BWI-Studie über die Wirtschaftlichkeit von Flachdachsystemen im Gespräch!

Autor(en): **Bangerter, Heinz / Brem, Ernst**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **102 (1984)**

Heft 7

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-75409

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

BWI-Studie über die Wirtschaftlichkeit von Flachdachsystemen im Gespräch!

Von Heinz Bangerter und Ernst Brem, Zürich

Seit einiger Zeit ist eine vom Betriebswissenschaftlichen Institut der ETH verfasste und als Auftragsarbeit konzipierte Untersuchung über die Wirtschaftlichkeit von Flachdachsystemen im Umlauf, welche unter vielen Architekten und Bauherren auf grosses Interesse gestossen ist, jedoch auch Unsicherheit und speziell bei verschiedenen Systemhaltern der untersuchten Dächer Missfallen ausgelöst hat. Zwischen dem Leiter des Betriebswissenschaftlichen Instituts sowie dem Verfasser der BWI-Studie und dem Präsidenten der SIA-Kommission Flachdächer hat deshalb auf Wunsch der Zentralen Normenkommission ZNK ein gegenseitiges Orientierungsgespräch stattgefunden. Der folgende Beitrag wurde von beiden Gesprächspartnern gemeinsam abgefasst. Das BWI betont in diesem Zusammenhang, dass es nach wie vor zu Methodik und Aussagen der Studie steht. Es geht ihm als Ko-Autor einzig darum, nochmals auf Aspekte hinzuweisen, die bei der Interpretation einzelner Aussagen der Studie zu berücksichtigen sind. Im folgenden wird in kurzer Form über die Zielsetzung und die im wesentlichen kritisierten Aussagen des Berichts sowie über die aus der Diskussion gewonnenen Einsichten berichtet.

Ziel der Studie

Das Ziel der Studie bestand darin, eine Entscheidungsgrundlage für Bauherren, Architekten, Planer und Generalunternehmer bereitzustellen, um damit die Wahl eines Flachdachsystems nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten treffen zu können. Als massgebende Faktoren für die Wirtschaftlichkeitsrechnung wurden die Erstellungskosten, die reale Lebensdauer (mittlere Lebensdauer) des Dachsystems, seine Erneuerungskosten im Schadenfall und die Kapitalverzinsung angenommen.

In der Absicht, damit zur besseren Transparenz der fraglichen Zusammenhänge und zur leichteren Entscheidungsfindung im konkreten Fall beizutragen, wurde daneben in einer Feldanalyse eine Stichprobe von 200 schadhaften Flachdächern erhoben. Die daraus gewonnenen Kenndaten «Erstellungskosten» und «mittlere Sanierungskosten» – sowohl für die Gesamtheit aller erfassten Dächer wie auch nach gewissen Dachsystemen geordnet – wurden auf das theoretische Wirtschaftlichkeitsmodell übertragen. Dieses ermöglicht es, die relative Wirtschaftlichkeit der erfassten Systeme zu einem definierten Referenzsystem abzulesen, und zwar für eine frei wählbare «mittlere Lebensdauer» der erfassten Systeme.

Aussagen der Studie, Präzisierungen und Schlussfolgerungen

Der theoretische Ansatz des Wirtschaftlichkeitsmodells ist trotz notwendiger Vereinfachungen an sich unbestritten, die Gemüter haben sich vor allem an den aus der Feldanalyse gewonnenen Ergebnissen erregt. Die Kritik an der Studie und ihren Aussagen spielt sich gewissermassen «auf drei Ebenen» ab; die folgenden Ausführungen sind dementsprechend gegliedert.

