

Tobias Götz

aquabasilea – Holz und Stahl im „Stress-Test“

Projektbeschreibung

Der vorliegende Fachbericht soll das Großprojekt des Freizeitbades „aquabasilea“ nach mehr als fünf Jahren der Inbetriebnahme im Hinblick auf die ingenieurtechnischen Herausforderungen der damaligen Planung unter Berücksichtigung der Standfestigkeit, der Gebrauchstauglichkeit und der Dauerhaftigkeit der Konstruktion beleuchten.

Die Schweizer Großbank Credit Suisse realisierte in den Jahren 2008 bis 2010 in Pratteln den Bau eines Hotel-, Büro- und Naherholungskomplexes im Gesamtwert von ca. 155 Millionen Euro. Der zentrale Teil dieses Gesamtbauwerks ist das Freizeit- und Spaßbad „aquabasilea“. Die Überdachung des Schwimmbades wurde von Beginn an in Holzbauweise geplant und war seitens der Bauherrschaft als Holzbau erwünscht.

Im Jahre 1996 wurde Prof. Dr. Justus Dahinden seitens der Bauherrschaft mit der Planung eines Hotel-, Büro- und Naherholungskomplexes auf dem ehemaligen Werksgelände der Henkel & Cie AG in Pratteln beauftragt. In Anlehnung an die im Nachbarort Augst beheimateten Römerthermen „Augusta Raurica“ erhielt das Gesamtprojekt zunächst den Namen „Raurica Nova“, der sich aber im Laufe der Zeit in die heutige Bezeichnung „aquabasilea“ veränderte.

Nach mehreren Jahren der Planung und vielen Auflagen der Gemeinde wurde im Jahr 2004 die Baugenehmigung zur Erstellung des Gesamtkomplexes erteilt. Die Marazzi Generalunternehmung AG konnte den Gesamtauftrag im Jahr 2006 für sich gewinnen. Umgehend wurde ein Team aus Fachplanern zusammengestellt, welches die konstruktiven, architektonischen und technischen Anforderungen des Bauwerks in die Praxis umzusetzen hatte.

Von Mai 2007 bis Dezember 2008 wurde durchgehend am Holzbau gearbeitet,

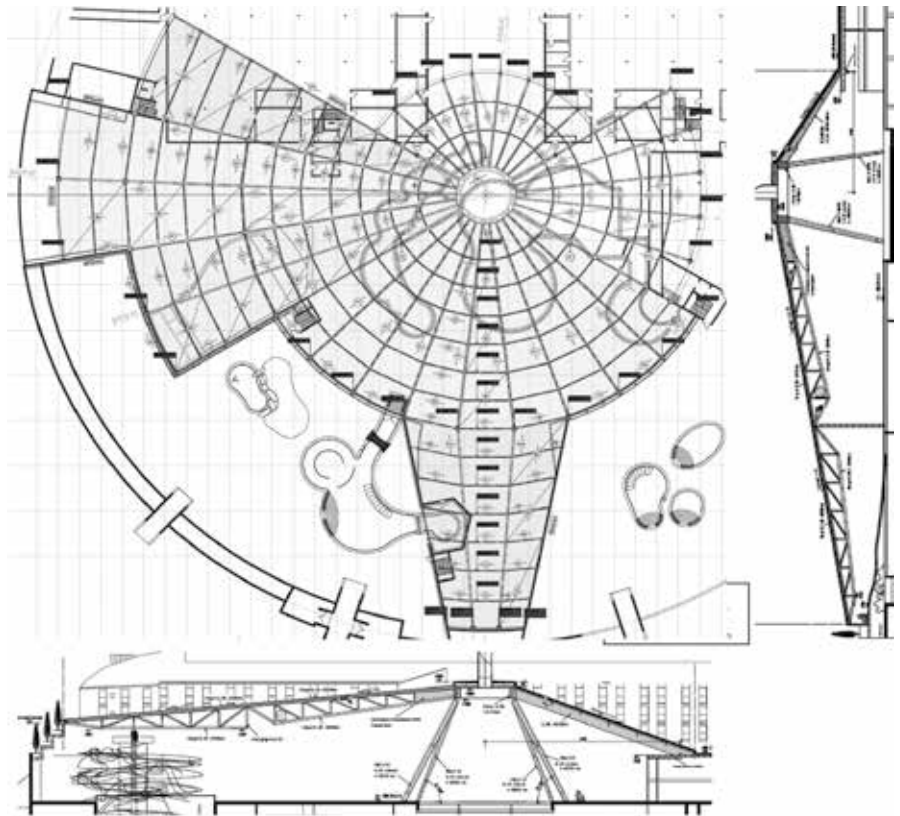


Bild 1: Grundriss, Schnitt A1 (vertikal) und Schnitt A2 (horizontal)

um alle Planungsarbeiten, wie Stab- und Detailstatik, Ausschreibung und Vergabe sowie Werkstattplanung inkl. aller Holz- und Stahlbauteile, zu erstellen. Der Holzbau wurde von Januar bis März 2009 aufgerichtet. Aufgrund einer Bauverzögerung erfolgte die offizielle Eröffnung des Gesamtkomplexes erst am 5. März 2010 – nach ca. 14 Jahren Planung und Realisierung!

Als Grundidee der Architekten soll der Grundriss des Freizeitbades „aquabasilea“ in grober Form die Landkarte der Schweiz inklusive Kreuz der Schweizer Landesfahne inmitten der Konstruktion widerspiegeln.

Aus dieser Idee heraus ergab sich die zunächst etwas „unförmig“ anmutende, radiale Gebäudegeometrie mit Teil-Kegeldächern in unter-

schiedlichen Dachneigungen (von 5° bis 33°) und ungleichen Grundlängen (von 21,75 m bis 77,30 m).

