

## **ResCool: Klimaanpassung von Neu-, Um- und bestehenden Wohnbauten – effiziente Kühlkonzepte**

Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE

**Markus Koschenz**

Dozent

T direkt +41 41 349 31 88

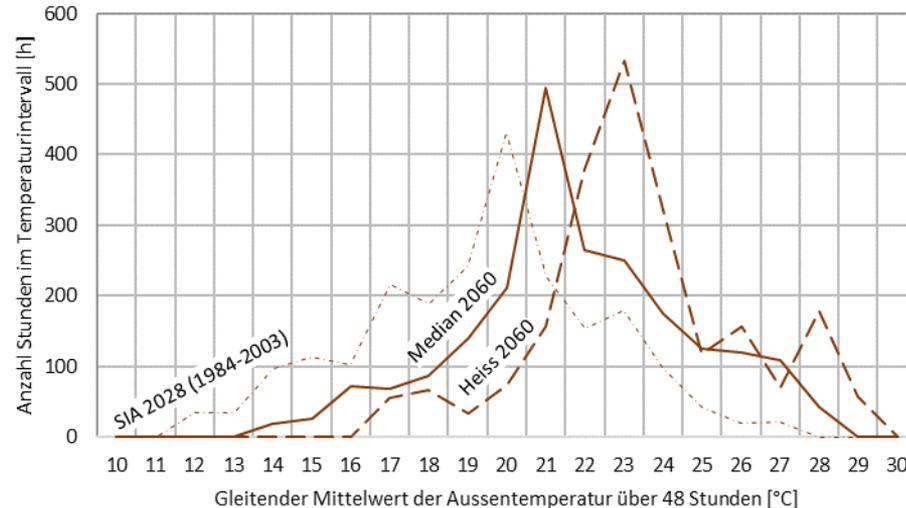
markus.koschenz@hslu.ch

Horw, 17. November 2021

## Inhalt

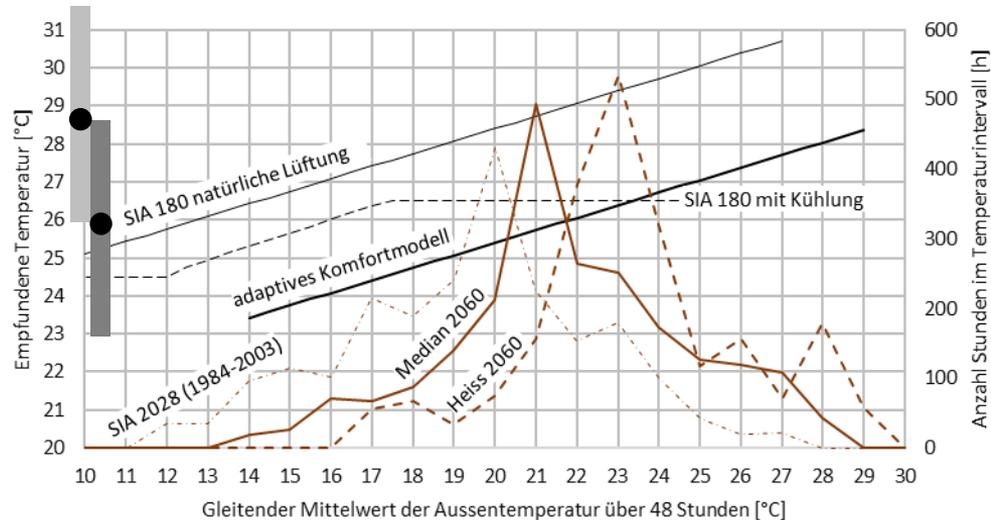
- Wie **verändern** sich die **Aussentemperaturen** durch den **Klimawandel**?
- Welche **maximal zulässigen Innentemperaturen** für **natürlich belüftete** Wohnbauten **resultieren** nach **SIA 180**?
- Sind diese **Innentemperaturen** für **den Menschen akzeptierbar**?
- Müssen **Wohnbauten gekühlt** werden und **wenn ja wie**?

