HSLU Hochschule Luzern

Bauen für den Klimawandel
Effizientes Kühlen im Bestand

Energienetz Zug

Hochschule Luzern
Technik & Architektur
Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE

Prof. Markus Koschenz

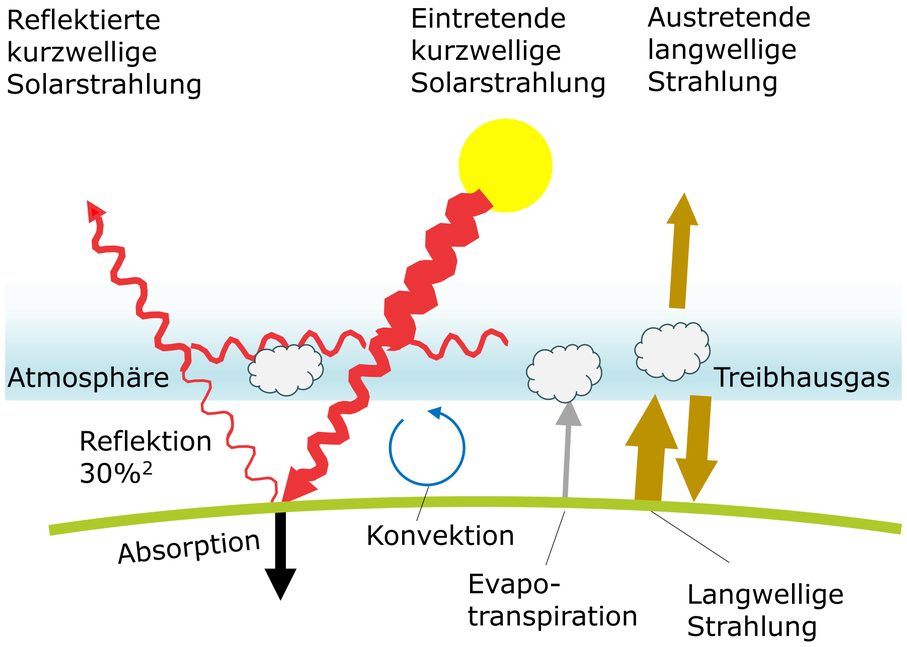
14. Mai 2024

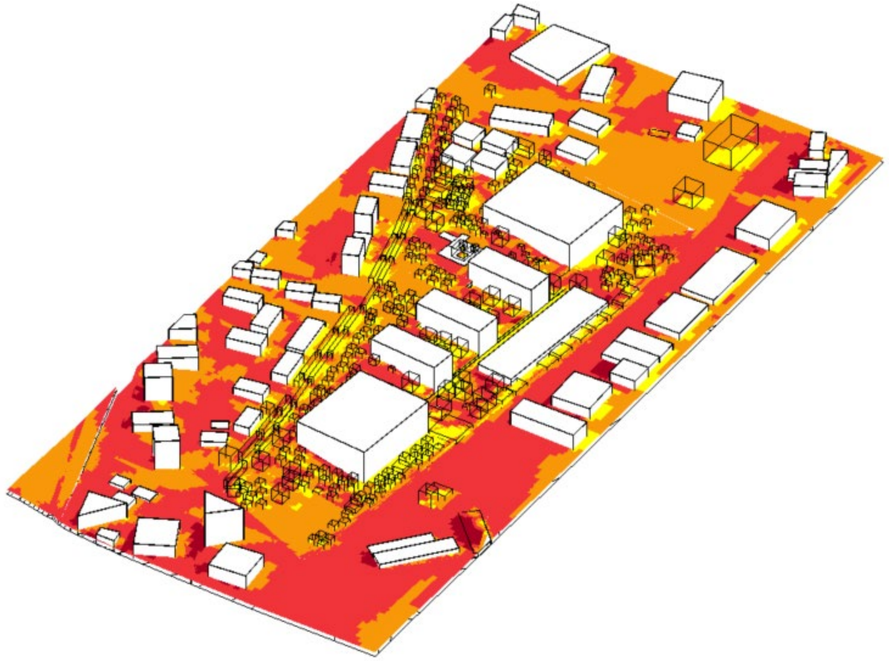
Inhaltsverzeichnis

- Weshalb und wie verändert sich die Aussentemperatur?
- Welche Temperatur benötigen wir im Innenraum?
- Wie können wir die Wärme draussen halten?
- Welche Konzepte zum Wärmeabtransport können eingesetzt werden?

