

# Messungen in bewohnten Wintergärten: Ergebnisse einer Messkampagne über Klima, Benützung und Behaglichkeit

Autor(en): **Eggenberger, Andreas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **104 (1986)**

Heft 33-34

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76212>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Messungen in bewohnten Wintergärten

## Ergebnisse einer Messkampagne über Klima, Benützung und Behaglichkeit

Von Andreas Eggenberger, Burgdorf

Im Winter 1983/84 wurde an vier bewohnten Wintergärten eine Messkampagne durchgeführt. Das Klima in und um die Wintergärten sowie das Benützerverhalten wurden messtechnisch erfasst. Die Ergebnisse geben Aufschluss über die Wohnbarkeit von Wintergärten und den Einfluss der Bewohner auf die Funktion des Wintergartens als Energiesystem und Wohnraumerweiterung. Der Messbericht liegt vor. Dritte können ihn anfordern. Dieser Aufsatz berichtet über einzelne Ergebnisse aus dem Messbericht.

### Messprojekt

Das Messprojekt ist im Forschungsprogramm der IEA Task VIII, Subtask A, eingebettet. Über das Gesamtprojekt berichtet vorangehend in diesem Heft S. Robert Hastings. Es wurde in einem Zeitraum von über 6 Monaten, von Oktober 1983 bis April 1984, durchgeführt. Am Projekt waren drei Ingenieurbüros für Bauphysik beteiligt (Eggenberger Bauphysik AG, Burgdorf; Walther Bauphysik AG, Biel; Amrein + Martinelli + Menti AG, Luzern). Die Projektleitung lag beim Verfasser.

### Zielsetzung

Wintergärten sind ein beliebtes Bauelement geworden. Die Gründe dafür sind vielfältig. Dabei werden zur rationalen Argumentation die Aspekte der Wohnraumerweiterung und Energiegewinnung beigezogen. Über die Grösse des Nutzens und dessen Beeinflussung durch die Bewohner gehen die Meinungen auseinander.

Die durchgeführte Messkampagne sollte Aufschluss geben, welches Klima sich in bewohnten Wintergärten einstellt, wie der Bewohner dieses Klima beeinflusst und wie gut und wie häufig Wintergärten bewohnbar sind.

### Methodik

Die Untersuchung basiert auf der Analyse von thermischen Zustandsgrössen wie Temperaturen und klimatologischen Grössen wie Sonneneinstrahlung, Windgeschwindigkeit usw. Die Behaglichkeit wurde am Beurteilungsmassstab nach Fanger [1] gemessen. Der Verfasser hat für die Erfassung der relevanten Behaglichkeitsgrössen für dieses Messprojekt einen entsprechenden Mikroklimafühler gebaut.

Die Analyse der Messdaten erfolgte mit statistischen Methoden. Durch Auszählen, Statistiken, Mehrfachregressionen und visuelles Gegenüberstellen von Anhäufungen von Messpunkten in Grafiken wurden die Abhängigkeiten und Sachverhalte ermittelt und für Drittpersonen einsehbar gemacht.

Energiemessungen wurden bewusst weggelassen. Eine aussagekräftige Energiebilanz ist in bewohnten Wintergärten fast nicht zu erarbeiten. Man denke dabei an die Problematik bei der Erfassung des Luftaustausches durch willkürlich geöffnete Fenster und Türen. Zudem ist eine Energiebilanz zur Erreichung der gesteckten Ziele nicht notwendig.

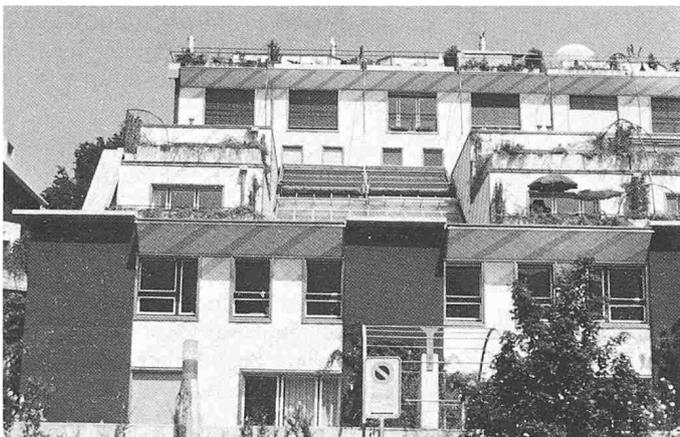


Bild 1. Der Wintergarten in Adliswil ist eine von 4 Seiten umgebene Terrasse in einer Terrassensiedlung. Die Terrasse ist mit einem Schräg-Glasdach als Wintergarten gestaltet. Der Wintergarten wird primär als Wohnraumerweiterung genutzt.

