

B. Sagmeister

Begutachtung von Stahlbetondielen aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge

Zusammenfassung Nach dem Krieg wurden mehrere Millionen Quadratmeter „Bimsdielen“ als tragende Dachkonstruktionen verbaut, die inzwischen wegen undichter Dachabdichtungen zur Sanierung anstehen. Der Artikel beschreibt die Haltbarkeit des Betons, die Folgen großer Durchbiegungen der Dielen, Ursache und Auswirkungen von Rissen sowie Versuche zur Feststellung der Resttragfähigkeit. Er geht darüber hinaus auf Schäden infolge Brand ein und weist auf die Gefahren infolge Korrosion der Bewehrung hin. Schließlich werden Hinweise auf die möglichen Befestigungssysteme der Dachabdichtung gegen Windsog gegeben.

Consultant opinion about slabs and panels made of reinforced no-fines lightweight concrete

Abstract After the second world-war millions of so called "pumice-panels" have been used as load bearing roofing constructions. Meanwhile reconstruction is necessary due to leakage of the water-proofing. The article deals with the life cycle of the specific lightweight concrete, bending and cracking of the panels and testing of the load bearing capacity. Damages as a result of fire and the corrosion of the reinforcement are treated. Various fixing-types of water-proofing membranes against wind-suction are discussed.

1 Einleitung

In Deutschland wurden seit dem Krieg mehrere Millionen Quadratmeter „Bimsdielen“ als tragende Dachkonstruktionen eingebaut. Ursprünglich wegen ihrer Wärmeschutzeigenschaften geschätzt, werden sie auch heute noch bei Dächern mit brand- oder schallschutztechnischen Anforderungen verwendet. Das Dach der Messehalle 4 in Dortmund, Bahnsteige in Stuttgart und München sowie Fertigungshallen der Automobilindustrie sind mit Bimsdielen eingedeckt. Der Großteil dieser Dächer wird inzwischen 30 bis 40 Jahre alt und muss wegen undichter Dachabdichtungen komplett saniert werden. Dabei wird regelmäßig die Unterkonstruktion aus Bimsdielen begutachtet und eine Abschätzung getroffen, ob diese eine weitere Standzeit von etwa 30 Jahren haben.

2 Beton

Die Stahlbetondielen aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge (Bild 1) sind in der DIN 4028 [1,2] genormt. Darin ist festgehalten, dass nur Zuschlag, Zement und Wasser als Ausgangsstoff (Bild 2) verwendet werden darf. Das als Zuschlag verwendete Bimskorn ist ein poriges Gestein, welches bis zur Gewinnung teilweise schon seit 10.000 Jahren unverändert im Grundwasser liegt. Als Mineral kann es nicht vermodern, faulen oder verrotten. Bimsbeton ist in frostfreier Atmo-



Bild 1. Bimsdielen nach DIN 4028.

Fig. 1. Pumice-panel acc. DIN 4028.

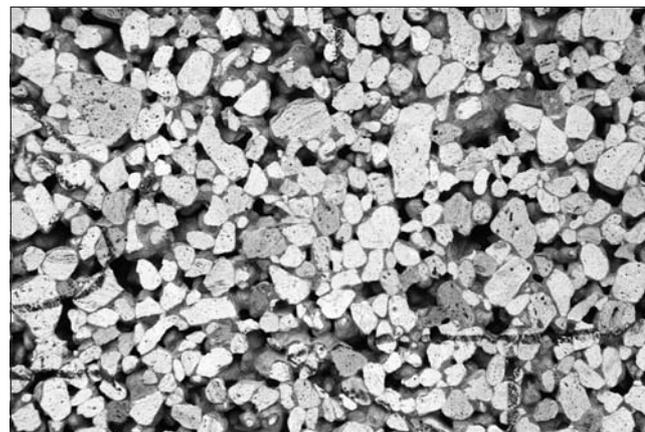


Bild 2. Schnitt durch haufwerksporigen Leichtbeton mit Zuschlag Bims.

