RAPPORT
PROJECT "PLANT IN DE KLAS"

Productschap Tuinbouw

Fytagoras BV
knowledge in science

TNO innovation for life

RAPPORT
PROJECT "PLANT IN DE KLAS"

Colofon

Datum:	6 oktober 2011
Project:	Plant in de klas
PT-projectnummer:	13908
Aanvrager project:	Telersvereniging Air So Pure
Subsidieverstrekker:	Productschap Tuinbouw

Auteurs:	Prof. dr. Bert van Duijn (Fytagoras)
	Dr. John Klein Hesselink (TNO)
	Marian Kester (DENK Communicatie)
	Jan Jansen en Hilde Spitters (NIGZ)
Contactgegevens:	Air So Pure Secretariaat
	T 0174 634104

Productschap Tuinbouw

Fytagoras BV
knowledge in science

TNO innovation for life

Inhoudsopgave **Pagina:**

0. Management Samenvatting 5

1. Inleiding 10

2. Doelen in het project 12

3. Fasering 14

4. Opzet van de studies, materialen en methoden en resultaten per fase en deel 15

4.1. **Fase 1 – Deel 1 15**
4.1.1. Opzet van praktijk experiment
4.1.2. Resultaten

4.2. **Fase 1 – Deel 2 37**
4.2.1. Praktijk experiment uitvoering
4.2.2. Resultaten praktijk experiment

4.3 **Fase 1 - Deel 3 54**
4.3.1 Communicatie uitvoering
4.3.2. Communicatie resultaten

5. Samenvatting, Conclusies en Aanbevelingen 59

6. Geraadpleegde literatuur 65

7. Bijlagen **Pagina:**

Bijlage 1:	Lijst met randvoorwaarden voor selectie van klaslokalen	**66**
Bijlage 1A:	Voorbeeld PAR-licht puntmetingen verschillende lokalen	**67**
Bijlage 2:	Plantcalculator	**71**
Bijlage 3:	Samengestelde plantpakketten en plaatsingdatum lokalen	**73**
Bijlage 4:	Instrumentarium voor- en nameting plus de afname-instructies	**75**
Bijlage 5:	Oproep op de ‘Ga voor gezond!’-website	**83**
Bijlage 6:	Fysieke mailing vanuit het NIGZ	**85**
Bijlage 7:	Overzicht foto’s inbrengen van de planten en de lessen	**87**
Bijlage 8:	Persberichten	**89**
Bijlage 9:	Nieuwsbrief van het project ‘Ga voor gezond!’	**91**
Bijlage 10:	FactZ, de online nieuwsbrief van het NIGZ	**92**
Bijlage 11:	Nieuwsbrief van de ‘Gezonde school’	**94**
Bijlage 12:	Persberichten	**95**
Bijlage 13:	Factsheet met alle wetenswaardigheden	**97**
Bijlage 14:	Lesmateriaal	**98**
Bijlage 15:	Overzicht foto’s van de excursies	**118**

Management samenvatting

Het slechte klimaat in de klaslokalen is een zorg die erkend wordt door de overheid. Het grote aantal kinderen in een relatief kleine ruimte leidt tot te hoge concentraties CO_2 en ongunstige luchtvochtigheid. Daarnaast kan er sprake zijn van hoge concentraties van vluchtige organische verbindingen zoals formaldehyde en benzeen en “onfrisse” lucht (lichaamsgeuren etc).
De aanwezigheid van planten biedt een oplossing voor deze binnenklimaatproblematiek. Planten zijn in staat CO_2 te consumeren, en beïnvloeden tevens de luchtvochtigheid.
Ook is bekend dat planten in staat zijn lucht te zuiveren van vluchtige organische verbindingen, zoals formaldehyde, benzeen, “onfrisse geuren” etc.
Bijkomende effecten van planten zijn het absorberen van geluid en het bijdragen aan betere prestaties bij creatieve taken door proefpersonen. Daarnaast zijn er educatieve voordelen verbonden aan het plaatsen van planten in een leeromgeving.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat verschillende plantensoorten deze luchtzuivering met sterk verschillende efficiëntie kunnen uitvoeren. Sommige soorten zijn goed tot zeer goed luchtzuiverend, terwijl andere soorten een lage activiteit vertonen. Het ligt voor de hand om voor “Planten in de klas” soorten te kiezen met bewezen sterk luchtzuiverende werking.

Het onderzoek richt zich op in hoeverre bovenstaande verwachtingen in de praktijk kunnen worden waargemaakt. Om het succes van de ‘planten in de klas’ aanpak te toetsen, is een experimenteel toetsingsproject in twee fasen uitgevoerd, in samenwerking tussen TNO, Fytagoras, DENK Communicatie, NIGZ en Air So Pure.
Het onderzoek werd mede mogelijk gemaakt door financiering van het Productschap Tuinbouw

Binnen het doel om positieve effecten van planten aan te tonen in klaslokalen kunnen vijf aparte doelen worden onderscheiden:

- Effecten op de luchtkwaliteit in klaslokalen: fysische omstandigheden, zoals luchtvochtigheid, CO_2, (temperatuur, formaldehyde, benzeen etc.)
- Effecten op het welbevinden van leerlingen in de klas (subjectieve beleving)
- Effecten op leerprestaties (objectieve effecten op zowel creatieve als standaard taken)
- Effecten op de werkprestatie en het welzijn en de gezondheid van leerkrachten
- Effecten van educatie op natuurbehoud, duurzaamheid en beleving van de natuur

Deel 1 van het onderzoek

Het project “plant in de klas” is uitgevoerd in twee delen. In het eerste deel werden de deelnemende scholen geselecteerd en werden nulmetingen in de verschillende lokalen uitgevoerd. Uit de nulmetingen bleek dat in alle lokalen bij aanwezigheid van leerlingen de CO_2 niveaus tot hoge en zeer hoge niveaus stijgen. Dit duidt erop dat de luchtverversing in deze lokalen minimaal is. Daarnaast blijkt de hoeveelheid PAR-licht (Photosynthtic Active Radiation, het type licht dat de fotosynthese in het groen van planten in gang zet) in veel lokalen te laag is. In enkele lokalen was wel regelmatig meer PAR aanwezig (bij zonnig weer), en dan vooral dicht bij de vensters. Op basis van deze nulmetingen is bepaald welke planten en hoeveel planten in de lokalen aanwezig zouden moeten zijn.

Gezien de lage (PAR) licht niveaus in de lokalen is onderzocht of dit lage PAR-licht, naast een effect op CO_2 opnamen en O_2 productie, nadelig zou zijn voor de luchtzuiverende werking van de planten. Uit deze metingen blijkt dat ook in het donker de gebruikte planten nog steeds een sterk luchtzuiverende werking hebben.

In de proefsituatie waren de planten in staat om de formaldehyde af te breken en in 45 minuten de concentratie van de normwaarde naar nul te brengen.

In de praktijk zal dit waarschijnlijk betekenen dat alle formaldehyde die de klas in lekt, voor 100% wordt verwijderd en dat de niveaus ruim onder de normwaarden blijven.

Kort samengevat kan na het eerste deel van het onderzoek geconcludeerd worden, dat bij de gebruikte planten (planten binnen top 10 van luchtzuiverende actieve planten):

1 Voor de CO_2 reducerende activiteit van de plant PAR-licht zeer belangrijk is (>15 PAR).
2 De luchtzuiverende werking van planten is lichtafhankelijk. Hoe meer licht, hoe sneller de afname. Echter, zelfs in het donker is de luchtzuiverende werking van planten nog steeds sterk aanwezig.
3 In alle klassen zeer grote stijgingen en fluctuaties van CO_2 aanwezig zijn indien leerlingen in de klas zijn.

In het eerste deel zijn ook de toetsen voor het testen van “leerprestatie”, welbevinden en gezondheid van de leerlingen ontworpen.

Deel 2 van het onderzoek

In het tweede deel van het project zijn de prestatietoetsen en vragenlijsten afgenomen bij de leerlingen in de klassen die voor het onderzoek geselecteerd zijn. Vervolgens zijn in een deel van de lokalen planten geplaatst. Na 2 maanden zijn opnieuw de prestatietoetsen en vragenlijsten afgenomen. Gedurende de testperioden zijn ook weer de omgevingsparameters in de lokalen gemeten.

Uit de analyse van de meetgegevens blijkt dat in lokalen waarin planten aanwezig zijn **en** waar regelmatig een PAR-niveau hoger dan 15 aanwezig is, het gemiddelde CO_2 niveau tijdens aanwezigheid van leerlingen 10-20% lager is, dan in de meer donkere lokalen met of zonder planten. Op basis van deze uitkomsten is besloten de gegevens van de prestatietoetsen en de vragenlijsten te analyseren in drie groepen: met planten en hoog PAR-niveau, met planten en laag PAR-niveau en lokalen zonder planten.

In 12 klassen van vier scholen zijn de zelf gerapporteerde gezondheid, het welbevinden en het prestatievermogen vergeleken tussen de leerlingen in: (1) klassen waar geen planten zijn geplaatst, (2) klassen waar planten zijn geplaatst, maar waar de PAR-licht condities onvoldoende zijn en (3) klassen waar planten zijn geplaatst en waar de PAR-licht condities voldoende zijn. De uitkomsten zijn als volgt.

Bij de zelfgerapporteerde gezondheid rapporteren de leerlingen in de klassen waar planten zijn geplaatst en waar de PAR-licht condities voldoende zijn, gemiddeld 7% minder gezondheidsklachten dan voordat er planten werden geplaatst.

In de twee andere groepen met weinig PAR-licht en zonder planten zijn de klachten niet afgenomen. Dat wil zeggen dat de gezondheid van leerlingen door het plaatsen van planten verbetert, mits de PAR-lichtcondities voldoende zijn. Dit is een aanwijzing dat de fysiologische werking van planten van invloed is op de fysieke gezondheidstoestand van de leerlingen.
Bij welbevinden werd bij geen van de drie groepen van klassen een verschil gevonden tussen de voor- en nameting. Dat wil zeggen dat de beleving van de omgeving en het welbevinden van de leerlingen niet door het plaatsen van planten in schoollokalen beïnvloed wordt.

Bij de prestatietesten werden verschillen gevonden bij drie van de vier testen. Op de geheimschrift test (decoderen van geheime tekens) scoorden leerlingen in de klassen waar planten zijn geplaatst en waar de PAR-lichtcondities voldoende zijn, bij de nameting gemiddeld 35% beter dan bij de voormeting. In de klassen waar planten zijn geplaatst, maar waar de PAR-lichtcondities onvoldoende zijn, scoorden de leerlingen bij de nameting gemiddeld 20% beter dan bij de voormeting. In de klassen zonder planten scoorden de leerlingen 12% beter bij de nameting dan bij de voormeting.

Dat wil zeggen dat het probleemoplossende vermogen van leerlingen toeneemt als er planten zijn. De verbeteringen zijn dus toe te schrijven aan de zichtbare aanwezigheid van planten (vanwege de verbetering in de klas met planten, maar met onvoldoende PAR-licht condities), maar ook aan het vermogen van planten om de luchtcondities te verbeteren. Er is dus een psychologisch effect en een fysiologisch effect te zien.

Bij twee andere testen (associatietest en tekentest) scoren de leerlingen in de klassen met planten ook beter, maar dit effect wordt vooral verklaard door een toename van het aantal foute scores. Mogelijk wijst dit op een toename van de creativiteit van de leerlingen, die gestimuleerd wordt door de aanwezigheid van planten in de klaslokalen. De scores zijn weliswaar fout, maar wel vaak innovatief en slim bedacht. Een verbetering van creatieve taken van mensen door ze te laten werken in situaties met planten werd ook bij studenten en werknemers gevonden.

Kort samengevat betekenen deze resultaten dat planten in schoollokalen van invloed zijn op de conditie van het binnenklimaat, op de fysieke toestand van de leerlingen en op de psychologische toestand. Van belang is wel dat er voldoende PAR-licht aanwezig is, zodat de planten kunnen groeien en de fotosynthese op gang komt, waardoor de luchtkwaliteit in schoollokalen verbetert.

Bij de gebruikte planten (planten binnen top 10 van luchtzuiverende actieve planten), blijkt dat:

4 Er positieve effecten aantoonbaar zijn, in klassen met planten waar regelmatig voldoende (>15) PAR-licht aanwezig is:
   - 10-20% CO_2 reductie
   - Luchtzuiverende werking van de planten, afbraak van “vieze luchtjes” binnen 45 minuten tot 0-niveau
   - 7% Verminderde gezondheidsklachten
   - Betere score op leerprestaties
     - Meer creativiteit
     - Meer dan 20% betere score bij taken en toetsen (35% bij geheimschrifttest).

5 In klassen met planten en *weinig* PAR-licht (<15) zijn ook positieve effecten op de prestatie toetsen aangetoond, een tot 10% betere score bij taken en toetsen. In deze klassen is nog steeds de luchtzuiverende werking van de planten aanwezig. De afbraak van schadelijke gassen verloopt alleen trager.

De interviews met de leerkrachten leveren tenslotte als belangrijke aandachtspunten:

- Onderhoud c.q. watergeven van de planten in de klas
- Hoeveelheid planten in relatie tot de beschikbare ruimte

Hiervoor zijn slimme en technische oplossingen gewenst.

Communicatie

Vanuit project Plant in de klas is gedurende het onderzoek op verschillende manieren gecommuniceerd naar de verschillende doelgroepen.

Met de deelnemende basisscholen is meerdere malen contact geweest, over het moment van plaatsing van de planten, uitleg aan de kinderen omtrent de verzorging en functie van planten. Daarnaast zijn de kinderen daadwerkelijk rondgeleid op een bedrijf en bij veiling FloraHolland. Na de excursie hebben de leerlingen ook de lesbrief over planten in de klas ontvangen.

Door het organiseren van excursies naar teeltbedrijven van Air So Pure en naar FloraHolland, en het aanbieden van lesmateriaal aan de kinderen van de deelnemende scholen is bij de kinderen een brede interesse opgewekt voor planten, maar ook voor de tuinbouw. Door het verzorgen van een eigen plant hebben de kinderen meer feeling gekregen met planten. Daarnaast hebben de kinderen ook meer kennis gekregen over de functie van planten in de klas, maar natuurlijk ook in andere ruimtes.

Naar de scholen die meedoen met het project Ga voor Gezond en de Gezonde school is via de betreffende nieuwsbrief en de site gecommuniceerd. Daarnaast heeft het project Plant in de klas zich ook nadrukkelijk gemeld bij overheidsinstanties die te maken hebben met scholen. Vanuit verschillende instanties is met belangstelling op het project gereageerd.

Tot slot zijn er natuurlijk ook persberichten en artikelen verschenen in de vakpers en dagbladen.

Na het afronden van het onderzoek start het tweede deel van het communicatietraject, namelijk het bekendmaken van de resultaten naar de eerder genoemde doelgroepen. Verder zal ook nadrukkelijk contact gezocht worden met de consument.

1. Inleiding

Het slechte klimaat in de klaslokalen is een grote zorg die erkend wordt door de overheid, die ook budgetten beschikbaar heeft gesteld om hierin verbetering te brengen. Deze verbeteringen kunnen via nieuwe klasklimaat controle- en regulatiesystemen worden bereikt, maar dit vraagt grote bouwtechnische aanpassingen. Vooralsnog worden deze alleen ingevoerd bij nieuwbouw en grootschalige renovatieprojecten. Daarnaast blijkt de “onfrisse” lucht problematiek zich ook voor te doen bij relatief nieuwe scholen.
Ondanks de ernst en schaal van het optreden van slecht klimaat in de klas, blijven bestaande scholen voorlopig dus toch met het slechte klimaat zitten. Verder is het een feit dat vroeger in veel klaslokalen vaak planten aanwezig waren. Door de jaren heen is dat sterk achteruit gegaan. Mogelijk doordat niet bekend is welke positieve eigenschappen planten in de klas hebben en dat de sector niet heeft ingespeeld op het ontwikkelen van specifieke klasplanten en klas-plantenvoorzieningen. Alleen al in Nederland staan circa 7000 basisscholen, met elk ca. 10 klaslokalen. De sector zou binnen dit segment haar afzet graag verbeteren.

Recent is hierover een TNO onderzoek gepubliceerd, dat concludeerde dat zowel de luchtkwaliteit als het geluid en het comfort in klaslokalen moet verbeteren. Dit alles heeft onlangs zelfs geleid tot demonstraties op het Binnenhof in Den Haag en het aanbieden van petities aan de Tweede Kamer, evenals vele door bezorgde ouders en leerkrachten georganiseerde acties op diverse scholen.
Het grote aantal kinderen en leerkrachten in een relatief kleine ruimte leidt tot te hoge concentraties CO_2 en ongunstige luchtvochtigheid. Daarnaast kan er sprake zijn van te hoge concentraties van vluchtige organische verbindingen zoals formaldehyde en benzeen en “onfrisse” lucht (lichaamsgeuren etc).
Planten in de klas zouden hier een relatief goedkope en relatief eenvoudig te implementeren oplossing kunnen bieden.
De aanwezigheid van planten biedt mogelijk een oplossing voor deze binnenklimaat problematiek. Planten zijn immers in staat CO_2 te consumeren, en beïnvloeden tevens de luchtvochtigheid.
Ook is bekend dat planten in staat zijn lucht te zuiveren van vluchtige organische verbindingen, zoals formaldehyde, benzeen, “onfrisse geuren” etc.
Bijkomende effecten van planten zijn het absorberen van geluid en de bijdrage aan betere prestaties bij creatieve taken en de mogelijke educatieve aspecten van planten in een leeromgeving.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat verschillende plantensoorten deze luchtzuivering met sterk verschillende efficiëntie kunnen uitvoeren. Sommige soorten zijn goed tot zeer goed luchtzuiverend, terwijl andere soorten een lage activiteit vertonen. Het ligt voor de hand om voor “Planten in de klas” soorten te kiezen met bewezen sterk luchtzuiverende werking.

Het onderzoek richt zich op in hoeverre bovenstaande verwachtingen in de praktijk kunnen worden waargemaakt. Om het succes van de ‘planten in de klas’ aanpak te toetsen, is een experimenteel toetsingsproject in twee fasen uitgevoerd, in samenwerking tussen TNO, Fytagoras, DENK Communicatie, NIGZ en Air So Pure.
Het onderzoek werd mede mogelijk gemaakt door financiering van het Productschap Tuinbouw

In fase I van het onderzoek werd het onderzoek naar de effecten van planten in klaslokalen uitgevoerd. Er waren drie delen waarbij in deel 1 werd gekeken naar de formele inrichtingsaspecten van klaslokalen en in deel 2 de klaslokalen daadwerkelijk werden ingericht en onderzocht door middel van een praktijkexperiment. In deel 3 is een communicatieplan gemaakt en de communicatie van de doelgroepen uitgevoerd.

De rapportage beschrijft de uitgevoerde werkzaamheden en experimenten in het onderdeel materialen en methode waarna in het onderdeel resultaten de bevindingen van de diverse experimenten worden beschreven. Hierna volgen de conclusies.

