

Baumaterialien für Städte im Klimawandel – ein Materialkatalog mit Empfehlungen

Projektteam:

Dr. Caroline Hoffmann (FHNW)

Prof. Dr. Achim Geissler (FHNW)

Miriam Mutti und Dr. Andreas Wicki (damals mcr, Universität Basel)

Franziska Schwager, AUE Basel Stadt

Stand: 18.12.2023

Bausteine «Minderung» Wärmeinseleffekt



Quelle Hintergrundbild: Adobe Stock_192633823

Das Problem



Materialkatalog mit Empfehlungen

Werte für

Grösse	Symbol	Einheit	Material
Density (Rohdichte)	ρ	kg m^{-3}	2400
Specific heat (Spezifische Wärmekapazität)	c	$\text{kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}$	1.10
Heat capacity (Wärmekapazität)	C	$\text{J}^*(\text{kg}^*\text{K})^{-1}$	1100.00
Thermal conductivity (Wärmeleitfähigkeit)	k (GB) λ (D)	$(\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1})$ $(\text{W}^*(\text{m}^*\text{K})^{-1})$	1.80
Thermal diffusivity (Temperaturleitfähigkeit)	κ (GB) a (D)	$(\text{m}^2 \text{s}^{-1} \cdot 10^{-6})$ m^2/s	6.8E-07
Thermal admittance / thermal inertia (thermische Trägheit)	μ_s	$(\text{J m}^2 \text{s}^{-1/2} \text{K}^{-1})$	2180
Wärmeindringzahl	b	$\text{kJ} / \text{m}^2 \text{s}^{1/2}$	2.18
Eindringtiefe, 24 h	δ	$\text{kJ} / \text{m}^2 \text{h}^{1/2}$	0.13
Albedo	α	-	0.137
Emissivität	ϵ	-	-
solar reflectance index (SRI)	SRI	-	-
Reflexion (visuelle Eigenschaften)	ρ	-	-
Wasseraufnahmekoeffizient	w	$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{0.5})$	-
Abflussbeiwert	ψ	$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0.5})$	n. a.
Lebensdauer			
Unterhalt			
Nachrüstbarkeit			
Stromproduktion			
Schallabsorptionsgrad bei Oktaavband-Mittelfrequenz von	α	-	-
f_n 125		-	-
f_n 250		-	-
f_n 500		-	-
f_n 1000		-	-
f_n 2000		-	-
f_n 4000		-	-
Umweltbelastungspunkte, Herstellung	UBP 2013	UBP/kg	-
Umweltbelastungspunkte, Herstellung	UBP 2013	UBP/m ² Erzeugnis	-
Treibhausgasemissionen, Herstellung		$\text{kg CO}_2 \text{ Äquiv. pro m}^2/\text{m}^3 \text{ Erzeugnis}$	-
Treibhausgasemissionen, Herstellung		$\text{kg CO}_2 \text{ Äquiv. pro m}^2 \text{ Erzeugnis}$	-
Ta Nacht	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	-
PET Tag	PET	-	-

Wärmetechnische Grössen

Strahlungstechnische Grössen

Diverse Grössen: Abflussbeiwert, Lebensdauer, Unterhalt

Akustik

Herstellungenergie

Auswirkung städtisches Mikroklima

Neue Elemente:
 • Städtisches Mikroklima
 • Alle Angaben in einem Dokument

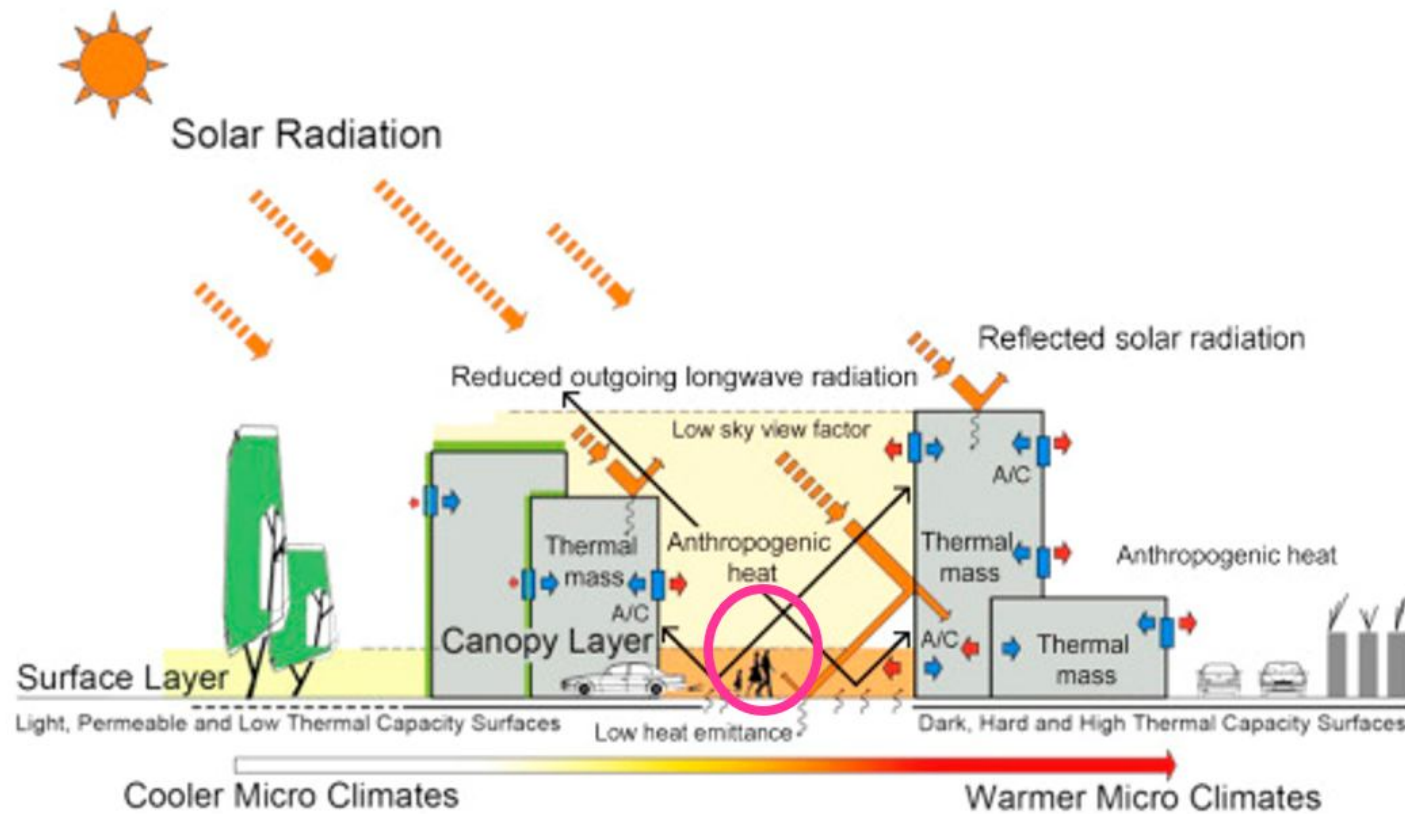
Zielgruppe:

