Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 107 (1989)

Heft: 38

Artikel: Ideelle Wärmeleitfähigkeit: Wirkung von Dämmplatten bei hinterlüfteten Fassaden

Autor: Bangerter, Heinz

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-77170

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

der mit der Bodenplatte des Betonbehälters verschweisste Reaktorkern und die ihn umgebenden Gestelle für verbrauchte Brennelemente, die den Brennelementanfall von 40 Betriebsjahren aufnehmen können, in dem Gefäss. Einbauten im Reaktorgefäss wie Stützgitter können mit Spezialwerkzeugen abgeschraubt und ausgewechselt werden, sollte das je notwendig sein.

Darüber hinaus gibt es innerhalb des Betonbehälters wenig Wartung. Leckagen der Auskleidung sind höchst unwahrscheinlich. Überwachung und Ortung von Lecks können jedoch erfolgen, und Reparaturen sind ohne Ablassen des Wassers möglich.

Die Wartungen des nuklearen Dampferzeugersystems ausserhalb des Betonbehälters sind einfach. Für die Zwangsumlauf-Gradrohr-Dampferzeuger sind die für Druckwasserreaktoren entwickelten Verfahren direkt anwendbar. Was die Kühlmittelpumpen angeht, wird angenommen, dass der Wartungsaufwand minimal ist und auf Grundlage der Erfahrungen vorgenommen werden kann, die mit ähnlichen Pumpen der ABB-Atom-Siedewasserreaktoren gewonnen wurden.

Abschliessende Bemerkungen

Das Problem für die Kernenergie besteht in der negativen Vorstellung der Öffentlichkeit über ihre Sicherheit, mit der Folge, dass die Technik übermässig kompliziert und/oder politisch als nicht mehr vertretbar angesehen wird. Wir in der kerntechnischen Industrie wissen, dass diese Vorstellung ungerechtfertigt ist und dass wir fähig sind, in Zukunft Unfälle zu vermeiden. Indes, «Three Mile Island» und «Tschernobyl» sind Tatsachen.

Soll unsere Reaktortechnologie geändert werden, um der Besorgnis der Öffentlichkeit Rechnung zu tragen, und wenn ja, wie?

Diese Frage wird in verschiedenen Ländern unterschiedlich beantwortet. In Frankreich, zum Beispiel, ist die Antwort darauf heute sicherlich ein Nein, während es in Italien ein Ja ist. Eine Antwort wie die von Italien scheint auch ein Gebot für das Wiederaufleben der nuklearen Option in den USA zu sein.

Die Haltung von ABB ist, dass wir in Zukunft eine Reaktortechnik anwenden sollten, die weltweit sicherstellt, dass es nirgendwo einen ernsthaften Reaktorunfall gibt – dies wegen der internationalen Auswirkungen, die solche Unfälle haben würden. Wir meinen, dass wir mit PIUS diesem Ziel zumindest sehr nahe sind. Zusammenfassend kann der gegenwärtige Stand von PIUS wie folgt beschrieben werden:

- Es bestehen keine Probleme hinsichtlich der technischen Machbarkeit, die einer Verwirklichung von PIUS als praktikables Leistungsreaktor-Konzept im Wege stehen würden.
- Die Stromerzeugungskosten mittels eines PIUS-Reaktors im Leistungsbereich von 600 bis 700 MWe und darunter werden nach den Schätzungen niedriger sein als solche in herkömmlichen Leichtwasserreaktoren, weil Vereinfachungen der Anlagen möglich sind.
- Analytische Arbeiten, unterstützt durch Überprüfungen in Grossexperimenten, unterstreichen die Behauptung, dass im Hinblick auf das Risiko von schweren Unfällen mit bedeutenden Belastungen der Umwelt, PIUS ein «narrensicherer» Reaktor ist.
- Ernsthafte Probleme hinsichtlich Betrieb und Wartung sind nicht zutage getreten.

Die Zeit ist jetzt reif für die Entscheidung zum Bau einer Demonstrationsanlage, die zu Ende der 90er Jahre ihren Betrieb aufnehmen könnte.