2. Doelen in het project

Doel van het project was om meetgegevens over de positieve effecten van planten in de klas te verzamelen en inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden voor praktische toepassing in de klas, waarmee alle 'stakeholders' betrokken bij deze problematiek (Ministeries: Infrastructuur en Milieu, Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (voorheen VROM), Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW), Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (voorheen EZ en LNV), de Sector, Scholen etc). argumenten krijgen om te investeren in vervolgstudies en implementatie.

Daarnaast is er binnen dit project nadrukkelijk een component die er op gericht is het gebruik van planten in klaslokalen te promoten. Enerzijds gebeurt dit door het onderzoek onder de aandacht te brengen bij scholen, ministeries etc. Anderzijds zijn er promotie-activiteiten, direct gericht op consumenten (schoolbesturen, onderwijzers en leraren, leraren opleidingen) en ketenpartijen om zodoende de afzet van potplanten te vergroten.

Binnen het doel om positieve effecten van planten aan te tonen in klaslokalen kunnen vijf aparte doelen worden onderscheiden:

- Effecten op de luchtkwaliteit in klaslokalen: fysische omstandigheden, zoals luchtvochtigheid, CO_2, (temperatuur, formaldehyde, benzeen etc.
- Effecten op het welbevinden van leerlingen in de klas (subjectieve beleving)
- Effecten op leerprestaties (objectieve effecten op zowel creatieve als standaard taken)
- Effecten op de werkprestatie en het welzijn en de gezondheid van leerkrachten
- Effecten van educatie op natuurbehoud, duurzaamheid en beleving van de natuur

Binnen het project is ook het doel gerealiseerd om de plantengroei-omstandigheden in het lokaal te monitoren en op basis daarvan een juiste keuze te maken voor de toe te passen planten en eventueel aan te passen omstandigheden in de klas.
Het project heeft een beperkte omvang, maar is groot genoeg om effecten op statistisch relevante basis te bepalen. De studie is beperkt tot het basisonderwijs (meest kwetsbare groep leerlingen).

De te bereiken resultaten in het project (om de gestelde doelen te behalen) zijn uitgesplitst in de volgende lijst:

- Overzicht van klasklimaat-omstandigheden in relatie tot planten groei-eisen.
- Indicaties voor mogelijke vereiste aanpassing van klasklimaatparameters en beplantingsdichtheden.
- Lijst met mogelijk toepasbare plantensoorten
- Effect omschrijving van planten in de klas gebaseerd op experimentele gegevens op:
    1. Klasklimaat
    2. Leerprestaties
    3. Educatieve waarde
    4. Gezondheidstoestand en gevoel van welbevinden van leerlingen en personeel

- Aanbeveling voor route tot implementatie, inclusief tips/handleiding hoe planten in de klas eenvoudig kunnen worden gehouden
- Communicatieplan waarbij de activiteiten voor de verschillende doelgroepen (scholen, ministeries, vakbladen, consumenten, distributeurs) beschreven worden.
- Communicatie rond de uitvoering en de resultaten naar de verschillende doelgroepen tijdens en na afloop van het project.(leaflets, website, artikelen vakbladen, lespakketten, beursbezoeken etc)
- Draagvlak creëren voor fase 2 bij o.a. ministeries, schoolbesturen, ouders etc.

3. Fasering

Het onderzoek bestaat uit twee fasen. Deze rapportage beschrijft fase 1. Na fase 1 is er een go/no-go beslissing voor het vervolg. Fase 2 wordt hier slechts summier beschreven.

Fase 1

In deze fase is het onderzoek naar de effecten van planten in klaslokalen uitgevoerd. Er zijn drie delen, waarbij in deel 1 is gekeken naar de formele inrichtingsaspecten van de klaslokalen en in deel 2 de klaslokalen daadwerkelijk werden ingericht en onderzocht door middel van een praktijkexperiment en in deel 3 het communicatieplan en de communicatie naar de doelgroepen werd uitgevoerd.

Fase 2

Op basis van de resultaten van Fase 1 wordt een breed scala aan stakeholders betrokken bij een grootschaliger onderzoek naar effecten van planten in de klas en ontwerp van voorzieningen om dit praktische invulling te geven in de klas, vanuit zowel toepasbaarheid als economisch perspectief.
Fase 2 wordt na afloop van Fase 1 ingevuld.

4. Opzet van de studies, materialen en methoden en resultaten per fase en deel

4.1. Fase 1 – Deel 1

4.1.1. Opzet van praktijk experiment.

Voordat het experiment in de praktijk kon worden uitgevoerd, is een schatting gemaakt van het aantal en het soort planten dat kan worden gebruikt, evenals de 'groei' omstandigheden die moeten (kunnen) worden aangelegd in de klas.
Deze inschatting is gemaakt op basis van gegevens over de klimaatomstandigheden in de klas (temperatuur, luchtvochtigheid, CO_2 niveaus, PAR-licht niveaus, formaldehyde etc.) en gegevens over de groei en metabolisme activiteiten van verschillende plantensoorten. Daarnaast is een opzet gemaakt voor het uitvoeren van het praktijk experiment en zijn instrumenten ontwikkeld voor het meten van gezondheid, welbevinden/welzijn en prestaties bij de leerlingen.

Uitgevoerde werkzaamheden:

a) Selectie van klaslokalen voor het uitvoeren van het project.
b) Meting van verschillende parameters in 4 klaslokalen gedurende 4 weken. Gemeten worden o.a. temperatuur, luchtvochtigheid, PAR-licht (Photosynthtic Active Radiation, dit is het licht dat de plant gebruikt voor fotosynthese) en CO_2.
c) Uitwerken van de resultaten. Selectie van geschikte plant(en)soort(en) voor gebruik in het experiment op basis van resultaten uit b).
d) Ontwerp van proefopzet en proefopstelling voor praktijkexperiment in de klas.

4.1.1.1 Selectie van de klaslokalen voor het uitvoeren van het experiment.

Er is in samenwerking met TNO een set van leerlingentoetsen ontwikkeld en een lijst met randvoorwaarden opgesteld op basis waarvan een selectie van de klaslokalen is gemaakt (zie bijlage 1).
Door NIGZ is een lijst opgesteld met scholen, die zich hebben gemeld voor deelname in dit project. Deze lijst is gebruikt voor de selectie.
Op basis van een eerste selectie zijn scholen benaderd en bezoeken afgelegd om de klaslokalen te beoordelen op geschiktheid voor het onderzoek.

4.1.1.2 Meting van verschillende parameters in 4 klaslokalen gedurende 4 weken.

De volgende parameters zijn gemeten:

- Temperatuur
- Luchtvochtigheid
- PAR-licht; dit is het licht dat de plant gebruikt voor fotosynthese
- CO_2
- Formaldehyde

4.1.1.3. Plantactiviteit metingen

Om de selectie van plantsoorten, de hoeveelheid plantmateriaal per klas en het bepalen van de proefopstelling te ondersteunen is een aantal plantactiviteit metingen gedaan. Er is gekeken naar de afname van CO_2 in relatie tot het beschikbare PAR-licht en tevens is gekeken naar de opname van formaldehyde onder verschillende lichtcondities. Deze metingen zijn uitgevoerd in een gesloten meetopstelling. In de gesloten meetkamer kan het aanwezige licht worden gevarieerd.

In deze meetopstelling kunnen de volgende onderdelen worden onderscheiden:

1. Gesloten meetkamer.
2. Lichtvoorziening
3. Temperatuurvoorziening
4. Luchtvochtigheidsmeter
5. Temperatuurmeter
6. Formaldehydemeter
7. Ventilator/luchtmixer in de gesloten meetkamer
8. Formaldehyde verdamper
9. CO_2 meter
10. PAR meter

4.1.1.4. Selectie van verschillende plant(en)soort(en) voor gebruik in het experiment op basis van de meetresultaten in de diverse lokalen en de plantactiviteit bepalingen.

Op basis van diverse plant- en meetgegevens is een plantcalculator opgesteld om de hoeveelheid plantmateriaal per klas te bepalen. Deze calculator is gebruikt om de totale hoeveelheid groene plantmassa te bepalen die minimaal noodzakelijk is om onder relatief gunstige lichtcondities CO_2-reductie te kunnen bewerkstelligen.

4.1.1.5. Ontwerp van proefopzet en proefopstelling voor de praktijkexperimenten in de klas.

Op basis van alle verzamelde gegevens is een proefopzet gemaakt voor het uitvoeren van de praktijkexperimenten.

4.1.2. Resultaten

4.1.2.1. Selectie van de klaslokalen voor het uitvoeren van het experiment; zeer veel aanmeldingen, 4 scholen geselecteerd

De oproep door NIGZ aan scholen binnen Zuid-Holland heeft in een groot aantal, meer dan 70, aanmeldingen van scholen geresulteerd. Deze scholen gaven aan geïnteresseerd te zijn in deelname aan het project. Motivatie om deel te nemen had in veel gevallen te maken met klasklimaatproblematiek bij de betreffende scholen. Op basis van de opgestelde criteria voor deelname en bezoeken aan de scholen zijn uiteindelijk de volgende scholen geselecteerd voor het project:

school A: deelname met 2 geschikte klaslokalen
school B: deelname met 4 geschikte klaslokalen
school C: deelname met 2 geschikte klaslokalen
school D: deelname met 4 geschikte klaslokalen

Fig. 1a: Meetlocatie (groep 8) school A.





Fig. 1b: Klaslokaal school B (groep 8), met meetapparatuur en gezien vanaf de meetpositie (pijl geeft meetkastje aan).





Fig. 1c: Meetlocatie (groep 7) basisschool C (links vanaf de meetpositie). Pijl geeft meetlocatie aan.





Fig. 1d: Meetlocatie (groep 8) school D, meetlocatie rechtsachter in de klas).





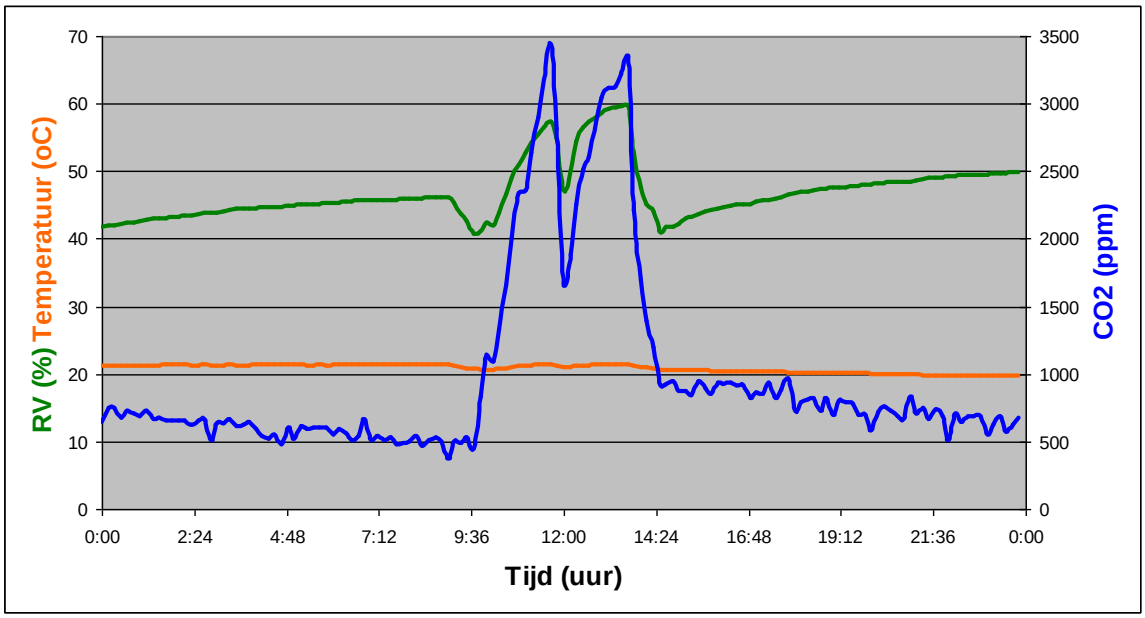
4.1.2.2. *Meting van verschillende parameters in de lokalen;*
CO_2 zeer hoog bij aanwezigheid leerlingen, weinig PAR-licht in de klassen

Om inzicht te verkrijgen in de klimaatomstandigheden in de lokalen bij de verschillende scholen zijn in een aantal van de geselecteerde klaslokalen gedurende verschillende perioden de verschillende parameters continu gemeten.

School A: van 14 mei tot en met 11 juni 2010 (gebruikte tijdsinterval 1 minuut)
School B: van 14 mei tot en met 11 juni 2010 (gebruikte tijdsinterval 1 minuut)
School C: van 1 september tot en met 20 september (gebruikte tijdsinterval 10 minuten)
School D: van 18 augustus tot en met 7 september 2010 (gebruikte tijdsinterval 10 minuten)

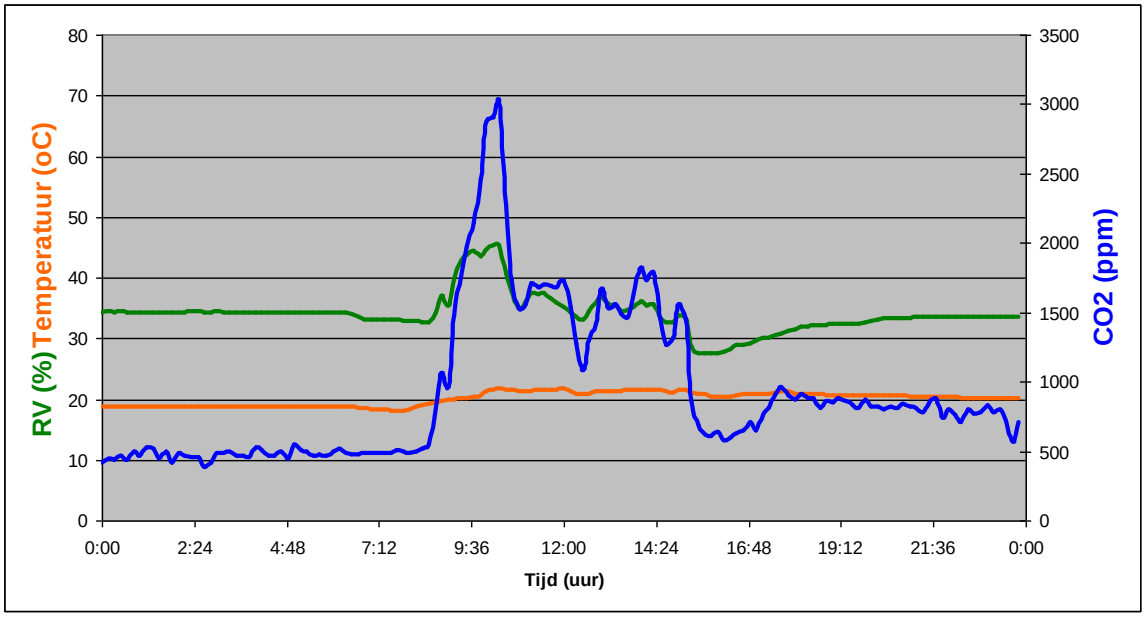
In de andere lokalen van dezelfde school zijn puntmetingen gedaan. Deze geven op de betreffende tijdstippen ongeveer dezelfde waarden aan als in de lokalen waar continu gemeten is. Deze puntsmetingen zijn uitgevoerd op een moment dat de leerlingen niet aanwezig waren in de lokalen.

Uit de volledige data sets zijn hieronder twee representatieve voorbeelden gegeven van het verloop van de gemeten parameters gedurende een aantal dagen. Een meting resultaat van de basisschool A (figuur 2a) B (figuur 2b). C (figuur 2c) en D (figuur 2d) laat het typische verloop over een schooldag zien..



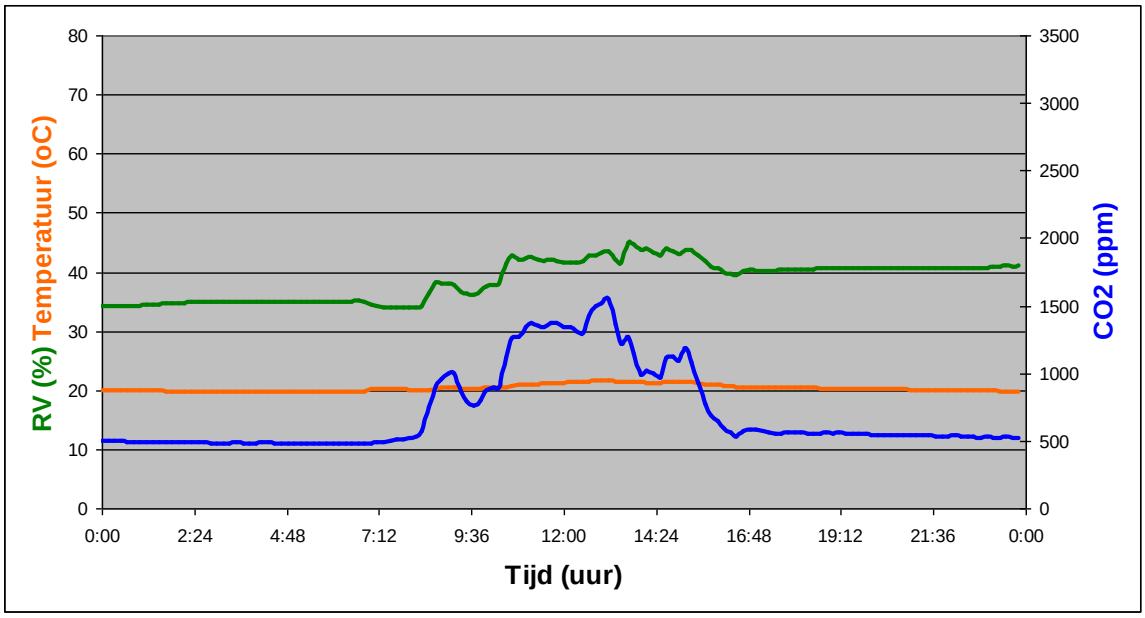
Figuur 2a: Relatieve luchtvochtigheid, temperatuur, en CO_2, gedurende een schooldag.

Metingen uitgevoerd op school A zonder planten.



