

Gemeinsame Optimierung von Tageslichtnutzung und thermischem Innenklima

Detlef Hennings, Dr. rer. nat., freiberuflicher Wissenschaftler und Dozent

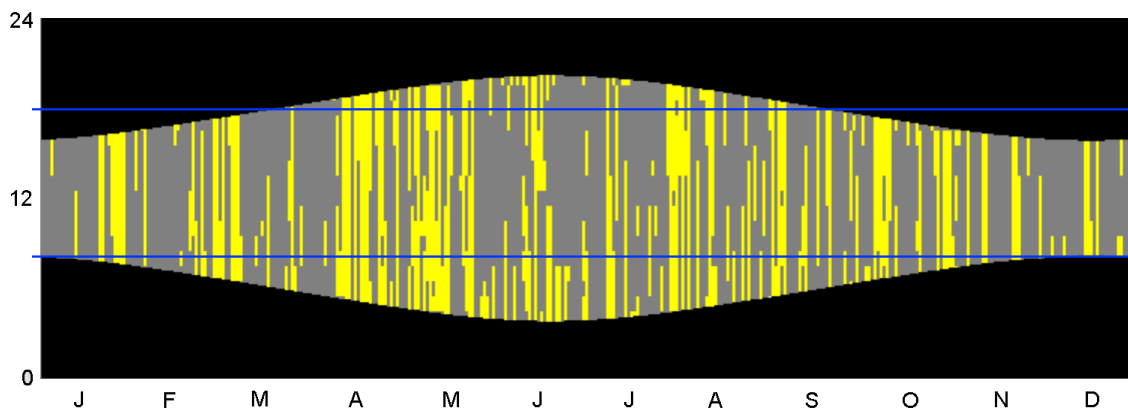
AugustastraÙe 24, D-51065 Köln, Tel.: +49 (0) 221-372445

E-Mail: detlef.hennings@eclim.de

Internet: <http://www.eclim.de> und <http://btga.uni-wuppertal.de>

1. Der Zielkonflikt zwischen Tageslicht und solarem Wärmeeintrag

In zeitgemäÙen Büro- und Dienstleistungs-Gebäuden ist eine weitgehende Nutzung des Tageslichts erwünscht und energetisch sinnvoll. Angesichts der Variabilität des mitteleuropäischen Klimas muß ein Tageslicht-Konzept mit zwei sehr unterschiedlichen Außenbedingungen 'funktionieren': In rund 60% der Tagesstunden ist der Himmel bedeckt und das Tageslicht innen muß maximiert werden. Bei Sonneneinstrahlung ist dagegen ein Kompromiß mit dem thermischen Innenklima notwendig.



Grafik 1: *Beispiel für die Verteilung von bedecktem Himmel (grau) und Sonnenschein (gelb) im Jahresverlauf. Horizontal sind die Monate bzw. Tage aufgetragen, vertikal die Tagesstunden. Die blauen Linien markieren die tägliche Betriebszeit eines Büros (Sommerzeit nicht berücksichtigt).*