Adresse des Verfassers: *Kåre Hannerz*, ABB Atom AB, Reactor Division, SECURE Project, S-721 63 Västerås, Schweden.

Ideelle Wärmeleitfähigkeit

Wirkung von Dämmplatten bei hinterlüfteten Fassaden

Hinterlüftete Fassadensysteme gelten landläufig als bauphysikalisch sicherste und konsquenteste Aussenwandkonstruktionen. Die bauliche Trennung der Funktionen «Dichten-Dämmen-Tragen» reduziert das Schadenrisiko gegenüber einschaligen, mehrschichtigen Fassadenkonstruktionen ganz erheblich.

VON HEINZ BANGERTER, KLOTEN

Die höheren Investitionskosten für die hinterlüftete Aussenwand werden dank statistisch belegter längerer Lebensdauer und geringerer Jahreskosten für Reparaturen und Fassadenunterhalt mehr als kompensiert.

Die qualitativen Zusammenhänge und Funktionen einer hinterlüfteten Fassade können nach Abbildung 1 dargestellt werden. Jedem Element der Gesamtkonstruktion kommt demnach eine definierte, «primäre» Hauptfunktion zu. Hierbei erbringt die eingebaute Wärmedämmschicht selbstverständlich und definitionsgemäss die Hauptleistung an die Wärmeschutzfunktion der Fassade. Die Dämmschicht wird dabei in ihrer Wirkung mehr oder weniger unterstützt durch den spezifischen Wärmedurchlasswiderstand der Innenschale, durch das konstruktionsbedingte Verhalten der Belüftungsebene und indirekt sogar durch die Art und konstruktive Ausbildung der Aussenschale (vgl. Bild 1).

Beim wärmetechnischen Vergleich verschiedener hinterlüfteter Fassadensysteme ist somit von Interesse, wieweit sich die «passiven Sekundärfunktionen» einer Innenschale, einer Belüftungsebene oder der dem Wetterschutz dienenden Aussenschale auf den Wärmedurchlasswiderstand der eigentlichen Dämmschicht, bzw. auf deren rechnerischen λ-Wert, auswirken. Weil diese Einflüsse ihrerseits weitgehend von der Art des verwendeten Dämmstoffes vorbestimmt sind, ist es zweckmässig und gerechtfertigt, den Begriff einer systembedingten «ideellen Wärmeleitfähigkeit» $\lambda_{id.}$ des verwendeten Dämmstoffes einzuführen.

Der nach Norm SIA 279 zu verwendende λ-Rechenwert (λr) je nach Dämmstoff-Art wird mit den entsprechenden Koeffizienten zur Ermittlung der ideellen Wärmeleitfähigkeit eingesetzt (vgl. Kästchen). Auf eine mathematische Herleitung der genannten Koeffizienten wird an dieser Stelle verzichtet; die fraglichen Zusammenhänge sind in einem vertiefenden Sonderdruck zum vorliegenden Thema ausführlich beschrieben und mit Literaturhinweisen versehen; die Publikation kann direkt über die Anschrift des Autors angefordert werden.

$\lambda_{id} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \lambda_r$

α_1: Koeffizient, welcher die Stärke des Belüftungsquerschnittes [t] und damit den Einfluss der Luftgeschwindigkeit auf den k-Wert der Fassaden erfasst

α_2: Koeffizient, welcher die Reduktion des Wärmedurchlasswiderstandes von Innenschale und Dämmschicht infolge Wärmebrückenwirkung – resultierend aus mechanischer Befestigung von Vorsatzschale und Dämmstoffschicht – berücksichtigt

α_3: Koeffizient, welcher die Verdunstungswärme berücksichtigt, welche zur Austrocknung von Schlagregenfeuchte in saugfähigen Dämmplatten – speziell im Bereich offener Fugen einer Natursteinverkleidung – benötigt wird

α_4: Koeffizient, welcher allfälligen Inhomogenitäten der Materialschichten «Innenschale plus Dämmstoffschicht» – speziell im Falle von durchgehenden Latten-/Trägerrosten zur Montage der Aussenschale – Rechnung trägt

α_5: Koeffizient, welcher das Mass der Auskühlung luftdurchlässiger Dämmschichten infolge «Kaminwirkung» im angrenzenden Belüftungsquerschnitt erfasst.

