

Glockenturm der St. Jost-Kapelle auf Dottenberg, Adligenswil: Standfestigkeit und Schwingungsverhalten eines in Holz konstruierten Glockenturms

Autor(en): **Mühlemann, Peter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

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

Heft 36

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76692>

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.

nehmen. Die Entsorgung dieser Produkte ist noch nicht zufriedenstellend gelöst.

Die Annahme von Sonderabfällen im Werkhof und die Weitergabe an Transporteure und Empfänger müssen künftig mit Begleitscheinen erfolgen, in denen Herkunft und Beschaffenheit der Abfälle genau deklariert werden. Am Ende jedes Quartals muss eine Liste mit den angenommenen Sonderabfällen an das Bundesamt für Umweltschutz und an die zuständige kantonale Stelle geschickt werden (Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen).

Im übrigen sind auch hier die Bemerkungen zur Umweltverträglichkeitsprüfung zu beachten.

Dienststelle Vermessung

Die amtliche Vermessung und der Leitungskataster haben zwar keinen direkten Zusammenhang mit dem Umweltschutz. In einem erweiterten Landinformationssystem ist aber auch die Erfassung von umweltrelevanten Daten denkbar, z. B. Lärmbelastungskataster, Bodenbelastungskataster usw. (vgl. auch die Revision der amtlichen Vermessung RAV).

Sekretariat und Rechtsdienst

Aufgrund der vorstehenden Ausführungen ist ersichtlich, dass zahlreiche

neue administrative Arbeiten und Schreibarbeiten anfallen werden. Es werden auch zunehmend juristische Beurteilungen notwendig sein, insbesondere im Einsprache- und Beschwerdeverfahren (Erweiterung der Beschwerdelegitimation; Art. 55 ff USG).

Fazit

Der Schutz unserer Umwelt hat in den letzten Jahren grosse Dringlichkeit und hohe Priorität erlangt. Der Umweltschutz steht heute vor der Bewährung. Gesetze und Verordnungen allein nützen wenig; sie müssen angewendet und durchgesetzt werden – auch dort, wo das Umweltverständnis beim Eigeninteresse aufzuhören droht.

Die Aufgaben und gesetzlichen Bestimmungen sind zahlreich. Es bedarf eines grossen, überzeugten und beharrlichen Einsatzes, um die gesteckten (Umwelt-) Ziele zu erreichen. Die Koordination und Kooperation der Behörden auf allen Stufen und zwischen den Behörden und Privaten bzw. der Wirtschaft sind auf die Probe gestellt.

Die kantonalen Umweltfachstellen sind im Aufbau begriffen. Die entsprechenden gemeindlichen Amtsstellen müssen ebenfalls ausgebaut werden. In

der Wirtschaft müssen entsprechende Bearbeitungs- und Entscheidungsstellen geschaffen werden. Zahlreiche Ökologie-, Planungs- und Ingenieurbüros stehen den Behörden, der Wirtschaft und einzelnen Bauherren zur Verfügung. In die Studienpläne der Hochschulen und Ingenieurschulen werden Umweltfächer und Umweltstudiengänge integriert.

Umweltbewusstsein und Umweltwissen müssen für jedermann zugänglich werden, umso mehr als wir nicht von der Umwelt isoliert, sondern Teil der Mitwelt sind. Nur so bleibt uns für die Zukunft eine lebenswerte Um- und Mitwelt erhalten.

Adresse des Verfassers: *Thomas Glatthard*, dipl. Kulturing. ETH/SIA, Bauverwalter (Gemeindeingenieur) Baar, Poststrasse 3, 6340 Baar.

Bisherige Artikel dieser Reihe erschienen in «Schweizer Ingenieur und Architekt»

Heft 18/86, Seiten 429-433

Heft 44/86, Seiten 1103-1110

Heft 4/87, Seiten 53-59

Heft 11/87, Seiten 243-250

Glockenturm der St. Jost-Kapelle auf Dottenberg, Adligenswil

Standfestigkeit und Schwingungsverhalten eines in Holz konstruierten Glockenturms

Von Peter Mühlemann, Ebikon

Im Lauf der Instandsetzungsarbeiten an der renovationsbedürftigen Kapelle St. Jost auf Dottenberg, Adligenswil, musste die zum Teil morsche Holzkonstruktion des 12 Meter hohen Glockenturms ersetzt werden. Dem Standfestigkeitsnachweis sowie dem Schwingungsverhalten der Turmkonstruktion galt es besondere Beachtung zu schenken.

