

# Der Einsturz der Eissporthalle in Bad Reichenhall - Wie hätte er verhindert werden können?

Rolf SENNEWALD, Förster + Sennewald Ingenieurgesellschaft, München

**Kurzfassung:** Am 2. Januar 2006 stürzte das Dach der Eissporthalle in Bad Reichenhall ein. Hierbei kamen 15 Menschen ums Leben, darunter 12 Kinder und Jugendliche, weitere 34 Personen wurden zum Teil schwer verletzt.

Versagt hatte das hölzerne Dachtragwerk der Halle. Die Schneelasten hatten die rechnerisch erfassten Lasten nicht überschritten.

Eine Kombination aus formalen und rechnerischen Fehlern, Ausführungsmängeln und insbesondere aus Wartungsdefiziten und Fehleinschätzungen des tatsächlichen Zustandes der Holzbinder hat zum Einsturz des Daches geführt. Im Wesentlichen waren eine ungeeignete Leimsorte sowie die mangelhafte Wartung der Halle und eine fatale Fehleinschätzung des Zustandes der Hallenbinder für die Katastrophe verantwortlich. Folglich hätte wohl nur eine bessere Zustandskontrolle des hölzernen Dach-Tragwerkes der Halle den Einsturz durch rechtzeitig einzuleitende Sanierungsmaßnahmen verhindern können.

## 1. Einleitung

Bei dem Einsturz der Anfang der 70-er Jahre neu errichteten Eissporthalle in Bad Reichenhall im Januar 2006 handelt es sich um das spektakulärste und auch folgenreichste Versagens-Ereignis eines Bauwerkes in Deutschland in den letzten Jahrzehnten.



Bild 1: Eissporthalle in Bad Reichenhall, Ansicht der schmalen Front

Es waren 15 Tote und zahlreiche Verletzte zu beklagen. In ersten Stellungnahmen wurde von einer Überlastung der Tragstruktur infolge andauernder Schneefälle gesprochen. Diese Spekulationen stellten sich jedoch recht schnell als unzutreffend heraus. Die gemessenen Schneelasten (Lockerschneehöhen ca. 1,40 m bis 1,50 m) lagen in der Größenordnung der rechnerisch angesetzten Lasten. Die tatsächliche Schadensursache bzw. die Kombination der verschiedenen Fehler und Versäumnisse, die zu

der Katastrophe führte, konnte erst durch umfangreiche Gutachten geklärt werden.

Allerdings wurde nach der Veröffentlichung der ersten Schadensbilder in den Medien bereits klar, dass das hölzerne Dachtragwerk der Eissporthalle versagt hatte.

## 2. Tragsystem

Zunächst sind einige Erläuterungen zum Tragsystem der hölzernen Dachkonstruktion angezeigt, da der Einsturz der gesamten Dachfläche (und nicht nur eines Teiles der Dachfläche) auf die gewählte, zum Teil konstruktive Struktur des Dachsystems zurückzuführen ist.

Die Halle war 75,0 m lang und 46,0 m breit. Die Hallenbinder kragten beidseitig ca. 3,0 m bzw. 3,75 m aus. Die Holzbinder lagen in einem Abstand von 7,5 m, waren 2,87 m hoch und 28 cm breit. Sie bestanden aus einem Ober- und aus einem Untergurt (Leimholz 20 cm x 20 cm) und aus seitlich angeleimten Holz-Werkstoff-Platten (sog. Kämpfsteg-Platten), die je 4 cm dick und 2,87 m hoch waren. Zur Kippaussteifung der extrem schlanken Binder wurden in Hallenlängsrichtung senkrecht zu den Hallenbindern etwa alle 9,20 m (also 6 Stück je Binderfeld) sogenannte K-Binder (ebenfalls als Hohlkästen) kraftschlüssig zwischen die Binder eingebaut. Das System ist auf der folgenden Skizze schematisch dargestellt.

