



Iris Bakker  
[www.levenswerken.eu](http://www.levenswerken.eu)



Mensen die beter tot hun recht komen, zijn productiever.  
Dit is het fundament voor de florerende organisatie.

Reijerskoop 94 • 2771 BS Boskoop • T 06-12463964  
E [iris.bakker@levenswerken.eu](mailto:iris.bakker@levenswerken.eu)

## Planten en de invloed op productiviteit

januari 2008

### 1 Inleiding

Omdat planten een mogelijke invloed kunnen hebben op het functioneren van de mens en zijn productiviteit, is het zinvol een aantal onderzoeken over de effecten van planten nader te beschouwen. Centrale vraagstelling is: in welke zin hebben planten effect op het functioneren en daarmee de productiviteit van de mens? Om te komen tot een of meer juiste statements is validering op basis van een wetenschappelijke onderbouwing essentieel. In die zin is het belangrijk dat de onderzoeken met betrekking tot de beïnvloeding van planten op mensen en het menselijk handelen, vergelijkbaar zijn, om vervolgens eensluidende conclusies te kunnen trekken. Vergelijkbaarheid heeft betrekking op diverse aspecten waaronder de planteigenschappen, kenmerken van de proefpersonen, omgevingscondities, kenmerken van het testproces en vergelijkbaarheid van de rapportages

Alvorens te starten met een literatuuronderzoek van 17 rapportages (bijlage A), zijn, geheel onkundig van de bestaande literatuur, twee hypothesen benoemd. Deze hypothesen hebben beide betrekking op de plant zelf. De eerste hypothese heeft betrekking op de verschijningsvorm van de plant. Het verwonderlijke immers van de natuur is de grenzeloze rijkheid van verschijningsvormen en differentiatie in eigenschappen. Het meer dan verwonderlijke is dat die rijke variatie past binnen bepaalde patronen en structuren. Elke variëteit kent vaste en onwrikbare uitgangspunten of het nu gaat over de bladvorm, vaatbundelstructuur, het palet aan kleuren of het al of niet alternerende stelsel van de opbouw (Bijlage B). De eerste hypothese is dat het effect van planten afhankelijk is van de verschijningsvorm van de plant. In het literatuuronderzoek wordt nagegaan in hoeverre deze hypothese door onderzoek empirisch wordt ondersteund.

De tweede hypothese is dat een gezonde plant een positiever effect op de mens en zijn handelen heeft, dan een plant die niet vitaal is. Het is dus alleszins van belang dat een plant omgevingscondities kent waar die plant maximaal tot zijn recht komt, in samenhang met de randvoorwaarden die vanuit het menselijk functioneren worden gesteld. Het literatuuronderzoek met betrekking tot deze 2e hypothese, concentreert zich op eventuele bewijslast van de correlatie tussen de vitaliteit van de plant en het effect hiervan op de mens en het menselijk handelen. In samenhang met deze zoektocht, worden die omgevingscondities verzameld, die – in samenhang met de randvoorwaarden – de levensener-



gie van de plant ondersteunen en versterken.

Résumerend kent deze beschouwing de volgende vraagstellingen en hypothesen:

*vraagstelling 1:* hebben planten effect op het functioneren en de productiviteit van de mens?

*vraagstelling 2:* zijn de onderzoeken, zoals vermeld in de literatuuropgave, vergelijkbaar?

*hypothese 1:* het effect van planten op de mens en het menselijk handelen is afhankelijk van de verschijningsvorm van de plant.

*hypothese 2:* het effect op de mens en het menselijk handelen is afhankelijk van de vitaliteit van de plant: hoe vitaler, des te groter het positieve effect.

## 2. Methode

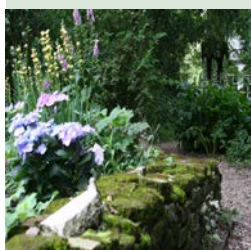
Totaal zijn 17 rapportages doorgenomen en categorisch ingedeeld naar vooraf opgestelde schema's met betrekking tot plantenkenmerken en testkenmerken (Bijlage C en D). Om vanuit de plantentechnische hoek en psychologisch kennis te verbreden, hebben separaat gesprekken plaatsgevonden met vakspecialisten bij TNO Bouw en Fytagoras/TNO. Vervolgens is alle informatie zoveel mogelijk gecategoriseerd en vertaald in een model, met kwalitatieve en kwantitatieve conclusies.

## 3. Basismodel van het effect van planten op de mens en zijn functioneren.

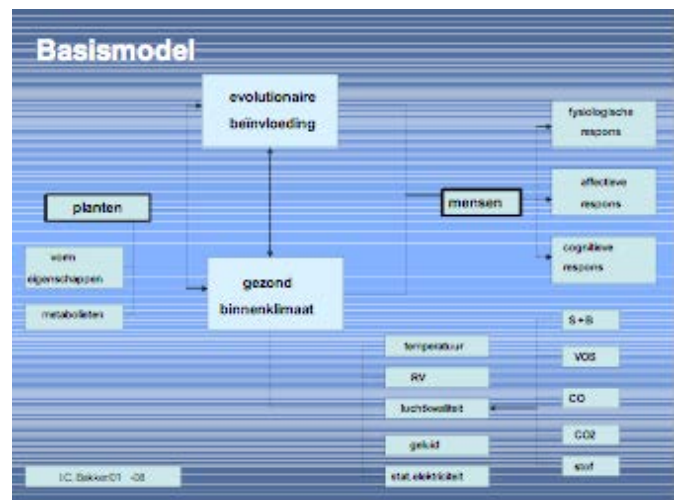
In de literatuur wordt onomstotelijk aangetoond dat planten effect hebben op mensen, of het nu gaat om eigen persoonlijke gevoelswaarnemingen, meetbare fysiologische kenmerken of door externen meetbare performance (Ulrich 1984), Kaplan & Kaplan (1989), Coss (1990), Hartig (1997), enz). De effecten, zoals die in de rapportages staan vermeld, zijn in twee categorieën te verdelen: enerzijds effecten die te maken hebben met de fysiologische, affectieve en cognitieve respons en anderzijds een verbetering van het binnenklimaat met het accent op de luchtkwaliteit. Deze twee categorieën worden in de rapportages strikt gescheiden. De onderzoeken en beschrijvingen richten zich ofwel op de fysiologische, affectieve en cognitieve respons, ofwel op de effecten op het binnenklimaat.