Effizient Kühlen im Bestand

Weshalb verändert sich die Aussentemperatur[1]

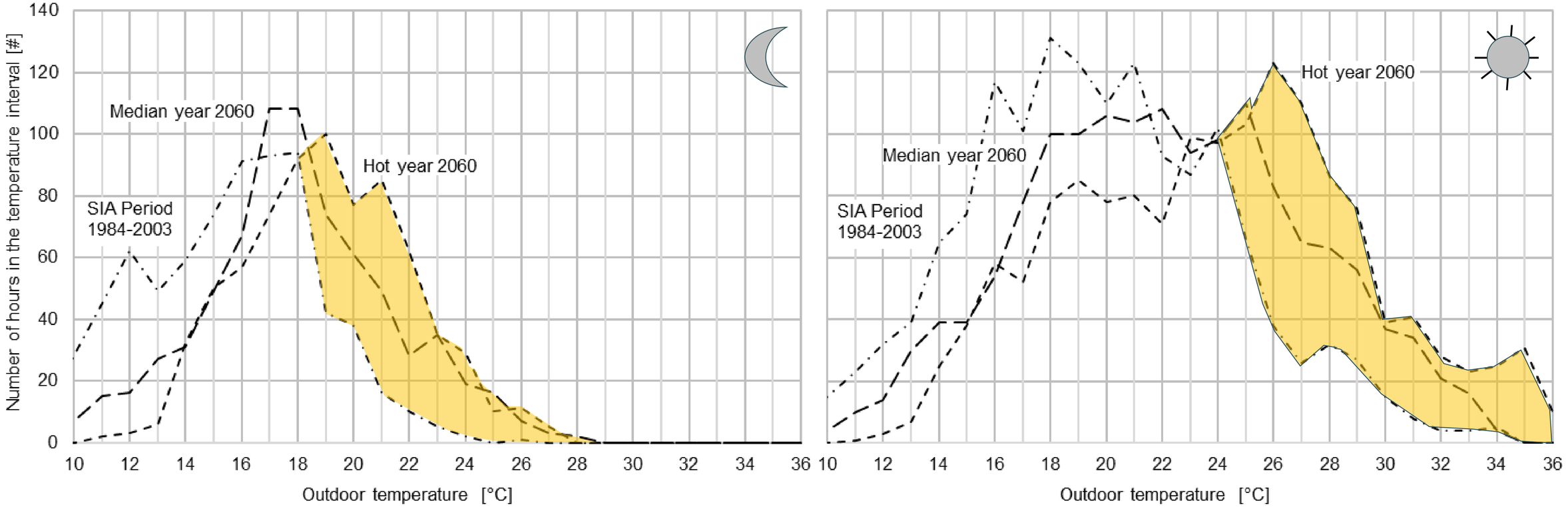




Quartierklimamodellierung QKM

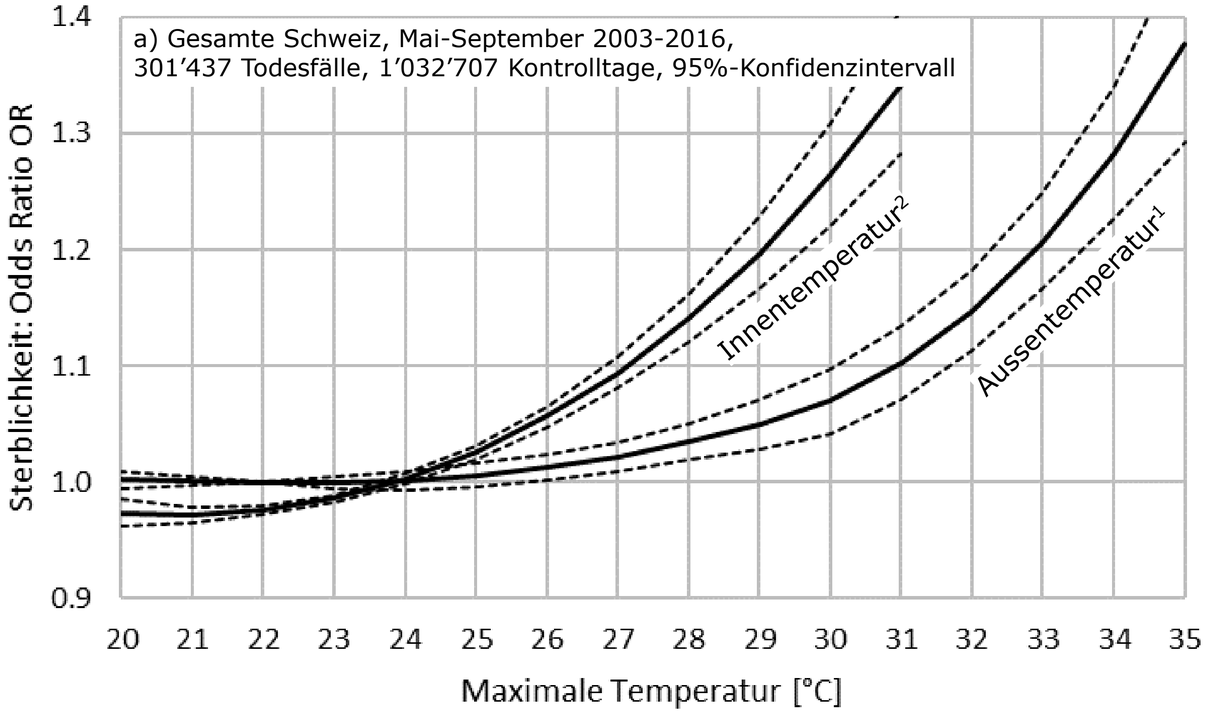
1 Rahmstorf S., Schellenhuber H.J., Der Klimawandel, München, 2019
2 Albedo bedeutet «Weissheit» und ist das Mass dafür, welchen Anteil der einfallenden Solarstrahlung eine Oberfläche zurückwirft

Wie verändert sich die Aussentemperatur in der Nacht und am Tag[1]



1) Gilt für den Standort Basel-Binningen ohne Berücksichtigung eines Hitzeinseleffektes, Periode 01.06 bis 31.08, 1’472 Tagstunden, 736 Nachtstunden, Klimaszenario RCP 8.5
Das «Medianjahr 2060» entspricht dem Jahr 2018, das «heisse Jahr» dem Jahr 2003

Zusammenhang zwischen Sterblichkeit und maximaler Temperatur



