

Erfahrungen mit Flachdächern aus der Sicht der Bauherren = Expériences tirées des toits plats dans l'optique du maître de l'ouvrage

Autor(en): **Vital, Jon-Duri**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **72 (1994)**

Heft 9

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874728>

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.

Erfahrungen mit Flachdächern aus der Sicht der Bauherren¹

Expériences tirées des toits plats dans l'optique du maître de l'ouvrage¹

Jon-Duri VITAL, Bern

Zusammenfassung

Erfahrungen mit Flachdächern aus der Sicht der Bauherren

Architekten, Unternehmer, Systemlieferanten, Fachleute oder Bauherren haben zum Teil unterschiedliche Meinungen und Ansichten über das Bauteil Flachdach. Bis heute wurde schon viel darüber diskutiert, polemisiert, gestritten, informiert und geschrieben. Der Autor geht auf die Problematik ein und erläutert aufgrund verschiedener Kriterien, wie Flachdächer aus der Sicht des Bauherrn eingeschätzt werden können und vermittelt nützliche Hinweise und Empfehlungen für Auswahl, Unterhalt und Sanierung.

Résumé

Expériences tirées des toits plats dans l'optique du maître de l'ouvrage

Les architectes, entrepreneurs, fournisseurs de matériaux, spécialistes ou maîtres d'ouvrage sont souvent d'un avis différent au sujet des toits plats. Cet élément de construction a en effet été à l'origine de nombreuses discussions, contestations, informations et articles. L'auteur aborde les problèmes soulevés et explique, en se fondant sur divers critères, comment les toits plats peuvent être examinés dans l'optique du maître de l'ouvrage et il fournit des indications et des recommandations utiles pour le choix, l'entretien et la réfection des toits plats.

Riassunto

Esperienze fatte con i tetti piani dal punto di vista dei committenti di costruzioni

Architetti, imprenditori, fornitori di sistemi, specialisti o committenti hanno in parte opinioni diverse in merito al tetto piano, un tema che è stato oggetto di molte discussioni, polemiche e controversie e sul quale si è informato e si è scritto parecchio. L'autore affronta la problematica e spiega secondo quali criteri il committente della costruzione deve valutare i tetti piani; dà inoltre indicazioni e raccomandazioni utili per quanto concerne la scelta, la manutenzione e il risanamento.

Summary

Experiences with Flat Roof Buildings from the Owners' Viewpoint

Architects, companies, system suppliers, specialists or building owners have partly different opinions and views about the flat roof. Until today there has been already much discussed, polemized, argued, informed and written on this subject. The author deals with the problematic based on various criteria and comments on how the flat roof can be assessed from the viewpoint of the owner. The author also conveys useful information and recommendations regarding choice, maintenance and renewal.

1 Problematik

Der Bauherr interpretiert die Aussagen seiner Berater bei der Beurteilung eines Flachdachs nach anderen Regeln und setzt auch andere Prioritäten. Bei der Beurteilung der «Langlebigkeit» oder «Dauerhaftigkeit» schwebt beispielsweise dem Bauherrn eine Lebensdauer von etwa 40 Jahren, dem Unternehmer dagegen eine solche von etwa 20 Jahren vor.

Muss ein Dach später saniert werden, und dies sogar zu früh, tauchen für den enttäuschten Bauherrn nicht nur viele Fragen bezüglich Art der Sanierung auf (Steildach/Plus-Dach/begrünt/nach ökologischen Gesichtspunkten usw.), sondern es erwachsen ihm nicht eingeplante Kosten, die zudem das Mehrfache der damaligen Erstellungskosten betragen können.

Es ist deshalb begreiflich, dass sich mancher Laie schon gefragt hat, ob das Erstellen eines Flachdachs denn so schwer sei. Es sollte doch keine Kunst sein,

1 Problèmes soulevés

Le maître de l'ouvrage interprète les commentaires de ses conseillers lors de l'appréciation d'un toit plat en fonction d'autres règles et fixe des priorités différentes. Sur le plan de la «longévité» ou de la «durabilité», il s'attend à une durée de vie d'une quarantaine d'années, alors que l'entrepreneur compte une vingtaine d'années.

Si un toit doit être remis en état à une date prématurée, le maître de l'ouvrage déçu se voit non seulement confronté à de nombreuses questions concernant le genre de réfection (toit à pans fortement inclinés/toiture améliorée/gazonnée/aspects écologiques, etc.), mais il devra faire face à des frais imprévus qui peuvent atteindre un multiple des coûts de construction du toit plat.

Il est dès lors compréhensible que nombre de non-spécialistes se soient demandés si la construction

¹ Vortrag, gehalten an einem Seminar der Firma Wancor AG

¹Exposé présenté à un séminaire de la maison Wancor AG

eine Abdichtung (Dachhaut), eine Wärmedämmung und eine Schutzschicht übereinander zu verlegen ...

Die Problematik kann durch Aufstellen von Bedingungen oder Kriterien entschärft und verbessert werden.

2 Kriterien

Es gibt nicht nur kurz- oder langlebige Flachdächer, sondern auch schwer oder leicht ausführbare, teure oder billige, umweltbelastende und ökologische, einfache oder komplizierte und leicht oder schwer reparierbare Flachdächer. Diese und andere Feststellungen oder Bedingungen können miteinander mehr oder weniger stark verknüpft oder vernetzt sein (Fig. 1).

Welche Kriterien sollten bei der Wahl eines Flachdachs berücksichtigt werden?

1. lange Lebensdauer
2. günstiger Preis
3. minimaler Energieverbrauch
4. schnelle und sichere Schadenerkennung
5. günstige Sanierungskosten
6. Umweltschonung

Weitere Kriterien sind möglich, jedoch der Übersichtlichkeit und Einfachheit halber nicht empfehlenswert. Bei der Beurteilung können auch Kriterien weggelassen werden.

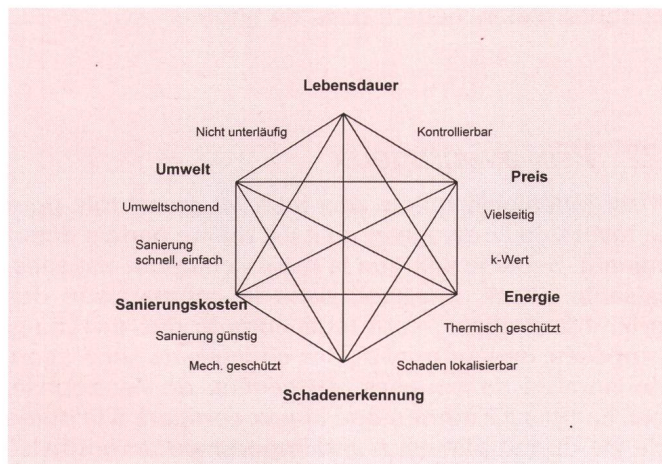


Fig. 1 Vernetzung der Kriterien beim Flachdach — Relations entre les critères des toits plats

- Lebensdauer — Longévité
- Nicht unterläufig — Non conductrice
- Umwelt — Environnement
- Umweltschonend — Ménageant l'environnement
- Sanierung schnell, einfach — Réfection rapide, simple
- Sanierungskosten — Frais de réfection
- Sanierung günstig — Réfection avantageuse
- Mech. geschützt — Protection mécanique
- Schadenerkennung — Constatation des dégâts
- Schaden lokalisierbar — Localisation des dégâts
- Thermisch geschützt — Protection thermique
- Energie — Energie
- k-Wert — Valeur k
- Vielseitig — Polyvalence
- Preis — Prix
- Kontrollierbar — Contrôlable

des toits plats pose vraiment autant de problèmes. Il ne semble pourtant pas difficile de placer l'une sur l'autre une couche d'étanchéité, une isolation thermique et une couche de protection ...

