

# HET EFFECT VAN EEN 'ADEMPAUZE' TIJDENS DE LES OP DE RETENTIE

EEN ONDERZOEK BIJ LEERLINGEN VAN HET 6DE JAAR TSO

Aantal woorden: 8077

Henk Van Daele

Studentennummer: 19891943

Promotor: Prof. dr. Arne Roets

Verkorte Educatieve Masterproef (9SP) voorgelegd tot het behalen van de graad van de Educatieve Master in de Gedragwetenschappen.

Academiejaar: 2022 - 2023, Educatieve Masteropleiding



## Voorwoord

Na meer dan 20 jaar opnieuw beginnen studeren, is op zich al een uitdaging. Dit betreft zeker het schrijven van een verkorte educatieve masterproef. Vroeger werden boeken en artikels geraadpleegd in de verschillende universiteitsbibliotheken en dienden de kopieën ter plaatse gemaakt te worden. Nu gebeurt bijna alles online wat toch een enorme aanpassing is. Ook had ik nog nooit wetenschappelijke data verzameld evenals een statistische analyse gedaan. Ik ben dan ook mijn promotor Prof. Arne Roets heel dankbaar om mij daar wat wegwijs in te maken. Ook was hij steeds bereid om snel feedback te geven op mijn doorgestuurde stukken. Verder ben ik ook mijn vriendin heel dankbaar voor de steun en de zorgen die ze geboden heeft gedurende een intens studiejaar. Ook dien ik Stad Gent te bedanken en hun project 'stap naar de klas'. Dit heeft het mogelijk gemaakt eens te proeven van het onderwijs en de smaak naar meer te pakken te krijgen. Tenslotte wil ik ook een woord van dank richten aan Griet Verstraete, die mij geïntroduceerd heeft in 'Breathwork'. Uit alle ademhalingsoefeningen raadde zij me 'coherent ademen' aan om de pauze bij het onderzoek in te vullen.

## Inhoudstafel

Abstract .....	4
Inleiding .....	5
1. Literatuurstudie.....	6
1.1 Lestijd.....	6
1.2 Aandachtspanne.....	7
1.3 Primacy/recency-effect.....	7
1.4 Het effect van een pauze.....	10
1.5 Coherent ademen.....	11
1.6 Huidig onderzoek .....	14
1.6.1 Onderzoeksvragen.....	14
1.6.2 Hypothesen.....	14
2. Onderzoeksdesign.....	15
2.1 Participanten .....	15
2.2 Procedure.....	15
3. Resultaten .....	17
3.1 Effecten voor het vak wiskunde (les 1 en 2).....	17
3.2 Effect voor het vak opvoedkunde .....	19
4. Discussie .....	21
4.1 Onderzoeksvraag 1 .....	21
4.2 Onderzoeksvraag 2.....	21
4.3 Bijkomende voordelen van een pauze en de invulling ervan.....	22
4.4 Bijkomende voordelen van het onderzoek .....	23
4.5 Beperkingen van het onderzoek.....	23
4.6 Conclusie.....	24
Literatuurlijst.....	26

## Lijst van figuren

Figuur 1. Retentie tijdens een Les van 40 Minuten .....	8
Figuur 2. Retentie tijdens een Les van 20 Minuten .....	8
Figuur 3. Retentie tijdens een Les van 2 keer 20 Minuten .....	9
Figuur 4. Retentie tijdens een Les van 80 Minuten .....	9

## Lijst van tabellen

Tabel 1 Cross-over Design.....	15
Tabel 2. Gemiddelde Procentuele Score, Standaardafwijking en Standaardfout op de Retentietest voor Wiskunde (les 1 en 2) .....	17
Tabel 3. Onafhankelijke t-test voor Wiskundeles 1 .....	18
Tabel 4. Effectgrootte bij Wiskundeles 1 .....	18
Tabel 5. Onafhankelijke t-test voor Wiskundeles 2 .....	19
Tabel 6. Effectgrootte bij Wiskundeles 2 .....	19
Tabel 7. Gemiddelde Procentuele Score, Standaardafwijking en Standaardfout op de Retentietest voor Opvoedkunde .....	20
Tabel 8. Mann-Whitney U Test voor de Les Opvoedkunde .....	20

## Abstract

Een les bestaat standaard uit 50 minuten in de meeste scholen van het secundair onderwijs terwijl de overheid enkel de onderwijstijd vastlegt. Die lestijd blijkt iets dat historisch gegroeid is en niet gebaseerd is op recent onderzoek. In deze masterproef wordt daarom nagegaan in hoeverre het beter zou zijn voor de retentie om een les op te delen in 2 lesblokken met een pauze daartussen. Aan de controlegroep werd een les van 40 minuten te geven. Die werd dan vergeleken met de experimentele groep die 2 lesblokken van 20 minuten les kreeg met een pauze van 5 minuten ertussen. De pauze bestond uit 5 minuten coherent ademen. Bij beide groepen werd een korte retentietest op het einde van de les afgenomen in de vorm van een quiz met meerkeuzevragen. Dit onderzoek werd gedaan bij leerlingen van 6TSO en voor de vakken wiskunde en opvoedkunde. In totaal waren er 70 participanten, waarvan 19 jongens en 51 meisjes, verspreid over 3 klassen.

Uit het onderzoek blijkt dat de retentie beter is bij de opdeling in 2 lesblokken. Het effect op de retentie is minder sterk bij het vak wiskunde dan bij het vak opvoedkunde. Zowel de hogere prime-time en de lagere down-time bij 2 lesblokken kunnen hiervoor een verklaring zijn. Ook de invulling van de pauze kan een verschil maken. Door coherent te ademen wordt de leerstof van vóór de pauze beter geconsolideerd in de hersenen omdat dit zorgt voor 'wakeful rest'. Tenslotte zou coherent ademen op zich ook een effect kunnen hebben op de retentie en dit zowel voor de leerstof die vóór als na de pauze gegeven wordt. In dit onderzoek is dit laatste echter moeilijk te onderscheiden van het effect van een pauze nemen an sich.

Door de kleine steekproef kan dit onderzoek het best gezien worden als een pilootstudie met veelbelovende resultaten. Deze resultaten suggereren dat scholen beter voor kortere lesblokken opteren met een pauze ertussen en zich beter niet hardnekkig vasthouden aan een lestijd van 50 minuten.

## Inleiding

In een les wordt de meeste leerstof onthouden aan het begin en het einde van een les. Dit is iets dat reeds door Ebbinghaus werd beschreven in 1885 (Ebbinghaus, 1885) en beter gekend is als het primacy en het recency effect. Leereffecten zijn dus deels afhankelijk van het moment waarop de leerstof gegeven wordt.

Op het macroniveau van het onderwijs kunnen we de vraag stellen waarom een les net 50 minuten duurt in het secundair onderwijs. Is daar wetenschappelijke verklaring voor? En is een school verplicht zich aan die lestijd te houden? Zou die niet beter langer of net korter moeten zijn?

Op het mesoniveau kan er gesteld worden dat een school liefst zo weinig mogelijk lestijd wil verliezen. De tijd van een les dient dus zo efficiënt mogelijk aangewend te worden.

Op het microniveau blijkt uit het onderzoek van Hattie naar de leerprestaties van leerlingen dat 'concentratie op de prestatie' bij leerlingen voor een effectgrootte van 0.61 zorgt. Dit onderzoek omvat 800 meta-analyses over het effect van interventies op leerprestaties en Hattie stelt daarin dat een effectgrootte groter dan 0,4 dient te zijn om relevant te zijn (Hattie, 2009). Concentratie vormt dus een belangrijke indicator voor leerprestaties en is iets dat in een les gemanipuleerd kan worden.

Na deze korte voorafnames kunnen we reeds de contouren van deze verkorte educatieve masterproef schetsen. Er zal met name onderzocht worden of binnen een standaard lesblok, een opdeling in 2 lesblokken van 20 minuten met een pauze van 5 minuten ertussen voor een betere retentie zorgt bij leerlingen in een korte test aan het einde van de les. Dit wordt dan vergeleken met de controlegroep die 40 minuten les krijgt zonder een pauze en een korte retentietest op het einde. Daar er in scholen een nogal grote weerstand bestaat tegen het verlies van lestijd, wordt de pauze in dit onderzoek vervangen door 5 minuten 'coherent ademen'. In beide opzetten wordt de retentie gemeten direct na de les door de leerlingen meerkeuzevragen te laten beantwoorden aan de hand van een quiz.

In een eerste hoofdstuk wordt er een literatuurstudie gedaan naar de redenen van een lestijd van 50 minuten en wordt er onderzocht of er zoiets bestaat als de ideale lestijd. Ook wordt er bestudeerd wat het effect van een pauze is. Tenslotte wordt er beschreven wat 'coherent ademen' is en beargumenteerd waarom er gekozen is om dit als pauze in te lassen tijdens de lestijd. Na dit theoretisch onderzoek worden de onderzoeksvragen in dit onderzoek nog eens krachtig samengevat en worden er bepaalde hypothesen aan gekoppeld. In het tweede hoofdstuk wordt het onderzoeksdesign uiteengezet. Vervolgens worden in het derde hoofdstuk de bekomen resultaten opgesomd en besproken. Tenslotte volgt in het vierde hoofdstuk een discussie waarin een antwoord op de gestelde onderzoeksvragen wordt geformuleerd. Daarna worden de bijkomende voordelen alsook de beperkingen van het onderzoek besproken waarna er een algemeen besluit volgt met enkele aanbevelingen.