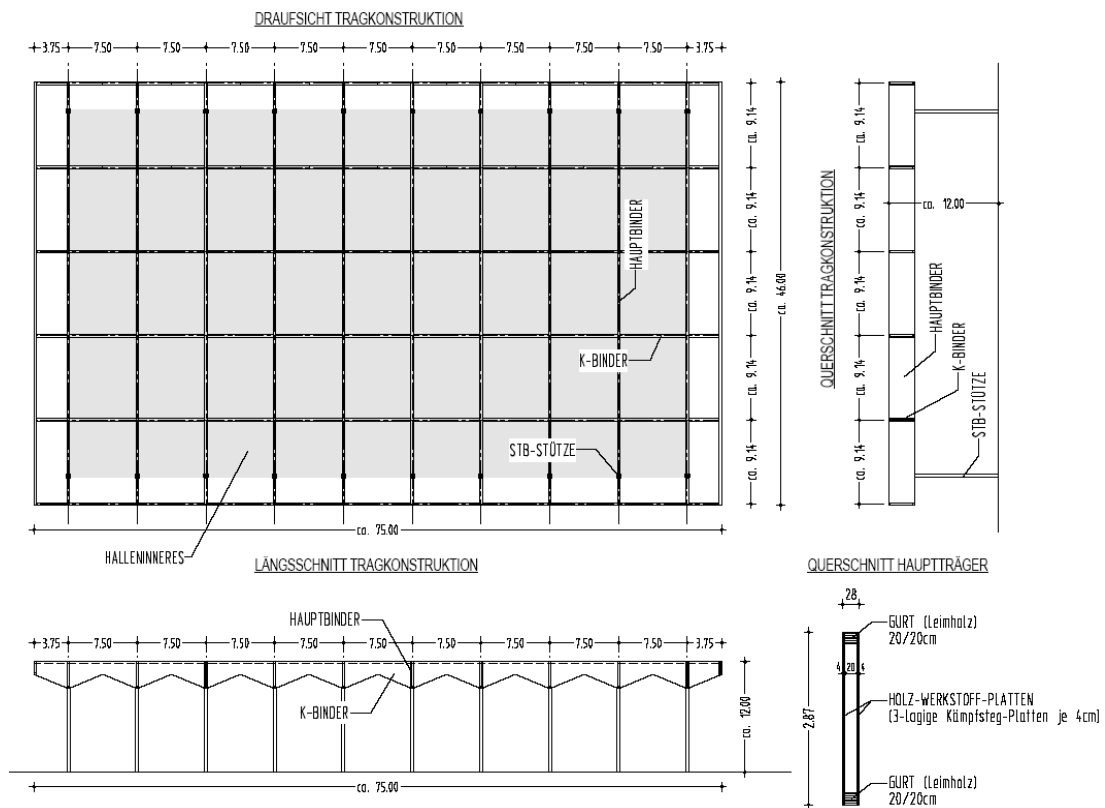


Bild 2: System des Dachtragwerkes in Draufsicht und Querschnitt



Bild 3: Hölzernes Dachtragwerk im Bauzustand

Auf dem nebenstehenden Bild 3 ist das hölzerne Dachtragwerk (Binder und sog. K-Binder) sehr gut erkennbar.



Bild 4: Querschnitt eines Dachbinders

Den Querschnitt der Dachbinder zeigt das Bild 4. Bei den seitlich aufgeleimten, ca. 2,87 m hohen Platten wurden 3 Brettlagen übereinander liegend verleimt. Die mittlere Holzlage wurde mit ca.  $16^\circ$  gegenüber den beiden äußeren Decklagen geneigt aufgeleimt (sog. Kämpfsteg-Platten).

### 3. Versagenskinematik

Schon ein erster Blick auf das eingestürzte Dach zeigte, dass das Versagen nicht in der Feldmitte der Binder aufgetreten war, sondern etwa im Drittelpunkt der Träger. Damit war bereits klar, dass kein reiner Biegebruch an der Stelle des maximalen Momentes als Versagensursache in Frage kam.



Überlebende Augenzeugen berichteten, dass sie keine Vorwarnungen wahrgenommen hätten (z.B. Krachen, Durchbiegungen, usw.). Es ist nicht geklärt, ob tatsächlich keine (Vorwarn-) Geräusche vor dem plötzlichen Versagen des Dachtragwerkes zu hören waren, da dies möglicherweise im Betriebslärm der Halle (laute Musik und Publikum) nicht zu hören gewesen wäre. Ein Binder habe als erstes versagt und dann seien die anderen Binder etwa im Sekundentakt ebenfalls



Bilder 5 und 6: Lage der Binder nach dem Versagen

zerbrochen und auf die Eisfläche aufgeschlagen. Hieraus ist zu schließen, dass erst der Bruch eines Binders in einer Art Kettenreaktion zum Einsturz des gesamten Dachtragwerkes geführt hat. Es konnte auch nicht geklärt werden, ob ein Knall, der ca. 30 Minuten vor dem Einsturz von vielen Zeugen wahrgenommen wurde, in einem ursächlichen Zusammenhang mit dem Schadensereignis stand.