- Planer
- Entscheidungsträger

Einsatzphase:

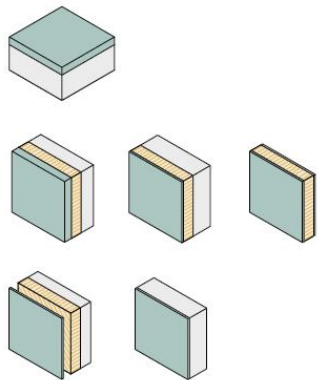
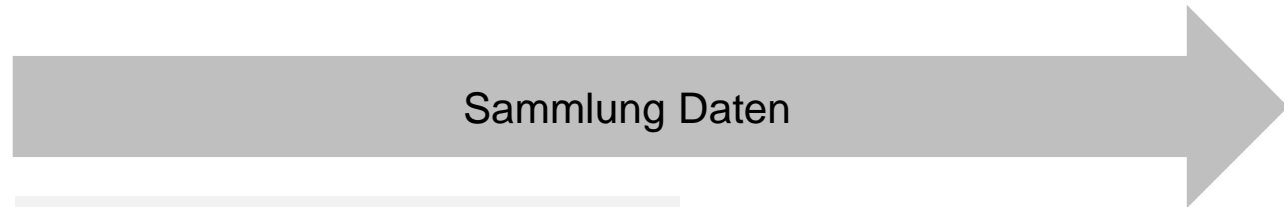
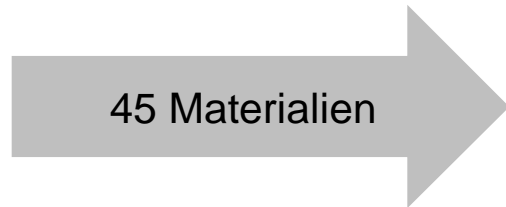
- frühes Planungsstadium
- Quartiersplan, Bebauungsplan

Mikroklima und Hitzestress



Quelle: A. Soltani and E. Sharifi, "Daily variation of urban heat island effect and its correlations to urban greenery: A case study of Adelaide," *Front. Archit. Res.*, vol. 6, no. 4, pp. 529–538, 2017


Vorgehen...



Böden: 10
Fassade: 35

Datenbanken / Literatur

Mikroklima:

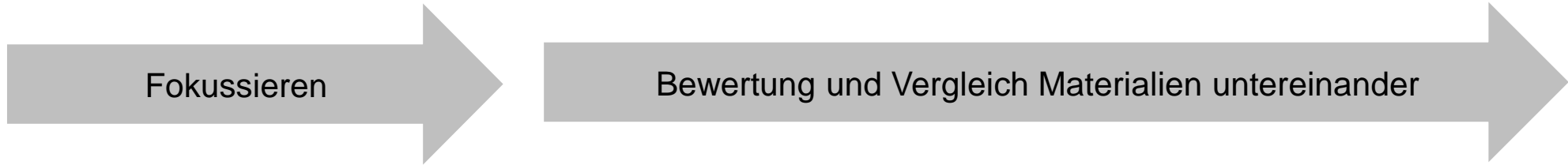


Simulationen dynamische Interaktion zwischen Gebäuden, Böden und der Atmosphäre (ENVI-met 4.4.5)