Daarnaast is het bekend dat planten metabolieten vormen. Metabolieten zijn chemische verbindingen met specifieke

eigenschappen, waaronder geur, kleur en smaak. Zo kunnen planten zelf met behulp van metabolieten waarnemen of zich in de nabijheid van de plant een agressor bevindt. Een andere naburige plant die reeds is aangevallen door een agressor, zal immers



metabolieten gaan vormen, als tegenaanval tegen de agressor. Deze metabolieten tasten bijvoorbeeld het maag- en darmstelsel van de agressor aan. De naburige planten die nog niet zijn aangevallen, nemen deze aanval via geur van de gevormde metabolieten waar. Als reactie hierop kan de plant ter zelfbescherming een geur ontwikkelen die de agressor benadeelt. Het is mogelijk dat metabolieten, o.a. via de geuren daarvan, de mens beïnvloeden. Hierover zijn echter nog geen onderzoeksgegevens bekend. De beïnvloeding van planten op de mens, is volgens het onderstaande model, te verhelderen:



Bovenstaand model is na de analyse van de 17 rapportages opgesteld, als samenvatting van de verschillende beïnvloedingsaspecten van planten op de mens en het menselijk handelen. Dit model wordt in onderstaande tekst verder als leidraad gehanteerd om de analyse en conclusies nader te benoemen.

De beïnvloeding van de plant op de mens geschiedt conform het bovenstaande model via drie mechanismen.

*1 Evolutionaire beïnvloeding:* vanaf onze ontstaansgeschiedenis worden we omringd door groene planten en bomen. Vanuit die optiek wordt aangenomen dat het zien van planten in het algemeen een rustgevende werking heeft. (Ulrich (1984), Kaplan & Kaplan (1989))

*2 Gezond binnenklimaat:* planten hebben effect op het binnenklimaat; dit binnenklimaat heeft vervolgens invloed op de mens (Wolverton (1989); Wood (2004))

*3 Metabolieten:* via metabolisme vormen planten metabolieten, chemische verbindingen met o.a. geur- en kleureigenschappen. Het is mogelijk dat deze stoffen mensen en de omgeving beïnvloeden.

## 4. Fysiologische, affectieve en cognitieve respons

### 4.1. Voorbeschouwing:

Bij het onderzoek van planten effect hebben en wat die ef-



fecten zijn, is het wezenlijk de gemeten en/of waargenomen effecten, zuiver te bezien. In de onderzochte rapportages worden diverse begrippen gehanteerd, variërend van emoties, gevoelens, gedrag, stemmingen tot diverse cognitieve reacties. Biologisch gezien is een emotie, het proces waarin de gebeurtenis ( het zien, voelen of ruiken van de plant) wordt omgezet in een reactie van de hersenen. Die emotie uit zich vervolgens in:

- een gevoel
- gedrag of
- een fysiologische reactie.

Het is gangbaar emotie als synoniem te zien van gevoel of beleving. Een aantal emoties bij elkaar heet een gemoedstoestand of een stemming. Het is diffuus om effecten van planten te benoemen in stemmingen omdat dit samengestelde en vaak complexe gehelen zijn. Het is zuiverder om alleen over emoties, gedragingen en fysiologische reacties te spreken. Het beschrijven van affectieve respons kan dus in de vorm van een gevoelsbeschrijving, een benoeming van gedrag of een constatering van een fysiologische reactie. Het is gangbaar een fysiologische reactie, hetzij een primaire ( bijvoorbeeld de hartslag), hetzij een secundaire ( zoals ziekteverzuim) onder fysiologische respons te rekenen.

Emotie en cognitie zijn deels afhankelijk en deels onafhankelijk van elkaar ( R. Zajonc en L. Lazarus). Affectieve en cognitieve respons hebben daarmee een onderlinge relatie. Als ons lichaam reageert op een fysiologisch fenomeen, bijvoorbeeld kou, is dat primair een fysiologische reactie, die een affectieve reactie ( ik heb het koud en voel me niet prettig) en bovendien een cognitieve reactie tot gevolg heeft. Affectieve, fysiologische en cognitieve respons hebben dus een sterke onderlinge samenhang.

Om effecten van planten systematisch te onderzoeken, is het belangrijk die effecten eenduidig te benoemen en deze volgens een logische structuur te categoriseren binnen de fysiologische, affectieve en cognitieve respons, rekening houdend met de onderlinge samenhang.

**4.2. Gehanteerde begrippen binnen de onderzoeken**

De volgend begrippen m.b.t. de waargenomen effecten worden gehanteerd:

**4.2.1. Fysiologische respons : primair en secundair**

Voorbeelden van primair fysiologische fenomenen (Fjeld 1996,1998,2000; Lohr 1996; Kaplan & Kaplan 1998; Coss)

- |           |               |
|-----------|---------------|
| hoofdpijn | duizeligheid  |
| hartslag  | droge keel    |
| bloeddruk | spierspanning |

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| hoesten               | stolische bloeddruk       |
| huidirritatie         | huidsymptomen             |
| geïrriteerde ogen     | verkoudheid               |
| huidgeleiding         | vermoeidheid              |
| slaperig gevoel       | geïrriteerde neus         |
| droge gezichtshuid    | gloeiende gezichtshuid    |
| schilferige oorschelp | jeukende oorschelp        |
|                       | jeukende rode huid handen |

- Voorbeelden van secundair fysiologische verschijnselen (Ulrich (1979,1991, 1993, 1984, 1986); Lohr en Pearson-Mims (2000); Parson (1998); Coss (1990); Hartig e.a. (1991, 1996, 2003); Conkin (1974/1978); A van de Berg (2006); Groenewegen e.a. (2006) Pennebaker & Lightner (1980)
- |                            |                                       |
|----------------------------|---------------------------------------|
| sneller herstel            | reductie ziekteverzuim                |
| minder pijnstillers        | hogere pijntolerantie                 |
| minder stress              | minder vatbaar voor emotionele stress |
| sneller herstel van stress | toename uithoudingsvermogen           |
| minder complicaties        | meer lichaamsbeweging                 |