1) Zusammenhang zwischen Aussentemperatur und Sterblichkeit basiert auf einer epidemiologischen Untersuchung für die gesamte Schweiz (a)
2) Die Innentemperaturen wurden anhand eines vereinfachten Raummodells aus den Aussenbedingungen am Ort des hitzebedingten Todesfalls berechnet

Prävention – Wärme draussen halten

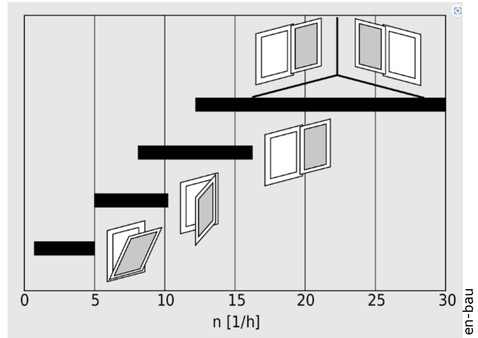
Scmidmayer

Griesser

- **Äusserer Sonnenschutz schliessen**, schon bevor die Sonne direkt auf die Fassade scheint. Wärmeeintrag sonnenzugewandte Seite mit geschlossenem Sonnenschutz = sonnenabgewandte Seite mit offenem Sonnenschutz
- **Elektrochrome Gläser**[1] einsetzen
  Lichttransmissionsgrad/g-Wert:
  Hell 54%, 0.36
  Stufe 1 16%, 0.09 → Lamellenstoren Arbeitsstellung
  Stufe 2 5%, 0.05
  Dunkel 1%, 0.03