2. Lösungsansatz aus der Tageslicht-Perspektive

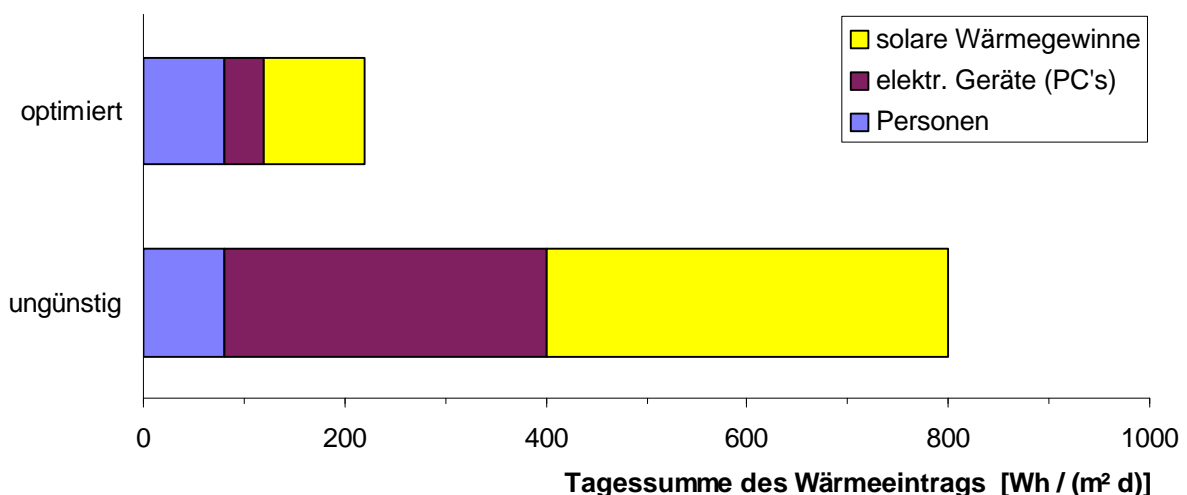
Bei bedecktem Himmel besteht die Aufgabe darin, möglichst viel verfügbares Tageslicht in die Innenräume, besonders in die Raumtiefe zu bekommen. Da das Licht bei

mäßiger Leuchtdichte diffus aus der gesamten oberen Hemisphäre einstrahlt, trägt neben der Fenstergröße auch der Öffnungswinkel für den Lichteinfall zur guten Beleuchtung bei.

An Strahlungstagen kommt dagegen die Tageslichtnutzung in Zielkonflikt mit dem sommerlichen thermischen Innenklima. Die direkte Sonneneinstrahlung in die Innenräume muß weitgehend verhindert werden, um sowohl eine Blendung der Personen als auch eine Überwärmung der Räume durch die Heizwirkung der Strahlung zu vermeiden. Der notwendige Sonnenschutz muß so gestaltet werden, daß er bei geringem Wärmeeintrag eine weitgehende Tageslicht-Beleuchtung erlaubt, und daß er eine Adaption an die jeweilige Einstrahlung ermöglicht.

3. Lösungsansatz aus der Innenklima-Perspektive

Da sich die Innentemperaturen immer so einstellen, daß die momentane Wärmebilanz ausgeglichen ist, lohnt es anzuschauen, wie sich die sommerlichen Bilanzkomponenten, Wärmegewinne und Wärmeverluste, in der Planung beeinflussen lassen.



Grafik 2: Sommerliche Wärmegewinne in einem Büroraum - ein ungünstiges und ein optimiertes Beispiel. Im ungünstigen Fall ist die Verglasungsfläche zu groß und der Sonnenschutz unzureichend, für die Büroarbeit wird ein überdimensionierter Hochleistungs-PC verwendet. Im optimierten Fall sind alle Wärmeeinträge etwa auf ein der Nutzung angemessenes Maß reduziert: tageslicht-optimierte Fenster mit neutraler Sonnenschutzverglasung und wirksamem Sonnenschutz, Notebook-PC's für die Büroarbeit.

Wärmegewinne im Sommer: Solare Wärmegewinne sind bei Tageslichtnutzung unvermeidlich, jedoch in weiten Grenzen in der Planung beeinflussbar. Bei unnötig

großer Verglasungsfläche und bei unzureichendem Sonnenschutz können sie sehr groß werden und damit einen hohen Kühlenergiebedarf oder ein ungünstiges thermisches Innenklima verursachen. Bei guter Dimensionierung der Fenster und richtiger Auslegung des Sonnenschutzes werden die solaren Gewinne gerade so weit reduziert, daß eine gute Tageslichtversorgung erhalten bleibt. Bei noch weniger Tageslicht käme das dann notwendige Kunstlicht als Wärmequelle hinzu.

