

# Wie wir (uns) auch 2050 noch komfortabel kühlen

## Aktive Kühlung vs. natürliche und mechanische Lüftung

von Ines Mayer, Melanie Wutzl, Clara Henneberger, Ana Maria Popovici und Tobias Steiner

In einer Welt, in der Klimawandel und steigende Temperaturen, Extremwetterereignisse und Hitzewellen unsere Sommer prägen, liegt die Frage nahe, wie wir auch künftig einen hohen Wohnkomfort in unseren Wohnungen sicherstellen. Dieser Beitrag beleuchtet, warum der Verzicht auf aktive Kühlgeräte, mit denen dies ja ohne Weiteres möglich wäre, zu bevorzugen ist, und zeigt Ansätze auf, wie Wohngebäude auch im Jahr 2050 komfortabel bleiben.

### Nachrüstung aktiver Kühlung

Anhand einer typischen Wohnung in Wien wird untersucht, wie die Nachrüstung mit aktiven Kühlgeräten aussehen könnte. Anlass sind die durch die Bewohnerin festgestellten zunehmenden hohen Temperaturen im Sommer der nach Südosten orientierten Wohnung eines mehrgeschossigen Wohngebäudes. Ein über nahezu die gesamte Wohnung durchgängiges Fensterband sorgt zwar für eine hohe Tageslichtqualität, führt allerdings trotz außenliegender Rollläden zu hohen solaren Einträgen. Als einzig möglicher Aufstellungsort eines Klimageräts kommt die zwar begrünte und zumindest das Küchenfenster verschattende offene Loggia infrage.

### Auslegung der Kühlanlage

Diese grüne Balkon-Oase soll natürlich nicht mit klobiger, lauter Technik verunstaltet werden. Dennoch muss die Anlage so dimensioniert sein, dass auch bei künftigem Klima ein hoher thermischer Komfort im Sommer gewährleistet bleibt. Eine reine Kühllastberechnung reicht dafür nicht aus: Sie zielt allein auf die gewünschte Zieltemperatur ab, ohne den Energieverbrauch zu berücksichtigen – das Ergebnis wäre eine überdimensionierte, energieintensive Anlage. In Zeiten hoher Energiepreise führt das zu erheblichen Kosten und Emissionen. Daher ist ein anderer Planungsansatz nötig – einer, der das kleinste mögliche Gerät vorsieht, aber dennoch hohen Komfort bei minimalem Energieverbrauch sichert.

### Wie wohnst Du? Wie lebst Du?

Dass jeder unterschiedliche Vorlieben bei Tageslicht, Luftqualität und Ruhe hat, ist selbstverständlich – in der Planung wird dies jedoch selten berücksichtigt. Kein Wunder, schließlich sind die künftigen BewohnerInnen beim Neubau meist noch unbekannt. Anders bei Sanierungen oder Nachrüstungen in bewohnten Gebäuden: Hier sollte das NutzerInnenverhalten, besonders in Bezug auf Lüftung und Verschattung, einbezogen werden. Dies lässt sich im Ortstermin erheben, bei dem auch die Gebäudehülle begutachtet wird. Zugleich können Erwartungen an die Kühlung und den gewünschten Komfort besprochen werden – meist mit Blick auf die Vermeidung von Hitze und Diskomfort. Dabei bietet sich Gelegenheit, Erfahrungen

und Strategien gegen sommerliche Überwärmung auszutauschen oder ungünstiges Lüftungsverhalten zu erkennen und zu verbessern.

### Simulationen zum Temperaturverhalten im Sommer

Um nun Aussagen zu dem sich im Sommer einstellenden Temperaturverhalten treffen zu können, wird ein Raummodell der Wohnung unter Berücksichtigung der thermischen Qualität der Außenhülle sowie der vorhandenen Verschattungseinrichtungen erstellt. Das NutzerInnenverhalten hinsichtlich Verschattung und Lüftung wird in einem ersten Schritt entsprechend den Angaben der BewohnerInnen berücksichtigt. Das hier ggf. noch ein großes Optimierungspotenzial liegt, wird später wieder aufgegriffen.

### Referenz und Ausgangslage

Als Ergebnis der Simulation zeigt sich, wie von den BewohnerInnen auch ohne aufwendige thermische Simulation festgestellt, dass es im Sommer tatsächlich heiß ist. Das Berechnungsmodell ist damit sozusagen validiert. Jetzt gilt es die Aufgabenstellung, nämlich die gewünschte Kühlanlage, typischerweise bestehend aus einer Außen- und Inneneinheit, zu dimensionieren und geeignete Aufstellungs- bzw. Montageorte zu finden. Wie funktioniert aber eine Kühlung überhaupt? Während bei einer Heizung Wärme in den Raum eingebracht wird, wird beim Kühlen gezielt Wärme aus dem Raum abgeführt. Es ist also nicht nur die Größe der Anlage, sondern auch die Position der Heiz- und Kühlelemente im Raum bzw. der Wohnung relevant.

