

Thermografie-Forum-Eugendorf 27.09.2014

Nutzerzufriedenheit: Thermische Behaglichkeit - Schimmelproblematik

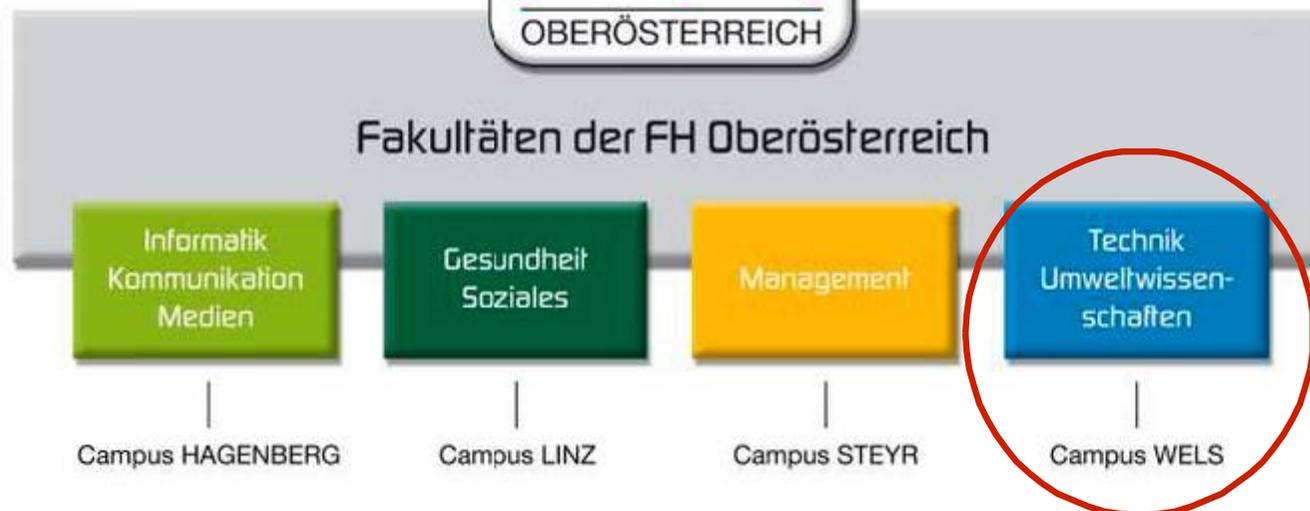
Prof. (FH) Dr. Herbert C. Leindecker

Inhalt

- Gebäudeoptimierung an der FH OÖ Wels
- Nutzerzufriedenheit
- Thermische Behaglichkeit
- Schimmelproblematik
- Zusammenfassung



Über 40 Studiengänge
an 4 Fakultäten

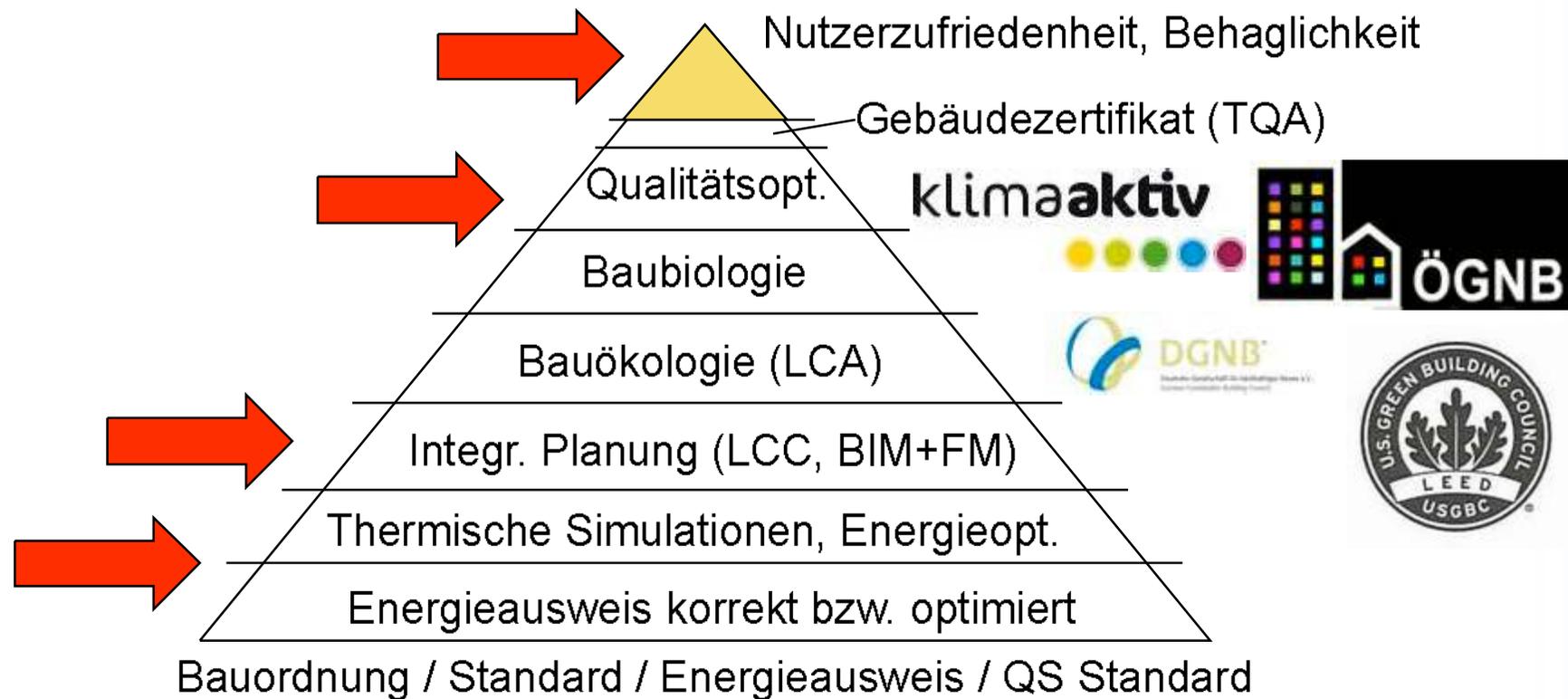


Campus Wels: Studiengang „**Öko-Energietechnik**“ seit 2002
Einzigartige Kombination: Elektrotechnik, Maschinenbau, Bautechnik und
Erneuerbare Energien

!! NEU: Studiengang „Bauingenieurwesen“ ab WS 2014-15

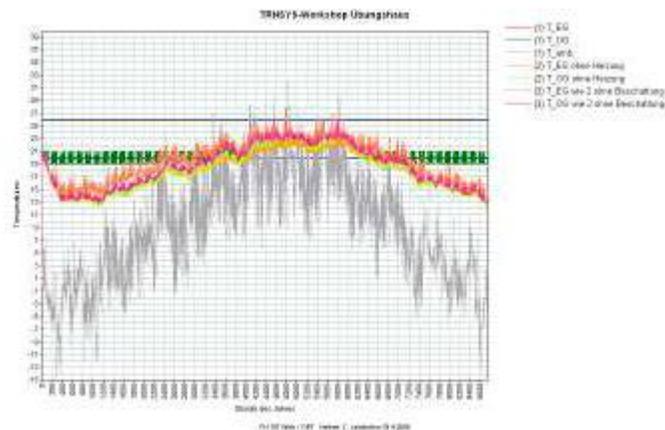
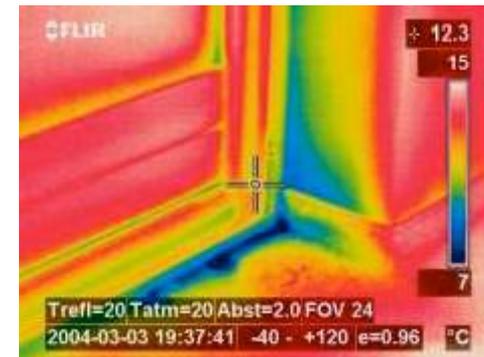
Qualitätsoptimierung v. Gebäuden

Qualitätspyramide eines Gebäudes



QS-TOOLS: Energieeffizienz

Gebäudeoptimierung: Messgeräte und Software



- Blower Door
- Thermografie
- Hotbox
- Gebäudesimulation



QS-TOOLS: Raumlufmessungen

Baubiologie: Messgeräte und Messmethoden



- Schimmel
- Partikel
- Formaldehyd / VOC
- Radon
- Mobiles Monitoring





Kriterienkataloge (1000 Punkte)

Neubau Wohngebäude :

A Planung u. Ausführung (130):

Infrastruktur, Fahrradabst., LCC, PHPP, Wärmebrücken, luftdicht, E-Monitoring

B Energie u. Versorgung (600):

HWB Energieausweis (OIB/PHPP); Lüftung, Primärenergie/CO₂; PV-Anlage

C Baustoffe und Konstruktion (150):

keine klimaschädlichen Subst.; PVC-frei; lösemittelfrei; Bauökologie (O13-Index)

D Komfort u. Raumluftqualität (120):

Thermischer Komfort (sommertauglich); Raumluftqualität (Komfortlüftung); Bodenbeläge/ Holzwerkstoffe/ Anstriche emissionsarm; VOC u. Formaldehyd Messung

KRITERIENKATALOG klima:aktiv Wohngebäude Neubau

Nr.	Titel	Musskriterium	Erreichbare Punkte
NEUBAU			
A PLANUNG UND AUSFÜHRUNG			max. 130
A 1	Planung		max. 130
A 1.1	Infrastruktur und Anbindung an den öffentlichen Verkehr	M	0 bis 25
A 1.2	Fahrradabstellplatz		15 bis 30
A 1.3	Gebäudehülle wärmerückgewinnend		15 bis 30
A 1.4	Verdichtete Berechnung der Lebenszykluskosten	M ab 1.000 m ² BGF	20
A 1.5	Detaillierte Überprüfung der Energiebedarfsberechnungen (PHPP)		50
A 2. Ausführung			max. 40
A 2.1	Gebäudehülle luftdicht	M	15 bis 30
A 2.2	Erfassung Energieverbräuche / Gebrauchsenergie	M ab 1.000 m ² BGF	15
B ENERGIE UND VERSORGNUNG			max. 600
B Energie und Versorgung (Alternative 1: Nachweisweg OIB-Richtlinie 2)			
B 1. Nutzenergie			max. 350
B 1.1a	Heizwärmebedarf OIB	M	250 bis 300
B 2. End- und Primärenergie + CO₂ Emissionen			max. 250
B 2.1a	Kombiförderung energieeffizient		10 bis 50
B 2.2a	Primärenergiebedarf OIB	M	50 bis 100
B 2.3a	CO ₂ Emissionen OIB	M	50 bis 100
B 2.4a	Photovoltaikanlage		30 bis 60
B Energie und Versorgung (Alternative 2: Nachweisweg PHPP)			
B 1. Nutzenergie			max. 300
B 1.1b	Energiekennwert Hauswärme PHPP	M	200 bis 300
B 2. End- und Primärenergie + CO₂ Emissionen			max. 300
B 2.1b	Kombiförderung energieeffizient		10 bis 50
B 2.2b	Primärenergiekennwert PHPP	M	60 bis 125
B 2.3b	CO ₂ Emissionen PHPP	M	60 bis 125
B 2.4b	Photovoltaikanlage		30 bis 60
C BAUSTOFFE UND KONSTRUKTION			max. 150
C 1. Baustoffe			max. 90
C 1.1	Ausschluss von klimaschädlichen Substanzen	M	10
C 1.2	Vermeidung von PVC		10 bis 40
C 1.3	Einsatz von Produkten mit Umweltzeichen		1 bis 40
C 2. Konstruktionen und Details (Alternative 1: Nachweisweg OIB)			max. 100
C 2.1a	Ökologischer Kennwert des Gesamtgebäudes OIB _{gesamt}	M	max. 100
C 2.1b	Ökologischer Kennwert der thermischen Gebäudehülle OIB _{gebäudehülle}		max. 100
D KOMFORT UND RAUMLUFTQUALITÄT			max. 120
D 1. Thermischer Komfort			
D 1.1	Thermischer Komfort im Sommer	M	15 bis 40
D 2. Raumluftqualität			max. 100
D 2.1	Kombiförderung mit Wärmerückgewinnung optimiert		40
D 2.2	Einsatz emissions- und schadstoffarmer Produkte		10 bis 30
D 2.3	Messung der flüchtigen organischen Verbindungen und Formaldehyd	M ab 1.000 m ² BGF	10 bis 50
GESAMT			1.000

Forschungsprojekt „LQG“ 2008-2013

Fachhochschul
Studiengänge



Burgenland

Bildung im
Herzen Europas.

