

RAUMAKUSTIK
TONTECHNIK
BAUPHYSIK
SCHALLSCHUTZ
VMPA MESSSTELLE NACH DIN 4109
IMMISSIONSSCHUTZ NACH §§ 26, 28
BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ

Lichtenweg 15
51465 Bergisch Gladbach
T (02202) 9 36 30- 0
F (02202) 9 36 30-30

Waldstraße 86
04105 Leipzig
T (0341) 9 62 84 22
F (0341) 2 25 10 34

www.graner-ingenieure.de
mail@graner-ingenieure.de

25.11.2005 04036 thsi2511-1

Dipl.-Ing. Niggemann  - 25

Thermische Gebäudesimulation

- Ergebniszusammenstellung -

Projekt: **Haus der Essener Geschichte**
Neubau Magazin
Bismarckstraße 10
Essen

Auftraggeber: **Immobilienwirtschaft der Stadt Essen**
Lindenallee 59 - 67
45127 Essen

Planung: **A F S**
Ahlbrecht – Felix – Scheidt Generalplaner GmbH
Cäcilienstraße 6a
45130 Essen

Projekt-Nr.: **04036**

Inhalt:

1. Situation und Aufgabenstellung
2. Grundlagen
3. Anforderungen
 - 3.1 Regelwerke
 - 3.2 Ziele und Schwerpunkte der EnEV
 - 3.3 Anforderungen nach EnEV, Abschnitt 3 für bestehende Gebäude und Anlagen
 - 3.3.1 Anforderungen nach EnEV, Anhang 3, Tabelle 1
 - 3.4 Anforderungen an zu errichtende Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen
 - 3.5 Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2
 - 3.6 Wärmebrücken
 - 3.7 Nachweisführung nach EnEV
 - 3.7.1 Berechnung des spezifischen Transmissionswärmeverlusts H_T
 - 3.7.2 Berechnung der spezifischen Lüftungswärmeverluste H_V
 - 3.8 Sommerlicher Wärmeschutz
4. Nachweise nach EnEV
 - 4.1 Nachweis der Einhaltung des zulässigen Transmissionswärmeverlustes
5. Feuchtigkeitsschutz
 - 5.1 Voraussetzungen
 - 5.2 Tauwasserbildung
 - 5.3 Wasserdampfkondensation im Inneren von Bauteilen
 - 5.4 Wärmebrücken
6. Zusammenfassung

1. Situation und Aufgabenstellung

Die Generalplaner Ahlbrecht – Felix - Scheidt planen im Auftrag der Immobilienwirtschaft der Stadt Essen den Anbau eines Archivs am Haus der Essener Geschichte in Essen.

Das Gebäude beinhaltet im wesentlichen folgende Nutzungsbereiche:

**Archivräume über 4 Geschosse mit zusätzlichem Treppenraum im hinteren Bereich,
Verbindungsfuge, Erschließungsfläche zwischen Neubau und Bestandsgebäude**

Diese Bearbeitung beinhaltet den Neubau des Magazingebäudes.

Das Magazingebäude soll durch natürliche (freie) Lüftung auf stationäre Raumklimadaten konditioniert werden.

In der Berechnung wird untersucht, ob die rechnerisch ermittelte Raumtemperatur und rel. Luftfeuchtigkeit die vorgegebenen Klimakonditionen von

$17\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ Raumtemperatur

und

$50\% \pm 5\%$ rel. Luftfeuchtigkeit

nur mit regelbaren Zu- und Abluffensterflügeln (ohne mechanische Lüftung nach Kühlung) einzuhalten sind und auf welche Ursachen die ggf. errechneten hohen bzw. niedrigen Raumtemperaturen und relative Luftfeuchtigkeit zurückzuführen sind und welche Maßnahmen notwendig sind, um sie wirksam zu begrenzen.

2. Berechnungsmethode

Mit einer Computersimulation wird durch ein spezielles Rechenverfahren das thermodynamische Verhalten des Gebäudes im zeitlichen Verlauf simuliert.

