



Sanierung des Luftfahrtbundesamtes in Braunschweig

Abb. 1: Ansicht von der Straße (Eingangssituation)

Ein Beitrag von Andreas Lahme, **alware** beyond simulation, Ingenieurbüro für Bauphysik und Gebäudesimulation.

Projektbeschreibung

Das Luftfahrtbundesamt wurde als modernes und einladendes Verwaltungsgebäude durch die Architekten Lindemann + Thamm im Auftrag des Staatlichen Baumanagements Braunschweig konzipiert und 1998 fertig gestellt.¹ Das Gebäude der Bundesoberbehörde der zivilen Luftfahrt erinnert mit seiner Metallfassade an

die Oberfläche historischer Flugzeuge. Das dreigeschossige Gebäude hat eine kammartige Struktur (E-Form) mit einem repräsentativen Gebäuderiegel parallel zur Straße und drei gleichartigen, rechtwinklig vom Haupt-Baukörper ausgehenden langen Bürotrakten. Der straßenseitige Südriegel wird optisch von dem großen Prüfungssaal mit seiner auffälligen Glasfassade über dem Eingangsbereich dominiert. [Abb. 1 – 5]

¹) <http://www.thamm-architekten.de>

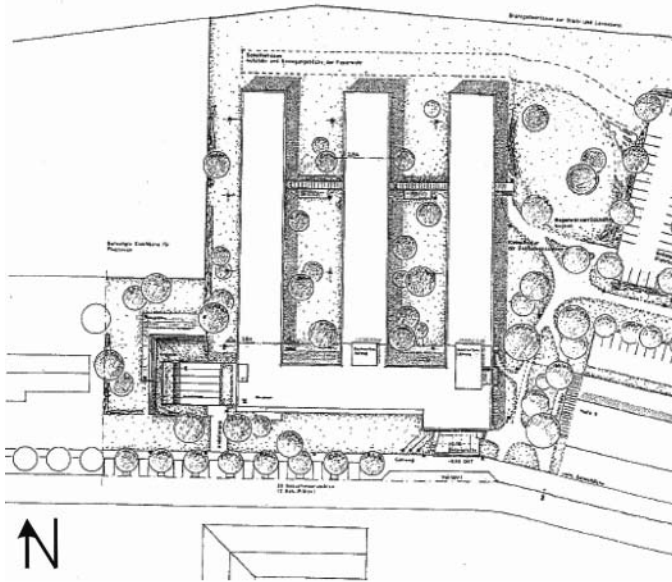


Abb. 2: Lageplan der LBA mit Nordpfeil



Abb. 4: Innenansicht des Südriegels



Abb. 3: Blick nach Norden in den Innenhofbereich



Abb. 5: Blick auf die Fassade

Aufgabenstellung

Das Gebäude wurde nach den damals anerkannten Regeln der Technik konzipiert. Konstruktiv wurden bereits alle gängigen Maßnahmen getroffen, um ein angenehmes Raumklima für die Mitarbeiter zu schaffen. Dennoch kam es in den Sommermonaten immer wieder zu Überhitzungen der Büroräume.

Im Jahre 2010 standen Sanierungsmaßnahmen an und entsprechende Planungen wurden vorbereitet. Der sommerliche Wärme-

schutz in den Büroräumen sollte mittels einer Doppelfassade auf der Südseite sichergestellt werden. Zusätzlich sollte der Schallschutz zur Hermann-Blenk-Straße bei der nahe gelegenen A2 gewährleistet werden. So bekam das Ingenieurbüro *alware* den Auftrag, das thermische Raumklima zu untersuchen, um konkrete Empfehlungen zur Optimierung des thermischen Komforts durch geeignete Maßnahmen zu geben.

Untersuchungen und Analysen

Für diese Untersuchungen wurde die Methode der stündlich dynamischen thermischen Gebäudesimulation² angewendet. Dazu wurde ein auf die Aufgabenstellung zugeschnittenes Simulationsmodell aufgebaut: Für den Südriegel wurde ein Teilmodell mit 12 thermischen Zonen erstellt, um einen Ausschnitt von Büroeinheiten mit Fluren für drei Geschosse sowie den Prüfungssaal abzubilden. [Abb. 6]

Für die drei nach Norden auslaufenden Büroriegel wurde ein weiteres Teilmodell aufgebaut, in dem ebenfalls ein repräsentativer Ausschnitt mit 5 thermischen Zonen für 2 Geschosse mit jeweils Büro-Flur-Büro-Einheiten abgebildet wurde. [Abb. 7]

Auf Basis von stündlichen Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes³ [vgl. Abb. 8], Daten zur Nutzung (interne Wärmelasten aus Personen, Geräten und künstlicher Beleuchtung mit den zugehörigen Zeitprofilen) und Daten technischer Versorgungssysteme wird eine Simulation des thermischen Verhaltens durchgeführt. Dabei wird die stündliche Wärmebilanz mit Raumtemperatur in jeder einzelnen Zone für ein gesamtes Jahr berechnet.

