

TNO-rapport

2006-D-1078/B

**Het effect van ventilatie op de cognitieve prestaties
van leerlingen op een basisschool**

Datum	2 januari 2007	
Auteur(s)	W.F. de Gids C.J. van Oel J.C. Phaff A. Kalkman	TNO Bouw en Ondergrond TU Delft, Bouwkunde RE&H TNO Bouw en Ondergrond Cauberg- Huygen Raadgevende Ingenieurs

Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	22
Aantal bijlagen	3
Opdrachtgever	VR0M-DGM
Projectnaam	ventilatie scholen cognitieve prestaties
Projectnummer	006.31186/01.01

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

Samenvatting

Bewustwording van nadelige effecten van een mindere kwaliteit van de binnenlucht op het welbevinden van mensen is niet van de laatste jaren. Verminderde werkprestaties worden in verband gebracht met onvoldoende luchtverversing van werkruimten. Naar de prestaties van leerlingen in relatie tot de ventilatie van scholen is nauwelijks onderzoek gedaan. Binnen het actieprogramma Gezondheid en Milieu is de wens geformuleerd om meer inzicht te verkrijgen in de prestaties van leerlingen onder vraaggestuurde ventilatie als alternatief voor het handmatige gebruik van de gangbare ventilatievoorzieningen.

Het hier beschreven onderzoek maakt deel uit van een onderzoek naar de vraag of vraaggestuurde ventilatie op basis van de CO₂ concentratie in een klaslokaal een goede manier is om het binnenklimaat van scholen te verbeteren. Het onderzoek bestaat uit twee deelonderzoeken. In het eerste deelonderzoek zijn de prestaties van vier vraaggestuurde ventilatiesystemen op basis van de CO₂ concentratie in een klaslokaal gemeten. Uit de deelrapportage hierover blijkt dat de vraaggestuurde ventilatiesystemen de situatie in schoollokalen aanzienlijk kunnen verbeteren. De regeling van de systemen behoeft enige verbetering. In het tweede deelonderzoek staat de invloed van vraaggestuurde ventilatie op de cognitieve prestaties van leerlingen centraal. De voorliggende rapportage beschrijft de resultaten van dit tweede deelonderzoek.

Doel van het hier beschreven onderzoek was om na te gaan of basisschoolleerlingen betere cognitieve prestaties leveren bij vraaggestuurde ventilatie dan bij standaard ventilatieomstandigheden. De genoemde standaard ventilatieomstandigheden komen overeen met gangbare ventilatiecondities waarbij de CO₂ concentraties in een klaslokaal sterk oplopen naarmate de ochtend of middag vordert, omdat de handmatige ventilatievoorzieningen onvoldoende bewust worden gebruikt. Onderzocht is of bij basisschoolleerlingen uit groep 7 en 8 de cognitieve prestaties op een aantal neuropsychologische taken gedurende de dag minder sterk afnemen bij vraaggestuurde ventilatie dan bij standaard ventilatie met oplopende CO₂ concentraties. Bij vraaggestuurde ventilatie wordt door middel van sturing op CO₂ concentraties een juiste mate van ventilatie gerealiseerd, om de CO₂ concentratie in het klaslokaal op een aanvaardbaar niveau te houden.

Het onderzoek was zodanig opgezet dat elke leerling als zijn eigen controle fungeerde, waardoor het onderscheidende vermogen van de uit te voeren toetsen (statistische power) aanzienlijk hoger is dan wanneer dezelfde groep de testen slechts eenmaal uitvoert zoals in een cross-sectioneel onderzoek. Aan het onderzoek hebben leerlingen uit 2 groepen 8 meegedaan. De ene groep 8 heeft eerst de testen onder de standaard ventilatie conditie gemaakt, de andere groep is begonnen met de conditie van vraaggestuurde ventilatie. De volgende dag hebben de beide groepen de testen gemaakt onder de andere ventilatieconditie. Er zijn ook testen uitgevoerd met een groep 7 in dezelfde school. De bedoeling hiervan was om de kans op statistisch significante effecten te vergroten.

Rekening houdend met verschillen in testvolgorde, laten de resultaten van het onderzoek zien, dat leerlingen aan het eind van de ochtend of middag onder vraaggestuurde ventilatie significant minder reken- en taalfouten maken dan onder standaard ventilatiecondities met oplopende CO₂ concentraties.

Gemiddeld maken leerlingen 5,34 taalfouten en 1,98 rekenfouten bij vraaggestuurde ventilatie, terwijl bij oplopende CO₂ concentraties leerlingen gemiddeld 5,64 taalfouten en 2,44 rekenfouten maken.

Kortom, uit dit onderzoek blijkt dat leerlingen op deze testen daadwerkelijk beter presteren in goed geventileerde klaslokalen.

Begeleidingscommissie

De begeleidingscommissie voor dit onderzoek was als volgt samengesteld.

E.A. Koudijs-Siebel,	VROM
J. Ng-A-Tham,	VROM
J.W. Damen,	OCW
D.H.J. van de Weerd,	GGD Gelderland
J. Kooiman,	Ursum bv namens de vereniging van scholenbouwers
R. van Strien,	GGD Amsterdam
H.W. Verkes,	VROM
G. Buijs,	NIGZ
W. Neutel,	Besturenraad
H. Bakker,	DSO Gemeente Den Haag
S., Arbeek,	ICS adviseurs

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	6
1.1	Binnenmilieu en leerprestaties	6
1.2	Ventilatie en CO ₂ -concentratie.....	6
1.3	Invloed van vraaggestuurde ventilatie op de cognitieve prestaties van scholieren	7
1.4	Leeswijzer	8
2	Opzet van het onderzoek	9
2.1	Onderzoeksopzet	9
2.2	Onderzoeksgroep.....	10
2.3	Vraaggestuurde ventilatie versus standaardventilatie.....	10
2.4	Testen	11
2.4.1	Opzet van de testen.....	11
2.4.2	De taaltest.....	12
2.4.3	De rekentest.....	12
2.4.4	De tekenset test.....	13
2.4.5	De test met de klok en de wijzers	14
2.5	Analysemethode	14
3	Resultaten van het interventieonderzoek	16
3.1	Leereffecten op de testen.....	16
3.2	De cognitieve prestaties tijdens de testen.....	16
3.2.1	Cognitieve prestaties in groep 7 en 8 onder standaard ventilatiecondities	17
4	Discussie	18
5	Conclusies.....	20
6	Aanbevelingen.....	21
7	Verantwoording.....	22
8	Literatuur.....	23

Bijlagen

Bijlage 1 Leertesten

Bijlage 2 Aandachtpunten bij de instructie leerkrachten

Bijlage 3 Verantwoording statistische analyse

1 Inleiding

1.1 Binnenmilieu en leerprestaties

Bewustwording van nadelige effecten van een mindere kwaliteit van de binnenlucht is niet van de laatste jaren. Verminderde werkprestaties worden vaak in verband gebracht met onvoldoende luchtverversing van werkruimtes. Seppänen et al. (2006) beschrijven in hun overzichtstudie een duidelijke gekwantificeerde relatie tussen de prestaties van werknemers en de mate van ventilatie in kantoorgebouwen. Opmerkelijk genoeg is er naar de prestaties van leerlingen in relatie tot de ventilatie van scholen veel minder onderzoek gedaan. Uit onderzoek van Van Buggenum (2003) blijkt dat in elk van de onderzochte leslokalen gedurende 40% van de dag de CO₂ concentratie hoger is dan de grenswaarde van 1200 ppm. Van Buggenum deed een onderzoek onder leerlingen van verschillende scholen die eenmalig een tweetal cognitieve testen uitvoerden. Zij kon geen relatie aantonen tussen de hoogte van de CO₂ concentratie en de prestaties van de leerlingen op deze twee testen. Shaughnessy et al (2006) en Ten Boske (in Van Buggenum 2003) vonden een marginaal significant verband tussen leerprestaties van scholieren en de CO₂ concentratie. Algemeen (Seppänen et al. 2006; Wargoeki et al 2006) wordt erkend dat er meer behoefte is aan goed uitgevoerd onderzoek bij schoolkinderen. De gezondheidsraad onderschrijft dit probleem in het Advies "Gezondheid en Milieu: Kennis voor beleid" (oktober 2003, p13) en wijst op de mogelijkheid dat cognitieve prestaties negatief beïnvloed worden door een slechte kwaliteit van het binnenmilieu. Binnen het actieprogramma Gezondheid en Milieu is daarom de wens geformuleerd om meer inzicht te verkrijgen in de prestaties leerlingen bij vraaggestuurde ventilatie als alternatief voor het handmatige gebruik van de gangbare ventilatievoorzieningen.

1.2 Ventilatie en CO₂-concentratie

De CO₂-concentratie wordt gebruikt als maat voor de ventilatie. In de regelgeving wordt uitgegaan van een CO₂-concentratie van 1200 ppm als grenswaarde voor schoolgebouwen. Op deze concentratie zijn de ventilatie-eisen voor scholen gebaseerd. Voor scholen is het noodzakelijk dat relatief grote volumestromen (120 tot 180 dm³/s) per lokaal moeten kunnen worden gerealiseerd op momenten dat een klaslokaal wordt gebruikt. De meeste basisscholen kennen op dit moment een natuurlijk ventilatie via ramen in de gevel van het klaslokaal. In een random steekproef van basisscholen in de regio Eindhoven bleken slechts 3 van de 16 scholen een mechanisch ventilatiesysteem te hebben (Van Dijken et al., 2006).

Van Dijken et al (2006) rapporteerden een mediane CO₂-concentratie gedurende de schooltijden van 1524 ppm. Tussen de scholen bestonden verschillen in de hoeveelheid tijd waarin de CO₂-concentratie boven de 1000 ppm kwam. Dit varieerde tussen de 23% en de 99% van de tijd. Uit ander recent onderzoek van Van Buggenum (2003) blijkt dat in elk van de onderzochte leslokalen gedurende 40% van de dag de CO₂-concentratie hoger is dan 1200 ppm. Daarmee zijn de resultaten van Van Buggenum nog steeds goed te vergelijken met de resultaten van onderzoek van de GGD uit 1995 (GGD Regio IJssel-Vecht, 1995). Door de GGD Regio IJssel-Vecht (Dolman en Peters, 1995) werd in 90% van de onderzochte scholen door onvoldoende ventilatie de grenswaarde voor CO₂ overschreden; CO₂ concentraties van 3000 - 5000 ppm waren geen uitzondering. Overigens vonden Duim en Meijer (1995) dat zelfs bij een goed handmatig gebruik van de gangbare ventilatievoorzieningen aan het eind van de dag een verdubbeling van de CO₂ concentratie gebruikelijk was.

De belangrijkste bron van CO₂ in gesloten ruimten is de mens zelf. Bij het uitademen komt CO₂ vrij. Ook verbrandingstoestellen zoals geisers, gas- en kooktoestellen en CV-ketels leveren een bijdrage aan de CO₂-concentraties (van Dongen et al. 1993). De achtergrondconcentratie (concentratie in de buitenlucht) van CO₂ is ongeveer 350 ppm. In een gesloten leslokaal neemt de CO₂ concentraties toe vanaf de aanvang van de les. Als tijdens de les goed wordt geventileerd, daalt de concentratie weer totdat de ventilatievoorzieningen weer worden gesloten. De concentratie neemt meestal ook af op het moment dat de deur van de klas even open en weer dicht gaat.

Door verbeterde isolatie en kierdichtheid van gebouwen is de infiltratie van lucht door kieren en naden afgenomen. Daarom is het belangrijk dat een klaslokaal bewust, dat wil zeggen met een duidelijk vooropgezette reden, wordt geventileerd. Klaslokalen worden om verschillende redenen niet goed geventileerd. De belangrijkste redenen om de bestaande ventilatievoorzieningen zoals ramen en roosters in de gevel niet te gebruiken zijn tocht en geluidshinder. Het optreden van tochtproblemen heeft deels te maken met veranderende bouwopvattingen. Tegenwoordig zijn schoollokalen minder hoog dan vroeger en dit kan bijdragen aan het ontstaan van tochtproblemen wanneer ventilatievoorzieningen zich minder dan 2.40 meter boven de vloer bevinden (Gijsbers, 1998). Een andere belangrijke reden om niet (goed) te ventileren is geluidsoverlast van buiten. Ook uit het oogpunt van energiebesparing worden schoollokalen niet altijd goed geventileerd. Tenslotte kan er ook uit overwegingen van inbraakveiligheid onvoldoende worden geventileerd.

Bij vraaggestuurde ventilatie wordt de luchtverversing geregeld door middel van sturing op de CO₂ concentratie. Op deze manier kan worden geregeld dat de CO₂ concentratie op een acceptabel niveau wordt gehouden en niet een bepaalde ingestelde grenswaarde overschrijdt. Daarmee lijkt vraaggestuurde ventilatie een goede manier om het binnenklimaat van scholen te verbeteren, omdat het niet extra aandacht vraagt van leerkrachten en meestal ook niet de genoemde nadelen heeft dat het handmatig gebruik van natuurlijke ventilatie voorzieningen met zich mee brengt.

1.3 Invloed van vraaggestuurde ventilatie op de cognitieve prestaties van scholieren

Het hier beschreven onderzoek maakt deel uit van een onderzoek naar de mogelijkheden om door vraaggestuurde ventilatie de kwaliteit van het binnenmilieu in scholen te verbeteren. Het onderzoek bestaat uit twee deelonderzoeken. In het eerste deelonderzoek zijn de prestaties van vier vraaggestuurde ventilatiesystemen op basis van de CO₂ concentratie in een klaslokaal. Uit de deelrapportage hierover blijkt dat de vraaggestuurde ventilatiesystemen de situatie in schoollokalen aanzienlijk kunnen verbeteren.¹ De regeling van de systemen behoeft echter nog steeds enige verbetering. In het tweede deelonderzoek staat de invloed van vraaggestuurde ventilatie op de cognitieve prestatie van leerlingen centraal. Indien vraaggestuurde ventilatie op basis van CO₂ concentraties een goede manier is om het binnenklimaat in scholen te verbeteren, dan mag verwacht worden dat dit zijn weerslag heeft op de cognitieve prestaties van scholieren. Dit is dan ook de doelstelling van het hier beschreven onderzoek.

Het is al langere tijd bekend dat over het algemeen klaslokalen niet goed worden geventileerd. Recent onderzoek van Van Dijken et al. (2006) laat zien dat in de helft van de scholen de CO₂ concentraties gedurende 85% van de lestijd boven de 1000 ppm uitkomt. Dergelijke niveaus worden vooral bereikt wanneer er niet bewust wordt geventileerd. Gezien deze en eerder beschreven resultaten van onderzoek naar gangbare CO₂ concentraties in leslokalen wordt verondersteld dat ventilatievoorzieningen in leslokalen gesloten worden gehouden en niet bewust worden geopend. In het voorliggend onderzoek wordt de invloed van vraaggestuurde ventilatie daarom vergeleken met deze standaard conditie, dus de situatie waarin er ventilatievoorzieningen gesloten zijn en niet bewust open worden gezet. Aangenomen wordt dat leerlingen betere cognitieve prestaties leveren bij vraaggestuurde ventilatie dan bij standaard ventilatiecondities. Dit zal onderzocht worden door

leerlingen in beide ventilatiecondities een aantal testen af te nemen en de resultaten daarvan te vergelijken. Zodoende kan bepaald worden of de vraaggestuurde ventilatie inderdaad leidt tot een¹verbetering van cognitieve prestaties. Daarmee kan antwoord worden gegeven op de centrale vraag in dit rapport:

Leidt vraaggestuurde ventilatie tot betere cognitieve prestaties van leerlingen dan de standaard situatie waarbij ventilatievoorzieningen gesloten zijn?

Deze laatste onderzoeksvraag staat centraal in dit onderzoeksdeel.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport biedt een beschrijving van de opzet en de resultaten van het onderzoek. De opzet van het onderzoek staat beschreven in hoofdstuk 2. De resultaten van het onderzoek worden weergegeven in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 bestaat uit de discussie van de resultaten. De conclusie en aanbevelingen staan tenslotte in hoofdstuk 5 respectievelijk hoofdstuk 6. Aan het rapport zijn 3 bijlagen toegevoegd. De eerste bijlage bevat alle gebruikte testen. De instructie voor de leerkrachten is opgenomen als bijlage twee. De derde en laatste bijlage geeft een verdere (wetenschappelijke) verantwoording van de uitgevoerde analyses.

¹ TNO Bouw en Ondergrond Rapport 2006-D-R1077/B

2 Opzet van het onderzoek

In dit hoofdstuk staat de onderzoeksopzet beschreven. Verder wordt ingegaan op de onderzoeksgroep, de interventie waarbij de CO₂ concentratie wordt gecontroleerd en de manier waarop de cognitieve prestaties zijn gemeten.

