Zeitschrift: IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte
Band: 57/1/57/2 (1989)

Artikel: Dauerhafte Dachkonstruktionen besonderer Industriebauten
Autor: Rösel, Wolfgang
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-44196

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: 09.07.2025

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

Dauerhafte Dachkonstruktionen besonderer Industriebauten

Durable Roof Construction of Industrial Buildings

Construction durable de toits de bâtiments industriels

Wolfgang RÖSEL
Prof. Dr.-Ing.
Industriearchitekt
Darmstadt, BR Deutschland

Wolfgang Rösel, geb. 1936, promovierte 1974 an der technischen Universität in Berlin. Nach 12jähriger, freiberuflicher Tätigkeit als Industriearchitekt erfolgte 1975 die Berufung an die Universität Kassel, Lehrgebiet Projektmanagement/Industriebau im Fachbereich Architektur.

ZUSAMMENFASSUNG

Auch bei modernen Industriebauten mit kritischem Chemismus, der auf das Hüllsystem des Gebäudes, insbesondere auf das Dach einwirken kann, bewähren sich häufig traditionelle Bauformen, Konstruktionen und Baustoffe — wie bereits zu Beginn des Industriezeitalters.

SUMMARY

Modern industrial buildings often involve chemical conditions which attack the shell system of the structure, especially the roof. Here traditional types of buildings, constructions and materials prove useful — just as at the beginning of the industrial age.

RÉSUMÉ

Dans de nombreux bâtiments industriels modernes règnent des conditions chimiques qui ont une influence sur les système de construction, particulièrement sur les toitures. Ici, les formes traditionelles de constructions et de matériaux font leurs preuves, comme au début de l'ère industrielle.

1. ASPEKTE DER DAUERHAFTIKEIT ALS PLANUNGSAUFGABE IM INDUSTRIEBAU

Auch bei Industriebauten traten in den letzten zwanzig Jahren zunehmend Bauschäden auf, die zu großem Kostenaufwand bei ihrer Beseitigung und bei der Sanierung führten. Gelegentlich erwies es sich als zweckmäßig, Teile der geschädigten Bausubstanz durch neue, andersartige Konstruktionen zu ersetzen. Dabei verwendete man anstelle der Materialien, die sich als nicht beständig erwiesen hatten, altbewährte, wie sie seit jeher im traditionellen Bauen verwendet worden waren.

Die Ursache solcher Schäden lag in einigen Fällen auch in den besonderen betrieblichen Zustandsbedingungen. Industriebauten dienen regelmäßig als Gebäudehülle für Produktion oder Lagerung. Dabei entstehen manchmal Emissionen, die bei gewöhnlicher Gebäudenutzung nicht auftreten. So können Gase und Dämpfe in Verbindung mit Schwitzwasser oder Luft den Baumaterialien durch chemische Reaktionen Schaden zufügen. Es gilt deshalb, die beim Betrieb eines Industriebaus zu erwartenden Verhältnisse vorher zu klären. Erwartete schädliche Einflüsse auf die Baukonstruktion sind durch geeignete Materialien und Konstruktionen zu vermeiden.

Dieser Beitrag behandelt als Teilproblem einen Aspekt der Dauerhaftigkeit von Dächern in der Alkohol-Getränkebranche.

2. PROJEKTSTUDIE UND GENERALBEBAUUNGSPLAN

Ein traditionsreiches deutsches Unternehmen der Alkohol-Getränkebranche ließ 1978/79 durch mich eine Projektstudie erstellen, aus der ein Generalbebauungsplan entstand. Das auf denkbare Bedürfnisse der Zukunft ausgerichtete Bauvolumen umfaßt ca. 300.000 cbm auf zwei verschiedenen Betriebsgeländen, von denen bisher etwa 75.000 cbm realisiert wurden.

Zur Projektstudie gehörten auch die Aspekte der Dauerhaftigkeit von Dachkonstruktionen unter den besonderen, branchentypischen Verhältnissen, da man bei bestehenden Bauten unterschiedlichen Alters sehr verschiedene Erfahrungen mit der technischen Beständigkeit von Dachkonstruktionen und Dachhaut gesammelt hatte. Die Einflüsse des bei der Destillatlagerung in Holzfässern verdunstenden Alkohols wirkten sich sehr unterschiedlich auf die Bausubstanz aus.