Das Besondere an dem Verfahren der thermischen Gebäudesimulation ist die dynamische Rechenweise: Die Ergebnisse der vorausgehenden Stunde sind die Anfangsbedingungen der nächsten Stunde. Damit wird die wärmespeichernde Wirkung der Bauteile in der Computersimulation berücksichtigt.

²) mit dem Simulationsprogramm BSim, www.bsim.dk

³) Klimadaten der TRY-Regionen für Deutschland (Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)

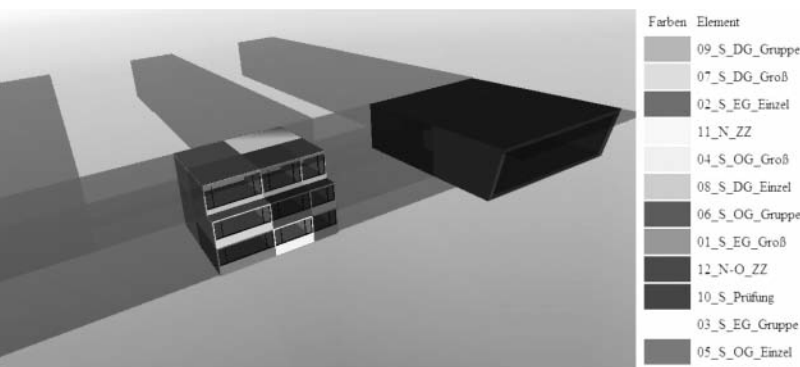


Abb. 6: Simulationsmodell des Südriegels.

Man erkennt einen Ausschnitt mit Büronutzung und den Prüfungssaal

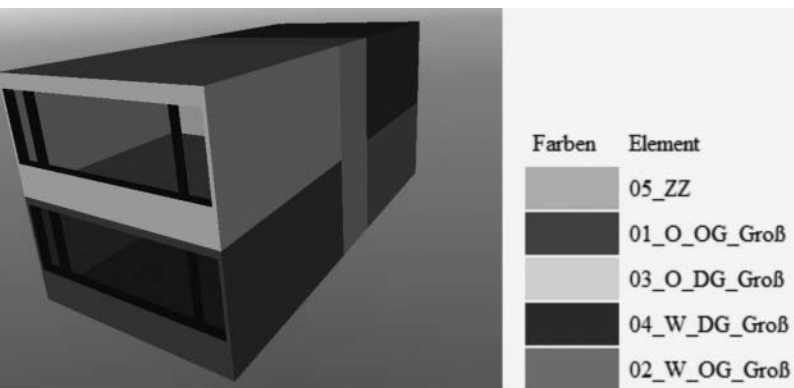


Abb. 7: Simulationsmodell für die nördlichen Büroriegel

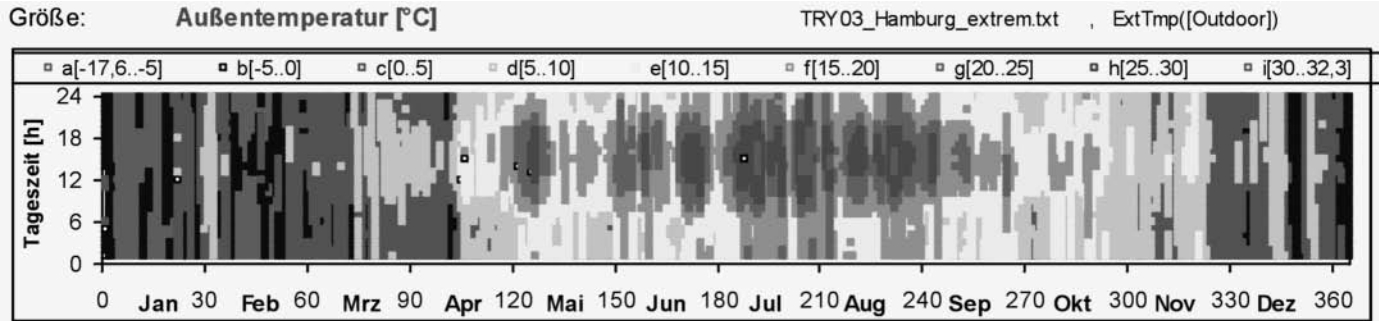


Abb. 8: Stündliche Außentemperatur im Laufe eines Jahres für die Region TRY-03 (extremes Klima).

