

BBA www.binnenmilieu.nl

Stelling 2:

Het binnenmilieu in onderwijsgebouwen is vaak slecht...

BBA www.binnenmilieu.nl

Hygiëne scholen laat te wensen over
Onvoldoende ventilatie op basisscholen
Klaslokaal vaak benauwd en muff
slechte ventilatie op basisscholen

UITZENDINGEN/ 15 MEI 2006
 Dagelijks 20.000 leerlingen ziek door slechte lucht

TROS Slecht binnenklimaat scholen [21-11-2005]

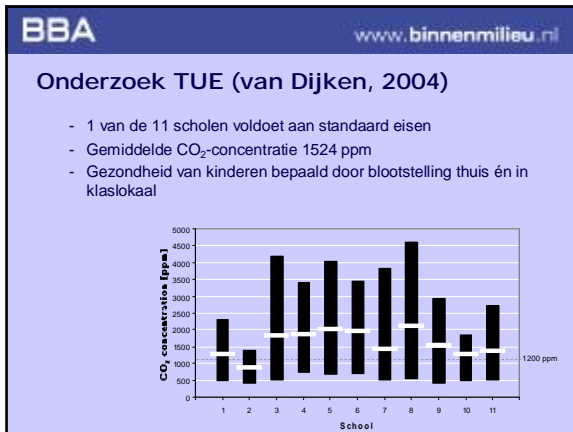
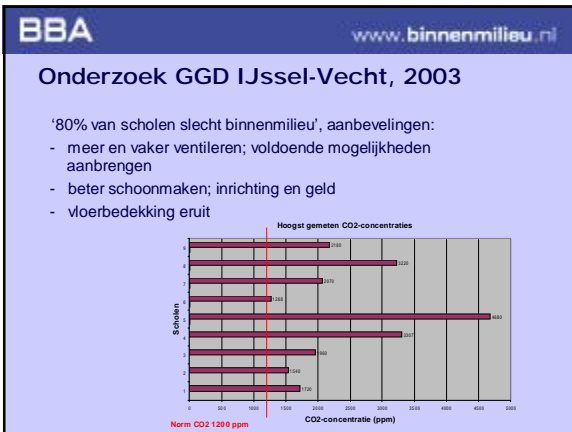
BBA www.binnenmilieu.nl

Literatuuronderzoek BBA (ioV SenterNovem)

Binnenmilieu in Nederlandse scholen

- 34 veldonderzoeken (29 x PO en 5 x VO), mn. luchtkwaliteit en thermisch comfort
- CO₂-concentratie > 1200 ppm in meer dan 80% schoolgebouwen
- Oververhitting in voor-/najaar en zomer
- Kou- en tochtklachten in winter

(op dit moment 'vervolg onderzoek' LBP in opdracht van VROM)



BBA www.binnenmilieu.nl


Overall-inventarisatie (basis)scholen

Binnenmilieu-aspect	Percentage scholen dat niet voldoet
CO ₂ -concentratie > 1200 ppm	80%
Stof-concentratie >> buitenlucht conc.	35%
Schimmelconcentratie >> buitenlucht conc.	20%
Temperatuur zomer > 26 °C	45%
Temperatuur winter < 20 °C	20%
Luchtsnelheden winter > 0,15 m/s	50%
Verlichtingssterkte < 300 lux	15%

Bron: schatting BBA op basis van eigen onderzoek en studies derden

BBA www.binnenmilieu.nl

Stelling 3: De gevolgen van een slecht binnenmilieu zijn ernstig...



BBA www.binnenmilieu.nl


Soorten effecten

Direct:

- discomfort bv. geurhinder
- hoofdpijn, vermoeidheid en sufheid
- slijmvliesirritaties
- overdracht infectieziekten

Resultierend in:

- 'schoolzieke' leerlingen + ziekteverzuim leraren
- slechtere leerprestaties + lagere 'productiviteit' leraren
- extra exploitatie kosten + personele kosten



