



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Forschungsbereich Ökologische Bautechnologien
Institut für Werkstofftechnologie, Bauphysik und Bauökologie
Fakultät für Bauingenieurwesen, Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/207-03, A - 1040 WIEN
Tel.: +43/1/58801 - 207300
Email: azra.korjenic@tuwien.ac.at

Innenraumbegrünung: Vorteile und Grenzen

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Azra Korjenic

<https://www.obt.tuwien.ac.at>

1

Forschungsbereich Ökologische Bautechnologien

Ziel:

Erhöhung des Marktanteils des ökologischen Bauens durch zuverlässige, wissenschaftlich fundierte Aussagen

Drei Forschungsschwerpunkte

Ökologische Baumaterialien
und -konstruktionen



Gebäudebegrünung



Smart and green cities



www.obt.tuwien.ac.at

2



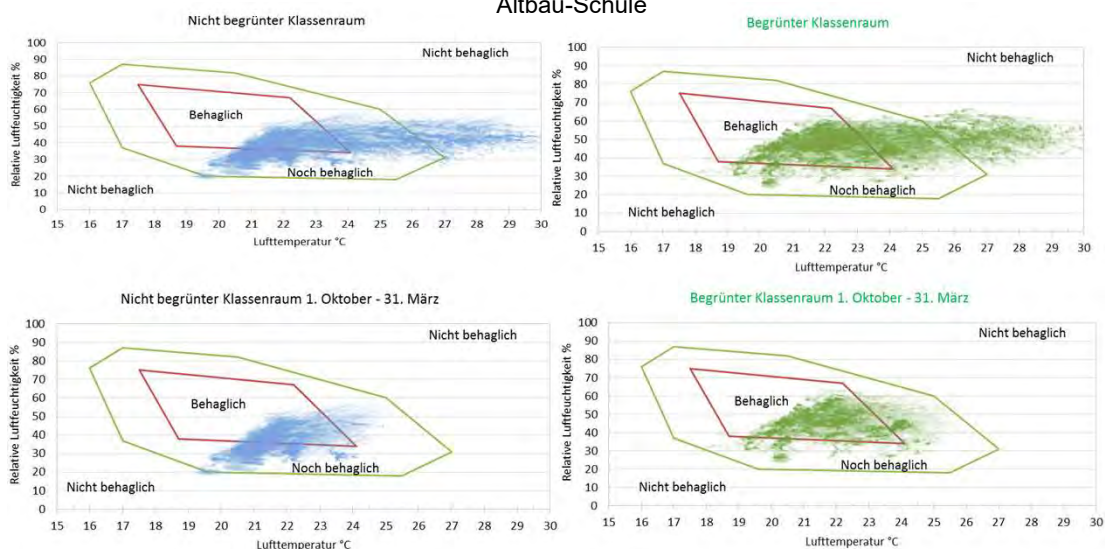
3



4

Hygrothermische Behaglichkeit im Raum

Altbau-Schule

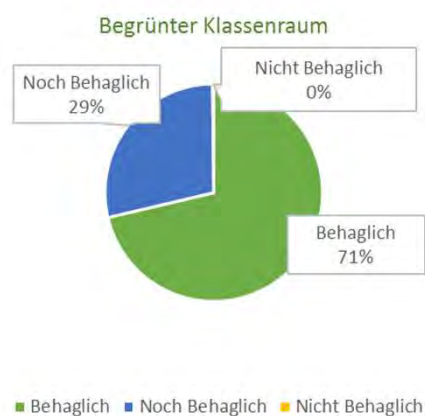


Behaglichkeitsdiagramm: Frank W. (1975), Berichte aus der Bauforschung – Raumklima und Thermische Behaglichkeit, Ernst & Sohn.

