

Binnenmilieu, productiviteit en ziekteverzuim: de laatste inzichten



ir. Atze Boerstra

BBA

Binnenmilieu

Onderzoek en Advies

www.binnenmilieu.nl

Tel.: 010 – 244 70 25

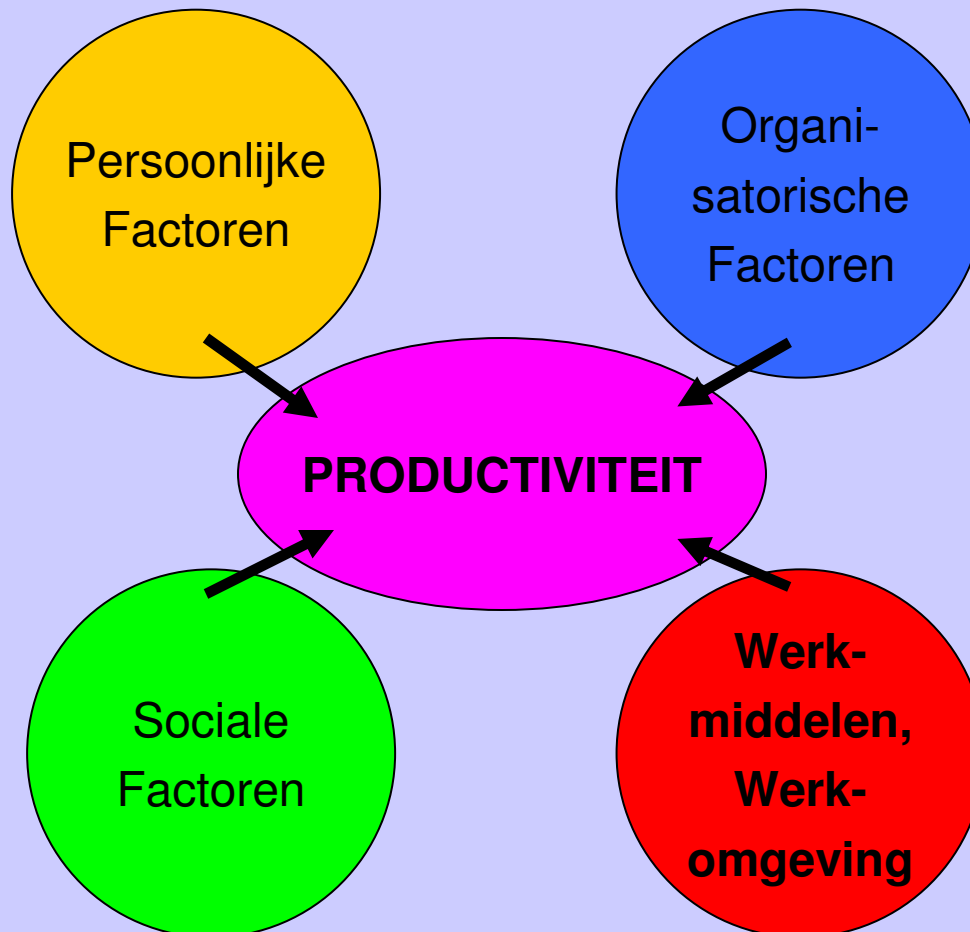
Intro

- Productiviteit in relatie tot binnenmilieu in kantoren
- Nadruk op thermisch binnenklimaat, luchtkwaliteit, geluid en licht
- Ziekteverzuim effecten worden meer summier behandeld dan productiviteit i.v.m. wat bekend is uit studies en het feit dat effect productiviteit groter is
- Productiviteit = 'output' per medewerker, per tijdseenheid gedeeld door 'input'

Factoren die de productiviteit beïnvloeden

- Persoonlijkheid
- 'Werkinstelling'
- Thuissituatie
-

- Welvaartsniveau
- Nationale 'werkinstelling'
- Lokale 'werkinstelling'
-



- Organisatiestructuur
- Bedrijfscultuur
- Wijze leidinggeven
- Relatie met collega's
- Beloning(structuur)
-

- Kwaliteit productiemiddelen (bv. PC)
- Ergonomie meubilair
- Ruimtegebruik
- **Thermisch Bikli**
- **Luchtkwaliteit**
- **Geluid / akoestiek**
- **Kunstlicht / daglicht**
- ...