In dem Projekt wurden mehrere Variationen für den Südriegel simuliert. Zuerst wurde der Ist-Zustand analysiert: Die Simulation zeigte massive Überhitzungsprobleme in den Einzelbüros und in den Großraumbüros auf. Diese Ergebnisse konnten von Nutzern der Räume bestätigt werden. In weiteren Variationen wurde der Einfluss unterschiedlicher Maßnahmen auf die Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes untersucht. Dabei wurden u. a. eine optimierte Lüftungsstrategie, Nachtlüftung, Einsatz von Sonnenschutzverglasung und Dachbegrünung betrachtet.

Auch für die Büroriegel mit Ost-West-Ausrichtung wurden mehrere Variationen des Simulationsmodells simuliert: Auch hier wurde im Ist-Zustand eine Überhitzungsproblematik festgestellt. Zusätzlich wurden mögliche Maßnahmen auf ihre Wirkung aktualisiert. Auch hier wurde die Effektivität von Nachtlüftung und Sonnenschutzverglasung untersucht. Außerdem wurden auch der negative Einfluss einer abgehängten Decke auf die thermische Behaglichkeit und die Auswirkung einer geringeren Belegungsichte in den Büros untersucht.

Ergebnisse

[Abb. 9] Basierend auf den Ergebnissen aus den thermischen Gebäudesimulationen wurde für den Südriegel der Einsatz von Sonnenschutzverglasung sowie Nachtlüftung mit kühler Außenluft empfohlen, da diese Maßnahmen die thermische Behaglichkeit im Sommer erheblich verbessern.

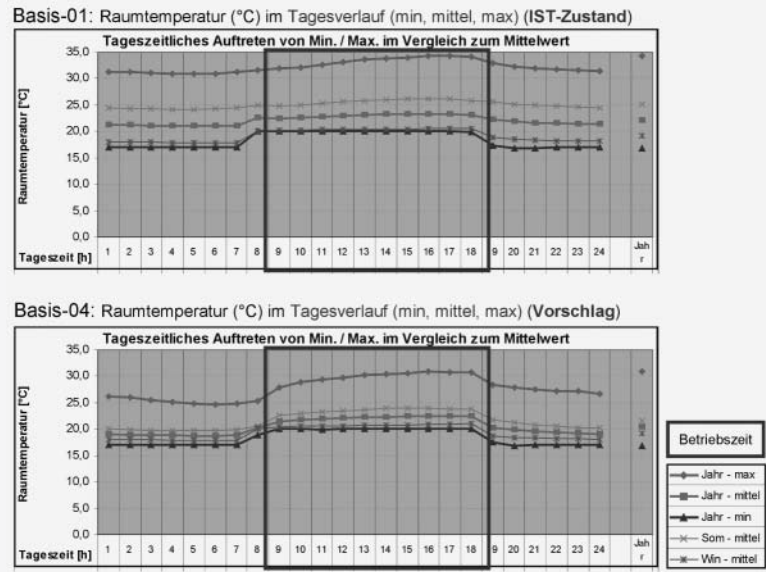


Abb. 9: Vergleich der Raumtemperaturen in einem Großraumbüro im 1. OG im Südriegel. Der obere Fall zeigt den Ist-Zustand mit starken sommerlichen Überhitzungen. Selbst nachts sinkt die Raumtemperatur im Extremfall nicht unter 30 °C. Im unteren Fall sinkt die Raumtemperatur am extremen Sommertag in den frühen Morgenstunden unter 25°C. Der sommerliche Wärmeschutz ist erheblich verbessert: Im Mittel bleiben im Sommer die Raumtemperaturen unter 24 °C. Hier sind die beiden Maßnahmen Nachtlüftung und Sonnenschutzverglasung wirksam.

Für die Büroriegel nach Norden mit ihren Ost- und Westfassaden konnte die Sonnenschutzverglasung dagegen nicht empfohlen werden, da der verbesserte U-Wert den sommerlichen Wärmeschutz (Schutz vor Überhitzungen) in diesem Fall nicht verbessern würde. Die Sonnenschutzverglasung würde zwar den solaren Eintrag halbieren, aber durch ihre bessere Dämmeigenschaft würden diese Wärmelasten stärker im Raum gehalten werden.