Werte für

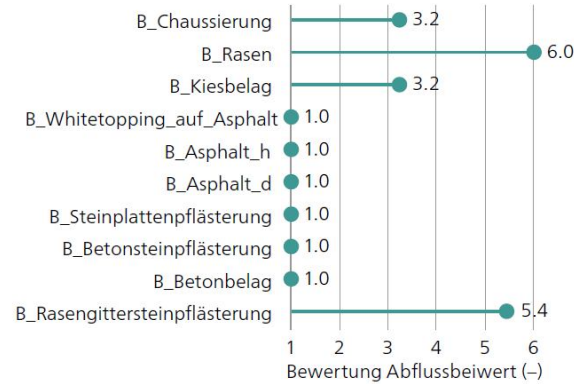
Größe	Symbol	Einheit	Material
Dichte (Rohdichte)	ρ	kg m^{-3}	Kernwert
Specific heat (Spezifische Wärmekapazität)	c	$\text{kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}$	2400
Heat capacity (Wärmekapazität)	C	$\text{MJ m}^{-2} \text{K}^{-1}$	1100.00
Thermal conductivity (Wärmeleitfähigkeit)	k (GB)	$\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$	2.84
Thermal diffusivity (Temperaturleitfähigkeit)	a (GB)	$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$	1.80
Thermal admittance / thermal inertia (thermische Trägheit)	a (D)	$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$	6.86-07
Wärmeindgang	b	$\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$	2.18
Empfängtiefe, 24 h	δ	m	0.137
Albedo	α	-	-
Emissivität	ϵ	-	-
solar reflectance index (SRI)	SRI	-	-
Reflexion (visuelle Eigenschaften)	ρ	-	-
Wasseraufnahmekoeffizient	w	kg/m^3	-
Ablusshwert	w'	-	n. a.
Lebensdauer	-	-	-
Umweltfreundlichkeit	-	-	-
Nachhaltbarkeit	-	-	-
Stromproduktion	-	-	-
Schallabsorptionsgrad bei Oktavband	α	-	-
Mittelfrequenz von	-	-	-
f_c , 125	-	-	-
f_c , 250	-	-	-
f_c , 500	-	-	-
f_c , 1000	-	-	-
f_c , 2000	-	-	-
f_c , 4000	-	-	-
Umweltbelastungspunkte, Herstellung	LBP 2013	ÜBPhkg	-
Umweltbelastungspunkte, Herstellung	LBP 2013	ÜBPhkg	-
Treibhausgasemissionen, Herstellung	-	$\text{kg CO}_2 \text{ Äqu. pro m}^2 \text{ Erzeugnis}$	-
Treibhausgasemissionen, Herstellung	-	$\text{kg CO}_2 \text{ Äqu. pro m}^2 \text{ Erzeugnis}$	-
Ta Nicht	°C	°C	-
PET, Tag	PET	°C	-

...Vorgehen

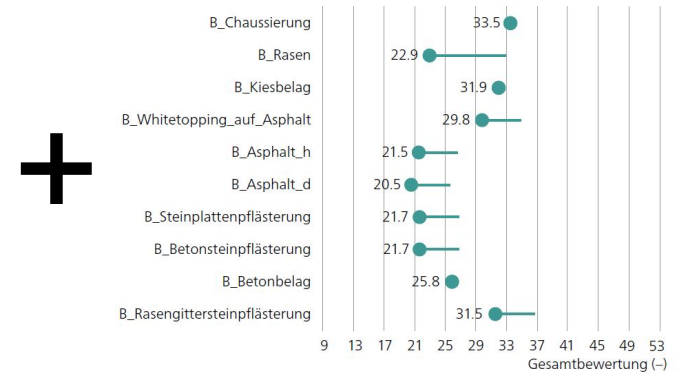


- Städtisches Mikroklima
- Blendung, Albedo
- Versickerungsfähigkeit (Böden)
- Nachhaltigkeit
- Akustik

