

**Literatuurstudie scholen en kindercentra -
Binnenmilieu, gezondheid en leerprestaties**

Samenvatting en aanbevelingen

Onderzoeksinstituut OTB

Bezoek
Jaffalaan 9
2628 BX Delft
Correspondentie
Postbus 5030
2600 GA Delft

www.otb.tudelft.nl

Het binnenmilieu van scholen en kindercentra staat op dit moment volop in de belangstelling. Onderzoeksinstituut OTB heeft in opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer onderzocht wat er in de literatuur bekend is over de problemen omtrent het binnenmilieu van scholen en kindercentra. Naar aanleiding van de bevindingen in dit onderzoek zijn er aanbevelingen opgesteld om het binnenmilieu te verbeteren.

Deze notitie omvat de samenvatting en de aanbevelingen, die horen bij het project "Literatuurstudie scholen en kindercentra – Binnenmilieu, gezondheid en leerprestaties". Dit project is door Onderzoeksinstituut OTB uitgevoerd voor de Directie Stoffen, Afvalstoffen, Straling, Afdeling Stoffen en Normstelling van het ministerie.

De samenvatting en de aanbevelingen dienen beschouwd te worden in het licht van het bovengenoemde project. De aanbevelingen vallen echter onder de verantwoordelijkheid van Onderzoeksinstituut OTB.

Delft, 18 juni 2007

Dr. A. Meijer
Dr. Ir. E. Hasselaar
Ing. C.A.M. Snepvangers

Samenvatting

Algemene aanpak

In deze literatuurstudie is de huidige literatuur over de relaties tussen binnenmilieu, gezondheid en leerprestaties voor Nederlandse scholen en kindercentra bestudeerd. Er is gekeken naar zowel de huidige stand van zaken wat betreft het binnenmilieu op scholen en kindercentra, als naar de effecten van het binnenmilieu op de gezondheid en leerprestaties. De parameters van het binnenmilieu die in deze literatuurstudie zijn onderzocht, zijn: chemische en biologische verontreiniging, CO₂-concentraties, thermisch comfort, geluid en verlichting.

Naast Nederlandse literatuurbronnen zoals diverse GGD-rapporten is ook de buitenlandse literatuur, zoals het tijdschrift *Indoor Air*, doorzocht. Ook literatuurbronnen die door enkele deskundigen op het gebied van gezondheid en binnenmilieu vaak worden gebruikt, zijn doorzocht.

Om de stroom van informatie goed te kunnen verwerken, is er een selectie- en ordeningsmethode toegepast. Een algemene zoektocht leverde na een eerste screening 950 literatuurbronnen op. Uit analyse van het wetenschappelijk niveau van de gevonden literatuurbronnen over het binnenmilieu van scholen en kindercentra, waarbij aansluiting is gezocht bij een studie naar het binnenmilieu van woningen van Thomson et al., bleek uiteindelijk dat slechts 3 studies over scholen en 1 studie over kindercentra voldoen aan de hoogste wetenschappelijke standaard. Daarom zijn ook de studies met gegevensverzameling in scholen en kindercentra meegenomen. Nadere bestudering van deze bronnen leverde op dat deze op het punt van het meten van de binnenmilieu-parameters zwakheden vertonen en daarom op grond van zuiver wetenschappelijke criteria minder overtuigend zijn. Het bleek noodzakelijk vanwege het geringe aantal wetenschappelijke studies om ook niet-wetenschappelijke literatuurbronnen in de studie te betrekken. Deze bronnen kunnen worden beschouwd als een signaal voor de kwaliteit van het binnenmilieu.

Omdat er nauwelijks onderzoeken zijn die de gehele keten van bron via emissie en blootstelling tot effect beschrijven, is gebruik gemaakt van deelonderzoeken die een enkele trede in de 'ladder' van relaties beschrijven. Door onderzoeksgegevens over deelaspecten in een totaalkader te plaatsen, zijn alsnog uitspraken mogelijk over verwachte effecten, die (nog) niet specifiek zijn onderzocht. Om deze deelaspecten in de juiste context te plaatsen, is het relatiemodel SC[®]EAM-P van de Technische Universiteit Delft gebruikt. Dit raamwerk maakt onderscheid tussen de volgende aspecten: bronnen, condities en concentraties, risicoscore, blootstelling en effecten, acties, monitoring en preventie.

Resultaten onderzoek voor scholen

Er zijn 3 onderzoeken gevonden die voldoen aan de hoogste wetenschappelijk standaard en met uitspraken die van toepassing zijn op de Nederlandse situatie: Van Dijken (2005), Van Buggenum (2002) en De Gids et al. (2006). Daarnaast zijn 39 studies met gegevensverzameling in scholen en 52 niet-wetenschappelijke literatuurbronnen over scholen gevonden die kunnen worden beschouwd als een signaal voor een slecht binnenmilieu.