λ_r Rechenwert (Norm SIA 279)

Massnahme/Einfluss	Result. Verhältnis $\lambda_{id}\lambda_r$ [%]	Relative Einsparung durch «Halbierung» des Einflusses $\alpha_{...}$
Keine Veränderung gegenüber BspA	152,73%	0%
nur halber Luftschlitz → α_1	150,72%	6,6%
nur halbe Wärmebrücke → α_2	144,35%	27,4%
nur halbe Benetzung → α_3	137,98%	48,2%
nur halber Trägerrost → α_4	147,72%	16,3%
nur halber Luftwechsel → α_5	152,27%	~1,5%
alle Einflüsse halbiert $\alpha_1 ... \alpha_5$	124,12%	100%

Tabelle 1. Relative Empfindlichkeit der Einflüsse $\alpha_1 ... \alpha_5$ auf die ideelle Wärmeleitzahl λ_{id}

Funktionen / *Elemente*	*Tragfunktion*	*Dämmfunktion*	*Selbstschutzfunktion*	*Wetterschutzfunktion*
Innenschale	×	○	○	
Wärmedämmschicht		×	○	
Belüftungsebene		○	×	
Aussenschale		○	○	×

Bild 1: Primär- und Sekundärfunktionen der Elemente einer hinterlüfteten Fassadenkonstruktion

× primäre, «aktive» Funktion
○ sekundäre, «passive» Funktion

Je nach den sich im Einzelfall ergebenden Koeffizienten kann die ideelle Wärmeleitfähigkeit des verwendeten Dämmstoffes bis zu etwa 50% über dem normierten Rechenwert liegen.

Rechenbeispiele

Zwei Rechenbeispiele (A und B) dienen zur Verdeutlichung:

Beispiel A:

- Innenschale = 18 cm Beton
- Wärmedämmschicht = 2 × 5 cm Mineralfaserdämmstoff zwischen Holz-Lattenrost, punktweise mechanisch befestigt
- offenfugige Vorsatzschale, bei 5 cm Belüftungshohlraum

Die Berechnung ergibt einen ideellen Rechenwert für den Dämmstoff von $\lambda_{id.}$ = 1,52 λr. Demgegenüber zeigt sich eine «Referenz- oder Idealkonstruktion» wie folgt.

Beispiel B:

- Innenschale = 18 cm Beton
- Wärmedämmschicht = 10 cm, mineralisch geklebt ohne Wasseraufnahme
- offenfugige Vorsatzschale, punktweise gehalten, bei 2,5 cm Belüftungsschlitz

Dabei wäre ein ideeller λ-Wert des Dämmstoffes von ungefähr 1,0 × λ zu veranschlagen.

Von besonderem Interesse sind bei diesem Extremvergleich nicht so sehr die unterschiedlichen Resultate an sich, als vielmehr deren Zustandekommen.

Interessante Aufschlüsse hinsichtlich des Einflusses einzelner Einwirkungen (Koeffizienten $\alpha_1 ... \alpha_5$) auf das Gesamtergebnis werden dann gefunden, wenn sie differentiell – beispielsweise je um 50% – verändert werden.

Werden alle Einflüsse ($\alpha_1 ... \alpha_5$), welche nach vorstehendem Beispiel im Resultat den Wert $\alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \alpha_4 \times \alpha_5 \times \lambda r$ = 1,52 $\times \lambda r$ ergeben, gleichzeitig in «günstiger Richtung» auf die Hälfte reduziert, so resultiert noch ein Wert von λ_{id} ungefähr 1,24 × λ_r.