Pour essayer de résoudre ce genre de problèmes, on peut énumérer certaines conditions ou critères.

2 Critères

Il n'existe pas seulement des toits plats à durée de vie plus ou moins longue, mais aussi des modèles difficiles ou faciles à construire, bon marché ou coûteux, nuisibles à l'environnement ou écologiques, simples ou complexes, faciles ou difficiles à réparer. Ces constatations, ajoutées à d'autres, peuvent se combiner ou avoir dans une certaine mesure des répercussions entre elles (fig. 1).

Quels sont les qualités à retenir dans le choix d'un toit plat?

1. Longue durée de vie
2. Prix avantageux
3. Consommation minimale d'énergie
4. Constatation rapide et sûre des dégâts
5. Frais de réparation peu élevés
6. Construction ménageant l'environnement

D'autres critères d'appréciation sont possibles, mais ne sauraient être recommandés pour des raisons de simplification; mais certains critères peuvent être laissés de côté dans une évaluation.

21 Durée de vie

Cette qualité dépend essentiellement de la longévité de la couche drainante (étanchéité ou lés étanches à l'eau). La longévité d'un toit peut aussi être interprétée comme la *durabilité de la couche d'étanchéité*, vu que dans environ 80 % des cas le matériau ou la construction répond encore aux exigences. Les conditions suivantes peuvent être déterminantes pour la durée de vie:

- compatibilité des matériaux des diverses couches
- étanchéité présentant une protection thermique
- étanchéité dotée d'une protection mécanique
- possibilité de réparation
- stabilité des couches
- couches imputrescibles
- compatibilité biologique
- résistance à la vermine

Suivant le système et l'exécution choisis, la durée de vie d'un toit plat varie et peut aller, selon les expériences faites, de quelques années à 45 ans environ. Malheureusement, les anciens toits encore en place ne figurent pas dans les statistiques, ce qui réduit les résultats du vieillissement à des hypothèses.

A ce jour, l'auteur a examiné environ 280 toits plats avec des symptômes d'inétanchéité (tab. I). On consue avec inquiétude que, pour la plupart des toits plats, des difficultés sérieuses apparaissent dans les dix ou vingt premières années, bien que, selon les ouvrages spécialisés et les services officiels, la longévité d'un

21 Lange Lebensdauer

Diese ist vor allem von der Lebensdauer der Dachhaut (Abdichtung bzw. wasserdichte Bahnen) abhängig. Die Lebensdauer kann auch als *Dauerhaftigkeit der Dachhaut* verstanden werden, bei der das Material oder die Konstruktion in etwa 80 % der Fälle noch funktionstüchtig ist. Folgende Bedingungen können für eine lange Lebensdauer von Wichtigkeit sein:

- Materialverträglichkeit der einzelnen Schichten
- thermisch geschützte Dachhaut
- mechanisch geschützte Dachhaut
- Sanierungsmöglichkeit
- Standfestigkeit der Schichten
- Unverrottbarkeit der Schichten
- biologische Verträglichkeit
- Sicherheit vor Ungeziefer

Je nach System und Ausführung erreichen Flachdächer unterschiedliche «Alter». Diese können erfahrungsgemäss zwischen wenigen Jahren und etwa 45 Jahren schwanken. Leider sind die alten, noch funktionstüchtigen Dächer statistisch nie erfasst worden, so dass Aussagen bezüglich höchstem Alter nur auf Annahmen beruhen.

Bis heute wurden vom Autor etwa 280 Flachdächer mit Undichtigkeitsanzeichen untersucht (*Tab. I*). Es ist beunruhigend festzustellen, dass bei der Mehrzahl der Flachdächer innert 10 bis 20 Jahren erhebliche Schwierigkeiten auftreten, obwohl, gemäss Literatur und amtlichen Stellen, die Lebensdauer eines Flachdachs mindestens 20 Jahre betragen sollte und die Abschreibungszeit im Mittel auf 25 Jahre angesetzt ist.

Die Lebensdauer könnte mit einfachen Massnahmen verlängert werden, indem beispielsweise bei bekiessten Normaldächern mit Kunststoffbahnen, die den PTT im Moment Sorgen bereiten [2], direkt auf die Abdichtungsbahn eine 0,2 mm starke Polyäthylen-Folie (PE-Folie, auch Bauplastik genannt) und darüber ein Trennvlies oder eine Schutzmatte appliziert wird. Die gleiche Massnahme ist auch bei bituminösen Abdichtungen wirkungsvoll.

22 Günstiger Preis

Es ist unbestritten, dass der Preis für den Bauherrn eine wichtige Rolle spielt, ja manchmal leider die wichtigste. Nur die billigste Lösung ist dabei gut genug. Deshalb sollten beim Preisvergleich unbedingt die vorgeschlagenen Materialien, deren Qualität, die Trennlagen, Anzahl Schichten, die Seriosität der Firma usw. untersucht werden. *Figur 2* zeigt, dass der Preis in Abhängigkeit der Lebensdauer des Flachdachs von entscheidender Bedeutung ist.

Die Preisdifferenzen sind in *Figur 3* grafisch dargestellt.

Bis zum 23. Lebensjahr ist das billige Dach kostenmässig gleich teuer oder billiger (bis etwa –26 300 Fr.) als das 40 % teurere Dach. Danach ist das billige Dach teurer, mit einem Maximum im Jahr 41 von +155 400 Fr. Nach 60 Jahren beträgt die Differenz

Tabelle I. Prozentanteile der Flachdächer-Alder der PTT-Gebäude bis zum ersten Schaden und Vergleich mit einer Untersuchung in Deutschland [3] Tableau I. Part en pour-cent des toits plats des bâtiments PTT jusqu'au premiers dégâts et comparaison avec une étude effectuée en Allemagne [3]

Lebensdauer Longévité	Anteil in % Part en %	Anteil in % (Deutschland) Part en % (Allemagne)
> 40	1	—
30–40	2	—
20–30	28	31 (über 20 Jahre/ plus de 20 ans)
10–20	57	40
1–10	12	29

toit plat devrait atteindre au moins 20 ans et que la durée moyenne d'amortissement en est fixée à 25 ans.

On pourrait prolonger la durée de vie des toits par des mesures simples, en appliquant par exemple directement sur les lés d'étanchéité une feuille de polyéthylène de 0,2 mm d'épaisseur (feuille PE pour les constructions) suivie d'un voile de séparation ou d'une feuille de protection sur les toits plats normaux avec lés en matière synthétique et gravier, lesquels posent actuellement des problèmes aux PTT [2]. Cette même mesure est également efficace sur les couches d'étanchéité à base de bitume.

