

Zeitschrift: IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen

Band: 21 (1975)

Artikel: Zum Einfluss von Dächern und Aussenwänden auf die Funktionstüchtigkeit von Gebäuden aus Metalleichtkonstruktionen

Autor: Teuber, Werner / Lolie, Joachim / Kube, Günter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-18771>

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: 24.01.2026

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

Zum Einfluss von Dächern und Außenwänden auf die Funktionstüchtigkeit von Gebäuden aus Metalleichtkonstruktionen

Influence of Roofs and Curtain Walls on Functional Qualities of Buildings made of Light Metal Construction

Influence des toitures et façades sur les qualités fonctionnelles de bâtiments en construction métallique légère

Werner TEUBER
Dr.-Ing.

Joachim LOLIES
Dr.-Ing.
Bauakademie der DDR
Berlin / DDR

Günter KUBE
Dipl. Ing.

Mit der raschen Entwicklung des Metalleichtbaus hat die Anwendung leichter Dach- und Außenwandkonstruktionen einen bedeutenden Aufschwung genommen, weil es durch den Einsatz neuer Materialien, hochwertiger Materialkombinationen und rationeller Verfahrenslösungen möglich ist, den Materialeinsatz je Erzeugniseinheit ständig zu senken und durch einen höheren Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad die Fertigungszeiten zu verkürzen. Gleichzeitig ergeben sich mit der Anwendung dieser leichten Umhüllungen von Gebäuden eine Reihe neuer Fragen, die vorwiegend mit der langzeitigen Funktionssicherung bei der Nutzung zusammenhängen und die es notwendig machen, überliefertes Wissen kritisch zu überprüfen. Im vorliegenden Beitrag wird auf einige ausgewählte Einflüsse hingewiesen, die sich auf die Nutzung von Gebäuden mit leichten Dächern und Außenwänden auswirken.

1.0. Funktionelle Anforderungen an Dächer und Außenwände und ihre Umsetzung in leichten Konstruktionslösungen

Umhüllungskonstruktionen von Gebäuden unterliegen einer vielseitigen Beanspruchung. Die wesentlichsten Einflüsse ergeben sich einmal aus der natürlichen Umwelt der Gebäude (äußere Faktoren). Sie gliedern sich in folgende Hauptkomponenten:

- Äußere Einflußfaktoren:

Witterungseinflüsse durch Schnee, Regen, Wind u.a., Wärmeeinwirkung durch Lufttemperatur und Strahlung, Luftverunreinigungen durch unterschiedliche Medien, Lärm- und Geräuscheinwirkungen sowie Erschütterungen, mechanische und andere Beanspruchungen bei der Montage sowie bei Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen.

- Innere Einflußfaktoren:

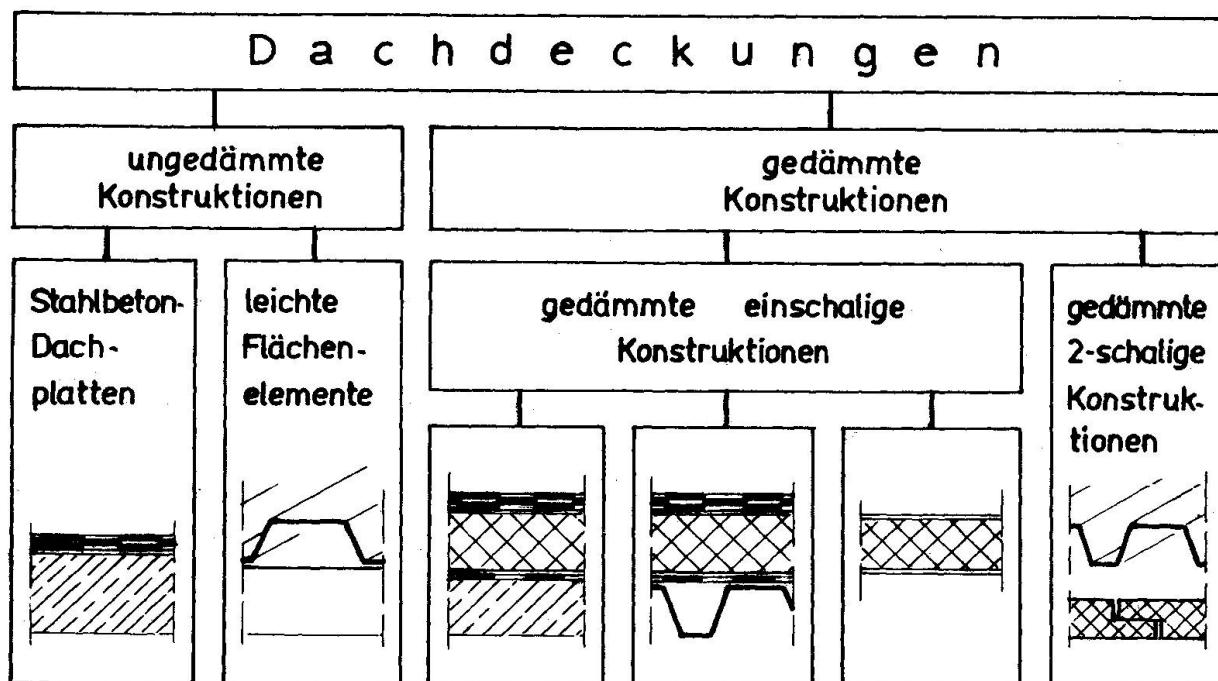
Wärmelastung aus der technologisch-funktionellen Nutzung, Feuchtigkeitseinflüsse aus Raumluft, Wasserdampf u.a., betriebliche Emissionen, wie Säure, Gas, Staub, Lärm u.a.m.

