

klimawandel zukunftsfähig | nordhessen gestalten

Auswirkungen eines veränderten Klimas auf
die Behaglichkeit in Räumen (AusveK)

Andrea Schneider
Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Abteilung Energiesysteme

KLIMAAANPASSUNGSNETZWERK FÜR DIE MODELLREGION NORDHESSEN

U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T

 **Fraunhofer**
IBP



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Auswirkungen eines veränderten Klimas auf die Behaglichkeit in Räumen (Ausvek)

Teilprojekt E2

- Anton Maas
 - Michael Krause
 - Frank Otto
- FB06, Uni Kassel
Fraunhofer-Institut für
Bauphysik
Zentrum für
Umweltbewusstes Bauen

Motivation

- Aktuelle Klimaszenarien sagen für die nächsten 30 Jahre für Nordhessen und den urbanen Raum deutlich mehr Sommer- und Hitzetage voraus. Je nach Standort kann sich dieser Trends aufgrund mikroklimatischer Einflüsse, wie der Einfluss der städtischen Wärmeinsel, noch verstärken.
- → Großer Einfluss auf das Klima im Außenraum von Gebäuden, und auf das thermische Verhalten der Gebäude selber
- Der Mensch hält sich mehr als 70% seines Lebens innerhalb von geschlossenen Räumen auf
→ Verändertes thermisches Verhalten von Gebäuden hat entscheidende Auswirkungen auf Behaglichkeit und Gesundheit
- Besonders kritisch und zurzeit meist nicht zufriedenstellend gelöst:
 - Alten- und Pflegeheime
 - Schulen

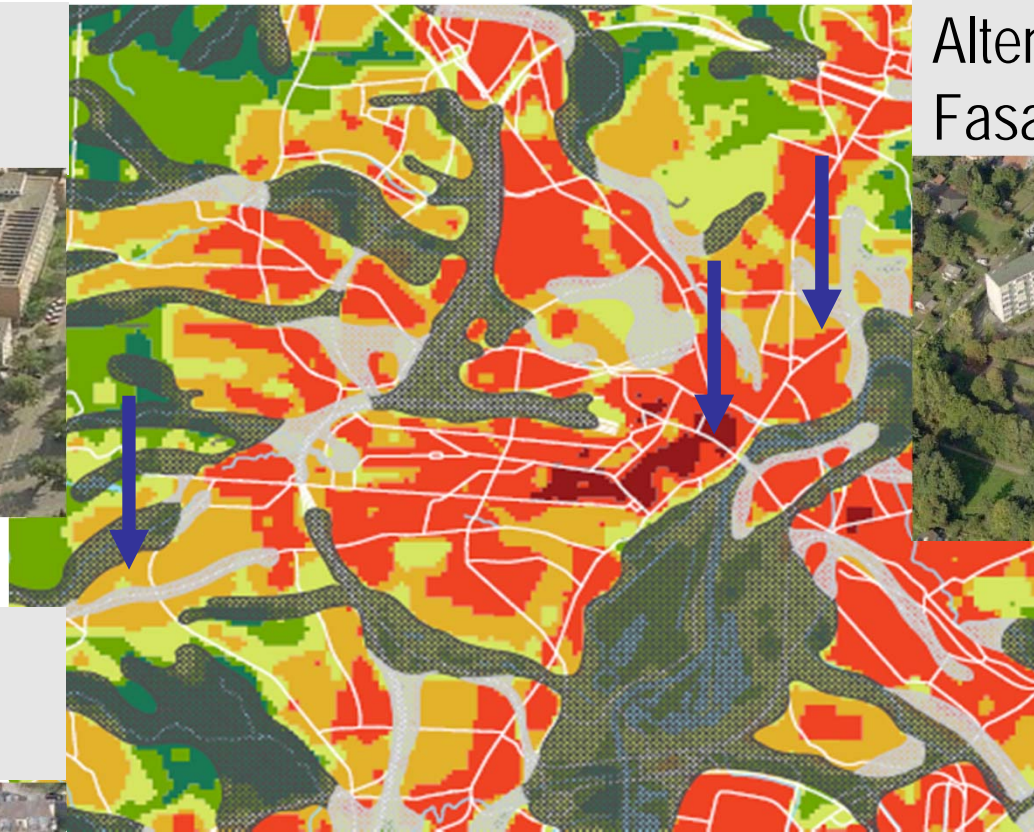
Projektziele

- Die Untersuchung der Abhängigkeit des Wohlbefindens innerhalb geschlossener Räume von Klima und Mikroklima, Lüftungsverhalten, Sonnenschutz, etc.
- Entwicklung von Maßnahmen sowie technologischen Umsetzungsmöglichkeiten, um bei den zu erwarteten Klimaänderungen ausreichenden Komfort sicherzustellen.

Oskar-von-Miller
Schule



Altenpflegeheim
Fasanenhof



Altenpflegeheim
Stiftsheim



Klimafunktionskarte Kassel:
Überhitzungsgebiete im Stadtgebiet
Fachgebiet Umweltmeteorologie

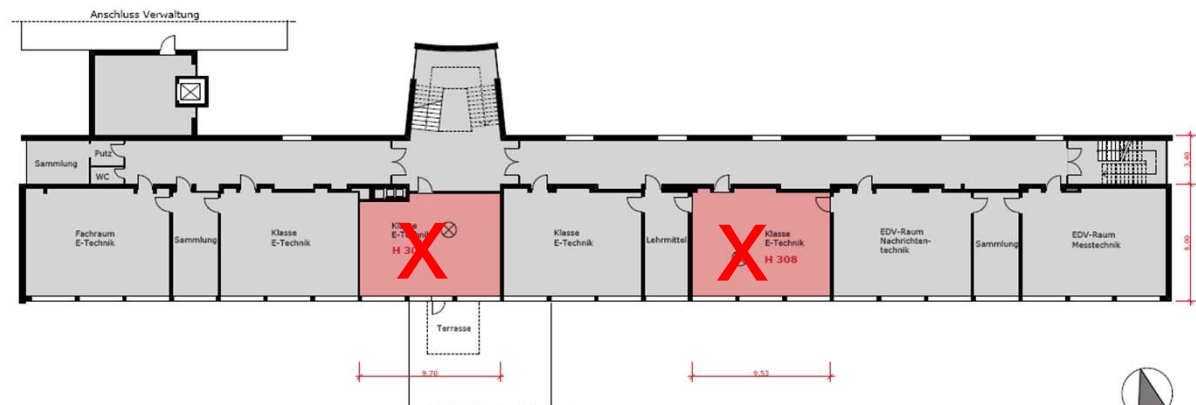
- Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiet
- Frischlufentstehungsgebiet
- Misch- und Übergangsklimate
- Überwärmungspotential
- Überwärmungsgebiet 1
- Überwärmungsgebiet 2
- Kaltluftabfluss und Ventilationsfläche
- Überströmungsbereiche
- Lage der ausgewählten Messorte