2.1 Onderzoeksopzet

Het onderzoek is opgezet als een onderzoek waarbij de cognitieve prestaties van de leerlingen zowel bij standaard oplopende CO₂ concentraties worden beoordeeld, als tijdens de interventie waarbij de CO₂ concentratie kunstmatig laag worden gehouden door vraaggestuurde ventilatie. Op deze manier is een leerling dus zijn eigen controle, waardoor het onderscheidende vermogen van de uit te voeren toetsen (statistische power) aanzienlijk groter is dan wanneer de prestaties van 2 onafhankelijke groepen leerlingen worden vergeleken. De statistische power ligt aanzienlijk hoger, omdat er per leerling 6 waarnemingen zijn, waardoor het totale aantal waarnemingen bij 47 leerlingen op 282 uit zou komen wanneer de resultaten op de testen onderling onafhankelijk zijn (Hand & Taylor, 1987). Natuurlijk zijn de prestaties op de testen niet onderling onafhankelijk. Het ligt voor de hand dat de latere serie testen beter gaan dan de eerste serie testen en daar zijn de analyses dan ook op aangepast. Hierdoor daalt het onderscheidende vermogen van de testen, maar het onderscheidende vermogen blijft ook na correctie groter dan wanneer er slechts 47 waarnemingen zouden zijn (Hays, 1988, Hand & Taylor, 1987). Veel van het eerder gedane onderzoek (Van Buggenum, 2003; Potting et al, 1989) vergelijkt de prestaties tussen groepen van leerlingen en dan gaan de individuele verschillen tussen leerlingen een grote rol spelen. Bij dit soort vergelijkend onderzoek is het mogelijk dat er wel een relatie tussen CO₂ concentratie en cognitieve prestaties bestaat, maar dat die wordt overschaduwd door de veel grotere individuele verschillen in cognitieve prestaties. De hier beschreven onderzoeksopzet waarbij een leerling als zijn eigen controle geldt, heeft als voordeel dat verschillen in cognitieve prestaties tussen groepen van leerlingen geen belangrijke rol spelen en heeft daarom de voorkeur boven een vergelijking tussen verschillende groepen leerlingen (Hays, 1988).

Leerlingen deden zowel aan het begin van de les als aan het eind van de les een aantal testen waarmee hun cognitieve prestaties werden onderzocht. In het totaal hebben de leerlingen 6 versies van deze testen gemaakt. De eerste 2 testen waren bedoeld als oefening. Daarna volgden of twee testen onder standaard conditie met oplopende CO₂ concentraties, of twee testen waarbij de interventie plaats vond en de CO₂ concentraties dus kunstmatig laag werden gehouden. De laatste twee testen vonden dan plaats onder de andere conditie. Dus de groep die de 3^{de} en 4^{de} test onder standaard condities deed, deed de 5^{de} en 6^{de} test onder gecontroleerde condities, en vice versa.

Belangrijk is dat zowel de leerkrachten als de leerlingen niet wisten onder welke condities zij de laatste 4 testen deden. Daarmee wordt voorkomen dat er een opzettelijke vertekening van de resultaten kon plaatsvinden. De onderzoeksopzet is nog eens samengevat in Tabel 1.

Tabel 1 Onderzoeksopzet

Groep	Standaard ventilatieconditie <i>Voor en nameting</i>	Vraaggestuurde ventilatie <i>Voor en nameting</i>
8A	Dag 2	Dag 1
8B	Dag 1	Dag 2

2.2 Onderzoeksgroep

Aan het onderzoek hebben leerlingen uit groep 8A en groep 8B meegedaan van een basisschool in Zwolle. Deze school is gekozen op advies van de GGD regio IJssel-Vecht. Het onderzoek vond plaats op 11 en 13 april 2006. Deze leerlingen hebben zowel testen uitgevoerd onder de standaardconditie met oplopende CO₂ concentraties als aan de interventieconditie met gecontroleerde CO₂ concentraties. Tussen groep 8A en groep 8B bestonden geen significante verschillen in cognitieve prestaties op de taalttest. Daarnaast hebben ook leerlingen uit groep 7 de testen gedaan bij de standaard ventilatiecondities. Het is bedoeld als ondersteuning van de resultaten uit de interventiestudie waaraan alleen de leerlingen uit groep 8 hebben meegedaan. Het voordeel is dat met meer nadruk eventueel uitspraken kunnen worden gedaan over de mogelijke relatie tussen de hoogte van de CO₂ concentraties en de cognitieve prestaties, wanneer eventuele effecten blijven bestaan als de analyses worden uitgebreid met de resultaten van leerlingen uit groep 7. In groep 8A zaten 28 kinderen en in groep 8B 25 kinderen. Groep 7 bestond uit 25 kinderen. Niet alle kinderen hebben alle testen uitgevoerd. Het maximum aantal uitvallers per groep was echter nooit meer dan 3.

2.3 Vraaggestuurde ventilatie versus standaardventilatie

In twee aan dezelfde gevel liggende klaslokalen is de ventilatie op verschillende manieren geregeld. In het ene lokaal is de standaardventilatieconditie aangehouden waarbij alle ramen en deuren zoveel mogelijk zijn gesloten. Dit leidt in het betreffende lokaal tot oplopende, hoge CO₂ concentraties. In het andere lokaal vindt vraaggestuurde ventilatie plaats door middel van sturing op een CO₂ concentratie van ca 800 ppm. Daarmee is ruim voldaan aan de ventilatie-eisen zoals geformuleerd in het Bouwbesluit. Ook de testen met groep 7 zijn uitgevoerd in een klaslokaal aan dezelfde gevel bij standaard ventilatiecondities.

Zoals eerder vermeld, is er zorg voor gedragen dat zowel leerlingen als leerkrachten niet wisten in welk van de beide lokalen van groep 8 de ventilatie onder standaardcondities was geregeld en in welk lokaal de vraaggestuurde ventilatie was geregeld. In beide lokalen is de instructie gegeven om ramen en deuren zoveel mogelijk gesloten te houden.

Tabel 2 CO₂ concentraties tijdens de interventie met vraaggestuurde ventilatie en tijdens de standaardconditie met oplopende CO₂ concentraties zoals gemeten

Datum	Tijd	groep	CO ₂ ppm	Conditie
11 april	13.30	8A	733	Interventie met vraaggestuurde ventilatie
11 april	15.30	8A	874	Interventie met vraaggestuurde ventilatie
11 april	13.30	8B	1157	Standaard met oplopende CO ₂ concentraties
11 april	15.30	8B	1615	Standaard met oplopende CO ₂ concentraties
13 april	9.00	8A	1376	Standaard met oplopende CO ₂ concentraties
13 april	11.00	8A	2126	Standaard met oplopende CO ₂ concentraties
13 april	9.00	8B	742	Interventie met vraaggestuurde ventilatie
13 april	11.00	8B	620	Interventie met vraaggestuurde ventilatie

Tabel 3 De temperatuurgegevens tijdens de testen in de klaslokalen

Datum	Tijd	groep	Temperatuur °C	Conditie
11 april	13.30	8A	20,0	Interventie met vraaggestuurde ventilatie
11 april	15.30	8A	21,3	Interventie met vraaggestuurde ventilatie
11 april	13.30	8B	19,1	Standaard met oplopende CO ₂ concentraties
11 april	15.30	8B	19,5	Standaard met oplopende CO ₂ concentraties
13 april	9.00	8A	20,2	Standaard met oplopende CO ₂ concentraties
13 april	11.00	8A	20,3	Standaard met oplopende CO ₂ concentraties
13 april	9.00	8B	17,8	Interventie met vraaggestuurde ventilatie
13 april	11.00	8B	18,2	Interventie met vraaggestuurde ventilatie

De vraaggestuurde ventilatie en de metingen van de CO₂ concentraties in de beide lokalen van groep 8 zijn uitgevoerd door een ingenieursbureau (Cauberg Huygen) en staan beschreven in tabel 2. Zij hebben er ook voor gezorgd dat de temperatuur van de ruimte zoveel mogelijk constant bleef. Dit blijkt ook uit de door hen verrichtte metingen. Slechts in één situatie loopt de temperatuur 1,3 °C op. In alle andere gevallen blijft de temperatuurstijging beneden de 0,4 °C. De binnentemperatuur staat vermeld in tabel 3. In het klaslokaal van groep 7 zijn geen metingen verricht, omdat hier bij de opzet en financiering van het onderzoek geen rekening mee was gehouden.

2.4 Testen

In overleg met de Universiteit van Amsterdam (Arne Evers) en de afdeling Gedrag, Training en Prestatie van TNO Defensie en Veiligheid (Karel van den Bosch) zijn een aantal testen gekozen. Deze testen zijn momentopnames van de cognitieve vaardigheden van de betreffende leerlingen. Leerlingen reproduceren in dit onderzoek vooral eerder opgedane kennis en vaardigheden. In het vervolg van dit rapport wordt de term ‘cognitieve prestaties’ gebruikt om de prestaties van de scholieren op deze testen aan te duiden.

2.4.1 Opzet van de testen

Leerlingen hebben 4 soorten testen gedaan, namelijk een taaltest, een rekentest, een tekenset test en de test van de klok en de wijzers. Van elke type test zijn 6 versies gemaakt die onderling zoveel mogelijk gelijk zijn gehouden. Alle leerlingen hebben de eerste 2 versies gebruikt om te oefenen met de testen. De overige versies zijn gebruikt tijdens de interventieconditie met vraaggestuurde ventilatie en de standaardconditie, of vice versa. Per conditie (oefenen, interventie, standaard) werd de eerste test aan het begin van het eerste lesuur gemaakt. De laatste test vond plaats tijdens het laatste lesuur. Elke serie testen duurde circa een half uur.

In een vroegtijdig stadium is in overleg met bovengenoemde deskundigen op het gebied van de neuropsychologie besloten om geen gebruik te maken van bestaand testmateriaal. Gekozen is voor het gebruik van testen die op het moment van onderzoek niet verder gevalideerd zijn. Wel is de betrouwbaarheid van de testen bepaald op grond van de scores van alle leerlingen op de tweede testafname in de oefenconditie (zie voor een gedetailleerde toelichting bijlage 3, tabel 2 en tabel 3). Hieruit blijkt dat de taaltest en de rekentest voldoende betrouwbaar zijn. Ook de test met de klok en de wijzers is betrouwbaar. De tekenset test was minder betrouwbaar. Een vergelijking van de 6 versies

van elke test laat zien dat de versies van de meeste testen onderling sterk overeenkomen en dus aan elkaar gelijk gesteld mogen worden. De enige uitzondering is de test met de klok en de wijzers. Deze test is op dit punt minder betrouwbaar. Dit is ook de reden dat de resultaten op deze test alleen in bijlage 3 staan beschreven. Wel is in dit hoofdstuk een korte beschrijving van de test opgenomen.

De testen voorafgaand aan het onderzoek uitvoerig getest door leerlingen van groep 8 van een basisschool in De Lier (Zuid-Holland) en Sliedrecht (Zuid-Holland). Doel van de pilot was nagaan of er sprake was van leereffecten; of leerlingen de serie testen binnen de gestelde tijd konden maken; of het organisatorisch mogelijk was om leerlingen op 3 testdagen telkens aan het begin van de morgen en aan het eind van de dag een serie testen te laten maken en tenslotte om eventuele fouten in de tests nog te kunnen verbeteren. Op grond van de pilot is besloten om een 5^{de} test, het spel van de maan en de sterren met de computer te laten vervallen, omdat deze test niet paste binnen de beschikbare tijd en het teveel organisatie van de school vergde. Op grond van de pilot zijn verder een aantal kleine verbeteringen in de testen doorgevoerd. De definitieve testen worden kort toegelicht in de volgende paragrafen en zijn bovendien opgenomen in bijlage 1 (versies 1 tot en met 6).

2.4.2 De taaltest

De taaltest bestond uit 8 opgaven. Elke opgave bestond uit een zin met een aantal spellingsfouten. Leerlingen moesten aangeven hoeveel fouten er in de zin stonden. Daarbij konden er 2 soorten fouten worden gemaakt. Leerlingen zagen fouten over het hoofd of leerlingen zagen meer fouten dan er waren. Een voorbeeld van een dergelijke opgave staat hieronder. Bij het verwerken van de resultaten zijn beide fouten als één soort fout beschouwd. Een test als deze doet niet alleen een beroep op het geheugen over de juiste spelling, maar spreekt ook ‘ executieve functies’ aan bij het doorzoeken van de zinnen. Executieve functies zijn nodig voor de aansturing van het gedrag en daarom zijn ze van belang bij het verwerken van informatie. Het is het soort functie dat er voor zorgt dat de stroom van informatie die iemand krijgt achter elkaar wordt verwerkt of dat er voor zorgt dat nieuwe ervaringen worden geïntegreerd met oude ervaringen. Verder monitoren executieve functies het gedrag, remmen onjuiste reacties en zijn van belang bij het plannen en organiseren van doelen (Shallice, 1988).

Voorbeeld:

Het is hier op school erg luek sind juf Maartje op school is gekome.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

			X		
--	--	--	---	--	--

Er zijn in de zin hierboven dus 3 fouten gemaakt want het moest zijn:

Het is hier op school erg **leuk** sinds juf Maartje op school is gekomen

2.4.3 De rekentest

Uitgangspunt bij de rekentest is dat letters verbonden werden met een eigen getal. Leerlingen kregen vervolgens 4 opgaven waarin er 2 lettercombinaties opgeteld of afgetrokken moesten worden. Het antwoord moest dan in cijfers worden gegeven. De 3 daarop volgende opgaven waren moeilijker, omdat er 3 letters werden gebruikt en het antwoord niet in cijfers maar in letters moest worden gegeven. De 8^{ste} opgave was te vergelijken met opgave 4-7, alleen moest de leerling daarbij zelf

bepalen of er opgeteld of afgetrokken moest worden om een jongens- of een meisjesnaam te vinden. Er mocht pen en papier bij deze test gebruikt worden.

Deze test doet ook een beroep op het geheugen, maar dan vooral op het korte termijn geheugen, en daarnaast ook op de eerder genoemde executieve functies bij het oplossen van het ‘ geheimschrift’ .

Voorbeeld van de eerste 4 opgaven:

a =1 b=2 c=3 d=4 e=5 f=6 g=7

Optellen:

ad = 14

ab = 12

---- +

Het goede antwoord = 26

2.4.4 De tekenset test

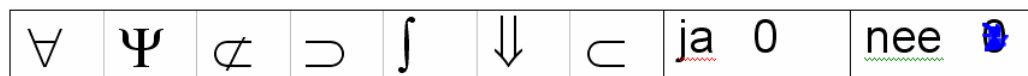
In de tekenset test moeten leerlingen beoordelen of er van de 7 tekens er twee hetzelfde zijn of niet. De test bestond uit 45 opgaven en werd onder tijdsdruk uitgevoerd, leerlingen hadden 5 minuten de tijd om zover mogelijk te komen. Omdat de grootte van de tekenset klein is en onder tijdsdruk wordt uitgevoerd, zal de test vooral een beroep doen op executieve functies en minder op het korte termijngeheugen van de leerlingen.

Voorbeeld:

Kijk naar de tekens **op een regel**. Het gaat om **hetzelfde teken op een regel**.



Hier staat er tweemaal **hetzelfde** teken. Vul het rondje achter ‘ja’



Hier staat **niet** tweemaal **hetzelfde** teken. Vul het rondje achter ‘nee’

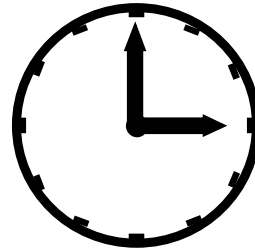
2.4.5 De test met de klok en de wijzers

Voor de test met de klok en wijzers kregen de leerlingen 3 minuten de tijd om voor 6 tijdstippen de juiste stand van de wijzers in een klok te tekenen. Voor leerlingen uit groep 8 zal deze test vooral een beroep doen op het lange termijn geheugen over klokkijken, en daarnaast in beperkte mate op executieve functies.

Voorbeeld:

Drie uur

De grote wijzer wijst naar boven bij de twaalf en de kleine wijzer wijst naar drie.



2.5 Analysemethode

Uitgangspunt voor de analyses is allereerst dat elke leerling zijn eigen controle is. Een tweede belangrijk uitgangspunt is dat het *verschil* tussen de ‘cognitieve prestaties’ aan het begin en het eind van de ochtend of middag aan de basis liggen van de vergelijkingen tussen de interventie met vraaggestuurde ventilatie en de standaardconditie met oplopende CO₂ concentraties. Bij de analyses is verder uitgegaan van het absolute aantal fouten. Het absolute aantal fouten bestaat uit het aantal keren dat een fout over het hoofd werd gezien en het aantal keren dat er ten onrechte iets fout werd gerekend. Op de taalttest waren meer fouten per opdracht mogelijk, omdat gevraagd werd hoeveel fouten er in de zin stonden. Op alle andere testen was per opgave niet meer dan één fout mogelijk.

Voordat de vraag of er verschillen in ‘cognitieve prestaties’ zijn tussen vraaggestuurde ventilatie en de standaardconditie met oplopende CO₂ concentraties is het belangrijk om na te gaan of eventuele verschillen niet zijn toe te schrijven aan andere onbedoelde effecten.

1) Allereerst is het mogelijk dat er leereffecten optreden door herhaling van dezelfde soort testen. Uit de pilot bleek dat het erg waarschijnlijk is dat dit soort effecten zich voordoen en daarom beginnen leerlingen met een oefendag waarop ze alle testen tweemaal doen. Dat neemt niet weg dat er desondanks nog leereffecten kunnen optreden.

2) Verder kan er een effect uitgaan van de volgorde waarin leerlingen de condities doorlopen. Stel dat iedereen na de oefendag eerst begint met de standaardconditie en daarna in de interventieconditie terecht komt, dan is onduidelijk of een sterkere afname in cognitieve prestaties tijdens de standaardconditie dan tijdens de interventieconditie vooral door de volgorde van de testen komt, of mag worden toegeschreven aan het verschil in CO₂ concentraties. Om dit effect zoveel mogelijk te voorkomen, begon de ene groep 8 na de oefendag met de standaardconditie, terwijl de andere groep 8 met de interventieconditie begon.

3) Een ander aspect waar naar gekeken wordt, is of verschillen in ‘cognitieve prestaties’ niet eerder zijn toe te schrijven aan vermoeidheid, of samenhangen met kleine, onbedoelde moeilijkheidsverschillen tussen de verschillende versies van de testen. In de analyses wordt voor dit

soort volgorde effecten op de 'cognitieve prestaties' gecorrigeerd door het opnemen van een factor Testvolgorde (zie ook bijlage 3).