Aussagen zur Gesamtheit aller Flachdächer

Die Studie hält fest, dass aufgrund der angestellten Untersuchungen eine mittlere Lebensdauer aller Flachdächer von durchschnittlich 10,5 Jahren, verifiziert mit etwa 12 Jahren anhand einer weiteren Umfrage bei 25 Liegenschaftenverwaltungen, zu erwarten sei. Zur Bestimmung dieses Wertes wurde nach der jeweils vorangegangenen Gebrauchsdauer von 200 Dächern gefragt, welche in den Jahren 1974–1982 – aus welchen Gründen auch immer – erneuert werden mussten. Vom Ergebnis der so ermittelten «bedingten Wahrscheinlichkeit» fühlen sich heute vor allem Architekten und Bauherren betroffen, hat man doch bis anhin dem Flachdach als Bauteil im allgemeinen eine Lebenserwartung von 25 bis 30 Jahren zugemessen.

Dem BWI wird hier vorgehalten, dass die mit der gewählten Untersuchungsmethode gefundene mittlere Lebenserwartung von 10,5 Jahren nicht ausreichend abgesichert ist. Immerhin entspricht der Verlauf der statistisch erhobenen Häufigkeitsverteilung in guter Annäherung der bekannten Summenkurve einer Normalverteilung. Grundlegende Abweichungen sind daher eher unwahrscheinlich. Wegen der grossen Streuung und der Vielfalt der Systeme hat diese mittlere Lebensdauer für einen Bauherrn im Zusammenhang mit dem Entscheid bei einem Einzelobjekt nur eine geringe praktische Bedeutung. Anders ist dies jedoch für institutionelle Bauherren und Architekten mit grossem Bauvolumen, wo ein statistischer Ausgleich der verschiedenen Flachdacharten erwartet werden kann.

Auch ist es aus naheliegenden Gründen (z.B. unterschiedliche Nutzung) anhand dieser mittleren Lebenserwartung nicht möglich, einen Vergleich zwischen geometrisch unterschiedlichen Bedachungsarten (Flachdach/Steildach) durchführen zu wollen.

Es muss darum zusammenfassend präzisiert werden, dass aus diesem «Mittelwert aller Flachdächer» allein – wegen der unterschiedlichen Zweckbestimmungen, Nutzungsarten und spezifischen Beanspruchungen, welche eine repräsentative Flachdachauswahl ja gerade aufweisen soll – für den Einzelfall noch keine praktischen Schlüsse gezogen werden können.

Aussagen zu den einzelnen Dachsystemen

Die 200 untersuchten Dächer wurden nach ihren Charakteristiken hinsichtlich Aufbau und Nutzung in einzelne Dachsysteme aufgeteilt, so zum Beispiel in begeh-/befahrbare bzw. nicht begehbare «Schwarz- und Foliendächer», «Umkehrdächer» oder «Gussasphaltdächer» usw. Von den für die Wirtschaftlichkeitsrechnung benötigten und aus der Stichprobe ermittelten Kenndaten, also «Erstellungskosten», «mittlere Lebensdauer» und «durchschnittliche Sanierungskosten», haben insbesondere die beiden letztgenannten wegen der Zugrundelegung von statistischen Mittelwerten Vorbehalte zu deren allgemeinen Repräsentativität, aber auch grundsätzliche Vorbehalte gegenüber dem skizzierten Wirtschaftlichkeitsmodell als alleinige Entscheidungsgrundlage an sich ausgelöst.

Von einzelnen Systemen stand nämlich nur eine kleine Stichprobe zu deren Durchschnittsbestimmung zur Verfügung. Die wenigen erfassten Umkehrdächer beispielsweise wiesen zudem mit grossem prozentualem Anteil einen entscheidenden Systemfehler auf, indem hier fälschlicherweise expandiertes statt extrudiertes Polystyrol eingebaut wurde; dies ist aber in Fachkreisen mit der Definition des Umkehrdachs grundsätzlich unvereinbar. Bedauerlicherweise wurden derartige Ausführungen dennoch realisiert.

