



**UNIVERSITÄTS  
KLINIKUM** FREIBURG

**45 Jahre HYDROPLANT**

**„Grün ist Herzblut“**

**01.06.2017**

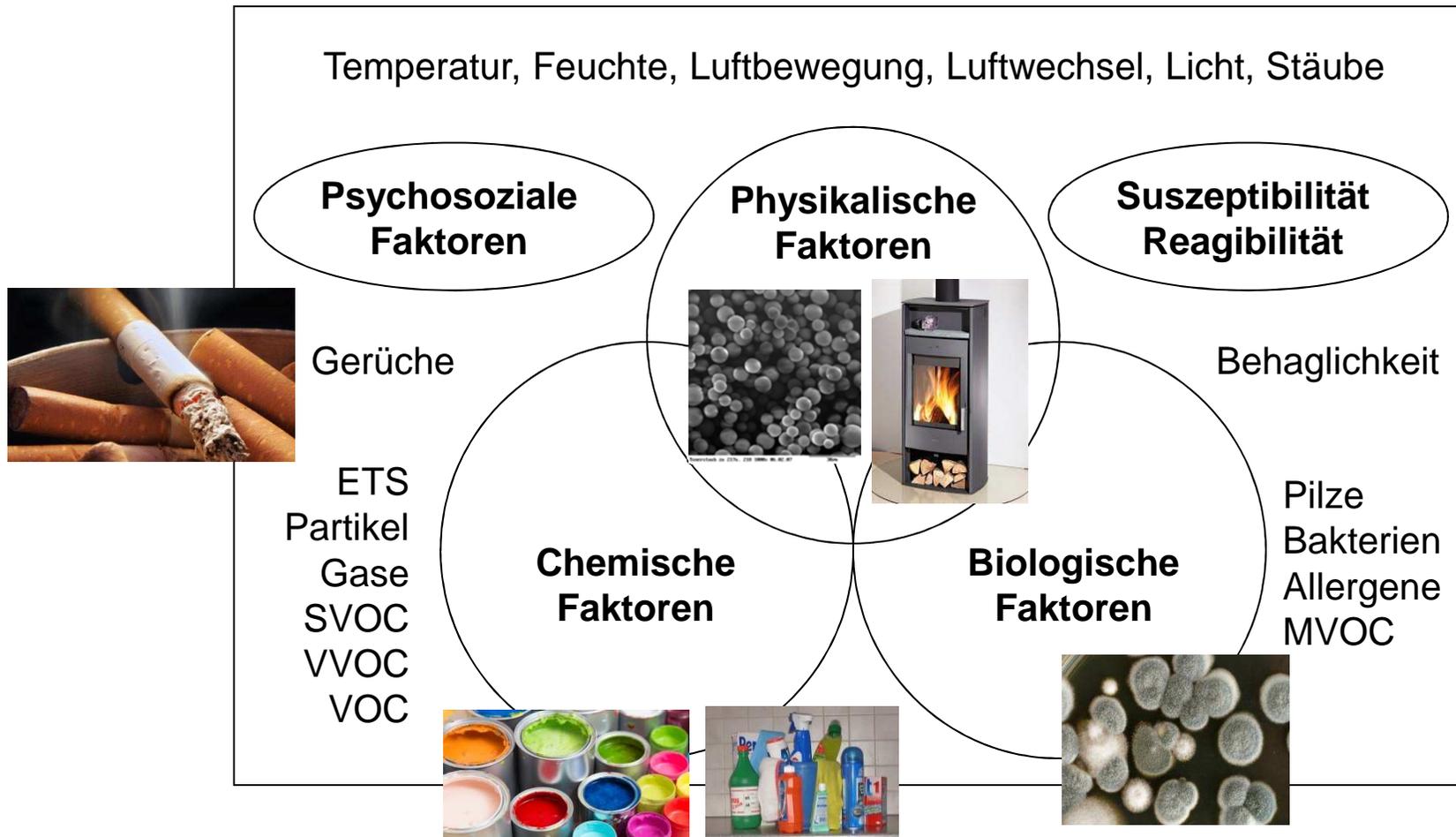
## **Bedeutung von Begrünungen für die Lufthygiene**



**Univ.-Professor Dr. med. Volker H. Mersch-Sundermann**

Ordinarius für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Medizinische Fakultät der Universität Freiburg  
Ärztlicher Direktor a.D. des Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Universitätsklinikum Freiburg

## Multifaktorielle Genese von Gesundheitsstörungen im Innenraum



- VVOC** Very Volatile Organic Compounds (sehr leicht flüchtige organische Verbindungen)
- VOC** Volatile Organic Compounds (flüchtige organische Verbindungen)
- SVOC** SemiVolatile Organic Compounds (schwerflüchtige organische Verbindungen)
- MVOC** Microbially Volatile Organic Compounds (Mikrobielle, flüchtige organische Verbindungen)
- ETS** Environmental Tobacco Smoke (Passivrauch)

Bildquellen:  
 Farben: [www.farbeundlack.de](http://www.farbeundlack.de)  
 Chemikalien: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)  
 Ofen: <http://www.dooyoo.de>

## Gesundheitsrelevante Parameter im Innenraum \*

- Raumlufthysikalische Faktoren:
  - Temperatur
  - (rel.) Feuchte
  - Luftbewegungen
  - Licht / Helligkeit
  - Schall / Akustik
- Partikel / Stäube / Aerosole
- Gase [Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)]
- Mikrobielle Belastungen (Bakterien / Schimmelpilze)
- Allergene (von Mikroorganismen / Pflanzen / Tieren)
- Chemische Belastungen:
  - Flüchtige organische Verbindungen (VOC; volatile organic compounds)
  - Schwerflüchtige, organische Verbindungen (SVOC)
  - Mikrobielle Stoffwechselprodukte (MVOC)

\* Spektrum aus Innenraumanalysen der **Abt. Wohnmedizin / Inneraumhygiene** und Patientendaten der **Umweltmedizinischen Ambulanz** am *Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Universitätsklinikum Freiburg*

## Gesundheitliche Probleme im Innenraum \*

- Störungen des allgemeinen Wohlbefindens
- Irritative Effekte (Augen, Haut, Schleimhäute, Bronchien)
- Allergien / Pseudoallergien
- Neurologische Effekte (Müdigkeit, Kopfschmerzen, Konzentrationsst.)
- Umweltmedizinische Syndrome

MMI (Mucous Membrane Irritation)

SBS (Sick Building Syndrome)

MCS (Multiple Chemical Sensitivity)

CFS (Chronic Fatigue Syndrome)

BRI (Building Related Illness)

\* Spektrum von Gesundheitsbeschwerden aus Patientenvorstellungen in der **Umweltmedizinischen Ambulanz** am Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Universitätsklinikum Freiburg

# Pflanzen im Innenraum als Alleskönner?



ZENTRUM DER GESUNDHEIT   
Infozentrum

**Saubere Raumluft durch Zimmerpflanzen**

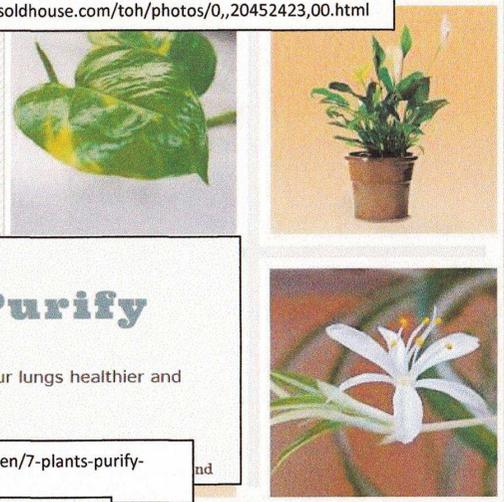
Bestimmte Zimmerpflanzen können die Luft von Schadstoffen befreien. Wir stellen die zehn besten Zimmerpflanzen zur Luftreinigung vor.