# 1. Literatuurstudie

## 1.1 Lestijd

In art 3, 18° van het ‘Gecodificeerd Decreet betreffende het secundair onderwijs’, beter bekend als de ‘codex secundair onderwijs’, staat dat een lesuur “een prestatie van 50 minuten” omvat in Vlaanderen. In hetzelfde artikel bepaalt 47° dat “het onderwijs dat aan regelmatige leerlingen van het gewoon secundair onderwijs wordt verstrekt naar rata van ten minste 28 wekelijkse lessen gedurende hetzij 40 weken per jaar hetzij 20 weken per jaar in die structuuronderdelen waarvoor de duurtijd in semesters wordt uitgedrukt”. De Vlaamse overheid bepaalt dus het aantal lessen, en definieert hierbij een lesuur als 50 minuten. Op de website van ‘onderwijs Vlaanderen’ staat dit als volgt: “Een schoolweek duurt in het voltijds secundair onderwijs minstens 28 lessen van 50 minuten. In de meeste scholen zijn er tussen de 32 en 36 uur per week les. De school kan dat zelf bepalen.” (<https://onderwijs.vlaanderen.be>).

Uit bovenstaande kan er geconcludeerd worden dat de minimale onderwijstijd voor het secundair onderwijs wordt vastgesteld op basis van het aantal lessen per week en het aantal weken in het schooljaar. Dit betekent dat scholen en onderwijsinstellingen zelf mogen bepalen hoe lang hun lessen duren, zolang ze zich houden aan de vastgestelde onderwijstijd. Maar bijna alle scholen hanteren een lestijd van 50 minuten. De vraag die kan gesteld worden is of dit wetenschappelijk voldoende ondersteund wordt. Na een grondige zoektocht blijkt dit helemaal het geval niet te zijn. Hier en daar wordt er bijvoorbeeld in een blog vermeld dat dit gebaseerd is op onderzoek (<https://www.ikhebeenvraag.be>) maar concreet onderzoek hierover blijkt niet te vinden te zijn. Het lijkt er dus op dat de lestijd van 50 minuten iets is dat historisch gegroeid is en niet gebaseerd is op recent onderzoek. Een blog over de historie van de lestijd van 45 minuten in Duitsland suggereert dat er vooral economische belangen speelden. Tot het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw duurde een les in Duitsland 60 minuten. Uit een onderzoek van 1898 van de toen net ontluikende experimentele psychologie bleek dit te belastend voor de leerlingen te zijn. Er werd een kortere lestijd van 45 tot 50 minuten voorgesteld. Door de lessen in te korten naar 45 minuten en daar ook de leerstof in te proppen, zag de overheid zijn kans om de onderwijstijd te beperken tot de voormiddagen. Dat daarom ook de pauzes dienden ingeperkt te worden (wat dan weer indruiste tegen de adviezen van het onderzoek), werd aan voorbij gegaan. Kinderen waren toen nog gewild als werkkrachten door zowel de ouders als de overheid en onderwijs werd toen nog bekeken als een noodzakelijk tijdverdrijf (*Stories: Why Are School Lessons in Germany 45 Minutes Long? – Deutsches Historisches Museum: Blog, 2018*).

Daar een lestijd van 50 minuten geen recente wetenschappelijke onderbouw (meer) heeft, betekent dat de resultaten van deze masterproef niet alleen op het microniveau maar ook op het meso- en macroniveau van het onderwijs een toegevoegde waarde zouden kunnen betekenen.

## 1.2 Aandachtspanne

Indien we willen te weten komen hoelang een ideale les duurt, is het interessant om te ontdekken hoelang een leerling zich kan focussen tijdens een les. Heel wat auteurs stellen dat de maximale aandachtspanne 10 tot 15 minuten bedraagt na de start van een les van 50 minuten waarna de aandacht gradueel afneemt tot het einde van een les (Bunce et al., 2010; McKeachie & Brewer, 2002; McKeachie & Svinicki, 2013; Stuart & Rutherford, 1978). Al deze bevindingen blijken zich te baseren op een onderzoek uit 1978 van Hartley en Davies. Dit onderzoek focust zich echter op het meten van 'notities nemen tijdens een les' en daarin wordt gesteld dat de aandacht fluctueert maar dat het meten van notities nemen daarvoor geen indicator is. Bovendien wordt er in dit onderzoek wel vastgesteld dat leerlingen op het einde van een les minder notities namen maar dat dit eerder verband hield met de inhoud van de les en niet met een verminderde aandacht.

Studies die wel een onderzoek gedaan hebben naar de maximale aandachtspanne blijken methodologische problemen te hebben (Wilson & Korn, 2007). Als retentie wordt gebruikt om de aandacht te meten dan blijkt deze aandacht stabiel te zijn over de tijd. Leerlingen herinneren zich iets minder over het middelste gedeelte van een les, maar die verschillen zijn niet dramatisch (Scerbo et al., 1992). Bradbury concludeert daaruit dat de sterkste argumentatie voor de aandachtspanne van 10 tot 15 minuten niet verder gaat dan *"That's what I've been told"* (Bradbury, 2016, p. 513). Er is dus nergens een kant en klaar bewijs te vinden dat de aandachtspanne zich beperkt tot de eerste 15 minuten van een les.

## 1.3 Primacy/recency-effect

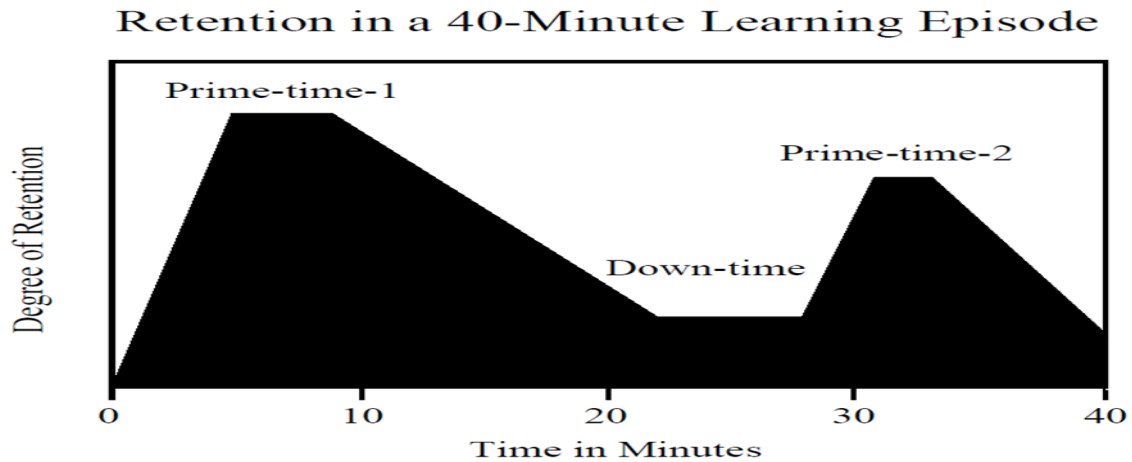
Een reden dat bovenstaand onderzoek faalt om de maximale aandachtspanne te meten, zou kunnen te maken hebben met het primacy en recency-effect (Scerbo et al., 1992). Als zowel het begin en het einde van de les kan zorgen voor een betere retentie, dan heeft het weinig zin om te zoeken naar hoelang het duurt voor de aandacht begint te verslappen. Belangrijker is dan te onderzoeken of er zoiets bestaat als een ideaal lesblok waarbinnen de retentie geoptimaliseerd wordt. Een interessante invalshoek is die van D.A. Sousa, al is het met een iets andere definitie van primacy en recency-effect. Hij stelt dat de retentie het hoogste is aan het begin van de les direct erna gevolgd door de retentie op het einde van de les. Hij verdeelt daarom een lesblok in prime-time 1 en prime-time 2. Tussenin definieert hij een down-time. Prime-time 1 en prime-time 2 zijn dan de periodes waarin de opslag van nieuwe informatie in het geheugen optimaal is. Voor een lesblok van 40 minuten wordt dit visueel voorgesteld in Figuur 1. De retentie begint te stijgen vanaf punt 0, bereikt een piek na ongeveer 5 minuten waarna die stagneert en een tijdje op een plateau blijft om dan terug te beginnen dalen tot die op het laagste punt komt na iets meer dan 20 minuten. Dit is prime-time 1. Daarna begint de down-time. Na deze down-time begint prime-time 2 en stijgt de retentie terug tot een iets lagere piek, waarna die opnieuw stagneert en een tijdje op een plateau blijft en dan een daling inzet. Tijdens de down-time is het niet dat er geen opslag van nieuwe informatie is, maar deze is minimaal (Sousa, 2016). Men zou die down-time wat kunnen



vergelijken met wat Ebbinghaus aanduidde als het seriële-positie-effect (Ebbinghaus, 1885).