Ferner sind einzelne der untersuchten Systeme erst seit etwa 10 bis 15 Jahren am Markt (z.B. Umkehrdach, nackte Foliendächer), womit diese beim gewählten Ermittlungsverfahren zwangsläufig einen zu niedrigen Durchschnitt aufweisen müssen. Dies hängt damit zusammen, dass für das Bestimmen der mittleren Lebenserwartung die Methode der bedingten Wahrscheinlichkeit verwendet werden musste, weil dies wohl den einzigen Weg darstellt, statistische Angaben zu diesem Thema bereitzustellen. Die entsprechenden Hinweise zu diesen Einschränkungen sind in der Studie enthalten, um Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Bei den angegebenen Sanierungskosten muss der Leser der BWI-Studie überdies beachten, dass diese nicht grundsätzlich als Kosten zur Wiederinstandstellung desselben Systems, sondern eines Folgesystems zu verstehen sind, welches im Vergleich zum vorangegangenen einen Mehrwert (z.B. bessere Isolation oder andere Nutzung) aufweisen kann. Andererseits wurden Folgekosten im Zusammenhang mit dem Beheben allfälliger Folgeschäden, die ihrerseits einen erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben können, nicht berücksichtigt.

Die BWI-Studie geht gemäss ihrer Einführung davon aus, dass die verschiedenen Flachdachsysteme vom ästhetischen Standpunkt aus gleichwertig sind und sich demnach der Entscheid allein nach rein betriebswirtschaftlichen Überlegungen richten kann. Bei näherer Betrachtung kommt man nun aber zum Schluss, dass die sehr unterschiedlichen ideellen Nutzwerte der einzelnen Dachsysteme und ihre damit verbundene sehr unterschiedliche Beanspruchung einen rein betriebswirtschaftlichen Vergleich ohne ergänzende Nutzwertanalyse allein nicht zulassen; diese Feststellung kann von grösserer Bedeutung sein als die Diskussion um einzelne in der BWI-Studie verwendete Kennwerte.

Aussagen zum Referenzsystem

Die BWI-Studie bezeichnet mit dem «Foamglas-Kompaktdach» ein sogenanntes Referenzsystem, um daran die relative Wirtschaftlichkeit der Dächer aus der Feldanalyse darstellen zu können. Es wird nach ange-

stellten Berechnungen festgehalten, dass das Referenzsystem wegen der angenommenen langen mittleren Lebensdauer (= Planungshorizont = 25 Jahre) trotz etwas höheren Erstellungskosten sehr wirtschaftlich ist. Der Wert 25 Jahre wurde angenommen, da die statistisch ermittelte Stichprobe von 200 Dächern kein (schadhaftes) Foamglas-Kompaktdach enthielt.

In diesem Zusammenhang wird dem BWI vorgehalten, dass als Referenzsystem mit gleicher Nützlichkeit und Aussagekraft auch ein rein fiktives Bezugsmodell, beispielsweise mit Fr. 100.–/m² Erstellungskosten, 40 Jahren Lebensdauer und ebenfalls ohne Sanierungsnotwendigkeit während des Planungshorizontes, zur Illustration der betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge hätte bezeichnet werden können.

So standen aber auf der einen Seite reale Dachsysteme mit statistisch erhobenen Kennwerten, und auf der anderen Seite ein zwar ebenfalls reales, in Konkurrenz mit allen anderen Dächern befindliches Vergleichssystem, von dem die realen Kennwerte nicht erhoben werden konnten, einander gegenüber. Dies ist für eine als Auftragsarbeit bestimmte Studie durchaus vertretbar. Bei nur oberflächlicher Durchsicht der Studie entsteht jedoch der Anschein eines «hinkenden Vergleichs».

Schlussfolgerungen

Aus dem Bericht und den damit ausgelösten Reaktionen können abschliessend die folgenden Erkenntnisse zusammengefasst werden.