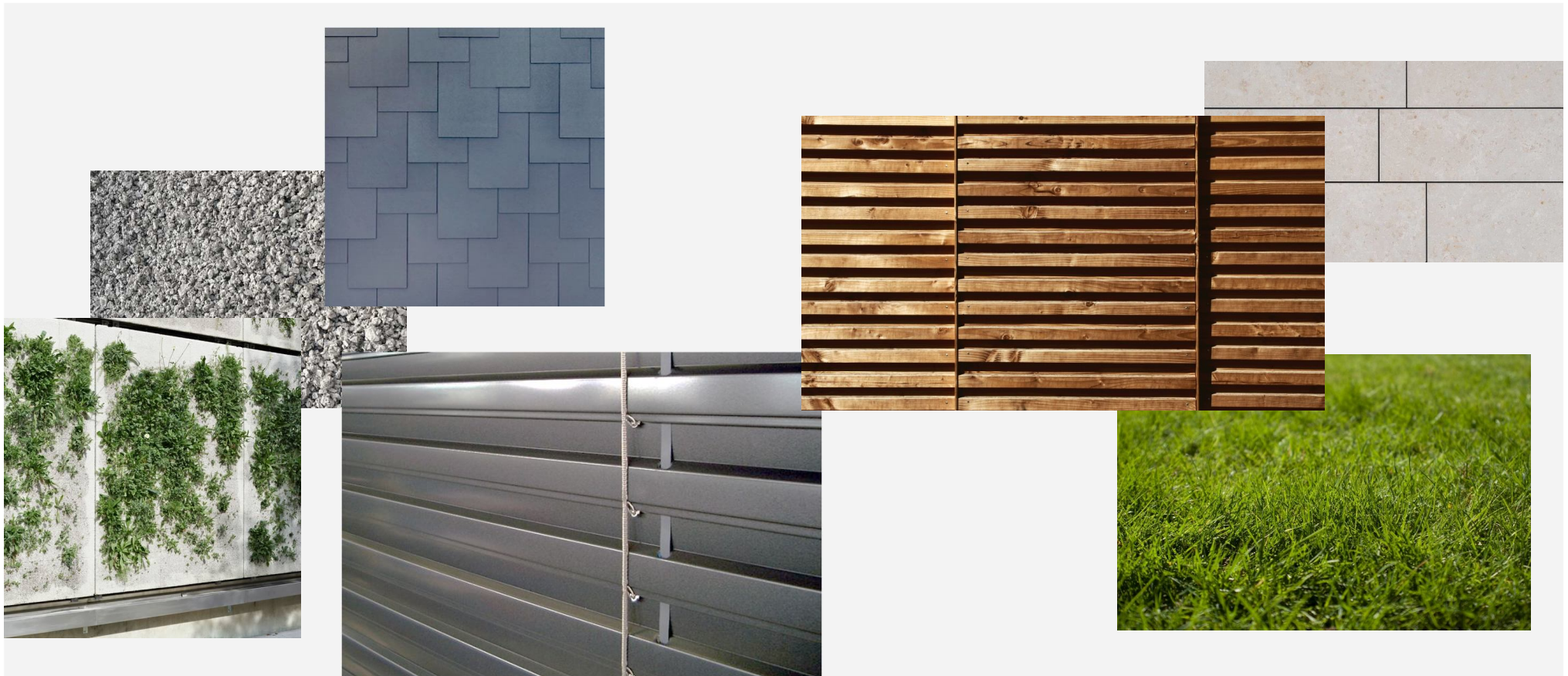
Bezug auf Parameter



Bezug Materialien untereinander



Anwendungsbeispiele



Quelle: Divers

Beispiel 1: Suche bestes Wandmaterial städtisches Mikroklima

Materialdatensammlung sortiert nach PET tags über

	PET Tag	Ausstemperatur (Luft) Nacht	Albedo	Solar Reflectance Index (SRI)	Reflexion (visuelle Eigenschaften)	Lebensdauer	Bewertung Schallabsorptionsgrad	Treibhausgasemissionen, Total
Wandkonstruktionen		°C	-	-	-	Jahre	-	kg CO ₂ -Äquiv. pro m ² Erzeugnis
LB_Glasfassade_Sonnenschutz_d	33.1	21.6	0.08	0	0.10	25	n. vorhanden	57
LB_Sandwichpaneel_d	33.2	21.8	0.08	0	0.10	n. vorhanden	2.4	53
HF_Metallblechverkleidung_d	33.3	21.8	0.08	0	0.10	50	n. vorhanden	20
HF_Photovoltaik	33.4	21.7	0.16	1	0.09	35	1.9	357
HF_Faserzementverkleidung	33.5	21.9	0.63	63	0.30	50	3.2	17
ZW_Zweischalenmauerwerk_Kerndämmung	33.6	21.7	0.55	64	0.13	50	1.9	61
LB_Glasfassade	33.7	21.4	0.31	n. vorhanden	0.15	30	1.9	110
Reflektierender_Anstrich_d	(33.8)	21.7	0.42	50	0.25	n. vorhanden	1.7	n. vorhanden
LB_Glasfassade_Sonnenschutz_h	33.9	21.6	0.68	81	0.80	25	n. vorhanden	57
HF_Faserzementverkleidung_d	(33.9)	22.0	0.26	35	0.25	50	3.2	17
HF_Steinverkleidung	34.1	21.8	0.28	23	0.23	50	1.7	n. vorhanden
HF_Holzverkleidung	34.2	21.7	0.35	38	0.30	30	5.1	1
HF_Faserzementverkleidung_m	34.2	21.9	0.45	53	0.50	50	3.2	17
HF_Metallblechverkleidung_h	34.4	21.7	0.68	81	0.80	50	n. vorhanden	20
HF_Faserzementverkleidung_h	34.4	21.8	0.75	86	0.70	50	3.2	17
LB_Sandwichpaneel_h	34.5	21.7	0.68	81	0.80	n. vorhanden	2.4	53
Reflektierender_Anstrich_m	34.6	21.7	0.69	83	0.50	n. vorhanden	1.7	n. vorhanden
VA_Kompaktfassade_EPS_h	34.8	21.7	0.75	86	0.70	30	1.0	29
ZW_Zweischalenmauerwerk_Luftschicht_h	35.0	21.6	0.75	86	0.70	45	1.7	35

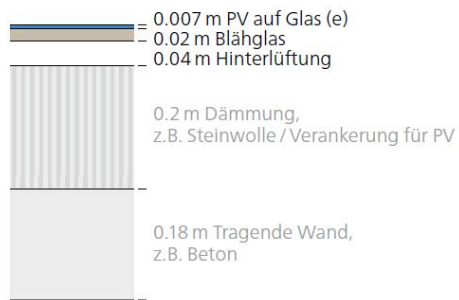
Sortiert nach PET

[...]

