

**Kühlung und Lüftung in Zeiten des Klimawandels
15. Innenraumtag des Arbeitskreises Innenraumluft, 28.11.24**

**Präventionsmaßnahmen für den sommerlichen
Wärmeschutz in Zeiten des Klimawandels.
Wie planen und betreiben wir künftig unsere Gebäude?**

Assoz. Prof. Dr.-Ing. Rainer Pfluger
Universität Innsbruck
AB-Energieeffizientes Bauen

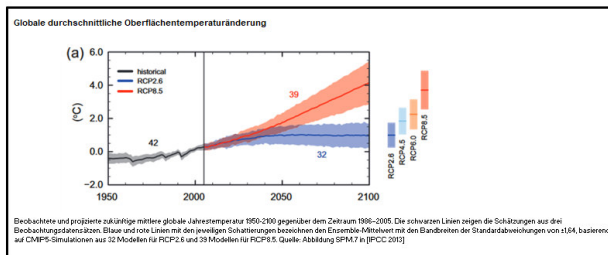


This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 957175. The presented contents are the author's sole responsibility and do not necessarily reflect the views of the European Union. Neither the EASME nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

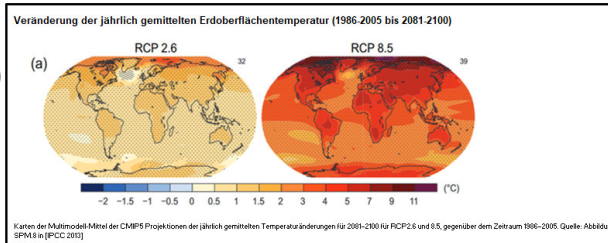
Temperaturanstieg durch Klimawandel

(Projektion IPCC 2013)

- a) RCP 2.6 Drastischer CO2-Rückgang
- b) RCP 8.5 „business as usual“



Sixth Assessment Report (AR6) (2022)
Shared Socioeconomic Pathways (SSPs)



Zusammenfassung
[IPCC 2013] **Summary for Policymakers.** In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
http://www.climatechange2013.org/ftp/report_formats/IPCC_AR5_SPM.pdf



Temperaturerhöhung der Sommertemperaturen im Klimadatensatz

- Temperaturanstieg durch Klimawandel (1-1,5 °C)
- Städtischer Heat Island – Effekt (ca. 1 bis 2 °C)
- Extrem heiße Sommer

Zusatztool zum freien Download
www.passivehouse.com

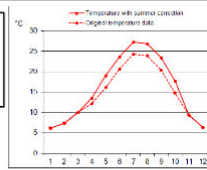
Sommertemperaturanstieg

> Publikationen & Tools > Tools / Werkzeuge

Summer temperature modification of PHPP climate data

© Passive House Institute, September 2017

Instructions
 The purpose of this tool is to modify existing PHPP climate data for higher temperatures during summer months. The modified temperature profile can be used to test buildings summer comfort under extreme summer conditions, future climate projections or for inner city planning (urban heat island).
 ► Select a climate file as the 8 climate zones or any other climate data file (please refer to the data).
 ► Enter the temperature increase for summer months (1.5 °C). Guidelines for suitable temperature ranges can be found in the additional worksheet "Urban Heat Island" and "Future Climate".
 ► Copy the generated data from the worksheet and paste it into the "Summer modification" of your PHPP.



Selection of climate data
 Country:
 Region:
 Climate data set:
 Summer temperature increase: °C

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Heating load		Cooling load		PDR factor	
Days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	Winter 1	Summer 2	Winter 1	Summer 2		
ISO15927-4:2018, table 38, summer correction	Latitude [°]	42.4	Longitude [°]	13.1	Altitude [m]	602	Location	ISO15927-4:2018, table 38, summer correction		11.7	Design temperature	Design CRF	Summer (1/10)	Winter (1/10)	Summer (1/10)	Winter (1/10)	1.75	
ISO15927-4:2018, table 38, summer correction	Winter temperature [°C]	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	1.75
	Summer temperature [°C]	19	19	27	32	42	47	49	39	27	22	16	12	10	10	10	10	1.75
ISO15927-4:2018, table 38, summer correction	Heating load [kWh/m²]	96	53	24	85	153	199	154	110	52	68	45	33	25	22	205	150	1.75
	Cooling load [kWh/m²]	0	0	113	343	61	49	76	110	127	85	114	97	46	75	86	220	1.75

outPHit.eu

Lösungen für kostengünstige, schnelle
 Sanierung mit zuverlässig hoher Qualität

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 957175. The presented contents are the author's sole responsibility and do not necessarily reflect the views of the European Union. Neither the EASME nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Wärmeschutz und Klimaresilienz