**4.2.1. Affectieve respons: affectief gevoel, affectieve stemming en affectief gedrag**

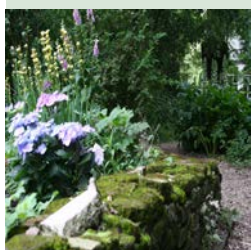
Voorbeelden van affectief gevoel ( Ulrich e.a. 1993;Heerwagen 1990; Lohr 1996; Fjeld; Dortmund en Bergs 2001; Larsen ea1998; Shibata & Suzuki 2004; A vd Berg 2006; Kaplan&Kaplan):

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| angst           | zelfvertrouwen  |
| moehaid         | woede           |
| concentratie    | zelfbeeld       |
| plezier         | onbehagen       |
| slaperigheid    | alertheid       |
| op je gemak     | innerlijke rust |
| verwardheid     | rust            |
| persoonlijkheid | energie         |
| eenzaamheid     |                 |

Voorbeelden van affectieve stemming (Fjeld; Larsen ea 1998; Wolf)

- |                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| tevredenheid              | hoger gevoel van performance |
| comfort                   | positieve gevoelens          |
| herkenbaarheid            | emotionele gesteldheid       |
| gevoelens van welbevinden | stemmingsverbetering         |

- Voorbeelden van affectief gedrag (Wolf; Kuo & Sullivan 2001; Conkin 1974/1978; A van de Berg 2006; Vreke 2001)
- |                 |                                 |
|-----------------|---------------------------------|
| minder agressie | gemakkelijker geld uitgeven     |
| sociaal gedrag  | betere werknemersmoraal         |
| obesitas        | ergens langer willen verblijven |







### 4.2.3. Cognitieve respons

Cognitieve respons uit zich door onder andere; (Tennesen & Cimprich (1995); Wells (2000); Kaplan (1989, 2001, 1992); Kuo & Sullivan (2001); Faber & Taylor e.a. (2002); Hartig e.a. (2003). Fjeld; Lohr (1996))

beter concentratievermogen	hogere reactiesnelheid
probleemoplossend denken	hogere oplettendheidsscores
hogere arbeidsproductiviteit	minder fouten
sneller herstel cognitief vermogen	beter geheugen
zelfdiscipline	creativiteit
nieuwsgierigheid	aandacht

### 4.3. Effecten van planten op fysiologische, affectieve en cognitieve respons

Ulrich (1984), Fjeld en Lohr (1996), zijn de bekendste onderzoekers en tonen via meetbare waarden, een correlatie tussen het zien van planten en fysiologische, affectieve en cognitieve respons. Ulrich hanteert meetbare fysiologische waarden, Lohr o.a. de Zipertest (Zuckerman Inventory of Personal Reactions) en Fjeld hanteert onder andere vragenlijsten met scores. De Zipertest is een door Zuckerman in 1977 ontwikkelde testmethode om de affectieve respons vast te leggen.

Daarnaast bestaan er tal van kwalitatieve en kwantitatieve onderzoeken, waarin tevens een zekere methodiek en systematiek wordt gehanteerd, die een correlatie bevestigen:

- Cooper (1999) gebruikt een interviewmethode;
  - Dortmund (2001) en Shibata en Suzuki (2002) gebruiken vragenlijsten;
  - Larsen ea (1998) maakt gebruik van vragen met scores en standaardbegrippen;
  - Wolf gebruikt kwantitatieve enquêtes en vult deze aan met kwalitatieve vraaggesprekken.
  - Cooper en Whitehouse (2001) gebruiken gedragsobservatie (in de beschreven rapportage niet nader gedefinieerd).
- In de onderzoeken wordt consequent volgens een zekere systematiek een relatie genoemd tussen het zien van planten en fysiologische, affectieve en cognitieve respons. Een duidelijke beschouwing over de opzet van een vragenlijst of enquête, of een exacte beschrijving van de resultaten van de gedragsobservatie, wordt echter niet genoemd. Dit komt immers de vergelijkbaarheid van de onderzoeken niet ten goede. Het kwantitatieve aspect wordt wel genoemd, maar

is in veel gevallen onderbelicht. De volgende kwantitatieve gegevens zijn interessant:

- Wolf noemt in haar onderzoek bij winkels een toename van de verkoop over alle producten van 12%
- Lohr (1996) benoemt een toename van de

reactiesnelheid van 12% bij eenvoudige vormherkennings-testen

- Tove Fjeld (1995-1996) toont een daling van symptomatische lichamelijke klachten van 23 % bij 51 kantoormedewerkers
  - Tove Fjeld (1997) toont bij 48 werknemers van een röntgenafdeling met planten en met fluorescentielicht met breed spectrum, een daling van de gezondheidsklachten van 25%.
  - Bij scholen komt Tove Fjeld (1998) op een daling van 9%
  - In 2001-2002 toonde Tove Fjeld bij 48 bankmedewerkers een daling aan van lichamelijke klachten van 33 % na de introductie van planten en lampen met breed spectrum
- Op basis van bovenstaande onderzoeken die resultaten benoemen op basis van verschillende meetsystemen, die overigens niet nader zijn beschreven, kan geconcludeerd worden dat er daadwerkelijk een relatie bestaat tussen het zien van planten en fysiologische, affectieve en cognitieve respons. Deze relatie wordt echter vooral kwalitatief beschreven en in veel mindere mate kwantitatief benoemd.

## 5. Vergelijkbaarheid

### 5.1. Inleiding

Om de rapportages en de conclusies goed te kunnen beschouwen, is het belangrijk dat ze vergelijkbaar zijn. Om de 17 rapportages te kunnen vergelijken, is een teststructuur opgesteld, waarin per testaspect de testkenmerken worden benoemd. De testaspecten zijn:

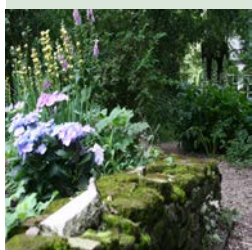
- de plant
- de testomgeving
- de testpersonen
- het testproces
- de test

Per testaspect zijn standaardonderdelen geformuleerd. In de 17 beschouwde rapportages is onderzocht aan welke aspecten en aan welke onderdelen aandacht is besteed. Verwezen wordt naar de bijlagen C t/m G. In bijlagen C t/m F staan per aspect maximaal 5 onderzoeken beschreven. Bijlage G geeft een overallview over alle 17 de onderzoeken. Staat er bij het aspect geen nadere beschrijving, dan wordt aan dat aspect – voor zover bekend – geen aandacht besteed.