Kinderen zijn zelf een belangrijke bron van ziektekiemen, allergenen, geurstoffen, fijn stof en andere verontreinigingen. Het grote aantal personen per kubieke meter lucht en de vaak gebrekkige ventilatie zorgen ervoor dat het binnenmilieu in lokalen ongunstig beïnvloed wordt. De meest essentiële factor voor een goed binnenmilieu is adequate ventilatie tijdens en buiten gebruik van de gebouwen. De CO₂-concentratie in scholen is vaak en gedurende langere perioden hoger dan de toetswaarde van 1200 ppm die wordt gehanteerd bij het opstellen van de ventilatie-eisen. Het gevolg van onvoldoende ventilatie is onder meer dat de bio-effluenten van aanwezige personen minder goed afgevoerd kunnen worden dan gewenst is. De relatie tussen CO₂-concentraties en gezondheidseffecten toont aan dat CO₂-concentraties bruikbaar zijn als indicator voor de kwaliteit van het binnenmilieu in scholen wat betreft emissies van humane bronnen. CO₂-concentraties zijn alleen een goede indicator van het ventilatievolume in geval van intensief gebruik van de ruimte. Er is relatief weinig onderzoek gedaan naar de andere parameters van het binnenmilieu, zoals vluchtige organische stoffen (VOS), schimmels, bacteriën, licht en geluid. Er is wel gevonden dat de binnentemperaturen op scholen vaak (veel) hoger zijn dan wenselijk geacht wordt.

Een slecht binnenmilieu kan leiden tot gezondheidsklachten of slechtere leerprestaties. Er treden omgevingsgerelateerde gezondheidsklachten op, maar er is nauwelijks iets bekend over de relatie tussen het binnenmilieu en gezondheid. Er kan echter niet zonder meer gesteld worden dat de gezondheidsklachten altijd rechtstreeks veroorzaakt worden door het binnenmilieu op scholen, omdat kinderen die thuis luchtwegproblemen hebben, deze klachten ook op school hebben. Omdat ventilatie het meest prominente probleem is, wordt de nadruk gelegd op ventilatie en ontbreekt daarom inzicht in de potentiële effecten van andere kenmerken op de gezondheid of leerprestaties. Er zijn duidelijke indicaties gevonden dat beter ventileren onder praktijkomstandigheden effect heeft op het verbeteren van leerprestaties. De effecten van temperatuur, geluid, licht, akoestiek en spraakverstaanbaarheid zijn nauwelijks onderzocht.

Er lijkt een relatie te zijn tussen perceptie (klachten over het binnenmilieu) en het verblijf op school, die wijst op gezondheidseffecten. Deze relatie wordt echter indirect gemeten. In enkele onderzoeken waarin dit onderzocht is, zijn de conclusies ten aanzien van de directe relatie tussen gezondheidseffecten en het binnenmilieu op school voorzichtig geformuleerd. Diverse andere onderzoeken tonen verhoogde concentraties van vervuilende stoffen, overschrijdingen van CO₂-concentraties en temperatuuroverschrijdingen aan en concluderen dat het binnenmilieu slecht is, echter zonder de gezondheidsaspecten zelf direct te onderzoeken.

Het verbeteren van het binnenmilieu door het verminderen van het aantal kinderen per lokaal, het dragen van kleding die alleen op school wordt gedragen en intensieve schoonmaak zijn effectief gebleken.

Alle gebruikte literatuur blijkt het complete SC[®]EAM-P-raamwerk te beslaan. In 90% van de literatuur komen condities en concentraties aan bod. In 50% van de literatuur is ook het effect van de blootstelling bekeken, hoewel dit vaak beperkt is tot klachtenpatronen of zelfgerapporteerde percepties van kwaliteit. Ondervertegenwoordigd zijn onderzoeken waarin bronnen of de risicoscore wordt beschouwd. Een beperkt aantal acties is uitvoerig beschreven. Monitoring en preventie zijn nog nauwelijks tot het veld van scholen en kindercentra doorgedrongen.

Ondanks de gebleken complexiteit van het binnenmilieu komt er een algemeen beeld uit de literatuur naar voren dat de luchtkwaliteit op scholen door een gebrekkige ventilatie slecht is en dat dit kan leiden tot een toename van de gezondheidsklachten. Deze uitspraken worden echter slecht onderbouwd, maar anderzijds ook door geen enkele deskundige tegengesproken. De literatuurbronnen die in deze literatuurstudie zijn gevonden bevestigen het beeld van de huidige bezorgdheid over het binnenmilieu in scholen.