22 Prix avantageux

Il est indéniable que le prix joue un grand rôle pour le maître de l'ouvrage et qu'il est même parfois déterminant. Seule la solution la moins coûteuse est satisfaisante. C'est pourquoi, dans la comparaison des prix, il faut absolument tenir compte des matériaux proposés, de leur qualité, des couches de séparation, du nombre de couches, du sérieux de l'entreprise, etc. *La figure 2* montre que le prix comparé à la durée de vie du toit plat est d'une importance primordiale.

Les différences de prix sont représentées graphiquement à la *figure 3*.

Jusqu'à la 23^e année, le toit meilleur marché coûte autant ou est même moins cher (jusqu'à –26 300 fr.) que le toit plus cher de 40 %. Ensuite, le toit bon marché devient plus cher, atteignant un maximum de +155 400 fr. durant la 41^e année. Après 60 ans, la différence théorique en faveur du toit plus coûteux est toujours de 29 000 francs.

Vu que ce calcul se fonde sur un apport extérieur de capital (hypothèque), donc sans fonds propres, il ne peut pas être appliqué dans tous les cas. Le calcul incluant des fonds propres dépend largement du genre d'investissement qui aurait été pratiqué avec

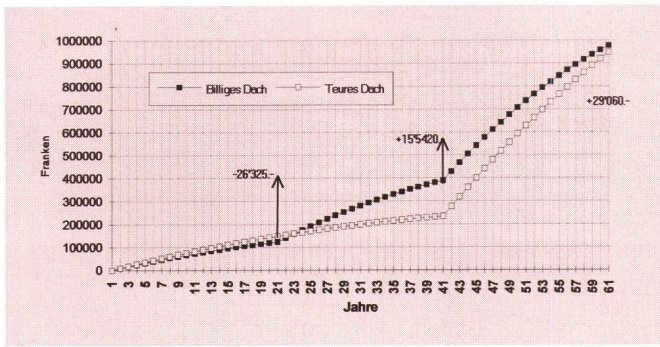


Fig. 2 *Kostenvergleich über 60 Jahre zweier Flachdachkonstruktionen — Comparaison des coûts de deux types de toits plats sur 60 ans*

Franken — Francs

Jahre — Années

Billiges Dach — Toit bon marché

Teures Dach — Toit cher

Flachdachkosten während 60 Jahren — Coût du toit plat durant 60 ans

Annahmen:

- Lebensdauer: billiges Dach 20 Jahre
teures Dach 40 Jahre
- Flachdachfläche: etwa 500 m²
- Preis: billiges Dach Fr. 75 000.—
teures Dach Fr. 105 000.—
- k-Wert: beide Dächer gleich
- Verzinsung Hypothek: 6 %
- Teuerung Bau: 4 %
- Eigenmittel: keine
- Hypothek:
- Steuerliche Abzüge: keine
- Untersuchungskosten, Administr. Aufwand: keine
- Hypothesen:
- Longévité: toit bon marché, 20 ans
toit cher, 40 ans
- Surface du toit plat: environ 500 m²
- Prix: toit bon marché 75 000 fr.
toit cher 105 000 fr.
idem pour les deux toits
- Valeur k:
- Intérêts de l'hypothèque: 6 %
- Renchérissement de la construction: 4 %
- Moyens propres: aucun
- Hypothèque:
- Déductions fiscales: aucune
- Frais d'examen, coûts administratifs: aucun

theoretisch zugunsten des teuren Dachs immer noch 29 000 Fr.

Da die Berechnung auf einer Fremdmittelaufnahme (Hypothek) beruht, also ohne Eigenmittel, kann sie nicht in allen Fällen angewendet werden. Die Berechnung mit Eigenmittel ist stark davon abhängig, wie und in welcher Weise das Geld anderweitig eingesetzt worden wäre. Deshalb sind die Berechnungswerte von Fall zu Fall einzusetzen.

23 Minimaler Energieverbrauch

Der Energieverbrauch ist vom bekannten k-Wert in W/m²K direkt abhängig, der den Energiedurchgang durch das Bauteil je Quadratmeter und je Grad Celsius Unterschied von innen nach aussen angibt. Die Minimal-k-Werte sind in den Normen oder teilweise in den kantonalen Verordnungen festgelegt. Anzustre-

beten. De ce fait, les valeurs de calcul prises en compte varient dans chaque cas.

23 Consommation minimale d'énergie

La consommation d'énergie dépend directement de la valeur k bien connue, indiquée en W/m²K; elle correspond au passage d'énergie de l'intérieur vers l'extérieur à travers l'élément de construction, par m² et par degré Celsius de différence de température. Les valeurs minimales k sont fixées dans les normes ou, en partie, dans les ordonnances cantonales. On s'efforcera d'obtenir des valeurs k de 0,4 W/m²K et plus basses, voire de 0,3 W/m²K et inférieures (fig. 4 et tab. II).

A valeur k semblable, l'épaisseur de l'isolation peut varier en fonction des caractéristiques de l'isolant thermique.

Pour la toiture inversée, on tient compte dans le calcul d'un supplément de 20 % au coefficient de conductibilité de l'isolation thermique, selon la norme SIA 271 (Société suisse des ingénieurs et des architectes).

Il serait risqué et erroné de ne choisir un système de toiture qu'à partir de l'épaisseur d'isolation minimale exigée.

24 Constataion rapide et sûre des dégâts

Une constatation rapide des dégâts revêt une importance particulière pour le maître de l'ouvrage, spécialement durant les premières années, car, dans les 5 ans qui suivent la construction du toit, on peut faire valoir les droits usuels définis dans la garantie. Plus tard, les frais sont entièrement à la charge du maître de l'ouvrage. On s'efforcera par conséquent de conclure une garantie pour 10 ans, ce qui est habituel dans d'autres pays.

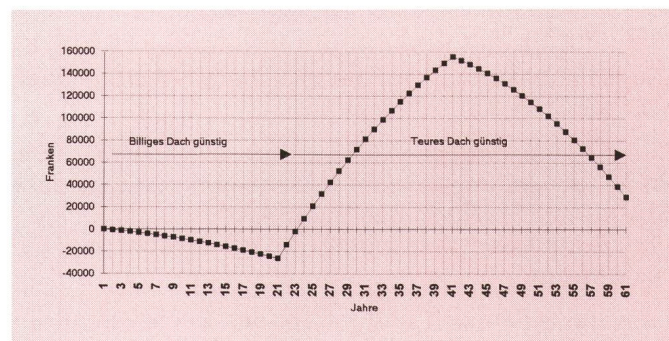


Fig. 3 *Kostendifferenzen zwischen einem billigen und einem teuren Flachdach — Différence des coûts entre un toit plat bon marché et un toit plat cher*

Über Null bedeutet, dass das billige Dach teurer ist — Les valeurs supérieures à zéro signifient que le toit bon marché revient plus cher