5



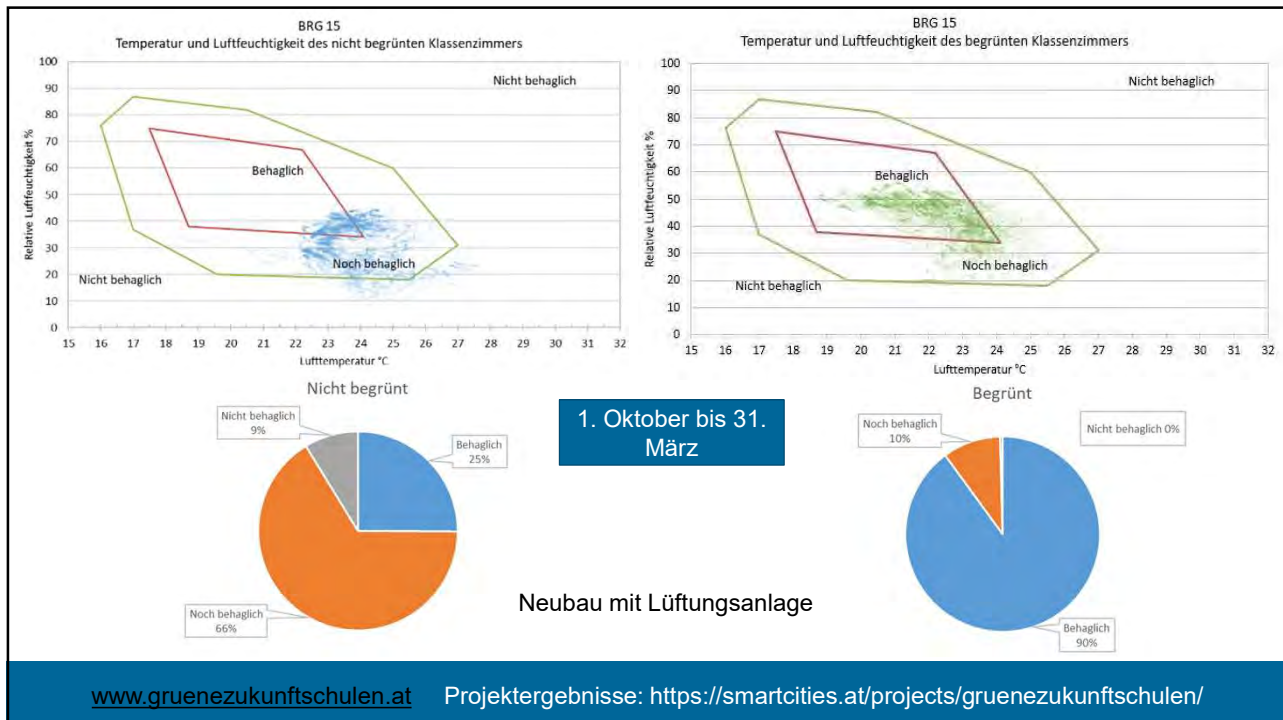
Winter



Durch die Erhöhung der Luftfeuchtigkeit wird das hygrothermische Raumklima verbessert.

Projektergebnisse GrünPlusSchule: <https://www.obt.tuwien.ac.at/news/newsdetail/datum/2019/05/28/begrueung-von-schulen-im-altbau/>

6

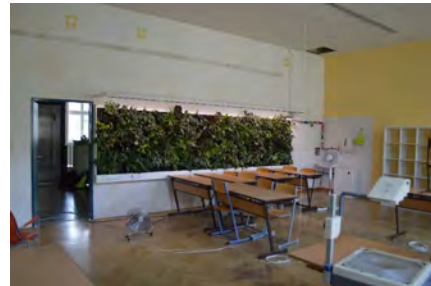
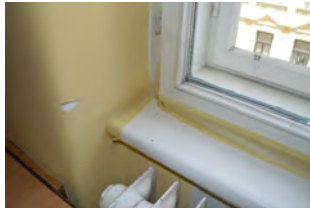


7



8

Untersuchung der CO₂ – Reduktion



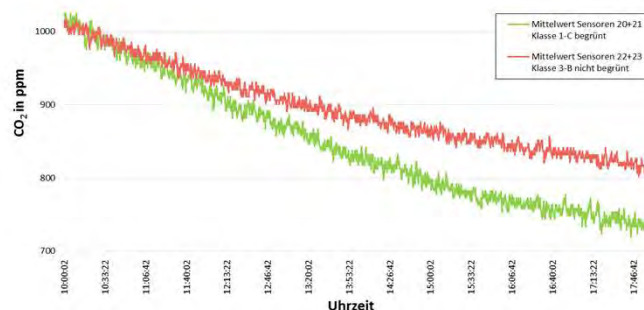
$$n_{50} = \frac{V_{50}}{V} = \frac{\text{Volumenstrom bei 50Pa Differenzdruck}}{\text{Gebäueluftvolumen}} \quad [1/h]$$