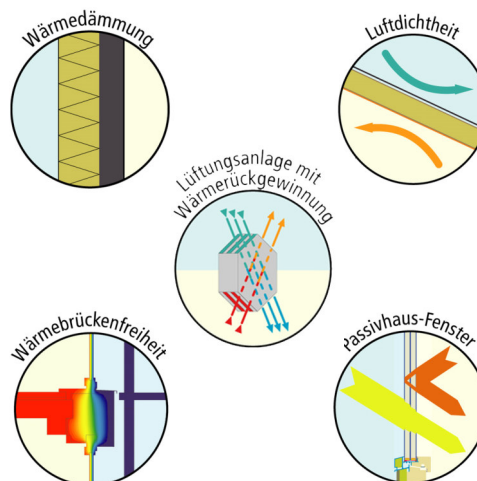
Der EnerPHit-Standard

- Basierend auf den Passivhaus-Prinzipien
- Fokus liegt auf herausragender, energetischer Qualität, Wohnkomfort und Behaglichkeit – im **Winter UND Sommer**



EnerPHit-Anforderungen
Passivhaus Komponenten und sehr niedriger Heizwärmebedarf*

*abhängig vom Klima; in Europa 15 - 30 kWh/m²a



Passivehaus-Prinzipien | © Passive House Institute

Die Herausforderung



Unser Gebäudebestand ist ineffizient

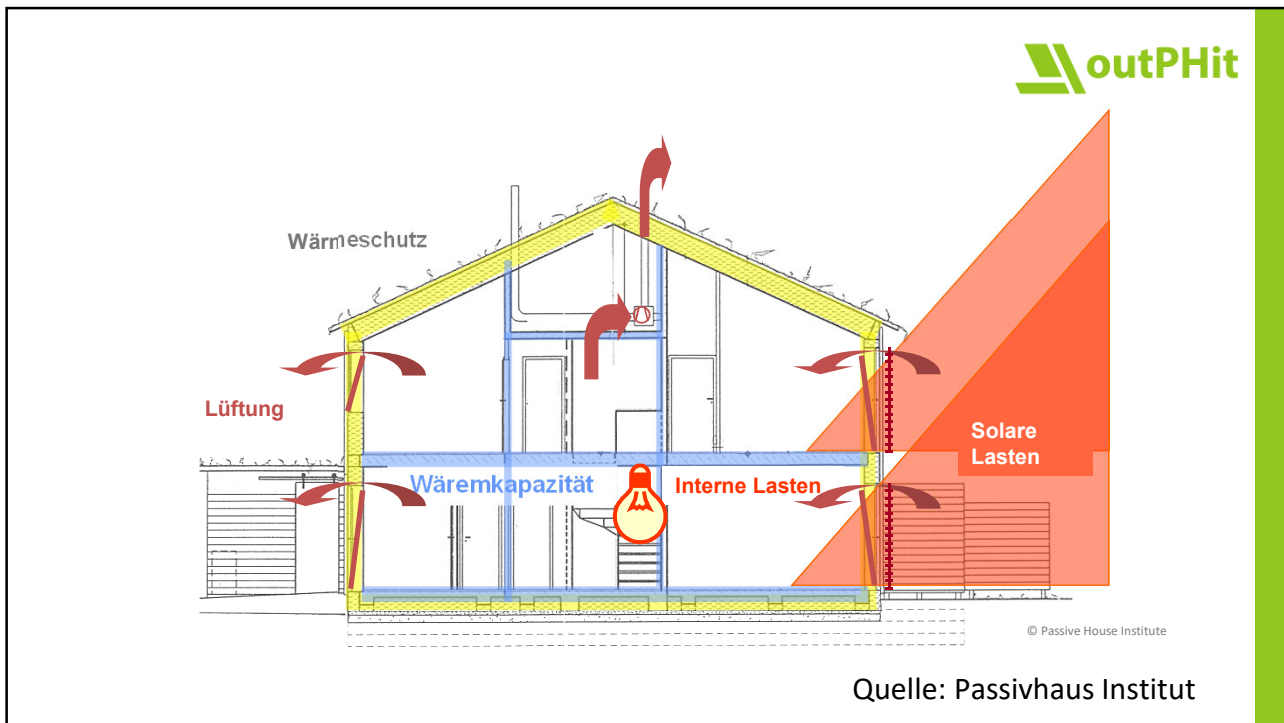
40 % der gesamten Treibhausgasemissionen entfallen auf Gebäude und beheizen den Klimawandel und Energiearmut