Berücksichtigt werden alle thermisch relevanten Eingangsgrößen wie z. B.:

- Außentemperaturen
- Transmissionsverluste
- Lüftungsverluste
- Strahlungsgewinne, unter Berücksichtigung von Sonnenschutz-Maßnahmen und Gebäudeverschattungen
- interne Wärmequellen (hier Personen, Licht)
- Speicherkapazität der Baukonstruktion meteorologische Daten
- Bauzeichnungen
- Bauphysikalische Kenndaten
- Sonnenstandsberechnungen
- Algorithmen zum instationären Wärmefluss durch Bauteile
- Speicherfaktoren von Bauteilen
- Gesetze der solaren Strahlung und Wärmestrahlung

Folgende Punkte sind Merkmale des verwendeten Simulationsprogramms:

- Sonnenstandsberechnungen basierend auf den geographischen Standort
- Algorithmen zum instationären Wärmefluss durch Bauteile nach Mitalas in Stundenschritten berechnet
- Speicherfaktoren von Bauteilen nach der Response-Faktoren-Methode
- Gesetze der solaren Strahlung und Wärmestrahlung nach Liu-Jordan und MRT-Methode

Im Programm werden die sich durch Winddruck und Temperaturgradienten natürlich einstellenden Luftwechsel durch die steuerbaren Lüftungsöffnungen dynamisch errechnet.

Die zeitlich variablen Einflussgrößen werden in Stundenschritten definiert (und ggf. variiert), Die Berechnung selbst wird in 15-Minuten-Schritten durchgeführt.

3. Grundlagen

3.1 Planungsgrundlagen

Grundlage der Bearbeitung sind:

- Pläne der Architekten, Grundrisse, Schnitte und Ansichten, M 1:100, Stand: 27.09.2002
- Abstimmungsgespräche

3.2 Vorschriften und Richtlinien

Für diese Ausarbeitung gelten folgende Vorschriften und Richtlinien:

- Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV) vom 16. November 2001
- DIN 4108-2 - Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden - Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
Ausgabe: März 2001

Weiterhin berücksichtigt werden die material- und konstruktionsspezifischen Begleitnormen.

4. Anforderungen

Das Magazingebäude soll durch natürliche (freie) Lüftung auf stationäre Raumklimadaten konditioniert werden.

Folgende Klimakonditionen (Raumtemperatur und rel. Luftfeuchtigkeit) sollen nicht über- oder unterschritten werden:

17°C ± 1K Raumtemperatur
und
50% ± 5 % rel. Luftfeuchtigkeit

Die klimatischen Anforderungen der Archivräume sind nur mit regelbaren Zu- und Abluffensterflügeln (ohne mechanische Lüftung und Kühlung) einzuhalten.

5. Thermische Simulation

Zur Nachbildung des Temperatur- und Feuchteverlaufes der Raumluft wurde ein Rechenprogramm eingesetzt. Dieses Computer-Programm erlaubt es, unter Berücksichtigung von Gebäudeart, Luftwechsel, inneren Lasten, Leistung der Heizanlage, Orientierung der Räume und Eigenabschirmung des Gebäudes, den Temperatur- und Feuchteverlauf innerhalb von Räumen zu berechnen.

Der Baukörper wurde im CAD-Editor des Simulationsprogramms abgebildet. Damit sind die Außen- und Innenflächen erfasst. Sie liefern eine Grundlage zur Ermittlung der instationären Wärmeströme und Energiebilanzen. Stand der Architekturpläne für die vorliegende Untersuchung ist der 07.11.2005.

Abbildung 1: Gitternetzmodell.