9

Untersuchung der CO₂ – Reduktion in Räumen mit und ohne Begrünung

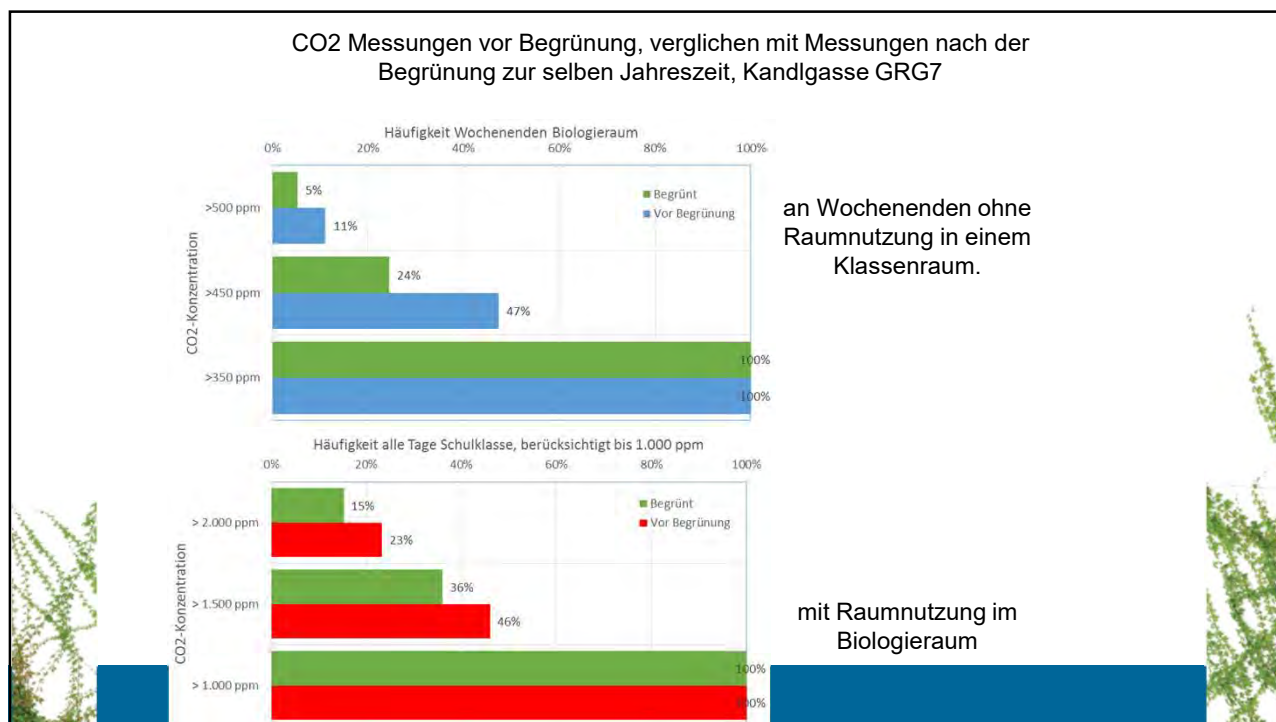
	Ø CO ₂ -Abfall/h Klasse 1C begrünt [ppm]	Ø CO ₂ -Abfall/h Klasse 3B unbegrünt [ppm]	Mehrabfall [%]
Messung 1	110,7	99,8	+11,0
Messung 2	116,7	111,0	+5,1
Messung 3	62,6	58,1	+7,6
Messung 4	60,0	55,8	+7,5

CO₂-Abfall Klasse 1C und 3B von 10.00-18:00 Uhr, 09.07.

