



Optimierung von Atrien und Verbesserung der Anwendung von Planungswerkzeugen (ATRIEN II)

Kurzbericht

Gesamtleitung

Institut für Gebäude- und Solartechnik - IGS

Univ. Prof. Dr.-Ing. M. N. Fisch (Institutsleiter)

Dipl.-Ing. Mani Zargari (Projektleiter und Projektbearbeiter)

Dipl.-Phys. Sonja Uphoff (Kooperation; IRMB, Technische
Universität Braunschweig)

Förderung



Förderkennzeichen

SF – 10.08.18.7 – 09.18 / II 3 – F20-09-1-108

Stand

30. Juli 2012

Projektlaufzeit

27. September 2009 – 30. Juli 2012

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert. (AktENZEICHEN: SF – 10.08.18.7 – 09.18 / II 3 – F20-09-1-108 Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

1 Ziel der Forschungsaufgabe

Das Forschungsprojekt hat zum Ziel, die Wirkung von Atrien auf das Energiekonzept und die Energieeffizienz von Gebäuden, sowie Möglichkeiten einer verbesserten Gebäudeintegration der Atrien zu untersuchen. Weiterhin sollen die verwendeten Planungswerkzeuge hinsichtlich Ihrer Eignung überprüft und in der Anwendbarkeit verbessert werden. Die Erkenntnisse werden in einem Planungsleitfaden Architekten, Fachplanern und Gebäudebetreibern zugänglich gemacht. Die Untersuchungen erfolgen beispielhaft am Gebäude der LBS in Hannover Kronsberg, das über großflächig verglaste Grünhöfe verfügt, siehe Abbildung 1. Das Gebäude wurde bereits im Vorgängerprojekt ATRIEN I untersucht, und es hat sich gezeigt, dass bzgl. einer verbesserten Integration der Grünhöfe in das Energiekonzept des Gebäudes ein erhebliches Optimierungspotential besteht. Durch die beispielhafte Umsetzung der Optimierungsmaßnahmen wird aufgezeigt, dass Atrien grundsätzlich das Potential haben, die Energieeffizienz eines Gebäudes zu verbessern.

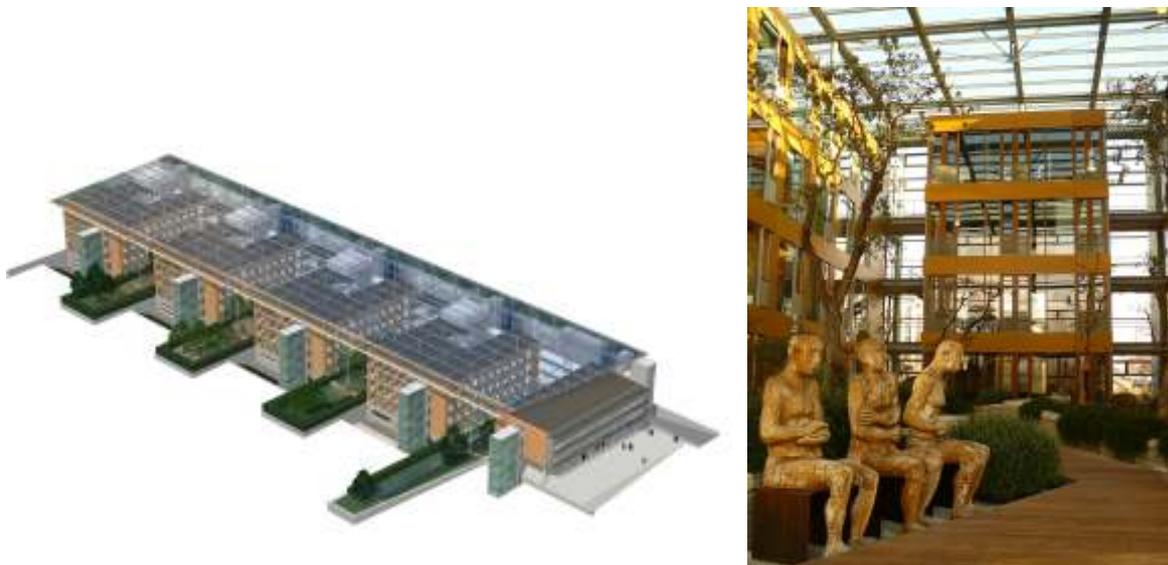


Abbildung 1 Vogelperspektive des Gebäudes LBS, Hannover und Blick in einen Grünhof, Architekt: Pysall Stahrenberg, Braunschweig, Baujahr 1999