Geringe thermische Behaglichkeit im Winter, Überhitzung im Sommer

Altbauten sind **häufig NICHT klimaresilient!**

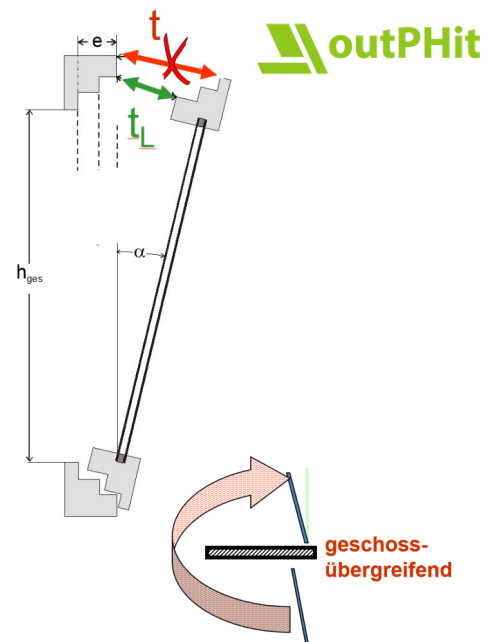


© Etienne Vekemans



1. Fensternachtlüftung

- **Große freie Querschnitte:** z.B. nach außen öffnbare Fenster
- **Durchzug:** Querlüftung oder noch besser über mehrere Stockwerke
- **Frühzeitig kühlen:** Nicht erst wenn das Gebäude schon überhitzt
- **Nachtlüftung:** Im Nichtwohngebäude funktioniert das nur automatisiert (Temp.-Diff. min. 4 K)
- **Interne Lasten minimieren:** Sparsame Geräte, Standby reduzieren, Steuerung



Automatische Fensternachtlüftung

Universität Innsbruck, Fakultät für technische Wissenschaften



Fensternachtlüftung bei einseitiger Lüftung und Querlüftung

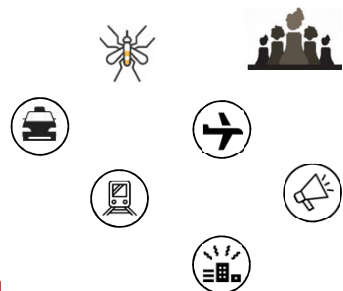


Abschätzung der Luftwechselrate im PHPP

Description	night
Reduction factor	50%
Climate boundary conditions	
Temperature diff interior - exterior	1
Wind velocity	0
Window group 1	
Quantity	1
Clear width	0,99
Clear height	2,12
Tilting window (check if appropriate)	x
Opening width (for tilting windows)	0,060
Window group 2 (cross ventilation)	
Quantity	4
Clear width	0,78
Clear height	2,12
Tilting window (check if appropriate)	x
Opening width (for tilting windows)	0,060
Difference in height to window 1	2,80

Night ventilation value **0,13** 1/h

Problem:
Insekten, Feinstaub, Lärm

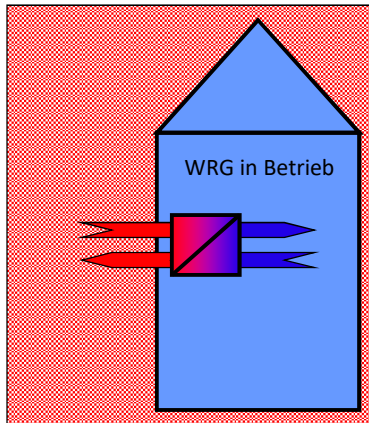


Quelle: Passivhaus Institut

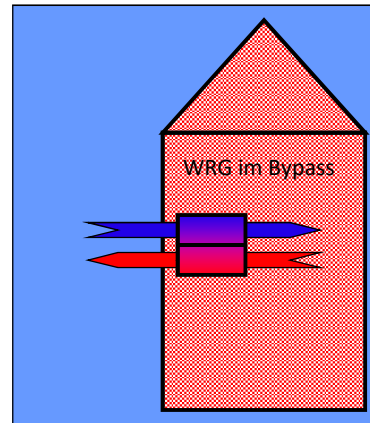
2. Kühlung mit der Lüftungsanlage mit Wärmeübertrager bzw. ohne (Bypass)