Franken — Francs

Jahre — Années

Billiges Dach günstig — Toit bon marché avantageux

Teures Dach günstig — Toit cher avantageux

Preisdifferenz — Différence de prix

Tabelle II. Vergleich der erforderlichen Isolationsdicke verschiedener üblicher Materialien, für bekieste Normal-, UK-, DUO- und Kompaktdächer mit k-Werten von 0,4 und 0,3 W/m²K

Tableau II. Comparaison de l'épaisseur d'isolation exigée pour différents matériaux usuels, pour les toits plats recouverts de gravier, normaux, à toiture inversée, DUO et compacts, avec des valeurs k de 0,4 et 0,3 W/m²K

Dachsystem — Système de toit	Isolationsmaterial — Matériaux d'isolation	Wärmeleitfähigkeit — Coefficient thermique W/m ² K	k-Wert 0,40 W/m ² K — Valeur k 0,40 W/m ² K		k-Wert 0,30 W/m ² K — Valeur k 0,30 W/m ² K	
			Dicke der Isolation — Epaisseur de l'isolation	Effektiver k-Wert — Valeur k effective	Dicke der Isolation — Epaisseur de l'isolation	Effektiver k-Wert — Valeur k effective
Normal	PU	0,028	8	0,32	10	0,26
	Kork — Liège	0,042	10	0,37	13	0,30
	exp. PS — PS exp.	0,038	10	0,34	12	0,29
	Steinwolle — Laine de pierre	0,04	10	0,36	12	0,30
(Kompakt Compact)	Schaumglas — Verre cellulaire	0,04	10	0,36	12	0,30
		0,044	10	0,39	14	0,29
UK	extr. PS — PS extr.	0,032 + 20 %	10	0,35	12	0,29
DUO-Kompakt DUO-Compact	Schaumglas — Verre cellulaire	0,04	5		6	
			> 9		> 12	
DUO-SW	extr. PS — PS extr.	0,034	4	0,37	6	0,28
DUO-SW	Steinwolle — Laine de pierre	0,04	5		6	
			> 9		> 12	
DUO-PU	extr. PS — PS extr.	0,034	4	0,37	6	0,28
DUO-PU	PU	0,028	4		5	
			> 7		> 10	
	extr. PS — PS extr.	0,032	3	0,38	5	0,28

PU Polyurethan — Polyuréthane
 UK Umkehrdach — Toiture inversée
 DUO Duo-Dach — Toit Duo
 Exp. PS Expandiertes Polystyrol — Polystyrène expansé
 Extr. Extrudiertes Polystyrol — Polystyrène extrudé
 SW Steinwolle — Laine de pierre

ben sind k-Werte von 0,4 W/m²K und tiefer, empfehlenswert sind solche von 0,3 W/m²K und tiefer (Fig. 4 und Tab. II).

Die Isolationsdicke kann bei gleichem k-Wert, je nach Wärmedämmmaterial, variieren.

Für die Umkehrdächer (UK) wurde der Zuschlag von 20 % zur Leitfähigkeit der Wärmedämmung gemäss SIA-Norm 271 (Norm des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Verbandes) in der Berechnung berücksichtigt.

Es wäre verhänglich und falsch, das Dachsystem nur aufgrund der minimalsten erforderlichen Isolationsdicke auszuwählen.

24 Schnelle und sichere Schadenerkennung

Eine möglichst schnelle Erkennung eines Schadens ist besonders in den ersten Jahren für den Bauherrn von grösster Wichtigkeit. Bis fünf Jahre nach Fertigstellung kann nämlich auf die üblichen Garantiean-

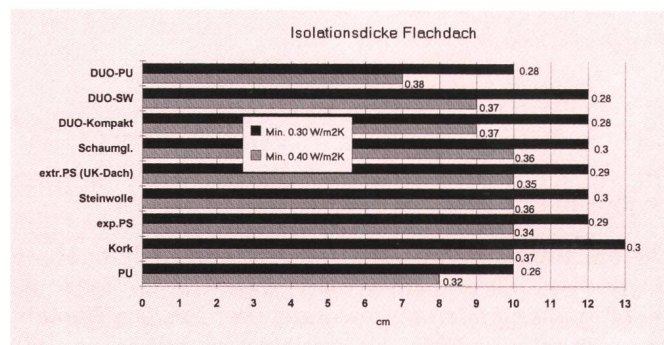


Fig. 4 Grafische Darstellung der Daten von Tabelle II — Représentation graphique des données du tableau II

Isolationsdicke Flachdach — Epaisseur de l'isolation du toit plat

Kork — Liège

PU Polyurethan — Polyuréthane

extr. PS Extrudiertes Polystyrol — Polystyrène extrudé

UK Umkehrdach — Toiture inversée

SW Steinwolle — Laine de pierre

DUO Duo-Dach — Toit Duo

Schaumgl. Schaumglas — Verre cellulaire

exp. PS Expandiertes Polystyrol — Polystyrène expansé

sprüche zurückgegriffen werden. Später gehen die Kosten voll zu Lasten des Bauherrn. Anzustreben und auch empfehlenswert ist ein Garantieabschluss von zehn Jahren, was in anderen Ländern üblich ist.

Eine *sichere Schadenerkennung* bedeutet, dass, wenn die Dachhaut undicht ist, der Schaden innerhalb von Tagen innen sichtbar wird und die Undichtigkeit in der Dachhaut in einem Umkreis von etwa 2 m² gefunden wird.

25 Günstige Sanierungskosten

Die Frage der Sanierungsmöglichkeit und deren Kosten wird bei einem Neubau praktisch nie gestellt.

Die Sanierung sollte einfach und schnell ausgeführt werden können, auch im Interesse des Bauherrn. Es geht hier um das Minimieren des Sanierungsaufwandes. Um dieses Kriterium zu erfüllen, müssen zwei Bedingungen eingehalten werden:

- nicht oder begrenzt unterläufige Konstruktion²
- Lokalisierbarkeit eines Schadens, ohne dass die gesamte Konstruktion entfernt werden muss

26 Umweltschonung

Die eingesetzten Materialien sollten möglichst umweltschonend bzw. umweltverträglich sein, und zwar bezüglich

- Gewinnung
- Produktion
- Verarbeitung
- Nutzung
- Entsorgung
- Recycling

Ein wichtiger Beurteilungsfaktor bezüglich Umweltbelastung ist die Lebensdauer. Ein kurzlebiges Dach produziert nämlich mehr Abfallstoffe, die die Depo-nien und die Umwelt in irgendeiner Form belasten, auch wenn diese Stoffe recycelt, umgewandelt oder «umweltschonend» entsorgt werden.

Zur Beurteilung eines Materials aus ökologischer Sicht sollten verschiedene Ergebnisse aus mehreren Beurteilungsarten, wie Deklarationsraster [4], graue Energie, Lebenserwartung, Erfahrung usw., berücksichtigt werden. Im besonderen sollte das «kritische Luftvolumen» [5] der einzelnen Materialien oder Konstruktionen verglichen werden. Es hat sich gezeigt, dass diese Beurteilungsgrösse eine gangbare Vergleichsgrösse zur Beurteilung der Umweltbelastung eines Materials darstellt.

