

Bauen +

Energie, Brandschutz, Bauakustik, Gebäudetechnik



María González, Karin Schakib-Ekbatan und Susanne Schwickert

+ Intelligentes Raumwärmemanagement als geringinvestive Energieeinsparmaßnahme in Nichtwohngebäuden

Eine Feldstudie im Kreishaus Lippe vor, während und nach einer energetischen Fassadensanierung

Oktober 2023

Fraunhofer IRB | Verlag

María González, Karin Schakib-Ekbatan und Susanne Schwickert

Intelligentes Raumwärmemanagement als geringinvestive Energieeinsparmaßnahme in Nichtwohngebäuden

Eine Feldstudie im Kreishaus Lippe vor, während und nach einer energetischen Fassadensanierung

Die Strategie der Bundesregierung zum klimafreundlichen Bauen und Wohnen zielt in erster Linie auf die Reduktion der Emissionen, die direkt durch den Betrieb von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Heizung, Kühlung und Warmwasser) entstehen. Um Treibhausgasneutralität zu ermöglichen, sind klimafreundliche Neubauten nicht ausreichend. Der Gebäudebestand muss dazu saniert bzw. technisch nachgerüstet werden. In dieser Studie werden die Auswirkungen einer geringinvestiven Maßnahme zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen mittels intelligentem Raumwärmemanagement (iRWM) untersucht, das derzeit – unter Einbindung der Erfahrung der Nutzenden – am Hauptverwaltungsgebäude des Kreises Lippe (Baujahr 1979-80) untersucht wird. Dieses System sollte bei nachgewiesenem Einsparpotenzial auch bei anderen Liegenschaften im Kreis Lippe Anwendung finden, die kurzfristig nicht intensiv saniert werden können.

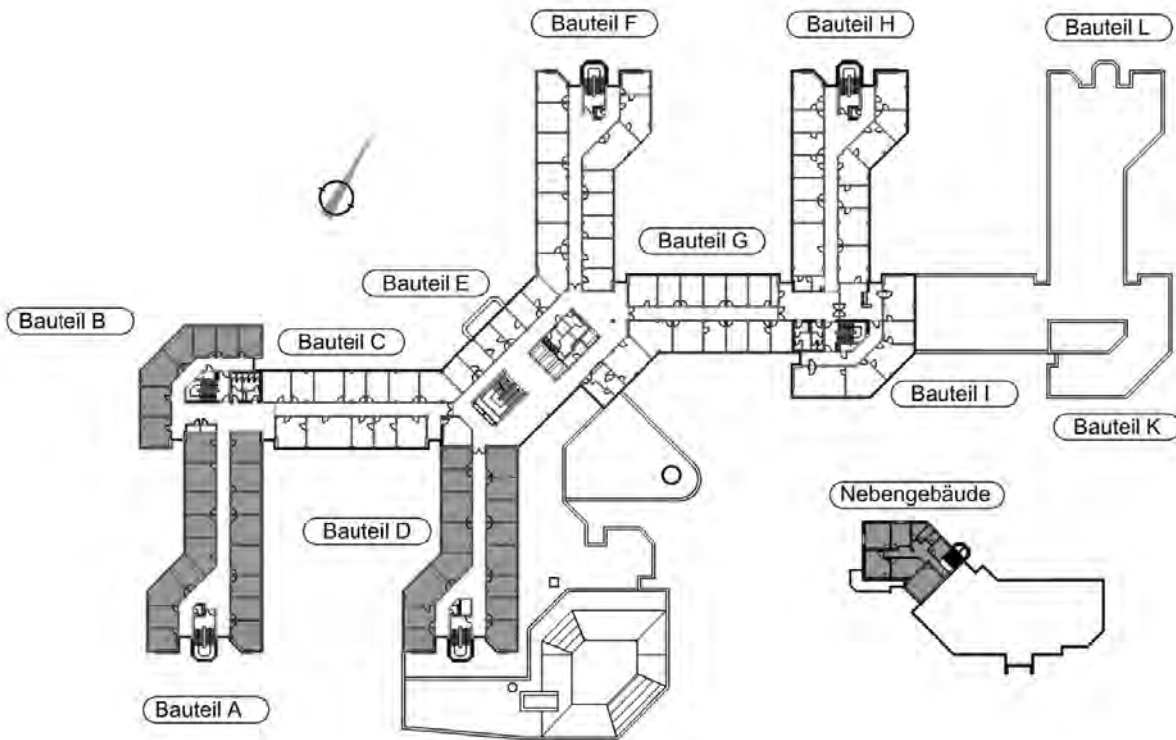
Nach dem Pariser Abkommen soll in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts weltweit Treibhausgasneutralität erreicht werden. Die Strategie der Bundesregierung zum klimafreundlichen Bauen und Wohnen setzt vor allem bei den Emissionen an, die direkt durch den Betrieb von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Heizung, Kühlung und Warmwasser) entstehen [1]. Weltweit macht der Betrieb von Gebäuden in Industrieländern 20 bis 40 Prozent des gesamten Energieverbrauchs des jeweiligen Landes aus [2]. In Deutschland wurden z. B. im Jahr 2014 297 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente und damit 33 Prozent der nationalen THG-Emissionen allein durch die Nutzung und den Betrieb der Wohn- und Nichtwohngebäude verursacht [3]. Um Treibhausgasneutralität zu ermöglichen, reichen klimafreundliche Neubauten nicht aus. Dazu muss auch der bestehende Gebäudebestand schrittweise saniert oder nachgerüstet werden. Das Ziel der Energieeffizienzstrategie der Bundesregierung für Gebäude ist es, bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Dafür muss bis zum Jahr 2050 der Primärenergiebedarf im Gebäudebestand mithilfe einer Kombination aus Energieeinsparung und dem Einsatz erneuerbarer Energien um 80 Prozent gegenüber dem Stand von 2008 gesenkt werden [4]. Das Ziel für Nichtwohngebäude auf einen auf Primärenergie bezogenen mittleren Wert für 2050 wäre rund 52 kW/h pro m² und Jahr [1].

Thermischer Komfort am Arbeitsplatz stellt eine besondere Herausforderung für die Raumkonditionierung dar. Verschiedene Faktoren haben Einfluss auf die Zufriedenheitsbewertung von Mitarbeitenden mit der Raumtemperatur [5]. Hierzu zählen beispielsweise der Bekleidungs- und

Aktivitätsgrad, physikalische Umgebungsbedingungen wie die Raumlufttemperatur, Luftgeschwindigkeit, Oberflächentemperaturen, empfundene Luftqualität, aber auch psychosoziale Faktoren, wie die Belegungsichte im Raum [6], die Erwartung der Nutzenden an die Raumtemperatur oder Kontextfaktoren, wie laufende Sanierungsmaßnahmen im unmittelbaren Umfeld des Arbeitsplatzes. Darüber hinaus besteht ein starkes psychologisches Bedürfnis, auf die Umgebung Einfluss nehmen zu können und sich selbstwirksam zu erleben [7]. Hieraus ergeben sich Implikationen, beispielsweise für die Regulierung der Heizwärme am Arbeitsplatz und den Umgang mit Kontrolloptionen auf die Raumwärme, wie durch die Bedienung von Thermostatventilen. Die Bedienung soll bei Bedarf möglichst verständlich und einfach sein.

KERNAUSSAGEN

- Mit dem intelligenten Raumwärmemanagement (iRWM) wird der Betrieb der Heizkörper präzise gesteuert und an die Echtzeitbelegung angepasst.
- Das iRWM ermöglicht nennenswerte Einsparungen im Energieverbrauch.
- Nutzerorientierte Einweisung in die Handhabung des Bediengeräts zum iRWM erhöhen die Technikakzeptanz und damit auch die Zufriedenheit mit der Raumtemperatur.
- Viele Nutzende sehen im iRWM einen relevanten Beitrag zur Energieeffizienz des Gebäudes.



© M. González

Abb. 1: Übersichtsplan des Kreishauses Lippe (in grau: untersuchte Korridore)

Vor dem Hintergrund dieser Mensch-Gebäude-Interaktion kommt der Nutzerakzeptanz und einem adäquaten Umgang mit innovativer Technik, wie einem Raumwärmemanagementsystem, eine große Bedeutung für die Energieeffizienz eines Gebäudes zu. In diesem Zusammenspiel von thermischem Komfort und Nutzerverhalten in nachhaltigen Gebäuden, wie Büro- und Verwaltungsgebäuden, bieten sich Nutzerzufriedenheitsanalysen als wichtige Ressource für etwaiges Optimierungspotenzial in der Nutzungsphase an [8, 9]. Nicht zuletzt zeigen empirische Erfahrungen aus Büro- und Verwaltungsgebäuden, dass sich die Zufriedenheit mit Umgebungsparametern, wie der Raumlufttemperatur, auch in der Gesamtbewertung eines Gebäudes niederschlagen kann [9].

Der Kreis Lippe ist seit vielen Jahren mit seinem Masterplan und dem *KlimaPaktLippe* im Klimaschutz aktiv, um sowohl regional als auch regionsübergreifend einen Beitrag zum europäischen Ziel der CO₂-Neutralität bis 2050 zu leisten. Erneut erhielt der Kreis im Jahr 2019 den European Energy Award in Gold für seine Leistungen im Bereich Energieeffizienz und Energieeinsparung. Das Engagement betrifft auch die eigenen Liegenschaften bei Sanierungen und Neubauten. Die energetische Sanierung des Kreishauses in Detmold bietet daher einen geeigneten Anlass, Energieparmaßnahmen hinsichtlich ihrer Effektivität und der Akzeptanz durch die Nutzenden zu untersuchen. Im Rahmen der hier vorgestellten Studie des Instituts für Energieforschung (iFE) der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe (TH OWL) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) wird im Hauptverwaltungsgebäude des Kreises Lippe in Detmold in aus-

gewählten Gebäudeteilen ein intelligentes Raumwärmemanagement (iRWM) als geringinvestive Energiesparmaßnahme für Bestandsgebäude eingesetzt. Dieses System passt die Raumtemperatur bei Präsenz automatisch an die Komforttemperatur (Einstelltemperatur) der Mitarbeitenden an und senkt sie auf eine Absenkttemperatur, wenn das Büro nicht besetzt ist.