Totaaleffect goed binnenmilieu

Onderzoekers	Soort onderzoek	Productiviteits-effect
Wilson & Hedge (1987)	veld, schatting medewerkers	12%
Raw (1990)	heranalyse meerdere studies, veld, schatting medewerkers	10 - 15%
Bergs (1998)	heranalyse meerdere studies veld + lab, diverse methoden	5 - 15%
Clements-Croome (2000)	heranalyse meerdere studies, veld + lab, objectieve meting output	10 - 15%
Seppanen (2001)	heranalyse meerdere studies, veld + lab, alleen effecten thermisch binnenklimaat & luchtkwaliteit	1.5 - 6 %
Leijten (2002)	heranalyse meerdere studies, veld + lab, totaaleffect bepaald d.m.v. optelling deel-effecten	10 - 15% (zonder correctie voor synergie effecten: 20 - 35%)

Schatting ziekteverzuim effecten: 1,5-2,5 % punt

Mogelijke verklaringen mechanisme

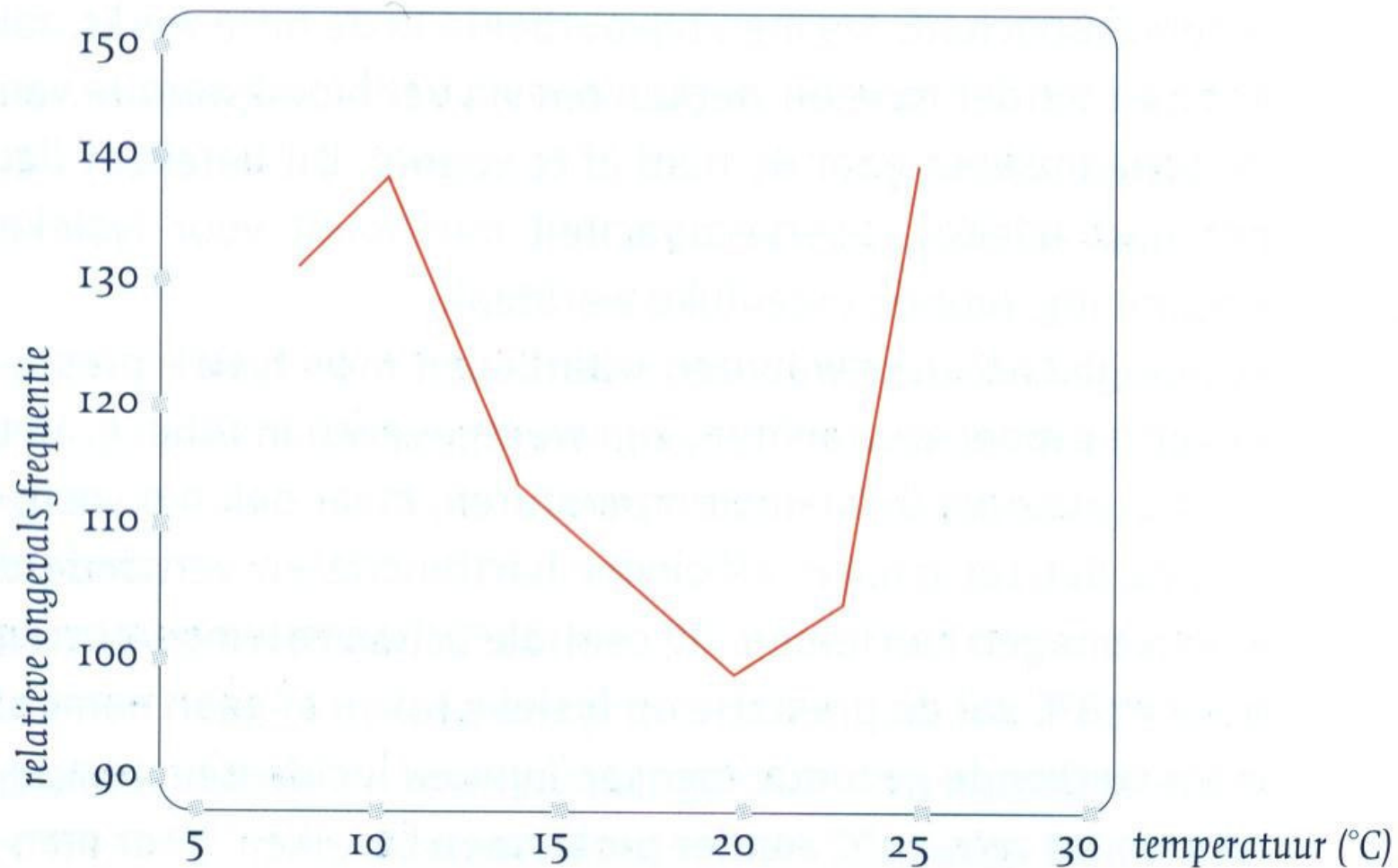
- ziek melden
- later komen, eerder naar huis gaan
- verlengde koffie, thee en lunch pauzes
- overdreven socialiseren
- meer vergissingen (= overdoen)
- meer ongelukken (= niet productieve werktijd)
- vertraging werktempo
- verloren tijd voor vergaderen over binnenmilieu, melden van klachten e.d.