Bild 3. Der Wintergarten in Meggen ist ein einspringender, verglaster Balkon in einem Mehrfamilienhaus mit grossem Satteldach. Er wird primär genutzt als thermischer Puffer.



Bild 2. Der Wintergarten in Hünenberg ist ein Glashaus, das an ein Reiheneinfamilienhaus angesetzt ist. Es ist nur an einer Seite mit dem Haus verbunden und wird primär als Hobby-, Garten- und Gewächshaus benutzt (Betonung auf Garten).

Bild 4. Der Wintergarten in Courtelary ist ein ausspringender, verglaster Balkon mit Flachdach. Er wird primär als Sitzplatz und für Hauswirtschaft genutzt.



Charakteristikum Anhang Kurzzeichen	ADLISWIL C1	HÜNENBERG C2	MEGGEN C3	COURTELARY C4
Kurzbeschreibung	Innenhof	Gewächshaus	einspringender Balkon	ausspringender Balkon
Meereshöhe (m ü.M.)	495	417	520	701
Himmelsrichtung	+ 85 (W)	+ 35 (SW)	+ 45 (SW)	- 25 (SE)
Geografische Breite	47°31'	47°11'	47°03'	47°11'
Geografische Länge	8°53'	8°27'	8°22'	7°05'
Bodenfläche (m <sup>2</sup> )	33	8,7	11,5	8,5
Raumvolumen (m <sup>3</sup> )	80	23,3	26,1	23,0
Glasfläche (Rohbaumass) (m <sup>2</sup> )	35	23,2	14,9	14,1
Verhältnis Glas : Bodenfläche	1,1	2,7	1,3	1,7
Glasart	EV	EV	EV	EV
Glasneigung aus Vertikaler	60°/0°	0°/65°	0°/52°	0°
Rahmenart	Stahl unisol.	Stahl unisol.	Stahl unisol.	Stahl unisol.
Öffnungen nach Aussen (m <sup>2</sup> )	14	2,5	10,6	4,8
Öffnungen zur Wohnung (m <sup>2</sup> )	19,3	5,6	11,8	5,4
Beschattungs- vorrichtung am Glas	Innen: Tüll Aussen: grobes Gewebe der Sonnenstore	-	- Stoffstore	-
Beschattete Fläche	27,4	-	14,9	-
Beschattung der Wohnraumfenster Beschattete Fläche	Raffstore	keine	keine	Metallrolläden 5,43 m <sup>2</sup>
Winddichtung Art und Qualität	keine undicht	normaler Gewächshaus- Standard	Türschwelle mit Borstendichtung, offene Fugen	normaler Wohnungsbau- Standard
Zusatzheizung	keine	keine	keine	keine

Tabelle 1. Tabellarischer Zusammenhang der Eigenschaften und Elemente der vier ausgemessenen Wintergärten

## Messobjekte

Es wurden vier Wintergärten (in Adliswil, Hünenberg, Meggen und Courtelary, Berner Jura) ausgemessen. Alle vier sind in Mehrfamilienhäuser integriert und weisen die Adjektive «angebaut, eingebaut, exponiert, geschützt» auf. Es sind Objekte mit Betonung auf Wohnraum, Balkon, Garten. Einzelheiten der Situierung und Konstruktion sind der Tabelle 1 und den Bildern 1-4 zu entnehmen.

## Messbericht

Über die Messkampagne liegt ein Messbericht [2] vor. Er kann über die INFO-SOLAR, Klosterzelgstrasse, 5200 Windisch, oder über den Verfasser bezogen werden. Die bereinigten Messdaten sind als Datensatz auf Kassetten abgespeichert. Die Messdaten sind auf vielen Grafiken, die in einem separaten Bericht zusammengefasst sind, darge-

stellt. Die Messdaten und Grafiken sind für Dritte zugänglich.

## Ergebnisse

Im folgenden werden aus den vielen Ergebnissen stellvertretend zwei Einzelergebnisse herausgegriffen. Der interessierte Leser fordere den Bericht an.