Resultaten onderzoek voor kindercentra

Er is slechts 1 onderzoek gevonden dat voldoet aan de hoogste wetenschappelijk standaard en met uitspraken die van toepassing zijn op de Nederlandse situatie, namelijk dat van Gea Meijer (1999). Daarnaast zijn 12 studies met gegevensverzameling in kindercentra en 12 niet-wetenschappelijke literatuurbronnen over kindercentra gevonden die kunnen worden beschouwd als een signaal voor een slecht binnenmilieu.

Bij onderzoeken naar het binnenmilieu in kindercentra in Nederland ligt het accent op het functioneren en het gebruik van de ventilatievoorzieningen, met de CO₂-concentratie als indicator. Uit de onderzoeken van de GGD'en en anderen blijkt dat de CO₂-concentraties in een (groot) deel van de gebouwen van kindercentra en dan met name in de slaapvertrekken van de kinderen (veel) hoger zijn dan de toetswaarden van 1200 ppm die door GGD'en gehanteerd worden. Dit wordt veroorzaakt door een slecht gebruik van de ventilatievoorzieningen vanwege comfortproblemen (tocht en geluid). Het gebruik van de CO₂-concentratie als indicator voor het beoordelen van het binnenmilieu in kindercentra is echter riskant, omdat andere vervuilingbronnen, met name bronnen van geuren en fijn stof, dominant kunnen zijn.

In enkele onderzoeken zijn hoge concentraties van vluchtige organische verbindingen, fijn stof en biologische agentia aangetroffen. Uit enkele onderzoeken blijkt dat de fijn stofconcentratie stijgt bij het spelen met kussens, knuffels of dekens. Dit geldt ook voor het spelen op zachte vloerbedekking. Knuffels blijken relatief veel allergenen te bevatten. Door de kleding worden huisdierallergeen meegenomen naar het kindercentra.

In kindercentra wordt de aanwezigheid in de lucht van ziektekiemen, allergenen, geurstoffen, fijn stof en andere verontreinigingen gezien als een gezondheidsrisico. Betrouwbaar onderzoeksmateriaal over gezondheidseffecten of invloeden op de ontwikkeling van een kind ten gevolge van binnenmilieufactoren ontbreekt. Gezondheidseffecten bij kinderen in kinderdagverblijven zijn niet onderzocht in relatie met astmatische klachten.

Er is een beperkt aantal epidemiologische studies beschikbaar over infecties die waarschijnlijk thuis en in kindercentra zijn opgelopen. Er kan een relatie gelegd worden tussen enerzijds de groepsgrootte en -indeling en bezettingsgraad en anderzijds de overdracht van besmettelijke kinderziekten. Er wordt hierbij echter geen relatie gelegd met het binnenmilieu.

In de Nederlandse literatuur wordt vooral aandacht gegeven aan het meten van concentraties en het beoordelen van condities. De link met bronnen van verontreiniging wordt in kindercentra beter gelegd dan in scholen. Van de effecten op de gezondheid worden alleen luchtwegklachten, astma en infectieziekten gemeten. Niet het hele raamwerk van SC[®]EAM-P kan daarom voor kindercentra voldoende worden beschreven.

Ondanks het kleine aantal gevonden literatuurbronnen over kindercentra kan worden gesteld dat er veel problemen zijn, variërend in ernst, met het binnenmilieu in kindercentra, met name wat betreft de ventilatie en het thermisch comfort. Hoewel deze conclusies matig tot slecht worden onderbouwd, worden de problemen door vrijwel geen deskundige ontkend. De literatuurbronnen die in deze literatuurstudie zijn gevonden bevestigen het beeld van de huidige bezorgdheid over het binnenmilieu in kindercentra.

Aanbevelingen voor scholen en kindercentra

Ondanks dat in de gevonden literatuurbronnen weinig tot geen aanbevelingen worden gegeven om het binnenmilieu op scholen en kindercentra te verbeteren, kunnen er op basis van *expert judgement* aan de hand van de aangetroffen problemen en de oorzaken ervan toch enkele aanbevelingen worden gedaan.