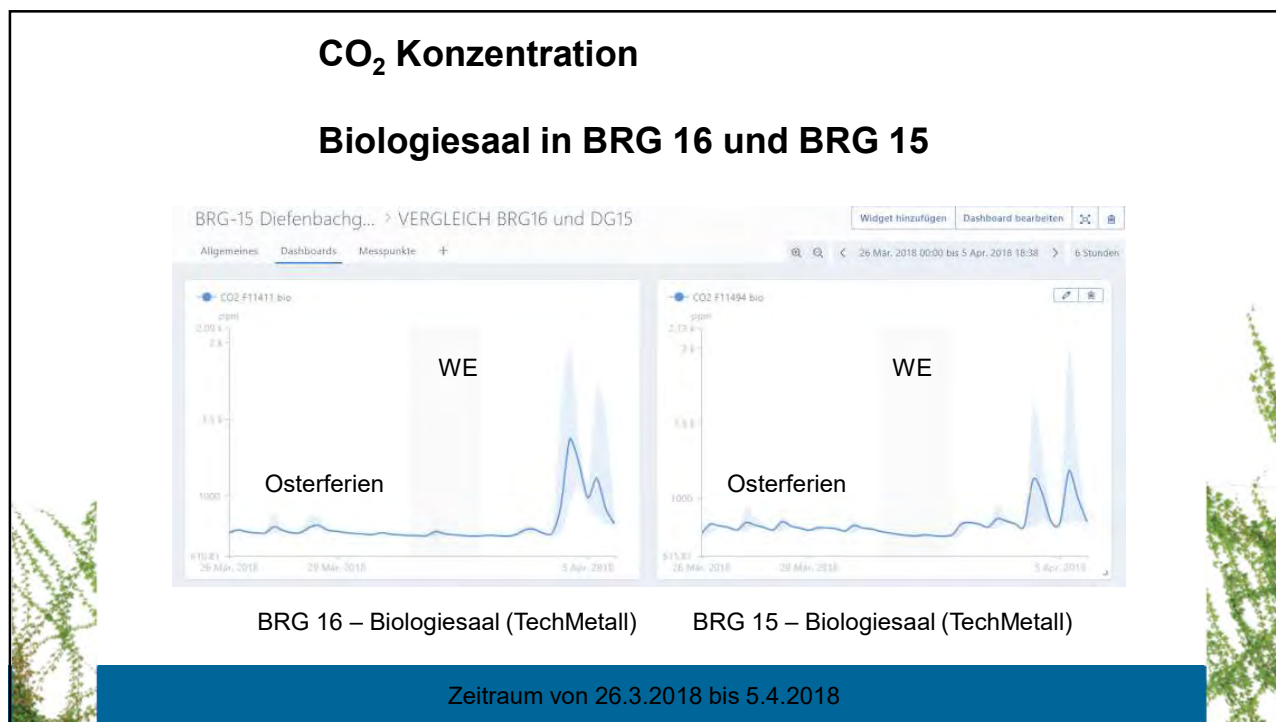


Innenraumbegrünung reduziert während des Tages die CO₂-Konzentration. Die Reduktion ist jedoch gering, sodass sie während einer Raumnutzung als Schulklasse keine bedeutende Wirkung zeigt und **keine Lüftung ersetzen** kann.

10



11



12

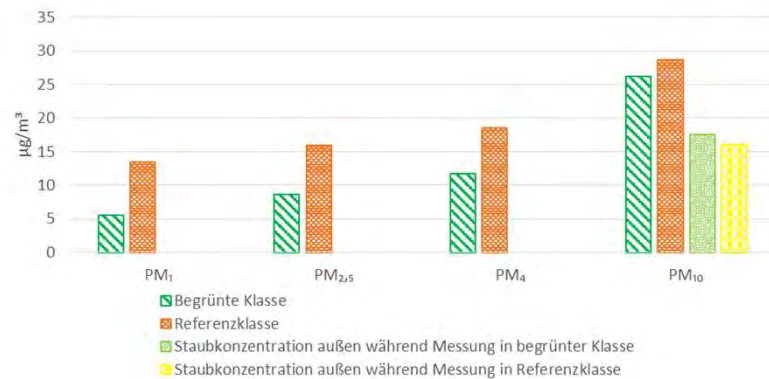


Staubkonzentration

Außenluft:

PM10: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Tagesmittelwert; 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Jahresmittelwert

PM2,5: 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Jahresmittelwert



Die Staubkonzentration schwankt je nach **Raumnutzung** und **Wetterlage**.