### Bewohnbarkeit

Der Begriff der Bewohnbarkeit muss beim Wintergarten zuerst umschrieben werden. Es wird festgelegt: *Der Wintergarten ist ein zusätzlicher, aber kein echter Wohnraum. Er erlaubt eine sitzende Tätigkeit (Handarbeit, Gespräche), spielende Kinder, Trocknen einer kleinen Wäsche usw.* Daraus folgt: *Die thermische Behaglichkeit muss während gewissen Tageszeiten gewährleistet sein, aber*

*nicht zu jeder Zeit und nicht zu allen Wetterbedingungen. Der Bereich der thermischen Belastung des Menschen darf weit gesteckt werden, denn eine Anpassung des Menschen an das Wintergartenklima ist zumutbar. (Anziehen eines Pullovers oder dessen Ausziehen, Verändern oder Abbrechen einer Tätigkeit, stärkeres Öffnen der Innentüre usw.).* Diese Festlegung erlaubt es, mit Hilfe des Behaglichkeitsmassstabes nach Fanger, die vier Wintergärten zu bewerten. Global ergaben sich folgende Grenzen der Bewohnbarkeit:

- Lufttemperatur im Wintergarten 12 °C bis 24 °C. Werte, die tiefer liegen, wirken zu kalt. Höhere Werte veranlassen zu Abwehrmassnahmen wie Sonnenschutz oder Ablüften.
- Die obigen Lufttemperaturen im Wintergarten stellten sich schon ab Aussenlufttemperaturen von 4 °C ein. Bei Sonneneinstrahlung waren die Behaglichkeitsbedingungen schon ab 0 °C Aussentemperatur erfüllt.

Dieser Sachverhalt ist in Bild 5 stellvertretend am Wintergarten in Courtelary für den Monat März aufgezeigt.

Es wurde ausgezählt, wie manche Stunde die Behaglichkeitsbedingungen erfüllt waren. Die Monatshäufigkeiten wurden auf mittlere Stunden pro Tag umgelegt. Die Zusammenstellung ist in Tabelle 2 einzusehen.

Die Auszählung der bewohnbaren Stunden lässt folgende Bewertung zu:

- Das Objekt Adliswil ist ein Sonderfall. Über Fremdbeheizung wird der Wintergarten wohnlich gemacht.
- Die drei anderen Objekte Hünenberg, Meggen und Courtelary haben eine mittlere Bewohnbarkeit von 5,1, 5,4 bzw. 6,6 Stunden pro Tag.
- Naturgemäss ist die Bewohnbarkeit in der Übergangszeit höher als in den sonnenarmen, kalten Wintermonaten Dezember bis Februar. Trotzdem besteht auch im Monat Dezember ein mittlerer Nutzen von mehr als einer Stunde pro Tag.
- Das Objekt Meggen weist eine kleinere Bewohnbarkeit in den Monaten November bis März auf als Hünenberg oder Courtelary. Zwei Gründe möchten wir anführen. Zum einen hat Meggen die kleinste Glasfläche zur Bodenfläche, zum anderen ist der Wintergarten am westlichsten orientiert.
- Zu den hohen Bewohnbarkeitsstunden im April ist zu sagen, dass dieser Monat ausgesprochen sonnig und warm war (Ostern 1984!)
- Ein Vergleich der möglichen mit den tatsächlich bewohnten Stunden (Merkmal: offene Tür zum Winter-