Oskar von Miller Schule
Weserstr. 7
34125 Kassel

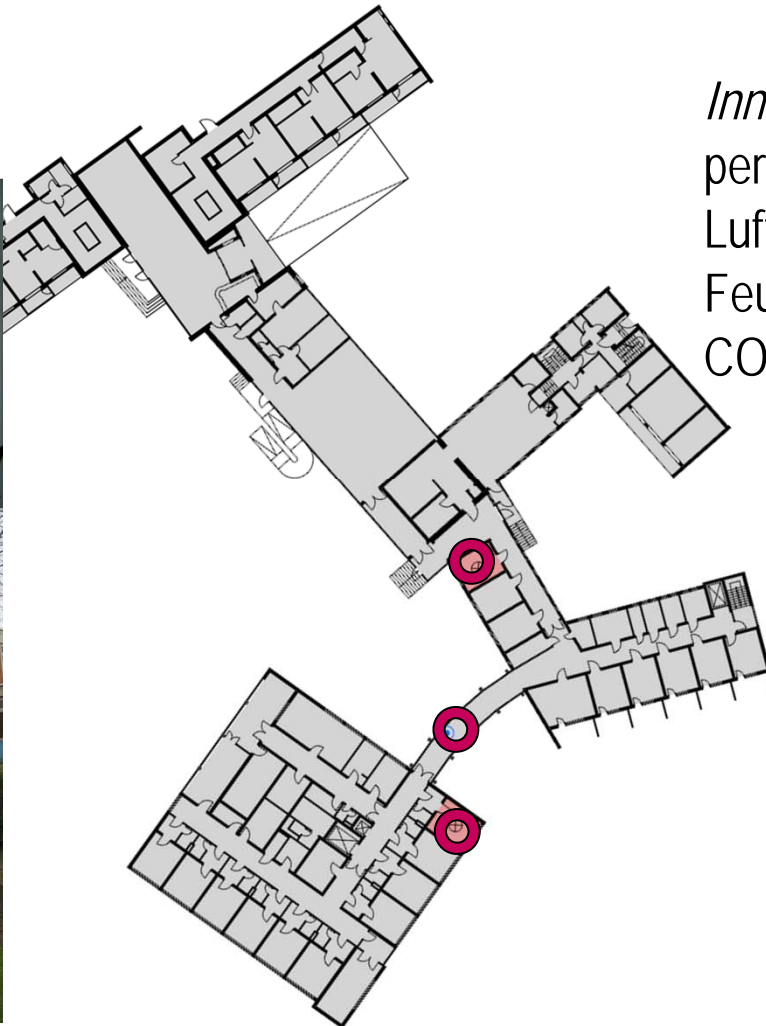
Messtechnische Erfassung des Innenklimas





Seniorenwohnanlage Fasanenhof
Hinter dem Fasanenhof 1 A
34125 Kassel

Messtechnische Erfassung des Innenklimas



Innen:
permanente
Lufttemperatur- und
Feuchtemessung
CO₂



AusveK

Durchführung von Befragungen zur
thermischen Behaglichkeit in den
Alten- und Pflegeheimen

In Zusammenarbeit mit

Hochschule Fulda
University of Applied Sciences



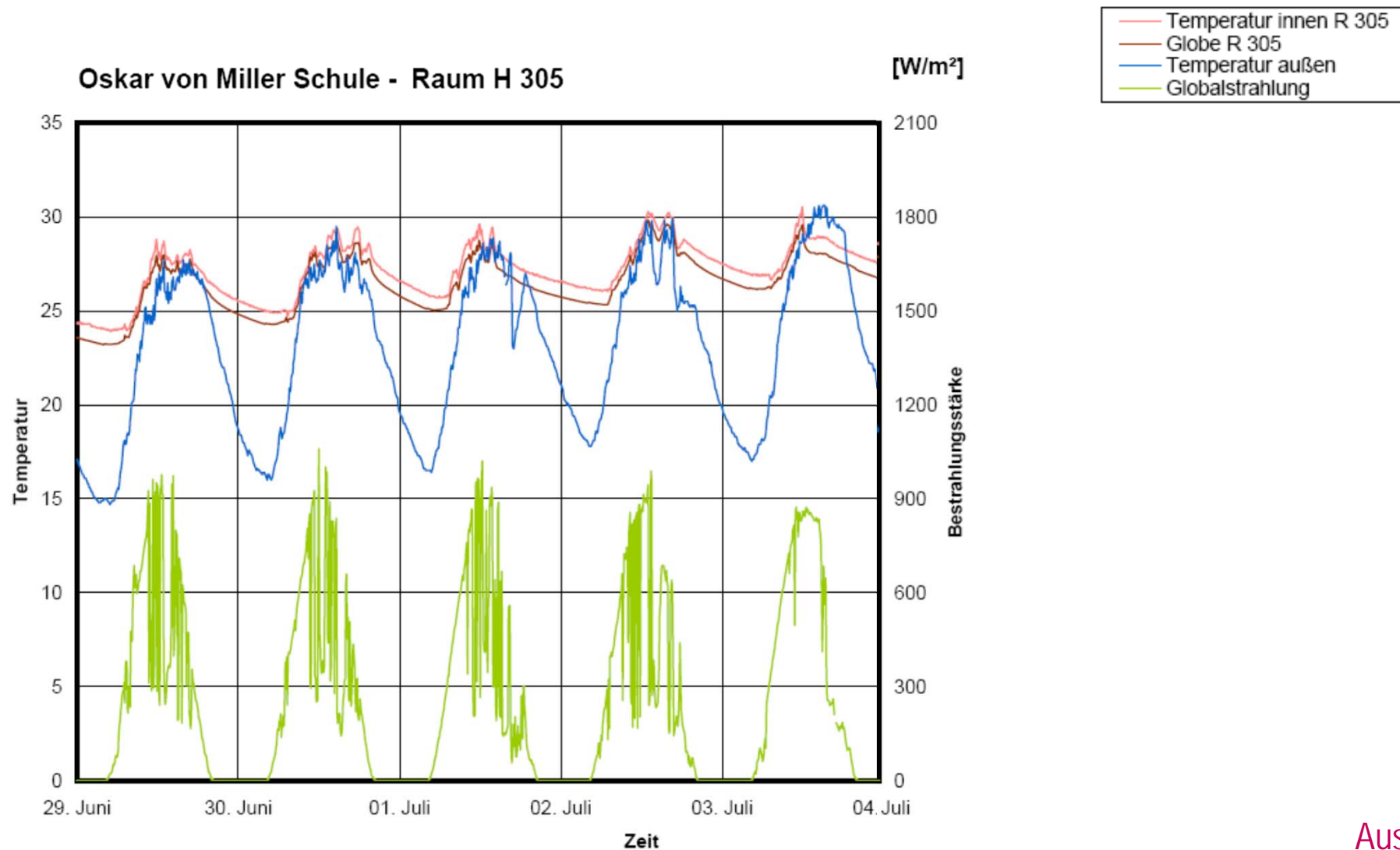
T2 „Prävention
klimabedingter
Gesundheitsrisiken“