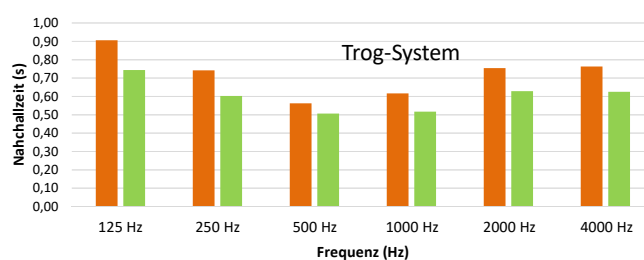
Sie nimmt aufgrund von Innenraumbegrünung im Mittel ab.

Außenstaubkonzentration gemessen von MA22 (Mittelwert Taborstraße, Kendlerstraße und AKH)

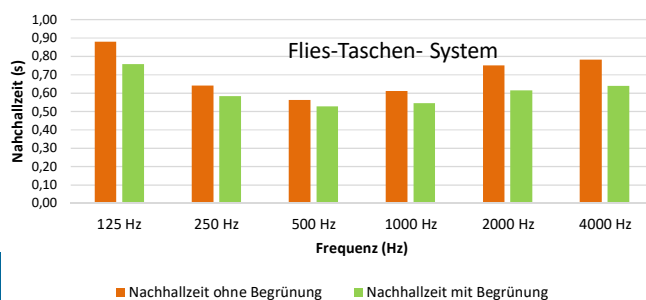
13

Nachhallzeitmessungen im Innenraum

Auswertung der Nachhallzeit - BIOLOGIESAAL DG15



Auswertung der Nachhallzeit - PHYSIKSAAL DG15



Bei Personen mit eingeschränkten Hörvermögen/ Hörschäden + wenn Sprache der Kommunikation nicht die Muttersprache ist =

je kürzer die Nachhallzeit ist desto besser - sollte um 20% niedriger als Optimum sein

14

Begrünungsintensität

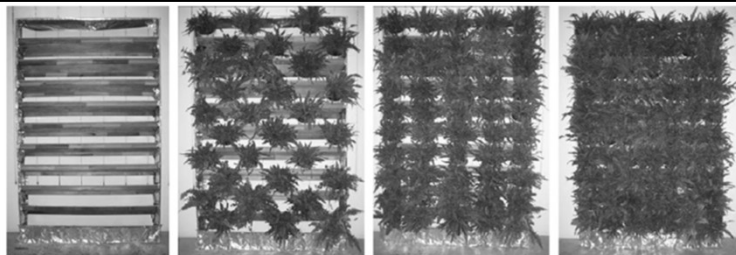


Fig. 4. Vertical greenery system with empty, 43%, 71% and 100% greenery coverage densities in reverberation chamber (from left to right).

Die **Lärmreduktion** hängt stark von der Blätterdicke, der Blattfläche und –dicke, der Blattstellung, der Blattmasse, sowie von der Absorptionsleistung des Substrats ab.

Average Sound Absorption Coefficient

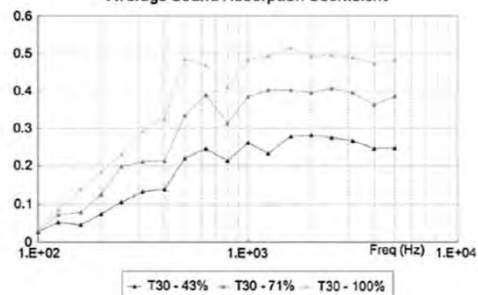


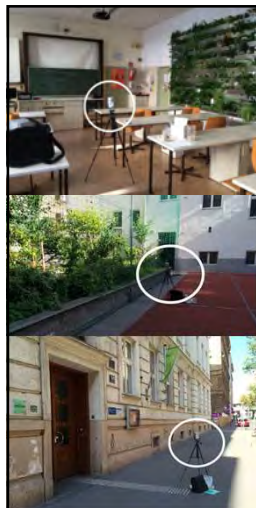
Fig. 11. Average sound absorption coefficients.

Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls

Nyuk Hien Wong^a, Alex Yong Kwang Tan^{a,*}, Puay Yok Tan^b, Kelly Chiang^b, Ngian Chung Wong^c^a Department of Building, School of Design and Environment, National University of Singapore, 4 Architecture Drive, Singapore 117566, Singapore^b National Parks Board, Singapore Botanic Gardens, 1 Cluny Road, Singapore 259568, Singapore^c Building and Construction Authority, 5 Maxwell Road, Singapore 069110, Singapore

Substrat an den Wänden wirkt bei niedrigen Frequenzen mehr mit und Begrünung bei hohen

15



keine signifikanten Unterschiede in der Sporenkonzentration und der Pilzartenverteilung zwischen begrünten und unbegrünten Raum

Schimmelpilzsporen

Tabelle 3.2.1 Ergebnisse der Luftprobenahmen – aerogene Schimmelpilzsporen

Datum der Probenahme: 08.06.2016			Uhrzeit der Probenahme: 07:25 bis 08:32 Uhr		
Raum / Messstelle	Luft-Temperatur [°C]	Relative Luftfeuchte [%]	Konzentration mesophiler Pilze [KBE/m³]	Konzentration thermophiler Pilze [KBE/m³]	Identifizierung des Pilzartenspektrums (mesophile Pilze)
Raum 318, Klasse 1C (begrünt)	24,9	51	160	50 *	Penicillium spp. ca. 55% Cladosporium spp. ca. 30% Sonstige ^b ca. 15%
Raum 319, Klasse 3B (nicht begrünt)	25,0	38	150	100	Cladosporium spp. ca. 45% Penicillium spp. ca. 40% Aspergillus versicolor ca. 5% Wallemia sebi ca. 10%
Außenluft Straße	20,4	45	1.000	50 *	Cladosporium spp. ca. 75% Penicillium spp. ca. 20% Sonstige ^b ca. 5%
Raum / Messstelle	Luft-Temperatur [°C]	Relative Luftfeuchte [%]	Konzentration mesophiler Pilze [KBE/m³]	Konzentration thermophiler Pilze [KBE/m³]	Identifizierung des Pilzartenspektrums (mesophile Pilze)
Raum 209, Biologieklass (begrünt)	25,1	50	150	n.b.	Penicillium spp. ca. 60% Cladosporium spp. ca. 25% Aspergillus versicolor ca. 5% Hefen ca. 5% Sonstige ^b ca. 5%
Außenluft Schulhof	21,1	37	1.100	110	Cladosporium spp. ca. 55% Penicillium spp. ca. 35% Aspergillus ochraceus, Aspergillus niger und Alternaria spp. zusammen ca. 5% Sonstige ^b ca. 5%

n.b. Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze

IBO Innenraumanalytik OG

16

Datum der Probenahme: 23.03.2018			Uhrzeit der Probenahme: 07:15 bis 08:05 Uhr			BRG16
Raum / Messstelle	Luft-Temperatur [°C]	Relative Luftfeuchte [%]	Konzentration mesophiler Pilze [KBE/m³]	Konzentration thermophiler Pilze [KBE/m³]	Identifizierung des Pilzartenspektrums (mesophile Pilze)	
Biologiesaal (begrünt)	22,3	40	n.b.	n.b.	—	
Raum 005/ Klasse 7A (begrünt)	24,3	23	n.b.	n.b.	—	
Raum 016/ Klasse 7B (nicht begrünt)	23,9	33	50 ^a	n.b.	Penicillium spp. ca. 65% Cladosporium spp. ca. 25% Wallemia sebi ca. 10%	
Außenluft (Hof)	3,3	72	80 ^a	n.b.	Penicillium spp. ca. 90% Cladosporium spp. ca. 10%	
Datum der Probenahme: 06.04.2018			Uhrzeit der Probenahme: 07:14 bis 08:05 Uhr			BRG15
Raum / Messstelle	Luft-Temperatur [°C]	Relative Luftfeuchte [%]	Konzentration mesophiler Pilze [KBE/m³]	Konzentration thermophiler Pilze [KBE/m³]	Beurteilung des Pilzspektrums (mesophile Pilze)	
Physik (Raum 251)	21,9	31	n.b.	n.b.	—	
Biologie (Raum 255)	22,6	33	n.b.	n.b.	—	
Physik Biologie (Raum 253)	22,8	31	n.b.	n.b.	—	
Außenluft bei Ansaugung RTA (Dach)	8,1	58	270	20 ^a	heterogen	

n.b. Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze

IBO Innenraumanalytik OG

17



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Leistungsbewertung der unterschiedlichen Pflanzenarten