Wird jedoch stets nur ein bestimmter Einfluss halbiert, das heisst

- nur α_1 entsprechend nur halber Luftschlitzbreite
- nur α_2 entsprechend nur halber Wärmebrücke
- nur α_3 entsprechend nur halber Benetzung
- nur α_4 entsprechend nur halber Trägerrost-Verluste
- nur α_5 entsprechend nur halber Auskühlung Dämmschicht,

so wird gemäss Tabelle die Bedeutung der einzelnen Einflussgrössen klar ersichtlich.

Ergebnisse

Nach den detaillierten Untersuchungen können, in Anlehnung an die Ergebnisse (Tabelle 1) für hinterlüftete Fassadensysteme, die folgenden, allgemein gültigen Schlüsse gezogen werden:

- Der Einfluss einer allfälligen, auch nur vorübergehenden Nässung von feuchtigkeitsempfindlichen Dämmstoffplatten auf den k-Wert der Wandkonstruktion (α_3) ist von massgebender Bedeutung; Schlagregenzutritt durch offene Fugen von Verkleidungselementen ist bei saugfähigen Dämmschichten unbedingt zu vermeiden.
- Wärmedämmbrücken von Trägerrosten, welche nach Norm SIA 180 zu ermitteln sind (α_4), sowie solche, die sich aus der (mechanischen) Befestigung der Dämmplatte auf der tragen-

den Innenschale ergeben (α_2), haben zusammen annähernd denselben Stellenwert wie die Schlagregenempfindlichkeit.
- Von völlig untergeordneter Bedeutung auf das Ergebnis ist dagegen, was den Betrachter vielleicht zu überraschen vermag, der Einfluss des Belüftungsquerschnittes – und zwar sowohl was den Dämmeffekt je nach Belüftungsgeschwindigkeit anbetrifft (α_1) als auch was die damit einhergehende, theoretisch unterschiedliche Auskühlung luftdurchlässiger Dämmstoffe anbelangt. Argumente, welche vermutete Vor- oder Nachteile einzelner Dämmstoffarten unter diesem Gesichtspunkt zu begründen vermöchten, sind hier keine auszumachen.

Adresse des Verfassers: *H. Bangerter*, Ing SIA, c/o Weder + Bangerter AG Zürich, Kloten, Wädenswil; Schaffhauserstr. 126, 8302 Kloten.

Der Ausbau der ETH-Hönggerberg in Zürich

Missbehagen um die Ergebnisse eines Ideenwettbewerbs

Der Ideenwettbewerb für einen Richtplan und für den Ausbau der ETH-Hönggerberg hat grundsätzliche Probleme aufgezeigt. Es ist vor allem die Frage nach dem strukturellen Konzept, deren Beantwortung so oder so weitreichende städtebauliche und architektonische Konsequenzen nach sich zieht: geschlossene Lösungen, «die eine gegen den Grünraum klar abgegrenzte Struktur» aufweisen, oder weiträumige, parkartige Ordnungen, die der Verbindung mit der freien Landschaft Priorität einräumen. Der Beitrag setzt sich auf dem Hintergrund des Juryentscheides, der offensichtlich den Argumenten für die erste der beiden Möglichkeiten zugetan ist, kritisch auseinander. *B.O.*

Im März dieses Jahres hat ein von *Niki Piazzoli*, Direktor des Amtes für Bundesbauten, präsidiertes Preisgericht über die Entwürfe in einem Ideenwettbewerb über den Richtplan und den Ausbau der ETH-Hönggerberg entschieden. Im Auftrag des Eidgenössischen Departementes des Innern (EDI) hatte das Amt für Bundesbauten (AfB) den Wettbewerb im vergangenen Jahr ausgeschrieben. Bis zum 16. Dezember

VON MARTIN SCHLAPPNER, ZÜRICH

1988 wurden 37 Projekte eingereicht. Etwas mehr als ein Drittel der neunzig Architekturbüros, welche die Unterlagen angefordert hatten, haben ein Projekt eingereicht. Das ist, zieht man die Bedeutung der Aufgabe in Betracht, eine erstaunlich geringe Beteiligung.