Effecten deelaspecten

Bewezen negatief effect op productiviteit van:

- Te hoge temperatuur
- Onvoldoende mogelijkheid tot persoonlijke beïnvloeding temperatuur (en verse luchttoevoer)
- Te weinig verse luchttoevoer / hoge CO₂ concentratie
- Aanwezigheid verontreinigingsbronnen (bv. nieuwe PC's, verontreinigde vloerbedekking of ditto filters)
- Meerpersoonsruimten, meer dan 4 pers. per kamer
- Hoog achtergrondgeluidniveau
- Slechte akoestiek / veel galm
- Beperkte daglichttoetreding, inadequate verlichting, slechte beeldschermergonomie

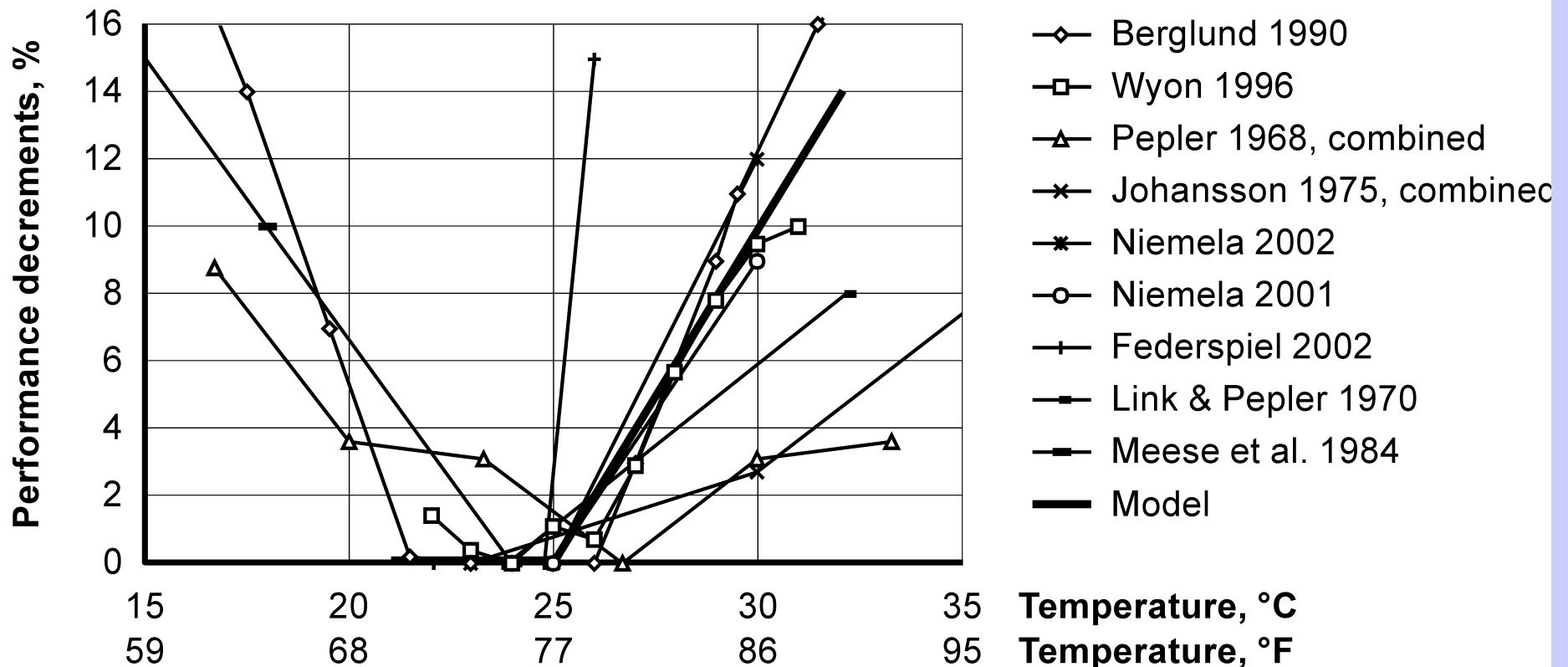
Relatie aantal ongevallen en temperatuur in Munitiefabriek



