Zukunft Bau

KURZBERICHT: SWD – 10.08.18.7-15.58

Titel

Entwicklung von Methoden zur Erfassung und Bewertung von Nutzerzufriedenheit, Gebäudeperformance und Interaktion zwischen Wohngebäuden und Bewohnern,

Anlass/ Ausgangslage

Meistens stützt sich die Bewertung von Gebäuden nur auf einseitige quantitative Berechnung von bauphysikalischen Werten. In nur wenigen Fällen werden die in der Planung prognostizierten Werte im Nachgang durch ein Monitoring verifiziert und / oder eine Nutzerbefragung zur Feststellung der Zufriedenheit der Bewohner durchgeführt. Die Nutzerzufriedenheit kann als Indikator für die Akzeptanz eines Gebäudes herangezogen werden (Voss, K.; Herkel, S.; et al, 2016).

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Ziel des Projekts

In dem „Forschungsprojekt zur Entwicklung von Methoden zur Erfassung und Bewertung von Nutzerzufriedenheit, Gebäudeperformance und Interaktion zwischen Wohngebäuden und Bewohnern“ soll ein Werkzeug entwickelt werden, das eine einfache aber präzise Auswertung der Nutzerangaben, aber auch der technischen Messwerte erzeugt und einen Vergleich der beiden Datengruppen ermöglicht, um dann in der Praxis verwendbar zu sein.

Dazu wurden vorhandene Werkzeuge und unterschiedliche Methoden der Beschreibung und Prognose des Nutzerkomforts parallel eingesetzt, um Soll-Werte aus der Planung in drei Dimensionen – den Gebäudeeigenschaften, dem Innenraumklima und dem Nutzerkomfort – zu erheben und mit ihren Ist-Werten aus dem Betrieb zu vergleichen. Zusätzlich werden im Anschluss die drei Dimensionen untereinander verknüpft bzw. miteinander verglichen.

Um die betrachteten Wohngebäude mit insgesamt 100 Wohneinheiten miteinander zu vergleichen wurde ein online-gestütztes Tool entwickelt, das die mehrdimensionale Erfassung der Nutzererfahrung mit dem Gebäude und dessen Innenraumklima erlaubt. Die Plattform erfasst zum einen die physikalischen Behaglichkeitsparameter der Gebäude, indem mittels Messstationen das Innenraumklima aufgezeichnet wurde, zum anderen werden die Bewohner im Zeitraum von zwölf Monaten viermal dazu aufgefordert Online-Fragebögen auszufüllen, so dass sich die gemessenen Werte mit den subjektiven Angaben aus den Befragungen der Nutzer in Beziehung setzen lassen.

Methodisches Vorgehen

Aufgrund der großen Datenmenge durch Messungen und Befragungen wurden vorab signifikante Parameter ausgewählt, die untersucht werden. Dadurch wurden die Parameter auf ein notwendiges und angemessenes Maß reduziert.
Im Detail werden folgende Parameter, die für die Behaglichkeit und das Well-Being im Wohnen relevant sind, sowohl in physikalischer als auch in psychosozialer Hinsicht erfasst:

- Thermischer Komfort
  - Raumtemperatur (Sommer und Winter)

- Raumluftqualität
  - Luftfeuchtigkeit
  - CO_2-Gehalt
  - Belüftung (natürlich oder maschinell)

- Allgemeine Wohnzufriedenheit
- Wahrgenommene Handlungsmöglichkeiten

Auf der anderen Seite werden die für die Performance relevanten Faktoren erfasst bzw. gemessen. Dazu gehören:

- Wetterdaten

Die vorgenannten Parameter werden in den folgenden drei Dimensionen der Gebäudeperformance analysiert:

1. die Gebäudeeigenschaften
2. die bauphysikalischen Werte und das sich daraus ergebende Raumklima
3. den Nutzerkomfort

Dazu wurden für jede Dimension zum einen Soll-Werte in Form von EnEV-Nachweisen, Simulationen, bauphysikalischen Berechnungen und gesetzlichen Vorgaben herangezogen und auf der anderen Seite die Ist-Werte durch Messungen bzw. Befragungen der Nutzer erhoben.