Durch den Vergleich des Heizwärmeverbrauchs dieser Räume mit dem einer Kontrollgruppe kann die Eignung für die weitere Umsetzung in anderen Liegenschaften des Kreises Detmold, in denen kurzfristig keine kostenintensive Komplettanierung möglich ist, ermittelt werden. Die Erfahrungen der Mitarbeitenden werden im Rahmen einer sozialwissenschaftlichen Begleitforschung evaluiert.

Baubeschreibung und Rahmenbedingungen

Der Gebäudekomplex von 1979-80 besteht aus einem Hauptgebäude und einem Nebengebäude auf demselben Grundstück.

Das Hauptgebäude hat eine Gesamtfläche von 27 300 m² und bietet 516 Büros für etwa 700 Mitarbeitende, von denen etwa 30 Prozent Teilzeitbeschäftigte sind. Darüber hinaus wird das Verwaltungsgebäude täglich von etwa 300 Personen aufgesucht. Aufgrund der unebenen Topographie ist das Hauptgebäude terrassenförmig angelegt und verfügt über insgesamt sieben Ebenen. Orthogonal zur Hauptachse des Gebäudes mit einem zentralen Treppenhaus befinden sich drei nördliche und zwei südliche orthogonale Büroflure oder »Flügel« gleicher Form. Das Gebäude wurde in Ortbeton-Skelettbauweise aus Stützen und Platten mit Stahlbetonkernen zur horizontalen Aussteifung errichtet. Die vorgehängte Fassade wurde in den Jahren 2020 bis 2021 unter besonderer



(a) Bedieneinheit

(b) Elektronischer Ventilregler

Abb. 2: iRWM-System nach der Installation

Berücksichtigung der Nachhaltigkeit und mit Bauteilen auf Passivhaus-Standard mit einer wesentlichen wärmeschutztechnischen Verbesserung der Außenhülle saniert [10].

Beim Nebengebäude handelt es sich um ein größtenteils eingeschossiges Gebäude mit einigen zweigeschossigen Bereichen und einem Teilkeller für die Haustechnik und Lagerräume. Das Gebäude wurde in konventioneller Massivbauweise, mit gemauerten Wänden und Stahlbetondecken, errichtet. Die gemischte Vorhangfassade ist mit einer 6 cm dicken Dämmschicht aus Mineralwolle versehen. Die Fenster und Außentüren sind aus Aluminium mit Doppelverglasung. Das Flachdach besteht aus einer Stahlbetondecke mit bituminöser Abdichtung auf einer Polystyrol-Dämmschicht und einer Deckschicht aus Polyisocyanurat-Schaumdämmung (PIR), die 2008 im Rahmen der Dachsanierungsmaßnahmen hinzugefügt wurde [10].

Die Wärmeversorgung erfolgt in beiden Gebäuden über Fernwärme und wird intern über Heizkörper verteilt. Darüber hinaus stehen für Ausnahmesituationen ein Ölkessel und eine Gaskesselanlage zur Verfügung [11]. Als Einsparmaßnahme wurde im Hauptgebäude eine zentralgesteuerte Absenkung der Gebäudetemperatur an den Wochenenden und Feierabenden eingeführt. Im Kontext des Ukrainekriegs und der Energiekrise wurden im Herbst 2022 neue Hausregeln an die Mitarbeitenden versandt, u. a. mit der Vorgabe, die Raumtemperatur in öffentlichen Gebäuden auf max. 19°C abzusenken.

Mechanische Lüftungsanlagen wurden nur in Räumlichkeiten mit besonderen Anforderungen installiert [11]. In den Bürobereichen erfolgt die Belüftung ausschließlich über die Fenster und Lüftungsklappen.

Das intelligente Raumwärmemanagement (iRWM)

Das iRWM wird für den präzisen und energieeffizienten Betrieb bestehender Heizungsanlagen und die Umsetzung von Heizungsregelungsstrategien eingesetzt. Die Energieeinsparung erfolgt durch die automatische Absenkung der Raumtemperatur außerhalb der tatsächlichen Belegungszeiten, was generell in den alten Heizungsanlagen schwer ansetzbar ist. Dieser Ansatz ist besonders effektiv in Bürogebäuden mit zellenförmigen Grundrissen, wie im Kreishaus Lippe, wo unterschiedliche Solltemperaturen in verschiedenen Zonen angewendet werden können [12].

Für diese Studie wurde ein auf dem Markt befindliches iRWM-System ausgewählt und in zwei Fluren des Hauptgebäudes (2021) sowie im Obergeschoss des Nebengebäudes (Sommer 2022) installiert. Zum System gehören zwei Komponenten pro Büro (Abb. 2): die Bedieneinheit mit Temperatursensor und Präsenzmelder und der elektronische Ventilregler. Beide Komponenten benötigen weder Batterien noch eine externe Stromversorgung. Die Energieversorgung des Raumsensors erfolgt durch ein kleines Solarmodul, das mit normaler Raumhelligkeit oder Raumbeleuchtung den integrierten Akku aufladen kann; der Ventilregler verfügt über einen Thermogenerator, welcher die Wärmeenergie des Heizkörpers in elektrische Energie umwandelt. Die Komponenten kommunizieren über das *EnOcean*-Funkprotokoll, welches für einen energiearmen Informationstransport sorgen soll.

Im Betrieb scannt der Präsenzmelder den Raum im Fünf-Minuten-Takt und bewertet anhand von drei Scans beziehungsweise in einem 15-Minuten-Intervall den Belegungsstatus des Raums. Auf der Grundlage dieser Bewertung entscheidet das System, ob geheizt werden soll oder die Raumtemperatur auf die Absenktemperatur (17°C) reduziert werden darf. Die Absenkung der Raumtemperatur erfolgt jedoch erst nach dreimaliger Bewertung des Raums, also einer Zeitspanne von 45 Minuten. Wenn das System die Anwesenheit eines Mitarbeitenden feststellt, wird das Heizkörperventil automatisch geöffnet, bis die gewünschte Raumtemperatur erreicht ist. Alternativ kann über eine

Tab. 1: Merkmale der untersuchten Korridore

Korridore	B4	B5	D6	A5	Outbuilding
Group Type	Kontrolle	iRWM	iRWM	Kontrolle	iRWM
Bauteil	B	B	D	A	Nebengebäude
Geschoss	4. OG	5. OG	6. OG	5. OG	2. OG Dachgeschoss
Arbeitsgebiet	Familienfreundlicher Kreis, Kinderschutz	Personalservice	Technische Bauaufsicht	Personalservice	Verschiedenes
Büroanzahl	8	7	15	18	5
Geheizte Fläche	141,94 m ²	141,94 m ²	313,91 m ²	336,57 m ²	108,04 m ²
Mitarbeiteranzahl	14	10	19	31	6 (von dem 2 Teilzeit)
Fassadenzustand	saniert	saniert	saniert	saniert	unsaniert
Himmelsrichtung	NW	NW	SO	SO	Alle

Tab. 2: Merkmale Referenzbüros mit iRWM

	Referenzbüro im Korridor B5	Referenzbüro im Korridor D6	Referenzbüro Nebengebäude
Geschoss	5. Obergeschoss	6. Obergeschoss	1. Obergeschoss, Dachgeschoss
Geheizte Fläche	16,81 m ²	21,81 m ²	10,87 m ²
Mitarbeiteranzahl	1 (40 Std. pro Woche)	2 (je. 40 Std. pro Woche)	1 (10 Std. pro Woche)
Fassadenzustand	saniert	saniert	unsaniert
Himmelsrichtung	Nordwest	Südost	Nordwest

Anwesenheitstaste manuell angezeigt werden, ob sich jemand im Raum befindet oder den Raum verlässt. An der Bedieneinheit lässt sich die Komforttemperatur des Raums zudem wie bei einem konventionellen Thermostatventil einstellen [13].

Das iRWM-System kann das Nutzerverhalten dokumentieren und daraus Heizprofile für das jeweilige Büro erstellen. Das voreingestellte Standardprofil passt sich im Laufe der Zeit an die tatsächlichen Belegungszeiten der jeweiligen Nutzer an. So erreicht der Raum bei Arbeitsbeginn die gewählte Komforttemperatur und auch ein unnötiges Nachheizen kurz vor Arbeitsende wird vermieden. Das Profil wird bei sich veränderten Belegungsroutinen kontinuierlich angeglichen.

Methode

Untersuchung des Energiebedarfs und Monitoring

Die Analyse des Energieeinsparpotenzials durch die Implementierung des iRWM basiert auf zwei Datenquellen: in-situ gesammelte Daten aus dem Monitoring (einschließlich Wärmeverbrauch, Raumklima und Verhaltenssensoren) und Berechnungen des Wärmebedarfs nach DIN V 18599.

