

Der korrekte Einbau des Dachflächenfensters: Bauphysik und Problemlösung

Autor(en): **Kropf, François / Michel, Daniel / Rossi, Dino**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **105 (1987)**

Heft 14

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76558>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Der korrekte Einbau des Dachflächenfensters

Bauphysik und Problemlösung

Von François Kropf, Daniel Michel, Dübendorf, Dino Rossi, Kurt Stutz, Trimbach

Das architektonisch sehr attraktive Dachflächenfenster im ausgebauten Dachgeschoss hat sich immer wieder als Schwachstelle der Gebäudehülle erwiesen. Massgeblich dafür verantwortlich ist die Gestaltung der Anschlussdetails, die den bauphysikalischen Anforderungen nicht gerecht werden. Besonders verhängnisvoll wirkt es sich aus, wenn warme Innenluft in die Wärmedämmschicht ausströmt und dort auskondensiert. Um dies zu verhindern, müssen sowohl das Fensterfutter gut wärmegeklärt wie auch die Dampfsperre ergänzt und luftdicht mit dem Fensterrahmen verbunden werden. Als Folge der zunehmenden Höhe der Dachkonstruktionen und der geringen Bauhöhe des Dachflächenfensters werden dreidimensionale Anschlüsse notwendig, deren saubere Durchbildung recht umständlich ist und deswegen immer wieder mangelhaft ausgeführt wird. Da in Zukunft immer höhere energetische und andere zusätzliche Anforderungen an die Gebäudehülle gestellt werden, drängt es sich auf, dem Problem schon heute Aufmerksamkeit zu schenken.

Eine den Anforderungen entsprechende Einbauvariante wurde am Modell ausgearbeitet; an einem Pilotobjekt konnte ihre Machbarkeit mehrfach nachgewiesen werden. Dieser Aufsatz beleuchtet vor allem die Probleme dieser Einbauvariante; die Autoren nehmen Hinweise auf andere Lösungsmöglichkeiten, insbesondere auch solche von Praktikern, dankbar entgegen.

Die Holzabteilung der EMPA ist im Rahmen eines Forschungsprojektes des Nationalen Forschungsprogrammes «Holz» (NFP 12) der Frage nachgegangen, wie gross Lüftungswärmeverluste in schweizerischen Wohnbauten sind, wo sich die grössten Schwachstellen befinden und mit welchen Massnahmen sie behoben werden können.

Durch Leckstellen kann warme Innenluft in die Wand- und Dachkonstruktionen strömen; kühlt sie sich ab und wird der Taupunkt erreicht, kondensiert Feuchtigkeit aus, die oft im Tragwerk und in der Wärmedämmung verbleibt. Kurzfristig führt dies kaum zu Schäden; werden jedoch die lokalen Durchfeuchtungen zum Dauerzustand, ist ein Befall durch holzerstörende Pilze unvermeidlich. Schäden an der Konstruktion sind dann nur noch eine Frage der Zeit.

Beim Aufsuchen der Schwachstellen in der Gebäudehülle ist auch das Dachflächenfenster immer wieder als Leckstelle erkannt worden, die nicht vernachlässigt werden darf. Befragungen von Hausbewohnern und Architekten haben dies bestätigt, und erfahrene Dachdecker wissen, dass der bauphysikalisch korrekte Einbau eines Dachflächenfensters – besonders bei nachträglicher Montage – recht schwierig ist. Gibt man sich darüber keine Rechenschaft, so ist das Resultat der Einbauarbeit unbefriedigend. Ein Blick auf schneebedeckte Dächer bestätigt das immer wieder: In einem Bereich von 50 bis 70 cm um das Fenster ist der Schnee als Folge des hohen Energieverlustes an dieser Leckstelle abgeschmolzen (Bild 1).

Im Hinblick auf die Entwicklung praxisnaher Verbesserungsmöglichkeiten suchte die EMPA den Kontakt mit einem führenden Dachfensterhersteller der Schweiz. Auch ihm war das Problem bei der Ausführung von Garantiearbeiten nicht verborgen geblieben. Man entschloss sich daher, gemeinsam bessere Lösungen auszuarbeiten, die nachfolgend zur Diskussion gestellt werden.