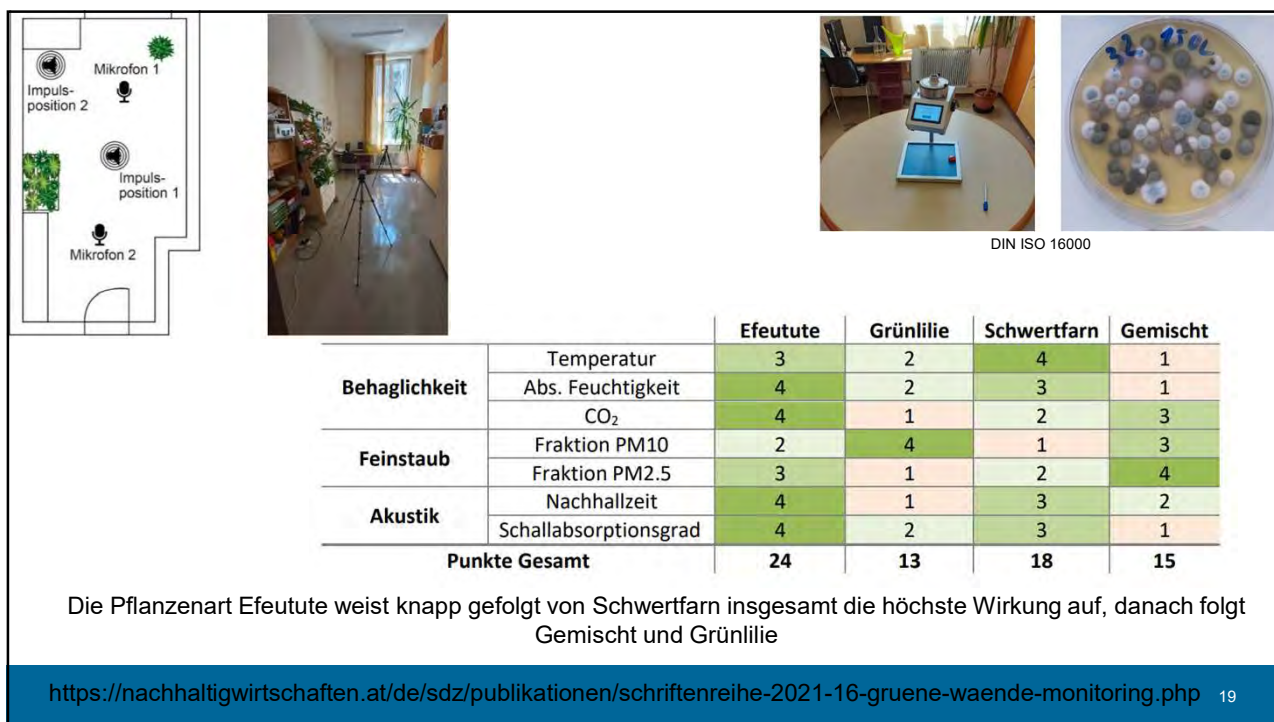
Selbstbauwand	Pflanzenart(en)	Bezeichnung
1	Epipremnum aureum	Efeute
2	Nephrolepis exalta	Schwertfarn
3	Chlorophytum comosum	Grünlilie
(3)	Spathiphyllum sp.	Einblatt
4	Nephrolepis exalta, Chlorophytum comosum, Ficus benjamina, Anthurium andreanum, Yucca filamentosa, Asplenium sp., Dieffenbachia sp., Spathiphyllum sp.	Gemischt