Diese Studie umfasst fünf Korridore des Kreishauses, drei davon mit iRWM und zwei Kontrollkorridore ohne (in Tab. 1 beschrieben). Jeder Kontrollkorridor wird für den späteren Vergleich der Ergebnisse mit einem ähnlichen Korridor mit iRWM gepaart. Beispielsweise besitzen die Flure B4 und B5 die gleiche Form und Ausrichtung wie A5 und D6. Bei beiden Kontrollkorridoren und den beiden iRWM-Korridoren B5 und D6 wurde die Fassade im Jahr 2021 vollständig renoviert, während sich der verbleibende iRWM-Korridor im Nebengebäude bezüglich Form und Wärmeschutz der Hülle deutlich von den anderen unterscheidet und bislang wärmeschutztechnisch im Originalzustand ist. Eine Übersicht über die wichtigsten Merkmale der untersuchten Korridore ist in Tab. 1 zu finden.

In jedem Korridor wurde ein Referenzbüro ausgewählt, für das ein ausführliches Monitoring vorgenommen wird (Tab. 2). Das Monitoringkonzept beinhaltet zwei unabhängige Stränge zur Datenerfassung. Der Erste erfasst die Heizwärmeflüsse jedes Korridors in 15-minütigen Intervallen. Der Zweite misst sowohl das Raumklima (Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und CO₂-Konzentration) als auch Aktivitäten des Nutzenden (Belegung, Öffnen von Türen, Fenstern und Lüftungsklappen) im Referenzbüro jedes Flurs in Fünf-Minuten-Intervallen. An den Heizkörpern der drei iRWM-Referenzbüros wurden zusätzliche Wärmezähler installiert. Diese liefern detaillierte Informationen über den Betrieb des iRWM-Systems. Für beide Messstränge wurden

GSM-Datenlogger ausgewählt, welche die Daten per SMS an die jeweiligen externen Server senden und speichern. Zusätzlich wurden bei Bedarf punktuelle Messungen der Raumtemperatur und der Oberflächentemperatur mit mobilen Sensoren durchgeführt.

Der Wärmebedarf der iRWM-Referenzbüros wurde berechnet, um die Erwartungen gemäß der Norm DIN V 18599 mit den vor Ort erfassten Daten zu vergleichen und weitere Szenarien zu untersuchen. Insgesamt wurden zehn denkbare Szenarien (beschrieben in Tab. 3), mit Variation der Soll- und Absenkttemperaturen, des Sanierungszustands und der Anwesenheitszeiten mit der Berücksichtigung von Teilarbeit bzw. 50 Prozent Homeoffice der Mitarbeitenden.

Sozialwissenschaftliche Begleitforschung

Zur Erhebung von Daten zur Nutzerperspektive wurden in den Heizmonaten November 2021, Dezember 2022 und Februar 2023 mit Zustimmung des Personalrats in Büros mit iRWM sowie in einer Kontrollgruppe in Büros mit herkömmlichem Thermostatventilen schriftliche Onlinebefragungen durchgeführt. Die Mitarbeitenden der beiden Untersuchungsgruppen erhielten per E-Mail eine Einladung mit einem Link zur Teilnahme an der Befragung.

Aus Gründen des Datenschutzes war nur eine gruppenweise Zuordnung der Teilnehmenden möglich und keine

Tab. 3: Hypothetische Szenarien für die Berechnung des Wärmebedarfs

Szenario	Beschreibung
1	21 °C Setuptemperatur, unsaniert Setuptemperatur konstant
2	21 °C Setuptemperatur, unsaniert Temperaturabsenkung 17 °C nur Wochenenden
3	21 °C Setuptemperatur, unsaniert Temperaturabsenkung 17 °C Wochenenden und nach Feierabend
4	19 °C Setuptemperatur, unsaniert Temperaturabsenkung 17 °C Wochenenden und nach Feierabend
5	21 °C Setuptemperatur, 50 % Anwesenheit (Teilzeit/Fernarbeit), unsaniert Temperaturabsenkung 17 °C Wochenenden und nach Feierabend
6	19 °C Setuptemperatur, 50 % Anwesenheit (Teilzeit/Fernarbeit), unsaniert Temperaturabsenkung 17 °C Wochenenden und nach Feierabend
7	21 °C Setuptemperatur, saniert Temperaturabsenkung 17 °C Wochenenden und nach Feierabend
8	19 °C Setuptemperatur, saniert Temperaturabsenkung 17 °C Wochenenden und nach Feierabend
9	21 °C Setuptemperatur, 50 % Anwesenheit (Teilzeit/Fernarbeit), saniert Temperaturabsenkung 17 °C Wochenenden und nach Feierabend
10	19 °C Setuptemperatur, 50 % Anwesenheit (Teilzeit/Fernarbeit), saniert Temperaturabsenkung 17 °C Wochenenden und nach Feierabend

Tab. 4: Beteiligung der Untersuchungsgruppen zu den drei Befragungszeiträumen

Untersuchungsgruppe	Gesamtverteiler	Erhebung 1 November 2021		Erhebung 2 Dezember 2022		Erhebung 3 Februar 2023	
		n	Rücklauf	n	Rücklauf	n	Rücklauf
iRWM-Gruppe	34	18	53 %	17	50 %	21	62 %
Kontrollgruppe	50	26	52 %	21	42 %	17	34 %

Zuordnung zu einem spezifischen Büro oder zu einem spezifischen Arbeitsgebiet. Für die Onlinebefragung wurde das Softwaretool *LimeSurvey* eingesetzt.

Beschreibung der Stichprobe

Durch die Coronavirus-Pandemie gab es zu den verschiedenen Befragungszeitpunkten auch Mitarbeitende, die teilweise oder ausschließlich im Homeoffice tätig waren. Über eine Filterfrage wurden die Teilnehmenden in die Analysen einbezogen, die den Fragebogen am Arbeitsplatz im Kreishaus ausgefüllt hatten. Dadurch wurden Verzerrungen der Bewertung durch die Homeoffice-Umgebungsbedingungen vermieden. Gerade Wahrnehmungs- und Bewertungsprozesse instationärer Randbedingungen, wie Raumtemperatur, Luftqualität oder Belichtung/ Beleuchtung, sind stark von der unmittelbaren Umgebung abhängig. In die Datenanalysen flossen nur vollständige Datensätze ein.

Insgesamt wurden 84 Personen angeschrieben (siehe Tab. 4), 34 Personen in Büros mit iRWM und 50 Personen in den Kontrollbüros. Die Rücklaufquote in der iRWM-Gruppe variiert im Befragungszeitraum zwischen 50 und 62 Prozent, in der Kontrollgruppe zwischen 52 und 34 Prozent bei der letzten Befragungswelle.

Die Merkmale Bürotyp, Altersgruppe und Geschlecht verteilen sich wie folgt auf die Vergleichsgruppen: Von den Teilnehmenden der iRWM-Gruppe arbeiten 75 Pro-

zent in einem Einzelbüro und 21 Prozent in einem Zweierbüro. In der Kontrollgruppe arbeiten 39 Prozent in einem Einzelbüro und 59 Prozent in einem Zweierbüro, eine Person arbeitet in einem Mehrpersonenbüro.

Die Altersgruppe bis 35 Jahre war in der iRWM-Gruppe mit acht Prozent vertreten, in der Kontrollgruppe mit 22 Prozent, die Altersgruppe 36 bis 55 Jahre war in der iRWM-Gruppe mit 57 Prozent besetzt und in der Kontrollgruppe mit 51 Prozent. In der Altersgruppe über 55 Jahre war die iRWM-Gruppe mit 35 Prozent vertreten, in der Kontrollgruppe mit 27 Prozent. In der iRWM-Gruppe sind 64 Prozent weiblich, 34 Prozent männlich, eine Person gab divers an. In der Kontrollgruppe befanden sich 76 Prozent weibliche Personen und 24 Prozent männliche Personen.

Es zeigten sich bezüglich der Merkmale keine signifikanten Unterschiede der Untersuchungsgruppen.

Befragungsinstrument

Grundlage für die Befragungen ist das *Instrument für Nutzerbefragungen zur Behaglichkeit am Arbeitsplatz – INKA*, das in den *Leitfaden Nachhaltiges Bauen für Büro- und Verwaltungsgebäude* im Kontext des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen BNB eingeflossen ist [5]. Der Fragebogen wurde in Abstimmung mit dem Klimaschutzteam der Kreisverwaltung und dem Personalrat durch Fragen zu Besonderheiten der Sanierung und des Monitoringkonzepts im Kreishaus moderat

Tab. 5: Übersicht der Fragen, erfassten Informationen und der Antwortkategorien

Fragen und erfasste Informationen	Antwortoptionen
Wie zufrieden sind Sie mit der Raumtemperatur in Ihrem Büro in dieser Jahreszeit?	sehr zufrieden, zufrieden, weder/ noch, unzufrieden, sehr unzufrieden
Wie zufrieden sind Sie mit den Möglichkeiten, die Temperatur in Ihrem Büro in dieser Jahreszeit zu regulieren?	sehr zufrieden, zufrieden, weder/ noch, unzufrieden, sehr unzufrieden
Welchen Bereich der Raumtemperatur bevorzugen Sie bei der Arbeit im Büro?	unter 21 °C, 21 °C bis 22 °C, über 22 °C, weiß nicht
Zu Ihren Erfahrungen mit dem intelligenten Raumwärmemanagement: Inwieweit stimmen Sie folgenden Aussagen zu? <ul style="list-style-type: none"> ▶ Die Handhabung des Bediengerätes gelingt ohne Probleme. ▶ Die Einweisung in die Handhabung fand ich insgesamt ausreichend. ▶ Die Kurzanleitung von [...] zur Einstellung des Komfortbetriebs und des Sparbetriebs ist verständlich beschrieben. ▶ Die Kurzanleitung von [...] zur Einstellung des Urlaubsmodus ist verständlich beschrieben. ▶ Die manuelle Bedienung des Heizkörperventils über das Bediengerät ist einfach (z. B. bei Fensterlüftung). ▶ Wenn ich morgens ins Büro komme, ist die Raumtemperatur bereits angenehm. ▶ Ich kann mir gut vorstellen, dass das Bediengerät zur Energieeffizienz des Gebäudes beiträgt. ▶ Alles in allem bin ich mit dem Raumwärmemanagement sehr zufrieden. 	stimme voll und ganz zu, stimme zu, weder/ noch, stimme nicht zu, stimme ganz und gar nicht zu
In welchem Bürotyp arbeiten Sie überwiegend im Kreishaus?	Einzelbüro, Zwei-Personen-Büro, Mehr-Personen-Büro
In welchem Ausmaß fühlen Sie sich durch die Sanierungsmaßnahmen gestört?	kaum, wenig, eher stark, sehr stark
Altersgruppe	bis 35 Jahre, 36 bis 55 Jahre, älter als 55 Jahre
Geschlecht	weiblich, männlich, divers