#### 4. Versäumnisse und Fehler

Nach der statisch-konstruktiven Prüfung des ursprünglich vorgesehenen Dach-Trag-systems wurde ein Sondervorschlag dem Bauherrn und dem entwerfenden Architekten vorgelegt. Dieser Sondervorschlag wurde dann auch verwirklicht, aber – aus welchen Gründen auch immer – nicht von dem eingeschalteten Prüfenieur für Baustatik geprüft. Der Prüfenieur war von der Unteren Bauaufsichtsbehörde nicht mit der hoheitlichen Bauüberwachung beauftragt, so dass ihm – ohne Baustellenbesuche – die geänderte Tragkonstruktion des Daches nicht auffallen konnte. Die Aufsicht durch die Mitarbeiter der Unteren Bauaufsichtsbehörde bzw. durch die Erfüllungsgehilfen des Bauherrn war offensichtlich unzureichend.

So blieben Fehler in der statischen Berechnung unentdeckt (rechnerische Sicherheit unter Vollast ca. 1,5) und die erforderliche Zustimmung im Einzelfall für die 2,87 m hohen Binder wurde nicht eingeholt, obwohl hölzerne Hohlkastenträger in Kämpfsteg-Bauweise nur bis zu einer Höhe von ca. 1,20 m von der damals gültigen, bauaufsichtlichen Zulassung erfasst waren.

Im Vertrauen darauf, dass die Binder immer vor einer direkten Bewitterung geschützt waren, wurde aus nicht mehr nachvollziehbaren Gründen statt eines (sicheren) Resorcinharzleimes ein Harnstoffleim verwendet, obwohl auch zum damaligen Zeitpunkt bereits bekannt war, dass Harnstoff-Leime bei Feuchtigkeit durch Mikroorganismen zerstört werden. Es muss dem Herstellerbetrieb und insbesondere dem sachkundigen Leimmeister klar gewesen sein, dass auch damals eine Blockverleimung (Leimfuge zwischen den Stegplatten und den Gurtquerschnitten) mit einem Harnstoff-Leim nicht dem Stand der Technik entsprach, da die Verwendung eines Harnstoff-Leimes die Gefahr eines ungleichmäßigen Leimauftrages und damit möglicherweise von zu dicken und damit weniger tragfähigen Leimfugen in sich barg und birgt.

Da die Ober- und Untergurte der Binder offenbar im Herstellerwerk nicht in einer Länge gefertigt werden konnten ( $l \approx 46,0$  m), wurden etwa in den Drittelpunkten der Binder Stöße in Form von Keilzinkenverbindungen geplant und auch ausgeführt. Die Keilzinken-Fugen in den Ober- und Untergurten wurden gegenüber den Keilzinkenverbindungen in den 4 cm dicken Kämpfstegplatten um ca. 1,0 m versetzt. Die Verleimung dieser Stöße (von den Beteiligten auch „General-Stöße“ genannt) erfolgten zwar im Werk, dort aber händisch durch ein Zusammenspannen der drei

Binderschüsse mit Hilfe von Gurten. Bei einer Verleimung am Stück wären die Schwachpunkte „General-Stöße“ vermieden worden.



Bild 7: Keilzinkenverbindung eines Untergurtes (auseinandergeklappt) - es ist deutlich zu erkennen, dass das untere Viertel der Leimflächen ohne Wirkung war

Aus Gründen der Kippsicherheit wurden in Abständen von ca. 9,20 m sogenannte „K-Binder“ senkrecht zu den Hauptbindern eingebaut.

So entstand – obwohl rechnerisch nicht nachgewiesen – als tatsächliches Tragsystem ein Trägerrost mit der fatalen Wirkung, dass beim Versagen eines Binders eine Lastumlagerung auf den bzw. auf die benachbarten Träger eintrat (siehe hierzu auch Bild 3).