### Figuur 1

*Retentie tijdens een Les van 40 Minuten*



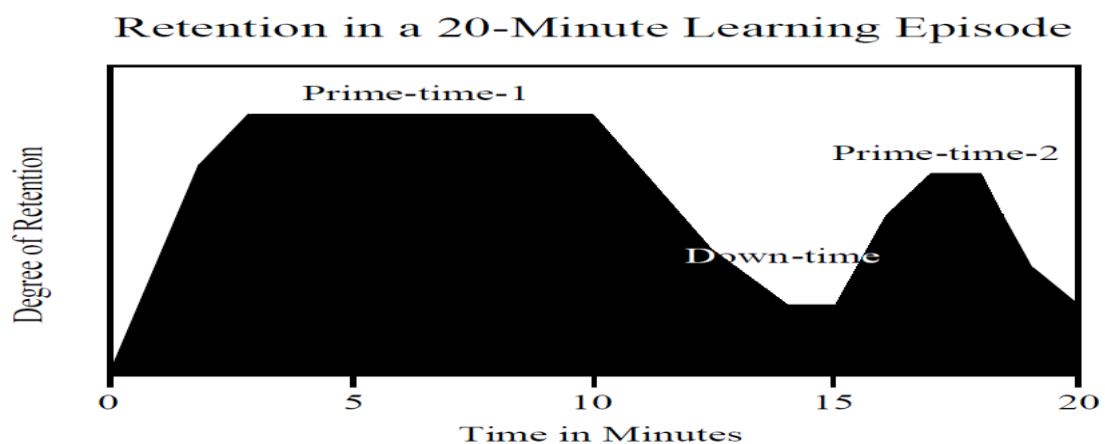
*Noot.* Overgenomen uit *Primacy/recency effect*, door D.A. Sousa, 2016, p. 4.

De twee prime-times duren hier in totaal ongeveer 30 minuten (75% van de lestijd), de down-time duurt 10 minuten (25% van de lestijd).

Wanneer er gekeken wordt naar een lesblok van 20 minuten, dan duren de twee prime-times in totaal ongeveer 18 minuten (90% van de lestijd), de down-time 2 minuten (10% van de lestijd). Dit wordt weergegeven in Figuur 2.

### Figuur 2

*Retentie tijdens een Les van 20 Minuten*



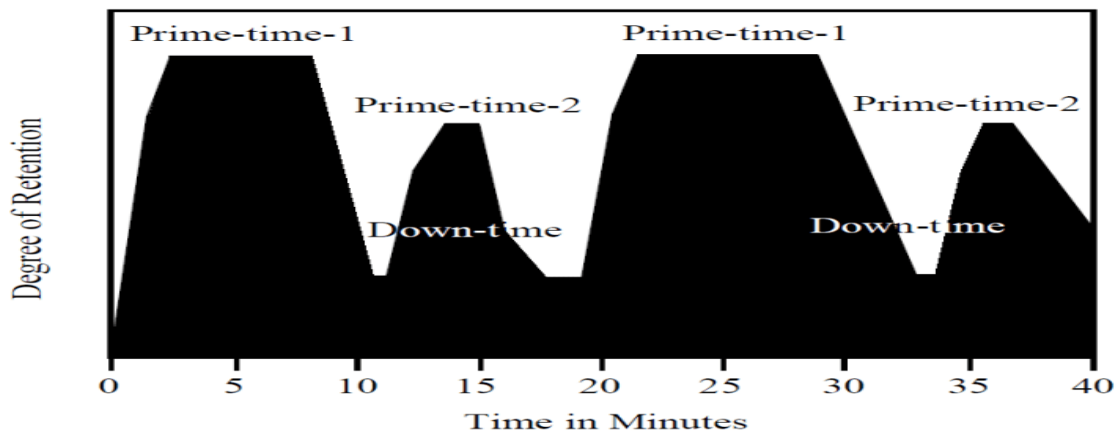
*Noot.* Overgenomen uit *Primacy/recency effect*, door D.A. Sousa, 2016, p. 5.

Een lesblok van 40 minuten dat wordt onderverdeeld in 2 keer 20 minuten, wordt weergegeven in Figuur 3.

### Figuur 3

Retentie tijdens een Les van 2 keer 20 Minuten

#### Retention in Two 20-Minute Learning Episodes



Noot. Overgenomen uit *Primacy/recency effect*, door D.A. Sousa, 2016, p. 6.

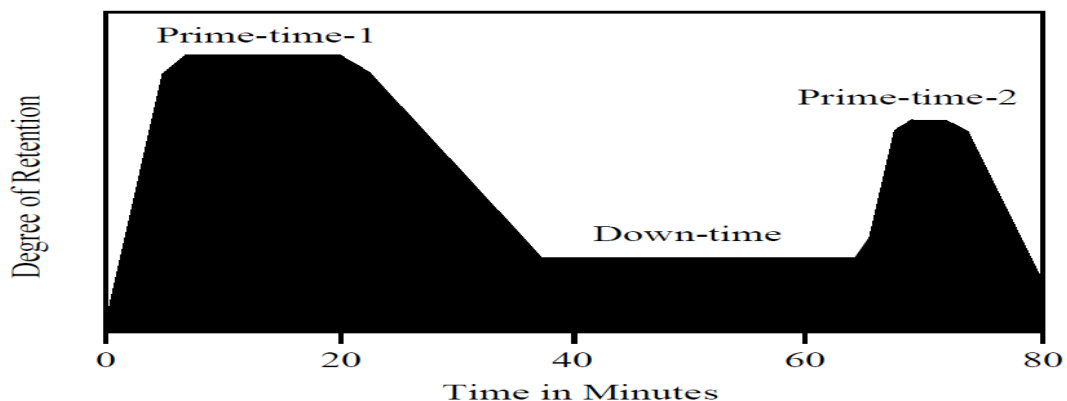
Uit bovenstaande bevindingen kan men afleiden dat het beter is om 2 blokken van 20 minuten les te geven, want dan is er 36 minuten prime-time. Een lesblok van 40 minuten geeft immers maar 30 minuten prime-time (Sousa, 2016). Dit zou kunnen betekenen dat ook een les van 50 minuten voor een betere retentie kan zorgen indien deze opgedeeld wordt in 2 lesblokken.

Indien retentie beschouwd wordt als een indicator om de aandacht te meten, verklaren bovenstaande bevindingen waarom de onderzoeken naar een optimale aandachtspanne deels falen. Die aandachtspanne is immers afhankelijk van de lesduur. Hoe langer een les duurt, hoe kleiner de 2 prime-times en hoe groter de down-time. Bij een les van 80 minuten geldt Figuur 4.

### Figuur 4

Retentie tijdens een Les van 80 Minuten

#### Retention in an 80-Minute Learning Episode



Noot. Overgenomen uit *Primacy/recency effect*, door D.A. Sousa, 2016, p. 5.

Hier duren de 2 prime-times ongeveer 50 minuten duren (62% van de lestijd), de down-time duurt 30 minuten (38% van de lestijd) (Sausa, 2016).

Indien op basis van bovenstaande figuren prime-time 1 aanzien wordt als de maximale aandachtspanne bij het begin van de les dan neemt die bij een lesblok van 20 en 40 minuten af na ongeveer 10 minuten, bij een lesblok van 80 minuten is dit echter pas na ongeveer 20 minuten. Hoe langer de les duurt, hoe beter de aandacht in het begin van de les maar hoe langer de down-time dus is in het midden van de les.

#### **1.4 Het effect van een pauze**

Er bestaat heel wat onderzoek naar het effect van een actieve fysieke pauze op de volgehouden aandacht of de retentie tijdens de gewone schoolpauzes (Masini et al., 2020 ; Hajar et al., 2019). Ook naar het effect van een extra actieve fysieke pauze van 10 minuten na 2 lesblokken van 45 minuten (dus na 90 minuten) werd er onderzoek gedaan (Müller et al., 2021). Ook een extra passieve pauze van 10 minuten (het laten lezen in een zelfgekozen boek) werd onderzocht (Wilson et al., 2016). Al deze onderzoeken geven geen eenduidige effecten op de retentie of de volgehouden aandacht weer. Voor wiskundelessen wordt er zelfs geen effect gevonden (Vetter et al., 2020).

Er bestaat niet zoveel onderzoek naar het effect van een extra pauze tijdens een les. Een recent onderzoek onderzocht de impact van een actieve fysieke pauze van 10 minuten tijdens de les wiskunde. Deze pauze gebeurt naar het einde van een les van 40 minuten. Tijdens 32 lessen wiskunde gedurende 12 weken werd dit systematisch toegepast in de experimentele groep terwijl de controlegroep gewoon les bleef krijgen. Ook hier scoorde de experimentele groep echter niet beter dan de controlegroep op de retentietest die afgenomen werd na de 32 lessen (Wang & Chen, 2023).

In een ander onderzoek bij studenten geneeskunde werd het doceren van de leerstof gedurende 3 keer 15 minuten met een pauze van 5 minuten in de experimentele groep vergeleken met een controlegroep die de leerstof in 1 keer kreeg. Er werd geen verschil in retentie gevonden na een test 8 dagen later (Timmer et al., 2020).

Uit al deze onderzoeken dient er besloten te worden dat er bitter weinig onderzoek is geweest naar het effect van een pauze tijdens de les op de retentie die direct gemeten werd op het einde van de les. Als er al een pauze tijdens de les werd gedaan dan werd het effect ervan pas gemeten na 8 dagen tot 12 weken. In het onderzoek van een pauze tijdens de wiskundeles werd die pauze bovendien pas gepland naar het einde van de les. Die leunt echter dicht aan bij prime-time 2, dus is er veel kans dat de actieve fysieke pauze plaats vond op een moment waar de leerlingen net open stonden om nieuwe informatie optimaal in het geheugen op te slaan.