3. DÄCHER ALTER GEBÄUDE

3.1 Konstruktion

Traditionell wurden die geneigten Dächer über den Produktions- und Lagergebäuden der Alkohol-Getränkebranche als Holzkonstruktionen, teilweise mit weit gespannten Bindern ausgeführt. Auf einer Holzschalung befand sich eine Papplage und darüber eine Schieferdeckung, oder man legte gebrannte Tondachziegel auf einer Lattung aus. Derartige Dachkonstruktionen findet man ebenso im deutschen Rheingau, wie in Cognac, in der französischen Charente. Die wesentliche Ausprägung derartiger Dächer besteht in der schuppenden Dachdeckung, welche das Niederschlagswasser zuverlässig ableitet und zugleich dem emitierten Alkohol Gelegenheit gibt, durch unzählige Ritzen ins Freie zu entweichen.

3.2 Allgemeine Beurteilung der technischen Lebensdauer

Manche der bestehenden, in traditioneller Manier errichteten Lager und Produktionsgebäude sind über hundert Jahre alt. Die hölzerne Dachkonstruktion hat diese Zeit ohne Schaden überdauert. Die Dachhaut, d.h. die schuppende Deckung aus Schiefer oder Ziegeln, wurde durchschnittlich einmal erneuert, sonst nur bei kleineren Schäden repariert. Die erreichte technische Lebensdauer betrug bei Schieferdeckungen etwa achtzig Jahre, bei frostbeständigen, gebrannten Ton-

ziegeln etwa neunzig bis einhundert Jahre und bei leichteren, französischen Dachziegeln etwa sechzig Jahre.

Da man jahrhundertealte, hölzerne Dachkonstruktionen kennt, ist davon auszugehen, daß diese bestehenden Dächer noch viele Jahrzehnte unbeschadet überdauern werden.

4. DÄCHER NEUER GEBÄUDE

4.1 Konstruktion

Die hier betrachteten Gebäude, welche nach 1960 entstanden sind, bestehen aus einer Stahlbeton-Fertigteilkonstruktion mit flachen oder flach geneigten Dächern. Auf den Bindern sind mit oder ohne Pfetten Stahltrapezbleche unterschiedlicher Spannweite in der Dachneigung oder parallel zu First und Traufe verlegt. Darüber befindet sich ein kontruktionsüblicher Walmdachaufbau, bestehend aus Dampfsperre, Wärmedämmung und oberer Haut, die aus geklebter Pappe oder aus aufgelegter Kunststoffbahn besteht.

4.2 Schadensbild und Ursachen

Bei diesen neueren Gebäuden entstanden schon wenige Jahre nach ihrer Fertigstellung, z.T. bereits nach drei Jahren des Gebrauchs, Schäden an der Dachhaut und in deren Folge auch an der Konstruktion. Stellenweise rosteten die Trapezbleche von den verborgenen Hohlräumen her durch und der Beton der Fertigteilkonstruktion wurde in den Randbereichen des Daches an der Oberfläche etwa 10 - 15 mm tief zerstört.

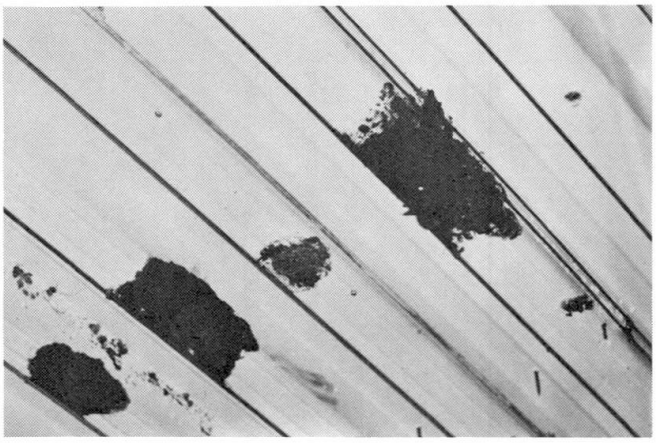


Abb. 1
Von den Hohlräumen her korrodierte Stahltrapezbleche des Daches einer Destillatlagerhalle. Essigsäure bildet die Ursache dieses Schadens.