In onderstaande tekst komen de testaspecten nader aan de orde. Opgemerkt wordt dat de genoemde aspecten met standaardonderdelen niet voor alle testen relevant zijn. Zo is bij een test, gericht op een daling van de VOS-waarde door toepassing van planten, informatie over de proefpersonen, niet relevant.

### 5.2. De plant

In de rapportages wordt ten aanzien van de plant, met name





aandacht geschonken aan soort, variëteit en aantal; verder is bekend of het om binnen- of buitencondities gaat. Verschillende planten worden gebruikt, met bovendien verschillende variëteiten. In onderstaande tabel staan de meest feitelijke onderzoeken en de toegepaste plantensoorten vermeld.

Plantensoort	Lohr ( 3 )	Sticker ( 6 )	Burchett Tarran ( 6 )	TNO ( 6 )	Wood ( 7 )	Wolvertan ( 11 )	Larsen e.o. ( 12 )	Shibata& Suzuki ( 13 + 14 )	van der Wal ( 16 + 17 )
Aglaonema	X								X
Chamaedora	X								
Dracaena	X	X	X		X		X	X	
Epipremium	X		X		X				X
Homalomena	X								
Hoya	X								
Philodendron	X	X						X	
Sansevieria	X								
Scondapsus	X								
Syngonium	X								
Dizygotheca		X							
Ficus benjamina		X		X					X
Hedera		X							
Howea			X		X				
Spathiphyllum			X	X	X				X
Scheffera			X		X				
orchidee						X			
bromelia achtigen						X			
Augusta									
Phycorapis								X	
Strelizia								X	

*Benaming van plantensoorten in een aantal van de beschouwde onderzoeken/rapportages*

Uit de tabel valt op te maken dat met name de Dracaena met de Spathiphyllum en de Epipremnum op de tweede plaats, het meest worden gebruikt. De planten die in de onderhavige onderzoeken worden gebruikt, staan in de verschillende onderzoeken op verschillende plekken ( in de hoeken, langs de wanden) en op verschillende hoogtes ( op planken, op tafels, op de grond, in vensterbanken) en hebben verschillende groottes, verschillende potten en kennen verschillende aantallen. Geconcludeerd kan worden dat de onderzoeken door andersoortige toepassingen van planten, niet vergelijkbaar zijn.

#### *De testomgeving*

Aangegeven wordt of het onderzoek of de test betrekking heeft op een laboratoriumsituatie, winkel, de zorgsector, utiliteitsbouw, of onderwijs. Daarnaast gaat de meeste aandacht uit naar de grootte van de ruimte en tevens naar de Relatieve Luchtvochtigheid. Alle andere aspecten van de

testomgeving worden uiterst summier en in onvoldoende mate weergegeven. Te denken valt aan het binnenklimaat, met o.a. lichteigenschappen, luchtkwaliteit, temperatuur en ventilatiekenmerken en ruimte-eigenschappen als ruimtetype, ramen en kleur.



Kleur wordt overigens uiterst summier benoemd, terwijl dit in samenhang met de lichtfrequenties interessant is voor de fotosynthese van de plant, aangezien deze met name het blauwe en het rode spectrum van het licht nodig heeft. Geconcludeerd kan worden dat de eigenschappen van de testomgeving ofwel in onvoldoende mate bekend zijn, ofwel zodanig zijn ingevuld, dat de onderzoeken moeilijk vergeleken kunnen worden.

#### *De testpersonen*

De testpersonen zijn divers en variëren van studenten ( graduates en under graduates), cliënten, kinderen, mannen, vrouwen, medewerkers in de zorg tot kantoomedewerkers. De uitkomsten echter van de testen, wordt niet vergeleken met psychologische en sociaal psychologische kennis omtrent verschil in gedrageigenschappen van onder andere mannen, vrouwen en kinderen. Alleen in relatie tot deze kennis kunnen valide uitspraken worden gedaan. In geen van de rapportages wordt aandacht besteed aan sociale kenmerken en achtergrond van de testpersonen (Sundström 1986). Wel wordt aandacht besteed of testpersonen vrijwillig aan een experiment meedoen. Geconcludeerd kan worden dat de onderzoeken om een verdieping vragen richting psychologische en sociaal psychologische ervaringcijfers.

#### **5.5. Het testproces.**

Er wordt in geen enkel onderzoek aandacht besteed aan het Hawthorneffect. In een aantal gevallen is er enige aandacht voor gewenning. In een beperkt aantal gevallen, onder andere bij Shibata & Suzuki wordt dit aandachtspunt duidelijk genoemd. Het is mogelijk dat het wenproces, zowel wat betreft dat van de proefpersonen, als wat betreft het VOS-opname systeem bij planten, van invloed is geweest op de testresultaten.

#### **5.6. De test**

Waarnemingen, metingen, effecten en test duur zijn in zeer beperkte mate vergelijkbaar. De waarnemingen variëren van individuele waarnemingen van de proefpersonen, waarnemingen door begeleiders tot standaardvragenlijsten voorzien van scores en/of schalen. Het zwaartepunt ligt op een beschrijving van fysiologische, affectieve en cognitieve respons. Biofysische waarneming heeft in beperkte mate plaatsgevonden. Gelet op de verschillen in aanpak, versterkt door onbekendheid van de inhoud ( hoe zijn bijvoorbeeld de verschillende vragenlijsten opgebouwd), is het moeilijk eenduidige conclusies te trekken.