(bei Rotoren: Bypass bedeutet Rotordrehzahl =0)



Vorkühlung der Warmen Außenluft



Kühle Außenluft direkt zuzuführen

Quelle: Passivhaus Institut

JG13
SLG7

3. Deckenventilatoren



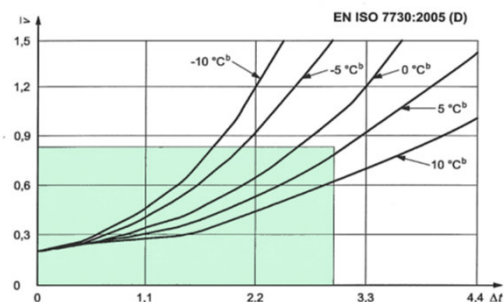
Anhebung der Komforttemperatur um bis zu 3 K

Aber: Große Unterschiede bzgl. der bevorzugten Luftgeschwindigkeit
Bei Zegerscheinungen außerhalb des Komfortbereichs!

Individuelle Einstellbarkeit ist ein MUSS



Quelle: Passivhaus Institut



4. Helle Oberflächen



Opake solare Gewinne: besonders problematisch bei dunklen Oberflächenfarben

Hotell und Studentenwohnheim in Innsbruck

Bueblos Blancos (Andalucía)

Hohe Solarabsorption



Hohe Reflexionsgrade



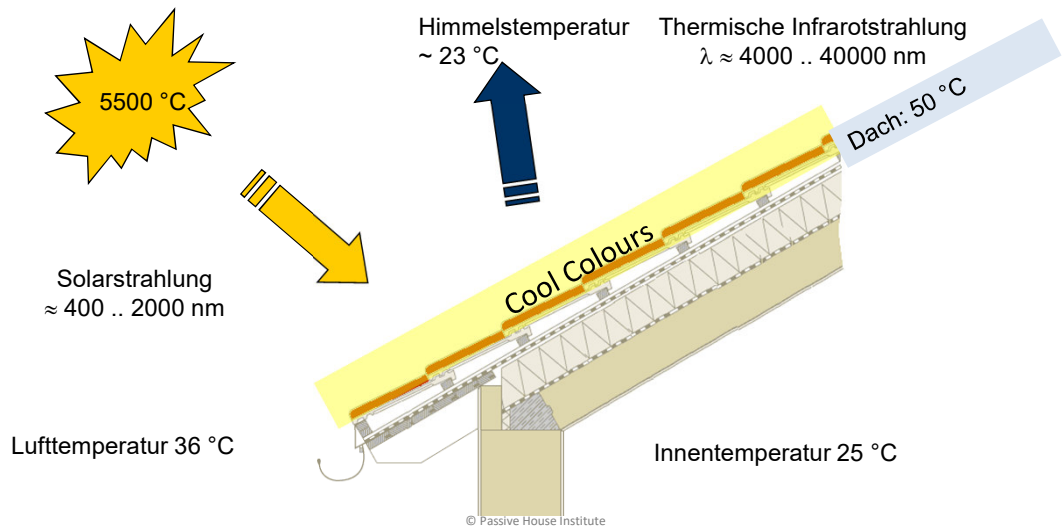
Urbane Überhitzung: Heat-Island-Effekt!