„Lebenszyklusorientierte Qualitätsoptimierung von Gebäuden“ (FFG)

AP 4: *Methodenaufbau zur Qualitätssicherung und Qualitätsoptimierung von nachhaltigen Gebäuden (FH OÖ)*

- Qualitätsoptimierung soll eindeutig definiert werden können, daher muss diese auch mess- und überprüfbar sein. (...)
- Untersucht werden spezielle Tools zur Qualitätssicherung und Qualitätsoptimierung, die bei konventionellen Bauten bisher üblicherweise nicht eingesetzt werden oder erst wenig genutzt wurden, da sie durch Baurecht oder Normen (bisher) nicht definitiv gefordert werden.
- Es sollen die Möglichkeiten der intelligenten Integration erneuerbarer Energien in Gebäudesysteme, Energieoptimierung bei Neubauten und bei der Sanierung geprüft werden, sowie die Qualitätssicherung eines möglichst hohen Standards energieeffizienten und ökologischen Bauens, der auch die baubiologischen Aspekte (Nutzerzufriedenheit, Behaglichkeit, gesundes Wohnen) mit einbezieht..

Subarbeitspakete:

- Studie zu Schnittstellenproblematik, Nutzerzufriedenheit und Qualitätssicherung
- Simulation zur Integration von Solartechnologie, Energieeffizienz contra Behaglichkeit
- Messungen zur Qualitätssicherung Energieeffizienz & Baubiologie

Nutzerzufriedenheit

FFG – Forschungsprojekt „MOFNUG“:

„Modularer Fragenkatalog für Nutzerzufriedenheit in Gebäuden“

- Mit 3 anderen FHs: FH KufsteinTirol, FH Wiener Neustadt / Wieselburg, FH Vorarlberg / Dornbirn
- 3 Jahre Mitte 2013 bis Mitte 2016
- Gesamtkosten: 861.135 Euro
- Schwerpunkt FH OÖ: Thermische Behaglichkeit, Luftqualität, Gebäudetechnik (Gebäudeautomation)

Nutzerzufriedenheit - ÖNORM

ÖNORM EN 15251: „Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik“

- „Das Innenraumklima beeinflusst auch Gesundheit, Produktivität und Behaglichkeit der Nutzer. Neuere Studien haben gezeigt, dass die Kosten für die Behebung von Problemen im Zusammenhang mit schlechtem Innenraumklima für Arbeitgeber, den Gebäudeeigentümer und die Gesellschaft oft höher sind als die Energiekosten der betreffenden Gebäude.“
- *„Es wurde nachgewiesen, dass eine geeignete Qualität des Innenraumklimas die Gesamtleistung beim Arbeiten und Lernen verbessern und Fehltage verringern kann.“*

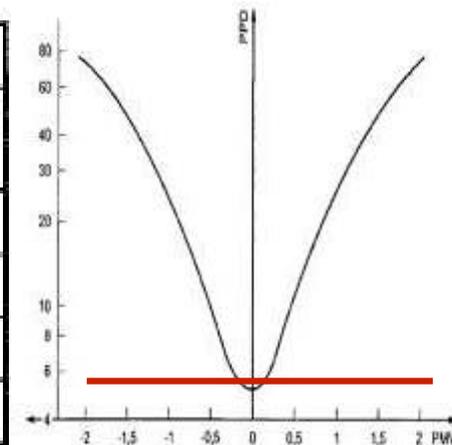
Quelle: ÖNORM EN 15251:2007, S.5

ÖNORM - EN 15251

Thermische Behaglichkeit

Tabelle A.1 — Beispiele empfohlener Kategorien für die Auslegung maschinell geheizter und gekühlter Gebäude

Kategorie	Thermischer Zustand des Körpers insgesamt	
	PPD %	Vorausgesagtes mittleres Votum (PMV)
I	< 6	$-0,2 < PMV < +0,2$
II	< 10	$-0,5 < PMV < +0,5$
III	< 15	$-0,7 < PMV < +0,7$
IV	> 15	$PMV < -0,7$ oder $+0,7 < PMV$



Quellen: ÖNORM EN 15251,
ÖNORM EN ISO 7730

PPD ... **P**redicted **P**ercentage of **D**issatisfied
PMV ... **P**redicted **M**ean **V**ote

Vgl.: ÖNORM EN ISO 7730:2006 („Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV - und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit“)

ÖNORM - EN 15251, subjektive Bewertungen

Anhang H (informativ)

Methodik für subjektive Bewertungen

Zur Bewertung des Raumklimas können subjektive Umfragen verwendet werden. Den Gebäudenutzern werden in festgelegten Zeitabständen (möglich, wöchentlich, monatlich usw.) subjektive Skalen vorgelegt. Die Skalen können über das Intranet jeder Person über einen PC zugänglich gemacht oder als Ausdruck verteilt werden. Die Fragebögen sollten in der Mitte des Vor- oder Nachmittags ausgefüllt werden. Ein Ausfüllen unmittelbar nach der Ankunft oder nach der Mittagspause ist nicht sinnvoll. Die Ergebnisse können als mittlere Werte und/oder Verteilungen angegeben werden. Siehe auch das Beispiel in Anhang I.

Wie bewerten Sie Ihr thermisches Befinden?	Wie empfinden Sie die Temperatur?
Heiß	Eindeutig annehmbar
Warm	
Etwas warm	Gerade noch annehmbar
Neutral	
Etwas kühl	Gerade noch unannehmbar
Kühl	
Kalt	Eindeutig unannehmbar

Inwiefern würden Sie die Temperatur ändern?

- a) Höher
- b) Keine Änderung
- c) Niedriger

Wie empfinden Sie die Luftqualität?	Wie empfinden Sie die Geruchsintensität?
Eindeutig annehmbar	Kein Geruch
	Schwacher Geruch
Gerade noch annehmbar	Mäßiger Geruch
	Starker Geruch
Gerade noch unannehmbar	Sehr starker Geruch
	Überwältigender Geruch
Eindeutig unannehmbar	

Bild H.1 — Beispiele für Fragebögen für eine subjektive Bewertung

Wie bewerten Sie Ihr thermisches Befinden?

- Heiß
- Warm
- Etwas warm
- Neutral
- Etwas kühl
- Kühl
- Kalt

Tabelle 1 — Sieben Punkte der Klimabeurteilungsskala

+ 3	heiß
+ 2	warm
+ 1	etwas warm
0	neutral
- 1	etwas kühl
- 2	kühl
- 3	kalt

Quelle: ÖNORM EN 15251, S.46
ÖNORM EN ISO 7730

ÖNORM - EN 15251, subjektive Bewertungen

Anhang C (informativ)

Beispiel für die Definition von schadstoffarmen und sehr schadstoffarmen Gebäuden

Das Gebäude ist schadstoffarm, wenn die Mehrheit der verwendeten Baustoffe schadstoffarm ist. Schadstoffarme Baustoffe sind üblicherweise natürliche Materialien, wie Stein oder Glas, die als emissionsicher gelten, sowie Materialien, die folgende Anforderungen erfüllen:

- Emission der gesamten flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) liegt unterhalb von $0,2 \text{ mg/m}^2\text{h}$;
- Emission von Formaldehyd liegt unterhalb von $0,05 \text{ mg/m}^2\text{h}$;
- Emission von Ammoniak liegt unterhalb von $0,03 \text{ mg/m}^2\text{h}$;
- Emission von krebserregenden Verbindungen (IARC) liegt unterhalb von $0,005 \text{ mg/m}^2\text{h}$;
- Material ist geruchlos (Unzufriedenheit in Bezug auf den Geruch liegt unterhalb von 15 %).

Quelle: ÖNORM EN 15251, S.46

Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden

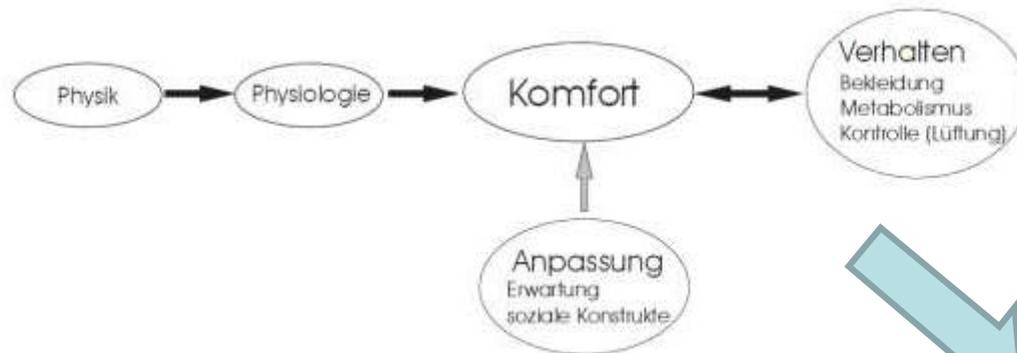


Abbildung 2-1: Ursache-Wirkungs-Ansatz für Feldstudien in den 1970ern

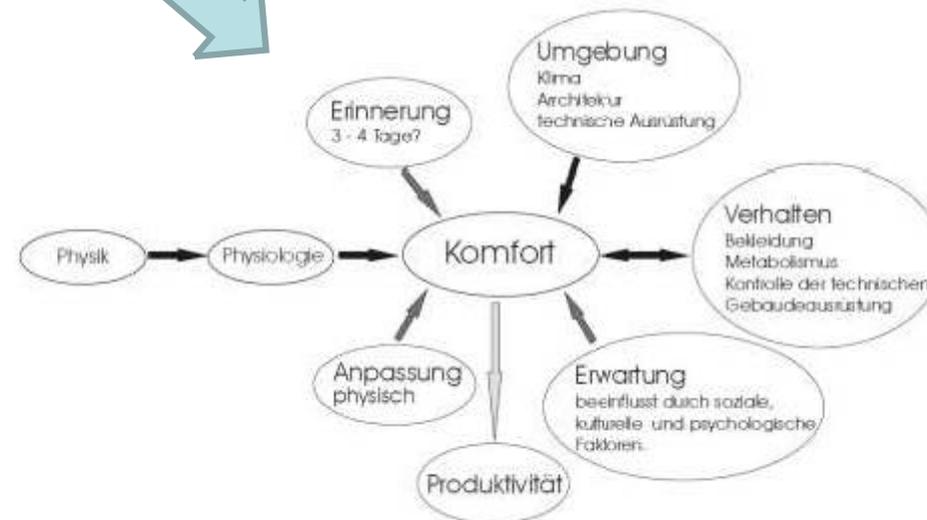


Abbildung 2-3: Ursache-Wirkungs-Ansatz für Feldstudien in den 1990ern

Quelle: Gossauer, Elke (2007): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden

Ranking der Nutzerzufriedenheit (INNOSEG)

INNOSEG = Interdisziplinäre, nutzerorientierte nachhaltige Optimierung von Stoff- und Energieströmen in Gebäuden . Projekt im Forschungsprogramm „Unternehmen Region“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

•14 Bürogebäude mit ~4500 Arbeitsplätzen (ProKlima, Uniklinikum Jena, Innoseg)

Wohngebäude

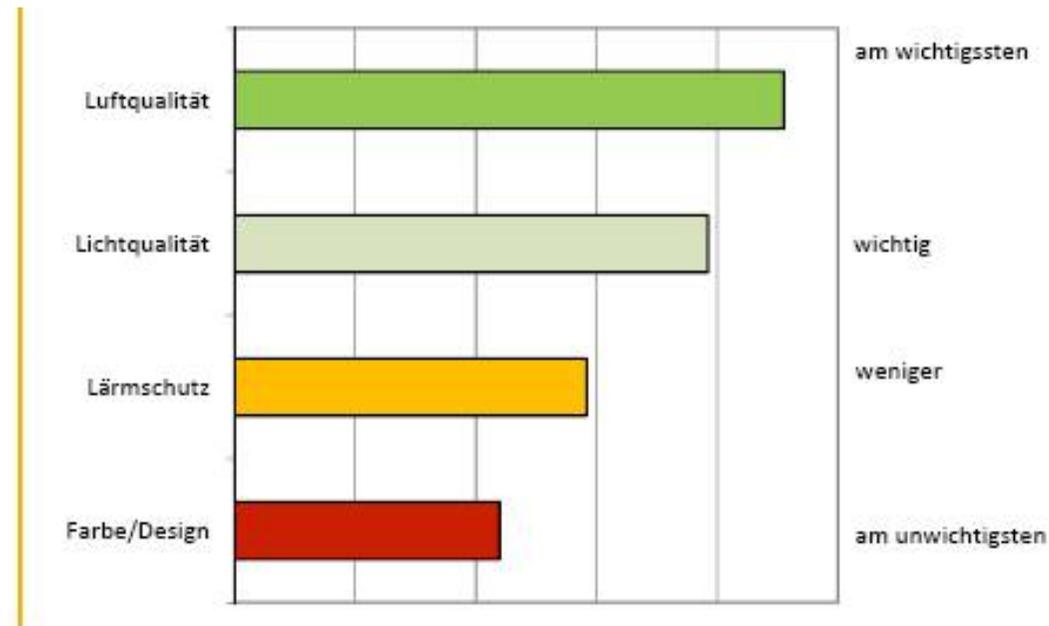
Bürogebäude

Rangplatz	Wohlbefinden beeinflussende Faktoren	Rangsumme	Rangplatz	Wohlbefinden beeinflussende Faktoren	Rangsumme
1.	Raumtemperatur	44,5	1.	Licht	39,5
2.	Licht	48,5	2.	Platz	43,5
3.	Lärm	62,5	3.	Luft	53
4.	Luft	64,5	4.	Ordnung	56
5.	Wandtemperatur	81,5	5.	Ergonomie	59,5
6.	Sanitäranlagen	87	6.	Persönlichkeit	61,5
7.	Sicherheit im Haus	98	7.	Raumtemperatur	69,5
8.	Warmwasser	113,5	8.	Interaktion	72,5
9.	Ergonomie	117	9.	Anpassbarkeit	76,5
10.	Schimmel	126	10.	Sicherheit	78
11.	Elektrosmog	147	11.	Lärm	82,5
			12.	Wandtemperatur	100
			13.	Elektrosmog	105

Quelle: INNOSEG, Schlussbericht, FH-Erfurt, 2007

Nutzerzufriedenheit, eigene Befragung (Nichtwohngebäude)

Wichtigkeit der Raumgestaltung:



Quelle: Abschlussbericht: Was heißt Qualität bei Bürogebäuden?, Wels: FH OÖ 2009

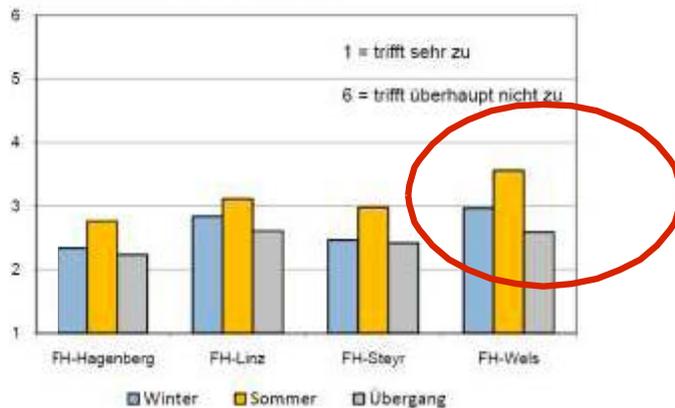
Nutzerzufriedenheit, eigene Befragung (Nichtwohngebäude)

Siehe dazu auch:
F. Schweitzer, H. C. Leindecker, K. Gaubinger - *Quality of Life in Green Buildings* - WASET Conference Proceedings, Paris, France, 2009, pp. 876-882

Frage 12

Wie sehr treffen folgende Aussagen zur Luftsituation auf Ihren Standort zu?

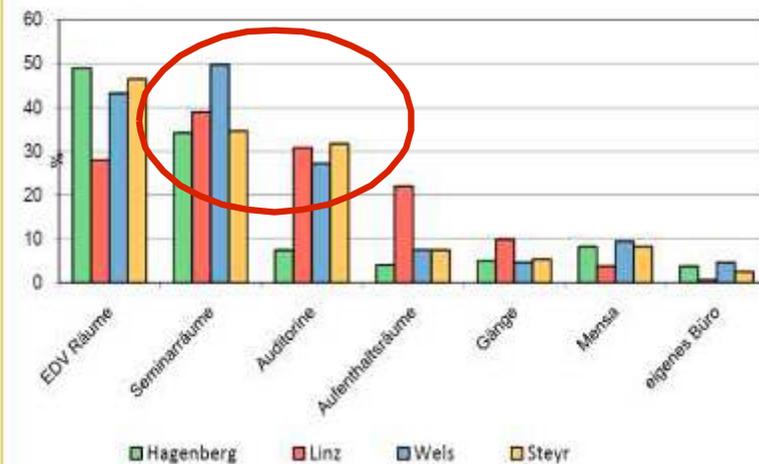
Angenehmes Raumklima in Jahreszeiten



Frage 13

In welchen Räumen empfinden Sie die Luftqualität als störend?

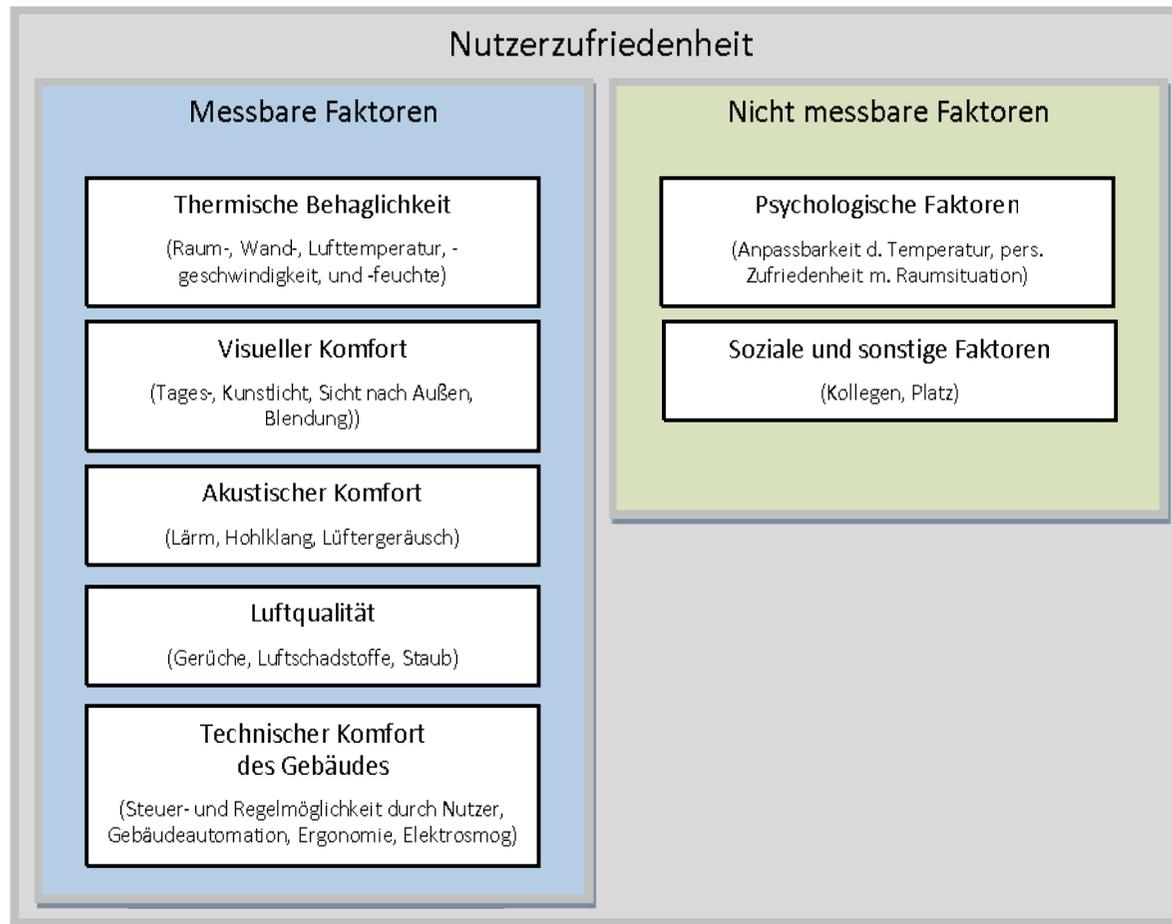
Störende Luftqualität



Quelle: Schweitzer, Fiona (Hrsg.): Was heißt Qualität bei Bürogebäuden?, Studentenprojekt, Wels: FH OÖ 2009

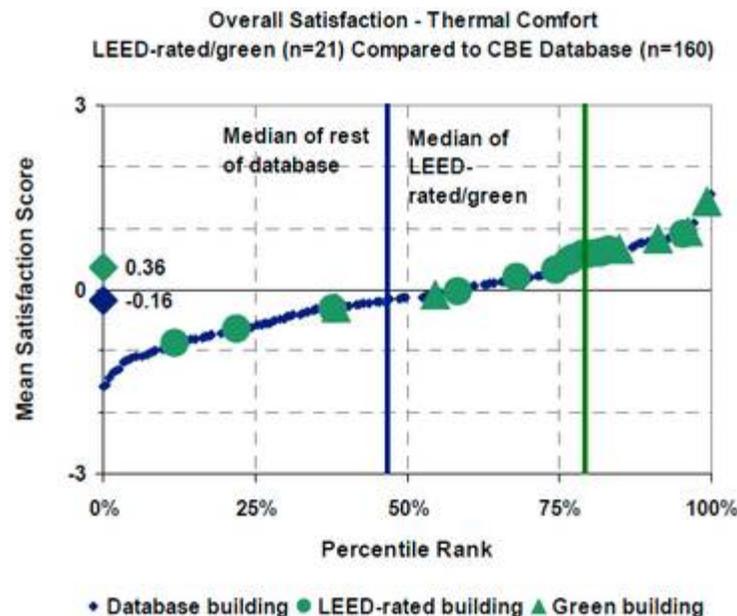
Aspekte der Nutzerzufriedenheit

Eigene Expertenbefragung:



Aktuelle Forschung?

