

# NACHHALTIGE LÜFTUNGS- UND KÜHLSTRATEGIEN

Dipl.-Ing. Tania Berger und Dipl.-Ing. Peter Holzer, Department für Bauen und Umwelt,  
Donau-Universität Krems

Steigende und zunehmend unkalkulierbare Energiepreise verlangen erhöhte Energieeffizienz in Gebäudeplanung und -betrieb. Auch muss davon ausgegangen werden, dass aufgrund des Klimawandels sommerliche Hitzeperioden an Dauer und Intensität zulegen, während gleichzeitig die Nutzeranforderungen an den thermischen Komfort von Gebäuden stetig steigen. Umfassende technische Fachplanungskompetenz ist also gefragt, um Energieverbrauch, Innenraumbehaglichkeit und Kosten zu optimieren: Damit wird Klima-Engineering zum Thema.

Klima-Engineering ist eine boomende Ingenieursdisziplin an der Schnittstelle zwischen Bauphysik und Haustechnik. Der Klima-Ingenieur optimiert das Innenraumklima, den Energieverbrauch und die Wirtschaftlichkeit von Gebäuden. Er ist von Anfang an beratendes Mitglied des Planungsteams und erarbeitet Entscheidungsgrundlagen zur Abstimmung von Architektur, Konstruktion und Technik. Die zunehmende Komplexität von Gebäuden bewirkt eine steigende Nachfrage nach umfassend kompetenten Konsulenten, nach Spezialisten für integrale Planung.

## HEIBES THEMA SOMMERTAUGLICHKEIT

Heiße Sommer, steigende Nutzeransprüche und design-orientierte Glasarchitektur bilden bei der überwiegenden Zahl heutiger Gewerbeimmobilien eine „heiße“ Grundlage für die Sicherstellung der Sommertauglichkeit, die damit zunehmend zum Qualitätsmerkmal von Büroimmobilien wird und deren Mängel auch schon Gegenstand mancher Gerichtsurteile war.

Abgesehen von explodierenden Betriebskosten für Klimaanlage steht insbesondere die Nutzerzufriedenheit auf dem Spiel. Die ist jedoch gerade in Zeiten des Verdrängungswettbewerbes im Office-Immobilienmarkt eine wichtige Größe. Wer je einen Sommer in einem Südwest-orientierten Raum ohne Jalousie verbracht hat, weiß nur zu gut, dass konzentriertes Arbeiten bei Temperaturen über der 27°C-Marke unmöglich wird.

Die Möglichkeiten, steigenden Temperaturen in Büros und Wohnungen Einhalt zu gebieten, sind vielfältig und reichen von der grundlegenden Gebäudekonzeption und strategischem Management der Betriebskosten über das Haustechnikkonzept bis hin zu Verschattungseinrichtungen, Betonkernaktivierung und Komfortlüftung.

Doch innovative und ökologische Konzepte können nur unter Berücksichtigung komplexer Wechselwirkung zwischen Baukörper, Umgebung und Gebäudetechnik entwickelt und optimiert werden. Natürliche Lüftung, die Aktivierung thermischer Speichermaßen und die Nutzung natürlicher Kältequellen sind dabei von Bedeutung. Zwei Beispiele aus der Forschungspraxis des Departments für Bauen und Umwelt belegen das eindrucksvoll.

## **BEISPIEL: LAUBENGANG**

Als Erschließungselement und Ort der Kommunikation hat der Laubengang lange Tradition – in den Stadterweiterungsgebieten großer Ballungsräume erlebt er nun ein bemerkenswertes Comeback. Doch welche klimatische Qualität erreicht er? Kann er einen Beitrag zur thermischen Performance eines Gebäudes leisten? Antworten auf diese und ähnliche Fragen sucht man in Krems derzeit mittels thermischer Simulationen. Das Beispiel Laubengang zeigt eindrucksvoll, dass eine frühzeitige, gemeinsame Konzeption des Gebäudes durch speziell befähigte Architekten und Haustechnikplaner bzw. Bauphysiker das übliche „Nachrüsten“ mit aufwändiger Technik erspart.