<http://www.zentrum-der-gesundheit.de/luftqualitaet-pflanzen-ia.html>

**10 Clean-Air Plants for Your Home**  
Houseplants that do double duty clearing out pollutants in your indoor air

BY DANIELLE BLUNDELL, THIS OLD HOUSE MAGAZINE

<http://www.thisoldhouse.com/toh/photos/0,,20452423,00.html>



**Prima Klima mit Pflanzen**  
Wohnräume natürlich entgiften

GARDEN: HOUSEPLANTS

**7 Plants That Purify Indoor Air**

Finding plants that clean the air could make your lungs healthier and put you in a better mood.

MAIN APRIL 2, 2015

<http://www.rodalorganiclife.com/garden/7-plants-purify-indoor-air>

<http://www.gkr-hydrokulturen.de/schadstoffreduzierende-pflanzen/> Produkte Verkauf



**Schadstoffreduzierende Pflanzen haben viele positive Effekte, um unser Wohlbefinden zu verbessern.**

Besonders wichtig sind sie für uns, wenn es darum geht Schadstoffe aus der Luft zu filtern und zu reduzieren. Von Formaldehyd, Benzol, Kohlenmonoxid bis hin zu Nikotin, bestimmte Arten von Pflanzen lassen uns gesund atmen. Pflanzen sind in ihren Eigenschaften variabler als bisher angenommen.

**Wunderheiler Pflanze**

Nicht erst seit der Veröffentlichung von Untersuchungsergebnissen der NASA Ende 1989 wissen wir über die

**Nie wieder ein Fenster öffnen – Mit den richtigen Pflanzen weniger krank sein und produktiver werden**

<http://www.bewusstes-lernen.de/durch-mehr-sauerstoff-weniger-krank-sein-und-produktiver-werden-die-richtigen-pflanzen-fur-den-arbeitsplatz/>

**Schlechte Luft im Büro macht krank Pflanzen retten das Klima**

<http://green-24.de/forum/zimmerpflanzen-gegen-schlechte-luft-im-buero-t49956.html>



Quelle: Vanessa Hörmann et al., Vortrag WaBoLu-Innenraumtage 2016

## Beeinflussen Pflanzen im Innenraum

- die Luftqualität ?
  - die Gesundheit ?
  - das Wohlbefinden ?
- 
- Wohlbefinden, Behaglichkeit, Leistungsfähigkeit..
  - Akustik (Lautstärke / Nachhall)
  - Reduktion chemischer Luftverunreinigungen
  - CO<sub>2</sub>-Konzentration
  - Luftfeuchte / Mikroklima
  - Mikrobiologie / Allergene
  - Stäube



Bildquelle: <http://images.google.de/imgres?imgurl=http://www.pflanzenfreunde.com>

J Exp Psychol Appl. 2014 Sep;20(3):199-214.

**The relative benefits of green versus lean office space: three field experiments.**

Nieuwenhuis M , Knight C , Postmes T , Haslam SA .

Principles of lean office management increasingly call for space to be stripped of extraneous decorations so that it can flexibly accommodate changing numbers of people and different office functions within the same area. Yet this practice is at odds with evidence that office workers' quality of life can be enriched by office landscaping that involves the use of plants that have no formal work-related function. To examine the impact of these competing approaches, **3 field experiments** were conducted in large commercial offices in The Netherlands and the U.K. These examined the impact of lean and "green" offices on subjective **perceptions of air quality, concentration, and workplace satisfaction as well as objective measures of productivity**. Two studies were longitudinal, examining effects of interventions over subsequent weeks and months. In all 3 experiments **enhanced outcomes were observed when offices were enriched by plants**. Implications for theory and practice are discussed.

J Exp Psychol Appl. 2014 Sep;20(3):199-214.

## The relative benefits of green versus lean office space: three field experiments.

Nieuwenhuis M , Knight C , Postmes T , Haslam SA .

Princ  
extra  
peop  
with  
that i  
the ir  
large  
of lea  
and v  
were  
mont  
enric

Bürogebäude in London (eine Etage: 4875 m<sup>2</sup>)

Grünes Büro: **Mindestens 2 Pflanzen in Sichtweite**

N=250 (Antwortrate: 66% / 59% follow up)

**Fragebögen (7 Fragen) zur (+/- Antwortmöglichkeit):**

➤ *Arbeitsplatzzufriedenheit*

(z.B. „Ich fühle mich im Büro zu Hause“)

➤ *Konzentration*

(„Ich kann mich im Büro gut konzentrieren“)

➤ *Luftqualität*

(„Die Luft im Büro ist schlecht“)

➤ *Produktivität\**

(„Ich bin mit meinem Arbeitspensum zufrieden“)

Subjektives Empfinden / keine Verbesserung der Luftqualität

\* vgl. auch Raanaas *et al.*, J Environ Psych 31 (2011) 99-105

ed of  
ers of  
is at odds  
ndscaping  
examine  
cted in  
e impact  
**ration,**  
wo studies  
s and  
**ces were**

## BMW-Studie „Das grüne Büro“ (2003)

- Fläche: 308 m<sup>2</sup>
- 21 Mitarbeiter
- 12% der Bürofläche bepflanzt (0,8 m<sup>2</sup> / Mitarbeiter)
- Erdkultur (Bodengefäß)/ Hydrokultur (Tischgefäße)/ Seramis<sup>®</sup> (Schrank)
- Zusätzliche Beleuchtung (Standorte mit geringem Tageslicht)
- Pflege: 1 x wöchentlich (Gärtnerei)



Quelle: [http://www.systemgruen.com/wp-content/uploads/Das\\_gruene\\_Buero.pdf](http://www.systemgruen.com/wp-content/uploads/Das_gruene_Buero.pdf)

## BMW-Studie „Das grüne Büro“ (2003)

### Untersuchte Parameter

- **Befragung der Mitarbeiter/innen**
- Raumlufthysikalische Parameter (Temp./Feuchte)
- Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Konzentration
- Keimbelastung
- Gefahrstoffe
- Akustik



Quelle: [http://www.systemgruen.com/wp-content/uploads/Das\\_gruene\\_Buero.pdf](http://www.systemgruen.com/wp-content/uploads/Das_gruene_Buero.pdf)

01.06.2017

V. Mersch-Sundermann

## BMW-Studie „Das grüne Büro“ (2003)

Mitarbeiterbefragung (MA)  
n = 21 Mitarbeiter (2505 Stimmen?):