3 Wertanalyse

Die Wertanalyse ist eine objektive Beurteilung der genannten Kriterien. Sie ist individuell für jeden Bauherrn möglich, da jedes Kriterium für jedes System

Une *constatation sûre des dégâts* signifie que, lorsque la couche d'étanchéité n'est plus étanche, les dégâts deviennent visibles à l'intérieur en quelques jours et que l'emplacement non étanche dans la couche d'étanchéité peut être trouvé dans un rayon de 2 m² environ.

25 Frais de réfection réduits

La question des possibilités de réfection et de leur coût n'est que rarement posée lors d'une nouvelle construction.

La réfection devrait être effectuée de manière simple et rapide, dans l'intérêt du maître de l'ouvrage également. Il s'agit ici de réduire les frais de réparation. Pour répondre à cette exigence, deux conditions doivent être respectées:

- construction non conductrice ou à conductivité limitée²
- possibilité de localiser les dégâts sans qu'il soit nécessaire de démonter tout le toit

26 Compatibilité avec l'environnement

Les matériaux utilisés doivent autant que possible ménager l'environnement et être compatibles avec les exigences en la matière, notamment sur les plans suivants:

- élimination
- extraction
- production
- traitement
- utilisation
- recyclage

Un facteur important d'appréciation du comportement d'un matériau à l'égard de l'environnement est sa durée de vie. Un toit de durée limitée produit plus de déchets, qui, sous une forme ou une autre, représentent une augmentation des décharges et une atteinte à l'environnement, même si ces matériaux peuvent être recyclés, transformés ou éliminés «sans nuire à l'environnement».

Pour juger un matériau du point de vue écologique, il convient de tenir compte de différents résultats tirés de plusieurs genres d'appréciations, telles que le «canevas pour la déclaration» [4], l'énergie grise, la longévité, l'expérience, etc. Il faut en particulier comparer le «volume d'air critique» [5] des divers matériaux ou de la construction. Il s'est révélé que ce critère d'appréciation fournit une valeur comparative courante pour évaluer le degré de charge d'un matériau pour l'environnement.

3 Analyse des valeurs

L'analyse des valeurs constitue un examen objectif des critères précités. Elle peut être appliquée indivi-

² Unter Unterläufigkeit versteht man die Längsverteilung bzw. Horizontalverteilung von allenfalls durch die Dachhaut eingedrungenem Wasser im Bereich der Wärmedämmung

² Par conduction, on entend la répartition longitudinale et horizontale de l'eau susceptible de pénétrer à travers la couche d'étanchéité à proximité de l'isolation thermique

gewichtet und bewertet werden kann. Ein Beispiel ist in [7] aufgeführt.

4 Erfahrungen

41 Allgemein

Nebst den Kriterien sollten auch folgende Punkte beachtet werden:

- Behauptungen, «Erfahrungen» und Ansichten entsprechen nicht immer der Wahrheit
- möglichst neutrale Fachleute beiziehen
- eventuell eigene Erfahrungen einschliessen, allerdings nicht Philosophien und Vermutungen
- nur seriöse Firmen beiziehen
- Billigangebote ablehnen (verminderte Arbeitsqualität)
- Materialwahl und Ausführung am Bau kontrollieren und mit der Offerte (dem Vertrag) vergleichen
- Versprechungen von «Langlebigkeit», «Dauerhaftigkeit» usw. kritisch hinterfragen

42 Systeme

Aufgrund der Untersuchungen sowohl an defekten als auch an intakten Flachdächern während 16 Jahren – und verteilt über die ganze Schweiz – kann der Autor folgendes festhalten:

- Die besten Erfahrungen wurden mit den *Dachsystemen mit geschützter Abdichtung* gemacht, z. B. UK-Dach, Duo-Dach und Plus-Dach [1, 6], mit Bitumen-, Polymerbitumen-, Kunststoffbahnen oder sogar Gussasphalt bzw. Kunststoffbeschichtung als Abdichtung.
- Bezüglich Lebensdauer kann bei den Systemen mit geschützter Dachhaut noch keine verbindliche Aussage gemacht werden, da nach heutiger Kenntnis bei den PTT noch kein einziges solches Dach zu Schaden kam. Es liegen Schätzungen der Lebensdauer zwischen 35 und 45 Jahren vor. Die ersten UK- und Duo-Dächer haben bereits die 20-Jahres-Grenze ohne nennenswerte Probleme überschritten.
- Beim *Plus-Dach* (Sanierungsdach) kann durch die Nachisolierung eines alten, normalen Dachs die Lebensdauer in der Regel verdoppelt werden.
- Mit den *Normaldächern* hat man mehr Erfahrung, aber auch mehr Schäden. Geschützte Normaldächer, begehbar, humusiert oder mit Substrat, weisen eine längere Lebensdauer auf als bekiesete. Weiter erwies sich, dass die Normaldächer mit einer Abdichtung aus Polymerbitumenbahnen (PBD) am längsten halten, gefolgt von jenen mit Bitumenbahnen und mit Kunststoffbahnen (PVC).
- Sogenannte *Nacktdächer*, die sowohl mit Kunststoffbahnen als auch mit beschieferten bzw. granulierten Polymerbitumen abgedichtet sind, haben sich gut gehalten, d. h. dass die erwartete Lebensdauer von durchschnittlich 20 Jahren knapp erreicht wurde.
- Mit *polyurethangeschäumten Dächern* wurden sehr schlechte Erfahrungen gemacht. Diese sind

duellement pour chaque maître d'ouvrage, vu que chaque critère utilisé pour un système peut être pondéré et évalué. Un exemple est fourni dans [7].

4 Expériences

41 Généralités

En plus des critères, les règles suivantes seront prises en compte:

- prêter une attention critique aux affirmations, «expériences» et points de vue, car ils ne correspondent pas toujours à la réalité
- faire appel si possible à des spécialistes neutres
- prendre en compte éventuellement ses propres expériences, et non pas des préjugés ou des suppositions
- recourir uniquement à des entreprises sérieuses
- refuser les offres bon marché (qualité de travail insuffisante)
- contrôler le choix du matériel et l'exécution des travaux de construction et les comparer avec l'offre ou le contrat
- ne pas se laisser leurrer par des promesses du genre «longévité», «durabilité», etc.

42 Systèmes

Se fondant sur des examens effectués durant 16 ans tant sur des toits plats défectueux que sur des toits intacts — et cela dans toute la Suisse —, l'auteur peut énoncer les règles suivantes:

- Les meilleures expériences ont été réalisées avec les *systèmes de toits à étanchéité protégée*, par exemple toiture inversée, Duo et toiture Plus [1, 6], avec lés de bitume, de bitume polymère, lés en matière synthétique, ou asphalte coulé, ou encore revêtement en matière synthétique comme étanchéité.
- Pour ce qui est de leur longévité, il n'est pas encore possible de donner des renseignements concrets au sujet des systèmes avec étanchéité renforcée, car selon les connaissances actuelles aux PTT, aucun dégât n'a été décelé à ce jour sur de tels toits. On dispose d'estimations de durée de vie oscillant entre 35 et 45 ans. Les premières toitures inversées et Duo sont construites depuis plus de 20 ans et n'ont pas posé de problème particulier à ce jour.
- S'agissant de la toiture améliorée ou Plus (toit réparé), on peut, grâce à une isolation supplémentaire sur un ancien toit normal, en doubler normalement la durée de vie.
- Pour les *toits normaux*, on dispose de plus d'expériences, mais les dégâts sont aussi plus nombreux. Les toits normaux renforcés praticables, recouverts d'humus ou d'un substrat, offrent une durée de vie supérieure à ceux qui sont recouverts de gravier. De plus, il se révèle que les toits normaux dotés d'une étanchéité sous forme de lés de bitume polymère, suivis par ceux qui sont étanchés par des lés de bitume, puis par ceux pourvus de lés en matière synthétique (PVC) résistent le mieux au vieillissement.