## Veränderung der Aussentemperaturen durch den Klimawandel<sup>1</sup>



- Die **Aussentemperaturen steigen** an
- Die **Anzahl Stunden** mit **hohen Aussentemperaturen** nehmen **signifikant zu**
- Das **Medianjahr 2060**<sup>2</sup> entspricht bezüglich der mittleren Sommer-temperatur dem **Jahr 2018**, das **heisse Jahr 2060**<sup>2</sup> (alle 5 bis 10 Jahre) dem **Jahr 2003**

## Zulässige Innentemperaturen gemäss SIA 180



- Mit den **ansteigenden Aussentemperaturen** sind **höhere Innentemperaturen zulässig**
- Für **natürlich belüftete** Gebäude **über 31°C**
- Ist der **Grenzwert zu hoch angesetzt?**
- Ist ein **Grenzwert** für die **Nacht nötig?**

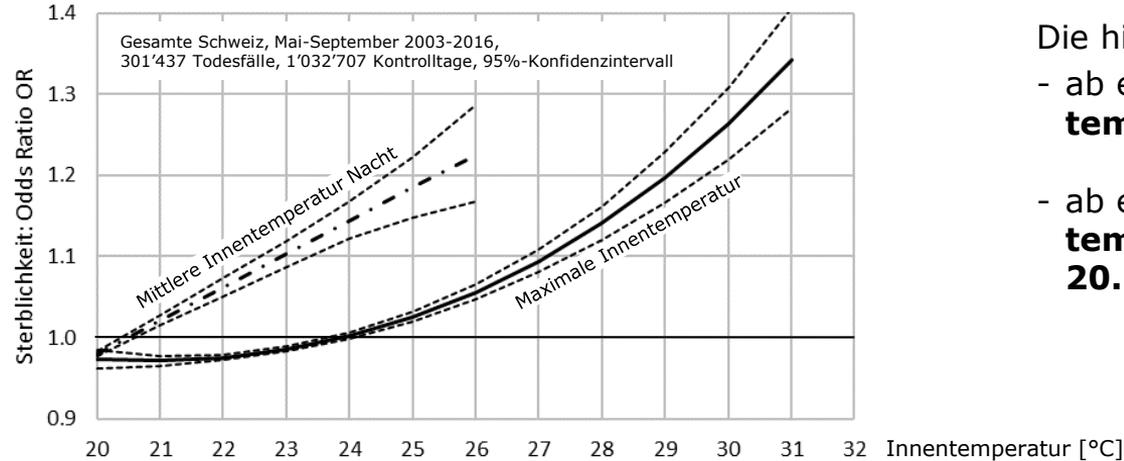
## Akzeptierbare Innentemperaturen für den Menschen

Zu hohe Innentemperaturen führen zu einer

- **verminderten Erholung**, vor allem während der Nacht
- **Belastung** des Körpers
- verminderten **Produktivität**

Gebäude müssen für **junge, ältere** und **vulnerable Menschen** nutzbar sein.

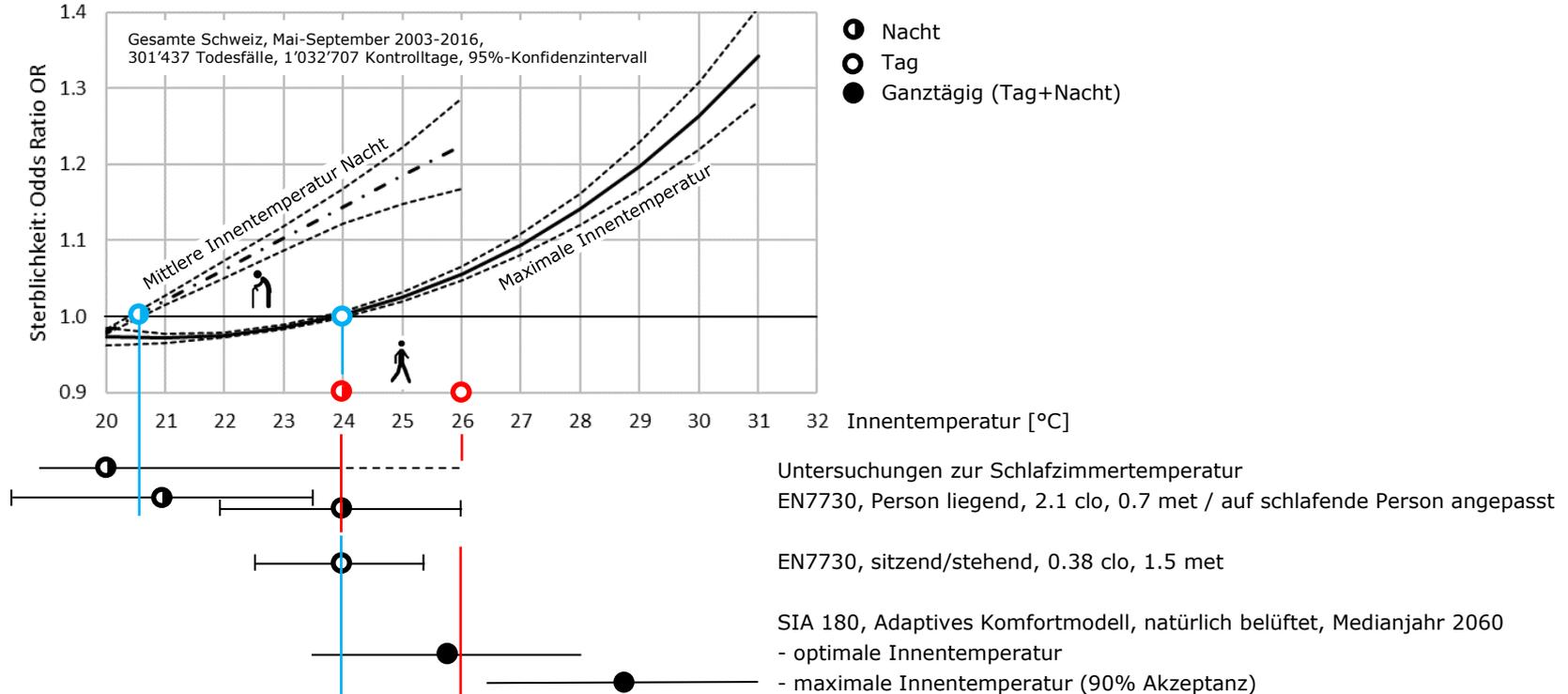
## Zusammenhang zwischen hitzebedingter Sterblichkeit und Innentemperatur