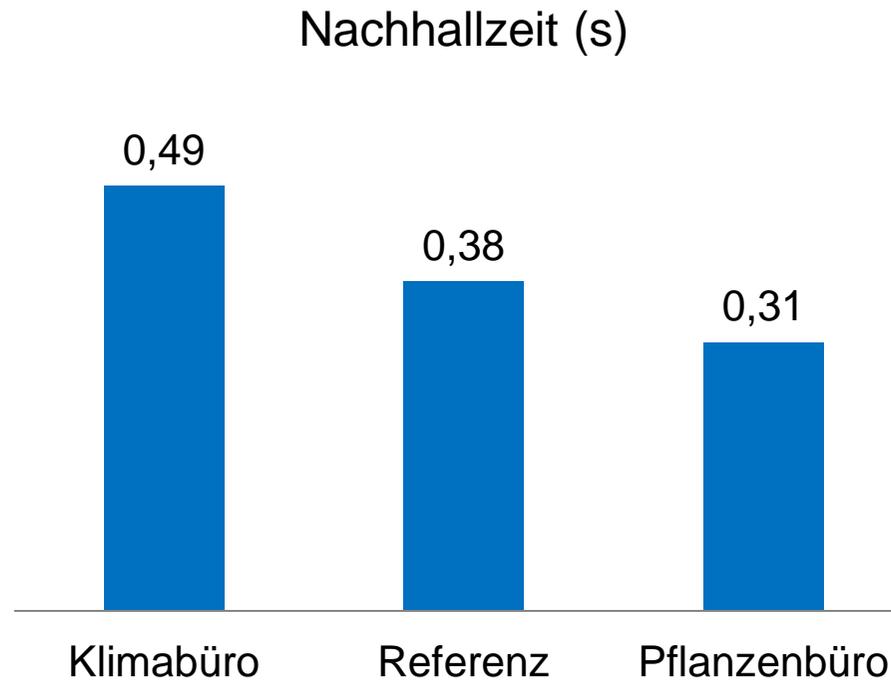
- 100 % der MA empfanden, dass Pflanzen **(positiven) Einfluss auf die Luftqualität** haben
- 93 % der MA fühlten sich nach der Bepflanzung **wohler als vorher**
- 93 % der MA hatten das Gefühl, dass sich der **Schallpegel** verringert hat
- 93 % der MA würden **lieber in einem begrünten** als in einem herkömmlichen Büro arbeiten
- 47 % der MA fühlten sich im begrünten Büro **entspannter**
- 29 % Der MA fühlten sich „**energieaufgeladener**“



Quelle: [http://www.systemgruen.com/wp-content/uploads/Das\\_gruene\\_Buero.pdf](http://www.systemgruen.com/wp-content/uploads/Das_gruene_Buero.pdf)

- Gefühl von Behaglichkeit, Ruhe, Erholung von Müdigkeit  
Erhöhung der Aufmerksamkeit  
(Shibata and Suzuki, 2002)
- Reduktion von Krankheitstagen in Schulen und Büros  
(Fjeld, 2002)
- Reduktion von physischem Unwohlsein  
(Lohr and Pearson-Mims, 2000; Park *et al.*, 2002)
- Verbesserung des Wohlbefindens und der Produktivität  
(Evens, 2003; Bringslimark *et al.*, 2007; Park *et al.* 2002)

## Akustik als psychologischer Einflussfaktor



Aus: BMW-Studie „Das grüne Büro“

# Elimination von chemischen Verunreinigungen aus der Atemluft durch Pflanzen im Innenraum

## VOC

(volatile organic compounds)  
Flüchtige organische Verbindungen

## TVOC

(total volatile organic compounds)  
Summe der flüchtigen organischen Verbindungen

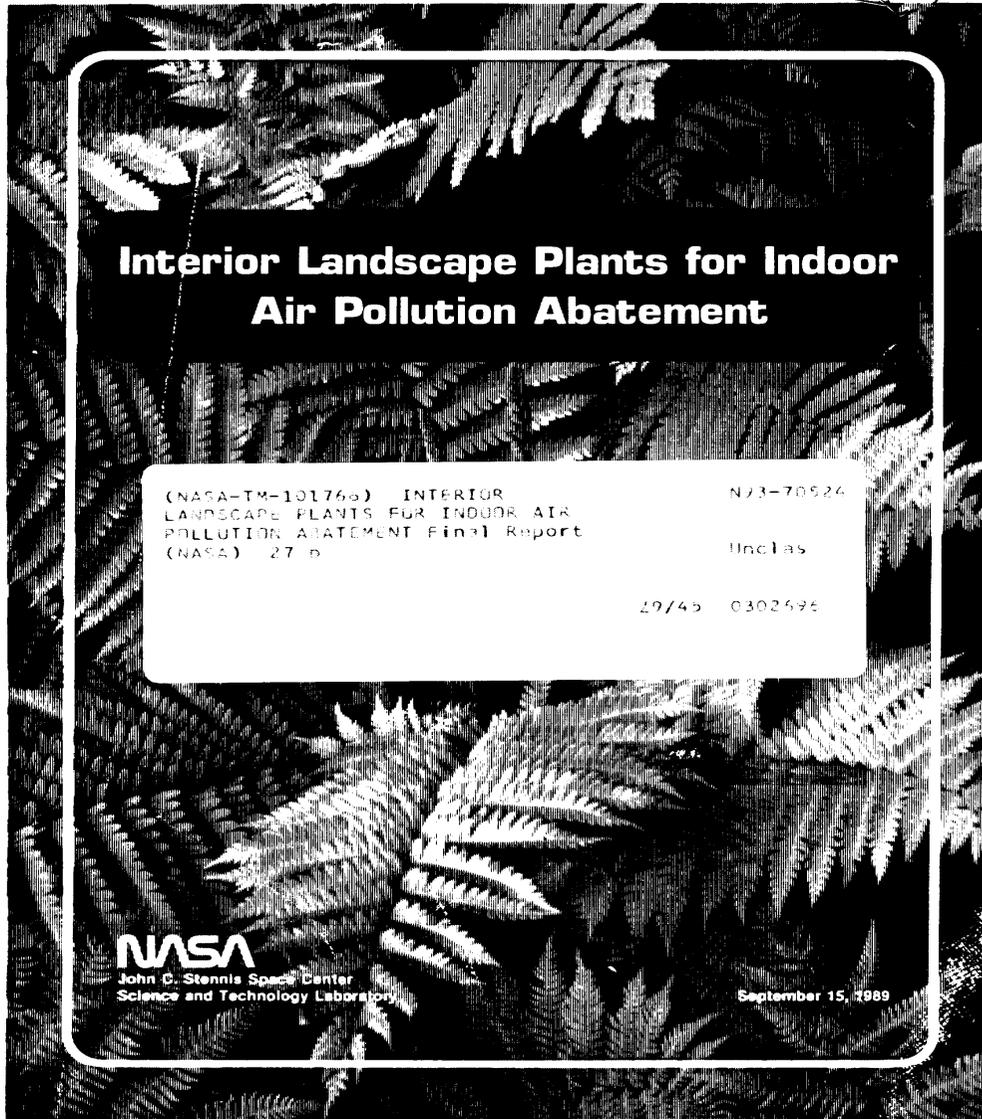


Bildquellen:  
Farben: [www.farbeundlack.de](http://www.farbeundlack.de)  
Chemikalien: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

VOC-Gruppen	Quellen und Einzelstoffe
Alkane, Alkene und Cycloalkane	Außenluft, Kfz-Verkehr, Kraftstoffe, Lösemittel („Solvent Naphtha“) in Lacken, Harzen und Fleckentferner
Aromaten	Kfz-Verkehr, Tabakrauch, Lösemittel, höhersiedende Aromaten (z. B. Phenylcyclohexen in Teppichbodenrücken), Hartschaumprodukte
Terpene	Holz, Lösemittel, „Geruchsverbesserer“, Duftstoffzusatz
Naphalin	Bitumenplatten, Teerkleber, Teerpappen, Mottenschutz
Alkohole	Reiniger, Lösemittel, Abbauprodukte u.a. aus Weichmachern
Aldehyde	Küchendunst, Desinfektionsmittel, Alkydharzfarben, Ölfarben, Abbauprodukte aus Linoleum, Korkfußböden, Holzprodukte
Ketone	Lösemittel (z. B. Methylethylketon), Stoffwechselprodukt, UV-gehärtete Lackoberflächen
Ester	Lösemittel, Weichmacher, Heizkostenverteiler (Methylbenzoat)
Glykolether	Lösemittel in wasserlöslichen Farben und Lacken
Halogenierte Verbindungen	Entfettung, Lösemittel, chemische Reinigung (Tetrachlorethen), Tippex, (Trichlorethan), Toilettenstein (p-Dichlorbenzol)
Sonstige Verbindungen	Bindemittel (Phenol), Desinfektionsmittel (Kresole), Butanonoxim

