



**Sporthallen aus Stahl**  
**Planungsleitfaden**

<b>1   Einführung</b>	Seite 4
<b>2   Grundlegendes zum Tragwerksentwurf</b>	Seite 6
<b>3   Gebäudehülle</b>	Seite 20
<b>4   Ausbau und Ausstattung</b>	Seite 21
<b>5   Korrosionsschutz</b>	Seite 26
<b>6   Brandschutz</b>	Seite 28
<b>7   Nachhaltigkeitsaspekte</b>	Seite 30
<b>8   Vorbemessung eines Einfeld-Fachwerkträgers</b>	Seite 32
<b>9   Normen, Regelwerke, Literatur</b>	Seite 34
<b>ANHANG   Ausgeführte Projektbeispiele</b>	Seite 36
<b>Generalsanierung des Goethe-Gymnasiums in Regensburg mit Neubau einer Dreifachsporthalle und Pausenhalle</b>	Seite 36
<b>Dreifachsporthalle in Nittenau</b>	Seite 38
<b>Dreifachsporthalle mit Cafeteria am Wilhelmsgymnasium Kassel</b>	Seite 40
<b>Dreifachsporthalle in Hardthausen am Kocher</b>	Seite 42
<b>Dreifachsporthalle in Ludwigsburg</b>	Seite 44
<b>Dreifachsporthalle in Untereisesheim</b>	Seite 46
<b>Sanierung der Dreifachsporthalle in Bad Reichenhall</b>	Seite 48
<b>Sporthalle Silcherschule in Eislingen</b>	Seite 50
<b>Erweiterung der Weinbrenner Schule mit Dreifachsporthalle in Karlsruhe</b>	Seite 52
<b>Walter-Lindner-Sporthalle in Calw</b>	Seite 54
<b>bauforumstahl e.V.</b>	Seite 56

#### **Impressum:**

Sporthallen aus Stahl  
Planungsleitfaden  
Nr. B 402

Herausgeber:  
bauforumstahl e.V. | Sohnstraße 65 | 40237 Düsseldorf  
Postfach 10 48 42 | 40039 Düsseldorf  
T: +49(0)211.6707.828 | F: +49(0)211.6707.829  
zentrale@bauforumstahl.de | www.bauforumstahl.de

Dezember 2010, erweiterte Ausgabe November 2013

Ein Nachdruck dieser Publikation – auch auszugsweise – ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers bei deutlicher Quellenangabe gestattet.

Autorin:  
Dr.-Ing. Julija Ruga

Schlussredaktion:  
Archikontext, Frank Peter Jäger, www.archikontext.de

Korrektorat:  
Elke Eckert, Berlin

Titelbild:  
Dreifachsporthalle Untereisesheim

Bildnachweis:  
Bild 3, 16, 47: GOLDBECK GmbH  
Bild 24, 30, 44, 45: ArcelorMittal  
Bild 26: AJG Ingenieure GmbH, München  
Bild 32: Salzgitter AG  
Bild 38, 39, 41: Industrieverband für Bausysteme im Metalleichtbau e.V. (IFBS), Düsseldorf  
Bild 40, 42, 43: Stahl-Informations-Zentrum, Düsseldorf

## Vorwort

*Die vorliegende Broschüre befasst sich mit der Errichtung und den technisch konstruktiven Anforderungen an Sporthallen in Stahlbauweise. Neben der Konstruktion und den Ausführungsmöglichkeiten von Stützen, Trägern und anderen Tragwerksbauteilen werden auch die im Hallenbau bewährten Wand- und Dachelemente aus Stahl vorgestellt. Dabei wird deutlich, dass Stahl ein universelles Material ist, das beste Voraussetzungen bietet für gestalterisch schlüssige Planungen aus einem Guss.*

*Ziel der Schrift ist es, Architekten wie Tragwerksplaner durch die umfassende Darstellung aller konstruktiven Möglichkeiten in die Lage zu versetzen, je nach Größe und Anforderungen „ihrer“ Halle in die Ausführungsplanung einzusteigen. Die Broschüre ist dabei als Planungsleitfaden und Überblick gedacht.*

*Das achte Kapitel stellt sechs in jüngster Zeit errichtete Sporthallen vor – sie veranschaulichen die in den vorangegangenen Kapiteln erläuterten konstruktiven Möglichkeiten und weitere planerische Aspekte der baulichen Umsetzung. Hier wird deutlich, welche Bandbreite an architektonischen Ideen sich mit stählernen Tragwerken, Wand- und Dachelementen verwirklichen lassen.*

*Ich hoffe, dass Ihnen die Broschüre gute Dienste bei der Planung Ihrer Sportbauten leistet. Zugleich freuen wir uns über Ihre Anregungen und Ergänzungshinweise. Unsere Kontaktdaten finden Sie im Impressum sowie im Internet unter [www.bauforumstahl.de](http://www.bauforumstahl.de).*

*Dr.-Ing. Julija Ruga  
Fachberaterin bauforumstahl e.V., Büro Süd (Garching)*

## 1 | Einführung

Sporthallen sollten grundsätzlich teilbar und in der internen Nutzung flexibel sein. Um möglichst viele Nutzergruppen aus Bevölkerung, Schulen und Vereinen zu erreichen, sind Hallen gefragt, in denen eine möglichst große Palette von Sportarten ausgeübt werden kann. Dabei ist die räumliche Nähe zu Schulen oder anderen Bildungseinrichtungen sowie gute Verkehrsanbindung von großer Bedeutung.

Der Werkstoff Stahl kommt dem Wunsch vieler Kommunen entgegen, bei der Planung nicht nur momentane, sondern auch zukünftige Bedürfnisse an die Sportstätte zu berücksichtigen, und nach Möglichkeit eine spätere Nutzungsänderung zu erlauben.

Diese Forderung findet ihre Entsprechung im Einsatz offener, elementierter Bausysteme. Die Trennung der Bauelementfunktionen nach tragend, raumabschließend und raumerschließend ist erforderlich, um die geforderte Flexibilität im Entwurf und eine etwaige nachträgliche Nutzungsänderung zu gewährleisten.

Sporthallen sind für eine solche individuelle Fertigung in elementierter Bauweise unter Verwendung genormter und austauschbarer Bauelemente aus Stahl besonders geeignet [43]. Die bestehenden Baulichkeiten (z. B. vorhandene Wände, Fundamente etc.) und Anforderungen der Auftraggeber an den Entwurf lassen sich häufig nur mit Hilfe einer Stahlkonstruktion sinnvoll lösen. Zu nennen sind die Forderungen nach

- leichten und filigranen Konstruktionen, um Platz sowie Gewicht für die Auflager (neue bzw. vorhandene Fundamente oder Wände) zu reduzieren

- großen Breiten, die stützenfrei überspannt werden
- Nutzungsflexibilität mit schnellem Umbau bzw. Nachrüstung
- einem großen Vorfertigungsgrad, standardisierten Anschlüssen, genormten Toleranzen und computergesteuerten Fertigungsstraßen
- einer kurzen, witterungsunabhängigen Montage.

Doch wie konzipiert man eine (Sport-)Halle aus Stahl? Welche Aspekte und Anforderungen sollte man beim Entwerfen beachten? Welche Systeme gibt es, wie und wo wendet man sie wirtschaftlich an?

Eine Sporthalle besteht in der Regel aus der Halle als größtem Raum, kombiniert mit den zugehörigen Umkleide- und Waschräumen sowie sonstigen Nebenräumen. Bei größeren Hallen bestehen an einer oder an beiden Seiten Tribünen bzw. Galerien und die entsprechenden Aufgänge. Mit Blick auf mögliche Unterteilungen, unterscheidet man zwischen der Einzel-, Zweifach- und Dreifachhalle, die durch Trennvorgänge in mehrere Hallenteile unterteilt werden kann. Nutzungsart und -typ bestimmen im Regelfall Maße, Ausbau und Ausstattung einer Halle. Grundsätze für die Planung der Sporthallen liefert die DIN 18032, Teil 1 [1]. Maße der Sporthalle, abhängig von der Nutzung, sind der Tabelle 1, Raumprogramm für Nebenräume der Tabelle 2 zu entnehmen.

Die Spielfeldaufteilung einer Dreifachsporthalle und ihre Nutzungsmöglichkeiten sind dem Bild 1 zu entnehmen.

Typ, Zweck	Breite <sup>a</sup> x Länge <sup>a</sup> x Höhe <sup>a</sup> Mindestmaße [m]	Nutzbare Sportfläche [m <sup>2</sup> ]
Einzelhalle	15 x 27 x 5,5 <sup>b</sup>	405
Halle für Spiele	22 x 44 x 7 <sup>b,c</sup>	968
Zweifachhalle	22 x 44 x 7 <sup>b,c</sup> teilbar in 2 Teile <sup>d</sup>	968
Dreifachhalle <sup>e</sup>	27 x 45 x 7 <sup>b,c</sup> teilbar in 3 Teile (15 x 27)	1.215
Gerätturnhalle	15 x 27 x 7 <sup>b</sup> 18 x 36 x 7 <sup>b</sup> einschließlich Bodenturnfläche und Anlaufbahn für Pferdsprung	405 648
Turnmehrzweckhalle	10 x 10 bis 15 x 15 Höhe 4 bis 5,5	100 bis 225

<sup>a</sup> Abweichende Maße sind entsprechend den Länderregelungen bzw. der örtlichen Situation möglich.

<sup>b</sup> In den Randbereichen kann die Hallenhöhe verringert werden, sofern sportfunktionelle Anforderungen nicht dagegen sprechen.

<sup>c</sup> Bei mehreren Hallen an einem Standort oder in einem Planungsbereich kann bei einem Teil dieser Hallen die Höhe auf 5,5 m verringert werden.

<sup>d</sup> Mögliche Hallenunterteilung sind z. B. 22 m x 22 m und 22 m x 22 m (mittige Unterteilung), 22 m x 26 m und 22 m x 18 m sowie 22 m x 14 m und 22 m x 30 m (außermittige Unterteilung). Die Hallenunterteilung hat unter Berücksichtigung der örtlichen Bedarfssituation zu erfolgen. Es sind dabei Prioritäten zwischen dem Schul- und Wettkampfsport zu setzen (siehe auch Tabellen B.1 und B.2).

<sup>e</sup> Bevorzugter Sporthallentyp für Zuschaueranlagen.

Tabelle 1: Lichte Maße von Sporthallen (Auszug) nach DIN 18032-1

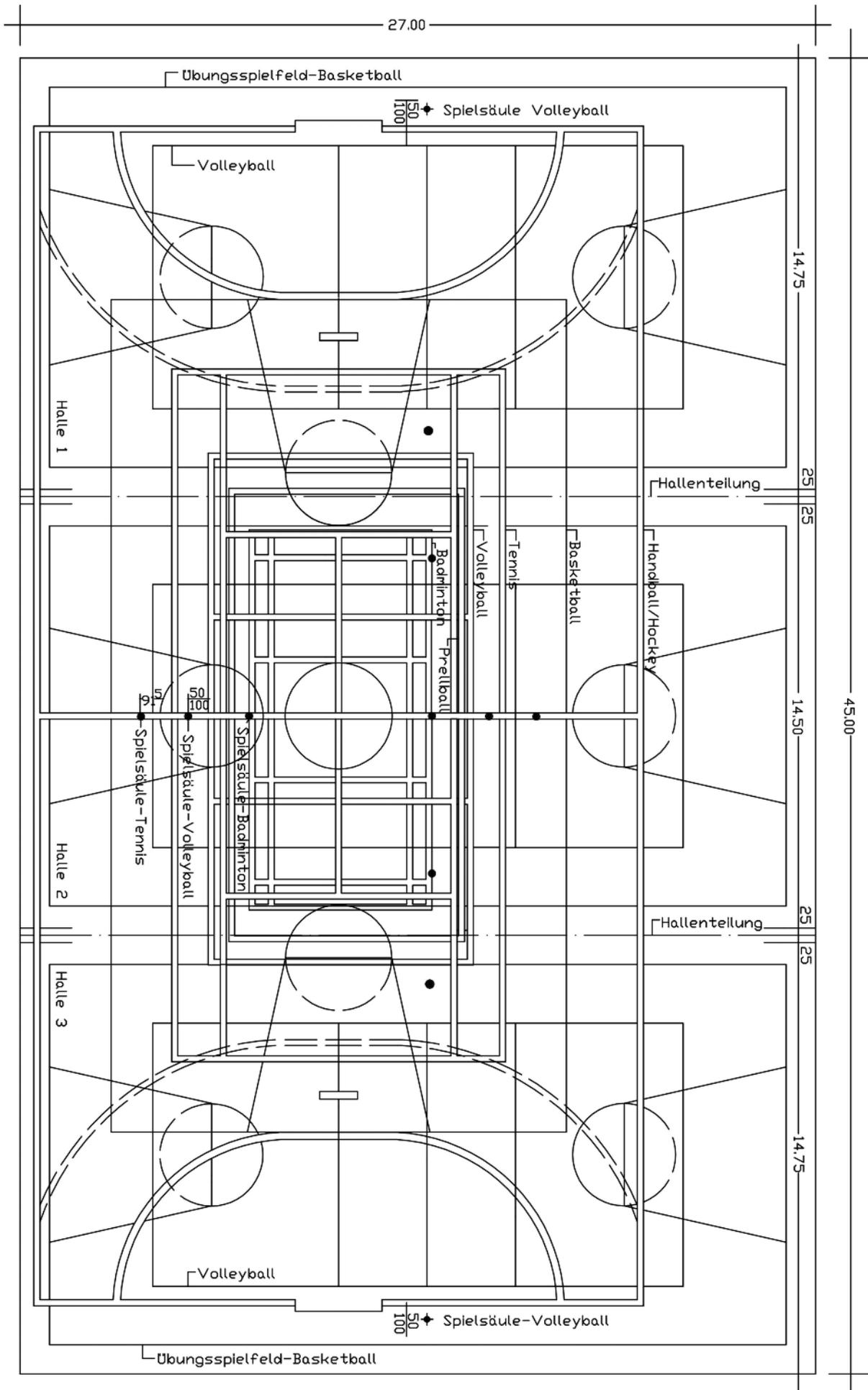


Bild 1: Spielfeldaufteilung für verschiedene Sportarten bei einer Dreifachhalle, Hallengröße 27 m x 45 m [43]

Hallen	Eingangsbereich	Umkleiraum	Wasch- und Duschaum	Toiletten <sup>b</sup>		
	Mindest-Nutzfläche	Sammelumkleiden mit je 12 m Banklänge oder halbe Größe mit 6 m	Raumeinheiten mit je 2 Waschstellen (Reihenanlage) und je 6 Duschen	Im Umkleibereich	Im Hallenbereich <sup>c</sup>	Im Eingangsbereich
	[m <sup>2</sup> ]	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
Einfachhalle 15 m x 27 m	15	2 x 1/2	2 x 1/2	2	1 bei Bedarf	1 + 1
Halle für Spiele 22 m x 44 m	15	2 x 1/2	2 x 1/2	2	1 bei Bedarf	1 + 1
Zweifachhalle 22 m x 44 m	30	2 oder 1 + 2 x 1/2	2 oder 1 + 2 x 1/2	2 bzw. 3	1	1 + 1
Dreifachhalle 27 m x 45 m	45	3 oder 2 + 2 x 1/2	3 oder 2 + 2 x 1/2	3 bzw. 4	2	1 + 1

<sup>a</sup> Das Raumprogramm ist auf die Länderregelungen und örtlichen Gegebenheiten hin abzustellen.

<sup>b</sup> Getrennt nach Geschlechtern.

<sup>c</sup> Wenn die Raumzuordnung es ermöglicht (= gute Erreichbarkeit von der Halle), ist eine Kombination mit den Toiletten des Eingangsbereiches möglich.

<sup>d</sup> Lichte Durchgangshöhe im Torbereich mindestens 2,20 m.

<sup>e</sup> Die angegebene Gesamtbreite kann auf mehrere Räume verteilt werden, jedoch muss jedem Hallenteil mindestens 6 m Breite zugeordnet werden.

Tabelle 2: Mindestraumprogramm für Nebenräume<sup>a</sup> nach DIN 18032-1

## 2 | Grundlegendes zum Tragwerksentwurf

Grundaufgabe im Hallenbau ist die Errichtung einer Gebäudehülle über großen, möglichst stützenfreien Grundrissen. Hallenbreiten bis zu 35 m sind im Stahlbau in der Regel stützenfrei zu realisieren.

Die räumliche Tragstruktur einer einschiffigen Stahlhalle besteht aus mehreren ebenen Teilsystemen (in diesem Fall aus Rahmen), die durch Dach- und Wandverbände miteinander gekoppelt sind (Bild 2) [21].

### 2.1 | Aspekte beim Entwerfen

Aspekte wie Materialbeschaffung, Fertigung, Transport und Montage sind beim Entwerfen einer Stahlhalle von Beginn an zu berücksichtigen.

Bei der **Materialwahl** sollten mit Blick auf eine kostengünstige Fertigung gängige Profile (Vorzugsprofile aus den Lieferprogrammen der Hersteller) und gängige Stahlgüten (S235JR, S355J2) die Priorität haben.

Die **Fertigung** der Bauteile sollte zum größten Teil in der Werkstatt erfolgen, wo die Profile geschnitten, gesägt, gebohrt und verschweißt werden. Sind komplexere Aussteifungen geplant, sollte frühzeitig ein erfahrener Tragwerksplaner zu Rate gezogen werden, um eine unnötig teure und aufwändige Planung zu vermeiden. Was die Planung der notwendigen Schweißarbeiten angeht, so ist die Arbeit in Wannennlage und an kleinen

Teilen anzustreben, denn das Überkopfschweißen benötigt 3- bis 5-mal so viel Arbeitsplatz wie das Arbeiten in Wannennlage.

Für den **Straßentransport** ist wichtig, dass die anzuliefernden Stahlbauteile eine Länge von ca. 18 m, eine Breite von ca. 2,5 m, eine Höhe von ca. 4 m und ein Gewicht von ca. 40 t nicht überschreiten, da sonst ein Spezialtransport erforderlich wird.

Ziel der **Montageplanung** ist, eine Baustelle mit möglichst geringem Fehlerpotenzial zu konzipieren (Bild 3). Vor Errichtung der Stahlkonstruktion müssen die Fundamente, Zufahrten und Abstützungen vollständig vorbereitet sein. Ziel ist eine möglichst kurze Bauzeit. Bei Festlegung der Kranstandorte ist auf eine möglichst gleichmäßige Ausnutzung der Krankapazitäten zu achten. Als Verbindungsmittel sind Schrauben zu bevorzugen, denn das Schweißen auf der Baustelle ist kostenintensiv und erfordert je nach Witterung oft eine Einhausung. Die Montagestöße mit Schweißnähten oder Schrauben müssen unter Berücksichtigung der erforderlichen Werkzeuge zugänglich konstruiert werden.

### 2.2 | Lastannahmen, Lastabtragung, Stabilisierung

Aufgabe der Konstruktion ist die Weiterleitung aller auf die Gebäudehülle wirkenden Lasten in den Baugrund.

**Die maßgeblichen statischen Einwirkungen** auf Hallenbauten sind: Das Eigengewicht der Konstruktion, Schneelasten und Windlasten. Lastannahmen für Schnee und Wind sind in der neuen DIN 1055 [13, 14] geregelt. Darüber hinaus müssen ins-

Lehrer-, Übungsleiter- und Schiedsrichterraum	Hallensportgeräteraum	Reinigungsgeräte- und Putzmittelraum	Hallenwart- raum	Räume für Technik
≥ 10 m <sup>2</sup> , mit Handwasch- becken, Dusch- und Umkleidekabine mit Garderobenschränken	Mindestmaße für Tiefe, Gesamtbreite und lichte Höhe <sup>d</sup>	Mit Ausgussbecken, Kalt- und Warmwasseranschluss, Ablagemöglichkeiten und Bodenabfluss	≥ 10 m <sup>2</sup> Nutzfläche	
Anzahl	[m]	Anzahl	Anzahl	
1	4,5 x 15 x 2,5	1	–	Anzahl und Größe richten sich nach Heizungsart und technischer Ausstattung bzw. nach den örtlichen Versorgungs- verhältnissen
1	3 x 6 x 2,5	1	–	
1	4,5 x 21 <sup>e</sup> x 2,5	1	1 bei Bedarf	
2	4,5 x 21 <sup>e</sup> x 2,5	1 oder 2	1 bei Bedarf	

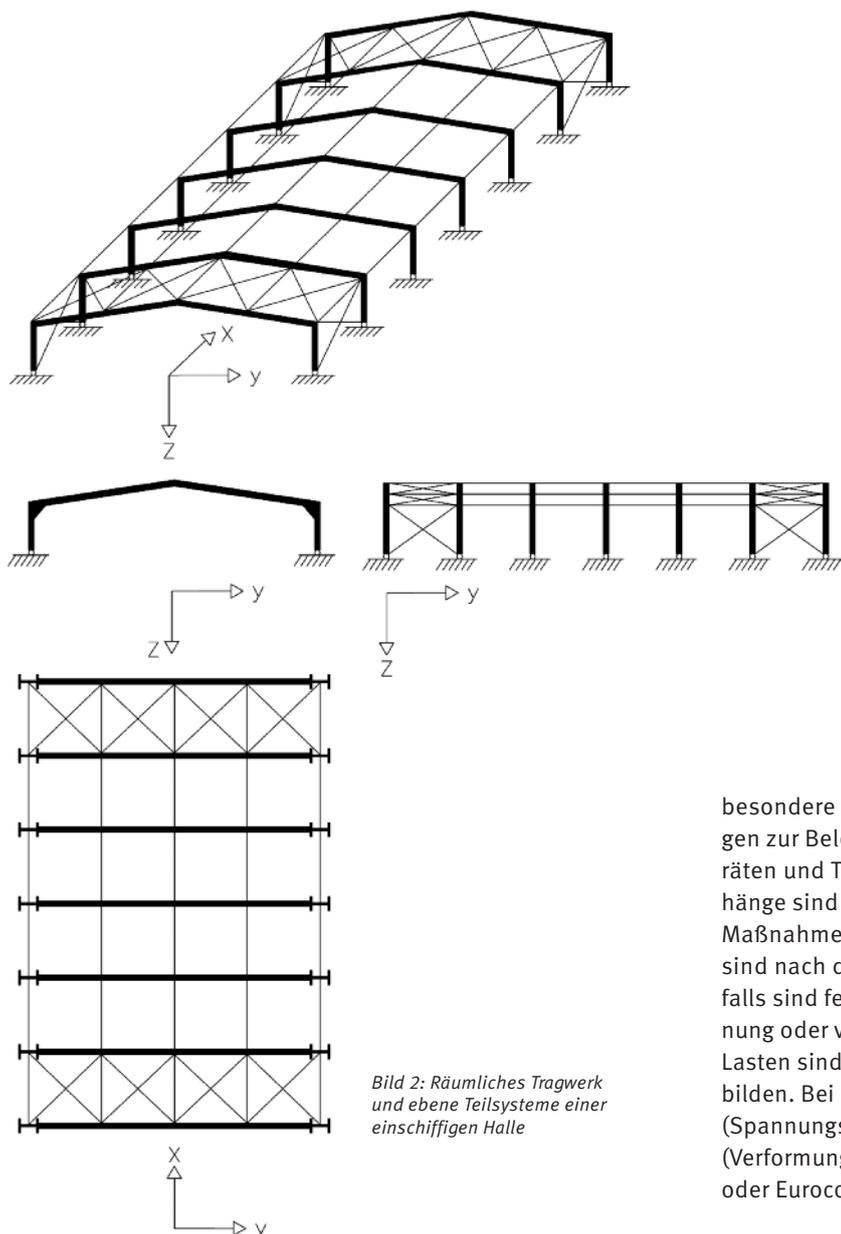


Bild 2: Räumliches Tragwerk und ebene Teilsysteme einer einschiffigen Halle



Bild 3: Montage der Dach-Stahlkonstruktion einer Mehrzweckhalle

besondere bei Sporthallen Installationslasten aus Einrichtungen zur Beleuchtung und Belüftung sowie Lasten aus Sportgeräten und Trennvorhängen berücksichtigt werden. Trennvorhänge sind in der DIN 18032, Teil 4 [4] geregelt. Die baulichen Maßnahmen für Einbau und Verankerung von Sportgeräten sind nach der DIN 18032, Teil 6 [6] einzuhalten. Gegebenenfalls sind ferner Lasten zu berücksichtigen, die von Dachbegrünung oder von Photovoltaikaufbauten ausgehen. Mit diesen Lasten sind Lastfallkombinationen nach DIN 1055-100 [15] zu bilden. Bei der Profilwahl sind die Nachweise der Tragsicherheit (Spannungs-, Stabilitätsnachweis) und Gebrauchstauglichkeit (Verformungen, ggf. Schwingungen) nach der DIN 18800 [7–9] oder Eurocode 3 [17] zu erfüllen.

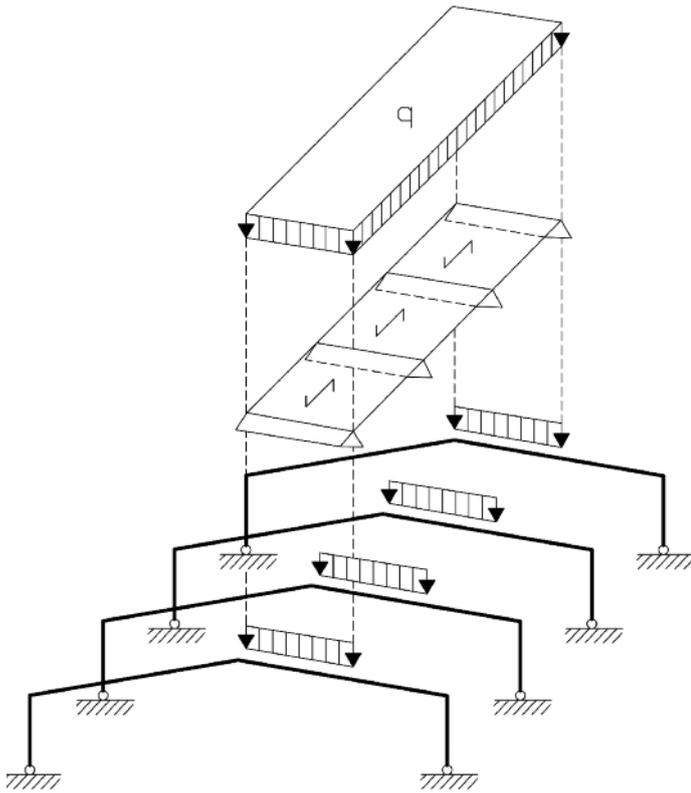


Bild 4: Vertikallasten bei Hallen ohne Pfetten

Beim Dach- und Wandaufbau (Hüllelemente) kann man prinzipiell zwei Varianten der **Lastabtragung** unterscheiden: Erfolgt der Anschluss der Hüllelemente direkt auf die Rahmenkonstruktion, spricht man von einer pfetten- bzw. wandriegellosen Konstruktion. Andernfalls werden für den Lastabtrag aus der Hüllkonstruktion Pfetten- und Wandriegel eingesetzt. Bei ein-

fachen, leichten Hallen wird aus wirtschaftlichen Gründen häufig auf Pfetten und Wandriegel verzichtet. Sie sind vor allem da gefragt, wo es gilt, größere Lasten abzutragen. Gängige Rahmenabstände für Stahlhallen sind 5 m bis 7 m. Das Profilblech der Hüllkonstruktion wird bevorzugt als Drei- oder Mehrfeldträger ausgebildet. Damit lassen sich die Durchbiegungen minimieren, zudem sind die jeweiligen Auflagerkräfte nahezu identisch (Bild 4). Die maximale Lieferlänge des Profilbleches beträgt 18 m. Der Lastabtrag der Vertikallasten über das Profilblech erfolgt entweder direkt als Gleichstreckenlast oder indirekt über die Pfetten als Einzellasten auf die Binder. Der weitere Lastabtrag in den Boden erfolgt über die Stützen und Fundamente.

Horizontallasten sind Lasten, die längs und quer zur Hallenrichtung wirken. Wind ist eine veränderliche Horizontallast und wird in der DIN 1055, Teil 4 [13] behandelt. Man unterscheidet 4 Windzonen, mit jeweils zugehörigen Windgeschwindigkeiten. Die Windlast ist abhängig von der Gebäudehöhe, Gebäudeform, Dachform und ob das Gebäude offen oder das Dach freistehend ist. Die auf die Seitenwände einwirkende Windlast wird über die Wandverkleidung – mit oder ohne – Wandriegel auf die Stützen übertragen.

Als Wandverkleidung können Stahlkassettenprofile oder Porenbetonplatten verwendet werden, die mit einer Spannweite von 5 m bis 7 m horizontal zwischen den Rahmen spannen und keine Wandriegel erfordern. Diese Wandelemente tragen ihre Lasten in Form von Gleichstrecken- bzw. Linienlasten an die Stützen ab (Bild 5).

Sandwichelemente werden dagegen üblicherweise mit Spannweiten von 3 m bis 5 m eingesetzt: Sie können sowohl direkt als auch indirekt (Bild 6) über Wandriegel an die Stützen angeschlossen werden.