Effect temperatuur, laatste inzichten

Performance decrements vs. temperature

Bron: Seppänen, 2003



Effect te hoge temperatuur

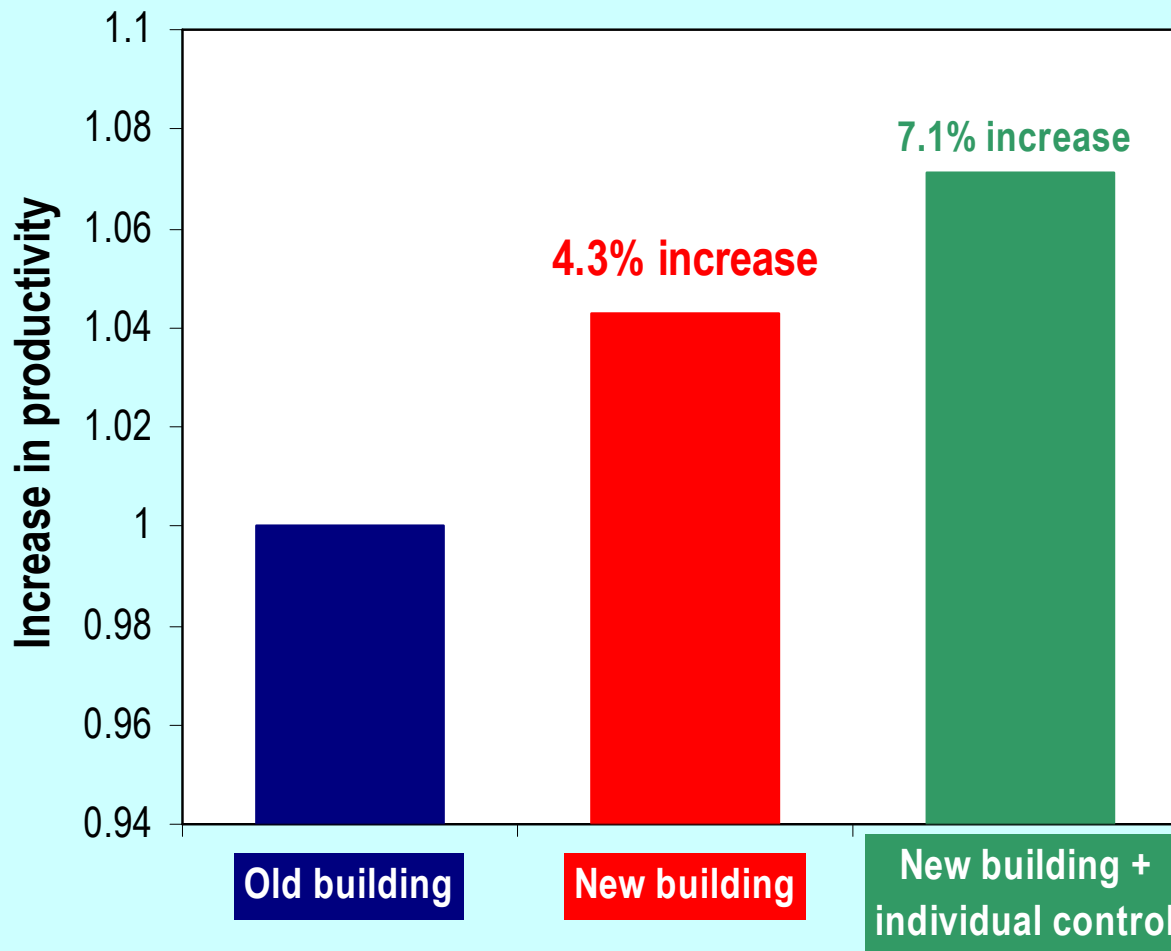
1. Pepler & Warner (1968): mentale arbeid in klimaatkamer zomerkleding: hoogste prod. bij 20°C (maar 'oncomfortabel koud') en laagste bij 27°C (maar 'max. comfortabel')
2. Hannula (2000): in werkvertrekken aan Noordgevel geklimatiseerd kantoorgebouw (gem. temp. 23,6 °C) productiviteit 2,8% hoger dan aan Zuidgevel (25,2 °C)
3. Wyon (2000):
 - administratief werk: vanaf ca. 23/24 °C neemt de productiviteit 7,5% af met elke °C stijging
 - mentale arbeid: 4% afname per °C stijging
 - lichamenlijk werk: bij elke °C stijging neemt productiviteit juist TOE ca. 1% (tot ca. 30 °C)

SAMENGEVAT:

- De productieve werkplek (administratief/mentaal werk) is *enigszins koel* (temp. iets onder neutrale temperatuur); boven 25 °C ca. 2% productiviteitsdaling per elke °C stijging is. Lichamenlijk werk is uitzondering!