Durchführung von Befragungen zur thermischen Behaglichkeit in der Schule

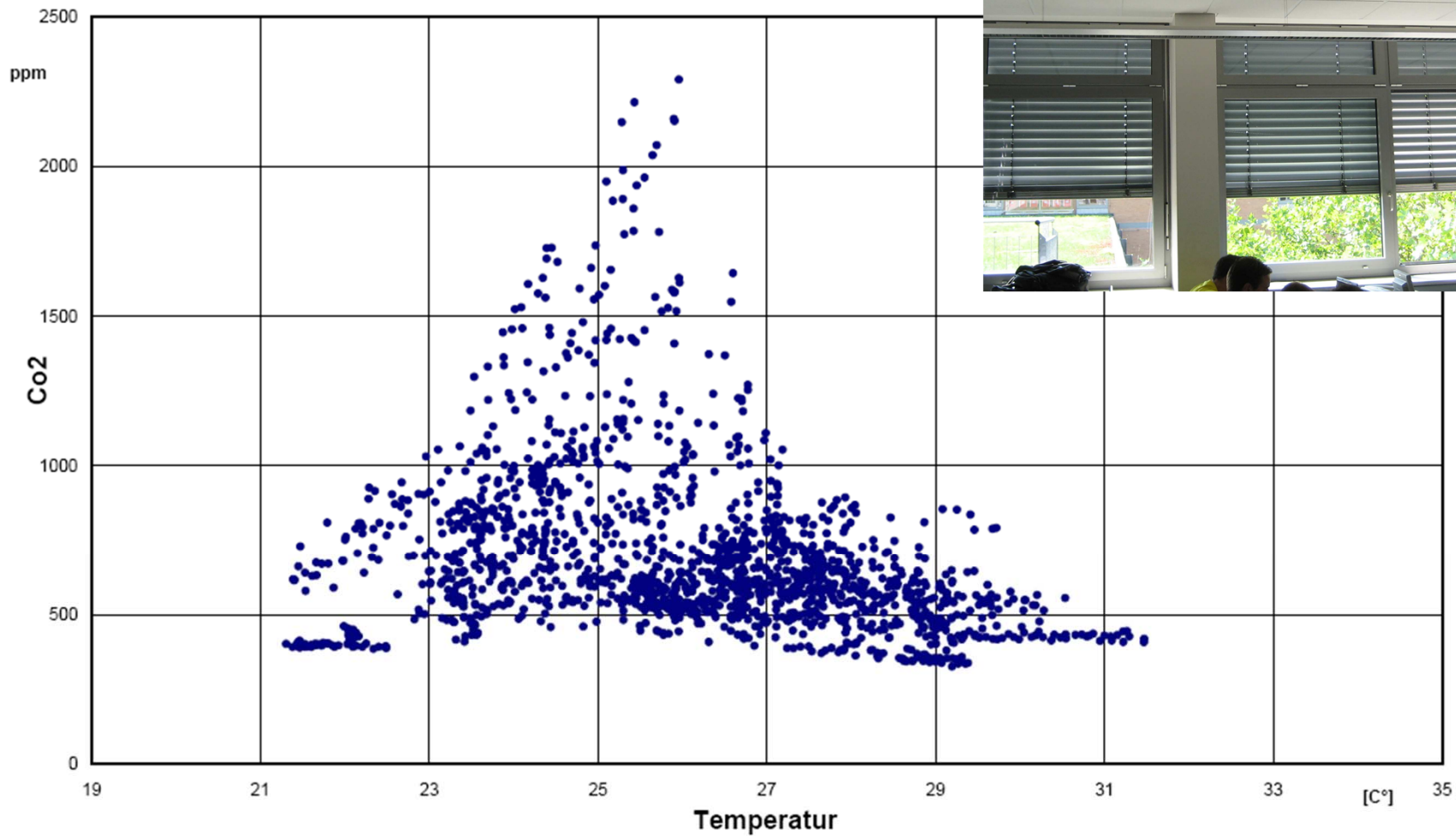


Messwerte für eine „heiße“ Woche im Sommer

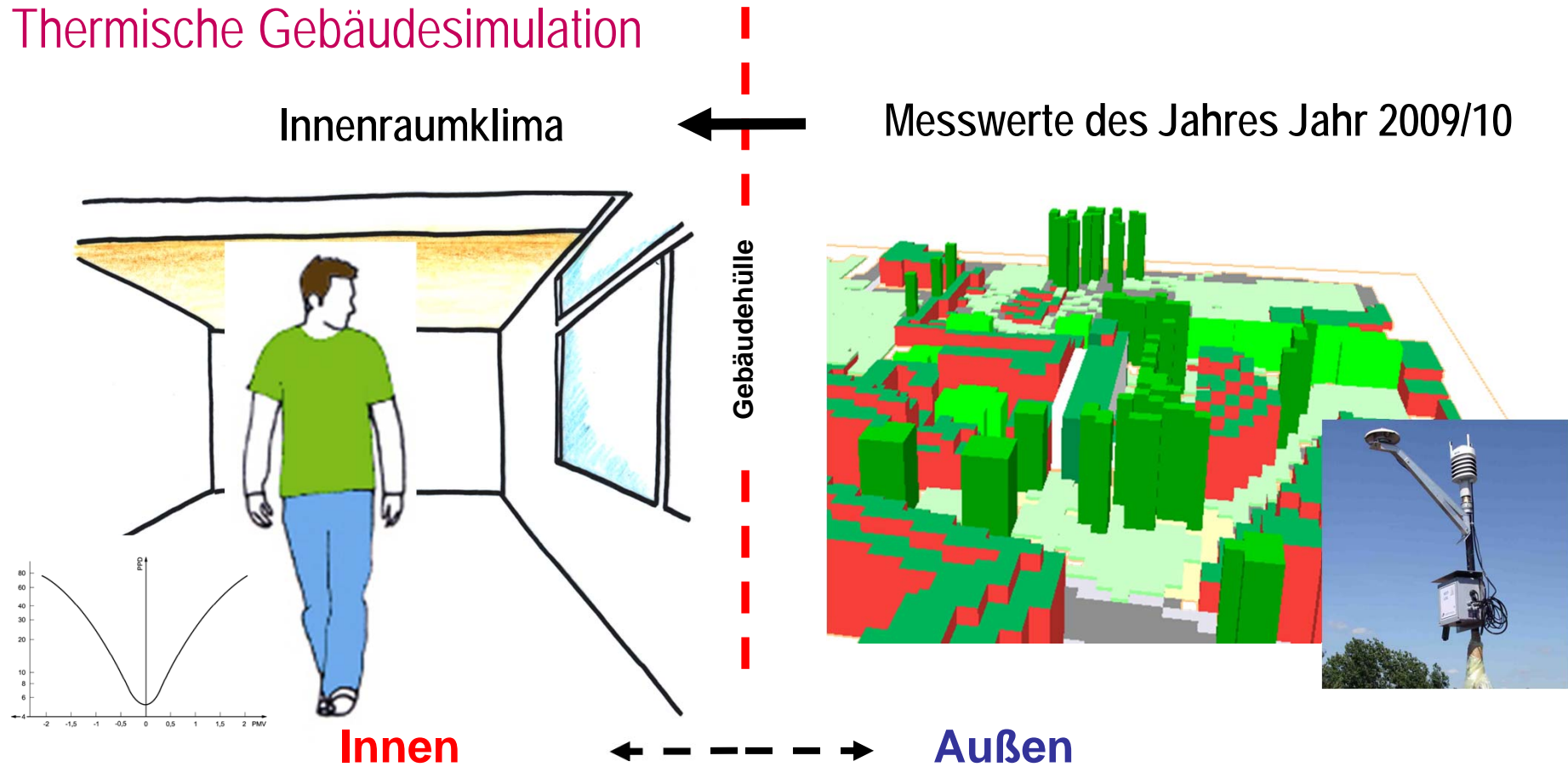


Messwerte für die Aufenthaltszeit im Sommer

Oskar von Miller Schule - Raum H 305

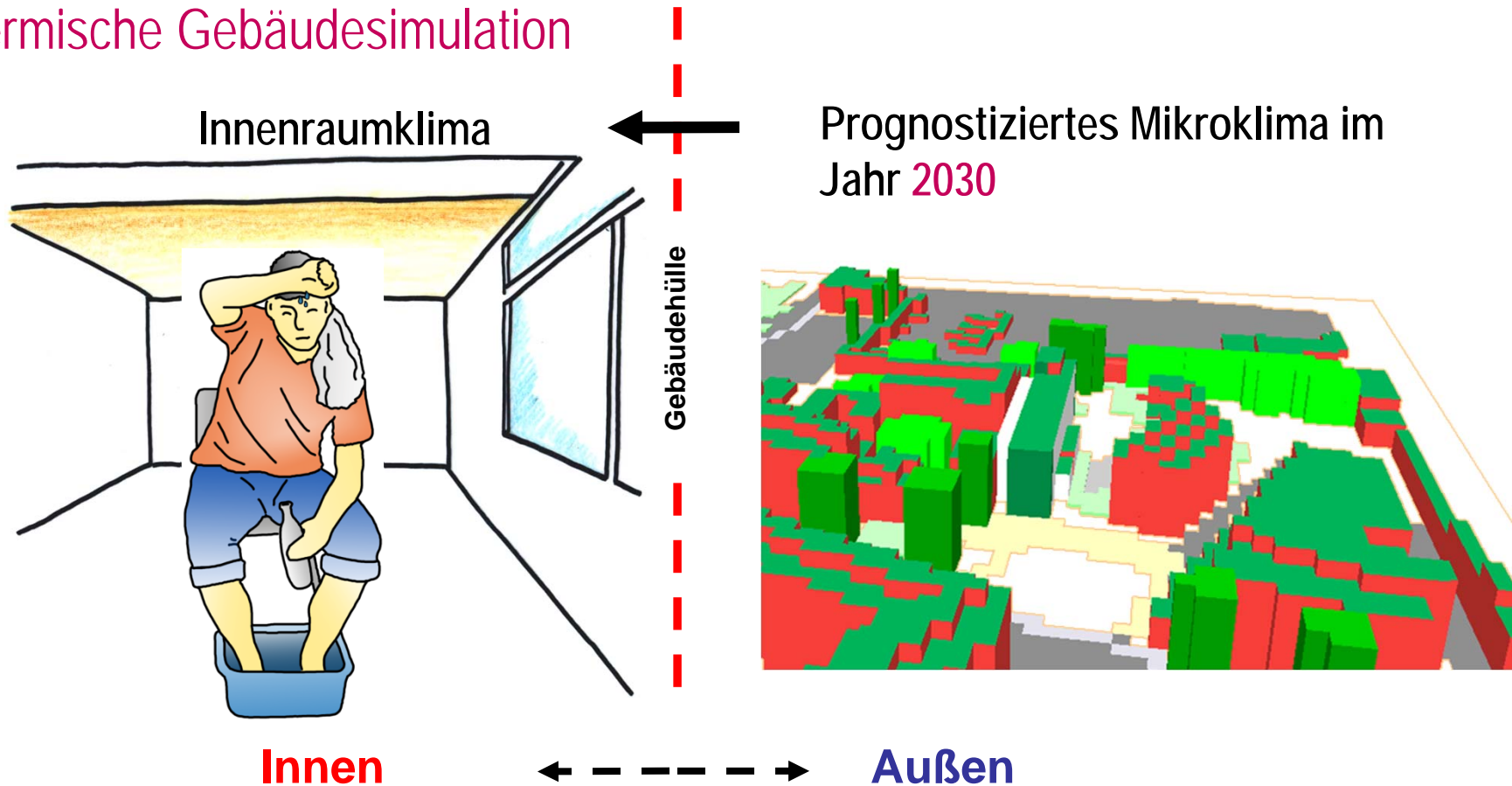


Thermische Gebäudesimulation



Validierung des Simulationsmodells

Thermische Gebäudesimulation



Rechnerische Bestimmung der Innenraumverhältnisse
für das prognostizierte Klima

Zukünftige Klimadaten

Problem: Die Veränderung des Klimas wird häufig in Form von Prognosen über die Zunahme von Extremereignissen wie Hitzewellen, Dürren, heftige Niederschläge oder die Zunahme von Sommer- und Hitzetagen dargestellt.

Diese Aussagen reichen für die Bearbeitung im Teilprojekt nicht aus.

Erstellung eines Testreferenzjahres aus dem Regionalmodell CLM

Erzeugung und Verwendung von aktualisierten und erweiterten Testreferenzjahren (TRY) für mittlere und extreme Witterungsverhältnisse unter Berücksichtigung des Stadteffekts