Die Betrachtung der bauphysikalischen und raumklimatischen Dimension beruht beispielsweise auf in der in der Planungsphase angenommenen physikalischen Parametern des Raumes und des Raumklimas und auf während der Betriebsphase in den bewohnten Räumen gemessenen Werten mit den im Projekt eingesetzten NETATMO-Geräten. Diese Geräte erheben kontinuierlich (15min Intervall) Innenraumlufttemperatur $T_{i,NETATMO}$ [°C], relative Luftfeuchte $RH_{i,NETATMO}$ [%] und CO_2-Gehalt der Raumluft $CO_{2i,NETATMO}$ [ppm]. Zusätzlich werden für die Orte der betrachteten Gebäude Klimadaten von externen Quellen herangezogen, aus diesem Datensatz wird die Außenlufttemperatur entnommen.

Die Auswertung bezieht sich zum einen auf die gemessenen Raumlufttemperaturen und die CO_2-Konzentrationen in den 19 untersuchten Gebäuden. Im nächsten Schritt wurden die Raumklimadaten mit den Ergebnissen der Nutzerbefragungen gemeinsam ausgewertet und in Beziehung gesetzt.

<u>Auswahl des Untersuchungsgegenstandes</u>

Untersuchungsgegenstand waren rund 100 Wohneinheiten in insgesamt 19 verschiedenen Gebäuden unterschiedlichen Baualters und Energiestandards. Unter den 19 Gebäuden finden sich vier sanierte Objekte und 15 Neubauten. Die sanierten Gebäude wurden zwischen 1955 und 1977 errichtet und wurden – bis auf eins – nach jeweils geltender Energieeinsparverordnung (EnEV) zwischen 2000 und 2015 saniert. Die Neubauten wurden zwischen 2003 und 2015 erbaut.

Fazit

Die Erfassung, Auswertung und der Vergleich der drei Dimensionen – Planung, physikalische Messung und Befragung - bei 100 Wohneinheiten, war eine methodische Herausforderung. Die Studie hat auch die Schwierigkeiten dieser umfassenden Datenerhebung deutlich gemacht. Sinnvoll scheint es deswegen, bei einer Studie mit einem so beschränkten Umfang, die Forschungsfrage stärker einzugrenzen.

Ein Vergleich der Gebäude untereinander sowie eine Querauswertung der simulierten oder geplanten Gebäudeperformance war aufgrund der fehlenden oder nicht vergleichbarer Daten nicht möglich. Die Diversität der Ergebnisse der Einzelfall-Betrachtungen lassen eine Verallgemeinerung nicht zu, hierzu bedarf es einer größeren Fallzahl.

Eckdaten

Kurztitel: Well-being und Gebäude-Monitoring bei hocheffizienten Gebäuden

Forscher / Projektleitung:

Technische Universität Braunschweig, Institut für Gebäude- und Solartechnik, Fakultät Architektur, Bauen, Umwelt – Thomas Wilken und Caroline Fafflok

Universität Stuttgart, Institut für Leichtbau, Entwerfen und Konstruieren – Dr. Dirk Schwede

DGJ Architektur GmbH – V. Prof. Hans Drexler

Berliner Institut für Sozialforschung GmbH – Dr. Eva Schulze und Karoline Dietel

Humboldt Universität zu Berlin, GeSK, Survey Research & Evaluation – Prof. Dr. Bernd Wegener und Moritz Fedkenheuer

Beibob Medienfreunde – Tobias Lode

AktivPlus e.V. – Hélène Bangert

Gesamtkosten: 213.997 €
Anteil Bundeszuschuss: 149.797 €

Projektlaufzeit: 18 Monate

BILDER/ ABBILDUNGEN:

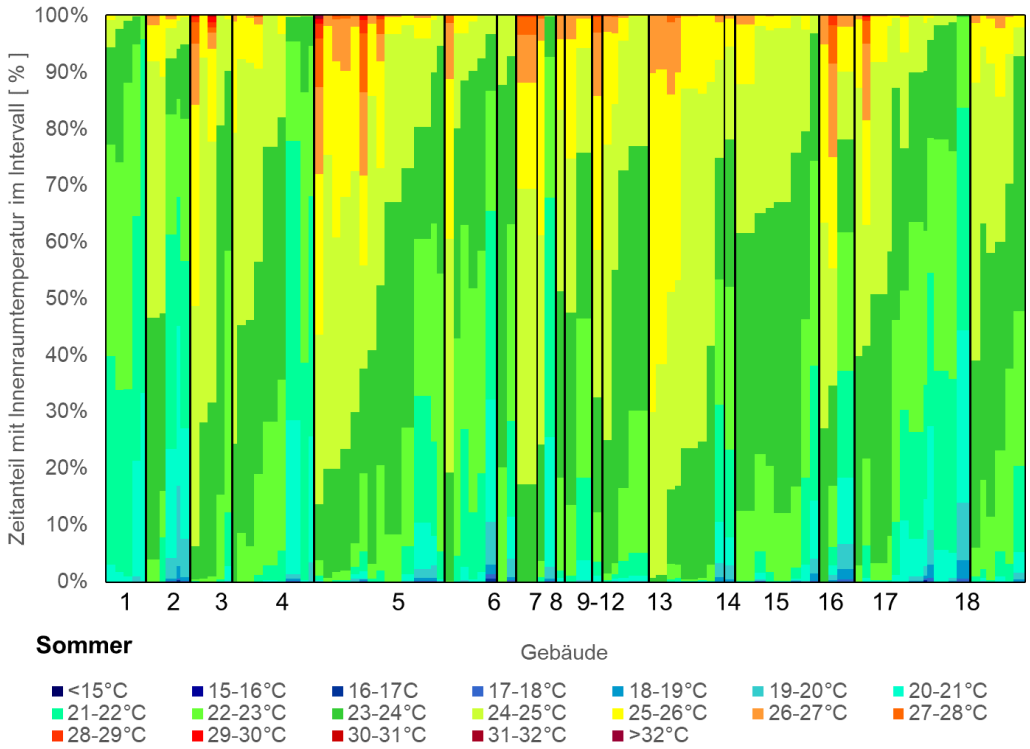


Bild 1:
Bildunterschrift:
Prozentualer Zeitanteil von gemessenen Innenraumlufttemperaturen im Wohnzimmer innerhalb von 1K-Temperaturintervallen zwischen 15°C und 32°C, dargestellt für jede der teilnehmenden Wohnungen in jedem der 19 Gebäude im Sommer (01.06.2016 - 31.08.2016)