## 1.5 Coherent ademen

Coherent ademen werd in 2004 geïntroduceerd door Stephen Elliott (Elliott, 2005) en bestaat uit het bewust regelen van de ademhalingsnelheid om het lichaam te helpen ontspannen en kalmeren, de hartslag te reguleren en zichzelf te bevrijden van een vecht-of-vluchtreactie of adrenalinepiek (The Human Condition, 2023). De ademhalingstechniek bestaat erin het aantal ademhalingen bewust te verlagen naar 5 tot 6 ademhalingen per minuut. Het aantal tellen in- en uitademen gebeurt door de neus en verloopt volgens een vast patroon van 5 tot 6 seconden in- en uitademen zonder pauze. (<https://coherentbreathing.com>). Ter vergelijking: een normaal aantal ademhalingen varieert tussen de 12 en 16 keer per minuut (Dhaniwala et al., 2020). Dat is dus meer dan het dubbele.

Coherent ademen wordt o.a. gebruikt om de hartslagvariabiliteit te verhogen. Deze hartslagvariabiliteit is een maat om het verschil in tijd tussen 2 opeenvolgende hartslagen te meten. Deze variabiliteit loopt opvallend synchroon met de ademhaling. Bij het inademen zal deze toenemen en bij het uitademen zal deze afnemen (Billman, 2011). De hartslag zelf wordt voornamelijk aangestuurd door het autonome zenuwstelsel dat bestaat uit 2 samenwerkende systemen. Het sympathisch systeem stuurt de processen aan die instaan voor de activering en zorgt dus voor een hogere hartslag. Het parasympathisch systeem stuurt aan op rust en herstel en zorgt dus voor een lagere hartslag. Bovendien zorgt een activering van het sympathisch systeem ervoor dat de hartslagvariabiliteit gaat verlagen en de activering van het parasympathisch systeem ervoor dat deze net gaat verhogen (Thayer et al., 2012).

Uit bovenstaande kunnen we samenvatten dat de activatie van het sympathisch systeem niet alleen voor een hogere hartslag en een lagere hartslagvariabiliteit zorgt maar ook voor een snellere ademhaling terwijl de activatie van het parasympathisch systeem voor het omgekeerde zorgt. Door coherent te ademen wordt dit gemanipuleerd. Door heel bewust de ademhaling te vertragen wordt een signaal aan het parasympathisch systeem gegeven dat alles ok is en komen we tot rust. Een hogere hartslagvariabiliteit heeft daarnaast ook een effect op de werking van de hersenen. Uit onderzoek blijkt dat de globale cognitieve prestaties, de verwerkingssnelheid en het werkgeheugen verbeteren (Schaich et al., 2020).

Neusademhaling zorgt op zich al voor een langzamere ademhaling daar deze ademhaling zich richt naar de onderste ribben en buik en dus van dieper dient opgehaald te worden. Mondademhaling daarentegen gebeurt voornamelijk vanuit de borst, is dus eerder een oppervlakkige ademhaling wat automatisch zorgt voor een snellere ademhaling. Door te vragen zich te focussen op neusademhaling wordt bovendien de concentratie aangescherpt (Febriani, 2022).

Uit onderzoek blijkt dat het autonome zenuwstelsel tot rust komt bij een ademhalingsfrequentie in de richting van 0,1 Hz. Dit wordt bereikt door ongeveer 5 tot 6 keer per minuut (in en uit) te ademen door de neus zonder adempauze, gedurende een zekere tijd (Mather & Thayer, 2018) wat dus hetzelfde is als bij coherent ademen. Zo wordt er zowel fysieke als mentale rust bereikt. Door dit

regelmatig te oefenen zorgt dit op termijn voor minder stress, betere prestaties en grotere emotionele stabiliteit (Yu et al., 2015).

De techniek van coherent ademen blijkt al millennia lang te worden beoefend onder een andere naam, nl. bidden. Het gemiddeld aantal ademhalingen van de katholieke gebedscyclus (van de weesgegroetjes), bleek uit onderzoek gelijk te zijn aan 5,5 ademhalingen per minuut. Dit werd ook vastgesteld bij de hindoeïstische, taoïstische en inheems Amerikaanse gebeden (Bernardi et al., 2001).

Coherent ademen is één van de vele ademhalingstechnieken die wordt gebruikt om de ademhalingssnelheid bewust te vertragen met een adempatroon dat een vaste structuur volgt. Eigen aan deze technieken is dat ze allemaal neusademhaling gebruiken, maar soms wordt de ademhaling via de neusgaten afgewisseld, wordt er soms maar geademd door één neusgat of wordt het aantal seconden inademen en -uitademen veranderd. Ook wordt de adem soms enkele seconden vastgehouden na het inademen en/of het uitademen. Zo zijn er ademhalingstechnieken die bestaan uit 4 seconden inademen, 2 seconden de adem vasthouden en 4 seconden uitademen. Eigen aan al deze ademtechnieken is dat het ademhalingspatroon bewust veranderd én vertraagd wordt (Yadav & Mutha, 2016).

Onderzoek wijst uit dat bewust dieper en trager ademen niet alleen zorgt voor meer rust maar ook voor een betere retentie. Zo bleek de retentie voor een nieuwe motorische vaardigheid beter na zo'n ademhalingsoefening van 30 minuten direct na de les in vergelijking met een controlegroep die 30 minuten mocht rusten. Dit bleek zowel het geval als deze gedemonstreerd diende te worden direct na de les alsook 24 uur later. Dit had dus een effect op het werkgeheugen alsook voor een stuk op het lange termijn geheugen (Yadav & Mutha, 2016). Uit een ander recent onderzoek bij mensen van 65 jaar en ouder blijkt dat er eveneens een betere retentie is wanneer er 30 minuten bewust dieper en trager geademd werd vóór er een nieuwe cognitieve taak werd aangeleerd. Dit bleek ook hier zo te zijn wanneer er zowel direct erna als 24 uur later een test werd afgenomen. In dit onderzoek wordt geadviseerd om deze ademhalingstechnieken te integreren in cognitieve trainingsprogramma's daar het zou helpen om dementie te voorkomen of onder controle te houden (Lee et al., 2023).

Indien de focus verlegd wordt naar mindful ademen gedurende 5 minuten kan ook onderzoek over het effect van deze mindfulness-oefening op de retentie onder de loep genomen worden. Zo bleek uit een onderzoek bij studenten tijdens de laboratoriumlessen anatomie en fysiologie dat luisteren gedurende 5 minuten naar een geleide ademhalingsoefening en/of deze mee doen voor een betere retentie zorgde. Een les van 2 tot 2,5 uur met lesblokken van 45 tot 60 minuten werd telkens onderbroken na 25 tot 30 minuten voor de ademhalingsoefening. De studenten dienden rechtop te zitten, de ogen dicht te houden en werden aangemoedigd, maar niet verplicht om deze mee te doen. Deze lessen werden dagelijks gegeven gedurende 13 weken en de retentietest gebeurde telkens op het einde van de week in de vorm van een quiz met meerkeuzevragen (Reuter et al., 2021).

Indien er gekeken wordt naar studeren en retentie blijkt uit onderzoek dat de retentie op zich al verbetert indien de hersenen gedurende een periode van 8 minuten worden gevrijwaard van prikkels van buitenaf en tot rust mogen komen. In de Engelstalige literatuur wordt dit aangeduid als 'wakeful rest'. De controlegroep werd in dit onderzoek gevraagd na het studeren een afleidende taak te doen die de hersenen cognitief bleef belasten, namelijk matrices oplossen. De experimentele groep mocht 8 minuten rusten in een donkere kamer met de ogen gesloten. Als mogelijke verklaring voor de betere retentie bij de experimentele groep werd naar voor gebracht dat er een automatische consolidatie van het geleerde optrad in de hersenen tijdens de rustfase (Martini et al, 2019). Er dient natuurlijk een onderscheid gemaakt te worden tussen studeren en het aandachtig zijn in een les in de weerslag op de retentie. Het is echter aannemelijk dat het ook tijdens het studeren belangrijk is om de aandacht erbij te houden. Wat we hieruit zouden kunnen afleiden, is dat het belangrijk is hoe een pauze wordt ingevuld. Indien leerlingen afgeleid worden tijdens de pauze zou dit kunnen leiden tot een mindere retentie. Dit zou deels kunnen verklaren waarom de passieve pauze die bestond uit het lezen van een boek niet leidde tot een betere retentie (wegens een extra cognitieve belasting). Eenzelfde redenering geldt voor de actieve fysieke pauze daar deze ingevuld wordt door het volgen van bepaalde instructies. Bovendien zorgen de verhoogde hartslag en ademhalingsnelheid voor meer arousal in de hersenen en lijkt dit niet bevorderlijk voor cognitieve rust. Het voordeel van coherent ademen is dat dit wel gezien kan worden als een vorm van 'wakeful rest'. Door te vragen om bewust een bepaalde ademhalingspatroon te volgen met de ogen gesloten, krijgen externe prikkels geen kans en zorgt dit niet voor afleiding. Dit betekent dat ook niet meedoen aan het coherent ademen maar alleen de ogen gesloten houden op zich al effect zou kunnen hebben op de retentie. Dit betekent ook dat niet elke vorm van meditatie daarvoor in aanmerking komt. Een geleide meditatie vraagt een grotere cognitieve inspanning van de hersenen. Er dient immers geluisterd te worden naar de instructies die gegeven worden, wat iets anders is dan luisteren naar een monotoon geluid dat het ademhalingspatroon vertraagt. Alle ademhalings technieken die gericht zijn op het bewust vertragen van het aantal ademhalingen komen wel in aanmerking.