Effect persoonlijke beïnvloeding temperatuur

Kroner and Stark-Martin (1992)



Met dank aan: Pawel Wargocki

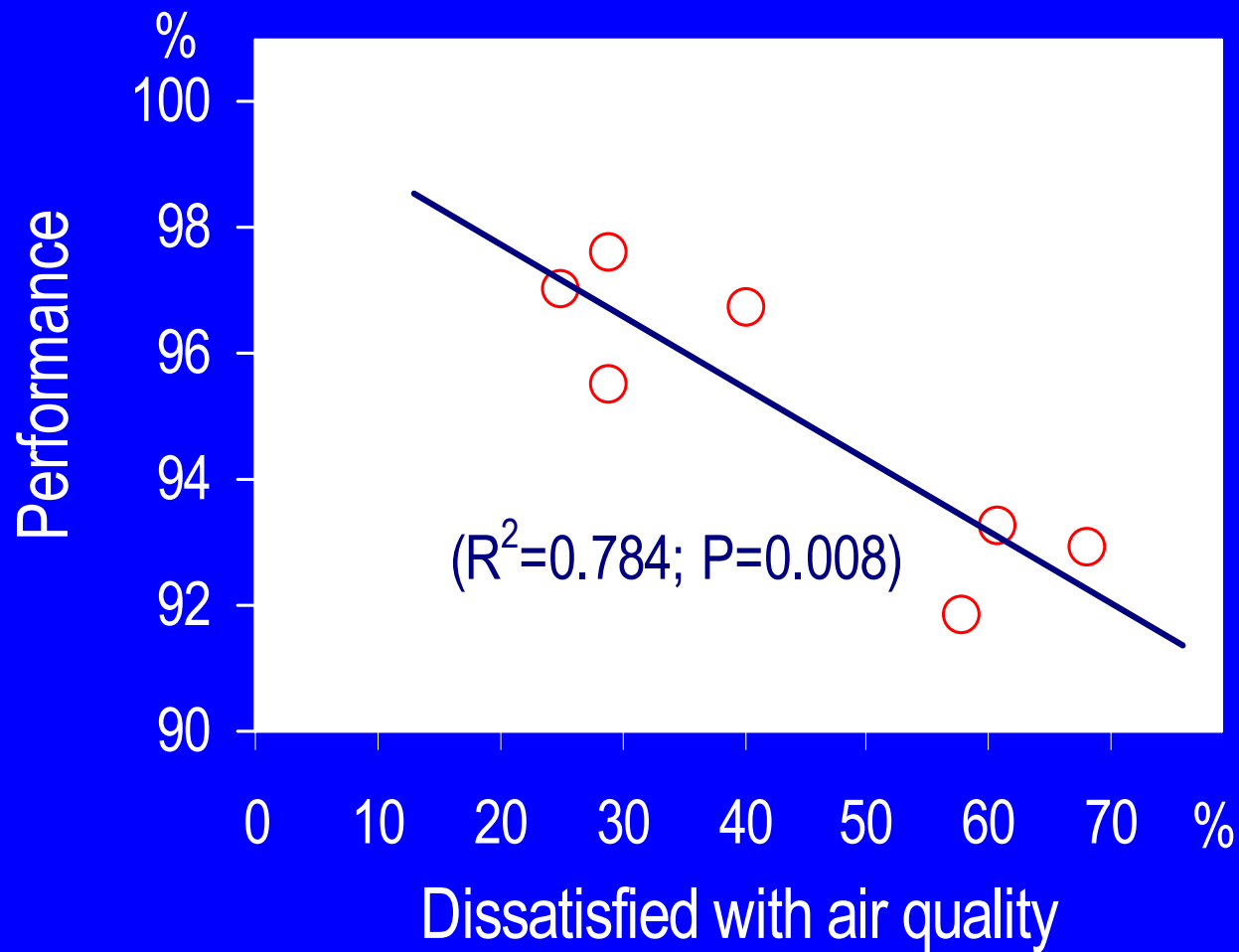
Persoonlijke beïnvloeding temperatuur

1. Preller et al (1990): te openen ramen + goede mogelijkheden pers. beinvl. temperatuur = minder SBS symptomen en 34% minder kortdurend verzuim
2. Kroner et al (2000): eigen console op bureau waarmee temperatuur, luchtsnelheid en verse luchttoevoer is in te stellen resulteert in productiviteitsverhoging van 12,5%
3. Clements-Croome (2000): pers. beinvl. met ± 3 °C geeft verhoging productiviteit met 5 - 15%; ook rond neutrale temperatuur verbetering (bv. bij typen 7%!)

SAMENGEVAT:

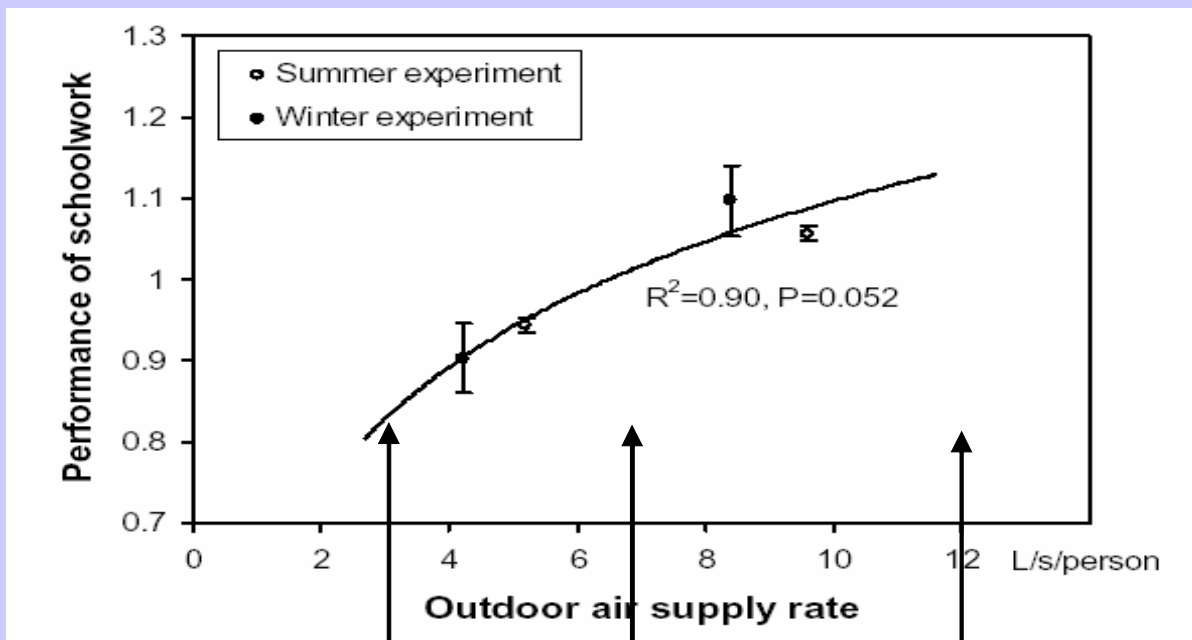
- Persoonlijke beïnvloeding temperatuur resulteert in verhoging van productiviteit met 3-10%, grootste effect indien ook luchtsnelheid en luchttoevoer is te beïnvloeden.

Effect hoeveelheid ventilatie



Uitkomsten leertoetsen in relatie tot CO₂ concentratie

- Verdubbelen van ventilatievoud verbetert de leerprestaties met 15%



= Standaard ventilatie hoeveelheid in (oudere) klaslokalen

= Standaardeis Bouw-besluit (nieuw scholen)

= Gewenste hoeveelheid in een leerprestatie bevorderend klaslokaal

Bron: Wargocki et al., 2005

Effect ventilatie & luchtkwaliteit

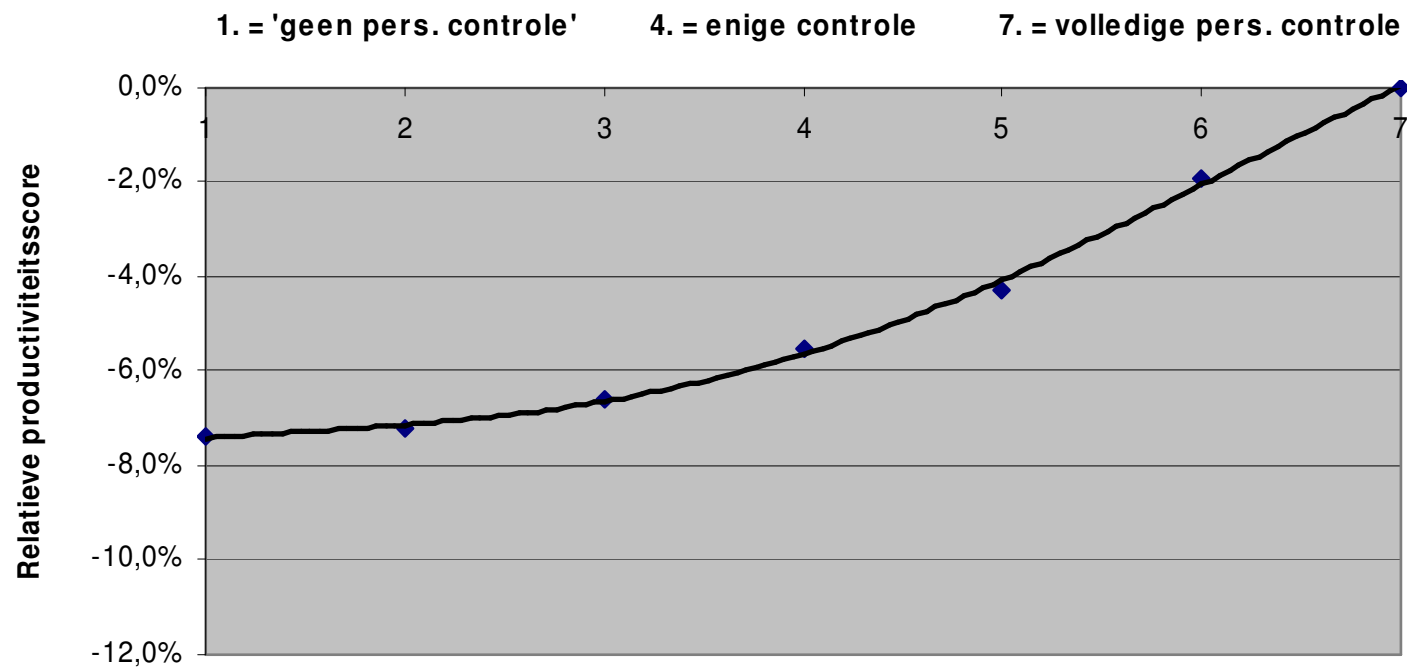
1. Wargocki (2001): verdubbeling verse luchttoevoer = 1,8% toename productiviteit; verwijdering verontreinigd tapijt of verontreinigde filters (6 mnd) uit lbk geeft aantoonbare verhoging
2. Bako-Biro et al (2002): chemische emissies nieuwe PC's geven verlaging aantal aanslagen / min.
3. Milton et al (2000): verhoging verse luchttoevoer van 12 naar 24 l/s/pp geeft 35% (!) minder kortdurend verzuim