Innenraumlufthygienekommission; UBA Schulleitfaden

303096  
P. 27



NASA Clean Air-Studie  
(1989)

B.C.Wolverton  
(Principal Investigator)

Trichlorethylen  
Benzol  
Formaldehyd

Testkammermessungen

## Reduzierung der Luftkonzentrationen verschiedener VOC durch Zimmerpflanzen

### Formaldehyd:

Grünlilien (*Chlorophytum comosum*)  
Birkenfeige (*Ficus benjamina*)  
Strahlenaralie (*Schefflera* sp.)  
*Philodendron*

### allgemein:

Grünlilien (*Chlorophytum comosum*)  
*Philodendron*  
Fensterblatt (*Fenestraria* sp.)  
Amaryllis (*Hippeastrum* sp.)

### Benzol:

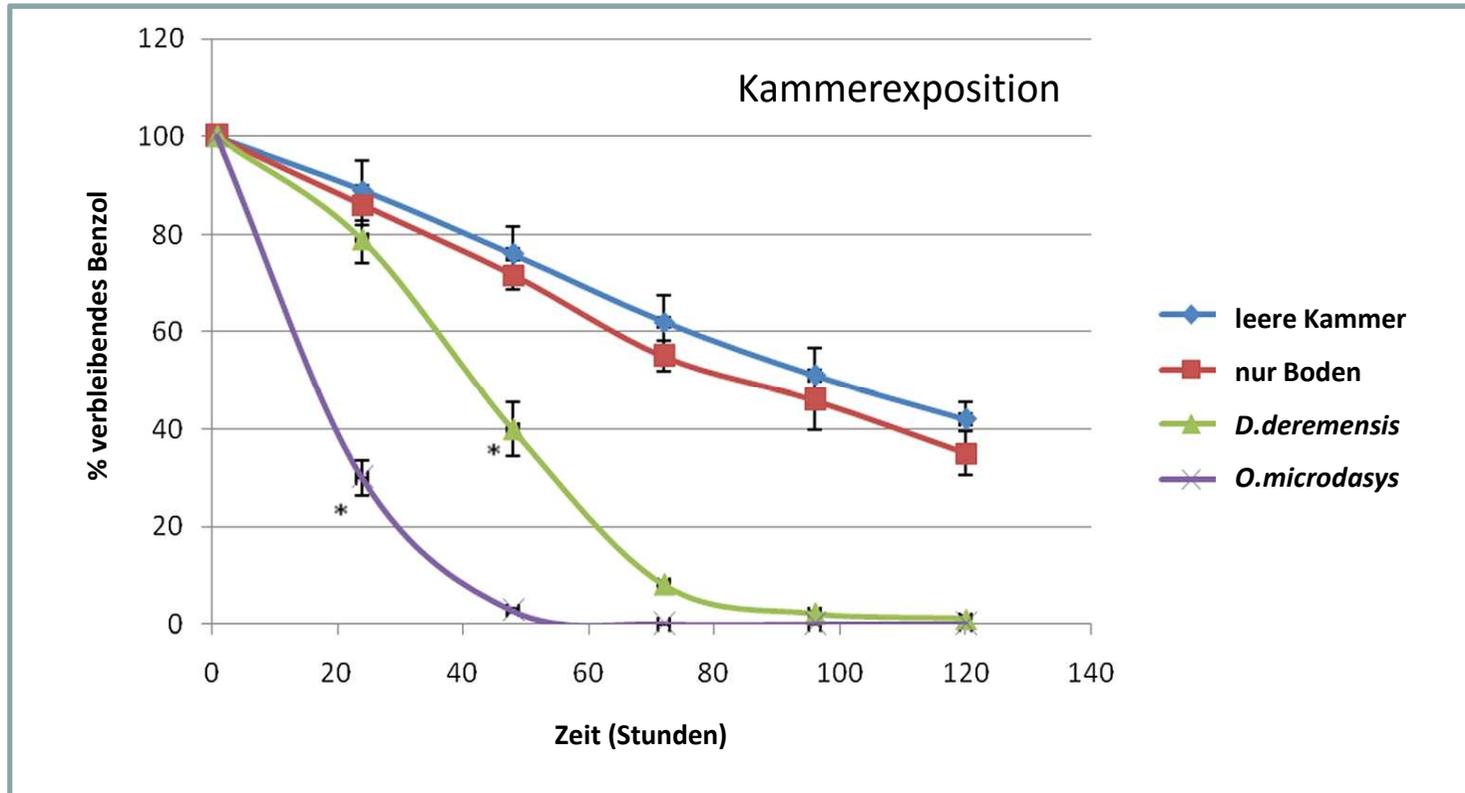
Efeu (*Hedera helix*)  
Einblatt (*Spathiphyllum* sp.)  
Drachenbaum (*Dracaena* sp.)  
Bogenhanf (*Sansevieria* sp.)  
Efeutute (*Epipremnum* sp.)  
Aronstab (*Arum* sp. u.a.)

Quelle: "Gesünder Leben mit Zimmerpflanzen", B.C. Wolverton

Mosaddegh MH et al.

**Phytoremediation of benzene, toluene, ethylbenzene and xylene contaminated air by *D.deremensis* and *O.microdasys*.**

J Environ Hlth. & Engineering 12 (2014) 39ff



Reduktionskapazität für Benzol durch *Dracaena deremensis* (Duftender Drachenbaum) und *Opuntia microdasys* (Hasenohrkaktus). Die anfängliche Benzolkonzentration betrug 2 ppm. Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung, n = 3, p < 0.05.

Environ Sci Pollut Res Int. 2014 Dec;21(24):13909-28.

**Can ornamental potted plants remove volatile organic compounds from indoor air? A review.**

Dela Cruz M , Christensen JH, Thomsen JD, Müller R.

Volatile organic compounds (VOCs) are found in indoor air, and many of these can affect human health (e.g. formaldehyde and benzene are carcinogenic). Plants affect the levels of VOCs in indoor environments, thus they represent a potential green solution for improving indoor air quality that at the same time can improve human health. This article reviews scientific studies of plants' ability to remove VOCs from indoor air. The focus of the review is on pathways of VOC removal by the plants and factors affecting the efficiency and rate of VOC removal by plants. **Laboratory based studies indicate that plant induced removal of VOCs is a combination of direct (e.g. absorption) and indirect (e.g. biotransformation by microorganisms) mechanisms. They also demonstrate that plants' rate of reducing the level of VOCs is influenced by a number of factors such as plant species, light intensity and VOC concentration.** For instance, an increase in light intensity has in some studies been shown to lead to an increase in removal of a pollutant. Studies conducted in real-life settings such as offices and homes are few and show mixed results.