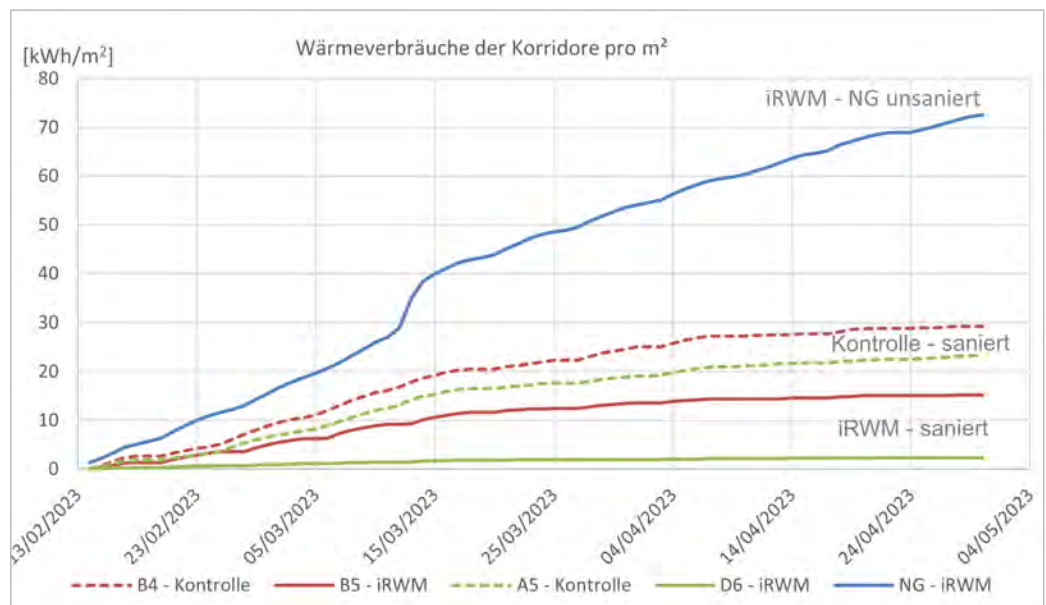


Abb. 3: Vergleich Heizwärmeverbrauch in den untersuchten Korridoren

angepasst. Tab. 5 listet die Fragen, erfassten Informationen und Antwortkategorien der hier vorgestellten Studie auf.

Ergebnisse der in-situ Messungen

Die Messung des Wärmeverbrauchs der untersuchten Korridore zeigt eine erhebliche Reduktion in den Korridoren mit iRWM im Vergleich zu den Kontrollkorridoren. Vergleicht man die Korridore B4 und B5, so sinkt der spezifische Wärmeverbrauch im iRWM-Flur im Zeitraum vom 13. Februar bis 4. Mai 2023 um 48,1 Prozent. Vergleicht man die Korridore A4 und D6, liegt der Verbrauch mit iRWM (in D6) um 90,2 Prozent niedriger.

Die Regelung der Heizkörper durch das iRWM-System kann anhand der Monitoringdaten der Referenzbüros genauer untersucht werden. Die Abbildungen 6 bis 8 zeigen Verbräuche, Präsenz sowie Raum- und Vor- bzw. Rücklauftemperaturen über den achttägigen Zeitraum vom 10. bis 18. Dezember 2022 mit einer mittleren Außentemperatur von -4,49°C dar.

Erwartungsgemäß ist der Energieverbrauch des Büros im nicht sanierten Nebengebäude mit 56 kWh am höchsten, obwohl es deutlich kleiner ist als die anderen. Das Büro mit dem niedrigsten Energieverbrauch ist das Doppelbüro in Korridor D6 mit 12 kWh. Der höhere Verbrauch des flächenmäßig kleineren Büros im Korridor B5 (16 kWh) lässt sich durch mehrere Einflüsse, wie höhere interne Gewinne aufgrund der zwei Arbeitsplätze, höhere Sonneneinstrahlung während der Nutzungszeit und unterschiedliches Fenster- und Türöffnungsverhalten, erklären.

Bei der Analyse der ersten beiden gemessenen Tage in den Abbildungen 4 und 5 (Wochenende) ist ein langsamer Temperaturabfall in den Büros in D6 und B5 mit einem etwas schnelleren Wärmeverlust in B5 zu erkennen. Da die Raumtemperatur während des gesamten Wochenendes über der festgelegten Absenkttemperatur bleibt, ist bis Montag keine weitere Heizleistung der Heizungsanlage erforderlich. Im Nebengebäude fällt die Temperatur jedoch schnell ab, sodass die Absenkttemperatur bereits nach wenigen Stunden unterschritten wird. Dadurch wird die Heizung aktiviert,

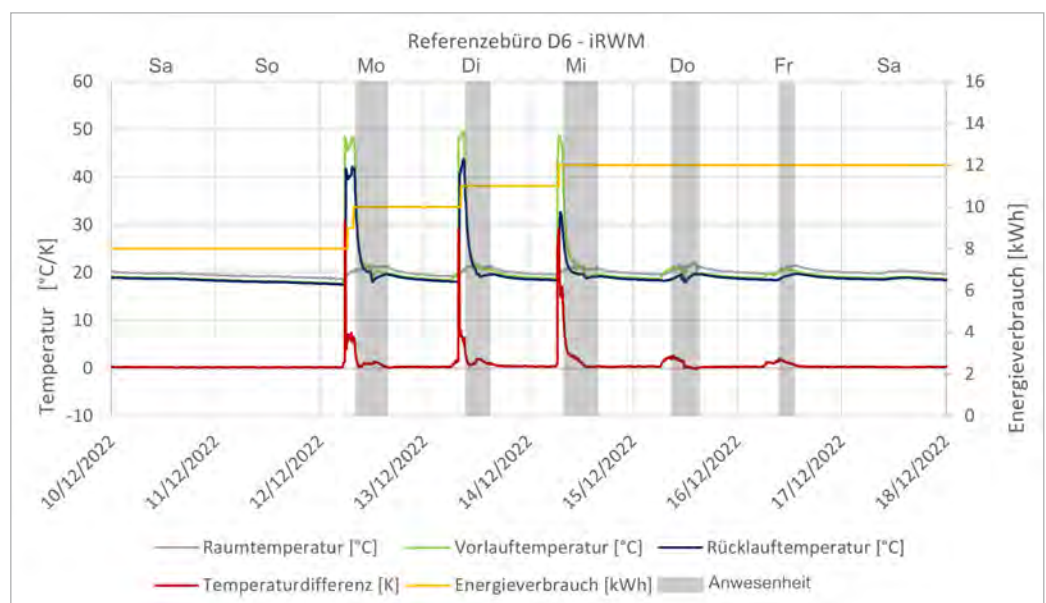


Abb. 4: iRWM-Referenzbüro D6, 10. bis 18. Dezember 2022, Raumklima und Heizkörperverhalten

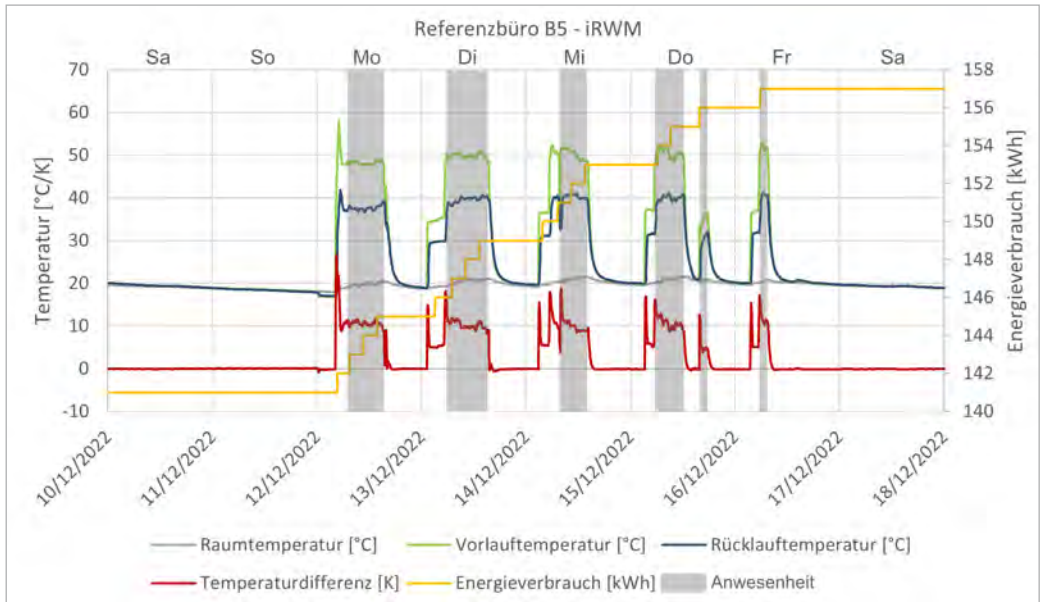


Abb. 5: iRWM-Referenzbüro B5, 10. bis 18. Dezember 2022, Raumklima und Heizkörperverhalten

um den Wärmeverlust auszugleichen. In allen drei Abbildungen ist deutlich die Vorheizphase am Montag, den 12. zu erkennen, wobei die Dauer der Aufheizzeit bis zum Erreichen der Komforttemperatur von den spezifischen Randbedingungen der einzelnen Büroräume abhängt.