1. Die Studie war als Auftragsarbeit konzipiert und sollte über die betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge zwischen Erstellungskosten, Lebensdauer, Sanierungskosten, Verzinsung und anderes orientieren. Weitergehende Fragen, wie z. B. der Einfluss unterschiedlicher Nutzwerte auf die Wahl des Dachsystems, waren durch das BWI nicht zu behandeln.
2. Die Mittelwerte einer statistischen, repräsentativen Probe von Flachdächern sind wegen der damit verbundenen Vielfalt hinsichtlich Nutzung und Beanspruchung für den Einzelfall nur von geringer praktischer Bedeutung. Eine Bedeutung erlangen diese Aussagen jedoch bei institutionellen Bauherren, sofern infolge des grossen Bauvolumens ein statistischer Ausgleich erreicht wird.
3. Ein rein betriebswirtschaftlicher Vergleich unter einzelnen Dachsystemen stellt nur einen Teilaspekt bei der Entscheidungsfindung des zu erstellenden Daches dar und ist daher alleine nicht ausreichend.
4. Weil aber grundsätzlich zuerst über die Nutzung und Beanspruchung einer Dachfläche zu befinden ist und sich damit die noch mögliche Auswahl geeigneter Dachsysteme stark reduziert, kann und soll der Systementscheid nicht nur über das hier diskutierte Wirtschaftlichkeitsmodell erfolgen.
5. Die Lebensdauer einer Anlage, damit auch diejenige eines Flachdachs, ist und bleibt aber ein wichtiger Wirtschaftlichkeitsfaktor; der in der Studie geführte Nachweis über den Einfluss der Lebensdauer auf die Wirtschaftlichkeit eines Flachdachsystems ist unbestritten.

Adressen der Verfasser: *H. Bangerter*, Ing. SIA, Präsident der SIA-Kommission «Flachdächer», Waffenplatzstr. 63, 8002 Zürich, und Prof. *E. Brem*, dipl. Ing. ETH, Direktor der Stiftung für Forschung und Beratung am Betriebswissenschaftlichen Institut der ETHZ, Zürichbergstr. 18, 8028 Zürich.

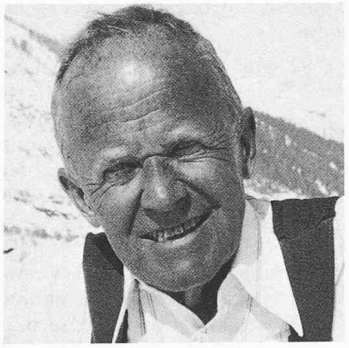
Persönlich

Prof. Felix Richard tritt in den Ruhestand

In jugendlicher Frische beginnt Felix Richard, Professor für Bodenphysik an der ETHZ, einen neuen Lebensabschnitt. Er darf mit Stolz auf eine in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerte Laufbahn als Forstingenieur, Forscher, akademischer Lehrer und vielseitiger Ingenieur zurückblicken. Dank Felix Richard ist in der Schweiz die Bedeutung der Bodenphysik für das pflanzliche Wachstum und damit als wichtiger Standortsfaktor der Waldwirtschaft erkannt und anerkannt worden.

Der junge Forstingenieur musste kurz nach der Diplomierung an der ETH 1939 längere Zeit Aktivdienst leisten. Er beendete übrigens seine militärische Laufbahn als Oberst der Genietruppen. 1945 doktorierte er über den biologischen Abbau von Zellulose- und Eiweisschnüren in Wald- und Rasengesellschaften beim unvergesslichen Hans Pallmann, dem späteren Präsidenten des Schweizerischen Schulrates. Damit war der weitere berufliche Weg vorgezeichnet: Es folgte eine Assistenz am Agrikulturchemischen Institut der ETH. Zwei Jahre in den USA (Universitäten von Cornell und Berkeley) vermittelten die bodenphysikalische Untersuchungstechnik und das vertiefte Studium der Zusammenhänge zwischen Bodenstruktur und Wachstum. Die ergänzende Ausbildung in Bodenchemie und -morphologie, Hydromechanik und Mathematik schuf beste Voraussetzungen für sein späteres Wirken.