SAMENGEVAT:

- Verhoging verse luchttoevoer en verwijderen verontreinigingsbronnen geeft verhoging productiviteit, verbetering concentratievermogen en lager ziekteverzuim

Invloed persoonlijke beïnvloeding ventilatie (wel/geen te openen raam e.d.)

Invloed ervaren **CONTROLE** over de **VENTILATIE** op relatieve productiviteitsscore
(*'self reported productivity'*) (bron: Raw, 1990)



Effect geluid & akoestiek

1. Wilson (1993): vermindering galm, aanbrengen akoestisch absorberend materiaal in typekamer leidt tot verhoging productiviteit met 29%
2. Weinstein (?): bij correctie van tekst met spelfouten en grammaticale fouten minder fouten gevonden in rumoerige omgeving (55-70 dB) dan bij stilte (35 dB)*
3. Clements Croome (2000): In kamerkantoren (max. 3 a 4 personen / kamer) is de productiviteit 2 tot 4% hoger dan in groepsruimten / kantoortuinen

Effect kunstlicht, daglicht & uitzicht

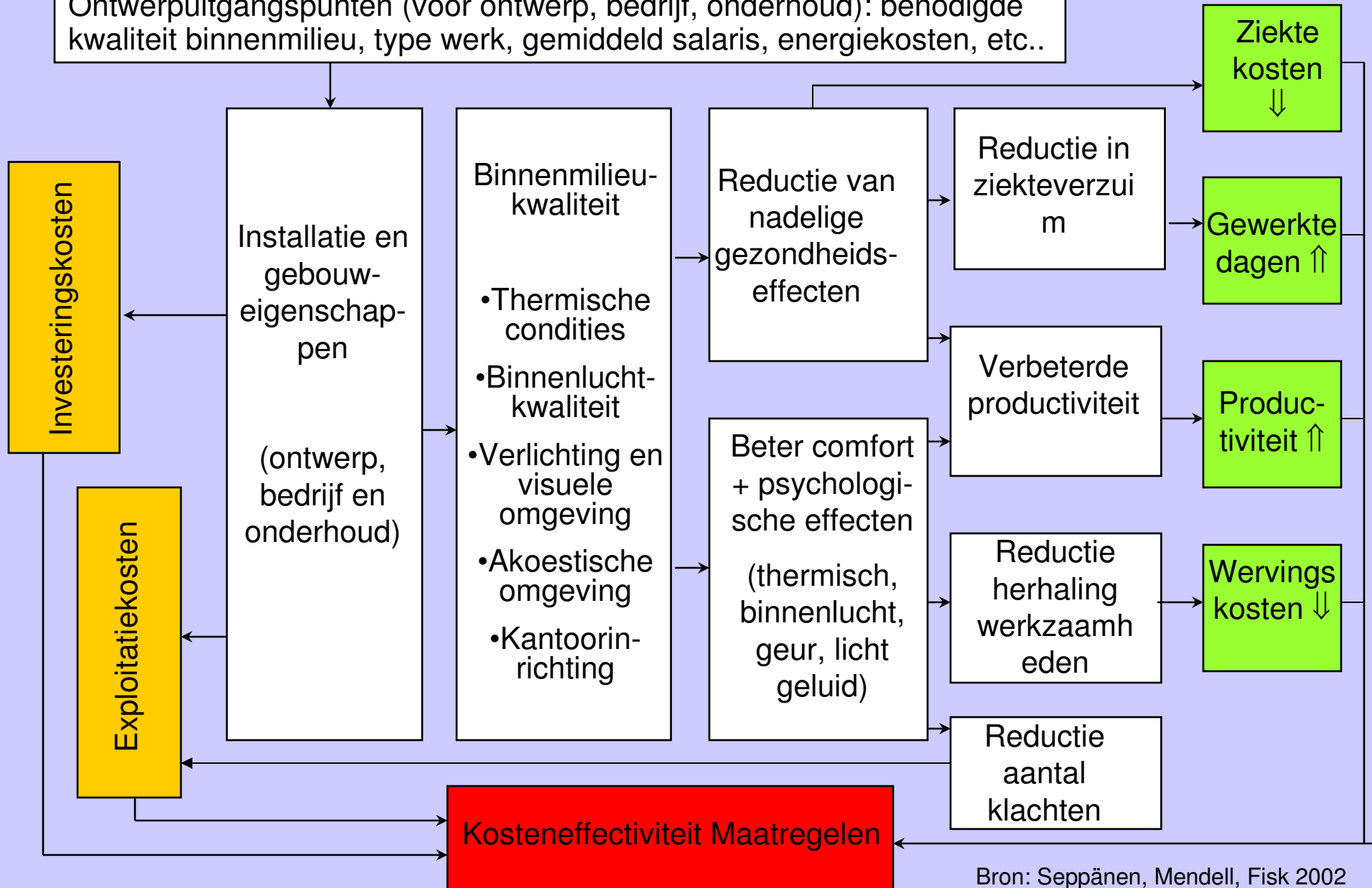
1. Barnaby (1980): verhogen verlichtingsniveau op taak van 550 naar 1100 lux bij papier-gerelateerd werk levert prodwinst 2,8%
2. Hedge (1986): vervanging verlichting door uplighters in ruimten waar beeldschermwerk wordt verricht geeft 3% verhoging productiviteit
3. Heschong + Mahone (1999): aanbrengen daklichten in winkelruimte (Wall Mart) geeft verhoging verkoop met 40%, ongeacht wat koopwaar is
4. Heschong + Mahone (2003): bij beeldschermwerk met goed uitzicht scoren medewerkers 10-25% beter op geheugentests dan zonder uitzicht, in call-center 6-12% meer afgehandelde gesprekken
5. Heschong + Mahone (2003): in call-center 15-21% productiviteitsverlies tgv verblinding door daglichtvensters



Financiële implicatie

Kosten gebouw & installatie vs. baten aan personeel/output zijde