Mit seinem begrenzten Volumen stellt der Laubengang einen klimatisch hoch sensiblen Pufferraum dar, weil diese kleinen Räume extrem schnell auf Sonneneinstrahlung auch bei relativ niedrigen Außentemperaturen reagieren. Eine Fehleinschätzung der bauphysikalischen und innenraumphysiologischen Situation kann ambitionierte Ansätze zunichte machen. Unter diesem Gesichtspunkt muss eine Vorentscheidung für den Grad der Öffnung des Laubenganges zum Außenraum und der Art des Luftaustausches getroffen werden.

### **Der hochverglaste Laubengang: Immer eine heiße Sache**

Die Untersuchungen<sup>2</sup> bestätigen die thermische Sensibilität des hochverglasteten Laubengangs (die Analysen wurden mit Hilfe der thermischen Gebäudesimulation unter Verwendung des Softwarepaket TAS 8.40 durchgeführt). Ohne seine funktionalen und gestalterischen Potenziale schmälern zu wollen, ist darauf hinzuweisen, dass der hochverglaste Laubengang ausgeprägt zu sommerlicher Überhitzung neigt. Das gilt für alle Orientierungen der Verglasung, sogar, wenn auch abgeschwächt, für die Nordorientierung.

Selbst die beste aller in den bisherigen Simulationen untersuchten Varianten erreicht bei hochsommerlichen Außenbedingungen noch immer Raumtemperaturen bis zu 41°C. Etwa 260 Stunden im Jahr ist mit Raumtemperaturen über 30°C zu rechnen. Das ist für einen Aufenthaltsraum klar jenseits jeder normgerechten Sommertauglichkeit. Ob es im Erschließungsgang toleriert werden kann, ist zu diskutieren.

Was generell für Bauweisen mit großen Glasflächen gilt, trifft ganz besonders auf den Laubengang zu: Wohlbedachte und wirkungsvolle Maßnahmen zur Sicherung der sommerlichen Behaglichkeit sind absolut unverzichtbar. Andernfalls sind Raumtemperaturen von 50°C und mehr oder ein Kühlleistungsbedarf von mehreren hundert Watt pro Quadratmeter Nutzfläche die logische Folge.

Hochverglaste Laubengänge können zu faszinierenden Räumen gestaltet werden, sie können die Erschließungsfunktion kostengünstig erfüllen und sogar zu einem funktionierenden Sozialgefüge im Gebäude beitragen. Mit Berücksichtigung der folgenden Hinweise können sie auch thermisch und energietechnisch sinnvolle Bauelemente sein:

---

<sup>2</sup> Zum Thema Laubengänge entstehen derzeit zwei Dissertationen am Department für Bauen und Umwelt der Donau-Universität Krems.

### **Lüftungsöffnungen in zwei Ebenen**

Mit vergleichsweise kleinen Lüftungsquerschnitten lässt sich eine hochwirksame Lüftung sicherstellen, wenn die thermische Höhe des Laubengangs genutzt wird und die Lüftungsöffnungen konsequent an den oberen und den unteren Rand der Laubengangverglasung gelegt und über die gesamte Länge des Laubengangs erstreckt werden. In dieser Anordnung reichen oft freie Querschnitte mit einer Höhe von je 20 cm aus.

Bewährt haben sich schmale, horizontale Lüftungsspalten zwischen Fußbodenoberkante und unterem Glasrand sowie zwischen Deckenunterkante und oberem Glasrand. Werden diese auch im Winterhalbjahr offen gehalten, so sind Witterungseinflüsse wie Schlagregen und Flugschnee in der Gestaltung und der Materialauswahl zu berücksichtigen.

### **Hier rechnen sich billige Gläser**

So paradox es klingt: Hier rechnen sich billige Gläser! Verbundsicherheits-Verglasung ist im Laubengang hinsichtlich Sommertauglichkeit (fast) jeder Wärmeschutzverglasung überlegen. Grund dafür ist die starke Erwärmung einer sonnenbeschienenen Wärmeschutzverglasung, die über den Strahlungsaustausch mit dem schmalen Raum die empfundenen Temperaturen kräftig in die Höhe treibt.