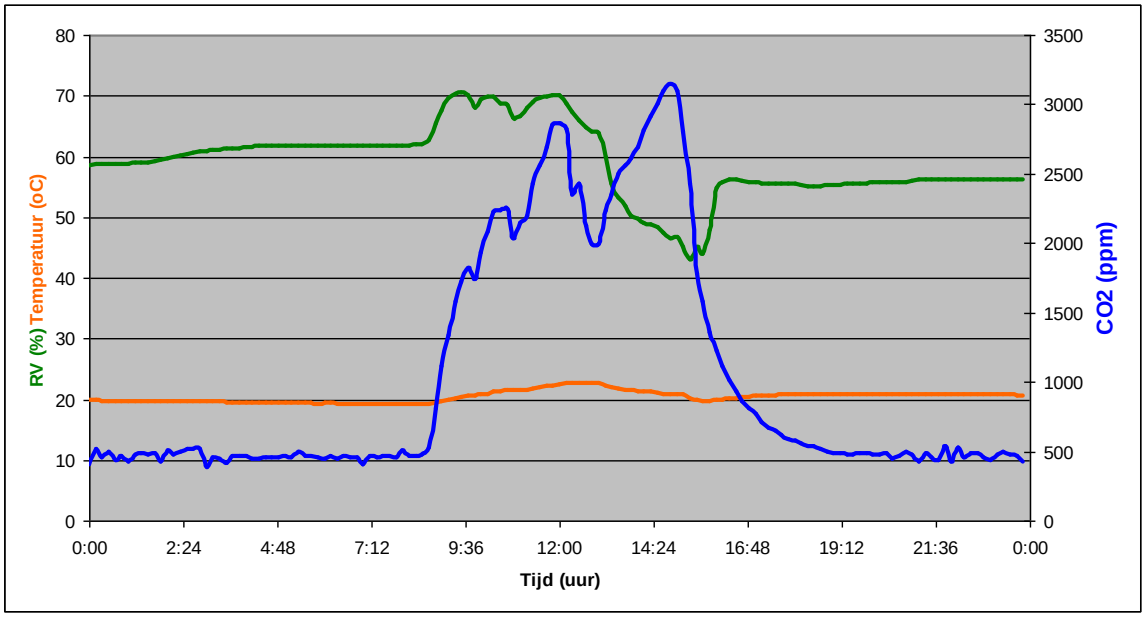
Figuur 2b: Relatieve luchtvochtigheid, temperatuur, en CO_2, gedurende een schooldag.

Metingen uitgevoerd op school B zonder planten.



Figuur 2c: Relatieve luchtvochtigheid, temperatuur, en CO_2, gedurende een schooldag. ***Metingen uitgevoerd op school C zonder planten.***

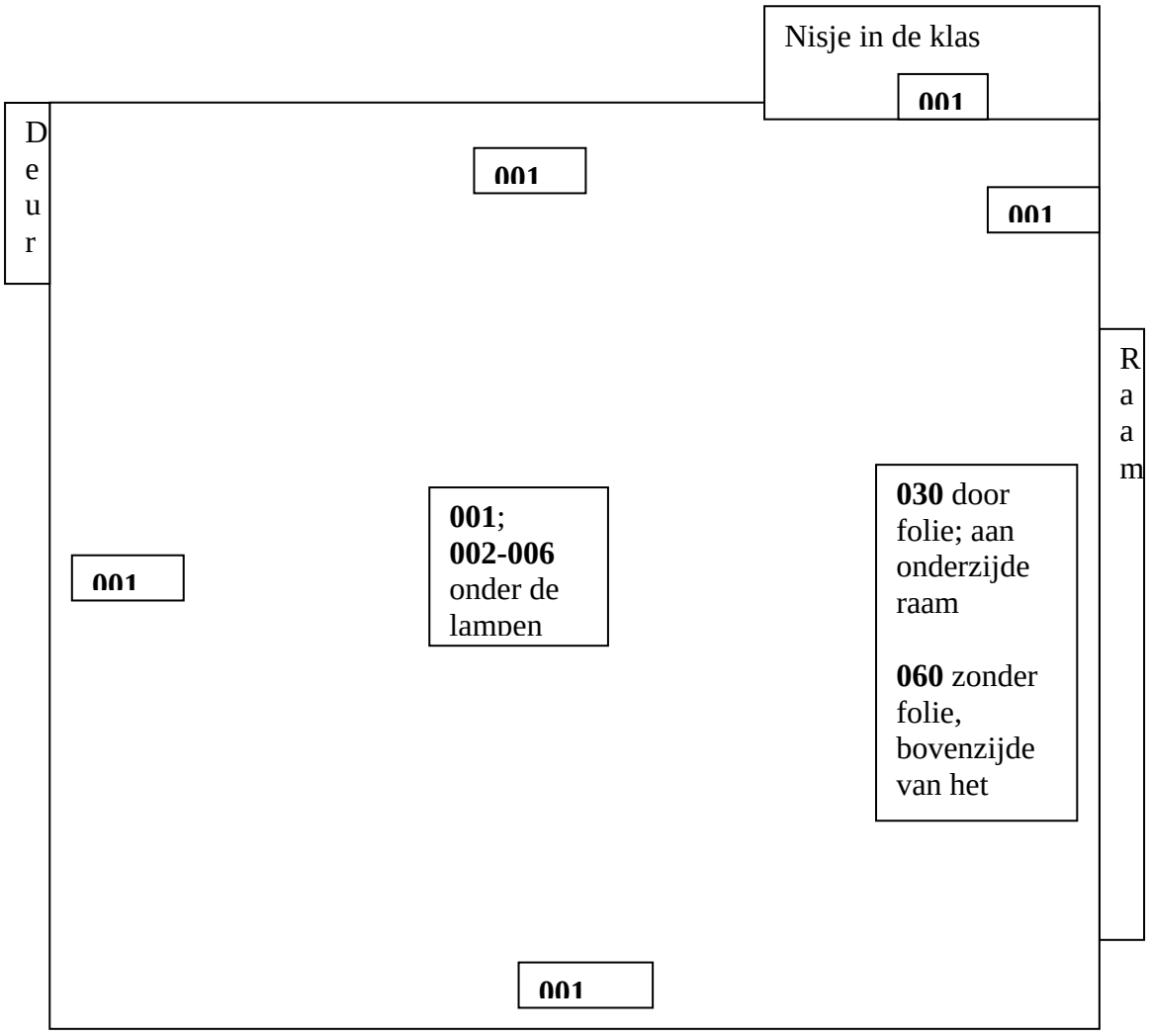
(CO_2 waarden zijn relatief laag t.o.v. de andere scholen door aanwezigheid actieve airconditioning op sommige dagen).



Figuur 2d: Relatieve luchtvochtigheid, temperatuur, en CO_2, gedurende een schooldag. ***Metingen uitgevoerd op school D zonder planten.***

PAR-lichtverdeling in de lokalen

Om meer inzicht te verkrijgen in de lichtsituatie in de lokalen zijn aanvullende metingen van PAR niveaus uitgevoerd (Figuur 3). Hieruit is ook bepaald dat een sterk verschil in lichtniveaus in de klassen aanwezig is op verschillende plaatsen. Zoals verwacht blijkt hieruit dat er dicht bij de vensters wat meer PAR-licht wordt gemeten, en dat het verder van de vensters snel "donker" wordt in de lokalen.



Figuur 3: *Voorbeeld van de PAR puntsmetingen in een lokaal op de basisschool A (PAR waarde vet gedrukte getallen), waarin de grote verschillen in PAR waarden op verschillende plaatsen in het lokaal zichtbaar zijn.* *(voor compleet overzicht zie de bijlage 1A).*

De resultaten van de metingen op de verschillende scholen zijn samengevat in tabel 1.

Tevens zijn de minima en maxima aangegeven. Uit deze tabel blijkt dat de piek CO_2 waarden bij alle scholen de geadviseerde minimumwaarden (hygiënische grenswaarde) van 1200 ppm ruim overschrijden. Op basisschool C is de maximale significant lager dan op de andere scholen (actieve airconditioner). Daarnaast zijn ook de minimale CO_2 waarden bij de meeste scholen opvallend hoger dan de buitenlucht CO_2 niveaus (rond 340 ppm). Temperatuurcontrole in de lokalen is matig, aangezien maximum temperaturen tussen 25 en 29 graden geen uitzondering zijn en een gemiddelde temperatuur van rond de 23 ^{o}C als tamelijk hoog geclassificeerd kan worden. De luchtvochtigheid beweegt in de meeste gevallen mee met de CO_2 niveaus (luchtvochtigheid stijgt als CO_2 stijgt en v.v.). Deze correlatie komt voor rekening van het uitademen en zweten van vocht door de leerlingen. In een enkel geval is deze correlatie afwezig.
De gemiddelde PAR-licht niveaus in de klassen zijn erg laag, en over het algemeen niet voldoende voor optimale fotosynthese.

*Tabel 1. Samenvatting meetresultaten situatie in de klas (**zonder planten**).*

Parameters	Basisschool A	Basisschool B	Basisschool C	Basisschool D
Min. Temp (°C)	**17.9**	**19**	**21.3**	**17.4**
Max. Temp (°C)	**26.3**	**25.2**	**27.4**	**28.6**
Gem. temp tijdens lesuren (°C)	**22.2**	**23.2**	**23.8**	**22.3**
Min. CO2 (ppm)	**298**	**425**	**404**	**471**
Max. CO2 (ppm)	**3401**	**3814**	**1610**	**3094**
Min. RV (%)	**33**	**28**	**28**	**35**
Gem. RV (tijdens lesuren) (%)	**53**	**48**	**47**	**54**
Gem. PAR-licht (bij meetstation)	**<10**	**<10**	**<10**	**<10**

4.1.2.3. Plantactiviteit metingen; ook in het donker werken planten luchtzuiverend.

In aanvulling op de al bekende gegevens met betrekking tot luchtzuiverende werking en CO_2 opname van verschillende plantensoorten is een onderzoek uitgevoerd naar deze eigenschappen onder verschillende PAR-licht niveaus. Deze gegevens zijn noodzakelijk om een goede selectie van plantensoorten en de benodigde massa groene plantendelen in de lokalen te kunnen bepalen.
De metingen onder verschillende lichtcondities zijn uitgevoerd aan een plantensoort die goede luchtzuiverende eigenschappen bezit, Spathiphyllum. Met deze planten is ook veel eerder onderzoek verricht en is de ervaring groot. De planten werden gemeten in een standaard meetopstelling voor formaldehyde metingen in een fytotron.

Luchtzuiverende werking

De formaldehyde-afname onder 20 – 30 PAR (gemeten op verschillende bladhoogte), 8-15 PAR en 0 PAR (donker) condities is gemeten bij verschillende Spathiphyllum planten.
Figuur 4 geeft de resultaten van deze experimenten weer.

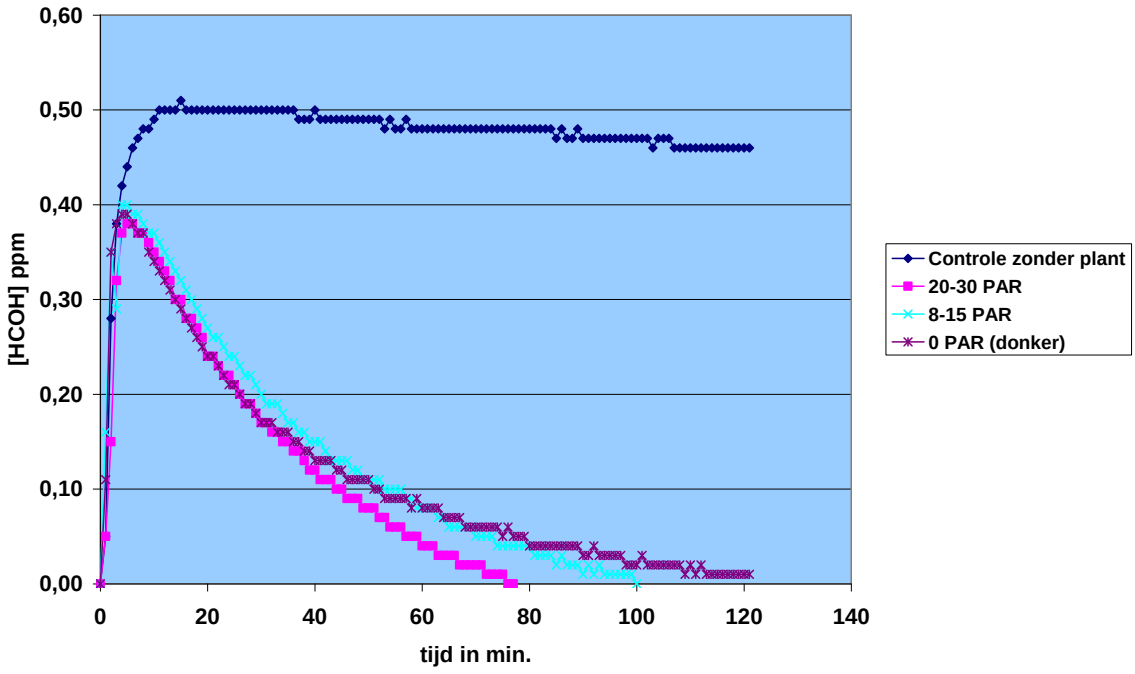


Fig. 4: *afname van 50 ppm formaldehyde in de tijd door Spathiphyllum onder verschillende lichtcondities. De donkerblauwe lijn die nauwelijks afneemt in de tijd is de conditie zonder plant in de meetruimte. De andere lijnen geven de formaldehyde concentratie afname weer onder gemiddeld licht (20-30 PAR), heel laag licht (8-15 PAR) en in het donker (0 PAR).*

De formaldehyde afnamerespons is lichtafhankelijk (in vergelijk met eerdere metingen onder zeer hoog licht (120 PAR). Hoe meer licht, hoe sneller de afname. Echter, de luchtzuiverende werking is nog steeds sterk aanwezig in het volledige donker. Hieruit kan worden geconcludeerd dat ook in ruimten met weinig licht de luchtzuiverende werking van Spathiphyllum planten staande blijft.

Luchtzuiverende werking in de klassituatie

In de proefsituatie hebben we 5000 gram blad naar binnen gebracht. De luchtzuiverende werking van een Spathiphyllum is ongeveer 1,2 mg per uur per 300 gram bladmateriaal.
De reinigende werking van deze hoeveelheid bladmassa is 20 mg formaldehyde per uur.
Over de hele dag is dat 24*20 mg, dus ongeveer 0.5 gram formaldehyde per dag.

Bij een klas waar de formaldehyde concentratie op de maximale norm van 120 ug formaldehyde per m^3 is hebben we (bij klas inhoud van 120 m^3) 210*120 ug = 14.4 mg formaldehyde in de ruimte.

De planten (d.w.z. de 5000 gram blad die we in de klas hebben) breken 20 mg per uur af. Dus: de planten brengen in 45 minuten de concentratie van de normwaarde naar nul.
In de praktijk zal dit waarschijnlijk betekenen dat alle formaldehyde die de klas in lekt, voor 100% wordt verwijderd en de niveaus ruim onder de normwaarden blijven.

Kader

Formaldehyde is één van de meest voorkomende aldehyden.binnenshuis.
Bronnen van aldehyden in het binnenmilieu zijn: (onvolledige) verbranding van gas, of olie bij koken en verwarming, roken, parfum, haarlakspray, plaatmaterialen, houtproducten, ureumfoam, vloerbekleding, verf en uitlaatgassen vanuit de buitenlucht .

CO_2 opname

Bij Spathiphyllum planten is ook de CO_2 consumptie en productie gemeten bij verschillende lichtsterktes en in het donker. Figuur 5 laat hiervan de resultaten zien.

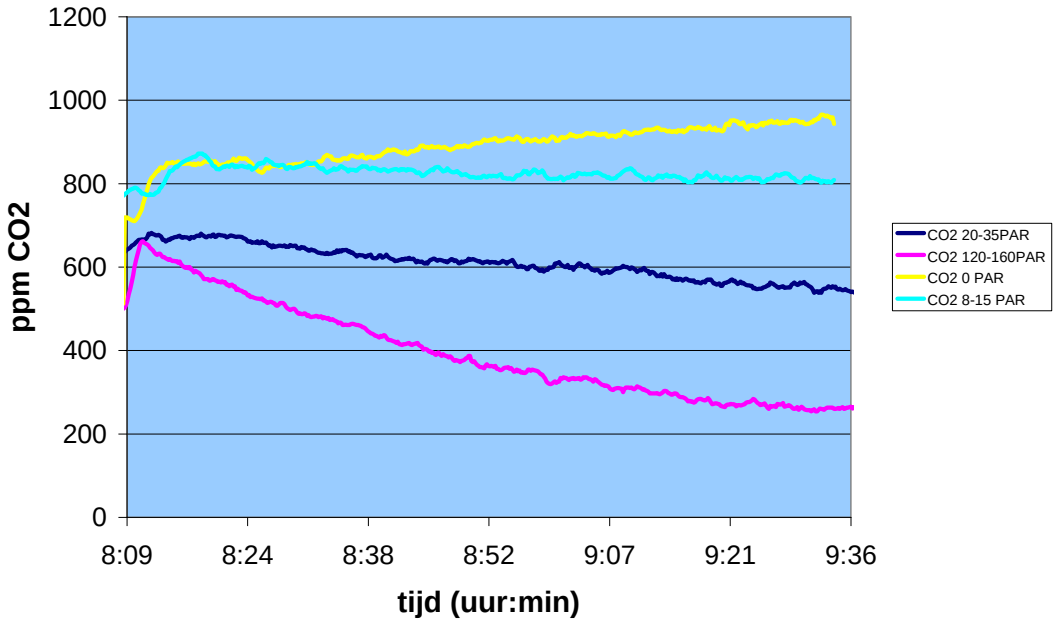


Fig. 5: *verandering van CO_2 concentratie in de meetbox met 1 Spathiphyllum plant onder verschillende licht condities.*

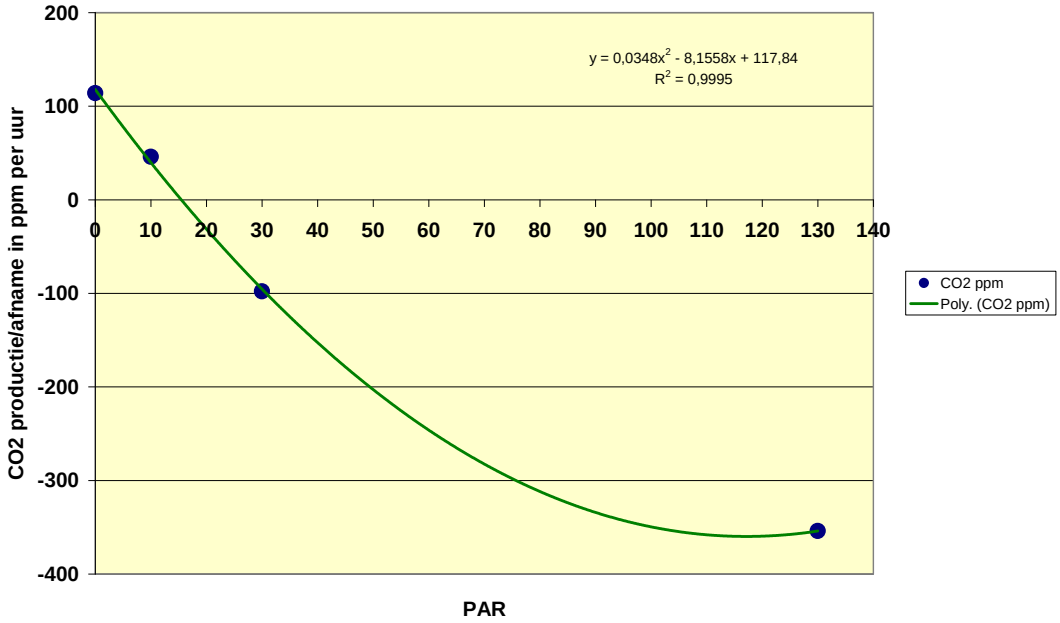


Fig. 6: *CO_2 verandering gedurende 1 uur afgezet tegen de hoeveelheid PAR-licht dat de plant heeft ontvangen.*

Uit de resultaten blijkt, zoals verwacht, dat hier een sterke licht afhankelijkheid is. Hoe meer licht, hoe meer CO_2 wordt vastgelegd. Bij weinig licht (20-30 PAR) gaat het proces beduidend trager.