Fig. 2. Section through no-fines lightweight concrete with aggregate pumice.

sphäre praktisch unbegrenzt haltbar. Wie normaler Beton ist er beständig gegen normale Industrieatmosphäre und ölige Dämpfe von Maschinenbaubetrieben. Eine hohe CO₂-Belastung schädigt den Beton nicht. In Flaschenabfüllanlagen eingebaute Dielen zeigen nach Jahrzehnten keine Veränderung. Hohe Temperatur und Luftfeuchte wirken sich nicht schädlich aus. Der Beton von Dielen in dampfbetriebenen Härtekammern der Betonfertigteilindustrie ist seit Jahrzehnten ohne Schäden. In [3] wird über die jahrzehntelange Bewehrung von gemauerten Fabrikschornsteinen aus haufwerksporigem Bimsbeton, zum Teil aus dem letzten Jahrhundert, bei massiven Schwefelgriff berichtet.

3 Durchbiegungen

Wenn man in einer Halle nach Jahrzehnten sorgfältig nach oben schaut, fällt einem die optisch große Durchbiegung der einachsigen gespannten Dielen auf. Bei einem Nachmessen ergeben sich meist Durchbiegungen von bis zu 4 cm auf eine Länge von etwa 3 m. Auch

Dr.-Ing. Bernhard Sagmeister

Geschäftsführer der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied GmbH, Sandkauler Weg 1, 56564 Neuwied am Rhein, www.mpva.de.

wenn die beobachteten Durchbiegungen mit 1/75 der Spannweite relativ groß sind, solange der Wasserabfluss nicht behindert wird, sind sie nicht bedenklich. Sie haben keinen Einfluss auf die Tragfähigkeit und auch ein Herabrutschen vom Auflager ist nicht zu befürchten. Angenommen eine Diele mit einer Spannweite von 3 m würde sich um unrealistische 10 cm durchbiegen, so wäre die rechnerische Verkürzung je Auflager weniger als 5 mm. Selbst wenn die in der Norm geforderte minimale Auflagertiefe von 3 cm unterschritten wurde, ist ein Abrutschen nicht zu befürchten.

Die Durchbiegungen erzeugen große Verdrehungen am Auflager, die zu erhöhten Kantenpressungen führen. Hier ist das System aber unempfindlich, da sich die meist stählerne Auflagerkante in den weicheren Bimsbeton hineindrücken kann und so Lastspitzen umgelagert werden.

4 Risse

Platten mit Feinschlämmsschichten auf der Unterseite weisen manchmal Krakeelrisse auf, die bereits auf die Herstellung zurückzuführen sind und die Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit nicht beeinflussen.

Durch die Platte durchgehende dünne Risse quer zur Spannrichtung sind üblicherweise auf das Schwinden der Platten zurückzuführen. Wenn man die Werte der DIN 1053, Tabelle 2 für Leichtbetonsteine ansetzt, können bei nicht ausreichend abgelagerten Platten Endwerte der Feuchtedehnung (Schwinden) von bis zu 0,5 mm/m auftreten. Da das Schwinden nach 1 bis 2 Jahren abgeklungen ist, sind bei Sanierungsfällen keine weiteren Verformungen oder Beeinträchtigungen zu erwarten.

Häufig trifft man jedoch breite Biegerisse quer zur Spannrichtung der Dielen an. Hier ist als erstes von außen zu kontrollieren, ob nachträglich ungeplante Aufbauten wie z. B. Lüftungsanlagen oder Verdunster auf das Dach gesetzt wurden. In der Regel stammen die Risse aber vom Verlegen der Platten. Die vorgeschriebenen Lastverteilungsbohlen wurden nicht benutzt und ganze Elementstapel auf noch nicht vergos-



Bild 3. Bewehrungsverankerung durch Haken und Korrosionsschutz durch Zementleimüberzug.

Fig. 3. Anchorage of reinforcement by hooks and corrosion-protection by covering with cement paste.

senen Feldern transportiert und gelagert. Diese Unvorsicht beim Verlegen ist auch die Ursache, dass viele Risse nicht wie erwartet in Feldmitte, sondern mehr im äußeren Drittel oder Auflagerbereich auftreten. In manchen Gebäuden kann man anhand des Rissbildes die ehemaligen „Baustraßen“ auf dem Dach erkennen. Falls also Rissmarken, z. B. aus Gips, keine weiteren Bewegungen ergeben, sind die bestehenden Risse aus der Herstellungszeit und stellen keine Gefahr für die Dielen dar.