## Reduktion von VOC durch intensive Bepflanzung

TVOC	68 %
Formaldehyd	28 %
Aceton	76 %
Benzol	38 %
Butanol	38 %



Quelle: BMW-Studie „Das grüne Büro“

## Elimination von flüchtigen, organischen Verbindungen (VOC) aus der Innenraumluft durch Pflanzen (Einflussfaktoren)

- Pflanzenart
- Pflanzenmenge
- Wachstumsmedium
- Temperatur
- Licht
- VOC-Konzentration
- VOC-Spezies
- VOC-Gemisch



Bildquelle:  
[www.zimmerpflanzen.ch](http://www.zimmerpflanzen.ch)

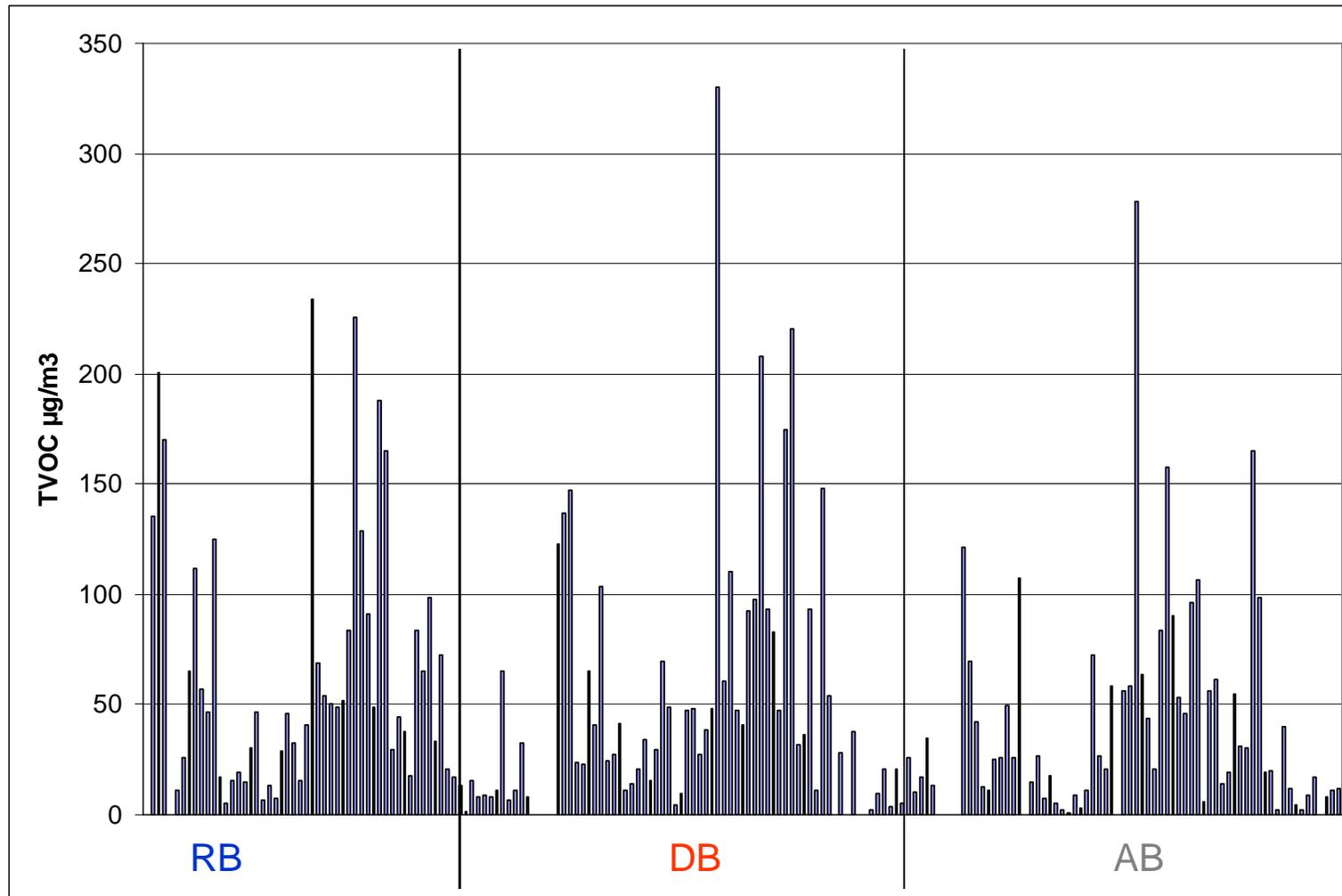
nach Dela Cruz et. al (2014)

## Hygienische und gesundheitliche Bewertung von VOC im Innenraum (Angabe als TVOC)

Stufe	Konz.	Hygienische Bewertung	Empfehlungen
1	$\leq 300$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Hygienisch unbedenklich. In der Regel keine Beschwerden.	Keine weiteren Maßnahmen
2	300 - 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Hygienisch noch unbedenklich, soweit keine Richtwert-überschreitungen für Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen vorliegen.	Ausreichend Lüften besonders nach Renovierungsarbeiten. VOC-Quellen ermitteln (z.B. Begehung des Raumes). Verwendung von Putz- und Reinigungsmitteln überprüfen. Nachmessungen zur Kontrolle von Richtwertüberschreitungen unter Nutzungsbedingungen (s. Kap. 9).
3	1000 – 3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Hygienisch auffällig. Nutzung bei Räumen, die regelmäßig genutzt werden, nur befristet akzeptabel (<12 Monate). Innerhalb von ca. 6 Monaten sollten TVOC-Konzentration deutlich unter den anfangs gemessenen TVOC-Wert abgesenkt werden.	Richtwertüberschreitungen umgehend durch Nachmessung unter Nutzungsbedingungen kontrollieren und bei der Bewertung die Hinweise in Kap. 4 berücksichtigen. Auffällige Referenzwertüberschreitungen auf gesundheitliche Relevanz prüfen. In jedem Fall: Quellensuche durchführen und Lüftungsverhalten überprüfen: intensiv lüften und ggf. Nutzungs- und Lüftungsbedingungen festlegen. Kontrollmessung bzw. Nachmessung nach ca. 1 Monat empfohlen (unter Nutzungsbedingungen). Liegt nach 12 Monaten trotz der beschriebenen Bemühungen die TVOC-Konzentration weiterhin über $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ , so sind adäquate Sanierungsmaßnahmen in die weitere Planung aufzunehmen.

Quelle: Innenraumlufthygienekommission (Umweltbundesamt)

## Messungen flüchtiger, organischer Verbindungen (VOC) in Büroräumen (N=63)



Büroraumstudie; Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) 2006/07

## Schlussfolgerungen zur Schadstoff-Elimination durch Zimmerpflanzen bzw. Innenraumbegrünungen

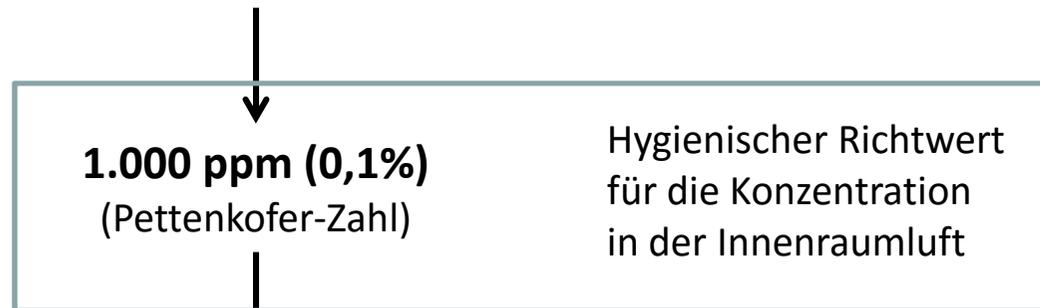
- ✓ Zahlreiche Pflanzen (Pflanzungen) sind in der Lage, die Konzentration **flüchtiger organischer Verbindungen (VOC)** in der Umgebungsluft zu reduzieren. Hierbei spielen neben den Pflanzenspezies, Blattoberflächen und Substrateigenschaften zahlreiche andere (physikalische) Einflussfaktoren eine Rolle.
- ✓ Die überwiegenden Erkenntnisse zur VOC-Reduktion beruhen auf Untersuchungen in **Laborexperimenten** (Expositionskammern), die insgesamt untereinander schwer vergleichbar und in ihrer Aussagekraft in Bezug auf die normale Innenraumsituation nur eingeschränkt verwendbar sind.
- ✓ Felduntersuchungen in realen Innenräumen zeigten zudem, dass **umfangreiche Bepflanzungen** ebenfalls zu einer Reduktion der VOC-Konzentrationen im Innenraum beitragen können (z.B. BMW-Studie). Bei allen Untersuchungen standen VOC wie die BTEX-Aromaten\* und Formaldehyd, seltener die TVOC-Konzentrationen im Vordergrund.
- ✓ Hygienisch relevant kann der Einsatz VOC-adsorbierender Begrünungen in Innenräumen sein, in denen mit **erhöhten VOC-Konzentrationen** zu rechnen ist (z.B. aus Materialien, bei Neubauten, nach Renovierungen, Maschinenbetrieb)