Daraus ergeben sich als wichtige Gebrauchswertanforderungen an Dächer und Außenwände:

- **Statisch-konstruktiv:** Aufnahme und Weiterleitung von Eigen- und Verkehrslasten an die Haupttragwerke,

- funktionell-technologisch: Schutz vor äußeren Klimaeinflüssen und schnelle Abgabe von Emissionen an die Außenatmosphäre,
- sanitär-hygienisch: Gewährleistung bestimmter raumklimatischer Verhältnisse, Oberflächentemperaturen usw., die zum Wohlbefinden der Menschen beitragen.

Diesen und weiteren Einflüssen muß die stoffliche und konstruktive Lösung von Dach- und Wandkonstruktionen Rechnung tragen, wobei es erforderlich ist, die einzelnen Einflußgrößen unter den konkreten Anwendungsbedingungen exakt zu untersuchen. Aus der Vielzahl möglicher Kombinationen von Anforderungen ergibt sich auch die international anzutreffende Vielfalt der Konstruktionslösungen für leichte Umhüllungen sowohl im stofflichen Aufbau als auch in den geometrischen Parametern und konstruktiven Verbindungslösungen. Folgende Lösungen sind, z.B. für Dachdeckungen gegenwärtig als Hauptkategorien anzusehen:



Schematische Darstellung gegenwärtiger Hauptvarianten von Dachdeckungen im Metalleichtbau

Die Leichtbauvarianten werden z.Zt. vorwiegend mit folgenden Baustoffen bzw. Materialkombinationen realisiert:

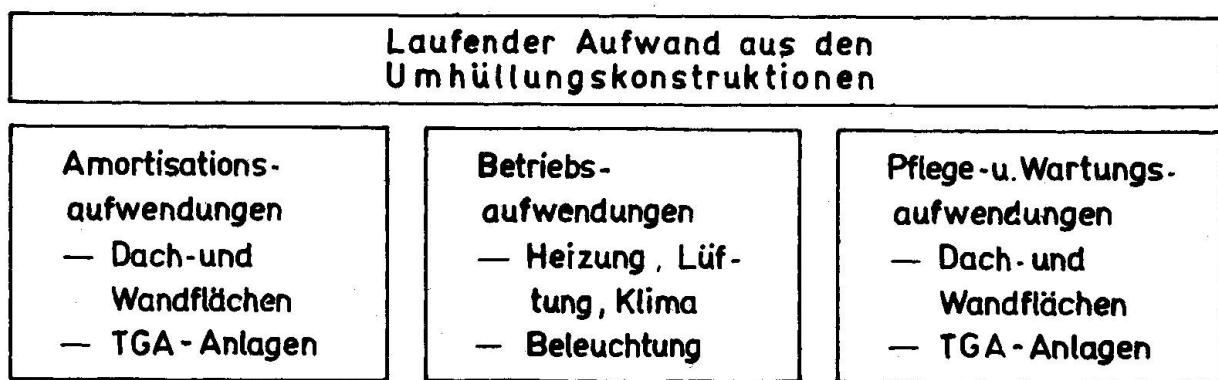
- Ungedämmte Dachdeckungen und Außenwände
 - Asbestzement-Welltafeln, gepreßt und teilweise autoklav behandelt mit verschiedenen Oberflächenvergütungen,
 - Aluminiumtafeln, meist als Trapez- oder Wellprofile mit unterschiedlicher Oberflächenbehandlung,
 - Stahlblechtafeln, meist als Trapezprofile mit verzinkter und kunststoffbeschichteter oder anderweitig vergüteter farbiger Oberfläche,
 - in zunehmendem Umfang Plastprofilplatten und -bänder auf unterschiedlicher Materialgrundlage.

