies with patients and normals. *Biological Psychology*, 147-164.
- Pollatos, O., Herbert, B. M., Matthias, E., & Schandry, R. (2007). Heart rate response after emotional picture presentation is modulated by interoceptive awareness. *International Journal of Psychophysiology*, 63, 117-124. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2006.09.003
- Russel, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *American Psychological Association, Inc.* 110, 145-172. DOI: 10.1037/0033-295X.110.1.145
- Shapiro, D., Jamner, L. D., Goldstein, I. B., & Delfino, R. J. (2001). Striking a chord: Mood, blood pressure, and heart rate in everyday life. *Cambridge University Press*, 38, 197-204.
- Shapiro, D., Jamner, L. D., & Goldstein, I. B. (1997). Daily mood states and ambulatory blood pressure. *Psychophysiology*, 34, 399–405.