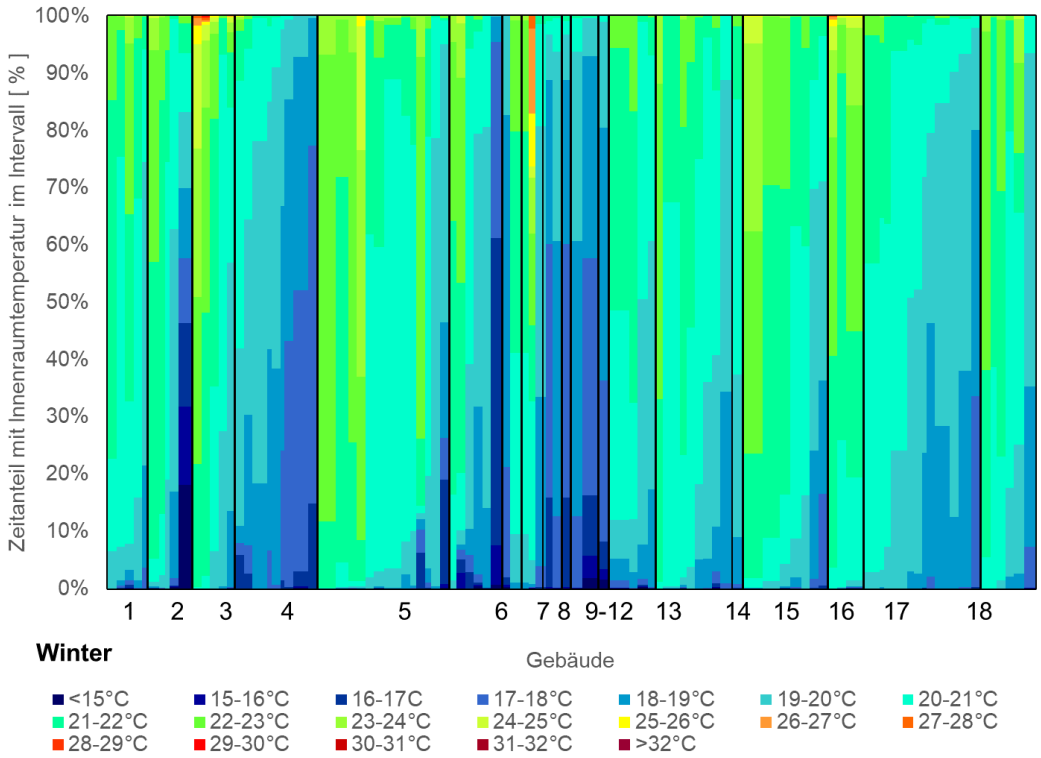


Bild 2:
Bildunterschrift:
Prozentualer Zeitanteil von gemessenen Innenraumlufttemperaturen im Wohnzimmer innerhalb von 1K-Temperaturintervallen zwischen 15°C und 32°C, dargestellt für jede der teilnehmenden Wohnungen in jedem der 19 Gebäude im Winter (01.12.2016 - 28.02.2017)