Auswertung hinsichtlich thermischen Komfort



Auswertung hinsichtlich Luftqualität

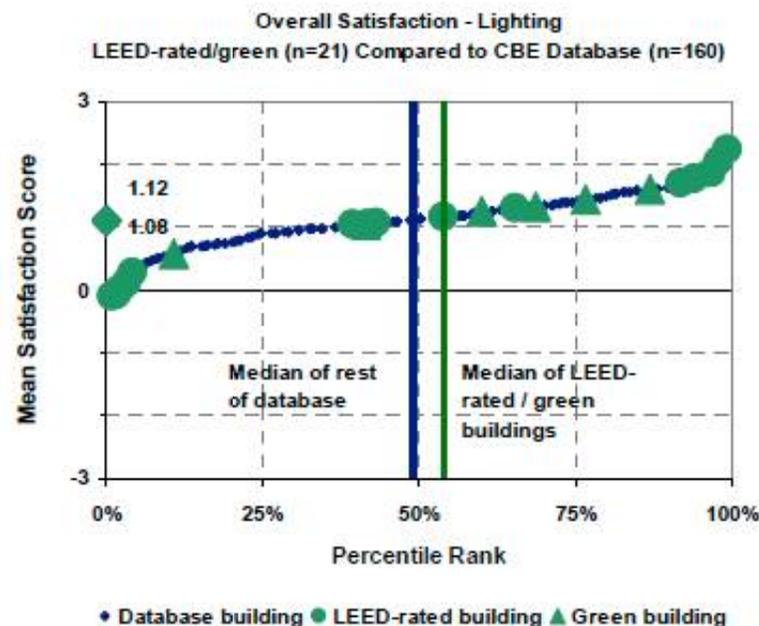


- LEED/green buildings sind signifikant besser
- Luftqualität in jüngeren Gebäuden allgemein besser

Quelle: [Abbaszadeh, S. et al, 2006]

Aktuelle Forschung?

Auswertung hinsichtlich Lichtkontrolle und Unzufriedenheiten



Quelle: [Abbaszadeh, S. et al, 2006]

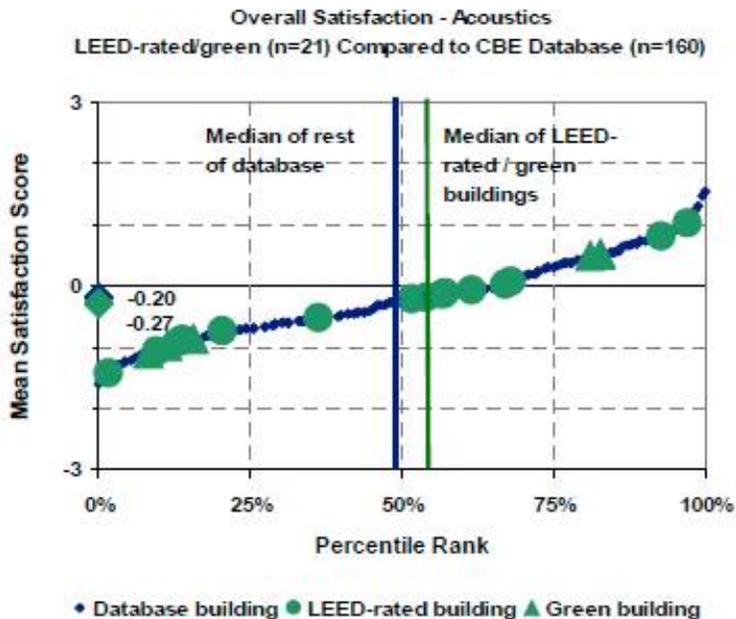


- Mediane annähernd gleich
- gleiche Reihenfolge!
- Ist es in LEED/green buildings zu dunkel, weil zuviel Energie gespart wird?
- Nutzer können zuwenig selbst eingreifen

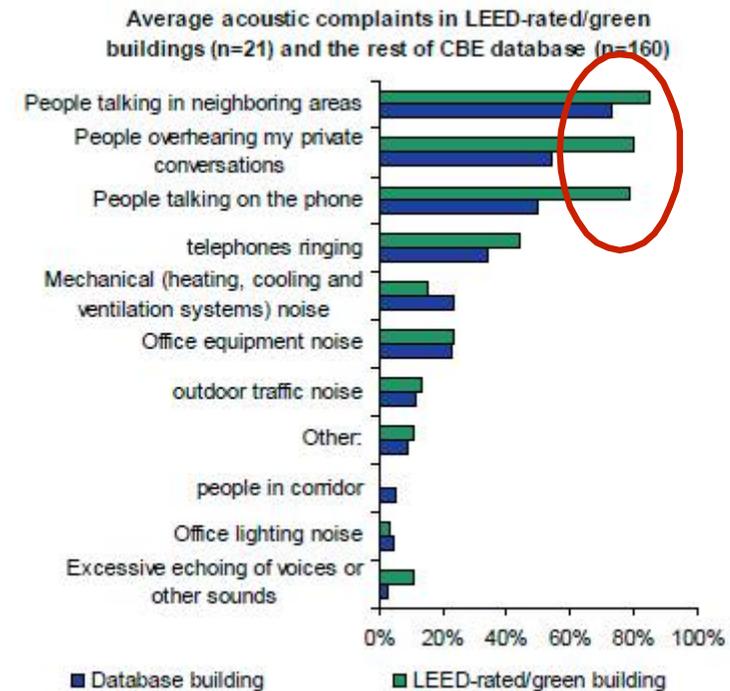
Aktuelle Forschung?

22

Auswertung hinsichtlich Akustik und Unzufriedenheiten



Quelle: [Abbaszadeh, S. et al, 2006]



- Mediane annähernd gleich
- wieder gleiche Reihenfolge!
- In LEED/green buildings deutlich mehr Störungen aufgrund weniger Privatheit

Aktuelle Forschung?

Prof. Dr. Bernd Wegener (Humbolt-Universität Berlin):

„Die Well-being-Forschung steckt noch in ihren Anfängen“

Probleme: Wahrnehmung, Bewertung, Gewichtung, Aggregation

Zehn Dimensionen für nachhaltiges Wohnen:

1. Psychophysische Behaglichkeit (thermisch, hygienisch, akustisch, visuell)
2. Räumliche Behaglichkeit (zB. Ästhetik, Raumempfinden...)
3. Funktionale Behaglichkeit (Techniksteuerung, Handhabbarkeit)
4. Raumnutzung
5. Energiewahrnehmung
6. Klima (Außen, Innen, Interaktion)
7. Verbindung Innen und Außen
8. Nachbarschaft und soziales Klima
9. Aspekte des gemeinschaftlichen Wohnens (Kinder, Familie...)
10. Wohnstilpräferenzen



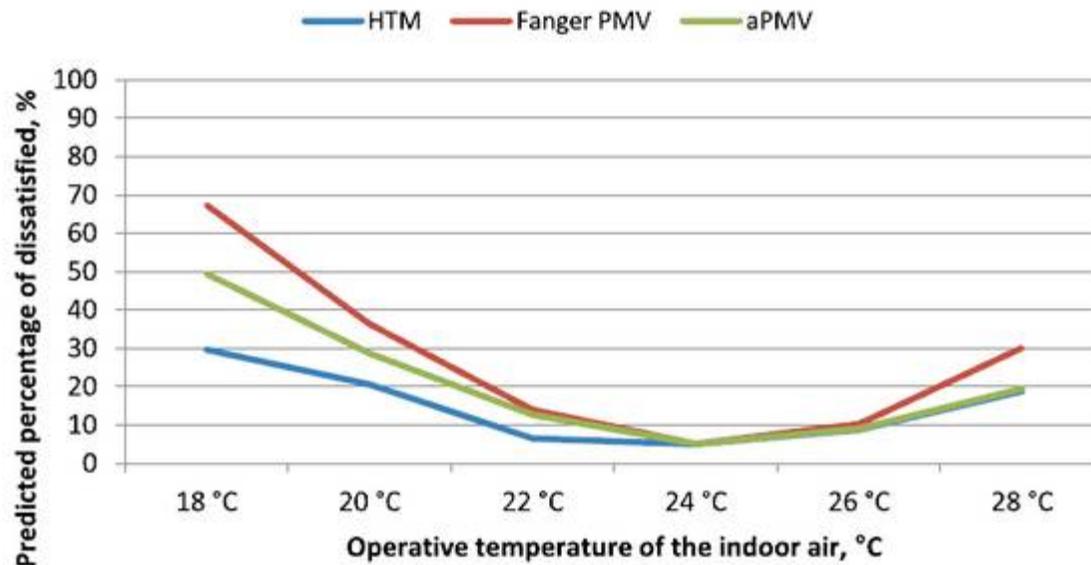
(am Beispiel: LichtAktiv Haus Model Home 2020)

Thermische Behaglichkeit

- Bewertungsgrößen nach ÖNORM EN ISO 7730:
 - Bekleidung (Bekleidungsfaktor „clo“)
 - Aktivität (Metabolische Einheit „met“)
 - Lufttemperatur
 - Mittlere Strahlungstemperatur
 - Luftgeschwindigkeit,
 - relative Feuchtigkeit
 - PMV → PPD
 - Asymmetrien des Strahlungsfeldes
- Adaptives Modell: Weiterentwicklung des Fanger-Modells bzw. unterschiedliche Definitionen des Behaglichkeitsbereiches [Nicol et al.(2012): Adaptive Thermal Comfort]
- Herausforderungen (Gebäudesimulation, Gebäudeautomation...)

PMV/PPD als Grundlage?

Überprüfung des Fanger-Modells (Normen!)