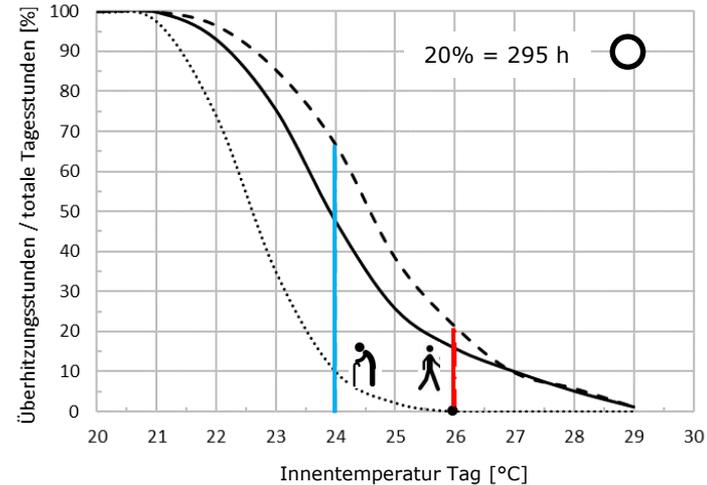
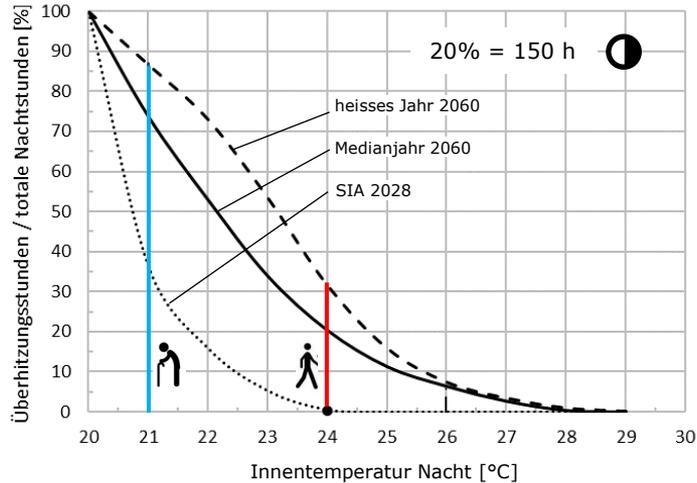
Die hitzebedingte Sterblichkeit steigt

- ab einer **maximalen Innentemperatur** von **24°C**
- ab einer **mittleren Innentemperatur** während der **Nacht** von **20.5°C**