Vorgeschichte

Den eigentlichen Anlass zu einer Neukonstruktion nach altem Vorbild gab der schlechte Zustand der Holzkonstruktion des Turms. Einzelne Balken wiesen morsche Bereiche auf. Dem ab

Kapellendach 12 m hohen Turm traute man schon seit langem nicht mehr viel zu. Es wurde beobachtet, dass sich der Turm beim gleichzeitigen Läuten aller drei Glocken in Schwingung versetzte. Die Bewegungen nahmen eine derartige Grössenordnung an, dass sogar ein Abheben des Turms von seinem einen

Auflager, der gemauerten Fassade, beobachtet werden konnte. In der Folge wurde das Läuten der beiden grösseren Glocken eingestellt und nur noch die kleinste Glocke geläutet.

Konstruktion vor der Renovation

Der an seiner Basis quadratische Turm liegt einerseits auf der in Bruchstein gemauerten Fassade, andererseits auf einem Holzbinder des Kapellendachs (Bild 1).

Das als «Dreigelenk-Binder mit Zugband» wirkende Turmauflager war in der Lage, positive und negative Auflagerkräfte in vertikaler Richtung aufzunehmen. Das Fassaden-Auflager nahm positive Reaktionen (Bild 2, Vb) deformationslos auf. Negative Reaktionen wurden ursprünglich über zwei, vertikal im Bruchsteinmauerwerk eingemörtelte Balken b aufgenommen und auf die Fassade übertragen (Bild 2,b).

Diese Balken wiesen aber keinen genügenden Verbund mehr mit der Fassade auf, so dass nennenswerte negative Auflagerkräfte nicht mehr aufgenommen werden konnten.

Die horizontalen Turmauflagerkräfte wurden in die beiden Ebenen der Dachflächen abgegeben. Zu diesem Zweck hatte man wohl seinerzeit die gekreuzten Strebenpaare (Bild 1,c) zwischen die Obergurte der Dreieckbinder (Bild 1,a) eingefügt.

Statische Untersuchung der alten Konstruktion

Die statische Berechnung zeigt, dass bei der Superposition von Eigengewicht und Wind die beiden Turmauflagerkräfte zwischen $V_a = +120$ bis -60 kN und $V_b = +130$ bis -50 kN variierten, je nach Windrichtung (Bild 2).

Die im alten Turm mit normaler Aufhängung (Bild 3) montierten Glocken erzeugten beim Schwingen horizontale Schubkräfte, welche, superponiert mit dem Turmeigengewicht, bereits zu Auflagerkräften führten, die gegen Abheben gesichert werden mussten. Die rechnerisch ermittelten Auflagerkräfte aus Windbelastung ergaben jedoch noch grössere Abhebekräfte. Ein Abheben des Turmauflagers auf der Frontfassade wurde aber nur beim Läuten aller Glocken und nie unter Windbelastung beobachtet.

Diese Feststellung liess die Vermutung zu, dass die tatsächlichen Windbelastungen unter den auf SIA 160 basierenden Annahmen liegen. Andererseits galt es dem Schwingungsverhalten des Turms Beachtung zu schenken, um insbesondere Resonanzerscheinungen zu vermeiden.