Geschichte des Dachfensters

Das Dachfenster – ursprünglich eine Lage von Glasziegeln für die Belichtung eines Kaltestrichs – entstand aus dem Bedürfnis nach regulierbarer Belüftung. Erste solche Ausführungen findet man bereits in Gebäuden aus dem 19. Jahrhundert. Der Ausbau des Dachstocks und das Ausnützen des Raumes in der Dachschräge zu Wohnzwecken – heute bereits weit verbreitet – bewog ab 1941 dänische Architekten, die bisherigen Konstruktionen zu modernen Dachflächenfenstern weiter zu entwickeln. Dieses ist heute ausgereift und gewährleistet bei korrektem Versetzen eine einwandfreie Luft- und Wasserdichtigkeit.

Schwierigkeiten ergeben sich erst beim Anschluss des Dachflächenfensters an die Dachkonstruktion. Das Eindringen von Regen und Schnee kann nur verhindert werden, wenn die Glasebene des Dachflächenfensters über der Ziegelebene liegt. Um das Ausfliessen von Warmluft – die sich während der Win-

termonate im Lichtschacht unter dem Fenster staut – zu verhindern, müssen die Leibungen nicht nur genügend wärmegeklärt werden; es ist auch nötig, die Luftdichtungsebene der Dachkonstruktion dicht am Fensterrahmen anzuschliessen. Diese dreidimensionalen Anschlussverbindungen sind konstruktiv nicht einfach zu lösen und werden darum oft vernachlässigt.

Schadenbilder an eingebauten Dachflächenfenstern

Fall 1: Ausbau eines bestehenden Dachstockes

Die Arbeiten wurden an sich fachgerecht ausgeführt; doch bereits im ersten Winter stellte der Hausbesitzer einen Wassereintritt zwischen Fensterfutter und Deckentäfer fest.

Bei der Kontrolle des Fensters durch die Herstellerfirma zeigte sich, dass der Einbau einwandfrei nach Montageanleitung erfolgt war. Der Hauseigentümer bestätigte zudem, dass das Dachflächenfenster nicht bei Regen, sondern bei grosser Kälte «undicht» wurde. Das Tropfwasser war also nicht von aussen durch die Regenhaut ins Innere gelangt, sondern war eindeutig auf Kondenswasserbildung zurückzuführen.

Nach dem Entfernen der Ziegel und des sogenannten Eindeckrahmens bestätigte sich der Befund: Die lose Steinwolle war unregelmässig zwischen Fensterfutter und Sparren gestopft worden und reichte teilweise bis an die Bleche des Eindeckrahmens. Beim Freilegen des Innenfutters zeigte sich, dass jegliche Dampfbremse fehlte und dadurch feuchte Innenluft unbehindert durch die Wärmedämmung nach aussen strömen und sich an den Unterseiten der Bleche abkühlen konnte. Infolge fehlender Unterlüftung sammelte sich das Kondenswasser in der Wärmedämmung an und tropfte nach deren Durchnässung ins Hausinnere zurück (Bilder 2 und 3).

Innenverkleidung und Wärmedämmung mussten entfernt werden. Dampfbremsschichten wurden für alle vier Seiten des Futters an die bestehende Dampfbremse des Deckentäfers angeschlossen. Danach wurden Wärmedämmplatten sorgfältig zwischen Deckentäfer und Dachfensterrahmen eingepasst. Die ergänzten Teile der Dampfbremse wurden dann über die Wärmedämmplatten gezogen, in der Nut des Fensterrahmens befestigt und ringsum sowie in den Ecken dampfdicht verklebt. Schliesslich konnte das Innenfutter wieder eingebaut werden.