2 Durchführung der Forschungsaufgabe

Aufbauend auf den Ergebnissen von ATRIEN I wurde das Gebäude der Hauptverwaltung der LBS Nord in Hannover Kronsberg noch eingehender untersucht. Thermisch-dynamische und numerische Simulationsprogramme begleiten den Optimierungsprozess und es werden anschließend Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen dieser Planungswerkzeuge aufgezeigt. Das fortgeführte Monitoring am o.g. Objekt dient der Erfolgskontrolle der umgesetzten Maßnahmen.

Die messtechnischen Untersuchungen umfassen die Messung der Raumtemperaturen in den Grünhöfen und der angrenzenden Büroräume. Diese Messungen wurden ergänzt durch mehrtägige Kurzzeitversuche, bei denen probeweise geänderte Belüftungskonzepte zur Anwendung kamen.

Zur Beurteilung der Planungswerkzeuge werden die Simulationsergebnisse den Messergebnissen gegenübergestellt sowie Eignung und Anwendungsgrenzen aufgezeigt.

Large Eddy Simulationen werden durchgeführt, um den Einfluss fluktuierender Winddrücke an den Lüftungsöffnungen und deren Wirkung auf den Luftaustausch im Atrium aufzuzeigen. Diese Effekte können durch stationäre RANS - Methoden nicht dargestellt werden.



3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Bei der vertieften Untersuchung des Gebäudes der LBS, Hannover Kronsberg, konnte aufgezeigt werden, dass Möglichkeiten der Nutzung solarer Wärmegewinne während der Heizperiode ungenutzt bleiben, wenn die solar vorgewärmte Luft der Grünhöfe nicht für die Belüftung der Büroräume herangezogen wird, sondern diese mechanisch mit konditionierter Außenluft belüftet werden. Darüber hinaus wurde die Grünhoftemperatur während der Heizperiode zugunsten der Vegetationsruhe der innenliegenden Bepflanzung durch Belüftung begrenzt.

Zu Projektbeginn wurde eine starke Überhitzung des Atriums in der Kühlperiode festgestellt, gleichzeitig waren die Raumtemperaturen im Kerngebäude trotz hohen Kühlenergieverbrauchs unbehaglich. Währenddessen blieben Belüftungsöffnungen des Grünhofs ungenutzt, weil die Gebäuderegulung nur eine verzögerte Öffnung der Lüftungsklappen veranlasste und ein Teil der Lüftungsöffnungen nicht in der Gebäuderegulung integriert waren, wie z.B. die großzügigen RWA - Klappen in der Horizontalverglasung.

Das überarbeitete Regelkonzept wurde in Vorfeld am Objekt getestet. Es wurde messtechnisch nachgewiesen, dass eine natürliche Lüftung des Kerngebäudes während der Heizperiode zu keinerlei Beeinträchtigungen der Luftqualität oder der thermischen Behaglichkeit führt. Weiterhin wurde durch Messungen und numerischen Untersuchungen nachgewiesen, dass die mechanische, konditionierte Belüftung einen unwesentlichen Teil zur Gebäudebeheizung beiträgt und diesbezüglich verzichtbar ist.

Die LBS hat das optimierte Konzept zur Neuprogrammierung der Gebäuderegulung umgesetzt und sämtliche Lüftungsklappen inkl. der RWA – Klappen in den Regelbetrieb integriert sowie neue Sensoren für die Gebäuderegulung installiert und bestehende neu positioniert. In der optimierten Regelung werden die Belüftung und damit die Temperatursteuerung des Atriums auf den Heiz- oder Kühlbedarf des Kerngebäudes abgestimmt, anstatt wie zuvor autark vom Kerngebäude zu reagieren. Während der Kühlperiode wird die Belüftung maximiert und durch eine gezielte Klappensteuerung Auftriebseffekte für eine verbesserte Nachtauskühlung genutzt. Die für die innenliegende Bepflanzung erforderliche Vegetationsruhe, die die zulässige Maximaltemperatur im Atrium während der Heizperiode vorschreibt und somit eine unerwünschte Belüftung des gesamten Luftraumes veranlasste, wurde zeitlich minimiert und der Luftaustausch durch eine optimierte Klappensteuerung