Tabelle III. Erfahrung, Schäden und Lebensdauer verschiedener Flachdachsysteme
 Tableau III. Expériences recueillies, dégâts et longévité de différents systèmes de toits plats

Flachdach bekieset — Toit plat recouvert de gravier				
System — Système	Isolation — Isolation	Erfahrungen — Expériences	Schäden — Dégâts	Lebensdauer — Durée de vie ca. — environ
UK	extr. PS — PS extr.	XXX	keine — aucun	45
DUO-Kompakt	Schaumgl./extr. PS —	XXX	sehr wenige — très peu	45
DUO-Compact	Verre cellulaire/PS extr.			
DUO	Fescoboard/extr. PS	XXX	sehr wenige — très peu	45
PLUS, Sanierdach	Kork/extr. PS —	XX	wenige — peu	35
PLUS, toit réparé	Liège/PS extr.			
	Fescoboard	XX	wenige — peu	35
Normal KU	exp. PS/PU/extr. PS —	0	viele — nombreux	15 (20)
	PS exp./PU/PS extr.			
	Steinwolle — Laine de	X	etliche — très nom-	15 (20)
	pierre		breux	
BI	Kork — Liège	0	viele — nombreux	20
	PU/extr. PS/exp. PS —	0	viele — nombreux	20
	PU/PS extr./PS exp.			
PBD	Steinwolle/Kork —	X	wenige — peu nom-	25
	Laine de pierre/liège		breux	
	exp. PS — PS exp.	X	einige — quelques uns	25
Kompakt — Compact	Schaumglas — Verre	XX	wenige — peu nom-	30
PBD	cellulaire		breux	
Flachdach begrünt/begehrbar/befahrbar — Toit plat gazonné/praticable/carrossable				
System — Système	Isolation — Isolation	Erfahrungen — Expériences	Schäden — Dégâts	Lebensdauer — Durée de vie ca. — environ
UK	extr. PS — PS extr.	XXX	keine — aucun	45
DUO-Kompakt	Schaumgl./extr. PS —			
DUO-Compact	Verre cellulaire/PS extr.	XXX	sehr wenige — très peu	45
DUO	Fesco/extr. PS — Fesco-	XXX	sehr wenige — très peu	45
	board/PS extr.			
PLUS, Sanierdach	Kork/Extr. PS —	XX	wenige — peu	35
PLUS, toit réparé	Liège/ PS extr.			
	Fescoboard	XX	wenige — peu	35
Normal KU	exp. PS/PU/extr. PS —	X	etliche — très nom-	20
	PS exp./PU/PS extr.		breux	
	Steinwolle — Laine de	X	etliche — très nom-	20
	pierre		breux	
BI	Kork — Liège	X	etliche — très nom-	25
			breux	
	PU	X	etliche — très nom-	25
			breux	
PBD	Steinwolle/Kork —	XX	wenige — peu nom-	30
	Laine de pierre/liège		breux	
	exp. PS — PS extr.	X	einige — quelques uns	30
Kompakt — Compact	Schaumglas — Verre	XXX	wenige — peu nom-	35
PBD	cellulaire		breux	

nicht empfehlenswert, nicht zuletzt wegen der starken Umweltbelastung bei der Produktion, beim Schäumen an Ort und bei der Entsorgung des Wärmedämmmaterials. Dies ist nicht zu verwechseln mit den Polyurethanplatten, bei denen je nach Fabrikat keine Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe

– Les *toitures nues* qui sont rendues étanches aussi bien par des lés en matière synthétique que par du bitume polymère ardoisé/granulé ont donné de bons résultats, ce qui signifie que leur durée de vie, estimée en moyenne à 20 ans, a juste pu être atteinte.

Tabelle III. Fortsetzung.
Tableau III. Suite.

Nacktdach — Toit nu				
System — Système	Isolation — Isolation	Erfahrungen — Expériences	Schäden — Dégâts	Lebensdauer — Durée de vie ca. — environ
Normal KU	exp. PS/PU/extr. PS PS exp./PU/PS extr.	— X	einige — quelques uns	20
	Steinwolle — Laine de pierre	X	einige — quelques uns	20
PBD-S	Steinwolle/Kork — Lai- ne de pierre/liège	X	wenige — peu nom- breux	20
Kompakt — Compact PBD-S	Schaumglas — Verre cellulaire	X	wenige — peu nom- breux	20
Geschäumt — Mousse	PU	—	alle — tous les toits	5

XXX	Ausgezeichnet — Excellent
XX	Sehr gut — Très bon
X	Gut — Bon
0	Genügend — Suffisant
—	Ungenügend — Insuffisant
BI	Bitumenbahnen — Lés de bitume
KU	Kunststoffbahnen — Lés en matière synthétique
PBD	Polymerbitumen-Dichtungsbahnen — Lés de bitume polymère
PBD-DS	Polymerbitumen-Dichtungsbahnen, beschiefert — Lés de bitume polymère, ardoisé
PU	Polyurethan — Polyuréthane
exp. PS	Expandiertes Polystyrol — Polystyrène expansé
extr. PS	Extrudiertes Polystyrol — Polystyrène extrudé
UK	Umkehrdach — Toiture inversée
DUO	Duo-Dach — Toit Duo

(HFCKW oder FCKW) als Treibmittel vorhanden sind.

In *Tabelle III* sind die Erfahrungen mit Flachdächern bei den PTT-Gebäuden zusammengefasst.

43 Bituminöse Bahnen

Polymerbitumenbahnen (PBD), die in der Schweiz seit etwa 1972 hergestellt werden, sind im Vergleich zu den normalen oder «modifizierten» Bitumenbahnen in jeder Beziehung besser, mit Ausnahme des Preises. Sie sind

- elastischer
- besser zu verarbeiten
- langlebiger
- wärme- und kälteunempfindlicher

Es ist deshalb unerklärlich, warum immer noch Abdichtungen aus normalen oder modifizierten Bitumenbahnen für das heikle Bauteil Flachdach und für die alles entscheidende Abdichtungsschicht eingesetzt werden. Zudem wird noch bei der Dicke der Bahnen gespart! Im weiteren sollte bei der zweilagigen Polymerbitumenabdichtung – entgegen der SIA-Empfehlung 271 – aus materialtechnologischen Gründen keine normale Bitumenbahn als untere Lage eingesetzt werden, auch wenn diese als «hochreissfest» bezeichnet wird. Empfehlenswert sind auch Bahnen, die verschweisst werden können, also mit einer Mindeststärke von 4 mm.