Bei der Suche nach der Schadensursache stellte man fest, daß unterhalb des Daches der stechende Geruch von Essigsäure auftrat. Essigsäure, $CH_3.COOH$, bildet sich in den Hallen durch bakterielle Oxydation von verdünntem Alkohol an der Luft. Die besten Bedingungen liegen bei 5%- bis 10%igem Alkohol und 25° bis 35° C Lufttemperatur vor. Ebenso notwendig ist eine große Oberfläche und eine ständige Zufuhr von Luftsauerstoff. Dann entsteht Essigsäure:

$$C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O.$$

Bei $16{,}5^{\circ}$ C erstarrt Essigsäure zu eisähnlichen Kristallen, sogenannter Eisessig. Diese Kristalle sind in Wasser, Alkohol, Äther und Glyzerin in jedem Verhältnis löslich. Die Eisessigkristalle wurden ebenfalls in den Schadenbereichen der Halle angetroffen. Sie sind orange bis tiefrot gefärbt, was von der Eisenkorrosion der Armierung herrührt. Bei eingehenden Materialuntersuchungen fand man die Salze der Essigsäure, Azetate, vielfältig in den geschädigten Bereichen des Betons und an den korrodierten Metallteilen.

Alkohol ist stark hygroskopisch und mischt sich in jedem Verhältnis unter Volumenverminderung und gleichzeitiger Wärmeentwicklung. Es wird sich also überall dort verdünnter Alkohol als Ausgangsbasis für die Essigsäure bilden, wo Wasser in der Halle auftritt, z.B. als Folge von Wasserdampfkondensation (Schwitzwasser).

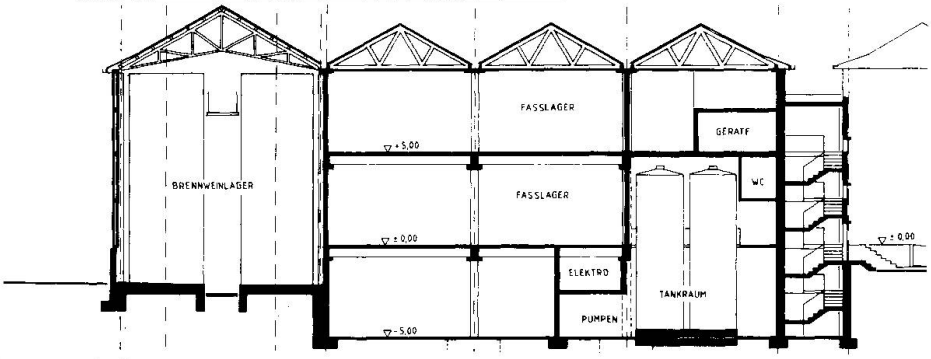
Die Sanierung der geschädigten Dächer erfolgt Zug um Zug so, daß die Stahltrapezbleche durch eine Holzkonstruktion mit Schalung ersetzt werden. Der Nachteil der insgesamt geschlossenen Warmdachfläche, welche das Entweichen des verdunstenden Alkohols in das Freie verhindert, ist dadurch jedoch nicht beseitigt.

5. NEUBAUTEN AB 1980

5.1 Planungskriterien

Für die Neuplanungen erfolgten Untersuchungen über die jeweils zweckmäßige Dachausführung unter Berücksichtigung der in den Produktions- und Lagerhallen herrschenden, besonderen Verhältnisse bezüglich Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Alkohol-Konzentration, sowie des dadurch evtl. bewirkten Chemismus. Die bauliche Lösung erfolgte nach den optimalen, technisch-konstruktiven Möglichkeiten, der günstigsten Herstellungskosten, der Feuerwiderstandsklasse, der Wartungsfreundlichkeit der Bauteile und der absehbaren technischen Lebensdauer. Die inzwischen ausgeführten Objekte haben grundsätzlich geneigte Dächer, und sie sind mit einer schuppenden, wasserableitenden Deckung versehen, die jedoch nicht dampfdicht ist.