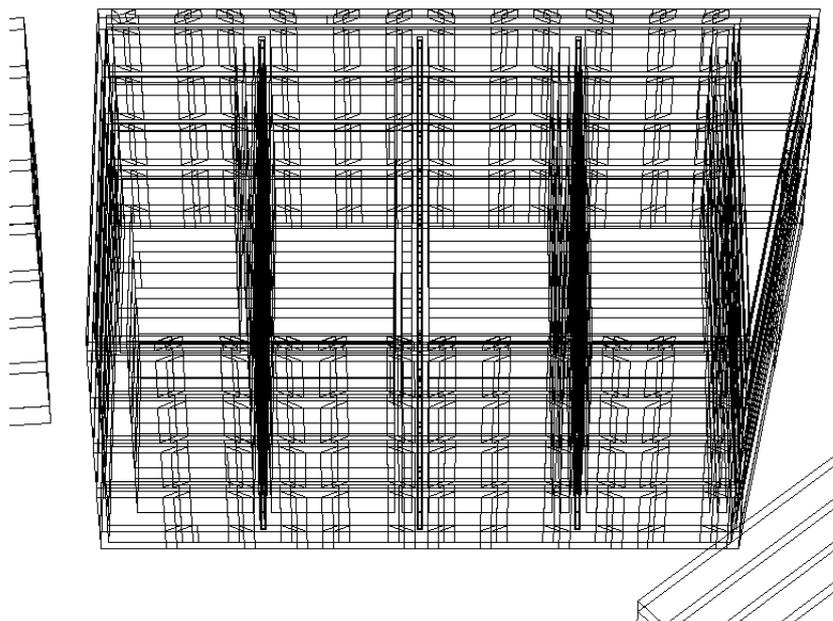
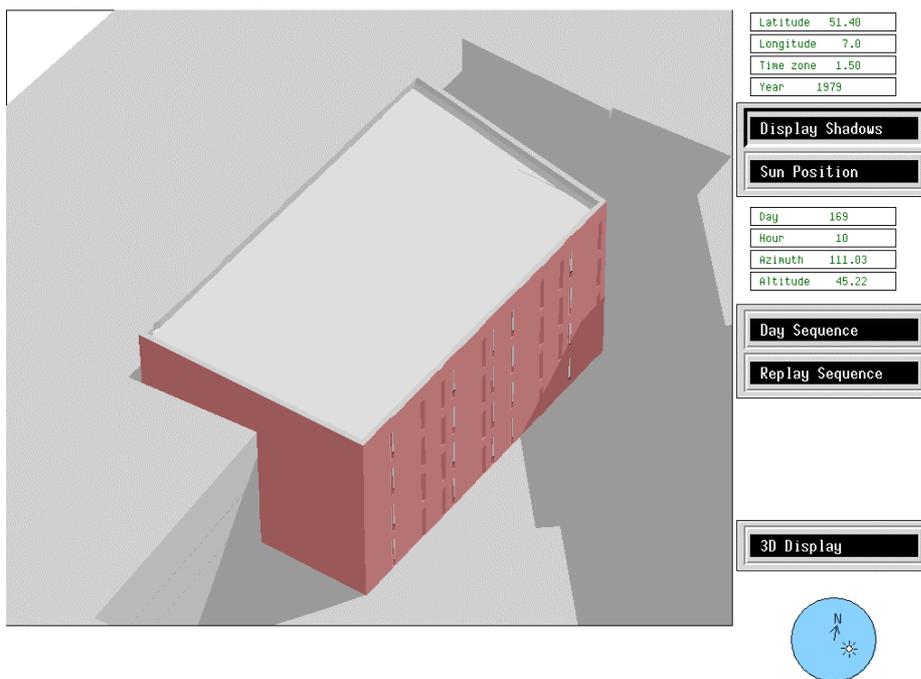


Abbildung 2: Perspektivische Ansicht des Simulationsmodells und Schattenwurf an einem Tag am 21. Juni um 10 Uhr.



5.1 Ausgangsdaten der thermischen Simulationsberechnung

Folgende thermisch relevanten Eingangsgrößen werden zugrunde gelegt:

- *Außentemperaturen*

Die Simulationen basieren auf stundenweisen Wetterdaten der Parameter Global- und Diffusstrahlung auf die Horizontale, Bewölkungsgrad, Außentemperatur, relative Feuchte, Windgeschwindigkeit und -richtung. Für die Simulation wird auf das TRY 03 ¹⁾ (Test Reference Year) des Deutschen Wetterdienstes der Station Essen zurückgegriffen. Die Strahlungswerte am Standort werden dem Breiten- und Längengrad gemäß berechnet. Die tiefste auftretende Außentemperatur der Datenreihe beträgt - 10,0 °C, die höchste 32,0°C.

- *Relative Luftfeuchtigkeit*

Die relative Luftfeuchtigkeit des äußeren Klimas sind dem Testreferenzjahr des TRY 03 ¹⁾ entnommen.

- *Strahlungsgewinne*

Die Strahlungswerte (Sonneneinstrahlung) sind dem Testreferenzjahr des TRY 03 ¹⁾ entnommen.

¹⁾ Das Testreferanzjahr (TRY) ist die Aneinanderreihung ausgewählter meteorologischer Elemente für jede Stunde eines Jahres für einzelne Klimaregionen der Bundesrepublik Deutschland. Es soll den charakteristischen Witterungsverlauf der jeweiligen Klimaregion beschreiben. Die Daten dienen überwiegend der Simulation des Betriebs von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und von Solarenergieanlagen sowie der Simulation des thermischen Verhaltens von Gebäuden.

Obwohl es in Mitteleuropa kein in bezug auf den Witterungsverlauf in sich geschlossenes typisches Einzeljahr gibt, treten doch zu bestimmten Zeitpunkten charakteristische Großwetterlagen bzw. Witterungserscheinungen auf, wie z. B. die "Eisheiligen" oder das sogenannte Weihnachtstauwetter.