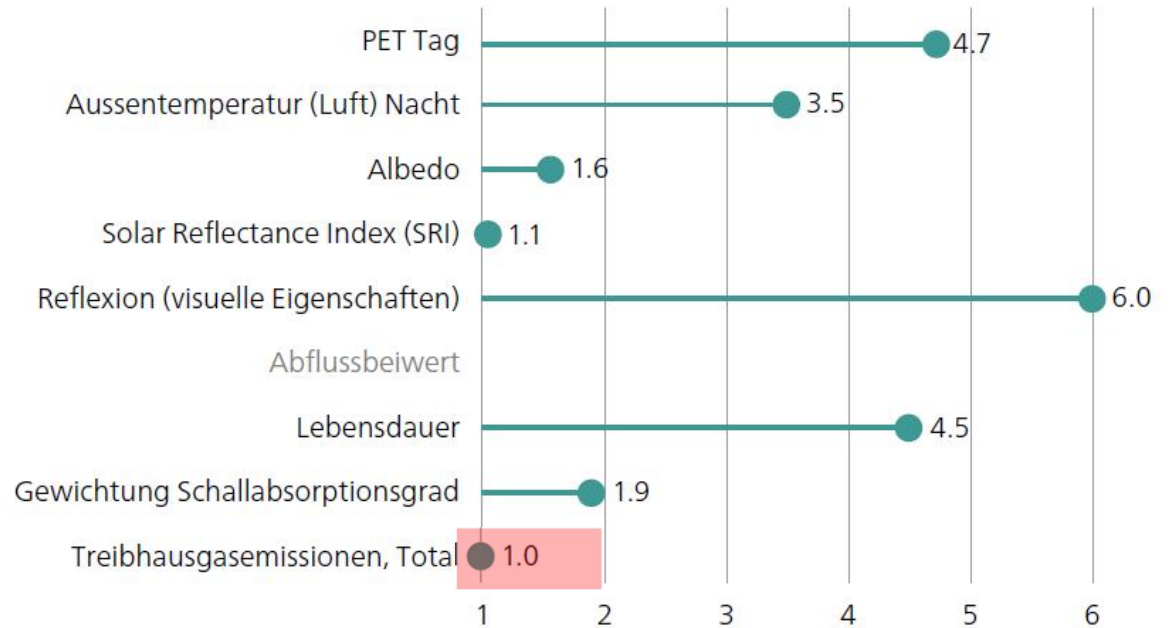
...günstige Wandmaterialien: hinterlüftete PV



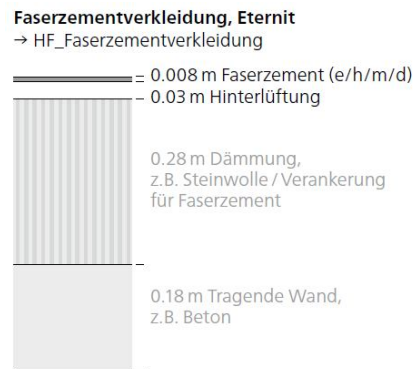
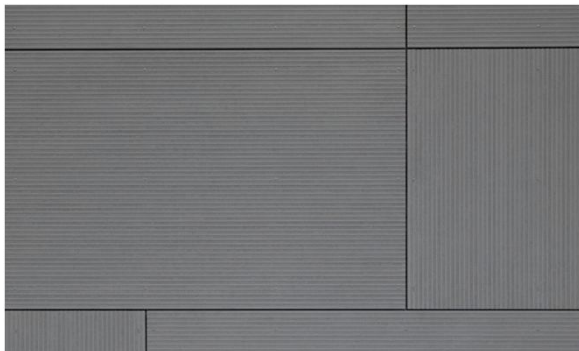
PV (hinterlüftet, Dämmung Steinwolle)
→ HF_Photovoltaik