In ons onderzoek hebben we ervoor gekozen de leerlingen coherent te laten ademen gedurende 5 minuten door hen telkens 5 seconden in- en 5 seconden uit te laten ademen door de neus. Aldus werden er zo 30 ademhalingscycli per sessie gedaan. Het ademen werd niet onderbroken na het in-en uitademen, maar gebeurde in één vloeiende beweging. Het belangrijkste argument voor de keuze was dat deze techniek veel gemakkelijker aan te leren is dan de andere ademhalings technieken die zich focussen op bewust dieper en trager ademen. Het coherent ademen gebeurde tijdens de pauze tussen de 2 lesblokken van 20 minuten. Er kan verwacht worden dat dit hen meer rust en focus zal brengen. Uit bovenstaand onderzoek bleek bovendien dat 5 minuten luisteren naar en/of meedoen van een geleide ademhalingsoefening reeds voldoende was om een invloed te hebben op de retentie. Bovendien zijn er bepaalde parallellen te trekken met ons onderzoek: ook daar werd een 'adempauze' gegeven van 5 minuten tijdens de les en bestond de retentietest uit

een quiz met meerkeuzevragen. De test werd evenwel afgenomen op het einde van de week en niet direct na de les, zoals in ons onderzoek. Coherent ademen zou nog een extra invloed kunnen hebben op de retentie door het effect van 'wakeful rest'. Dit geldt dan voor het gedeelte van de leerstof dat gegeven is vóór de pauze. Er dient wel opgemerkt te worden dat de voorgeschreven periode van 8 minuten niet werd gevolgd, daar in ons onderzoek maar 5 minuten wordt gepauzeerd. De tijd dat er coherent geademd werd is ook veel korter in vergelijking met de onderzoek naar het aanleren van een motorische vaardigheid en het onderzoek naar het voorkomen van dementie. Daar werd 30 minuten bewust dieper en trager geademd. Toch zou deze kortere tijd ook een effect kunnen hebben op de retentie en dit zowel voor als na de pauze. Na de pauze zouden er ook extra effecten op de retentie kunnen zijn door de hogere hartslagvariabiliteit en het tot rust gekomen autonoom zenuwstelsel. Beide zaken samen zorgen immers voor meer mentale en fysieke rust en betere cognitieve prestaties.

## **1.6 Huidig onderzoek**

### **1.6.1 Onderzoeksvragen**

In de literatuurstudie zijn er per onderdeel al wat veronderstellingen gemaakt. We vatten ze hier nog eens kernachtig samen in 2 onderzoeksvragen.

1. Slagen de leerlingen erin de leerstof beter te onthouden wanneer een les wordt onderverdeeld in 2 lesblokken van 20 minuten met een pauze daar middenin die bestaat uit 5 minuten coherent ademen dan na een ononderbroken lesblok van 40 minuten?
2. Zijn deze resultaten in retentie verschillend voor de vakken wiskunde en opvoedkunde?

### **1.6.2 Hypothesen**

Onderzoeksvraag 1

Aangezien er meer prime-time en minder down-time is tijdens de 2 lesblokken van 20 minuten wordt er verwacht dat dit op zich al zal zorgen voor een betere retentie bij de experimentele groep ten opzichte van de controlegroep. De invulling van de pauze tussen de 2 lesblokken door coherent te ademen zou door 'wakeful rest' nog een extra effect op de retentie kunnen hebben. Er wordt dus een significant verschil verwacht ten voordele van de experimentele groep.

Onderzoeksvraag 2

Voor het vak wiskunde waren er in vergelijking met andere vakken minder uitgesproken effecten op de retentie bij het nemen van een pauze tijdens de les, bleek uit de literatuurstudie. Er wordt dus verwacht dat de effecten op de retentie bij het vak wiskunde lager zullen zijn dan bij het vak opvoedkunde.

## 2. Onderzoeksdesign

### 2.1 Participanten

In totaal waren er 70 participanten in dit onderzoek, waarvan 19 jongens en 51 meisjes, verspreid over 3 klassen. Ze liepen school in Gent en volgden de richting 6 TSO, verspreid over 2 richtingen, nl. jeugd- en gehandicaptenzorg en sociaal technische wetenschappen. Ze kregen inhoudelijk dezelfde leerstof wiskunde en opvoedkunde. Eén klasgroep nam deel aan het onderzoek voor beide vakken.

De onderzoeksopzet lijkt qua opzet wat op een cross-over design waarbij de controlegroep en de experimentele groep worden omgekeerd bij de 2<sup>de</sup> meting. Er is een belangrijk verschil daar in deze opzet standaard dezelfde behandeling wordt aangeboden in de experimentele groep. Dit is hier niet zo daar les 1 en les 2 inhoudelijk volledig anders zijn, alsook de test die de retentie in deze lessen meet. Aangezien de individuele data anoniem per klas verzameld werden, is het sowieso ook niet mogelijk om er een gepaarde t-test op uit te voeren.

De opzet wordt weergegeven in Tabel 1.

**Tabel 1**

#### *Cross-over Design*

	Wiskunde		Opvoedkunde	
	klas 1	klas 2	klas 1	klas 3
Les 1	controle	experimenteel	Controle	experimenteel
Les 2	experimenteel	controle	experimenteel	controle

Aangezien een klasgroep vastligt en dus niet willekeurig kan toegewezen worden, wordt een quasi-experimenteel onderzoek als onderzoeksmethode gehanteerd.

### 2.2 Procedure

Aan de leerlingen werd aan het begin van het schooljaar een uiteenzetting gegeven over het effect van coherent ademen op stress om hen voor te bereiden voor het onderzoek. Er werd voordat het onderzoek plaats vond verschillende keren geoefend op deze vorm van bewust ademen. Aan de hand van de app 'paced breathing' werden er een paar lessen onderbroken om onderstaande procedure in te oefenen:

- Zet jou in een ontspannen houding op de stoel waar je zit en sluit de ogen.
- Adem gedurende 5 seconden zachtjes in door de neus en adem direct erna 5 seconden uit door de neus zonder te pauzeren. De ademhaling voelt zo aan als een doorlopende circulaire beweging.
- Doe dit gedurende 5 minuten of 30 rondes.
- De app zal een geluidje laten horen bij het inademen en zal overschakelen op een ander geluidje bij het uitademen.



Aangezien 5 tot 6 ademhalingen per minuut voldoende zijn om het zenuwstelsel tot rust te brengen en het sowieso een inspanning vraagt om bewust langzaam te ademen, werd er geopteerd voor de 10-seconden cyclus en niet voor deze van 11 of 12 seconden. Zo werd er voorkomen dat leerlingen deze oefening te belastend zouden vinden. De bedoeling van het oefenen was dat de leerlingen reeds voldoende ervaring hadden met coherent ademen zodat er geen tijd verloren ging wanneer ze deel uitmaakten van de experimentele groep in het onderzoek. De leerlingen werden niet verplicht om de oefening mee te doen, maar dienden wel de ogen gesloten te houden en andere leerlingen niet af te leiden. Na een paar keer oefenen, deden bijna alle leerlingen de ademhalingsoefeningen mee. Op het moment dat dit onderzoek plaats vond, had door het voorafgaand oefenen geen enkele leerling het vermoeden dat ze daar aan deelnamen.

In de experimentele groep werd een herhaling van een gans hoofdstuk van de leerstof gedurende 20 minuten gegeven, waarna er 5 minuten coherent geademd werd en waarop er gedurende 20 minuten de rest van de leerstof gegeven werd. In de controlegroep werd diezelfde leerstof gedurende 40 minuten gegeven zonder pauze. In beide opzetten werd een korte retentietest afgenomen aan het einde van de les. Deze test bestond telkens uit een quiz met 10 meerkeuzevragen via de digitale tool 'Wooclap'. Wooclap is een door de UGent ondersteund digitaal stelsysteem dat verschillende mogelijkheden bevat om (anonieme) interactie te creëren voor, tijdens of na de les (<https://onderwijstips.ugent.be>). De leerlingen konden deelnemen aan de quiz door gebruik te maken van hun smartphone. Een correct beantwoorde meerkeuzevraag leverde 1 punt op. Een foutief beantwoorde meerkeuzevraag kreeg een score 0. De individuele resultaten werden omgezet naar procentuele scores in de dataset zodat de eventuele verschillen ook visueel duidelijker zijn en om een vlottere bespreking van de resultaten te bekomen. Voor elke klas werden de individuele scores anoniem verzameld. Leerlingen hoefden dus hun naam niet op te geven in de tool.

### 3. Resultaten

De descriptieve en statistische analyse werd uitgevoerd met behulp van het programma IBM SPSS Statistics versie 28. Door een technisch probleem kon het cross-over design niet gebruikt worden voor het vak opvoedkunde. Daar kon enkel het eerste deel van de opzet worden weerhouden, namelijk klas 1 als controlegroep en klas 3 als experimentele groep. De digitale tool dient na elke quiz gereset te worden. Tijdens de eerste test bij het vak opvoedkunde is dit echter niet gebeurd, waardoor de anonieme individuele resultaten van de controlegroep en de experimentele groep door elkaar geregistreerd zijn en dus de 2 testen onbruikbaar werden. De tijd was te beperkt en de leerstof leende zich er niet toe om nog een extra les te geven in beide klassen en de retentietesten uit te voeren. Les 2 uit de opzet heeft dus eigenlijk niet plaatsgevonden voor het vak opvoedkunde, daar de inhoud van die les gebruikt is om les 1 opnieuw te laten plaats vinden.