Die Datensätze des Deutschen Testreferenzjahres wurden unter Einbeziehung typischer Großwetterlagen aus 29 unterschiedlich langen, realen Witterungsabschnitten aus verschiedenen Jahren zusammengestellt. Bei der Auswahl der Großwetterlagen wurde darauf geachtet, dass die Monatsmittelwerte der einzelnen meteorologischen Parameter mit den auf den langjährigen Datenreihen basierenden Monatsmitteln übereinstimmen und dass an den Schnittstellen zwischen zwei aneinandergesetzten Großwetterlagen keine meteorologisch unsinnigen Sprünge auftreten. Gegebenenfalls wurden die Unstetigkeiten mit statistischen Verfahren geglättet.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Einteilung in die 12 Klimaregionen für die Gesamtheit der im folgenden aufgeführten Klimaparameter gilt, die größtenteils in Wechselwirkung zueinander stehen. Für spezielle Fragestellungen, bei denen es auf die Bedeutung nur eines einzelnen meteorologischen Parameters ankommt, kann ein anderer Witterungsabschnitt sinnvoller sein.

Das Testreferenzjahr enthält für jede Region für jede Stunde die folgenden meteorologischen Parameter:

- Gesamtbedeckung
- Windrichtung in Grad
- Windgeschwindigkeit in m/s
- Wetterzustand zum Termin gemäß internationalem Schlüssel
- Niederschlag der letzten Stunde in mm/h
- Luftdruck auf Stationshöhe in hPa
- Lufttemperatur in 2 m Höhe in °C
- Relative Luftfeuchte
- Direkte Sonnenstrahlung auf die horizontale Fläche in W/m^2
- Diffuse Himmelsstrahlung auf die horizontale Fläche in W/m^2
- Helligkeit auf die horizontale Fläche in Lux
- Langwellige Ausstrahlung von der horizontalen Fläche in W/m^2
- Atmosphärische langwellige Gegenstrahlung auf die horizontale Fläche in W/m^2

- **Heizung**

Die benötigte Heizleistung beträgt ca. 40 W/m². In diesem Wert ist der erhöhte Lüftungswärmeverlust durch die automatisierte Fensterlüftung enthalten.
Für die Summe der Lagerflächen ist eine Heizleistung in der Größenordnung von ca. 80 kW erforderlich. (Auslegung der Heizflächen durch Haustechnikplaner)
Auf die verschiedenen Lagerflächen verteilt ergibt sich aus der Simulation:

UG:	ca. 20 kW
OG1:	ca. 20 kW
OG2:	ca. 20 kW
DG:	ca. 20 kW

Der benötigte Jahreswärmebedarf beträgt etwa 160 MWh.

UG:	ca. 35 MWh
OG1:	ca. 35 MWh
OG2:	ca. 35 MWh
DG:	ca. 35 MWh

Nicht als Lager genutzte Räume sind in der Simulation nicht bewertet.

Regelung über elektronische Steuer- und Regelanlage.
Reaktionszeit frei programmierbar nach Angaben der Haustechnik
(bei automatisch zu öffnenden und zu schließenden Fenstern)

- **Lüftung**

Die Lüftung erfolgt mit regelbaren Zu- und Abluffensterflügeln, die sich gleichzeitig in den gegenüberliegenden Fassadenseiten öffnen, so dass eine Querlüftung entsteht.

Zusätzlich werden Insektenschutzgitter benötigt, die den freien Lüftungsquerschnitt reduzieren. Bei Öffnung der Flügel wird der Querschnitt im Maueröffnungsmaß zusätzlich um ca. 20% eingeengt.

Die Kippflügel sind gemäß Architektenplan im Simulationsprogramm modelliert. Jede Mauerwerksöffnung hat die lichten Maße 46 x 247 cm..

Bei Kippen der Flügel muss ein Mindest-Querschnitt im Maueröffnungsmaß für eine freie Luftströmung von 0,12 m² (entspricht einem Ausstellmaß von 26) offen stehen.

In der Mauerwerksöffnung werden Insektenschutzgitter eingepasst, die den freien Lüftungsquerschnitt um 50% reduzieren.

Das dort vorhandene Restmaß ist aber noch 6-fach größer als das Öffnungsmaß im Fensterquerschnitt bei gekipptem Flügel.

Pro Fensteröffnung ist ein effektives Lüftungsmaß von 0,12 m² anzustreben. Dieses Öffnungsmaß ist ausreichend, um die Luftfeuchte dem Außenzustand anzugleichen.

Dieses Öffnungsmaß ist ausreichend, um die Luftfeuchte dem Außenzustand anzugleichen.

Ein deutlich größeres Öffnungsmaß ist nicht zulässig; es erfordert, die Heizleistung zu erhöhen, ohne dass bezüglich des Feuchtegleichgewichts Vorteile zu erwarten sind.