TNO onderzoek ventilatie & leerprestaties

- Projectleider: ir. Wil de Gids, TNO Bouw & Ondergrond
- Doel (deel)onderzoek: vergelijking leerprestaties in lokaal met goed ventilatiesysteem (CO₂ gestuurd) versus lokaal met 'standaard' ventilatievoorzieningen
- Opdracht van VROM (Programma Milieu & Gezondheid)
- Opzet onderzoek:
 - 2 naast elkaar liggende lokalen
 - 2 vrijwel identieke lesgroepen
 - 1 lokaal met CO₂ geregelde ventilatie (CO₂ conc. < ca. 1000 ppm)
 - 1 lokaal met 'traditioneel' systeem (CO₂ conc. < ca. 2000 ppm)



Onderzoeksopzet

Uitvoering toets:

- tijdens eerste en laatste lesuur
- toets opvolgende dag herhaald met verwisseling van groepen inclusief docent

Deeltoetsen, o.a.:

- Taalttest (haal per zin fouten eruit)
- Letterrekenen *



Letterrekenen

- Letterrekenen

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


Welke naam kan je voor de puntjes invullen???

Voorbeeld:

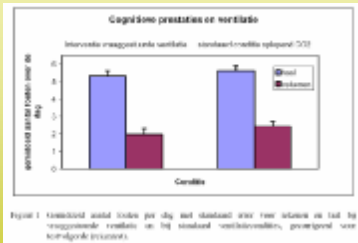
$$\begin{array}{r} \text{ada} \\ \dots \\ \hline 392 \end{array} + \begin{array}{r} \text{ada} \\ \text{bea} \\ \hline 392 \end{array} +$$

Het antwoord is dus de naam **bea**

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

$$\begin{array}{r} \text{eef} \\ \dots \\ \hline 305 \end{array} + \begin{array}{r} 155 \\ \text{ad} \\ \hline \dots \end{array} + \begin{array}{r} 365 \\ \text{bea} \\ \hline \dots \end{array} + \begin{array}{r} \text{age} \\ \dots \\ \hline 300 \end{array} + \begin{array}{r} \dots \\ \dots \\ \hline \dots \end{array}$$


Resultaten & conclusies



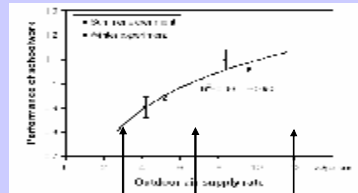
Figuur 1. Kennisniveau aantal fouten per vraagstuk onder twee situaties en het bij voorgenoemde resultaten in bij standaard ventilatiecondities, gevestigd voor kennisniveau (prestaties).

- Conclusie: leerlingen presteren beter op taal- en rekenoetsen bij vraaggestuurde ventilatie dan bij standaard ventilatiecondities (met hoge CO₂-concentraties);



Buitenlands onderzoek Leerprestaties

- Verdubbelen van ventilatievoud verbetert de leerprestaties met 15%

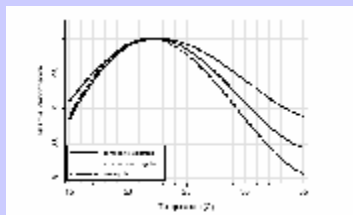


- = Standaard ventilatie hoeveelheid in (oudere) klaslokalen
- = Standaardis Bouw-besluit (nieuw scholen)
- = Gewenste hoeveelheid in een leerprestatie bevorderend klaslokaal

Bron: Wargocki et al., 2005

Invloed temperatuur

- Niet goed onderzocht in scholen, wel in kantoor situaties:
- Prestatie maximaal bij 21,5 °C. Boven 25 °C neemt prestatie toe met 2% per °C (Seppänen en Fisk, 2005)



Bron: Seppänen en Fisk, 2005

Stelling 4:
Met relatief simpele maatregelen zijn veel problemen op te lossen



Oorzaken geur/lucht problemen

- **Gebruik & inrichting**
 - Veel mensen/m² (geurstoffen, CO₂, vocht, ...)
 - Veel luchtbelastende activiteiten (lijm etc)
 - Apparatuur, printers e.d. in lokalen
 - Gebruik textiele vloerbedekking, open kasten
- **Onderhoud**
 - Matige schoonmaak
 - Hygienisch onderhoud (ventilatiesysteem)
- **Ontwerp**
 - Onvoldoende verdiepingshoogte
 - Onbruikbare (of geen) te openen ramen
 - Ontbreken basistoever (gevelroosters, mech.)
 - Ontbreken afzuiging direct in lokaal