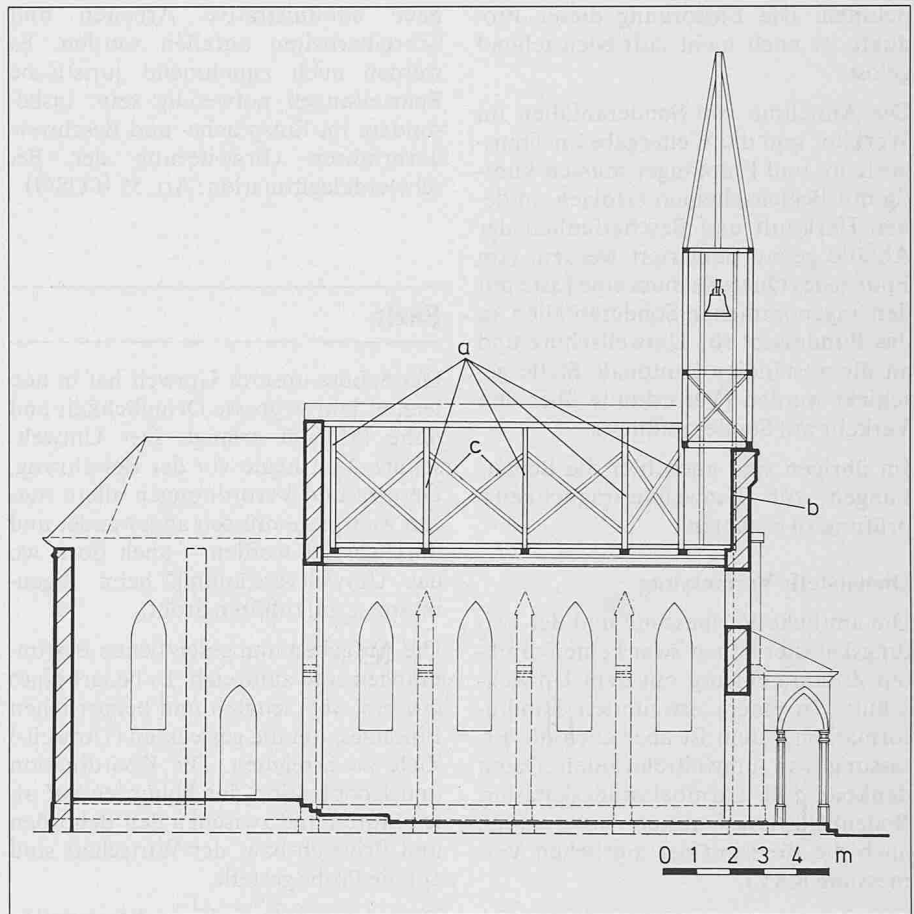


Bild 1. Tragkonstruktion vor der Renovation

Statisches Konzept des neuen Turms

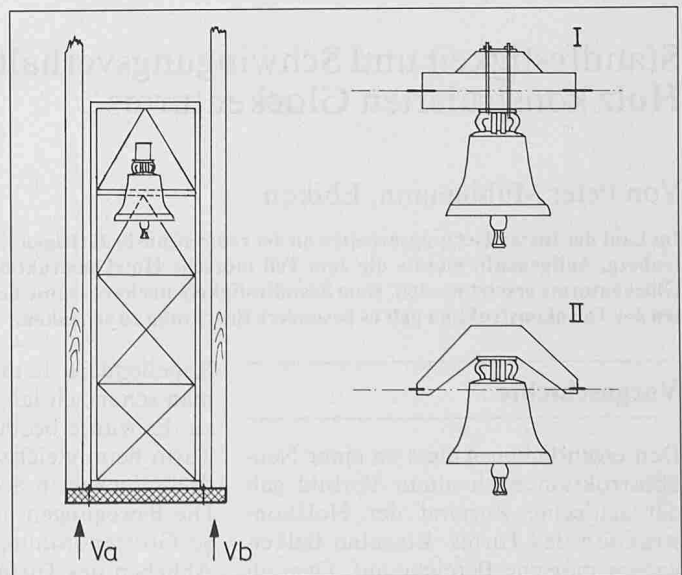
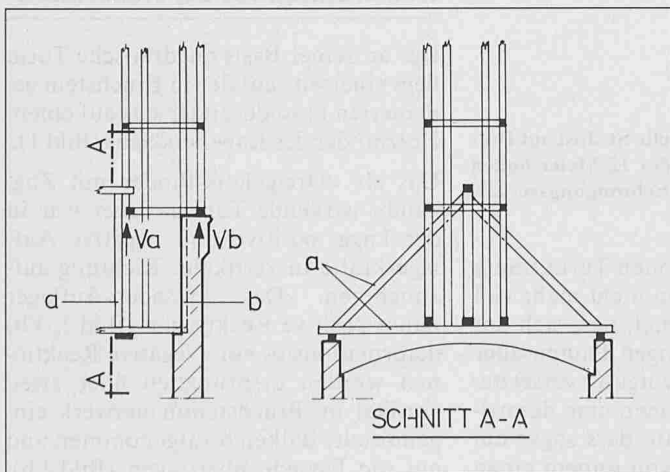
Die Holzkonstruktion des Turms wurde nach altem Vorbild neu erstellt. Die Glocken wurden in einen, mit dem Holzturm nicht verbundenen Stahlrahmen montiert. Es wurde eine Bozdech-Aufhängung gewählt (Bild 3).