#### **5.7. Conclusie vergelijkbaarheid rapportages/onderzoeken**

Conclusie is dat geen enkel onderzoek vergelijkbaar is. Voor



**LEVENSWERKEN**

MENS- EN ORGANISATIEGERICHT HUISVESTEN

de toekomst is aan te bevelen zo veel mogelijk eenduidigheid te brengen, opdat de uitkomsten beter onderling vergeleken kunnen worden. Hiertoe kan de opzet van bijlage C t/m G worden gebruikt. Daarnaast is het van belang een eenduidig begrippenkader te gaan hanteren. In de rapportages bijvoorbeeld worden begrippen vallend onder fysiologische, affectieve en cognitieve respons door elkaar genoemd. Daarnaast overlappen begrippen elkaar. Zo is het verschil tussen de begrippen 'slaperig' en 'moeheid' onduidelijk. Met name de verschijnselen die vallen onder de primaire fysiologische respons lijken eenduidiger. Afspraken zijn nodig om bij bijvoorbeeld bloeddrukmeting vast te stellen of het altijd om de systolische bloeddruk moet gaan. Om in de toekomst onderzoeken beter te kunnen vergelijken is het zinvol basisbegrippen te gaan benoemen, met een valentie (aard en type) en intensiteit.

Van de onderzochte rapportages/ onderzoeken, vormt rapportage 6, een beschouwing van TNO onder leiding van John Klein Hesselink, met een benoeming van 55 aspecten, een relatief complete beschrijving. Van de onderzoeken scoort de analyse van Tove Fjeld met een benoeming van 44 aspecten hoog. Opgemerkt wordt dat de meer technische beschouwingen van Ronald Wood (nummer 10) en van van de Wal (nummer 16) wat betreft technische input, ook hoog scoren.

## **6. Een gezond binnenklimaat**

### **6.1. Algemeen**

Gelet op de meer technische benadering van de kwaliteit van het binnenklimaat, lijkt deze benadering op het eerste gezicht meer eenduidig te zijn. Verschillen in beschrijvingen, een verschil in het leggen van accenten en het zeer regelmatig ontbreken van essentiële informatie met betrekking tot technische gegevens die het proces en de conclusies beïnvloeden, staat het maken van een eenduidige interpretatie in de weg. In onderstaande tekst wordt ingegaan op de verschillende aspecten van het binnenklimaat. Enerzijds heeft de plant invloed op de luchtkwaliteit, de temperatuur, de relatieve luchtvochtigheid, geluid en statische elektriciteit; anderzijds wordt het functioneren van de plant beïnvloed door de luchtkwaliteit, de temperatuur, de ventilatie, de relatieve luchtvochtigheid en door het licht. Vanuit deze wisselwerking wordt ingegaan op de een aantal aspecten.

### **6.2. Luchtkwaliteit**

In de lucht bevinden zich VOS, kleine stoffeeltjes, schimmels, bacteriën (waaronder pathogene ziekteverwekkers), metabolieten CO, en CO<sub>2</sub>. De luchtkwaliteit wordt be-

paald door de VOS (Vluchtige Organische Stoffen) concentratie die wordt uitgedrukt in ppm-waarde (parts per million). Er zijn ongeveer 300 verschillende (VOS) stoffen, waarvan de bekendste zijn: formaldehyde, benzeen, n-hexaan en trichloor ethyleen. Deze stoffen zijn afkomstig van bouwmaterialen, apparaten als kopieermachines en PC's en kantormiddelen als Tipp-ex. Het is gangbaar de luchtkwaliteit te meten aan de hand van de CO<sub>2</sub> concentratie.

Op basis van de proefnemingen van Bill Wolverton (1989) is bekend geworden dat een synergetisch proces tussen de plant en micro-organismen die zich hechten aan de wortelstructuur van de plant, bijdraagt aan de reductie van de VOS-waarde. Wolverton heeft de effecten onderzocht van 20 verschillende plantensoorten op de reductie van formaldehyde, benzeen, CO, NO<sub>2</sub> en trichlorine.

In 2004 komt Wood tot de conclusie dat planten in een ruimte met een hogere VOS concentratie dan 100 ppb, ongeacht het feit of er airconditioning is of niet, effectief kunnen worden ingezet voor de verbetering van de luchtkwaliteit. In bovengenoemde onderzoeken is sprake van laboratoriumcondities. Op basis van een literatuurstudie komt TNO in 2006 tot de conclusie dat een minimale VOS waarde van 250 mugram/m<sup>3</sup> nodig is, wil de plant actief tot VOS reductie worden aangezet en dat de aanwezigheid van een luchtbehandelingsysteem een negatief effect heeft op de VOS-opname. Opgemerkt wordt overigens dat de Gezondheidsraad aangeeft dat de VOS concentratie niet hoger mag zijn dan 200 mugram/m<sup>3</sup>, omdat we immers hogere concentraties kunnen ruiken. Later onderzoek binnen TNO door van der Wal (1991, 1993) wijst uit dat er in een ruimte een dermate grote hoeveelheid planten aanwezig moet zijn wil er sprake zijn van voldoende reductie van de VOS-waarde, dat dit tot irreële situaties leidt. Van de Wal noemt bij ventilatievouden die variëren van 0,5 tot 3, een aantal planten dat varieert van 250 tot 13.500 planten in een ruimte van 15m<sup>3</sup>. Ook Wolverton paste overigens 2 planten toe per 1m<sup>3</sup>. Ook dit aantal is dermate hoog dat in ruimtes vocht- en schimmelproblemen gaan ontstaan evenals een mogelijke omzetting van luchtverontreiniging in toxische metabolieten.

Alleen onder laboratoriumcondities kan worden vastgesteld dat VOS opname door planten effectief kan geschieden, mits aan bepaalde randvoorwaarden wordt voldaan. Opgemerkt wordt dat het binnenklimaat in gebouwen voor planten niet optimaal is. Planten worden in de gebouwen geselecteerd opdat ze niet te hard zullen groeien, omdat dit de exploitatiekosten doet stijgen. Per definitie is het binnenklimaat dus niet optimaal voor de plant, dus ook niet voor het proces m.b.t. VOS opname. De temperatuur is veelal te laag voor





een regulier groeiproces. Ook de relatieve luchtvochtigheid is te laag, zodat de stomata aan de onderzijde van de bladeren zich gaan sluiten. De VOS-startwaarde is te laag, zodat de plant onvoldoende wordt gestimuleerd het proces van VOS-opname in werking te stellen. Verder is de lichtkwaliteit matig en niet afgestemd op de behoefte aan licht vanuit de fotosynthese. Tot slot is de aanwezigheid van luchtbehandeling/ airco negatief voor de verwerking van VOS-opname.