Ontwerpuitgangspunten (voor ontwerp, bedrijf, onderhoud): benodigde kwaliteit binnenmilieu, type werk, gemiddeld salaris, energiekosten, etc..



Huisvestingskosten vs. personeelskosten

	€ / m ² / jaar	
Kosten Huisvesting		
Huur / Hypotheeklasten (netto)	100 - 300	
waarvan afschrijving klimaatinstallatie (aangenomen investeringskosten 125 - 500 € / m ² ; afschrijving 10 - 15 jaar)	10 - 50	
Energiegebruik klimaatinstallatie	5 - 20	
Onderhoud klimaatinstallatie	5 - 10	
Schoonmaak (algemeen)	10 - 20	
Kosten Personeel		
Loonkosten (bruto)	1500 - 2500	
Opbrengsten		
'Omzet' (omzet per m ²)	2000 - 5000	Gebaseerd op:
1% productiviteitswinst	20 - 50	Bosboom / Halton,
10% productiviteitswinst	200 - 500	2002

Rekenvoorbeelden

1. **Extra koelcapaciteit** mechanisch ventilatiesysteem:
Levert minimaal 10% prod. winst = 200-500 €/m²/jaar;
Stel extra investering is 100 €/m²;
Terugverdientijd < 1/3 jaar
2. Introductie '**Klasse A temperatuurregeling**' (+ of - 3 °C):
Levert minimaal 3% prod. winst op = 50-150 €/m²/jaar;
Stel extra investering is 50 €/m²;
Terugverdientijd < 1/2 jaar

Conclusies

- In gebouw met 'goed' binnenmilieu 10 - 15% hogere productiviteit t.o.v. gebouw met 'slecht' binnenmilieu; verder lager ziekteverzuim en betere leerprestaties (scholen)
- Het ideale kantoor is 's zomers voldoende koel, heeft goede mogelijkheden tot beïnvloeding van temperatuur en verse luchttoevoer (open raam/boostknop). De hoeveelheid basisventilatie is ruim, onnodige verontreinigingsbronnen zijn voorkomen (filters!) en installaties worden goed onderhouden.
- Terugverdientijden binnenmilieu-bevorderende maatregelen zijn meestal spectaculair laag (< 1 jaar); return-on-investment dus hoog