Pro Lagergeschoss sind 23 öffnenbare Fenster vorzusehen.

Um eine gleichmäßige Durchmischung des Lagers zu gewähren, sind im Deckenbereich zusätzlich ggf. Umluftventilatoren oder Rohrventilatoren mit einer Leistung von ca. 150 W vorzusehen.

Die Ventilatoren sind im o. g. Fall so zu platzieren, dass ein ausreichende Umluft gewährleistet wird.

- **Regelung**

Regler:PID-Regler, Messung alle 15 Minuten

Feuchtigkeitsregelung 1. Priorität !

Temperaturregelung 2. Priorität bzw. Regelung nach Angaben der Haustechnik (Winterfall)

Eingangsgrößen: rel. Feuchtigkeit [%] außen (a) und innen (i)
Temperatur ϑ [°C] außen (a) und innen (i)
absolute Feuchte [x] außen (a) und innen (i)

Feuchtigkeitsregelung

1. Fall: Befeuchtung (Winter)

wenn rel. Feuchtigkeit (i) < 45% oder
absolute Feuchte x (i) < 6,0 g/kg (Winter)

und $x(a) > x(i)$

und $x(a)$ (letzte Messung) < $x(a)$ (diese Messung)

dann

Signal Fenster öffnen

sonst

Signal Fenster schließen

2. Fall: Entfeuchtung (Sommer)

wenn rel. Feuchtigkeit (i) > 55% oder
absolute Feuchte x (i) > 6,2 g/kg (Sommer)

und $x(a) < x(i)$

und $x(a)$ (letzte Messung) > $x(a)$ (diese Messung)

dann

Signal Fenster öffnen

sonst

Signal Fenster schließen

Temperaturregelung

nur möglich, wenn Bedingungen der Feuchtigkeitsregelung erfüllt werden !

1. Fall: Raumerwärmung (Winter)

(wird durch die Heizanlage geregelt; nur bei Ausfall der Heizanlage möglich)

wenn Temperatur (i) < 16 °C

und Temperatur (a) > Temperatur (i)

und Temperatur (a) (letzte Mess.) < Temperatur (a) (diese Mess.)

und Bedingungen der Feuchtigkeitsregelung erfüllt werden!

dann

Signal Fenster öffnen

sonst

Signal Fenster schließen

2. Fall: Raumabkühlung (Sommer)

wenn Temperatur (i) > 18 °C

und Temperatur (a) < Temperatur (i)

und Temperatur (a) (letzte Mess.) > Temperatur (a) (diese Mess.)

und Bedingungen der Feuchtigkeitsregelung erfüllt werden!

dann

Signal Fenster öffnen

sonst

Signal Fenster schließen

- ***Fenster***

Um die Feuchtigkeitsverluste durch Fugenundichtigkeiten einzuschränken, sind Folienanschlüsse der Fensterkonstruktionen erforderlich. Das gesamte Gebäude ist möglichst dicht auszuführen, d. h. sämtliche Fugen sind nach Stand der Technik dauerhaft und absolut luftundurchlässig abzudichten. Die Außenfensterflügel und Außentüren sind mit einem möglichst kleinen Fugendurchlaßkoeffizient, d. h. $\leq 0,1 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m} \cdot [\text{daPa}]^{2/3}$ zu planen.

Hinweis:

Türen zwischen Verwaltungstrakt und Archivtrakt sind möglichst geschlossen zu halten!

Die Vermeidung von baulichen Fugen muss mit extremer Sorgfalt geprüft werden.

Der mittlere unbeabsichtigte Luftwechsel in diesem Fall beträgt 0,02 1/h.

Die Dichtheit muss erhöhten Anforderungen genügen.

Der Drucktest mit dem Blower-Door-Verfahren sollte folgenden Wert einhalten: $N_{50} < 0,2 \text{ 1/h}$.

Der Fugendurchlasskoeffizient der Türen zwischen Flur und Archiv wird mit $1 \text{ m}^3/\text{mhPa}^{2/3}$ angesetzt. Da nur sporadisch ein Öffnen der Türen zwischen Verwaltungstrakt und Archivtrakt notwendig ist, wird die täglich maximal zulässige Öffnungszeit dieser Türen mit 2 Minuten angenommen.