Zwar lässt die Wärmeschutzverglasung weniger Energie in den Raum, der oben beschriebene Effekt macht diesen Vorteil aber mehr als zunichte. Ein temporärer Sonnenschutz scheidet fast immer aus Kostengründen aus, ebenso Sonnenschutzverglasung, auf die außerdem meist wieder der Nachteil der starken Scheibenerwärmung zutrifft.

### **Der Wärmeschutz im Laubengang ist „Innen“**

Die thermische Grenze soll im Laubengang konsequent durch die Trennwand gegen die Wohnungen gebildet werden. Diese Wand ist demnach hinsichtlich des Wärmeschutzes ohne Kompromisse wie eine Außenwand zu gestalten. Diese Empfehlung korreliert mit der Empfehlung zu Verbundsicherheits-Verglasung und sie ermöglicht auch kostengünstige Lösungen mit permanent geöffneten Lüftungsquerschnitten vom Laubengang gegen außen.

Bei der Gestaltung des Laubengangs als kalter Windfang kann die zweite, gläserne Hülle eine Reduktion des Wärmeverlustes durch die Trennwand von immerhin 32 Prozent bewirken. Wollte man diese Einsparung ohne Laubengang mittels zusätzlicher Wärmedämmung erreichen, so kämen zu den angenommenen 12 cm Wärmedämmung noch gut 5 cm dazu.

### **Das Ergebnis: (Mehr als) die Summe der Teile**

Bei Berücksichtigung der obigen Empfehlungen bekommt der Laubengang den Charakter eines permanent durchlüfteten, gläsernen Windfangs. Winterliche Temperaturen nahe der

Außentemperatur müssen zwar in Kauf genommen werden. Auf der Haben-Seite stehen aber zahlreiche Vorteile:

- Bestmögliche Sommertauglichkeit
- Sicherung einer hohen Luftqualität
- Zierliche und kostengünstige Fassadenkonstruktion
- Keine Kosten für Lüftungsklappen oder Fensterflügel
- Kein Aufwand für Steuerung, Regelung und Wartung solcher Systeme
- Witterungsschutz und Reduktion des Wärmeverlustes der Trennwand zu den Wohnungen um mehr als 30 Prozent.

### **BEISPIEL: URBANE WÄRMEINSEL UND GEBÄUDEAERODYNAMIK**

Ein anderes, lange Zeit aus der Mode gekommenes Thema tritt im Lichte der Klima-Planung an der Donau-Universität Krems wieder in den Vordergrund: Wärmeinseln, die sich in großen urbanen Ballungsräumen bekanntermaßen ausbilden, beeinflussen das Mikroklima rund um Gebäude in Hinblick auf Windgeschwindigkeiten und -richtungen sowie auf Luft- und Strahlungstemperaturen. Damit unterscheidet sich das Mikroklima in Straßenschluchten oft signifikant von den klimatischen Verhältnissen der Umgebung – und das hat auch Einfluss auf Gebäude, die hier stehen.

Denn gerade Gewerbe- und Büroflächen werden überwiegend in urbanen Gebieten errichtet. Gleichzeitig wird die Erfüllung auch höchster Ansprüche an thermischen Komfort in diesem Immobiliensegment zusehends zum Wettbewerbsvorteil. Immer neue Wärmequellen am Arbeitsplatz durch den Einsatz moderner Kommunikationstechnologie treiben den Kühlbedarf in diesem Sektor kontinuierlich in die Höhe.

Büroflächen benötigen damit intelligente Kühlstrategien wie etwa Betonkernaktivierung und Nachtlüftung, um thermischen Komfort auf nachhaltige Weise sicherstellen zu können. Diese intelligenten Kühlstrategien wiederum basieren zu einem hohen Grad auf der Nutzung nächtlicher Umgebungskühle. Sie wird genutzt um Überschusswärme abzuführen, die während des heißen Tages von den massiven Bauteilen des Gebäudes abgepuffert wurde. Und die tatsächliche Verfügbarkeit dieser Umgebungskühle wird – wie oben dargestellt – weitgehend vom lokalen Mikroklima beeinflusst.