Holzturm und Glockenstuhl wurden auf eine Betonplatte gestellt. Diese wie-

derum wurde auf die Frontfassade der Kapelle und den Dachbinder a abgestellt (Bild 5, V_a , V_b). Der Dachbinder a (Bild 2) wurde durch Einzug eines zweiten Dreigelenkträgers verstärkt. Der so entstehende «Doppelbinder i» mit gemeinsamem Zugband (Bild 5) wurde gegen Abheben gesichert mittels Zuganker f (Bild 4 und 6). Das Fassadenauflager V_b (Bild 5) erhielt seine Sicherung gegen Abheben ebenfalls durch Einbau einer Verankerung d (Bild 4

Bild 3 (rechts). Neuer Glockenstuhl I alte Aufhängung, II Bozdech-Aufhängung

Bild 2. Längs- und Querschnitt Turm-Auflager



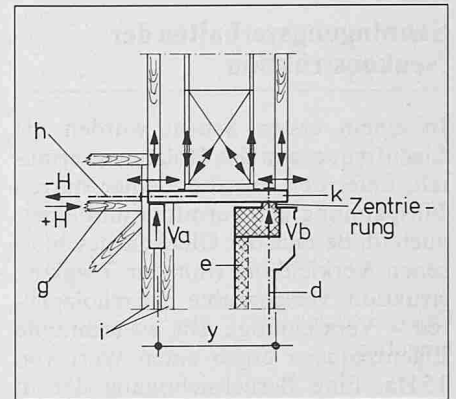
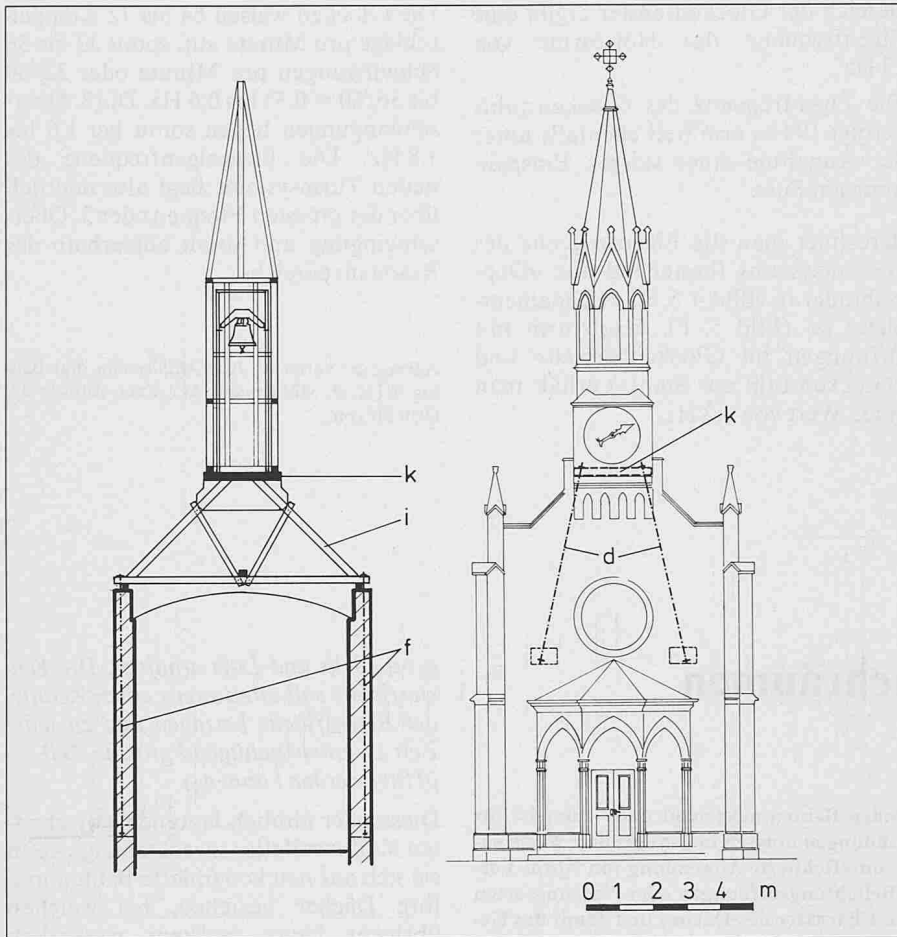