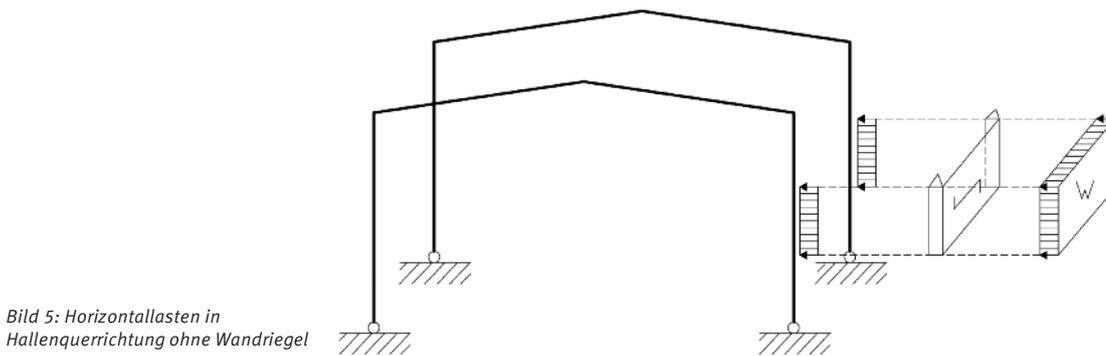


Bild 5: Horizontallasten in Hallenquerrichtung ohne Wandriegel

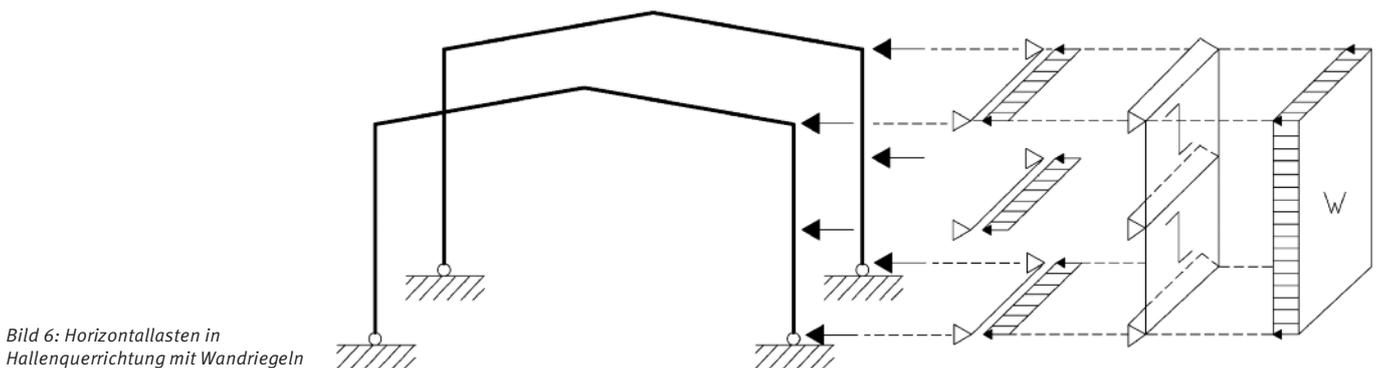


Bild 6: Horizontallasten in Hallenquerrichtung mit Wandriegeln

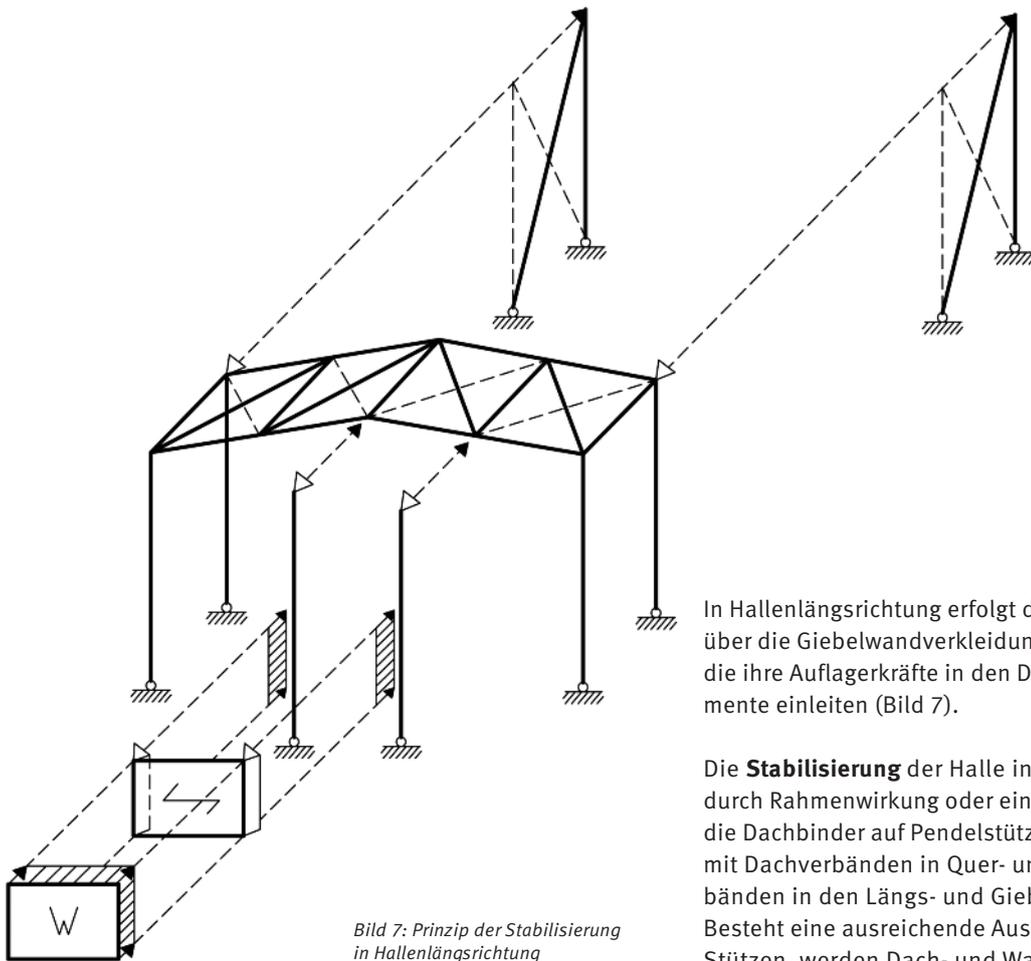


Bild 7: Prinzip der Stabilisierung in Hallenlängsrichtung

In Hallenlängsrichtung erfolgt der Abtrag der Horizontallasten über die Giebelwandverkleidung auf die Giebelwandstützen, die ihre Auflagerkräfte in den Dachverband und in die Fundamente einleiten (Bild 7).

Die **Stabilisierung** der Halle in Hallenquerrichtung erfolgt durch Rahmenwirkung oder eine Stützeinspannung. Sollten die Dachbinder auf Pendelstützen lagern, muss die ganze Halle mit Dachverbänden in Quer- und Längsrichtung und Wandverbänden in den Längs- und Giebelwänden stabilisiert werden. Besteht eine ausreichende Aussteifung mittels eingespannter Stützen, werden Dach- und Wandverbände überflüssig. Der Dachverband wird als horizontales Fachwerk, dessen Ausfachung an den Hallenbindern anschließt, ausgebildet. Als Pfosten des Verbandes dienen separate Druckrohre oder bereits vorhandene Pfetten. Verbandsdiagonalen können entweder gekreuzt und druckweich (aus Rundstählen) oder drucksteif (aus Rohren) gebildet werden (Bild 8). Als Einfeldfachwerk trägt der Dachverband seine Auflagerkräfte über die Wandverbände ab. Die Wandverbände bildet man in der Regel als zwischen den Stützen diagonal spannende, gekreuzte, druckweiche Stäbe aus. Im Idealfall beträgt der Winkel der Diagonalen ca. 45 Grad. Bei höheren Hallen können mehrere Verbandkreuze mit zwischengeschalteten Druckriegeln erforderlich werden.

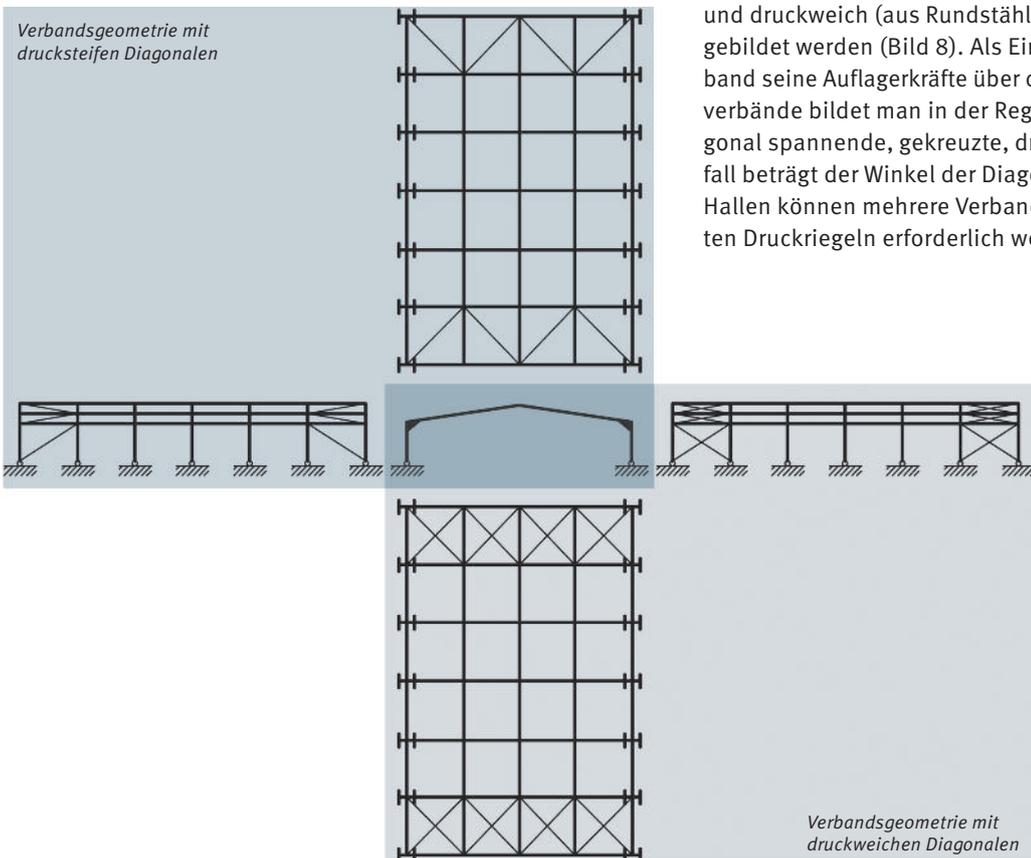
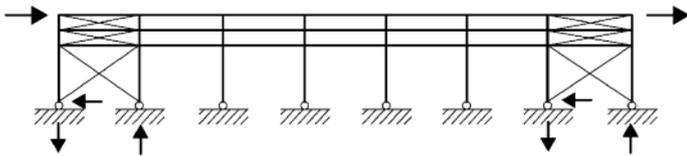
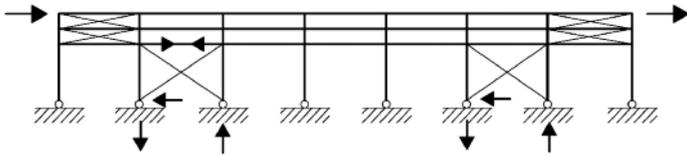


Bild 8: Verbandsgeometrien

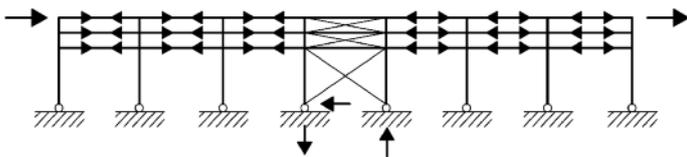
Verbandsgeometrie mit druckweichen Diagonalen



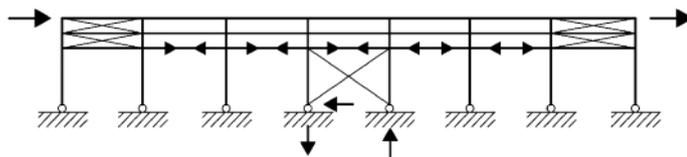
a) Dach- und Wandverbände in den ersten Feldern



b) Dachverbände in den ersten, Wandverbände in den zweiten Feldern



c) Dach- und Wandverband mittig



d) Dachverbände in den ersten Feldern, Wandverband mittig

Bild 9: Mögliche Anordnung von Dach- und Wandverbänden

Bei der Anordnung der Verbände sollte darauf geachtet werden, dass eine direkte Ableitung der Windlasten über die Giebelwände in den Dachverband möglich ist. Von dort werden die Lasten unmittelbar in die Wandverbände, Fundamente und schließlich in den Baugrund abgetragen. Eine Durchleitung bzw. Weiterleitung der Horizontalkräfte aus dem Dachverband über mehrere Rahmenfelder erfordert eine entsprechende Dimensionierung der durchleitenden Koppelstäbe (Bild 9). Im Falle sehr langer Hallen sollten in jedem 5. Längswandfeld Wand- und Dachverbände vorgesehen werden [20]. Bei einer Verbandsanordnung nach Bild 9a ist zu beachten, dass die geringeren Auflasten der Eckstützen andere Fundamentabmessungen erforderlich machen können. Daher kann es sinnvoll sein, die Wandverbände in die zweiten Felder zu legen (Bild 9b). Dachverbände und Wandverbände müssen nicht in einem Feld sitzen. Es ist allerdings darauf zu achten, dass alle Kräfte in den Baugrund durchgeleitet werden können (Bild 9d).

## 2.3 | Vollwandträger und Vollwandträger-Rahmen

Für die Errichtung einschiffiger Hallen mit einer Spannweite von bis zu ca. 30 m, insbesondere im Industrie- und Gewerbebau, wählt man in der Regel Zweigelenrahmen oder eingespannte Rahmen aus Vollwandträgern. Bei Sporthallen sind

Vollwand-Stahlprofile, die als Einfeldträger auf eingespannten Stützen gelenkig gelagert sind, ein bewährtes Prinzip.

Die Anpassung des Stahlprofilquerschnitts an den Biegemomentenverlauf eröffnet vielfältige Optimierungsmöglichkeiten: In der Regel erweist sich der Zweigelenrahmen hinsichtlich des Stahlverbrauchs, der Fundamente und der Anschlüsse als die wirtschaftlichste Variante. Allerdings ist das System in horizontaler Richtung weicher als der eingespannte Rahmen.

Hallensystemen mit eingespannten Rahmen ist der Vorzug zu geben, wenn große horizontale Steifigkeiten gefordert sind, so z. B. beim Betrieb schwerer Kräne im Industriebau. Eine Einspannung der Stützen erfordert entsprechend aufwendig konstruierte und dimensionierte Fundamente, wie z. B. Köcherfundamente.

### 2.3.1 | Ausbildung des Vollwandträger-Rahmens

Ein Zweigelenrahmen für eine einschiffige Halle besteht aus zwei Stützen und einem Riegel (Bild 10).

Für eine überschlägige Vordimensionierung kann  $h_{\text{Riegel}} = L/55$ ;  $h_{\text{Voute}} = (1,5 \text{ bis } 2) \times h_{\text{Riegel}}$ ;  $L_{\text{Voute}} = L/5$  bis  $L/10$  angenommen werden.

Der Riegel wird in der Regel aus zwei Riegelhälften zusammengesetzt. Das erfordert Montageverbindungen an der Rahmenecke und in der Riegelmitte (bei einem Satteldach also am Firstpunkt). Dies ist erforderlich, um eine Dachneigung von 2 bis 15 Grad zu verwirklichen und um die Transportlänge von 18 m nicht zu überschreiten. Für die Erstellung der Riegel haben sich die Profile der IPE-Reihe bewährt. Bei statisch erforderlichen Profilen > IPE 400 kommen häufig Schweißprofile zum Einsatz. Im Bereich der Rahmenecke wird der Riegel meistens gevoutet.

Die gebräuchlichen Profile für Stützen sind gewalzte IPE- oder HEA- bzw. HEB-Profile. Besteht die Möglichkeit, die Stützen mit Schweißautomaten herzustellen, können Konstruktionen mit gevouteten Stützen sich als wirtschaftlicher erweisen. Die Abmessungen, bzw. die Verläufe der Querschnitte, werden dem Biegemomentenverlauf angepasst (Bild 11).

### 2.3.2 | Ausbildung des Vollwandträgers

Bei Sporthallen mit einer Spannweite bis zu ca. 35 m wird der Dachträger häufig als Einfeldträger realisiert. Für diese kommen Walzprofile ebenso wie geschweißte Vollwandprofile in Frage. Eine über die Länge gevoutete Querschnittführung trägt dabei zur höheren Ausnutzung des Profils bei. Außerdem lassen sich damit problemlos Dachneigungen realisieren (Bild 12). Runde oder rechteckige Stegöffnungen ermöglichen die Unterbringung von Installationen.

Bei dieser Konstruktionsweise kann der Träger flächig auf die Kopfplatte der Stütze aufgelegt werden (Teilbild 13a und 13b). Einer unbeabsichtigten exzentrischen Beanspruchung der Stütze kann durch Zentrierelemente vorgebeugt werden

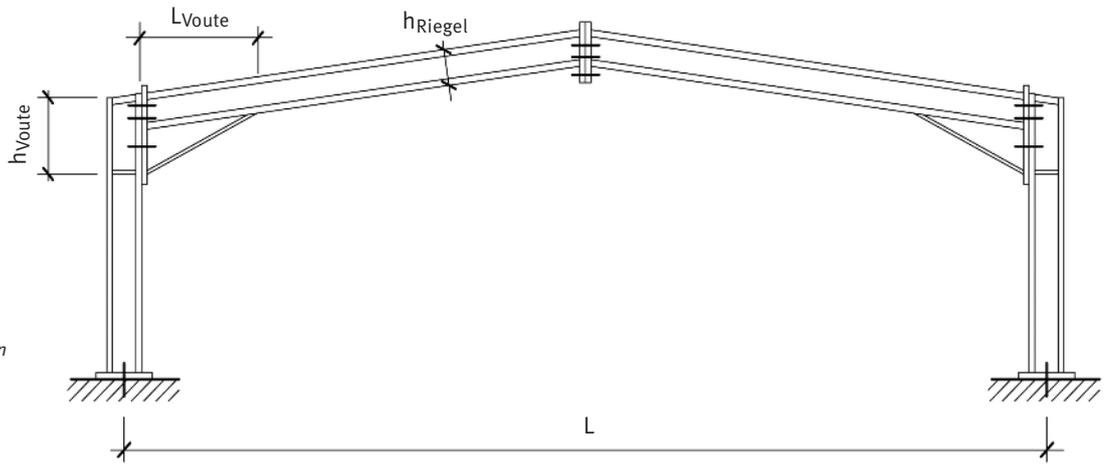


Bild 10: Zweigelen-  
rahmen aus Walzprofilen  
und Riegelvouten

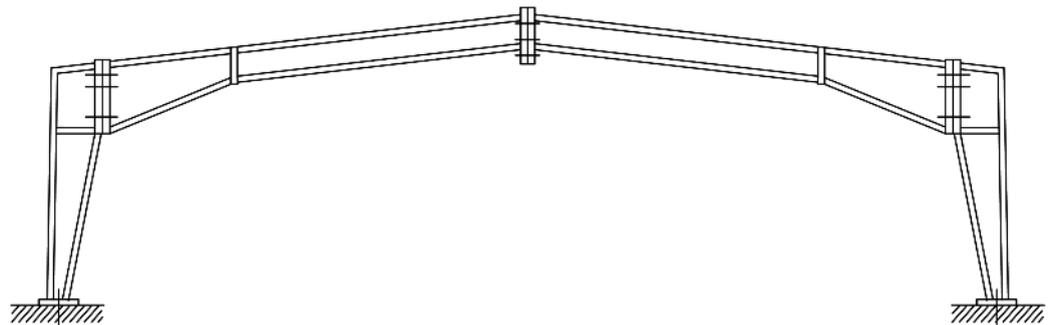


Bild 11: Zweigelen-  
rahmen mit gevouteten  
Stützen und gevoutetem  
Rahmenriegel

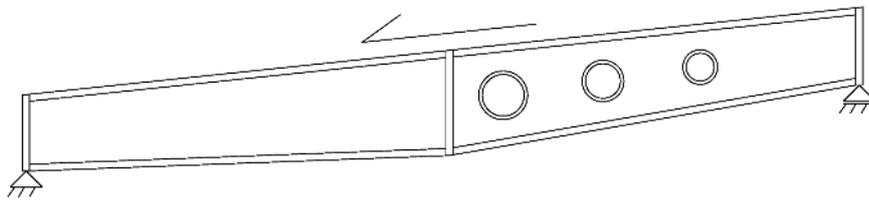
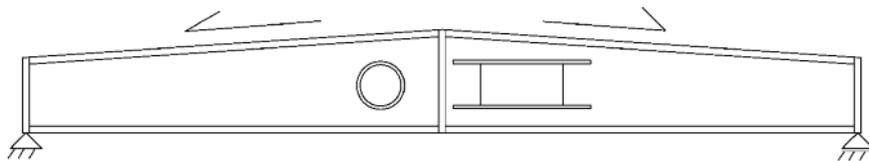


Bild 12: Geschweißte Voll-  
wandträger mit Stegöffnungen

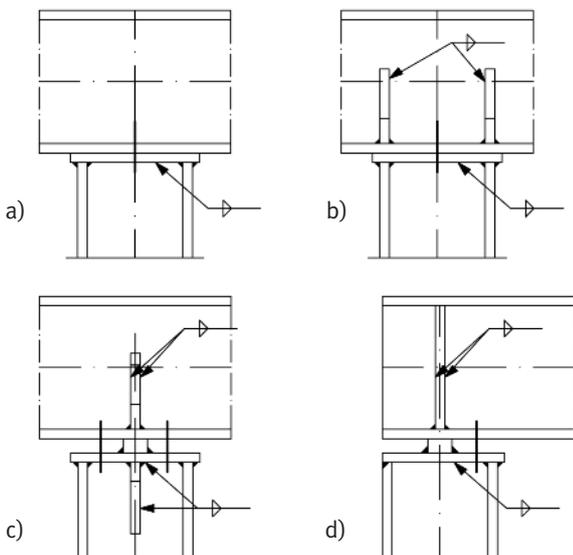


Bild 13: Möglichkeiten der Auflagerung auf Stahlstützen

(Teilbild 13c und 13d). Anzustreben ist zudem eine rippenlose Lasteinleitung aus dem Dachträger in die Stütze. Häufig ist es erforderlich, die Stege des Trägers und/oder der Stütze mit Rippen auszusteiern (Teilbilder 13b bis 13d).

Werden Stahlträger auf Betonstützen gelagert, sind stützen-  
seitig Ankerplatten vorzusehen (Bild 14).

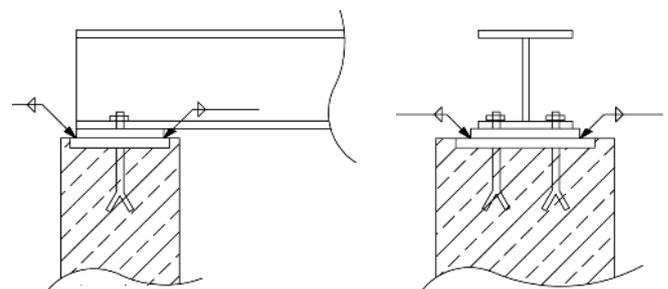


Bild 14: Auflagerung auf Betonstütze

### 2.3.3 | Anschlüsse

Die zwei Riegelhälften des Rahmens schließt man im First oder beim Pultdach in der Mitte biegesteif an. In der Regel werden diese Anschlüsse als unten überstehende Stirnplattenverbindungen mit hochfesten vorgespannten Schrauben (HV-Schrauben) ausgebildet (Bild 15). Solche biegesteifen überstehenden Verbindungen der standardisierten Walzprofile (IPE- und HE-Reihe), sind im Katalog „Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau“ vom Deutschen Stahlbau Verband (DSTV) mit allen Angaben über die Stirnplatten, Schrauben und Schweißnähte aufgeführt [23]. Darüber hinaus findet man dort Regelungen für bündige biegesteife Verbindungen, für gelenkige Trägeranschlüsse mit Winkeln oder Stirnplatten, für Pfettenanschlüsse mit Steglaschen sowie für die rippenlose Lasteinleitung.

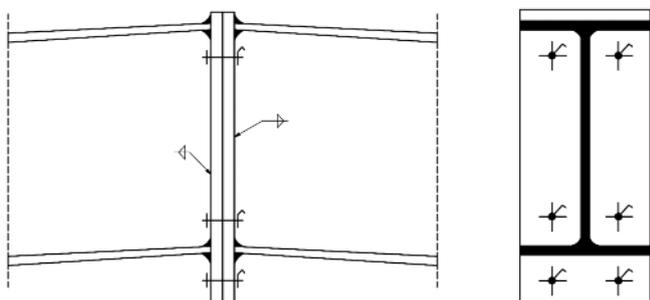
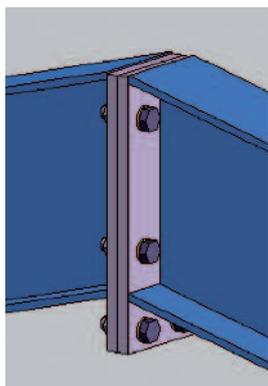


Bild 15: Biegesteifer Firstpunkt



### 2.4 | Fachwerkträger und Fachwerk-Rahmen

Ein einfaches Tragsystem, das sich auch bei Sporthallen bewährt hat, ist ein als Einfeldträger konzipiertes Fachwerk. Dieses lagert gelenkig entweder auf den Stahl-Pendelstützen, den eingespannten Stahl- bzw. Stahlbetonstützen oder einer Stahlbetonwand.

Sollten die Dachbinder auf Pendelstützen lagern, muss die gesamte Halle mit Hilfe von Dachverbänden in Quer- und Längsrichtung und mit Wandverbänden in den Längs- und Giebelwänden stabilisiert werden.

Eine Möglichkeit, auf die Dachverbände in Längsrichtung und alle Wandverbände zu verzichten, besteht darin, die Stützen einzuspannen. Zudem wird in diesem Fall die Montage einfacher, da einige Montageverbände entfallen.

### 2.4.1 | Ausbildung des Fachwerkträgers

Da es sich bei gängigen Ein- bis Dreifach-Sporthallen um Hallen mit einer Spannweite bis ca. 35 m handelt, stellt der Einsatz von leichten Fachwerkträgern hier meist die wirtschaftlichere Lösung dar. Aus architektonischen Gründen bevorzugt man diese häufig auch bei kleineren Stützweiten. Durch eine ausgeklügelte Planung kann eine wartungsfreundliche Installationsführung innerhalb der Trägerhöhe in dem Fachwerk untergebracht werden (Bild 16).

Die bei Fachwerkträgern mögliche Auflösung der Biegemomente in Zug- und Druckkräfte führt zu leichten und materialsparenden Dachkonstruktionen. Fachwerkträger mit parallelen Gurten weisen mit  $L/10$  bis  $L/20$  der Stützweite größere Bauhöhen als die Vollwandträger auf. Die bei dieser Konstruktionsweise mögliche Materialeinsparung nimmt mit wachsender Spannweite zu. Der Fertigungsaufwand ist jedoch erheblich höher.

In Bezug auf die Füllstabgeometrie finden hauptsächlich zwei Fachwerktypen Anwendung (vgl. Bild 17): Ständerfachwerk mit Pfosten und fallenden Diagonalen (mit sogenannten N-Knoten, siehe Teilbild 17a) oder Strebenfachwerk mit fallenden und steigenden Diagonalen (K-Knoten, siehe Teilbild 17b). Beide Fachwerktypen können als Bestandteil von Rahmen (Teilbild 17d) verwendet werden. Alle dargestellten Fachwerke haben die konstante Bauhöhe gemeinsam, wodurch alle Füllstäbe die gleichen Winkel und die gleiche Länge aufweisen. Bei größeren Dachneigungen oder Spannweiten werden Fachwerke mit geneigtem Obergurt und waagrechttem Untergurt konzipiert, was zur besseren Ausnutzung der Fachwerkgurte führt. Außerdem werden die Fassadenflächen dadurch kleiner, was hilft, Baukosten einzusparen.

Die Wahl der geeigneten Füllstabgeometrie orientiert sich an folgenden Grundsätzen:

- möglichst lange Zugstäbe
- kurze Druckstäbe (kleine Knicklängen)
- einfache Knotenpunkte (keine Füllstab-Anhäufungen)
- Vermeidung spitzer Winkel
- gleichbleibende Neigungen und Längen der Diagonalen
- Übereinstimmung von Obergurtknoten mit den Anschlusspunkten von Dachverbänden

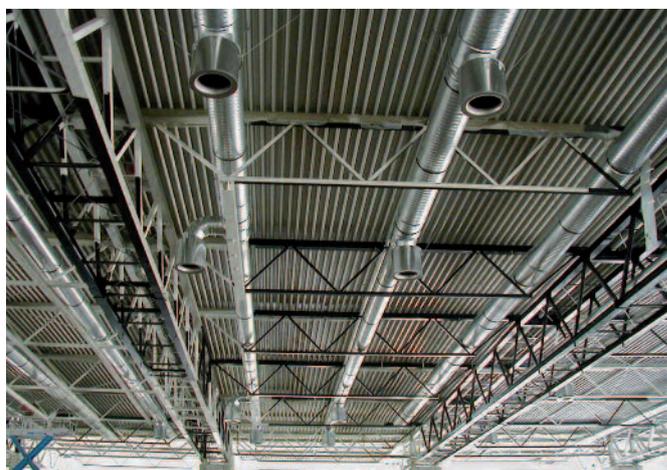
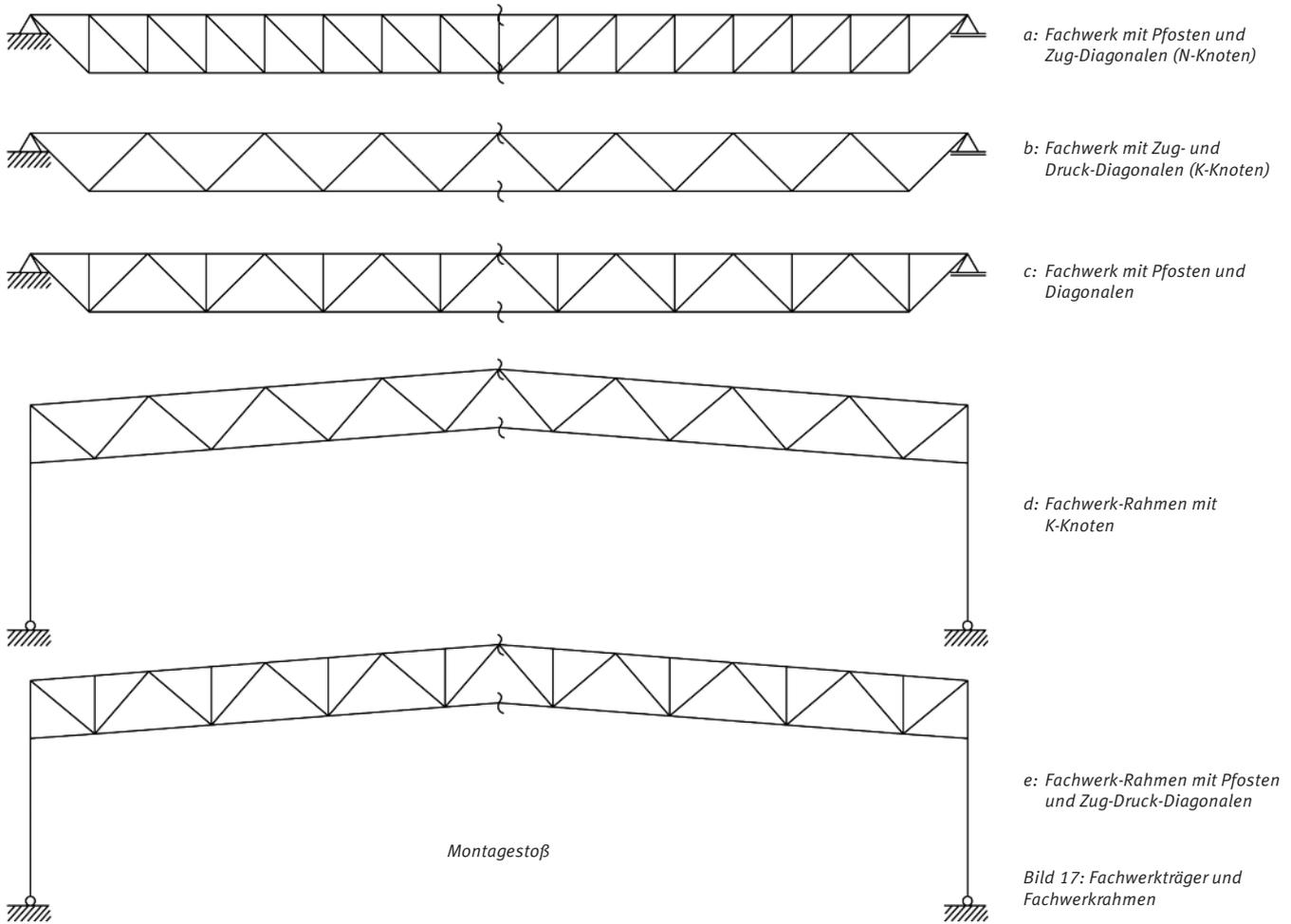
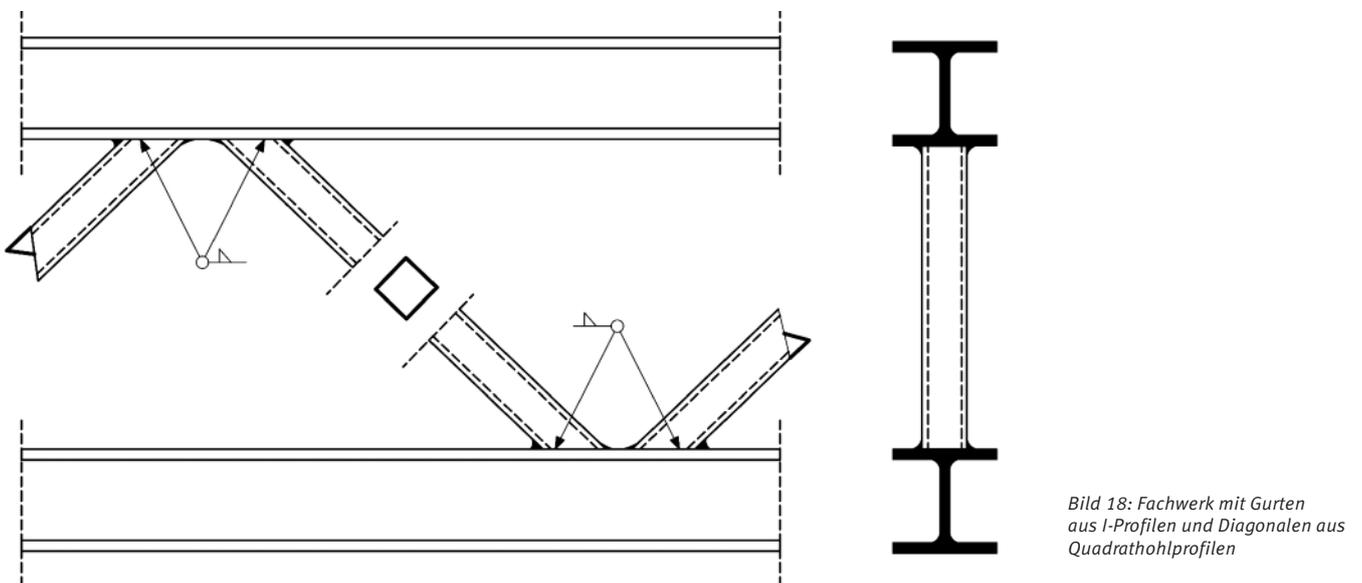


Bild 16: Installationsführung im Fachwerk



Bei Fachwerken mit Pfosten und fallenden Diagonalen erhalten bei einer annähernd symmetrischen Belastung alle Pfosten Druckkräfte und alle Diagonalen Zugkräfte. Häufig werden für diesen Fall knicksteife Profilquerschnitte für die Druckpfosten und die Winkelprofile für die Zugdiagonalen kombiniert.