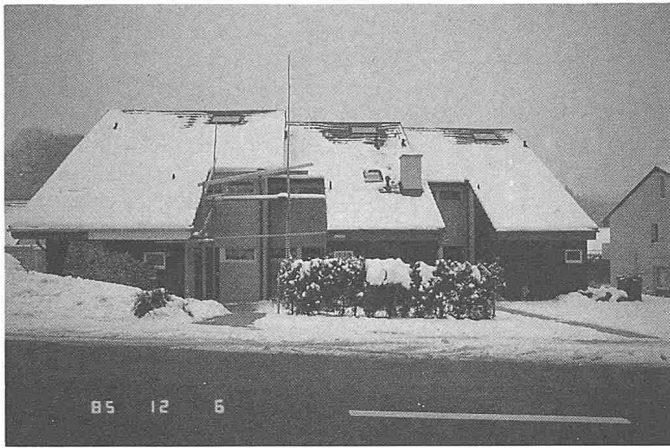


Bild 1. Typisches Bild von Dächern bei unzulänglicher Wärmeisolation um Dachflächenfenster



Bild 2. Falsch: Isolationsmaterial stark gestopft - reduziert dessen Wirksamkeit. Infolge fehlender Unterlüftung bleibt das Kondenswasser in der Wärmedämmung und tropft schliesslich ins Hausinnere zurück

Fall 2: Neubau eines EFH mit Sichtsparren und darüberliegender Wärmedämmung

Das Schadenbild war genau dasselbe wie im Fall 1 und trat ebenfalls schon im ersten Winter auf.

Nach dem Entfernen der Ziegel und des Eindeckrahmens bot sich folgendes Bild: Lose Steinwolle war bis unter die Eindeckrahmenbleche gestopft worden und war völlig durchnässt. Nach ihrer Entfernung wurde sichtbar, dass man unterlassen hatte, die Dampfsperre zwischen dem Innenfutter und dem Fensterrahmen luftdicht abzuschliessen. So konnte wie im Fall 1 feuchte Innenluft

ungehindert nach aussen entweichen und an den Kaltflächen auskondensieren.

Die Sanierung dieses Bauschadens wurde analog zum Fall 1 durch den Fensterhersteller ausgeführt.

Abhilfe gesorgt werden. Dies ist bei relativ groben Einbaufehlern wie den beschriebenen meistens der Fall, und die Sanierung kann im Rahmen der Garantieansprüche durchgesetzt werden.

Anders präsentiert sich die Sachlage in jenen Fällen, in denen die Kondenswasserbildung geringer ist und zu lange nicht bemerkt wird. Vielfach reicht die Sommerperiode dazu aus, um das gesamte gesammelte Kondenswasser wieder auszutrocknen. Der Schaden zeigt sich dann erst nach mehreren Jahren in Form von Pilzbefall in der Dachkonstruktion; unter Umständen kann er schon beträchtliche Ausmasse erreicht haben.

Anforderungen an ein Dachfenster

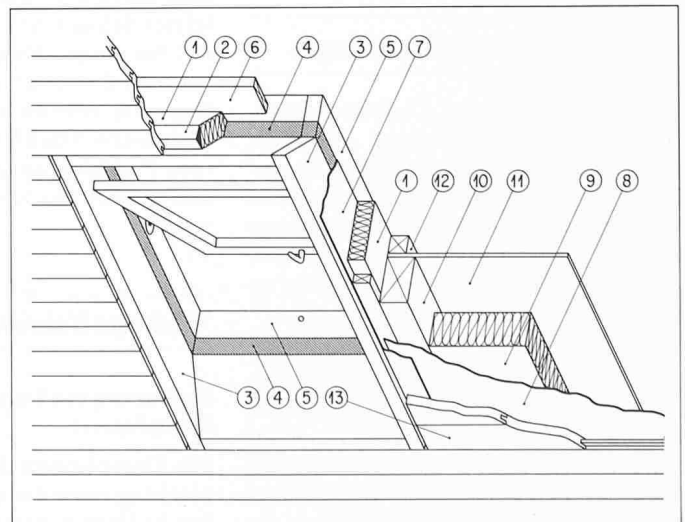
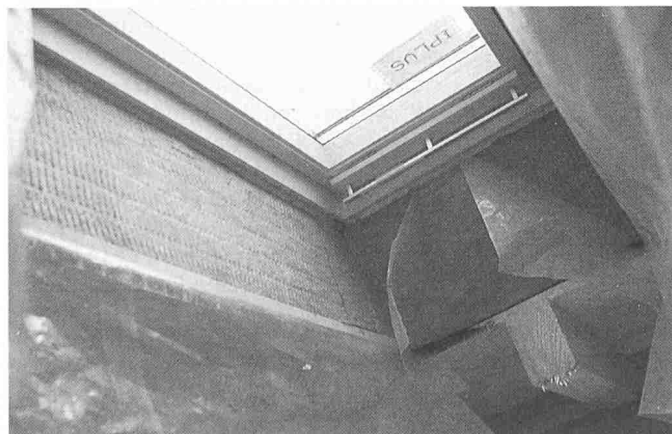
In den beiden beschriebenen Schadensfällen wurden die Symptome schon in den ersten Monaten der ersten Heizperiode bemerkt. So konnte für rasche