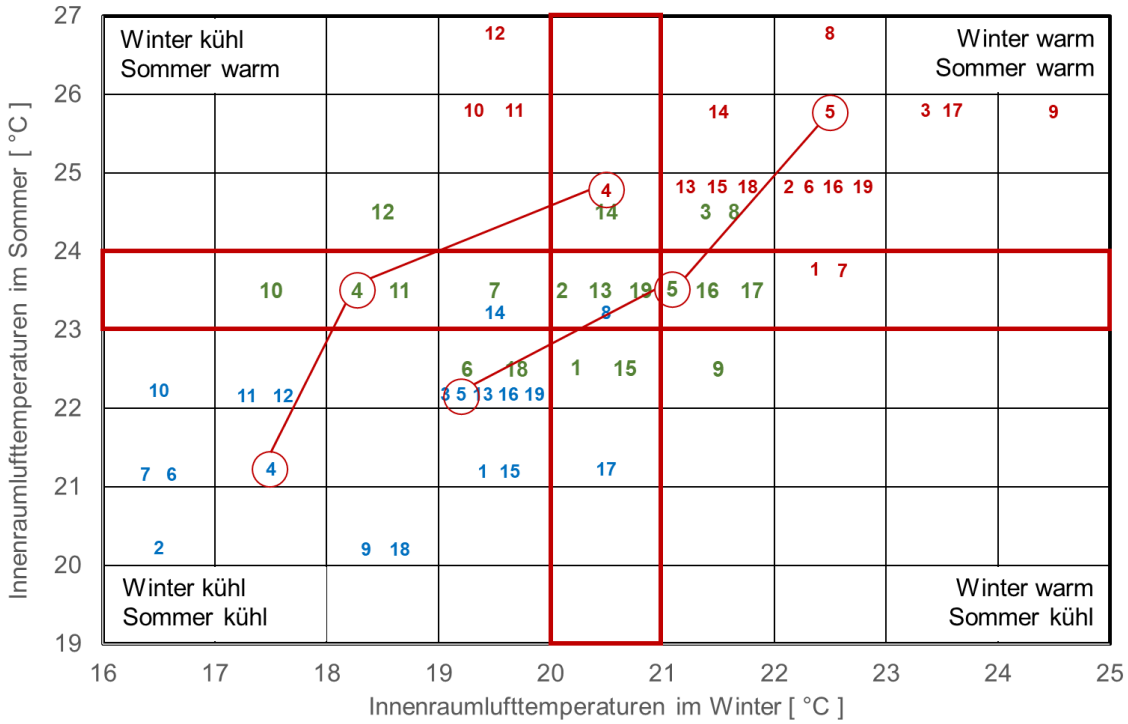


Bild 3:
Bildunterschrift:
Einordnung der Innenraumlufttemperaturen im Wohnzimmer der 19 untersuchten Gebäude im Sommer (01.06.2016 - 31.08.2016) und im Winter (01.12.2016 - 28.02.2017), 10%-Perzentile, Median (grün) und 90%-Perzentile der Raumlufttemperaturen, blau: Winter kühl/Sommer kühl, rot: Winter warm/Sommer warm. Gebäude 4 und 5 sind markiert.

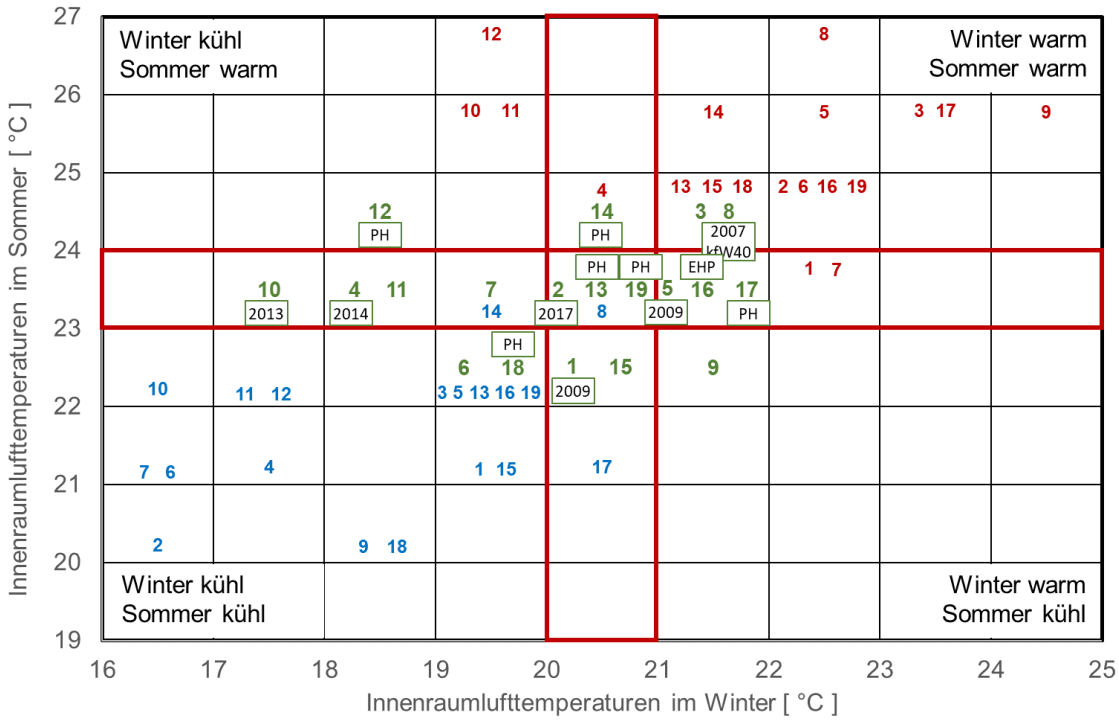


Bild 4:
Bildunterschrift:
wie Abbildung 3, mit der zusätzlichen Information zu den Gebäudeenergiestandards der untersuchten Gebäude