Bei Fachwerken mit fallenden und steigenden Diagonalen nehmen diese Füllstäbe sowohl Zug- als auch Druckkräfte auf. Dafür werden für beide Füllstäbe oft drucksteife Hohlprofile verwendet. Durch die wenigen Füllstäbe verringert sich der Fertigungsaufwand bei den Gurtnoten. Offene Walzprofile als Gurte erlauben im Vergleich zu Hohlprofilen bessere Anschlusssituationen für Pfetten, Verbände und Stützen (Bild 18).



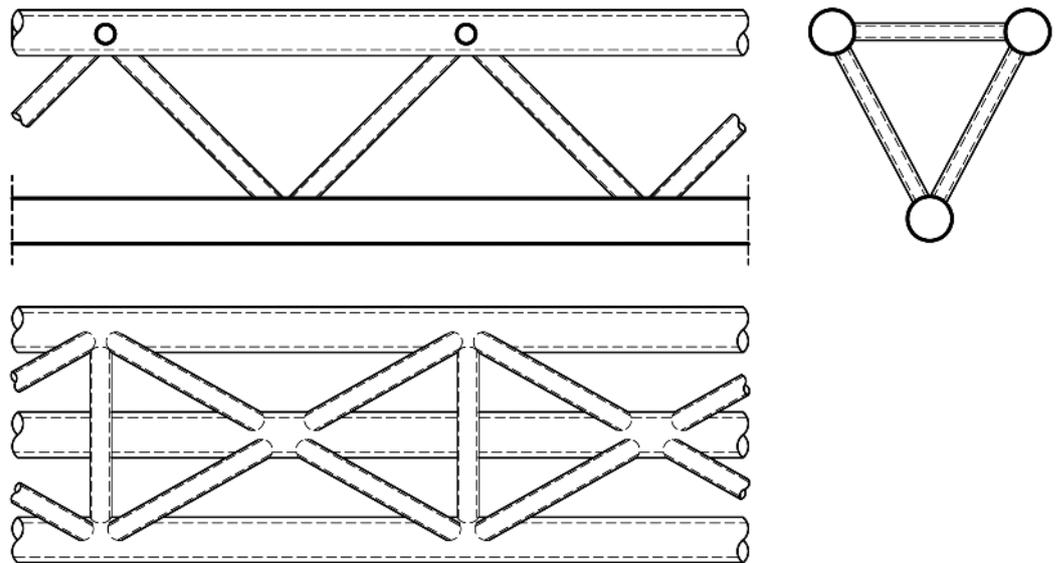


Bild 19: Dreigurtbinder aus Rohrprofilen

Weitergehende Erläuterungen zu Aspekten der Fachwerkplanung und ein Algorithmus zur Vorbemessung eines Einfeld-Fachwerkträgers der im Bild 18 gezeigten Geometrie sind im **Anhang** zu finden.

Für Tragwerke mit stützenfreien Spannweiten über 50 m setzt man bevorzugt Dreigurtbinder ein (Bild 19). Sie halbieren die Druckkraft durch zwei Obergurte, die in der horizontalen Ebene miteinander gekoppelt und dadurch zusätzlich seitlich stabilisiert werden. Dreigurtbinder sind torsionssteife räumliche Tragwerke, die zusätzlich aussteifende Bauteile quer zur Binderachse zumeist überflüssig machen.

#### 2.4.2 | Fachwerkauflagerung

Ein Fachwerk kann mit seinem Unter- oder Obergurt auf einer Stütze lagern. Bild 20 zeigt die Untergurtlagerung eines Fachwerkträgers auf einer Stahlstütze.

Durch einen horizontalen Stirnplattenstoß wird der Fachwerkträger auf die Stütze abgesetzt. Für die Kräfteinleitung werden Auflagersteifen angeschweißt. Bei dieser Untergurtlagerung besteht die Gefahr eines seitlichen Umkippens des Trägers in der Lagerfuge. Um das zu vermeiden, müssen vertikale Verbände eingezogen werden. Eine übliche Obergurtlagerung ist im Bild 21 dargestellt.

Bei dieser Lösung (siehe Bild 21 rechts) entsteht eine Exzentrizität ( $e$ ) des Auflagers (Stützenachse) zur Systemachse. Das Obergurtprofil des Fachwerkträgers ist daraufhin zu überprüfen, ob es die Querkräfte und das Biegemoment aus der Exzentrizität übertragen kann.

Im Fall einer biegesteifen Verbindung des Fachwerkes mit der Stütze werden sowohl der Obergurt als auch der Untergurt mit der Stütze verbunden und bilden dadurch eine Rahmenecke (Bild 22). Die Steifen werden benötigt um die Zug- bzw. Druckkräfte in die Stütze einzuleiten.

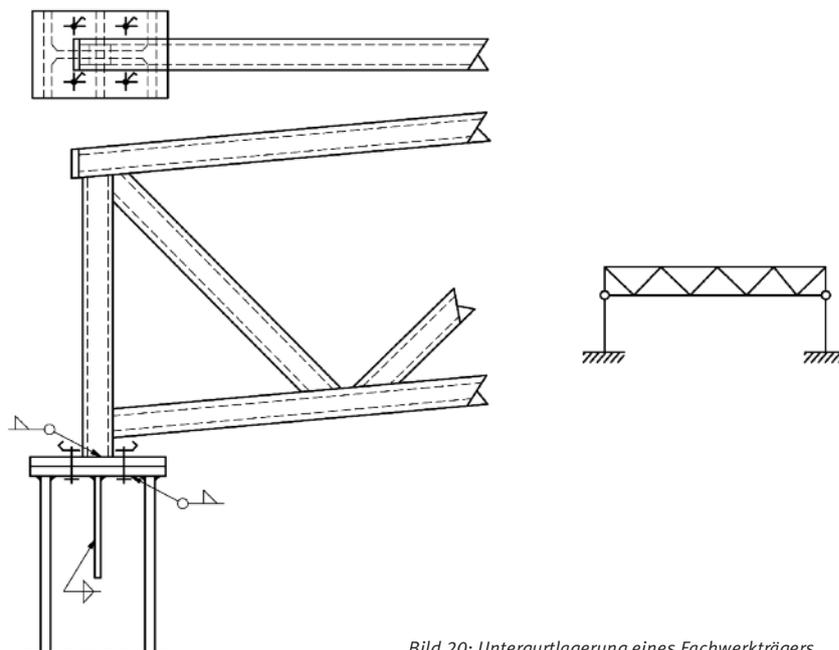


Bild 20: Untergurtlagerung eines Fachwerkträgers

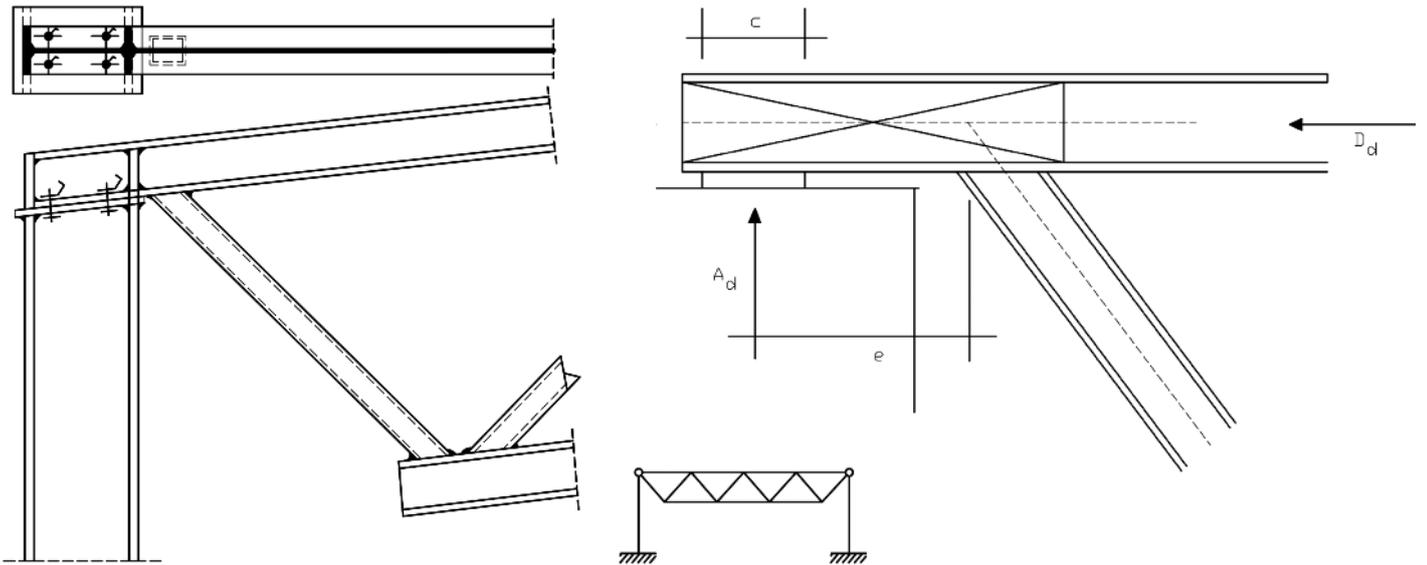
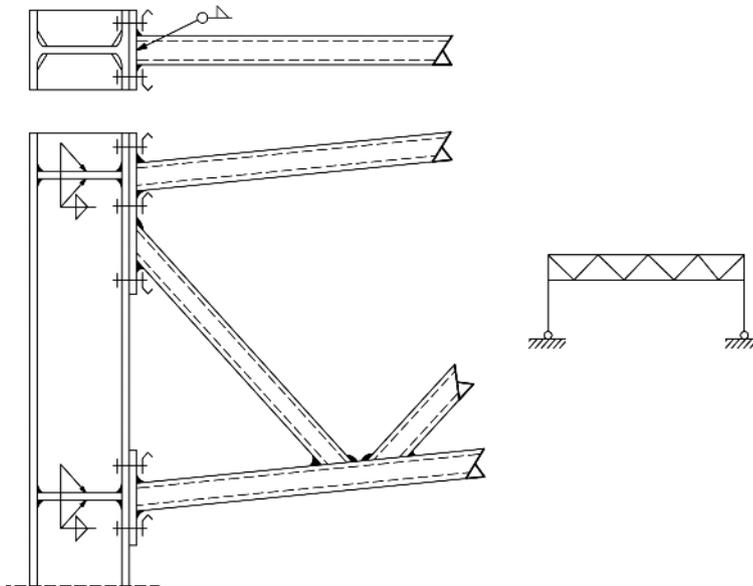


Bild 21: Obergurtlagerung eines Fachwerkträgers

Bild 22: Rahmenecke eines Fachwerkrahmens

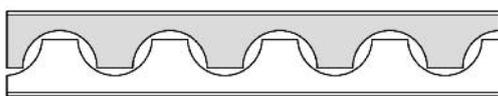


## 2.5 | Weitere Ausführungsmöglichkeiten des Dachträgers

Seit über 20 Jahren sind die Stahlkonstruktionen durch den Einsatz von Lochstegträgern noch leichter und noch flexibler geworden. Die Konsequenz ist nicht zuletzt mehr Spielraum in der architektonischen Gestaltung. Die Öffnungen lassen sich zugleich als Kanal bzw. Führung für die technischen Installationen nutzen.

Lochstegträger entstehen, indem man den Steg eines doppel-symmetrischen Stahlprofils nach einem bestimmten Muster in zwei sogenannte T-Stücke einschneidet, ein T-Stück wendet oder horizontal verschiebt und verschweißt (Bild 23).

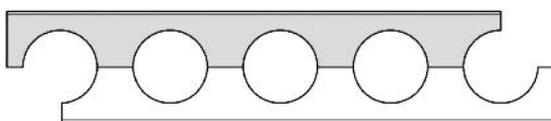
Je nach Öffnungsform werden Lochstegträger mit runden, Wabenträger mit sechseckigen oder achteckigen Öffnungen und sogenannten Angelina-Trägern mit einer sinusförmigen Schnittführung unterschieden. Für alle diese Träger sind bereits Bemessungshilfen in Form von Bemessungssoftware oder Bemessungsdiagrammen erhältlich.



a) Brennschneiden



b) Trennen der Träger



c) seitliches Verschieben und Zusammenschweißen

Bild 23: Prinzipskizze der Herstellung eines Lochstegträgers



Bild 24: Herstellung im Werk

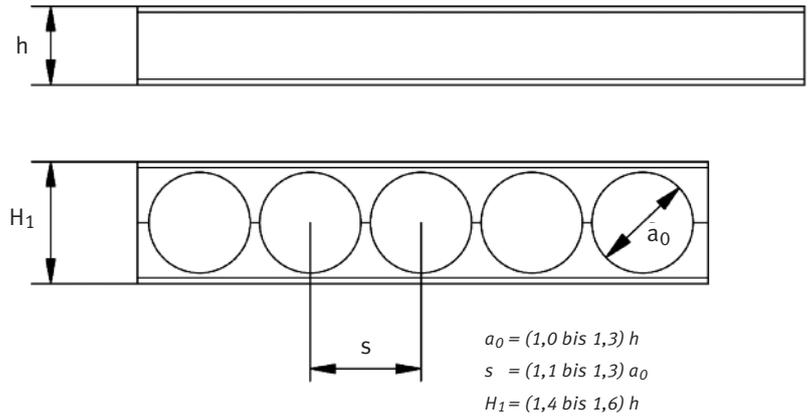


Bild 25: Abmessungen eines Lochstegträgers



Bild 26: Lochstegträger als Tragkonstruktion einer Halle

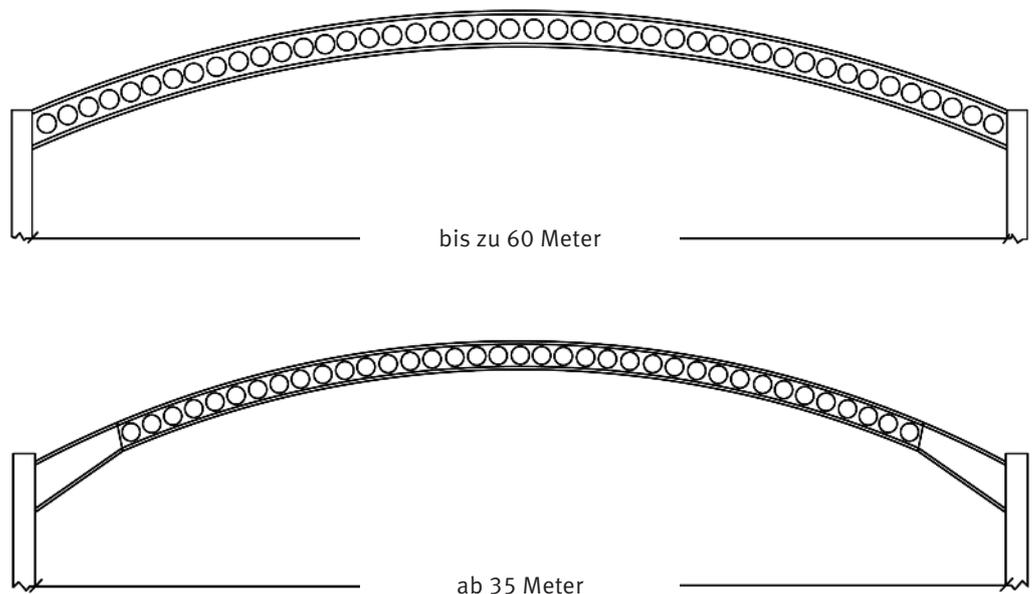
### 2.5.1 | Lochstegträger mit runden Öffnungen

Lochstegträger mit runden Stegöffnungen sind von verschiedenen Herstellern als Cellform-Träger oder ACB-Lochstegträger bekannt [38]. Die Herstellung derartiger Träger (Brennschneiden, Versetzen und Verschweißen) erfolgt heute weitgehend automatisiert (Bild 24).

Die Trägerhöhe, der Öffnungsdurchmesser und der Abstand der Öffnungen können je nach Anforderung des Projekts individuell angepasst werden (Bild 25). Der Durchmesser der Öffnungen kann bis zu 80 Prozent der gesamten Trägerhöhe ausmachen.

Durch ihr erhöhtes Trägheitsmoment werden Lochstegträger um 20 Prozent bis 40 Prozent leichter als normale Stahlträger. Als Dach-Einfeldträger können Lochstegträger bis zu 50 m freispannen. Aber auch als Durchlaufträger oder als Rahmenriegel bieten sie gegenüber Fachwerkträgern eine attraktive Alternative (Bild 26).

Bild 27: Gebogener freiaufliegender Lochstegträger und Lochstegträger als Rahmenriegel



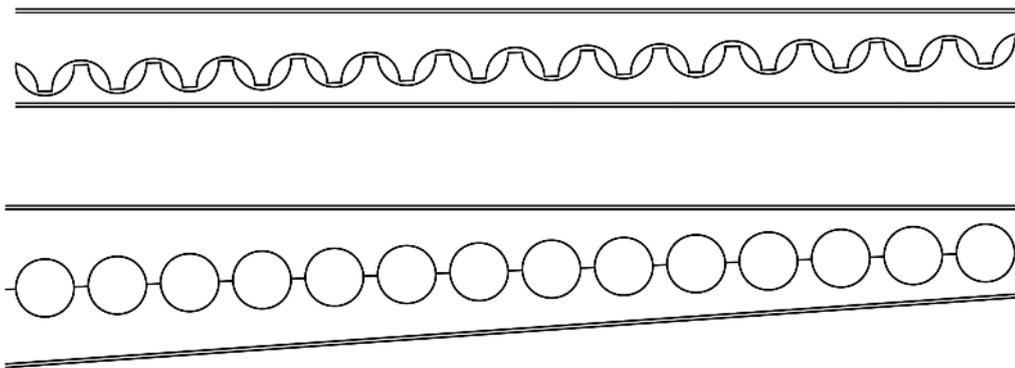


Bild 28: Konischer Lochstegträger

Alle Lochstegträger können zudem ohne merkliche Zusatzkosten leicht überhöht oder gebogen hergestellt werden. Ein gebogener frei aufliegender Lochstegträger kann als Dachträger bis zu 60 m spannen. Wirtschaftlich ist die Anwendung mit gevouteten Enden bei einem Rahmen mit einer Spannweite ab 35 m (Bild 27).

Auch sogenannte Hybridträger sind als Lochstegträger möglich. Dabei werden zwei T-Stücke unterschiedlicher Querschnitte und/oder unterschiedlicher Stahlgüte im Ober- und Untergurt zusammengefügt.

Um die Trägheitsmomente dem Biegemomentverlauf anzupassen, können Lochstegträger mit veränderlicher Höhe hergestellt werden (Bild 28). Durch einen Brennschnitt im definierten Winkel der gewünschten Verjüngung, das Umdrehen eines T-Stückes um 180 Grad und ein entsprechendes Zusammenschweißen sind auch diese konischen Lochstegträger einfach zu fertigen. Dieser Trägertyp findet oft bei langen Kragträgern, Durchlaufträgern oder Rahmenriegeln Anwendung.

## 2.5.2 | Angelina-Träger

Eine neue Entwicklung des Stahlherstellers ArcelorMittal im Bereich der Dach- bzw. Deckenträger wird unter der Bezeichnung Angelina-Träger vermarktet (Bild 29 und Bild 30) [39].

Seine sinusförmige Schnittführung hat eine geschmeidige und klare Geometrie zur Folge. Durch die Anpassung an die statischen und funktionalen Anforderungen ist eine Vielfalt an geometrischen Varianten möglich. Die Angelina-Schnittführung gestattet auch ein Biegen, Überhöhen oder das Fertigen hybrider Träger.

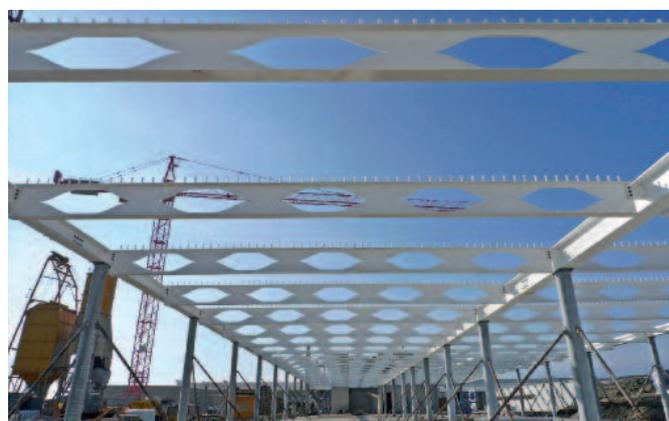
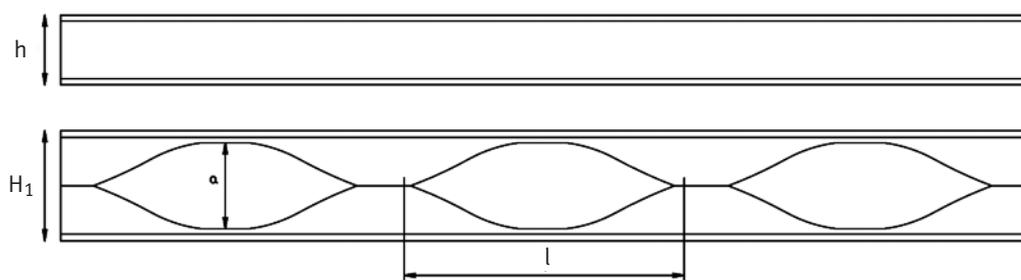


Bild 30: Angelina-Träger



$$a = h - 2(t_f - r - 20)$$

$$H_t = (1,4 \text{ bis } 1,7) h$$

$$l = (3 \text{ bis } 5) a$$

Bild 29: Prinzipskizze eines Angelina-Trägers

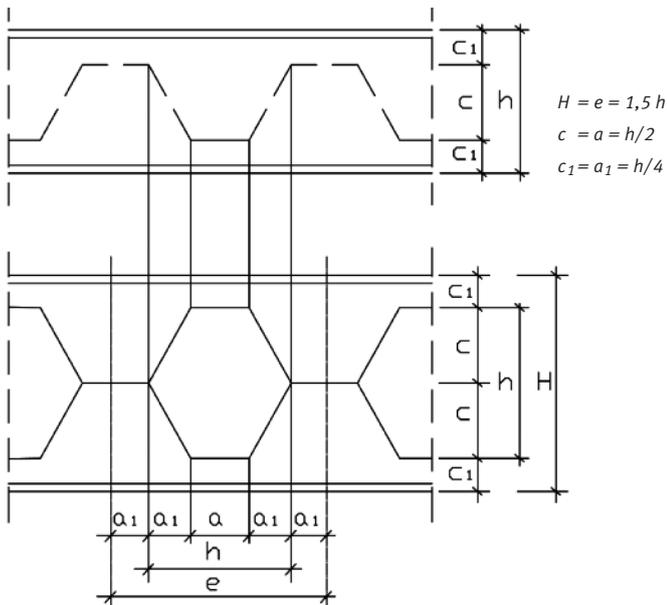


Bild 31: Prinzipische Skizze eines Wabenträgers

### 2.5.3 | Wabenträger

Wabenträger werden aus allen Walzprofilen durch zahnstangenartiges Auftrennen (sogenannte Peiner-Schnittführung) und anschließendes Verschweißen der Stege gefertigt (Bild 31 und Bild 32) [40]. Dabei entstehen gegenüber dem Ursprungsprofil um 50 Prozent höhere Profile mit sechseckigen Öffnungen, was sich positiv auf die Biegemomenttragfähigkeit auswirkt. Des Weiteren ermöglichen die Öffnungen die Durchführung von Installationen und sparen Gewicht und Material ein.

Durch das Einlegen und Verschweißen eines Bleches zwischen den aufgetrennten Stegen entstehen Wabenträger mit achteckigen Öffnungen, deren Höhe doppelt so groß werden kann wie die des Ursprungsprofils.

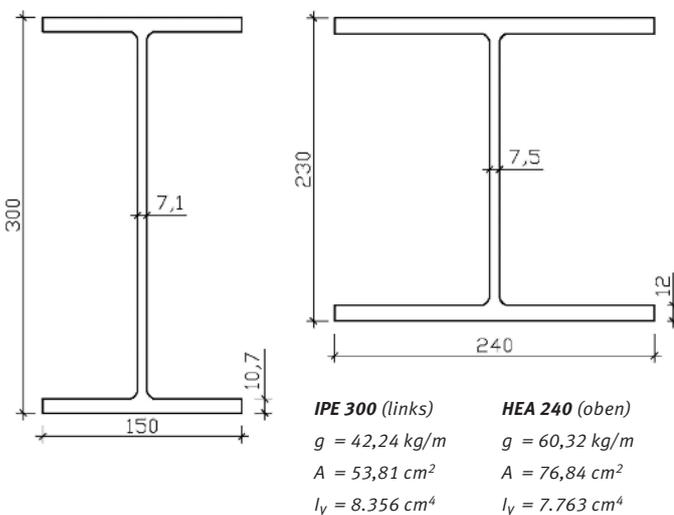


Bild 33: Stützenquerschnitte der Reihe IPE und HEA mit annähernd gleichen Trägheitsmomenten



Bild 32: Wabenträger

## 2.6 | Stützen

Für die Mehrzahl der Hallen mit ihren Spannweiten unter 30 m sind Stützen aus gewalzten I-Profilen gebräuchlich (Bild 33). Für Stützen in den Längswänden, die durch Normalkraft aus dem Dachträger und gleichzeitig auf Biegung infolge des Windes beansprucht sind, verwendet man vorzugsweise IPE-Profile. Diese sind auch die richtige Wahl für eingespannte biegebeanspruchte Stützen.

Im Bild 33 am Beispiel von zwei Stützen mit vergleichbaren Trägheitsmomenten, die maßgebend für die Abtragung eines Biegemomentes sind, ist deutlich zu sehen, dass die HEA Stützen um ca. 40 Prozent schwerer sind als die IPE Stützen. Bei Giebelwandstützen oder Innenstützen, die hauptsächlich durch Normalkräfte beansprucht sind, erweisen sich meist die gedrungenen HEA bzw. HEB-Profile als die wirtschaftlichere Option.

## 2.7 | Fußpunkte und Fundamente

Gelenkige Fußpunkte haben die Aufgabe die vertikalen Druck- bzw. Zugkräfte als auch die horizontalen Kräfte zu übertragen. Eine praktische Standardlösung zeigt das Bild 34: Eine Ankerplatte mit Schubstück und Zugsbewehrung wird bereits im Fundament einbetoniert. Das Schubstück, meistens aus HEA-Profilen, hat die Aufgabe, die Einleitung der horizontalen Kräfte in das Fundament zu ermöglichen. Die Zugsbewehrung soll ein Abheben der Stütze infolge der Verbandskraft verhindern. Auf die Ankerplatte wird eine Zwischenplatte mit Gewindebolzen angeschweißt, sodass die Stütze mit ihrer Fußplatte darauf angeschraubt werden kann. Um vertikale Toleranzen auszugleichen, empfiehlt sich zusätzlich die Verwendung von Futterblechen.

Hallenwände und gelenkige Außenstützen lagern in der Regel auf Streifenfundamenten (Bild 35). Die Standardhöhe solcher Fundamente ist 80 cm, sie ergibt sich insbesondere aus der Forderung nach frostsicherer Gründung. Die Breite des Fundamentes ist abhängig von der zulässigen Bodenpressung, die dem jeweiligen Bodengutachten zu entnehmen ist. Für eine vorläufige Schätzung der Fundamentabmessungen kann eine zulässige

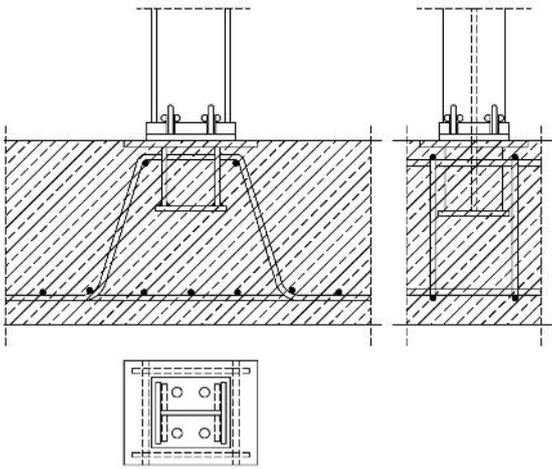


Bild 34: Längs- und Querschnitt durch einen gelenkigen Fußpunkt; rechts oben: Schema-Ansicht

Bodenpressung zu  $200 \text{ kN/m}^2$  angenommen werden. Für die spätere verbindliche Bemessung ist ein Bodengutachten mit allen relevanten Kenngrößen erforderlich.

Kleinere horizontale Kräfte werden oft durch die Bewehrungsschlaufen in die Bodenplatte eingeleitet. Im Bereich stark belasteter Stützen wird ein Einzelfundament erforderlich, oder das Streifenfundament wird lokal verbreitert.

Einspannmomente am Fuß der Stütze müssen durch eine Verankerung in die Fundamente eingeleitet werden. Werden die Stützen dabei in einer Köcherschalung einbetoniert dienen Holzklötze (Bild 36) oder U-Profile (Bild 37) dem Ausrichten der Stahlstützen. Die erforderliche Einspanntiefe ist abhängig von dem angreifenden Biegemoment, der zulässigen Betonpressung und der Schubtragfähigkeit der Stahlstützen. Große Einspannmomente haben große Fundamente zur Folge.