SageGlass

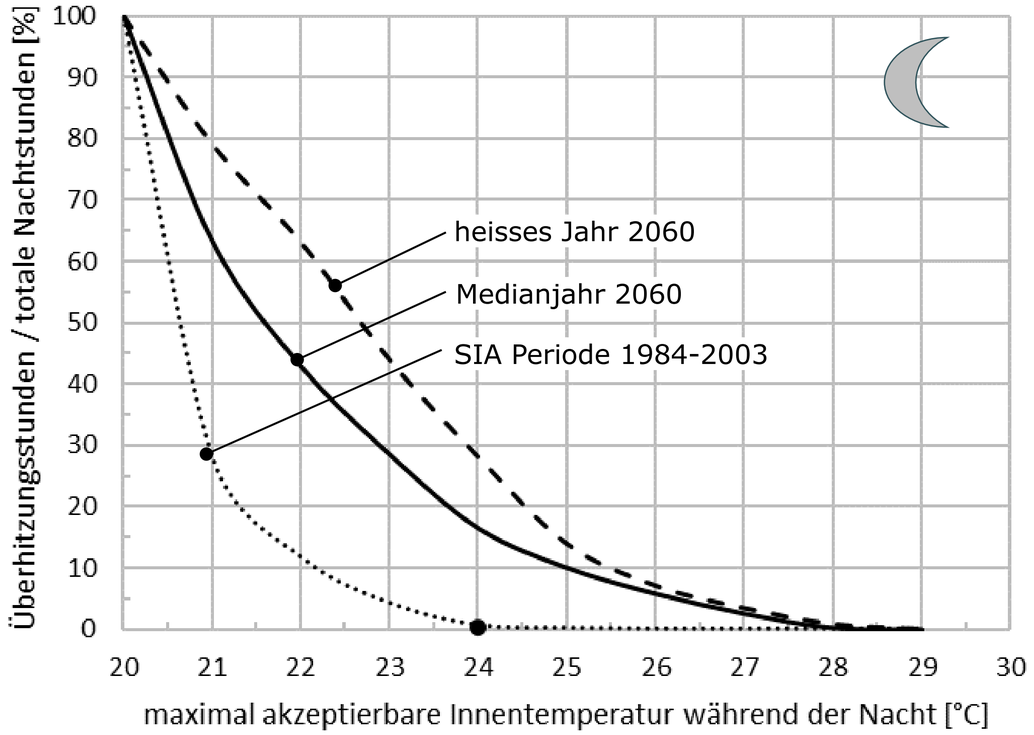
- **Baulicher Sonnenschutz** anbringen
- **Nachtauskühlung mit Fensterlüftung** schon mit/nach der ersten Erwärmung beginnen, möglichst mit Querlüften