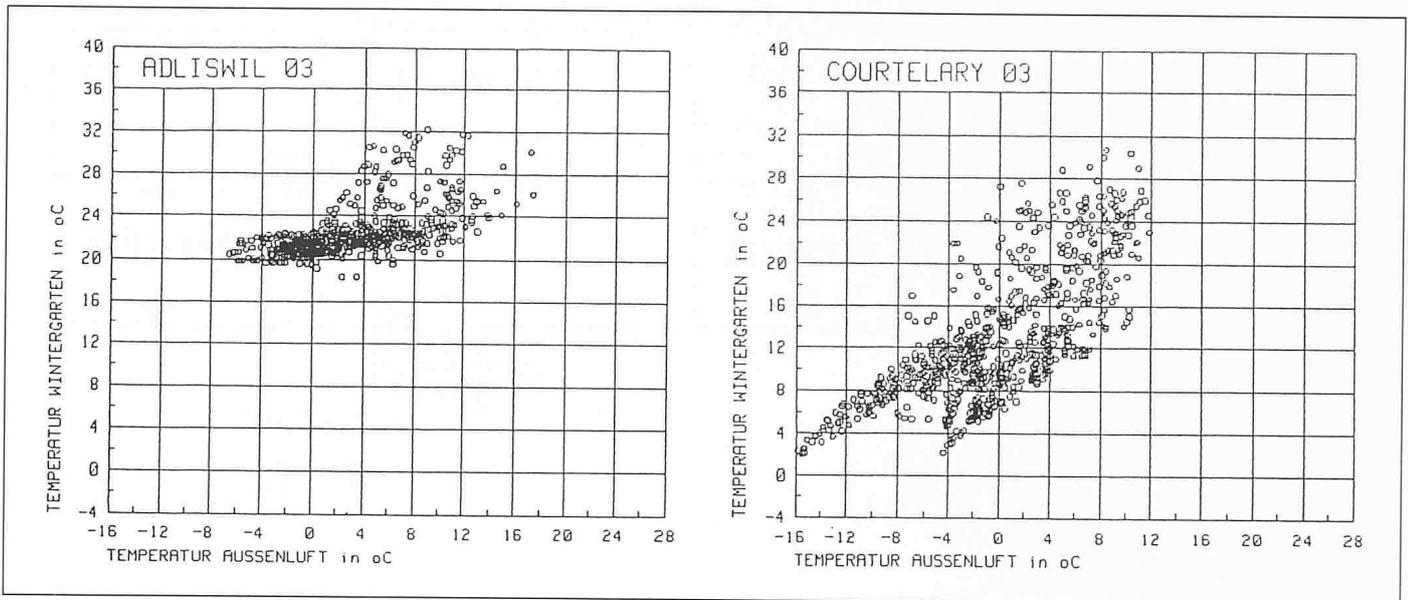


Bild 5. Korrelation der PMV-Werte nach Fanger [1] mit den Wintergartentemperaturen (Bild links) und den Aussentemperaturen (Bild rechts) für den Monat März 1984 beim Messobjekt Courtelary. Aufgetragen sind alle Messwerte ohne jegliche Einschränkungen. Die Behaglichkeitsgrenzen sind eingezeichnet von  $PMV = -1$  und  $PMV = 2$  (PMV-Index: Predicted Mean Vote, Mass für die Häufigkeit von Reklamationen über thermische Unbehaglichkeit.  $PMV = 0$  bedeutet kleinste Reklamationsrate, Klima ist ausgeglichen, normal, neutral)

garten) zeigt, dass die Bewohner sich auch tatsächlich dem Angebot ihrer Wintergärten angepasst haben. Die Innentüren waren unter etwa 12 °C Lufttemperatur im Wintergarten geschlossen.

Ein bekanntes Problem bei Wintergärten ist die thermische Überhitzung. Diese ist für den Aufenthalt des Menschen und die Pflanzen ein Problem, nicht aber für den energetischen Effekt. Für diesen ist die Überhitzung wünschbar, weil auf diese Weise über Konvektion Wärme ins Gebäude transportiert werden kann.

Die Überhitzung wurde, aus der Sicht der thermischen Behaglichkeit, in Anzahl Stunden ausgezählt. Die Werte der Tabelle zeigen, dass die Überhitzung in den warmen, sonnenreichen Monaten zum Problem wird.

Die Anzahl überhitzte Stunden korreliert fast mit dem Glasverhältnis  $AG1/AB$ . Sie stellen im Winter noch kein Problem dar, da sie über richtiges Lüften für das Haus optimal genutzt werden können.

Das Objekt Meggen zeigt für den Monat April die Wirksamkeit von Gegenmassnahmen auf. Die grosse, zusammenschiebbare Aussenglaswand lässt die Überhitzung beherrschen. Dazu im Gegensatz steht Adliswil, Hünenberg und Courtelary. Das Öffnen dieser Wintergärten nach aussen ist beschränkt. Es stehen nur einzelne Türen oder ein schmales Fensterband zur Verfügung.