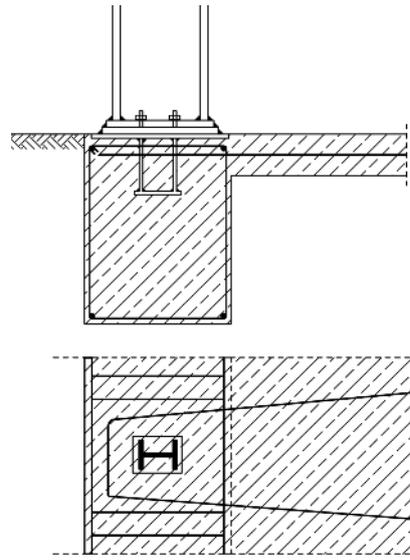
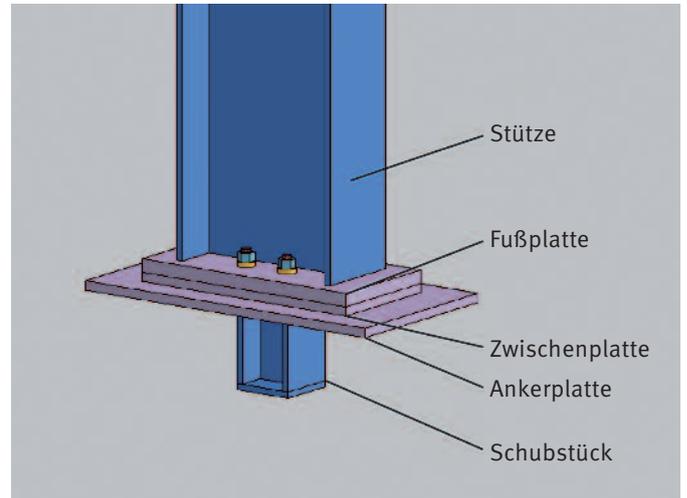


Bild 35: Streifenfundament, durch eine Bewehrungsschleife mit der Bodenplatte verbunden

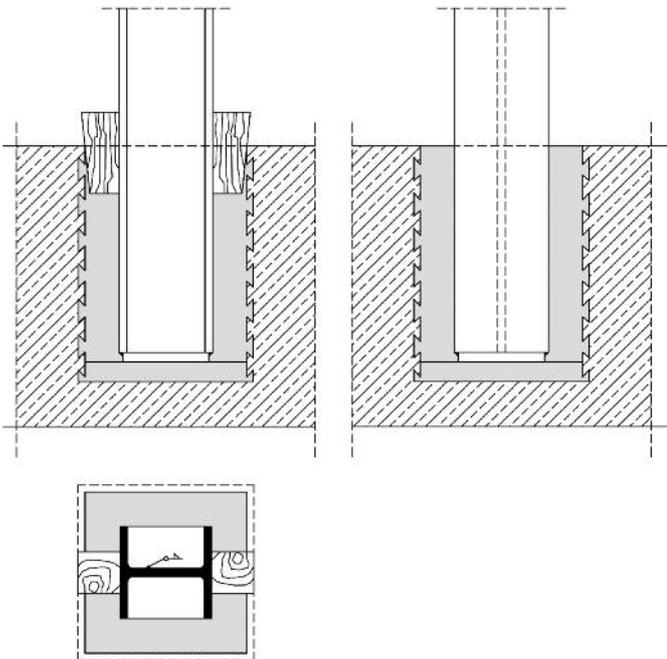


Bild 36: Einspannung und Ausrichten der Stütze mit Holzklötzen

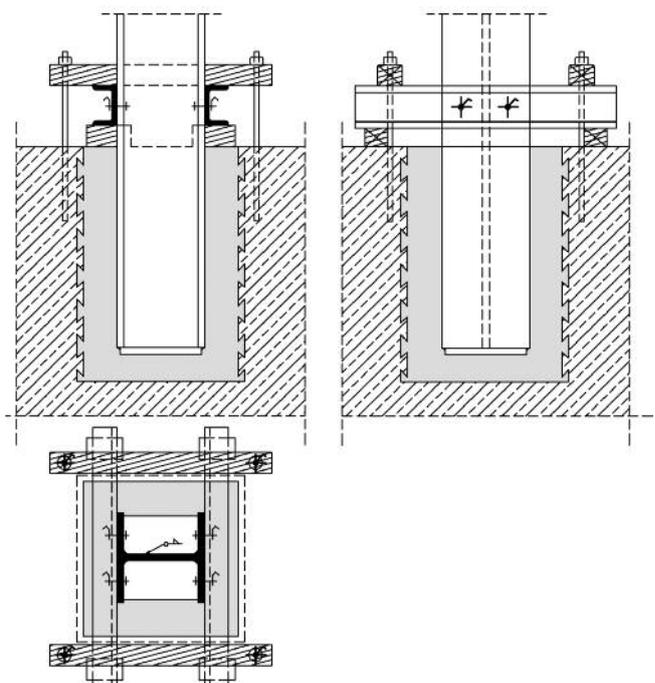


Bild 37: Einspannung und Ausrichten der Stütze mit U-Profilen

### 3 | Gebäudehülle

In jüngster Zeit haben sich als Weiterentwicklung früherer Konstruktionsmodelle im Wesentlichen drei Dach- und zwei Wand-Aufbausysteme für den Hallenbau durchgesetzt, die auf den folgenden Seiten dargestellt werden [24, 28-30].

#### 3.1 | Dach-Aufbausysteme

##### 3.1.1 | Warmdach

Die im Hallenbau am häufigsten verwirklichte Dachvariante ist das einschalige, oberseitig wärmedämmte, unbelüftete Foliendach. In diesem Fall werden Trapezbleche als Ein-, Zwei- oder Dreifeldträger (bevorzugt!) von Riegel zu Riegel oder Pfette zu Pfette, üblicherweise mit einer Spannweite von 5 m bis 7 m verlegt. Ein beispielhafter Dachaufbau über der tragenden Unterschale besteht aus der Dampfsperre, der Dämmschicht und einer Folien-Abdichtung (Bild 38). Die Mindestneigung des fertigen Daches beträgt 2 Prozent. Durchbrüche für Lichtkuppeln werden gesondert ausgesteift.

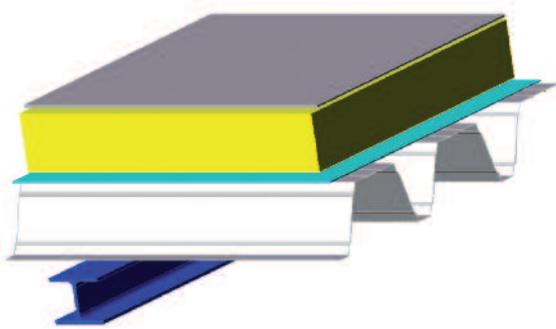


Bild 38: Wärmegedämmtes unbelüftetes Foliendach

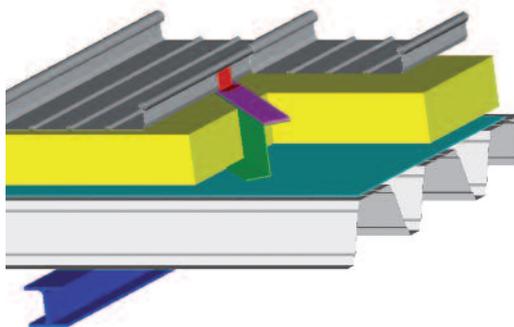


Bild 39: Wärmegedämmtes unbelüftetes zweischaliges Metaldach

##### 3.1.2 | Zweischaliges wärmegedämmtes Dach

Der Aufbau des zweischaligen Daches gleicht im Wesentlichen dem des Warmdaches – mit dem Unterschied, dass es anstelle der oberen Folienabdichtung eine Blechschale aufweist (Bild 39). Dafür werden vorrangig Klemmfalz- und Stehfalzprofile aus feuerverzinktem Feinblech oder Aluminium eingesetzt, die auch bombiert oder konisch verlaufend lieferbar sind.

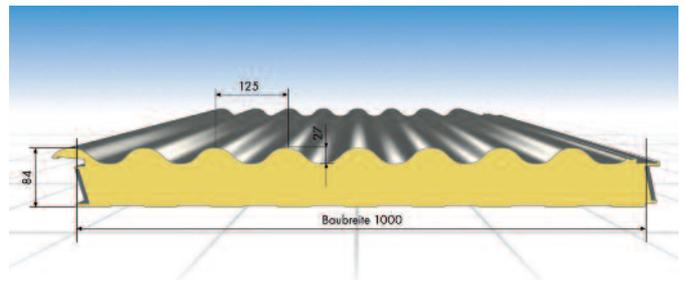


Bild 40: Sandwichelement

##### 3.1.3 | Dach-Sandwichelemente

Als Sandwichelemente werden Bauelemente bezeichnet, die aus zwei Deckschalen und einem Dämmstoffkern bestehen; sie können als Wand- oder Dachbauteile eingesetzt werden (Bild 40). Die Einführung von Sandwichelementen für Dach und Wand führte zu einer deutlichen Verkürzung der Montagezeiten von Stahlhallen. Die Bemühungen auf der Baustelle reduzieren sich heute im Wesentlichen auf die luft- und wasserdichte Ausbildung der Fugen.

Dach-Sandwichelemente haben im Regelfall Baubreiten von 1.000 mm, mit Elementdicken von 70 bis 115 mm, abhängig von der geforderten Wärmedämmung und der statischen Beanspruchung. Die zulässigen Spannweiten der Dach-Sandwichelemente, in der Regel zwischen 3 m und 5 m, kann man den Bemessungstabellen der Hersteller entnehmen. Eine Mindestdachneigung von 3 Grad bei Dächern ohne Querstoß und ohne Durchbrüche bzw. 5 Grad bei Dächern mit Querstoß und Durchbrüchen soll nicht unterschritten werden.

#### 3.2 | Wand-Aufbausysteme

##### 3.2.1 | Zweischalige wärmegedämmte Kassettenwand

Kassettenprofile spannen in der Regel von Stütze zu Stütze 5 m bis 7 m. Sie werden in Baubreiten von ca. 600 mm gefertigt und als Ein-, Zwei- oder Dreifeldträger an die Stützen angebracht. Zwischen dem Kassettenprofil und der Deckschale entstehen Hohlräume, die gemäß den bauphysikalischen Anforderungen ganz oder teilweise mit Mineralfaserdämmung ausgefüllt werden. Um Wärmebrücken zu vermeiden, ist zwischen den Kassetten-

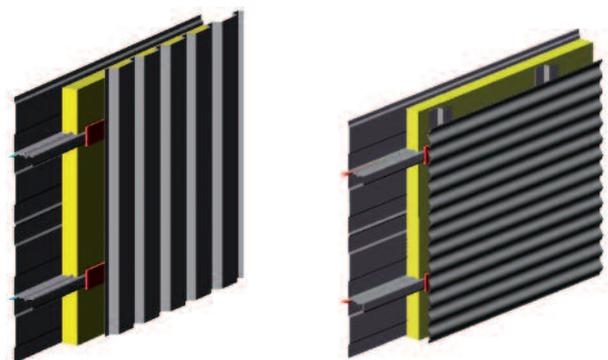


Bild 41: Kassettenwand mit vertikal bzw. horizontal gespannter Außenschale

stegen und der Außenschale der Einbau einer thermischen Trennung obligatorisch (Bild 41). Mit dem Einbau von Dichtbändern in Längsstößen und in Auflagerbereichen ist die geforderte Luftdichtigkeit erreicht. Insbesondere dort, wo es auf hohe Schalldämmwerte und geringe Brandlasten ankommt, hat sich dieses Wandsystem durchgesetzt.

### 3.2.2 | Wand-Sandwichelemente

Wand-Sandwichelemente gibt es in den Baubreiten von 600 bis 1.200 mm und mit Elementdicken von 40 bis 120 mm. Die übliche Schalendicke von Sandwichelementen liegt zwischen 0,4 mm und 1,0 mm. Mittlerweile gibt es die Deckschalen in einer ganzen Palette von Profilstrukturen, von ebenen über linierte, genutete, bis hin zu Mikro-, Trapez- und Wellenprofilierungen.

Polyurethan-Hartschaum (kurz PUR) ist ein idealer Dämmstoff für Sandwichelemente, denn er verfügt über ein ausgezeichnetes Dämmvermögen und hohe Druckstabilität. Die diffusionsdichte Deckschale der Elemente schützt den Schaum verlässlich gegen Feuchte. Das Eindringen von Wasser ist auch an den Stirnflächen ausgeschlossen. PUR-Hartschaum besitzt die niedrigste Wärmeleitfähigkeit aller derzeit bekannten Wärmedämmstoffe. Des Weiteren ist festzustellen, dass die Sandwichelemente keine Wärmebrücken aufweisen. Sandwichelemente mit Mineralfaserkern werden aufgrund ihrer ungünstigeren wärmetechnischen Werte gegenüber PUR hauptsächlich für den Einsatz im vorbeugenden Brandschutz (nicht brennbare Wärmedämmung!) und bei schalldämmenden Konstruktionen eingesetzt.

### 3.3 | Wärmeschutz

Nie ließen sich das Klima und die Klimaveränderung so intensiv beobachten und wahrnehmen wie heute. Ein erstklassiger Wärmeschutz ist bei Neubauten daher zur unabdingbaren Forderung geworden, denn Wärmebrücken und Luftdichtigkeit spielen eine wesentliche Rolle für die Energiebilanz von Gebäuden. Einer fugenfreien Verlegung der Wärmedämmung gilt daher besonderes Augenmerk; die Längs- und Querfugen aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen sind dauerhaft luftundurchlässig abzudichten.

### 3.4 | Feuchteschutz

Eine unsachgemäß eingebaute Wärmedämmung kann Feuchteschäden z. B. aus Kondensatbildung zur Folge haben. Kondensat bildet sich an den kalten, außenliegenden Konstruktionsteilen, wenn Wasserdampf vom Inneren des Gebäudes sich nach außen bewegt und es dort zur Taupunktunterschreitung kommt. Dies ist insbesondere in der kalten Jahreszeit der Fall, denn die Außenbauteile trennen Bereiche unterschiedlicher Temperaturen und Luftfeuchte und einem jeweils unterschiedlichen Wasserdampf-Teildruck. Durch Abdichten von Wandinnenschalen (z.B. bei Kassetten, siehe Bild 42) oder durch den Einbau von Dampfsperren (z. B. bei wärmegeprägten Trapezprofil-dächern, siehe Bild 38) kann die Kondensatbildung unterbunden werden.

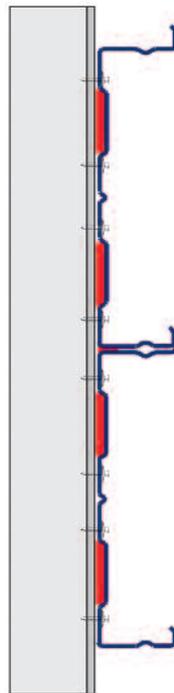


Bild 42: Abdichten im Längsstoß und an Endauflagern

Bei Sandwichelementen ist wegen ihrer gasdiffusionsdichten Stahldeckschichten eine Wasserdiffusion durch das Bauteil nicht möglich. Ein rechnerischer Nachweis zur Wasserdampfkondensation ist damit nicht erforderlich.

## 4 | Ausbau und Ausstattung

### 4.1 | Schallschutz und Raumakustik

Die **schalltechnischen Nachweise** sind gemäß TA-Lärm („Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm“) und nach landesrechtlichen Vorgaben („Sportanlagelärmschutzverordnung“) zu führen.

Bei der Planung und Ausführung des Schallschutzes ist zu unterscheiden, ob maßgeblich Schalldämmung oder Schalldämpfung erreicht werden sollen. Schalldämmung bedeutet Minderung der Lärmweiterleitung aus dem Gebäudeinnern nach außen. Schalldämpfung setzt eine Schallabsorption d. h. Dämpfung des Geräuschpegels innerhalb des Gebäudes voraus. Diese beiden Maßnahmen werden oftmals gleichzeitig gefordert.

Bei Betrachtung der Schalldämmung wird weiter zwischen Luftschall und Körperschall unterschieden. Die Anforderungen an den Luftschallschutz für die Außenbauteile gegen Außenlärm werden in der DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“, Tabelle 8 geregelt. Tabelle 3 enthält einen Auszug daraus.

Die Norm stuft Räume, die ausschließlich dem Sportbetrieb dienen, wie Büroräume ein. Sportstätten mit Mehrzweckcharakter, bei denen auch kulturelle Veranstaltungen zu erwarten sind, haben ein höheres Störpotenzial und werden dagegen wie Unterrichtsräume bewertet.

Lärmpegelbereich	„Maßgeblicher Außenlärmpegel“  [dB(A)]	Raumarten		
		Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Über- nachtungsräume in Beherbergungs- stätten, Unterrichts- räume u. ä.	Büroräume <sup>a</sup> u. ä.
		erf. $R'_{w,res}$ des Außenbauteils in dB		
I	bis 55	35	30	–
II	56 bis 60	35	30	30
III	61 bis 65	40	35	30
IV	66 bis 70	45	40	35
V	71 bis 75	50	45	40
VI	76 bis 80	b)	50	45
VII	> 80	b)	b)	50

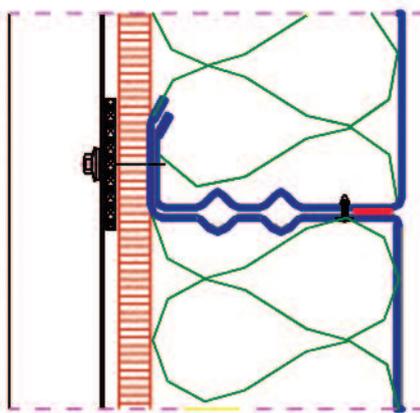
<sup>a</sup> An Außenbauteile von Räumen, bei denen der eindringende Außenlärm aufgrund der in den Räumen ausgeübten Tätigkeiten nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenraumpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt.

<sup>b</sup> Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

Tabelle 3: Auszug aus Tabelle 8 der DIN 4109: Anforderungen an Luftschalldämmung von Außenbauteilen (gültig für ein Verhältnis  $S_{(W+F)}/S_G = 0,8$ )

Die Luftschalldämmung erfolgt in Leichtbauweise durch einen mehrschaligen Aufbau und eine dazwischenliegende Dämmung. Damit sind bei solchen Bauteilen Schalldämm-Werte bis zu 54 dB möglich (Bild 43).

Mit einer Dämmung aus Mineralwolle von 100 mm Dicke und einer Rohdichte von  $\rho = 30 \text{ kg/m}^3$ , werden ohne die Gipsfaserplatte Schalldämm-Werte von ca. 45 dB erreicht.



- Aufbau von außen nach innen (vorn links nach rechts):
- Stabilisierende Wetterschale
  - Thermischer Trennstreifen Neopren APTK Band 5 mm x 60 mm
  - Gipsfaserplatte 18 mm
  - Mineralwolle 120 mm,  $\rho = 50 \text{ kg/m}^3$
  - Kasette mit Dichtband (längs)

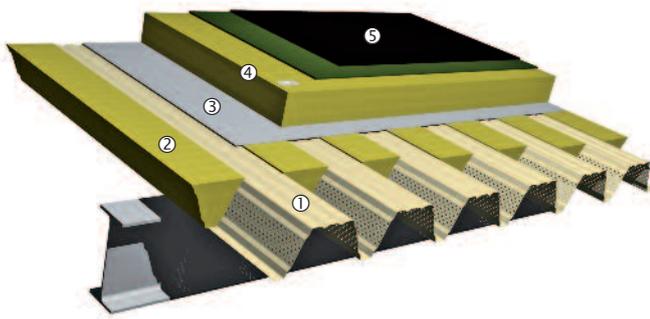
Bild 43: Schnitt durch eine Kassettenwand mit  $R'_{w} = 54 \text{ dB}$

Die PUR-Sandwichelemente erreichen unabhängig von der Elementdicke ein bewertetes Schalldämm-Maß  $R'_{w}$  von 25 dB. Sandwichelemente mit Mineralfaser-Dämmung kommen auf Grund ihres höheren Flächengewichts auf Schalldämm-Werte von 30 dB.

Die Schalldämmung des eingebauten betriebsfertigen doppel-schaligen Trennvorhangs, welcher der akustischen und optischen Unterteilung der Sporthalle dient, muss ein bewertetes Schalldämm-Maß  $R'_{w}$  von mindestens 18 dB aufweisen. Trennvorhänge tragen in jedem Fall zur Verbesserung der Schallabsorption der Hallenteile bei.

Die Körperschalldämmung ist in der Regel aufgrund fehlender Masse sehr schwierig zu realisieren und im Einzelfall nur durch eine Entkoppelung der Körperschallübertragung möglich. Voraussetzung dafür ist, dass Dach- bzw. Wandabschnitte durch Fugen getrennt sind, die auch bei Fundamenten einzuplanen sind.

Konstruktive Maßnahmen der Schalldämpfung sind der Einbau von Akustik-Lochblechen in der Tragschale des Dach- bzw. Wandaufbaus und die Hinterlegung von Schallabsorptionsmaterialien aus Mineralfasern. Die Schalldämpfung wird mit dem sogenannten Schallabsorptionsgrad  $\alpha$  beschrieben, wobei  $\alpha = 1$  eine vollständige Absorption und  $\alpha = 0$  eine vollständige Reflexion bedeutet. Akustikprofile werden für das Dach üblicherweise im Steg des Trapezbleches und für die Wand in der Fläche des Kassettenprofils perforiert. Perforierte Profile und Kassetten verlieren an Tragfähigkeit, was sich aber durch eine großzügige Wahl der Profilhöhe und der Blechdicke kompensieren lässt.



- ① Akustik-Trapezblech 135/310
- ② Akustikeinlage
- ③ Dampfsperre
- ④ Wärmedämmung 140 kg/m<sup>2</sup>
- ⑤ Dachdichtungsbahn

Bild 44: Schematische Darstellung eines Dachaufbaus mit perforierten Trapezblechen

Einen typischen Dachaufbau mit perforierten Trapezblechen stellt das Bild 44 dar [42]. Mit einem so ausgeführten System erreicht man einen Schallabsorptionsgrad von ca.  $\alpha = 0,75$  bis  $0,80$ .

Ein Wandaufbau mit perforierten Kassetten ist im Bild 45 zu sehen. Mit einem derartigen Wandsystem kann ein Schallabsorptionsgrad bis zu  $\alpha = 0,90$  erzielt werden. Handelt es sich um Außenwände, so sind zusätzlich Dichtbänder einzubauen, wie in den Bildern 40 und 42 dargestellt.

Auf Wunsch ist ein individuell gestaltetes Lochbild lieferbar. Hierbei sind allerdings optische Effekte wie z. B. das Flimmern zu berücksichtigen bzw. zu vermeiden.

**Raumakustische Maßnahmen** dienen dazu, die Sprachverständlichkeit beim Training und Sportunterricht zu sichern und die Lärmbelastigung für Anwesende möglichst gering zu halten.

Die wesentliche Kenngröße zur Beschreibung der akustischen Qualität eines Raumes ist die Nachhallzeit. Sie ist ein Maßstab für den Abbau der Schallenergie. Je kürzer die Nachhallzeit, desto besser ist die Sprachverständlichkeit und desto geringer die Höhe des Störgeräuschpegels. DIN 18041 regelt die Nachhallzeiten in kleinen bis mittelgroßen Räumen, und zwar in Abhängigkeit von der Raumnutzung und vom Raumvolumen. Sie fordert für reine Sporthallen ohne Publikum bei einzügigem Unterrichtsbetrieb Soll-Nachhallzeiten von 1,7 bis 2,5 Sekunden (bei 2.200 bis 8.500 m<sup>3</sup>) und in der Mehrfeldhalle bei mehrzügigem Unterricht Soll-Nachhallzeiten von 1,4 bis 2,0 Sekunden. In Hallen mit Publikum werden Soll-Nachhallzeiten von 1,1 bis 1,4 Sekunden gefordert. Um diese Vorgaben zu erfüllen, müssen



- ① Akustik-Kassette 130/600
- ② Akustikeinlage
- ③ Dampfsperre
- ④ Wärmedämmung I
- ⑤ Distanzprofil
- ⑥ Wärmedämmung II
- ⑦ Deckschale

Bild 45: Schematische Darstellung eines Wandaufbaus mit perforierten Kassetten

Decken- und Wandbereiche mit ballwurfsicheren Absorbern ausgestattet werden. Die notwendige Größe der Absorberfläche kann ein Akustikplaner berechnen. Im Zweifelsfall sollten eher zu kurze als zu lange Nachhallzeiten angestrebt werden. Sportstätten mit langer Nachhallzeit werden von Nutzern oft beanstandet. Nachbesserungen sind häufig teurer als eine von Beginn an richtige Planung und Ausführung.

#### 4.2 | Beleuchtung

DIN EN 12193, 2008-04 legt die Beleuchtung von Sportstätten für die 60 in Europa am häufigsten ausgeübten Sportarten in Innen- und Außenanlagen fest, wobei drei Beleuchtungsklassen unterschieden werden. Die Beleuchtung der Sportstätten muss gute Sehbedingungen für Sportler, Athleten, Schiedsrichter und Zuschauer gewährleisten und gegebenenfalls Film- und Fernsehaufnahmen ermöglichen.

Es werden 3 Beleuchtungsklassen unterschieden:

- Beleuchtungsklasse I: Hochleistungswettkämpfe, Hochleistungstraining, Sportveranstaltungen auf nationaler und internationaler Ebene
- Beleuchtungsklasse II: Wettkämpfe mit mittlerem Niveau
- Beleuchtungsklasse III: Einfache Wettkämpfe (meist ohne Zuschauerbeteiligung, allgemeines Training, allgemeiner Schul- und Freizeitsport (siehe Tabelle 4).

Wettbewerbsniveau	Beleuchtungsklasse		
	I	II	III
International/National	•		
Regional	•	•	
Lokal	•	•	•
Training		•	•
Schul-/Freizeitsport			•

Tabelle 4: Beleuchtungsklassen nach DIN EN 12193

In den Tabellen A.1 bis A.28 der DIN 12193 werden Mindestwerte für horizontale ( $E_h$ ) bzw. vertikale ( $E_v$ ) Beleuchtungsstärken angegeben – wie beispielhaft in der Tabelle 5 dargestellt [41]. Alle in der Norm in Abhängigkeit von der ausgeführten Sportart genannten Werte für die Beleuchtungsstärke beziehen sich auf das Spielfeld. Eine Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke (horizontal bzw. vertikal) über die Gesamtfläche der Sportanlage wird durch das Verhältnis von minimaler ( $E_{\min}$ ) zu mittlerer ( $E_{av}$ ) Belastungsstärke ausgedrückt. In den Zuschauerbereichen ist ein Beleuchtungsniveau von mindestens 10 lx (Lux) gefordert.

Um die Sicherheit der Teilnehmer an einer Sportveranstaltung bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung zu gewährleisten, legt die Norm einen Prozentsatz von 5 oder 10 Prozent des geforderten Beleuchtungsniveaus fest. Dieses reduzierte Beleuchtungsniveau muss für eine Zeit von mindestens 30 s bis maximal 120 s nach Ausfall der Allgemeinbeleuchtung zur Verfügung stehen.

Für die Sportstättenbeleuchtung mit Tageslicht gilt die DIN 67526-3 – Sportstättenbeleuchtung. Tageslichtquellen im Sinne der Norm sind Fenster und Oberlichter. Die DIN zielt nicht zuletzt darauf, eine Blendung und damit Unfallgefahren für die Sportler zu vermeiden.

A.2 Handball, Basketball, Volleyball <sup>a</sup> , Faustball, Fußball, Kampfsport, Gewichtheben		
Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke	
	$E_{h,av}$ [lx]	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	750	0,7
II	500	0,7
III	200	0,5

<sup>a</sup> Die Leuchten sollten sich nicht direkt über dem Spielfeld befinden.

Tabelle 5: Mindestwerte der Beleuchtungsstärke nach Sportart

Zur Planung der Beleuchtungsanlage teilt man die zu beleuchtenden Flächen in Haupt-, Gesamt- und Referenzflächen ein. Als Referenzebene zur Bestimmung der horizontalen Beleuchtungsstärke ist in der Regel der Boden und für die vertikale Beleuchtungsstärke eine Höhe von 1 m über dem Boden festgelegt.

Die Anordnung, Bestückung und Schaltmöglichkeit der Leuchten sollte die Anpassung an die für die jeweilige Sportart notwendige Beleuchtungsstärke – unter Berücksichtigung des Tageslichts – erlauben. Zudem müssen die Leuchten in den Hallen ballwurfsicher sein.

### 4.3 | Belüftung

Für Sporthallen strebt der Gesetzgeber eine mühelose natürliche Be- und Entlüftung mit einer möglichst intensiven Luftzirkulation an [1].

Für eine optimale Be- und Entlüftung eignen sich eine horizontale Umkehrlüftung mit einer Zuluftöffnung von mindestens 2,5 m über dem Sportboden und Abluftöffnungen auf gleicher Seite unmittelbar über dem Sportboden. Eine weitere Möglichkeit ist die Lüftung mit Zuluftöffnungen in der Decke und Abluftöffnungen zu 50 Prozent unter der Decke und zu 50 Prozent über dem Sportboden.

RLT (Raumlufttechnische) Anlagen werden nach DIN EN 13779 „Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage“, Ausgabe 05/2005 (VDI-Lüftungsregeln) geregelt. Sind zusätzliche Lüftungen erforderlich, wird der Außenluftstrom in Abhängigkeit von der Nutzung der Räume (Halle, Trainingsräume oder Sozialräume) festgelegt.

### 4.4 | Ballwurfsicherheit

Anforderungen an die Ballwurfsicherheit betreffen alle Bauelemente im Halleninnenraum, die von Basketball, Fußball, Handball, Volleyball, Hockeyball getroffen werden können. Als ballwurfsicher gelten Bauelemente laut DIN 18032, Teil 3 [3] dann, wenn sie und ihre Unterkonstruktion bei mechanischen Beanspruchungen durch Bälle ohne wesentliche Veränderungen (z. B. Deformation, Bruch etc.) bleiben. Eine eingeschränkte Ballwurfsicherheit akzeptiert Beschädigungen nur durch den Hockeyball.

Für Bauelemente in der Decke ist lediglich eine eingeschränkte Ballwurfsicherheit vorgeschrieben. Die Prüfung wird mit einem 36-fachem Beschuss mit Handbällen aus einem druckluftbetriebenen Ballschussgerät durchgeführt, wobei die Anprallgeschwindigkeit ( $16,5 \pm 0,8$  m/s) beträgt, was 60 km/h entspricht. Nach dieser mechanischen Beanspruchung dürfen an den Konstruktionen keine wesentlichen Veränderungen eintreten. Das Trapezblechdach, auch in gelochter Ausführung (Akustikdach), gilt als ballwurfsicher. Die Wände müssen laut DIN 18032, Teil 1 [1] ballwurfsicher und bis zur Höhe von zwei Metern ebenflächig, geschlossen und splitterfrei sein. Sie dürfen keine rauen Oberflächen besitzen.

In kleineren Sporthallen, in denen nicht Hockey gespielt wird, dürfen auch Wandelemente mit eingeschränkter Ballwurfsicherheit eingesetzt werden. In Sporthallen mit einer Nutzfläche von 21 m x 45 m ist die Verwendung von Wandelementen bis zu 2 m Höhe über der Oberkante des Bodens und 4 m Höhe hinter den Hockeytoren mit eingeschränkter Ballwurfsicherheit nicht zulässig.

Anders als Decken werden ballwurfsichere Wandverkleidungen bei der Prüfung nach DIN 18032-T3 zusätzlich mit Hockeybällen beschossen. Der Beschuss mit Handbällen erfolgt 54-mal, wobei die Aufprallgeschwindigkeit ( $23,5 \pm 1,2$ ) m/s beträgt, was ca. 85 km/h entspricht. Mit Hockeybällen bei einer Geschwindigkeit von ca. 65 km/h erfolgen 4 Schüsse bei einem Auftreffwinkel von 90 Grad und 8 Schüsse bei einem Auftreffwinkel von 45 Grad. Die Stahlkassettwand gilt mit Blick auf diese Beanspruchungen als ballwurfsicher.

Soll in den Sporthallen Schulsport betrieben werden, müssen die Oberflächen von Hallenstirnwänden bis zu einer Höhe von 2 m mit nachgiebigen Materialien verkleidet werden, die das Verletzungsrisiko der Schüler beim Aufprall vermindern.

Auch die Lichtöffnungen bzw. Verglasungen müssen ballwurfsicher sein. Bei einer Spannweite von 6 m erfüllen Verbund-Sicherheitsgläser mit ca. 10 mm Stärke und Einscheiben-Sicherheitsgläser mit ca. 8 mm bereits die Anforderungen der uneingeschränkten Ballwurfsicherheit.

#### 4.5 | Tribünen

Zur Schaffung von flexiblen Zuschauerplätzen haben sich ausziehbare oder faltbare Tribünen bewährt. Die baulichen Anforderungen an diese Tribünen sind in der DIN 18032, Teil 5 [5] geregelt.

Der Ausblick auf die Wettkampfflächen muss von allen Sitzen aus sichergestellt sein. Es kann von einer linearen Steigung von mindestens 0,28 m ausgegangen werden. Die Sitzplatzreihen sollten mindestens 0,75 m tief sein, erfahrungsgemäß aber besser 0,85 m. Die Gangbreite darf 0,45 m nicht unterschreiten. Die Breite der Sitze muss mindestens 0,5 m und ihre Höhe sollte mindestens 0,42 m betragen.