Bild 3. Falsch: PU-Schaum ist keine ausreichende Luftdichtung, aber auch seitlich ist kein Abführen des Kondenswassers möglich

Bild 5. Richtig: Luftdichtung/Dampfsperre ergänzen

Bild 4. Korrekter Dachflächeneinbau. 1 zusätzliche Wärmedämmung des Futters (bzw. der Verkleidung), 2 Anschlagleisten (oben, unten und seitlich für 1), 3 Dachfensterfutter bzw. -verkleidung, 4 sog. Zusatzrahmen (fakultativ), 5 Dachfensterrahmen, 6 Anschlagbrett für 1) gegen oben (oben und unten), 7 Ergänzung der Luftdichtung für alle vier Seiten des Futters - muss luftdicht am Rahmen und an 8) angeschlossen werden, 8 bestehende Luftdichtung, an welche 7) angeschlossen wird, 9 Wärmedämmung der Dachfläche (bestehend), 10 Sparren oder Wärmedämmlatte (bestehend), 11 und 12 Unterdach und Konterlatung, 13 Innentäfer



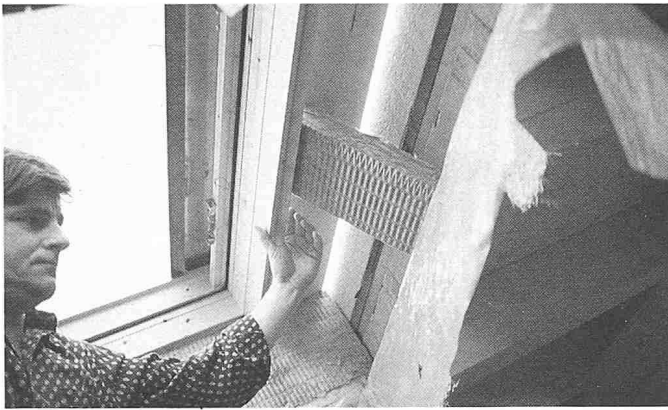


Bild 6. Richtig: Wärmedämmung einpassen zwischen Dachschalung und Fensterrahmen

Eine Kontrolle des Einbaus von der Dachseite her wird nur dann vorgenommen, wenn offensichtlich Probleme auftreten. Daher ist nicht auszuschliessen, dass sich in den kommenden Jahren angesichts der vielen Tausenden von bereits eingebauten Dachflächenfenstern noch zahlreiche Schadensfälle bemerkbar machen werden.

Um sicherzustellen, dass ein Dachflächenfenster in einem geheizten Haus teil auch bauphysikalisch einwandfrei funktioniert, sind neben dem korrekten Versetzen folgende Anforderungen zu erfüllen:

- luftdichte Anschlüsse an die Luftdichtungsebene, was in den meisten Fällen einem luftdichten Anschluss an die Dampfsperre gleichkommt
- lückenlose Wärmedämmung von Verkleidung und Dachfensterrahmen.

Ausserdem sollte eine gute Lösung auch den folgenden Anforderungen genügen:

- von der Art der Dachkonstruktion möglichst unabhängiger Einbau
- nachträglicher Einbau möglich
- ausführungstechnisch klare und einfache Lösung
- langfristig zuverlässiges Funktionieren.