Met deze gegevens is een berekening gemaakt bij welk lichtniveau te verwachten valt dat er geen netto effect meer aanwezig zal zijn. Hierbij is gebruik gemaakt van de data uit o.a. figuur 5, waarbij de CO_2 productieafname per uur is uitgezet tegen de PAR-licht intensiteit. Figuur 6 geeft dit verband weer. De figuur kan worden gefit met een polynoom. Het eerste deel is echter vrij lineair waardoor je kunt stellen dat rond 15 PAR te verwachten is dat er geen opname en geen toename zal zijn. In de praktijkmeting blijkt dit ook zo te zijn.

Conclusies uit de gemeten data van de voormetingen:

- Temperatuur is redelijk constant, maar neemt iets toe als er leerlingen in de klas zijn.
- Er is een duidelijke en snelle toename van de CO_2 als er leerlingen aanwezig zijn in het lokaal.
- De luchtvochtigheid beweegt in toe- en afname mee met de CO_2. Dit geldt voor alle geanalyseerde lokalen op bijna alle dagen.
- PAR-licht is bij deze opstelling op veel plaatsen in de klas onder de grenswaarde van 10 PAR. Er zijn locaties in de lokalen waar meer licht is (30-60 PAR), vooral bij de ramen.
- Luchtzuiverende werking van planten is lichtafhankelijk. Hoe meer licht, hoe sneller de afname. Echter, de luchtzuiverende werking is nog steeds sterk aanwezig in het volledige donker.

4.1.2.4. Selectie van verschillende plant(en)soort(en) voor gebruik in het experiment op basis van de meetresultaten in de diverse lokalen en de plantactiviteit bepalingen.

Op basis van de in de experimenten gemeten data en de hoeveelheid bladmassa van diverse plantensoorten is een calculator gemaakt om te kunnen berekenen hoeveel planten er nog zijn van diverse soorten om een goed pakket per klaslokaal te hebben.
Hierbij is uitgegaan van een maximaal haalbaar effect op CO_2 reductie onder matige lichtomstandigheden en een goed luchtzuiverend effect. Deze calculator is in de bijlage weergegeven (zie bijlage 2).
Bij de keuze van de planten is uitgegaan van een aantal randvoorwaarden die aan de planten kunnen worden gesteld:

- Goede tot zeer goede (bewezen) luchtzuiverende activiteit.
- Robuust in de klassituatie en onderhoudsarm.
- Goede verkrijgbaarheid.

De calculator is door Air So Pure gebruikt om de plantpakketten per lokaal samen te stellen.
De samengestelde Plantpakketten zijn vermeld in een bijlage alsmede de planten plaatsingsplannen voor de verschillende lokalen (zie bijlage 3). In klassen zijn de volgende plantensoorten geplaatst:

- Spathiphyllum
- Nephrolepis
- Areca
- Hedera

4.1.2.5. Ontwerp van proefopzet en proefopstelling voor het praktijkexperiment in de klas.

Naar de opzet van een instrumentarium
Drie factoren komen naar voren als belangrijke kenmerken die beïnvloed worden door planten: gezondheidsklachten, welzijn of welbevinden en de prestatie (Klein Hesselink e.a., 2006; 2009). Het herstel van mentale en fysieke klachten is de verklaring voor de betere effecten bij mensen die taken uitvoeren in binnenruimtes met planten.
Het is niet gemakkelijk om een conclusie te trekken over hoe dit alles werkt bij basisschoolleerlingen. Het is echter wel van belang dat bij het meten van de prestatie van basisschoolleerlingen rekening gehouden wordt met zowel het effect van de luchtkwaliteit als met de gezondheidskundige en psychologische effecten. In dit hoofdstuk beschrijven we het meten van de verschillende factoren bij basisschoolleerlingen.

In de bijlagen staat het instrumentarium dat tijdens de voor- en de nameting is gebuikt, plus de afname-instructies (zie bijlage 4).

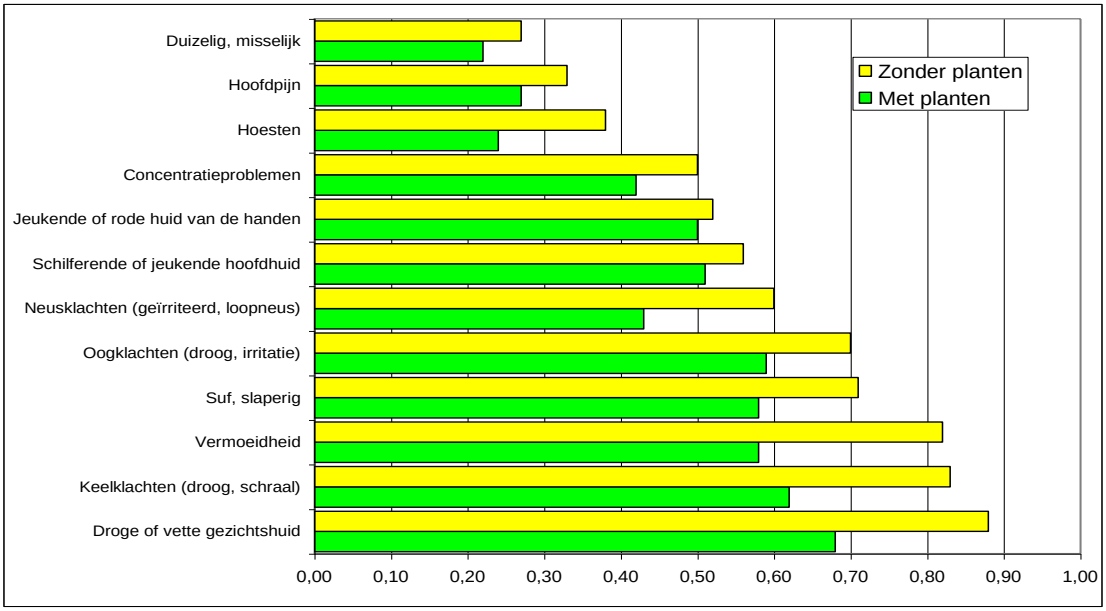
Het meten van gerapporteerde gezondheid bij leerlingen

We kunnen voor dit onderzoek niet over gezondheidskundige basisgegevens van bijvoorbeeld schoolartsen beschikken. In soortgelijk onderzoek wordt echter vaak gebruik gemaakt van enquêtes waarin respondenten vragen over gezondheidsklachten kunnen invullen. Fjeld (2002) onderzocht in Noorwegen zes schoolklassen waar ze planten en daglichtlampen plaatste en zes schoolklassen waar dat niet gebeurde. Ze gebruikte een vragenlijst met 10 gezondheidsklachten en vier antwoordcategorieën zoals weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1: Vragenlijst gezondheidsklachten voor basisschoolleerlingen (bron: Fjeld, 2002).

	Nooit	Soms	Vaak	Altijd
Ben je wel eens vermoeid?	☐	☐	☐	☐
Heb je wel eens een slaperig gevoel?	☐	☐	☐	☐
Heb je wel eens hoofdpijn?	☐	☐	☐	☐
Heb je wel eens moeite om je te concentreren?	☐	☐	☐	☐
Heb je wel eens jeuk aan je ogen of droge ogen?	☐	☐	☐	☐
Heb je wel eens een droge of een schorre keel?	☐	☐	☐	☐
Moet je vaak hoesten?	☐	☐	☐	☐
Heb je wel eens een droge of een jeukende gezichtshuid?	☐	☐	☐	☐
Heb je wel eens een droge of jeukende huid op je handen?	☐	☐	☐	☐
Heb je wel eens stijve of pijnlijke schouders of nek?	☐	☐	☐	☐

Dit zijn grotendeels dezelfde vragen die ze ook bij werknemers toepaste (zie figuur 7).



Figuur 7: *Gemiddelde score op 12 gerapporteerde gezondheidsklachten en gevoelens van onbehagen voor en na plaatsing van planten op de werkplek (bron: Fjeld e.a. 1998).*

Het meten van welbevinden bij leerlingen

Welbevinden is minder concreet dan gezondheidsklachten en wordt vaak gemeten door middel van een vragenlijst. De Lee & De Volder (2009) ontwikkelden een lijst voor het meten van welbevinden van basisschoolleerlingen. Zij gebruiken daarvoor de volgende werkdefinitie: "Het welbevinden van een kind in de basisschool is de mate waarin het kind de school beleeft vanuit zijn actuele en duurzame schoolervaringen en is multidimensioneel. Het is het resultaat van zijn perceptie op de dimensies (1) tevredenheid, (2) academisch zelfconcept, (3) pedagogisch klimaat en (4) participatie."

Er zijn dus minstens vier dimensies (concepten) van welbevinden. Het is echter de vraag of het meten van alle dimensies werkbaar is voor het onderzoek naar planten in klaslokalen, omdat er ook nog prestatietesten uigevoerd moeten worden. We kiezen uit de lijst van De Lee & De Volder (2009) twaalf vragen over tevredenheid, betrokkenheid en academisch zelfconcept (zie tabel 2.2).

Tabel 2.2: *Selectie van items uit de "Vragenlijst welbevinden en betrokkenheid van basisschoolleerlingen" (bron: De Lee & De Volder, 2009).*

	Nooit	Meestal niet	Meestal wel	Altijd
Tevredenheid				
- Ik kom graag naar school	☐	☐	☐	☐
- Ik zit graag in de klas	☐	☐	☐	☐
- Ik vind het leuk om op school te blijven eten	☐	☐	☐	☐
- Ik vind alles wat ik op school leer boeiend en interessant	☐	☐	☐	☐
Betrokkenheid				
- Ik let goed op tijdens de lessen	☐	☐	☐	☐
- Ik praat veel tijdens de lessen	☐	☐	☐	☐
- Ik zit in de les te dromen	☐	☐	☐	☐
- Er zijn duidelijke regels, zodat ik weet wat mag of niet mag	☐	☐	☐	☐
Academisch zelfconcept				
- Ik kan de lessen goed volgen	☐	☐	☐	☐
- Als ik een toets maak, heb ik het gevoel dat ik het kan	☐	☐	☐	☐
- Ik denk dat ik goed kan leren	☐	☐	☐	☐
- Het huiswerk vind ik gemakkelijk	☐	☐	☐	☐

Prestatietesten voor basisschoolleerlingen

Uit literatuuronderzoek blijkt dat planten vooral een effect hebben op de prestatie bij het uitvoeren van creatieve taken, niet bij productietaken (Klein Hesselink e.a., 2006; 2009). De reden voor het effect op de creatieve productiviteit is mogelijk dat dit onderzoek vaak wordt uitgevoerd bij werknemers of studenten in goed geventileerde ruimtes. Onderzoek laat echter zien dat de CO_2 concentraties in schoollokalen aanzienlijk hoger zijn dan in werkruimtes of universiteitsgebouwen. Ook uit de metingen van het experiment "Plant in de klas" blijkt dat de CO_2 concentraties in de klaslokalen sterk stijgt vanaf het moment dat de leerlingen binnen komen.

Uit onderzoek met ventilatieproeven blijkt dat een lagere concentratie CO_2 een positief effect heeft op de uitvoering van cognitieve taken (De Gids e.a., 2007). Daarom zullen zowel cognitieve als creatieve testen gebruikt worden om de leerprestatie in kaart te brengen. We beschrijven vier testen die zijn toegepast.

De associatie test

Tijdens deze test bedenken de leerlingen gedurende drie minuten zoveel mogelijk voorbeelden van een aangegeven "containerbegrip". Een voorbeeld van een containerbegrip is "balsporten en spellen waarbij een bal wordt gebruikt". De vraag aan de leerlingen in de klas is dan: "Schrijf zoveel mogelijk balsporten op of spellen waarbij een bal wordt gebruikt." Goede antwoorden zijn bijvoorbeeld: voetbal en volleybal, maar ook golf, kaatsen, jongleren en stoepranden zijn goede antwoorden. De score is het aantal goede antwoorden. Deze test doet een beroep op de snelheid waarmee leerlingen de balspellen kunnen herinneren (prestatie) en het creatieve vermogen (het "out-of-the-box" denken). De test wordt ook wel gebruikt als een "opwarmer" voorafgaand aan creatieve sessies

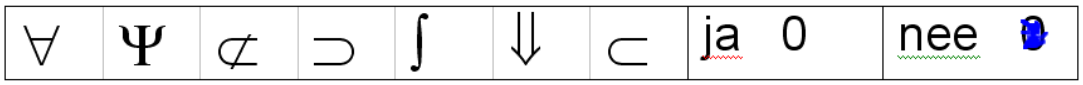
Bij de nameting is gekozen om niet dezelfde test uit te voeren, maar de leerlingen de vraag te stellen om zoveel mogelijk sporten op te schrijven waarbij je samenwerkt met één of meer andere personen in een team. Voorbeelden zijn dan voetbal, maar ook kunstrijden. Een andere vraagstelling heeft effect op het geven van het gemiddelde aantal antwoorden, dat meer of minder kan zijn en daardoor een verkeerd beeld kan geven van de verbeteringen tussen de voor- en nameting. Dit bleek echter bij de associatietest niet het geval te zijn. De scores op de associatietest zijn het aantal goede en foute antwoorden en het totale aantal antwoorden.

De tekenset test

In de tekenset test ontvangen de leerlingen twee vellen A4 met balken met daarin een groep van zeven tekens die niet op letters van het alfabet of cijfers lijken (zie voorbeeld 3.1 en 3.2).
De leerlingen moeten per balk beoordelen of er van de zeven twee dezelfde zijn of niet. De test bestaat uit 45 opgaven en wordt weer in drie minuten uitgevoerd.



Voorbeeld 3.1. Hier staat tweemaal hetzelfde teken. Vul het rondje achter "ja" in.



Voorbeeld 3.2. Hier staat niet tweemaal hetzelfde teken. Vul het rondje achter "nee" in.

De leerlingen krijgen drie minuten de tijd om zo ver mogelijk te komen. Deze test is eerder gebruikt en gevalideerd in een onderzoek naar effecten van ventilatie op de prestatie van schoolkinderen (De Gids e.a., 2007). Het gaat vooral om visuele aandacht en de snelheid van interpreteren. De scores zijn het aantal goede en foute antwoorden en het totale aantal antwoorden. De test is vooral een concentratietest.

Tijdens de eerste afname bleek dat ongeveer 40% van de leerlingen kinderen alle 45 opgaven binnen de drie minuten afmaakten. Dat percentage was ongeveer gelijk in de experimentele (39%) en controlegroep (42%). Om die reden is bij de nameting een derde vel met opgaven toegevoegd. Bovendien is de volgorde van de regels bij de nameting veranderd. Omdat het "plafond" van de test bij de eerste meting door 40% van de leerlingen werd gehaald, zowel in de experimentele als in de controlegroep, heeft dit slechts een gering effect op de scores van de nameting.

De woordslang test

Bij het maken van een woordslang, moeten de leerlingen zoveel mogelijk voorbeelden van een containerbegrip noemen, waarbij de laatste letter van het ene voorbeeld de eerste letter van het volgende voorbeeld is. De leerlingen mogen niet twee keer hetzelfde voorbeeld noemen in de woordslang, omdat ze anders reeksen kunnen gaan herhalen. Een voorbeeld van een containerbegrip is het woord dier. Als begonnen wordt met het woord "kat" dan wordt de reeks: ka**t, t**ijge**r, r**euzenschildpa**d, d**as, enzovoort. Bij de nameting is begonnen met een ander dier.

De leerlingen krijgen weer drie minuten de tijd om zoveel mogelijk dieren op te schijven en de test wordt dus weer onder tijdsdruk uitgevoerd. Deze taak doet zowel een beroep op het geheugen (verzinnen van allerlei dieren) als het cognitieve vermogen van de leerlingen (hoe schrijf je pad, met d of t?). De scores zijn het aantal goede en foute antwoorden en het totale aantal antwoorden. Maar in dit geval wordt bij het aantal foute antwoorden ook onderscheid gemaakt in taalkundig goed en fout en qua lettervolgorde goed en fout.

De geheimschrifttest

In deze test lossen de leerlingen een geheimschrift op. Letters zijn vervangen door symbolen. De sleutel (welk symbool staat voor welke letter) staat bovenaan de bladzijde. Ook voor deze taak krijgen de leerlingen drie minuten. Een voorbeeld van een sleutel is de volgende reeks (voorbeeld 3.3).

s	b	c	d	o	f	g	h	i	l
↻	↺	⟲	⩛	⌥	⇪	⇊	↯	⌈	⮌

Voorbeeld 3.3: *Sleutel van het geheimschrift.*

Met behulp van deze sleutel kan het volgende woord van voorbeeld 3.4 gevonden worden.

↻	⟲	↯	⌥	⌥	⮌

Voorbeeld 3.4: *Zoek de oplossing.*

De oplossing die dan ingevuld moet worden is dan te zien in voorbeeld 3.5.

↻	↻	↯	⌥	⌥	⮌
s	*c*	*h*	*o*	*o*	*l*

Voorbeeld 3.5: *De oplossing.*

De sleuteltest vereist nogal wat concentratie en is dus vooral een concentratietest. Het vereist ook visueel vermogen en het vermogen om de symbolen snel te herkennen. Daarnaast is er sprake van creativiteit, omdat leerlingen in een woord of in een reeks van woorden (als die een zin vormen) na een bepaald aantal letters zien wat de overige letters zijn en er voordeel bij hebben om het woord dan zonder de hulp van de sleutel verder in te vullen.

Bij de voor- en nameting zijn twee verschillende teksten gebruikt, die een relatie hebben met het ontcijferen van teksten. Omdat de geheimschrifttest de laatste test is in de reeks, kan de afname onderwijskundig gezien afgesloten worden met een overdracht van kennisinformatie, waarbij ingegaan wordt op de inhoud van de ontcijferde tekst. Het voordeel daarvan is een gemakkelijke overgang van het testinstrumentarium naar de onderwijssituatie.

Afname van de tests en de vragenlijsten

In de instructies voor afname staat aangegeven hoe de testjes bij de leerlingen geïntroduceerd en afgenomen worden. Alle testjes liggen op een stapel links voor iedere leerling.
De stapel wordt voorafgaand aan de afname op de bureaus van de leerlingen gelegd. Daarbij liggen ook de A4-tjes met de twee vragenlijsten voor gezondheid en welbevinden. De leerlingen pakken steeds op aanwijzing van de proefleider een nieuw blaadje met een nieuwe test of vragenlijst. Na afloop van iedere test of vragenlijst wordt het ingevulde blaadje op de stapel rechts op de bureaus van de leerlingen gelegd. De volgorde van afname van de tests is de volgorde waarin de tests hiervoor beschreven zijn. De limiet per test is drie minuten, zodat er geen plafondeffect kan ontstaan. Een plafondeffect ontstaat als teveel leerlingen de maximale score halen. Dat drukt de statistische variantie, zodat de mogelijkheden van toetsing beperkt worden. Bij de voormeting bleek inderdaad dat 40% van de leerlingen de tekenset test af kon maken, zodat bij de nameting een extra pagina met opgaven is toegevoegd.

