

Natürliche Lüftung mit grossem Potenzial

Ein Pilotprojekt der Aicher, De Martin, Zweng AG zeigt auf, dass die natürliche Tages- und Nachtlüftung in vielen Klimaregionen der Schweiz ein grosses Einsatzpotenzial hat. Die natürliche Lüftung erfordert ein ausgeprägtes Systemdenken am Gebäude. Text **Beat Frei und David Burkhardt**

Von Bauherren und Betreibern wird das Konzept der natürlichen Lüftung auch in der Schweiz vermehrt bei Planern nachgefragt. Aktuelle Leuchtturmprojekte wie der neue Swisscom Businesspark in Ittigen BE werden natürlich belüftet (Planer: Ernst Basler + Partner, Zürich). Die Benutzer von Wohn- und Bürobauten bewerten den thermischen Komfort bei natürlicher Lüftung signifikant höher als bei mechanischer Lüftung. Eng verknüpft mit der natürlichen Lüftung ist das Konzept des adaptiven thermischen Komforts (siehe Focus). Hoher thermischer Komfort ist eine Grundvoraussetzung für die Nutzerzufriedenheit in Wohnbauten respektive die Produktivität in Bürobauten. Bisher wurden nach dem Wissensstand der Autoren infolge fehlender Erfahrungen wenige Bauten mit natürlicher Lüftung unter gleichzeitiger Berücksichtigung des adaptiven thermischen Komforts geplant und ausgeführt. Es fehlen Planungsgrundlagen, welche die Konzepte der natürlichen Lüftung und des adaptiven thermischen Komforts miteinander verknüpfen.

Pilotprojekt untersucht Einsatzpotenzial

Im Pilotprojekt wurden die Einsatzmöglichkeiten von natürlicher Tages- und

Nachtlüftung unter Berücksichtigung der gesamten Wärmeeinträge, minimaler Luftwechselraten, Heiz- und Kühltollwerte sowie Feuchtegrenzwerte für einige ausgewählte Klimaregionen der Schweiz untersucht. Das National Institute of Standards and Technology (NIST) hat das Climate Suitability Tool [1] entwickelt, welches die Machbarkeit der natürlichen Lüftung unter Einhaltung der Komfortgrenzen nach ASHRAE Standard 55 prüft. Im Jahresverlauf kann im Stundenschnitt für Meteostationen ausgewiesen werden, ob die natürliche Lüftung im Tages- und Nachtbetrieb unter Einhaltung fester oder adaptiver Komfortgrenzen eingesetzt werden kann. Das steady-state Berechnungsmodell idealisiert ein Gebäude als Kontrollvolumen mit einer gleichförmigen Temperaturverteilung. Die Gleichgewichtstemperaturen für Heizen und Kühlen werden mit der gesamten internen Last (Wärmeeinträge z.B. durch Personen, Geräte, Beleuchtung und Sonne) und der Aussenlufttemperatur berechnet [2].

Mit den Merkblättern SIA 2024 und SIA 2028 wurden Meteostationen und Randbedingungen festgelegt. Folgende Stationen wurden untersucht:

- Basel-Binningen

- Bern-Liebelfeld
- Disentis
- Genève-Cointrin
- Lugano
- Luzern
- Samedan
- Sion
- Zürich-SMA

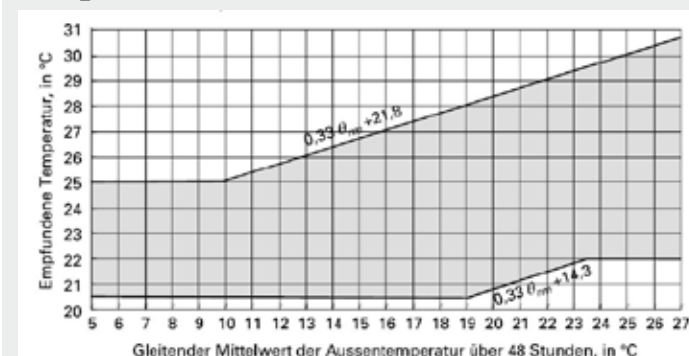
Für jede Meteostation wurden mit Meteonorm 7.1 zwei Jahresdatensätze ausgewertet:

- Design Reference Year
Merkblatt SIA 2028
- Test Reference Year
IPCC Klimamodell A1B

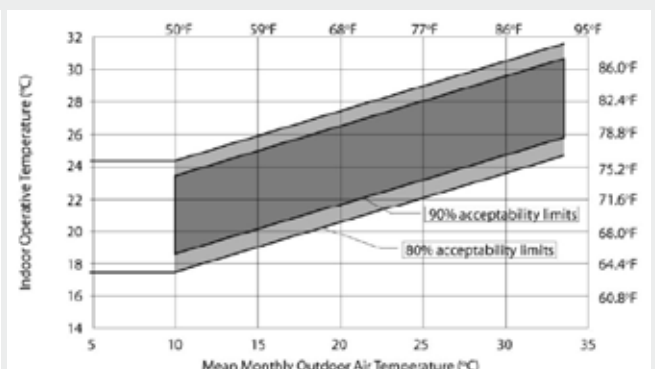
Folgende Randbedingungen wurden für die Berechnungen mit dem Climate Suitability Tool festgelegt:

- Gesamte Wärmeeinträge:
10 / 20 / 40 / 60 W/m²
- Minimale Luftwechselrate: 3 (m³/h)/m²
- Limitierende
Taupunkttemperatur: 17 °C
- Raumhöhe: 3 m
- Obere Raumlufttemperatur: 26.5 °C
- Untere Raumlufttemperatur: 20.5 °C
- Beginn Nachtlüftung: 18:00 Uhr
- Ende Nachtlüftung: 7:00 Uhr

Adaptive thermische Komfortmodelle nach SIA 180 und ASHRAE 55



Zulässiger Bereich der empfundenen (operativen) Temperatur.



Zulässiger Bereich der operativen (empfundenen) Temperatur.

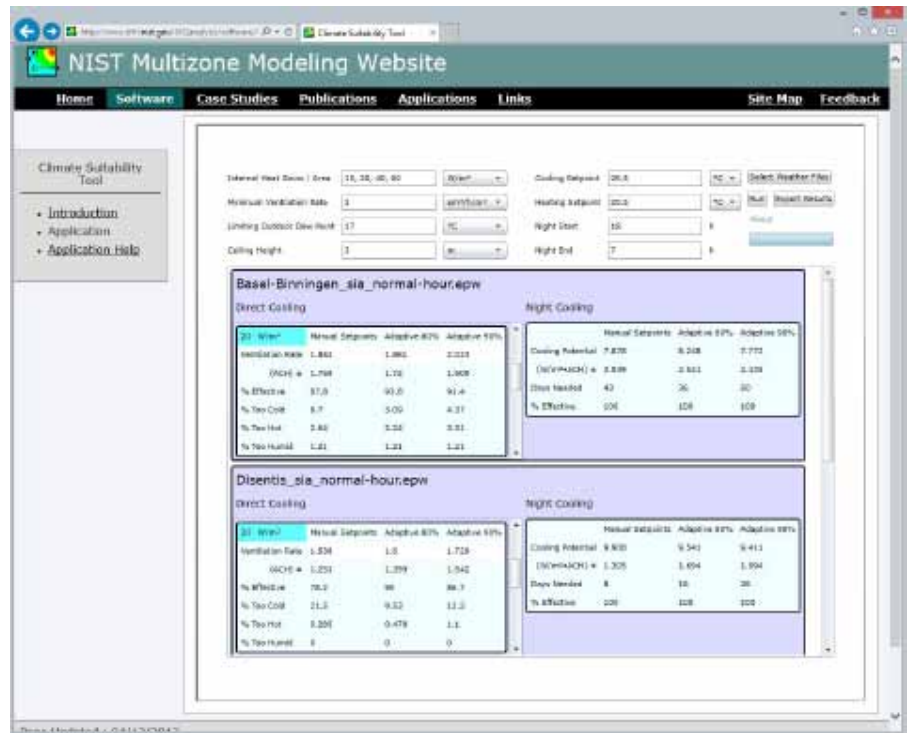
Paradigmenwechsel in der neuen SIA 180

Was lange währt, wird endlich gut: Neu beinhaltet die Norm SIA 180 adaptiven (angepassten) thermischen Komfort. Schon lange ist bekannt, dass das Standardmodell von Fanger bei natürlicher Lüftung ungenügende Aussagen zum vorausgesagten mittleren Votum (PMV) und zum Prozentsatz Unzufriedener (PPD) liefert.

Adaptiver thermischer Komfort bedingt, dass die Benutzer bei natürlicher Lüftung die Fenster selber öffnen und ihre Bekleidung anpassen können. Feldstudien belegen, dass zufriedenerer Benutzer höhere Raumtemperaturen bei gleichem Komfort akzeptieren. Adaptiver thermischer Komfort wurde seit 1997 in den USA erforscht und basiert auf einer grossen Anzahl von Feldstudien. Die Erkenntnisse sind seit 2004 in den ASHRAE Standard 55 eingeflossen.

Die europäische Norm SN EN 15251 verwendet seit 2007 ein schweizweit anwendbares adaptives thermisches Komfortmodell, das aber bisher wenig angewendet wurde.

Bei der Revision der Norm SIA 180 wurde während der Vernehmlassung 2012 ein schweizweit anwendbares adaptives thermisches Komfortmodell vorgeschlagen, das die raschen Schweizer Wetterwechsel berücksichtigt. Die Normen SIA 180, SN EN 15251 und ASHRAE 55 unterscheiden sich im Wesentlichen nur in der Definition der massgebenden Aussenlufttemperatur. Neuere Studien bestätigen, dass bei der Bewertung des thermischen Komforts die Aussenlufttemperatur eine untergeordnete Rolle spielt. Wichtiger ist die Art der Raumkühlung und der Belüftung.