Da im Wintergarten auch Pflanzen aufgestellt werden, ist der Temperaturabfall ebenfalls ein wichtiges Kriterium. Gezählt wurden die Stunden, bei denen

die Wintergartentemperatur tiefer als 5 °C lagen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Zu hohe und zu tiefe Temperaturen veranlassen die Bewohner zu Gegenmassnahmen. Im ersten Fall werden Sonnenschutzanlagen eingesetzt, oder die Wärme wird nach aussen abgelüftet. Ohne unterstützende Lüftung oder grossflächiges Öffnen in die inneren Wohnräume ist der Wärmeeinfall nicht voll für das Haus nutzbar. Im zweiten Fall ist eine kleine Heizung naheliegend. Beide Massnahmen zur Bekämpfung der Extremverhältnisse im Wintergarten haben eine negative energeti-

sche Auswirkung. Die Energiegewinnung und Pufferbildung wird reduziert, oder es wird Fremdenergie eingesetzt.

Das extremste Beispiel der Erhaltung eines optimalen Bewohnklimas im Wintergarten zeigte sich am Messobjekt Adliswil. Insgesamt 3669 Stunden wurden geprüft. Während 3669 Stunden war ein kleines Fenster nach aussen offen (Zimmerlüftung nur über Wintergarten möglich!!); während 3669 Stunden war eine oder mehrere der Innentüren offen; während 2917 Stunden war mindestens eine der beiden Sonnenschutzanlagen im Einsatz. Das Resultat ist ein ausgesprochen gleichmäs-

Tabelle 2. Mittlere Bewohnbarkeit der Wintergärten in Stunden pro Tag, während der Messperiode

Messobjekt	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	März	April	Total
Adliswil	23,8	24,0	24,0	24,0	23,0	23,0	23,8
Hünenberg	2,1	2,4	2,9	4,0	8,3	11,0	5,1
Meggen	2,3	2,7	1,3	2,4	9,6	13,9	5,4
Courtelary	7,9	5,0	2,6	4,0	9,2	10,8	6,6

Tabelle 3. Ausgezählte Stunden der Überhitzung in den Wintergärten. Berücksichtigt wurden alle Messwerte ohne jegliche Einschränkung. Der Quotient  $AG1/AB$  ist das Verhältnis der Glasfläche zur Bodenfläche

Messobjekt	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	März	April	Total	$AG1/AB$
Adliswil	20	12	14	44	122	117	329	1,1
Hünenberg	15	33	10	44	113	67	282	1,7
Meggen	1	4	3	9	75	0	92	1,3
Courtelary	73	50	23	39	64	17	266	1,7

Tabelle 4. Ausgezählte Stunden der Unterschreitung von 5 °C in den Wintergärten. Berücksichtigt wurden alle Messwerte ohne jegliche Einschränkung

Messobjekt	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	März	April	Total
Adliswil	0	0	0	0	0	0	0
Hünenberg	97	329	310	213	111	4	1064
Meggen	0	12	9	56	0	0	77
Courtelary	5	65	36	108	31	0	245