Die Festigkeit und Standsicherheit der Tribünen sind durch eine statische Berechnung nach DIN 18800 und mit den Lastannahmen nach DIN 1055 nachzuweisen. Die Fahrrollen sind unter den Stützen oder einem Grundrahmen zentrisch anzuordnen; dabei sind Feststellvorrichtungen obligatorisch. Bei Vollbelastung der Tribüne darf die Belastung des Hallenbodens über ebene Auflagerflächen 1 N/mm<sup>2</sup> und die Gesamtbelastung des Bodens durch die Tribüne 5 kN/m<sup>2</sup> nicht überschreiten.

#### 4.6 | Trennvorhänge

Trennvorhänge werden in Sport- und Mehrzweckhallen eingebaut um durch separat nutzbare Spielfelder und Räume zeitgleich stattfindende Veranstaltungen und Trainingseinheiten

zu ermöglichen. Die Anforderungen an die Trennvorhänge fasst die DIN 18032, Teil 4 [4] zusammen. Im Allgemeinen muss ein Trennvorhang die Anforderungen an Wände nach DIN 18032, Teil 1 erfüllen.

Die Ausbildung der an den Trennvorhang anschließenden Dach- und Wandbereiche muss so erfolgen, dass im heruntergefahrenen Zustand des Trennvorhangs eventuelle Schallbrücken die Anforderungen an die Schalldämmung nicht beeinträchtigen. Die Schalldämmung des eingebauten und betriebsfertigen Trennvorhangs muss zwischen den Einzelräumen unter Einschluss der Nebenwege ein bewertetes Schalldämm-Maß  $R'_w$  von mindestens 18 dB aufweisen. Das Material des Trennvorhangs muss den Anforderungen der Baustoffklasse B1 (schwer entflammbar) entsprechen und eine Reißkraft von 100 kg aufweisen.

#### 4.7 | Sportböden

Sportböden werden hinsichtlich ihrer sportfunktionellen, schutzfunktionellen und technischen Eigenschaften gekennzeichnet. Die Anforderungen an Sportböden, die diesen Eigenschaften dienen, fasst die DIN V 18032, Teil 2 [2] zusammen.

Ein moderner Sportboden minimiert Belastungen auf den Bewegungsapparat, wirkt Ermüdungsprozessen der Sportler entgegen und weist bei Stürzen eine hohe Schutzfunktion auf.

Sporthallen werden sehr häufig als Mehrzweckhallen genutzt. Dabei gilt: Je breiter das Nutzungsspektrum des Sportbodens ist, desto wirtschaftlicher lässt sich eine Halle betreiben.

Sportböden werden in 4 verschiedene Bodenarten unterteilt:

- a/ flächenelastischer Sportboden
- b/ punktelastischer Sportboden
- c/ kombiniert-elastischer Sportboden
- d/ mischelastischer Sportboden

die sich im Wesentlichen durch ihre Verformungsmulde unterscheiden.

Welche Sportbodenart den Anforderungen im konkreten Planungsfall am besten gerecht wird, bedarf einer sorgfältigen Abwägung der beabsichtigten Nutzungsschwerpunkte einer Halle. In Sporthallen mit Mehrzwecknutzung ist ein Sportboden mit einem entsprechend strapazierfähigem und splitterfestem Oberbelag und mit einer für Punktbelastungen geeigneten Konstruktion zu wählen.

#### 4.8 | Sportgeräte

Angaben über Vorkehrungen zum Einbau von Sportgeräten in Hallen und Räumen für Sport und Mehrzweckbenutzung sind in der DIN 18032, Teil 6 enthalten. Alle darin angegebenen Lasten sind als ruhende Einzellasten zu behandeln.

Vorrichtungen zur Anbringung der Sportgeräte sind bei der Bauplanung und Statik zu berücksichtigen. Für die Anordnung der Geräte wird auf die DIN 18032, Teil 1, Anhang B verwiesen.

## 5 | Korrosionsschutz

Korrosion ist eine physikalisch-chemische Wechselwirkung zwischen einem Metall und seiner Umgebung. Daher werden in Abhängigkeit von den atmosphärischen Bedingungen des Umfelds die Korrosionsbelastungen definiert. Man unterscheidet zwischen Land-, Stadt-, Industrie- und Meeresatmosphäre. Für die Abschätzung der Korrosionsbelastung ist sowohl das Ortsklima (Umgebungsatmosphäre) als auch das jeweilige Kleinklima von Bedeutung. Beispiele für die Kleinklima sind die Unterseite von Brücken, ein Schwimmbaddach oder die Sonnen- und Schattenseiten eines Gebäudes. Die DIN ISO 12 944 unterscheidet demnach 6 Korrosivitätskategorien (siehe Tabelle 6).

Eine geschlossene Sporthalle wird gemäß Tabelle 6 in die Korrosivitätskategorie C2 eingestuft.

In den Standards wird als weiteres wichtiges Kriterium die Schutzdauer genannt, die sich als zu erwartende Lebensdauer eines Schutzsystems bis zur ersten Teilerneuerung definiert. Die Schutzdauer wird eingeteilt in:

- kurz (k) – 2 bis 5 Jahre,
- mittel (m) – 5 bis 15 Jahre und
- lang (l) – über 15 Jahre.

Der physikalische Prozess der Korrosion lässt sich entweder durch einen korrosionsbeständigen Werkstoff aufhalten bzw.

stark bremsen (aktiver Korrosionsschutz wie bei Edelstahl oder wetterfestem Stahl) oder durch die Erzeugung einer Schutzschicht auf dem Werkstoff (sogenannter passiver Schutz).

Dieser passive Korrosionsschutz kann auf drei verschiedene Arten erfolgen:

1. durch einen metallischen Überzug auf dem Stahluntergrund
2. durch ein geeignetes Beschichtungssystem oder
3. durch eine Kombination dieser zwei Möglichkeiten (sogenanntes Duplexsystem).

### 5.1 | Feuerverzinkung

Als bedeutendster Korrosionsschutz durch metallische Überzüge ist im Stahlbau das Feuerverzinken bekannt [31, 33-34]. Feuerverzinken heißt, Stahl nach geeigneter Oberflächenvorbereitung in einem Tauchbad mit schmelzflüssigem Zink bei einer Temperatur von 450 °C an der Oberfläche mit dem Zink zu überziehen. Verfahrensbedingt variiert die Dicke des Zinküberzuges und beträgt größenordnungsgemäß beim Stückverzinken 50 µm bis zu 150 µm. Beim Bandverzinken liegt sie bei 10 µm bis zu 40 µm, beim Rohrverzinken > 60 µm und Drahtverzinken bei 2 bis zu 40 µm. Die europaweit gültige DIN EN ISO 1461 legt alle Anforderungen und Prüfungen fest, die an das Stückverzinken gestellt sind wie auch die Mindestdicke des Zinküberzuges in Abhängigkeit von der Materialdicke (Tabelle 7).

Korrosivitätskategorie	Typische Umgebung innen	Typische Umgebung außen	Korrosionsbelastung	Durchschnittliche Zinkkorrosion
C 1	Geheizte Gebäude mit neutralen Atmosphären, z.B. Büros, Läden, Schulen, Hotels.		unbedeutend	≤ 0,1 µm/a
C 2	Ungeheizte Gebäude, in denen Kondensation auftreten kann, z. B. Lager, Sporthallen.	Atmosphären mit geringer Verunreinigung. Meistens ländliche Bereiche.	gering	> 0,1 bis 0,7 µm/a
C 3	Produktionsräume mit hoher Feuchte und etwas Luftverunreinigung, z. B. Anlagen zur Lebensmittelherstellung, Wäschereien, Brauereien, Molkereien.	Stadt- und Industrieatmosphäre, mässige Verunreinigungen durch Schwefeloxid. Küstenbereiche mit geringer Salzbelastung.	mässig	> 0,7 bis 2,1 µm/a
C 4	Chemieanlagen, Schwimmbäder, Bootsschuppen über Meerwasser.	Industrielle Bereiche und Küstenbereiche mit mässiger Salzbelastung.	stark	> 2,1 bis 4,2 µm/a
C 5-I	Gebäude oder Bereiche mit nahezu ständiger Kondensation und mit starker Verunreinigung.	Industrielle Bereiche mit hoher Feuchte und aggressiver Atmosphäre.	sehr stark (Industrie)	> 4,2 bis 8,4 µm/a
C 5-M	Gebäude oder Bereiche mit nahezu ständiger Kondensation und mit starken Verunreinigungen.	Küsten- und Offshore-Bereiche mit hoher Salzbelastung.	sehr stark (Meer)	> 4,2 bis 8,4 µm/a

Tabelle 6: Korrosivitätskategorien für verschiedene Atmosphärentypen nach DIN EN ISO 12944

Materialdicke [mm]	Schichtdicke [ $\mu\text{m}$ ]
< 1,5	$\geq 45$
$\geq 1,5$ bis < 3	$\geq 55$
$\geq 3$ bis < 6	$\geq 70$
$\geq 6$	$\geq 85$

Tabelle 7: Minstdicken von Zinküberzügen (DIN EN ISO 1461)

Bei Stahlkonstruktion einer Sporthalle handelt es sich meistens um Profile oder Querschnitte, die eine Dicke von mehr als 6 mm aufweisen. Aus Bild 46 wird ersichtlich, dass die entsprechende Mindestschichtdicke des Zinküberzuges von 85  $\mu\text{m}$  in der Landluftatmosphäre (Korrosivitätskategorie C2) eine Schutzdauer von etwa 70 Jahren aufweist.

Da die Spannweite bei Dreifach-Sporthallen insgesamt ca. 35 m beträgt, kann man die Dachträger in zwei Teilen in der Werkstatt fertigen und anschließend vollständig in das Zinkbad eintauchen. Danach werden die zwei Trägerhälften vor Ort mit hochfesten Schrauben mittig zusammengefügt. In der Bundesrepublik Deutschland haben die Feuerverzinkbäder zurzeit maximale Abmessungen bis zu einer Länge von ca. 17,7 m, bis zu einer Breite von 2 m und einer Tiefe von ca. 3,2 m. Die Stückgewichte sind innerhalb der Feuerverzinkerei auf 10 Tonnen begrenzt. Das ist in der Regel bei derartigen Trägern erfüllt.

Für das Feuerverzinken von tragenden vorgefertigten Bauteilen, die entsprechend der Normenreihe DIN 18800 [7] oder DIN EN 1993 [17] und DIN EN 1090-2 bemessen und gefertigt sind, gilt die neue DAST-Richtlinie 022 [19]. Diese Richtlinie behan-

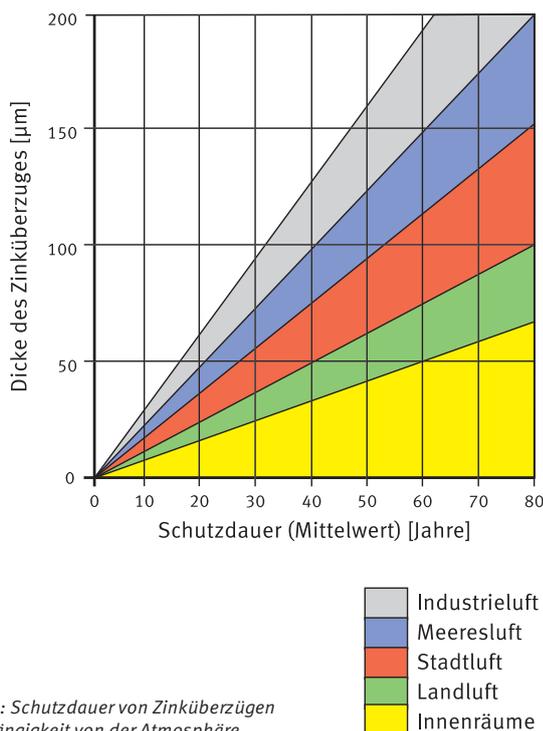


Bild 46: Schutzdauer von Zinküberzügen in Abhängigkeit von der Atmosphäre

delt Maßnahmen, mit denen Einbußen der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit durch Rissbildung beim Verzinkungsprozess verhindert werden sollen.

## 5.2 | Beschichtungssystem

Das klassische Beschichtungssystem besteht aus einer Grundbeschichtung (GB), einer Zwischenbeschichtung (ZB) und einer Deckbeschichtung (DB) [32].

Die Grundbeschichtung (GB) sorgt für die Haftung der nachfolgenden Beschichtung auf der Oberfläche. Ihre Pigmente (Zinkstaub, Zinkphosphat) tragen entscheidend zur Korrosionsschutzfunktion bei. Die Zwischenbeschichtung (ZB) trägt insbesondere zur Barrierewirkung des Beschichtungssystems bei. Entsprechende Pigmentierung (z. B. plättchenförmiger Eisenglimmer) erhöht diese. Die Anzahl der Zwischenbeschichtungen richtet sich nach den Anforderungen an das Projekt. Die Deckbeschichtung (DB) hat sowohl eine korrosionsschutztechnische als auch eine dekorative Funktion. Sie ist für die Wetterbeständigkeit des Systems verantwortlich und muss der UV-Strahlung, den Chemikalien, dem Abrieb sowie der aggressiven Atmosphäre z. B. in Küstennähe und in Industriegebieten ausreichenden Widerstand leisten.

Grund-, Zwischen- und Deckbeschichtungen (GB, ZB und DB) müssen so aufeinander abgestimmt werden, dass in Verbindung mit der Schichtdicke des Beschichtungssystems unter den unterschiedlichen Korrosivitätsbelastungen ein optimaler Korrosionsschutz erreicht wird.

Die DIN EN ISO 12944-5 regelt den Korrosionsschutz durch Beschichtungssysteme und beinhaltet Empfehlungen für Beschichtungssysteme in Abhängigkeit von der Korrosivitätskategorie und der beabsichtigten Schutzdauer (siehe Auszug in der Tabelle 8, Seite 28).

Die für normale Sporthallen geltenden Anforderungen der Korrosivitätskategorie C2, lassen sich, wie die Tabelle 8 zeigt, bereits mit einschichtigen oder zweischichtigen Beschichtungssystemen auf Basis von Alkydharz (AK) bzw. Epoxidharz (EP) mit einer Dicke von ca. 160  $\mu\text{m}$  wirtschaftlich realisieren.

Mittlerweile können gleiche Anforderungen mit einschichtigen Korrosionsschutzsystemen der Gesamtdicke von 100  $\mu\text{m}$  von verschiedenen Herstellern erfüllt werden.

## 5.3 | Duplex-System

Bei dem sogenannten Duplex-System handelt es sich um eine Kombination von Verzinkung und Beschichtungssystem [35].

Der wesentliche Vorteil des Duplex-Systems ist eine deutlich längere Schutzdauer im Vergleich zu der Summe der Schutzdauer von einzeln angewendeten Korrosionsschutzsystemen. Durch die additive Anwendung unterschiedlicher Schutzverfahren stellt sich ein Synergieeffekt her. Der Verlängerungsfaktor liegt je nach System zwischen 1,2 und 2,5. Der farblichen Gestaltung sind dabei keine Grenzen gesetzt.

Werkstatt					Baustelle			System
GB	NDFT [µm]	ZB/DB	NDFT [µm]	Anzahl	DB	NDFT [µm]	Anzahl	NDFT [µm]
AK	100	–	–	1–2	AK	60	1	160
EP	160	–	–	1–2	–	–	–	160
AK	100	–	–	1–2	AK	100	1–2	200
EP-Zn	60	EP, PUR	100	2–3	–	–	–	160
EP	80	EP, PUR	120	2–3	–	–	–	200

GB = Grundbeschichtung  
 ZB/DB = Zwischenbeschichtung/Deckbeschichtung  
 NDFT = Nominal Dry Film Thickness (Sollschichtdicke)

Tabelle 8: Beschichtungssysteme für Stahlbauten in Anlehnung an DIN EN ISO 12944-5

Werkstatt				Baustelle			System
Oberflächenvorbereitung Reinigen	GB/ZB	NDFT [µm]	Anzahl	DB	NDFT [µm]	Anzahl	NDFT [µm]
•	AY-Hydro	120	1–2	–	–	–	120
•	AY-Hydro	80	1	AY/PVC	80	1–2	160
•	AY-Hydro	80	1	EP/PUR	80	1–2	160
•	EP-Komb.	120	1–2	–	–	–	120
•	EP-Komb.	80	1	EP/PUR	80	1–2	160

GB = Grundbeschichtung  
 ZB/DB = Zwischenbeschichtung/Deckbeschichtung  
 NDFT = Nominal Dry Film Thickness (Sollschichtdicke)  
 • = Reinigen ausreichend

Tabelle 9: Duplex-Systeme für Stahlkonstruktionen in Anlehnung an DIN EN ISO 12944-5

In der DIN EN ISO 12944-5 sind die möglichen Duplex-Systeme zum Erreichen eines Korrosionsschutzes bei vorgegebener Korrosivitätskategorie und einer entsprechenden Schutzdauer angegeben (siehe Auszug in der Tabelle 9).

Der Tabelle 9 ist zu entnehmen, dass die wasserhaltigen (Hydro) Beschichtungsstoffe auf Basis von Acrylharz (AY-Hydro) oder die Reaktions-Beschichtungsstoffe auf Basis von Epoxidharz (EP-Komb.) schon mit einer Dicke von 120 µm bis zu 160 µm auch für höhere Korrosivitätskategorien als C2 geeignet sind.

## 6 | Brandschutz

Die Brandgefahr in Gebäuden zu verringern und die Ausbreitung entstandener Brände möglichst zu behindern oder in ihren Auswirkungen zu verringern, sind die Hauptziele des baulichen Brandschutzes und der entsprechenden Normen.

Zur Annäherung an das Thema wird folgende thematische Einteilung vorgenommen:

- organisatorischer Brandschutz
- betrieblicher Brandschutz
- vorbeugender baulicher Brandschutz und
- abwehrender Brandschutz.

Die Maßnahmen des vorbeugenden baulichen Brandschutzes verfolgen im Wesentlichen vier Ziele:

- die Brandentstehung verhindern
- Eingrenzung des Brandes auf Gebäudeabschnitte
- Voraussetzungen schaffen, um wirksame Löscharbeiten durchführen zu können
- Schaffung von Rettungsmöglichkeiten.

Da allein schon durch die Nutzung von Gebäuden ein Brand nicht ausgeschlossen werden kann, sind weitergehende Maßnahmen zur Verringerung des Schadensmaßes bei einem Brand unerlässlich. Dazu gehört die Unterteilung von Gebäuden in Abschnitte um Feuer und Rauch räumlich abzuschotten.

Korrosivitätskategorie														
C2			C3			C4			C5-I			C5-M		
k	m	l	k	m	l	k	m	l	k	m	l	k	m	l
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ = Geeignet  
 ■ = Unwirtschaftlich  
 ■ = Ungeeignet

Korrosivitätskategorie														
C2			C3			C4			C5-I			C5-M		
k	m	l	k	m	l	k	m	l	k	m	l	k	m	l
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ = Geeignet  
 ■ = Unwirtschaftlich  
 ■ = Ungeeignet

Um die weitere Ausbreitung eines Brandes zu verhindern, sind Löschmaßnahmen erforderlich, deren Durchführung mit Gefahren für die Einsatzkräfte verbunden ist. Diese Gefahren können durch bestimmte bauliche Voraussetzungen gemindert werden.

Hier wird deutlich, dass der vorbeugende bauliche Brandschutz und der abwehrende Brandschutz nicht isoliert nebeneinander stehen. Die Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes dienen dazu, bestmögliche Voraussetzungen für den abwehrenden Brandschutz herzustellen.

Ziel aller Brandschutzmaßnahmen ist es, ein hohes Maß an Sicherheit für Personen und Sachwerte zu schaffen. Der zu schützende Personenkreis erstreckt sich auf die Bewohner und Nutzer eines Gebäudes, sowie im Brandfall auf die Einsatzkräfte der Feuerwehr und auf die Personen in den Nachbargebäuden. Darüber hinaus ist die Allgemeinheit vor den Folgen, insbesondere bei Großbränden, wie Luftverunreinigung durch toxische Rauchgase und Gewässerunreinigungen durch kontaminiertes Löschwasser zu bewahren.

Der Bund ist seiner diesbezüglichen gesetzlichen Fürsorgepflicht mit Erlass des Baugesetzbuches nachgekommen. Zur Wahrung der Rechts- und Wirtschaftseinheit haben die Länder mit der Verabschiedung der Musterbauordnung (MBO) die Grundlage für die Landesbauordnungen geschaffen. Die dort gestellten Anforderungen beziehen sich auf Risiken, die sich aus der Benutzung von Wohngebäuden oder einer damit vergleichbaren Benutzung ergeben. Das Risiko wird in den Bauordnungen differenziert nach der Gebäudehöhe und nach der Zahl der Nutzer.

Die Musterbauordnung unterscheidet fünf Gebäudeklassen:

- Gebäudeklasse 1: freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m<sup>2</sup>
- Gebäudeklasse 2: Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m<sup>2</sup>
- Gebäudeklasse 3: sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m
- Gebäudeklasse 4: Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m<sup>2</sup>
- Gebäudeklasse 5: sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude (bis zu einer Höhe von 22 m)

Die Festlegung der Gebäudeklassen nach Gebäudehöhe ergibt sich aus den jeweiligen Einsatzmöglichkeiten der Feuerwehr-Einsatzfahrzeuge und zur Anleiterung.

Die Regelungen der Bauordnung enthalten für Wohngebäude sowie Gebäude vergleichbarer Art und Nutzung ein Standardbrandschutzkonzept. Sind die Risiken durch die bestimmungsgemäße Nutzung eines Gebäudes, wie bei Sporthallen anders zu bewerten als die, die durch Wohnnutzung oder vergleichbare Nutzung entstehen, spricht das Baurecht von „baulichen Anlagen und Räumen besonderer Art oder Nutzung“, an die besondere Anforderungen gestellt werden können. Für diese Bauvorhaben gibt es entweder Sonderbauverordnungen, oder es muss eine Zustimmung im Einzelfall beantragt werden. Sonderbauverordnungen gelten in Ergänzung oder im Zusammenwirken mit der Bauordnung und bilden mit dieser einen Gesamtbeurteilungsrahmen.

Existiert in einem Bundesland für ein geplantes Gebäude keine Sonderbauverordnung, so gelten die Vorschriften der Landesbauordnung. Abweichungen davon sind im Einzelfall mit der Behörde zu klären. Bei Sporthallen ist dies häufig notwendig. Wenn diese als Versammlungsstätten genutzt werden sollen, muss zusätzlich die Versammlungsstättenverordnung beachtet werden.

Über die Anforderungen der Bauordnungen und Sonderbauverordnungen hinaus sind weitere Regelungen zu beachten und umzusetzen. Dazu zählen u. a.:

- Verordnung über Feuerungsanlagen
- Richtlinien über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen und an Lüftungsanlagen
- Richtlinien über die Verwendung brennbarer Baustoffe im Hochbau
- die Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen.

## 7 | Nachhaltigkeitsaspekte

Das Ziel der Nachhaltigkeit, bezogen auf Neubauten von Sporthallen ist, diese hinsichtlich ihres Standorts, ihrer Gebäudeform, der Baustoffwahl und der Energienutzung umweltverträglich und ressourcenschonend zu konzipieren und zu betreiben.

Die Nachhaltigkeitsanalyse eines Gebäudes erfordert die Betrachtung seines gesamten Lebenszyklus: Die Errichtung einer Halle, ihre Unterhaltung und ihr Betrieb sollen bei möglichst geringem Ressourcenverbrauch erfolgen.

Ein nachhaltiges Gebäude zeichnet sich dadurch aus, dass es neben Anforderungen an seine ökologische Qualität, zugleich hohen ökonomischen und sozialen Standards gerecht wird. Zurzeit gibt es noch kein Nachhaltigkeitszertifizierungssystem für Sportstätten. Analog zu ausgewählten Zertifizierungskriterien für Büro- und Verwaltungsbauten von der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) wird im Folgenden erläutert, welche Anforderungen für Sporthallen bedeutsam sind, und wie diese beim Entwurf von Stahltragwerken berücksichtigt werden können.

### Ökologische Aspekte:

Die Bewertung der ökologischen Qualität von Gebäuden erfolgt im Wesentlichen auf Basis einer Ökobilanzierung. Hierbei wird für verschiedene Wirkkategorien, beispielsweise das Treibhauspotenzial, ermittelt, welche Bauweise die Umwelt am wenigsten belastet. Wichtige Eingangsgröße zur Erstellung einer Ökobilanz ist die erforderliche Menge eines Baustoffes. Mit Hilfe von statischen Berechnungen kann ermittelt werden, wie viel Stahlbeton, Stahl, Dämmstoff usw. für die entsprechende Halle in unterschiedlichen Ausführungsvarianten erforderlich wäre. Zudem muss beachtet werden, welche Umwelteinwirkungen während der Nutzung der entsprechenden Halle voraussichtlich eintreten werden. Aus diesen Daten kann die Gesamtbilanz für das Gebäude ermittelt werden. Eine Studie der RWTH Aachen [45] über Hallen zeigte, dass das Bilanzierungsergebnis umso besser ist, je fester der gewählte Stahl ist (verglichen wurden S235, S355 und S460).



Bild 47: Photovoltaikanlage auf dem Dach einer Sporthalle

### Ökonomische Aspekte:

Eine Vorkalkulation sowohl der Baukosten als auch der beim Betrieb des Gebäudes entstehenden „laufenden Kosten“, führt meistens zu einem wirtschaftlichen Konzept. Die Betriebskosten übersteigen die eigentlichen Baukosten je nach Nutzungsdauer oft um ein Vielfaches. Die Nutzung von natürlichem Licht durch Fenster und Dachlichtelemente sowie eine natürliche Lüftung sind entscheidende Faktoren für die Wirtschaftlichkeit einer Sporthalle. Ein gutes Gebäudekonzept zeichnet sich also dadurch aus, dass die Summe der Baukosten und erwarteten Betriebskosten so niedrig wie möglich ist. Die DIN 18032-1 im Anhang C gibt Empfehlungen zur Energieeinsparung und zum Umweltschutz.

Die Wirtschaftlichkeit von Stahlbauten lässt sich durch viele kleinere Einzelmaßnahmen erhöhen. Einsparpotenziale bieten sich an den folgenden Punkten:

- Eine integrale Planung, also die Beteiligung aller Interessengruppen (Architekt, Fachplaner, Bauherr, Nutzer) ist der erste Schritt zu kostengünstigem Bauen. Nachrüstungen sind gegenüber einer richtigen Planung von Beginn an fast immer mit erheblichen Mehrkosten verbunden.
- Möglichst gängige Stahlprofile und Stahlgüten wählen.
- Durch Vorfertigung in der Werkstatt wird eine hohe Qualität gewährleistet und die Bauzeit verkürzt.
- Eine „just in time“ Lieferung minimiert die notwendige Lagerfläche.
- Da für das Schweißen auf der Baustelle meist eine kostenintensive Einhausung erforderlich wird, sollten für die Baustellenmontage nur Schraubverbindungen gewählt werden.
- Da Stahlkonstruktionen oft sehr leicht sind, ist der Transportaufwand auf ein Minimum reduziert. Geringere Bauteilgewichte und somit oft auch moderat dimensionierte Fundamente können so zu einer Verringerung der Gesamtkosten beitragen.
- Weit gespannte und filigrane Stahlkonstruktionen ermöglichen eine hohe Flächeneffizienz und eine flexible und schnelle Umnutzung.
- Da die Konstruktion leicht zugänglich, leicht inspizierbar und einfach zu warten ist, können die Instandhaltungskosten verringert werden.
- Eine gezielte Dämmung und die optionale Installation einer Solaranlage tragen zur Energieeffizienz und zur Senkung der Betriebskosten bei.
- Stahlkonstruktionen sind auch am Ende ihres Lebenszyklus abfallfrei, da der wiedergewonnene Baustoff Stahl zu 100 Prozent ohne Qualitätsverluste wiederverwend- und recycelbar ist.

### Soziale Aspekte:

Nahezu alle Bauwerke werden zunächst auf Grundlage ihrer Funktionalität bewertet. Sie trägt maßgeblich zur dauerhaften Nutzung und Akzeptanz bei, wodurch wiederum auch die Wertstabilität eines Gebäudes gesteigert wird. Sporthallen sind heute zunehmend Mehrzweckhallen, die primär als Trainingsräume genutzt werden, bei Veranstaltungen unterschiedlicher Art aber durchaus einer großen Zahl von Zuschauern Platz bieten sollen. Um einerseits unterschiedlichen Trainingsgruppen abtrennbare Räume zu bieten, und andererseits groß genug für Sportveranstaltungen mit Publikum zu sein, werden Sporthallen oft als Zwei- oder Dreifachhallen ausgeführt. Die Umwandlung in mehrere kleine bzw. eine große Halle sollte hierbei ebenso leicht möglich sein wie die Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit innerhalb der Halle. Auch die Themen Schallschutz, akustischer Komfort und Beleuchtung, die bereits in den vorherigen Kapiteln behandelt wurden, sind bei der Bewertung der sozialen Qualität von Gebäuden zu berücksichtigen.

Bei näherer Betrachtung solcher Qualitäten zeigt sich, dass sich grundlegende Indikatoren der Nachhaltigkeit in scheinbar „nicht nachhaltigkeitsrelevanten“ Themen widerspiegeln, die schon seit Jahren in der Baupraxis Beachtung finden. Zudem wird deutlich, dass die einzelnen Aspekte Konfliktpotenziale aufweisen: So führt ein sehr kostengünstiges Bauwerk selten gleichzeitig zu hohem Nutzerkomfort. Ziel der Nachhaltigkeitsbetrachtung ist es somit, unter Beachtung scheinbar konkurrierender ökologischer, ökonomischer und sozialer Ziele, den bestmöglichen Entwurf zu erkennen und zu realisieren.

Die Stahlbauweise, die sich seit Jahrzehnten im Hallenbau bewährt hat, wird auch den „neuen“ Anforderungen der Nachhaltigkeit gerecht und mit der Ermöglichung der großen Spannweiten auch zukünftig vielen Bauten ein hohes Maß an Flexibilität und langlebiger Nutzungsqualität verleihen.

## 7 | Vorbemessung eines Einfeld-Fachwerkträgers

Die Spannweite eines Dach-Fachwerkträgers ist bereits zum größten Teil durch die Definition der Nutzungsart einer Sporthalle vorgegeben. Um ein Spielfeld herum ordnet man zusätzlich Bewegungstreifen an. Die Anzahl und Größe der Nebenräume wird in Abhängigkeit von der Nutzung genau vorgeschrieben. Damit lassen sich die Mindestabmessungen einer Halle leicht bestimmen.

Bei einem Einfeld-Fachwerkträger sollte aus wirtschaftlichen und architektonischen Gründen das Verhältnis  $l/h$  zwischen 10 und 20 liegen. Bei derartigen Trägern sind die Tragfähigkeits- und Stabilitätskriterien maßgebend, da Verformungen bei so großen Systemhöhen nicht relevant sind.

Die Ausfachung sollte mit dem Ziel einer möglichst geringen Zahl von Knoten geplant werden, um die Herstellungskosten in der Werkstatt zu reduzieren. Das ist bei einem Strebenfachwerk mit fallenden und steigenden Diagonalen ohne Pfosten (K-förmige Knoten) und unter einem Winkel von 35 bis 50 Grad der Fall.

Bei der Wahl der Stahlgüte sollte stets eine Alternative mit Profilen aus S355 geprüft werden. Das kann unter Berücksichtigung folgender Gesichtspunkte durchaus wirtschaftlicher werden:

- der Untergurt wird auf Zug beansprucht,
- der Obergurt kann durch das Trapezblech als seitlich gehalten betrachtet werden und ist dadurch nicht stabilitätsgefährdet (Nachweis erforderlich!)
- die Diagonalen haben relativ kleine Knicklängen. Bei den Knotennachweisen, sogenannten Gestaltfestigkeiten, wirkt sich die höhere Streckgrenze positiv auf ihre Tragfähigkeiten aus.