Erzeugung von Datensätzen mit Stadteffekt

Aufträgen eines Stadteffekts für ein TRJ

TRJ - Region

- Region 1: Bremerhaven
- Region 2: Rostock
- Region 3: Hamburg
- Region 4: Potsdam
- Region 5: Essen
- Region 6: Bad Marienberg
- Region 7: Kassel**
- Region 8: Braunlage
- Region 9: Chemnitz
- Region10: Hof
- Region11: Fichtelberg
- Region12: Mannheim
- Region13: Muehldorf
- Region14: Stoetten
- Region15: Garmisch

TRJ - Typ

- mittleres TRY (1988-2007)
- extremes TRY - Sommer (1988-2007)**
- extremes TRY - Winter (1988-2007)
- mittleres TRY (2021-2050)
- extremes TRY - Sommer (2021-2050)
- extremes TRY - Winter (2021-2050)

Anzahl der Einwohner: 200000

Stadtbereich:

- Stadttrand
- mittleres Stadtgebiet**
- eng bebaute Innenstadt

geog. Höhe der Station: 231

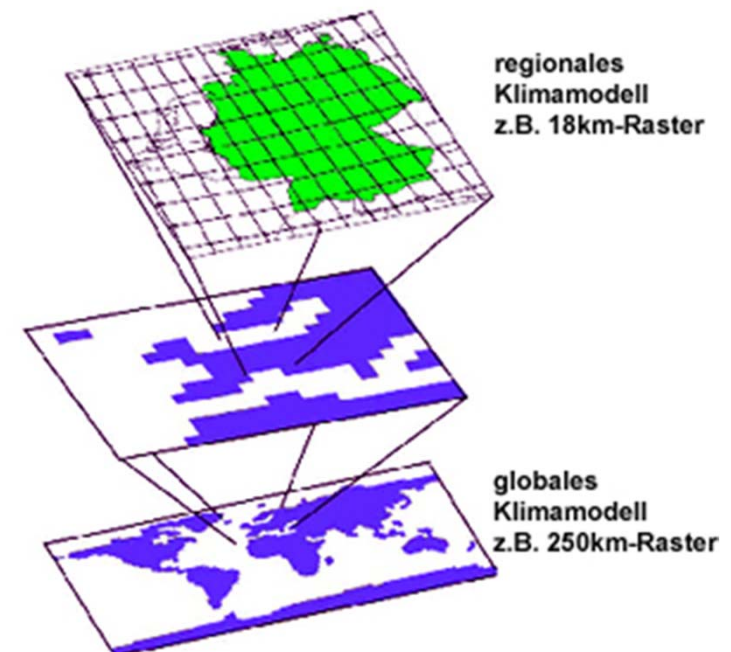
Stadtteffekt aufprägen

Ende

gewählte TRY - Region: Kassel
gewählter TRY - Typ: extremes TRY - Winter (1988-2007)
Anzahl der Einwohner: 200000
Höhe : 00231 m

Basis der Zukunftsaussagen hinsichtlich der Klimaentwicklungen sind Simulation von Klimamodellen.