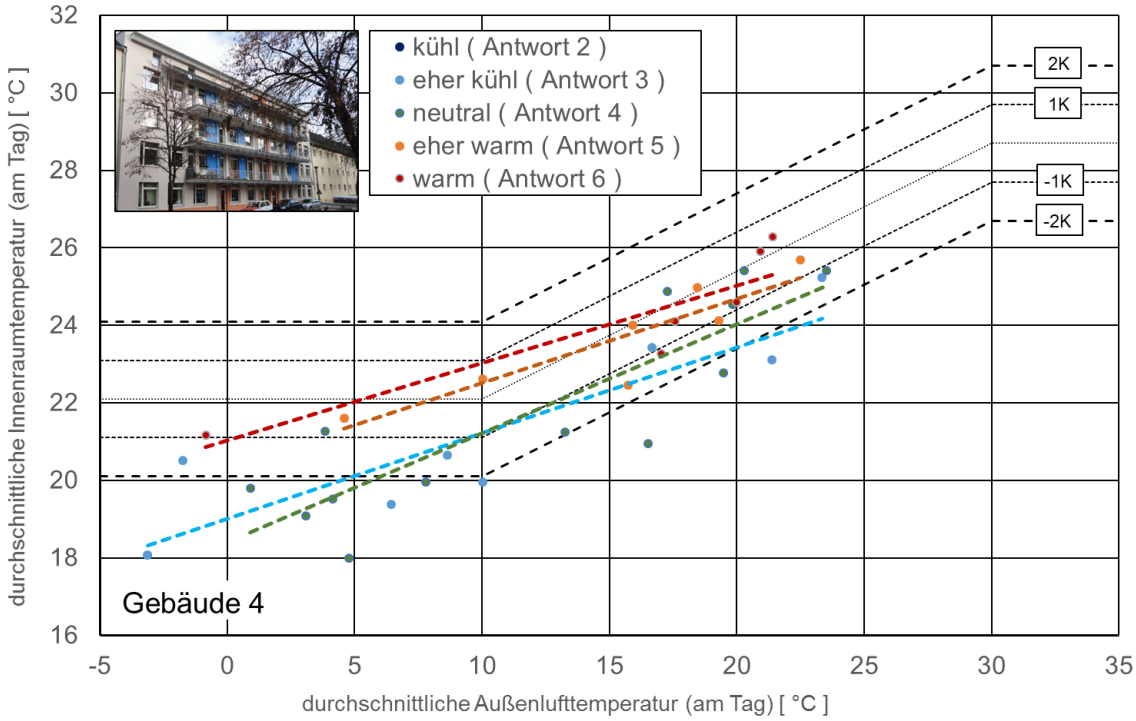


Bild 5:
Bildunterschrift:
Beziehung zwischen der Temperaturwahrnehmung im Wohnzimmer (Fragebogen Frage 5w) in Bezug zur durchschnittlichen Außenlufttemperatur und der durchschnittlichen Innenraumlufttemperatur am Tag der Befragung. Gruppiert nach der Temperaturwahrnehmung („warm“, „eher warm“, „neutral“, „eher kühl“, „kühl“, die Gruppierungen „kalt“ und „heiß“ sind wegen geringer Fallzahlen nicht eingetragen). Dargestellt sind Trendlinien und eine Einordnung in Anlehnung an das adaptive Komfortmodel für das Gebäude 4