4) In het onderzoek is de temperatuur zo constant mogelijk gehouden. De verschillen in temperatuur zijn zeer gering. Daarom zijn de resultaten niet gecorrigeerd voor eventuele effecten van temperatuur.

Uit de analyses bleek dat de tekenset-test onvoldoende betrouwbaar is, zeker gezien het aantal items dat deel uit maakt van de tekenset-test. De items op de test van de klok met de wijzers hangen weliswaar sterk samen, maar de verschillen tussen de versies van de test maken ook deze test onvoldoende betrouwbaar. Een probleem bij de test met de klok en de wijzers is dat de test te gemakkelijk is voor leerlingen uit groep 8. Er worden te weinig fouten gemaakt waardoor er een zogenaamd plafond-effect optreedt in de resultaten op de test. Als gevolg hiervan is de test voor leerlingen uit groep 8 onvoldoende gevoelig voor gebruik in onderzoek naar cognitieve effecten. Om deze reden worden de resultaten van de leerlingen op deze testen alleen beschreven in bijlage 3, maar niet in het rapport zelf.

In bijlage 3 staat een uitgebreide verantwoording van de uitgevoerde statistische analyses. In het rapport zelf wordt volstaan met een beschrijving van de resultaten.

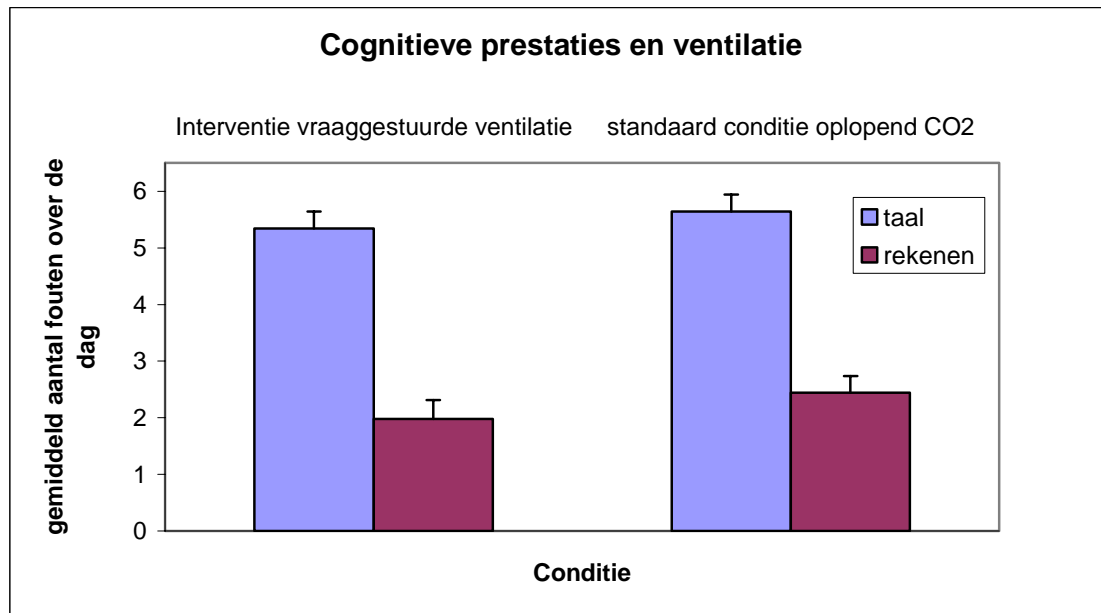
3 Resultaten van het interventieonderzoek

3.1 Leereffecten op de testen

Zoals verwacht treden er leereffecten op, omdat leerlingen dezelfde testen een aantal keren achter elkaar maken. Om die reden zijn alle leerlingen begonnen met een aparte oefendag. Leereffecten zijn gevonden voor taal en voor rekenen. Na de eerste oefendag treden op de rekentest nog steeds leereffecten op en het was ook uit de reacties van leerlingen duidelijk dat ze het een moeilijke test vonden. Leerlingen van wie achteraf bleek dat ze eerst aan de standaardconditie en daarna aan de interventie met vraaggestuurde ventilatie werden blootgesteld, bleken verhoudingsgewijs een sterkere *afname* in prestaties te vertonen tijdens de standaardconditie met oplopende CO₂ concentraties dan leerlingen die begonnen met de testen tijdens de interventie met vraaggestuurde ventilatie en vervolgens de testen deden in de standaardconditie met oplopende CO₂ concentraties (zie bijlage 3 0). Door in de analyses rekening te houden met de volgorde van de condities (testvolgorde) is voor dit soort leereffecten gecorrigeerd in de uiteindelijke analyses.

3.2 De cognitieve prestaties tijdens de testen

Het antwoord op de vraag of vraaggestuurde ventilatie leidt tot betere cognitieve prestaties van scholieren dan de standaard situatie waarin geen bewust gebruik van ventilatievoorzieningen plaats vindt, kan bevestigend beantwoord worden. De cognitieve prestaties van de 48 leerlingen van groep 8 gaan aan het eind van de dag significant minder sterk omlaag bij vraaggestuurde ventilatie dan bij standaard ventilatiecondities (zie bijlage 3 0). Dit is te zien in figuur 1, waar het gemiddelde aantal fouten over de dag in taal respectievelijk rekenen is te zien bij vraaggestuurde ventilatie en bij standaard ventilatiecondities. Bij het berekenen van het gemiddelde aantal fouten is rekening gehouden met de volgorde van testen, omdat het vooral bij de prestaties op de rekentaak uitmaakte of leerlingen na het oefenen als eerste begonnen in de interventie conditie met vraaggestuurde ventilatie of juist begonnen bij standaard ventilatiecondities. Leerlingen maken aan het begin van de dag bij beide condities minder reken- en taalfouten dan aan het einde van de dag, omdat ze dan nog fris zijn en zich beter kunnen concentreren. Bij vraaggestuurde ventilatie maken leerlingen aan het eind van de dag minder fouten dan bij standaard ventilatiecondities. Gemiddeld maken leerlingen 5,34 taalfouten en 1,98 rekenfouten bij vraaggestuurde ventilatie, terwijl bij oplopende CO₂ concentraties leerlingen gemiddeld 5,64 taalfouten en 2,44 rekenfouten maken. Beide testen bestonden steeds uit 8 opgaven, waarbij in de taaltest meer fouten per opgave konden worden gemaakt.



Figuur 1 Gemiddeld aantal fouten per dag met standaard error voor rekenen en taal bij vraaggestuurde ventilatie en bij standaard ventilatiecondities, gecorrigeerd voor testvolgorde (rekentest).

3.2.1 Cognitieve prestaties in groep 7 en 8 onder standaard ventilatiecondities

Ook leerlingen uit groep 7 hebben de testen gedaan bij de standaard ventilatiecondities. Deze groep heeft de testen dus niet bij vraaggestuurde ventilatie gedaan, en daarom kan geen vergelijking worden gemaakt tussen de beide ventilatie condities. Wel is het van belang dat ook nu een significante toename in het aantal fouten wordt gevonden. Indien geen significante toename in het aantal taal- en rekenfouten wordt gevonden, dan doet dat afbreuk aan de hierboven gepresenteerde relatie tussen het aantal taal- en rekenfouten en de kwaliteit van de binnenlucht.

Deze groep heeft eerst geoefend met de testen en de testen vervolgens uitgevoerd met de instructie om ramen en deuren zo veel mogelijk gesloten te houden. Deze instructie gold ook voor de vraaggestuurde en standaard interventie condities in de beide groepen 8. Het uitgangspunt van de analyses is dat iedere leerling als zijn eigen controle optreedt, en daarom kunnen de resultaten van de leerlingen uit groep 7 zonder problemen worden toegevoegd aan de gegevens van groep 8. De analyse is hiermee beperkt tot een vergelijking van de cognitieve prestaties van de 79 leerlingen op de testen onder standaard ventilatie condities, waarbij niet voor testvolgorde wordt gecorrigeerd. Ook nu maken de leerlingen op de taal- en de rekentest daadwerkelijk meer fouten aan het eind van de dag (zie bijlage 3 0). Dit sluit vermoeidheidseffecten weliswaar niet uit, maar gelet op de eerder genoemde resultaten bevestigt deze analyse daarmee het beeld dat de cognitieve prestaties op de taal- en de rekentest geassocieerd kunnen worden met de hoogte van de CO₂ concentratie.

4 Discussie

Doel van het hier beschreven onderzoek was om na te gaan of vraaggestuurde ventilatie leidt tot betere cognitieve prestaties van basisschoolleerlingen dan standaard ventilatie condities waarbij ventilatievoorzieningen niet bewust worden gebruikt en de CO₂ concentraties in een klaslokaal sterk oplopen naarmate de dag vordert. De CO₂ concentratie in een klaslokaal wordt in dit onderzoek beschouwd als indicatie voor de mate waarin een klaslokaal geventileerd wordt.

Onderzocht is of bij leerlingen uit groep 7 en 8 de cognitieve prestaties op een aantal neuropsychologische taken gedurende de dag minder sterk afnemen bij vraaggestuurde ventilatie dan bij standaard ventilatie met oplopende CO₂ concentraties. Bij vraaggestuurde ventilatie wordt door middel van ventilatie de CO₂ concentratie op een laag niveau (beneden 1200 ppm) gehouden. Het onderzoek was zodanig opgezet dat elke leerling als zijn eigen controle fungeerde. Aan het onderzoek hebben leerlingen uit 2 groepen 8 meegedaan. De ene groep 8 heeft eerst de testen onder de standaardconditie gemaakt, de andere groep is begonnen met de conditie van vraaggestuurde ventilatie. Daarna hebben beide groepen de testen gemaakt onder de andere ventilatie conditie. Deze testen zijn in overleg met deskundigen speciaal voor dit onderzoek ontwikkeld. De taal- en de rekentest bleken voldoende betrouwbaar. Vanwege de lage betrouwbaarheid van de tekenset-test en de test met de klok en de wijzers komen de resultaten op deze twee testen hier verder niet aan de orde. Rekening houdend met verschillen in testvolgorde, laten de resultaten van het onderzoek duidelijk zien dat leerlingen aan het eind van de dag onder vraaggestuurde ventilatie significant minder reken- en taalfouten maken dan onder standaard ventilatie condities met oplopende CO₂ concentraties. Gemiddeld maken leerlingen 5,34 taalfouten en 1,98 rekenfouten bij vraaggestuurde ventilatie, terwijl bij oplopende CO₂ concentraties leerlingen gemiddeld 5,64 taalfouten en 2,44 rekenfouten maken.

Er is slechts in beperkte mate onderzoek gedaan naar welke cognitieve vaardigheden verslechteren onder invloed van onvoldoende ventilatie, waarbij voor de ventilatiekwaliteit ook een objectieve maat is gebruikt. Van Buggenum (2003) heeft in haar onderzoek gekeken naar de invloed van ventilatie op de aandachtsfunctie van basisschoolleerlingen. Ze maakte daarbij gebruik van de Bourdon-Vos Stippeltest waarbij het aankomt op snelheid en nauwkeurigheid van waarnemen en reageren. Verder heeft ze de Teltest gebruikt om het geheugen en regulatievaardigheden te onderzoeken. In haar onderzoek zijn alle kinderen eenmaal getest en is gekeken naar de verschillen in vaardigheden van kinderen op verschillende scholen. Zij vond echter geen daadwerkelijke verschillen tussen de groepen kinderen. Bekend is dat er op de basisschool grote verschillen bestaan tussen de cognitieve vaardigheden en prestaties van kinderen, omdat het beleid er op gericht is om alle kinderen zoveel mogelijk deel te laten nemen aan het reguliere basisonderwijs. Het lijkt dan ook waarschijnlijk dat de verschillen tussen groepen kinderen zo groot zijn, dat het beter is om de invloed van de kwaliteit van de ventilatie op de cognitieve vaardigheden van scholieren voort te zetten met een onderzoeksopzet waarin elke leerling als zijn eigen controle optreedt en met behulp van testen die een beroep doen op specifieke cognitieve functies (Hand & Taylor, 1987; Hays, 1988).

Eén van de uitgangspunten van dit onderzoek was, dat de standaard ventilatieconditie het beste benaderd werd door de instructie dat ramen en deuren zoveel mogelijk gesloten moesten blijven. Bij de standaard ventilatieconditie werd op beide dagen aan het eind van de dag een hogere CO₂-concentraties aangetroffen dan de waarde die als uitgangspunt voor de eisen in het Bouwbesluit (1200 ppm) heeft gediend. De eerste dag werd aan het eind een concentratie van 1615 ppm gemeten, de andere dag werd een concentratie van 2126 ppm gemeten. Het relatief grote verschil tussen de beide dagen, kan het gevolg zijn van een aantal factoren zoals: het verschil in leerlingen die tijdens de les in

en uit de klas lopen, het verschil in luchtdoorlatendheid, het verschil in het aantal leerlingen per lokaal.

In dit deelonderzoek ten slotte werd als hoogste CO₂ concentratie een concentratie van 2126 ppm gemeten. Deze concentratie is lager dan verwacht. Uit metingen van GGD's in scholen (o.a. Gijsbers, 1998) en uit onderzoek naar CO₂ gestuurde systemen van TNO en Cauberg Huygen blijkt dat in schoollokalen regelmatig hoge CO₂ concentraties van circa 3000 – 4000 ppm worden bereikt. Dat zijn CO₂ concentraties die ruim uitgaan boven de in dit onderzoek aangetroffen waarden uit komen. De hier gevonden verschillen in cognitieve prestaties tussen vraaggestuurde en standaard ventilatie condities zijn daardoor mogelijk aan de lage kant. Gezien de relatie tussen de CO₂ concentratie en de prestaties op de reken- en taalttest ligt het voor de hand dat bij dergelijke hoge CO₂ concentraties sterkere verbeteringen in cognitieve prestaties bereikt kunnen worden bij binnenmilieu omstandigheden die met betrekking tot ventilatie aan de eisen van het Bouwbesluit voldoen.

5 Conclusies

Op grond van de resultaten van dit gecontroleerde onderzoek, waarbij de cognitieve prestaties van leerlingen onder vraaggestuurde en standaard ventilatiecondities met elkaar zijn vergeleken, wordt geconcludeerd dat:

- Leerlingen bij vraaggestuurde ventilatie beter presteren op de taal- en rekentest dan onder standaard ventilatieconditie waarbij aan het einde van de ochtend of middag de CO₂ concentratie sterk is opgelopen. Bij vraaggestuurde ventilatie presteren leerlingen vooral op de rekentaak beter dan bij standaard ventilatieconditie. De rekentaak bestaat uit 8 opgaven en gemiddeld maken leerlingen 1,98 rekenfouten bij vraaggestuurde ventilatie tegen 2,44 rekenfouten bij standaard ventilatieconditie. De taaltest bestond eveneens uit 8 opgaven, maar hier konden per opgave meer fouten worden gemaakt. Gemiddeld maakten leerlingen 5,34 taalfouten bij vraaggestuurde ventilatie tegen 5,64 taalfouten bij standaard ventilatieconditie.
- Ook werden in dit onderzoek bij de standaard ventilatieconditie CO₂ concentraties gemeten die ruim boven de grenswaarde die ten grondslag ligt aan de ventilatie eisen van het Bouwbesluit van 1200 ppm uitkomen. Tijdens de standaard ventilatieconditie kwamen de CO₂ concentraties per lokaal op respectievelijk maximaal 1615 ppm en 2126 ppm. De omstandigheden waaronder deze leertesten zijn uitgevoerd zijn hiermee nog relatief gunstig ten opzichte van de dagelijkse praktijk in schoollokalen. Uit diverse metingen van GGD's in scholen en ook uit het onderzoek naar CO₂ gestuurde systemen van TNO en Cauberg Huygen blijkt, dat de maximale stijging in CO₂ concentratie ten opzichte van buiten in schoollokalen regelmatig ruim circa 3000 ppm bedraagt.
- Gezien de relatie tussen de CO₂ concentratie en de prestaties op de reken- en taaltest en de mate waarin de grenswaarde voor CO₂ in dit onderzoek werd overschreden, kunnen verbeteringen in cognitieve prestaties van leerlingen worden verwacht bij binnenmilieu omstandigheden waarbij aan de ventilatie eisen van het Bouwbesluit wordt voldaan.

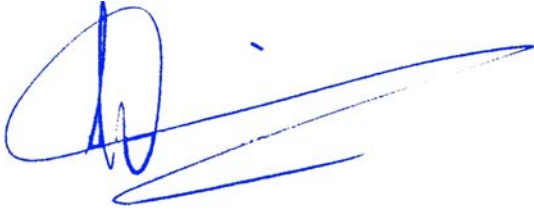
6 Aanbevelingen

Op grond van de resultaten en de conclusies van dit onderzoek, komen wij tot de volgende aanbevelingen:

- De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat vraaggestuurde ventilatie een gunstig effect heeft op de cognitieve prestaties van leerlingen. Gezien het gunstige effect op de cognitieve prestaties van de leerlingen, verdient het daarom aanbeveling om de gangbare ventilatieomstandigheden in klaslokalen te verbeteren.
- Het is aan te bevelen om in eventueel vervolgonderzoek de kwaliteit van de ventilatie niet alleen te bepalen op basis van de CO₂ concentratie, maar ook aandacht te besteden aan andere objectief meetbare factoren die samenhangen met ventilatiegedrag, zoals binnentemperatuur en luchtvochtigheid.
- Verder inzicht in de invloed van ventilatie op leerprestaties van kinderen vergt inzicht in de specifieke cognitieve functies die daarbij van doorslaggevende betekenis zijn. Het verdient aanbeveling om daarbij met de nodige zorgvuldigheid voor een eventueel vervolg onderzoek de juiste neuro-psychologische testen vast te stellen.