Gedämmte Dachdeckungen und Außenwände

- Bitumendämmdeckungen auf Tragschichten aus Stahl- und Aluminium-Profilblechen mit unterschiedlichen, meist organisch-künstlichen Dämmstoffen,
- leichte Mehrschichtelemente mit Schaumplastkernen (PUR und PS) und Deckschichten aus Aluminium-, Stahlblech-, Asbestzementtafeln u.a. Materialien,
- zweischalige Dachdeckungen und Außenwände mit Wetterschalen aus Asbestzement- und Metallblech-Profiltafeln sowie Dämmschalen auf der Basis von Mineralwollen oder Plasticschäumen,
- Außenwände aus Rahmenelementen mit umlaufenden Holz- oder Metallrahmen und unterschiedlichen Dämm- und Deckschichten.

2.0. Funktionstüchtigkeit und ökonomischer Aufwand

Mit der Wahl dieser oder jener technischen Lösung für Dächer und Außenwände werden im allgemeinen Entscheidungen von großer ökonomischer Tragweite getroffen, da durch sie neben dem einmaligen Aufwand für die Investitionen insbesondere die laufenden Betriebs- und Pflegeaufwendungen beeinflußt werden. Diese Abhängigkeit stellt sich aufwandsmäßig als Optimierungsproblem zwischen dem einmaligen Investitionsaufwand und dem Aufwand beim Nutzen, Betreiben und Unterhalten der Konstruktionen dar.



Schematische Darstellung des Einflusses der Umhüllungskonstruktionen auf die Nutzungskosten von Gebäuden

Diese Wechselwirkungen treffen allgemeingültig für alle Konstruktionssysteme zu, sind jedoch beim Leichtbau in ihren Auswirkungen wesentlich differenzierter. Ein Hauptproblem besteht in der bauphysikalisch, besonders wärme- und feuchtigkeits-technisch, richtigen Dimensionierung, in einem dementsprechenden Materialeinsatz und in der werkstoffgerechten Ausführung und Wartung der leichten Dach- und Außenwandkonstruktionen. Auf einige Fragen und Erfahrungen wird nachfolgend eingegangen.