Het uitgangspunt bij de afname van de vragenlijsten en testen is dat vanwege de korte aandachtboog van basisschoolleerlingen de afnametijd van de verschillende deelinstrumenten niet langer dan 3 minuten mag duren. We kiezen voor de afname aan het einde van de ochtend of het einde van de middag, vanwege de optimale duur van de aanwezigheid van de leerlingen in de klas wat betreft het produceren van CO_2 en het aanwezig zijn in de buurt van de planten.

Ook mag er in het dagdeel voorafgaand aan de meting geen gymles gegeven zijn. De leerlingen moeten het hele dagdeel in de klas aanwezig zijn geweest.

Privacy

De tests worden uitgevoerd samen met de leerkracht. Alle sets met lijsten zijn genummerd met een uniek nummer dat per pagina zichtbaar is. De leerkracht zet de namen van de leerlingen op een afzonderlijk blaadje en vervolgens worden de sets met lijsten met de naam van de leerlingen erop uitgedeeld door de leerkracht. Na afloop worden de ingevulde lijsten opgehaald door de leerkracht. De leerkracht verwijdert vervolgens de blaadjes met de namen van de leerlingen. Deze sets met ingevulde tests worden dus alleen op nummer aan de proefleider overhandigd. De leerkracht heeft een lijst met namen en nummers, zodat bij de voormeting en de nameting steeds de leerlingen met hetzelfde nummer de lijsten hebben ingevuld. Op die wijze kunnen de lijsten van de voor- en nameting voor iedere leerling individueel gekoppeld worden en kunnen de vorderingen per leerling worden vastgesteld. Omdat de proefleider alleen het nummer ziet, is het onderzoek dus anoniem.
De resultaten van het onderzoek worden niet op individueel niveau aan de leerkracht doorgegeven, zodat het onderzoek ook op deze wijze anoniem is. Er wordt alleen over alle leerlingen tegelijk gepubliceerd, zodat er leerlingen niet individueel herkenbaar zijn.

Leer- en groei-effecten en verschillen tussen leerlingen

Bij de voor- en nameting worden dezelfde tests afgenomen en dezelfde gezondheids- en welzijnsvragenlijstjes ingevuld. Het is daarom te verwachten dat de leerlingen tijdens de nameting beter presteren. In de eerste plaats is er sprake van een groei-effect, omdat de leerlingen ouder zijn geworden. In de tweede plaats is er sprake van een leereffect, omdat de leerlingen van de eerste keer invullen hebben geleerd en de tests de tweede keer sneller zullen invullen.

Het onderzoek is echter zodanig opgezet dat beide effecten niet van invloed zijn op de resultaten van het onderzoek. De reden is dat de resultaten van de leerlingen worden vergeleken tussen de acht interventiegroepen (met planten in de klas) en de vier controlegroepen (zonder planten in de klas). Bij beide groepen zullen het groei-effect en het leereffect naar verwachting in dezelfde mate een rol spelen. Het effect op de prestatie door de planten staat daar los van en dat effect zal alleen spelen bij de leerlingen in de klassen waar de planten zijn geplaatst.

Alle andere verschillen tussen leerlingen worden statistisch uitgemiddeld. Door de opzet van het experiment worden in beide groepen (experimenteel en controle) kenmerken als het kennisniveau en de schrijfsnelheid ongeveer gelijk gehouden. Om die reden zijn per school de experimentele klas en de controle klas qua samenstelling en prestatie van de leerlingen zo goed mogelijk vergelijkbaar gehouden. Behalve dat is er ook sprake van een "binnen subjecten design", waarbij de gegevens per leerling tussen de voor- en nameting wordt vergeleken. Ook daardoor zijn de verschillen in kennis en vaardigheden tussen de leerlingen van geringe invloed op de uitkomsten van de testen en de twee vragenlijsten.

4.2. Fase 1 – Deel 2

4.2.1. Praktijk experiment uitvoering

Op basis van de bevindingen in Deel 1 is in Deel 2 het praktijkexperiment uitgevoerd in 12 klaslokalen. In de 12 vergelijkbare (zowel met betrekking tot ligging, grootte, bezetting etc.) klaslokalen werden in 8 lokalen volgens ontwerp uit Deel 1 planten aangebracht, terwijl 4 andere lokalen als referentie dienen (geen beplanting, oude situatie).

Gedurende 6 weken werden in 6 (4 met beplanting en 2 zonder beplanting) lokalen weer continu de verschillende relevante parameters van de omgeving gevolgd (zoals temperatuur, luchtvochtigheid, CO_2 niveaus, PAR-licht niveaus, formaldehyde etc.). In de 6 andere lokalen werden de omgevingsparameters incidenteel gemeten. Voor het plaatsen van de planten en 6 weken na het plaatsen van de planten is door middel van de ontwikkelde enquête en prestatietoetsen de reactie van de leerlingen gemeten in de verschillende situaties. Deze prestatie- en reactietoetsen hebben plaatsgevonden in alle 12 genoemde lokalen. Hiermee is de steekproef voor dit type meting groot genoeg voor een eerste indicatie.
De leerkrachten zijn achteraf geïnterviewd over hun ervaringen met of zonder planten in de klas.

Uitgevoerde werkzaamheden:

a) Enquête onder leerlingen voorafgaand aan het plaatsen van de planten (alle 12 lokalen).
b) Prestatie toets bij de leerlingen (creatieve taak en routine taak) voorafgaand aan het plaatsen van de planten (alle 12 lokalen)
c) Inrichting van de klaslokalen, en daarna verzorging van de planten (12 lokalen, 8 met planten, 4 zonder planten)
d) Meting van verschillende parameters in 6 klaslokalen gedurende 6 weken. Gemeten worden o.a. temperatuur, luchtvochtigheid, PAR-licht (dit is het licht dat de plant gebruikt voor fotosynthese) en CO_2.
e) Incidentele meting van de verschillende klimaatparameters in 6 lokalen.
f) Prestatietoets bij de leerlingen (creatieve taak en routine taak) aan het einde van experiment (12 lokalen)
g) Enquête onder leerlingen aan het einde van experiment (12 lokalen)
h) Enquête-interview onder leerkrachten na afloop van experiment (12 lokalen)
i) Afbraak van de opstellingen.
j) Uitwerking van de meetgegevens en enquêtes.

Uitvoer van de metingen

Bij uitvoering van het experiment is een strikte tijdsplanning aangehouden. Binnen een week voor het plaatsen van de planten in de lokalen zijn de vragenlijsten en testen aan de leerlingen voorgelegd. Zo spoedig mogelijk daarna zijn de planten geplaatst in de lokalen. Bij het plaatsen van de planten is ook aan de leerlingen verteld hoe de planten moeten worden verzorgd. In de opzet is gekozen voor een situatie waarbij ieder kind een eigen plant ter verzorging heeft geadopteerd. In de klassen waar geen planten zijn geplaatst is het belang van hun deelname aan het project uitgelegd, waarbij hen ook dezelfde beloningen (excursie, taart) in het vooruitzicht zijn gesteld bij goed resultaat.
Na een periode van tenminste 6 weken aanwezigheid van de planten in de klas zijn de vragenlijsten en testen weer aan de leerlingen voorgelegd.

Kinderen krijgen uitleg over het project Plant in de Klas



Kinderen krijgen uitleg over het water geven en de verzorging van de planten



Ook de klas zonder planten kreeg alle tekst en uitleg van Air So Pure over het onderzoek met planten



Er werd een stukje educatie gegeven over het Westland, het grootste kassengebied waar planten en bloemen geteeld worden



4.2.2. Resultaten Praktijk experiment

De afname van nulmeting testen en enquêtes, de plaatsing van de planten en later daaropvolgende afname van de testen en enquêtes zijn uitgevoerd volgens planning.
Voor en na plaatsing van de planten zijn in lokalen de klasklimaat parameters gemeten. De resultaten van deze metingen zijn verwerkt.

4.2.2.1 Analyse van de klasklimaat data; klassen met planten en PAR-licht hebben lagere CO_2 concentraties

Uitgebreide analyse van de klasklimaat data heeft een aantal duidelijke resultaten opgeleverd.

- Door grote onderlinge verschillen tussen activiteiten in de verschillende klassen, zowel in tijdstippen op de dag en in de week, als wel in absolute zin, is het niet zinvol gebleken klassen onderling te vergelijken met betrekking tot CO_2 niveaus.
- Vergelijking van CO_2 gegevens per klas in een periode voor en na plaatsing van de planten is goed mogelijk.

Op basis van deze resultaten is de analyse per klas uitgevoerd (voor en na plaatsing van de planten). Daarnaast is hierbij het lichtniveau (PAR-licht) betrokken in de analyse
De resultaten hiervan zijn hieronder beschreven.

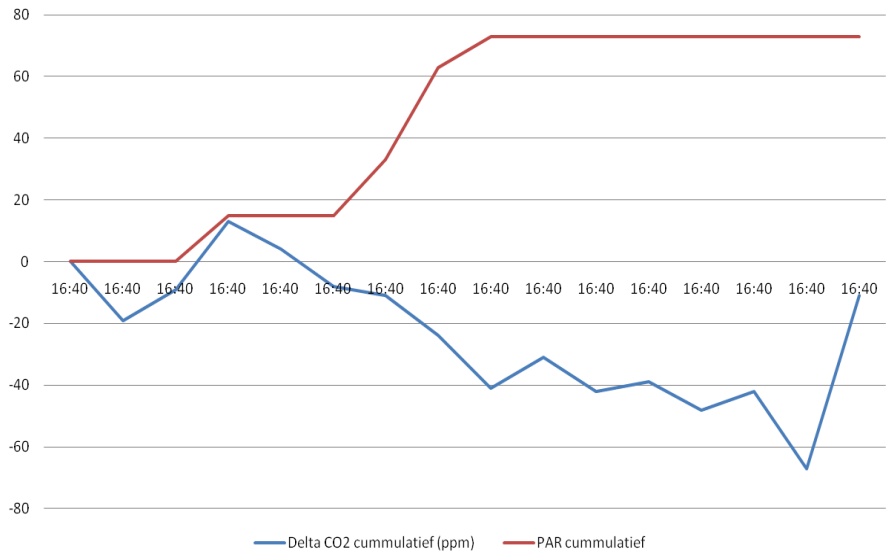
Bij de **basisschool A** waren zowel klas 7A (waar voor en na plaatsing van planten is gemeten) en klas 7/8B (waar geen planten zijn geplaatst) relatief donker (weinig tot geen PAR-licht aanwezig). CO_2 metingen voor en na plaatsing van de planten laat dan ook zien dat deze niet veranderd. In de tabel hieronder zijn de gemiddelde dag CO_2 waarden voor de verschillende lokalen gegeven.

School A:

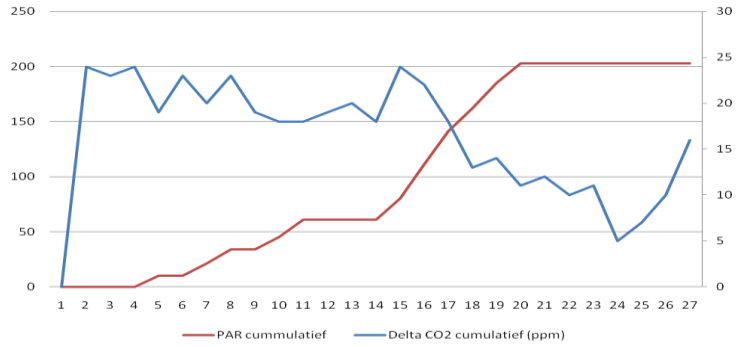
	Periode 1 CO_2 (ppm)	**Periode 2 CO_2 (ppm)**	**PAR (relatief)**
Klas 7A	1235 $\pm$ 31 (Geen planten)	1273 $\pm$22 (**Met** planten)	0 (tijdens school-uren)
Klas 7/8B	1484 $\pm$37 (Geen planten)	1546 $\pm$28 (Geen planten)	0 (tijdens school-uren)

Bij deze school is er echter in de periode september-oktober zonlicht in de klas na 15.30 uur (laagstaande zon) bij heldere hemel. Dit heeft de mogelijkheid geboden om te bestuderen of (in afwezigheid van kinderen in de klas) dit licht effect heeft op het CO_2 niveau in de klas met planten. Uit de analyses blijkt dat in de gevallen dat dit licht de klas bereikt (meetbaar met de PAR meter) er een (versnelde) daling van CO_2 plaatsvindt in de klas met planten.

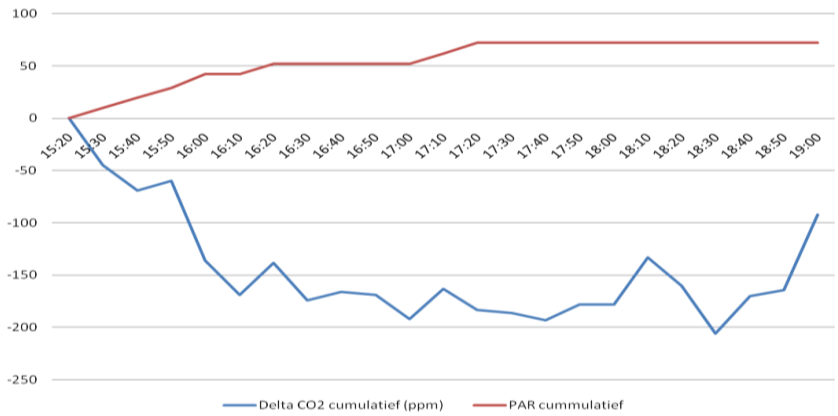
Voorbeelden van deze situaties zijn hieronder in de figuren 9 a,b,c en d weergegeven.

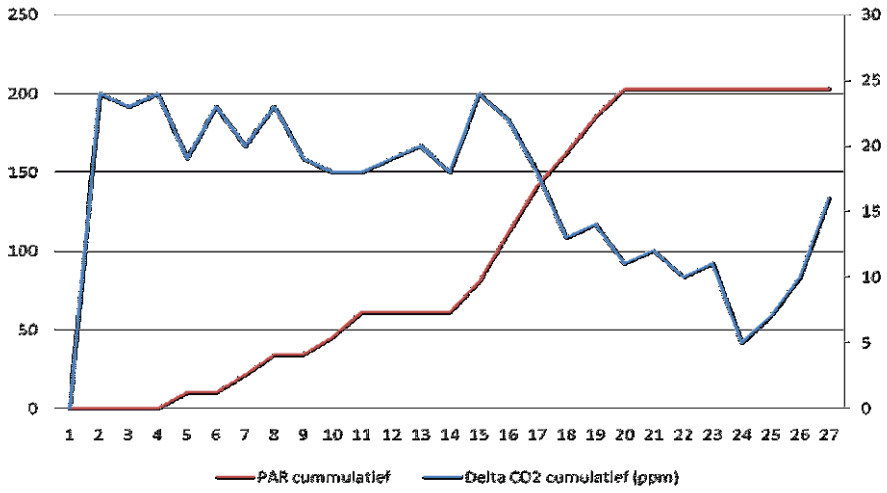


Figuur 9a: *De rode lijn geeft het PAR-licht (cummulatief) aan, terwijl de blauwe lijn de verandering in de CO_2 accumulatie weer geeft. Met de oplopen van het lichtniveau neemt de CO_2 accumulatie af. Metingen in school A*



***Figuur 9b**: idem aan figuur 9a, maar hier is geen PAR-licht stijging aanwezig. CO_2 accumulatie is variabel rond 0.*





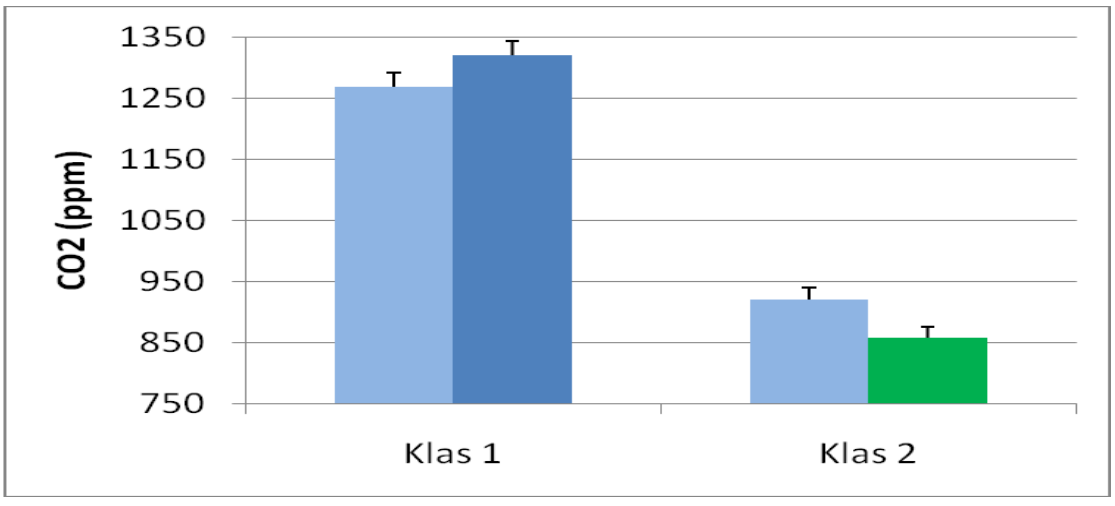
***Figuren 9c en d:** idem aan figuur 9a. Stijgende PAR som geeft reductie van CO_2 accumulatie.*

De lokalen bij de **basisschool B** zijn beide lichte lokalen waar een behoorlijke hoeveelheid PAR-licht gemeten kan worden. Analyse van de CO_2 niveaus voor en na plaatsing van de planten laat ook hier zien dat na plaatsing van de planten de CO_2 in de klas met planten sterk is gedaald gedurende de lesperiode (8.30-15.30, zie onderstaande tabel). In figuur 10a is dit ook nog in een staafdiagram weergegeven. Uitgaande van een dergelijke reductie van CO_2 in de klas kan het CO_2 niveau in de klas zoals weergegeven in figuur 2b worden gereconstrueerd naar een niveau zoals dat met aanwezigheid van planten en voldoende PAR-licht zou kunnen zijn, zoals weergegeven in figuur 10b.