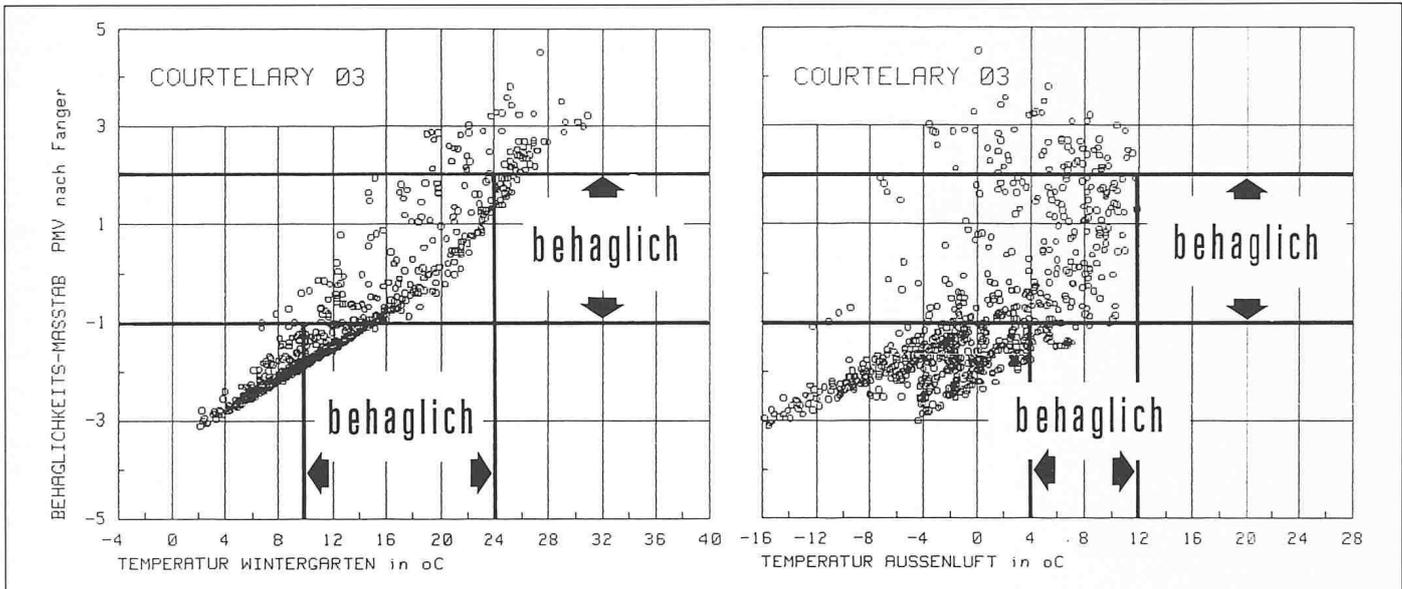


Bild 6. Abhängigkeit der Wintergartentemperatur von der Aussentemperatur für die Messobjekte in Adliswil und Courtelary im Monat März 1984. Die Punktsammlungen bestehen aus den einzelnen Messwerten. Aufgetragen sind alle Messwerte ohne Einschränkungen, also auch diejenigen mit Benutzereinfluss

siges, behagliches Raumklima von praktisch immer 20 °C bis 24 °C Lufttemperatur, fast nie tiefer, selten höher, selbst bei Aussentemperaturen bis -8 °C. Der tiefste Wert im Wintergarten war 13 °C. Man vergleiche hiezu Bild 6. Dieser Wintergarten ist ein voll benutzter Wohnraum.

**Pufferwirkung**

Die Pufferwirkung kann bei dieser Messkampagne nur anhand einiger Indikatoren aufgezeigt werden. Energiebilanzen wurden nicht erstellt.

Um eine Vorstellung über die Pufferwirkung des Wintergartens zu geben, wurden die Temperaturdifferenzen Wintergarten/Haus statistisch ausgezählt.

Das Beispiel Adliswil kann wegen seiner intensiven Bewohnung nicht zum Vergleich herbeigezogen werden. In Hünenberg ist während 10% aller Stunden die Wintergartenluft wärmer als die Wohnungsluft. In Meggen sind es 6,5%, in Courtelary 10%. Diese Prozentzahlen beziehen sich auf die Messmonate. Diese Zahlen belegen, dass die «Energiegewinnungszeit» nur etwa 1/10 der Betriebszeit ausmacht.

Die Wirkung der Pufferzone lässt sich auch in der Gegenüberstellung der Heizgradtage zwischen Wohnraum/

Wintergarten und Wohnraum/ Aussenluft darstellen, wie sie in Tabelle 5 erfolgt.

Aufgrund des ausgewiesenen Zahlenmaterials beurteilen wir die vier Wintergärten in ihrer Pufferzonenwirkung als im Trend positiv. Diese Beurteilung stützen wir darauf, dass für die drei Objekte Hünenberg, Meggen und Courtelary eine signifikante Reduktion der Heizgradtage von 40 bis 60% feststellbar ist. Diese Grössenordnung der Reduktion ist für uns gesichert, weil:

- während einer grossen Anzahl Stunden der Wintergarten vollständig geschlossen ist
- die Innentüren erst bei höheren Wintergartentemperaturen geöffnet werden.

Das Objekt Adliswil könnte in seiner Konzeption auch als positiver Puffer bezeichnet werden. Die Bewohner benutzen ihn aber gänzlich anders, so dass seine Pufferwirkung dahinfällt, wenn nicht sogar ins Gegenteil umschlägt (Wohnen in einer thermisch schlechten Bauhülle).

Zusammenfassend lässt sich aus den Erfahrungen mit dieser Messkampagne verallgemeinernd folgendes schliessen:

- Jeder Wintergarten hat als Pufferzone eine energetisch positive Kompo-

nente. Die Energiegewinnung ist eher klein.