Geconcludeerd kan worden dat toepassing van planten als beheersing van het kwaliteitsniveau van de binnenlucht niet kan worden aanbevolen. Het is effectiever om een gebouw goed te ventileren.

### 6.3. Stof

Planten hebben een positieve invloed op de reductie van stofafzetting. Het bekendste onderzoek hierover is dat van Lohr en Pearson-Mims uit 1996, waarin wordt aangetoond dat planten voor een reductie van 20% zorgen. Planten met ruwe oppervlakten, verhoogde nerven en haartjes houden stof beter vast.

### 6.4. Geluid

Onderzoek van Costa en James (1995) toont aan dat de nagalmtijd van geluiden met een hoge frequentie wordt verkort, waardoor de ruimte rustiger wordt. Bij de lage frequenties vindt meer buiging van het geluid plaats. Mede afhankelijk van de plaats waar de plant in de ruimte staat (in de hoeken werkt beter dan centraal in de ruimte) en de opstelling (een kleine groep planten werkt beter dan een solitair geplaatste plant), vindt een zekere geluidsabsorptie plaats.

### 6.5. Relatieve Luchtvochtigheid

Onderzoek van Costa (1995) en Strickler (1994) toont aan dat de Relatieve Luchtvochtigheid van een ruimte zonder luchtbehandeling met ongeveer 5% toeneemt indien daar planten worden geplaatst. Sprake moet zijn van een relatief groot aantal planten. In de winter is dit altijd gunstig; in de zomer zijn mede door het aantal planten afzuigvoorzieningen gewenst. Lohr (1982) noemt een toename van 0 tot 15% als een ruimte niet wordt geventileerd; bij ventilatie is dat 3 – 5%.

### 6.6. Temperatuur

Stec et al (2005) tonen aan dat een buitenzonwering bestaande uit planten in de vorm van een tweede huid, effectiever is dan normale zonwering. Dieter Schempp noemt een verschil van 2 tot 3 graden ten opzichte van de buiten temperatuur bij toepassing van buitenzonwering met planten in combinatie

met binnenplanten.

### 6.7. Licht

In de fotosynthese wordt vooral het blauwe en rode deel van het spectrum gebruikt. In veel gebouwen ontbreekt een verlichting met breed spectrum, zodat het maar de vraag is of er voldoende blauw en rood licht voor de plant beschikbaar is. Licht dat dus niet voldoet aan de behoefte van de plant, belemmert niet alleen het groeiproces, maar ook de fotosynthese en het metabolisme. Frappant is dat bij de onderzochte rapportages zowel lichtkleuren (lichtspectrum) als het lichtniveau, in een groot aantal gevallen niet worden genoemd, terwijl dit belangrijk is voor de gezondheid van de plant. Het proces van de VOS-opname continueert zich overigens in het donker, gelet op de zwaarwegende rol van de micro-organismen.

### 7. Metabolieten

Over de effecten van metabolieten op het binnenklimaat en op de mens is nog zeer weinig bekend. Metabolieten zijn chemische verbindingen die vrij komen bij metabolisme. Ze hebben eigenschappen als kleur, geur en smaak.

### 8. Productiviteit

In de 17 rapportages worden met name de onderstaande statements aangetroffen, die een relatie hebben met productiviteit:

*Ottoson & Grahn 2005*

één uur verblijf in een groene ruimte verbetert de concentratie  
*Larsen 1998*

bij een groter aantal planten verbetert de stemming, maar neemt de concentratie af

*Larsen 1998*

De gemeten productiviteitsscore is omgekeerd evenredig met het aantal planten, terwijl de gepercipieerde productiviteit toeneemt met het aantal planten.

*Lohr 1996*

benoemt een toename van de reactiesnelheid van 12%

*Lohr 1996*

Planten hebben geen invloed op het aantal gemaakte fouten  
*Mayer 2006*

Versterking van vermogen na te denken over levensproblemen  
*Mayer & Frantz 2004*

Gevoel van verbondenheid werkt positief op probleem oplossend vermogen

*Marchant & Srivens 80/82*

Arbeidsproductiviteit is met planten 10 – 15 % hoger

*Conkin 74/78*

Planten in kantoren leiden tot hogere werknemersmoraal en hogere doelmatigheid







LEVENSWERKEN

MENS- EN ORGANISATIEGERICHT HUISVESTEN

#### *Shoemaker 2002*

beplanting heeft geen effect op de werktevredenheid

*Stone & Irvin 93/94, Stone 1998*

er is een mogelijk negatief effect op performance en task perception

*Asaumi et al 1989*

binnenplanten verminderen de vermoeidheid van het oog bij beeldschermwerk

*Shibata & Suzuki 2002*

Planten hadden een groter effect op mannen dan op vrouwen. Mannen presteerden slechter dan vrouwen bij de sorteer- en associatietaken als er geen plant was in de ruimte. Met een plant presteerden de mannen beter, dan mannen in ruimtes zonder plant. Als er voor mannen vlak voor hun een plant werd gezet, presteerden de mannen beter in de associatietaken dan vrouwen. Het effect van de plant was groter bij de associatietaken, dan bij de sorteertaken. Planten hadden bij vrouwen een negatief effect op de sorteertaken.

*Shibata & Suzuki 2004*

De performansescore bij associatietaken bij vrouwen is hoger dan bij mannen; de aanwezigheid van planten verhoogt bij vrouwen de performansescore; algemeen draagt de aanwezigheid van een plant bij aan de stemming en de waardering van de ruimte.