## Akzeptierbare Innentemperaturen für den Menschen



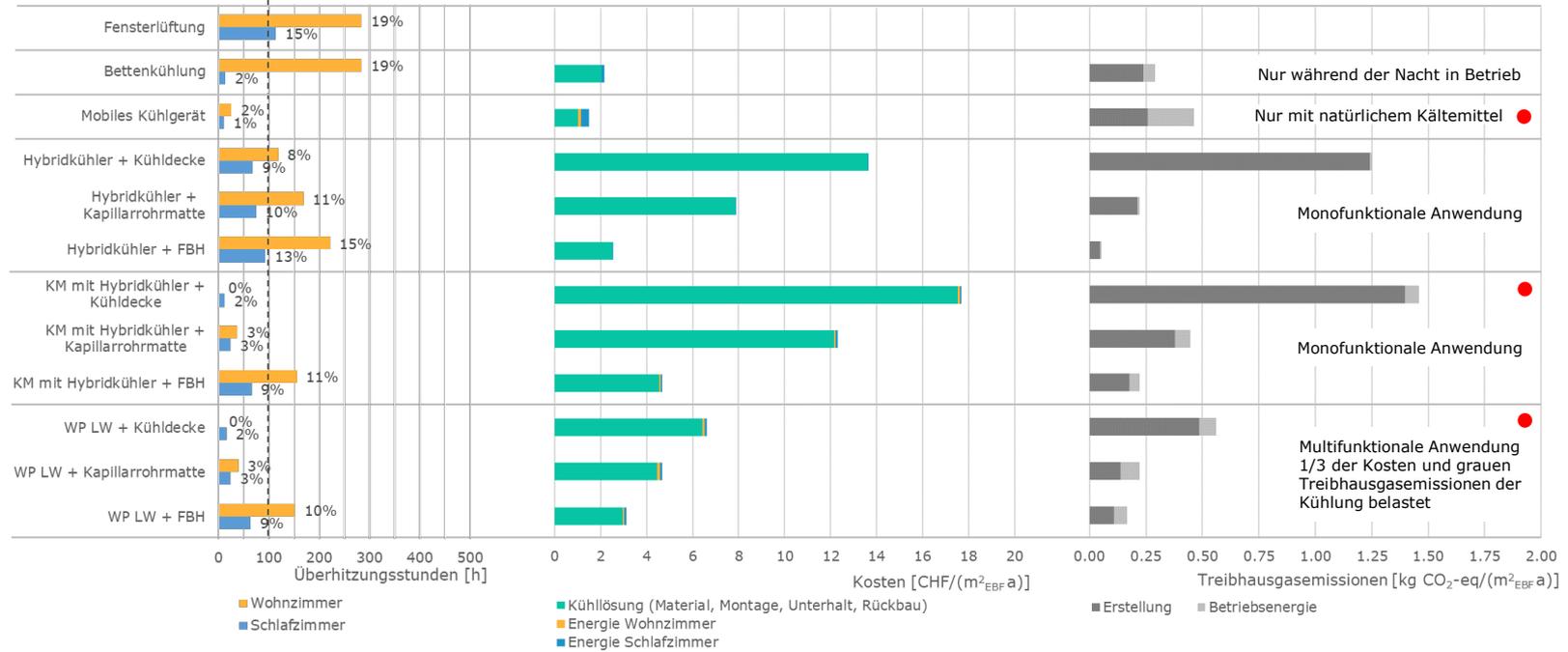
## Fensterlüftung mit verschärften Temperaturanforderungen<sup>1</sup>



### Überschreitung der maximal akzeptierbaren Innentemperatur

	SIA 2028	Medianjahr 2060	heisses Jahr 2060
- Schlafzimmer	0% - 37%	20% - 74%	32% - 87%
- Wohnzimmer	0% - 10%	16% - 48%	22% - 67%