#### 3.1 Effecten voor het vak wiskunde (les 1 en 2)

Voor het vak wiskunde waren er zowel tijdens de 1<sup>ste</sup> als de 2<sup>de</sup> les 10 leerlingen aanwezig in klas 1 en 13 leerlingen in klas 2. De gemiddelde procentuele score, de standaardafwijking en de standaardfout van de klassen op de retentietest zijn te zien in Tabel 2.

**Tabel 2**

*Gemiddelde Procentuele Score, Standaardafwijking en Standaardfout op de Retentietest voor Wiskunde (les 1 en 2)*

	Groep	N	M	SD	SE
Les 1	zonder adempauze	10	46,00	18,97	6,00
	met adempauze	13	66,15	15,02	4,17
Les 2	zonder adempauze	10	60,58	16,01	4,44
	met adempauze	13	66,25	22,09	6,98

Om de resultaten statistisch te analyseren wordt er voor de lessen wiskunde gebruik gemaakt van de onafhankelijke t-test.

Bij de vergelijking van de steekproefgemiddelden stelt de nulhypothese bij de onafhankelijke t-test dat de gemiddelden tussen de experimentele groep en de controlegroep gelijk zijn.

Voor les 1 wordt deze test weergegeven in Tabel 3.

**Tabel 3**

*Onafhankelijke t-test voor Wiskundeles 1*

		Levene's Test				t-test	
		F	Sig.	t	df	Sig.	
						One-sided p	Two-sided p
Les 1	Equal variances assumed	,74	,40	-2,85	21	,005	,010**
	Equal variances not assumed			-2,76	16,83	,007	,013

Aangezien  $p=0,40$  is op de Levene's test wordt de nulhypothese van gelijke variatie van de groepen aanvaard. Voor de resultaten dient er daarom naar de bovenste kolom van 2-zijdige toetsing gekeken te worden. Hieruit blijkt dat het verschil in de gemiddelde score op de retentietest van de experimentele groep ( $M=66,15$ ;  $SD=15,02$ ) en de controlegroep ( $M=46$ ,  $SD=18,97$ ) zeer significant is ( $t(21) = -2,85$ ;  $p = .01$ ). De nulhypothese kan dus verworpen worden. Er kan dus geconcludeerd worden dat er na de les met een 'adempauze' een grotere retentie was bij de leerlingen dan na les zonder 'adempauze'.

**Tabel 4**

*Effectgrootte bij Wiskundeles 1*

		Standardiser	Point Estimate	95% Confidence interval	
				Lower	Upper
retentiewisk1	Cohen's d	16,82	-1,20	-2,08	-,29
	Hedges' correction	17,46	-1,16	-2,01	-,28
	Glass's delta	15,02	-1,34	-2,30	-,34

Een ander gevolg van de Levene's test is dat de effectgrootte wordt afgelezen via Hedges correction (wegens verschillende steekproefgrootte van de groepen maar met een gelijke variatie). We zien in Tabel 4 een effectgrootte van  $d = -1,16$ , wat een groot effect is.

Voor les 2 staan de resultaten van de onafhankelijke t-test in Tabel 5

**Tabel 5**

*Onafhankelijke t-test voor Wiskundeles 2*

		Levene's Test		t-test			
		F	Sig.	t	df	Sig.	
						One-sided p	Two-sided p
Les	Equal variances assumed	1,19	,29	-0,71	21	,24	,48
	Equal variances not assumed			-0,68	15,81	,25	,50

Ook hier wordt bij  $p=.29$  de nulhypothese aanvaard en zijn de variaties van de groepen gelijk. Hier moet er echter vastgesteld worden dat het verschil in de gemiddelde score op de retentietest van de experimentele groep ( $M=66,25$ ;  $SD=22,09$ ) en de controlegroep ( $M=60,58$ ,  $SD=16,01$ ) niet significant is ( $t(21) = -0,71$ ;  $p = .48$ ). Er was dus geen significant gemiddeld verschil in de retentie van de leerlingen na de 2<sup>de</sup> les wiskunde met of zonder 'adempauze'.

**Tabel 6**

*Effectgrootte bij Wiskundeles 2*

		standadiser	Point Estimate	95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
Les 2	Cohen's d	18,86	-,30	-1,13	,53
	Hedges' correction	19,57	-,29	-1,09	,51
	Glass's delta	22,09	-,25	-1,09	,58

In Tabel 6 wordt er een Hedge's correction van  $d = -.29$  gevonden en dus een kleine effectgrootte.

### 3.2 Effect voor het vak opvoedkunde

Voor het vak opvoedkunde waren er 13 leerlingen aanwezig van klas 1 en 11 leerlingen van klas 3. De gemiddelde procentuele score, standaardafwijking en standaardfout van de klassen op de retentietest zijn te zien in Tabel 7.

**Tabel 7**

*Gemiddelde Procentuele Score, Standaardafwijking en Standaardfout op de Retentietest voor Opvoedkunde*

	Groep	N	M	SD	SE
Les 1	zonder adempauze	13	60,77	17,54	4,87
	met adempauze	11	86,36	9,24	2,79

Voor de les opvoedkunde wordt de Mann-Whitney U test gebruikt. Dit komt omdat de data in deze set niet normaal verdeeld zijn aangezien  $p=.004$  bij de experimentele groep op de Shapiro-Wilk-test. Bovendien zijn de data extreem links verdeeld (*skewness*= -.95). Daardoor is het te moeilijk om de data te transformeren en zo tot een normale verdeling te komen. Dit is echter een voorwaarde om de onafhankelijke t-test te mogen gebruiken.

Bij de vergelijking van de steekproefgemiddelden stelt de Mann-Whitney U test als nulhypothese dat de gemiddelden tussen de experimentele groep en de controlegroep gelijk zijn. De resultaten van deze test staan in Tabel 8. Daaruit kan er afgeleid worden dat  $p < .001$  en de nulhypothese mag verworpen worden. Het verschil in de gemiddelde score op de retentietest van de experimentele groep ( $M=86,36$ ;  $SD=9,24$ ) en de controlegroep ( $M=60,77$ ;  $SD=17,54$ ) is dus zeer significant ( $U=10,50$ ;  $p < .001$ ). Er kan dus geconcludeerd worden dat er na de les opvoedkunde een grotere retentie was met een 'adempauze' dan na de les zonder 'adempauze'.

**Tabel 8**

*Mann-Whitney U Test voor de Les Opvoedkunde*

Mann-Whitney U	10,50
Wilcoxon W	101,50
Z	-3,60
Asymp. Sig. (2-tailed)	<,001***
Exacte Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	<,001***

Om de effectgrootte te berekenen, dienen we de Z-score van de Mann-Whitney U-test te delen door N. Dit leidt tot een effectgrootte van  $d= 0,54$ . Dit wordt beschouwd als een middelgroot effect.

## 4. Discussie

### 4.1 Onderzoeksvraag 1

Wat betreft de 1<sup>ste</sup> onderzoeksvraag werd als hypothese gesteld dat er een significant verschil in retentie zou gevonden worden ten gunste van de experimentele groep. Dit blijkt ook te kloppen voor 1 van de 2 lessen wiskunde en de les opvoedkunde. Er wordt een statistische significantie gevonden van resp.  $p=0.01$  en  $p < .001$ . Bovendien wordt er een middelhoge tot hoge effectgrootte vastgesteld. Dit betekent dat het verschil ook praktisch significant is. De onderzoeksuitkomsten zijn dus belangrijk genoeg om betekenisvol te zijn. Voor de andere les wiskunde is er wel een verschil, maar dit is statistisch niet significant gezien de heel kleine steekproef.

Het lijkt er dus op dat het nemen van een adempauze tijdens 2 lesblokken zorgt voor een betere retentie. Daar kunnen verschillende verklaringen voor zijn. Eén ervan zou kunnen zijn dat de hogere prime-time van 2 lesblokken van 20 minuten in vergelijking met de prime-time van een les van 40 minuten voor de hogere retentie zorgde. De down-time wordt volgens dezelfde redenering bij de lesblokken van 20 minuten tot een minimum beperkt. Een andere verklaring kan zijn dat de invulling van de pauze ook bijdraagt tot een betere retentie. De leerlingen coherent laten ademen, zorgt voor 'wakeful rest' en die zorgt op zijn beurt dat de leerstof van vóór de pauze beter geconsolideerd wordt in de hersenen. Dit wordt zelfs al bereikt door de leerlingen te vragen de ogen gesloten te houden en de andere leerlingen niet te storen. De ademhalingsoefening tijdens de pauze zou kunnen zorgen voor een betere focus zodat het 2<sup>de</sup> deel van de les aandachtiger wordt aangevangen. Dit zou de retentie kunnen verbeterd hebben van de leerstof na de pauze. Uit onderzoek bleek ook dat enkel al bewust dieper en trager ademen kan zorgen voor een betere retentie en dit zowel voor als na een pauze. Ook dit zou een bijkomende verklaring kunnen bieden voor de betere retentie.