Im Referenzbüro D6 gibt es während der Vorheizphase am Donnerstag und am Freitag eine Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauftemperatur von nur bis 3 K anstatt von ca. 30 K Temperaturspreizung, die an den Vortagen erreicht wurde. Als Erklärung hierfür kann angenommen werden, dass sowohl am Donnerstag als auch am Freitag die Außentemperatur tagsüber über 0 °C lag und zudem eine höhere Sonneneinstrahlung vorhanden war, wovon das Referenzbüro in D6 durch seine Ausrichtung im Vergleich zu den anderen beiden Büros profitiert (Abb. 7).

Die gesammelten Daten zeigen auch, dass das iRWM-System erkennt, wenn Mitarbeitende abwesend sind und entsprechend reagiert. Dies lässt sich beispielsweise am Mittwoch im Büro B5 erkennen. Zunächst gibt es eine Aufheiz-

phase am frühen Morgen und die Komforttemperatur wird um 7:00 Uhr erreicht; da aber nicht, wie ursprünglich erwartet, eine Anwesenheit registriert wird, schaltet die Heizung zurück in den Abwesenheitsmodus, bis um 9:00 Uhr die Präsenzmelder Aktivität im Referenzbüro registrieren. Daraufhin wird die Heizung wieder in Betrieb genommen, um die Komforttemperatur zu erreichen.

Eine ähnliche Situation tritt im Referenzbüro im Nebengebäude auf. In dieses Büro ist von Montag bis Donnerstag Präsenz erwartet und somit findet ein Vorheizen statt. Über den hier betrachteten Zeitraum wird das Büro jedoch kaum genutzt. Am Dienstag, Mittwoch und Donnerstag geht die Heizung in den Absenkbetrieb, da zu Beginn der Büroarbeitszeit keine Anwesenheit festgestellt wird. Am Dienstag wird um 11:30 Uhr Präsenz gemeldet und die Heizung entsprechend auf die Komforttemperatur geregelt. Am Donnerstag wurde eine kurze Anwesenheit am späten Nachmittag registriert (vermutlich während des Reinigungsdiensts); aufgrund der kurzen Anwesenheitsdauer wurde der Heizkörper nicht in Betrieb genommen.

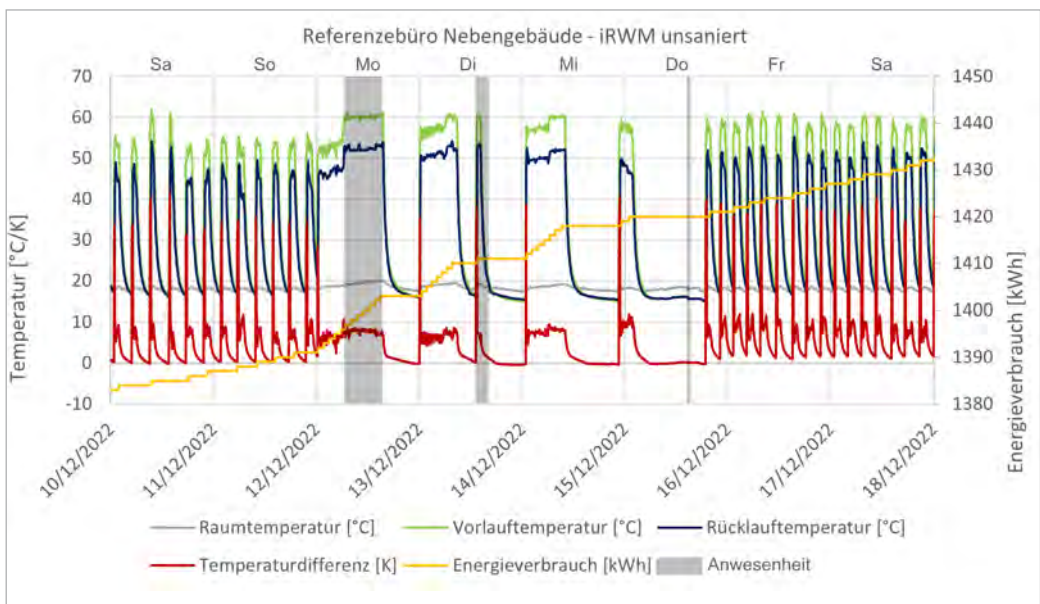


Abb. 6: iRWM Referenzbüro Nebengebäude, 10. bis 18. Dezember 2022, Raumklima und Heizkörperverhalten

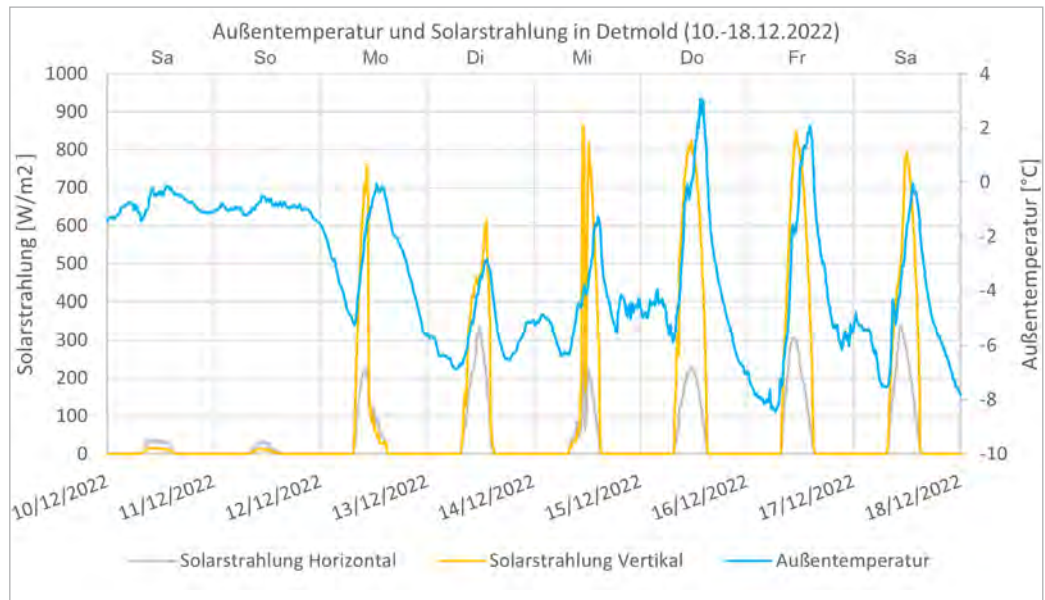


Abb. 7: Außentemperatur und Solarstrahlung, Detmold 10. bis 18. Dezember 2022, gemessen am Felix-Fechenbach-Berufskolleg

Vergleicht man die Oberflächentemperaturen zweier Heizkörper in den beiden baugleichen Büros in den Fluren B4 und B5 während einer Woche (Abb. 8), so ist die Betriebsoptimierung durch die Implementierung des iRWM-Systems deutlich sichtbar. Obwohl in der Kontrollgruppe im Büro B4 der zentrale Absenkbetrieb am Wochenende (3./4. Februar) und am Abend sichtbar ist, bleibt die Heizung fast durchgehend in Betrieb mit einem schwankenden Muster. Im iRWM-Büro hingegen sind die Heizphasen klar ablesbar; ein unnötiger Energieverbrauch während der Absenckphasen wird unterbunden, denn die Raumtemperatur sinkt angesichts des hohen baulichen Wärmeschutzstandards nicht unter die Absencktemperatur.

Ergebnisse der Bedarfsberechnungen

Eigenen Berechnungen zufolge kann durch Einführung einer Absencktemperatur von 17°C, statt 21°C an den Wochenenden und nach Feierabend, der Wärmebedarf um 44 bis 48 Prozent reduziert werden (Abb. 9). In Kombination mit

der Fassadensanierung sinkt der Heizwärmebedarf danach sogar um 86 Prozent in der Büros B5 und D6 und 76 Prozent im Büro im Nebengebäude. Die Absenkung der Raumtemperatur um zwei Kelvin ergibt ein Energieeinsparpotenzial in unsanierten Zustand zwischen 13 und 16 Prozent (Vergleich Szenario 5 und 6), währenddessen in sanierten Zustand die berechnete Einsparung bei 17 bis 19 Prozent liegt (Vergleich Szenario 9 und 10). Die Reduzierung der Anwesenheitstage pro Jahr auf die Hälfte (eine Hypothese, die die Zunahme der Fernarbeit seit der Coronavirus-Pandemie nachbildet) ergibt ein Energieeinsparpotenzial von 10 bis 14 Prozent im unsanierten Zustand und bis 35 Prozent im sanierten Zustand. Die Einführung des iRWM bewirkt im Nebengebäude gemäß den Berechnungen eine Einsparung von 60 Prozent (Vergleich Szenario 1 mit Szenario 6).