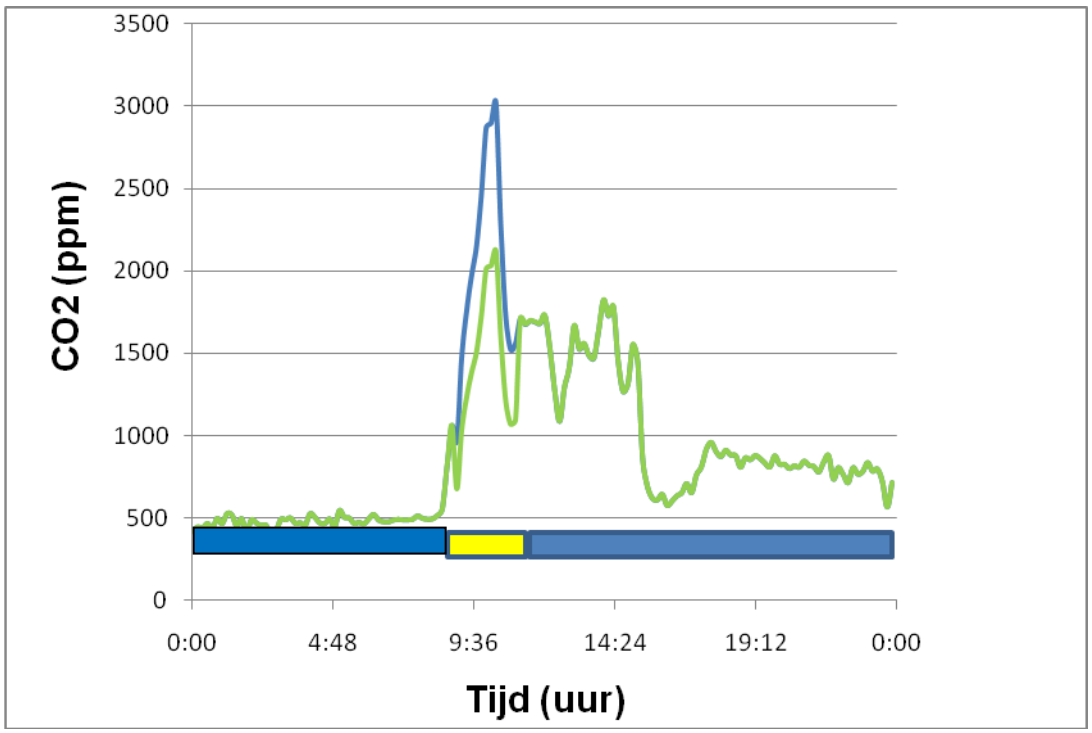
	Periode 1 CO2 ppm	**Periode 2 CO2 ppm**	**PAR (relatief)**
Klas 2	921 ± 19 Zonder planten	858 ± 17 **Met** planten	>15
Klas 1	1268 ± 23 Zonder planten	1320 ± 23 Zonder planten	>15

Metingen tussen 8.30 en 15.30 op schooldagen

School B.



Figuur 10a. *Gemiddelde dag CO_2 waarden over de schooldagen in twee lichte lokalen over twee perioden. In klas 2 is eerst gemeten zonder planten (blauwe balk) en daarna is gemeten nadat planten zijn geplaatst groene balk), in klas 1 is gemeten over dezelfde perioden maar hier zijn na de eerste meetperiode (blauwe balk) geen planten geplaatst (donker blauwe balk). Foutenbalkje is SEM.*



Figuur 10b. *De groende curve laat de gereconstrueerde CO_2 niveaus (op basis van data uit figuur 2b, blauwe curve) zien in een klas met planten uitgaande van de CO_2 reductie capaciteit zoals gemeten in school B (zie figuur 10a) waarbij gedurende 2 uur (van 9 tot 11 in de ochtend) een constante heel hoge PAR wordt verondersteld (zie gele balkje).*

In de **basisschool C** zijn de planten ook geplaatst in een relatief donker lokaal. Hier kon na analyse worden vastgesteld dat de gemiddelde CO_2 waarde over de (school) dag wel enigszins is gedaald na plaatsing van de planten. Dit is weergegeven in de onderstaande tabel.

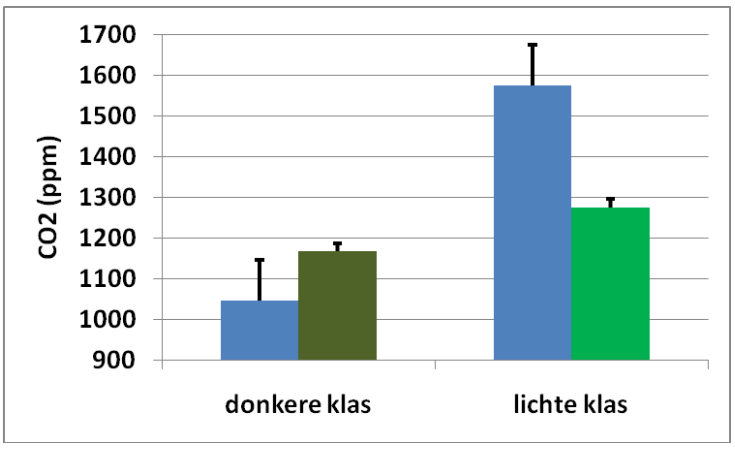
	Zonder planten CO2 ppm	**Met planten CO2 ppm**	**PAR som**
Klas 7B	989 $\pm$ 12	929 $\pm$ 11	0

CO2 niveaus in **basisschool C** voor en na plaatsing van planten.

Metingen op schooldagen in aanwezigheid leerlingen (8.30-15.30).

Bij school D zijn klas 7a en 6b beiden geanalyseerd. De CO_2 niveaus zijn een week voor en een week na plaatsing van de planten zijn bestudeerd. Hierbij is de gemiddelde CO_2 over de dag gemeten. In de tabel hieronder zijn deze waarden weergegeven tijdens lesuren (8.30-15.30). Het grote verschil tussen de twee klassen is de aan- en afwezigheid van licht. Klas 7A is een relatief donkere klas terwijl in klas 6b regelmatig meer licht is (en dat ook in een PAR waarde gemeten wordt). In de lichte klas heeft het plaatsen van planten een reductie van het gemiddelde CO_2 niveau in de klas tot gevolg, terwijl dit in de donkere klas niet het geval is. In figuur 8a is dit weergegeven in een staafdiagram. Ook hier kan weer, net als bij school B, uitgaande van een dergelijke reductie van CO_2 in de klas kan het CO_2 niveau in de klas zoals weergegeven in figuur 2d worden gereconstrueerd naar een niveau zoals dat met aanwezigheid van planten en voldoende PAR-licht zou kunnen zijn, zoals weergegeven in figuur 8b.

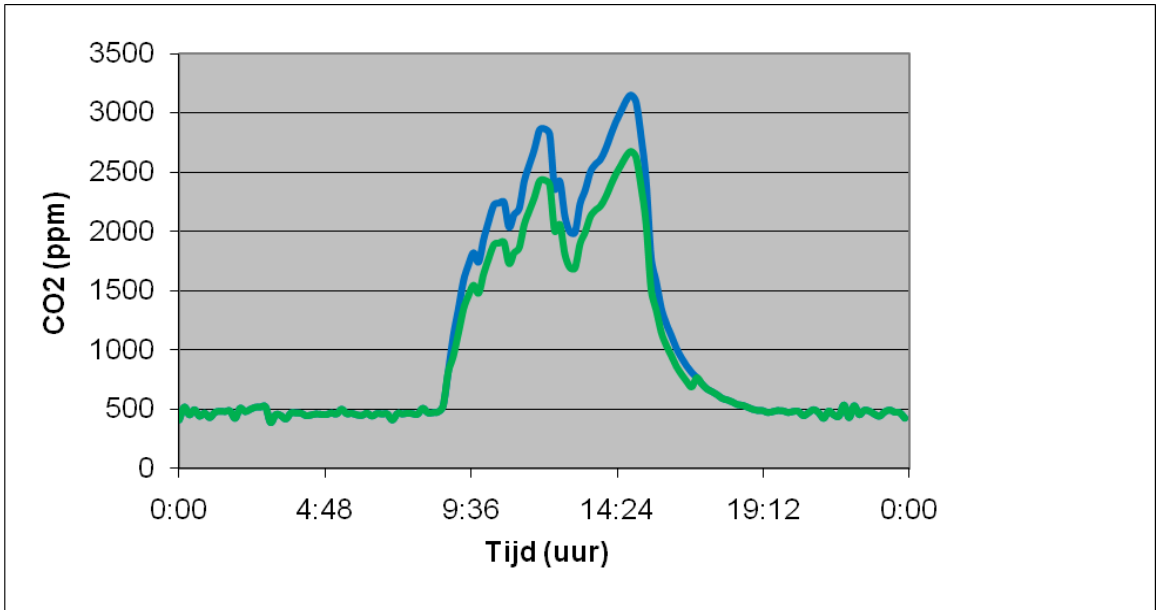
	Zonder planten **CO2 ppm**	**Met planten** **CO2 ppm**	**PAR (relatief)**
Klas 7A	1046 ± 16	1168 ± 18	0
Klas 6B	1575 ± 32	1274 ± 21	>15



School D: lichte en donkere klas voor en na plaatsing van de planten.

CO_2 op schooldagen tussen 8.30 en 15.30 uur.

Figuur 8a. *Gemiddelde dag CO_2 waarde over de schooldagen in een donker en licht lokaal voor en na plaatsing van planten in de klas. Foutenbalkje is SEM.*



Figuur 8b. *De groene curve laat de gereconstrueerde CO_2 niveaus (op basis van data uit figuur 2d, blauwe curve) zien in een klas met planten uitgaande van de CO_2 reductie capaciteit (15%) zoals gemeten in school d (zie figuur 8a) waarbij gedurende de dag een constant lichtniveau boven 15 PAR wordt verondersteld.*

4.2.2.2. Analyse van de enquêtes en testen.

Het onderzoek is gehouden in acht klassen van groep met planten en vier klassen van de controlegroep. De vier klassen in de controlegroep zijn geselecteerd op basis van een zo goed mogelijke vergelijkbaarheid met de acht klassen van de groep met planten. Alleen in de acht klassen van de experimentele groep zijn planten geplaatst. In de controlegroep is verder niets ondernomen. In de groep met planten namen 165 leerlingen aan beide metingen deel. In de controlegroep waren er 90 leerlingen.

Op basis van de lichtmetingen zijn de experimentele klassen in twee groepen verdeeld. De eerste groep bestaat uit de leerlingen in vier lokalen met voldoende PAR-licht (PAR > 15; 116 leerlingen). De tweede groep bestaat uit de leerlingen in vier lokalen met onvoldoende PAR-licht (PAR < 15); 45 leerlingen. De grens van PAR 15 is getrokken omdat boven de PAR 15 de fotosynthese bij planten op gang komt.

Tijdens de voormeting zijn 16 leerlingen uitgevallen vanwege uiteenlopende redenen. Tijdens de nameting zijn 14 leerlingen uitgevallen. Leerlingen die zijn uitgevallen doen niet aan het onderzoek mee, omdat gegevens van de voor- en/of nameting ontbreken. Zowel bij de voor- als de nameting was er geen verschil in uitval van de aantallen leerlingen in klassen van de experimentele en de controlegroepen.

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de uitkomsten van de twee vragenlijsten en vier testen van het onderzoek. De resultaten zijn statistisch getoetst door middel van een toetsing voor afhankelijke steekproeven. Dat betekent dat de toetsing bij de voor- en de nameting gedaan is op de verschillen tussen de voor- en nameting per leerling (gepaarde waarnemingen). In tabel 4.1 staan drie kolommen met resultaten van de statistische toetsing. Daarvan is de derde kolom (de meest rechtse kolom in de tabel) de belangrijkste, omdat deze aangeeft of statistisch significante verschillen zijn tussen de voor- en nameting enerzijds en de experimentele en controlegroepen anderzijds.

Tabel 4.1: *Toetsing van de gezondheids- en welzijnskenmerken en de prestatietesten van leerlingen in klassen waar wel of geen planten geplaatst zijn (Klassen met planten onderscheiden naar voldoende en onvoldoende PAR-licht)*

	Geen planten		Wel planten, onvoldoende PAR		Wel planten, voldoende PAR		Toetsing *)		
	Voor	Na	Voor	Na	Voor	Na	Con	Tijd	C*T
Gezondheidsproblemen (1=laag, 4=hoog)	1,66	1,68	1,64	1,66	1,67	1,55	-	-	**
Welbevinden (1=laag, 4=hoog)	3,20	3,19	3,32	3,37	3,13	3,19	*	-	-
Tevredenheid (1=laag, 4=hoog)	3,06	3,10	3,28	3,37	2,95	3,05	**	*	-
Betrokkenheid (1=laag, 4=hoog)	3,28	3,22	3,34	3,39	3,26	3,24	-	-	-
Academisch zelfconcept (1=laag, 4=hoog)	3,26	3,27	3,31	3,38	3,18	3,28	-	-	-
Associatietest (aantal associaties totaal)	9,47	8,53	8,85	10,50	9,97	9,40	-	-	**
Associatietest (aantal goede associaties)	9,12	6,32	8,33	5,37	9,80	7,24	**	**	-
Associatietest (aantal foute associaties)	0,34	2,21	0,52	5,13	0,17	2,16	**	**	**
Tekenset test (aantal balken totaal)	34,4	40,7	36,4	45,3	34,7	43,3	*	**	-
Tekenset test (aantal goede balken)	30,5	36,2	31,9	38,2	30,9	37,8	-	**	-
Tekenset test (aantal foute balken)	3,93	4,57	4,53	7,13	3,72	5,51	**	**	**
Woordslang test (aantal woorden totaal)	7,99	8,71	7,13	8,53	9,29	9,97	**	**	-
Woordslang test (aantal woorden goed)	6,90	8,03	6,29	7,18	9,09	9,42	**	**	-
Woordslang test (aantal keer letterfout)	0,98	0,16	0,09	0,36	0,09	0,08	**	-	**
Woordslang test (aantal keer geen dier)	0,11	0,52	0,76	1,00	0,12	0,47	**	**	-
Woordslang test (aantal fouten totaal)	1,09	0,68	0,84	1,36	0,21	0,55	*	-	-
Geheimschrifttest (aantal tekens ontcijferd)	44,1	49,4	44,2	53,2	40,6	54,7	-	**	**
Geheimschrifttest (aantal tekens goed)	43,1	48,5	42,5	52,2	40,0	53,9	-	**	**
Geheimschrifttest (aantal tekens fout)	0,99	0,86	1,69	0,96	0,62	0,78	*	-	-
Totaal aantal leerlingen	90	90	45	45	116	116			

1) Toetsing voor afhankelijke steekproeven (= p < 0,05; ** = p < 0,01). Con = conditie (wel of geen planten), Tijd = verschil tussen voor- en nameting, C*T =differentiële verschillen tussen conditie en tijd.*

De laatste kolom van tabel 4.1 laat zien dat er verschillende ontwikkelingen zijn geweest tussen de experimentele en de controlegroep gedurende het experiment.

- ***Gezondheidsproblemen met 7% afgenomen in de klassen met planten en voldoende PAR-licht***

Bij de zelfgerapporteerde gezondheidsklachten rapporteren de leerlingen in de klassen waar planten zijn geplaatst en waar de PAR-licht condities voldoende zijn, gemiddeld 7% minder gezondheidsklachten dan voordat er planten werden geplaatst (gedaald van 1,67 naar 1,55). In de twee andere klassen zijn de klachten niet afgenomen. Dat wil zeggen dat de gezondheid van leerlingen door het plaatsen van planten verbetert, mits de PAR-lichtcondities voldoende zijn. Dit is een aanwijzing dat de fysiologische werking van planten van invloed kan zijn op de fysieke gezondheidstoestand van de leerlingen.

- ***Bij welbevinden geen effect van het plaatsen van planten gevonden***

Bij welbevinden zijn er geen verschillen tussen drie groepen gevonden. Wel is het zo dat de leerlingen in de klassen waar planten geplaatst zijn maar de PAR-licht condities onvoldoende zijn, gemiddeld een wat beter welbevinden hebben (zie de ster in de kolom "Con"), vooral omdat de score voor tevredenheid in deze groep hoger is (zie de twee sterren in de kolom "Con"). Dit was echter ook al het geval voordat de planten zijn geplaatst. De hogere gemiddelde tevredenheid moet dus een andere oorzaak hebben en kan niet door het plaatsten van de planten verklaard worden.

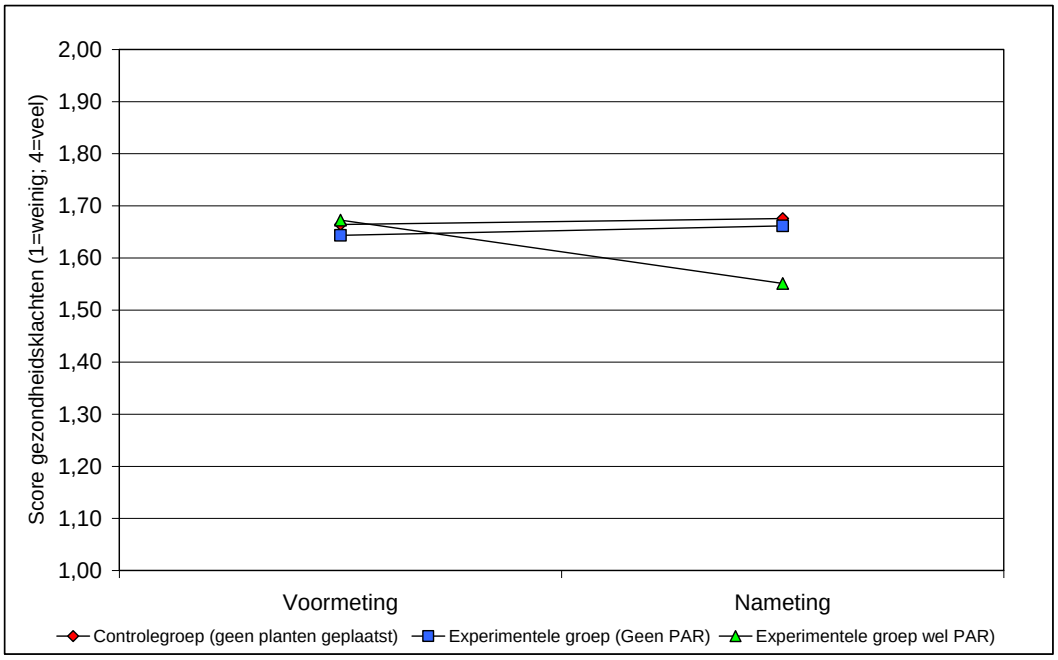
- ***Bij de prestatietoetsen is er een positief effect van planten bij de geheimschrifttest***

Bij de prestatietesten werden verschillen gevonden bij drie van de vier testen. Op de geheimschrift test (decoderen van geheime tekens) scoorden leerlingen in de klassen waar planten zijn geplaatst en waar de PAR-lichtcondities voldoende zijn, bij de nameting gemiddeld 35% beter dan bij de voormeting. In de klassen waar planten zijn geplaatst, maar waar de PAR-lichtcondities onvoldoende zijn, scoorden de leerlingen bij de nameting gemiddeld 20% beter dan bij de voormeting. In de klassen zonder planten scoorden de leerlingen 12% beter bij de nameting dan bij de voormeting. Dat wil zeggen dat het probleemoplossende vermogen van leerlingen toeneemt als er planten zijn. De verbeteringen zijn toe te schrijven aan de zichtbare aanwezigheid van planten (vanwege de verbetering in de klas met planten, maar met onvoldoende PAR-licht condities), maar ook aan het vermogen van planten om de luchtcondities te verbeteren. Er is dus een psychologisch effect en een fysiologisch effect te zien. Bij twee andere testen (associatietest en tekentest) scoren de leerlingen in de klassen met planten ook beter, maar dit effect wordt vooral verklaard door een toename van het aantal foute scores bij de groep met planten en onvoldoende PAR-licht. Er is dus een effect van de planten gevonden, omdat het effect dan ook zichtbaar zou moeten zijn bij de groep met planten en wel voldoende PAR-licht.