Voorbeeld maatregelen
BESTAANDE BOUW

BBA www.binnenmilieu.nl


Zijschot



Foto: GGD Helmond

BBA www.binnenmilieu.nl

CO₂-indicator



BBA www.binnenmilieu.nl

Maar:
Soms zijn meer ingrijpende
maatregelen nodig bij renovaties



BBA www.binnenmilieu.nl

Bestaande gevelrooster gereviseerd




BBA www.binnenmilieu.nl

Afvoer verbeterd middels nieuw afzuigsysteem



BBA www.binnenmilieu.nl

En CO₂ indicator met instructie ...



BBA www.binnenmilieu.nl

Maatregelen NIEUWBOUW



BBA

Je kunt pas over maatregelen praten als het ontwerp-doel duidelijk is!



BBA

3 niveaus binnenmilieu-ambitie

	A Zeer goed 8,5	KLASSE B Goed 7,0	C Acceptabel 5,5
Thermisch klimaat: Algemeen	aangenaam, de leerprestaties bevorderend, binnenklimaat	redelijk aangenaam binnenklimaat	redelijk binnenklimaat
Discomfort	percentage ontevreden t.g.v. thermisch binnenklimaat max. 10%	percentage ontevreden t.g.v. thermisch binnenklimaat max. 20%	percentage ontevreden t.g.v. thermisch binnenklimaat max. 30%
Luchtkwaliteit: Algemeen	aangename, de leerprestaties bevorderende, luchtkwaliteit; verlaagd risico op overdracht infectieziekten (via lucht)	redelijk aangename luchtkwaliteit, nauwelijks negatief effect op leerprestatie	redelijke luchtkwaliteit, licht negatief effect op leerprestatie
Geurhinder	percentage ontevreden t.g.v. geurhinder (bij binnenkomst) maximaal 10%	Percentage ontevreden t.g.v. geurhinder maximaal 20%	percentage ontevreden t.g.v. geurhinder maximaal 30%

Bron: TVVL Voorstudie, 2004

BBA

Binnenmilieu prestatie-eisen in 3 klassen

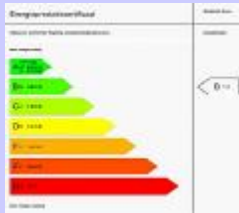
	A Zeer goed 8,5	KLASSE B Goed 7	C Acceptabel 5,5
Thermisch binnenklimaat			
1. Algemene behaagbaarheid / operationele temperatuur - winter	20-22 °C ¹⁾	20-22 °C ¹⁾	19-23 °C ¹⁾
Algemene behaagbaarheid / operationele temperatuur - zomer (uitgezonderd zomervakantie, en uitgezonderd dagen met T buiten > 30 °C)	23-25 °C	23-26,5 °C	22-28 °C
2. Tocht / luchtsnelheid - winter (bij gest. ramen)	< 0,13 m/s	< 0,16 m/s	< 0,19 m/s
Tocht / luchtsnelheid - zomer (bij gest. ramen)	< 0,16 m/s	< 0,20 m/s	< 0,23 m/s
3. Verticaal luchttemperatuurverschil / temperatuurgradient (verschil tussen luchttemperatuur op enkel- en hoofdhoogte)	< 2 K	< 3 K	< 4 K
4. Koude & warme voeten / vloer temperatuur	19-26 °C	19-26 °C	17-29 °C
Luchtkwaliteit			
1. Kooldioxide (CO ₂)-concentratie	< 800 ppm	< 1000 ppm	< 1200 ppm
2. Verse buitenlucht toevoer per persoon op klaslokaalniveau ²⁾	45 m ³ /h.p.p.	30 m ³ /h.p.p.	20 m ³ /h.p.p.
	12,6 l/s.p.p.	8,4 l/s.p.p.	5,6 l/s.p.p.
3. Verse buitenlucht toevoer per m ² vloeroppervlak op klaslokaalniveau (uitgaande van 1 pers. per 2 m ²)	22,5 m ³ /h/m ²	15 m ³ /h/m ²	10 m ³ /h/m ²
	6,3 l/s/m ² ³⁾	4,2 l/s/m ² ³⁾	2,8 l/s/m ² ³⁾
Ventilatievloed (bij 2,8 meter hoog plafond)	ca. 7,2	ca. 5	ca. 3,5
4. Spuiventilatie ⁴⁾	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen
	ja	nee	nee
5. Indirecte momentane luchtkwaliteit (CO ₂ detector) ⁵⁾			
Geluid			
Geluid t.g.v. buiten (binnen, bij gestoten ramen)	30 dB (A)	35 dB (A)	40 dB (A)
Installatiegeluid (in klaslokaal)	25 dB NPD	30 dB NPD	35 dB NPD