- Human Thermal Model (1981)
- Fanger's PMV Methode (1970)
- Adaptive predicted mean vote (2009)

besonders große Unterschiede ergeben sich auch bei:

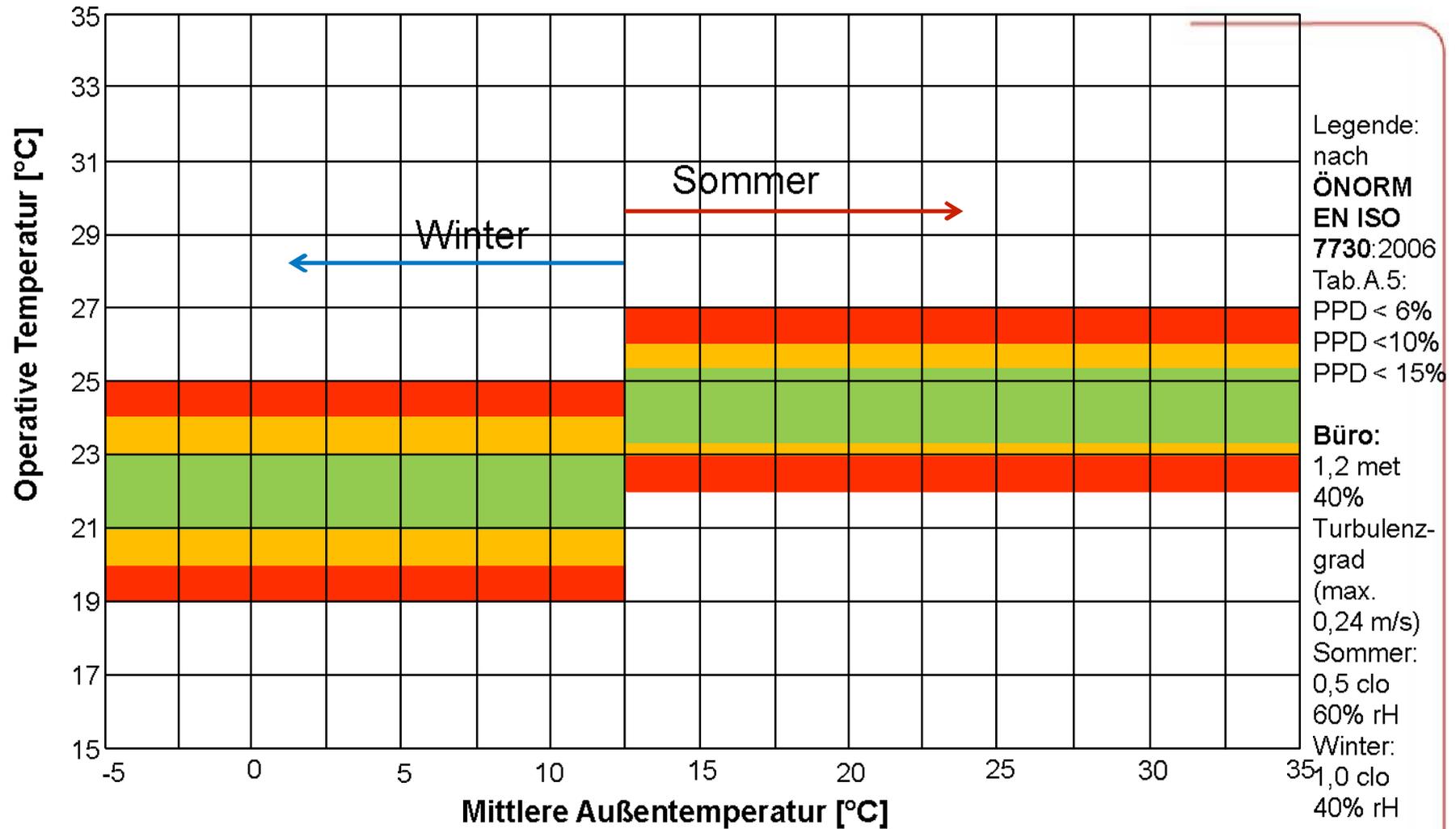
- clo < ca. 0,6 (Sommer)
- met < ca. 1,0 (Wohnb.)

Effect of boundary condition	HTM method	Fanger's PMV method	aPMV method
Change of operative temperature by 1 °C	±4%	±9%	±6%
Change of relative humidity by 10%	±1%	±3%	±2%
Change of activity rate by 0.1 Met	±2%	±9%	±6%
Change of clothing by 1 clo	±5%	±9%	±10%

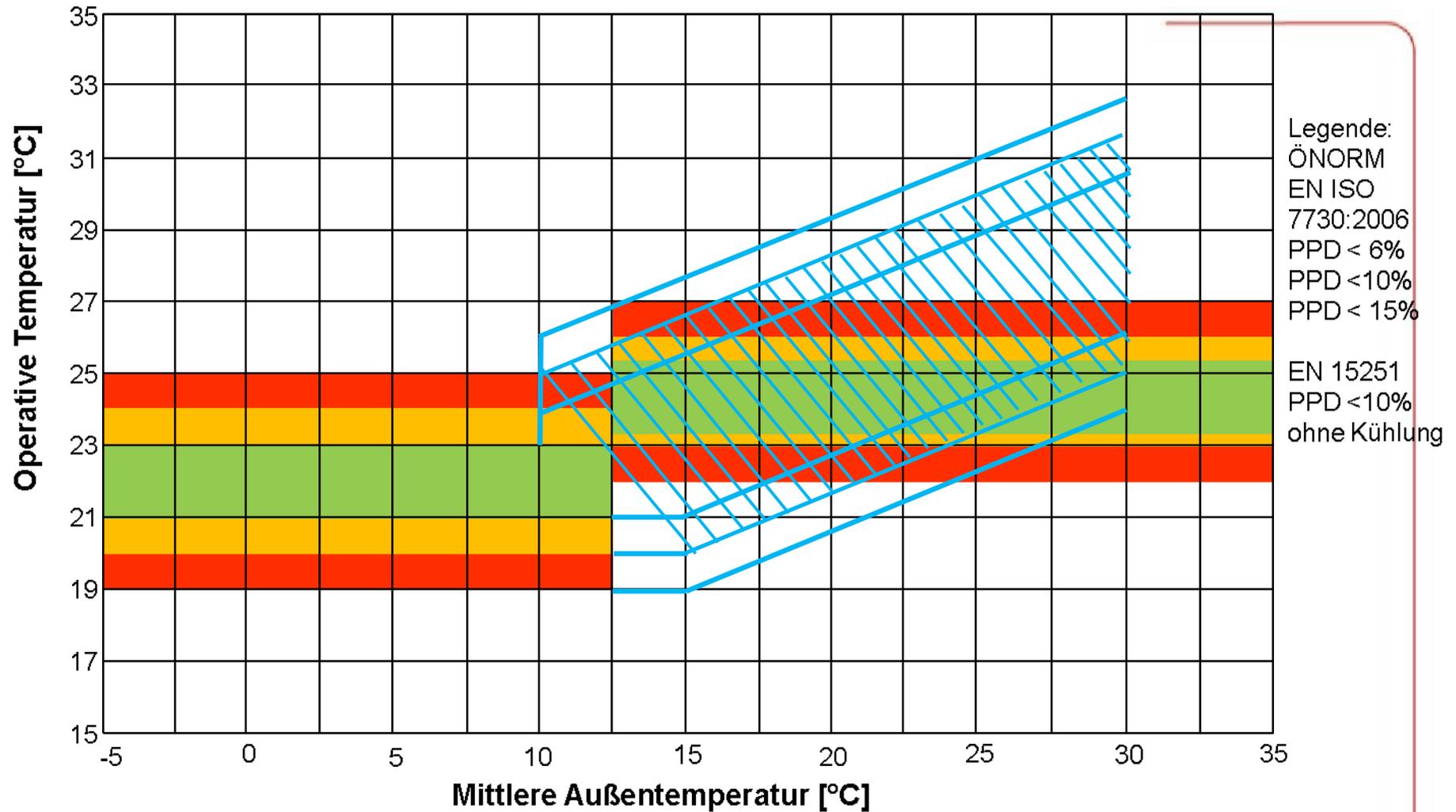
Source: [Holopainen, 2013]

Verschiedene neuere Methoden korrigieren das Fanger-Modell (?)