Es gilt also abzuschätzen, in welchen Größenordnungen sich die Beeinflussungen von Nachlüftungsstrategien durch urbane Wärmeinseln tatsächlich bewegen. Und vor allen: Wie muss in der Gebäudeplanung auf den Einfluss von urbanen Wärmeinseln auf Nachtlüftungsstrategien reagiert werden?

Ziel der Untersuchungen ist es hier ebenso wie in der Frage der Laubengangkonzeption Planern differenzierte Handlungsempfehlungen anzubieten, auf die diese in den unterschiedlichen Phasen der Planung zurückgreifen können. Integrales Klima-Engineering erfordert umfassendes Wissen um das thermische Verhalten von Gebäuden, die Wirkung von Verglasungen, Sonnenschutzsystemen

und Lüftungsstrategien: Eine Kompetenz, über die nur Fachleuten verfügen. Denn: Der nächste heiße Sommer kommt bestimmt – der Bedarf an Know-How zum effizienten Sichern von sommerlicher Behaglichkeit steigt. Experten sind in diesem Bereich gefragter denn je!

## AUSZUG AUS DEN SIMULATIONSERGEBNISSEN LAUBENGANG

Der Laubengang als unbeheizter Pufferraum innerhalb der thermischen Gebäudehülle

### V1a

Verglasung: 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung

Lüftung: nur Fugenlüftung

Trennwand: 15 cm Stahlbeton mit laubengangseitig 4 cm Wärmedämmung

Fazit: Eine Ausführung in dieser Art ist in jeder anderen als der Nordorientierung wegen der extremen Überhitzung im Sommer völlig undenkbar. Bei allen Orientierungen außer der Nordorientierung werden Raumtemperaturen von 60°C erreicht. Im Winter ist der Laubengang jedenfalls frostfrei.

	day 228		day 321		day 004	
	sonnig und heiß		trüb und kühl		sonnig und kalt	
	min	max	min	max	min	max
V1a südorientiert	47	61	10	11	12	25
V1a westorientiert	47	60	10	11	5	11
V1a nordorientiert	31	34	10	11	4	6
V1a ostorientiert	47	60	10	11	5	9

Tabelle 1: Minima und Maxima der Raumtemperaturen bei V1a

Der Laubengang als verglaster Windfang außerhalb der thermischen Gebäudehülle

### V2c

Verglasung: Verbundsicherheitsglas

Lüftung: Fugenlüftung, mit zusätzlich permanenten Lüftungsspalten<sup>3</sup>

Trennwand: 15cm Stahlbeton mit laubengangseitig 12 cm Wärmedämmung

Fazit: Die Spaltlüftung ist aerodynamisch enorm wirksam. Sie bewirkt – abhängig von den Temperaturdifferenzen zwischen Laubengang und Außen – einen stündlichen Luftwechsel in der Größenordnung von 30 bis 40  $\frac{1}{h}$ . Im Vergleich zur ansonsten identischen Variante mit Fensterlüftung (V2a) werden so die Spitzen der Raumtemperatur um bis zu weitere 4K gesenkt. Die winterlichen Raumtemperaturen im Laubengang sinken aber in den Nächten durch die permanente Außenanbindung weit unter die Frostgrenze bis praktisch auf Außenluftniveau ab.