Die Ein- und Ausgabedaten im Climate Suitability Tool [1].

► Für feste und adaptive Komfortgrenzen werden die Prozentsätze von Jahresstunden angegeben, an denen es zu kalt, zu heiss, zu feucht oder ideal für natürliche Lüftung ist. Die erforderlichen Luftwechselraten werden für die natürliche Lüftung und die Nachtkühlung ausgegeben. Das Kühlpotenzial, die notwendigen Tage für die Nachtkühlung und ihre Effektivität werden ebenfalls aufgeführt.

Projektergebnisse zeigen Potenzial auf
Die Resultate des Pilotprojekts zeigen, dass in der Schweiz ein bedeutendes Einsatzpotenzial für natürliche Lüftung vorhanden ist. Bereits mittlere Wärmeeinträge von 20 W/m² und minimale Luftwechselraten von 3 (m³/h)/m² führen bei festen und adaptiven Komfortgrenzen dazu, dass natürliche Lüftung im Schweizerischen Mit-

telland im Jahresverlauf dauerhaft eingesetzt werden kann. Die Nachtkühlung kann während 75 bis 100 Prozent der erforderlichen Nächte über natürliche Lüftung erfolgen. Bei gesamten Wärmeeinträgen von 20 bis 40 W/m² sind moderate Luftwechselraten von 2 bis 4 pro h zur Einhaltung der adaptiven Komfortgrenzen bei 10 Prozent Unzufriedenen erforderlich.

Gemäss den Swiss Climate Change Szenarios CH2011 [3] wird sich das Klima ändern. Um die zukünftigen Randbedingungen für die natürliche Lüftung zu untersuchen, wurden mit Meteonorm die Wetterdaten des IPCC Klimamodells A1B für das Jahr 2050 berechnet und ausgewertet. Hierbei zeigt sich, dass die tendenziell höheren Aussenlufttemperaturen die Nutzbarkeit der natürlichen Lüftung erhöht. Das Potenzial für Nachtkühlung

nimmt ab. In Stadtlagen beeinflussen Wärmeinseln die Nachtkühlung.

Die Stationen Basel-Binningen und Lugano weisen ab einem gesamten Wärmeeintrag von 20 W/m² eine grosse Jahresstundenzahl aus, an denen die natürliche Lüftung mit 10 Prozent Unzufriedenen realisiert werden kann. Die Zahl erforderlicher Nächte für Nachtkühlung steigt unter Berücksichtigung des IPCC Klimaszenarios um 60 Prozent resp. 47 Prozent, währenddessen die effektive Nutzbarkeit absolut um 19 Prozent respektive 8 Prozent abnimmt.

Lüftung erfordert Systemdenken

Die Berechnungsmethode erlaubt eine gute Potenzialabschätzung für natürliche Lüftung und Nachtkühlung in frühen Planungsphasen. Verlässliche lokale Wetterdaten sind für die Dimensionierung natürlicher Lüftungen und Nachtkühlung wichtig. Die natürliche Lüftung hängt stark mit der Lage und der Ausrichtung des Gebäudes zusammen. Die Dimensionierung der erforderlichen Fenster-Öffnungsflächen in der Gebäudehülle und deren Betätigung in Abhängigkeit verschiedener Randbedingungen stellen eine Herausforderung für die Architektur und die Gebäudetechnik dar. Zahlreiche realisierte Gebäude zeigen, dass diese Herausforderungen im In- und Ausland angenommen und gemeistert werden. Limitierende Faktoren für die natürliche Lüftung können die Lärmbelastung und die Qualität der Aussenluft darstellen. Diese Faktoren sind gemäss SIA 382/1:2014 zu ermitteln und die Einsatzmöglichkeit der natürlichen Lüftung ist entsprechend nachzuweisen.

Am 18. Status-Seminar «Forschen für den Bau im Kontext von Energie und Umwelt» vom 4./5. September 2014 werden an der ETH Zürich die Resultate des Pilotprojekts zusammen mit 65 anderen Projekten vorgestellt.

Literatur

- [1] Climate Suitability Tool, Version 1.0, National Institute of Standards and Technology, USA.
- [2] Emmerich S.J. et al, Impact of adaptive thermal comfort on climatic suitability of natural ventilation in office buildings, Energy and Buildings 43 (2011), 2101-2107, Elsevier Verlag, Amsterdam.
- [3] CH2011 (2011), Swiss Climate Change Scenarios, C2SM, MeteoSwiss, NCCR and OoCC, ETH Zürich.

Kontakt

Beat Frei,
Aicher, De Martin, Zweng AG,
Energie- und Gebäudetechnik-Ingenieure
Würzenbachstrasse 56, 6006 Luzern,
beat.frei@adz.ch