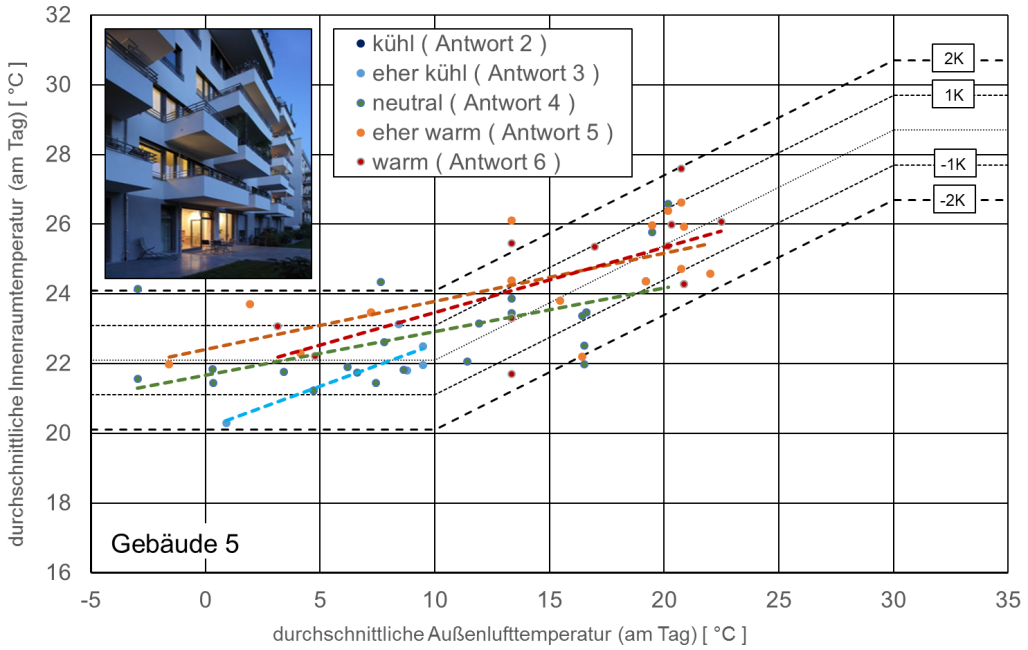


Bild 6:
Bildunterschrift:
Beziehung zwischen der Temperaturwahrnehmung im Wohnzimmer (Fragebogen Frage 5w) in Bezug zur durchschnittlichen Außenlufttemperatur und der durchschnittlichen Innenraumlufttemperatur am Tag der Befragung. Gruppiert nach der Temperaturwahrnehmung („warm“, „eher warm“, „neutral“, „eher kühl“, „kühl“ , die Gruppierungen „kalt“ und „heiß“ sind wegen geringer Fallzahlen nicht eingetragen). Dargestellt sind Trendlinien und eine Einordnung in Anlehnung an das adaptive Komfortmodel für das Gebäude 5

Raumtemperatur im Winter

im gewünschten Bereich	=	*20-22°C*
abweichend	=	*Abweichung um ein °C*
stark abweichend	=	*weitere Abweichung*

Raumtemperatur im Sommer

im gewünschten Bereich	=	*22-24°C*
abweichend	=	*Abweichung um ein °C*
stark abweichend	=	*weitere Abweichung*

CO_2-Konzentration

im gewünschten Bereich	=	*Zeit mit Werten >1000ppm: >5%*
abweichend	=	*Zeit mit Werten >1000ppm: >10%*
stark abweichend	=	*Zeit mit Werten >1000ppm: >15%*