7 Verantwoording

Ing. W.F. de Gids
Auteur



Ir. W.A. Borsboom
Hoofd afdeling Binnenmilieu en
Gezondheid



8 Literatuur

- [1] Seppänen, O et al
Performance and indoor environment
Gezond binnen,
Amsterdam , 2006
- [2] Buggenum, S.W.H. van
Het binnenmilieu van basisscholen en de leerprestaties van leerlingen
Universiteit van Maastricht
Maastricht, 2003
- [3] Wargocki, Pawel et al
Effects of HVAC on students performance
ASHRAE
October, 2006
- [4] Actie programma Gezondheid en Milieu
VROM
's Gravenhage 2002
- [5] Dongen JEF van, Steenbekkers AJHM
Gezondheidsproblemen en het binnenmilieu in woningen
NIPG TNO
Leiden , 1993
- [6] Gijsbers, J.
Ventilatie en allergenen in kinderdagverblijven
GGD Arnhem
Arnhem 1998
- [7] Duim en Meier
Luchtkwaliteit op school
GGD Groningen
Groningen 1994
- [8] Potting, J. et al
Zieke scholen
Tijdschrift voor sociale gezondheidszorg
1989; 67:311-5
- [9] Shallice, T.
From neuropsychology to mental structure
Cambridge, Cambridge University Press, 1988

- [10] De Heus, P, R. van der Leeden & B. Gazendam
Toegepaste data-analyse: technieken voor niet- experimenteel onderzoek in de sociale wetenschappen
Maarssen, Elsevier Gezondheidszorg, 1995
- [11] Van Dijken, F. J.E.M.H. van Bronswijk and J. Sundell
Indoor environment and pupils health in primary schools
Building Research & Information (2006), 34, 437-446.
- [12] D.J. Hand and C.C. Taylor
Multivariate analysis of Variance and repeated Measures. A practical approach for behavioural scientists
London, Chapman & Hall, 1987.
Maarssen, Elsevier Gezondheidszorg, 1995
- [13] W.L. Hays
Statistics
New York, Holt, Rinehart and Winston, 1988

Bijlage 1

De leertesten

Overzicht van de testen uitgevoerd in het onderzoek naar het effect van ventilatie op de leerprestaties van leerlingen op de basisschool

1 Taaltest	1 t/m 6
2 Rekeningtest	1 t/m 6
3 Tekentest	1 t/m 6
4 Wijzers van de klok	1 t/m 6

Taaltest 1

NaamGroep

Instructie:

Geef per zin het aantal woorden waar fouten in zijn gemaakt.
Zet een kruisje in het juiste vakje

Voorbeeld:

Het is hier op school erg luek sind juf Maartje op school is gekome.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

			x		
--	--	--	---	--	--

Er zijn in de zin hierboven dus 3 fouten gemaakt want het moest zijn:

Het is hier op school erg *leuk* sinds juf Maartje op school is gekomen

De echte opgaven staan op de achterzijde succes !!!.

1. Onze actie voor Azië met flessen en stastiegeld heeft veel opgeleverd.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--

2. Op dinsdagmorgen zal juf Petra ons naar de gymnastiekles begeleiden.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--

3. Juf Arja bereid een lijst voor om ons voor de gek te houden.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--

4. Vindt jij deze testjes leuk, saai, moeilijk of makkelijk?

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--

5. Juf Ada is zo goed in taal dat ze alle woorden foutloos kan spelen.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--

6. Welke knappe kop weet in welke staat van Amerika het stadje Duluth ligt?

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--

7. Effectief leren op school is erg belangrijk voor jou ontwikkeling geworden.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--

8. Hoeveel foute denkt jij dat je hebt gemaakt?

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--

Taaltest 2

Naam Groep

Instructie:

Geef per zin het aantal woorden waar fouten in zijn gemaakt.
Zet een kruisje in het juiste vakje

Voorbeeld:

Het is hier op school erg luek sind juf Maartje op school is gekome.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

			x		
--	--	--	---	--	--

Er zijn in de zin hierboven dus 3 fouten gemaakt want het moest zijn:

Het is hier op school erg *leuk* sinds juf Maartje op school is gekomen***De echte opgaven staan op de achterzijde succes !!!.***

1. De zeespiegel in Nederland is de laatste jaren sterk.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

2. In het weekeinde wordt onze school helaas niet gebruikt

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

3. Piet van Dijk is leerkracht van groep 7 en kan heel goed in biljart.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

4. De poging om geld bij elkaar te krijgen voor Pakistani is goed bedoeld.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

5. Welke leerkracht weet alles van computertechnologie?

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

6. Vindt jij het spelen op het schoolplein leuk?

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

7. Bij een brand hebben veel slachtoffers last van rook..

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

8. Welke test vind jij het moeilijkst te maken?

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

Taaltest 3

NaamGroep

Instructie:

Geef per zin het aantal woorden waar fouten in zijn gemaakt.
Zet een kruisje in het juiste vakje

Voorbeeld:

Het is hier op school erg luek sind juf Maartje op school is gekome.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

			x		
--	--	--	---	--	--

Er zijn in de zin hierboven dus 3 fouten gemaakt want het moest zijn:

Het is hier op school erg *leuk* sinds juf Maartje op school is gekomen

De echte opgaven staan op de achterzijde succes !!!

1. De zeebeving op Atjeh heeft aan velen mensen het leve gekots.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

2. Op vrijdags gaan we met Juf Annet altijd lekker zwemme.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

3. Juf Esther is en heel liev jufrouw op deze school.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

4. Vandaag veoren julie een test uit om te kijken of je knap ben.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

5 De mensen in Pakistan leiden erg onder de kau.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

6 Welk beidehand meisje weet ales van natuurkunde?

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

7. Is jou school een plek waar je graag wil zijn ?

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

8 Fouten maken in testen is niet erg, iedereen doet dat toch.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

Taaltest 4

NaamGroep

Instructie:

Geef per zin het aantal woorden waar fouten in zijn gemaakt.
Zet een kruisje in het juiste vakje

Voorbeeld:

Het is hier op school erg luek sind juf Maartje op school is gekome.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

			x		
--	--	--	---	--	--

Er zijn in de zin hierboven dus 3 fouten gemaakt want het moest zijn:

Het is hier op school erg *leuk* sinds juf Maartje op school is gekomen

De echte opgaven staan op de achterzijde succes !!!.

1. Aardbevingen komen in Nedeland zelden voor.
- 0 1 2 3 4 5 of meer fouten
- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
2. Op zaterdag is er normalerwijs geen les op ons school.
- 0 1 2 3 4 5 of meer fouten
- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
3. Juf Anneke kan heel goed taales geven.
- 0 1 2 3 4 5 of meer fouten
- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
4. Deze test is bedoelt om te kijken hoe knap julie zijn.
- 0 1 2 3 4 5 of meer fouten
- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
- 5 Welk heel knap meisje weet alles van biologie?
- 0 1 2 3 4 5 of meer fouten
- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
- 6 Vindt jij het leren op school is een lollijtje.
- 0 1 2 3 4 5 of meer fouten
- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
7. Bij een ontplofing vallen meestal velen dode.
- 0 1 2 3 4 5 of meer fouten
- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
8. Welke foute vind jij het moeilekst te vinden?
- 0 1 2 3 4 5 of meer fouten
- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

Taaltest 5

NaamGroep

Instructie:

Geef per zin het aantal woorden waar fouten in zijn gemaakt.
Zet een kruisje in het juiste vakje

Voorbeeld:

Het is hier op school erg luek sind juf Maartje op school is gekome.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

			x		
--	--	--	---	--	--

Er zijn in de zin hierboven dus 3 fouten gemaakt want het moest zijn:

Het is hier op school erg *leuk* sinds juf Maartje op school is gekomen

De echte opgaven staan op de achterzijde succes !!!.

1. De actie voor slachtoffer van de aartbeving in Pakistaan loopt niet erg goed.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

2. Op woensdagmidag zal juf Janet ons biologiles geven.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

3. Juf Janet houd van gekke dingen die de andere niet zo leuk vinden.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

4. Deze test is special bedoelt om jouw aandacht te wekken.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

5. Juf Clarien is heel erg geod in hoofdrekene.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

6. Welke intilligente jongen weet iets van fysica?

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

7. Tegenwoordig leer je anders op school dan vroeger.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

8. Hebt je denk je zelf veel foute gemaakt in deze tets?

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

Taaltest 6

NaamGroep

Instructie:

Geef per zin het aantal woorden waar fouten in zijn gemaakt.
Zet een kruisje in het juiste vakje

Voorbeeld:

Het is hier op school erg luek sind juf Maartje op school is gekome.

0

1 2 3 4 5 of meer fouten

			x		
--	--	--	---	--	--

Er zijn in de zin hierboven dus 3 fouten gemaakt want het moest zijn:

Het is hier op school erg *leuk* sinds juf Maartje op school is gekomen***De echte opgaven staan op de achterzijde succes !!!***

1. De zeebeving of tsunami in Azie is nu ruim een jaar geleden?.
2. Als het mooi weer is, gaan we met juf Carla op dindag sosm zwemme.
3. Juf Annemiek doet wel lief maar is bepaalt niet makelijk.
4. Deze testen worden uitgevoerd om te kijken of julie knap zijn.
- 5 De mense in Spanje hebben veel te leiden onder de zwaare stormen..
- 6 Welke beidehande Juf doet in haar vrije tijd aan schaken?
7. Het wordt gedurende de dag in schoollokalen meestal erg tochtig en muf.
- 8 De ramen in gebauwen worden steed meer van kunstof gemaakt.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

--	--	--	--	--	--	--

Rekenen met letters Test 1

Naam:..... Groep:.....

Alle letters van a tot en met g hebben bij dit rekenen met letters een waarde. Die waarde wordt aangegeven met een cijfer.

De a staat voor het cijfer 1 en de g staat voor het cijfer 7.

Dus:

a =1 b=2 c=3 d=4 e=5 f=6 g=7

We gaan maar tot de g anders wordt het te moeilijk.

Nu kan je namen vertalen in cijfers en dan optellen of aftrekken.

Voorbeeld:

Optellen:

$$\begin{array}{r} ad = 14 \\ ab = 12 \\ \text{---} + \quad \text{---} + \quad \text{---} + \\ \dots \text{ antwoord} = 26 \quad 26 \end{array}$$

Je kan dus ook aftrekken:

$$\begin{array}{r} ad = 14 \\ ab = 12 \\ \text{---} - \quad \text{---} - \quad \text{---} - \\ \dots \text{ antwoord} = 2 \quad 2 \end{array}$$

Je mag bij de opgaven pen en papier gebruiken.

Rekenen met letters Test 2

Naam:..... Groep:.....

Alle letters van a tot en met g hebben bij dit rekenen met letters een waarde. Die waarde wordt aangegeven met een cijfer.

De a staat voor het cijfer 1 en de g staat voor het cijfer 7.

Dus:

a=1 b=2 c=3 d=4 e=5 f=6 g=7

We gaan maar tot de g anders wordt het te moeilijk.

Nu kan je namen vertalen in cijfers en dan optellen of aftrekken.

Voorbeeld:

Optellen:

$$\begin{array}{r} ad = 14 \\ ab = 12 \\ \text{----} + \quad \text{---} + \quad \text{---} + \\ \dots \text{ antwoord} = 26 \quad 26 \end{array}$$

Je kan dus ook aftrekken:

$$\begin{array}{r} ad = 14 \\ ab = 12 \\ \text{----} - \quad \text{---} - \quad \text{---} - \\ \dots \text{ antwoord} = 2 \quad 2 \end{array}$$

Je mag bij de opgaven pen en papier gebruiken.

Rekenen met letters Test 3

Naam:..... Groep:.....

Alle letters van a tot en met g hebben bij dit rekenen met letters een waarde. Die waarde wordt aangegeven met een cijfer.

De a staat voor het cijfer 1 en de g staat voor het cijfer 7.

Dus:

a =1 b=2 c=3 d=4 e=5 f=6 g=7

We gaan maar tot de g anders wordt het te moeilijk.

Nu kan je namen vertalen in cijfers en dan optellen of aftrekken.

Voorbeeld:

Optellen:

ad = 14 dus ad
 ab = 12 ab
 ---- + ---- + ---- +
 antwoord = 26 26

Je kan dus ook aftrekken:

ad = 14 dus ad
 ab = 12 ab
 ---- - ---- - ---- -
 antwoord = 2 2

Je mag bij de opgaven pen en papier gebruiken.

Rekenen met letters Test 4

Naam:..... Groep:.....

Alle letters van a tot en met g hebben bij dit rekenen met letters een waarde. Die waarde wordt aangegeven met een cijfer.

De a staat voor het cijfer 1 en de g staat voor het cijfer 7.

Dus:

a =1 b=2 c=3 d=4 e=5 f=6 g=7

We gaan maar tot de letter g anders wordt het te moeilijk.

Nu kan je namen vertalen in cijfers en dan optellen of aftrekken.

Voorbeeld:

Optellen:

$$\begin{array}{r} ad = 14 \\ ab = 12 \\ \text{---} + \quad \text{---} + \quad \text{---} + \\ \dots \text{ antwoord} = 26 \quad 26 \end{array}$$

Je kan dus ook aftrekken:

$$\begin{array}{r} ad = 14 \\ ab = 12 \\ \text{---} - \quad \text{---} - \quad \text{---} - \\ \dots \text{ antwoord} = 2 \quad 2 \end{array}$$

Je mag bij de opgaven pen en papier gebruiken.

Rekenen met letters Test 5

Naam:..... Groep:.....

Alle letters van a tot en met g hebben bij dit rekenen met letters een waarde. Die waarde wordt aangegeven met een cijfer.

De a staat voor het cijfer 1 en de g staat voor het cijfer 7.

Dus:

a=1 b=2 c=3 d=4 e=5 f=6 g=7

We gaan maar tot de g anders wordt het te moeilijk.

Nu kan je namen vertalen in cijfers en dan optellen of aftrekken.

Voorbeeld:

Optellen:

```

ad  = 14dus ad
ab  = 12 ab
----+ ---+ ---+
.... antwoord = 26 26

```

Je kan dus ook aftrekken:

```

ad  = 14dus ad
ab  = 12 ab
---- - --- - --- -
antwoord = 2 2

```

Je mag bij de opgaven pen en papier gebruiken.

Opgaven:

Maak de volgende sommen af en geef als antwoord steeds een getal.

ad	eef	abe	fee
age	ada	ad	bea
---- +	---- -	---- -	---- +
....

Nu wordt het moeilijker!

Je moet geen getal vinden maar een naam.

Voorbeeld:

ada	ada	
...	bea	
396	+	392

Het antwoord is dus de naam meisjesnaam **bea**

Maak de volgende sommen en geef als antwoord steeds een naam.

fee	392
...	abe	ada
----- -	----- +	----- -
530	681	...

De volgende opgave is erg moeilijk.

Je moet namelijk zelf bepalen of er opgeteld of afgetrokken moet worden om een jongensnaam of meisjesnaam te vinden:

Voorbeeld:

bea
....

807

Als 807 het antwoord is en je moet dat krijgen door een getal erbij op te tellen dan wordt het getal dat je erbij moet tellen dus $807 - \text{het getal dat voor bea staat}$.

Bea = 251 dus $807 - 251 = 556$. De 5 staat voor de e en de 6 voor de f, dus 556 is dan precies de jongensnaam **eef**.

Maak de volgende opgave en geef als antwoord een naam.

....
abe

359

het antwoord is dus de naam

Rekenen met letters Test 6

Naam:..... Groep:.....

Alle letters van a tot en met g hebben bij dit rekenen met letters een waarde. Die waarde wordt aangegeven met een cijfer.

De a staat voor het cijfer 1 en de g staat voor het cijfer 7.

Dus:

a =1 b=2 c=3 d=4 e=5 f=6 g=7

We gaan maar tot de g anders wordt het te moeilijk.

Nu kan je namen vertalen in cijfers en dan optellen of aftrekken.

Voorbeeld:

Optellen:

ad = 14 dus ad
 ab = 12 ab
 ---- + ---- + ---- +
 antwoord = 26 26

Je kan dus ook aftrekken:

ad = 14 dus ad
 ab = 12 ab
 ---- - ---- - ---- -
 antwoord = 2 2

Je mag bij de opgaven pen en papier gebruiken.

Opgaven:

Maak de volgende sommen af en geef als antwoord steeds een getal.

ab	bea	eef	gea
abe	age	ada	eef
---- +	---- -	---- -	---- +
....

Nu wordt het moeilijker!

Je moet geen getal vinden maar een naam.

Voorbeeld:

ada	ada		
...	bea		
-----	+	-----	+
397		392	

Het antwoord is dus de naam meisjesnaam **bea**

Maak de volgende sommen en geef als antwoord steeds een naam.

eef	796	681	
...	ada	abe	
----- +	----- -	----- -	
1211	

De volgende opgave is erg moeilijk.

Je moet namelijk zelf bepalen of er opgeteld of afgetrokken moet worden om een jongensnaam of meisjesnaam te vinden:

Voorbeeld:

bea	
....	

807	

Als 807 het antwoord is en je moet dat krijgen door een getal erbij op te tellen dan wordt het getal dat je erbij moet tellen dus $807 - \text{het getal dat voor bea staat}$.

Bea = 251 dus $807 - 251 = 556$. De 5 staat voor de e en de 6 voor de f, dus 556 is dan precies de jongensnaam **eef**.

Maak de volgende opgave en geef als antwoord een naam.