Die Ober- und Untergurte der Binder wurden in Auflagernähe durchbohrt, um die Fallrohre der Dachentwässerung ( $\varnothing$  100 mm) unsichtbar durchführen zu können. Diese Bohrungen waren in der Planung nicht vorgesehen. Sie wurden folglich rechnerisch auch nicht nachgewiesen.

Nach 10 bis 15 Jahren Betriebszeit wurde die bis dahin offene Halle mit Hilfe von Glasfassaden geschlossen, um den Komfort für die Zuschauer zu erhöhen und um den häufigen Klagen der Anwohner wegen der Lärmbelästigung bei Veranstaltungen entgegenzuwirken. Eine Baugenehmigung für diese Baumaßnahme wurde nicht eingeholt.

Die sich aus dem Schließen der Fassadenflächen ergebenden, möglichen Änderungen in bauphysikalischer Hinsicht (Feuchtehaushalt, Kondensat, usw.) wurden nicht untersucht. Auch die Nutzung als Eissporthalle wurde bei der Errichtung nicht beachtet. Allerdings war zum damaligen Zeitpunkt noch nicht allgemein bekannt, dass die Kältestrahlung der Eisfläche zu einem Abkühlen sämtlicher Innenflächen der Halle mit der Gefahr einer Kondenswasserbildung führt.



Bild 8: Aufgebohrte Gurte, um die Regenfallrohre unsichtbar im Innern der Binder zu führen

Auf dem Bild 8 ist darüber hinaus zu erkennen, dass offenbar häufig Niederschlagswasser durch das Flachdach in das Halleninnere eingedrungen ist und in Teilbereichen zu häufigen und deutlichen Durchfeuchtungen führte. Kondensat-Ablaufspuren hinterlassen ein anderes Erscheinungsbild.

Die Undichtigkeiten des Flachdaches waren auch durch häufige Wassereinträge bekannt. Eine grundlegende Sanierung wurde jedoch nicht durchgeführt. Knapp drei Jahre vor dem Einsturz der Halle wurde ein ortsansässiger Ingenieur mit einer Zustandsüberprüfung der Halle beauftragt.

Die Undichtigkeiten des Flachdaches waren auch durch häufige Wassereinträge bekannt. Eine grundlegende Sanierung wurde jedoch nicht durchgeführt. Knapp drei Jahre vor dem Einsturz der Halle wurde ein ortsansässiger Ingenieur mit einer Zustandsüberprüfung der Halle beauftragt.

Er kam – leider – zu dem fehlerhaften Schluss, das Tragsystem der Halle zeige keine gravierenden Schäden, die Halle sei standsicher.

*Hier wirkten – wie meistens bei einem Tragwerksversagen – verschiedene Fehler und Versäumnisse zusammen:*

I. Formale Fehler

- fehlende Zustimmung im Einzelfall für die Dachbinder
- mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit keine statisch-konstruktive Prüfung der ausgeführten Dachkonstruktion (Sondervorschlag)
- weder durch die Aufsichtsbehörde noch durch die Bauherrenbauleitung ausreichende Überwachung
- keine Baugenehmigung bei der Einhausung (Schließen der Fassadenflächen) der Halle

II. Planungsfehler

- starre Verbindung der Hallenbinder untereinander durch Aussteifungsträger (K-Binder) in einem relativ geringen Raster.
- statische Berechnung durch Rechenversehen auf der unsicheren Seite (rechnerische Sicherheit (global) unter Volllast bei ca. 1,5)
- keine bauphysikalischen Untersuchungen bei der Einhausung der Halle nach einer Nutzungsdauer von 10 bis 15 Jahren.
- keine Berücksichtigung der Besonderheiten einer Eissporthalle in bauphysikalischer Hinsicht (Kältestrahlung)

III. Ausführungsfehler

- Mangelhafte Verleimungen der „General“-Stöße als Keilzinkenverbindungen
- falsche Leimsorte (Harnstoffleim statt Resorcinharzleim)
- „Blockverleimung“ mit Harnstoffleim
- Durchführungen der Abwasserleitungen durch die Binder

IV. Wartungsfehler

- keine bzw. keine ordnungsgemäße Wartung/Prüfung/Kontrolle während der gesamten Lebensdauer
- Zustandskontrolle ca. 3 Jahre vor dem Einsturz unzureichend und mit nicht zutreffenden Beurteilungen

## 5. Einsturzursache(n)

Die **formalen Fehler** sind zwar nicht primär ursächlich für den Dacheinsturz, doch hätte es mit einer hohen Wahrscheinlichkeit bei Einhaltung aller Formalien beim Bau der Halle Modifikationen und/oder Auflagen gegeben (z.B. als Bestandteil einer Zustimmung im Einzelfall).