In der Schweiz folgten 1952 Habilitation und Aufnahme der Lehrtätigkeit an der ETHZ sowie die Leitung der Abteilung Standorte und Wasser an der forstlichen Versuchsanstalt. 1966 wurde die a.o. Professur für Bodenphysik an den Abteilungen für Forstwirtschaft, Kulturtechnik und Vermessung geschaffen und mit Felix Richard besetzt. 1973 folgte seine Ernennung zum Ordinarius für Bodenphysik. Wer weiss, welcher Anstrengungen es bedarf, bis ein neues Lehr- und Forschungsgebiet an einer Hochschule Eingang findet, kann das Wirken von Felix Richard richtig würdigen.



Von der Bodenbiologie herkommend, folgt Felix Richard nicht der landwirtschaftlichen Bodenkunde, die sich hauptsächlich mit chemischen Bodeneigenschaften befasst, sondern er betrachtet den Boden als aktives physikalisches, chemisches und biologisches Filtersystem, das er sowohl naturwissenschaftlich als ingenieurwissenschaftlich untersucht. Auf das Baumwachstum haben nämlich der Wasser- und Lufthaushalt des Bodens grossen Einfluss. Probleme der Wasserbewegung, die Durchlässigkeit und der Wasserrückbehalt, die Wasserschwankungen, die künstliche Entwässerung, in ariden Gebieten die Bewässerung sind nur einige Stichworte. Mit den Fragen der Wasserversorgung und des Wasserentzugs ist die Brükke zu den Ingenieurproblemen geschlagen. Felix Richard ist es gelungen, den Komplex Boden-Wasser-Wachstum als Naturwissenschafter und als Ingenieur zu erfassen. Als Standortskundler hat er die ökologischen Faktoren integriert und damit den Gesamtzusammenhang dargestellt.

Felix Richard ist nicht nur Forscher, sondern auch begeisterter Aufklärer und Lehrer. Im Feld, vor Bodenaufschlüssen, sogenannten Bodenprofilen, hat er forstliche und kulturtechnische Praktiker in Boden- und Standortskunde eingeführt. In seinem fünfbändigen Werk über die physikalischen Eigenschaften von Böden der Schweiz werden die Erkenntnisse und Erfahrungen von Felix Richard und seinen Mitarbeitern veröffentlicht. Die Praxis zieht auf diese Weise unmittelbaren Nutzen aus der Forschung, was besonders verdienstvoll ist.

Felix Richard hat bei seiner Arbeit stets den Blick über den Fachbereich hinaus gerichtet. Die berufliche Stellung der Ingenieure und speziell der Forstingenieure ist ihm ein wesentliches Anliegen. Dieses Engagement kam in besonderem Mass dem SIA zugute. Als Vorstandsmitglied der Zürcher Sektion des SIA von 1966 bis 1980 hat er sich oft mit berufspolitischen Anliegen auseinandergesetzt: In diese Zeit fielen die unruhigen Jahre der ETH, deren Geschehnisse der SIA in Sorge um die Erhaltung der Qualität unserer akademischen Ausbildung verfolgte. Auch die bewegte Geschichte um Beschluss und Bau des SIA-Hauses in Zürich konnte glücklich beendet werden: Felix Richard war Präsident des ZIA, als an der SIA-Generalversammlung 1971 das neue Heim feierlich eingeweiht wurde.

Die Stellung des Ingenieurs als Freierwerbender, als Angestellter in Industrie und Verwaltung und allgemein in unserer Gesellschaft beschäftigten ihn stets. So ist er seit vielen Jahren Mitglied der Zentralen Kommision für Ordnungen des SIA.

Mit Felix Richard tritt ein Professor der Forstwissenschaften zurück, der zu jenen akademischen Lehrern gehört, welche die Gesamtzusammenhänge erkennen. Er pflegt den Kontakt über die Fachgrenzen hinaus; auch im Rahmen des SIA nutzt Felix Richard diese Möglichkeiten.

U. Zürcher