<sup>3</sup> Abgebildet wird die durchaus empfehlenswerte Ausführung von horizontal erstreckten Spalten von je 20cm Höhe sowohl deckennah als auch fußbodenbündig.

	day 228		day 321		day 004	
	sonnig und heiß		trüb und kühl		sonnig und kalt	
	min	max	min	max	min	max
V2c südorientiert	24	37	2	2	-9	1
V2c westorientiert	23	37	1	2	-11	-3
V2c nordorientiert	21	31	1	2	-11	-5
V2c osterorientiert	23	34	1	2	-11	-4

Tabelle 2: Minima und Maxima der Raumtemperaturen bei V2c

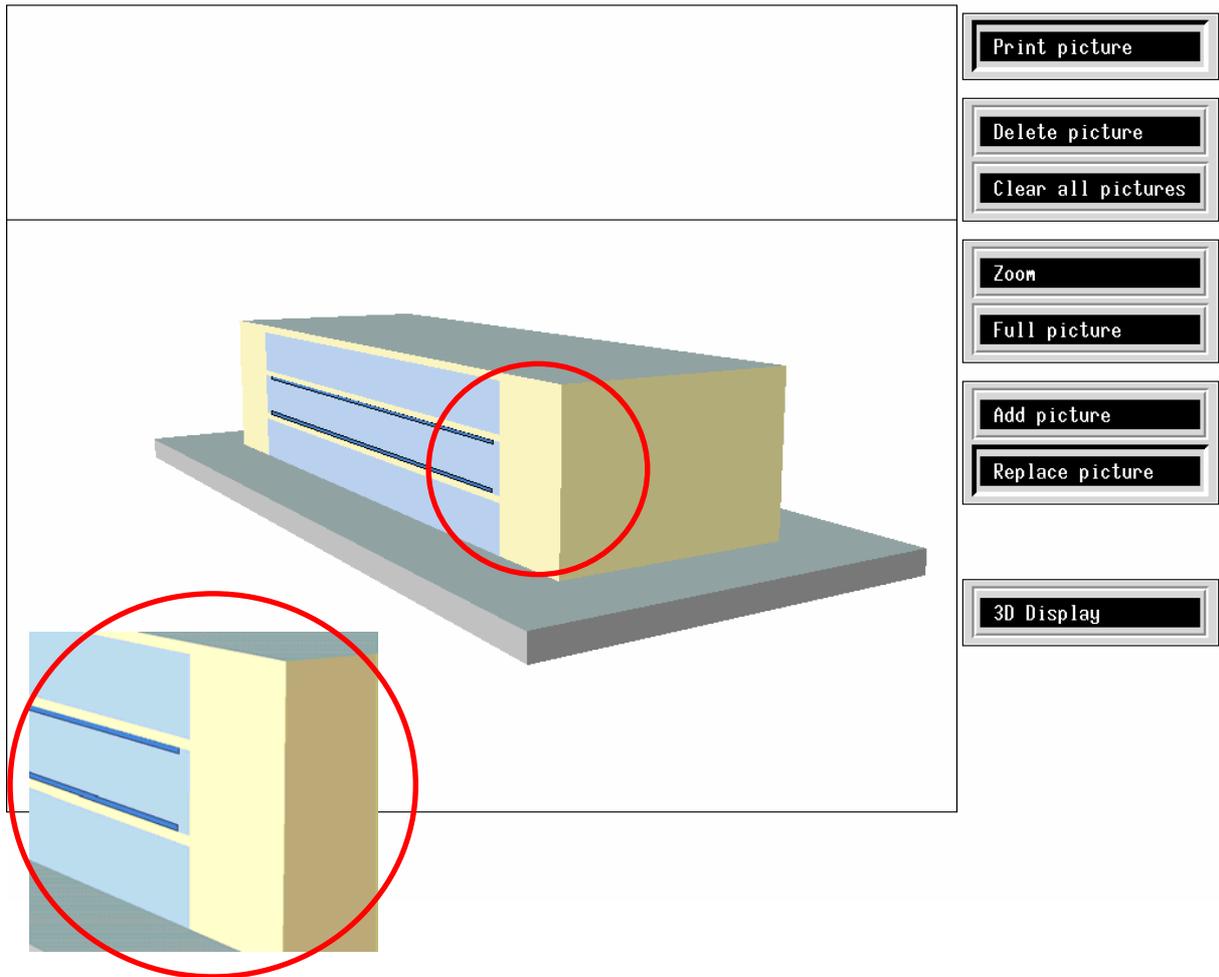


Abbildung 1: Perspektive des bauphysikalischen Modells (mit Lüftungsspalten) wie V2c