2.1. Richtigter Materialeinsatz und werkstoffgerechte Ausführung

Bei den für Dachdeckungen zur Anwendung kommenden Konstruktionslösungen handelt es sich im allgemeinen um Kombinationen von Schichten aus Baustoffen mit unterschiedlichen materialtechnischen Eigenschaften. Soweit diese Eigenschaften zur Erfüllung der Funktionen einzelner Schichten notwendig sind, wie z.B. geringe Wärmeleitfähigkeit bei Wärmedämmenschichten, hoher Diffusionswiderstand bei Dampfsperren und Wasserdichtigkeit, ergeben sich daraus keine Probleme. Schwierigkeiten aber können auftreten beim festen Zusammenfügen von Materialien mit stark abweichenden temperaturbedingten Formänderungen (Dehnen und Verkürzen), feuchtigkeitsbedingten Formänderungen (Quellen und Schwinden) sowie zum Beispiel durch das Ausdiffundieren von Gasen verursachte Volumenabnahmen, die zu Riß- und Fugenbildungen, Verwölbungen, Ablösen von Deckschichten und anderen Schäden führen können. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die materialtechnischen Eigenschaften und die Wirkprinzipien der neuen Baustoffe sehr genau zu studieren, optimale Kombinationen zu ermitteln und damit eine langzeitige Funktionssicherung bei minimalem Pflege- und Unterhaltsaufwand zu erreichen. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, daß die Probleme, wie sie in den Einführungsphasen des Leichtbaues auftraten, heute für die normal beanspruchten Flächen weitgehend beherrscht werden. Besonderer Wert aber ist weiterhin auf die Ausbildung von Detailpunkten von Dächern und Wänden zu legen, da unsachgemäße Details oft das gesamte Prinzip schmälern können. Wichtig sind in dieser Hinsicht beispielsweise die funktionstüchtigen und beständigen Ausbildungen von Kehlen, Mulden, Durchbrüchen, Attika- und Gangvarianten sowie anderen Anschlußpunkten. Vor allem sollte es darum gehen, die Details von vornherein konstruktiv so auszubilden, daß ihre Funktionsfähigkeit durch die Ausführung kaum beeinflußt werden kann. Dabei muß betont werden, daß insgesamt die einwandfreie, materialgerechte technologische Ausführung der Bauarbeiten eine entscheidende Rolle für die Lebensdauer von Dachdeckungen und Außenwänden spielt. Das bedeutet, daß die Technologien unbedingt den materialspezifischen Eigenschaften der neuen leichten Baustoffe entsprechen müssen und daß unter diesen Gesichtspunkten auch die Arbeitskräfte ständig qualifiziert werden müssen.

2.2. Zu Fragen des Wärme- und Feuchtigkeitsschutzes

Die funktionssichere Lösung der mit dem Leichtbau verbundenen wärme- und feuchtigkeitstechnischen Probleme ist eine Grundvoraussetzung für die Breitenanwendung dieser Gebäude. Dabei sind sowohl der sommerliche Wärmeschutz als auch die Fragen der Kondensatbildung in die komplexe Betrachtung des nutzungsgerechten Bauens einzubeziehen. Bei traditionellen Gebäuden ist infolge der großen Baumasse und der daraus resultierenden hohen Speicherfähigkeit eine ausreichende Wärmebeharrung der Dach- und Wandbauteile und eine gute Thermostabilität der Bauwerke bei instationären Temperatureinflüssen im Sommerzustand gewährleistet. Die Massereduzierung beim Leichtbau bringt zwangsläufig einen Verlust an Wärmespeicherfähigkeit mit sich. Der Übergang zu leichten Baustoffen mit Anordnung mehrerer Materialschichten unterschiedlicher Stoffeigenschaften verändert das bauphysikalische Gesamtverhalten dieser Elemente entscheidend. Bei Schichtkonstruktionen aus Materialien geringer Rohdichte und

geringem Speichervermögen wird trotz erhöhter Wärmedämmung die Wärmeträgheit der Umhüllung so herabgemindert, daß der Innenraum in großem Maße den kurzfristigen Temperaturschwankungen des Außenklimas unterworfen ist. Daraus ergeben sich Schlußfolgerungen für die Gewährleistung eines den Arbeits- und Lebensbedingungen entsprechenden Raumklimas durch entsprechende Lüftungs- oder Klimaanlagen. Es gilt, für den jeweiligen Anwendungsfall ein Optimum zwischen dem einmaligen Investitionsaufwand für Außenbauteile und dem laufenden Betriebsaufwand für lufttechnische Anlagen zu ermitteln.