Bei der Auswahl der Daten wurden die Ergebnisse der regionalisierten Klimamodelle REMO, CLM, STAR und WETTREG ausgewertet.



Validation der Simulationsmodelle mit Hilfe der Messdaten

Abbildung der messtechnisch erfassten Räume der drei Standorte innerhalb der Simulationsumgebung TRNSYS

Zur Berechnung herangezogene Nutzungsrandbedingungen bereits saniertes Klassenraum H305 der Oskar-Von-Miller Schule



- Schülerzahlen und Anwesenheit
- Lüftungsverhalten über Fensterlüftung
- Heizverhalten
- Betätigung des Sonnenschutzes
- ...

Tabelle 4-7 Stundenplan H 305 für das 1. Halbjahr (nach dem Sommer 2009).

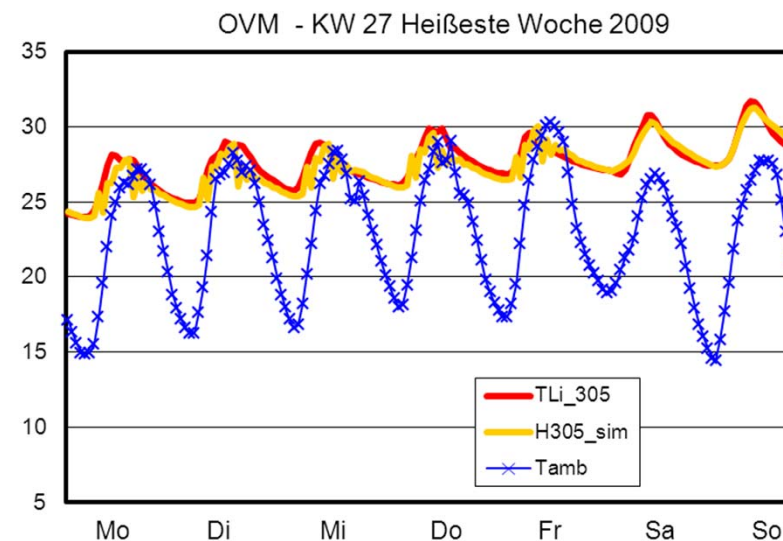
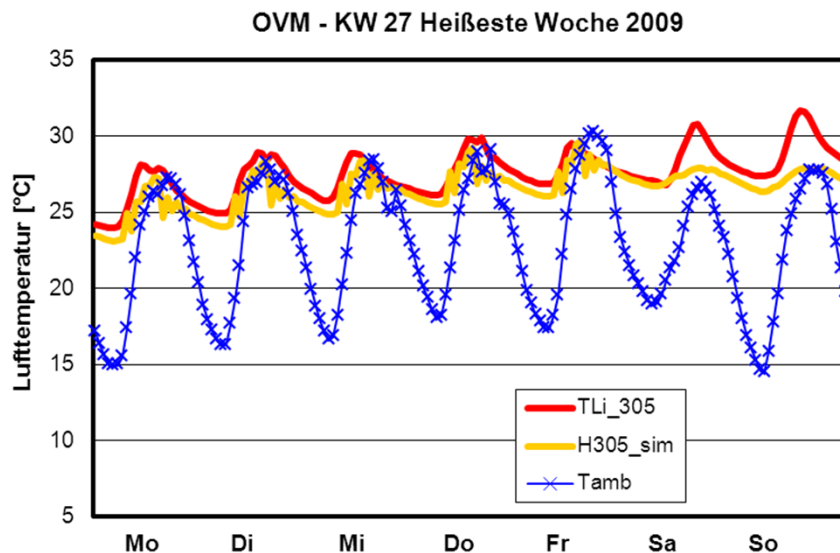
Uhrzeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
8:00 - 9:30 h					
9:45 - 11:15 h					
11:30 - 13:00 h					
13:30 - 15:00 h					

Sommerferien	13.07. - 21.08.2009
Herbstferien	12.10. - 24.10.2009
Weihnachtsferien	21.12. - 09.01.2010
Osterferien	29.03. - 10.04.2010

Abgleich und Anpassung der Randbedingungen mit Hilfe der Messdaten

Differenz im Mittel pro Stunde: 1,07 K

jetzt: 0,49 K



Validationsschritte betreffen

- Sonnenschutz (Intensität und Nutzung)
- Lüftungsverhalten und
- Nachtabsenkung der Heizung

Zur Berechnung herangezogene Nutzungsrandbedingungen

Bewohnerzimmer im Alten- und Pflegeheim Fasanenhof



-Abwesenheit während der Mahlzeiten

Frühstück 7.30 – ca. 9.00 Uhr

Mittagsessen 12.00 – 13.00 Uhr, danach Spaziergang im Haus

Kaffee/Kuchen 14.45 – 15.30 Uhr

Abendessen 18:00 – 19:00 Uhr

-Lüftungsverhalten

allgemein wird nach dem Frühstück
und nach dem Abendessen gelüftet.

-Heizverhalten

die Heizung ist den ganzen Tag an und wird
nachts automatisch gedrosselt. Die Bewohner können sie
nach Belieben einstellen.