- ***Anforderungen***

Folgende Klimabedingungen sind zu konditionieren:

- Raumtemperatur $17 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$
- rel. Luftfeuchtigkeit $50 \% \pm 5 \%$

- ***Baukonstruktion***

siehe Energetischer Nachweis

- *Feuchtigkeitssorption der Innenoberflächen*

Nahezu alle Stoffe haben in unterschiedlichem Maße die Fähigkeit, Feuchtigkeit in Dampfform aufzunehmen und an ihrer Oberfläche bzw. - bei porigen Stoffen im Inneren des Materials anzulagern. Für diesen Vorgang sind je nach Art des Materials unterschiedliche Ursachen maßgebend:

- a) Anlagerung von Feuchtigkeit an der Oberfläche aufgrund der Anziehungskräfte (van der Waalschen Kräfte) zwischen den Molekülen des Materials und den Molekülen des Wassers (physikalische Absorption). Diese Art der Feuchtigkeitsbindung ist auch bei nichtporigen Stoffen möglich (z. B. Metallen). Bei porigen Stoffen kann auch im Innern des Materials, an den Porenwänden, Absorption stattfinden.
- b) Kapillarkondensation in den Poren und Kapillaren des Materials entsprechend dessen Kapillarstruktur.
- c) Einlagerung von Wassermolekülen in die Moleküle des Materials bei quellfähigen Stoffen oder bei Stoffen, die verschiedene Hydrate bilden.

In allen Fällen hängt die Menge der aufgenommenen Feuchtigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft ab. Bei genügend langer Lagerung eines Stoffes in Luft von konstantem Feuchtigkeitsgehalt stellt sich ein für den betreffenden Stoff charakteristisches Gleichgewicht zwischen Luft- und Materialfeuchtigkeit ein. Wird das Gleichgewicht durch Erhöhung der Luftfeuchtigkeit gestört, dann erfolgt eine weitere Feuchtigkeitsaufnahme des Materials (Absorption). Bei Erniedrigung der Luftfeuchtigkeit gibt das Material Feuchtigkeit ab (Desorption).

Diese Eigenschaft der Bindung von Feuchtigkeit an ein Material fasst man - unabhängig von der Art der Bindung - unter dem Sammelbegriff "Sorptions" zusammen. Der bei einer bestimmten Temperatur geltende Zusammenhang zwischen Materialfeuchtigkeit und Luftfeuchtigkeit wird eine Kurve, die sogenannte Sorptions-Isotherme gekennzeichnet.

Im Bereich der "niedrigen" Feuchte den sogenannten hygroscopischen Bereich, bestimmen die Diffusionsvorgänge den Feuchtetransport und Absorptionsvorgänge (Desorptionsvorgänge) die Wasserspeicherung ($u_{100} - u = 0$).

Bei zementgebundenen Baustoffen gibt es einen charakteristischen Wassergehalt u_H , der nach dem völligen Hydratisieren des Zements vorliegt, wenn in dieser Zeit keine Wasserabgabe an die Umgebung erfolgt. Es handelt sich um die sogenannte "Ausgleichsfeuchte", mit welcher der betreffende Baustoff nach Abschluss seiner Verfestigung in seine Nutzungsphase hineingeht. Dieser kennzeichnende Wassergehalt befindet sich im überhygroscopischen Wassergehaltsbereich.

Bei den thermodynamischen Simulationsberechnungen wird nur das Sorptionsverhalten des Kalkzementinnenputzes und des Eichenkopfholzpfaster (Alternativ Kieferkopfholzpfaster) berücksichtigt.

Folgende Flächen wurden zugrunde gelegt:

1. Alle Oberflächen der Außen- und Innenwände als Putzflächen aus Kalkzementputz mit hochhydraulischem Kalk, $d \geq 2,5$ cm

Für die Materialien werden auf Grundlage einer Untersuchung des Instituts für Technische Physik der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart von Dr.-Ing. Künzel - Die Feuchtigkeitsabsorption von Innenoberflächen und Inneneinrichtungen - folgende Wasserdampf-Absorptionskoeffizienten a [m/h] zugrunde gelegt:

1. Kalkzementputz, unbehandelt

$$a = 1,70 \text{ [m/h] (g/g} \cdot \text{m}^3\text{/h/m}^2\text{)} \text{ } ^1)$$

- 1) *Hinweis:*
Der Absorptionskoeffizient wird als eine Absorptionseigenschaft kennzeichnende Zahl angegeben. Der Absorptionskoeffizient a [m/h] gibt an, welche Feuchtigkeitsmenge, bezogen auf eine Erhöhung der absoluten Luftfeuchte um 1 g/m^3 in 1 Stunde [h] von einer 1 m^2 großen Oberfläche aufgenommen wird.

6. Berechnungsergebnisse

Die Berechnungen des thermodynamischen Verhaltens können für eine Vielzahl von Situationen durchgeführt werden, wobei die Randbedingungen variieren können.