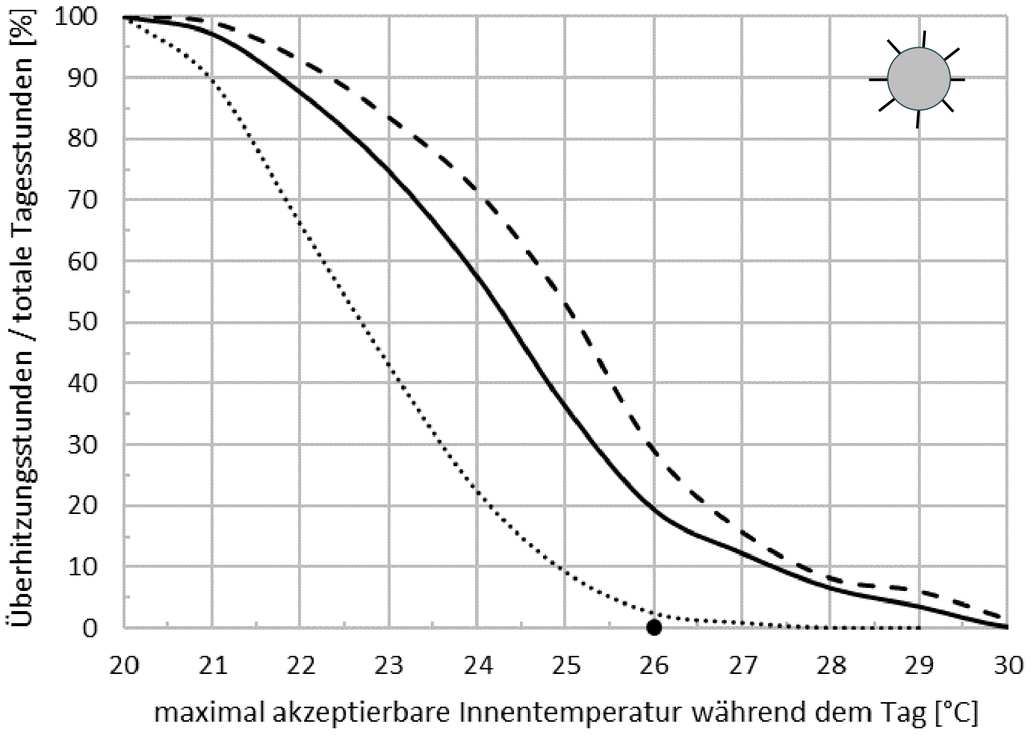


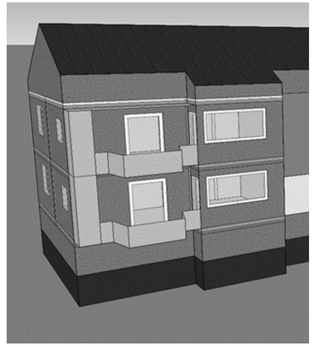
en-bau

1) Werte auf Basis SageGlass, Climatop Classic, Keramische Schichten und elektrische Ladung von Lithiumionen führt zur Farbänderung

Überhitzungsstunden Innen bei Nachtauskühlung mit Fensterlüftung[1]







2

1) Gilt für die untersuchten Gebäude am Standort Basel-Binningen ohne Hitzeinseleffekt
2) Ausschnitt des für die Berechnungen verwendeten Altbaus

Wärmeabtransport

- (Automatisierte) **Fensterlüftung**
- Mit **Ventilator** unterstützte **Fensterlüftung**
- … **kühlen** über **Radiatoren funktioniert** wegen der **geringen Fläche nicht**
- Adaptive **Personenkühlung – Wärmeabgabe** des **Menschen**

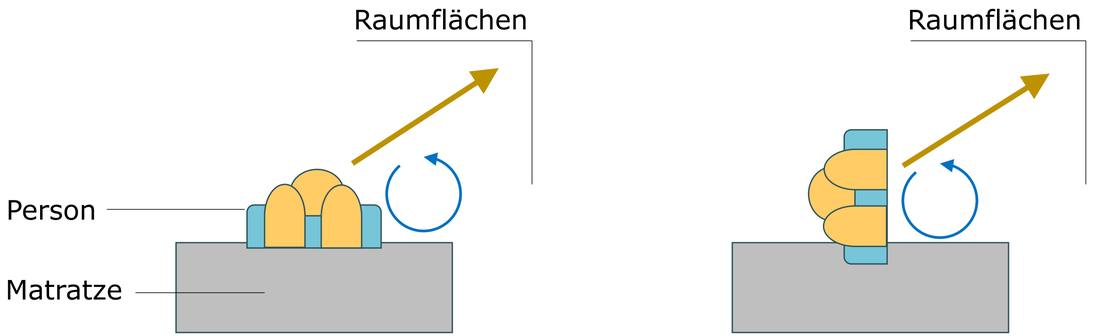
An stark lärmbelasteten Standorten

- **Wärmeabtransport** über die **Fussbodenheizung** oder **Kapillarrohrmatten** an der Decke
  Kälteverteiler nachrüsten, auf Arbeits- und Schlafraum begrenzen, Kältemaschine mit Wärmeabgabe in das Warmwasser einsetzen

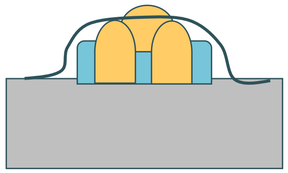
Neubau

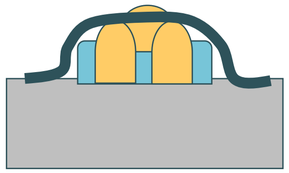
- **Kaltwasserhauptleitung** in die **Wohnung führen**