Bild 5. Beanspruchung und Reaktionen der Turmauflagerplatte «k»

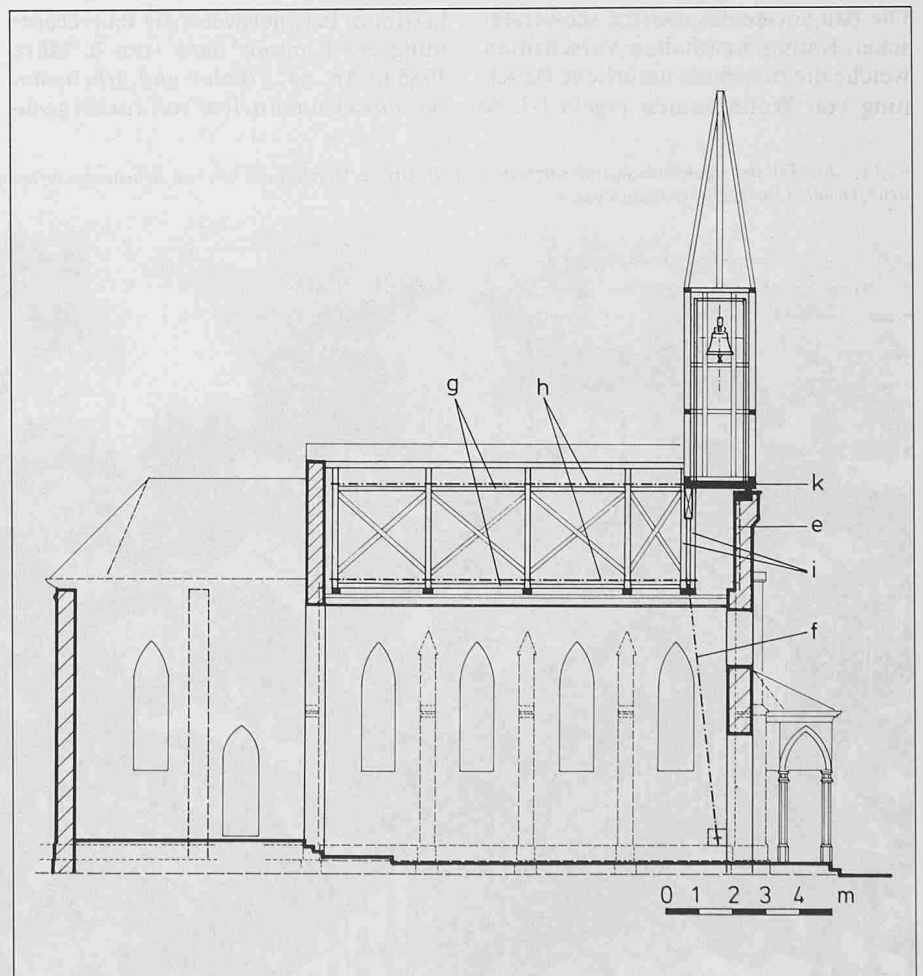
Bild 4 (links). Zugverankerung des Fassadenauflegers und des Doppelbinders «i»

Bild 6 (unten). Tragkonstruktion nach der Instandsetzung

und 5). Die Horizontalkräfte aus der Turmauflagerplatte werden, je nach Richtung der Beanspruchung, entweder über die neu eingezogene Zugstange h (Bild 5 und 6) oder die neu eingefügten Holzdruckgurte g (Bild 5 und 6) auf die Dachebenen und von dort auf die Längsfassaden übertragen.

Um die Vertikallasten und insbesondere die Abhebekräfte möglichst klein zu halten, musste der Hebel, die Distanz zwischen Va und Vb (Bild 5), möglichst breit gewählt werden. Es gelang zwar, den Doppelbinder i zentrisch, also in der Tragwerkebene, zu belasten. Die erforderliche Hebelbreite y (Bild 5) führte jedoch zu einer exzentrischen Belastung der Fassadenoberkante.