\* BTEX: Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol



Max von Pettenkofer  
(1818-1901)

**Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)**  
(Konzentration in der Atmosphäre: 0,04%)



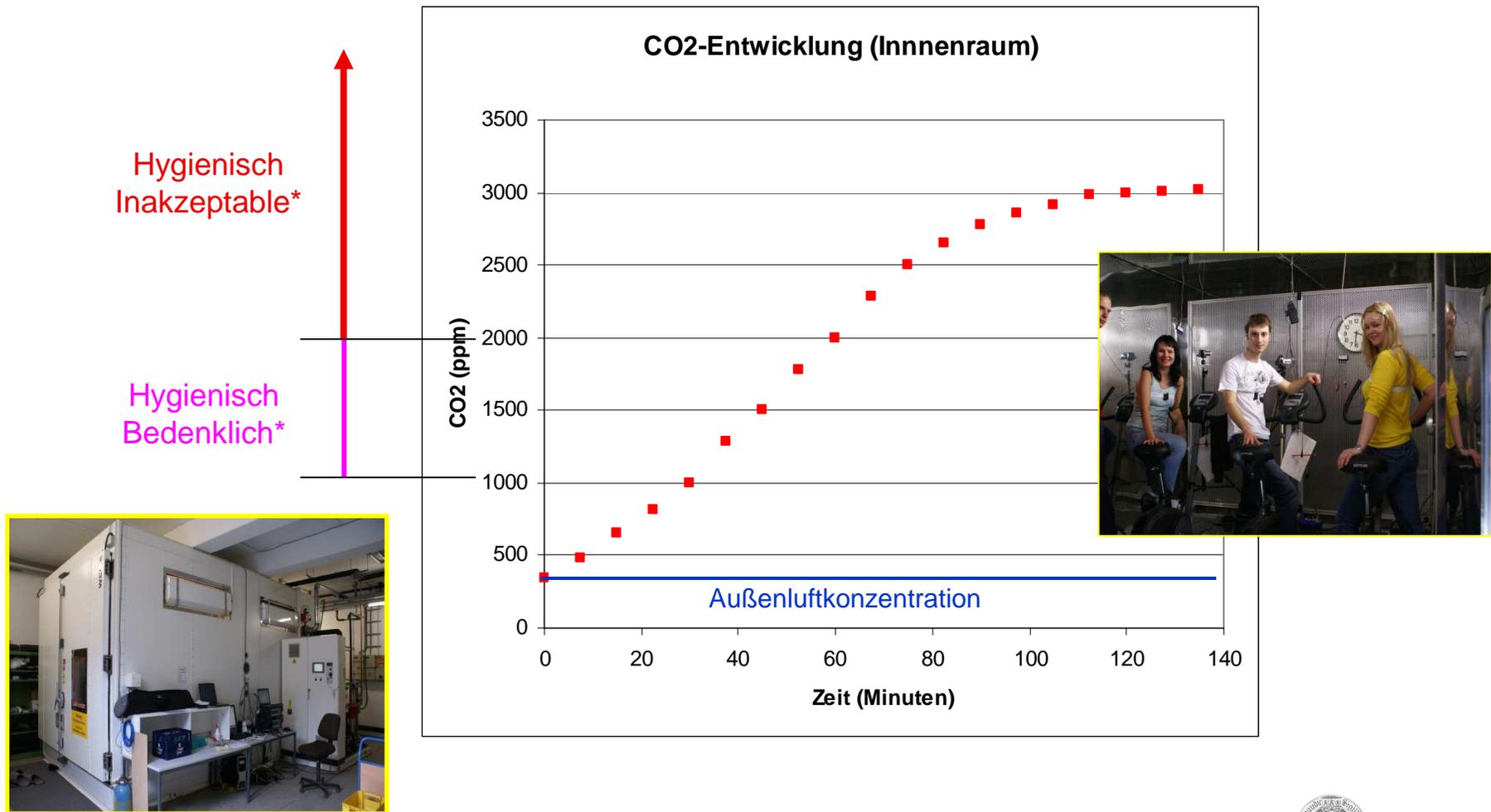
↓

> 1000 ppm

↓

**Konzentrationsstörungen**  
**Müdigkeit**  
**Kopfschmerzen**

Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Konzentrationen in einem 40 m<sup>3</sup> großen Raum mit Luftwechsel 1/h und Belegung mit 4 Personen bei leichter körperlicher Bewegung (50 W)

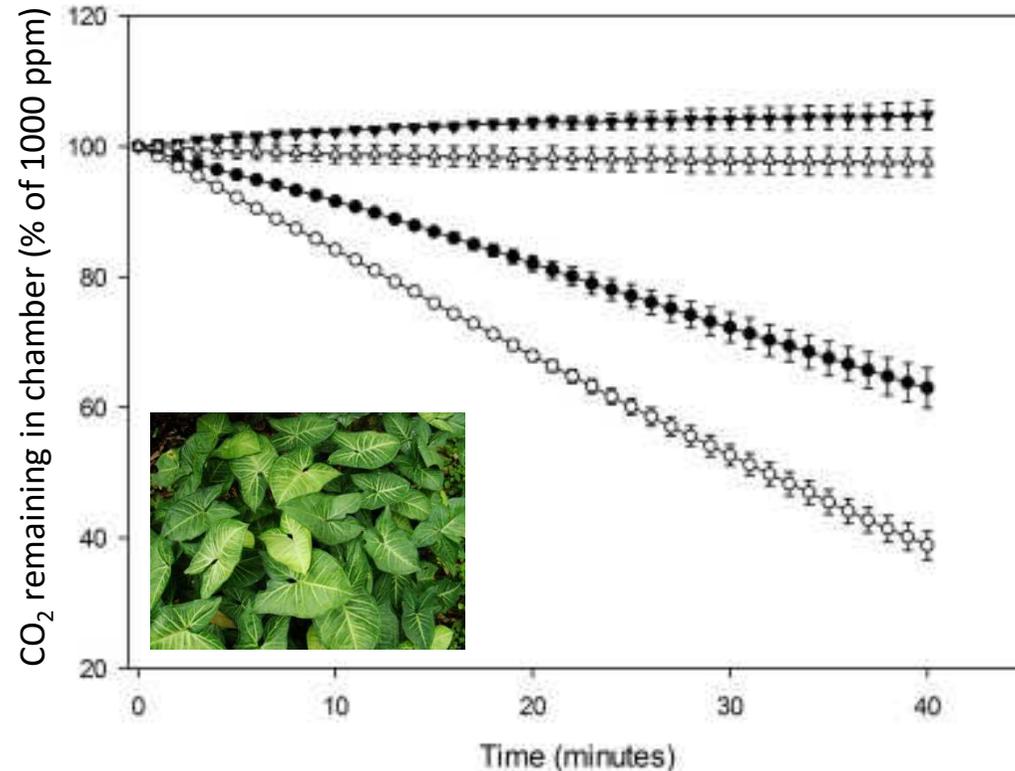


Irga PJ et al.