Da die Dielen ohne Bewehrung nicht tragfähig sind, sind wegen der geringen Zugfestigkeit des Betons Risse aus Gründen der Bemessung notwendig und nicht zu vermeiden. Prinzipiell kann keine Grenzzrissweite angegeben werden, ab der Risse gefährlich sind. Der Korrosionsschutz der Bewehrung erfolgt nicht durch den Beton, sondern durch andere Maßnahmen. Die Bewehrung wird nicht über Verbund sondern mittels Haken (**Bild 3**) verankert, so dass auch hier Risse unschädlich sind. Das tatsächliche Tragverhalten entspricht einem mit einem Seil unterspanntem Bogen. In der Norm [2] wird ein Nachweis der Beschränkung der Rissbreite nicht gefordert, sondern nur implizit über konstruktive Regeln gesteuert. Solange deshalb die Verträglichkeit der Bewegung mit

dem Dachaufbau gegeben ist, wird in Anlehnung an die alte DIN 1045 das „optische“ Abnahmekriterium, nach der eine Rissbreite $\leq 0,4$ mm akzeptierbar ist, herangezogen.

Bei Rissen parallel zur Spannweite der Dielen, entlang der Bewehrungsstäbe, muss die Diele geöffnet werden und eine Kontrolle erfolgen, ob der Beton durch Rosten der Bewehrung abgesprengt wird.

5 Traglast

Falls Zweifel an der Tragfähigkeit bleiben oder zusätzliche Belastungen geplant sind, muss die vorhandene Traglast der Dielen ermittelt werden. Tragwerksplaner empfehlen meist das Herausschneiden von Würfeln aus dem oberen Plattenbereich. Mit der daraus ermittelten Druckfestigkeit und der vorhanden Bewehrung könnte die Traglast errechnet werden. Nicht bedacht wird dabei meist, dass der obere Plattenspiegel nur 2 – 3 cm dick ist und bei einem Größtkorn von $\varnothing 16$ mm Würfelchen mit 25 x 25 x 25 mm aus haufwerksporigem Beton nicht aussagekräftig sind.

Sinnvoller ist es drei oder sechs ganze Dielen durchschnittlicher Art und Güte sorgfältig auszubauen und in einer Prüfanstalt das Gewicht und die Dielentragsfähigkeit nach § 10.3 DIN 4028 [2] im Dreipunktbiegezugversuch zu ermitteln. Vor dem Herausheben der Platten sind die Vergussfugen sorgfältig freizuschneiden. Die Platten müssen vorsichtig ausgebaut, verpackt und im Stehen transportiert werden.

Für Laien überzeugender ist der Traglastversuch vor Ort (**Bild 4**). Er schließt auch eventuelle Besorgnisse wegen Durchbiegung, Kantenpressung oder Auflagertiefe definitiv aus und zeigt überdies deutlich, welche Sicherheiten in den Lastannahmen nach DIN 1055 stecken. Zu beachten ist hierbei, dass unter der geprüften Stelle ein Sicherheitsgerüst (im Bild rötlich gefärbte Bohlen und Folie) aufgebaut werden muss. Die Dielen sind auf der Oberseite freizulegen um Lastverteilungen durch Dämmstoffe und Abdichtungen auszuschließen. Als Belastungskörper werden am besten schwere KS-Steine oder Zementsäcke verwendet, die stichprobenartig gewogen werden. Sie müssen regelmäßig aufgelegt werden und dürfen keine selbstabtragenden Bögen bilden. Günstig ist es, wenn die Sonne scheint. Nicht nur die Halle bleibt trocken, auch das Belastungsgewicht der Steine verändert sich nicht. Bei der Auswertung der Versuche ist zu beachten, dass nicht



Bild 4. Belastungsversuch.

Fig. 4. Testing of load bearing capacity.