Leichtkonstruktionen sind besonders anfällig hinsichtlich der Bildung von Oberflächenkondensat. Während die Normalbereiche der Dächer und Außenwände infolge des meist hohen Wärmedurchlaßwiderstandes ungefährdet sind, besteht bei Fugen, Anschlüssen und konstruktiv bedingten Durchbrüchen die Gefahr der Oberflächenkondensatbildung. An diesen Punkten weisen Leichtkonstruktionen häufig Wärmebrücken auf, die konstruktiv nur schwer zu beseitigen sind. Das ist besonders kritisch, weil das entstehende Kondenswasser von den oft metallischen Oberflächen nicht aufgesaugt werden kann, sondern von den nur flach geneigten Tragschichten des Daches abtropft und zu Schäden an anderen Konstruktionsteilen und damit zu einer Beeinträchtigung der Nutzungsqualität des Gebäudes führen kann. Diese Gefahr ist natürlich abhängig vom Zusammentreffen einer Vielzahl von äußeren und inneren Faktoren, wie Außenlufttemperatur, Wärmedurchlaßwiderstand, aber auch Raumlufttemperatur und -feuchte. Dabei zeigt sich immer wieder das Problem, daß der Projektant kaum in der Lage ist, die vertikale und horizontale Temperaturverteilung in einem Raum mit genügender Genauigkeit vorauszubestimmen, so daß unmittelbar unter dem Dach oder an der Außenwand ganz andere und meist höhere Belastungen auftreten, als sie für die normale Arbeitsebene angegeben sind. Kritisch wird es vor allem dann, wenn zusätzliche Wärme- und Feuchtigkeitsquellen aus dem technologischen Prozeß vorhanden sind. Auch hier wirken sich Wärmebrücken am meisten aus. International wird zunehmend die Tendenz sichtbar, Konstruktions- und Verbindungslösungen einzusetzen, die die Gefahr der Bildung von Oberflächenkondensat auf ein Minimum beschränken. Das ist meist mit erhöhtem Investitionsaufwand verbunden, erscheint aber durch die Verringerung des Betriebs- und Pflegeaufwandes während der Nutzung der Gebäude voll gerechtfertigt.

Von großer Bedeutung für die Funktionstüchtigkeit einer Konstruktion ist das Verhalten gegenüber Wasserdampfdiffusion. Wichtigstes Nutzenskriterium ist, daß eine Diffusionskondensatbildung im Querschnitt im Laufe eines Jahres zu keiner Feuchtigkeitsvermehrung führen darf, d.h. daß die Feuchtebilanz negativ sein muß. Nicht nur Wärmedämmstoffe auf natürlich-organischer Basis oder anorganischer sowie organischer Fasern sind feuchtigkeitsempfindlich. Die in immer stärkerem Umfang zur Anwendung kommenden nahezu vollständig geschlossenzelligen Plasticschäume nehmen zwar kapillar nur äußerst geringe Feuchtigkeitsmengen auf, können sich jedoch durch Diffusion mit Feuchtigkeit anreichern. Die funktionsfähige Ausbildung der Konstruktion im Normalbereich ist eine Frage der richtigen Dimensionierung der Dampfsperre. Ebenso kritisch, wie Wärmebrücken an Fugen, Anschlüssen und Durchbrüchen sind "Dampfbrücken", die häufig ebenfalls an diesen Stellen auftreten und dem Wasserdampf Zutritt in die Konstruktion ermöglichen können. Schlußfolgernd daraus ist .

es erforderlich, anhand von Berechnungen und experimentellen Erprobungen die Einsatzgrenzen bestimmter Materialkombinationen zu ermitteln, um eine dauerhafte Funktionssicherheit zu gewährleisten.

Zur Gesamtproblematik des wärme- und feuchtigkeitstechnischen Verhaltens von leichten Dächern und Außenwänden liegt eine Vielzahl von Einzelergebnissen in Form von Berechnungsvorschriften, Rechenprogrammen, Experimentaluntersuchungen und daraus abgeleiteten Konstruktionslösungen vor. Es kommt darauf an, die Ergebnisse zu verallgemeinern und die Konstruktionslösungen differenziert den Nutzeranforderungen an Gebäude zuzuordnen.