In de bovenstaande onderzoeken worden de volgende begrippen gehanteerd: productiviteit, arbeidsproductiviteit, gepercipieerde productiviteit, performance, associatietaken, sorteertaken, creativiteit, probleemoplossend vermogen, het vermogen om na te denken, doelmatigheid en concentratie. Het moge duidelijk zijn dat deze begrippen een onderlinge samenhang kennen, die complex is van karakter. In de rapportages worden vaak conclusies getrokken over productiviteit en performance zonder exact duidelijk te maken welk soort activiteiten in het onderzoek zijn beoordeeld. Geconcludeerd kan worden dat het niet mogelijk is de onderzoeken te kunnen vergelijken, omdat onduidelijk is wat exact onder de begrippen wordt verstaan, wat er exact wordt gemeten en hoe de meetresultaten tot stand zijn gekomen. Onderzoeken lijken elkaar tegen te spreken, hoewel dat niet zo hoeft te zijn. Een algemene rode draad is te benoemen:

- vrouwen zijn sterker in een associatief vermogen dan mannen
- vrouwen kunnen beter sorteren dan mannen
- planten hebben een positieve invloed op de stemming van

mensen in het algemeen

- als mensen een betere stemming hebben, denken ze dat ze beter presteren, terwijl de gemeten productiviteitsscore juist daalt
- het lijkt erop dat vrouwen sterker reageren op hun omgeving en daarmee sensitiever zijn



- de aanwezigheid van een plant stimuleert het associatieve vermogen en reduceert het vermogen tot sorteren

Bovenstaande uitspraken worden door de onderstaande statements ondersteund:

*Hirt et al(1997);Isen (2002); Knez(1995)*

als mensen in een positieve stemming zijn, verhoogt dit de creativiteit

*Isen(1990/1993); Isen & Shalcker(1982)*

Positieve verschijnselen stimuleren de hersenen om een grotere hoeveelheid informatie op te roepen en initiëren daarmee meer cognitieve manipulatie, wat tot meer creativiteit leidt.

Uit het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de aanwezigheid van planten creatief denken bevordert, waarbij met name gedacht wordt aan de versterking van associatief vermogen, probleem oplossend vermogen en concentratievermogen. Wat betreft sorteerwerk heeft de aanwezigheid van planten een negatief effect. Alleen als productiviteit te vertalen is in creatief werk of sorteerwerk, waarbij creativiteit geen enkele rol speelt, is er op basis van bovenstaand onderzoek een duidelijke relatie te leggen.

Een verklaring is dat planten in zijn algemeen voor een betere stemming zorgen. Een betere stemming leidt tot meer creativiteit. Daarnaast speelt het effect van planten met betrekking tot afleiding een dermate grote rol, dat dit een negatieve invloed heeft op de prestatiescore van sorteerwerk.

Een eerste aandachtspunt is het verschil in reactie tussen mannen en vrouwen. Vrouwen lijken sterker te reageren op de aanwezigheid van planten. Ook in andere onderzoeken zijn verschillen aangetoond. Zo reageren vrouwen expressiever op binnenverlichting ( Brody & Hall (2000), Knez (1995/2001), Knez & Enmarker (1998) en bij kleurtesten scoorden vrouwen bij proeflezen hoger (Kwalleke & Lewis (1990)). Het verdient aandacht om de verschillen in cognitieve vermogens tussen mannen en vrouwen zuiverder te beschouwen, om vervolgens de beïnvloeding door planten exacter vast te kunnen stellen.

Een tweede aandachtspunt betreft de factor tijd. Productiviteit en de aard ervan, moet in relatie worden gebracht tot het tijdsperspectief. Sorteerkwerk kan per tijdseenheid eenvoudig worden beoordeeld; creativiteit en de effecten op productiviteit is een ingewikkeld probleem. Ditzelfde geldt voor de effectiviteit van communicatieprocessen in een organisatie. Een en ander verdient een nadere verdieping.





**LEVENSWERKEN**

MENS- EN ORGANISATIEGERICHT HUISVESTEN

## 9. Resumé

In het onderzoek is uitgegaan van twee vraagstellingen en twee hypothesen. Dit waren de volgende:

*vraagstelling 1:* hebben planten effect op het functioneren en de productiviteit van de mens?

*vraagstelling 2:* zijn de onderzoeken, zoals vermeld in de literatuuropgave, vergelijkbaar?

*hypothese 1:* het effect van planten op de mens en het menselijk handelen is afhankelijk van de verschijningsvorm van de plant.

*hypothese 2:* het effect op de mens en het menselijk handelen is afhankelijk van de vitaliteit van de plant: hoe vitaler, des te groter het positieve effect.

### De volgende conclusies kunnen worden genoemd:

*vraagstelling 1:* hebben planten effect op het functioneren en de productiviteit van de mens?

Planten hebben een algemeen positief effect op de fysiologische en affectieve respons van mensen. Wat betreft de cognitie beïnvloeden planten het denkvermogen positief. Eenvoudige sorteertaken worden negatief beïnvloed. De invloed van planten op productiviteit is dus wisselend.

*vraagstelling 2:* zijn de onderzoeken, zoals vermeld in de literatuuropgave, vergelijkbaar?

Door het ontbreken van essentiële informatie, is er geen sprake van vergelijkbaarheid. Daarnaast is geconstateerd dat conclusies een nadere onderbouwing vragen, omdat essentiële informatie over aspecten die zowel de reacties van proefpersonen beïnvloeden als het functioneren van de plant, niet wordt gemist.

*hypothese 1:* het effect van planten op de mens en het menselijk handelen is afhankelijk van de verschijningsvorm van de plant.

In geen enkele rapportage wordt met een wetenschappelijke grondslag ingegaan op de verschijningsvorm van de plant (zie bijlage B). Alleen Nakamura en Fujii (1990 en 1992), vermelden dat planten met bloemen de meeste ontspanning geven. Lohr en Pearson-Mims (1996) en Costa (1995) gaan in op de grootte van het blad en/of de lengte van de haartjes in verband met stofopname van vuildeeltjes en chemische stoffen. Alleen in de rapportage van van Dortmont en Bergs

(1997) wordt minder gedetailleerd ingegaan op planteneigenschappen aan de hand van gesprekken met tuindeskundigen. Deze rapportage is niet gestoeld op wetenschappelijk onderzoek. Feiten die vaker genoemd worden zijn: de variëteit, de hoogte, het

aantal, pot- of hydrocultuur en de potgrootte. Men zou echter verwachten dat de verschijningsvorm van een plant wel degelijk invloed heeft op de mens. Zo is de Philodendron Scandens Oxycardium donker groen en heeft weinig structuur. De Massangeana Dracaena is bont, geelgroen, de bladeren hebben een glad oppervlak en de structuur is vertikaal van opbouw. De Agaonema Chamaedorea is niet bont, maar heeft wel die verticale structuur. De Epipremnum is weer bont met weinig structuur en de Schefflera heeft weer een klein blad waarbij de plaatsing op basis van een bloemenstructuur varieert van 8 tot 10 bladeren. Geconcludeerd kan worden dat de planten waarmee de onderzoeken zijn uitgevoerd, qua verschijningsvorm sterk verschillen. Het is interessant de hypothese nader te onderzoeken in hoeverre de verschijningsvorm van de plant een wisselende invloed heeft op de mens.