Die Berechnungsergebnisse sind auf den Anlagenblättern graphisch dokumentiert:

1. Kontrolle der Häufigkeitsverteilung der Innentemperaturen

Bei den Innentemperaturen gibt es nur sehr geringe Abweichungen vom Anforderungswert, bedingt durch die freie Lüftung.

Eine überwiegend beständige Raumtemperatur von $17\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ (ca. 96 %) ist mit der gewählten Baukonstruktion bzw. Regeltechnik zu gewährleisten (siehe Anlagen).

2. Kontrolle der Häufigkeitsverteilung der Raumlufffeuchten (siehe Anlagen).

Bei der relativen Luftfeuchtigkeit gibt es, bezogen auf das Testreferenzjahr, bzw. das Sorptionsverhalten der Putzschicht folgende Häufigkeitsverteilung:

	EG:		
	6,9% des Jahres:	55% rF,	Abweichung $\pm 2,5\%$
5	6,6% des Jahres	50% rF,	Abweichung $\pm 2,5\%$
	36,5% des Jahres:	45% rF,	Abweichung $\pm 2,5\%$
	OG1:		
	6,3% des Jahres:	55% rF,	Abweichung $\pm 2,5\%$
	57,3% des Jahres	50% rF,	Abweichung $\pm 2,5\%$
	36,4% des Jahres:	45% rF,	Abweichung $\pm 2,5\%$
	OG2:		
	6,3% des Jahres:	55% rF,	Abweichung $\pm 2,5\%$
	57,0% des Jahres	50% rF,	Abweichung $\pm 2,5\%$
	36,7% des Jahres:	45% rF,	Abweichung $\pm 2,5\%$
	OG3:		
	6,6% des Jahres:	55% rF,	Abweichung $\pm 2,5\%$
	54,7% des Jahres	50% rF,	Abweichung $\pm 2,5\%$
	38,7% des Jahres:	45% rF,	Abweichung $\pm 2,5\%$

Die im Putz gebundenen Wassermengen variieren dabei um $\pm 3,5\%$ und sorgen so für den gewünschten feuchteregulierenden Effekt.

Hinweis:

Die Simulationsberechnung wurde mit dem Testreferenzjahr des TRY 03 (max. Temperatur 32 °C) durchgeführt.

Extreme Wetterperioden wie z. B. 7 Wochen ununterbrochen eine Schönwetterperiode mit max. Temperaturen von 32 °C oder 6 Wochen Dauerfrost im Winter sind nicht berücksichtigt worden. Gleichmaßen unberücksichtigt bleiben extreme Perioden mit geringer bzw. hoher relativer Luftfeuchtigkeit.

7. Bewertung der Berechnungsergebnisse

Die Berechnungen zeigen, dass sich in dem zu untersuchenden Magazingebäude mit einer geregelten natürlichen (freien) Lüftung und einer Beheizung die Anforderungswerte an die Raumtemperatur bei einer Abweichung von bis zu 10% zu 100,0 % im Jahr die relative Luftfeuchtigkeit einhalten lassen.

Hinweis:

Die Berechnungen erfolgen durch dynamische thermische Gebäudesimulation unter Verwendung eines Computerprogramms. Die Berechnungsalgorithmen der Simulation und die zugrunde liegenden Wetterdaten (TRY) sind zum derzeitigen Zeitpunkt weder durch DIN-Normen noch in VDI-Richtlinien festgelegt, entsprechen also nicht im engeren Sinne den Regeln der Technik.

Da jedoch die gestellte Aufgabe durch genormte Berechnungsverfahren nicht zu lösen ist, akzeptiert der Auftraggeber das o. g. Verfahren und die Verwendung der dem Programm zugrunde liegenden Wetterdaten.

Die Feuchtetransportvorgänge in Bauteilen und Lagergut werden nicht auf direktem Weg durch das Programm berücksichtigt. Durch äquivalente Modellbildung werden die transportierten Wassermengen über einen virtuellen Luftstrom zwischen Lagergut und Raumluft abgebildet.

8. Zusammenfassung

Für den Neubau des Magazingebäudes des Haus der Essener Geschichte wurden Berechnungen der Raumtemperatur und relativen Luftfeuchtigkeit unter Berücksichtigung der festgelegten Klimakonditionen mit einem Computerprogramm durchgeführt.

Eine Raumlufffeuchte von 50% \pm 5% ist im Magazingebäudes des Haus der Essener Geschichte ohne konventionelle Klimatisierung zu erreichen, erfordert jedoch eine optimierte und automatisierte Fensterlüftung sowie große feuchtespeichernde Oberflächen.