Die Ausschreibung des Wettbewerbs ist grundsätzlich begrüsst worden. Konnte sie doch auch als das langerwartete Signal dafür verstanden werden, dass es nun mit der seit der Fertigstellung der ersten Etappe der ETH-Hönggerberg bei Planung und Ausbau eingetretenen Führungslosigkeit zu Ende gehen werde. Was der Wettbewerb hätte erbringen sollen, die Grundlage nämlich für ein befriedigendes Gesamtergebnis des weiteren Ausbaus, hatten alle jene – und unter ihnen an erster Stelle Prof. *A.H. Steiner*, der Verfasser des ausgeführten Projektes – seit langem erhofft, jene, die Klage darüber führten, dass für die Realisierung einer Gesamtanlage seit 1970 mit abgesonderter Einzelbehandlung und mit Einzelgutachten der falsche Weg eingeschlagen worden war.

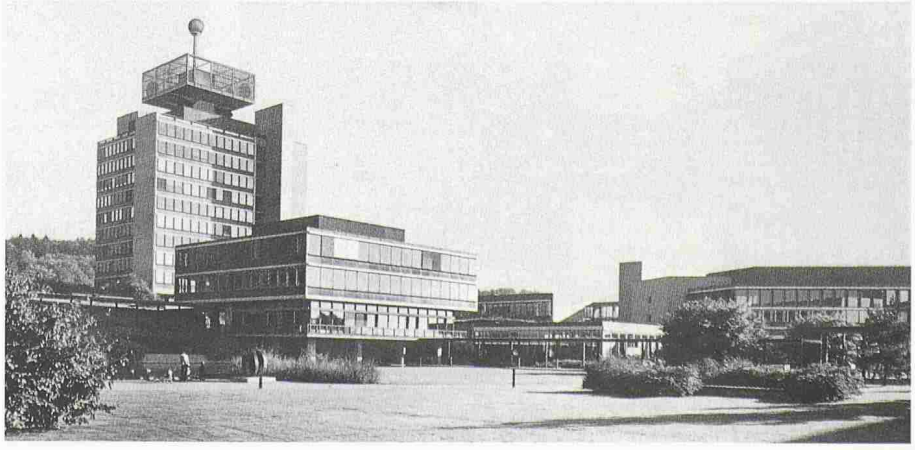
Einklang zwischen den Bedürfnissen von Stadt und Hochschule

Im Jahr 1957 ist vor mehr als drei Jahrzehnten die Planung der ETH-Hönggerberg aufgenommen worden. Damals waren die Verantwortlichen zur Auffassung gelangt, dass mit dem Bau der neuen Anlage einerseits die Forderung der Hochschule und anderseits die Erwartungen der städtischen Bevölkerung, den Hönggerberg als einen erschlossenen Grünraum erleben zu können, in Einklang miteinander zu bringen seien. Das ist geschehen.

Ohne Zweifel begünstige die landschaftliche Eigenart des Hönggerbergs eine Bauanlage, die als Richtmass für die Überbauung eine parkartige Ordnung geradezu herausforderte. Von den insgesamt 106 Hektaren unerschlossenen Landes wurde für die ETH eine Grundstückgrösse von rund 46 Hektaren errechnet. Angesichts des Umstandes, dass die Entwicklung einer Technischen Hochschule schwer voraussehbar ist, wurde schon damals diese Grundstückgrösse als ein absolutes Minimum betrachtet. Nachdem früher bereits Verhandlungen über eine mögliche Erweiterung von zusätzlich rund elf Hektaren gescheitert waren, ist auch im Wettbewerb die Beachtung des bisherigen Flächenumfangs zur Bedingung gesetzt worden.

Parkartige Ordnung der bisherigen Anlage

Für die parkartige Ordnung der Bauanlage war damals wegleitend zum einen



Blick aus einem Gartenhof auf die Unterrichtsbauten v.l. Praktikumgebäude mit Antennenanlage, Zentralgebäude, Studentenrestaurant, kleines und grosses Hörsaalgebäude