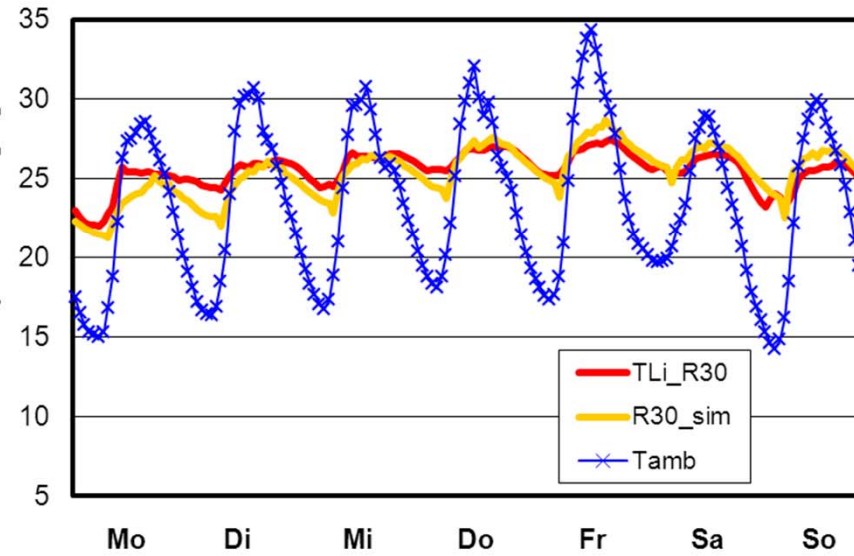
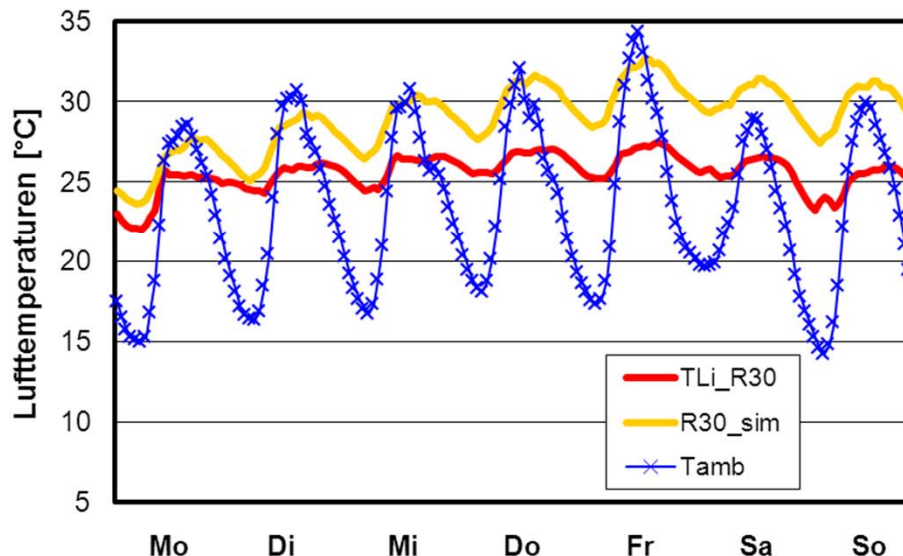
Abgleich und Anpassung der Randbedingungen mit Hilfe der Messdaten - z.B. Bewohnerzimmer Fasanenhof R30

Differenz im Mittel pro Stunde: 3,39 K

jetzt: 0,71 K

FH R30 - KW 27 heißeste Woche 2009

FH R30 - KW 27 heißeste Woche 2009



Validationsschritte betreffen

- Verschattung durch Bäume
- Erhöhung des Luftwechsels
- Temperatur der angrenzenden Räume

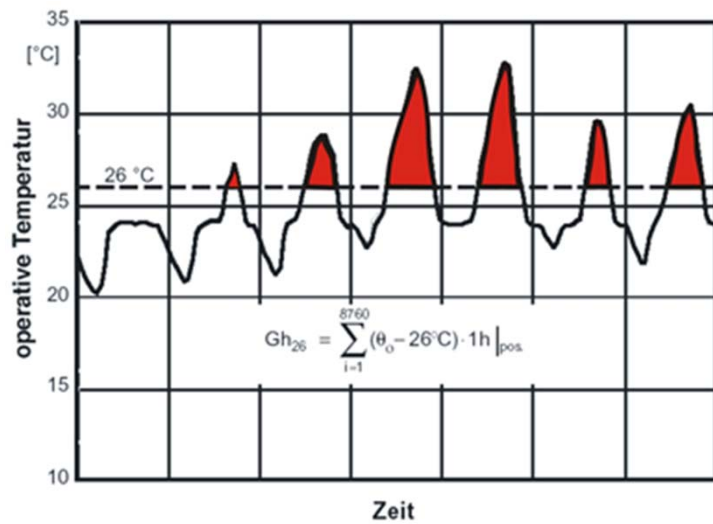
Anforderungen an Schulen

Bei der Modernisierung müssen alle Raumklimakomponenten überprüft werden: Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes, Raumluftqualität, Raumakustik, Beleuchtung und thermische Raumklima. Bei der Durchführung von baulichen Maßnahmen ist die EnEV einzuhalten, diese formuliert Anforderungen an den sommerlichen und winterlichen Wärmeschutz. Die Einhaltung des Brandschutzes ist zu beachten.

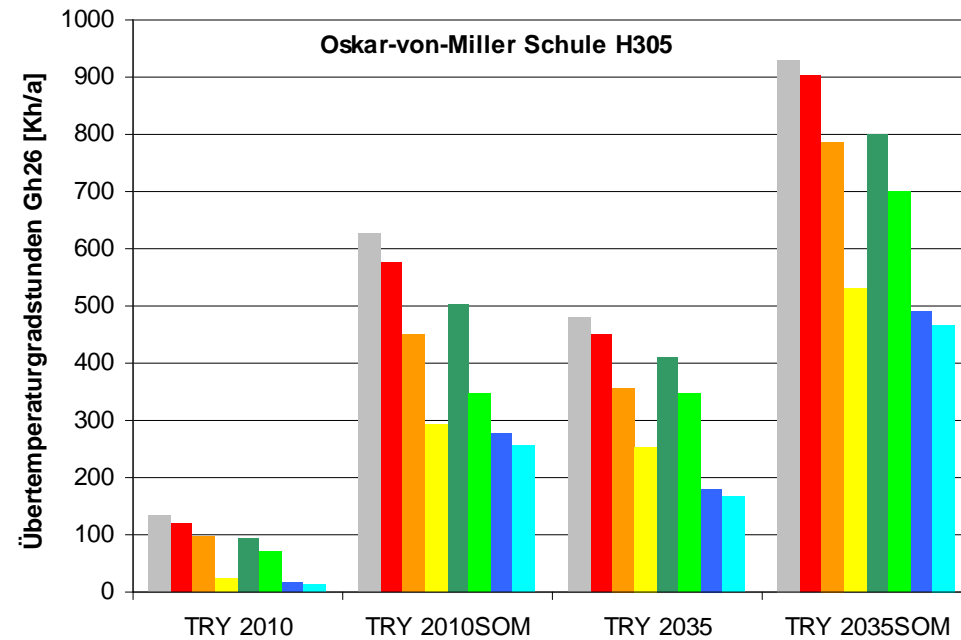
- Beleuchtung
 - Wertungswert der Beleuchtungsstärke nach DIN EN 12464-1 beträgt 300 lx
- Raumluftqualität
 - Nach UBA sollte 1000 ppm (bzw. 2000 ppm) nicht überschritten werden
- Thermisches Raumklima
 - Vereinbarung; oder Arbeitsstättenverordnung (für Lehrer)

[UBA 2008] Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden, Umweltbundesamt 2008

Technologische Maßnahmen
Ergebnisse
der Simulation
für den Raum H 305
Oskar-von-Miller Schule