Bron: TVVL Voorstudie, 2004

BBA

BINNENMILIEU Prestatie LABEL (idee: TNO Bouw)

voorstel afgeleid van NEN-EN 15251



Thermal comfort summer	Thermal comfort winter	Indoor Air Quality	Noise	Light

BBA

Hoofdaandachtspunten ventilatie-systeem

- Zowel basisventilatiesysteem als voorziening spuiventilatie
- Capaciteit (verse luchttoevoer) – gegarandeerd conform BB
- Tocht - idem
- Installatiegeluid - maximaal 35 dB(A)
- Bedienbaarheid - logisch en simpel
- Schoonmaakbaarheid - roosters, kanalen, ventilatie-units
- Onderhoudsam
- Vandalisme bestendig

GEBRUIK GOED PVE! EN CONTROLEER BIJ OPLEVERING OF AAN EISEN VOLDAAN WORDT.
ER BESTAAN GEEN ALLE TYPEN VENTILATIESYSTEMEN

BBA

**Voorbeeld maatregel 1 –
Basisventilatie met zelfregelende toevoerroosters
hoog in de gevel**




Voorbeeld Gevers Deynoot school, Alusta rooster

BBA

**Voorbeeld maatregel 2 –
Basisventilatie met toevoer laag in de gevel al dan
niet achter radiatoren**




Leveranciers (bv.): Innosource, Gentle-Vent, Climarad

BBA

**Voorbeeld maatregel 3 –
Basisventilatie met hoge dan wel lage toevoer
(laatste is verdringingsventilatie)**





Illustratie's: BBA & TNO Bouw

BBA

Overige bouwtechnische maatregelen

- Lokalen voldoende groot en vooral voldoende hoog (3,5 m.!)
- Inrichtingsmaterialen emissiearm* en goed schoonmaakbaar
- Voldoende te openen ramen (ca. 6) met uitzet/kierstand-voorziening
- Detaillering inrichting op schoonmaakbaarheid (vloerbedekking, plinten ..)
- Droog gebouw, schimmelvrij, vrij van koudebruggen, voldoende thermische isolatie gevel, vloer en dak, extra isolatie b.g. vloer
- Thermostaatknoppen op verwarming, buiten bereik leerlingen
- Buitenzonwering (verplicht!), op alle zonbelaste gevels; bij voorkeur centraal en handmatig geregeld

EN VOORAL GEGARANDEERD ONDERHOUDS/SCHOONMAAK BUDGET!

BBA

Emissie-arme (geur-arme) materialen

'Zo goed als vrij van formaldehyde en ander vluchtige organische stoffen, carcinogenen, stof, ammonia, allergenen'

Voorbeelden van emissie-arm labels:

- M1 label Finland, zie www.rts.fi;
- Indoor Climate label Denemarken;
- GUT /TüV label Duitsland.






BBA www.binnenmilieu.nl

SAMENVATTEND:

Het binnenmilieu in scholen is vaak slecht

De gevolgen zijn ernstig (o.a. vermindering leerprestaties)

Met relatief simpele maatregelen zijn veel problemen op te lossen

Bij nieuwbouw verdient geur / luchtkwaliteit meer aandacht

MEER INFORMATIE INTERNET

www.frisse-scholen.nl

www.binnenmilieu.nl/abcdtool

www.isso.nl (i.v.m. publicatie scholen begin 2008)

www.epa.gov/iaq/schools