## Zusatzkühlung (Auszug) Altbau (max. 26°C am Tag, 24°C während der Nacht)

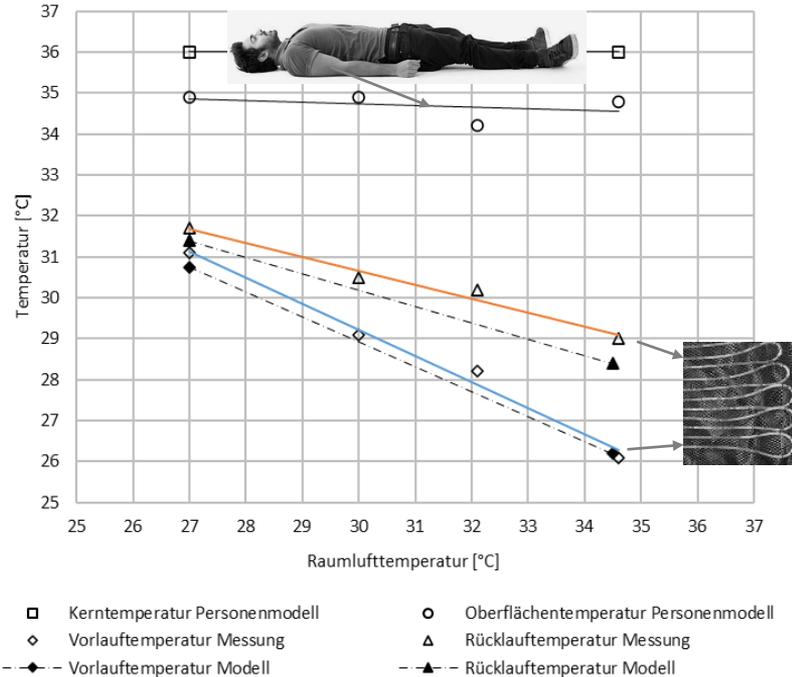


## Direkte Kühlung des Menschen, Bettenkühlung



- Den **Menschen direkt kühlen (nicht über den **Umweg Raum**)** und seine **hohen Oberflächentemperaturen nutzen**
- Die **Kühleffizienz vorhandener «Kühldecken» ist ungenügenden, neue Entwicklungen sind nötig**

## Direkte Kühlung des Menschen, Bettenkühlung



- Zur **Kühlung** kann **Frischwasser** mit einer hohen **Temperatur (um 30°C)** eingesetzt werden
- Die **Wassertemperatur** liegt bis zu einer Raumlufthtemperatur von 30°C **über der Raumlufthtemperatur**

## Zusammenfassung

### Temperaturen

- Das **Medianjahr 2060** entspricht dem Jahr **2018**<sup>1</sup>, das **heisse Jahr 2060** (alle 5-10 Jahre) dem Jahr **2003**<sup>1</sup>, der Hitzeinseleffekt ist nicht berücksichtigt.
- Die **maximal zulässigen Innentemperaturen** gemäss **SIA 180** für **natürlich belüftete Gebäude** sind **zu hoch** angesetzt, eine **Temperaturanforderung** für die **Nacht fehlt**.
- Für den **Grossteil der Bevölkerung** scheint eine **maximale Innentemperatur** von **26°C** am **Tag** und **24°C** in der **Nacht akzeptabel** zu sein, für **vulnerable Personen** sind **maximale Innentemperaturen** von **24°C** am **Tag** und **21°C** in der **Nacht** angebracht.

### Fensterlüftung

- Die Fensterlüftung kann die verschärften Temperaturanforderungen von **maximal 26°C** am **Tag**, **24°C** in der **Nacht** während ca. **70%**<sup>2</sup> der Belegungszeit bei **maximal 24°C** am **Tag**, **21°C** in der **Nacht** während ca. **20%**<sup>2</sup> der Belegungszeit sicherstellen.

## Zusammenfassung

### Zusatzkühlung

- Eine **(Zusatz)kühlung** wird vor allem dort nötig, wo die **Fenster nicht geöffnet** werden können.
- **Mobile-** oder **Split-Kühlgeräte** sollen **nur** in **Ausnahmefällen** eingesetzt, **fachgerecht eingebaut** und mit einem **natürlichen Kältemittel** betrieben werden.
- Mit der **Bettenkühlung** kann das **Bettklima** auch bei **hohen Innentemperaturen** mit **Wassertemperaturen** von **30°C individuell** sichergestellt werden (**Direktkühlung mit Frischwasser**). Solche System **könnten Mobile- oder Split-Kühlgeräte** ersetzen.
- Ein **Hybridkühler** kann die **geforderte Kühlleistung** wegen den **hohen Aussentemperaturen nicht erbringen**.
- Die **grauen Treibhausgasemissionen** für die **Kühlung** sind **höher** als die **Emissionen im Betrieb**. **Vor allem** bei **monofunktionaler Nutzung**.

## Projektteam

### **Hochschule Luzern T&A, Institut für Gebäudetechnik und Energie (IGE)**

Markus Koschenz

Silvia Domingo-Irigoyen

Mathias Niffeler

### **Swiss Tropical and Public Health Institute (STPH)**

Martina Ragetti

Benjamin Flückiger

### **Industrie**

Mladen Kafadar Implenia Schweiz AG

Christian Widmer Xtegrasol GmbH

### **MeteoSchweiz**

Kathrin Wehrli