### 4.2 Onderzoeksvraag 2

Wat betreft de 2<sup>ste</sup> onderzoeksvraag werd als hypothese gesteld dat de effecten op de retentie bij het vak wiskunde lager zouden zijn dan bij het vak opvoedkunde. Dit blijkt duidelijk uit de resultaten. Waar er voor wiskunde geen eenduidige resultaten worden bekomen, daar er voor 1 van de lessen geen significant statistische en praktische significantie wordt gevonden door de kleine steekproef, is dit voor opvoedkunde wel het geval. Jammer genoeg zijn er door een technisch probleem geen resultaten voor de 2<sup>de</sup> les opvoedkunde.

Een mogelijk verklaring voor de minder uitgesproken effecten bij het vak wiskunde zou kunnen zijn dat er andere cognitieve vaardigheden belangrijk zijn voor dit vak, zoals logisch denken en abstract redeneren. Enkel aandachtiger zijn, zal op zich niet voldoende zijn om beter te scoren op een retentietest. Er dienen immers formules toegepast te worden om juist te antwoorden op de meerkeuzevragen. Daarom is het opportuun om de scores op de toetsen van wiskunde te bekijken van de 2 klassen. Indien daar een groot verschil op zit, zou dit kunnen meespelen in de resultaten van ons onderzoek. Beide klassen scoren echter even goed voor de toetsen die van deze

leerstof zijn afgenomen vóór het onderzoek plaats vond. Deze scores waren 76,7% en 78% voor klas 1 en 2 voor de leerstof van les 1 en 68% en 66,7% voor de leerstof van les 2.

Bij opvoedkunde kan aandachtiger zijn op zich wel voldoende zijn om beter te scoren op de retentietest. Het antwoord op de meerkeuzevragen hing daar meer af van de herkenning van de termen uit de aangeboden leerstof en minder van het toepassen ervan.

Waar er eventueel ook nog dient rekening mee gehouden te worden, is het tijdstip waarop het onderzoek plaats vond. Voor opvoedkunde was dit voor de controlegroep tijdens het 2<sup>de</sup> lesuur op een maandag, terwijl dit voor de experimentele groep plaats vond op een vrijdag tijdens het 8<sup>ste</sup> lesuur. Uit onderzoek blijkt dat dit tijdstip een significant verschil kan uitmaken. In de ochtend is er een betere retentie dan in de namiddag (Baddeley et al. 1970 ; Puchalski, 1988). Op een vrijdagmiddag mag er verondersteld worden dat dit verschil nog groter zal zijn. De vaststelling dat de experimentele groep ook dan nog veel hoger scoort op de retentietest is dus nog extra opvallend. Voor wiskunde speelde dit tijdstip niet mee daar de momenten van afname voor beide klassen in de voormiddag plaats vonden.

#### **4.3 Bijkomende voordelen van een pauze en de invulling ervan**

Uit bovenstaande vaststellingen kan alvast besloten worden dat er sowieso een effect zal zijn op de retentie door het opdelen van een les in 2 lesblokken met een pauze ertussen.

Maar er zijn nog enkele extra voordelen aan het introduceren van een pauze tijdens de les. Zo wordt een les meestal gestart met het opnemen van de afwezigheden. Dit neemt al snel enkele minuten in beslag en dit gebeurt tijdens prime-time 1 en dus het moment waar de leerlingen het meest ontvankelijk zijn voor de leerstof. Indien de leerkracht dit echter zou doen tijdens een pauze (in plaats van les te blijven geven en dus de down-time te verlengen), dan is er direct gewin van prime-time lestijd. Ook voor de leerkracht kan een pauze tijdens de les bovendien welgekomen zijn en zijn aandacht aanscherpen. Hij kan daarbij kiezen om samen met de leerlingen coherent te ademen. Dit bevordert de band met de leerlingen en zal ook bij hem zorgen voor een betere concentratie en nieuwe energie om het 2<sup>de</sup> deel van de les aan te vatten. Bovendien blijkt dat coherent ademen al na 3 minuten effect heeft (Dijkstra, 2021). Er kan dus of gekozen worden voor een kortere 'adempauze' of de leerkracht kan ervoor opteren om 3 minuten mee te ademen en/of te observeren of iedereen de oefening goed mee doet en 2 minuten gebruiken om de afwezigheden op te nemen.

Bij de keuze van de invulling van de pauze dient de voorkeur te gaan naar activiteiten die de hersenen zo weinig mogelijk belasten om die de kans te geven de leerstof automatisch te consolideren. Dit betekent dus in de vorm van een activiteit die leidt tot 'wakeful rest'. Alle ademhalingstechnieken die bewust dieper en trager ademen stimuleren, komen daarvoor in aanmerking.

Toch mogen andere activiteiten (zoals een fysiek actieve pauze of een passieve leespaauze) niet zomaar afgeschreven worden. Uit onderzoek bleek dan wel dat dit

geen eenduidig effect had indien dit als een extra pauze na een les werd toegepast, maar als we dit tijdens de les doen en met prime-time 1 en 2 rekening houden, zou ook dit kunnen bijdragen tot een betere retentie.

#### **4.4 Bijkomende voordelen van het onderzoek**

Door aan het onderzoek deel te nemen, hebben leerlingen op jonge leeftijd kunnen ervaren hoe coherent ademen een effect kan hebben op hun gemoedstoestand. Het geeft hen zo een techniek die ze kunnen gebruiken tijdens andere stressvolle periodes in hun leven. In de context van de huidige en latere studies kunnen ze dit gebruiken om de stress onder controle te houden vlak voor of tijdens een toets of (mondeling) examen. Of wanneer studeren moeilijk lukt door emotionele crisissen of bij paniek. Door het regelmatig te beoefenen – de richtlijn hierrond is 3 keer 5 minuten per dag- kan het hen bovendien helpen om te kunnen inslapen (Tsai et al., 2015) en om angsten te overwinnen (Jerath et al., 2015). Coherent ademen blijkt ook zeer effectief voor leerlingen met ADHD (Groeneveld et al., 2019).

Coherent ademen biedt dezelfde voordelen als meditatie, mindfulness of yoga voor mensen die daar niet direct voor open staan (Nestor, 2021). Leerlingen (al dan niet van de 3<sup>de</sup> graad) lijken daarom het uitgelezen publiek om deze ademtechniek bij te introduceren.

Niet alleen na maar ook tijdens het onderzoek werd er meermaals door de leerlingen gevraagd om coherent te ademen wanneer ze ervoeren dat de klas te rumoerig of te snel afgeleid raakte. Ook pasten enkele leerlingen het toe om in te slapen of om de pijn van fysiek ongemak te doen zakken. Dit alleen al was een positief bijkomend effect van het onderzoek.

#### **4.5 Beperkingen van het onderzoek**

Dit onderzoek vond plaats bij een beperkte steekproef en had bovendien te lijden onder technische problemen. Bovendien vond dit onderzoek enkel plaats bij leerlingen van de 3<sup>de</sup> graad TSO. De onderzoeker was bovendien tegelijk leerkracht, wat het geen blind experiment maakte. Dit betekent dat er onbedoeld en ongewild vertekening kan zitten in de manier waarop de les werd aangepakt en uitgelegd. Wanneer bijvoorbeeld de les voor de 2<sup>de</sup> keer gegeven werd, kunnen er voor de leerkracht ook leereffecten geweest zijn en werd deze les daardoor misschien duidelijker uitgelegd. Dit zou dus een impact kunnen gehad hebben op de retentie. Ook zouden er leereffecten kunnen opgetreden zijn bij de leerlingen van klas 1 daar de quiz bij hen op 3 verschillende momenten is afgenomen en zij daaruit geleerd kunnen hebben om minder toevallige fouten te maken. Dit alles maakt dat de resultaten beperkt generaliseerbaar zijn naar grotere populaties.

Op zich kan deze beperkte studie het best gezien worden als een piloot-studie met veelbelovende resultaten. Het is aangewezen om dit onderzoek te repliceren in een grotere steekproef en/of binnen andere graden en onderwijsniveaus. Ook lijkt het interessant om de pauze in te vullen met andere activiteiten. Tenslotte zou ook de controlegroep kunnen een pauze krijgen tijdens de les om zo de impact van het coherent ademen bovenop het effect van de pauze te onderzoeken. Daarvoor dient



dan wel het onderzoeksdesign aangepast te worden. De eerste groep krijgt dan gewoon 40 minuten aan een stuk les, zoals de huidige controlegroep dus. De tweede groep krijgt twee keer 20 minuten les met een pauze tussendoor. Deze pauze wordt dan niet ingevuld met coherent ademen, maar met een andere activiteit die leidt tot 'wakeful rest'. De derde groep krijgt dan twee keer twintig minuten les en een pauze met coherent ademen, zoals de huidige experimentele groep dus.

In dit onderzoek is enkel de retentie op het einde van de les onderzocht. Het is dus niet zeker in welke mate de retentie op lange termijn verbeterd blijft. Bijkomend onderzoek zou zich ook daar kunnen op focussen. Was er bijvoorbeeld nog een betere retentie na 24 u of na 8 dagen? Ook werd er enkel getest op de herkenning van de leerstof in de vorm van meerkeuzevragen. De vraag is of er ook een verschil in retentie zal vastgesteld worden indien de leerstof vrij herinnerd dient te worden. In het onderzoek naar het effect van mindfull ademen op de retentie bleek alvast dat dit zich veel minder manifesteert in de resultaten op toetsen en examens (Reuter et al., 2021).