5.2 Objekt 1: Brennwein- und Destillatlager



Das Brennweinlager besteht aus zwölf zylindrischen Tanks (h=11,2 m, Ø=3,8 m). Das darüber befindliche, geneigte Dach wird von Stahlbindern getragen, wo sich zwischen diesen und oberhalb der Tanks die erforderlichen Arbeitsräume für Wartung und Betrieb ergeben. Die Dachkonstruktion über dem Destillatlager besteht aus hölzernen Nagelbindern mit einer Holzschalung, welche eine Papplage und die Schieferdeckung trägt. Weil an der Unterseite der Nagelbinder eine dem geforderten Feuerwiderstand entsprechende Gipskarton-Bekleidung angebracht wurde, entsteht ein wärmedämmender Dachhohlraum oberhalb der Lagerräume.

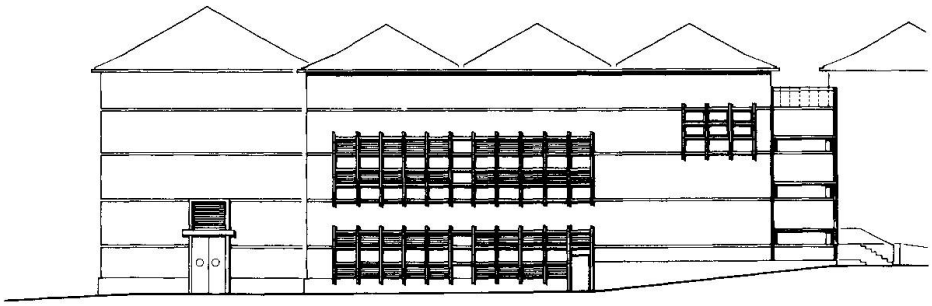
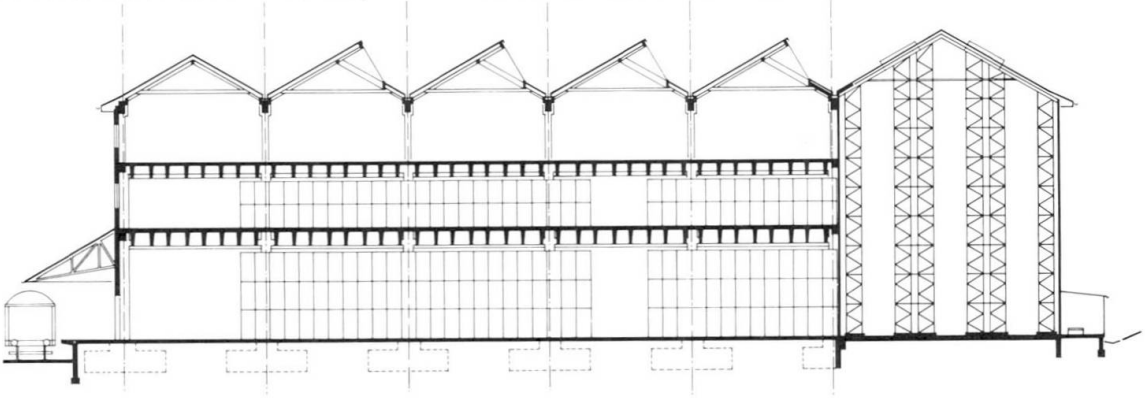


Abb. 2 Ein Industriebau mit ziegelgedeckten Walmdächern.

5.3 Objekt 2: Versandlager, Regallager

Das Versandlager besitzt oberhalb des aus Stahlbeton-Fertigteilen gefügten Baukörpers eine Konstruktion aus Holzleimprofilen und Bauholz. Das als Kaltdachkonstruktion ausgebildete Dach trägt die Wärmedämmung zwischen den Pfetten mit einem raumseitigen Feuerschutz aus Gipsplatten. Die Deckung besteht aus Dachziegeln auf einer Lattung. Neben dem Effekt des langlebigen Daches ergab sich auch eine Vergrößerung des inneren Raumvolumens, die, bezogen auf den ganzen nutzbaren Lagerraum des Gebäudes, 19% beträgt.