Diese Überlegungen sind allerdings rein spekulativ. Aus diesem Grund soll hier auf diesen Problembereich nicht näher eingegangen werden.

Die **Planungsfehler** haben dagegen mit Sicherheit einen Einfluss auf das Binderversagen bzw. auf den Einsturz der gesamten Dachkonstruktion gehabt.

So wurde durch Rechenversehen bzw. durch fehlende Nachweise die globale Sicherheit um ca. 15 % bis 20 % reduziert.

Dass die gesamte Dachkonstruktion und nicht nur ein Binder eingestürzt ist, lag an der konstruktiv überdimensionierten Kippaussteifung der Binder. So entstand eine Art Trägerrostsystem, das zwar im Tragverhalten keine 2-dimensionale Umlagerungsmöglichkeiten bot, wohl aber im Versagensfall zu einer 100 %-igen Lastumlagerung auf den bzw. auf die benachbarten Träger führte. Diese konstruktive Kippaussteifung führte zu dem beobachteten Effekt einer Kettenreaktion.

Eine rechnerische Überlastung lag – wie die Ermittlungen der tatsächlich vorhandenen Schneelasten ergab – nicht vor. Auch zeigten bauphysikalische Untersuchungen, dass das Schließen der Fassadenflächen nach ca. 10 bis 15 Jahren Nutzungsdauer sich nicht negativ auf die Durchfeuchtung des hölzernen Dachtragwerkes ausgewirkt hatte. Allerdings führte die Kältestrahlung der Eisfläche zu einer Kondensatbildung an den Innenflächen der Eissporthalle.

Dennoch hätten diese Planungsmängel allein wohl kaum zu der Katastrophe geführt. Die entscheidenden Gründe für den Halleneinsturz liegen in einer Kombination von **Ausführungs- und Wartungsfehlern**.

Schon das Durchbohren der Gurte für die Fallrohre zeigt, mit welcher Sorglosigkeit beim Bau vorgegangen wurde.

Die Keilzinkenverleimungen (Generalstöße) in den Drittelpunkten der Binder führten in Kombination mit einem ungeeigneten Leim (Harnstoffleim statt Resorcinharzleim) zu einem schleichenden Verlust der Tragfähigkeit der Keilzinken-Leimverbindungen.

Die Verwendung eines Harnstoffleimes (auch für die Blockverleimungen) war ein entscheidender Schwachpunkt der Konstruktion. Der auf biologischen Grundstoffen basierende Leim wird nämlich bei andauernder Durchfeuchtung durch Mikroorganismen abgebaut. Bei Verwendung eines Resorcinharzleimes wäre es mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zu dem Einsturz gekommen.

Als Einsturzursache konnte eindeutig ein Versagen der „General“-Stöße (verleimte Keilzinken-Verbindungen ca. in den Drittelpunkten der Binder) nachgewiesen werden. Nur wenige Binder sind nicht in diesem Bereich bzw. in den Keilzinken-Stößen gebrochen. Das Versagen eines Binders hat wegen des de facto vorhandenen Trägerrostes den Einsturz des gesamten Hallendaches bewirkt. Insoweit hat ein Planungsfehler zum Einsturz der gesamten Halle beigetragen. Ohne die starren Verbindungen zwischen den Bindern wäre es möglicherweise beim Versagen eines einzelnen Binders geblieben.

Dass die Leimfugen überhaupt so erheblich geschädigt werden konnten, lag zu einem wesentlichen Teil an einer mangelhaften Wartung der Halle. Insbesondere die Undichtigkeiten in der Flachdachabdichtung und an den Dacheinläufen wurden nicht beseitigt und die bauphysikalischen Aspekte (Kältestrahlung, Kondensat) nicht berücksichtigt. Die Fehleinschätzung des tatsächlichen Zustandes der Halle anlässlich einer Zustandsüberprüfung der Halle knapp drei Jahre vor dem Einsturz war nur der fatale Schlusspunkt einer Reihe von Wartungs- und Kontrollversäumnissen.