### Temperaturverhalten bei aktiver Kühlung

Ausgehend von der Referenzvariante wird nun eine aktive Kühlung in der Simulation berücksichtigt. Anstelle einer normativen Kühllastberechnung, bei der die Anlage so ausgelegt wird, dass eine Zieltemperatur, z. B. 26 °C, zu jeder Zeit eingehalten wird, soll aber ein anderer Ansatz verfolgt werden. Als Beurteilungsgröße wird der thermische Komfort herangezogen. Als Orientierung dazu kann das Ergebnis einer normativen Kühllastberechnung dienen. Allerdings wird die Leistung nun reduziert und anhand der Simulation geprüft, ob trotz kleiner Auslegung noch der gewünschte Komfort erreicht wird.

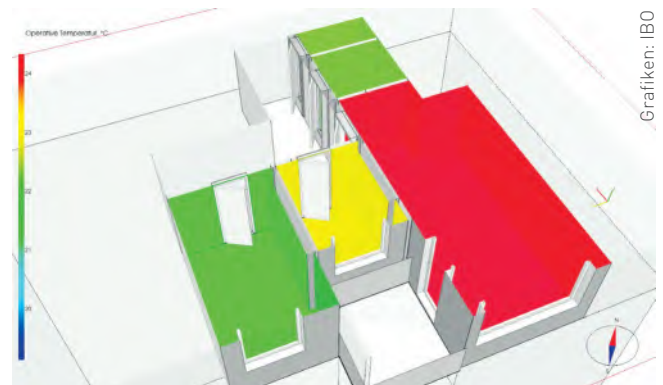
### Zentrale vs. dezentrale Installation von Inneneinheiten

Im nächsten Schritt gilt es zu klären, ob nun eine Kälteverteilung bzw. Wärmeabfuhr ausgehend von einem zentral in der Wohnung gelegenen Raum ausreicht oder ob zwei oder mehr Inneneinheiten, die jeweils in den einzelnen Räumen installiert werden, erforderlich sind. Leider hat die Simulation in diesem Punkt gezeigt, dass mit einer zentral in der Küche, die über offene Türen mit dem Rest der Wohnung verbunden ist, installierten Inneneinheit die Hitze aus dem angrenzenden Wohnzimmer und Schlafzimmer nicht ausreichend abgeführt werden kann. Es sind deshalb Inneneinheiten sowohl im Schlaf- als auch im Wohnraum erforderlich.

### Festlegung der endgültigen Geräteleistung

Für unsere Wohnung reichen zwei Inneneinheiten zu je 2000 Watt, um einen hohen thermischen Komfort im Sommer zu realisieren. Wird auf die tatsächlich am Markt verfügbaren Leistungsgrößen in der Simulation Rücksicht genommen, so ist dies im Falle einer baupraktischen Umsetzung äußerst hilfreich. Die Kühlleistungskurven für Juli und August zeigen zwar, dass die erforderliche Kühlleistung zum Erreichen der vordefinierten Zieltemperatur in manchen Momenten etwas über der verfügbaren Gesamtleistung von 4000 Watt liegen, dennoch wird auf eine größere Auslegung verzichtet, da dies zu einem ineffizienten Betrieb und einer größeren Anlage führen würde.

Die zu erwartende Kühlenergie hängt stark vom Lüftungsverhalten und der Kühldauer bzw. der Kühlzieltemperatur ab. Unter der Annahme eines hygienischen Mindestluftwechsels, sodass eine angenehme Raumluftqualität sichergestellt ist, und einer Zieltemperatur von 26 °C ergibt sich für unser Beispiel ein Kühlenergiebedarf (Strombedarf) von 315 kWh für den Juli und 407 kWh für August.