Wärmeabgabe des Menschen beim Schlafen

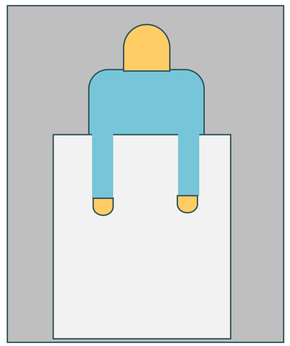


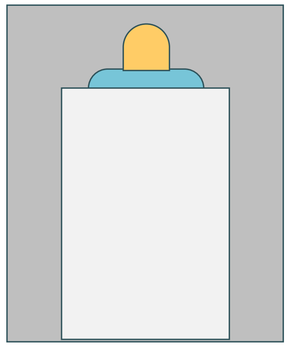
Lage der Person





Dämmstärke des Duvet

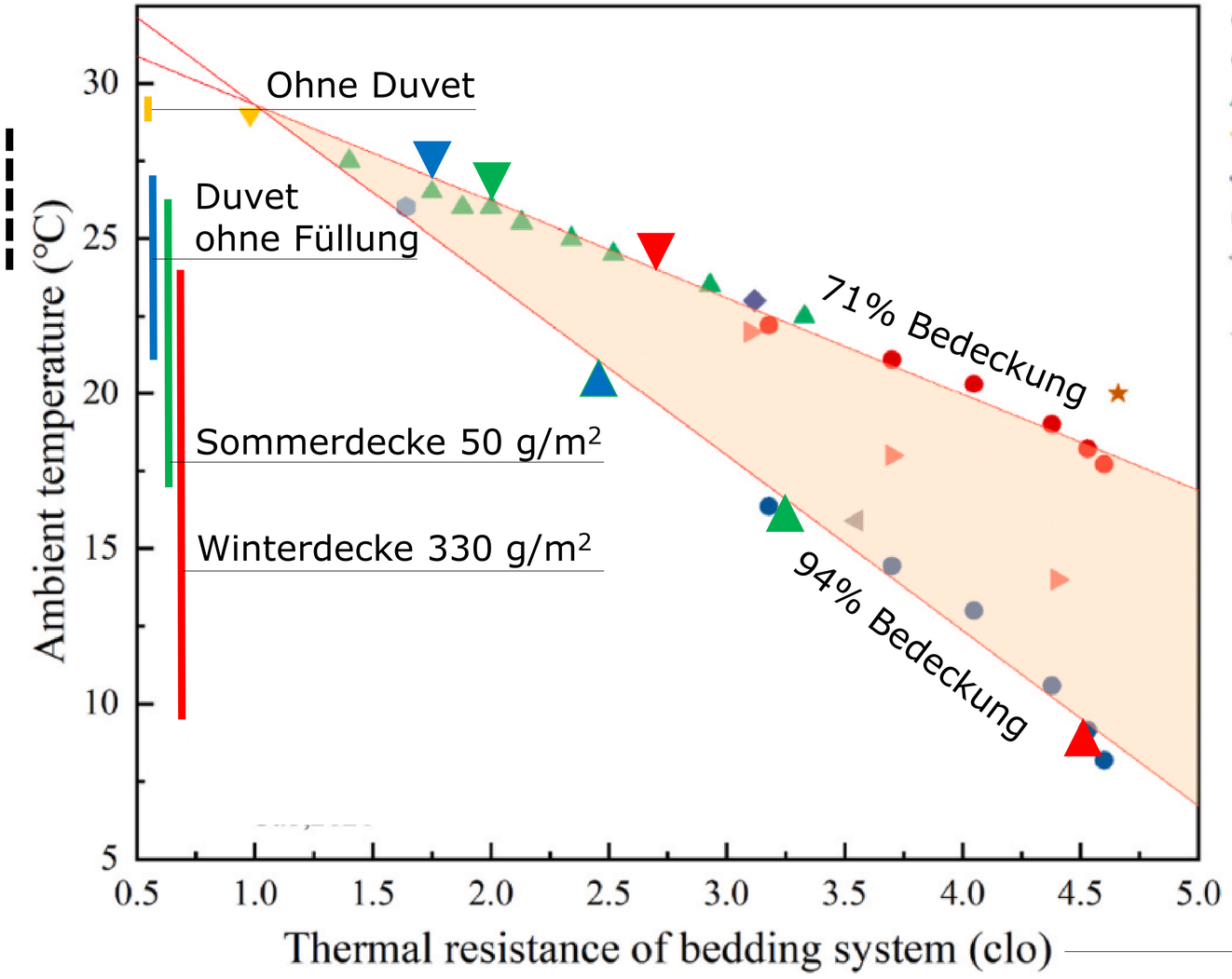


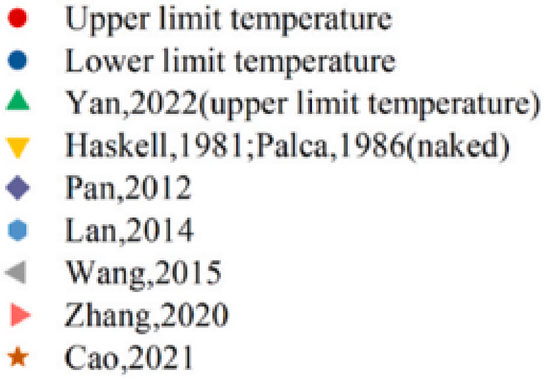


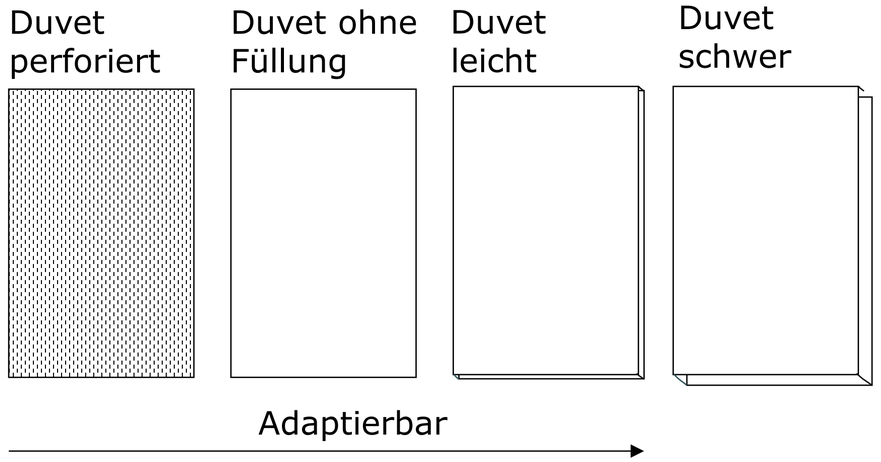
Bedeckungsgrad mit dem Duvet

Effizient Kühlen im Bestand

Thermischer Schlafkomfort[1]







Kombination aus Schlafanzug, Duvet, Bedeckungsgrad, Kissen, Matratze

1) Effect of quilt thermal resistance on bedding system and sleep thermal comfort, Yan F. et. al, Journal of Thermal Biology, 2023, Ergänzungen HSLU