	Tagessumme der Wärmeeinträge in [Wh / m ² d]			
	Personen	PC's, etc.	Solar	gesamt
Standardlösung	ca. 80	ca. 150	ca. 150	350 - 400
optimierte Lösung	ca. 80	ca. 50	ca. 100	200 - 250

Tabelle 1: Orientierungswerte für die Nutzungs-bedingten sommerlichen Wärmeeinträge in einen Büroraum.

Wärmeverluste im Sommer: Im Sommer ist es schwieriger als im Winter überschüssige Wärme aus den Innenräumen abzuführen, da die Temperaturdifferenz nach außen meist klein ist. Ein einfacher, bei geringem Wärmeeintrag in die Innenräume praktikabler Weg ist die Nachtlüftung, die das nächtliche Minimum der Außenluft-Temperatur nutzt. Leistungsfähigere Methoden sind beispielsweise, mittels des Vorkühlen der Zuluft in einem Luft-Erdwärmetauscher die Wärmeverluste zu erhöhen, oder über einen Wasser-Erdwärmetauscher Bauteile zu kühlen.

Bilanzzeitraum: Die täglichen Wärmeeinträge variieren im Sommer von Tag zu Tag stark. Die thermische Zeitkonstante liegt bei gut wärmegeprägten Gebäuden mit genügend wirksamer thermischer Speichermasse deutlich über einem Tag. Daher reichen Tagessummen der Bilanz-Komponenten aus, um ein Gebäude zu dimensionieren. Für die Simulation des thermischen Gebäude-Verhaltens ist allerdings eine höhere zeitliche Auflösung nötig, beispielsweise eine Stunde.

3. Optimierende Planung

Vorrangiges Ziel der optimierenden Planung ist es, eine gute Tageslicht-Versorgung bei zugleich begrenztem Wärmeeintrag zu realisieren. Das beginnt früh in der Planung mit der Gebäude- und Fenster-Geometrie. Um Überwärmung zu verhindern, ohne dabei große Kühllasten zu erzeugen, müssen dann die Wärmeeinträge (Wärmegewinne, Wärmelasten) auf das der Raumnutzung angemessen notwendige Maß

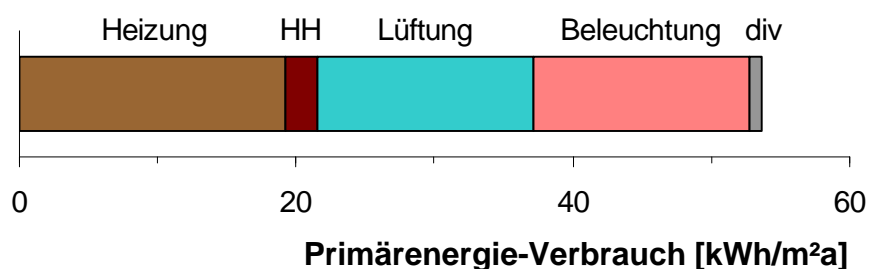
begrenzt werden. Weitere Aspekte müssen einbezogen werden, um ein thermisch und energetisch gutes Ergebnis zu erhalten. Wichtige 'Zutaten' der Optimierung sind:

- Tageslicht-orientierte Geometrie des Baukörpers und der inneren Grundrisse
- Tageslicht-optimierte Fenster-Geometrie mit moderater Apertur
- auf den Bedarf einstellbarer Sonnenschutz, Lichtlenk-Funktionen, neutrales Sonnenschutzglas
- innere Wärmequellen, nicht mehr als Nutzungs-bedingt notwendig
- wirksame thermische Speichermassen für den thermischen Tag-Nacht-Ausgleich
- wirkungsvolle Wärmeabfuhr über Lüftung, Erdwärmetauscher, Bauteil-Temperierung oder andere Verfahren
- gute Luftqualität bei moderatem Luftwechsel; Wärmerückgewinnung
- ein sehr guter winterlicher Wärmeschutz
- eine Energie-effiziente Beleuchtung und technische Gebäudeausrüstung.