2.3. Wärmetechnische Ausbildung und Energieaufwand

Die Wechselwirkungen zwischen der wärmetechnischen Ausbildung der Umhüllungskonstruktionen von Gebäuden und dem dadurch beeinflußten laufenden Energieaufwand für die Heizung, Lüftung oder Klimatisierung bei der Nutzung der Gebäude, treten gegenwärtig immer mehr in den Vordergrund volkswirtschaftlicher Untersuchungen. Im Mittelpunkt steht die Aufgabe, gezielt bauliche Lösungen einzusetzen, bei denen im Sinne einer gesamtvolkswirtschaftlichen Optimierung mit nur minimalem Aufwand für heizungs- oder lufttechnische Anlagen ein optimales thermisches Verhalten der Gebäude und letztlich eine wirksame Einsparung an Heizenergie zu erreichen ist. Die Höhe des Heizenergiebedarfes wird wesentlich mitbestimmt durch Wärmeverluste, die durch die Ausbildung der baulichen Hülle verursacht werden, insbesondere durch den natürlichen Luftwechsel sowie die Wärmetransmission durch geschlossene und verglaste Dach- und Wandflächen. Untersuchungen an ausgewählten Beispielen eingeschossiger Gebäude zeigen in etwa die Zusammensetzung der Energieverluste und damit gleichzeitig einige Entwicklungsschwerpunkte

- Wärmeverluste durch
natürlichen Luftwechsel ca. 56 %
- Transmissionswärmeverluste
durch geschlossene Wandflächen ca. 14 %
- Transmissionswärmeverluste
durch verglaste Wandflächen ca. 30 %

Natürlich sind diese Werte nur Anhaltspunkte, die sich bei jedem Objekt je nach Gebäudegröße und -form, nach vorhandenen Flächenrelationen und Konstruktionslösungen viel differenzierter darstellen.

Die wärmetechnische Dimensionierung geschlossener Umhüllungskonstruktionen erfolgt meist nach Mindestforderungen, die in erster Linie Schäden an Dach- und Außenwandlösungen sowie an Ausrüstungsteilen ausschließen sollen, jedoch noch nicht auf eine günstige Wärmedämmung zur Vermeidung hoher Wärmeverluste ausgerichtet sind. Die Praxis zeigt oft zusätzlich, daß durch unzureichende Ausführungsqualität selbst die geforderten Mindestdämmwerte nicht immer eingehalten werden. Für die Ausbildung der verglasten Flächen bestehen kaum verbindliche Grundlagen, so daß oft aus architektonischen Gründen, beleuchtungstechnisch untersetzt, sehr große Glasflächen ausgeführt werden. Für die Senkung der Wärmeverluste durch die Art der Ausführung der baulichen Hülle und damit zur Verringerung des laufenden Nutzungsaufwandes sind folgende Tendenzen anzustreben:

- Senkung des natürlichen Luftwechsels durch verbesserte Dichtung der Fugen von Wand- und Dachelementen, insbesondere der Fenster und Oberlichte
- Verbesserung der Wärmedämmung der geschlossenen Dach- und Außenwandkonstruktionen in Übereinstimmung mit den funktional-technologischen Anforderungen im Gebäude
- Senkung des Flächenanteiles der verglasten Teile der Gebäudehülle auf das beleuchtungstechnisch notwendige Maß bzw. Vergrößerung des Verglasungsanteils bei gleichem Beleuchtungsniveau durch günstigere Anordnung von Fenstern und Oberlichten.

ZUSAMMENFASSUNG

Ausgehend von den funktionellen Anforderungen an leichte Dächer und Außenwände sowie den Hauptvarianten ihrer stofflichen und konstruktiven Umsetzung wurden einige Fragen der dauerhaften Funktionssicherung durch richtige wärme- und feuchtigkeitstechnische Ausbildung behandelt. Die Qualität der Umhüllungen wirkt entscheidend ein auf die Nutzungsqualität des Gesamtgebäudes. Entscheidend ist das Optimum zwischen einmaligen Investitions- und laufendem Nutzungsaufwand.

SUMMARY

The authors present the functional requirements of lightweight roofs and curtainwalls, as well as their principal materials and structures; serviceability will be granted by choice of the right system for heat and moisture insulation. The suitable performance of the walls gives an essential impact on the quality for the over-all use of the building. The optimum between expenditures for investment and for use is emphasized.

RESUME

Les auteurs présentent les exigences fonctionnelles relatives aux toitures et façades légères, de même que les principaux matériaux et types de construction envisagés. Une serviceabilité de longue durée requiert une solution correcte des problèmes d'isolation thermique et hygrométrique. La qualité de l'enveloppe joue un rôle déterminant sur la qualité générale du bâtiment pour son utilisateur. Il y a lieu de trouver un optimum entre les frais d'investissement et les frais d'exploitation.

Leere Seite
Blank page
Page vide