Can hydroculture be used to enhance the performance of indoor plants for the removal of air pollutants?

Atmospheric Environment 77 (2013) 267-271

*S. podophyllum* (Purpurtute)  
Test chamber: 26 x 20 x 30,5 cm (n=8)  
Grown 133 days before testing  
Temp.:  $23.0 \pm 0.1$  °C  
Rel. Humidity:  $45 \pm 10\%$   
Light Intens.:  $20 \pm 5$   $\mu\text{mol PAR m}^{-2} \text{s}^{-1}$   
Maximum indoor light intensity:  
350  $\mu\text{mol PAR m}^{-2} \text{s}^{-1}$   
Day/Night: 16/8 hrs  
Circulating water (bath)



CO<sub>2</sub> changes at 350  $\mu\text{mol PAR m}^{-2} \text{s}^{-1}$  for *S. podophyllum* grown in potting mix (●), hydroculture (○), and medium controls; unused potting mix (▼) and unused hydroculture medium (△) (Means  $\pm$  SE; n = 4).

Tarran J, Torpy F and Burchett M:

Faculty of Science, University of Technology Sydney (UTS), Australia

## Use of living pot-plants to cleanse indoor air – research review.

Proc. 6th Int. Conf. On Indoor Air Quality, Sendai, Japan, 28.-31.10.2007



- Bürogröße: 10-12 m<sup>2</sup> (30-50 m<sup>3</sup>)
- Gebäude mit Klimaanlage: Luftwechsel 6-8/h; ext.Zufuhr: 10-15%
- Gebäude ohne Klimaanlage: Fenster zumeist geschlossen
- Pflanzen: *Aglonema* sp. und *Zamioculcas* sp.
- Blattoberfläche: 2,2 m<sup>2</sup> bzw. 1,3 m<sup>2</sup>
- Messzeitraum: 2 x 9 Wochen (je 10 30s-Messungen (tragbares CO<sub>2</sub>-Meter))

...we found that potted-plant presence was associated with significant reductions in both CO<sub>2</sub> and CO concentrations (P<0.004) in offices without air-conditioning. In the presence of plants, CO<sub>2</sub> levels were reduced by about 10% in offices in the air-conditioned building, and by about 25% in the naturally ventilated building...

1) *Aglonema* sp.: Kolbenfaden (Fam.: Aronstabgewächse)

2) *Zamioculcas zamiifolia*: Glücksfeder, Kartonpapier-Palme (Fam. Aronstabgewächse)

Bildquelle: wikipedia.org

Pegas PN et al.

## Could Houseplants Improve Indoor air Quality in Schools?

J Toxicol Environ Hlth Part A 75 (2012) 1371-80

Previous studies performed by the National Aeronautics Space Administration (NASA) indicated that plants and associated soil microorganisms may be used to reduce indoor pollutant levels. This study investigated the ability of plants to improve indoor air quality in schools. A 9-wk intensive monitoring campaign of indoor and outdoor air pollution was carried out in 2011 in a primary school of Aveiro, Portugal. Measurements included temperature, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), carbon monoxide (CO), concentrations of volatile organic compounds (VOC), carbonyls, and particulate matter (PM<sub>10</sub>) without and with plants in a classroom. PM<sub>10</sub> samples were analyzed for the water-soluble inorganic ions, as well for carbonaceous fractions. **After 6 potted plants were hung from the ceiling, the mean CO<sub>2</sub> concentration decreased from 2004 to 1121 ppm.** The total VOC average concentrations in the indoor air during periods of occupancy without and with the presence of potted plants were, respectively, 933 and 249 µg/m<sup>3</sup>. The daily PM<sub>10</sub> levels in the classroom during the occupancy periods were always higher than those outdoors. **The presence of potted plants likely favored a decrease of approximately 30% in PM<sub>10</sub> concentrations.** Our findings corroborate the results of NASA studies suggesting that plants might improve indoor air and make interior breathing spaces healthier.

Pegas PN et al.

## Could Houseplants Improve Indoor air Quality in Schools?

J Toxicol Environ Hlth Part A 75 (2012) 1371-80

Previous studies performed by the National Aeronautics Space Administration (NASA) indicated that plants and associated soil microorganisms may be used to reduce indoor pollutant levels. This study investigated the ability of plants to improve indoor air quality

in schools. The study was carried out in a classroom over a 9-week period. The study was organized in a classroom as well as in a laboratory. The mean concentrations of pollutants were measured in the classroom. The



Klassenraum 52,5 m<sup>2</sup> (25 Schüler)  
3 Wo. ohne Pflanzen, 6 Wochen mit Pflanzen  
insgesamt 6 Pflanzen (in 30-cm-Töpfen)  
*Dracaena* sp. (Drachenbaum)  
*Spathyphyllum* sp. (Einblatt)



**CO<sub>2</sub>-Konzentration: - 45%**  
**PM<sub>10</sub>-Konzentration: - 30%**

was included in the study. The study was conducted in a classroom with 25 students. The study was organized in a classroom as well as in a laboratory. The mean concentrations of pollutants were measured in the classroom. The

**concentrations.** Our findings corroborate the results of NASA studies suggesting that plants might improve indoor air and make interior breathing spaces healthier.

## Schlussfolgerungen: Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Reduktion durch Pflanzen im Innenraum

- ✓ Studien deuten darauf hin, dass Pflanzen im Innenraum in der Lage sind, relevante Mengen an CO<sub>2</sub> zu binden (assimilieren). Dies gilt für Kammer- wie für Feldversuche.
- ✓ Der Prozess der CO<sub>2</sub>-Assimilation durch Pflanzen ist aufgrund des Prozesses der Photosynthese autotrophen Organismen zu erwarten.
- ✓ Offen ist die Frage des quantitativen Potenzials der CO<sub>2</sub>-Reduktion [Pflanzenanzahl (Blattoberfläche), Spezies, Licht, Luftwechselrate, Luftbewegung, CO<sub>2</sub>-Bilanzierung usw.]
- ✓ Aufgrund der dürftigen Präsenz von Originaldaten (reviewten Publikationen) ist eine Evaluation dieser Pflanzeigenschaften notwendig
- ✓ Der Prozess der Assimilation läuft nur unter Lichteinfluss ab; des nachts kehrt sich der Prozess um, so dass Vorsicht beim intensiven Einsatz von Pflanzen bei Nachtarbeit (ohne künstliche Beleuchtung der Pflanzen) anzuraten ist.

## Beeinflussung der relativen Luftfeuchte durch Pflanzen im Innenraum

Die rel. Luftfeuchte spielt bei der Auslösung Innenraum-assoziiierter Störungen des Atemtraktes (insbesondere im Winter) eine relevante (arbeitsmedizinische) Rolle.

Außenluft:	~ 70-90 % rel. Feuchte
Pflanzenbüro:	~ 45-50 % rel. Feuchte
Klimatisiertes Büro:	~ 25-30 % rel. Feuchte
Referenzbüro:	~ 25-30 % rel. Feuchte

Quelle: BMW-Studie (Messungen 44.-48.KW)

Ein Einfluss von Pflanzen auf die rel. Luftfeuchte ist nur bei intensiver Begrünung des Innenraumes zu erwarten

**Empfehlung für Arbeitsräume: 40-50 (60) % rel. Feuchte)**  
**Behaglichkeitsgrenze: < 25% rel Feuchte**  
**Achtung: kritische Luftfeuchte (dauerhaft >60 % rel. Feuchte)**



**CAVE: Allergene und/oder toxischen Pflanzen bei der Innenraumbegrünung beachten**



← *Spathyphyllum sp.*  
(irritative Effekte)



→ *Caladium sp.*  
(neurotoxisch)  
Aroidin?