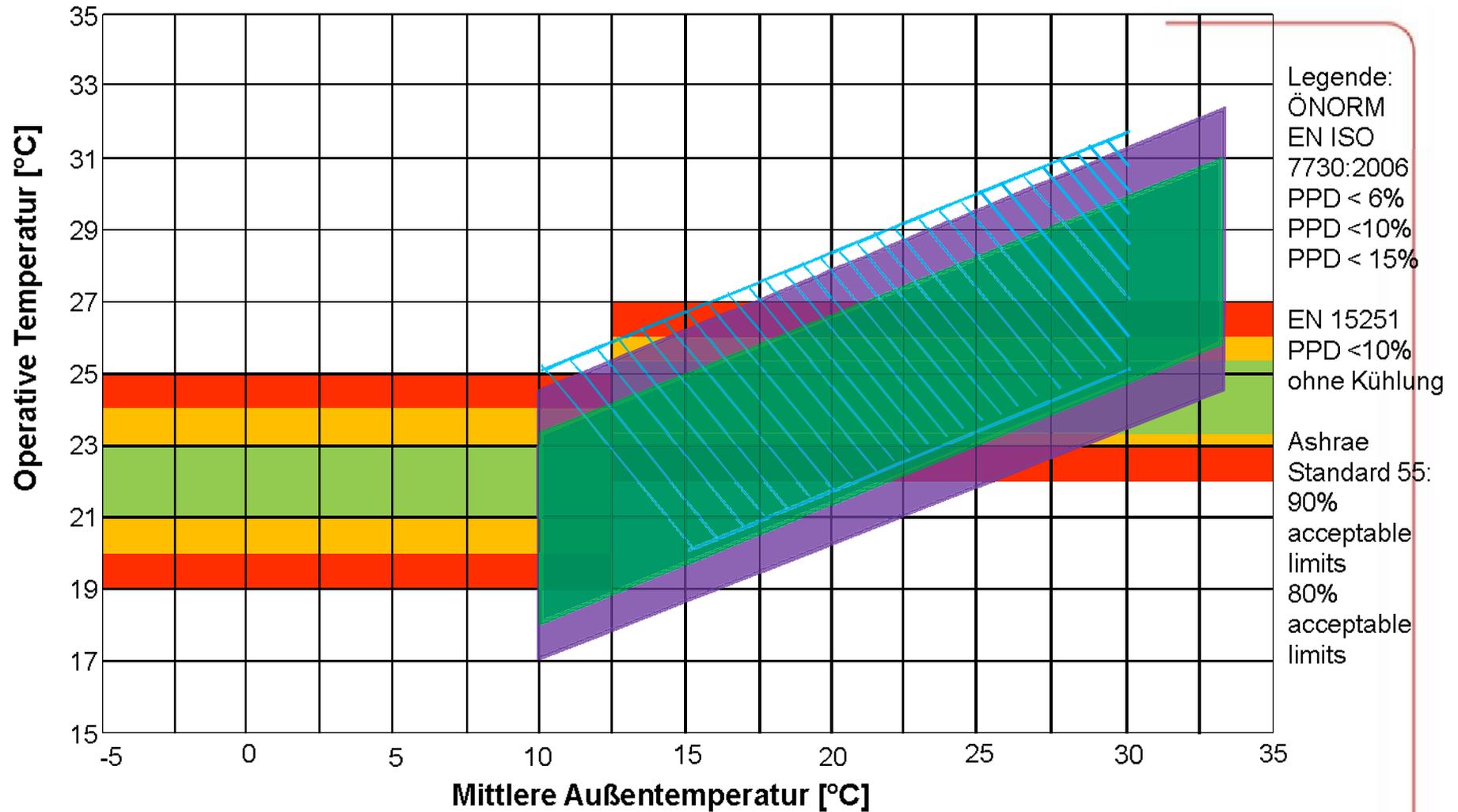
Therm. Behaglichkeit - Normen



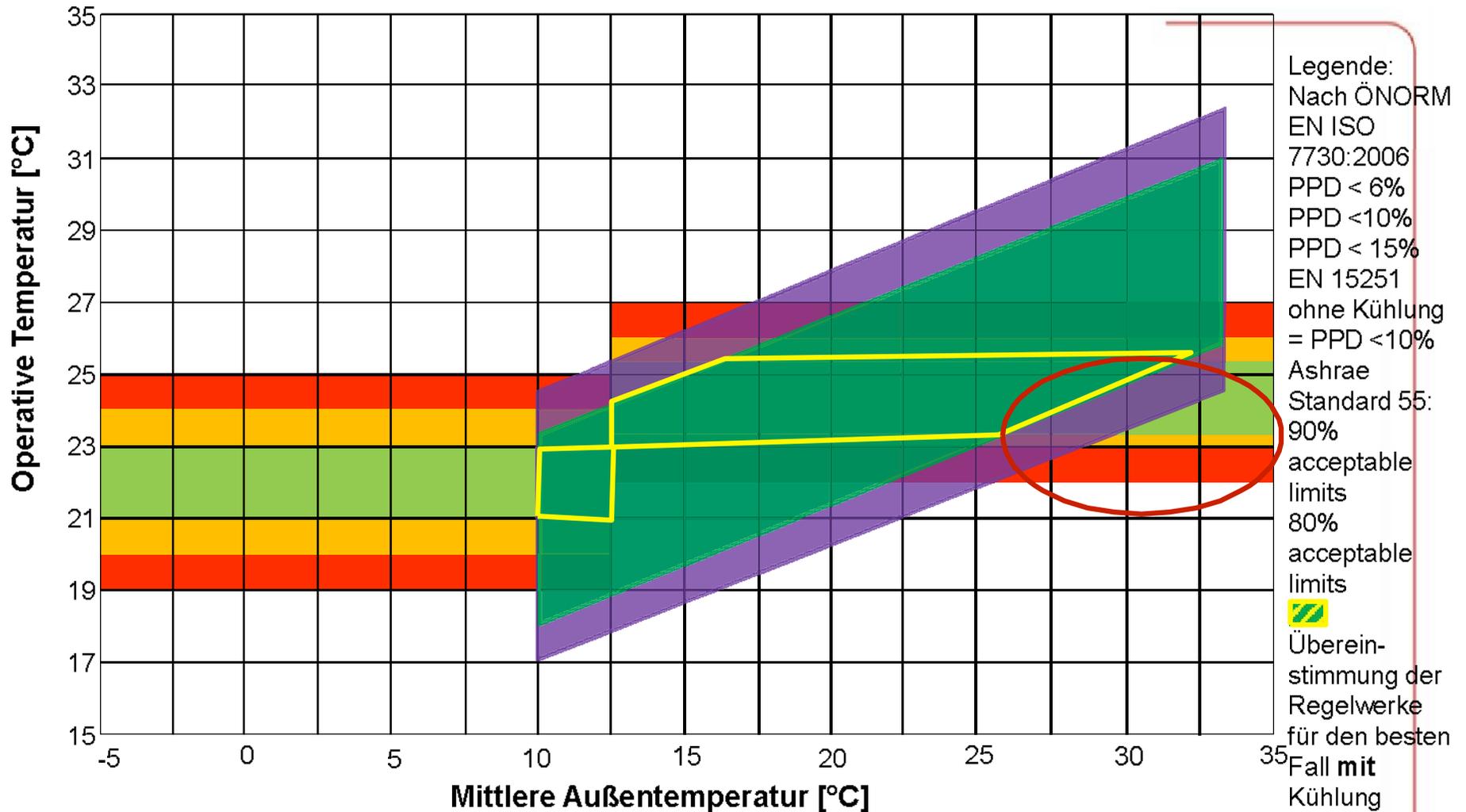
Therm. Behaglichkeit - Normen



Therm. Behaglichkeit - Normen



Therm. Behaglichkeit - Normen



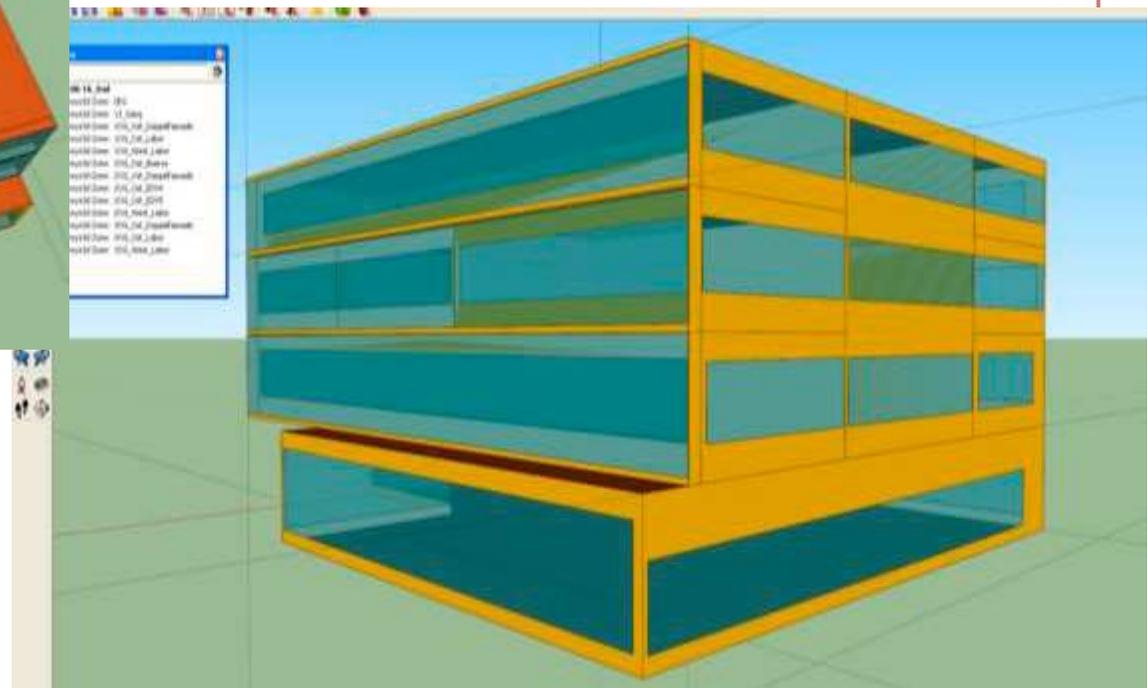
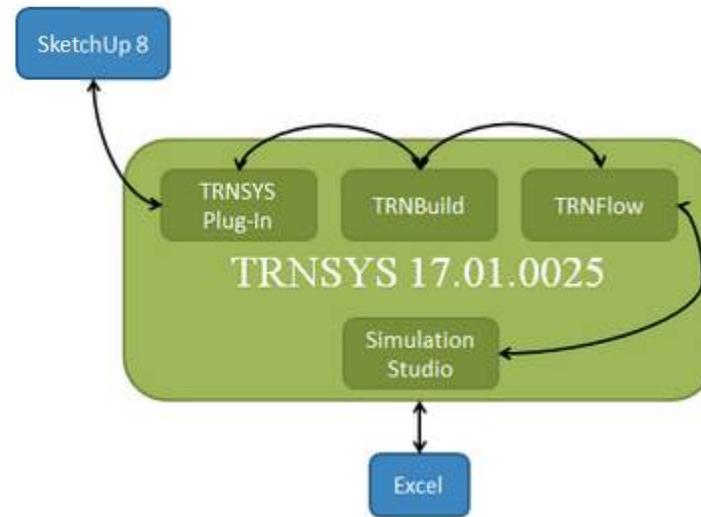
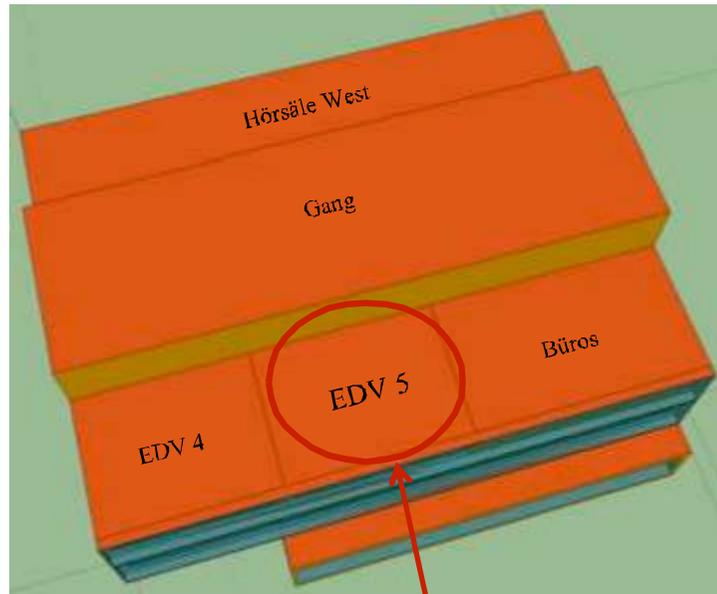
Eigene Forschung

Objekt: EDV 5 im A-Bauteil der FH Wels:

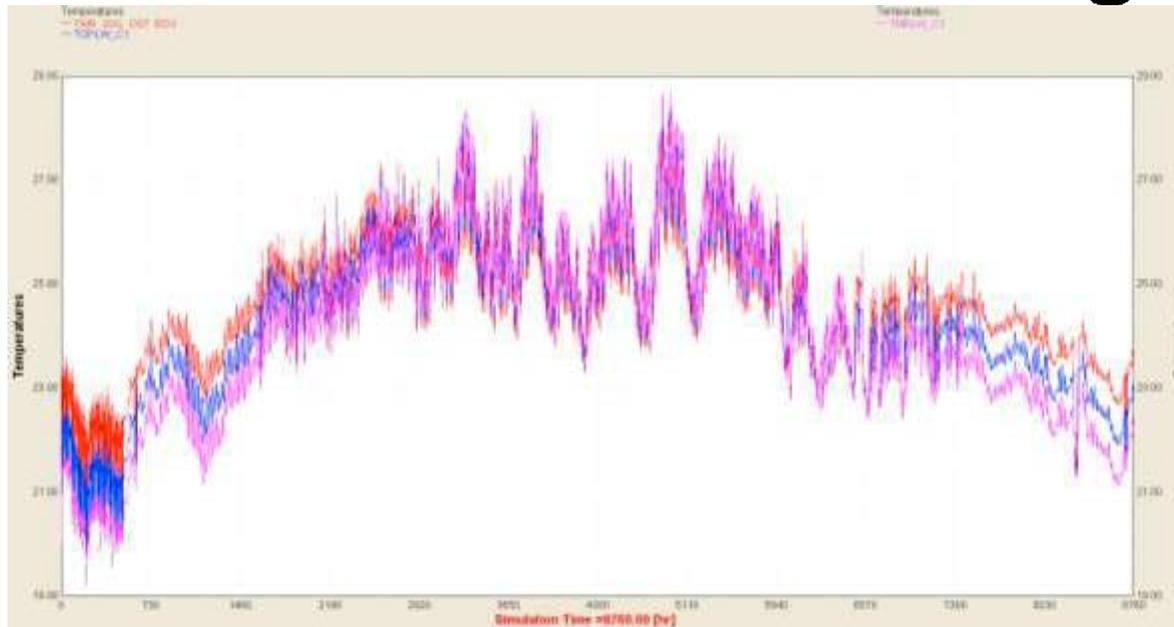
- Etwa 79m²
- Östliche Ausrichtung
- 2-fach verglaste Fenster
- Doppelfassade → Auswirkung auf die Gestaltung des Gebäudemodells
- Heizung und Kühlung über kontrollierte Lüftung ($T_{\text{soll}}=23^{\circ}\text{C}$) + Freecoolingsystem