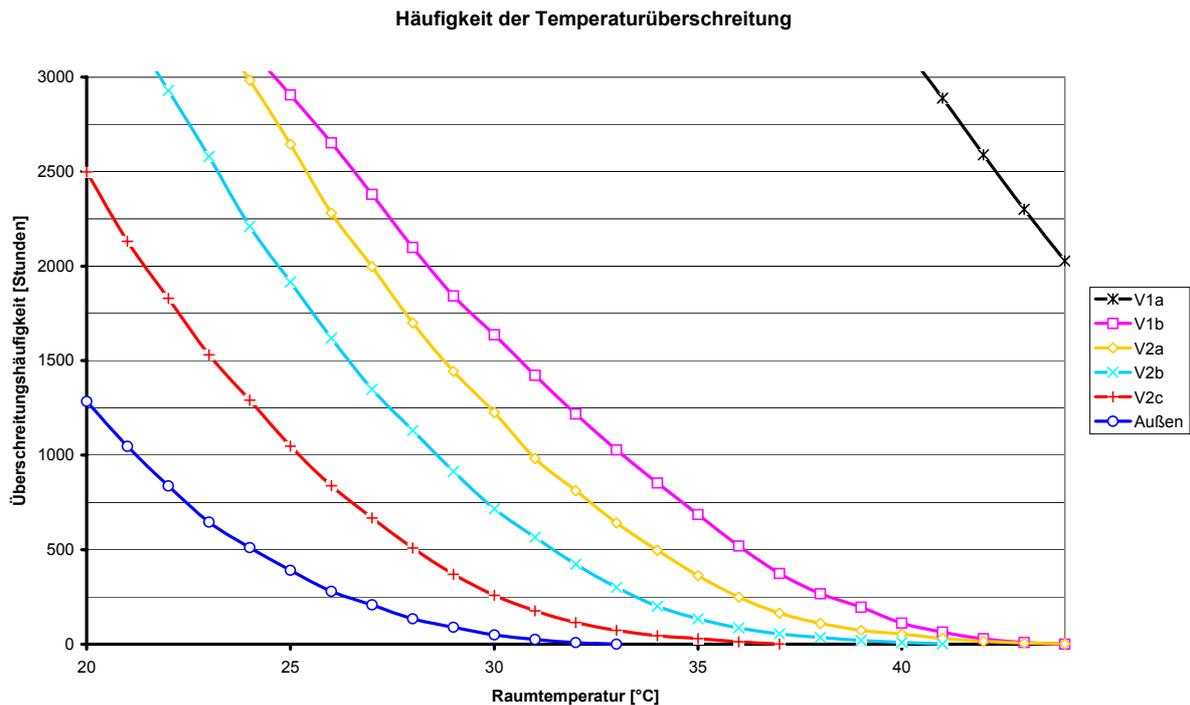


Abbildung2: Überschreitungshäufigkeiten der Raumtemperaturen im Laubengang

- V1 Der Laubengang als unbeheizter Pufferraum innerhalb der thermischen Gebäudehülle
  - V1a Verglasung: 2-Scheiben - Wärmeschutzverglasung, Lüftung: nur Fugenlüftung;
  - V1b Verglasung: 2-Scheiben - Wärmeschutzverglasung, Lüftung: Fugenlüftung mit zusätzlicher Fensterlüftung;
  
- V2 Der Laubengang als verglaster Windfang außerhalb der thermischen Gebäudehülle
  - V2a Verglasung: Verbundsicherheitsglas, Lüftung: Fugenlüftung;
  - V2b Verglasung: Verbundsicherheitsglas, Lüftung: Fugenlüftung mit zusätzlicher Fensterlüftung;
  - V2c Verglasung: Verbundsicherheitsglas, Lüftung: Fugenlüftung, mit zusätzlichen, permanenten Lüftungsspalten;