Hierna worden deze resultaten nauwkeuriger toegelicht per uitkomstmaat.

❖ **Gezondheidsproblemen: gunstige effecten door het plaatsen van planten**

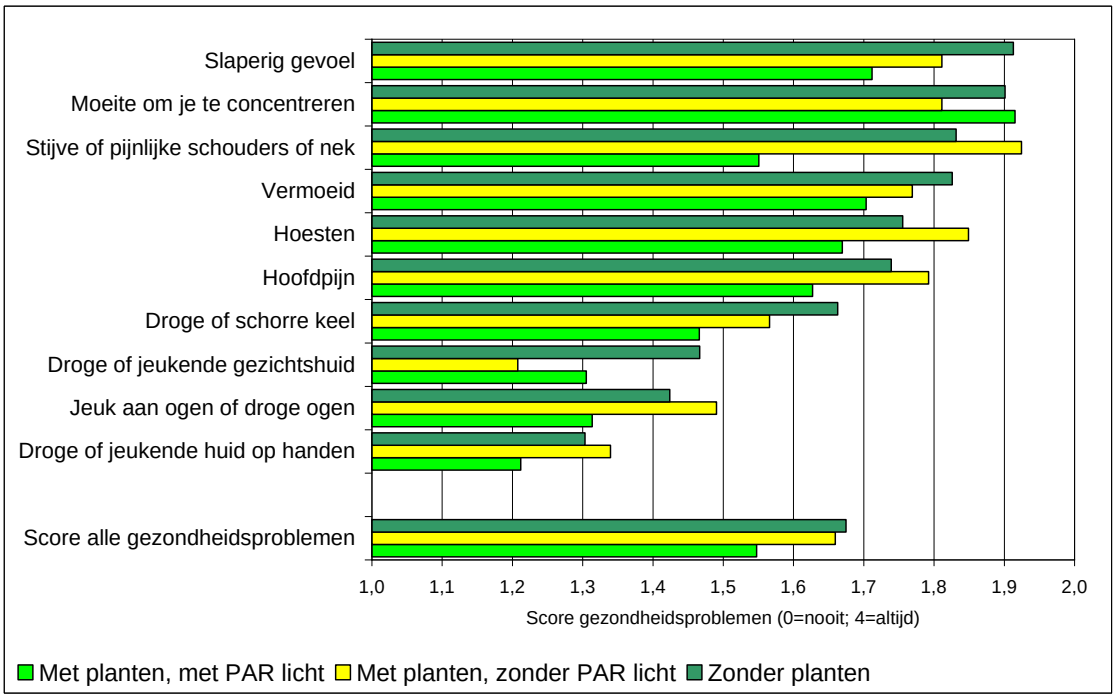
De maat voor gezondheidsproblemen is berekend uit de antwoorden op de tien vragen naar specifieke gezondheidsproblemen. De antwoorden waren nooit, soms, altijd en vaak. Deze antwoorden zijn voor het berekenen van scores gecodeerd van 1= nooit naar 4= altijd. Deze scores zijn opgeteld voor de tien gezondheidsproblemen en vervolgens gedeeld door tien. Ook de totaalscore varieert dus tussen 1=nooit en 4=altijd.
De scores op de eerste regel van tabel 4.1 laten zien dat leerlingen over het algemeen weinig gezondheidsklachten hebben, omdat de scores gemiddeld steeds tussen 1 en 2 zitten. Bij de score voor de gezondheidsproblemen is er echter wel een significant effect te zien (zie de twee sterren in laatste kolom van tabel 4.1). Afbeelding 11 brengt dit grafisch in beeld.



Afbeelding 11: *resultaten van de score op de schaal voor 10 gezondheidsproblemen bij leerlingen in klassen waar planten niet en wel zijn geplaatst, de laatste groep onderscheiden naar wel en geen PAR-licht.*

Duidelijk is dat het effect op gezondheidsproblemen geheel op rekening komt van de klassen met planten en relatief veel PAR-licht. De totale verbetering is 7%. De gezondheidsproblemen zijn in deze vier klassen significant afgenomen. Het is aannemelijk om aan te nemen dat dit door het plaatsten van de planten veroorzaakt is, zeker ook omdat de leerlingen wat de score betreft op de voormeting niet van elkaar verschillen.

In afbeelding 12 staan de verschillen op de tien gezondheidsproblemen voor de leerlingen in de klassen waar de planten wel en niet zijn geplaatst.



Afbeelding 12: *verschillen in de score op 10 gezondheidsproblemen bij leerlingen in klassen waar planten wel en niet zijn geplaatst tijdens de nameting van het onderzoek*

Bij de meeste gezondheidsproblemen is er sprake van minder problemen bij de leerlingen in de klassen waar de planten zijn geplaatst en waar het PAR-licht voldoende is. Het gaat daarbij vooral om de afname van een slaperig gevoel, stijve of pijnlijke schouders, vermoeidheid, hoesten, hoofdpijn, een droge of schorre keel, een droge of jeukende gezichtshuid, jeuk aan ogen of droge ogen en een droge of jeukende huid op de handen. De overige klachten zijn niet of nauwelijks afgenomen.

- **Welbevinden: geen effect van het plaatsen van planten gevonden**

Alle leerlingen moesten tijdens de voormeting en tijdens de nameting een reactie geven op 12 uitspraken die gerelateerd zijn aan kenmerken van welbevinden. Bij de definitie van welbevinden is uitgegaan van drie deelaspecten van welbevinden van leerlingen in klaslokalen: tevredenheid, betrokkenheid en academisch zelfconcept (leerprestatie). De reacties die de leerlingen konden aankruisen waren nooit, meestal niet, meestal wel en altijd. Deze reacties zijn weer gecodeerd van 1=laag tot 4=hoog. Bij geen van de drie aspecten van welbevinden en ook niet bij de totale score is een significant effect van het plaatsen van planten gevonden. Dat is opmerkelijk, omdat mensen zich over het algemeen prettiger voelen bij de aanwezigheid van planten in hun omgeving. Klaarblijkelijk is dat bij deze leerlingen in deze situaties dus niet het geval. Ook bij de 12 vragen zijn er geen verschillen gevonden.

- **Associatietest: geen effect van het plaatsen van planten gevonden**

Bij de associatietest is bij de voormeting een andere opdracht gegeven dan bij de nameting. Bij de voormeting was de opdracht: "Schrijf hieronder zoveel mogelijk balsporten op of spellen waarbij een bal wordt gebruikt." Bij de nameting is opdracht geworden: "Schrijf hieronder zoveel mogelijk sporten waarbij je samenwerkt met een of meer andere personen in een team." De kans is groot dat de verschillende formuleringen verschillende totaalscores genereren, die de interpretatie moeilijk maken, bijvoorbeeld omdat bij de nameting de totalen lager zijn. In dat geval is het nadeel echter even groot bij de experimentele groepen als de controlegroep en zijn er geen verstorende effecten op de uitkomsten van het onderzoek te verwachten. Er zijn bij de associatietest echter geen verschillen gevonden die aan het plaatsten van planten toegeschreven kunnen worden.

- **Tekenset test: geen effect van het plaatsen van planten gevonden**

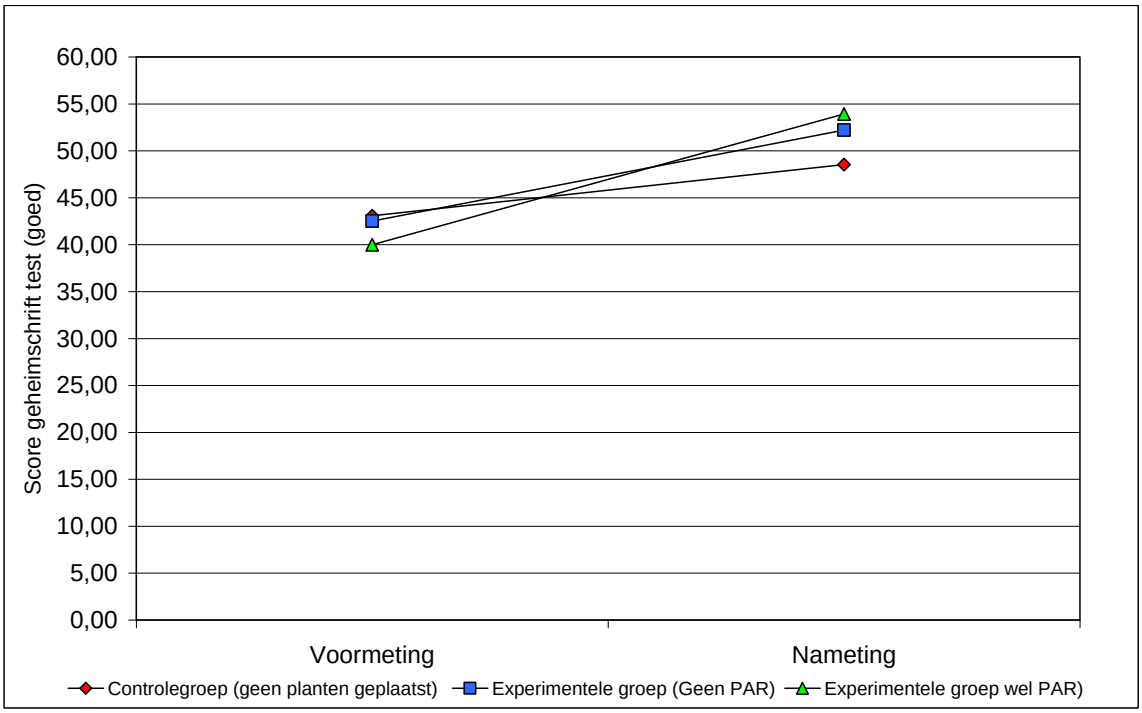
Ook bij de tekenset test is de test bij de tweede meting veranderd, maar ook nu niet zodanig dat dit van invloed op de resultaten kan zijn. Bij de voormeting bestond de test namelijk uit twee pagina's en waren er enkele leerlingen die bijna klaar waren met het scoren. Om te voorkomen dat er een plafond effect zou ontstaan bij de tweede meting (door het leereffect zouden meer leerlingen sneller het einde van de twee pagina's kunnen bereiken en niet verder kunnen), is bij de tweede meting de test uitgebreid met een derde pagina. Bij de tekenset test is hetzelfde beeld te zien als bij de associatietest, maar nu zijn er in alle drie groepen hogere totaalscores bij de tweede meting. De scoreverschillen tussen de groepen met en zonder planten ontstaan weer vooral doordat de leerlingen in de klassen waar de planten zijn geplaatst meer fouten maken.

❖ **Woordslang test: geen effect van het plaatsen van planten gevonden**

Bij de woordslang test is geen effect van de klassen met planten gevonden op het totale aantal woorden en het totale aantal goede woorden. Wel is het zo dat de leerlingen in de klassen met planten en weinig PAR-licht meer fouten maken. Het gaat daarbij vooral om letterfouten (niet een nieuw dier noemen met als eerste letter de laatste letter van het vorige dier. Er kan echter geen conclusie getrokken worden ten aanzien van het plaatsen van de planten.

❖ **Geheimschrifttest: gunstige effecten gevonden van het plaatsen van planten**

Bij de geheimschrifttest is weer een gunstig effect gevonden van het plaatsten van planten in klaslokalen van leerlingen. Afbeelding 13 (hierna) geeft de omvang van het effect grafisch weer.



Afbeelding 13: *resultaten van de geheimschrifttest bij leerlingen in klassen waar planten wel en niet zijn geplaatst*

Duidelijk is te zien dat bij de leerlingen in de klassen waar de planten geplaatst zijn en waar de PAR-lichtcondities voldoende zijn, de gemiddelde score op de geheimschrifttest het meest verbeterd is (35%).

In de klassen waar planten geplaatst zijn en waar de lichtcondities onvoldoende zijn is echter ook een verbetering gevonden (20%). Dit wijst erop dat zowel het plaatsen van de planten als de aanwezigheid van voldoende PAR-licht een gunstig effect heef top de groei van de planten, maar ook op het verbeteren van het prestatievermogen van de leerlingen.

Mondelinge evaluatiegesprekken met de docenten.

Uit de mondelinge evaluatie gesprekken met de docenten kunnen de volgende belangrijke algemene opmerkingen worden afgeleid:

- Leerlingen zijn zeer enthousiast over het project en de aanwezigheid van planten in de klas. Dit enthousiasme werd niet minder gedurende het project.
- Het onderzoek zelf (storen van de lessen i.v.m. meetkastjes controleren, tests, planten plaatsen etc. etc.) vormde wel een zware belasting binnen het toch al zeer volle schoolprogramma.
- Het aantal planten dat in de klassen is geplaatst werd ervaren als “zeer vol”.
- De planten geven een “frissere” atmosfeer in de klas.
- De leerlingen zijn actiever met planten in de klas.

4.3 Fase 1 Deel 3

4.3.1 Communicatie uitvoering

Vanuit Air So Pure is, samen met DENK Communicatie en NIGZ, een communicatieplan geschreven waarbij de doelgroepen en de activiteiten voor de verschillende doelgroepen beschreven worden. Bloemenbureau Holland heeft hierbij initieel geadviseerd met betrekking tot mogelijke acties in het buitenland. Vervolgens wordt het communicatie plan ten uitvoer gebracht.

Grofweg bestaat het communicatieplan uit de volgende onderdelen:

1. Uitleg en werving bij aanvang van het project van het projectidee aan scholen o.a. via “Ga voor Gezond”. Het doel daarvan is om draagvlak bij de scholen te creëren. Het is belangrijk om bij aanvang van het project met een goed verhaal te komen, waardoor de scholen het concept gaan omarmen, en we geschikte klassen tot onze beschikking krijgen om het project uit te voeren. Kern van de uitleg is om duidelijk te maken dat planten in de klas een positieve bijdrage kunnen leveren aan de educatieve kerntaken van de scholen. Dit kan worden ondersteund met leaflets, filmpjes etc. De reacties op deze communicatie worden ook gebruikt om te toetsen of de communicatieaanpak aan het doel beantwoord.

2. Aansluiting zoeken bij het programma “Ga voor gezond” Dit is een nationale scholenactie voor basisscholen. Met dit programma worden kinderen, leerkrachten en hun ouders op speelse en uitdagende manier gestimuleerd om met gezondheid en veiligheid bezig te zijn.
   Met “Ga voor gezond” worden nieuwe en bestaande initiatieven op scholen gebundeld en gestructureerd. Het programma is een voorbeeld van succesvolle samenwerking tussen publieke en private organisaties.

3. Communiceren van het onderzoek en de onderzoeksresultaten d.m.v. pers, vakbladen, websites etc. naar de consument, en diverse ketenpartijen, waardoor de afzet van planten met luchtzuiverende werking wordt vergroot. (business vergroten)

4. Communicatie van project ideeën en resultaten naar diverse ministeries (VWS, O&W, ELI, VROM). Doel is o.a. om draagvlak te creëren voor fase 2 van dit project. We willen daarbij onder andere aansluiten (en financiële ondersteuning aanvragen) bij het programma “Participatie en Gezondheid”.

Dit programma heeft als doel het ondersteunen van bedrijven en andere instellingen bij het maken van keuzes voor effectieve interventies en maatregelen, gericht op preventie van uitval van werknemers in het arbeidsproces.; op een duurzame werkomgeving en het bevorderen van reïntegratie. In fase 2 wordt i.s.m. meerdere stakeholders grootschaliger onderzoek verricht naar de effecten van planten in de klas en andere omgevingen waar veel mensen bij elkaar zijn en ontwerp van voorzieningen om dit praktische invulling te geven. Dit moet er toe leiden dat de afzet van planten met luchtzuiverende werking verder verhoogd.

5. Ontwikkelen van nieuwsbrieven, lespakketten etc voor scholen. Doelgroepen daarvan zijn scholen, zowel leerkrachten als leerlingen.

4.3.2. Communicatie resultaten

4.3.2.1 Werving van de scholen

Voor de werving van de scholen is het bronbestand van basisscholen van het NIGZ gebruikt. Voor het project Plant in de klas is gekozen voor de steden in Zuid-Holland. Steden die hieronder vallen zijn onder andere Gouda, Den Haag en Leiden.
Vanuit het bronbestand vielen 627 scholen onder deze regio. In april 2010 zijn deze scholen aangeschreven. Ook is een oproep geplaatst op de Ga voor gezond!-website (zie bijlage 5). Hierop hebben 72 scholen positief gereageerd. Van deze 72 geïnteresseerde scholen zijn 4 scholen door Fytagoras en TNO geselecteerd voor deelname. Door in de teksten aan de scholen binnen de gekozen regio in te steken op de voordelen voor de scholen, was de respons op de brief onverwacht groot. Hierdoor hadden Fytagoras en TNO een groter aanbod dan verwacht om de juiste scholen te kiezen.
Ook door de keuze om niet alleen een e-mailbericht te sturen, maar ook voor een fysieke mailing te kiezen, hebben we voor een goede basis kunnen zorgen (zie bijlage 6).

Daarnaast waren ook nog een behoorlijk aantal scholen en andere organisaties geïnteresseerd in het project Plant in de klas. Door middel van e-mail zijn alle geïnteresseerden op de hoogte gehouden van de vorderingen van het project.

4.3.2.2. Communicatie

Er is een communicatieplan opgesteld waarin bepaald werd:

- Primaire doelgroepen zoals basisscholen, ouders, directie, leraren.
- Secundaire doelgroepen zoals ministeries, gezondheidsbevorderende instanties zoals GGD's, RIVM, maar ook Bonden primair onderwijs en Vereniging Nederlandse gemeenten.
- Week 16 wordt een kort communicatieplan geschreven omtrent het communiceren van de resultaten van het Onderzoek Plant in de klas.

Communicatie naar deelnemende scholen

Om het project Plant in de klas goed te laten slagen, is DENK Communicatie, samen met Air So Pure, verschillende malen bij de scholen geweest.