– Les expériences effectuées avec les *toits recouverts de mousse de polyuréthane* ont été très négatives. Ces toits ne sont donc pas recommandés, notamment à cause des nuisances qu'ils représentent pour l'environnement, que ce soit lors de la production, de l'application de la mousse sur place ou de l'élimination du matériau d'isolation thermique. Il ne faut toutefois pas confondre ce matériau avec les plaques de polyuréthane qui, suivant la marque, ne contiennent pas de chlorofluorocarbène (CFC).

Le *tableau III* récapitule les expériences recueillies avec des toits plats sur les bâtiments PTT.

43 Lés de bitume

Les lés de bitume polymère, fabriqués en Suisse depuis 1972 environ, sont, comparés aux lés de bitume normaux ou «modifiés», supérieurs à tous les égards, sauf pour ce qui est de leur prix. Ils sont en effet:

- plus élastiques
- plus faciles à travailler
- plus résistants au vieillissement
- moins sensibles à la chaleur et au froid

Il est de ce fait inexplicable que des lés de bitume normaux ou modifiés soient encore posés pour cet élément délicat qu'est le toit plat et surtout pour la couche d'étanchéité qui est déterminante. En outre, on tend à réduire l'épaisseur des lés, pour des raisons d'économie! Qui plus est, lors de la pose de l'étanchéité de bitume polymère à deux couches, on tend

44 Kunststoffbahnen

Kunststoffbahnen, besonders schweizerische Produkte aus Polyvinylchlorid (PVC), sind allgemein besser als ihr heutiger Ruf. Werden die erforderlichen Massnahmen an den Systemen, besonders am Normaldach, getroffen (geeignete Trennlagen usw.), so kann mit einer grösseren Dauerhaftigkeit gerechnet werden (siehe 21).

45 Sanierung

Bei einer Sanierung tauchen oft Fragen von entscheidender Tragweite auf. Eine immer wiederkehrende Frage lautet beispielsweise, ob anstatt zu sanieren ein Steildach vorzusehen wäre. Sicher ist das eine Lösung, aber eindeutig die teuerste (rund 25 bis 50 % teurer). Ein Kosten/Nutzen-Vergleich ist, wenn nicht andere Gründe für eine Sanierung mit Steildach sprechen, erforderlich. Dabei ist einzugestehen, dass bei einem Steildach die Lebensdauer mit 60 bis 80 Jahren eingesetzt werden kann und eine Sanierung der Ziegel oder Platten einfach, günstig und schnell vorgenommen werden kann (Kriterium 25). Stehen die Kosten im Vordergrund, so hat man die besten Erfahrungen mit einer Sanierung im Plus-System gemacht, vorausgesetzt, dass die alte Wärmedämmung noch intakt, trocken oder nur leicht feucht ist. Ist sie nass, sollte die ganze Konstruktion ersetzt werden. Extrudierte Polystyrolschaumplatten können andernorts oder für die Sanierung im Plus-System wieder eingesetzt werden.

5 Unterhalt

Eine Checkliste kann unliebsame, plötzliche Überraschungen vermeiden. Sie ist eine Zustandsaufnahme der sichtbaren Materialien des Flachdachs durch den Bauherrn. In einer Checkliste sollte, nebst den üblichen Angaben, der Zustand folgender Teile oder Bereiche angegeben werden:

- Abläufe/Rinnen (verschmutzt, verkalkt)
- Dachfläche (Gegenstände, Moos, Veränderungen der Materialien, Schutzschicht)
- An- und Abschlüsse (Rost, beschädigt, Kitt, Verputz)
- Unkraut (Gräser, Sträucher usw.)

Je nach Zustand ist unbedingt eine Flachdachfirma beizuziehen, besonders dann, wenn beispielsweise die Abläufe verkalkt sind, zuwenig Kies vorhanden ist, die Spenglerarbeiten verrostet sind, die Verkittung versprödet ist oder Unkraut wächst. Dagegen schadet Moos dem Flachdach nicht; es sollte nicht entfernt werden. Nebst der Checkliste besteht auch die Möglichkeit, einen Servicevertrag mit einer Flachdachfirma abzuschliessen.

6 Empfehlungen

61 Planung

- Gefälle von mindestens 1,5 % vorsehen, auch beim Kompaktdach

à renoncer — contrairement à la Recommandation SIA 271 —, à mettre en place des lés de bitume normaux comme couche inférieure, pour des raisons de technologie du matériau, même si cette couche est considérée comme hautement résistante au déchirement. Il est aussi recommandé d'appliquer des lés pouvant être soudés, donc d'une épaisseur minimale de 4 mm.

44 Lés en matière synthétique

Les lés en matière synthétique, en particulier les produits en chlorure de polyvinyle (PVC), sont généralement meilleurs que leur réputation actuelle. Si les mesures exigées sont prises, en particulier pour le toit plat (couches de séparation adaptées, etc.), on peut s'attendre à une longévité élevée (voir 21).

45 Réfection

Les travaux de réfection soulèvent souvent des questions d'une importance capitale. L'une d'elles, qui revient fréquemment, consiste à se demander si la pose d'un toit à pans inclinés n'est pas préférable à des travaux de réparation. Il s'agit certes d'une solution, mais qui est de loin la plus coûteuse (de 25 à 50 %). Une comparaison des coûts et de l'utilité est nécessaire lorsqu'il n'y a pas d'autres raisons en faveur de la pose d'un toit incliné. Force est toutefois d'admettre que ce genre de toit offre une durée de vie estimée entre 60 et 80 ans et que sa réfection à l'aide de tuiles ou de plaques est simple, avantageuse et rapide (critère 25). Si les coûts sont déterminants, on a recueilli les meilleures expériences avec les réparations du type «toiture améliorée» (système Plus), à condition que l'ancien isolant thermique soit encore intact, sec ou très peu humide. Si cet isolant est mouillé, il faudrait remplacer toute la construction. Les plaques de mousse en polystyrène extrudé peuvent être posées à d'autres emplacements ou être réutilisées pour réparer une toiture du type Plus.

5 Entretien

Une liste de contrôle sert à éviter des surprises désagréables. Elle présente, pour le maître de l'ouvrage, l'état des matériaux visibles du toit plat. Une telle liste devrait contenir, outre les indications habituelles, l'état des éléments suivants:

- descentes/écoulements d'eau (encrassés, entartrés)
- surface du toit (objets, mousse, modification des matériaux, couche de protection)
- raccords et bordures (rouille, dégâts, endommagements, mastic, enduit)
- mauvaises herbes (plantes, buissons, etc.)