....	
eef	

681	het antwoord is dus de naam

*Tekens vergelijken***Uitleg test: hetzelfde teken.**

Kijk naar de tekens **op een regel**. Het gaat om **hetzelfde teken op een regel**.

\mathbb{E}	\cong	\subseteq	\mathbb{J}	\subseteq	\otimes	\supseteq	ja <input type="radio"/>	nee <input type="radio"/>
--------------	---------	-------------	--------------	-------------	-----------	-------------	--------------------------	---------------------------

Hier staat er tweemaal **hetzelfde** teken. Vul het rondje achter 'ja'

\forall	Ψ	$\not\subseteq$	\supset	\int	\Downarrow	\subset	ja <input type="radio"/>	nee <input type="radio"/>
-----------	--------	-----------------	-----------	--------	--------------	-----------	--------------------------	---------------------------

Hier staat **niet** tweemaal **hetzelfde** teken. Vul het rondje achter 'nee'

Er zijn 2 bladzijden (45 regels).

Je hebt **5 minuten** de tijd. Dat is best weinig.

Het is niet erg als je niet alle regels hebt gedaan.

Kies **zelf** hoe **snel of langzaam** je werkt.

Hier drie regels om te oefenen.

\diamond	\Leftarrow	\leq	$\sqrt{\quad}$	\leq	\emptyset	$\#$	ja <input type="radio"/>	nee <input type="radio"/>
\pm	\wedge	$\{$	$\not\subseteq$	\supseteq	\cup	\subseteq	ja <input type="radio"/>	nee <input type="radio"/>
\leq	$\not\subseteq$	\lfloor	Σ	Ψ	\wedge	\mathbb{J}	ja <input type="radio"/>	nee <input type="radio"/>

oplossing voor deze drie regels:

de juiste antwoorden zijn ja, nee, nee

Test 1

$\&$	\lrcorner	\int	\angle	Σ	\angle	\Uparrow	ja 0	nee 0
\subseteq	$\&$	$\sqrt{\quad}$	\lrcorner	∇	\sphericalangle	\diamond	ja 0	nee 0
\emptyset	∞	\square	\Uparrow	\int	\emptyset	$\&$	ja 0	nee 0
\forall	Ψ	\cap	\approx	\exists	\sphericalangle	\cong	ja 0	nee 0
$\}$	\perp	\cong	$\}$	$\}$	\cong	Ξ	ja 0	nee 0
$\}$	\supset	\cup	\lrcorner	\oplus	$\}$	\Leftarrow	ja 0	nee 0
\lrcorner	$\}$	\lrcorner	$\sqrt{\quad}$	\Leftarrow	\lrcorner	\exists	ja 0	nee 0
$\}$	Π	Σ	\pm	\perp	\lrcorner	Υ	ja 0	nee 0
\supseteq	\Uparrow	\forall	\geq	$\}$	\geq	\otimes	ja 0	nee 0
$\sqrt{\quad}$	\notin	$\&$	\pm	\angle	\Uparrow	\angle	ja 0	nee 0
\forall	\int	\lrcorner	\geq	\int	\leq	\lrcorner	ja 0	nee 0
$\&$	\geq	\supseteq	\geq	Ξ	\in	\emptyset	ja 0	nee 0
\supseteq	\Downarrow	\angle	\square	\cup	\neq	\oplus	ja 0	nee 0
$\&$	\cup	\subseteq	\approx	$\&$	Ξ	\emptyset	ja 0	nee 0
\oplus	\Leftarrow	Π	\wedge	\int	\Leftarrow	$\&$	ja 0	nee 0
\lrcorner	$\}$	\cong	\sim	\square	\cap	$\}$	ja 0	nee 0
\cong	\Downarrow	\int	$\&$	\in	\int	$\}$	ja 0	nee 0
$\#$	\leq	\oplus	\lrcorner	$\}$	\wedge	\Uparrow	ja 0	nee 0
\int	∞	\Leftarrow	\angle	\in	\cup	\oplus	ja 0	nee 0
\Downarrow	\int	\emptyset	$\&$	\neq	\pm	\emptyset	ja 0	nee 0
\Uparrow	\emptyset	\forall	Σ	\diamond	\wedge	\lrcorner	ja 0	nee 0
\subseteq	\notin	\lrcorner	\neq	\Uparrow	\lrcorner	\perp	ja 0	nee 0
$\}$	\cong	\perp	Ξ	\diamond	Π	\approx	ja 0	nee 0
\subseteq	$\&$	\Downarrow	$\}$	\Downarrow	\geq	\emptyset	ja 0	nee 0

\supseteq	$\}$	\approx	\lceil	\forall	\perp	\int	ja	0	nee	0
Σ	\cup	∞	\lceil	\cup	\wedge	$\}$	ja	0	nee	0
\pm	\rangle	$\not\approx$	\Uparrow	$\sqrt{\quad}$	\subseteq	Π	ja	0	nee	0
\perp	\cong	Ξ	\subseteq	\forall	$\}$	$\}$	ja	0	nee	0
\lceil	\vee	\cup	\lceil	Υ	\cup	\subseteq	ja	0	nee	0
$\}$	\in	$\#$	\sim	\rangle	\forall	Υ	ja	0	nee	0
Ξ	\vee	\perp	\supseteq	$\sqrt{\quad}$	\emptyset	\supset	ja	0	nee	0
\geq	Υ	\int	\cup	Υ	\int	Ξ	ja	0	nee	0
\wedge	\Uparrow	$\}$	$\}$	\wedge	\cong	\curvearrowright	ja	0	nee	0
\supseteq	\rangle	$\}$	$\not\approx$	\in	$\not\approx$	\cong	ja	0	nee	0
∇	\in	\emptyset	∇	\supseteq	\angle	\cong	ja	0	nee	0
\lceil	\int	∇	\cup	\in	\approx	\int	ja	0	nee	0
\sim	\pm	\sim	\diamond	\forall	$\}$	Υ	ja	0	nee	0
\pm	\Downarrow	\int	$\sqrt{\quad}$	\otimes	\lceil	Π	ja	0	nee	0
\square	\subset	\emptyset	Ψ	Σ	\Leftarrow	\int	ja	0	nee	0
$\}$	\vee	\diamond	\otimes	Ξ	\lceil	\Downarrow	ja	0	nee	0
\lceil	\equiv	\otimes	\sim	\diamond	$\}$	\lceil	ja	0	nee	0
Υ	$\sqrt{\quad}$	$\}$	$\sqrt{\quad}$	\forall	\int	Ξ	ja	0	nee	0
\diamond	\Leftarrow	\leq	$\sqrt{\quad}$	\leq	\emptyset	$\#$	ja	0	nee	0
\pm	\wedge	$\}$	$\not\approx$	\supseteq	\cup	\subseteq	ja	0	nee	0
\leq	$\not\approx$	\lceil	Σ	Ψ	Σ	\int	ja	0	nee	0

Test 2

\Leftarrow	\subseteq	Ξ	$\#$	\wedge	\Leftarrow	\notin	ja 0	nee 0
\int	$\&$	\leq	\lrcorner	\Downarrow	\lrcorner	$\#$	ja 0	nee 0
\emptyset	\in	∞	$\&$	\subset	$\sqrt{\quad}$	\cap	ja 0	nee 0
\equiv	$\{$	\otimes	\neq	\notin	\in	\cap	ja 0	nee 0
\rangle	Σ	\lrcorner	$\{$	\lrcorner	\lrcorner	\Downarrow	ja 0	nee 0
\cup	\subset	\approx	Σ	\cup	\rangle	Υ	ja 0	nee 0
\subseteq	$\{$	\emptyset	\lrcorner	\Uparrow	$\{$	\int	ja 0	nee 0
∇	$\{$	$\sqrt{\quad}$	$\{$	\square	\cap	\angle	ja 0	nee 0
\oplus	\emptyset	Σ	Ψ	\lrcorner	\in	Ψ	ja 0	nee 0
\perp	∇	\lrcorner	$\{$	\neq	\exists	$\not\subset$	ja 0	nee 0
\notin	\rangle	\lrcorner	∞	\lrcorner	\subseteq	\perp	ja 0	nee 0
\lrcorner	\sim	\notin	∇	\equiv	$\not\subset$	\square	ja 0	nee 0
\rangle	\emptyset	\lrcorner	\emptyset	\wedge	$\{$	\approx	ja 0	nee 0
\diamond	\lrcorner	\lrcorner	\leq	\lrcorner	\subset	\Leftarrow	ja 0	nee 0
Σ	\emptyset	\lrcorner	\lrcorner	\Uparrow	\lrcorner	\equiv	ja 0	nee 0
\oplus	\Uparrow	\oplus	\approx	\subset	$\&$	\sim	ja 0	nee 0
\rangle	\Downarrow	\vee	\Uparrow	\angle	\exists	Ψ	ja 0	nee 0
\otimes	\supseteq	\otimes	\geq	\subseteq	\leq	∞	ja 0	nee 0
\notin	\cap	\diamond	$\{$	\emptyset	\exists	Σ	ja 0	nee 0
\cup	\int	\otimes	\notin	$\not\subset$	\Downarrow	\neq	ja 0	nee 0
\angle	\sim	\lrcorner	\emptyset	Ψ	\lrcorner	Ψ	ja 0	nee 0
\approx	\otimes	\vee	\cup	\cong	\neq	\in	ja 0	nee 0
\in	\int	Σ	\emptyset	\in	\Leftarrow	\perp	ja 0	nee 0

Ψ	\equiv	\pm	\forall	\subseteq	\neq	\int	ja	0	nee	0
\surd	\perp	\lceil	\cong	\exists	\cup	\perp	ja	0	nee	0
\cap	∇	\perp	\rangle	\angle	\pm	\perp	ja	0	nee	0
\equiv	\approx	Π	\pm	\lceil	\surd	\cup	ja	0	nee	0
\lceil	\angle	$\&$	\surd	\emptyset	\equiv	\exists	ja	0	nee	0
Π	\subset	\neq	∞	\lceil	$\#$	\sim	ja	0	nee	0
\lceil	\int	Ξ	\surd	\wedge	\leftarrow	\surd	ja	0	nee	0
Π	\supset	$\&$	\leftarrow	\int	\surd	\pm	ja	0	nee	0
\subset	$\not\subset$	\surd	\cap	\equiv	\surd	\wedge	ja	0	nee	0
\in	$\not\subset$	\subseteq	\lceil	\rangle	\int	\cup	ja	0	nee	0
$\{$	\approx	$\}$	Π	\leftarrow	$\#$	Υ	ja	0	nee	0
\surd	\geq	\leftarrow	\geq	$\&$	\lceil	\supset	ja	0	nee	0
\in	\supseteq	\oplus	\subseteq	\emptyset	\subseteq	\cup	ja	0	nee	0
\leq	\lceil	\int	\in	\perp	Π	\lceil	ja	0	nee	0
\int	\neq	\in	\int	\neq	Υ	\oplus	ja	0	nee	0
\int	\sim	\leftarrow	\perp	Π	\approx	\pm	ja	0	nee	0
\geq	\subset	$\&$	\lceil	\emptyset	$\&$	\cong	ja	0	nee	0
\leftarrow	Σ	\supset	\cup	\lceil	\Downarrow	\lceil	ja	0	nee	0
\notin	∇	∞	\lceil	\exists	\subset	$\#$	ja	0	nee	0
$\#$	\neq	Υ	\surd	\rangle	\leq	\diamond	ja	0	nee	0
\emptyset	$\#$	\otimes	\rangle	$\#$	$\{$	Ξ	ja	0	nee	0
$\}$	∞	\exists	\leq	\Uparrow	\subseteq	\equiv	ja	0	nee	0

Test 3

#	∫	⌊	∫	}	⌋	≈	ja	0	nee	0
Υ	&	∉	∇	&	⊕	∅	ja	0	nee	0
∫	↑	±	>	∞	≡	↑	ja	0	nee	0
∪	∞	≡	&	∩	∉	∧	ja	0	nee	0
⊕	⌊	Π	↓	∅	∪	∫	ja	0	nee	0
≡	≤	≡	⌋	∉	⊇	∧	ja	0	nee	0
◇	⊕	∩	⊕	∇	⊗	√	ja	0	nee	0
Ψ	≡	≤	≡	∠	∩	↑	ja	0	nee	0
J	{	∅	⌊	ε	∅	∫	ja	0	nee	0
⊃	∪	∧	∃	∪	Σ	≡	ja	0	nee	0
∅	∫	⊃	∞	∅	Σ	⌋	ja	0	nee	0
Σ	∠	⊕	ε	∇	Υ	≤	ja	0	nee	0
∫	√	↓	√	∪	⌊	≠	ja	0	nee	0
∉	↓	∞	&	∪	⊇	□	ja	0	nee	0
∠	⌊	⌋	#	>	#	◇	ja	0	nee	0
Ψ	≡	≡	≈	↑	≤	≡	ja	0	nee	0
≠	J	⊂	∧	⌋	⊥	∅	ja	0	nee	0
⊥	Σ	⊥	∇	⊆	≡	}	ja	0	nee	0
∇	≈	Υ	∅	↑	Σ	∉	ja	0	nee	0
√	⊂	Υ	∩	⌊	≡	∩	ja	0	nee	0
∇	∪	∫	⊕	⊗	∞	⊂	ja	0	nee	0
√	⊆	≥	{	⌋	⌊	∅	ja	0	nee	0
∞	⊕	Π	≥	⌋	←	√	ja	0	nee	0

Ψ	\subseteq	∇	\supseteq	\uparrow	\pm	Ξ	ja	0	nee	0
\exists	\wedge	\square	\wedge	\lceil	Σ	\lceil	ja	0	nee	0
\oplus	\emptyset	$\#$	$\}$	\notin	$\}$	\diamond	ja	0	nee	0
Π	\cap	\uparrow	Π	Υ	\pm	\equiv	ja	0	nee	0
\lceil	\otimes	\perp	$\}$	\otimes	\subset	\in	ja	0	nee	0
\approx	Σ	\equiv	\wedge	\exists	$\}$	\pm	ja	0	nee	0
\forall	\geq	\otimes	Ψ	\lceil	\cap	$\sqrt{\quad}$	ja	0	nee	0
\geq	\diamond	\downarrow	\geq	Ξ	\approx	\lceil	ja	0	nee	0
\diamond	\int	\exists	$\}$	\subseteq	Ξ	\equiv	ja	0	nee	0
\exists	\downarrow	\subseteq	$\not\subseteq$	Ξ	\subseteq	$\sqrt{\quad}$	ja	0	nee	0
\angle	$\not\subseteq$	\oplus	\exists	\subset	$\}$	\int	ja	0	nee	0
$\not\subseteq$	\approx	\vee	\rangle	\square	\vee	$\#$	ja	0	nee	0
\emptyset	$\}$	\lceil	$\}$	\vee	\uparrow	\lceil	ja	0	nee	0
\perp	\subset	\rangle	Ξ	\geq	Σ	\notin	ja	0	nee	0
\lceil	\leq	\int	\uparrow	\downarrow	$\}$	$\&$	ja	0	nee	0
$\}$	\subset	Π	$\&$	Π	\downarrow	\supseteq	ja	0	nee	0
\exists	\rightarrow	\forall	\rightarrow	∇	$\}$	$\}$	ja	0	nee	0
\cap	Ξ	\int	\lceil	$\#$	\int	\geq	ja	0	nee	0
\int	$\&$	\perp	$\not\subseteq$	\subseteq	\neq	\emptyset	ja	0	nee	0
\equiv	\rangle	$\}$	\lceil	∞	\int	Π	ja	0	nee	0
\forall	Ψ	$\not\subseteq$	\subset	\int	\downarrow	\subset	ja	0	nee	0
Ξ	\equiv	\subseteq	\int	\subseteq	\otimes	\supseteq	ja	0	nee	0

Test 4

Ξ	\supset	\perp	\angle	\vee	\oplus	\lrcorner	ja	0	nee	0
\perp	$\&$	Ψ	\lrcorner	$\}$	\forall	$\}$	ja	0	nee	0
\wedge	\pm	\int	\jmath	\cup	\int	\approx	ja	0	nee	0
\subseteq	$\}$	\emptyset	\cup	\angle	\int	\otimes	ja	0	nee	0
\in	\notin	\int	\supseteq	\Downarrow	$\#$	\angle	ja	0	nee	0
Π	\int	$\#$	\cup	\lrcorner	$\}$	\int	ja	0	nee	0
\cong	\wedge	$\{$	\in	\lrcorner	$\}$	Σ	ja	0	nee	0
\leq	\diamond	\oplus	$\}$	$\{$	\oplus	\int	ja	0	nee	0
\supset	\Leftarrow	$\sqrt{\quad}$	\Downarrow	\sim	$\sqrt{\quad}$	\forall	ja	0	nee	0
\perp	∇	Ξ	\perp	\emptyset	\forall	∞	ja	0	nee	0
Υ	\subset	\subseteq	$\not\subset$	\subseteq	Ξ	\jmath	ja	0	nee	0
\cong	\int	\perp	Ξ	Σ	$\not\subset$	\diamond	ja	0	nee	0
\Downarrow	\Uparrow	Ξ	\emptyset	\rangle	Ξ	\in	ja	0	nee	0
\forall	\cup	$\sqrt{\quad}$	\jmath	Ξ	\geq	\subset	ja	0	nee	0
\emptyset	\in	$\#$	$\}$	$\}$	$\not\subset$	\in	ja	0	nee	0
\subseteq	\diamond	\equiv	\lrcorner	\forall	\subseteq	\diamond	ja	0	nee	0
\emptyset	∇	Ξ	Υ	∇	\Uparrow	\leq	ja	0	nee	0
\geq	\jmath	\subseteq	\geq	\lrcorner	\leq	\supset	ja	0	nee	0
Π	\lrcorner	\cup	$\}$	\Downarrow	\neq	\lrcorner	ja	0	nee	0
\subseteq	$\}$	\Leftarrow	\lrcorner	\cup	Ψ	\oplus	ja	0	nee	0
\oplus	\forall	\equiv	Ψ	∞	Υ	\cup	ja	0	nee	0
\lrcorner	∇	\lrcorner	\equiv	Ξ	∞	\cup	ja	0	nee	0
\vee	\geq	\subset	\wedge	\geq	$\}$	\cong	ja	0	nee	0