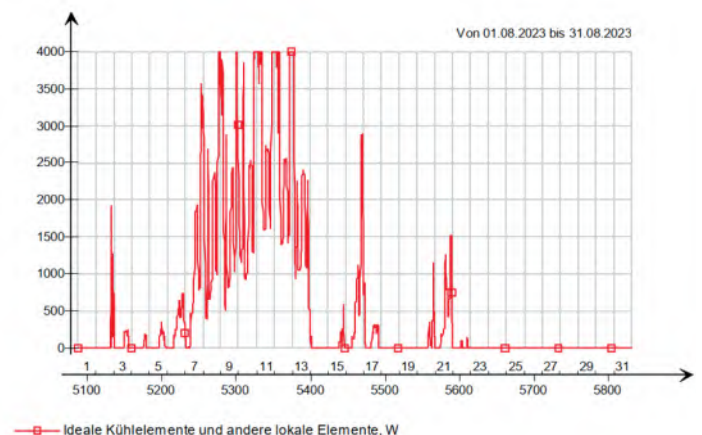
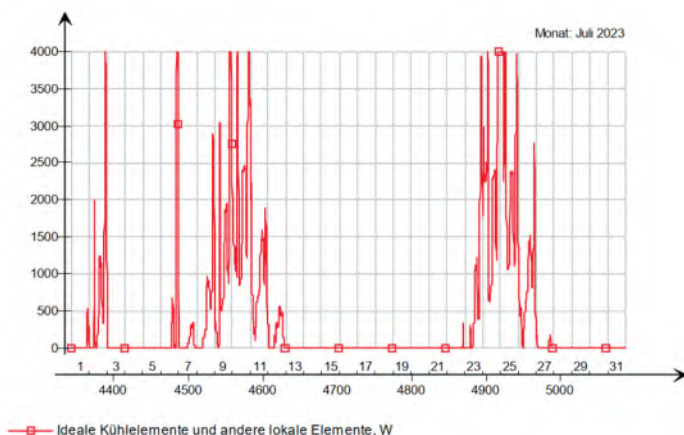
Ergebnisse operative Temperaturen im Sommer, 15. August, 15:00 Uhr, Variante mit aktiver Kühlung.

### Fazit zur aktiven Kühlung

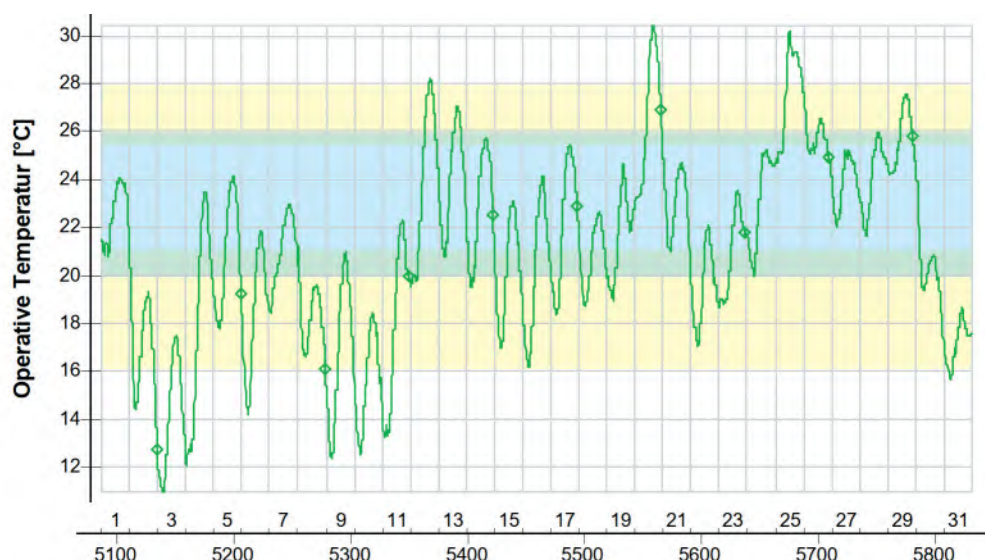
Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass neben dem erwartungsgemäß hohen thermischen Komfort, abhängig von der Zieltemperatur die mit dem Betrieb verbundenen Energiekosten stark variieren und bei schlechtem Design die mit dem Betrieb verbundenen Emissionen deutlich steigen. Hinzu kommen der erforderliche Platzbedarf, die mit dem Betrieb verbundenen Schallemissionen und die aktuell nicht unproblematischen Kältemittel. Nach dem Evaluationsprozess stellt sich dann häufig die Frage, ob diese Investitionen und Unannehmlichkeiten nicht auch vermieden werden könnten.

### Fensterlüftung als Schlüssel?

Es liegt also die Frage auf der Hand, ob mit natürlicher Lüftung, also dem Öffnen der Fenster, nicht auch ausreichend Wärme abgeführt werden kann und damit sommerliche Überhitzung vermieden und ein ausreichender Komfort erreicht werden kann. Ausgehend von unserem Referenzmodell wird nun erneut simuliert, diesmal jedoch mit einer Nachtlüftung über Fenster. Und ja, es funktioniert tatsächlich. Noch!