#### **4.6 Conclusie**

Dit onderzoek heeft duidelijk gemaakt dat 2 lesblokken met een pauze die wordt ingevuld door coherent ademen een positief effect heeft op de retentie bij leerlingen van de 3<sup>de</sup> graad TSO. Dit effect is meer uitgesproken bij het vak opvoedkunde dan bij het vak wiskunde. Het lijkt dus aangewezen om een pauze in te lassen tijdens de les. Bij voorkeur wordt de pauze ingevuld door activiteiten die zorgen voor 'wakeful rest'. Die zorgt er dan alvast voor dat de leerstof die gegeven is vóór de pauze beter opgeslagen wordt. Het is niet voldoende te pauzeren en de leerlingen vrij te laten in de invulling van deze pauze. Leerlingen zijn snel geneigd hun smartphone te controleren en dit zorgt dan voor teveel extra cognitieve belasting. In dit onderzoek werd dit gedaan door de pauze in te vullen met coherent ademen. De reden daarvoor is dat deze ademhalingstechniek niet alleen gemakkelijk aan te leren is maar ook extra voordelen heeft voor zowel leerkracht als leerlingen. De leerkracht kan niet alleen tijdens de les zelf eens op adem komen, maar leert ook de leerlingen hoe ze in hun latere (schoolse) leven kunnen omgaan met stress, slapeloosheid en angst. Een pauze inlassen tijdens de les kan door een leerkracht autonoom beslist worden maar hoeft zich niet alleen tot de klas en dus het microniveau van het onderwijs te beperken.

Op het mesoniveau van het onderwijs kan de school het voortouw nemen en standaard elke les van 50 minuten onderbreken met een pauze van 5 minuten. Scholen zijn immers vrij om te kiezen hoe lang hun lessen duren zolang ze zich houden aan de door de Vlaamse overheid voorgeschreven onderwijstijd. De invulling van de pauze kan dan voor elke school anders zijn en kan bijvoorbeeld afhangen van hun pedagogisch project.

Wat het macroniveau van het onderwijs betreft, zou er al een enorme stap kunnen gezet worden door de huidige lestijd van 50 minuten in vraag te stellen. Zoals we reeds stelden in het literatuuronderzoek, is deze lestijd niet gebaseerd op recent onderzoek. Er zou kunnen geïnvesteerd worden in extra onderzoek naar het effect

van kortere lestijden, al dan niet met een kortere of langere pauze. Dit alles zou dan kunnen leiden naar een efficiënter gebruik van de onderwijstijd.

## Literatuurlijst

- Baddeley, A. D., Hatter, J. E., Scott, D., & Snashall, A. (1970). Memory and time of day. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22(4), 605-609.
- Bernardi, L., Sleight, P., Bandinelli, G., Cencetti, S., Fattorini, L., Wdowczyk-Szulc, J., & Lagi, A. (2001). Effect of rosary prayer and yoga mantras on autonomic cardiovascular rhythms: comparative study. *Bmj*, 323(7327), 1446-1449.
- Billman, G. E. (2011). Heart rate variability—a historical perspective. *Frontiers in physiology*, 2, 86.
- Bradbury, N. A. (2016). Attention span during lectures: 8 seconds, 10 minutes, or more?. *Advances in physiology education*, 509-313.
- Bunce, D. M., Flens, E. A., & Neiles, K. Y. (2010). How long can students pay attention in class? A study of student attention decline using clickers. *Journal of Chemical Education*, 87(12), 1438-1443.
- Dhaniwala, N. K. S., Dasari, V., & Dhaniwala, M. N. (2020). Pranayama and Breathing Exercises-Types and Its Role in Disease Prevention & Rehabilitation. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 9(44), 3325-3331.
- Dijkstra, M. (2021). *Stilte zijn*. Samsara Uitgeverij B.V.
- Ebbinghaus, H. (1885). *Über das Gedächtnis: Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*. Duncker & Humblot..
- Elliott, S. B. (2005). *The New Science of Breath - 2nd Edition*. Coherence Books.

- Groeneveld, K. M., Mennenga, A. M., Heidelberg, R. C., Martin, R. E., Tittle, R. K., Meeuwssen, K. D., ... & White, E. K. (2019). Z-score neurofeedback and heart rate variability training for adults and children with symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder: A retrospective study. *Applied psychophysiology and biofeedback, 44*, 291-308.
- Hajar, M. S., Rizal, H., & Kuan, G. (2019). Effects of physical activity on sustained attention: a systematic review. *Scientia Medica, 29*(2), e32864-e32864.
- Hartley, J., & Davies, I. K. (1978). Note-taking: A critical review. *Programmed learning and educational technology, 15*(3), 207-224.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Corwin.
- Jerath, R., Crawford, M. W., Barnes, V. A., & Harden, K. (2015). Self-regulation of breathing as a primary treatment for anxiety. *Applied psychophysiology and biofeedback, 40*(2), 107-115.
- Lee, S. H., Park, D. S., & Song, C. H. (2023, March). The Effect of Deep and Slow Breathing on Retention and Cognitive Function in the Elderly Population. In *Healthcare* (Vol. 11, No. 6, p. 896). MDPI.
- Martini, M., Zamarian, L., Sachse, P., Martini, C., & Delazer, M. (2019). Wakeful resting and memory retention: a study with healthy older and younger adults. *Cognitive Processing, 20*, 125-131.
- Masini, A., Marini, S., Gori, D., Leoni, E., Rochira, A., & Dallolio, L. (2020). Evaluation of school-based interventions of active breaks in primary schools: A systematic review and meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport, 23*(4), 377-384.

- McKeachie, W. J., & Brewer, C. L. (2002). *The Teaching of Psychology: Essays in Honor of Wilbert J. McKeachie and Charles L. Brewer*. Taylor & Francis.
- Müller, C., Otto, B., Sawitzki, V., Kanagalingam, P., Scherer, J. S., & Lindberg, S. (2021). Short breaks at school: effects of a physical activity and a mindfulness intervention on children's attention, reading comprehension, and self-esteem. *Trends in Neuroscience and Education*, 25, 100160.
- Nestor, J. (2021). *Het nieuwe ademen*. HarperCollins.
- Puchalski, M. A. (1988). *Impulsivity, time of day, and retention interval: Interactive effects on cognitive performance*. Northwestern University.
- Reuter, P., Sillevs, R., & Weiss, V. (2021). Can Mindfulness Practice Improve Short-Term Retention in a Science Course?. *HAPS Educator*, 25(1), 7-12.
- Schaich, C. L., Malaver, D., Chen, H., Shaltout, H. A., Zeki Al Hazzouri, A., Herrington, D. M., & Hughes, T. M. (2020). Association of heart rate variability with cognitive performance: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Journal of the American Heart Association*, 9(7), e013827.
- Sousa, D. A. (2016). *Primacy/recency effect*.
- Stuart, J., & Rutherford, R. D. (1978). Medical student concentration during lectures. *The lancet*, 312(8088), 514-516.
- Thayer, J. F., Åhs, F., Fredrikson, M., Sollers III, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 747-756.
- Alderman, Yu, B., Song, Y., & Feijs, L. (2015). Light bird: An animated biofeedback interface for coherent breathing. *Design and semantics of form and movement*, 356.

The Human Condition. (2023b). Coherent Breathing: Overview, Benefits, and Effectiveness. *The Human Condition*.

Timmer, M. C., Steendijk, P., Arend, S. M., & Versteeg, M. (2020). Making a lecture stick: the effect of spaced instruction on knowledge retention in medical education. *Medical Science Educator*, 30, 1211-1219.

Tsai, H. J., Kuo, T. B., Lee, G. S., & Yang, C. C. (2015). Efficacy of paced breathing for insomnia: enhances vagal activity and improves sleep quality. *Psychophysiology*, 52(3), 388-396.

Vetter, M., Orr, R., O'Dwyer, N., & O'Connor, H. (2020). Effectiveness of active learning that combines physical activity and math in schoolchildren: a systematic review. *Journal of School Health*, 90(4), 306-318.

Vlaamse Codex > Zoeken > Document. (2023).

<https://codex.vlaanderen.be/Zoeken/Document.aspx?DID=1020342&form=informatie>

Waarom is 1 lesuur in het secundair onderwijs 50 minuten (en geen 60)? - Ik heb een vraag (2023). <https://www.ikhebeenvraag.be/mvc/vraag/18822/Waarom-is-1-lesuur-in-het-secundair-onderwijs-50-minuten-en-geen-60#:~:text=Antwoord,maximum%2050%20minuten%20kan%20concentreren>.

Wang, W. Y., & Chen, A. (2023). Can Physical Activity Breaks Assist Mathematics Learning? A Domain Learning Theory Perspective. *Journal of Teaching in Physical Education*, 1(aop), 1-7.

- Wilson, A. N., Olds, T., Lushington, K., Petkov, J., & Dollman, J. (2016). The impact of 10-minute activity breaks outside the classroom on male students' on-task behaviour and sustained attention: a randomised crossover design. *Acta paediatrica*, *105*(4), e181-e188.
- Wilson, K., & Korn, J. H. (2007). Attention during lectures: Beyond ten minutes. *Teaching of Psychology*, *34*(2), 85-89.
- Yadav, G., & Mutha, P. K. (2016). Deep breathing practice facilitates retention of newly learned motor skills. *Scientific reports*, *6*(1), 37069.