Suivant l'état constaté, on devra absolument recourir à une entreprise spécialisée, en particulier lorsque, par exemple, les écoulements sont entartrés, qu'il y a trop peu de gravier, que les éléments de ferblanterie sont rouillés, que le mastic est fissuré ou que de la

- Gebäudeecken mit Waschbetonplatten schützen (Sturmschäden)
- gewählte Materialien kontrollieren, ob diese am Bau eingesetzt werden
- Zementüberzüge als Schutzschicht haben keine Berechtigung auf einem Flachdach
- Abschluss möglichst «blechlos» ausführen
- bei einer Elementbauweise die Fugen mit einem besonderen *Dilaband* abdecken
- darauf achten, dass die Abdichtungsbahnen «güteüberwacht» sind (Zertifikat, Zulassung, «Agreement») [8]. Bahnen mit der Bezeichnung «Swissfinish», «Schweizer Qualität» usw. sind kaum eine Garantie für Qualität
- bei einer Abdichtung aus Polymerbitumenbahnen sollte die untere Bahn ebenfalls aus einer Polymerbitumenbahn bestehen
- keine normalen oder «modifizierten» Bitumenbahnen mehr zulassen oder einsetzen
- nicht alle Vliese eignen sich für jeden Zweck als Trenn-, Filter- oder Schutzschichten
- Überläufe sind höchstens 3 cm über der wasserführenden Schicht vorzusehen und wenn möglich auf jeder Fassadenseite anzuordnen
- die Dicke der Kiesschicht sollte bei bekiesten Dächern mindestens 5, besser 6 cm stark sein; diese ist am Bau zu kontrollieren

62 Ausführung

- Abläufe 2 cm tiefer als die Dachhaut vorsehen
- Dachhaut wenn möglich über die Krone ziehen (Wannensystem)
- Kittfugen mit Z-Streifen mechanisch schützen
- obere Wärmedämmung der geschützten Dächer absolut sauber verlegen (Fugen höchstens 3 mm, kein Plattenabfall)
- Schaumglasplatten müssen unbedingt nach Vorschrift der Lieferanten verlegt werden; Mindestdicke 5 cm!

Bibliographie

- [1] Flachdächer mit geschützter Abdichtung. *Erfa Info* 2/91.
- [2] Schäden an PVC-Dachabdichtungsbahnen. *Erfa Info* 1/94.
- [3] Schild, Rogier, Lamers, Schnapauff, Schell, Lindt, Spilker. Langzeitbewährung Flachdächer. Kurzbericht aus der Bauforschung. Februar 1985, Bericht 23.
- [4] Deklarationsraster für ökologische Merkmale von Baustoffen. SIA Dokumentation Nr. D093.
- [5] Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten. Intep AG.
- [6] *Vital J. D.* Bituminöse Flachdachsysteme neuerer Generation. Bern, Techn. Mitt. PTT 66 (1988), 12, S. 507–513.
- [7] *Vital J. D.* Beurteilungskriterien der Flachdächer.
- [8] Güteüberwachung an Polymerbitumenbahnen. *Veras-Gazette* 3/93.

mauvaise herbe croît. En revanche, la mousse ne nuit pas au toit plat et ne devrait pas être enlevée. En plus de la liste de contrôle, il est aussi possible de conclure un contrat de maintenance avec une entreprise spécialisée dans les toits plats.

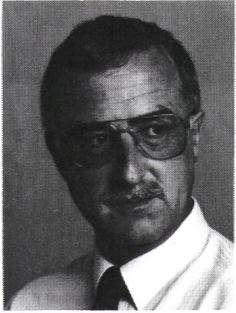
6 Recommandations

61 Planification

- prévoir une pente minimale de 1,5 %, même pour le toit compact
- protéger les angles du bâtiment à l'aide de plaques en béton lavé (protection contre les ouragans)
- contrôler si les matériaux choisis sont vraiment utilisés dans la construction
- refuser les chappes en ciment comme couche de protection
- réaliser les bordures autant que possible sans tôle
- recouvrir les joints à l'aide d'une bande *Dila*, en cas de construction par éléments
- veiller à ce que les lés d'étanchéité soient assortis d'un certificat de qualité (homologation, «Agreement», etc.) [8]. Les lés portant la désignation «Swissfinish», «qualité suisse», etc. ne représentent pas une garantie de qualité
- faire en sorte que la couche inférieure soit également constituée de lés en bitume polymère, en cas d'étanchéité en lés de bitume polymère
- refuser d'appliquer des lés de bitume normaux ou modifiés
- prendre conscience que tous les voiles ne sont pas adaptés dans chaque cas comme couche de séparation, de filtrage ou de protection
- prévoir les dégorgeoirs au maximum 3 cm au-dessus de la couche étanche et, si possible, sur chaque façade
- s'assurer sur place que la couche de gravier, pour les toits recouverts de gravier, est de 5, voire de 6 cm d'épaisseur

62 Exécution

- prévoir les écoulements 2 cm au-dessous de la couche d'étanchéité
- étendre la couche d'étanchéité si possible à la face supérieure du couronnement (système en forme de cuvette)
- protéger mécaniquement les joints de mastic à l'aide de ruban Z
- poser l'isolation thermique supérieure sur les toits protégés de manière absolument propre (joints de 3 mm au maximum, pas de déchets de plaques)
- poser les plaques de verre cellulaire absolument selon les prescriptions du fournisseur, épaisseur minimale 5 cm!



Jon-Duri Vital erwarb sein Diplom als Architekt HTL an der Höheren Technischen Lehranstalt in Luzern. Nach einem Jahr Forschungsarbeit auf dem Gebiet «Bauphysik» und 12 Jahren praktischer Arbeit in verschiedenen Architekturbüros wechselte er 1977 zu der Direktion Hochbau und Liegenschaften der Generaldirektion PTT. Seine beratende Tätigkeit als Bauphysiker umfasst Neu- und Umbauten in bezug auf Konstruktion, Materialwahl, Isolation usw. sowie Bauschäden aller Art. Herr Vital ist SIA-Mitglied und in verschiedenen internen wie externen Kommissionen und Arbeitsgruppen tätig. Als Autor hat er bereits einige Fachartikel publiziert, und als Experte wurde er für Vorträge beigezogen.

Jon-Duri Vital a obtenu son diplôme d'architecte ETS à l'Ecole technique supérieure de Lucerne. Après une année de recherches en physique du bâtiment et 12 ans de pratique dans différents bureaux d'architectes, il est entré, en 1977, à la direction Bâtiments et immeubles de la Direction générale des PTT. Son activité de conseiller en tant que physicien du bâtiment porte sur les constructions et les transformations de bâtiments, le choix des matériaux, l'isolation, etc., de même que sur les divers dégâts des bâtiments. M. Vital est membre de la SIA et il collabore à différentes commissions et groupes de travail internes et externes. Comme auteur, il a publié plusieurs articles spécialisés et, comme expert, il a présenté des exposés.

Die nächste Nummer bringt unter anderem:

Vous pourrez lire dans le prochain numéro:

Potrete leggere nel prossimo numero:

10/94

- | | |
|-------------|---|
| Burkhard R. | SwissNet-Apparate im geschäftlichen und privaten Einsatz bei Herrn Meier
Appareils SwissNet utilisés à des fins commerciales et privées par M. Meier |
| Burkhard H. | Halbleiterlaser — ein Schlüsselbauelement für die optische Breitbandkommunikation |
| Kohler R. | Grundlagen für die Modellierung von Übertragungsnetzen der synchronen digitalen Hierarchie (SDH), Teil 2 |