- Bij start van het inbrengen van de planten zijn Air So Pure, Fytagoras en DENK Communicatie langs geweest om te bepalen waar de planten geplaatst moesten worden voor een optimaal resultaat.
- Bij het plaatsen van de planten zijn DENK Communicatie samen met Air So Pure op alle scholen geweest en is hier in alle lokalen uitleg geweest over het project; wat doen planten in de klas en is er door de telers uitgelegd hoe er water gegeven moest worden.
- Na 2 weken is DENK Communicatie of Air So Pure opnieuw bij de scholen langs geweest om te kijken hoe de planten erbij stonden. Ook zijn er in dit traject een aantal planten vervangen.
- Aan het einde van het onderzoekstraject is DENK Communicatie samen met Fytagoras opnieuw naar alle scholen geweest om een enquête af te nemen hoe de leraren het project ervaren hebben. Tijdens dit gesprek is ook de organisatie van de excursies aan de orde gekomen.
- Tijdens het inbrengen van de planten, de lessen en de excursies zijn foto's genomen die ook naar de scholen gestuurd zijn (zie bijlage 7).
- Persberichten zijn ook gestuurd naar de scholen, deze zijn geplaatst op de site van de scholen (zie bijlage 8).

Communicatie naar andere partijen

Alle nieuwswaardigheden rond Plant in de klas zijn door het NIGZ en DENK Communicatie, via verschillende kanalen gecommuniceerd. Met het communiceren naar de secundaire doelgroepen wordt getracht bij de beleidsbepalende instanties het beleid te beïnvloeden en de gezondheidsbevorderende aspecten van planten in de klas kenbaar te maken en hun werking op de concentratie en leerprestaties van kinderen. Dit traject vergt een lange adem en is arbeidsintensief.

Het NIGZ heeft via online nieuwsbrieven het project Plant in de klas onder de aandacht gebracht:

- In de nieuwsbrief van het project 'Ga voor gezond!' waar meer dan 2000 scholen zich in het schooljaar 2010-2011 zich voor op hebben gegeven (zie bijlage 9). Dit is een nationale scholenactie voor basisscholen. Met dit programma worden kinderen, leerkrachten en hun ouders op speelse en uitdagende manier gestimuleerd om met gezondheid en veiligheid bezig te zijn. Het programma 'Ga voor Gezond!' bood een geschikt platform om Plant in de klas te promoten.
- In de FactZ, de online nieuwsbrief van het NIGZ (zie bijlage 10).
- Via de nieuwsbrief van de Gezonde school, zoals uitgegeven door het RIVM (zie bijlage 11).
- Nieuwsstukken voor op de website van Air So Pure.
- Er zijn een 3-tal persberichten verstuurd naar de vakpers, huis aan huisbladen, dagbladen. Deze berichten zijn verder ook opgenomen op de diverse sites van PT, Air So Pure, en via het NIGZ verspreid naar de sites en nieuwsbrieven van Gezonde School, RIVM, Ga voor Gezond en NIGZ (zie bijlage 12).
- Vanuit de Omroep West is er een radiorapportage gemaakt bij het inbrengen van de planten bij basisschool A in Leiden.

Daarnaast is een Factsheet (zie bijlage 13) gemaakt met alle wetenswaardigheden van het project Plant in de klas. Deze Factsheet is, samen met een informerende brief in januari dit jaar verzonden, naar ministeries en overkoepelende organisaties die met scholen te maken hebben.
De ministeries van VROM (Infrastructuur en Milieu, Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties), EL&I en VWS hebben allen positief en met interesse op de brief gereageerd en staan open voor een gesprek zodra meer bekend is over de resultaten.

Voor het publiceren van de resultaten zal naast een persbericht ook contact gezocht worden met landelijke dagbladen (Volkskrant en/of het AD).

Lespakket

Voor de deelnemende scholen is een les ontwikkeld voor groep 6,7 en 8. De les is bedoeld als eerste kennismaking met planten en waarom (luchtzuiverende) planten goed zijn. De les duurt 75 minuten en bestaat uit verschillende onderdelen: introductie, filmpje, practicum, werkblad en woordweb. De les is ontwikkeld, opgemaakt en geproduceerd door het NIGZ in samenwerking met DENK Communicatie.
Dit lesmateriaal wordt in mei aan de scholen gestuurd (zie bijlage 14).

4.3.2.3. Excursies

In de maanden maart en april zijn er 4 excursies georganiseerd voor de vier scholen (zie bijlage 15). Met bussen werden de leerlingen en de leraren met begeleiding opgehaald en ging de reis richting het Westland, waar de kinderen opgewacht werden bij de ingang van Flora Holland. Door 3 of 4 personen vanuit Air So Pure werden de kinderen rondgeleid bij de klokken, de koelcellen, de kwaliteitsdienst en werd er uitleg gegeven hoe de bloemen en planten verwerkt worden. Daarna ging het bezoek naar kwekerijen van Air So Pure waar taart en drinken uitgedeeld werd.

- Bij de excursie op het bedrijf werd uitleg gegeven over het telen, het schermdoek, de gewasbescherming, de kasverwarming, kortom het hele proces werd uit de doeken gedaan. Op het bedrijf mochten de kinderen ook nog een stekje poten en meenemen naar huis om te bekijken of ze ook in staat zijn om zelf een plant te telen.
- Door leraren en kinderen is er bijzonder enthousiast gereageerd op de excursies.

4.3.2.4 Samenwerking met nieuwe partijen

Vanuit het project Plant in de Klas zijn er nieuwe contacten gelegd met de volgende instanties/partijen:
Desso
Vitalplaces
School Vision
Bouwen met Groen en Glas/Groene longen in de klas
Priva
Schone lucht voor iedereen
Astma Fonds
Gemeente Westland (Westlandse Natuur- en Milieu educatie)

5. Samenvatting, Conclusies en Aanbevelingen

Samenvatting

Deel 1 van het onderzoek

Het project “plant in de klas” is uitgevoerd in twee delen. In het eerste deel werden de deelnemende scholen geselecteerd en werden nulmetingen in de verschillende lokalen uitgevoerd. Uit de eerste metingen bleek dat in alle bij de studie betrokken lokalen de CO_2 niveaus tot hoge en zeer hoge niveaus stijgen bij aanwezigheid van leerlingen in de klas. Dit duidt erop dat de luchtverversing in deze lokalen (te) minimaal is. Daarnaast blijkt de hoeveelheid PAR-licht in veel lokalen te laag te zijn. In enkele lokalen was wel regelmatig meer PAR aanwezig (bij zonnig weer), en dan vooral dicht bij de vensters.

Op basis van deze nulmetingen is bepaald welke planten en hoeveel planten in de lokalen aanwezig zouden moeten zijn.

Gezien de lage (PAR) licht niveaus in de lokalen is onderzocht of dit lage PAR-licht, naast een effect op CO_2 opnamen en O_2 productie, nadelig zou zijn voor de luchtzuiverende werking van de planten. Uit deze metingen blijkt dat ook in het donker de gebruikte planten nog steeds een sterk luchtzuiverende werking hebben. De luchtzuiverende werkingen van planten blijft ook staande in ruimtes met minder tot weinig licht.

Luchtzuiverende werking van de planten

In de proefsituatie hebben we 5000 gram blad in de klas gebracht. De luchtzuiverende werking van een Spathiphyllum is ongeveer 1,2 mg per uur per 300 gram bladmateriaal.
De reinigende werking van deze hoeveelheid bladmassa is 20 mg formaldehyde per uur.
Over de hele dag is dat 24*20 mg is ongeveer 0,5 gram formaldehyde per dag.

Bij een klas waar de formaldehyde concentratie op de maximale norm van 120 ug formaldehyde per m^3 is, hebben we (bij klasinhoud van 120 m^3) 210*120 ug = 14,4 mg formaldehyde in de ruimte.

De planten (d.w.z. de 5000 gram blad die we in de klas hebben) breken 20 mg per uur af.
Dus: de planten brengen in 45 minuten de concentratie van de normwaarde naar nul.
In de praktijk zal dit waarschijnlijk betekenen dat alle formaldehyde die de klas in lekt, voor 100% wordt verwijderd en de niveaus ruim onder de normwaarden blijven.

In een testopstelling is gekeken naar de lichtafhankelijkheid bij het afbreken van formaldehyde. Luchtzuiverende werking van planten is lichtafhankelijk. Hoe meer licht, hoe sneller de afname. Echter, de luchtzuiverende werking is nog steeds sterk aanwezig in het volledige donker.

In het eerste deel zijn ook de toetsen voor het testen van “prestatie”, welbevinden en gezondheid van de leerlingen ontworpen.

Deel 2 van het onderzoek

In het tweede deel van het project zijn de prestatietoetsen en vragenlijsten afgenomen bij de deelnemende leerlingen. Vervolgens zijn in een deel van de lokalen planten geplaatst. Na 2 maanden zijn opnieuw de prestatietoetsen en vragenlijsten afgenomen. Gedurende de testperioden zijn ook weer de omgevingsparameters in de lokalen gemeten.

Uit de analyse van de meetgegevens blijkt dat in lokalen, waarin planten aanwezig zijn **en** waar regelmatig een PAR-niveau aanwezig is van 15 PAR of hoger, het gemiddelde CO_2 niveau tijdens aanwezigheid van leerlingen 10-20% lager is, dan in de meer donkere lokalen met of zonder planten. Op basis van deze uitkomsten is besloten de gegevens van de prestatietoetsen en de vragenlijsten te analyseren in drie groepen:

- met planten en hoger PAR-niveau
- met planten en laag PAR-niveau
- en lokalen zonder planten.

In 12 klassen van vier scholen zijn de zelf gerapporteerde gezondheid, het welbevinden en het prestatievermogen vergeleken tussen de leerlingen in (1) klassen waar geen planten zijn geplaatst, (2) klassen waar planten zijn geplaatst, maar waar de PAR-licht condities onvoldoende zijn en (3) klassen waar planten zijn geplaatst en waar de PAR-licht condities voldoende zijn.

De uitkomsten zijn als volgt.
Bij de zelfgerapporteerde gezondheid rapporteren de leerlingen in de klassen waar planten zijn geplaatst en waar de PAR-licht condities voldoende zijn, gemiddeld 7% minder gezondheidsklachten dan voordat er planten werden geplaatst.

In de twee andere klassen zijn de klachten niet afgenomen. Dat wil zeggen dat de gezondheid van leerlingen door het plaatsen van planten verbetert, mits de PAR-lichtcondities voldoende zijn. Dit is een aanwijzing dat de fysiologische werking van planten van invloed kan zijn op de fysieke gezondheidstoestand van de leerlingen.

Bij welbevinden werd bij geen van de drie groepen van klassen een verschil gevonden tussen de voor- en nameting. Dat wil zeggen dat de beleving van de omgeving en het welbevinden van de leerlingen niet door het plaatsen van planten in schoollokalen beïnvloed wordt.

Bij de prestatietesten werden verschillen gevonden bij drie van de vier testen. Op de geheimschrifttest (decoderen van geheime tekens) scoorden leerlingen in de klassen waar planten zijn geplaatst en waar de PAR-lichtcondities voldoende zijn, bij de nameting gemiddeld 35% beter dan bij de voormeting. In de klassen waar planten zijn geplaatst, maar waar de PAR-lichtcondities onvoldoende zijn, scoorden de leerlingen bij de nameting gemiddeld 20% beter dan bij de voormeting.

In de klassen zonder planten scoorden de leerlingen 12% beter bij de nameting dan bij de voormeting. Dat wil zeggen dat het probleemoplossende vermogen van leerlingen toeneemt als er planten zijn. De verbeteringen zijn dus toe te schrijven aan de zichtbare aanwezigheid van planten (vanwege de verbetering in de klas met planten, maar met onvoldoende PAR-licht condities), maar ook aan het vermogen van planten om de luchtcondities te verbeteren. Er is dus een psychologisch effect en een fysiologisch effect te zien.

Bij twee andere testen (associatietest en tekentest) scoren de leerlingen in de klassen met planten ook beter, maar dit effect wordt vooral verklaard door een toename van het aantal foute scores. Mogelijk wijst dit op een toename van de creativiteit van de leerlingen, die gestimuleerd wordt door de aanwezigheid van planten in de klaslokalen. De scores zijn weliswaar fout, maar wel vaak innovatief en slim bedacht. Een verbetering van creatieve taken van mensen door ze te laten werken in situaties met planten werd ook bij studenten en werknemers gevonden.

Kort samengevat betekenen deze resultaten dat planten in schoollokalen van invloed zijn de fysieke toestand van de leerlingen, maar ook op de psychologische toestand. Van belang is wel dat er voldoende PAR-licht aanwezig is, zodat de planten kunnen groeien en de fotosynthese op gang komt, waardoor de luchtkwaliteit in schoollokalen verbetert.

Conclusies

Kort samengevat kan geconcludeerd worden, dat bij de gebruikte planten (binnen top 10 van luchtzuiverende actieve planten), dat:

1. Voor de CO_2 reducerende activiteit van de plant is PAR-licht (>15 PAR) heel belangrijk.

2. De luchtzuiverende werking van de planten is lichtafhankelijk, maar nog steeds sterk aanwezig in het volledig donker. Afbraak van “vieze geurtjes” vinden dus in lichte locaties, maar ook in het donker plaats. Onder “vieze geurtjes” verstaan we de vluchtige organische stoffen, zoals formaldehyde, benzeen, maar ook lichaamsgeuren.

3. In alle klassen zijn zeer grote stijgingen en fluctuaties van CO_2 aanwezig indien leerlingen in de klas zijn.

4. In klassen met planten waar regelmatig voldoende (>15) PAR-licht aanwezig is, zijn positieve effecten aantoonbaar:
   - 10-20% CO_2 reductie
   - Luchtzuiverende werking van de planten, afbraak van “onfrisse geuren” binnen 45 minuten tot 0-niveau
   - 7% minder gezondheidsklachten
   - meer creativiteit en meer dan 20% betere score bij taken en toetsen (een 35% betere score op de geheimschrifttest)

5. In klassen met planten en *weinig* PAR-licht (<15) zijn ook positieve effecten op de prestatie toetsen aangetoond, een bijna 10% betere score bij de taken en toetsen. In deze klassen is nog steeds de luchtzuiverende werking van de planten aanwezig. De afbraak van schadelijke gassen verloopt alleen trager.

6. Interviews met de leerkrachten leveren als belangrijke aandachtspunten:
   - Onderhoud c.q. watergeven van de planten in de klas
   - Hoeveelheid planten in relatie tot de beschikbare ruimte

   Hiervoor zijn slimme en technische oplossingen gewenst.

7. Er zijn geen nadelige effecten gevonden. Dat is een extra aanwijzing dat planten in klaslokalen een gunstig effect hebben op de beleving en de gezondheidstoestand van de leerlingen.

Communicatie

Vanuit plant in de klas is gedurende het onderzoek op verschillende manieren gecommuniceerd naar de verschillende doelgroepen.

Met de deelnemende basisscholen is meerdere malen contact geweest, over het moment van plaatsing van de planten, uitleg aan de kinderen omtrent de verzorging en functie van planten. Daarnaast zijn de kinderen daadwerkelijk rondgeleid op een bedrijf en bij veiling FloraHolland. Na de excursie hebben de leerlingen ook de lesbrief over planten in de klas ontvangen.

Door het organiseren van excursies naar teeltbedrijven van Air So Pure en naar FloraHolland, en het aanbieden van lesmateriaal aan de kinderen van de deelnemende scholen, is bij de kinderen een brede interesse opgewekt voor planten, maar ook voor de tuinbouw. Door het verzorgen van een eigen plant hebben de kinderen meer feeling gekregen met planten. Daarnaast hebben de kinderen ook meer kennis gekregen over de functie van planten in de klas, maar natuurlijk ook in andere ruimtes.

Naar de scholen die meedoen met het project Ga voor Gezond en de Gezonde school is via de betreffende nieuwsbrief en de site gecommuniceerd. Daarnaast heeft het project Plant in de klas zich ook nadrukkelijk gemeld bij overheidsinstanties die te maken hebben met scholen. Vanuit verschillende instanties is met belangstelling op het project gereageerd.

Tot slot zijn er natuurlijk ook persberichten en artikelen verschenen in de vakpers en dagbladen.

Na het afronden van het onderzoek start het tweede deel van het communicatietraject, namelijk het bekendmaken van de resultaten, naar de eerder genoemde doelgroepen. Verder zal ook nadrukkelijk contact gezocht worden met de consument.

Aanbevelingen

De belangrijkste conclusie uit het onderzoek is dat aanbevolen kan worden om planten in klaslokalen te plaatsen. Dit heeft een gunstig effect op de leerprestatie van leerlingen, met name de leerprestatie die gerelateerd is aan het nauwkeurig scannen en relateren van gegevens aan elkaar (geheimschrifttest). Ook zonder voldoende PAR-licht hebben planten dus een onafhankelijk effect op de leerprestatie.

Van belang is wel dat de PAR-licht condities voldoende zijn, omdat dit de groei van planten in positieve zin beïnvloedt, waardoor tevens de leerprestaties van leerlingen en de gezondheidsklachten verbeteren. Met andere woorden: planten hebben een gunstig effect, maar dat effect is aanzienlijk groter als ook de PAR-licht condities optimaal zijn.

In de klassen is het van belang zaken te verwijderen die lichttoetreding in de klas tegengaan.

Van belang is wel dat bij het plaatsen van planten in klaslokalen rekening wordt gehouden met het soort planten.

Verder is het van belang om bij het plaatsen van planten in klaslokalen niet alleen rekening te houden met het plaatsen van voldoende "groene massa", maar om de hoeveelheid groene massa af te stemmen op de inrichting van de klaslokalen.

Door de overvolle klaslokalen zijn waarschijnlijk verticale plantsystemen nodig, waarbij ook de watergift een bijzonder punt van aandacht is. Met een half-automatisch plantsysteem kan het onderhoud en het watergeven tot een minimum beperkt blijven en is ook het probleem van het onderhoud tijdens de vakanties opgelost.

6. Geraadpleegde literatuur

Fjeld T, Veiersted B, Sandvik L, Riise G, Levy F (1998). The Effect of Indoor Foliage Plants on Health and Discomfort Symptoms Among Office Workers. Indoors + Built Environment 7:204-206.

Fjeld T (2002). The effect of plants and artificial day-light on the well-being and health of office workers, school children and health care personnel. Seminar report: Reducing health complaints at work. Plants for people, Int. Hortucultural Exhibition, Floriade 2002, The Netherlands.

Gids WF de, Oel CJ van, Phaff JC & A Kalkman (2007). Het effect van ventilatie op de cognitieve prestaties van leerlingen op een basisschool. Delft, TNO Bouw en Ondergrond.

Klein Hesselink J, Loomans M, Groot E de, Kremer A (2006). Fysiologische en psychische en gezondheidseffecten van planten in de werksituatie op de gezondheid en het welbevinden van werknemers. Literatuurstudie. Hoofddorp: TNO Kwaliteit van Leven. (21573 / 018.10311)

Klein Hesselink J, Bergen S van, Cornelissen E, Duijn B van, Hoof M van & Geuskens G (2009). Onderzoek Met planten aan het werk: eindrapportage. Hoofddorp, TNO Kwaliteit van Leven.

Lee L de & Volder I de (2009). Bevraging van het welbevinden bij leerlingen in het basisonderwijs: afstudeer scriptie. Antwerpen, Universiteit Antwerpen, Instituut voor Onderwijs- en Informatiewetenschappen.