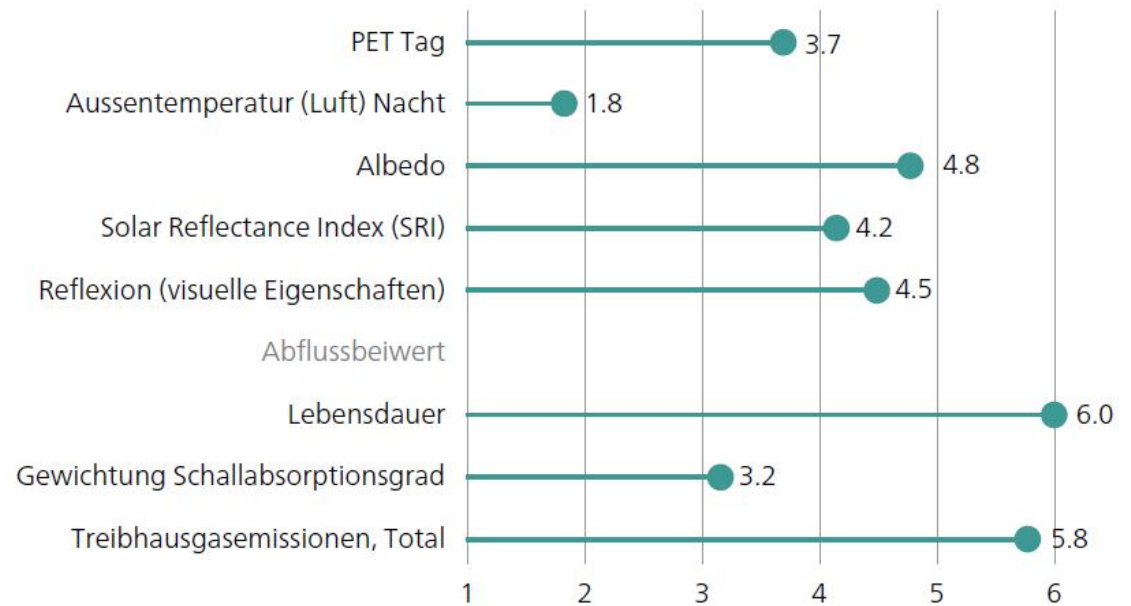
Bewertung PV/Glas



... günstige Wandmaterialien: hinterlüftete Faserzementplatten



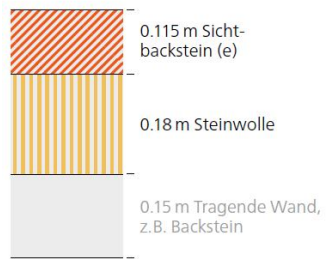
Bewertung Faserzement



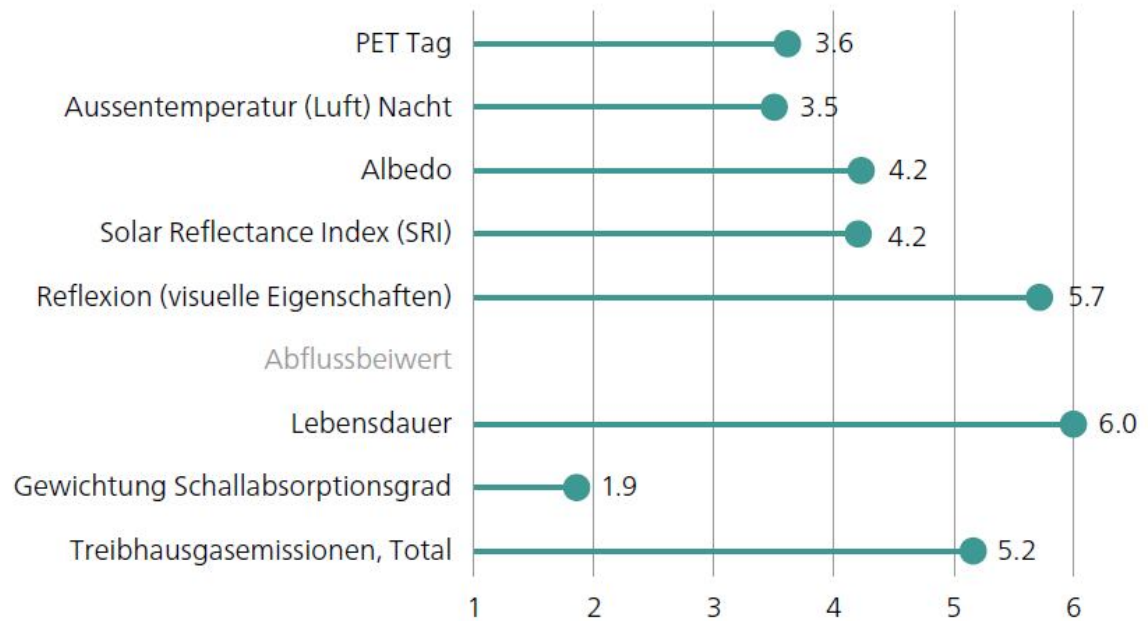
... günstige Wandmaterialien: Zweischaliges Mauerwerk



Zweischalenmauerwerk mit Kerndämmung, Sichtbackstein aussen
 → ZW_Zweischalenmauerwerk_Kerndämmung



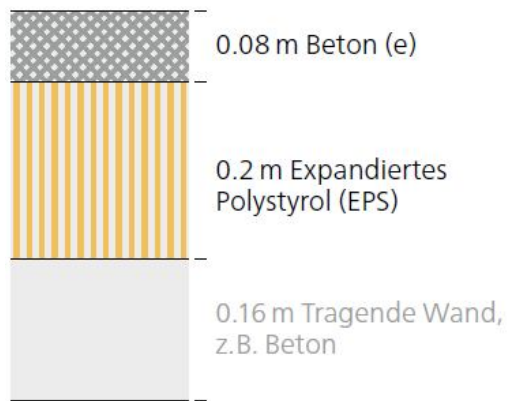
Bewertung Sichtbackstein



... ungünstige Wandmaterialien

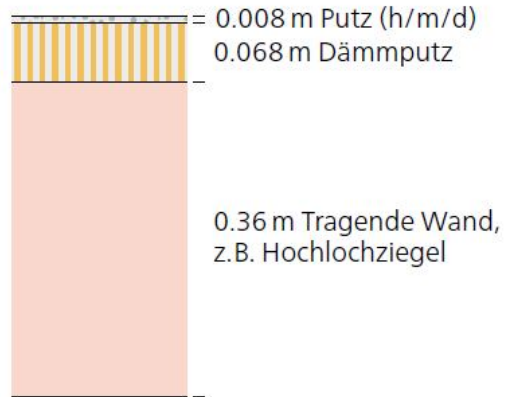
Sichtbetonwand mit Kerndämmung

→ ZW_Sichtbetonwand_
Kerndämmung



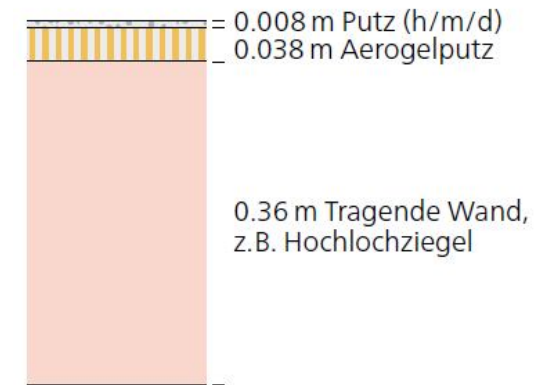
Einschalenbacksteinmauerwerk mit 7 cm Dämmputz