Ein wesentlicher Aspekt in der Wirtschaftlichkeit von Fachwerk-Konstruktionen liegt in der Optimierung bzw. Senkung der Herstellungskosten. Um die Eigenschaften der unterschiedlichen Profile optimal auszunutzen, werden für Gurte die Walzprofile der Reihe HEA oder HEB gewählt, für die Ausfachung die Quadrat-Hohlprofile [36, 37]. Die Knoten mit Spalt sind vorzuziehen, da der Aufwand beim Sägen, Brennen und Schweißen reduziert wird. Der Spalt  $g$  sollte  $g \geq 15$  mm sein.

Bei den Fachwerken machen die Gurtstäbe etwa 75 Prozent des Gesamtgewichts aus. Eine Optimierung der Gurte trägt daher zu einer wirtschaftlichen Lösung maßgebend bei. Eine Abstufung der Gurtquerschnitte ist nicht sinnvoll. Dagegen kann man die Diagonalen in ihrem Querschnitt optimieren bzw. der Beanspru-

chung anpassen. Bestehen entsprechende optische Anforderungen, kann durch Beibehaltung der Außenabmessungen die Wanddicke variiert werden.

Noch ein wichtiger Hinweis: Bei der Planung eines Fachwerkes sollte von vorne herein nicht nur an die Tragfähigkeit des Stabwerkes, sondern auch an die Knoten Tragfähigkeit gedacht werden. Eine Versteifung des Knotens, die zu zusätzlichem Zeit- und Kostenaufwand führt oder zur Vergrößerung der Querschnitte, lässt sich dadurch vermeiden. Die Tragfähigkeit der Knoten kann für solche sogenannte Mischanschlüsse mit offenen Profilen nach Eurocode 3 [17, 18, 22], bemessen werden.

Nachfolgend wird gezeigt, wie ein Einfeld-Fachwerkträger, wie im Bild A1, mit vertikalen Gleichstreckenlasten aus dem Trapezblechdach  $q_d$  Vorbemessen werden kann und wie die erforderlichen Querschnitte ermittelt werden können.

Das Biegemoment des Fachwerkes  $M_d$  als Einfeldträger wird zu:

$$M_d = \frac{q_d \cdot l^2}{8}$$

$q_d$  = Bemessungslast (in kN/m) mit Teilsicherheitsbeiwerten  
 $l$  = Spannweite des Fachwerkträgers (in m)

Die maximale Zug- und Druckkraft in den Fachwerk-Gurten ergeben sich zu:

$$D_d \approx Z_d = \frac{M_d}{h}$$

$M_d$  = Biegemoment (in kNm)  
 $h$  = Systemhöhe des Fachwerkes (in m)

Um das Eigengewicht des Fachwerkträgers zu berücksichtigen, können alle Schnittkräfte um ca. 5 Prozent erhöht werden [22].

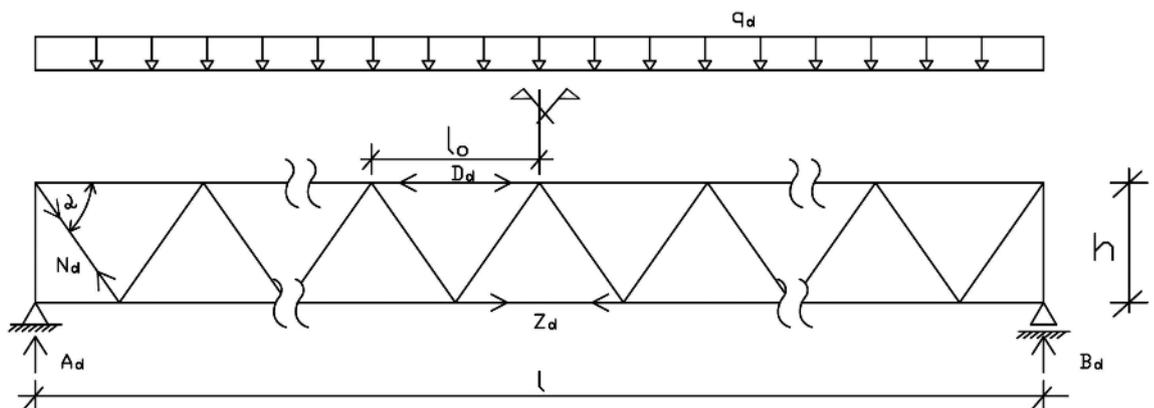
Bei der Zugkraft kann man den ganzen Querschnitt ausnutzen. Bei der Druckkraft spielt die Knicklänge eine entscheidende Rolle für die Bemessung. Um den erforderlichen Querschnitt (erf. A, in  $cm^2$ ) des Zuggurtes zu bestimmen, gilt für Stahlgüte S355:

$$\text{erf. A} = \frac{Z_d}{32,7}$$

$Z_d$  = Zugkraft (in kN)

Aus der Profiltabelle kann ein Profil mit einem nächst größerem Querschnitt gewählt werden. Für die Stahlgüte S235 muss der erf. A mit 1,5 multipliziert werden.

Bild A1: Geometrie eines Streben-Fachwerkträgers



(S235) Querschnitt	Knicklänge						
	$s_k = 2,0 \text{ m}$	$s_k = 2,25 \text{ m}$	$s_k = 2,5 \text{ m}$	$s_k = 2,75 \text{ m}$	$s_k = 3,0 \text{ m}$	$s_k = 3,25 \text{ m}$	$s_k = 3,5 \text{ m}$
QR 70 x 4	150	140	125	113	100	88	79
QR 90 x 4	235	224	210	195	180	165	152
QR 100 x 4	275	263	250	235	222	208	195
QR 100 x 6,3	405	380	360	340	320	300	275
QR 120 x 6,3	525	505	490	470	450	430	405

Tabelle A1: Aufnehmbare Druck-Diagonalkräfte in kN

Der Obergurt bekommt aus der Fachwerkträger-Wirkung die Druckkraft  $D_d$ . Durch Trapezbleche der Dachhaut wird der Obergurt zusätzlich direkt belastet. Für diese kontinuierliche Belastung  $q_d$  verhält er sich wie ein Durchlaufträger mit einem maximalen Biegemoment im Endfeld [25] von:

$$M_{o,d} = \frac{q_d \cdot l_o^2}{11}$$

Die Spannweite des Obergurtes als Durchlaufträger  $l_o$  (in m) entspricht dem Abstand der Unterstützung durch die Ausfachung.

Mit diesen Schnittgrößen,  $D_d$  und  $M_{o,d}$  und entsprechenden Knicklängen kann man den Obergurt ziemlich genau vorbemessen. Die Knicklänge um die starke Achse wird zu  $s_{k,y} = l_o$  gesetzt [20, 22]. Die Knicklänge um die schwache Achse  $s_{k,z}$  wird durch den Abstand der seitlichen Halterungen definiert. Das sind in der Regel die Druckrohre, die die horizontalen Lasten in den Dachverband weiterleiten. Kann der Nachweis des Trapezbleches als Schubfeld und dadurch als seitliches Stabilisierungselement für den Obergurt erbracht werden [16, 20], kann dieser deutlich optimiert werden. Erfahrungsgemäß wird der Obergurt unter dieser Voraussetzung ca. 1 Profil (für Stahlgüte S355) bis 2 Profile (für S235) größer als der Untergurt in gleicher Stahlgüte.

Die Füllstäbe des Fachwerkes bekommen in der Regel reine Normkraftbeanspruchung und können mit einfachen Mitteln vorbemessen werden. Die Knicklänge kann zu Systemlänge angenommen werden. Die maximale Diagonalkraft im Auflagerbereich kann für die Vorbemessung annähernd genau wie folgt geschätzt werden:

$$N_d = \frac{A_d - q_d \cdot l_o/2}{\sin \alpha}$$

$A_d$  = Auflagerkraft (in kN)

$\alpha$  = Neigungswinkel der ersten Diagonale zum Obergurt.

Die auf Zug beanspruchten Diagonalen können nach dem erforderlichen Querschnitt wie folgt bemessen werden:

$$\text{erf. } A = \frac{N_d}{32,7} \quad [\text{cm}^2] \quad \text{für S355}$$

oder

$$\text{erf. } A = \frac{N_d}{21,8} \quad [\text{cm}^2] \quad \text{für S235}$$

$N_d$  = Diagonalkraft (in kN)

Die Querschnitte können einem beliebigen Stahl-Profilbuch [25–27] entnommen werden.

Bei druckbeanspruchten Diagonalen wird der Stabilitätsfall des Knickens maßgebend. Eine Zusammenstellung der aufnehmbaren Druck-Diagonalkräfte  $N_d$  in Abhängigkeit des Querschnittes mit der Stahlgüte S235 und der Knicklänge ist in der Tabelle A1 zusammengefasst.

Das Biegemoment  $M_{g,d}$  aus dem Eigengewicht der Rohre ( $g$ ) wurde wie folgt berücksichtigt:

$$M_{g,d} = \frac{1,35 \cdot g \cdot s_k^2}{8}$$

$s_k$  = Knicklänge der Diagonale, angenommen zu Systemlänge (in m)

Beim Einsatz von Hohlprofilen darf es nicht zur Verwechslung von kaltgefertigten und warmgefertigten Profilen kommen. Um in Bezug auf ihre Tragfähigkeiten auf der sicheren Seite zu liegen, wurden in der Tabelle A1 die kaltgefertigten Quadratrohre bemessen. Da die Diagonalkraft vom Auflager zur Fachwerkmitte hin abnimmt, können die Querschnitte der Diagonalen dem Kraftverlauf angepasst werden.

## 9 | Normen, Regelwerke, Literatur

DIN 18032: Sporthallen, Hallen für Turnen, Spiele und Mehrzwecknutzung

- [1] DIN 18032, Teil 1: Grundsätze für Planung und Bau, September 2003
- [2] DIN V 18032, Teil 2: Sportböden, Anforderungen, Prüfungen, Vornorm April 2001
- [3] DIN 18032, Teil 3: Prüfung der Ballwurfsicherheit, April 1997
- [4] DIN 18032, Teil 4: Doppelschalige Trennvorhänge (August 2002)
- [5] DIN 18032, Teil 5: Ausziehbare Tribünen, August 2002
- [6] DIN 18032, Teil 6: Bauliche Maßnahmen für Einbau und Verankerung von Sportgeräten, April 2009  
DIN 18800: 2008-11 Stahlbauten
- [7] DIN 18800, Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- [8] DIN 18800, Teil 2: Stabilitätsfälle – Knicken von Stäben und Stabwerken
- [9] DIN 18800, Teil 3: Stabilitätsfälle – Plattenbeulen
- [10] DIN 18800, Teil 4: Stabilitätsfälle – Schalenbeulen
- [11] DIN 18800, Teil 5: Verbundtragwerke aus Stahl und Beton – Bemessung und Konstruktion
- [12] DIN 18800, Teil 7: Ausführung und Herstellerqualifikation
- [13] DIN 1055, Teil 4: Einwirkungen auf Tragwerke, Windlasten, März 2005
- [14] DIN 1055, Teil 5: Einwirkungen auf Tragwerke, Schnee- und Eislasten, Juli 2005
- [15] DIN 1055, Teil 100: Einwirkungen auf Tragwerke, Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, März 2001
- [16] Lindner, J.; Scheer, J.; Schmidt, H.: Beuth-Kommentare, Stahlbauten, Erläuterungen zu DIN 18800 Teil 1 bis Teil 4, 3. Auflage, 1998
- [17] DIN EN 1993-1-1: 2005-07 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [18] DIN EN 1993-1-8: 2005-07 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
- [19] DASt-Richtlinie 022 – Feuerverzinken von tragenden Stahlbauteilen, August 2009
- [20] Petersen, C.: Stahlbau: Grundlagen der Berechnung und baulichen Ausbildung von Stahlbauten, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage, 1993
- [21] Kindmann, R.; Krahwinkel, M.: Stahl- und Verbundkonstruktionen, B.G. Teubner Stuttgart, Leipzig, 1999
- [22] Kuhlmann, U.: Stahlbau Kalender 2002, Ernst & Sohn, Berlin, 2002
- [23] Sedlacek, G.; Weynand, K.; Klinkhammer, R.: Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau, DSTV, Band 1 und 2, 2. Auflage, 2002
- [24] Pöter, H.: Metallleichtbaukonstruktionen: Früher und heute, Stahlbau 78 (2009), Heft 5, Seite 288–297
- [25] Kindmann, R.; Kraus, M.; Niebuhr, H.J.: Stahlbau Kompakt, Bemessungshilfen, Profiltabellen, 2. Auflage, 2008
- [26] Schneider, K.-J.: Bautabellen mit Berechnungshinweisen und Beispielen, 9. Auflage, 1990

- [27] Schneider, K.-J.: Bautabellen für Ingenieure mit europäischen und nationalen Vorschriften, 12. Auflage, 1996
- [28] Dokumentation 534: Hallen aus Stahl, Stahl-Informations-Zentrum
- [29] Dokumentation 558: Bausysteme aus Stahl für Dach und Fassade, Stahl-Informations-Zentrum
- [30] Dokumentation 588: Dach- und Fassadenelemente aus Stahl – Erfolgreich Planen und Konstruieren, Stahl-Informations-Zentrum
- [31] Merkblatt 400: Korrosionsverhalten von feuerverzinktem Stahl, Stahl-Informations-Zentrum
- [32] Merkblatt 405: Korrosionsschutz von Stahlkonstruktionen durch Beschichtungssysteme, Stahl-Informations-Zentrum
- [33] Korrosionsverhalten von feuerverzinktem Stahl, Gemeinschaftsausschuss Verzinken e.V.
- [34] Korrosionsschutz durch Feuerverzinken (Stückverzinken), Institut Feuerverzinken
- [35] Korrosionsschutz durch Duplex-Systeme (Feuerverzinken + Beschichten), Institut Feuerverzinken
- [36] Technische Information 2: Bemessung vorwiegend ruhend beanspruchter MSH-Konstruktionen, VALLOUREC & MANNESMANN TUBES
- [37] Technische Information 5: Konstruktive Ausbildung von MSH-Konstruktionen, VALLOUREC & MANNESMANN TUBES
- [38] ACB Lochstegträger, Fachinformation von ArcelorMittal Commercial Section
- [39] Angelina Träger, Fachinformation von ArcelorMittal Commercial Section
- [40] Kindmann, R.: Wabenträger mit Peiner Schnittführung, Preussag Stahl AG, PSAG 019/03.95
- [41] licht.wissen 08, Sport und Freizeit, Fördergemeinschaft Gutes Licht, 2009
- [42] Arval, Akustik Systeme – Bringen Lärm unter Kontrolle, Fachinformation von ArcelorMittal
- [43] Merkblatt 465: Turn- und Sporthallen in Stahlbauweise, Beratungsstelle für Stahlverwendung, 1. Auflage, 1973
- [44] Stahl und Form: Acht Sporthallen – Entwicklung und Vergleich, Architekten Behnisch und Partner, Stahl-Informations-Zentrum, Unveränderter Nachdruck 1995
- [45] Kuhnhenne, M.; Döring, B.; Kocker, R.; Pyschny, D.; Feldmann, M.: Die Ökobilanz als Baustein der Nachhaltigkeitsbewertung im Industrie- und Gewerbebau, Stahlbau 79 (2010), Heft 6, Seite 439–447

## Generalsanierung des Goethe-Gymnasiums in Regensburg mit Neubau einer Dreifachsporthalle und Pausenhalle

### Projektdaten

Standort: Regensburg

Nutzung: Gymnasium mit Sporthalle

Bauart: Stahlfachwerkkonstruktion auf Stahlbetonwänden

Bauherr: Stadt Regensburg

Architekt: Dömges Architekten AG, Regensburg

Tragwerksplanung: IB Dr. Lammel, Regensburg

Stahlbau: Profil Stahl- und Metallbau GmbH, Jessen (Elster)

Das 1913 entstandene mathematisch-naturwissenschaftliche Gymnasium in Regensburg ist mit 1.200 Schülerinnen und Schülern die größte gymnasiale Einrichtung der Stadt. Es besteht aus zwei benachbarten Gebäuden, einem Jugendstilbau und einem Erweiterungsbau im Kloster St. Fidelis. Da seit ihrer Errichtung an den Gebäuden praktisch nichts verändert wurde, war eine grundlegende Sanierung unabdingbar.

Im März 2007 begann die umfangreiche Erneuerung der Schule. Ein Bestandteil des Projekts war der Neubau einer Sporthalle.

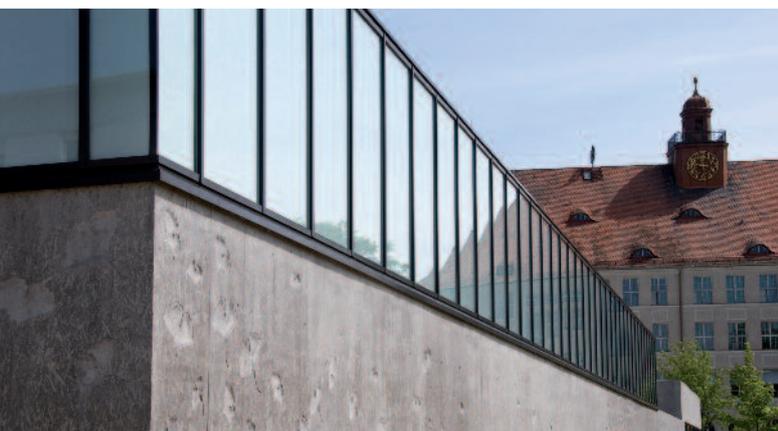
Bei ihrem Entwurf ließen sich Dömges Architekten vom Schulgebäude selbst inspirieren. Die Klostermauern bestehen aus Sichtbeton und prägen mit ihrer rauen, haptischen Oberfläche den baulichen Charakter des Gymnasiums. Diesen Charakter haben die Architekten für ihren Neubau übernommen. Klare, einfache Formen und ein reduziertes Materialspektrum bestimmen den Entwurf.



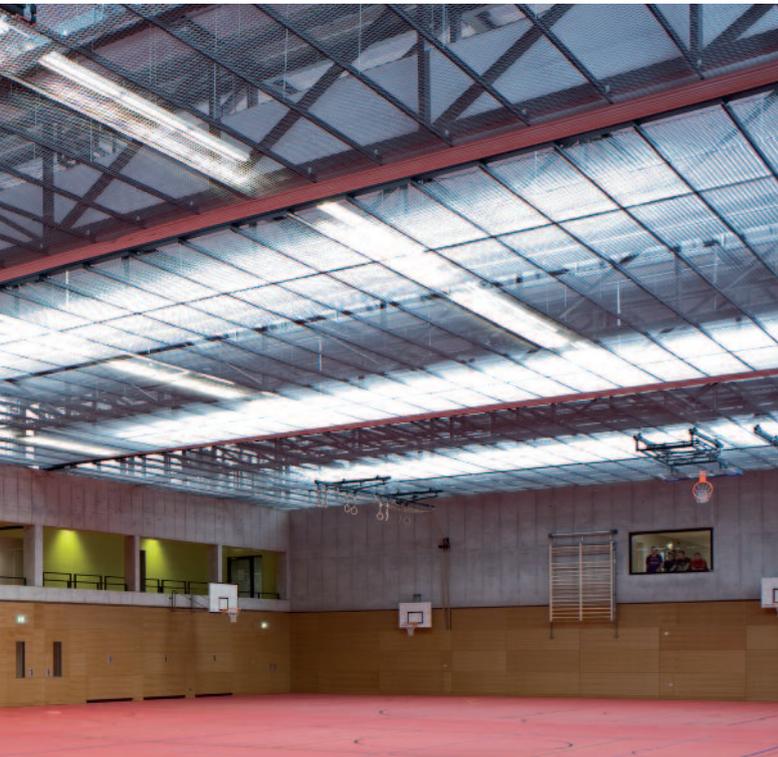
Die beiden Hauptnutzungen Pausenbereich und Sportbereich sind gleichermaßen separiert als auch verbunden durch eine „begehbbare Mauer“ aus monolithischem Leichtbeton. Sie beinhaltet die Umkleiden, Nebenräume der Pausenhalle, Fahrräder und Geräte.

Weiteres Merkmal und Blickfang der beiden Gebäude ist die Oberflächengestaltung der Sichtbetonwände in Form von Schmuckornamenten. Als eine Art Hommage des Gymnasiums an seinen Namensgeber Johann Wolfgang von Goethe und an sein berühmtes Gedicht über den Ginkgobaum zieren Hohlformen in Form von Ginkgoblättern die Wände der Aula und der Turnhalle.

Auf diesen Sichtbetonwänden lagert die Stahlkonstruktion des Turnhallen-Daches. Diese besteht aus 2 m hohen Fachwerkträgern aus Hohlprofilen im Abstand von 5 m. Um die schwere Dachlast aus dem Dachaufbau (Trapezblech, Dämmung, Folie),



Fotos: Dömges Architekten AG, Regensburg



**Bauwerksdaten:**

Gesamt  
 BGF: 17.200 m<sup>2</sup>  
 Baukosten: 14,40 Mio. €

Reine Sporthalle  
 Breite: 27 m  
 Länge: 45 m  
 Tonnage Stahlbau: 62,5 t  
 Fertigstellung: Januar 2009

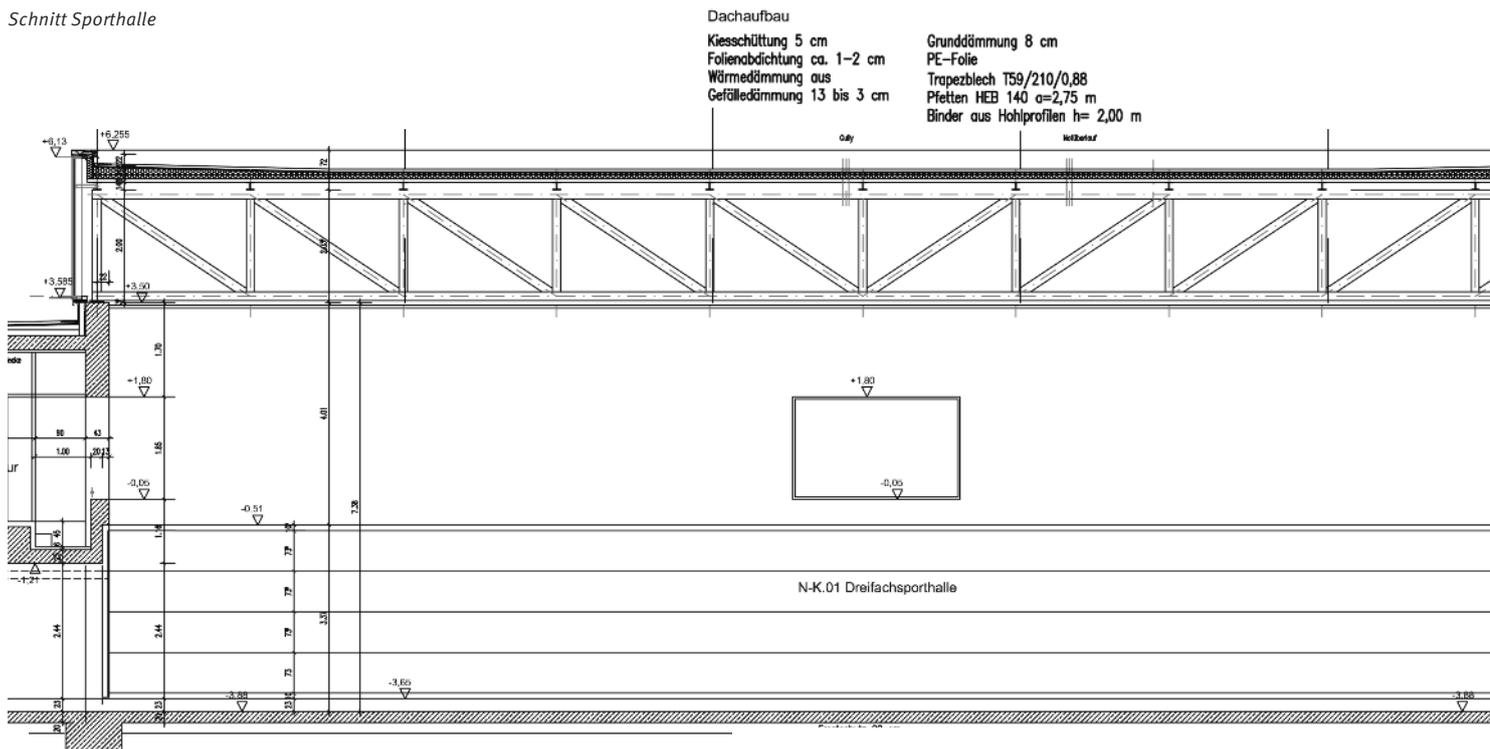
der Kiesschüttung und dem Schnee tragen zu können, wurde noch eine Pfettenlage aus HEB 140 im Abstand von 2,75 m eingezogen.

Durch die 2 m breiten Oberlichtbänder in jedem zweitem Feld des Daches und ein umlaufendes horizontales fachwerkhohes Lichtband kann die Halle vollständig natürlich belichtet werden. Die Lichtführung in der Sporthalle ist diffus und neutral. Unter

den Fachwerken ist eine ballwurfsichere Streckmetalldecke gespannt. Die Innenwände der Sporthalle sind bis zur Höhe von ca. 3,3 m mit nachgiebigen Prallwandsystemen verkleidet.

Der Korrosionsschutz wurde durch eine konventionelle Schutzbeschichtung im Werk aufgebracht. Nach dem Einbau erhielt die gesamte Konstruktion eine dunkelgraue Eisenglimmer-Farbbeschichtung. Brandschutzbeschichtungen waren nicht erforderlich.

Schnitt Sporthalle



## Dreifachsporthalle in Nittenau

### Projektdaten

Standort: Stadt Nittenau, Jahnweg

Nutzung: Sporthalle

Bauart: Gevoutete Stahl-Vollwandträger auf Stahlbetonstützen

Bauherr: Bauherrengemeinschaft Landkreis Schwandorf  
und Stadt Nittenau

Architekt: Hans J. Huber + Partner, Regensburg

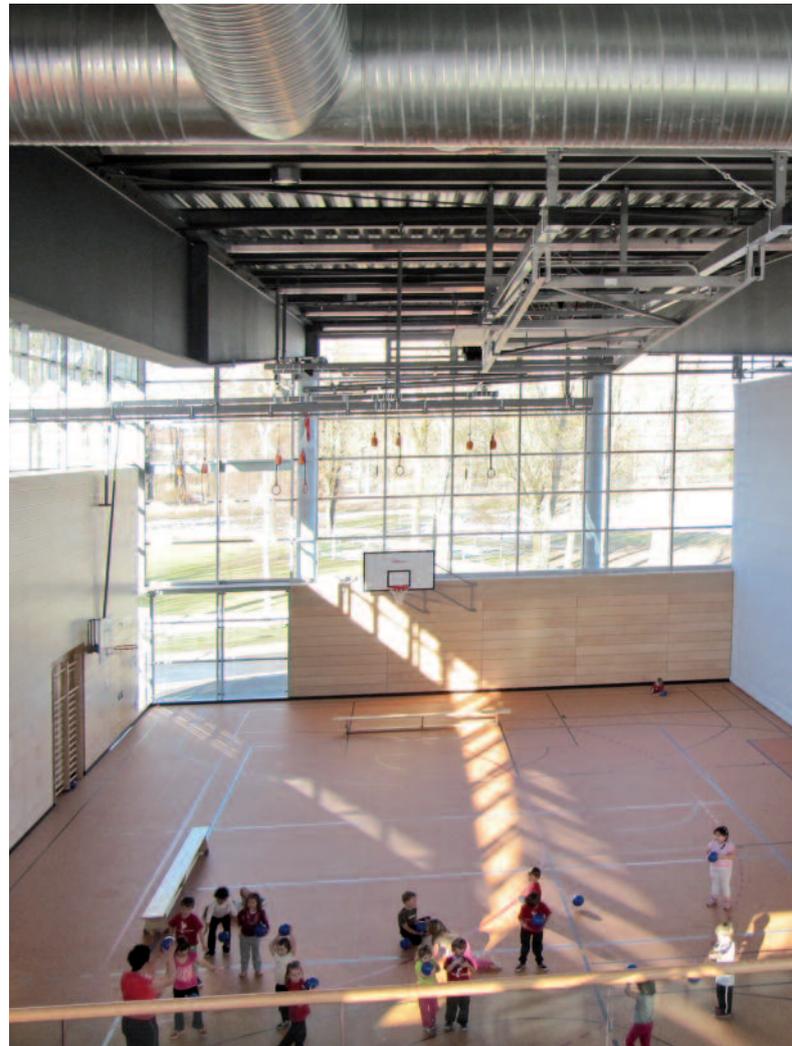
Tragwerksplanung: Dipl. Ing. Hans Wellenhofer, Schwandorf

Stahlbau: Prebeck GmbH, Bogen-Furth

### Baubeschreibung

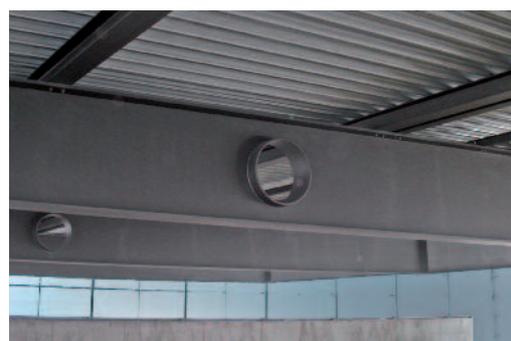
Die insgesamt 1.500 im Gymnasium und der Volksschule unterrichteten Schüler machten eine weitere Sporthalle notwendig. Auch die Bürger und Vereine in und um Nittenau profitieren von der neuen großen Halle. Das Investitionsvolumen beläuft sich auf ca. 6,5 Mio. Euro.

Die Standortwahl gestaltete sich schwierig, denn u. a. waren für die Halle Hochwasserschutzmaßnahmen erforderlich. Letztlich ist der Standort der neuen Sporthalle in unmittelbarer Nähe der Schulen aber gut gewählt. Für die am Bau beteiligten Firmen stellte der Bauplatz wegen seiner beengten Platzverhältnisse jedoch eine besondere Herausforderung dar. So mussten die



vorgefertigt angelieferten, ca. 41 m langen und ca. 14 t schweren Hauptträger, zunächst im Halleninnenraum gelagert werden, dort vom ebenfalls in der Halle aufgestellten Mobilkran aufgenommen, geschwenkt und auf die Betonstützen gehoben werden.

Die „Fischbauchträger“ als Stahlhauptträger des Daches sind als Schweißprofile ausgeführt. Die Gurte bestehen dabei aus 30 mm starken und 400 mm breiten Stahlblechen, der Steg aus 15 mm starken Blechen. Die Bauhöhe der Träger variiert aufgrund ihrer Form von 0,4 m bis 1,5 m. Insgesamt sechs nebeneinander angeordnete Hauptträger überspannen die Sporthalle freitragend bei einer Spannweite von ca. 37 m.