Probleme und Verbesserungen

Beim Einbau eines Dachflächenfensters müssen verschiedene Schichten der Dachkonstruktion an das Bauteil angeschlossen werden, wodurch sich in den vier Ecken – vor allem bei grosser Höhe des Dachaufbaus – recht komplizierte, dreidimensionale Anschlüsse ergeben.

Auch wenn ein Dachflächenfenster keine Tropfwasser- und Kondensationschäden zeigt, lässt das noch nicht unbedingt darauf schliessen, dass es energetisch richtig eingebaut wurde. Sind nämlich weder eine Wärmedämmung noch eine Luftdichtung um die

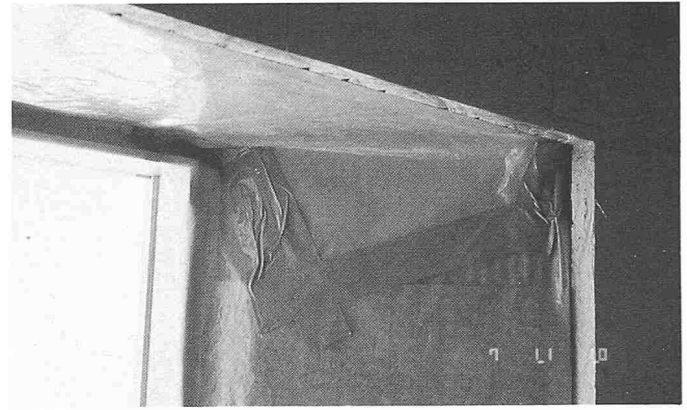


Bild 7. Richtig: Dampfsperre bis an den Fensterrahmen hochziehen und luftdicht dort anschliessen. Ecken sorgfältig ausbilden und verkleben

Verkleidung angebracht worden, erfolgt der Luftaustausch bei guter Unterdachungsbelüftung bauphysikalisch einwandfrei und ohne irgendwelche Kondensationsbildung. Der Energieverlust bleibt jedoch annähernd so gross wie bei einem teilweise offenen Fenster, was zu schneefreien Partien auf dem verschneiten Dach führt. Ist das Dachflächenfenster hoch genug eingebaut, wird der Luftaustausch zwar nicht als Zugluft wahrgenommen, macht sich aber in der Energierechnung unliebsam bemerkbar.

Grundsätzlich sollten Lösungen erarbeitet werden, die auch die schwierigsten Fälle abdecken. In der Regel ist dies der nachträgliche Einbau eines Dachflächenfensters in einem Dach mit innen sichtbarer Sparrenlage. Dieser Fall wurde zuerst auf dem Papier durchgeplant und durchgerechnet; dabei wurde jedoch rasch die Grenze der zweidimensionalen Darstellung deutlich. In einem nächsten Schritt wurden die Varianten am 1:1-Modell verfeinert und die bestmögliche Lösung schliesslich bei einem Pilotobjekt an mehreren Fenstern praktisch ausgeführt.

Der nachfolgende Lösungsvorschlag (Schema) ist somit ein optimierter Kompromiss zwischen zum Teil sehr gegensätzlichen Forderungen. Er erhebt nicht den Anspruch, der Weisheit letzter Schluss zu sein, doch lassen sich mit der vorgeschlagenen Lösung mit Sicherheit die oft unter Zeitdruck auf der Baustelle entstandenen Ausführungen verbessern. Die Hinweise mögen erfahrene Praktiker anregen, nach noch besseren Lösungen zu suchen.

Wichtige Schritte beim Einbau

Ergänzung der Luftdichtung bzw. Dampfsperre

Die Dampfsperre der zukünftigen Verkleidung muss dampfdicht an die bestehende Dampfsperre des Dachaufbaus

angeschlossen werden. Es empfiehlt sich, dafür möglichst knick- und reissfestes Material zu wählen, das unter die Dampfsperre der Dachschalung eingeschoben und mit ihr verklebt, verschweisst oder verkittet wird, je nach Material (Bild 5).