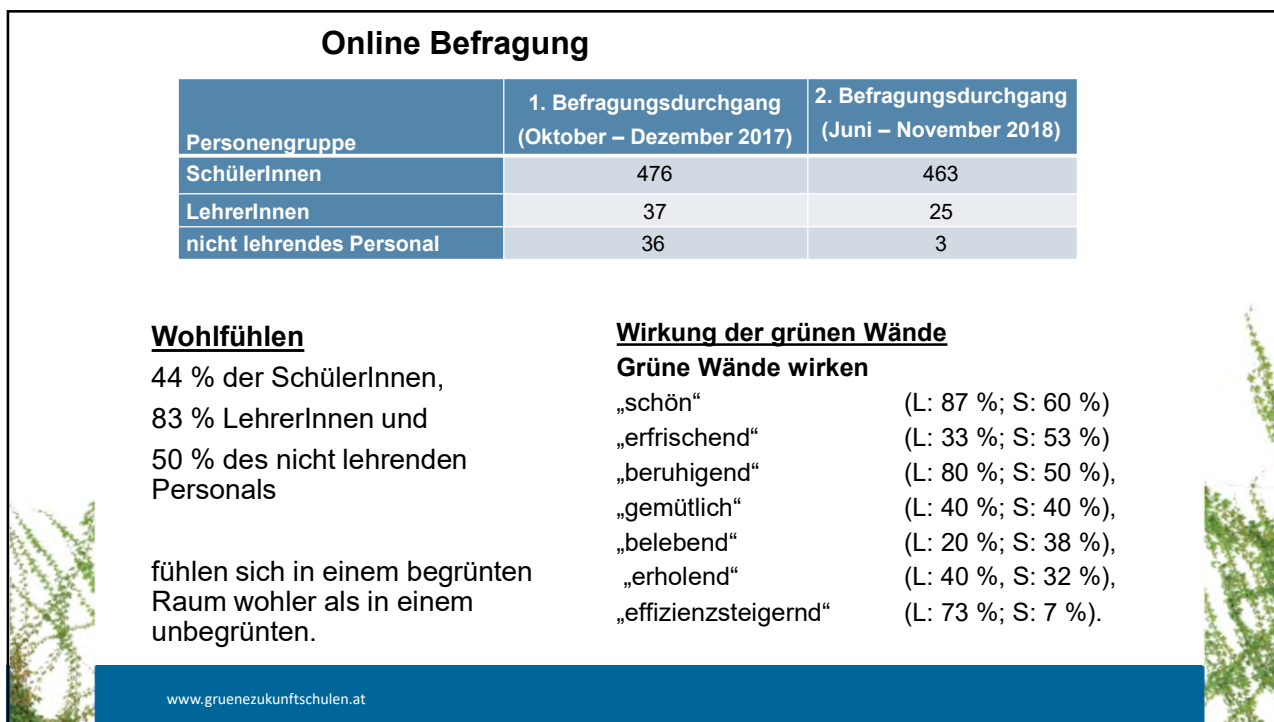

AirSensEUR

Pichthöfer, A.; Sesto, E.; Hollands, J.; Korjenic, A. Health-Related Benefits of Different Indoor Plant Species in a School Setting. Sustainability 2021, 13, 9566. <https://doi.org/10.3390/su13179566>

18



19



20

Online Befragung

Auftretende Beschwerden

Beschwerden die Auftreten bei LehrerInnen:

Heiserkeit	(L: 70 %; S: 19 %),
trockene Augen	(L: 70 %; S: 32 %),
Hustenreiz	(L: 50 %; S: 44 %),
juckende Haut	(L: 40 %; S: 26 %),
Konzentrationsprobleme	(L: 40 %; S: 68 %)
Kopfschmerzen	(L: 40 %; S: 80 %),
Ermüdung	(L: 30 %; S: 87 %)
Schwindelanfälle	(L: 20 %; S: 37 %).

Besserung der Beschwerden in grünen Klassenzimmern

54 % der SchülerInnen
und
50 % der LehrerInnen

gaben an, dass die
Beschwerden in begrünten
Klassen besser werden.

<https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>

www.gruenezukunftschulen.at



21

Interpretation der Messwerte

- Luftfeuchtigkeit im Raum wird erhöht (kann reguliert werden) – Behaglichkeit verbessert
- CO2 wird reduziert; kann Lüftung nicht ersetzen
- Nachhallzeit wird verkürzt / Schallpegel wird reduziert
- Staub wird reduziert – alle Partikelgrößen
- keine signifikanten Unterschiede in der Schimmelsporenkonzentration und der Pilzartenverteilung zwischen begrünten und unbegrünten Raum
- Pflanzenpflege besonders wichtig!

22

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