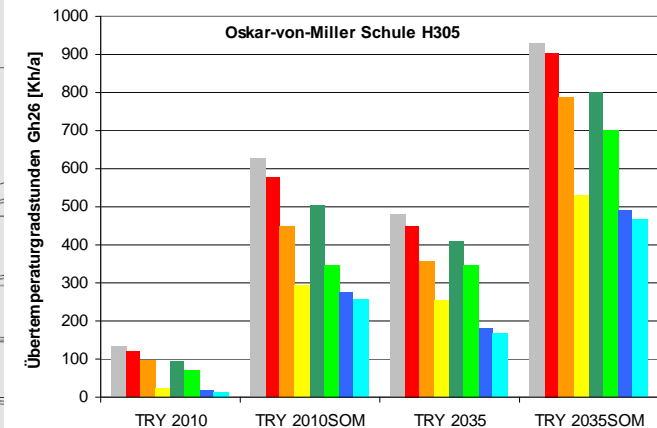
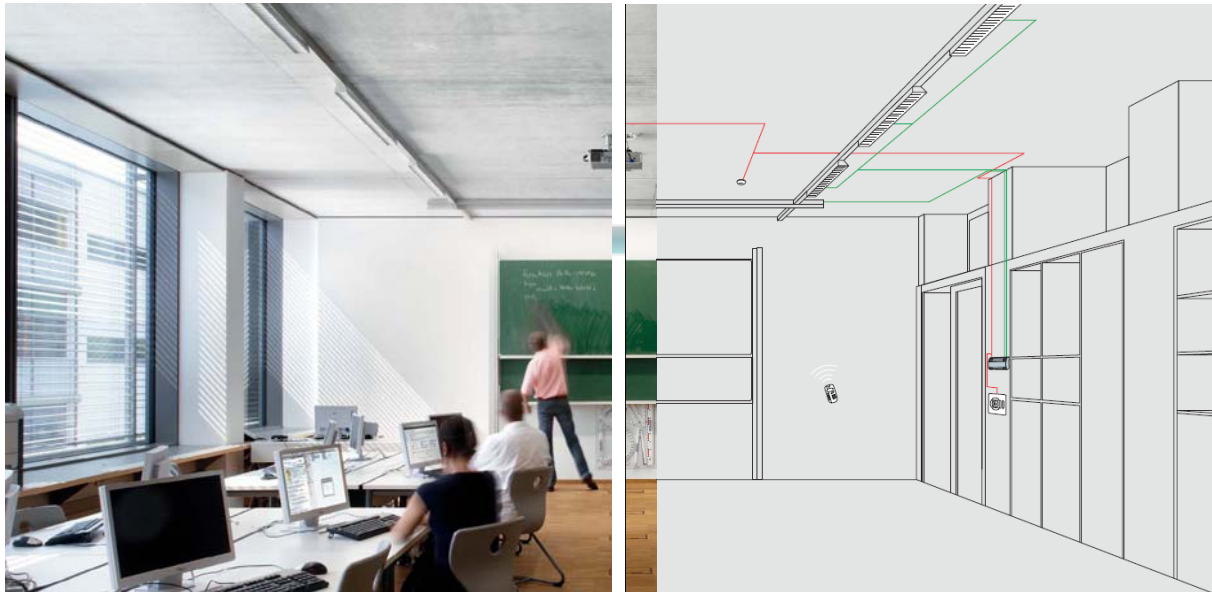
Übertemperaturgradstunden



- vorh. Ausgangsfall
- Ausgangsfall Nachtabenkung Heizung
- MN Nachtlueftung
- MN Sonnenschutz
- MN Lüftungsanlage WR 55 %
- MN Lüftungsanlage + Stoßlüftung
- MN Lüftungsanlage+Sonnenschutz
- MN Lüftungsanlage+Sonnenschutz+PCM

Umsetzungsmaßnahmen Schule

■ MN auto. Sonnenschutz + Lüftungsanlage + PCM



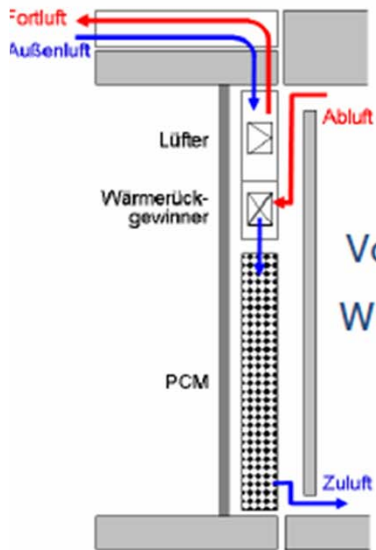
Automatisierter Sonnenschutz: Wettervorhersage kündigt einen Tag mit hohen Temperaturen an
Verschattung wird über den ganzen Tag geschlossen.

Der Sonnenschutz ist außenliegend und mit einer Lichtlenk-Funktion der Lamellen versehen.

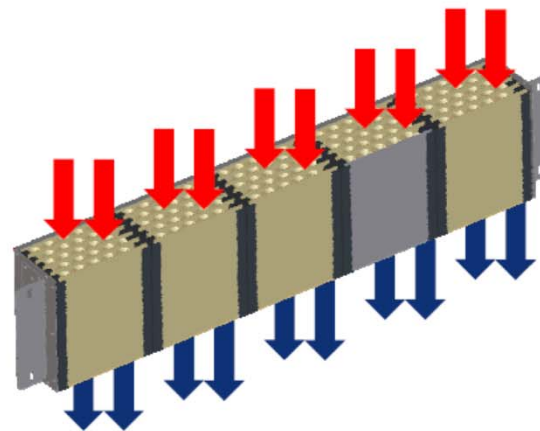
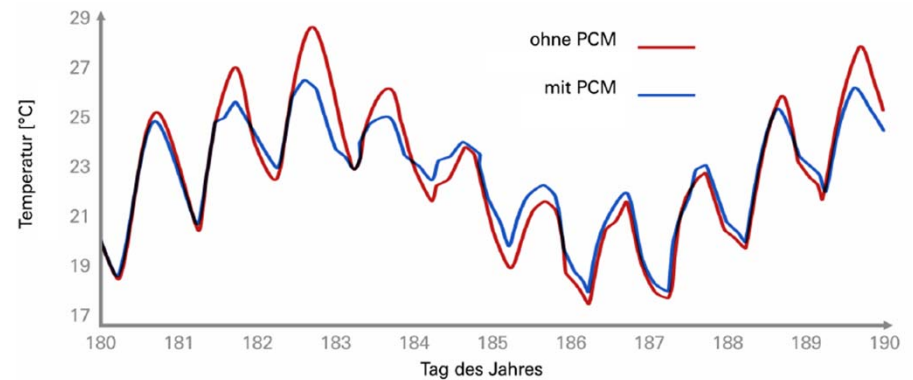
Tageslichtabhängige Allgemeinbeleuchtung wird durch zwei Lichtbänder realisiert, diese wird über einen Sensor gesteuert und regelt den geforderten Wert der Helligkeit

Einbau einer Lüftungsanlage mit PCM. Auslegung des Luftvolumenstroms mit 25 m³/h pro Person.

Lüftungsgerät Typ II mit PCM



Volumenstrom 60 bzw. 90 m³/h
Wärmerückgewinnung 85 %



Tagsituation - Zulufttemperatur > 23 °C

Übersteigt die zugeführte Zuluft den Schmelzpunkt der PCM von 23 °C, gehen diese in flüssigen Zustand über.

Durch das Schmelzen entziehen die PCM der warmen Luft Energie und speichern sie (latente Wärmespeicherung).

Die Zuluft wird dadurch ohne Energiezufuhr von außen gekühlt.