→ VA_Einschalenbacksteinmauerwerk_Dämmputz



Einschalenbacksteinmauerwerk mit 4 cm Aerogeldämmputz

→ VA_Einschalenbacksteinmauerwerk_Aerogeldämmputz

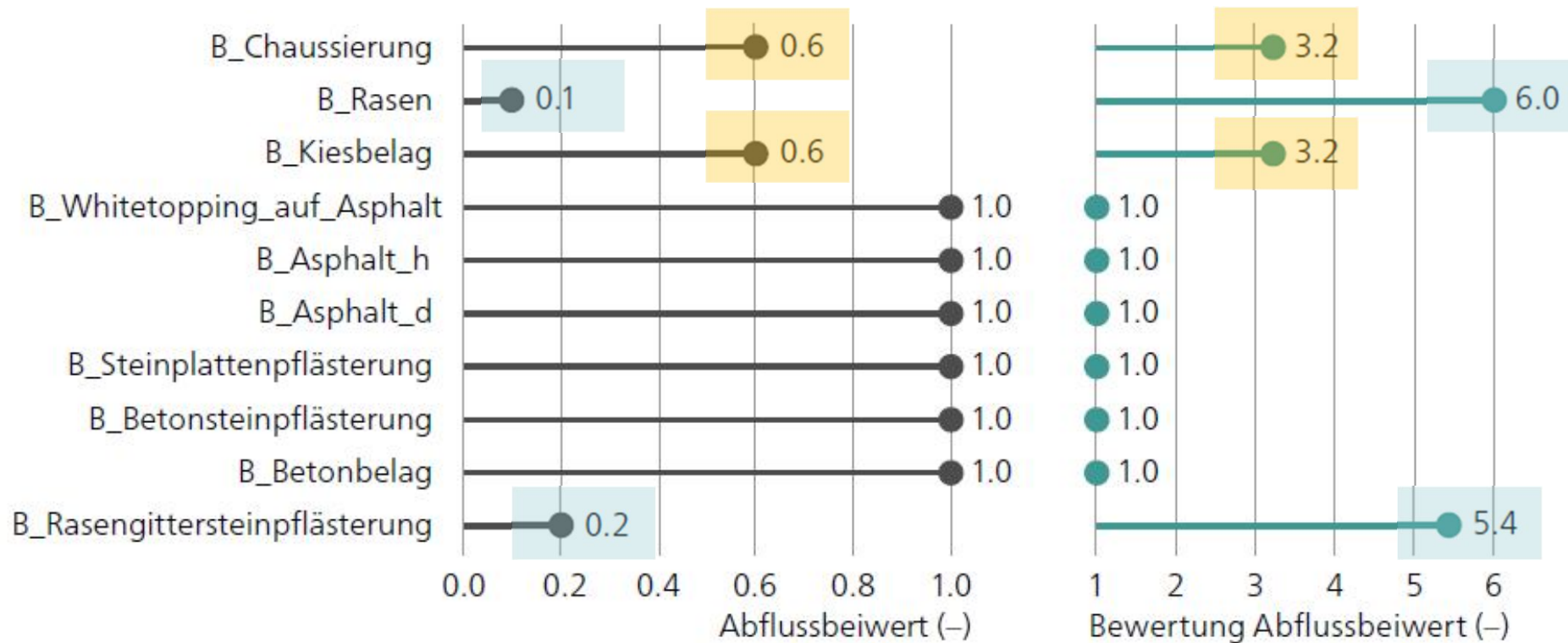


Beispiel 2: Suche Böden für das Konzept «Schwammstadt»



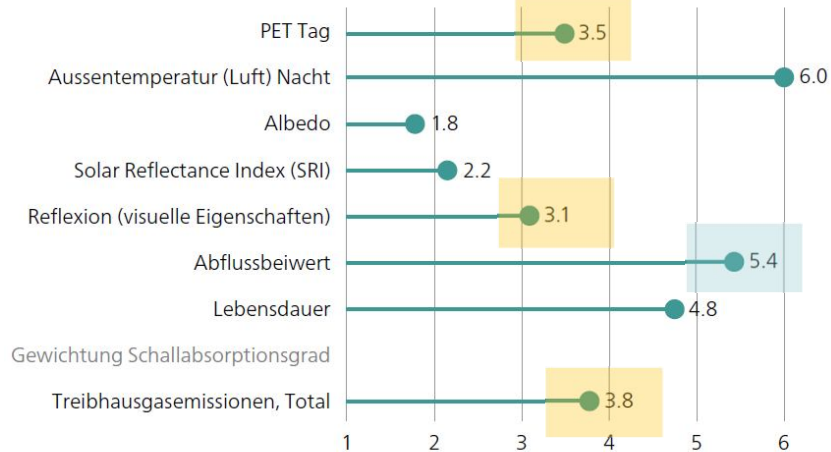
Siedlung «Im Park» Ittingen, Quelle: Stefan Hasler, VSA

Abflussbeiwert von Böden



Auswahl Böden mit tiefem Abflussbeiwert...