Die gesammelten Daten aus dem Monitoring zeigen demnach eine noch optimistischere Perspektive, da der Rückgang des Energieverbrauchs durch iRWM im Durchschnitt sogar deutlicher war als der der berechneten Wärmebedarfsszenarien.

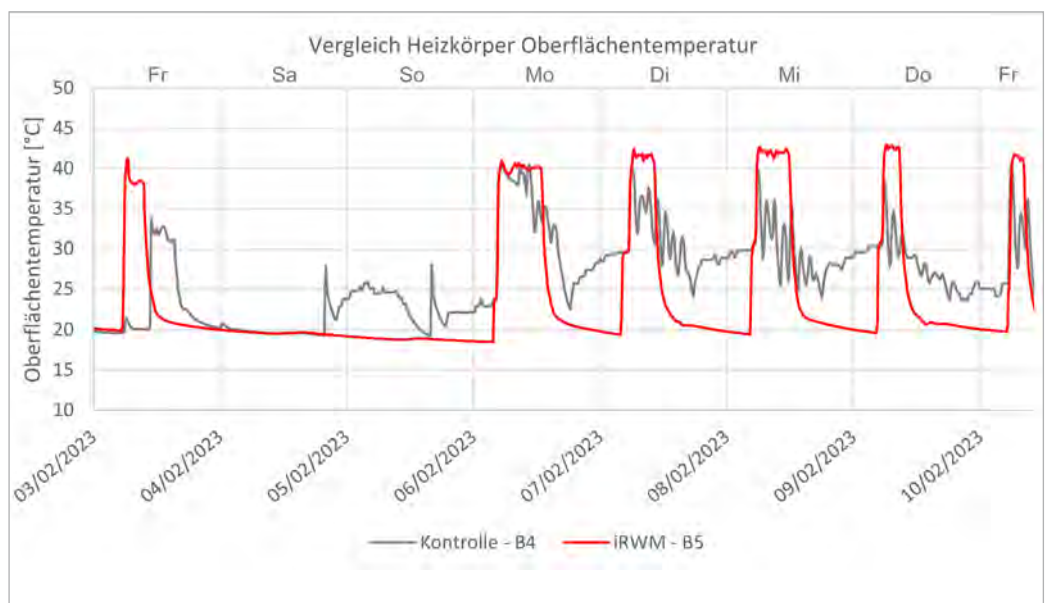


Abb. 8: Vergleich Oberflächentemperatur der Heizkörper, Kontrollgruppe und iRWM-Gruppe

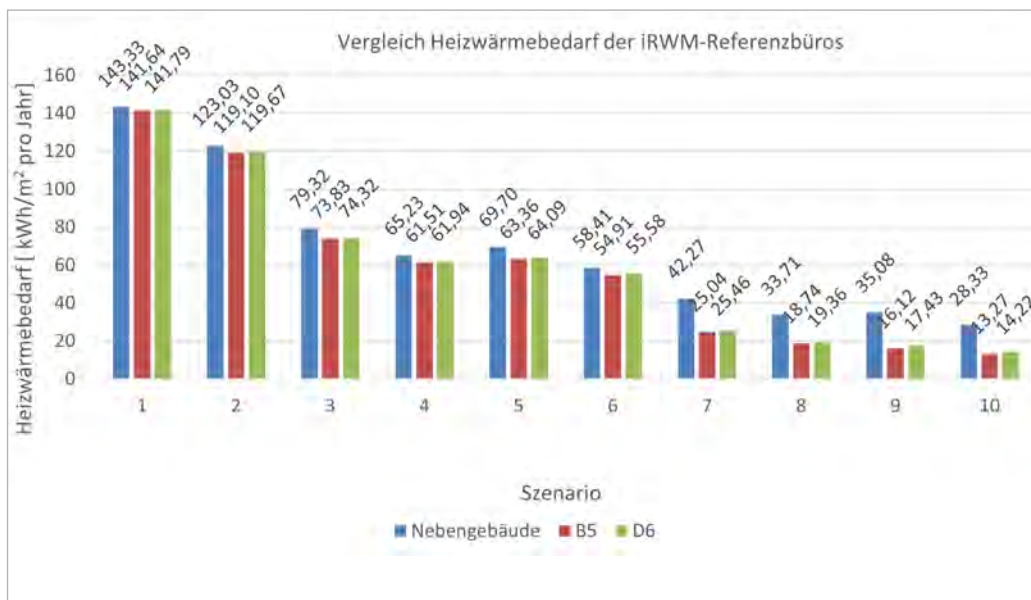


Abb. 9: Heizwärmebedarf pro m² und Jahr nach DIN V 18599, iRWM Referenzbüros

Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung

Zufriedenheit mit der Raumtemperatur und dem Einfluss auf die Raumtemperatur

Die Analysen zeigen, dass sich die Zufriedenheit der Mitarbeitenden mit der Raumtemperatur im Verlauf der Befragungszeitpunkte unterschiedlich darstellt (Abb. 10).

Alle Bewertungen liegen im positiven Bereich, wobei die Kontrollgruppe bei der ersten Befragung im Mittelwert ein zufrieden erreicht. Bei der zweiten Erhebungswelle zeigt sich eine sehr knapp positive Bewertung (0,1); bei der dritten Befragung wird ein zufrieden nicht ganz erreicht (0,8). Die Bewertung der Kontrollgruppe weicht zum Zeitpunkt der zweiten Erhebung (Einführung der 19 °C-Regel im Kreishaus) signifikant von den anderen Erhebungswellen ab; dieser Unterschied fällt für den Vergleich des Mittelwertes zwischen Erhebungswelle 1 (Nov. 21) und 2 (Dez. 23) statistisch signifikant aus¹.

In der iRWM-Gruppe zeigten sich im Vergleich zur Kontrollgruppe mit Ausnahme der zweiten Erhebungswelle geringere Zufriedenheitswerte. Insgesamt lässt sich bei der iRWM-Gruppe ein eher konstanter Verlauf erkennen, mit

¹ Test auf statistische Signifikanz: $p < .01$

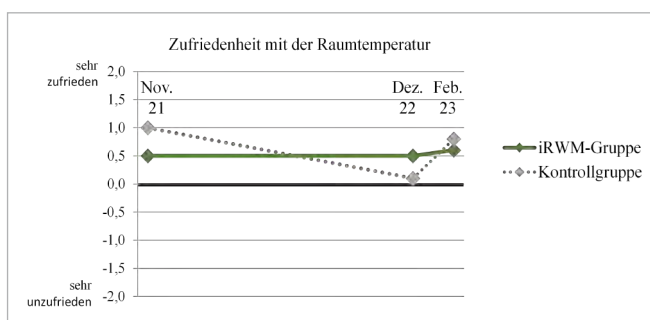


Abb. 10: Zufriedenheitswerte der beiden Vergleichsgruppen mit der Raumtemperatur im zeitlichen Verlauf auf einer Fünf-Punkte-Skala (Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit der Raumtemperatur im Büro in dieser Jahreszeit?)

einer im Mittel etwas höheren Bewertung bei der letzten Erhebungswelle im Februar 2023 (Steigerung von 0,5 auf 0,6). Signifikante Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen zeigten sich nicht.

Wie in der Einleitung beschrieben, können verschiedene Faktoren Einfluss auf die Zufriedenheit mit der Raumtemperatur haben. Daher wurde in einem nächsten Schritt analysiert, in wieweit sich als relevant geltende Faktoren sich in dieser Studie als bedeutsam erweisen. Die in die Analyse einbezogenen Faktoren *Zufriedenheit mit dem Einfluss auf die Raumtemperatur, Luftqualität, Bürotyp, Störungsempfinden durch die Sanierungsmaßnahme, Geschlecht und Altersgruppe* zusammengenommen, weisen in der ersten (November 21) sowie in der dritten Erhebungswelle (Februar 23) einen hohen Zusammenhang mit der *Zufriedenheit mit der Raumtemperatur* auf². Von diesem Faktorenbündel erwies sich wiederum in der ersten und dritten Erhebungswelle der Faktor *Zufriedenheit mit dem Einfluss auf die Raumtemperatur* als statistisch bedeutsam³.

Bei Betrachtung der Werte für die Zufriedenheit mit dem Einfluss auf die Raumtemperatur (Abb. 11) scheidet die Kontrollgruppe insgesamt besser ab, mit einer leichten

² Korrelation: $r = .82$ (Nov. 21) / $r = .87$ (Dez. 23); Regressionsanalysen: *korr. R2 .68* (Nov 21) / (*korr. R2 .69* (Feb 23)

³ Test auf statistische Signifikanz: $p < .01$

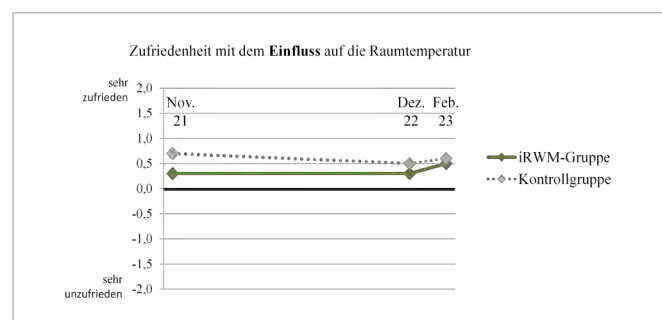


Abb. 11: Zufriedenheitswerte der Nutzenden mit dem Einfluss auf die Raumtemperatur im zeitlichen Verlauf auf einer Fünf-Punkte-Skala (Wie zufrieden sind Sie mit dem Einfluss auf die Raumtemperatur in dieser Jahreszeit?)