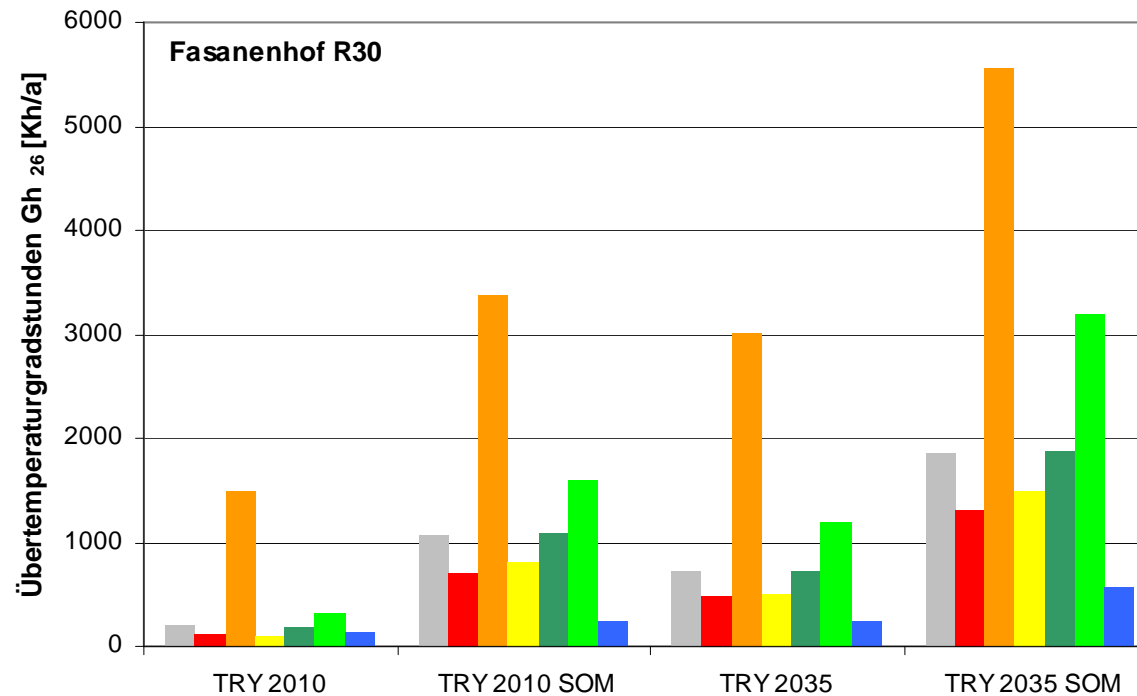
Anforderungen an Altenheime

Bei der Durchführung von baulichen Maßnahmen ist die EnEV einzuhalten, diese formuliert Anforderungen an den sommerlichen und winterlichen Wärmeschutz. Altenwohnheime werden in der EnEV als Wohngebäude betrachtet. Des weiteren gilt die Heimstättenverordnung.

- Beleuchtung
 - Keine Anforderung
- Raumlufthqualität
 - Keine Anforderungen
- Thermisches Raumklima
 - Vereinbarung; oder Arbeitsstättenverordnung (für Pflegekräfte)

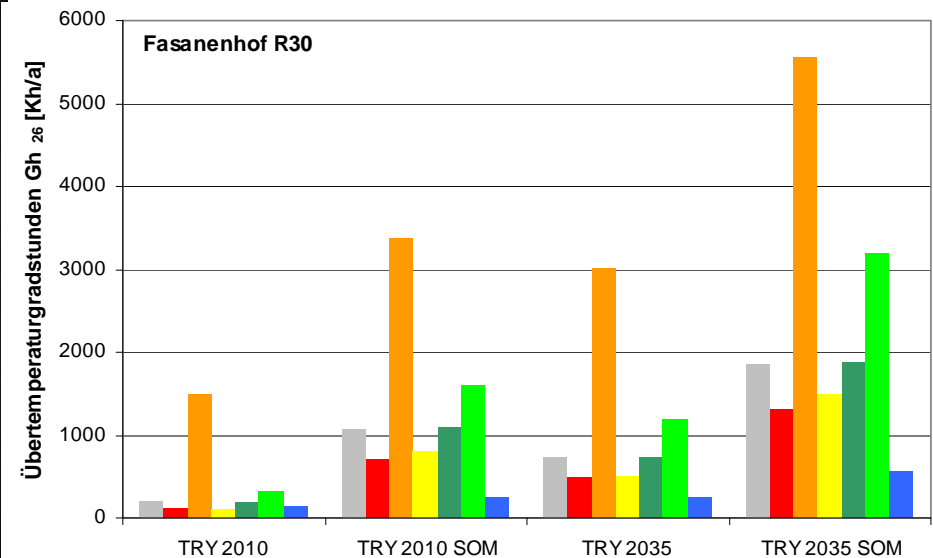
Technologische Maßnahmen

Ergebnisse der Simulation für das Bewohnerzimmer R 30



- Ausgangsfall
- MN Nachtlüftung
- MN Dämmen
- MN Sonnenschutz
- MN Einzelraumlüfter
- MN Dämmen+Einzelraumlüfter+Sonnenschutz
- MN alle

Umsetzungsmaßnahmen Bewohnerzimmer im Altenheimpflegeheim



Sanierung der Gebäudehülle nach EnEV (Anlage 3 Tabelle 1)

Einbau einer dezentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung im Winter

und mit einem Luftwechsel von 0,4 1/h. Sicherstellung der Nachtlüftung im Sommer.

Außenliegender Sonnenschutz - an strahlungsreichen Tagen vorsorglich geschlossen.

Umsetzungsverbund

RAUMKLIMA

Umsetzung von technischen Maßnahmen und Veränderung des Nutzungsverhaltens zur Verbesserung des Raumklimas in Hitzeperioden in einer Schule und einem Altenheim in Kassel.

Fachgebiet Bauphysik, Universität Kassel | Fraunhofer Institut für Bauphysik | Fachbereich Pflege und Gesundheit, Hochschule Fulda | Klimaanpassungsbeauftragte der Stadt Kassel | Oskar-von-Miller Schule | Altenpflegeheim Fasanenhof | Hochbauamt, Stadt Kassel



Ausblick

Erstellung von Unterrichtsmaterialien

Klärung ökonomischer Fragestellungen

Klärung gesundheitlicher Fragestellungen

Klärung rechtlichen Fragestellungen

Ausblick Initiierung technologischer Umsetzungsmaßnahmen

Lüftungsanlage mit PCM

- Für vertikalen Einbau vor eine Außenwand oder Fassade
- Maschinelle schallgedämmte Lüftung
- Integrierte Wärmerückgewinnung
- Optional mit Wärmetauschereinheit zum Heizen und/oder Kühlen
- Quellluftartige Luftführung
- Energieeffiziente EC-Radialventilatoren
- Niedrige Schalleistung

Durchführung der zuvor genannten Maßnahmen Messungen und Befragungen zur thermischen Behaglichkeit in dem ausgewählten Klassenraum H305 sowie einem Referenzraum. Einbeziehung der SchülerInnen und LehrerInnen der Oskar-von-Miller Schule in den Projektablauf.

Forschungsantrag „Zukunft Bau“