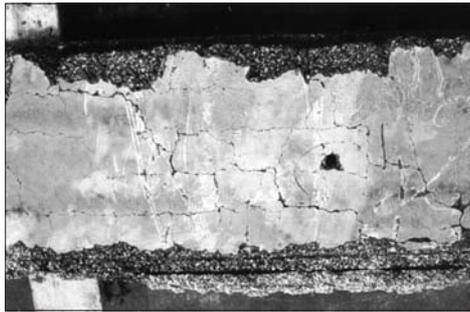


Bild 5. Durch Brandeinwirkung geschädigte Dielen.
Fig. 5. Panel damaged by fire.

nur das 2,1-fache Gewicht der Dämmung, Isolierung und des Schnees sondern auch der vorhandenen Bimsdielen aufgebracht werden muss. Dies ist auf das klassische Sicherheitskonzept der Norm mit einem generellen Sicherheitsbeiwert zurückzuführen.

Bei beiden Traglastversuchen müssen die geprüften Dielen gegen neue ausgetauscht werden. Dabei ist zu beachten, dass diese auf Maß gefertigt sein müssen. Ein nachträgliches Kürzen von zu langen Dielen auf der Baustelle ist wegen der Beeinträchtigung der Endverankerung der Bewehrungsstäbe unzulässig.

Falls erforderlich können Kontrollen zu Lage und Durchmesser der Bewehrung mit handelsüblichen Überdeckungsmessgeräten wie dem *Profometer 4* durchgeführt werden.

6 Brand

Bei Hallenumnutzungen ist zu beachten, ob die erforderliche Feuerwiderstandsklasse erreicht wird. Mittels DIN 4102-4 [4] ist in Abhängigkeit von der Plattendicke und des Mindestachsabstandes der Bewehrung eine Einstufung möglich.

Im Falle eines Brandes lässt sich die Resttragfähigkeit von Beton und Bewehrung wie weiter oben beschrieben am einfachsten mit einem Dreipunktbiegezugversuch am ganzen Element bestimmen. Falls schon vor Ort festgestellt werden kann, dass der Beton bröseln und das Betongefüge durch netzartige Risse zerstört ist (**Bild 5**), sollten die Platten großflächig ausgetauscht werden.

Den hervorragenden Brandwiderstand von Elementen aus haufwerksporigem Leichtbeton nach DIN 4028 zeigen **Bild 6** und **Bild 7**.

7 Korrosion der Bewehrung

Nach der Norm dürfen nicht geschützte Stahlbetondielen aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge nur bei Umweltbedingungen nach Tabelle 10 Zeile 1 und 2 der alten DIN 1045 von 1978 verwendet werden. Der Einsatz ist also möglich in geschlossenen Räumen, im Freien, in offenen Hallen und Garagen. Nicht zulässig ist der Einsatz in Hallenbädern, Viehställen oder Wäschereien, dort kann auch bei gutem Zustand des Daches nur der Austausch empfohlen werden.

Für die Korrosion der Bewehrung wird Feuchtigkeit benötigt. Diese kommt bei normalen Industriehallen weniger über die Hallenluft, sondern über Undichtigkeiten der Dächer. Die meisten Schäden an Bimsdielen entstehen durch undichte Dächer! Ob die Feuchtezufuhr durch eine Leckage von außen erfolgt oder ein Zustand der Ausgleichsfeuchte vorliegt, kann gemessen werden. Die hierfür erforderliche Feuchtebestimmung des Betons kann nur an herausgeschlagenen Stücken oder an Trockenbohrkernen mittels Darren durchgeführt werden. Gemäß [5] ist darauf zu achten, dass der Bohrkronendurchmesser mindestens 50 mm beträgt. Widerstandsmessungen sind zu un-



Bild 6. Feuerwehrleute auf einer Brandwand mit Wandelementen aus haufwerksporigem Leichtbeton.
Fig. 6. Fire fighters on a fire retaining wall made of no-fines lightweight concrete.

genau und bei dem CM-Gerät ist die Probenmenge zu klein um einen repräsentativen Wert zu erhalten. Der praktische Feuchtegehalt der Bimsdielen beträgt 4,5 Masse-% in Anlehnung an DIN V 4108 [6].