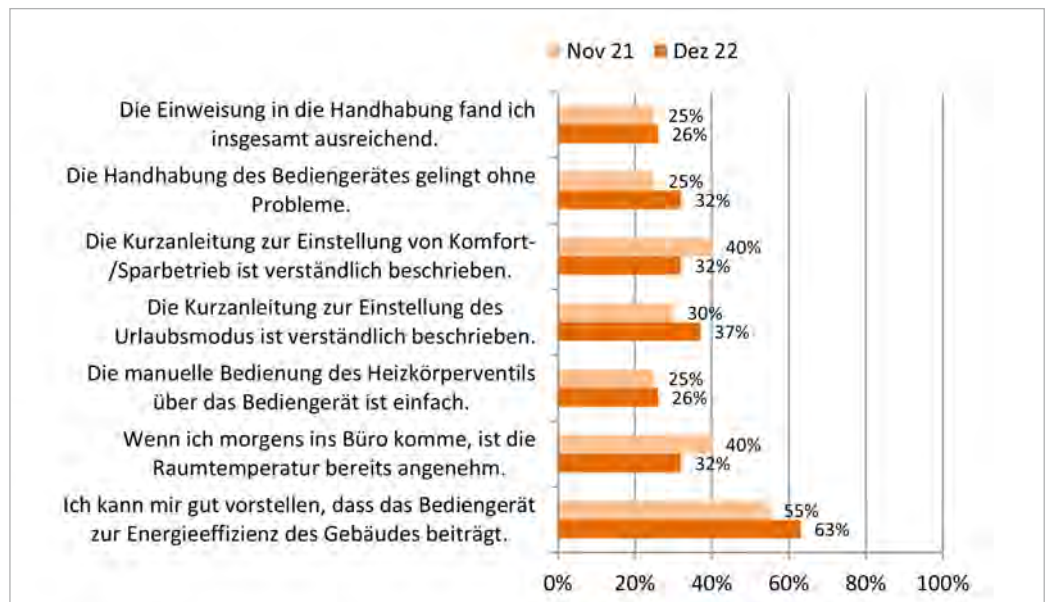


Abb. 12: Zustimmungswerte der ersten und zweiten Befragung zu Aussagen zum iRWM in Prozent (Zusammenfassung der Kategorien stimme eher zu/ stimme voll und ganz zu)

Verringerung der Werte beim zweiten Untersuchungszeitpunkt und leichtem Anstieg in der dritten Erhebung. Die Werte der iRWM-Gruppe liegen auch im positiven Bereich, steigen in der dritten Befragung leicht an. In beiden Gruppen wird ein Mittelwert von 1 (zufrieden) nicht erreicht. Zwischen den Gruppen zeigte sich kein statistisch bedeutender Unterschied.

Rückmeldungen der Mitarbeitenden zum iRWM

Die Erfahrungen der Mitarbeitenden mit dem zum iRWM im Arbeitsalltag wiesen überwiegend auf eher geringe positive Bewertungen bezüglich des Umgangs mit dem Bediengerät hin, die von der ersten Befragung im November 2021 bis zur zweiten Befragung im Dezember 2022 tendenziell leicht zunahm (Tab. 6). So erhöhten sich die Zustimmungswerte für die Einweisung in die Handhabung, die problemlose Handhabung des Bediengeräts, die Bewertung der Kurzanleitung für den Urlaubsmodus und die Einfachheit der Bedienung des Heizkörperventils. Die höchste Zustimmung erhielt zu beiden Befragungszeitpunkten die Annahme der Befragten, dass das iRWM zur Energieeffizienz des Gebäudes beiträgt.

Durch die zeitliche Nähe zwischen der zweiten und dritten Befragung wurde nur eine reduzierte Anzahl an Aussagen zur Bewertung vorgegeben (Abb. 12).

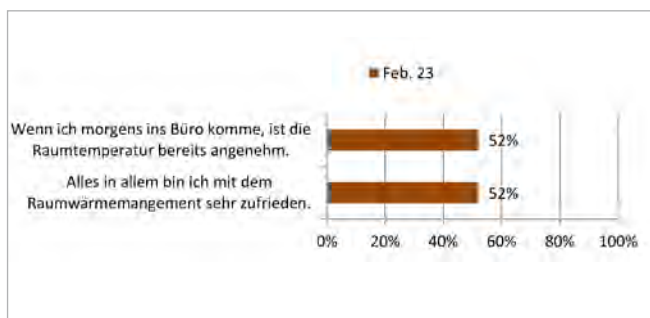


Abb. 12: Zustimmungswerte der dritten Befragung zu Aussagen zum iRWM in Prozent (Zusammenfassung der Kategorien stimme eher zu/ stimme voll und ganz zu)

Die Wärme beim Betreten des Büros am Morgen fanden in der dritten Befragung 52 Prozent der Mitarbeitenden als bereits angenehm, ein deutlich höherer Wert im Vergleich zu den vorherigen Befragungen. Insgesamt zeigten sich ebenfalls 52 Prozent der Befragten mit dem iRWM sehr zufrieden.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie zeigt auf, dass die Festlegung einer Absenktemperatur außerhalb der Arbeitszeit entsprechend dem zu erwartenden Wärmebedarf fast ebenso wichtig ist wie die Sanierung der Fassade. Mit dem iRWM wird der Betrieb der Heizkörper präziser gesteuert als bei der derzeit im Betrieb befindlichen zentral gesteuerten Absenkung im Hauptgebäude des Kreishauses – mit klar definierten Heiz- und Absenkphasen – und an die Echtzeitbelegung angepasst, wodurch ein unnötiger Energieverbrauch in Abwesenheit der Mitarbeitenden vermieden wird. Der Wärmeverbrauch in den iRWM-Korridoren war deutlich niedriger als in den korrespondierenden Kontrollkorridoren, wodurch die Maßnahme bzgl. ihrer technischen Effektivität als Erfolg zu betrachten ist. Es konnte nachgewiesen werden, dass das iRWM nicht nur ein geeignetes System ist, um den gewünschten Absenkbetrieb sicher zu realisieren; es ermöglicht auch nennenswerte Einsparungen im Energieverbrauch. Das Monitoring der untersuchten Korridore bzw. Referenzbüros wird für die Nachvollziehbarkeit der Daten in mehreren Heizperioden bis zum Ende des Projekts weiterhin erfolgen. Dazu werden punktuelle Messungen der Raumtemperatur, relativen Luftfeuchtigkeit und Heizkörper-Oberflächentemperatur für die Untersuchung konkreter Situationen vorgenommen. Ein langfristig optimaler Betrieb der iRWM kann aber ohne die Akzeptanz der Raumtemperatur und eine adäquate Anwendung der Technik seitens der Nutzenden nicht gesichert werden.

Die Zufriedenheit mit dem thermischen Komfort fällt bei den Befragten insgesamt eher niedrig aus. Ergebnisse aus Feldstudien in anderen Bürogebäuden zeigen allerdings vergleichbare Mittelwerte [14], was die Herausforderung für die

Raumkonditionierung bestätigt. Der Rückgang der Zufriedenheit mit der Raumtemperatur in der Kontrollgruppe bei der zweiten Befragung ist vermutlich im Zusammenhang mit der Raumtemperaturvorgabe (19°C-Regel) für öffentliche Gebäude zu sehen. Hier zeigt sich ein großer Kontrast zur Bewertung der thermischen Behaglichkeit bei der Befragung im Winter 2021. Die gleichbleibende Bewertung der iRWM-Gruppe in diesem Zeitverlauf könnte darauf schließen lassen, dass die Installation des iRWM zu einer erhöhten Sensibilisierung für Zusammenhänge von Raumtemperatur und Energieverbrauch geführt hat. Zudem arbeitet in den Büros zu einem großen Teil technisches Personal, das möglicherweise eine höhere Affinität und ein größeres Verständnis für technische Innovationen mitbringt. Abschließend lässt sich dies jedoch nicht belegen, da eine individuelle Zuordnung der Befragten zu bestimmten Merkmalen aus Datenschutzgründen nicht möglich war. In beiden Gruppen erwies sich die Zufriedenheit mit dem Einfluss auf die Raumtemperatur als hochsignifikanter Faktor für die Zufriedenheit mit der Raumtemperatur, was ebenfalls im Einklang mit der Literatur ist und in der Konsequenz die große Bedeutung von Kontrolloptionen, bereits für den Designprozess belegt [15]. Die weiteren Faktoren Luftqualität, Bürotyp, Störungsempfinden durch die Sanierung, Alter oder Geschlecht erweisen sich zusammen mit dem Einfluss auf die Raumtemperatur als relevante Einflussfaktoren auf die Zufriedenheit mit der Raumtemperatur. Mit dem Einfluss auf die Raumtemperatur zeigten sich die Mitarbeitenden in den Kontrollbüros durchweg zufriedener. Dies lässt sich vermutlich darauf zurückführen, dass der Umgang mit dem iRWM-Bediengerät verschiedene Probleme bereitete: Unkenntnis oder Schwierigkeiten bei der Einstellung spezifischer Modi der Temperatureinstellung. Aufgrund von entsprechenden Rückmeldungen der Mitarbeitenden erhielten die Befragten der iRWM-Gruppe schriftliche und mündliche Informationen zum Bediengerät. In der dritten Befragung schlägt sich dies in einem (wenn auch

nur leicht) erhöhten Zufriedenheitswert nieder. Positiv ist zu vermerken, dass sich in der dritten Befragung eine höhere Akzeptanz des iRWM zeigte: Insgesamt waren 52 Prozent der Befragten damit zufrieden. Das Potenzial eines iRWM wird auch darin deutlich, dass ebenfalls 52 Prozent der Mitarbeitenden in dem iRWM einen relevanten Beitrag zur Energieeffizienz des Gebäudes sahen. Gleichwohl war ein nicht unerheblicher Anteil der Befragten aufgrund verschiedener Probleme im Verstehen und in der Handhabung des Bediengeräts noch nicht überzeugt. Hieraus wird ersichtlich, dass neben schriftlichen Informationen auch persönliche Kontakte und individuelle Einweisungen notwendig sind, um eine bestmögliche Anpassung von Nutzerverhalten und Gebäudeperformance zu erreichen. Die Bedienung von Kontrolloptionen sollte intuitiv und möglichst einfach gelingen, was entsprechende Anforderungen an das Design nutzerfreundlicher Geräte stellt. In weiteren Datenanalysen im Rahmen der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung werden energierelevante Einstellungen und Gewohnheiten der Mitarbeitenden, wie das Öffnen von Fenstern und Türen, im Fokus stehen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Implementierung des iRWM auf Basis der objektiven Daten eine empfehlenswerte Maßnahme zur Reduzierung des Energieverbrauchs sowohl in sanierten als auch in unsanierten Gebäuden darstellt.