räumlich auf die Bepflanzung begrenzt, ohne den gesamten Luftraum auszukühlen. Die Laufzeiten der Belüftungsanlage für die Büroräume im Kerngebäude sind während der Heizperiode reduziert und die Nutzer angehalten, bei Bedarf die Fenster zum Atrium zu öffnen, um solar vorgewärmte Frischluft zu beziehen. Die nun CO₂ – geführte Belüftung garantiert, dass die Raumluftqualität trotzdem erhalten bleibt.

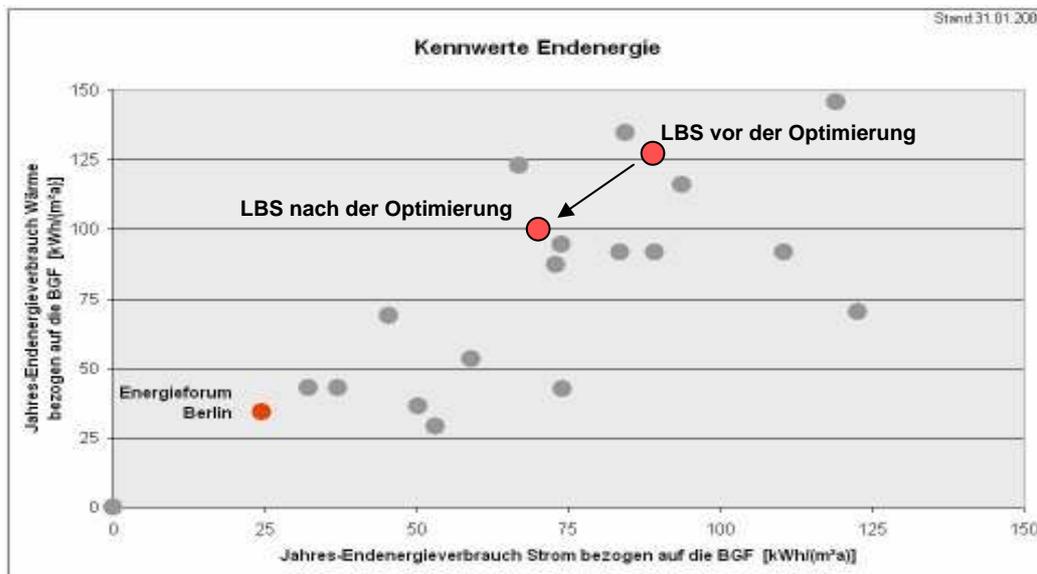


Abbildung 2 Energiekennwerte (witterungsbereinigt) verschiedener Bürogebäude aus EVA (2005). Darin die der LBS vor der Optimierung (Mittel aus den Jahren 2007 – 2010) und nach der Optimierung (2011)