- Häufiger Einsatz der Sonn- und Blendschutzeinrichtungen kann die direkte Sonneneinstrahlung der rückwärtigen Räume stark mindern, aber auch die Pufferzonenwirkung herabsetzen.
- Das Benutzerverhalten ist von eminenter Bedeutung. Das Öffnen der Türen und Fenster zur Unzeit zerstört die Pufferwirkung und kann im Extremfall ins Gegenteil umschlagen.

**Benutzereinfluss**

Mehrere Male wurde in den vorhergehenden Ausführungen auf das Benutzerverhalten hingewiesen. Die Messkampagne zeigt das ganze Spektrum der Beeinflussung des Wintergartens durch die Bewohner auf.

Das extremste Objekt ist Adliswil. Die Bewohner nutzen ihren Wintergarten nur als Wohnraum (Er ist auch entsprechend möbliert und ausgerüstet.) Ihr Eingriff erfolgt nur aus diesem Aspekt. Dies bedeutet, dass einerseits jede Überhitzung abgehalten wird, andererseits der Wintergarten über offene Türen mitgeheizt wird. Die anderen drei Wintergärten zeigen das Gegenteil auf. Der Wintergarten wird nur genutzt, wenn es behaglich ist oder wenn der Wintergarten überhitzt. Pauschal gesagt werden jedoch die Mittel zur Beeinflussung sparsam eingesetzt. Es gibt doch sehr viele Stunden, in denen der Wintergarten unbeeinflusst bleibt.

Wintergärten sind zu einem modischen Element geworden. Sie werden unter den Stichworten «Wohnraumerweiterung» und «Sonnenenergiegewinnung» angeboten.

Tabelle 5. Heizgradtage zwischen Wohnraum und Wintergarten für die Messperiode November bis April. Ausgezählt wurden alle Messwerte, ohne Einschränkungen über Stellung von Fenstern, Türen und Beschattungseinrichtungen

Messobjekt	Heizgradtage (K*d) Wohnraum-Winterg. (X %)	Heizgradtage (K*d) Wohnr./Aussenluft (100%)	Verhältnis X %
Adliswil	260	3534	7%
Hünenberg	1766	2835	62%
Meggen	989	3094	32%
Courtelary	1565	3478	45%

Wohnen erfordert die Einhaltung eines Behaglichkeitsbereiches. Dieser soll sehr häufig erreicht werden. Extremwerte sind nicht erwünscht. Behaglich heisst: nicht zu kalt, aber auch nicht zu heiss.

Sonnenenergiegewinnung erfordert die Charakteristiken eines Sonnenkollektors. Der Wintergarten soll möglichst rasch sehr stark überhitzen, um konvektiv Wärme ins Haus transportieren zu können. Je heisser der Wintergarten, desto besser.

Diese beiden Forderungen stehen im Zielkonflikt. Wer im Wintergarten wohnt, entzieht dem Haus fast zwangsläufig Wärme. Das Extrembeispiel ist Adliswil. Aber auch die anderen Wintergärten liegen in dieser Tendenz. Man beachte, dass der Aufenthalt im Wintergarten schon ab 12 °C Wintergartentemperatur möglich ist. Diese Möglichkeit wurde auch genutzt. Dies bedeutet doch, dass die Türe zum Wintergarten sehr oft offensteht, wenn es im Wintergarten kälter ist als im Haus. Ein Luft-

austausch ergibt somit Wärmeentzug. Erst wenn es im Wintergarten wärmer ist als im Haus, kehrt der konvektive Wärmestrom um. Dann wird es aber meistens für den Aufenthalt zu heiss. Es werden Gegenmassnahmen ergriffen.

Daraus schliessen wir: Wer im Wintergarten wohnen will, muss dessen Wärmeschutz maximieren. Wenn nicht, wird es ein Wohnen in schlechter Bauhülle. Wer Sonnenenergie gewinnen will, muss einen Sonnenkollektor gestalten. Er muss in Kauf nehmen, dass er sich im Sonnenkollektor aufhält.

Diese Aspekte sind bei der Planung und beim Betrieb zu beachten. Auch der Benutzer muss sich dieser Problematik bewusst sein. Einen energetisch optimierten Wintergarten kann der Benutzer zum Energieloch umfunktionieren.