Fotos: Prebeck GmbH, Bogen/Furth



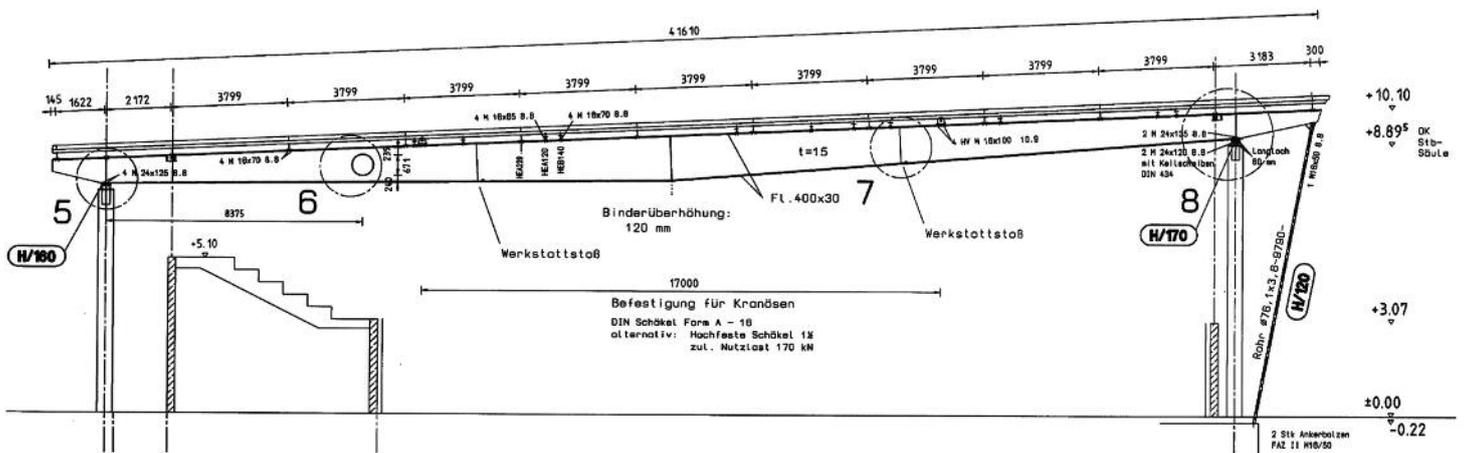
#### Bauwerksdaten:

Breite: 43 m  
 Länge: 62 m  
 Tonnage Stahlbau: 146 t  
 Fertigstellung: 2009



Die Aussteifung der Dachebene erfolgt zum einen über die quer zu den Hauptbindern angeordneten Stahlpfetten aus den Profilen HEA 220 und HEB 220, den zwei durchgehenden Dachverbandsfeldern aus Rundstahl mit 24 mm Durchmesser, und zudem über die Dacheindeckung mittels Trapezblech. Die Pfetten und weitere Querträger dienen zusätzlich der Anbringung von Sportgeräten und der Beleuchtung.

Aufgrund der Anforderungen an den Brandschutz sind die Stahlträger des Daches mit einem F30-Brandschutzanstrich versehen.







**Bauwerksdaten:**

Gesamtnutzfläche: 2.560 m<sup>2</sup>  
 Sporthalle: 1.368 m<sup>2</sup>  
 Tonnage Stahlbau: 40 t  
 Fertigstellung: November 2009

Personalkosten gespart. Ihre Oberflächen aus Buche Mehrschicht-holz-Platten gibt dem Innenraum einen warmen Akzent.

Den Korrosionsschutz der tragenden Stahlkonstruktion gewährleistet eine Farbbeschichtung. Das Brandschutzkonzept wurde mit Brand- und Rauchabschnitten sowie Flucht- und Rettungswegen umgesetzt.

**Innenausbau**

Besonderes Augenmerk legten die Planer auf eine gute, aber blendfreie Beleuchtung der Sporthalle mit gleichzeitiger Aussicht in die Umgebung.

Ebenso hatten die Raumakustik und der Schallschutz einen hohen Stellenwert: Die einzelnen Hallen werden mit doppelten Trennvorhängen, auch auf den Zuschauertribünen sorgfältig abgetrennt, sodass die drei Teile ohne Einschränkungen unabhängig voneinander genutzt werden können. Das Hallendach wird durch Stahl-Fachwerk-Binder strukturiert. Das aufliegende, gelochte Trapezblech mit Akustik-Einlage und die Schallabsorptionsplatten an den Hallenwänden oberhalb der Prallwände verbessern die Raumakustik und die Sprachverständlichkeit.

Die Sicherheit und der Komfort der Sporttreibenden werden durch einen Hallenboden mit einem flächenelastischen Holz-Doppelschwingboden mit Linoleum und durch den textilen Prallwandbelag unterstützt. Durch den Festeinbau der Tribünen werden



Fotos: GOLDBECK GmbH, Bielefeld

## Dreifachsporthalle in Hardthausen am Kocher

### Projektdate

Standort: Hardthausen am Kocher  
Nutzung: Sport- und Veranstaltungshalle mit  
Zuschauertribüne, Vereinsheim  
Bauart: Stahlkasten-Rahmenkonstruktion  
Bauherr: Gemeinde Hardthausen am Kocher  
Architekt: Heinisch . Lembach . Huber Architekten BDA,  
Stuttgart  
Tragwerksplanung: Mayr | Ludescher | Partner, Stuttgart  
Stahlbau: Friedrich Bühler GmbH, Altensteig

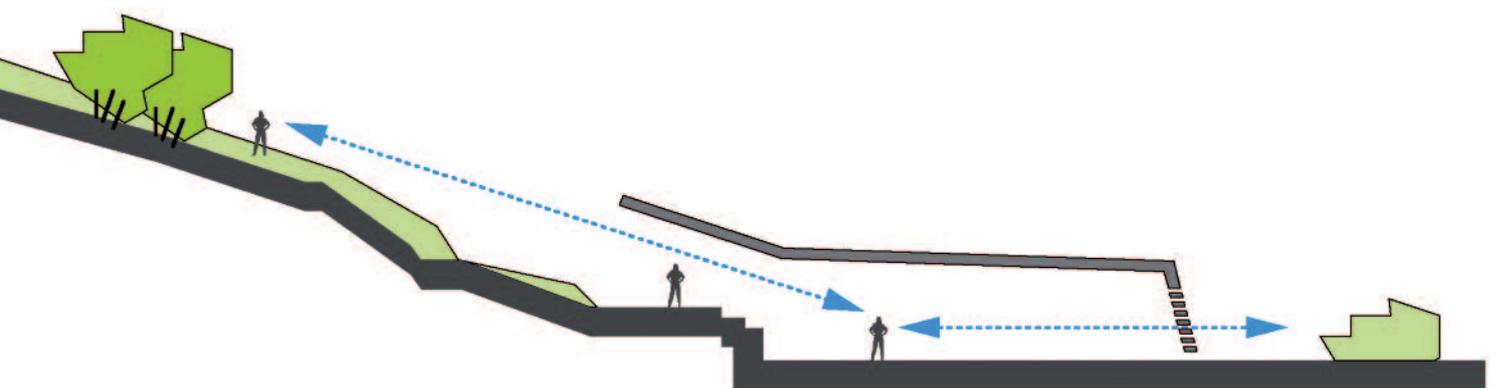
### Baubeschreibung

#### Architektur: Ein Blatt in der Tal-Aue

In ihrer Form, sowie in der Anordnung ihrer Funktionen ist die Sporthalle auf die landschaftlichen Merkmale des Ortes hin konzipiert – die steile, von Obstbäumen bestandene Topographie des Hanges, die vielfältigen Spazierwege und die reizvollen Ausblicke in die Landschaft. Das parallel zum Hang ausgerichtete Hallenspielfeld befindet sich auf Talebene und Straßenniveau. Vom Parkplatz aus direkt zugänglich befinden sich hier auch sämtliche Nebenräume und Umkleiden der Halle, welche rückseitig in den Hang eingebunden sind. Das Foyer und der Zuschauerbereich über dem Spielfeld sind zudem separat über eine in das Gelände eingebettete Freitreppe erschlossen. Das Konzept der Einbettung in den Hang reduziert Gebäudehöhe und Volumen, ein Drittel der Gebäudemasse tritt so optisch nicht in Erscheinung. Das Dach legt sich über die in den Hang gebetteten Räume wie ein gerade herabgesegeltes Baumblatt.



Fotos: Heinisch . Lembach . Huber Architekten BDA, Stuttgart



Schnitt Konzept

### Tragwerkskonzept: „Blattadern“ als Trägerwerk

Auch in der Konzeption des Hallentragwerks findet der besondere Landschaftsbezug des Gebäudes seine Entsprechung. Die fließende, talwärts gerichtete Bewegung des Tragwerks unterstreicht die Struktur der umgebenden Hanglandschaft. Stütze, Träger und Abspannung bilden zusammengefasste bauliche Elemente, welche eher als eine Untersicht mit „Blattadern“ wahrgenommen werden, die die Hallendecke strukturieren, denn als Teile eines Dachtragwerks. Um den Fluss des Tragwerks nicht zu beeinträchtigen, wird die Hallendecke von sekundären Tragwerksteilen frei gehalten: stabilisierende Traversen für Auskragungen, Trennvorhänge u. ä. liegen daher als Einlegeprofile über der inneren Dachschaale und sind vom Halleninneren aus nicht sichtbar.

### Baukonstruktion

12 einhüftige Stahlrahmen mit 27,50 m Stützweite im Rastermaß von 4,40 m tragen das Hallendach. Die Halbrahmenriegel kragen über das Raumvolumen zum Hang hin in Längen von 3,60 m bis 11,20 m aus. Durch eine Abspannung am Ende des Kragarms wird die Durchlaufwirkung des Trägers optimiert. Riegel und Stiel des Halbrahmens bestehen, entsprechend dem Kraftfluss, aus geschweißten Rechteck-Kastenquerschnitten mit konischem Verlauf. Die innenseitige Oberfläche der Decke wird durch Stahltrapezblech direkt gebildet, welches über Schubfeldwirkung als horizontale Aussteifungsebene eine tragende Funktion hat. Auf eine Nebenträgerlage konnte somit verzichtet werden. Weit auskragende, großflächige Dachüberstände kennzeichnen den Eingangsbereich. Hier ermöglichen Einlegeprofile über der Ebene des Trapezblechs das Tragwerkskonzept konsequent weiterzuführen. Das System des Halbrahmens mit rahmeneckähnlicher Einspannung des Rahmenriegels in die Stütze und Abspannungen an beiden Kragarmenden reduziert die Bauhöhe der Träger im Vergleich zu einfeldrigen Fachwerkträgern oder unterspannten Trägern um 1,00 m. Diese Entscheidung reduziert die Gebäudehöhe und damit das energetisch zu versorgende Volumen um 11 Prozent.

### Bauwerksdaten:

BGF: 1.750 m<sup>2</sup>

Baukosten: 3,45 Mio. €

Tonnage Stahlbau: 130 t

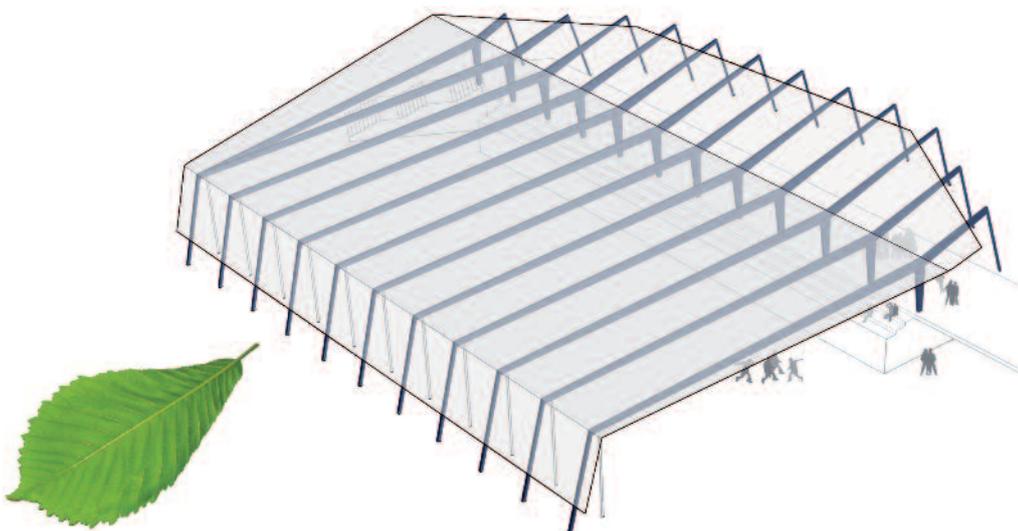
Fertigstellung: September 2005

### Tragwerk, Fertigung

Die Rahmenbauteile, die Stütze und die Riegel sind gevoutet. Die über die Länge veränderliche Höhe ist der jeweiligen Beanspruchung angepasst. Gurt- und Stegdicken wurden entsprechend der statischen Ausnutzung optimiert. Um den präzisen Charakter des Tragwerks zu unterstreichen, wurden die Kastenprofile als scharfkantige Träger ausgeführt. Die Seitenbleche sind mit den Gurt- bzw. Flanschblechen durchgehend voll verschweißt. Die Träger wurden überhöht eingebaut, damit im belasteten Zustand die Unterkanten gerade verlaufen. Die Anzahl der Montagestöße wurde minimiert. Diese sind als Hohlprofile mit innen liegenden HV-Schrauben und Montageschweißung des Obergurts ausgeführt. Um die Anforderungen des Korrosionsschutzes zu erfüllen, wurde die Konstruktion im Inneren mit einem einschichtigem Beschichtungssystem auf Basis von Alkydharz versehen. Der Außenbereich erhielt ein Duplex-System. Laut Brandschutzgutachten war kein Brandschutzanstrich erforderlich.

Die Sporthalle hat seit Fertigstellung die folgenden Preise erhalten:

- 2008 „Europäischer Architekturpreis 2008 Metalldächer- und Fassaden“, Anerkennung
- 2008 BDA-Preis Auszeichnung Guter Bauten
- 2009 IOC/IAKS AWARD für beispielhafte Sportstätten



## Dreifachsporthalle in Ludwigsburg

### Projektdaten

Standort: Innenstadt Ludwigsburg  
Nutzung: Sporthalle  
Bauart: Shed-Stahldachkonstruktion auf Stahlstützen  
Bauherr: Stadt Ludwigsburg  
Architekt: Ulli G. Hässig, Ludwigsburg  
Tragwerksplanung (Stahlbau): Dr.-Ing. P. Hildebrand,  
Dipl.-Ing. J. Broneske, Ludwigsburg  
Stahlbau: Friedrich Bühler GmbH, Altensteig

### Städtebau

Die Sporthalle fügt sich städtebaulich in die historischen Bau-  
blöcke ein. Der kubische Baukörper mit seiner niedrigen Traufe  
liegt halbgeschossig in den Boden eingesenkt und damit tiefer  
als das straßenbegleitende Baumdach. Das Gebäude ist durch  
fünf quer laufende Oberlichtbänder strukturiert, die den Rhyth-  
mus der Straßenbäume aufnehmen.

### Entwurf

Die eingeschossige Sporthalle mit Außenmaßen von ca. 46 m x  
40 m und einer Höhe von ca. 7,30 m im Spielfeldbereich ist 3 m  
tief in das Gelände eingesenkt. Getragen wird das Dach durch  
raumüberspannende Fachwerkträger, die in die Sheds integriert  
sind. Tragwerk und Raumhülle sind miteinander verschmolzen.  
Die Sheds ergeben innenräumlich eine rechtwinklige, gefaltete  
Struktur, gliedern eine im gleichen Rhythmus gefaltete Dachebene  
und ermöglichen damit eine blendfreie Belichtung der Spiele-  
ebene von oben. Die der Zuschauertribüne gegenüber gelegene  
ballwurfsichere Verglasung erlaubt in Spielpausen den Blick in  
den sich weitenden Schulhof und dessen Begrünung. Ein roter  
Turm im Eingang trennt die Bahnen von Sportlern und Zuschau-



ern, letztere erreichen vom Foyer aus die 550 Sitzplätze. Ein viel-  
seitig nutzbarer Mehrzweckraum ergänzt das Angebot für die  
Zuschauer. Anthrazitfarben lackierter Stahl und hell lasiertes  
Holz dominieren den Ausbau, robuste Materialien und einige  
rote Farbtupfer akzentuieren das Innenleben.

### Tragwerk

Das Tragwerk besteht aus paarweise angeordneten Fachwerk-  
trägern und dazwischenliegenden Pfetten, die die Dachhaut  
tragen. Die Pfosten-Fachwerkträger aus Hohlprofilen spannen  
über 29 m frei und tragen ihre Lasten in die Rundrohrstützen  
ab, die auf einer Stahlbetonkonstruktion des Untergeschosses  
lagern.

Durch die Wahl von Rechteckhohlprofilen für die druck- bzw. zug-  
beanspruchten Gurte und Pfosten und die Minimierung der Flä-  
che für die zugbeanspruchten Diagonalen in aufgelöste Flach-  
stähle entsteht ein filigranes Tragwerk, das die Lastabtragung



Fotos: Architekturbüro Ulli G. Hässig, Ludwigsburg



**Bauwerksdaten:**

Gesamtbreite: 40 m  
 Länge: 46 m  
 Tonnage Stahlbau: 77 t  
 Fertigstellung: Januar 2008

deutlich ablesbar wiedergibt. Die Wahl von Hohlprofilen mit unterschiedlichen Wandungsstärken ermöglichte die Ausführung von Profilen mit weitgehend gleichen Außenabmessungen bei gleichzeitiger Reduktion des Stahlgewichtes. Die Pfetten werden analog der Fachwerkgurte ebenfalls in Rechteckhohlprofilen ausgeführt und am Fachwerkträgeruntergurt verdeckt befestigt. Erreicht wurde dies über Schweißverbindungen in Kombination mit einem hohen Anteil werkseitiger Vorfertigung.

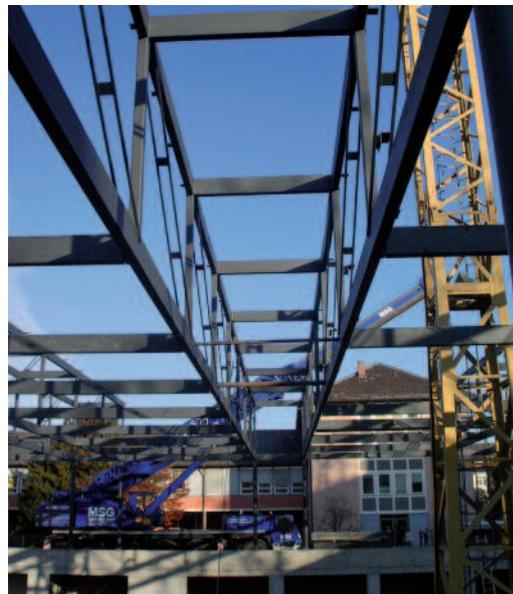
Die vertikalen Pfosten und die Verbindungspfosten der Fachwerkträger bilden den Oberlichtrahmen, der die elastische seitliche Halterung der druckbeanspruchten Fachwerkobergurte gewährleistet. Dadurch wird die Höhe im Bereich zwischen den Oberlichtern frei nutzbar und erlaubt die schattenfreie Belichtung über eine verglaste Fachwerkseite.

Die Aussteifung der Halle erfolgt über die Dach- und Wandverbände und über die Anbindung an die Giebelwände aus Stahlbeton.



Der Korrosionsschutz wird durch eine Beschichtung gewährleistet.

Da es sich um einen Brandabschnitt mit flächendeckend angeordneten Rauchmeldern und einer ausreichenden Anzahl von Rettungswegen handelt, war kein Brandschutzanstrich erforderlich.



## Dreifachsporthalle Untereisesheim

### Bauspezifische Angaben:

Lage: Untereisesheim

Nutzung: Sporthalle

Bauart: gevouteter Vollwandträger auf Stahl- bzw. Stahlbetonstützen

Bauherr: Stadt Untereisesheim

Architekt: mattes · sekiguchi architekten BDA, Heilbronn

Tragwerksplanung: Ing.büro Glaser, Obersulm-Eschenbach

Stahlbau: Vollack Stahltechnik, Karlsruhe

### Städtebau

Bewegung und Landschaft, Konzentration und Ausblick, Dynamik und Freiheit, Ruhe und Begeisterung, Leben und Erleben; dies alles unter einem Dach, an einem unverwechselbaren Ort in der Landschaft. Unter einem großen, ausladenden Metallflügel öffnet sich die Sporthalle transparent in die Grünfläche und betont ihre Sonderstellung am Ortseingang. Die beiden Ebenen der Sporthalle orientieren sich am vorhandenen Gelände. Der Sporthallenboden und die Außenspielfläche liegen eben zur angrenzenden Wiese. Der Sportler bewegt sich in der Landschaft. Der landschaftlich gestaltete Zugang vom Ort führt auf den erhöhten Eingangsplatz, und bildet mit dem verglasten Foyer eine einheitliche und großzügige Fläche. Der Zuschauer erlebt von hier aus Sport in der Landschaft. Eingestellte Kuben aus Cortenstahl auf der Foyerebene verbinden den Innenraum mit dem Eingangsplatz.



### Entwurf

Der einfachen Entwurfsidee entsprechen die Materialien:

- massive Betonwände und Decken prägen das Sockelgeschoss, die äußeren Wände mit sichtbarer Bretterschalung, ähnlich der Holzprallwand in der Sporthalle; glatte Betonwände in den Umkleiden kontrastieren mit der Lärchenholzmöblierung.
- das rote Außenspielfeld hat seine Entsprechung im Sporthallenboden und dem verbindenden Flurbelag.
- das prägnante Metaldach ist ein homogener Baukörper, in dem das Stahltragwerk, das auf vier starken Betonstützen ruht, und die Heizung, Beleuchtung, Schallabsorptionsflächen sowie die komplette Lüftung für die Sporthalle und den Zuschauerbereich flächenbündig integriert wurden.



Fotos: Dietmar Strauß, Besigheim



**Bauwerksdaten:**

Spielfeld: 27 x 45 m

Tonnage Stahlbau: 189 t

Fertigstellung: April 2005



**Tragwerk**

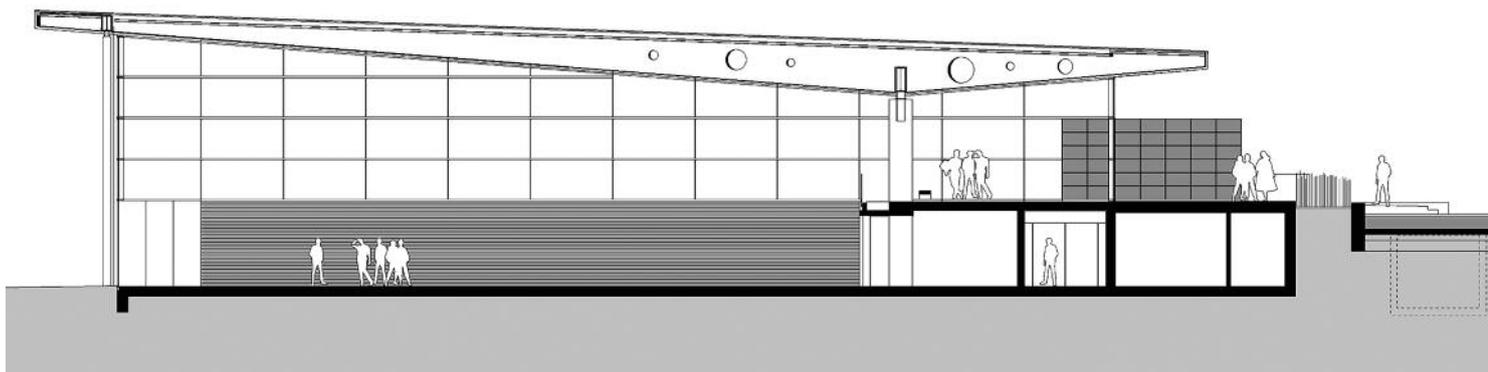
Das zweischalige Warmdach mit Kalzip lagert auf einer Pfettenkonstruktion aus Walzprofilen. Die Pfetten mit einem Abstand von 5 m schließen an gevoutete zusammengeschweißte Vollwandträger. In der Länge des Vollwandträgers ist die Querschnittshöhe dem Biegemomentenverlauf angepasst. Runde Stegöffnungen ermöglichen die Unterbringung von Installationen. Der gevoutete Dachträger ist als Einfeldträger mit Auskragung konzipiert. Seine Lasten gibt er vier Stahlstützen vor der Glasfassade und den vier Stahlbetonstützen im Inneren der Halle ab.

Die Aussteifung der Stahlhalle erfolgt über Dachverbände, Stahlbetonstützen und Sockelgeschoss.

Die Hallendecke ist mit ballwurfsicheren Metallplatten versehen.

Der erforderliche Korrosionsschutz wurde mit einem Duplex-System realisiert.

Das Dachtragwerk wurde in F0, d. h. ohne jeglichen Brandschutz, die Stützen dagegen mit einem F30-Brandschutzanstrich versehen.



## Sanierung der Dreifachsporthalle in Bad Reichenhall

### Projektdaten

Standort: Münchner Allee in Bad Reichenhall

Nutzung: Sporthalle

Bauart: Fischbauchträger

Bauherr: Stadt Bad Reichenhall

Architektin: Claudia Schreiber Architektur und Stadtplanung GmbH, München

Tragwerk: Köppl Ingenieure, Planung und Beratung im Bauwesen GmbH, Rosenheim

Stahlbau: Stahlbau Wegscheid

Nach dem Einsturz der direkt in der Nachbarschaft gelegenen Eissporthalle, wurde auch diese Dreifachturnhalle aus den 1960er Jahren intensiv untersucht, im Inneren freigelegt und laufend überwacht. Zwei sehr ausführliche Gutachten zum Tragwerk des Hallendachs belegten einen komplizierten Überwachungsmodus für die Zukunft, um dieses Tragwerk erhalten zu können.

Die Stadt Bad Reichenhall entschied sich deshalb, die bestehende hölzerne Dachkonstruktion komplett zu erneuern und die Halle zu sanieren.

Die gute Strukturierung und die sich daraus ergebende optimale Funktionalität der Halle mit ihrer großen Tribüne und den darunter angeordneten Nebenräumen sowie die vorhandene, solide Bausubstanz des Stahlskelettbaus mit Mauerwerksaufsicherungen sprachen für den bestmöglichen Erhalt der vorhandenen Bausubstanz.

Auch die bestehende Anordnung von zwei Treppenhäusern, jeweils an den Giebelseiten, schafft eine gute Struktur hinsichtlich der Flucht- und Rettungswege.



Zahlreiche Konstruktionen zur Erneuerung des Hallentragwerkes wurden in der Vorplanung untersucht. Es war nicht ausgeschlossen, dass hier ein neues Holztragwerk zum Einsatz kommen konnte. Jedoch ergaben diese Untersuchungen, dass eine Holzkonstruktion Größenordnungen von Trägerhöhen ergaben, die gestalterisch nicht wünschenswert waren und im Vergleich zu Stahlträgern sich auch als unwirtschaftlich darstellten.

Die hier entwickelte und umgesetzte Konstruktion des Hallentragwerkes geht von gebogenen Stahlträgern – in Form eines Fischbauchträgers – aus, die auf den alten Auflagern – Betonunterzügen – des Bestandes aufgesetzt werden.

In Verbindung mit den neuen Stahlträgern bilden die vorgefertigten Hohlkasten-Deckenelemente die aussteifende Scheibe dieser Konstruktion. Hohlkastendeckenelemente bestehen aus Holzrippendecke mit unterer Beplankung aus Furnierschichtholzplatten, zum Teil mit Akustiklochung, Wärmedämmung und Dampfsperre als oberer Dachabschluss.

Die in der Höhe optimierten Fischbauchträger, im Abstand von 2,80 m, setzen sich aus einem gebogenen Ober- und Untergurt mit Pfosten als Druck- und Zugstäbe zusammen.

Der Ober- und Untergurt selbst besteht aus geschweißten Stahlprofilen, die aus HEA 240-Trägern hergestellt wurden. Dabei



Fotos: Julia Schambeck Fotografie



wurde der Steg in einer Breite von 78 mm herausgetrennt und die beiden Teile anschließend mit einer Gesamtbreite von 152 mm wieder zusammengeschweißt.

Die Pfosten (Druck- und Zugstäbe) bestehen aus HEA 160-Profilen und wurden mit einer Breite von 152 mm flächenbündig zwischen Ober- und Untergurten angeschweißt. An den Enden laufen die Gurte in einem geschweißten Kasten zusammen.

Jeder Träger wurde auf der einen Seite biegesteif mit einer Stahlstütze verschweißt und auf der anderen Seite als gelenkiges Auflager mit Kopf und Fußplatte ausgeführt. Die Befestigung der Stützen erfolgt auf dem bestehenden Betonunterzug. Die Gesamtlänge der Träger beträgt 35 m. Die Gesamthöhe am Scheitelpunkt beträgt 2,90 m und am äußersten Auflager 200 mm. Die Höhe in der Auflageachse der Stütze beträgt 240 mm.

Neben der Sanierung der eigentlichen Sportflächen mit neuem Sportparkett, einer neuen Prallwand und einer neuen Ausstattung mit Sportgeräten wurden die umgebenden Bereiche der Umkleiden, der Duschen und der sanitären Einrichtungen sowie die Anlagentechnik vollständig generalsaniert.

Die gesamte Sporthalle wurde energetisch modernisiert. Die bestehende Außenhülle erhielt eine hinterlüftete Fassade aus 6 cm breiter Lärchenholz-Stülpchalung mit einer 12 cm bis 14 cm dicken Dämmung aus Mineralwolle. Sämtliche Fensterflächen im Bestand wurden ebenfalls erneuert mit entsprechend energetisch hochwertigen Fassadenelementen.

Eine Nahwärmeversorgung mit dem Energieträger Gas wurde aufgebracht. Die Halle wird mit einer flächendeckenden Fußbodenheizung beheizt und besitzt eine Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Die Lichtführung mit der Raumakustik spielt ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Sanierung der Halle.

Mit dieser Sanierung wurde sowohl durch einen Außenzugang über eine Rampe als auch durch einen integrierten Aufzug im Inneren eine barrierefreie Halle geschaffen, mit der die Forderung, den Behindertensport stattfinden zu lassen, erfüllt wird.

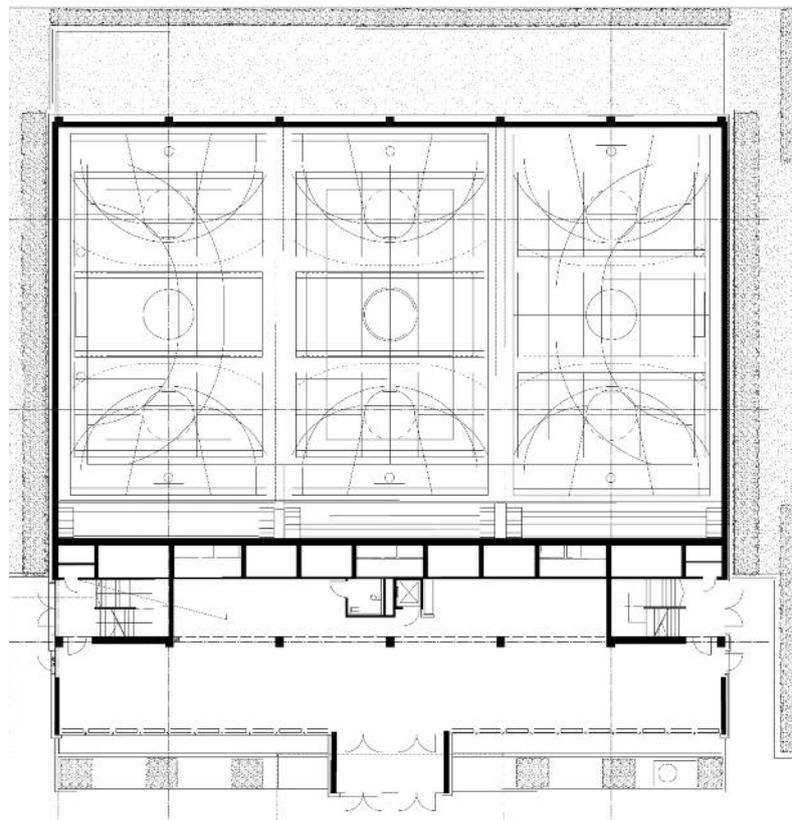
#### Bauwerksdaten:

Gesamtnutzfläche: 2.600 m<sup>2</sup>

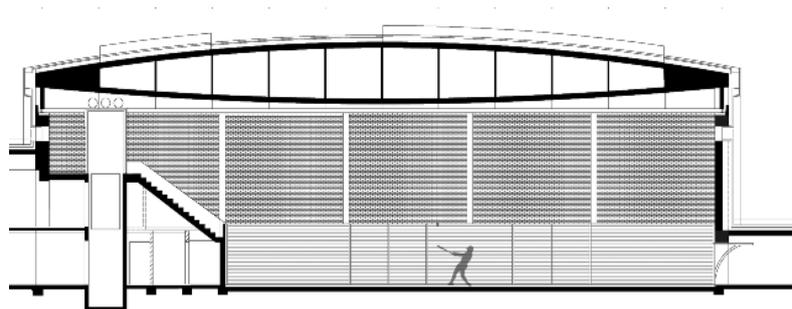
Gesamtkosten: 5,4 Mio. Euro

Tonnage Stahlbau: 95 t

Fertigstellung: Januar 2012



Im Blick auf all diese Aspekte wurde mit der Entscheidung zur Sanierung der Dreifachsporthalle der Grundstein für ein nachhaltiges Handeln gelegt, indem die Bausubstanz sinnvoll erhalten und die neuen verwendeten Materialien optimal eingesetzt wurden und eine wartungsfreie Nutzung der Halle sichern.