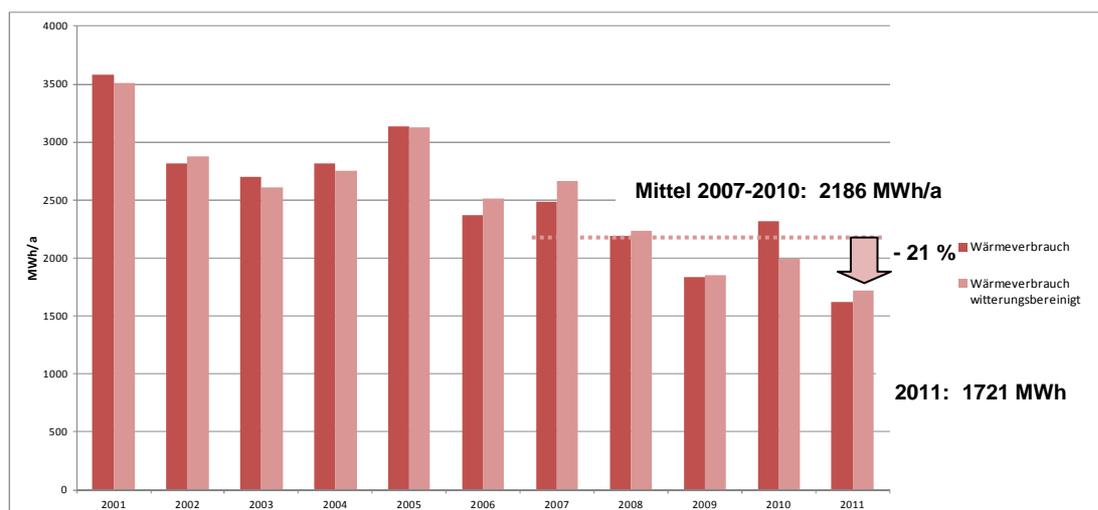


Abbildung 3 Gesamtwärmeverbrauch des Gebäudes. Nach Umsetzung der Optimierungsmaßnahmen im Jahr 2010 kann für das Jahr 2011 eine Reduzierung um 21% im Vergleich zum Mittel der vorausgegangenen Jahre verzeichnet werden.



Im Ergebnis wird durch die verbesserte Integration des Atriums in das Gesamtenergiekonzept des Gebäudes eine Einsparung an Heizenergie in 2011 von 21 % und eine Einsparung von Kühlenergie von 2 % bei verbessertem sommerlichen Raumklima erzielt (siehe Abbildungen 2 und 3).

Es wird weiterhin aufgezeigt in welcher Form CFD – Simulationsprogramme (CFD) und Thermisch - Dynamische Simulationsprogramme (TDS) für die Prognose des Temperaturniveaus in Atrien geeignet sind und welche Anwendungsweisen nicht zulässig sind. So sind TDS hilfreich, um Randbedingungen für die stationäre CFD zu liefern, wenn es darum geht Wärmespeichereffekte der atriumseitigen Flächen zu berücksichtigen. Es wurde nachgewiesen, dass diese nicht vernachlässigbar sind, wenn das kritische sommerliche Raumklima in einem Atrium prognostiziert werden soll. Adiabate Randbedingungen sind hierfür ungeeignet, siehe Abbildung 4. Die Problematik der Berücksichtigung von Wind bei der Berechnung des Luftwechsels in einem Atrium wird beschrieben. Während in der gängigen Betrachtung Windaufkommen mit einer Erhöhung des Luftwechsels einhergeht, wird gezeigt, dass diese Aussage nur bedingt gültig ist, wenn zusätzlich ein thermischer Auftrieb bei der Belüftung zum Tragen kommt. Dazu führte das Institut für Rechnergestützte Modellierung im Bauwesen LES - Berechnungen durch, die hinsichtlich der Darstellung fluktuierender Strömungen geeigneter sind als RANS - Methoden. Die Turbulenz sowohl im Inneren des Atriums als auch außerhalb des Gebäudes hat einen erheblichen Einfluss auf den Luftaustausch im Atrium. Durch die äußere Turbulenz fluktuieren die Drücke an den Lüftungsöffnungen und im Inneren des Atriums wird die Durchmischung der Raumluft durch die Turbulenz erheblich beeinflusst. Es bleibt offen, inwieweit RANS - Methoden die windbeeinflussten Effekte darzustellen vermögen.

Das Gesamtprojekt aus ATRIEN I und ATRIEN II schließt mit einem Leitfaden, der wesentliche Erkenntnisse des Projektes zusammenfasst. Er soll eine Hilfestellung für Architekten und Fachplaner bieten, die Fehlannahmen bei der Planung von Atrien vermeidet und die richtige Nutzung von Planungswerkzeugen ermöglicht, um das Atrium energetisch sinnvoll in das Gesamtgebäude zu integrieren und zu betreiben. Atrien können einen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden leisten, indem sie die Wärmeverluste während der Heizperiode minimieren. Jedoch können excessive Übertemperaturen im Sommer und eine ungenügende Abschottung des Kerngebäudes zum Atrium zu einem erhöhten Kühlenergieverbrauch führen, der die Energieeinsparungen während der

Heizperiode überkompensiert. Dies macht eine sorgfältige Auslegung eines Atriums gerade für den sommerlichen Lastfall wichtig, wenn es einen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz eines Gebäudes leisten soll.