Cool colours – Strahlungsbilanz am Dach



Ca. 30 % höhere Reflexionsgrade

Höhere Abstrahlung langwellig Strahlung (IR) (Emissivität ca. 90%)



Möglichst hohe Reflexionsgrade, hohe langwellige Emissivität

Tool zur Ermittlung der Einstrahlung und Verschattung



Tirol Solar (<https://www.tirolsolar.at>)

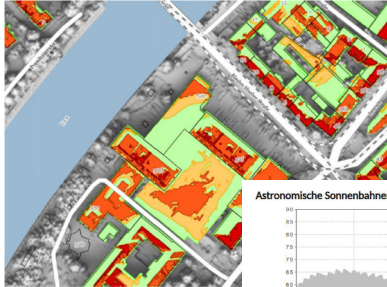


Solarpotenziale der gewählten Dachfläche(n)

Informationen zu den gewählten Dachflächen

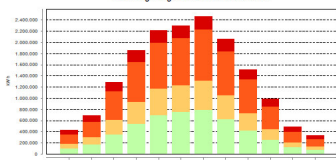
Position MGI Austria West 79682 RW: 236448 HWV
 Position WGS 84 11°22'59" Ost: 47°15'52" Nord
 Anzahl der Dachflächen (max. 10) 1
 Anzahl der Dachteilflächen 372
 Dachfläche vereint 17.505 m²
 Dachfläche real 21.612 m²

Eignung	kWh/m ²	Anzahl	m ²	kWh
Klasse 1	< 950	40	10.322	5.004.413
Klasse 2	950 < 1100	153	3.713	3.421.582
Klasse 3	1100 < 1300	126	5.854	6.383.153
Klasse 4	> 1300	45	1.722	1.798.648



Horizontlinie
Nah- und Fernverschattung

Atmosphärisch korrigierte Solarstrahlung in kWh nach Eignungsklassen und Monaten

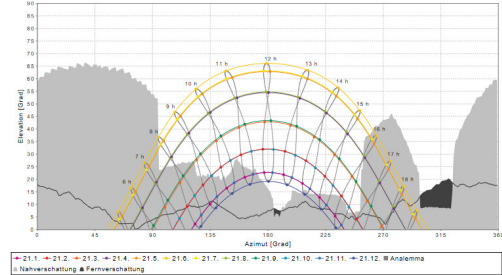


Die vorstehende Grafik führt die kumulierten Solarstrahlungswerte in kWh nach Eignungsklassen und Monaten für alle gewählten Gebäudedachflächen an. Die nachfolgenden Grafiken und Tabelle zeigen die Summen der Solarstrahlungswerte aller gewählten Gebäudedachflächen ab einem Mindestwert von mehr als 950 kWh an.

Eignungsflächen Solarenergienutzung
 Solarstrahlung Jahressumme

- Klasse 1: < 950 kWh/m²
- Klasse 2: >= 950 bis 1100 kWh/m²
- Klasse 3: >= 1100 bis 1300 kWh/m²
- Klasse 4: >= 1300 kWh/m²

Astronomische Sonnenbahnen mit Verschattungen am gewählten Standort

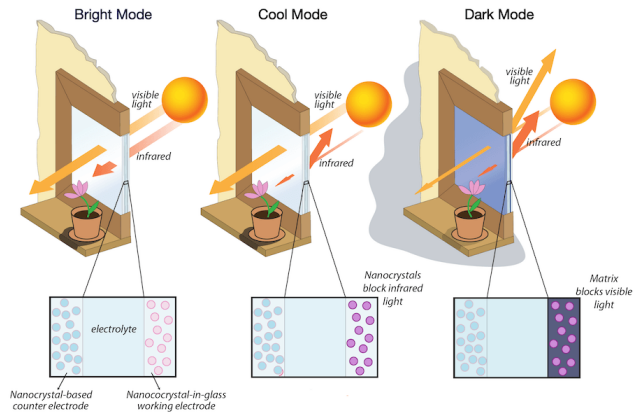


5. Hocheffiziente außenliegende Verschattung



Problem variabler Sonnenschutz:
Kein Ausblick, Tageslicht nur über Lichtumlenkung

Sonnenschutzverglasung vs Smart Glazing



Thermochrome Verglasung



Winter:

- Hoher g-Wert im Winter
- Nutzung solarer Gewinn

Sommer:

- Sunblocking
- Tageslichtnutzung bleibt, kein Farbstich



(SunSmart, TNO)

Quelle: <https://www.tno.nl>

Pilot-Line TNO-Brightlands Materials Center

Massenproduktion voraussichtlich 2025/26



Thermochrome
Beschichtung
u.a. aus
Vanadiumdioxid

Garantierte
Lebensdauer 20a

<https://www.tno.nl/en/sustainable/sustainable-chemical-industry/brightlands-materials-center-sustainable/smart-windows-make-climate-neutral/>

Problem:

Windanfälligkeit der außenliegenden Verschattung

Knickarmmarkisen nicht windstabil,
Z.B. in Innsbruck häufig gleichzeitig Föhnsturm und Sonne!