Verlauf Kühlleistung Juli und August bei Zieltemperatur 26 °C.



Thermischer Komfort operative Temperatur – Schlafzimmer – ohne aktive Kühlung – mit idealisiertem Nachtlüftungsverhalten – August, zu Vergleichszwecken mit Kühlung nicht mit adaptivem Komfortmodell nach EN 15251 dargestellt.

Werden in der Berechnung nun aber nicht die aktuellen Klimadaten herangezogen, sondern das für 2050 prognostizierte Klimaszenario, so zeigt sich, dass es schwierig wird, über Fensterlüftung sommerliche Überhitzung zu vermeiden. Nicht nur die steigenden Maximaltemperaturen sind dabei relevant, sondern auch die Zunahme von Tropennächten, wodurch das Potenzial nächtlicher Abkühlung durch Lüftung deutlich reduziert wird. Die Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Hitzewellen ist im städtischen Bereich bereits drastisch ausgeprägt.

Um Diskomfort im Sommer dennoch ausschließen zu können, wird in der Simulation beispielsweise auf eine temperaturgesteuerte Regelung für die Fensterlüftung zurückgegriffen. So öffnen die Fenster genau dann, wenn es draußen kühler ist als drinnen, und schließen sich dann auch wieder. Dies führt zwar in der Simulation zum gewünschten thermischen Komfort. Dass dies allerdings in der Praxis für die BewohnerInnen kaum zumutbar ist, erscheint selbstverständlich.

Auch wenn durch geeignete Lüftungs- und Verschattungsstrategien der thermische Komfort auch künftig noch optimiert werden kann, so wird ohne automatisierte Fensteröffnung sowie Mess-, Steuerungs- und Regeleinrichtungen mittel- bis langfristig ein optimales Nachtlüftungsverhalten und die damit verbundene erforderliche Kühlung kaum noch realisierbar sein.

### Was tun? Was nun? Ein Fazit

Es zeigt sich also, dass zur Vermeidung von Hitze nicht nur guter Sonnenschutz und dessen vorausschauende Nutzung, sondern auch optimiertes Lüftungsverhalten essenziell sind. Wenn mit den vorhandenen Fensteröffnungen kein ausreichender Luftwechsel realisiert werden kann oder wenn Einbruchschutz und Lärm die Möglichkeiten von Nachtlüftung einschränken, kann eine Lüftungsanlage noch weiterhelfen. Dabei wird im Vergleich zur aktiven Kühlung auch eine entsprechende Raumluftqualität sichergestellt und das optimierte Nachtlüftungsverhalten kann nun automatisiert erfolgen, ohne dass man nachts ständig den Fensterflügel nachjustieren müsste.

Dass hier wesentliche Themen des Passivhauskonzepts berührt werden, hat sich den LeserInnen vermutlich bereits selbst er-

schlossen. Jedenfalls ein zukunftsfähiger klimaresilienter Ansatz. Auch ohne aktive Kühlung kann durch geeignete Maßnahmen und Strategien hoher thermischer Komfort realisiert werden.



#### MELANIE WUTZL

studiert an der Fachhochschule Technikum Wien und arbeitet seit 2024 am IBO mit den Schwerpunkten Sanierungskonzepte, Energiekonzepte, Erneuerbare Energieträgertechnologien, thermische Gebäude- und Anlagensimulation.



#### CLARA HENNEBERGER, BSC

studiert Holztechnologie und Management an der Universität für Bodenkultur Wien mit speziellem Interesse an bauphysikalischer Beurteilung von Holz- und Naturbaustoffen und der Verwendung von Lehmmaterialien. Seit 2021 arbeitet sie am IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH in der Bauphysik in den Bereichen Akustik sowie energieeffizientes Bauen.



#### ANA MARIA POPOVICI, BSC

studierte Architektur und Green Building an der Hochschule Campus Wien mit einer Abschlussarbeit zu Zero-Waste-Architektur. Seit 2025 arbeitet sie am Institut für Bauen und Ökologie vertieft im Bereich der Bauschadensdiagnose, der thermischen Gebäudesimulation und der Energieeffizienz thermischer Sanierungen.



#### DIPL.-ING. DR. TECH. TOBIAS STEINER, MENG

absolvierte das Diplomstudium Architektur und das Doktorat der technischen Wissenschaft an der TU Wien. Seit 2012 ist er als Bauphysiker bei IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH tätig in Forschung und Consulting mit den Schwerpunkten thermische Sanierung, Diagnose und Sanierung von Bauschäden, thermischer

Komfort, thermisch-hygrische Bauteil- und Gebäudesimulation, energieeffizientes, ökologisches Bauen und Sanieren.