→ Saponine  
*Hedera helix*  
(Irritative Effekte)



Bilderquelle (Pflanzen): <http://www.peta.de/giftige-zimmerpflanzen>

vgl. auch Teuscher / Lindequist : Biogene Gifte, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 2010

Mahillon V, Saussez S, Michel O:

## High incidence of sensitization to ornamental plants in allergic rhinitis

Clinics of ENT and Allergology, Saint-Pierre University Hospital, Free University of Brussels, Belgium  
Allergy 61 (2006) 1138-1140 (short communication)

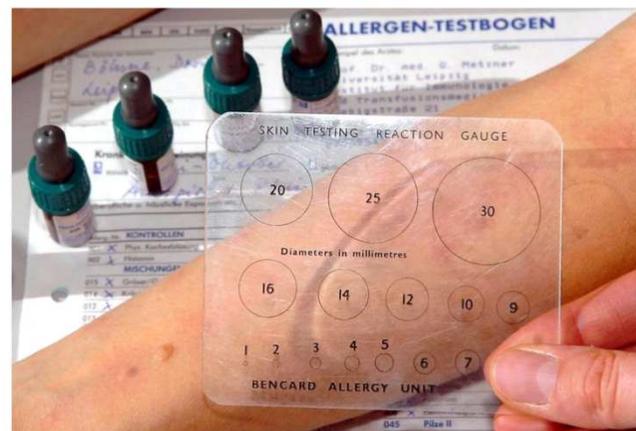
Personen mit allergischer Rhinitis (n=59) / gesunde Personen (n=15)

[zusätzlich: intermittierendes Asthma (37%), Konjunktivitis (32%), Dermatitis (12%)]

Hauttest (Pricktest):

bei Kontakt gegenüber Blättern eigener Zierpflanzen

bei Kontakt gegenüber kommerziellen Extrakten luftgetragener Allergene



Mahillon V, Saussez S, Michel O:

## High incidence of sensitization to ornamental plants in allergic rhinitis

Clinics of ENT and Allergology, Saint-Pierre University Hospital, Free University of Brussels, Belgium  
Allergy 61 (2006) 1138-1140 (short communication)

78% der Personen mit allergischer Rhinitis hatten einen positiven Pricktest bei mindestens einer der getesteten Pflanzen (n=0 in der Kontrollgruppe)

<i>Ficus benjamini</i>	(n=13)*	→
Yucca (Palmililie)	(n=13)	
<i>Hedera helix</i> (Efeu)	(n=6)	
Palme (?)	(n=6)	
<i>Geranium</i> sp.	(n=2)	



\* n=2 mit IgE erhöht

Vermeidung des Kontakts führte zur kompletten Remission)

# Mechanismus der Sensitivierung gegenüber Zierpflanzenallergenen (Bsp.: *Ficus benjamina*)



## Pflanzen“milch“-Austritt:

- spontan
- beim Berühren (verletzen)
- beim Rückschneiden



## Inhalation

Quelle: <http://sentryairsystemsmexico.blogspot.de>

← **Freisetzung**  
(an Stäube gebunden) ← **Eintrocknung**  
des Pflanzensaftes

Aydin Ö, Erkeköl FÖ, Misirloigil Z, Demirel YS, Mungan D.:

**Allergic sensitization to ornamental plants in patients with allergic rhinitis and asthma.**

Div. of Immunology and Allergy, Department of Chest Disease, Ankara University School of Medicine, Ankara, Turkey

Allergy Asthma Proc. 35 (2014) 9-14

150 Patienten mit Asthma und/oder Allergischer Rhinitis (Heuschnupfen)

20 Patienten ohne Allergien (Kontrollgruppe)

Prick-Allergietests mit 15 (bekannt allergenen) Zierpflanzen

positive Pricktestungen bei 80 Patienten (47,1%)

primär: Patienten mit allergischer Rhinitis

        Patienten mit Lebensmittelallergie

        Patienten mit Exposition zu Pflanzen im Innenraum

*Yucca elephantipes* (52,5%)

*Diffenbacchia picta* (50,8%)

*Euphorbia pulcherrima* (47,5%)



Allergische Hauterkrankungen und Lebensmittelallergien sind ein Risikofaktor betreffend eine Sensitivierung gegenüber Zierpflanzen im Innenraum



**FAZIT**  
**Gesundheitliche Bedeutung von Innenraumbegrünungen**

Luisenpark Mannheim / Pflanzenschauhaus 2017

## FAZIT

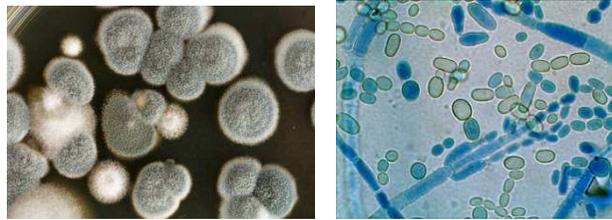
### Hygienische / Gesundheitliche Bedeutung von Innenraumbegrünungen

**Intensive Begrünungen** im Innenraum können:

- ✓ das Wohlbefinden der Bewohner steigern
- ✓ die rel. Luftfeuchte im Innenraum (insb. Im Winter) erhöhen
- ✓ Schadstoffe wie VOC (oder Ozon) adsorbieren
- ✓ die CO<sub>2</sub>-Konzentration senken
- ✓ zur Reduktion von Stäuben und Partikeln beitragen
- ✓ Ausfallzeiten durch Krankheitstage reduzieren

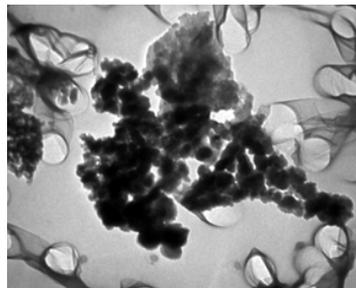
aber auch:

- ✓ das aerogene Mikrobiom verändern (Cave: Schimmelpilze)
- ✓ allergenes / toxisches Potenzial besitzen
- ✓ kritische rel. Feuchten erzeugen
- ✓ die Staubbelastung erhöhen (?)
- ✓ zu Belastungen mit Bioziden führen



**Veränderung des aerogenen Mikrobioms**

**Adsorption / Desorption  
von Stäuben**



**Einfluss auf das tatsächliche  
Allergiegesehen**



**Ungeklärte  
Fragen**

**Einsatz von Bioziden**



Quelle: Bellaflora – Pflanzenschutz-Ratgeber

Aus hygienisch-umweltmedizinischer Sicht setzen (umfangreiche) Begrünungen im Innenraum ein professionelles Know-how voraus, um eine Herstellung erwünschter und eine Vermeidung unerwünschter Einflüsse auf die menschliche Gesundheit zu gewährleisten



Quelle: <http://cdn.agrarverlag.at/imgsrv/to/mmedia>



Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene

Universitätsklinikum Freiburg

<https://www.uniklinik-freiburg.de/iuk/wohnmedizin-und-innenraumhygiene.html>

Email: [wohnmedizin@uniklinik-freiburg.de](mailto:wohnmedizin@uniklinik-freiburg.de)

Tel.: 0761-270-83290