Im Gegensatz zu Konstruktionsbeton nach DIN 1045 bietet der haufwerksporige Beton selbst keinen Schutz der Bewehrung. Durch seine porige Struktur ist er in wenigen Jahren durchkarbonatisiert [7,8]. Aus diesem Grunde werden die Bewehrungsstäbe mit einem Korrosionsschutzüberzug auf Zementbasis geschützt. Dieser Überzug ist sehr effektiv, seine Wirksamkeit hängt aber von der Sorgfalt der handwerklichen Ausführung bei der Fertigung ab. Zur Beurteilung des Zustandes der Bewehrung sind deshalb Platten auszubauen und zu zerlegen. Der Überzug kann sich sowohl auf dem Bewehrungsstab befinden, als auch am Beton haften bleiben. Färbt sich beim Besprühen mit Phenolphthalein der Überzug rot (**Bild 3**), ist der Korrosionsschutz noch gegeben. Auf den Bewehrungsstäben vorhandener Flugrost ohne Narbenbildung ist unkritisch, er kommt noch aus der Zeit der Fertigung.

Falls der Schutzüberzug mangelhaft ausgeführt wurde, rostet der blanke Stahl im Beton. Ähnlich wie bei einem ungeschütztem Stahl in Hallenluft verläuft dieser Prozess zwar langsam aber unaufhaltsam. Bei ungünstigen Verhältnissen können wesentliche Abtragungsraten dann die Standsicherheit gefährden. Kritisch ist Rostanfall mit Narbenbildung. Dies gilt speziell im Bereich der Haken für die Endverankerung. Da die Stäbe keinen Verbund eingehen, ist eine Abminderung der Biegezugbewehrung am Auflager nicht möglich und der volle Stahlquerschnitt wird benötigt. Das Tragsystem entspricht ei-



Bild 7. Brandwand einer Industriehalle nach dem Feuer von Bild 6
Fig. 7. Fire retaining wall after the fire of fig. 6.

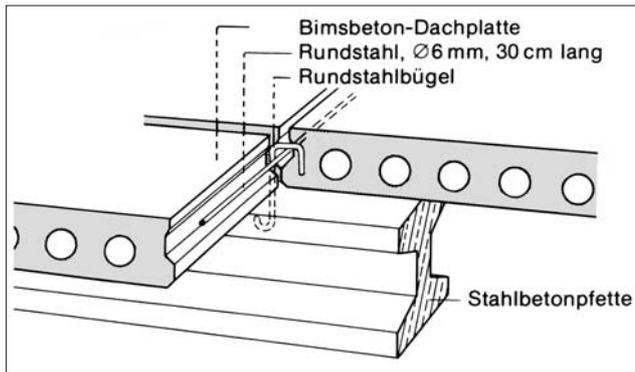


Bild 8. Hakenverankerung gegen Windsog aus [9].
Fig. 8. Anchorage with hooks against wind suction acc. to [9].

nem seilunterspanntem Bogen, die Fachwerkanalogie ist nicht zutreffend. Gerade am Haken trifft man die stärksten Korrosionsschäden an, da hier der Stahl durch die Umformung empfindlicher gegen Korrosion ist und der Überzug oft nur unvollständig aufgebracht wurde. Eine Berechnung des Korrosionsfortschrittes und somit der Restlebensdauer des Daches sollte in derartigen Fällen nur durch einen Fachmann erfolgen.

Bei Korrosionsanfall von Vergussfugenbewehrung ist zu bedenken, dass diese meist nur konstruktiv angeordnet sind. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Dächer wird die Aussteifung des Gebäudes durch Rahmen oder Verbände gewährleistet und ist kein planmäßig tragende Dachscheibe ausgebildet.

Die Dielen sind an den Auflagern mit Haken oder Stahlaschen an der Unterkonstruktion [9] verankert. Dies ist eine konstruktive Sicherung gegen Verschieben oder Abheben infolge Windsogs (Bild 8). Da diese Halterungen meist kräftig überdimensioniert sind und im Rahmen von Sanierungen die Dächer zusätzliche Lasten durch Dämmstoffe und Abdichtungsbahnen erhalten, zeigt ein genauer Nachweis meist, dass diese Detail unkritisch sind.