J	≈	√	≡	⊂	≠	≈	ja	0	nee	0
√	∈	≠	∅	⌋	∅	≡	ja	0	nee	0
↵	↑↑	≤	∠	∉	⊇	∅	ja	0	nee	0
∠	⊃	≡	∩	∅	J	Π	ja	0	nee	0
⊥	∅	←	~	≥	±	⊥	ja	0	nee	0
⊥	⊥	⊆	⊂	∈	Σ	↑↑	ja	0	nee	0
⊇	⊥	⌋	{	⊥	≠	□	ja	0	nee	0
≡	±	Ψ	&	←	□	±	ja	0	nee	0
≡	√	{	&	⊂	≤	J	ja	0	nee	0
∇	〉	≠	⊆	⊗	Π	∅	ja	0	nee	0
〉	⊇	⊃	⌋	±	↑↑	↓	ja	0	nee	0
∅	J	Ψ	Σ	↑↑	↵	◇	ja	0	nee	0
∫	{	⊆	⊂	⊥	{	Υ	ja	0	nee	0
Σ	Ξ	≡	∩	↵	√	□	ja	0	nee	0
≡	Ψ	∅	≤	□	∞	⊆	ja	0	nee	0
≥	Σ	⊥	∫	∈	Υ	⊥	ja	0	nee	0
∪	Δ	Σ	Ψ	⊕	~	∈	ja	0	nee	0
⊥	Ξ	Ξ	Υ	◇	Υ	≤	ja	0	nee	0
∩	J	⊕	⊥	Σ	J	⌋	ja	0	nee	0
⌋	∅	∈	↓	Ξ	∈	~	ja	0	nee	0
∅	≠	∧	⌋	√	Ξ	Ψ	ja	0	nee	0
∅	√	≠	∪	↓	∪	↵	ja	0	nee	0

Test 5

\int	#	\diamond	\emptyset	\pm	\otimes	\cap	ja 0	nee 0
J	\cup	Ξ	\vee	\supset	\emptyset	\supset	ja 0	nee 0
Π	\emptyset	\oplus	\in	\diamond	\oplus	∞	ja 0	nee 0
\sim	\subseteq	\exists	Π	\top	Γ	\uparrow	ja 0	nee 0
$\}$	\neq	\leq	\lfloor	\in	J	$\&$	ja 0	nee 0
\downarrow	\uparrow	\oplus	#	Ξ	\lrcorner	\cap	ja 0	nee 0
\angle	\subseteq	$\sqrt{\quad}$	#	\oplus	\notin	\cup	ja 0	nee 0
\lrcorner	∇	$\{$	\leq	\wedge	$\{$	$\}$	ja 0	nee 0
\neq	\lrcorner	Σ	$\{$	$\}$	Σ	\rangle	ja 0	nee 0
\cup	\geq	\rangle	\cup	\int	\int	\equiv	ja 0	nee 0
\leq	\rangle	\square	\uparrow	\oplus	\equiv	\exists	ja 0	nee 0
\lrcorner	$\not\subset$	\wedge	\notin	\pm	$\sqrt{\quad}$	\cap	ja 0	nee 0
\uparrow	$\{$	\int	\subseteq	\exists	\int	Ψ	ja 0	nee 0
$\not\subset$	$\}$	\lrcorner	\otimes	\downarrow	Ψ	\lfloor	ja 0	nee 0
$\}$	\perp	\supseteq	\notin	\equiv	∇	\perp	ja 0	nee 0
\supseteq	\notin	\vee	Σ	\emptyset	\otimes	\notin	ja 0	nee 0
\notin	\top	∞	\downarrow	\top	\perp	Υ	ja 0	nee 0
\top	$\not\subset$	\subseteq	\top	J	\oplus	\wedge	ja 0	nee 0
Ξ	#	\supset	$\{$	$\sqrt{\quad}$	\top	\wedge	ja 0	nee 0
$\&$	\downarrow	\leftarrow	\emptyset	\notin	$\{$	\square	ja 0	nee 0
\emptyset	\cup	Ξ	\top	$\sqrt{\quad}$	\int	$\}$	ja 0	nee 0
$\not\subset$	\uparrow	$\not\subset$	Υ	\wedge	\cup	\int	ja 0	nee 0
\lrcorner	\pm	\angle	\uparrow	\pm	J	Γ	ja 0	nee 0

\cong	Ξ	\sim	\supset	\square	\wedge	Ξ	ja 0	nee 0
\Uparrow	\sim	\lceil	$\not\subset$	\int	$\not\subset$	\angle	ja 0	nee 0
\lceil	$\}$	∇	\perp	$\&$	Ψ	$\}$	ja 0	nee 0
\sim	$\}$	J	\lceil	$\not\subset$	\wedge	\neq	ja 0	nee 0
\approx	\int	Π	$\}$	\lceil	\neq	$\}$	ja 0	nee 0
\lceil	\leq	$\}$	\lceil	\supseteq	\pm	\exists	ja 0	nee 0
$\&$	\lceil	Σ	\geq	\lceil	\subseteq	$\#$	ja 0	nee 0
\lceil	$\}$	\forall	\notin	\approx	∇	$\}$	ja 0	nee 0
\square	J	\angle	\int	\perp	\oplus	\approx	ja 0	nee 0
\cap	\otimes	\supset	\perp	\emptyset	$\}$	\leftarrow	ja 0	nee 0
\cup	\forall	$\not\subset$	\lceil	\int	$\}$	\angle	ja 0	nee 0
\approx	$\sqrt{\quad}$	Ψ	$\}$	$\}$	\wedge	\in	ja 0	nee 0
Υ	\notin	\sim	\emptyset	$\}$	\notin	$\}$	ja 0	nee 0
Ξ	Ψ	\in	\supset	\sim	\lceil	\neq	ja 0	nee 0
∇	$\sqrt{\quad}$	Ψ	\supset	\angle	Σ	$\#$	ja 0	nee 0
$\not\subset$	\cup	\vee	$\}$	\oplus	\square	\lceil	ja 0	nee 0
\diamond	\lceil	\lceil	$\sqrt{\quad}$	$\#$	J	\square	ja 0	nee 0
\lceil	\oplus	\cup	$\}$	\leq	$\}$	\supseteq	ja 0	nee 0
\notin	\exists	\lceil	\approx	\Downarrow	\exists	\in	ja 0	nee 0
Ψ	\Uparrow	\oplus	\lceil	\supseteq	\oplus	\lceil	ja 0	nee 0
$\}$	\geq	\square	$\}$	\lceil	Σ	\angle	ja 0	nee 0
\supseteq	$\sqrt{\quad}$	\otimes	\notin	J	\notin	$\&$	ja 0	nee 0

Test 6

∞	\leftarrow	\in	$\}$	\emptyset	$\&$	\leq	ja 0	nee 0
\leq	\lceil	\leftarrow	$\&$	\equiv	Ψ	\cup	ja 0	nee 0
\equiv	\pm	\cup	\equiv	\leftarrow	\square	\lceil	ja 0	nee 0
\cup	\equiv	\cup	Π	\lceil	\wedge	\cup	ja 0	nee 0
Σ	\in	\oplus	\square	\approx	∞	\in	ja 0	nee 0
$\}$	\emptyset	\lceil	\int	$\}$	\uparrow	\lceil	ja 0	nee 0
\lceil	\int	\neq	\int	\geq	\approx	\neq	ja 0	nee 0
\angle	\lceil	Υ	∞	\uparrow	\cup	\approx	ja 0	nee 0
Σ	Ψ	Σ	\lceil	∇	\uparrow	\downarrow	ja 0	nee 0
\subseteq	\exists	\exists	\exists	Ψ	\sim	\in	ja 0	nee 0
\neq	\lceil	\otimes	\emptyset	∇	\vee	\subset	ja 0	nee 0
\sim	$\{$	$\}$	\in	\exists	\notin	\subset	ja 0	nee 0
Ψ	\perp	\wedge	\subseteq	\notin	\wedge	\oplus	ja 0	nee 0
\lceil	\lceil	\neq	$\}$	\cup	\leq	∞	ja 0	nee 0
\leq	\int	∇	$\#$	∇	\in	\vee	ja 0	nee 0
$\{$	\equiv	$\#$	\downarrow	\equiv	\cong	\cup	ja 0	nee 0
\uparrow	\subset	\leq	\otimes	\leq	\wedge	\cong	ja 0	nee 0
\neq	$\{$	\supset	\in	\angle	\supset	\subseteq	ja 0	nee 0
\subset	\neq	\lceil	$\#$	\supset	\angle	\oplus	ja 0	nee 0
\emptyset	\leftarrow	\supset	\otimes	\subseteq	\diamond	\rangle	ja 0	nee 0
\notin	\int	\supset	\int	\vee	\subset	\exists	ja 0	nee 0
Σ	\diamond	\angle	\geq	∇	\geq	\exists	ja 0	nee 0
\int	\lceil	$\&$	$\{$	\approx	$\&$	Υ	ja 0	nee 0

Σ	\notin	$\&$	\notin	\uparrow	Γ	\in	ja 0	nee 0
∇	\subseteq	$\}$	\pm	\vee	$\{$	Σ	ja 0	nee 0
\Downarrow	\cup	\supseteq	\exists	\int	\lfloor	\pm	ja 0	nee 0
\int	\rangle	\diamond	\pm	Σ	\Leftarrow	$\#$	ja 0	nee 0
\supseteq	\mathcal{J}	Ξ	\notin	\exists	\sim	\notin	ja 0	nee 0
$\#$	Σ	$\}$	\top	Σ	Γ	$\}$	ja 0	nee 0
Γ	\supset	\notin	∞	$\&$	\perp	\lrcorner	ja 0	nee 0
\in	$\}$	\otimes	\leq	$\}$	\exists	\cong	ja 0	nee 0
\angle	Υ	Ψ	\emptyset	\Leftarrow	\uparrow	$\}$	ja 0	nee 0
\int	∞	\cup	\sim	\wedge	\lrcorner	∇	ja 0	nee 0
\mathcal{J}	Π	\supseteq	Υ	\in	Υ	\subset	ja 0	nee 0
∇	$\sqrt{\quad}$	$\{$	\geq	\perp	\wedge	\Downarrow	ja 0	nee 0
\emptyset	\angle	\wedge	\otimes	\supset	Ξ	\lfloor	ja 0	nee 0
∇	\Leftarrow	\top	\subseteq	\neq	\supseteq	\lrcorner	ja 0	nee 0
Ψ	$\sqrt{\quad}$	\cap	\notin	\leq	\int	\otimes	ja 0	nee 0
\angle	\int	\emptyset	\int	\cong	\int	\in	ja 0	nee 0
\lfloor	\cup	\lrcorner	\cup	\neq	\subset	\wedge	ja 0	nee 0
\in	\square	\equiv	\geq	\diamond	\neq	Γ	ja 0	nee 0
$\}$	\in	\approx	Ξ	$\&$	\cong	Υ	ja 0	nee 0
\cap	$\not\subset$	Γ	\vee	\supset	\uparrow	Γ	ja 0	nee 0
$\#$	\supset	\neq	\geq	\int	$\#$	\vee	ja 0	nee 0
Π	∞	\lrcorner	∞	Γ	\exists	$\not\subset$	ja 0	nee 0

Test met de wijzers van de klok

Test 1

Naam Groep.....

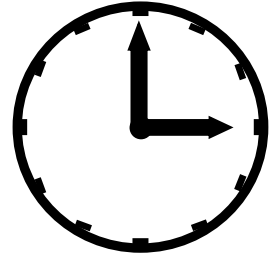
Test met de klok en wijzers

Het is de bedoeling dat je de wijzers van de klok aangeeft in de tekening van de klok

Voorbeeld:

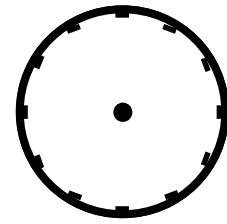
Drie uur

De grote wijzer wijst naar boven bij de twaalf
en de kleine wijzer wijst naar drie.

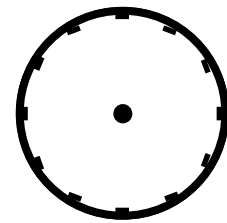


Je moet 6 keer een tijd op een klok aangeven in drie minuten.

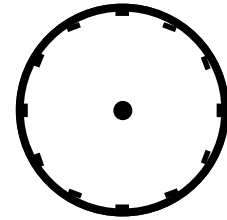
1. kwart over tien



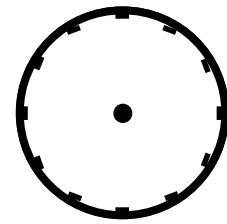
2. tien voor vier



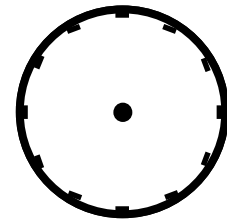
3. vijf over negen



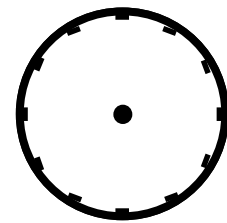
4. tien voor half twee



5. vijf over half negen



6. kwart voor drie



Test 2

Naam Groep.....

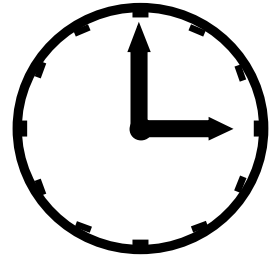
Test met de klok en wijzers

Het is de bedoeling dat je de wijzers van de klok aangeeft in de tekening van de klok

Voorbeeld:

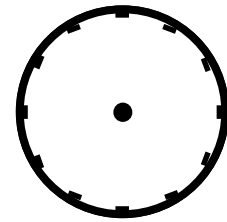
Drie uur

De grote wijzer wijst naar boven bij de 12
en de kleine wijzer wijst naar drie.

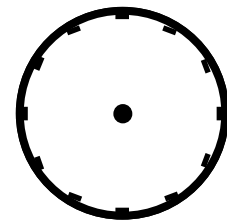


Je moet 6 keer een tijd op een klok aangeven in drie minuten.

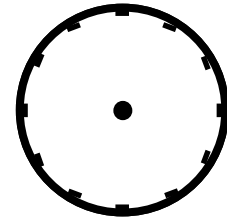
1. kwart voor tien



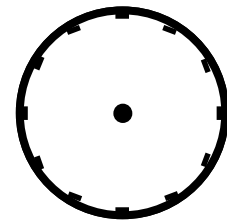
2. tien over acht



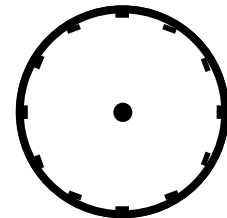
3. vijf voor negen



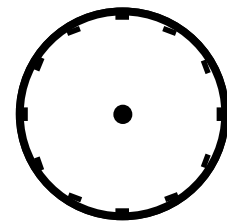
4. tien over half twee



5. vijf voor half negen



6. kwart over drie



Test 3

Naam Groep.....

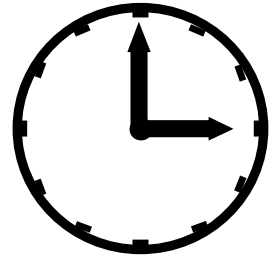
Test met de klok en wijzers

Het is de bedoeling dat je de wijzers van de klok aangeeft in de tekening van de klok

Voorbeeld:

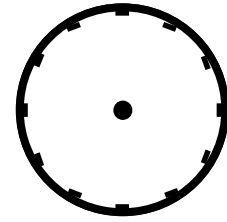
Drie uur

De grote wijzer wijst naar boven bij de twaalf
en de kleine wijzer wijst naar drie.

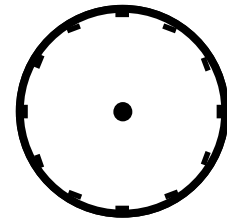


Je moet 6 keer een tijd op een klok aangeven in drie minuten.

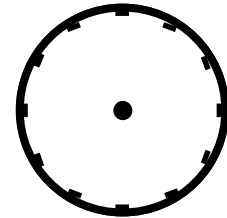
1. kwart over elf



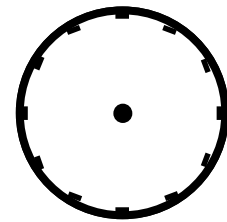
2. vijf voor vier



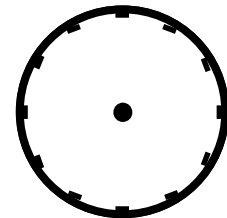
3. vijf over tien



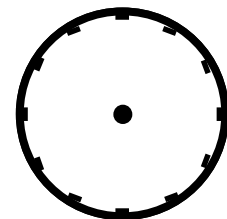
4. tien voor half twee



5. vijf over half negen



6. kwart voor negen



Test 4

Naam Groep.....

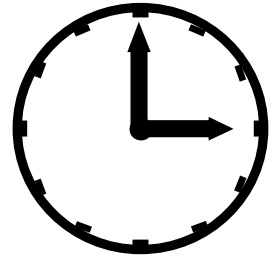
Test met de klok en wijzers

Het is de bedoeling dat je de wijzers van de klok aangeeft in de tekening van de klok

Voorbeeld:

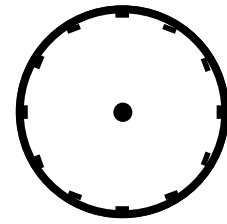
Drie uur

De grote wijzer wijst naar boven bij de 12
en de kleine wijzer wijst naar drie.