Gebäudemodell/ Simulation



Jahressimulation – Ergebnisse



Raumtemperatur/op. Temperatur/ Strahlungstemperatur :

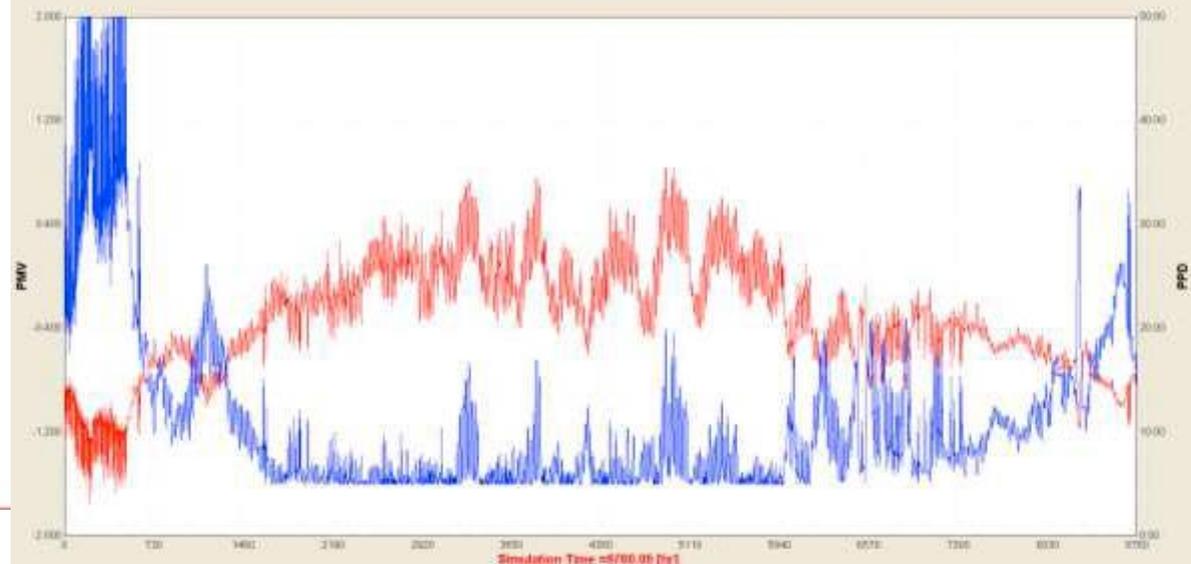
v.a. im Winter und Übergangszeit bis zu 5°C Unterschied, Sommer kaum

Raumtemperatur: im Sommer durchschnittlich 26°C mit bis zu 29°C

Temperatursturz am Beginn des Jahres: verursacht durch vereinfachte Darstellung der manuellen Lüftung

PMV/PPD:

- PMV im Sommer -0,6 bis +0,8, im Winter bis zu -1,2
- PPD steigt und sinkt in Abhängigkeit des PMV bei durchschnittlichen 10%: im Winter etwa 25%-30%, im Sommer 5% bis 15%
- Temperatursturz am Beginn des Jahres verursacht große Unzufriedenheit
- An Sommertagen mit 30°C Außentemperatur steigt die Raumtemperatur auf 29°C an → trotzdem nur ca. 20% Unzufriedenheit
- Keine Rücksicht auf soziale Komponenten, wie Alter, Geschlecht, Stimmung, etc.



Validierung

Vergleich der Ergebnisse der Simulation mit Nutzerbefragungen und Messungen

Parallele Durchführung an 5 Tagen im Mai zwischen

10 und 15 Uhr mit einer Messdauer von 30 Minuten

Testgruppe (Studierende):

- 8 Personen
- < 30 Jahren
- 25% weiblich, 75% männlich
- 1,0 met (entspannt sitzende Tätigkeit)
- 0,8 clo (Unterwäsche, Hemd, Hose, Socken, Schuhe + Bürostuhl)



Wetterdaten: Vergleich der Aufzeichnungen der FH mit den Außenbedingungen in der Simulation (Vgl. von Außentemperatur, Windgeschwindigkeit und -richtung)

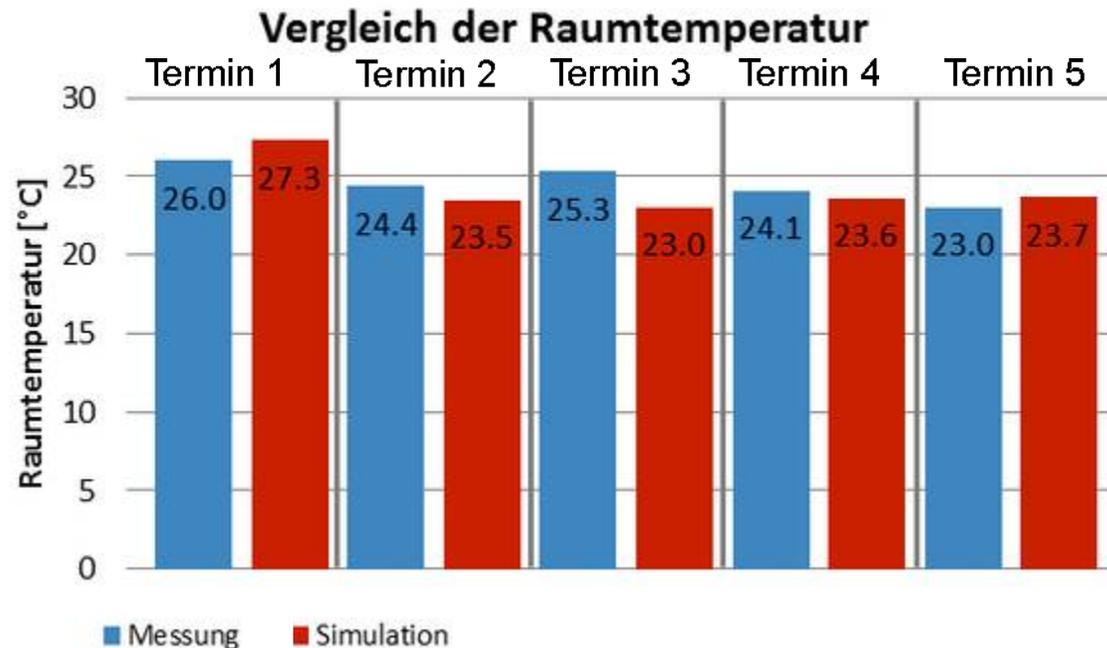
Messbaum: Klimamessgerät testo 480, IAQ-Sonde (Indoor Air Quality), Globe Sonde, Flügelradmesssonde

Befragung: via SurveyMonkey (online), mittels eines angepassten Protoyps des „modularen Fragebogens“, entwickelt nach:

- BUS (Building Use Studies) (2013) Methodology. <http://www.busmethodology.org.uk> (Last visited: November 2013).
- CBE (Centre for the Built Environment) (2013) CBE Occupant Satisfaction Demo Selection. Occupant IEQ Demo Survey available at: <http://www.cbesurvey.org/survey/demos2010/> (Last visited: December 2013)

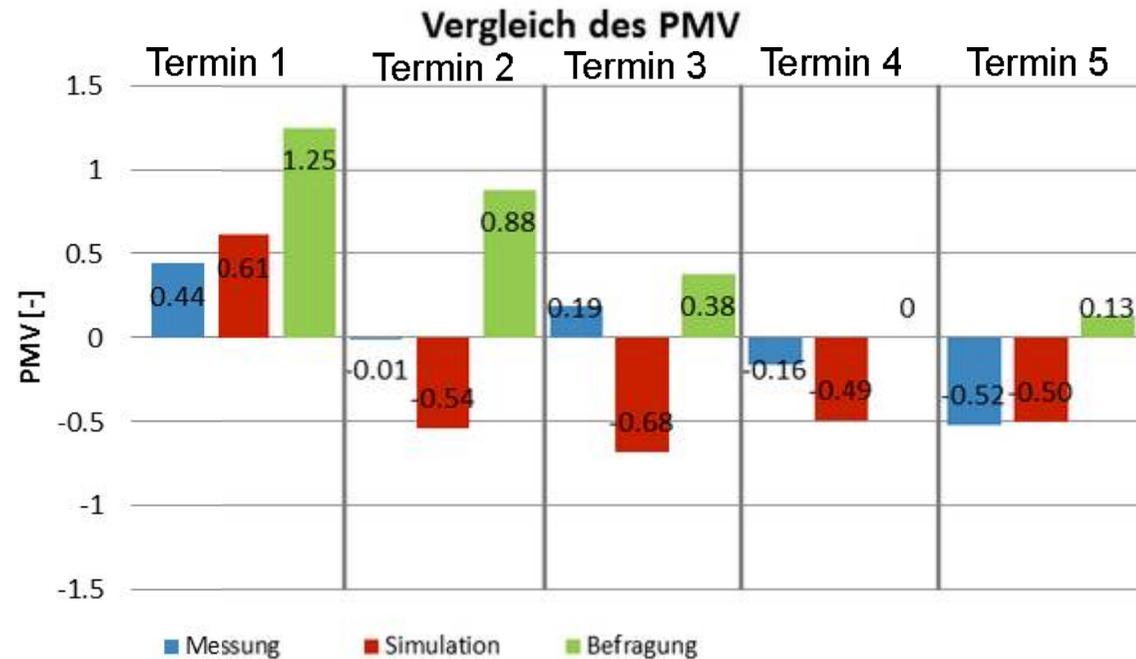
Umrechnung der Ergebnisse aus Befragungen und Messungen in EES nach ÖNORM EN ISO 7730