## Sporthalle Silcherschule in Eislingen

### Projektdaten

Standort: Eislingen/Fils

Nutzung: Schulsporthalle

Bauart: Stahl-Einfeldträger auf Massivbauwände verankert

Bauherr: Stadt Eislingen

Architekt: VON BOCK ARCHITEKTEN, Göppingen

Tragwerksplanung: Hagedorn Ingenieure, Göppingen

Stahlbau: Stahlbau Nägele GmbH, Eislingen

### Städtebau und Architektur

Das Grundstück der Silcherschule in Eislingen weist ein Gefälle in Süd-Nord-Richtung auf. Die bestehenden Schulgebäude und deren Anbauten sind dem Bedarf entsprechend, im Laufe der Zeit, angefügt worden – eine Pausenhofüberdachung gibt es nicht. Es ist ein „Wegenetz“ mit den unterschiedlichsten Höhen-niveaus entstanden, welches insbesondere in Bezug auf heute geforderte Barrierefreiheit nicht genügt. Die städtebauliche Situation stellt sich eher diffus dar – ein Neubau der Sporthalle bietet die Chance, dem Areal, insbesondere südlich des Altbaus, eine neue Ordnung zu geben.

Die Gebäude entlang der B10 weisen eine straßenbegleitende und mit dem Geschäftshaus teils auch höhere Bebauung auf. Im Bereich Schul- und Poststraße sind die Bauvolumen eher geringer und dienen überwiegend dem Wohnen. Die beiden alten Schulgebäude sind als Solitäre dominierend.

Der städtebauliche Entwurf akzeptiert dies und fügt den Sporthallenbau deshalb so ins Gelände ein, dass die Bestandshöhen des Altbaus sowohl im Sockelgeschoss als auch im Erdgeschoss übernommen werden. Eine Fuge zwischen Alt und Neu bildet die

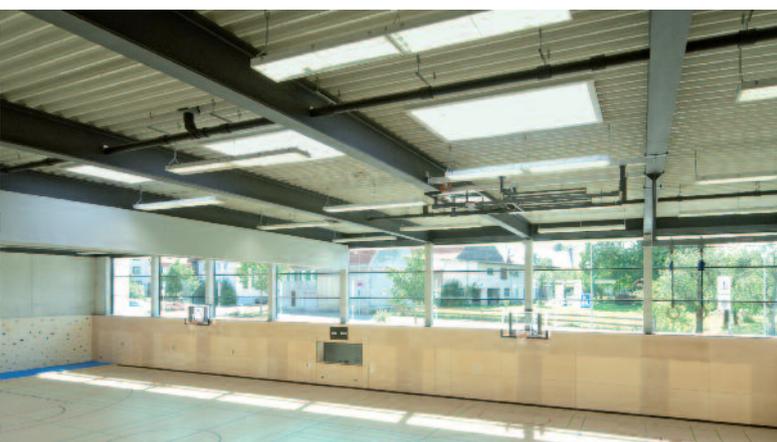


Erschließungsachse in beiden Ebenen. Der Sporthalle in ihrer klaren Form wird eine separate „Grüne Box“ beigestellt, welche die Umkleiden und den Treppenabgang enthält. Von der Schulstraße aus entsteht ein behindertengerechter Zugang ins EG, von der Poststraße aus führt eine behindertengerechte Rampe zum unteren Eingang der Sporthalle. Sowohl Halle als auch Schulgebäude sind auf diese Weise zusätzlich leicht zu beliefern, ohne einen Aufzug zu benötigen, der außer Investitionskosten auch Wartungskosten verursachen würde.

Durch die direkte Anbindung des Neubaus ergibt sich ein Foyer, an das die Schule witterungsunabhängig angeschlossen ist. Für die Nutzungen von externen Vereinen ist die Halle vom Parkplatz aus zugänglich – sogar für Rollstuhlfahrer. Für Letztere befinden sich Umkleiden und Toiletten durch Zweiteilung dieser Funktion auf Hallenniveau.

### Material, Konstruktion und Statik

Aus der klaren Grundform der Halle resultierend, wurde eine einfache Stahlkonstruktion nachgewiesen.



Fotos: Stadt Eislingen



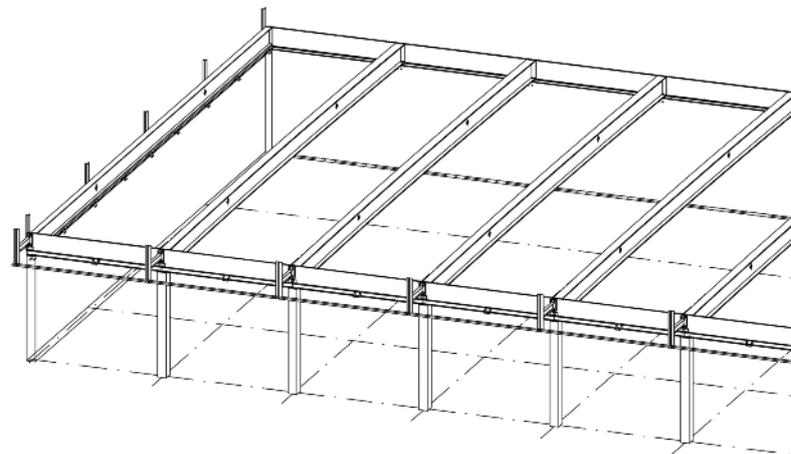
**Bauwerksdaten:**

Breite: 23,5 m  
 Länge: 38 m  
 Tonnage Stahlbau: 46 t  
 Fertigstellung: 2011

Um 126 mm überhöhte Dachträger aus HEB 650-Profilen, in Stahlgüte S355, überspannen im Abstand von 4,55 m ca. 22 m frei und liegen gelenkig auf den Massivbauwänden auf. Die Stabilisierung der Sporthalle wurde durch die Stahlverbände in der Dachebene und die vertikalen Stahlbetonwänden gewährleistet. Das Dach wurde mit Akustik-Trapezblechen ausgestattet. Alle Bauteile gegen Erdreich sind in Stahlbetonbauweise hergestellt.

Die Halle soll einen kindgerecht, heiteren Charakter ausstrahlen, ohne auf klassische Gestaltung zu verzichten. Überwiegend Flächen in gebrochenem Weiß erhalten ihre Wärme durch Holzbeplankungen an den Seitenwänden der Halle.

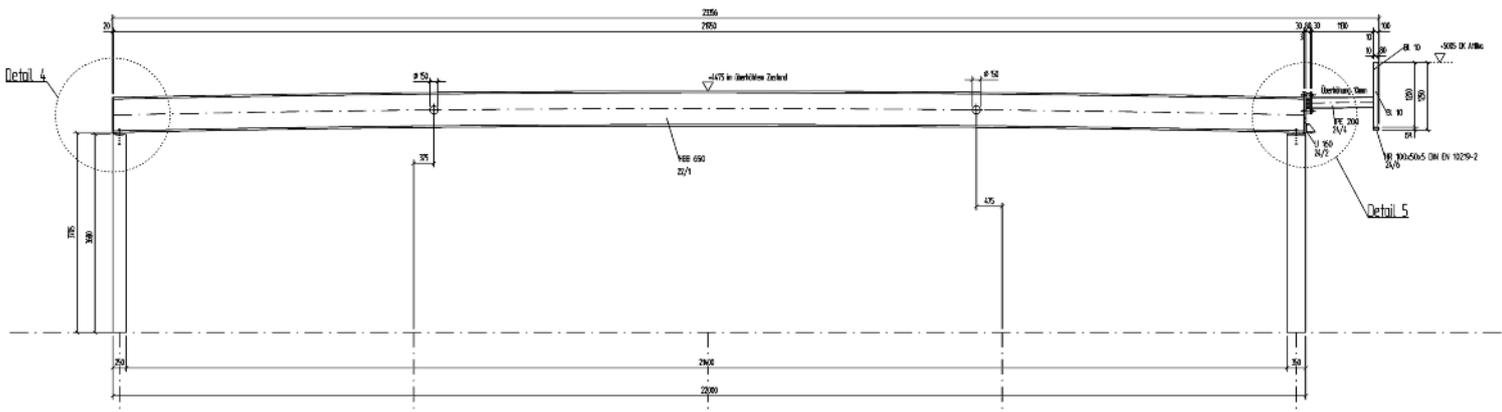
Die „Grüne Box“ trennt den Innen- vom Außenbereich. Ein Gründach mit Gefälle ist sowohl aus ökologischer Sicht sinnvoll, als auch unter dem Aspekt der Aufsicht aus den Bestandsgebäuden erfreulich, gibt es doch dem Ort ein Stück Grün zurück. Die Wärmedämm- und Speicherfähigkeit der Dachkonstruktion wird nachweislich erhöht (Energieeinsparung und Raumklima).



**Außenanlagen**

Was die Außenanlagen betrifft, so wurde der Einmündungsbereich der Schulstraße in die Poststraße vollkommen umgestaltet. Im Zusammenhang mit den Stufen auf den unterirdischen Geräteräumen entsteht ein Platz. Die Bürger und Eltern sollen teilhaben an den Aktivitäten ihrer Kinder. Bei einer Mehrzwecknutzung durch Schul- und Vereinsfeste, bietet sich die Öffnung zum Publikum ebenso an.

Der Schulhof selbst wurde ganz wesentlich umgestaltet und neu geordnet.



## Erweiterung der Weinbrenner Schule mit Dreifachsporthalle in Karlsruhe

### Bauspezifische Angaben:

Standort: Kriegsstraße 141, Karlsruhe

Nutzung: Weinbrennerschule

Bauart: Stahlskelettkonstruktion auf STB-Stützen

Bauherr: Stadt Karlsruhe

Architekten: Rebecca Chestnutt \_ Robert Niess Architekten  
BDA, Berlin

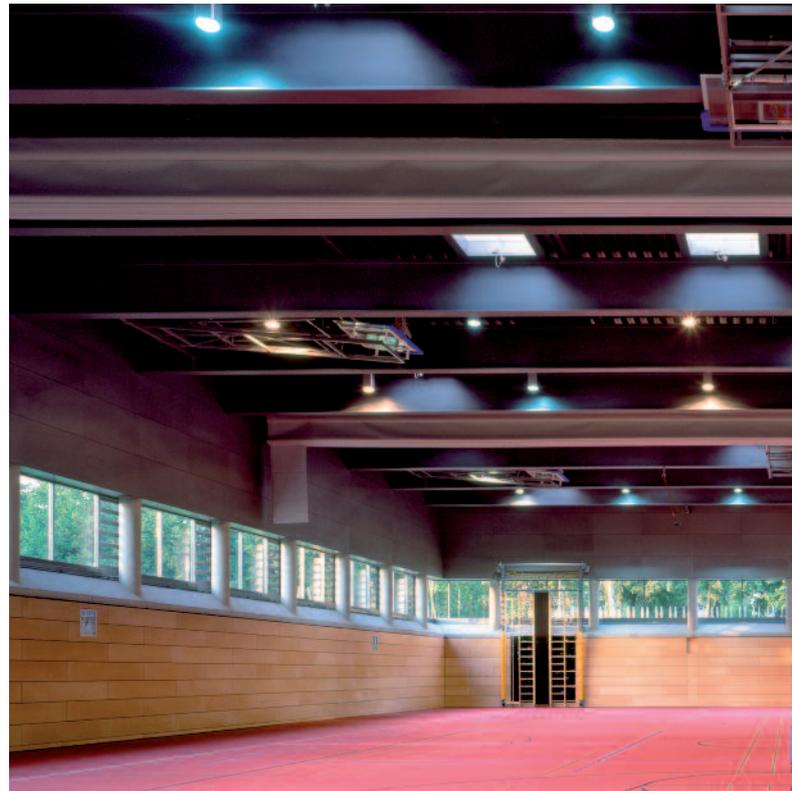
Tragwerk: Eisenloffel . Sattler + Partner, Berlin und  
Prof. Pfeiffer + Partner, Karlsruhe

Stahlbau: Egon Haist Schlosserei und Stahlbau,  
Baiersbronn-Mitteltal

### Entwurf

Aufgabe war es, die Weinbrenner Schule in Karlsruhe um eine Dreifachsporthalle mit Unterrichtsräumen und eine Hausmeisterwohnung zu erweitern und die Neubauten an den vorhandenen Schulbau funktional anzuschließen und gestalterisch zu integrieren. Der Entwurf sah vor, die Sporthalle inkl. der zugehörigen Umkleiden und Geräteräume im Gelände abzusenken, um den Erweiterungsbau gegenüber dem Bestand zurückzunehmen und ihn in die Landschaft einzubetten.

Die Unterrichtsräume, errichtet auf dem Tiefgeschoss der Umkleiden, schließen sich in einem klaren, eigenständigen Baukörper in der Flucht des Bestandes an. Die Hausmeisterwohnung mit separatem Zugang bildet am Kopf des Erweiterungsbaus eine neue Zugangs- und Eingangssituation zum Schulkomplex am Weinbrennerplatz. Die Umkleiden der Sporthalle



befinden sich im Tiefgeschoss auf Kellerniveau des Bestandes. Sie sind durch ein gemeinsames, abschließbares Foyer im Erdgeschoss zugänglich. Die Deckenebene des Tiefgeschosses unter dem Erweiterungsflügel erhebt sich als Sockel aus dem Gelände und ermöglicht eine natürliche Belichtung.

### Tragwerk / Konstruktion

Die Sporthalle mit einer Länge von 46 m und einer Breite von 28 m ist gestalterisch und konstruktiv in drei formale Elemente gegliedert und klar akzentuiert: die Sockelzone, das umlaufende, ebenerdige Lichtband und der „Deckel“. Die erdberührende Sockelzone ist als massive Betonkonstruktion ausgebildet, wobei Sohlplatte und erdberührende Wand einen Halbrahmen bilden. Hinter dem verglasten Lichtband mit einer Höhe von



Fotos: Chestnutt\_Niess Architekten BDA von Werner Huthmacher

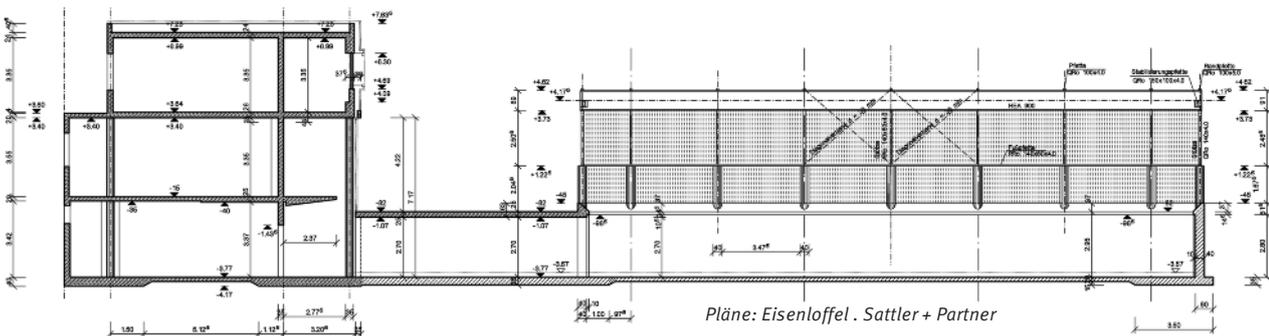
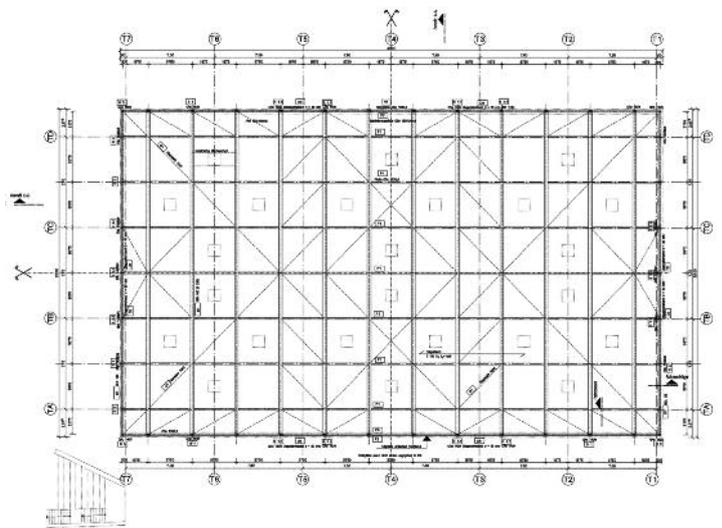


**Bauwerksdaten:**  
 Baukosten: ca. 7 Mio. Euro  
 HNF: 1.781 m<sup>2</sup>  
 BGF: 3.106 m<sup>2</sup>  
 Fertigstellung: März 2009

ca. 3 m stehen elliptische Betonstützen von ca. 30 x 50 cm im Raster von 3,75 m. Sie sind in den massiven Halbrahmen der Sockelzone eingespannt. Das Hallendach ist als „Deckel“ aus einer schlanken Skelettkonstruktion in Stahlbauweise aufgesetzt. Die Walzträger HEA 900 überspannen im Abstand von 3,75 m die gesamte Hallenbreite von 27,5 m als Einfeldträger und tragen das Dach der Sporthalle. Die Dachunterseite wird aus Akustik-Stahltrapezblechen gebildet. Kleinformatige, quadratische Stahlhohlprofilstützen QR 140x4 innerhalb der Wandkonstruktion leiten die Auflagerkräfte der Dachträger in die Stahlbetonstützen ein.

Die Giebelwände der Halle konnten in einfacher Leichtbauweise umgesetzt werden. Die Beanspruchungen sind hier deutlich geringer als bei den Längswänden. Die stählerne Dachkonstruktion wird durch horizontale Verbände in der Dachebene und vertikale Verbände in den Wänden stabilisiert.

Die Gründung der Halle erfolgt auf einer massiven Sohlplatte mit verstärkten Randstreifen als elastisch gebettete Flächen-gründung. Dabei werden Sohlstärken von 40 cm bzw. 60 cm am Rand und 25 cm im Innern der Halle erreicht.



Pläne: Eisenloffel . Sattler + Partner

## Walter-Lindner-Sporthalle in Calw

### Projektdaten

Standort: Calw im Krappen  
Nutzung: Sport- und Freizeithalle mit Gymnastikräumen  
Bauart: Mischbauweise mit Fachwerkträgern aus Stahl  
Bauherr: Stadt Calw  
Generalunternehmern: Fa. Brodbeck, Metzingen/Württemberg  
Architekt: DOMINO GmbH  
Architekten.Ingenieure. Designer, Reutlingen  
Tragwerksplanung: Knaak + Reich, Ingenieurbüro für Tragwerksplanung, Reutlingen  
Stahlbau: Stahlbau Nägele GmbH, Eislingen

### Baubeschreibung

Aufgabe war es, eine funktional und energetisch optimale Sporthalle zu entwerfen mit vier Spielfeldern, einem Gymnastikraum und Sozialräumen. Außerdem galt es für Veranstaltungen ca. 500 Zuschauerplätze einzuplanen. Der Nutzungsschwerpunkt sollte auf dem Schul- und Vereinssport liegen.

Die Sporthalle befindet sich städtebaulich attraktiv am südlichen Stadteingang von Calw. Für Besucher stehen rund 300 Auto- und 13 Busstellplätze am alten Bahnhof bereit. Die städtebauliche Anbindung erfolgt über zwei Fußgängerbrücken – eine über die Bahnhofstraße und eine weitere über die Nagold, um die beiden Flussufer zu verbinden.



Foto: Stahlbau Nägele

### Tragwerk

Die Sporthalle wurde in Mischbauweise ausgeführt. Das Hallendach – als Satteldach konzipiert – wird getragen von insgesamt zwölf, im Abstand von 6 m angeordneten Fachwerkträgern aus Stahl. Sie überspannen die Sporthalle freitragend auf einer Länge von 28,7 m. Ihre Bauhöhe beträgt im Firstbereich 2,0 m und im Traufbereich 1,30 m. Die Obergurte der Fachwerkträger werden gebildet aus Walzprofilen HEA 280 der Stahlgüte S 355, die Untergurte aus HEB 160 mit Diagonalen aus Walzprofilen HEB 100.



Foto: Stahlbau Nägele

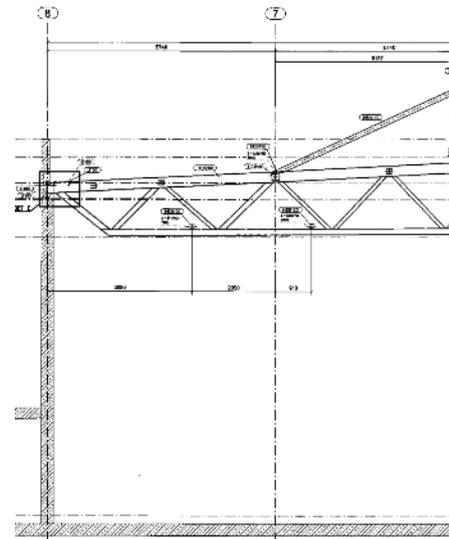




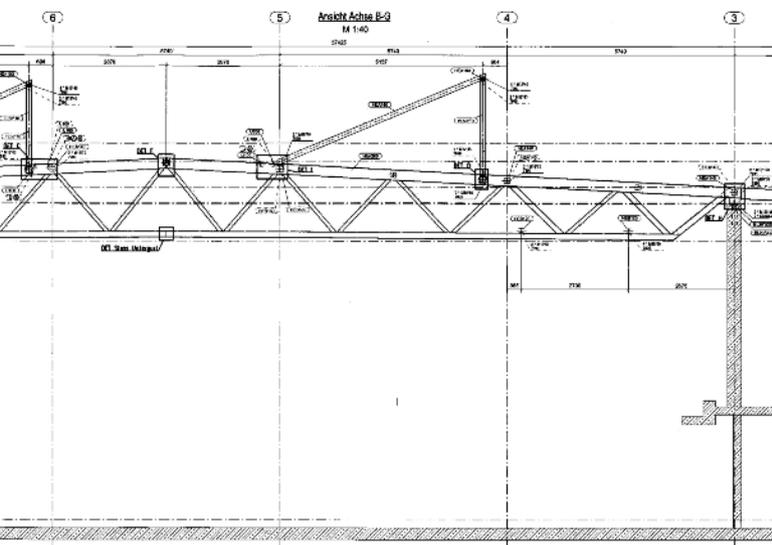
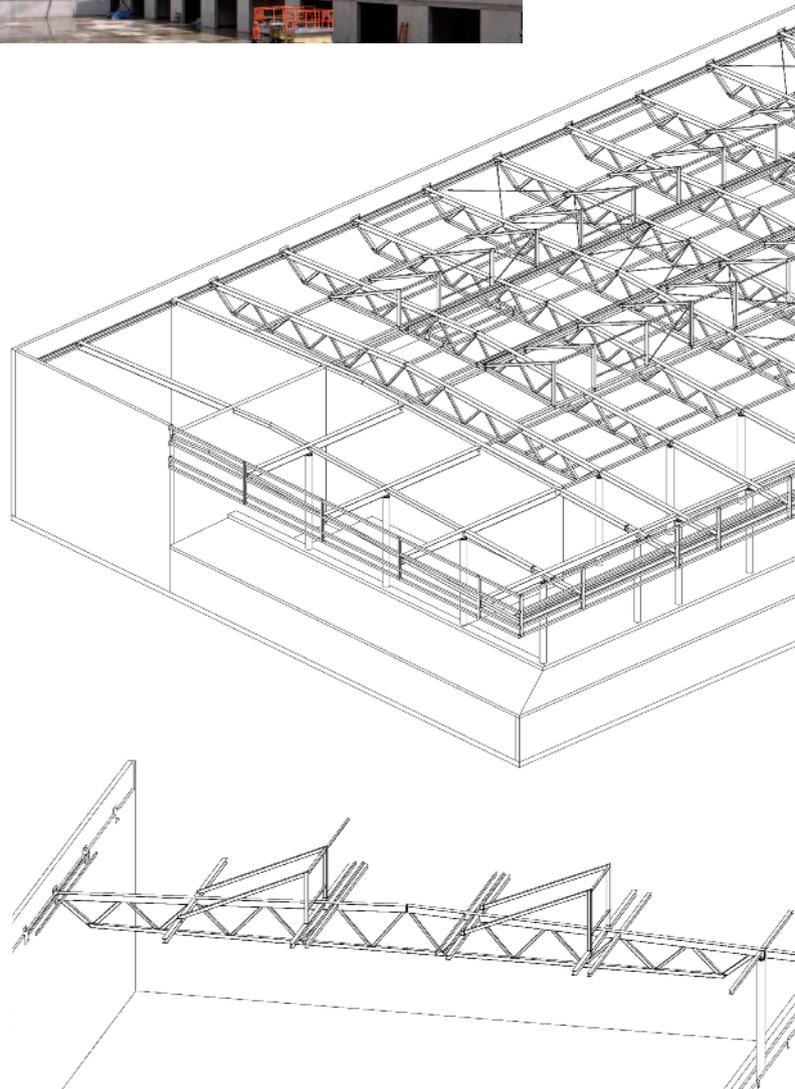
Foto: Stadt Calw

**Bauwerksdaten:**

Breite: 37 m (mit Sozialräumen)  
 Länge: 71 m (mit Vordachbereich)  
 Tonnage Stahlbau: 122 t  
 Fertigstellung: September 2012

Die Fachwerkträger lagern gelenkig auf Stahlbetonunterzügen sowie runden Stahlbetonstützen. Die Stützen dienen gleichzeitig als Auflager für die Stahlkonstruktion des Daches über den ca. 8 m breiten Sozialräumen. Die Stabilisierung der druckkraftbeanspruchten Fachwerkträger-Obergurte übernehmen zwei horizontale Dachverbände.

Ergänzend zu dem Lichtband in den Außenwänden gewährleisten zwei auf dem Hallendach aufgeständerte, ca. 3,5 m hohe Sheddächer mit Verglasung den geforderten Lichteinfall der Sporthalle. Das Sheddach ist als Rahmenkonstruktion mit HEA 140 ausgeführt und wird durch eine Unterkonstruktion zwischen den Fachwerkträgern abgefangen.



Pläne: Stahlbau Nägele

## bauforumstahl e.V.

bauforumstahl (BFS) fördert das Bauen mit Stahl und ist ein Forum rund um Architektur, das ressourceneffiziente und wirtschaftliche Planen und Bauen sowie das Normenwesen.

Es repräsentiert rd. 500 Mitglieder entlang der gesamten Prozesskette: Stahlhersteller, Stahlhändler, Stahlbauer, Zulieferer, Feuerverzinkungsbetriebe, Rohstoffanbieter und Hersteller von Brandschutzbeschichtungen, Planer sowie Vertreter der Wissenschaft.

### Die Gemeinschaftsorganisation

- bietet unabhängige **Beratung und Informationen** für Architekten, Planer, Ingenieure und Bauausführende, private und öffentliche Bauherren, Investoren, Wissenschaft, Hochschulen und Studierende sowie die breite Fachöffentlichkeit und ist eine **offene Plattform** für vielfältigste Aktivitäten;
- bietet **Leistungen für ihre Mitglieder**, vertritt ihre Interessen und koordiniert die Meinungsbildung in Ausschüssen;
- fördert das Bauen mit Stahl durch **Publikationen, Info-dienste, Arbeits- und Bemessungshilfen, Online-Tools, Veranstaltungen, Messebeteiligungen, Schulung und Nachwuchsförderung** sowie die **Initiierung von Forschungsvorhaben**;
- lobt **Wettbewerbe** aus zur **Förderung der Baukultur, der Ingenieurbaukunst und des Nachwuchses**;
- beteiligt sich aktiv am **Dialog und Erfahrungsaustausch** mit allen am Bauprozess Beteiligten und ist **Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Gremien, Organisationen und Normenausschüssen**;
- stellt die **Geschäftsstelle des Deutschen Ausschusses für Stahlbau (DAST)**.



## Die Autorin



**Dr.-Ing. Julija Ruga**

Studium des Bauingenieurwesens an der TU Novi Sad (eh. Jugoslawien), Fachrichtung Industriebau; Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Promotion am Institut für Stahlbau der TU Braunschweig; Tragwerksplanerin bei GOLDBECK GmbH in Bielefeld; seit 2001 Fachberaterin bei bauforumstahl im Büro Süd.

## **bauforumstahl e.V.**

### **Zentrale und Büro West**

Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf | Postfach 10 48 42, 40039 Düsseldorf  
T: +49(0)211.6707.828/812 | F: +49(0)211.6707.829  
zentrale@bauforumstahl.de | www.bauforumstahl.de

### **Geschäftsführer**

Dr. Bernhard Hauke  
zentrale@bauforumstahl.de | T: 0211.6707.828

Dipl.-Ing. Volker Hüller  
volker.hueller@bauforumstahl.de | T: 0211.6707.805

### **Öffentlichkeitsarbeit**

Dipl.-Vw. Angelika Demmer  
angelika.demmer@bauforumstahl.de | T: 0211.6707.830

### **Rechtsfragen**

RA Karl Heinz Güntzer  
karl-heinz.guentzer@bauforumstahl.de | T: 0211.6707.817

### **Brandschutz**

Dipl.-Ing. Hans-Werner Girkes | Fachberater  
hans.girkes@bauforumstahl.de | T: 0211.6707.826

### **Schweißtechnik, zerstörungsfreie Werkstoffprüfung (ZfP) und Korrosionsschutz**

Dipl.-Ing. Gregor Machura | Fachberater  
gregor.machura@bauforumstahl.de | T: 0211.6707.843

### **Nachhaltigkeit**

Raban Siebers, MSc | Referent  
raban.siebers@bauforumstahl.de | T: 0211.6707.560

### **Architektur**

Dipl.-Ing. Arch. AKNW Torsten Zimmermann | Fachberater  
torsten.zimmermann@bauforumstahl.de | T: 0211.6707.815

### **Büro West**

Dipl.-Ing. Hans-Werner Girkes | Fachberater  
hans.girkes@bauforumstahl.de | T: 0211.6707.826

Dipl.-Ing. Ronald Kocker | Fachberater  
ronald.kocker@bauforumstahl.de | T: 0211.6707.842

### **Büro Nordost**

Dipl.-Ing. Sivo Schilling | Fachberater  
sivo.schilling@bauforumstahl.de | T: 030.7901394.1

Dipl.-Ing. Michael Schmidt | Fachberater  
michael.schmidt@bauforumstahl.de | T: 030.7901394.2

Gutmuthsstraße 23 | 12163 Berlin (Steglitz)  
T: +49(0)30.7901394.0 | F: +49(0)30.7901394.3

Dipl.-Ing. Christian Wadewitz | Fachberater  
christian.wadewitz@bauforumstahl.de  
T: 0341.8632180 | F: 0341.8632182  
Arno-Nitzsche-Straße 45 a | 04277 Leipzig

### **Büro Süd**

Dipl.-Ing. Wolfgang Buchner | Fachberater  
wolfgang.buchner@bauforumstahl.de | T: 089.360363.11

Dr.-Ing. Julija Ruga | Fachberaterin  
julija.ruga@bauforumstahl.de | T: 089.360363.13

Carl-Zeiss-Straße 6 | 85748 Garching  
T: +49(0)89.360363.0 | F: +49(0)89.360363.10

Dipl.-Ing. Heinz Bock | Fachberater  
heinz.bock@bauforumstahl.de | T: 07224.7769 | F: 07224.69123  
Rusellstraße 39 | 76571 Gaggenau



## Mitglieder bauforumstahl .....



## Interessengemeinschaft Stahlhandel im bauforumstahl (IGS) .....



## Verbände .....



Sohnstraße 65 | 40237 Düsseldorf  
Postfach 10 48 42 | 40039 Düsseldorf  
T: +49(0)211.6707.828 | F: +49(0)211.6707.829  
zentrale@bauforumstahl.de | www.bauforumstahl.de  
www.facebook.de/bauforumstahl