8 Befestigung von Dachabdichtungen

Bei einem Neuaufbau des Dachsystems mit Dämmung und Abdichtungshaut muss die oben liegende Dachabdichtungsbahn gegen Windsog gesichert werden. Eine Auflast, z. B. mit einer Kiesschüttung oder Plattenbeläge, scheidet meist wegen des zusätzlichen Gewichtes und der daraus resultierenden Beanspruchungen der Bimsdielen und der tragenden Unterkonstruktion aus. Ein vollflächiges Verkleben der Schichten ist gut geeignet und Regel der Technik, ist aber wirtschaftlich sehr aufwendig.

Eine gute Lösung ist das Fixieren mittels nietähnlichen Befestigern (Bild 9). Die Diele wird gänzlich durchbohrt, die Nieten eingesetzt und aufgespreizt (Bild 10). So entsteht eine Durchsteckmontage mit mechanischen Kraftschluss. Beim Bohren ergeben sich Abplatzungen an der Unterseite. Solange dabei keine Bewehrung beschädigt wird, sind diese in Bezug auf die Tragfähigkeit der Platte ohne Bedeutung. Die Zugkraft aus Biegung der Diele wird nicht durch den Beton sondern durch die Bewehrung aufgenommen. Eine lokale Schädigung des Verbundes der Bewehrung ist ebenfalls unkritisch, da die Verankerung durch die Haken am Auflager er-



Bild 9. Befestiger für Dachabdichtung ähnlich einer Niete.
Fig. 9. Fixing of water-proofing membrane similar to rivets.

folgt. Nicht möglich ist diese Art der Montage aber bei hohen brand-schutztechnischen Anforderungen, bei ästhetischen Ansprüchen an die Untersicht und falls keine Gesteinsteilchen oder Staub in die darunter liegenden Maschinen gelangen dürfen.

In diesen Fällen muss eine Befestigung in den Platten erfolgen. Üblich sind Kunststoffdübel, die sich sowohl in den Hohlräumen, in den Plattenstegen als auch in den Vergussfugen verspreizen müssen. Um die Befestigung weiter zu vereinfachen werden Befestigungssysteme ohne Dübel mit selbstdrehenden Spezialschrauben entwickelt. Dabei werden spezielle Legierungen und Gewinde verwendet die sich in den haufwerksporigen Leichtbeton hineinschneiden, ohne ihn dabei zu zerstören. Für alle derartigen Befestigungssysteme gilt, dass vor Ort Auszugsversuche durchgeführt werden müssen. Die Dielen wurden in unterschiedlicher Rohdichte und Festigkeit hergestellt, so dass nur eine objektbezogene und keine generalisierte Auszugsfestigkeit angegeben werden kann.

Den Stand der Technik zur Bemessung der mechanischen Befestigung für Dachabdichtungssysteme schreiben die Flachdachrichtlinie [10], die DIN 18531 [11] und die ETAG 006 [12] fest. Die ETAG 006 ist mit Veröffentlichung der Bauregelliste 2001/I für Gesamtsysteme aus Dichtungsbahn, Dämmung und Befestigungselement verbindlich. Da aber begleitende Regelwerke und Übergangsfristen noch in Bearbeitung sind, werden Bausätze mit einer europäischen technischen Zulassung und CE-Kennzeichnung noch auf sich warten lassen. Deshalb werden in der nächsten Zeit weiterhin Einzelkomponenten eigenverantwortlich durch den Anwender verwendet werden.

Bei der Bewertung der mechanischen Befestiger ist darauf zu achten, dass diese korrosionsbeständig sein müssen. Bei der Versuchsauswertung muss die dynamische Wirkung des Windes mit berücksichtigt werden. Nur wenn ein vorausgegangener Windlastversuch nach ETAG vorliegt, kann mit einem Mittelwert von Auszugsversuchen vor