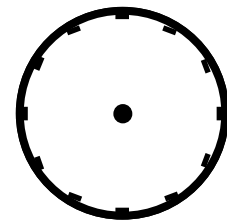


Je moet 6 keer een tijd op een klok aangeven in drie minuten.

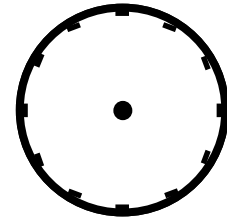
1. kwart over twee



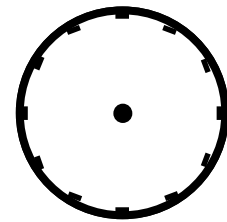
2. tien voor vijf



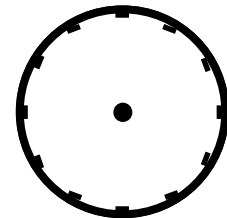
3. vijf over vier



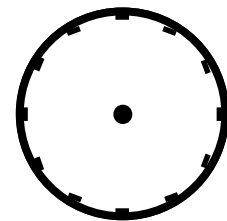
4. tien voor half vijf



5. vijf over half vier



6. kwart voor negen



Test 5

Naam Groep.....

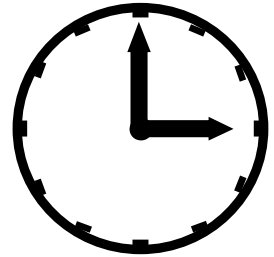
Test met de klok en wijzers

Het is de bedoeling dat je de wijzers van de klok aangeeft in de tekening van de klok

Voorbeeld:

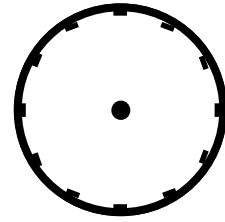
Drie uur

De grote wijzer wijst naar boven bij de 12
en de kleine wijzer wijst naar drie.

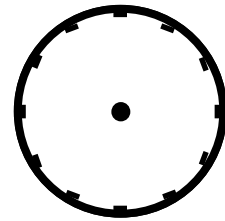


Je moet 6 keer een tijd op een klok aangeven in drie minuten.

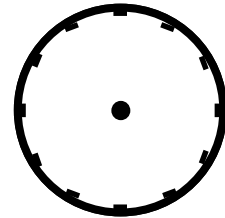
1. kwart voor twee



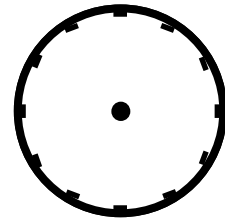
2. tien over vier



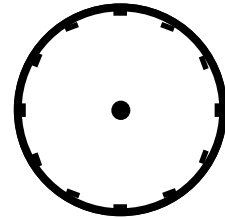
3. vijf voor drie



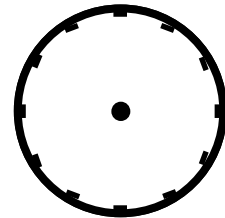
4. tien over half vier



5. vijf voor half drie



6. kwart over negen



Test 6

Naam Groep.....

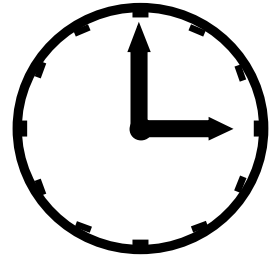
Test met de klok en wijzers

Het is de bedoeling dat je de wijzers van de klok aangeeft in de tekening van de klok

Voorbeeld:

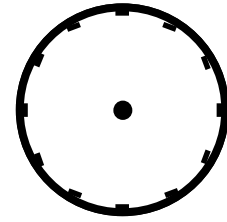
Drie uur

De grote wijzer wijst naar boven bij de 12
en de kleine wijzer wijst naar drie.

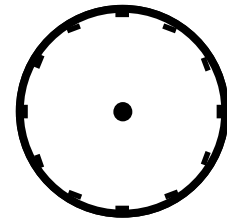


Je moet 6 keer een tijd op een klok aangeven in drie minuten.

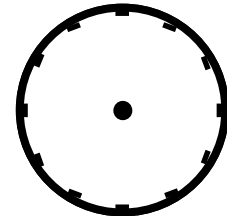
1. kwart over twee



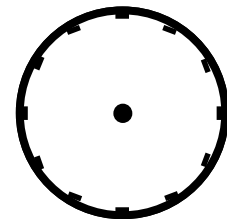
2. tien voor vier



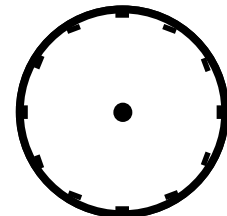
3. vijf over drie



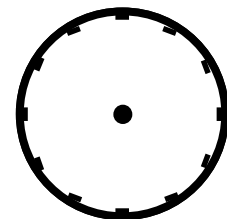
4. tien voor half vier



5. vijf over half drie



6. kwart voor negen



Bijlage 2

Aandachtspunten voor instructie van de leerkrachten

Instructie leerkrachten:

1. Normale les
2. Geen informatie over de bedoeling van de proef of het onderzoek
3. De aangegeven tijd van de testen stipt handhaven
4. Niet naar de resultaten kijken
5. Alles direct in de bijgeleverde enveloppen

Tijdens de test wordt de luchtkwaliteit door Cauberg Huygen gemeten.

Niet ventileren of deuren en ramen openen ook niet in de pauze.

Elke leerkracht krijgt per groep een per tijdstip van de test een map met :

- Een taaltest
- Een test met klok en wijzers
- Een symbolen test
- Een letterreken test

Globale onderzoeksopzet ventilatie in scholen

Januari 2006

Achtergrond Document voor leerkrachten

Kader

Binnen het actie programma Gezondheid en Milieu bestaat er behoefte inzicht te verkrijgen in de prestaties van zowel binnenmilieu parameters als energiestaat van innovatieve ventilatiesystemen in scholen. Deze systemen komen geleidelijk aan op de markt. De prestaties zijn onbekend. Zowel uit overwegingen van binnenmilieu als energiestaat is kennis omtrent de in de praktijk te realiseren waarden noodzakelijk enerzijds om het beleid op dit gebied te kunnen vormgeven anderzijds ter stimulering van de toepassing van dit soort innovatieve ventilatiesystemen.

Probleemstelling

Ventilatie van scholen vormt doorgaans een probleem. Zowel uit nationaal als internationaal onderzoek is gebleken dat de kwaliteit van het binnenmilieu in scholen slecht is (zie bijvoorbeeld het onderzoek van de GGD Regio IJssel-Vecht 1995) In 90% van de onderzochte scholen wordt de grenswaarde voor CO₂ overschreden, ten gevolge van een onvoldoende ventilatie. CO₂ concentraties van 3000- 5000 ppm (grenswaarde 1200 ppm) zijn geen uitzondering en leiden naar verwachting tot slechte leerprestaties en kunnen wellicht negatieve effecten op de gezondheid van de kinderen hebben.

De gezondheidsraad vraagt in het Advies "Gezondheid en Milieu: Kennis voor beleid" (oktober 2003) aandacht voor de binnenmilieu situatie in scholen (p13) en wijzen erop dat hoewel onderzoek schaars is de leerprestaties mogelijk negatief beïnvloed worden ten gevolge van slechte binnenmilieu kwaliteit.

Als interventie strategie wordt op bladzijde 65 gesproken over "Onderzoek naar de relatie tussen kwaliteit van het binnenmilieu van scholen en leerprestaties. Het hier voorgestelde onderzoek kan in dat opzicht een eerste goede aanzet zijn.

Onderzoeksfasen

Het totale onderzoek heeft 4 fasen te weten:

- | | |
|---------------|--|
| <i>Fase 1</i> | <i>Metten van CO₂ concentraties in scholen</i>
Reeds gebeurt door verschillende GGD's |
| <i>Fase 2</i> | <i>Het signaleren van CO₂ concentraties in scholen in combinatie met een instructie over het gebruik van de ventilatie voorzieningen.</i> |
| <i>Fase 3</i> | <i>Het meten van de prestaties van sensorgestuurde ventilatiesystemen in vier scholen</i> |
| <i>Fase 4</i> | <i>Het vergelijken van leerprestaties in klaslokalen met vraaggestuurde ventilatie en klaslokalen met standaard ventilatievoorzieningen</i> |

Het is voor deze laatste fase dat dit document is opgesteld.

Het vergelijken van leerprestaties in klaslokalen met vraaggestuurde ventilatie en klaslokalen met standaard ventilatievoorzieningen

Dit deel van het onderzoek zal plaatsvinden in een basisschool. Omdat daar enerzijds de bezetting relatief langer duurt en groter is dan bij de meeste andere schooltypen. Bovendien is voor basisschoolleerlingen vrijveel materiaal beschikbaar met betrekking tot testen.

Opzet fase 4

In twee naast elkaar liggende klaslokalen wordt de ventilatie geregeld. In het ene lokaal op een bekend maar te laag ventilatieniveau leidend tot CO₂ concentraties die nu regelmatig voorkomen (3000-5000 ppm), in het andere lokaal wordt ventilatie ingesteld op een waarde die ertoe leidt dat ruim aan de eisen van het Bouwbesluit wordt voldaan. Het Bouwbesluit is gebaseerd op een CO₂ grenswaarde van circa 1200 ppm. Bij beide groepen wordt normaal onderwijs gegeven.

Na het eerste lesuur en laatste lesuur voeren leerlingen van een groep enkele testen uit. De testen zijn opgesteld in overleg met de Universiteit van Amsterdam en TM-TNO. De testen betreffen zowel fysieke vaardigheden en cognitieve vaardigheden..

Deze testen worden de dag volgende op de eerste test herhaald met dezelfde groep leerlingen en docenten waarbij de groep leerlingen en docenten van klaslokaal ruilen. Op een derde dag wordt nogmaals een groep leerlingen getest in het lokaal waar geen conditionering plaatsvindt.

De groepsgrootte bedraagt minmaal 15 leerlingen per groep, liefst circa 20 leerlingen. Voor de leeftijd van de leerlingen wordt gestreefd naar groepen uit de basisschoolklassen 7 en 8.

De duur van een de testen zal in principe beperkt blijven tot circa een half uur aan het begin van de morgen en circa een half uur aan het einde van de morgen.

Schematische weergave van de testen

Tijd	Moment	Groep	Blootstelling
Dagdeel 1	8.30 u - 9.30 u	1	400-600 ppm
Dagdeel 1	8.30 u - 9.30 u	2	400-600 ppm
Dagdeel 1	11.30u – 12.00u	1	400-1200 ppm
Dagdeel 1	11.30u – 12.00u	2	2500 – 3500 ppm
Dagdeel 2	8.30 u - 9.30 u	2	400-600 ppm
Dagdeel 2	8.30 u - 9.30 u	1	400-600 ppm
Dagdeel 2	11.30u – 12.00u	2	400-1200 ppm
Dagdeel 2	11.30u – 12.00u	1	2500 – 3500 ppm
Dagdeel 3	8.30 u - 9.30 u	3	400-600 ppm
Dagdeel 3	11.30u – 12.00u	3	2500 – 3500 ppm

Enkele voorbeelden van het type testen is weergegeven in bijlage 1.

Resultaten

Uit de testresultaten wordt getracht een indicatie te vinden omtrent het mogelijke effect van hoge CO₂ concentraties op het handhaven van de concentratie van de leerlingen en mogelijk over de leerprestaties.

De testresultaten blijven anoniem. Ze worden slechts gebruikt om globale trends aan te duiden.

Bijlage 3

Verantwoording

In deze bijlage wordt verantwoording afgelegd over de uitgevoerde statistische analyses en de keuzes die daarbij zijn gemaakt. Verder zijn in deze bijlage alle tabellen met achterliggende gegevens opgenomen. Er is geprobeerd om zoveel mogelijk de volgorde in de tekst van het rapport aan te houden. Alle analyses zijn uitgevoerd met behulp van SPSS versie 14.

Onderzoekopzet en statistisch model

Aan het onderzoek namen 2 klassen met in totaal 52 leerlingen uit groep 8 deel. Elke leerling is in 3 situaties getest. Dat zijn:

1. de oefensituatie
2. de standaard ventilatieconditie
3. de vraaggestuurde ventilatieconditie

Per situatie deed elke leerling 2 testen. Namelijk:

1. aan het begin van de dag: de voormeting
2. aan het eind van de dag: de nameting.

Elke leerling deed dus 2 testen in 3 situaties, zodat er 6 vergelijkbare series testen nodig waren.

Een serie testen bestond uit 4 soorten testen:

1. de taaltest (8 opgaven of items)
2. de rekentest (8 opgaven of items)
3. de tekenset test (45 items)
4. de test van de klok en de wijzers (6 items)

Deze testen worden in paragraaf A.1.3 nader toegelicht.

Alle leerlingen zijn begonnen met de oefensessie. Om onderzoekstechnische redenen is de helft van de leerlingen na het oefenen begonnen in het lokaal met de vraaggestuurde ventilatie en de andere helft in het lokaal met standaard ventilatieomstandigheden. De dag erop zaten alle leerlingen in het andere leslokaal. Dus, de klas die de dag ervoor bij vraaggestuurde ventilatie had gewerkt, zat de dag erna bij standaard ventilatieomstandigheden te werken. Op deze manier wordt voorkomen dat eventuele effecten eerder aan de volgorde van testen moeten worden toegeschreven dan aan de kwaliteit van de binnenlucht. Het roulatieschema staat weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 1 Roulatieschema (testvolgorde) voor groep 8A en groep 8B nadat beide groepen de oefenconditie hadden afgerond.

Oefenconditie	Standaard ventilatie	Interventie vraaggestuurde ventilatie
Groep 8A	2	1

Groep 8B	1	2
----------	---	---

Dubbel blind

Zowel de leerlingen en de leerkrachten als de onderzoekers zijn gedurende de uitvoering van het onderzoek blind gebleven voor de lokalen waarin de standaardconditie en de interventieconditie plaatsvond. De standaardconditie werd gecamoufleerd door het gebruik van recirculatieventilatie zonder luchtverversing. Voor beide lokalen gold de instructie om ramen en deuren zoveel mogelijk gesloten te houden. De opstelling en de meting zijn uitgevoerd door een ingenieursbureau dat verder niet betrokken is geweest bij de analyse en rapportage over het onderzoek.

Onderzoeksopzet en het afgeleide statistisch model

Per leerling zijn de gegevens van 6 series testen verzameld. De eerste en de tweede testserie waren voor alle leerlingen gelijk. De 4 daaropvolgende testseries zijn achteraf toegewezen aan de juiste conditie, omdat ook ten tijde van de dataverzameling de onderzoekers niet wisten welke groep onder welke ventilatieomstandigheden de testen deed.

In SPSS is met behulp van de procedure GLM een repeated measurement model opgesteld met per leerling (repeated / within) de volgende factoren:

1. testscore met 4 niveaus (taal, rekenen, tekenset, klok)
2. conditie met 3 niveaus (oefensessie, standaardconditie, vraaggestuurde conditie)
3. tijdstip van de dag 2 niveaus (begin, eind van de dag).

Voor elke leerling bestaat de data-invoer dan uit 24 waarnemingen ($2 \times 3 \times 4$ testcores).

Testvolgorde is een factor waarmee wordt weergegeven welke conditie de leerlingen als eerste na de oefenconditie hebben doorlopen (zie ook tabel 1). Deze factor is als covariaat aan het model toegevoegd en is dus een factor die leerlingen feitelijk in 2 groepen verdeeld. Er zijn geen verdere onafhankelijke factoren in het model opgenomen.

Voor de vergelijking van de conditie-effecten is gebruik gemaakt van een Helmert contrast. De tweede vergelijking (standaard versus interventie conditie) geeft aan of de interventie conditie een verbetering van cognitieve prestaties op de testen laat zien. Voor de vergelijking van de voor- en nameting is gebruikt gemaakt van een 'simple' contrast. Op deze manier treedt elke leerling als zijn eigen controle op en vormt de grootte van het verschil tussen de voor- en nameting de basis voor de vergelijking van de 3 verschillende condities. Er is gekozen voor een a priori contrast omdat van tevoren besloten is om deze vergelijkingen te maken. Deze vergelijkingen liggen besloten in de onderzoeksopzet.

De meetschalen

Leerlingen hebben 4 soorten testen gedaan, namelijk een taaltest (8 items), een rekentest (8 items), een tekenset test (45 items) en de test van de klok en de wijzers (6 items). Van elke type test zijn 6 versies gemaakt die onderling zoveel mogelijk gelijk zijn gehouden. Alle leerlingen hebben de eerste 2 versies gebruikt om te oefenen met de testen. De overige versies zijn gebruikt tijdens de interventieconditie met vraaggestuurde ventilatie en de standaardconditie, of vice versa. Per conditie (oefenen, interventie, standaard) werd de eerste test na het eerste lesuur gemaakt. De laatste test vond plaats tijdens het laatste lesuur. Elke serie testen duurde circa een half uur.