Bewertung Rasengitterstein

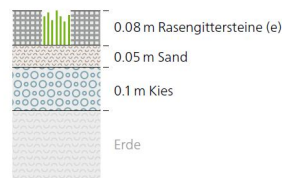


Ansicht

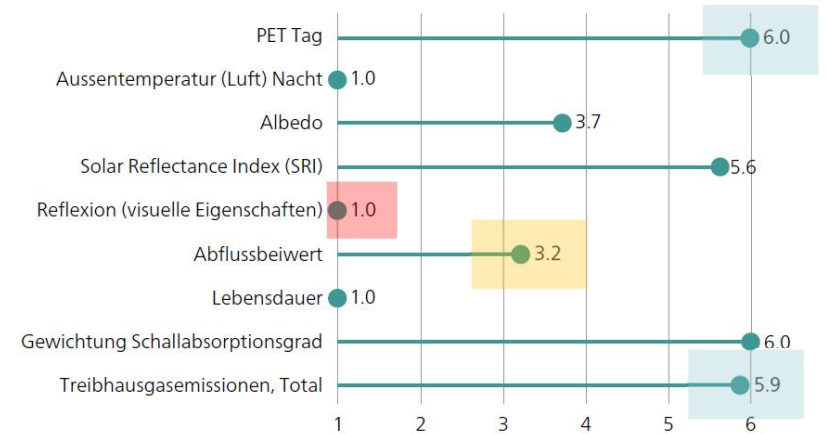


Quelle: www.plantopedia.de

Aufbau



Bewertung Splitt/Brechsand

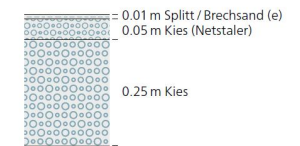


Ansicht

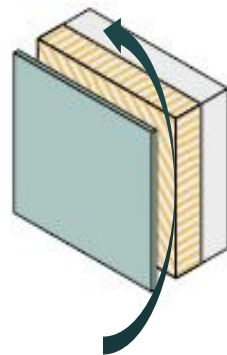


Quelle: <https://georgmuellerag.ch>

Aufbau



Was kann man tun?



Hinterlüftete
Fassade



- Eher helle Materialien verwenden (Zielkonflikt Blendung!).
- Hinterlüftete Konstruktionen einsetzen (könnte auch für Sanierungen interessant sein).
- Bei Böden auf Versickerungsfähigkeit achten.
- Bei grüner Infrastruktur an die Verschattung (Bäume) und ein Bewässerungskonzept denken.

Quellen: oben: Aeschlimann AG, unten: Stadtgärtnerei Basel, Erlenmattpark

Ausblick: Erweiterung Materialkatalog



Derzeit läuft ein vom BFE und vom BWO finanziertes Projekt zur Erweiterung

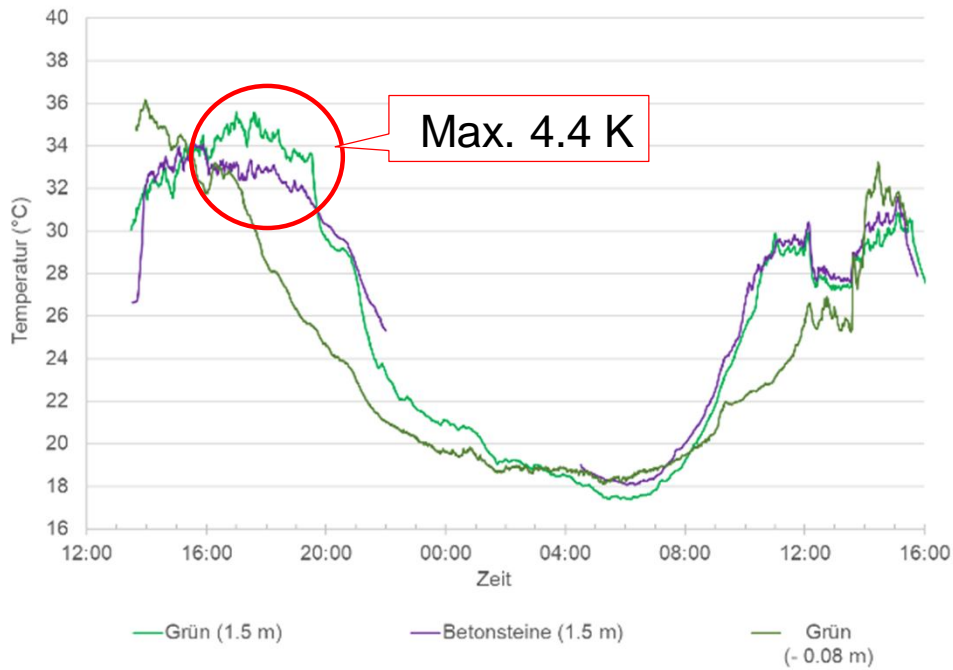
- Dachmaterialien
- Dachbegrünungen
- Grünflächen
trocken / bewässert,
mit / ohne Beschattung

Quelle: Bundesverband GebäudeGrün e. V.

Einblick: Messung Grünfläche und Hartbelag, Sommer 2023



...erste Ergebnisse



25.-26.06.2023

Grünflächen immer mit



+



Baumaterialien für Städte im Klimawandel

Materialkatalog mit Empfehlungen

Caroline Hoffmann, Achim Geissler



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Bundesamt für Wohnungswesen BWO



Kanton Basel-Stadt

Download:
<https://www.bwo.admin.ch/bwo/de/home/wie-wir-wohnen/umwelt/publikationen-bwo/baumaterialien.html>

Dank

Ein Projekt im Rahmen des Pilotprogramms Anpassung an den Klimawandel, unterstützt durch das Bundesamt für Bundesamt für Wohnungswesen BWO und das Amt für Umwelt und Energie des Kantons Basel-Stadt



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Projektpartner:
wohnen&mehr, Basel

Projektteam:
Dr. Caroline Hoffmann, Prof. Dr. Achim Geissler (FHNW)
Miriam Mutti und Dr. Andreas Wicki (damals Atmospheric Sciences,
Meteorology, Climatology and Remote Sensing (mcr), Universität Basel)
Dr. Christian Feigenwinter (mcr), Universität Basel
Franziska Schwager, AUE Basel Stadt