Auswertung - Raumtemperatur



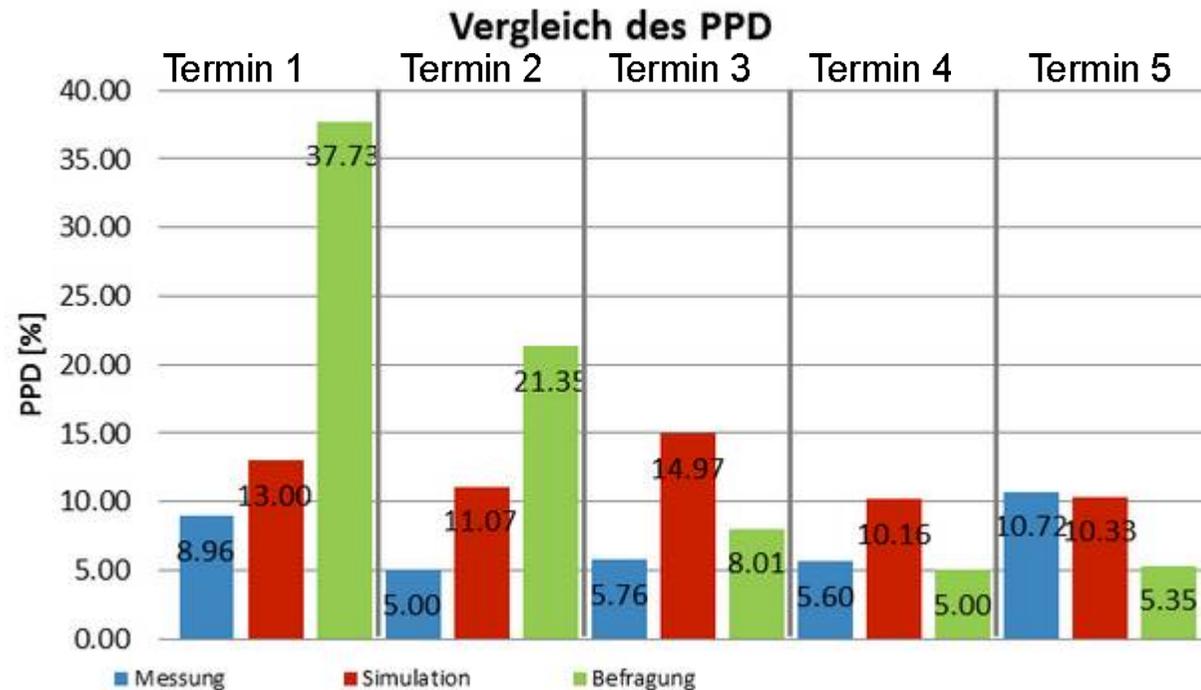
- Wetterbedingungen – Schlechtwetterperiode
- Durchschnittlich etwa 1°C Abweichung
- Größter Unterschied: Termin 3 mit 2,3°C
- Problematik: Vollbelegungen vor der Messung in der Simulation nicht berücksichtigbar → höhere gemessene Temperaturen

Auswertung - PMV



- Raumtemperatur wird in der Befragung bei allen Terminen wärmer empfunden als in der Messung bzw. Simulation → Auswirkungen auf den PPD
- Simulation zeigt bei Termin 2,3,4 deutlich geringere Werte als Messung
- Termin 2 zeigt bei Befragung konträres Ergebnis zu Simulation und Messung
- Interpretation der Bekleidungskombination – Fehlerquelle, da zwischen Messungen und Befragungen große Unterschiede liegen (Ausnahme 4. Termin) – Problematik bereits in einer Studie untersucht - Wärmedämmwert der Bekleidung hat v.a. im Bereich von 0,47 und 0,86 clo einen großen Einfluss

Auswertung - PPD



- Höchstes PPD bei Termin 1 mit hohen Raumtemperaturen
- PPD der Simulation immer höher als Messung (außer bei Termin 5)
- Niedrigere Raumtemperaturen führen zu erhöhtem PPD in Messung und Simulation → das Ergebnis der Befragung verhält sich gegenteilig (außer Termin 2)
- PMV/PPD statistische Richtwerte → Tendenz, Vermeidung von *worst case* – Situationen
- Wie auch bei der finnischen Studie: Befragung ist nur Momentaufnahme!

Schimmelproblematik

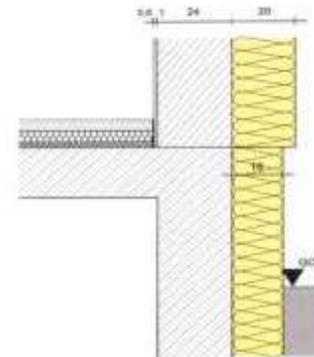
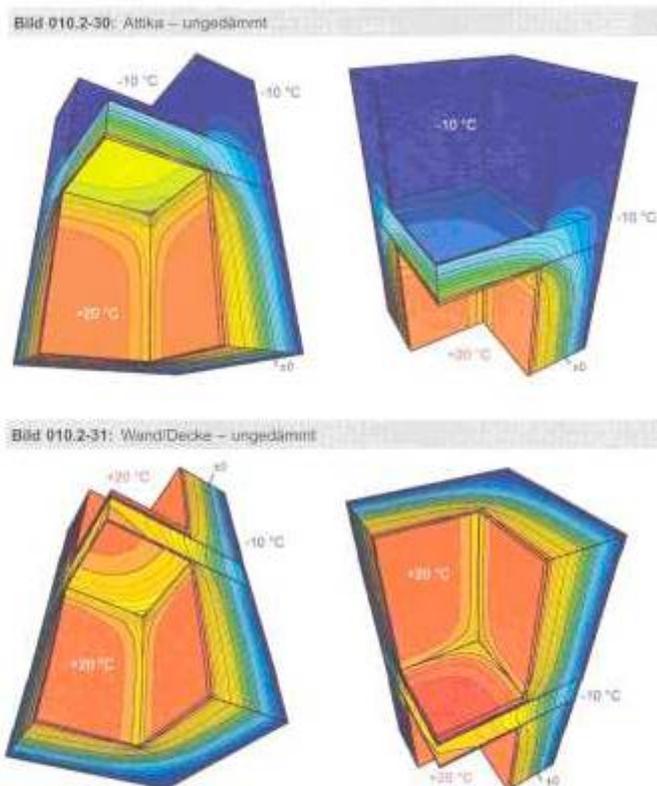
...aus dem Alltag...



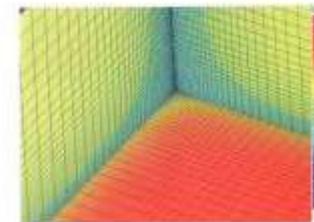
Thermokamera notwendig?

Schimmelproblematik

...ist u.a. nur die Nichtbeachtung physikalischer Grundgesetze hinsichtlich thermischer Behaglichkeit > Wärmebrücken, Oberflächentemperaturen!



Schadensfrei auch mit Möbeln in der Ecke!



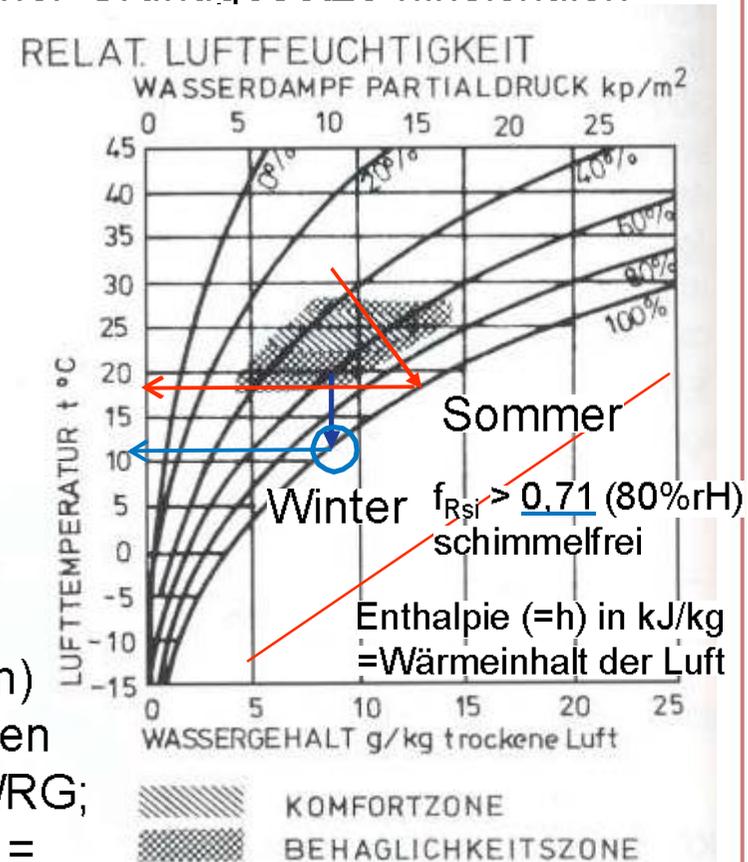
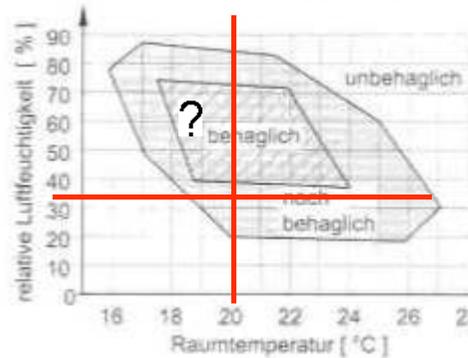
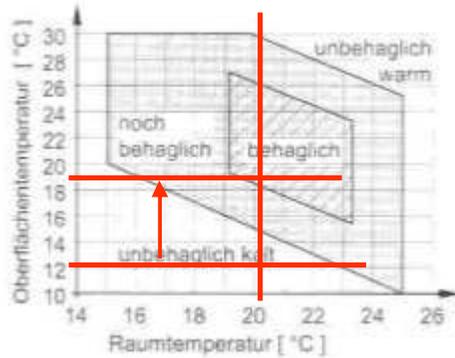
Minimaltemperatur mit Möblierung: 12,7°C

Abb. 11: Sanierung mit hocheffizienter Außendämmung

ψ -Werte rechnen oder lieber gleich Passivhauskomponenten verwenden?

Schimmelproblematik

...ist u.a. nur die Nichtbeachtung physikalischer Grundgesetze hinsichtlich thermischer Behaglichkeit > Temp., Feuchte



Lösungen:

- Feuchteschäden vermeiden
- Wärmebrücken vermeiden
- Feuchtediffusion in Bauteilen beachten (Folien)
- ausreichende Lüftung – in modernen Gebäuden nur mehr kontrolliert möglich (möglichst mit WRG; zumindest aber automatisierte Fensterlüftung = nutzerunabhängig!)

Fazit

- Qualitätsoptimierung von Gebäuden soll mess- und überprüfbar sein
- Qualitätssicherungstools existieren, werden aber bisher kaum eingesetzt (Zertifizierungssysteme sind zu teuer, umfangreich...)
- Nutzerzufriedenheit ist das oberste Ziel qualitätsoptimierten Bauens, ansonsten liegt eine „Themenverfehlung“ vor!
- Nutzerzufriedenheit ist sehr komplex (subjektiv) und (leider) nur teilweise messbar. Thermische Behaglichkeit – als einer der am besten erforschten Parameter - ist scheinbar messbar, trotzdem bleiben offene Fragen
- Schimmelproblematik ist nur ein Symptom für unzufriedene (überforderte) Nutzer und für fehlende Umsetzung gesicherter Erkenntnisse

Kontakt

Prof. (FH) Dr. Herbert C. Leindecker

FH OÖ Studienbetriebs GmbH
Stelzhamerstraße 23
4600 Wels
050804 - 44220
herbert.leindecker@fh-wels.at
www.fh-wels.at

> klimaaktiv Regionalpartner OÖ

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Eugendorf 2014 - Leindecker

klimaaktiv



CAMPUS WELS

Einladung zur Tagung

klimaaktiv Bauen und Sanieren
„NutzerInnenzufriedenheit und
Raumluftqualität“

Donnerstag, 23. Oktober 2014
09.00 - 13.00 Uhr

www.fh-ooe.at/klimaaktiv2014



Studium mit Zukunft