Um die im Falle von positiven Auflagerdrücken Vb entstehenden Zugspannungen an der Innenseite des Bruchsteinmauerwerks aufzuheben, wurde hier eine «Armierung» erforderlich. Nach Entfernen der bereits vor der Renovierung nicht mehr wirksamen Zughölzer b (Bild 2), wurden die so entstandenen Hohlräume benutzt, um eine Zugarmierung einzubringen. Diese wurde durch Vermörtelung in Verbundwirkung zu dem Bruchsteinmauerwerk der Fassade gebracht (Bild 5,e).



Schwingungsverhalten der Neukonstruktion

In einem ersten Schritt wurden die Eigenfrequenzen des Holzturms ermittelt, unter der Annahme einer starren Einspannung am Turmfuss und einer, auch im Bereich der Glocken, geschlossenen Verkleidung (mit der Tragkonstruktion verschraubte Sperrholzplatten - Verkleidung). Die so ermittelte Eigenfrequenz ergab einen Wert von 15 Hz. Eine Berücksichtigung der in Wirklichkeit offenen Verkleidung im

Bereich der Glockenfenster ergibt eine Eigenfrequenz des Holzturms von 13 Hz.

Die Eigenfrequenz des Glockenstuhls beträgt 19 Hz, ermittelt ebenfalls unter der Annahme einer starren Einspannung am Fuss.

Berechnet man die Eigenfrequenz des Gesamtsystems (bestehend aus «Doppelbinder i» (Bild 4, 5, 6), «Fundamentplatte k» (Bild 5, 6), «Holzturm mit Öffnungen im Glockenbereich» und «Glockenstuhl aus Stahl») erhält man einen Wert von 9,2 Hz.

Die Glocken weisen 64 bis 72 Klöppelschläge pro Minute auf, somit 32 bis 36 Schwingungen pro Minute oder $32/60$ bis $36/60 = 0,53$ bis $0,6$ Hz. Die 3. Oberschwingungen liegen somit bei 1,6 bis 1,8 Hz. Die Biegeeigenfrequenz des neuen Turmsystems liegt also deutlich über der grössten Frequenz der 3. Oberschwingung und somit ausserhalb des Resonanzbereichs.

Adresse des Verfasser: Peter Mühlemann, dipl. Bauing. ETH, P. Mühlemann AG, Zentralstrasse 30, 6030 Ebikon.

Zur Belichtung von Dachräumen

Von Bernhard Furrer, Bern

Zunehmend werden die Dachräume von bestehenden Bauten ausgebaut und - zumeist für Wohnzwecke - genutzt. Die neu entstehenden Wohnungen müssen in genügendem Mass natürlich belichtet und belüftet werden können. Die unreflektierte Anwendung von Norm-Vorstellungen bezüglich Fensterfläche, Formen der Belichtungsöffnungen oder Nutzungsarten führt oftmals zu schlechten Lösungen, welche den Charakter des Daches und damit des Gebäudes in seiner Gesamtheit entstellen oder gar eine ganze Dachlandschaft entwerfen. Der folgende Artikel erläutert zu dieser Problematik neuere Erkenntnisse und Feststellungen.

Die Baugesetze der meisten schweizerischen Kantone enthalten Vorschriften, welche die minimale natürliche Belichtung von Wohnräumen regeln [1]. So

bestimmt beispielsweise die Bauverordnung des Kantons Bern vom 6. März 1985 in Art. 64: «Wohn- und Arbeitsräume müssen unmittelbar von aussen genü-

gend Licht und Luft erhalten. Die Fensterfläche soll mindestens einen Zehntel der Bodenfläche betragen und zu jeder Zeit zu einem genügend grossen Teil geöffnet werden können.»

Diese oder ähnlich lautende Vorschriften sind zweifellos zweckmässig, wenn sie sich auf neu konzipierte Bauten und ihre Dächer beziehen, bei welchen übrigens heute meistens wesentlich grössere Fensterflächen als gefordert vorgesehen werden. Kaum Probleme ergeben sich auch bei bestehenden Wohnungen in älteren Gebäuden, da hier aufgrund der Bestandesgarantie auch Wohnungen toleriert werden, bei

Bild 1. Ein Teil der Dachlandschaft der Berner Altstadt. Grosse Mannigfaltigkeit von Belichtungsaufbauten auf den Dachflächen, mehrere massive Beeinträchtigungen durch Dachbelichtungsaufbauten