*hypothese 2:* er is een significante correlatie tussen vitaliteit van de plant en de effecten op de mens en het menselijk handelen.

Alleen in rapportage 11 (zie bijlage B) wordt gesproken over de vitaliteit van de plant. In geen van de andere rapportages wordt de vitaliteit van de plant genoemd, terwijl er hypothetisch van wordt uitgegaan dat een gezondere plant een positiever effect heeft op de mens. Alleen in rapportage 11 wordt vermeld dat het belangrijk is de plant goed te verzorgen. In een aantal andere rapportages spreekt men van onderhoud, orde en netheid, maar hier wordt alleen over gesproken in relatie tot het effect op de mens. Dat een plant voldoende licht nodig heeft met een bepaalde lichtkleur, een minimale relatieve luchtvochtigheid en een bepaalde temperatuur, wordt niet, behalve in rapportage 11, genoemd. Vitaliteit speelt in de onderzoeken, met uitzondering van rapportage 11, geen enkele rol.

### Slotconclusie

Slotconclusie is dat planten een algemeen positief effect hebben op het welzijn van mensen en dat de invloed op productiviteit divers is. Aanbevolen wordt het onderzoek nader te systematiseren om daarmee de wetenschappelijke grondslag te versterken. Daarnaast wordt aanbevolen de plant zelf en zijn vitaliteit een belangrijke plaats te geven: hoe blijer de plant, hoe meer deze voor de mensheid betekent.

**Iris Bakker**

[www.levenswerken.eu](http://www.levenswerken.eu)

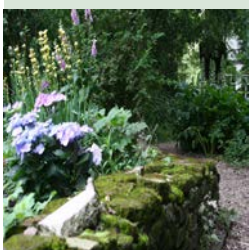
*Met dank aan:*

John Klein Hesselink

Bert van Duijn

TNO Bouw

Fytagoras BV





**LEVENSWERKEN**  
MENS- EN ORGANISATIEGERICHT HUISVESTEN

### Overzicht bijlagen

**Bijlage A:** Overzicht rapportages en onderzoeken

**Bijlage B:** Plantenkenmerken en de werkelijke benoeming in de onderzoeken/rapportages

**Bijlage C:** Benoemde onderzoeksaspecten rapportages 1 t/m 5

**Bijlage D:** Benoemde onderzoeksaspecten rapportages 6 t/m10

**Bijlage E:** Benoemde onderzoeksaspecten rapportages 11 t/m15

**Bijlage F:** Benoemde onderzoeksaspecten rapportages 16 en 17

**Bijlage G:** De in de onderzoeken benoemde onderzoeksaspecten: overall view





**LEVENSWERKEN**

MENS- EN ORGANISATIEGERICHT HUISVESTEN

### **Bijlage A:**

overzicht van de onderzochte 17 onderzoeken/ rapportages

1. Berg, A van den, Winsum Westra, M. (2006).  
Ontwerpen met groen voor gezondheid.
2. Wolf, Kathleen L. (onbekend).  
Het effect van natuur in en rond winkelgebieden; creatie van een consument gerichte leefomgeving.
3. Lohr, V.I., Pearson-Mims, C.H., Goodwin, G.K. (1996).  
Kamerplanten kunnen de arbeidsproductiviteit verbeteren en de hoeveelheid stress verminderen in een omgevings zonder ramen.
4. Ulrich, Roger S. PhD. (onbekend).  
De gezondheidseffecten van planten in en rond ziekenhuizen op patiënten en verplegende staf.
5. Fjeld, Tove, Bonnevie, Charlotte, (onbekend).  
Het effect van planten en kunstmatig daglicht op het welbevinden en de gezondheid van kantoorpersoneel, schoolkinderen en gezondheidsmedewerkers.
6. Klein Hesselink, J., Groot, E. de, Loomans, M., Kremer, A. (2006).  
Fysiologische en psychische en gezondheidseffecten van planten in de werksituatie op gezondheid en welbevinden van mensen
7. Wood, R.A., Burchet, M.D., Tarran, J., Torpy, F. (onbekend).  
Het vermogen van planten/aarde om schadelijke stoffen uit vervuilde lucht binnenskamers te verwijderen.
8. Loomans, M., Klein Hesselink, J., (onbekend).  
Planten op het werk de natuur onderbouwd.
9. Schempp, Dieter (onbekend)  
Green Architecture, Plants in buildings.
10. Wood, R., Orwell, R., Tarran, J., (2004)  
Planten om de luchtkwaliteit van een kantoor te verbeteren.

11. Dortmund, J., Berg, A van den, (1997)  
Planten en productiviteit.
12. Larsen, L., Adams, J., Deal, B. et al, ( 1998).  
Plants in the workplace The effect on plants density on productivity.
13. Shibata, S. & Suzuki, N., (2004)  
Effects of an indoor plant on creative task performance and mood.
14. Shibata, S. & Suzuki, N., (onbekend)  
Effects of indoor foliage plants on subjects 'recovery from mental fatigue'.
15. Klein Hesselink, J., Hopstaken, L., (1995).  
Planten op het werk.
16. Wal, ir J.F. van der, (1991).  
Oriënterend onderzoek naar de luchtzuiverende werking van potplanten in een mechanisch geventileerde proefruimte.
17. Wal, ir J.F. van der, Hoogveen, A.,(1993).  
Onderzoek naar de regeneratie van actieve kool door potplanten.

### **Bijlagen B t/m F**

Indien u inzicht wilt hebben in de bijlagen B t/m F, kunt u contact opnemen met Iris Bakker