Literatur

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (Hrsg.): Klimaschutzplan 2050: Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. URL: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/klimaschutzplan2050.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [Abruf: 20.09.2023]
- [2] Pérez-Lombard, Louis; Ortiz, José; Pout, Christine: A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings* 40(2008), Nr. 3, S. 394–398
- [3] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.): Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland. Kurzstudie zu sektorübergreifenden Wirkungen des Handlungsfelds »Errichtung und Nutzung von Hochbauten« auf Klima

ANZEIGE

DBV-Schriften Online-Abo

Ihre Vorteile:

- Intuitive Bedienung
- Bequeme Suche in allen Volltexten
- Eigene Kommentare, Bilder und Sprachnotizen möglich (im Testmodus eingeschränkt)
- Immer aktuell mit automatischer Aktualisierung
- Sonderpreis für DBV-Mitglieder

Kostenlos testen: www.irb.fraunhofer.de/dbv

Anfragen: irb@irb.fraunhofer.de

Infos: www.baufachinformation.de/dbv-abo

Fraunhofer IRB | Datenbanken



DIE AUTORINNEN

M. Eng. María González

María González absolvierte 2011 das Diplom im Bauingenieurwesen an der Universidad Politécnica de Madrid (UPM) und im Jahr 2012 den Bachelor in Architekturtechnologie und Bauwirtschaft an der Copenhagen School of Design & Technology (KEA). Im Jahr 2018 schloss sie den Studiengang Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften mit dem Abschluss Master of Engineering in an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe (TH OWL) ab. Von 2012 bis 2021 war sie zudem als Tragwerksplanerin in mehrere Ingenieurbüros tätig. Seit 2020 ist sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der TH OWL im Fachgebiet Bauphysik und Technischer Ausbau beschäftigt und beteiligt sich an verschiedenen Aufgaben in Lehre und Forschung mit Fokus auf geringinvestive Energieeinsparmaßnahmen.

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe | Detmolder Schule für Gestaltung
Emilienstraße 45 | 32756 Detmold
maria.gonzalez@th-owl.de | www.th-owl.de/gestaltung


Dr. phil. Karin Schakib-Ekbatan

Karin Schakib-Ekbatan studierte Soziale Verhaltenswissenschaften an der FernUniversität Hagen. 2015 promovierte sie an der Otto-von-Guericke-Universität an der Fakultät für Humanwissenschaften. Am Fachgebiet Bauphysik und Technischer Ausbau des Karlsruher Instituts für Technologie KIT war sie von 2007 bis 2019 in nationalen und internationalen Projekten sowie in der Lehre tätig. An der Universität Koblenz war sie von 2015 bis 2023 Lehrbeauftragte im Masterstudiengang Energiemanagement zum Thema Einflussfaktoren auf nachhaltige Energienutzung. Seit 2012 arbeitet sie am Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien IREES als Senior-Wissenschaftlerin im Geschäftsfeld Sozialwissenschaftliche Evaluation. Ihre Forschungsinteressen sind Fragen der Mensch-Umwelt-Interaktion, Technologieakzeptanz, zielgruppengerechte Kommunikation und Partizipation.

Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien IREES GmbH
Durlacher Allee 77 | 76131 Karlsruhe
k.schakib@irees.de | www.irees.de


Prof.'in Dr.-Ing. Susanne Schwickert

Susanne Schwickert studierte Bauingenieurwesen an der TU Braunschweig und promovierte 2001 an der TU Darmstadt zum Thema der energetischen Sanierung des Baubestands. Sie war als Projektleiterin Bauphysik in der Philipp Holzmann Ingenieurgesellschaft für Bautechnik mbH in Neu-Isenburg bei Frankfurt/Main sowie als Beratende Ingenieurin in der Fachgruppe Bau bei der Müller-BBM GmbH in Planegg bei München tätig. Seit 2005 ist sie Professorin an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe und vertritt das Fachgebiet Bauphysik und Technischer Ausbau in der Detmolder Schule für Gestaltung. Sie ist Gründungsmitglied und stellvertretende Sprecherin des Instituts für Energieforschung (iFE) der TH OWL. In zahlreichen Forschungsprojekten befasst sie sich im interdisziplinären Rahmen mit den Themen Energieeinsparung, Behaglichkeit, zirkuläres Bauen, Akustik. Ihr obliegt die Leitung und Durchführung von Weiterbildungen zum / zur Energieberater / in / EnergieEffizienzExperten / in an der TH OWL. Parallel arbeitet sie als Fachplanerin Bauphysik und ist Referentin bei Kammern.

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe | Detmolder Schule für Gestaltung
Emilienstraße 45 | 32756 Detmold
susanne.schwickert@th-owl.de | www.th-owl.de/gestaltung



und Umwelt. URL: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2020/bbsr-online-17-2020-dl.pdf?blob=publicationFile&v=3> [Abruf: 20.09.2023]

- [4] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWK) (Hrsg.): Energy Efficiency Strategy for Buildings: Methods for achieving a virtually climate-neutral building stock. URL: https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/energy-efficiency-strategy-buildings.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [Abruf: 20.09.2023]
- [5] Schakib-Ekbatan, Karin: Bürogebäude auf dem Prüfstand: Zufriedenheit mit Raumklima und Raum: Einbindung der NutzerInnenperspektive in die Nachhaltigkeitsbewertung. Saarbrücken: Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften, 2016. <http://dx.doi.org/10.25673/4331>
- [6] Schweiker, Marcel et al.: Thermische Behaglichkeit. In: Wagner, Andreas et al. (Hrsg.): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden. Empfehlungen für Planung und Betrieb. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2015, S. 49–79
- [7] Schweiker, Marcel et al.: Individuelle Regelmöglichkeiten. In: Wagner, Andreas et al. (Hrsg.): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden. Empfehlungen für Planung und Betrieb. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2015, S. 133–142
- [8] Lützkendorf, Thomas; Schakib-Ekbatan, Karin: Nutzerzufriedenheit im Kontext der Nachhaltigkeitsbewertung. In: Wagner, Andreas et al. (Hrsg.): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden. Empfehlungen für Planung und Betrieb. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2015, S. 172-187
- [9] Schakib-Ekbatan, Karin: Zusammenhänge von Komfortaspekten am Arbeitsplatz und Einflüsse auf die Gesamtbeurteilung eines Gebäudes. In: Wagner, Andreas et al. (Hrsg.): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden. Empfehlungen für Planung und Betrieb. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2015, S. 167–171
- [10] Kreis Lippe (Hrsg.): Allgemeine Projektbeschreibung, Vergabeverfahren, Architektenleistung für die energetische Modernisierung des Kreishauses Detmold und Nebengebäude. Detmold: Kreis Lippe, 2019
- [11] e&u energiebüro GmbH (Hrsg.): Bericht - Energieberatung Nichtwohngebäude entsprechend der Richtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie - Kreishaus Lippe. Bielefeld: e&u energiebüro GmbH, 2020
- [12] Korolija, Ivan; Marjanovic-Halburd, Ljiljana; Zhang, Yi; Hanby, Victor I.: UK office buildings archetypal model as methodological approach in development of regression models for predicting building energy consumption from heating and cooling demands. Energy and Buildings 60 (2013), Nr. 5, S. 152–162
- [13] Kieback&Peter GmbH & Co. KG (Hrsg.): en:key. Installations- und Bedienungsanleitung. Raumsensor. Ventilregler. Berlin: Kieback&Peter GmbH & Co. KG, 2016
- [14] Schakib-Ekbatan, Karin; Wagner, Andreas; Lützkendorf, Thomas: Bewertung von Aspekten der soziokulturellen Nachhaltigkeit im laufenden Gebäudebetrieb auf Basis von Nutzerbefragungen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2012
- [15] Berger, Christiane et al.: The role of user controls with respect to indoor environmental quality: From evidence to standards. Journal of Building Engineering 9(2023), Nr. 76. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2023.107196>

Bauen +

interdisziplinär
kompetent
praxisnah

Jetzt regelmäßig
lesen!



Ihre Vorteile als Abonnent:

- + Keine Ausgabe mehr verpassen
- + Praktisches allroundo® All-in-One-Ladekabel gratis

Hier abonnieren &
Geschenk sichern!