In [Hennings, 2006b] sind die einzelnen Planungsschritte und eine sinnvolle Vorgehensweise detaillierter beschrieben.

4. Ein Beispiel

Ein gutes Beispiel für ein mit einfachen Mitteln optimiertes Bürogebäude ist das Gebäude der Firma Lamparter in Weilheim/Teck. Das Gebäude ist Tageslicht-orientiert konstruiert, sehr gut wärmegeämmt und besitzt eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Vortemperierung in einem Erdwärmetauscher.



Grafik 3: Die Anteile des gemessenen primären Betriebsenergieverbrauchs des Gebäudes 'Lamparter' (HH: Hilfsenergie Heizung, div: diverse Technik).

Neben dem Beispiel 'Lamparter' haben auch weitere gebaute Objekte im 'Solarbau-Monitor'-Programm unter Beweis gestellt, daß eine solche Optimierung erfolgreich sein kann, und zwar bei günstigen Baukosten (Detail-Information zum Bürogebäude 'Lamparter' und anderen Solarbau-Objekten ist erhältlich bei [Solarbau, o.J.]).



Grafik 4: Das Bürogebäude 'Lamparter' in Weilheim/Teck zählt zu den energetisch Besten in Mitteleuropa; bei gutem sommerlichem Innenklima und weitgehender Tageslichtnutzung (Foto: D. Hennings).

Literatur und Quellen

- [BINE, 2000] D. Hennings, J. Knissel: Energieeffiziente Bürogebäude. BINE-Profi-Info II/2000; BINE: Bonn; 'www.bine.info'.
- [Hennings, 2006a] D. Hennings: Dynamische Visualisierung in der Tageslicht-Planung; 12. Symp. Innovative Lichttechnik in Gebäuden, Kloster Banz, 2006. Software 'DynVis Light' unter 'www.eclim.de'.
- [Hennings, 2006b] D. Hennings: Thermisch optimierte Büro- und Verwaltungsgebäude. Kalksandstein Bauseminar 2006; herunterladbar bei 'www.kalksandstein.de'.
- [LEE, 2000] D. Hennings, u.a.: Leitfaden Elektrische Energie im Hochbau (LEE). Hrsg.: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten; Wiesbaden, 2000; im Internet unter 'www.iwu.de'.
- [Solarbau, o.J.] Dokumentation zum Solarbau:Monitor-Programm und zu den einzelnen Gebäude-Projekten; im Internet unter 'www.solarbau.de'.
- [Solarbau, 2005] K.Voss, G.Löhnert, S.Herkel, A.Wagner, M.Wambsganß (Hrsg.) Bürogebäude mit Zukunft; 2. Aufl. 2006; ISBN 3-934595 59-6.

Tradeoff between Daylighting and Thermal Comfort in Buildings

Detlef Hennings, Ph.D., freelance scientist and teacher

AugustasträÙe 24, D-51065 Köln, Phone: +49 (0) 221 - 372445

E-Mail: detlef.hennings@eclim.de

Internet: <http://www.eclim.de> and <http://btga.uni-wuppertal.de>

Abstract

In central europe with its moderate climate daylighting of buildings needs to work with two completely different conditions: When the sky is overcast with no sunshine the highest possible amount of daylight is wanted inside the building. Under a sunny sky in contrast daylight can easily be too much, causing both overheating and glare.

Optimized planning of buildings with respect to both daylighting and thermal comfort, and energy efficiency as well, can be done along a couple of guidelines concerning: .

- the building geometry with respect to daylighting
- the window geometry and aperture
- sun blinds, glazing characteristics, light deflection
- interior heat loads
- thermal storage masses
- heat removal from the building's interior
- ventilation and heat recovery
- thermal insulation
- energy efficient electric lighting and HVAC

An example office building is shown where a very low energy consumption, optimized thermal comfort, good daylighting are achieved at moderate building costs.