Wärmedämmung

Danach erfolgt die Wärmedämmung mit mindestens 5 cm dicken Steinwolle-Bodenplatten o. ä., die den Vorteil einer eigenen Steifigkeit bei gleichzeitiger Elastizität zum Ausgleichen der Massoleranzen haben. Eine Zugabe von 5 bis 10 mm zu den gemessenen Massen sichert ein gutes Einklemmen zwischen Dachschalung und Fensterrahmen (Bild 6).

Fertigstellung der Dampfsperre

Schliesslich werden die Ergänzungslappen über die ergänzte Wärmedämmung hochgezogen und in die untere Nut des Fensterrahmens möglichst lose eingehftet; nun werden die Ecken sorgfältig ausgebildet und ebenfalls verklebt. Dabei ist darauf zu achten, dass das Material auch in den Ecken möglichst lose verlegt wird, damit die Dampfsperre beim späteren Versetzen des Futters nicht verletzt wird (Bild 7).

Als Variante können die Ergänzungslappen der Dampfsperre mit einem vom Fensterlieferanten gelieferten sogenannten «Zusatzrahmen», der mit dem Hauptfensterrahmen fest verschraubt wird, in der Nut eingeklemmt werden. Dies gewährleistet eine gute Anschlussdichtigkeit, besitzt den Vorteil der besseren Ausführungskontrolle und ist somit für bauphysikalisch heikle Situationen eindeutig vorzuziehen. Diese Variante ermöglicht auch eine klare Abgrenzung der Verantwortlichkeiten und ist weniger von der Sorgfalt des ausführenden Handwerkers abhängig.

Endmontage

Mit der Fertigstellung der Dampfsperre ist die Arbeit von der Raumseite her

beendet. Von aussen her muss die Montage gemäss Herstellerangaben wie bisher fertiggestellt und die Dachhaut wieder hergestellt werden.

Damit ist in den meisten Fällen die Arbeit des Fenstermonteurs (Zimmermann oder Dachdecker) beendet. Das Versetzen des Verkleidungsfutters auf der Raumseite ist eine Arbeit, die dem Schreiner obliegt und auch zu einem späteren Zeitpunkt ausgeführt werden kann. Es ist äusserst wichtig, dass beim nachträglichen Einbau des Futters die Luftdichtung bzw. Dampfsperre nicht verletzt wird.

Verbleibende Schwierigkeiten

Der hier vorgestellte verbesserte Einbau erfüllt alle Punkte des von uns aufgestellten Anforderungskataloges, bis

auf einen: Das Langzeitverhalten konnte bisher noch nicht genügend erfasst und kontrolliert werden. Noch unbefriedigend ist zurzeit auch die Verklebung der Dampfsperre mit dem konventionellen Selbstklebeband; es ist zu hoffen, dass hierfür in absehbarer Zeit noch bessere Lösungen/Materialien gefunden werden können.

Andererseits kann aber mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die Sorgfalt der Ausführung, d. h. genügende Überlappungen, gute Verbindung mit der Dampfsperre, keine Verletzung der Lappen während des Einbaues usw., einen viel grösseren Einfluss auf das Endresultat haben als die verwendeten Materialien. Es ist daher wichtig, ja gar ausschlaggebend für den Erfolg, die mit der Montage betrauten Fachleute von den empfohlenen Massnahmen zu überzeugen. Bei mangelhaftem Einbau lei-

det auch das beste Bauteil und gerät bei den Fachleuten nach kurzer Zeit in Verfall. Nachdem das moderne Dachflächenfenster so viele architektonische Möglichkeiten zu einem sehr günstigen Preis eröffnet hat, wäre es sicher ungeschickt und der Sache abträglich, an der Qualität des Einbaues sparen zu wollen. Die aufgestellten Forderungen sind bauphysikalisch und energietechnisch unbestritten und dürften bald als moderner Stand der Technik anerkannt werden. Daher lieber heute schon richtig ausführen – die Mittel und Kenntnisse stehen zur Verfügung – als morgen mit viel Aufwand und Ärger als Garantearbeit flicken zu müssen!