Oberhalb eines als Betriebsvorrichtung errichteten Regallagers befindet sich ein geneigtes Dach, welches direkt von den Regalstielen getragen wird. Die Kaltdachkonstruktion entspricht der zuvor beschriebenen.



5.4 Geplante technische Lebensdauer

Im Hinblick auf den zukünftigen Bauunterhaltungsaufwand wurde die technische Lebensdauer der Dachkonstruktion auf lange Zeiträume geplant. Unter der Voraussetzung, daß mechanische Beschädigungen und schädliche Einflüsse aus heute unbekannten Gründen nicht auftreten, kann mit dieser technischen Lebensdauer gerechnet werden:

- Schieferdeckung oder Ziegeldeckung	60 - 80 Jahre
- Gesamte Holzkonstruktion	100 Jahre
- Wärmedämmung und Brandschutzbekleidung	60 Jahre

5.5 Reparatur und Wartung

Im Falle mechanischer Beschädigungen an der Raumseite oder an der Außenseite der Dachhaut, lassen sich diese mit einfachen Mitteln vornehmen, z.B. Ersatz einzelner Schieferplatten oder einzelner Dachziegel. Beschädigte Brandschutzplatten auf der Rauminnenseite lassen sich ebenfalls leicht austauschen und neu anstreichen. Insgesamt ist die Konstruktion "fehlerfreundlich", d.h. auftretende Mängel der äußeren oder inneren Haut sind ohne großen Aufwand auf relativ einfache Art behebbar.

Die Dächer werden regelmäßig gewartet, d.h. sie werden ein- bis zweimal jährlich von Dachdeckern begangen, welche dabei zugleich kleinere Beschädigungen beheben. Sie tauschen beschädigte Ziegel aus, bessern die Vermörtelung der Firstziegel nach und beheben evtl. Frost- oder Sturmschäden.

Abb. 3
Geneigte Dächer vergrößern das nutzbare Raumvolumen.

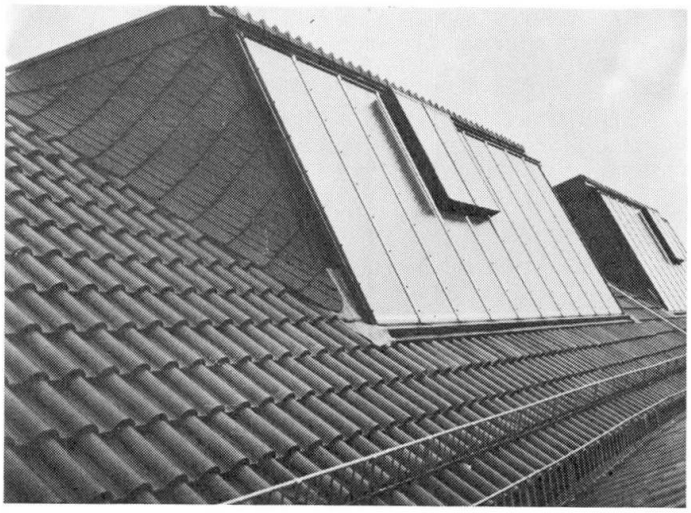


Abb. 4
Ziegelgedecktes Dach mit Shedlichtaufsätzen.

6. PLANBARKEIT DER DAUERHAFTIGKEIT

Die Dauerhaftigkeit, und damit die technische Lebensdauer von Bauteilen und Bauten ist planbar. Durch sorgfältiges Studium der in Industriebauten auftretenden betrieblichen Zustände und der Emissionen, lassen sich die jeweils optimalen Bauweisen und die geeigneten Materialien auswählen. Diese Kriterien treten zu denen der Gestaltung, der Tragwerksplanung und der allgemeinen, bauphysikalischen Durchbildung eines Bauwerkes hinzu.