Betrouwbaarheid en validiteit

In een vroegtijdig stadium is in overleg met deskundigen op het gebied van de neuropsychologie besloten om geen gebruik te maken van bestaand testmateriaal. De reden hiervan is voornamelijk gelegen in het feit dat bestaand testmateriaal te veel tijd zou vergen voor het uitvoeren van vier testen aan het begin en einde van een lesochtend of middag. Daarmee is gekozen voor het gebruik van testen die op het moment van onderzoek niet verder gevalideerd zijn. Wel is de betrouwbaarheid van de testen bepaald op grond van de scores van alle leerlingen op de tweede testafname in de oefenconditie. Hierbij is ook gebruik gemaakt van de resultaten van de leerlingen uit groep 7. De resultaten staan vermeld in tabel 2. Om te bepalen of alpha hoog genoeg is wordt met vuistregels gewerkt. Meestal wordt aangenomen dat een test (schaal) consistent is als alpha groter of gelijk is aan 0.80; 'redelijk' als alpha groter of gelijk is aan 0.60 maar kleiner dan 0.80 en als 'slecht' beoordeeld bij een alpha kleiner dan 0.60 (De Heus et al, 1995). Een 'slechte' schaal kan niet in onderzoek worden gebruikt. Uit tabel 2 blijkt dat de taalttest en de rekentest redelijk betrouwbaar zijn. Ook de test met de klok en de wijzers is voldoende betrouwbaar. De consistentie van de tekenset test was slecht en de schaal kan daarom niet als betrouwbaar worden aangemerkt. De interne consistentie van de tekenset is opmerkelijk laag gezien het hoge aantal items waaruit de test bestaat waardoor de interne consistentie toeneemt.

Somscores

Vervolgens zijn per test somscores gemaakt van het absolute aantal fouten. In de taalttest bestond het absolute aantal fouten bestaat uit het aantal keren dat een fout over het hoofd werd gezien en het aantal keren dat er ten onrechte iets fout werd gerekend. Op de taalttest waren meer fouten per opdracht mogelijk, omdat gevraagd werd hoeveel fouten er in de zin stonden. Op alle andere testen was per opgave niet meer dan één fout mogelijk.

Stabiliteit

Voor het onderzoek zijn per test 6 verschillende versies gemaakt. Van belang is dat die 6 verschillende versies onderling vergelijkbaar zijn. Dit is eveneens met behulp van Cronbach's alpha onderzocht, waarbij niet de scores per vraag maar de somscore per test als uitgangspunt voor de analyse is genomen. De resultaten van deze analyse zijn samengevat in tabel 3. Voor drie van de vier testen geldt dat de verschillende versies intern consistent dus onderling vergelijkbaar zijn. De taal, reken en rekenset hebben een alpha van boven de 0.80. Dit geldt echter niet voor de test met de klok en de wijzers. De verschillende versies komen weliswaar redelijk sterk onderling overeen, maar omdat het 6 verschillende versies van dezelfde test betreft, wordt dit toch als onvoldoende consistent beoordeeld. Gezien de hoge alpha's van de overige testen, en gezien het feit dat het om herhalingen van een zelfde test gaat en niet om de onderlinge samenhang van verschillende items, moet een alpha van 0.68 toch als 'slecht' worden beoordeeld.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat de taal- en rekentest voldoende betrouwbaar zijn, maar dat de betrouwbaarheid van de tekenset-test en de test met de klok en de wijzers onvoldoende is. Om deze reden worden de resultaten niet besproken in de hoofdstuktekst. Omdat de beide testen wel deel uitmaken van het onderzoeksprotocol, zijn de test scores wel gemodelleerd in de statistische modellen.

Tabel 2 Betrouwbaarheidsgegevens (gestandaardiseerde Cronbachs alfa) voor de 4 testen

Meetschaal (n=73)	Cronbachs alfa (gestandaardiseerd)
Taal (8 items)	0.61
Rekenen (8 items)	0.75
Tekenset (25 van de 45 items)	0.55
Klok en wijzers (6 items)	0.69

Tabel 3 Stabiliteit (gestandaardiseerde Cronbachs alfa) voor de 6 verschillende versies van de 4 testen

Versies Meetschalen (n=69)	Cronbachs alfa (gestandaardiseerd)
Taal (8 items)	0.87
Rekenen (8 items)	0.86
Tekenset (25 van de 45 items)	0.85
Klok en wijzers (6 items)	0.68

Ruwe gegevens van de leerlingen

In tabel 4, tabel 5 en tabel 6 staan de ruwe gegevens voor de leerlingen uit groep 7 (tabel 4), groep 8A (tabel 5) en groep 8B (tabel 6). In de verdere analyses gaat het om de grootte van het verschil tussen de voor en nameting over de verschillende condities. Daarbij zijn de gegevens zonodig gecorrigeerd voor bijvoorbeeld leer- en volgorde-effecten.

Verschillen tussen groep 8A en groep 8B

De resultaten van de oefenconditie zijn gebruikt om na te gaan of er verschil is tussen de beide groepen 8. Tussen groep 8A en groep 8B bestonden geen werkelijke verschillen in cognitieve prestaties op de taaltest, de test met de klok en de wijzers en de tekenset test. Wel bleken leerlingen uit groep 8B tijdens de oefenconditie meer fouten te maken op de rekentest dan de leerlingen uit groep 8A ($F_{1,50} = 15,91$, $p < 0.01$). Dit was alleen het geval bij de eerste keer oefenen. Bij de tweede keer oefenen waren de verschillen zodanig klein geworden dat niet meer gesproken kan worden van een werkelijk verschil ($F_{1,50} = 3,67$, $p > 0.05$). Wanneer de cognitieve prestaties van beide groepen 8 over de overige 2 condities (interventie met vraaggestuurde ventilatie en standaardconditie met oplopende CO₂ concentraties) onderling worden vergeleken, blijken ook nu de verschillen dusdanig klein dat niet gesteld kan worden dat de ene groep 8 daadwerkelijk anders presteert dan de andere groep 8. Met nadruk wordt gesteld dat eventuele verschillen tussen de beide groepen 8, of tussen leerlingen uit groep 7 en groep 8 *niet* van invloed zijn op de centrale vraag in dit onderzoek of er verschillen zijn in cognitieve prestaties tussen de standaardconditie met oplopende CO₂ concentraties en de interventieconditie met vraaggestuurde ventilatie. Dit komt door de onderzoeksopzet, waarbij elke leerling optreedt als zijn eigen controle en waardoor niveauverschillen tussen leerlingen geen rol spelen.

Leereffecten

Leereffecten zijn in SPSS met behulp van de procedure GLM getoetst in een repeated measurement model met 2 within factoren: test met 4 niveaus elk bestaande uit 6 metingen (leereffect). Ter beoordeling van het leereffect is een polynoom contrast gedefinieerd (het eerste polynome contrast betreft de test voor het lineaire effect). Er bleek een significant leereffect te bestaan voor taal ($F_{1,68} = 49,49$, $p < 0.01$), rekenen

($F_{1,68} = 9.54$, $p < 0.01$) en voor de test met de klok en de wijzer ($F_{1,68} = 11.01$, $p < 0.01$). Voor de tekenset was er geen significant leereffect ($F_{1,68} = 0.15$, $p = 0.70$). Daarnaast is onderzocht of testvolgorde van invloed was op de cognitieve prestaties van de kinderen. Dit is getoetst in het 'basismodel' (het repeated measurement model met als within factoren test met 4 niveaus, conditie met 3 niveaus en verschilmeting met 2 niveaus). Voor rekenen was er een significant effect van testvolgorde ($F_{1,46} = 5.82$, $p = 0.02$). Na de eerste oefendag treden op de rekentest nog steeds leereffecten op en het was ook uit de reacties van leerlingen duidelijk dat ze het een moeilijke test vonden. Leerlingen van wie achteraf bleek dat ze eerst aan de standaardconditie en daarna aan de interventie met vraaggestuurde ventilatie werden blootgesteld, bleken verhoudingsgewijs een sterkere afname in prestaties te vertonen tijdens de standaardconditie met oplopende CO₂ concentraties dan leerlingen die begonnen met de testen tijdens de interventie met vraaggestuurde ventilatie en vervolgens de testen deden in de standaardconditie met oplopende CO₂ concentraties. Door in de analyses rekening te houden met de volgorde van de condities en dus testvolgorde als covariaat in de analyses op te nemen, zijn de uiteindelijke analyses hiervoor gecorrigeerd.

Vraaggestuurde ventilatie versus standaard ventilatie met oplopende CO₂ concentraties
De uiteindelijke analyse is gemodelleerd als een repeated measurement model met testvolgorde als covariaat en als within factoren: test met 4 niveaus, conditie met 3 niveaus en verschilmeting met 2 niveaus. Voor de vergelijking van de conditie-effecten is gebruik gemaakt van een Helmert contrast. Voor de vergelijking van de voor- en nameting is gebruikt gemaakt van een 'simple' contrast. Op deze manier treedt elke leerling als zijn eigen controle op en vormt de grootte van het verschil tussen de voor- en nameting de basis voor de vergelijking van de 3 verschillende condities. Zoals ook blijkt uit tabel 6, maken leerlingen bij de nameting minder extra fouten bij de nameting onder vraaggestuurde ventilatie dan onder standaard ventilatie omstandigheden met oplopende CO₂ concentraties.

Cognitieve prestaties in groep 7 en 8 onder standaard ventilatie condities

Voor de standaardconditie met oplopende CO₂ concentraties zijn ook de cognitieve prestaties van de leerlingen uit groep 7 en 8 aan het begin en het eind van de dag vergeleken. Hiertoe is eveneens in SPSS is met behulp van de procedure GLM een repeated measurement model opgesteld met de volgende within factoren: test met 4 niveaus en verschilmeting met 2 niveaus. Als voor- en nameting voor de standaardconditie zijn voor groep 7 de derde en vierde testafnames genomen, als verschilden de resultaten niet noemenswaardig indien test 5 en test 6 als voor respectievelijk nameting waren genomen. In deze analyse is niet gecorrigeerd voor testvolgorde (en temperatuur).

Ook nu maken de leerlingen alleen op de taal- en de rekentest daadwerkelijk meer fouten aan het eind van de dag (zie tabel 7). Deze analyse bevestigt daarmee het beeld dat alleen de cognitieve prestaties op de taal- en de rekentest geassocieerd kunnen worden met de hoogte van de CO₂ concentratie.

Verloop over de dag

Om een indruk te krijgen van de grootte van de effecten, is het verschil in prestaties tussen de vraaggestuurde en standaard ventilatie condities omgerekend naar een gemiddelde score per conditie. Voor elke leerling is per conditie en per test de score op de voormeting gesommeerd met de score op de nameting, en dit is vervolgens door twee gedeeld. Op deze manier wordt een betere indruk van de grootte van de effecten verkregen dan wanneer een relatieve maat als bijvoorbeeld het percentage verschil zou

zijn gebruikt. Omdat er op de rekentaak een significant effect van testvolgorde was (zie paragraaf A.1.6) zijn voor deze test de gemiddelde waarden gecorrigeerd voor testvolgorde door de bèta-coëfficiënten te gebruiken uit de regressie van testvolgorde op de gemiddelde scores op de rekest.

Tabel 3 Ruwe, ongecorrigeerde somscores van de leerlingen uit groep 7. NB let op alleen standaard ventilatieconditie!

Groep	test		Oefenconditie		Standaardconditie met oplopende CO ₂ concentraties		Standaardconditie met oplopende CO ₂ concentraties	
			Voor	Nameting	Voor	Nameting	Voor	Nameting
7	Taal	Gem Score	5,22	7,91	5,67	7,33	6,56	8,38
		95% BI	4,34 - 6,09	6,26 - 9,56	4,49 - 6,85	5,72 - 8,95	5,30 - 7,82	7,20 - 9,55
		Standard dev	2,02	3,73	2,79	3,82	3,06	2,78
		Aantal N	23	22	24	24	25	24
	Rekenen	Gem Score	5,30	5,64	4,04	4,83	3,08	4,58
		95% BI	4,40 - 6,21	4,93 - 6,34	3,25 - 4,83	3,82 - 5,84	1,98 - 4,18	3,48 - 5,68
		Standard dev	2,10	1,59	1,88	2,39	2,66	2,60
		Aantal N	23	22	24	24	25	24
	Tekens	Gem Score	4,00	5,36	4,21	5,54	5,32	4,54
		95% BI	1,97 - 6,03	3,47 - 7,26	2,85 - 5,57	4,49 - 6,59	4,05 - 6,59	4,55 - 6,54
		Standard dev	4,70	4,27	3,22	2,48	3,08	4,72
		Aantal N	23	22	24	24	25	24
	Klok	Gem Score	1,13	1,45	1,17	0,79	0,92	0,50
		95% BI	0,62 - 1,64	0,73 - 2,18	0,52 - 1,81	0,49 - 1,10	0,36 - 1,48	0,22 - 0,78
		Standard dev	1,18	1,63	1,52	0,72	1,35	0,66
		Aantal N	23	22	24	24	25	24

Tabel 4 Ruwe, ongecorrigeerde somscores van de leerlingen uit groep 8A

groep	test		Oefenconditie		Standaardconditie met oplopende CO ₂ concentraties		Interventie met vraaggestuurde ventilatie	
			Voor	Nameting	Voor	Nameting	Voor	Nameting
8A	Taal	Gem Score	4,59	6,00	5,43	6,96	4,37	4,37
		95% BI	3,88 -5,31	5,04 - 6,96	4,67 – 6,19	6,24 – 7,69	3,75 – 4,99	3,56 – 5,18
		Standard dev	1,80	2,23	1,95	1,83	1,57	2,04
		Aantal N	27	26	28	27	27	27
	Rekenen	Gem Score	1,52	1,77	1,36	1,85	1,74	2,04
		95% BI	0,96 – 2,08	0,98 – 2,56	0,88 – 1,83	1,08 – 2,63	1,12 - 2,36	1,49– 3,33
		Standard dev	1,42	1,97	1,22	1,96	1,56	2,33
		Aantal N	27	26	28	27	27	27
	Tekens	Gem Score	2,44	3,73	4,32	3,81	3,00	3,67
		95% BI	1,68 – 3,21	2,73 – 4,73	2,95 – 5,69	2,31 – 5,32	1,98 – 4,02	2,52 – 4,82
		Standard dev	1,93	2,47	3,54	3,79	2,57	2,91
		Aantal N	27	26	28	27	27	27
	Klok	Gem Score	0,37	0,81	0,57	0,41	0,78	0,44
		95% BI	0,15 – 0,59	0,25 – 1,37	0,28 – 0,86	0,16 – 0,66	0,33 – 1,22	0,13 – 0,76
		Standard dev	0,56	1,39	0,74	0,64	1,12	0,80
		Aantal N	27	26	28	27	27	27

Tabel 5 Ruwe, ongecorrigeerde somscores van de leerlingen uit groep 8B

groep	test		Oefenconditie		Standaardconditie met oplopende CO ₂ concentraties		Interventieconditie met vraaggestuurde ventilatie	
			Voor	Nameting	Voor	Nameting	Voor	Nameting
8B	Taal	Gem Score	4,64	6,00	4,96	5,12	5,40	7,08
		95% BI	3,90-5,38	5,21 – 6,79	4,26 – 5,66	4,27 – 5,97	4,62 – 6,18	6,05 – 8,11
		Standard dev	1,80	1,91	1,70	2,07	1,89	2,50
		Aantal N	25	25	25	25	25	25
	Rekenen	Gem Score	3,48	2,72	2,00	2,92	1,96	1,96
		95% BI	2,62–4,34	2,08 – 3,36	1,43 – 2,57	2,01 – 3,83	1,37 – 2,55	1,09 – 2,83
		Standard dev	2,08	1,54	1,38	2,22	1,43	2,11
		Aantal N	25	25	25	25	25	25
	Tekens	Gem Score	3,52	3,68	3,20	3,40	4,04	2,36
		95% BI	2,00 – 5,04	2,57 – 4,79	2,29 – 4,11	2,46 – 4,34	2,77 – 5,31	1,63 – 3,09
		Standard dev	3,69	2,69	2,20	2,27	3,09	1,78
		Aantal N	25	25	25	25	25	25
	Klok	Gem Score	0,84	0,44	0,56	0,36	0,48	0,32
		95% BI	0,40 – 1,28	0,15 – 0,73	0,18 – 0,94	0,07 – 0,65	0,21 – 0,75	0,09 – 0,55
		Standard dev	1,07	0,71	0,92	0,70	0,65	0,56
		Aantal N	25	25	25	25	25	25

Tabel 6 Resultaten van de vergelijking tussen de beide ventilatie condities (n=48). Resultaten zijn gecorrigeerd voor testvolgorde

Soort test	Mean Square (effect)	F	df	P	Gemiddeld fout			
					Standaardconditie met oplopende CO ₂ concentraties		Interventie met vraaggestuurde ventilatie	
					voormeting	nameting	Voormeting	nameting
Rekenen	13,55	6,50	1,46	0,01	1,65 (1,26 –2,03)	2,31 (1,69-2,94)	1,85 (1,41 –2,30)	2,25 (1,59– 2,91)
Taal	108,00	44,4	1,46	0,00	5,17 (4,65 –5,69)	6,10 (5,53–6,68)	4,94 (4,42 –5,45)	5,75 (5,08– 6,42)
Tekens	2,08	0,51	1,46	0,48	3,58 (2,73 –4,44)	3,60 (2,67– 4,54)	3,42 (2,59 –4,25)	3,02 (2,29– 3,75)
Klok	1,17	2,31	1,46	0,14	0,52 (0,29 –0,76)	0,38 (0,18– 0,57)	0,65 (0,37 –0,92)	0,40 (0,19-0,60)

Tabel 7 Vergelijking van de vóór- en nameting tijdens de conditie met standaard ventilatieomstandigheden voor groep 7 en 8 samen (n=76)

Effect	Soort test	Mean Square (effect)	F	df	P
Verschil CO₂					
	Rekenen	36,05	7,58	1,74	0,01
	Taal	96,33	18,92	1,74	0,00
	Tekens	13,65	2,27	1,74	0,14
	Klok	4,81	3,78	1,74	0,06