Der Nutzer im Luftfahrtbundesamt hat erheblich von den Empfehlungen von *alware* profitiert: Durch die Beratungsleistung und die Nachweise von *alware* konnte die kostspielige Investition ineffektiver Sonnenschutzverglasungen in den Gebäudebereichen der gesamten drei nördlichen Büroriegel vermieden werden. Außerdem hat die Beratung geholfen, die richtigen und wirksamsten Sanierungsmaßnahmen zu finden. Die Nachtlüftung wird umgesetzt. Dazu sollen oberhalb der Türen automatische Kippfenster eingebaut und die Lüftungsflügel in der Fassade elektronisch angesteuert werden. Damit kann eine Querlüftung über Nacht realisiert werden. Man nutzt also die kostenlose Kühle der Außenluft und spart Investitions- und Betriebskosten für eine maschinell erzeugte Kühlung.

Darüber hinaus wurde nach den Vorgaben von *alware* die vorhandene Mess-Steuer-Regeltechnik (MSR) kostengünstig auf eine andere Betriebsweise eingestellt und damit der thermische Komfort verbessert: Der Windwächter für die Deaktivierung des Verschattungssystems reagiert nun mit einer angemesseneren Empfindlichkeit, womit die Verschattung länger aktiv ist und somit Überhitzungen reduziert werden. Der Prüfungsraum für die Piloten wird in Zukunft im Sommer in der Nacht vor einer Prüfung mit maschineller Außenluft auf 22 °C herunter gekühlt, womit ein besserer thermischer Komfort beim Start in den Tag erzielt wird.

Bürovorstellung

Das erfahrene Ingenieurbüro für Bauphysik und Gebäudesimulation *alware* realisiert seit mittlerweile 20 Jahren objektive Simulationen in den Bereichen Licht, Wärme, Luft und Schall. Das Unternehmen ist in Braunschweig beheimatet und wurde zum Jahresbeginn von 2012 in eine GmbH umgewandelt.

alware führt Analysen und Auswertungen unter Einbeziehung aller klimatischen, baulichen und nutzungsabhängigen Besonderheiten durch. Diese dienen dazu, individuell maßgeschneiderte Lösungen zu erarbeiten. Neben der Reduzierung von Investitionen und laufenden Betriebskosten wird dabei thermischer, visueller und raumakustischer Komfort sichergestellt.

Ein Schwerpunkt des Ingenieurbüros ist die Auslegung von technischen Versorgungssystemen für Heizung und Kühlung basierend auf Ergebnissen der Simulation. Die Auslegung der Anlagentechnik nach Simulation ist wesentlich realistischer und führt zu erheblich kleineren Leistungen als die Auslegung nach Norm. [Abb. 10 + 11]

Der Unterschied in den Ergebnissen liegt in den grundsätzlichen Unterschieden der beiden Verfahren „Auslegung nach Simulation“ und „Auslegung nach Norm“ begründet: Das innovative Verfahren der Simulation basiert auf realistischen Randbedingungen und berücksichtigt die thermische Speicherfähigkeit der Bauteile. Damit bietet es eine Vorschau auf das tatsächliche Betriebsverhalten. Auf diese Weise ermöglicht dieses dynamisch arbeitende Rechenverfahren die energieeffiziente Dimensionierung der Anlagentechnik bei gesichertem Komfort. Planungsfehler können somit vermieden werden.

Das konventionelle Verfahren nach Norm VDI 2078 (Sommer)/DIN 12831 (Winter) dagegen setzt unrealistisch hohe Randbedingungen. Spezifische Gegebenheiten wie die thermische Speicherfähigkeit der Bauteile werden nicht berücksichtigt. Damit führt dieses statisch arbeitende Rechenverfahren zu überdimensionierter Anlagentechnik. Die Folgen sind zu hohe Investitions- und Betriebskosten sowie immense Schadstoffemissionen durch ein häufiges Takten der Anlage. Darüber hinaus bietet das Verfahren nach Norm keine Garantie für ein thermisch funktionierendes Gebäude.