## **6. Mögliche Verhinderung des Einsturzes**

Bei den folgenden Ausführungen geht es nicht um Schuldzuweisungen, sondern um eine Interpretation der technischen Sachverhalte. Das vor dem Landgericht Traunstein laufende Verfahren wegen fahrlässiger Tötung gegen 4 Beteiligte soll nicht beeinflusst werden.

Durch die Einhaltung der rechtlichen Bedingungen wäre möglicherweise die Konstruktion in dem einen oder anderen Detailpunkt modifiziert und verbessert worden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf eine höhere, globale Sicherheit und – bei einer besseren Überwachung – auch für die Qualität der Leimungen („General“-Stöße und Blockverleimungen nicht mit Harnstoff-Leimen und qualitativ besser).

Mit hoher Wahrscheinlichkeit wäre an dem Konzept der Kippsicherheit für die Träger (Einbau der K-Träger) aber nichts geändert worden.

Nach dem Einsturz der Halle durchgeführte Untersuchungen haben ergeben, dass das Schließen der Fassadenflächen keine negativen Auswirkungen auf die hölzerne Tragstruktur hatte.

Die bauphysikalischen Besonderheiten einer Eissporthalle waren zum Zeitpunkt der Errichtung der Halle noch nicht allgemein bekannt. Erst im Zuge der Unfalldiagnose wurden entsprechende Überlegungen angestellt (Kondensatbildung infolge der Kältestrahlung).

Die Durchführungen der Abwasserrohre durch die Binder war zwar ein gravierender Mangel, doch führte die mehr als 50 %-ige Schwächung der Gurte nicht zum Einsturz der Halle.

Die mangelhafte Wartung der Halle (undichtes Flachdach, undichte Einläufe) sowie die fachlich unzutreffende Bauwerksdiagnose knapp 3 Jahre vor dem Einsturz der Halle sind entscheidende Kriterien, die – bei ordnungsgemäßer und fachkundiger Handhabung – den schleichenden Verlust der Standsicherheit des Dachtragwerkes hätten verhindern können. Bei einem Erkennen des tatsächlichen Zustandes der Verleimungen wäre eine sofortige Sperrung und Ertüchtigung der Halle angezeigt gewesen.

## **7. Konsequenzen**

Als Sofortmaßnahme wurde in Bayern auf Grund der bauphysikalischen Besonderheiten einer Eissporthalle (Abkühlung der Hallen-Innenflächen durch die Kältestrahlung der Eisfläche mit möglicher Kondensatbildung) von der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern verfügt, dass sämtliche Eissporthallen in Holzbauweise unverzüglich zu überprüfen seien.

Zeitnah erarbeitete ein Fachgremium auf Initiative der Obersten Baubehörde die „Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer/Verfügungsberechtigten“. In diesen Hinweisen sind Gebäudekategorien, Qualifikationen an fachkundige und besonders fachkundige Personen zur Durchführung der Bauwerksüberprüfungen sowie Zeitintervalle zur Durchführung der einzelnen Prüfungen definiert. Diese „Hinweise“ sind nach Meinung der Juristen im Zivil- wie auch im Strafrecht bindend, da ihre Missachtung als grob fahrlässig wenn nicht gar als vorsätzlich gewertet werde.

In der seit dem 1.1.2008 geltenden Neufassung der Bayerischen Bauordnung werden den Prüfsachverständigen bzw. den Prüfsachverständigen für Standsicherheit hinsichtlich der nunmehr bei bestimmten Gebäudetypen und Schwierigkeitsgraden der Tragstruktur zwingend vorgeschriebenen Abnahmen neue Aufgabenfelder zugewiesen.

Harnstoffleime sind inzwischen durch eine Anlage zur Bauregelliste A, Teil 1, für tragende Holzbauteile verboten.

Nicht einsehbare Hohlkastenquerschnitte in Holzbauweise entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik. Architekten und Tragwerksplaner haften für die Einhaltung dieser Regel. Das Normengremium ist mit dieser Problematik befasst.