Ort gerechnet werden. Bei der Auswertung von statischen Auszugsversuchen von Einzelkomponenten für die Bemessung darf der Mittelwert der Versuche nicht angesetzt werden. Aufgrund der erheblichen Streuungen muss ein zu erwartender oder gerade noch tolerierender Minimalwert die Basis der Bemessung sein. Vorliegende Versuchsergebnisse zeigen, dass minimale Werte nicht nur vereinzelt, sondern zusammenhängend in einem größeren Bereich vorkommen können. Bei einem Versagen einer Befestigung kann nicht davon ausgegangen werden, dass benachbarte Befestigungspunkte so stark sind, dass sie die freiwerdenden Kräfte übernehmen können. Im Gegenteil, es ist ein Domino- oder Reißverschluss effekt und zwar

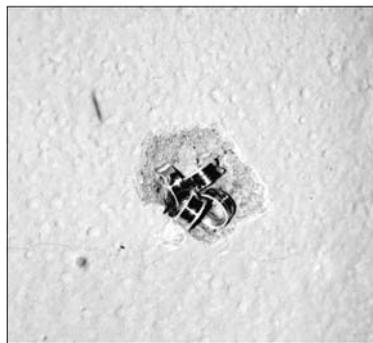


Bild 10. Detail Befestiger von Bild 9.
Fig. 10. Detail fixing of fig. 9.

sowohl bei der Verankerung im Beton als auch bei dem Ausreißen der Dachbahn am Schraubenkopf wahrscheinlich.

Literatur

- [1] DIN 4028: Stahlbetondielen aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge. Januar 1982.
- [2] DIN 4028: Bestimmungen für Herstellung und Verlegung von Stahlbetonhohldielen. Oktober 1938.
- [3] Hart, H.: Materialtechnische Mitteilung über jahrzehntealte Bimsbeton-Kaminsteine und Fabrikschornsteine aus Bimsbaustoffen. Berlin-Charlottenburg: Zementverlag 1936.
- [4] DIN 4102-4: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile. März 1994.
- [5] Arendt, C.; Seele, J.: Feuchte und Salze in Gebäuden. Leinfelden-Echterdingen: Verlagsanstalt Alexander Koch 2000.
- [6] DIN V 4108-4: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Teil 4: Wärme- und feuchtetechnische Kennwerte. Oktober 1998.
- [7] Mansour, T.: Korrosionsverhalten und Lebenserwartung von Stahlleichtbeton-Bauteilen im Freien. Beton- und Stahlbetonbau 93 (1998), Heft 6.
- [8] Nürnberger, U.: Korrosion und Korrosionsschutz im Bauwesen. Berlin Wiesbaden: Bauverlag 1995.
- [9] Neunast, A.; Theiner, J.: bims, Bauen mit Bimsbaustoffen. Köln-Braunsfeld: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller 1981.
- [10] Richtlinie für die Planung und Ausführung von Dächern mit Abdichtungen –Flachdachrichtlinien- Ausgabe Mai 1992. Herausgegeben vom Zentralverband des deutschen Dachdeckerhandwerks. Köln: Rudolf Müller Verlag 1992.
- [11] DIN 18 531: Dachabdichtungen: Begriffe, Anforderungen, Planungsgrundsätze, September 1991.
- [12] ETAG Nr. 006: Leitlinie für die Europäische Technische Zulassung von mechanisch befestigten Dachabdichtungssystemen. Brüssel: EOTA März 2000.

TECHNISCHER BERICHT

Weitgespannte Multifunktionshalle in Tallinn/Estland

Die sich momentan im Bau befindende Halle mit einer Grundfläche von ca. 5000 m² ist mit einer Spannweite von 68,40 m das derzeit größte stützenfreie Tragwerk in Tallinn/Estland.