Ein weiterer Ansatz von *alware* im Bereich Anlagentechnik ist das Monitoring. Die Firma bietet die messtechnische Erfassung von Verbrauchswerten der vorhandenen Anlagentechnik in Bestandsgebäuden an. Die Analyse solcher Messdaten-Zeitreihen dient zur

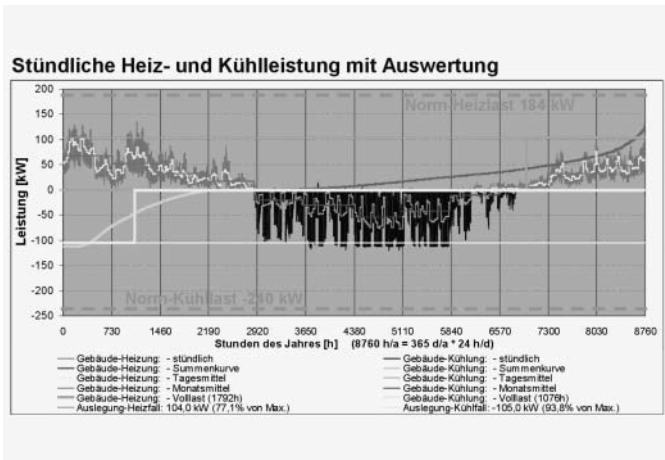


Abb. 10: Heiz- und Kühlleistung – Stündliche Werte, Tagesmittelwerte, Monatsmittelwerte für ein Beispielprojekt (vergleichbares Verwaltungsgebäude, allerdings Passivhaus-Standard). Die hohen Spitzenleistungen sind bei gesichertem thermischem Komfort nur sehr selten nötig.

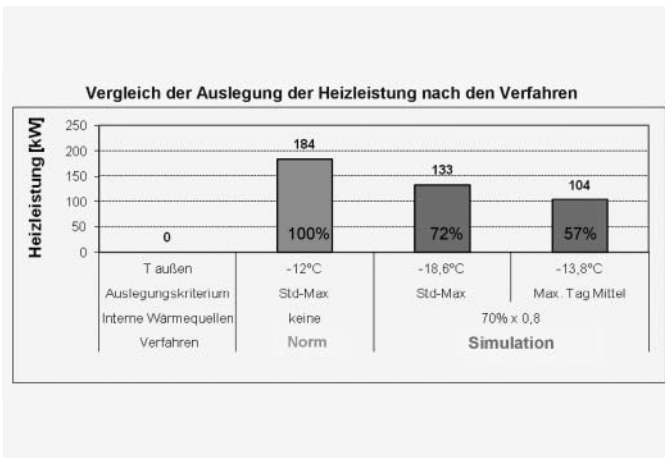


Abb. 11: Vergleich der Auslegungsheizleistungen nach Norm und nach Simulation für ein Beispiel-Projekt (vergleichbares Verwaltungsgebäude, allerdings Passivhaus-Standard). Die Auslegung der Anlagentechnik nach Simulation führt zu einer erheblich kleineren erforderlichen Heizleistung als die Auslegung nach Norm.

Identifizierung von Energieeinsparpotenzialen: Schwachstellen und fehlerhafte Betriebsweisen haustechnischer Systeme werden auf diese Weise aufgespürt. Mit dem Prinzip „Wissen durch Messen“ können Energieeinsparpotenziale gezielt ausgeschöpft werden.

Erfolgreicher Projektverlauf

Die fachmännische Durchführung von Gebäudesimulationen sowohl für Bestandsgebäude als auch für Neubauten hat einen großen Nutzen für Investor und Nutzer: Visueller und thermischer Komfort wird sichergestellt, Planungsfehler und Fehlinvestitionen werden vermieden, technische Anlagensysteme werden energieeffizient ausgelegt.⁴

Dies bestätigt auch der Bauherr, das Staatliche Baumanagement Braunschweig, für das Projekt Luftfahrtbundesamt: „Die Zusammenarbeit mit alware hat reibungslos funktioniert. Wir konnten die zur Verfügung stehenden Mittel mit Hilfe der thermischen Gebäudesimulation optimal für die Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes einsetzen“, so Dipl.-Ing. Anke Westphal, Leitung Fachbereich Hochbauplanung im Staatlichen Baumanagement, Braunschweig.

Als neuer Standard für eine Ressourcen schonende Zukunft sollte für die Erstellung energieeffizienter Gebäude die Gebäudesimulation eine obligatorische Methode sein, um ökologische und ökonomische Vorteile zu erzielen.

⁴) Anmerkung: Der so genannte Klimaerlass „Bauliche und planerische Vorgaben für Baumaßnahmen des Bundes zur Gewährleistung der thermischen Behaglichkeit im Sommer“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung vom 05.12.2008 fordert mittlerweile für Bauten mit Kosten über 5 Mio. € die Durchführung einer dynamischen thermischen Gebäudesimulation für den sicheren Nachweis der Planungsvorgaben zur thermischen Behaglichkeit. Das Ziel besteht in der Sicherstellung thermischer Behaglichkeit ohne Einsatz maschineller Kühlung. Falls maschinelle Kühlung unumgänglich ist, muss diese mit möglichst wenig fossiler Energie betrieben werden können.