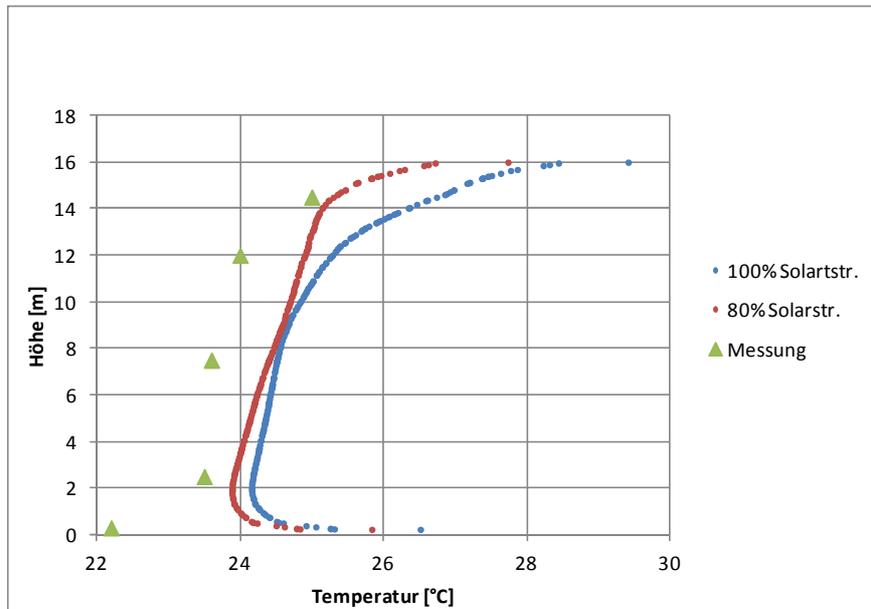


Abbildung 4 Gegenüberstellung der berechneten und gemessenen vertikalen Temperaturverläufe entlang der Messkette im Grünhof. Die temporäre Wärmespeicherung der Innenbauteile des Atriums wird in der stationären Simulation durch eine Reduzierung der absorbierten Solarstrahlung um 20% dargestellt. Hierdurch erfolgt eine Annäherung der berechneten Werte zu den gemessenen. Die zunehmende Diskrepanz in Bodennähe zeigt, dass die Wärmeabsorption der eintreffenden Solarstrahlung weiterhin zu gering angenommen wurde.

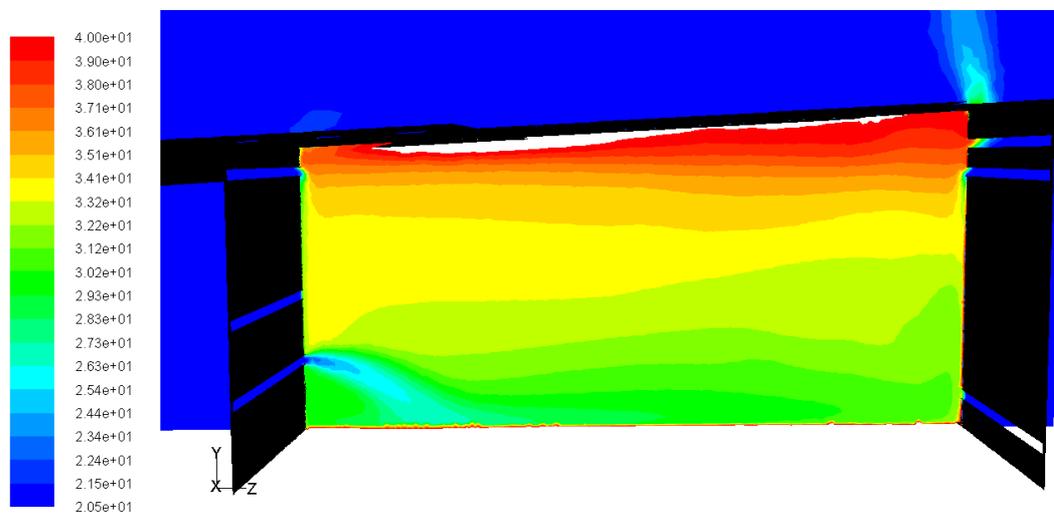


Abbildung 5 Temperaturverteilung im Luftraum des Grünhofes bei Nutzung aller Lüftungsquerschnitte