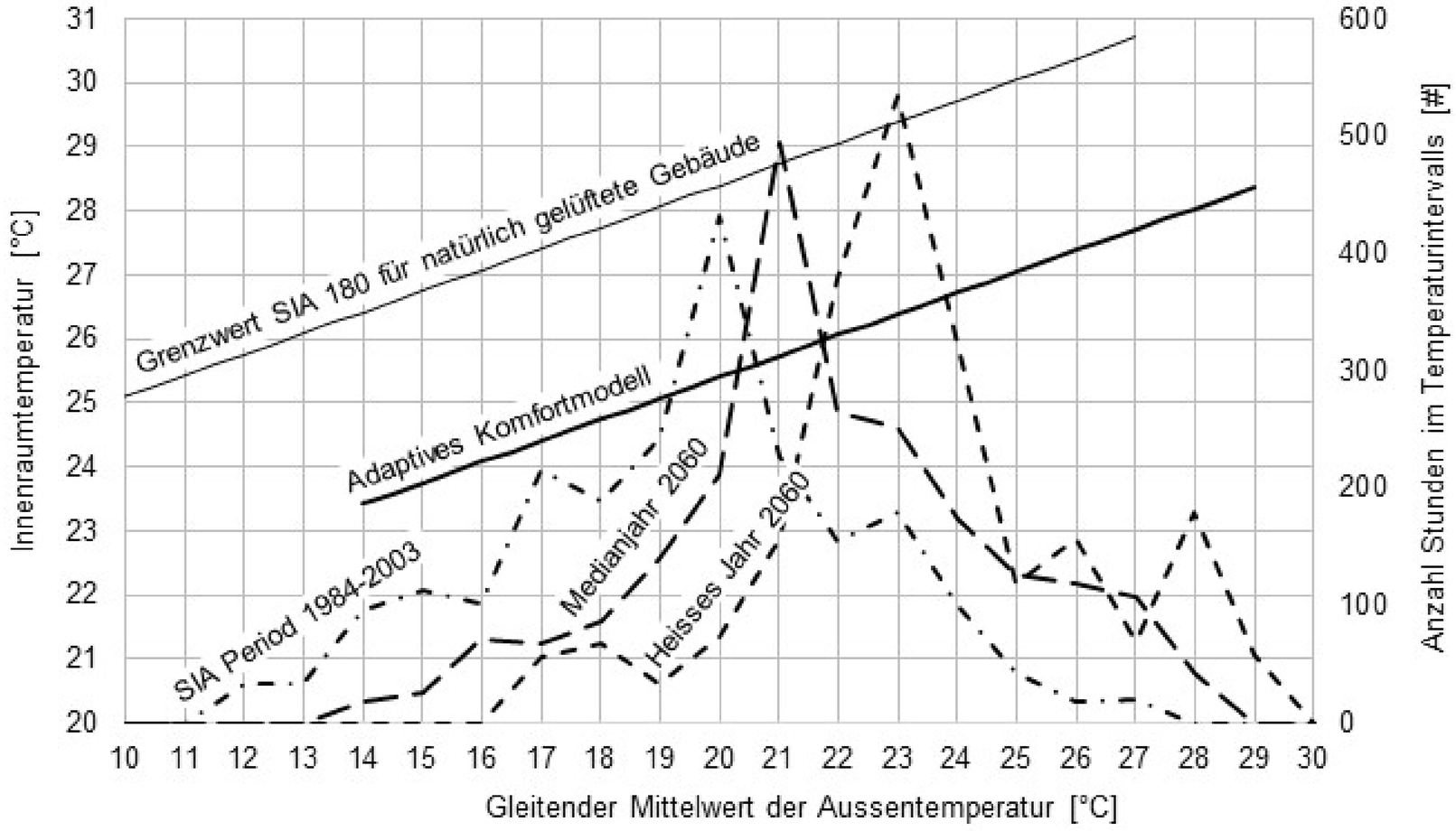
Erkenntnisse

- Mit dem **Klimawandel** steigt die **Aussentemperatur** in der **Nacht** und am **Tag** an – die **Nacht** wird zur **Herausforderung**
- **Temperaturanforderungen** im **Innenraum** für die **Nacht fehlen**
- Die **Wärmeabgabe** im **Aussenraum** erfolgt an die **Luft** (Zirkulation) und an den **Himmel** (Sichtbarkeit)
- Die **Wärme** zwingend **Draussen halten**
- **Elektrochrome Gläser** kombinieren den **Blick** nach **Aussen und** den **Sonnenschutz**
- **Fensterlüftung** korrekt nutzen, **Lufteinbringung** mit **Ventilator verstärken**
- **Möglichkeiten** eines adaptiven **Bettsystems** maximal **ausnutzen**
  Temperatursensibilität nimmt mit **höheren Raumtemperaturen zu**
- Zum **Einschlafen** muss die **Körpertemperatur abgesenkt** werden können

siehe auch ResCool: Klimaanpassung von Neu-, Um- und bestehenden Wohnbauten – effiziente Kühlkonzepte

ANHANG

Zulässige Temperatur nach SIA 180



1) Nutzer können Temperatur aktiv beeinflussen, z.B. öffnen und schliessen der Fenster