De kwaliteit van het binnenmilieu is sterk gerelateerd aan het functioneren van de ventilatievoorzieningen. Omdat de ventilatie vaak onder de maat is, is daar de eerste winst te behalen. De aandacht zou zich daar dan ook in eerste instantie op moeten richten. Daarnaast behoeven de andere parameters van het binnenmilieu, zoals thermisch comfort, geluid en verlichting, ook aandacht, omdat deze ook kunnen leiden tot gezondheidsklachten en problemen met de leerprestaties. Tenslotte wordt aanbevolen om in de toekomst verder onderzoek naar de problemen rond het binnenmilieu uit te voeren om de hiaten in de kennis op te vullen.

Praktijk

1. De ventilatie kan verbeterd worden door:

- De eisen voor de ventilatiecapaciteit meer persoonsafhankelijk te maken boven eisen die zijn gerelateerd aan gemiddelden van ventilatieklassen of bezettingsgraadklassen, aangezien daarin altijd een fluctuatie aanwezig is;
- In het gebruik niet meer leerlingen toe te staan dan is aangegeven in de bezettingsgraadklassen zoals opgegeven bij de bouwvergunning;
- het verbeteren van de kwaliteit van de ventilatievoorzieningen, zodat er bij gebruik geen overlast ontstaat door bijvoorbeeld tocht, installatiegeluid of geluid van buiten. Ook dienen de voorzieningen bestand te zijn tegen vernieling en geen extra risico te geven ten aanzien van brandstichting of inbraak;
- het verbeteren van de gebruiksvriendelijkheid, bediening en zicht op het effect, zodat correct gebruik en onderhoud van de voorzieningen over een langere periode gestimuleerd wordt;
- het zorgen voor extra ventilatievoorzieningen per ruimte (bijvoorbeeld dwarsventilatie of verbeterde afvoermogelijkheden), zodat naast de basisventilatie er extra geventileerd kan worden indien daar behoefte aan is.
- Op korte termijn kan voor gebouwen met een natuurlijke luchttoevoer het binnenmilieu worden verbeterd door het mogelijk maken of het verbeteren van dwarsventilatie. Hierbij wordt opgemerkt dat dwarsventilatie gezien moet worden als een tijdelijke maatregel, omdat bij voldoende ventilatie het tochtprobleem in de winterperiode een grotere rol gaat spelen. Op termijn zal daarom een voorziening voor voorverwarmde verse lucht onvermijdelijk kunnen zijn.

2. Bij de materiaalkeuze voor gebouwfwerking, inrichting en gebruiksmaterialen dient te worden gelet op relatief grote emissies van schadelijke stoffen uit deze materialen.

3. Bij hoge geluidsniveaus buiten, zoals verkeerslawaaï en lawaaï van industriële bronnen, dient er geluidsisolatie te worden aangebracht om hinder van dit geluid te voorkomen. Ook dient te worden voorkomen dat maatregelen voor ventilatie leiden

tot geluidsoverlast of dat het ventilatiesysteem teveel lawaai van buiten naar binnen overbrengt.

4. Op het gebied van licht en oververhitting kunnen maatregelen worden genomen die overmatig inval van zonlicht in de zomer voorkomen, zoals het aanbrengen van buitenzonwering die ook buiten schooltijd te gebruiken is en voldoende nachtventilatie in de zomer.
5. Op korte termijn kan het gebruik van de ventilatievoorzieningen verbeterd worden door voorlichting en lespakketten in combinatie met de inzet van de CO₂-signaal meters om goed gedrag te stimuleren. Ook voorlichting over thermisch comfort, zoals over het gebruik van voorzieningen als zonwering en nachtventilatie, kan hierbij aan de orde komen. Dit kan weliswaar leiden tot een verbetering van het binnenmilieu, maar is meestal niet voldoende om de problemen helemaal op te lossen.

Vervolgonderzoek

6. De reinheid van scholen en kindercentra laat volgens veel inspecteurs en onderzoekers te wensen over, met name in toiletten. Nader onderzoek naar de gezondheidseffecten hiervan en directe actie gericht op vernieuwen van afwerklagen en inrichting, gericht op grotere reinheid, wordt wenselijk geacht.
7. Op de langere termijn zijn vervolgonderzoeken aan te bevelen, om de fundamentele kennis over de invloeden van het binnenmilieu op de ontwikkeling van kinderen beter te leren begrijpen. Deze onderzoeken kunnen betere indicatoren opleveren, die weer vertaald kunnen worden in ontwerpaanbevelingen en beheers- of verbetermaatregelen voor scholen en kindercentra.
8. Er dient meer onderzoek te worden uitgevoerd naar de condities en gezondheidseffecten van temperatuur, geluid, licht, akoestiek en spraakverstaanbaarheid in scholen en kindercentra met een goede ventilatie. Deze aspecten blijven vaak onderbelicht wanneer de luchtkwaliteit voldoende wordt geacht.