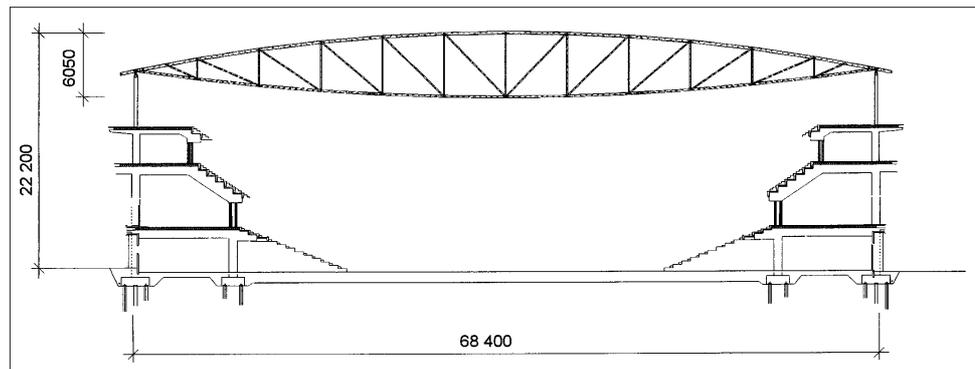
Die Bauarbeiten der Multifunktionshalle mit einer maximalen Sitzplatzkapazität für 10.000 Zuschauer für Unterhaltungs- sowie Sportevents begannen im Herbst 2000. Der Architekt dieses Gebäudes ist Esa Viitanen/Finnland.

Die Tragwerksplanung wurde vom Statikbüro AS Nord Projekt durchgeführt.

Im Mai diesen Jahres sind sämtliche Haupttragelemente des Bauwerkes errichtet und der Innenausbau ist derzeit in Arbeit. Im November diesen Jahres wird die Multifunktionshalle offiziell eröffnet. Im Folgenden werden die charakteristischen Merkmale des Stahltragwerkes präsentiert (Bild 1).

Das Tragprinzip der Halle ist eindeutig nachvollziehbar. Die im regelmäßigen Abstand von 6 m über eine Länge von 68,40 m spannenden Fischbauchträger sind die Haupttragelemente für die Dachkonstruktion sowie für die anstehenden Belastungen. Die Form der Hauptträger richtet sich annähernd nach der Verteilung der Biegemomente. Die maximale Höhe der Träger beträgt 6 m. Die Normalkraftverteilung ist annähernd konstant entlang der gesamten Riegelspannweite. Für die Träger wurden HEA Profile verwendet. Der Vorteil gegenüber Rechteckprofilen besteht in der Momentenragfähigkeit der HEA Profile. Des weiteren sind die Berechnungs- sowie Herstellungsverfahren der druckbeanspruchten HEA Profile anwendungsfreundlicher. Die Bemessung der gesamten Tragkonstruktion erfolgte nach EC3.

Die Stahlherstellung erfolgt durch eine estländische Firma, namens AS Maru Konstrukt. Die Hauptträger bestehen aus drei vorgefertigten Einheiten, welche auf der Baustelle in ihre endgültige Position mit Hilfe von drei Kranen montiert und mittels Bolzen miteinander verbunden werden. Die beiden mittleren Hauptträger werden hierbei zuerst er-



baut. Zusammen mit dem Aussteifungssystem bilden die beiden Träger einen steifen Block und unterstützen damit den folgenden Bauprozess. Die anstehenden Lasten aus dem Dachtragwerk werden über die 5 m hohen rechteckigen Verbundstützen sowie über die Blockfundamente in das Erdreich abgetragen.

Die Aussteifung gegen seitliches Ausweichen wird durch ein horizontales sowie vertikales Aussteifungssystem sowie ein Schubfeld, welches durch eine profilierte Dachhaut ausgebildet wird, gewährleistet.

Ein horizontales Aussteifungssystem befindet sich zwischen den 2 mittleren Trägern. Die profilierte Dachhaut ist direkt an den Stahlträgern befestigt. Somit kann sich ein Schubfeld ausbilden. Die vertikale Aussteifung wurde in zwei Ebenen realisiert (jeweils in den Drittelpunkten der gesamten Trägerlänge). Hierbei sollte erwähnt werden, dass die Vertikalverbände hauptsächlich der Tragwerksaussteifung im Bauzustand dienen.

Der Feuerwiderstand der Dachträger wird einzig und allein durch ein Sprinkler-System realisiert. Da sich das Dachtragwerk hoch über der Halle befindet (die Gesamthöhe der Halle beträgt 22,2 m), ist das Volumen an brennbaren Stoffen begrenzt.

- [1] Talvik, I.: Structural System of the Multi-Function Hall in Tallinn/Estonia NSCC 2001, 9th Nordic Steel Construction Conference, Helsinki, Finland, 18-20 Juni 2001

D. Hannebauer, Cottbus