## **8. Empfehlungen**

- Eine Bauwerksdiagnose ist auf Veranlassung des Eigentümers bzw. des Verfügungsberechtigten in bestimmten Zeitabständen von entsprechend qualifizierten Personen durchzuführen:



1	2	3	4	5
Kategorie	Gebäudetypen und exponierte Bauteile	Begehung jeweils nach ... Jahr(-en)	Sichtkontrolle jeweils nach ... Jahren	Eingehende Überprüfung jeweils nach ... Jahren
1	Versammlungsstätten mit mehr als 5000 Personen	1-2	2-3	6-9
2	- bauliche Anlagen mit über 60 m Höhe, - Gebäude und Gebäudeteile mit Stützweiten > 12 m und/oder Auskragungen > 6 m sowie großflächige Überdachungen - Exponierte Bauteile von Gebäuden soweit sie ein besonderes Gefährdungspotential beinhalten.	2-3	4-5	12-15

Bild 9: Anhaltswerte für Zeitintervalle für die jeweilige Art der Überprüfung (gemäß den o.g. Hinweisen)

- die Tragstruktur sollte so gewählt werden, dass beim Versagen eines Bauteiles nicht die Gesamtkonstruktion versagt. Dieses Konstruktionsprinzip (statisch bestimmte Auflagerung der Hallenbinder ohne nennenswerte Querverbindungen) hätte den vollständigen Dacheinsturz wohl verhindert.
- Sinnvollerweise sollte die Dachhaut das schwächste Glied in der Tragstruktur sein. So wird bei einer tatsächlichen Überlastung (z.B. aus Schnee oder Eis) nur ein begrenzter Teil der Dachfläche versagen mit dann geringeren Folgen (wie z.B. beim Teileinsturz der Dachfläche der Eissporthalle in Kaufbeuren/Bayern im Jahr 1982 geschehen. Lediglich die Trapezblecheindeckung versagte in einem Teilbereich und nicht die Primärstruktur (Seilbinder). Trotz eines Trainings der Eishockeymannschaft zum Zeitpunkt des teilweisen Dacheinsturzes wurde niemand verletzt). Im vorliegenden Fall hätte dieses Konstruktionsprinzip den Schaden jedoch nicht verhindert, da durch den Abbau des Leimes in der Keilzinken-Leimverbindung wohl in jedem Fall ein Versagen des Hauptbinders (weil dadurch schwächstes Glied in der Kette) eingetreten wäre.
- Monitoring ist gut, führt aber nur bei einem Versagen mit Vorankündigung (z.B. Kontrolle zu großer Durchbiegungen bei Überlast) zum Ziel. Im Fall der Eissporthalle Bad Reichenhall hätte ein Monitoring den Einsturz (da ohne Vorankündigung) wohl nicht verhindern können bzw. auch ein Monitoring hätte nicht zu ausreichend langen Räumzeiten geführt.
- Eine bessere Prüfung/Bauüberwachung durch den Prüferingenieur/Prüfsachverständigen ist inzwischen in verschiedenen Landesbauordnungen verankert. Der hoheitlich bzw. privatrechtlich tätige Prüferingenieur/Prüfsachverständige wird bei bestimmten Bauvorhaben zwingend mit der (stichprobenartigen) Bauüberwachung und mit der Schlussabnahme des Tragsystems beauftragt und muss abschließend bescheinigen, dass die Ausführung des Bauwerkes den von ihm geprüften Unterlagen entspricht.

- Aufgrund der Erfahrungen bei diversen Schäden im schneereichen Winter 2005/2006 wäre es sinnvoll, die Belastungsfaktoren für die Schneelasten in Abhängigkeit von den Eigengewichten der Tragsysteme zu variieren. Bei leichteren Dächern sollte der Sicherheitsbeiwert für Schneelasten wesentlich höher als bei schweren Dachkonstruktionen gewählt werden. Unter der Annahme einer anzusetzenden Schneelast von  $100 \text{ kg/m}^2$  und einer 50 %-igen Überschreitung dieser Last sinkt der globale Sicherheitsbeiwert von 1,75 bei einem schweren Dach (ca. 25 cm Stahlbeton =  $625 \text{ kg/m}^2$ ) auf 1,63 und bei einem leichten Dach (Trapezbleche =  $20 \text{ kg/m}^2$ ) auf 1,23 ab. Um in beiden Fällen ein gleiches Sicherheitsniveau zu erreichen, müsste im Falle des leichten Daches die Schneelast um ca. 1/3 erhöht werden.