Adresse der Verfasser: F. Kropf, D. Michel, EMPA, Abt. Holz, 8600 Dübendorf; D. Rossi, K. Stutz, VELUX AG, 4632 Trimbach SO.

Concours Plateau de Pérolles à Fribourg

L'Etat de Fribourg et la Ville de Fribourg organisaient un concours de projet à deux degrés, au sens de l'article 7 du règlement des concours d'architecture de la SIA 152 en vue de la mise en valeur du Plateau de Pérolles, sur lequel doivent être prévues une école d'ingénieurs, une salle des fêtes et une halle d'expositions. De plus, des idées devaient être émises par les concurrents d'une part pour d'autres aménagements possibles, et d'autre part dans le domaine de l'équipement routier du Plateau de Pérolles. La gestion administrative du concours était confiée à la Ville de Fribourg.

Pouvaient participer au concours:

- les architectes établis dans le canton de Fribourg et inscrits au registre cantonal des personnes autorisées
- les architectes fribourgeois établis à l'extérieur du canton, inscrits au REG dans les registres A et B
- de plus, les bureaux suivants, choisis par l'organisateur, ont été invités à participer au concours et ont accepté: Richter & Gut, Lausanne, Serge Wintsch, Lausanne, Robert Monnier, Neuchâtel, Morisod et Furrer, Sion, Rudolf Rast, Berne.

Le jury était composé comme suit: E. Gremaud, Conseiller d'Etat, Directeur de l'Economie, des Transports et de l'Energie, F. Masset, Conseiller d'Etat, Directeur des Travaux Publics, C. Schorderet, Syndic, Ville de Fribourg, Mme M. Duc, Conseillère communale, Service de l'Aménagement, G. Friedly, Conseiller communal, Service de l'Edilité, P. Nicolet, Architecte cantonal, Fribourg, R. Currat, Chef de l'Office cantonal de l'Aménagement du territoire, J.-M. Schaller, Architecte de Ville, Fribourg, J. D. Urech, Urbaniste F. U. S., Lausanne, Responsable du plan d'aménagement de Fribourg, M. Schlup, Architecte, Bienne, M. P. Bönnimann, Architecte, Urbaniste, Genève.

Suppléants: F. Hemmer, Directeur de l'Ecole d'Ingénieurs de Fribourg, P. von Streng, Architecte, Doyen de la section d'architecture de l'Ecole d'Ingénieurs de Fribourg.

Programme

Le programme prévoyait pour l'Etat la construction d'une école technique complète avec ses secteurs traditionnels (EIF):

- génie civil
- architecture
- électrotechnique
- mécanique technique
- chimie
- école de chefs de chantier.

Pour la Ville, la construction d'un centre d'expositions et de loisirs comprenant (CEL):

- halle des fêtes
- halle d'expositions
- salle de concerts
- abri de protection civile
- parking de dissuasion
- parking souterrain

et d'autres implantations laissées à la libre appréciation des concurrents.

Il s'agissait de traiter notamment les points suivants:

- insertion dans le contexte urbain
- respect de l'environnement naturel
- caractère «Entrée de Fribourg»
- relations avec les constructions voisines
- variétés des fonctions
- possibilité de construction par étapes
- programmes de réalisation des divers bâtiments plus ou moins détaillés selon l'urgence des besoins en locaux.

Les secteurs suivants ont du être projetés: Ecole d'Ingénieurs. Direction et administration 1000 m², cours fondamentaux 2470 m², section mécanique technique 1700 m², électrotechnique 2600 m², architecture 700 m², génie civil 850 m², chimie 2300 m², chefs de chantier 1200 m², restauration 1100 m². Centre d'exposition et de loisirs: direction et administration 320 m², hall d'entrée 1260 m², halle d'exposition 6300 m², salle de fêtes 2900 m², cuisines 700 m².

Résultats:

26 concurrents avaient rendu leurs projets. Sept projets ont du être exclus de la répartition des prix. Le jury décidait de sélectionner sept projets pour participer au second degré du concours. Il chargeait Maître Louis Gauthier, notaire, d'ouvrir les enveloppes contenant le nom et l'adresse des auteurs précité.

Fortsetzung auf Seite 370