Basis der Simulation sind die Angaben gemäß Planungsstand November 2005. Im vorliegenden Planungsstand werden Wände, Decken, Unterzüge und Stützen mit 2,5 cm Kalkzementputz verputzt.

Die Sollfeuchte wird an ca. 55% des Jahres erzielt, an 5 bis 7,5% des Jahres wird sie um bis zu 5% überschritten, an 36 bis 47% des Jahres um bis zu 5% unterschritten. Die Sollfeuchte wird an ca. 55% des Jahres erzielt, an 6 bis 7% des Jahres wird sie um bis zu 5% überschritten, an 36 bis 39% des Jahres um bis zu 5% unterschritten.

Die Innentemperaturen betragen im Hochsommer maximal 21°C im EG und den OGs und maximal 24°C im 3. OG.

Im Jahr fallen z.B. im 2. OG 1,3 MWh an solaren Gewinnen an. Dabei ist die bauliche Verschattung berücksichtigt.

Die Raumtemperatur weicht im Sommer nach oben von den Sollwerten ab. Es werden im OG 3 bis 24°C bei 32°C Außentemperatur erreicht.

Da die Feuchte jedoch im zulässigen Bereich ist, ist die Temperaturabweichung von Seiten der Archivare auf Zulässigkeit zu prüfen. Wenn niedrigere Sommertemperaturen gewünscht werden, muss z.B. statt der Wärmeschutzverglasung durch ein Paneel vorgesehen werden.

Die Anforderungen an den Wärme- und Feuchteschutz nach DIN 4108 und weiteren Normen werden ebenfalls erfüllt.



GRANER + PARTNER
I N G E N I E U R E

B. Graner i.A. Niggemann

BERATUNG • PLANUNG • PRÜFUNG • FORSCHUNG

GRANER + PARTNER, Postfach 20 04 20, 51434 Bergisch Gladbach

Stadt Essen
Immobilienwirtschaft
z. H. Frau Frevel
Stadtamt 60

45121 Essen

RAUMAKUSTIK • TONTECHNIK
BAUPHYSIK • SCHALLSCHUTZ
AMTL. ANERKANNTE SCHALL-
PRÜFSTELLE (MBNW 1969/91)
IMMISSIONSSCHUTZ NACH §§ 26, 28
BUNDES - IMMISSIONSSCHUTZGESETZ

LICHTENWEG 15 ROBERT-KOCH-STR. 34
51465 Bergisch Gladbach 06886 Luth. Wittenberg
FON 0 22 02/9 36 30 - 0 FON 0 34 91/66 16 47
FAX 0 22 02/9 36 30 - 30 FAX 0 34 91/67 00 61
www.graner-ingenieure.de mail@graner-ingenieure.de

Datum: 22.11.2002

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Niggemann  - 25

Neubau Archiv der Stadt Essen
- Thermische Simulationsberechnung -

Sehr geehrte Damen und Herren,
sehr geehrte Frau Neumann,

beiliegend übersenden wir Ihnen die Thermische Simulationsberechnung für o. g. Objekt, zu Ihrer weiteren Verwendung.

Zu Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen Anlage
GRANER + PARTNER s. Text
I N G E N I E U R E

B. Graner i. A. Niggemann

Ø IB Gertec, Herrn Wiesner

Gertec GmbH
Ingenieurgesellschaft
z.H. Herrn Wiesner
Viehofer Straße 11

45127 Essen

RAUMAKUSTIK • TONTECHNIK
AMTL. ANERKANNTE SCHALL-
PRÜFSTELLE (MBNW 1969/91)
IMMISSIONSSCHUTZ NACH §§ 26, 28
BUNDES - IMMISSIONSSCHUTZGESETZ

L I C H T E N W E G 1 5 R O B E R T - K O C H - S T R . 3 4
51465 Bergisch Gladbach 06886 Luth. Wittenberg
FON 0 22 02/9 36 30 - 0 FON 0 34 91/66 16 47
FAX 0 22 02/9 36 30 - 30 FAX 0 34 91/67 00 61
www.graner-ingenieure.de mail@graner-ingenieure.de

Datum: 20.11.2002

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Niggemann

Ø - 25

KURZMITTEILUNG

Mit der Bitte um:

Kenntnisnahme

Objekt:

Neubau für das Archiv der Stadt Essen
- *Thermische Simulationsberechnung* -

Anlage:

Kopie unseres Schreibens vom 25.11.2005
an den Immobilienwirtschaft der Stadt Essen, Frau Frevel.

Mit freundlichen Grüßen

• i. A. Niggemann •