Diese Schlussfolgerungen haben nicht zum Zweck, den Wintergarten zu verdrängen bzw. zu disqualifizieren. Planer und Bewohner müssen sich dieser Problematik von Anfang an klar sein

und danach handeln. Dann ist es durchaus möglich, mit dem Wintergarten Energieverluste zu verhindern, vielleicht sogar etwas Energie zu gewinnen. Positiv handelt der Bewohner, wenn er:

- den Sonnenschutz selten einsetzt
- Aussenfenster geschlossen hält
- Innentüren nur öffnet, wenn der Wintergarten wärmer ist als das Haus (also das Haus möglichst auf tiefem Temperaturniveau beheizt)
- Möbel und Pflanzen für Extremtemperaturen auswählt.

#### Literatur:

- [1] Fanger, P.O.: Thermal Comfort, Copenhagen 1970
- [2] Eggenberger, A.: Thermische Messungen in Wintergärten von Mehrfamilienhäusern, Klima - Benützung - Behaglichkeit, Juni 1985

Adresse des Verfassers: A. Eggenberger, Ing. HTL, c/o Eggenberger Bauphysik AG, Brunnmattstrasse 6, 3400 Burgdorf.

## Sonnenenergie - Modellsimulation

### Parametrische Sensitivitätsanalysen für verschiedene Konzepte der passiven Sonnenenergienutzung

Von Charles Filleux, Zürich

Durch Modellsimulationen lassen sich Energiehaushalt und thermischer Komfort von Gebäuden mit verschiedenen Konzepten der passiven Sonnenenergienutzung vorausberechnen und optimieren. Zu diesem Zweck sind in der Schweiz im Rahmen des Teilprojekts B der IEA Solar Task VIII verschiedene dynamische Simulationsmodelle evaluiert und zwei Computerprogramme (SERIRES und DEROB) installiert und durch Vergleich mit Messungen überprüft worden. Anhand von parametrischen Sensitivitätsanalysen an einem Reiheneinfamilienhaus schweizerischer Bauart konnten allgemeingültige Regeln für die Planung und Berechnung von Gebäuden mit passiver Sonnenenergienutzung abgeleitet werden. Berechnungsmethode und Regeln für die verschiedenen Konzepte sind im «Handbuch der passiven Sonnenenergienutzung» (vgl. Artikel von Mark Zimmermann in diesem Heft) dargestellt worden. Detaillierte Resultate findet man in drei Berichten [1, 2 und 3], welche bei INFOSOLAR, Postfach, CH-5200 Brugg, zu beziehen sind.

#### Simulationsmodelle für Solar Task VIII

##### Zielsetzung

Mit dem Teilprojekt B der IEA Solar Task VIII wurden folgende Zielsetzungen verfolgt:

- Evaluation und Überprüfung von dynamischen Simulationsmodellen
- Erarbeiten von Testbeispielen mit möglichst exakten Lösungen für die

Überprüfung von vereinfachten Rechenmodellen

- Durchführen von parametrischen Sensitivitätsanalysen für das «Handbuch der passiven Sonnenenergienutzung»
- Optimierungsanalysen für drei passiv-solare Demonstrationsbauten.

Im folgenden wird das Schwergewicht auf die Darstellung von Resultaten der parametrischen Sensitivitätsanalysen für verschiedene Konzepte der passiven

Sonnenenergienutzung gelegt. Auf die Evaluation und Überprüfung der gewählten Simulationsmodelle wird nur kurz eingegangen. Die Resultate der Optimierungsanalysen für drei Sonnenhaus-Projekte sind Gegenstand des Artikels von Armin Binz in diesem Heft.

#### Evaluation und Validierung

Durch eine im In- und Ausland durchgeführte Umfrage konnte etwa ein Dutzend dynamischer Simulationsprogramme gefunden werden. Die Evaluation ergab, dass nur sehr wenige den folgenden Anforderungen genügten:

- Fähigkeit, die verschiedenen passiv-solaren Systeme zu simulieren
- Aufteilung des Gebäudes in mehrere Zonen
- Analytisch verifizierte Algorithmen und ausreichende Rechengenauigkeit
- Benutzerfreundlichkeit
- Gute Dokumentation.

Die Wahl fiel auf die zwei in den USA entwickelten Rechenprogramme DEROB (Dynamic Energy Response of Buildings) und SERIRES (Solar Energy Research Institute Residential Energy Simulator).

Die Überprüfung von Rechenprogrammen lässt sich nach drei Gesichtspunkten durchführen:

- die analytische Verifikation
- die empirische Validierung
- der Vergleich von Modell zu Modell.