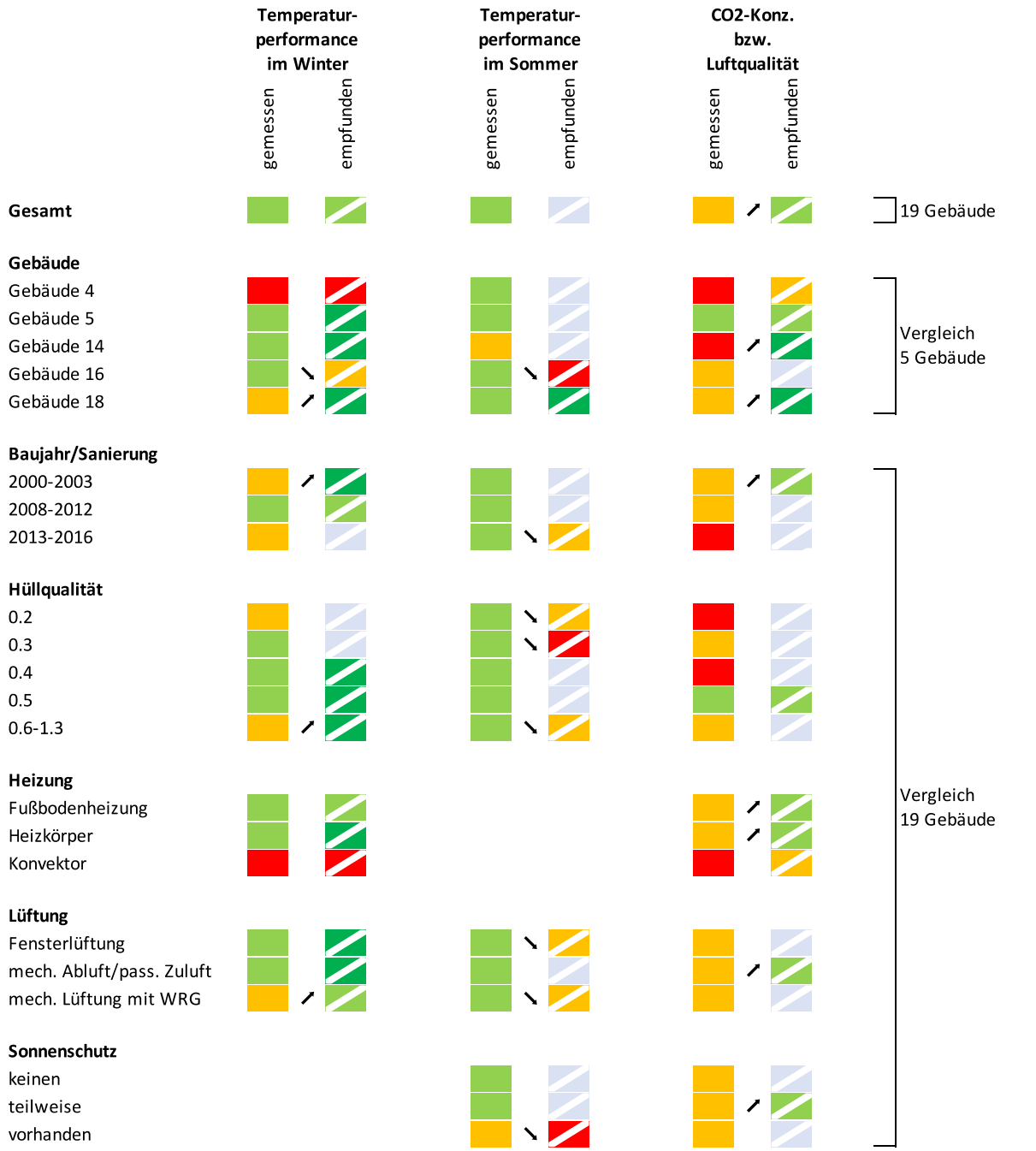
Bild 7: Tabelle 1
Bildunterschrift:
gemessene Raumklimawerte

winterliche Temperaturperformance, sommerliche Temperaturperformance, Luftqualität

positiv	=	Q_1 >= 4
eher positiv	=	Q_1 < 4 UND Median >= 4
teils / teils	=	Median >= 3 UND Median < 4
eher negativ	=	Q_1 > 2 UND Median < 3

negativ = $Q_1 < 2$ *UND Median* < 3

Bild 8: Tabelle 2
Bildunterschrift:
subjektive Gebäudeperformance



Legende	Messung	Wahrnehmung	Abweichung d. Wahrnehmung
	im gewünschten Bereich	positiv	↗ deutlich positiver
	abweichend	eher positiv	↘ deutlich negativer
	stark abweichend	teils / teils	
		eher negativ	
		negativ	

Bild 9: Tabelle 3

Bildunterschrift:
Vergleich der Gebäude untereinander