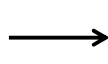
Lösung 3+1-Verglasung



Funktionstrennung

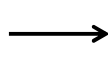


- Tageslicht-Umlenkung
- Sonnenschutz / Solarer Eintrag



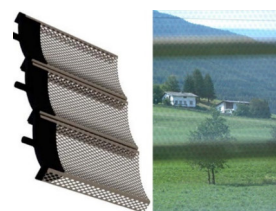
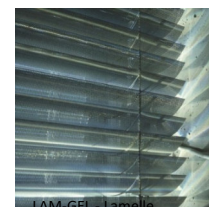
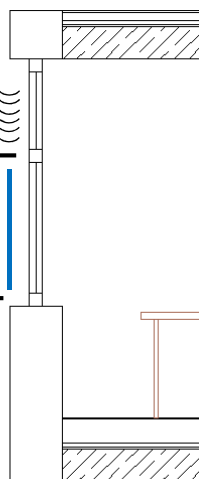
Oberer Behang

- Blendschutz / Sonnenschutz
- Sichtbezug nach Außen



Unterer Behang

Brüstung opak

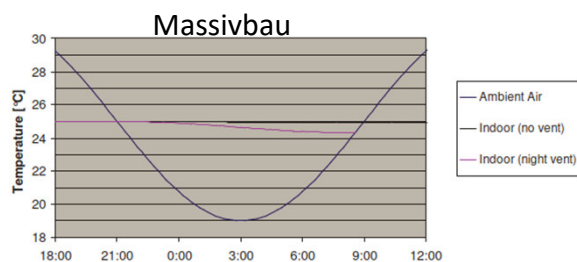
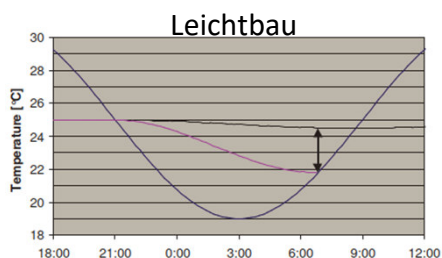


5. Einfluss der thermischen Masse



Pufferung kurzfristiger solarer Lasten

- effektive Vermeidung von kurzfristiger Überwärmung
- nur sinnvoll in Verbindung mit effektiver Nachtlüftung
- Zugänglichkeit der Speichermasse (Problem Deckenabhängig)



Source: J. Schnieders, Passive Houses in South West Europe, 2009

Quelle: Passivhaus Institut

Maßnahmen für hohen Sommerkomfort



➤ Solare Lasten



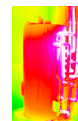
Design-Aufgabe: Orientierung, Glasanteil & Verglasungsart, Verschattung

Nutzereinfluss: Bedienung/Nutzung der Verschattung

➤ Interne Gewinne

Design-Aufgabe: TWW-Verteilung, effiziente Gebäudetechnik u. Geräte

Nutzereinfluss: Haushaltsgeräte, Standby, Unterhaltungselektronik



➤ Nachtlüftung



Design-Aufgabe: Fensteranordnung & Öffnungsquerschnitte, Einbruchssicherheit, Insektenschutz etc.

Nutzereinfluss: Manuelle Fensternachtlüftung, falls nicht automatisiert

Quelle: Passivhaus Institut

Klimaresilientes Bauen



- **Wichtigste Maßnahmen:**
 - 1) Reduzierung der Wärmelasten (solare Wärmeeinträge & interne Wärmeeinträge)
 - 2) Passive Kühlung → Nachtlüftung
 - 3) Aktive Kühlung nur falls zwingend erforderlich
- **Abhängigkeiten bei der Bewertung des Überhitzungsrisikos**
 - 1) Hoher Nutzereinfluss
 - 2) Besonders heiße Sommer, Mikroklima (Urban Heat Island), Klimawandel
 - 3) Deutlicher Einfluss auf das Sommergehalten & Überhitzungsrisiko

→ ZIEL: Risikominimierung! “Summer Stress Test”

OutPHit-Projektteam



Sie wollen mehr erfahren?
Besuchen Sie outphit.eu