In Gebäudemitte erfolgte der Zusammenschluss der einzelnen Dachsegmente über einen Firstring, der auf vier hölzernen Rundstützen aufgelagert wird. Dieses Bauteil ist das zentrale Konstruktions- und Gestaltungselement der gesamten Dachkonstruktion mit einem Innendurchmesser von 8,60 m. Die Ringöffnung soll in Zukunft mit einem drehbaren Spiegel bestückt werden, der Sonnenlicht umlenken und in das Gebäudeinnere werfen kann.

Die Holzkonstruktion besteht aus radial angeordneten Fachwerk- und Vollwandträgern. Die Vollwandträger wurden mit einem

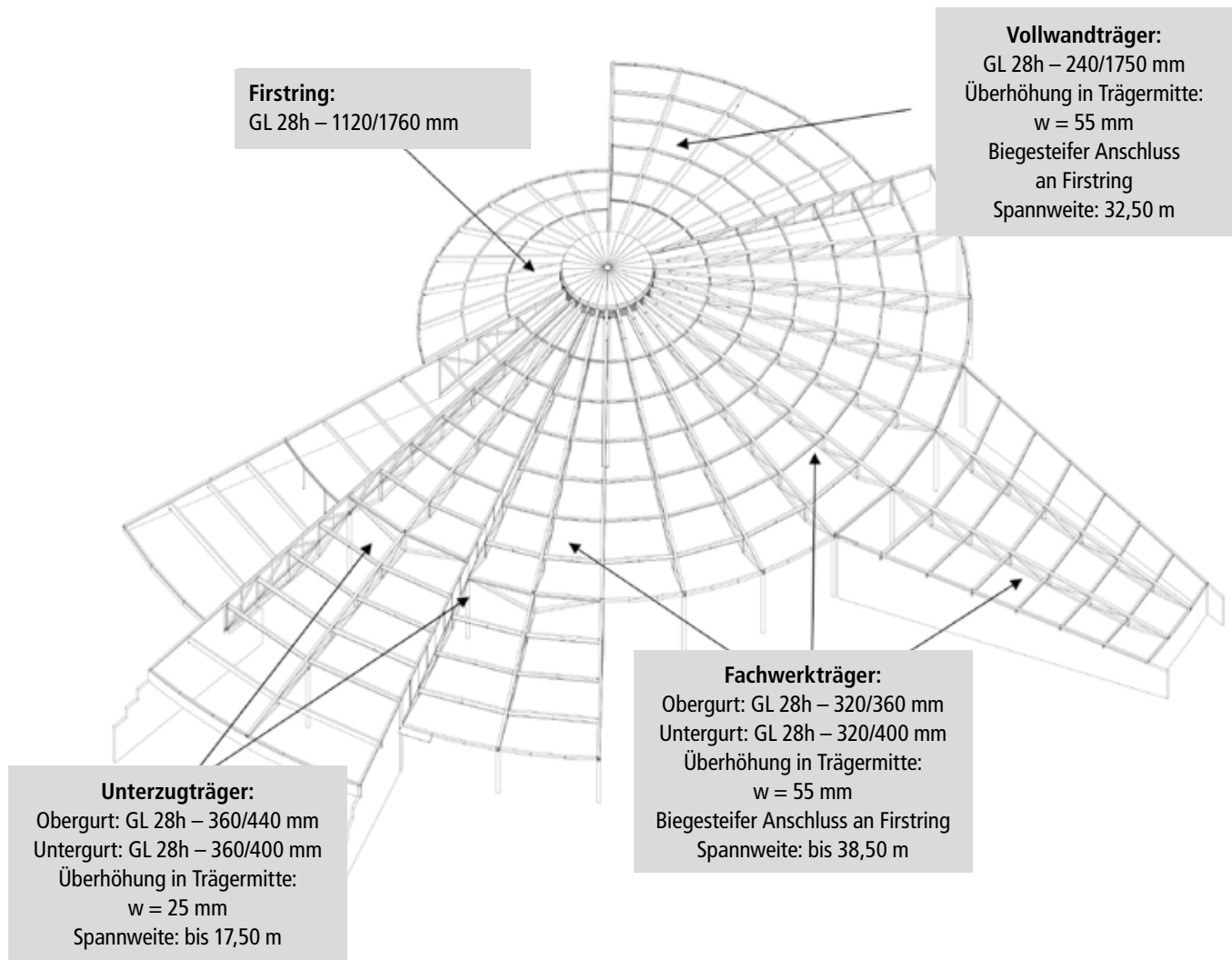


Bild 2: Axonometrie Haupttragwerk

Querschnitt von 240/1750 mm auf 32,50 m gespannt. Die Fachwerkträger erreichten eine Systemhöhe von über 4,00 m und wurden auf bis zu 38,50 m gespannt. Im Bereich der Action- und Rutschenanlagen wurden räumlich gekrümmte Unterzugträger eingebaut, sodass Spannweiten von über 70 m ohne Stützen überbrückt werden konnten. Der Firstring liegt auf vier Holzstützen auf, deren Querschnitt bei einer Länge von knapp 20 m konisch von 750 mm auf 900 mm verläuft.

Anforderungen und Herausforderungen

Die größten Herausforderungen für die beteiligten Fachplaner stellten sich in den Bereichen der Verbindungsmittel der

Holzbauteile, der Ausbildung des Firstrings als solchem in Holzbauweise, des bauphysikalischen Aufbaus der Dachkonstruktion sowie möglicher Verformungen der gesamten Dachkonstruktion.

Nachfolgend soll erläutert werden, wie sich nach einer Betriebsdauer von mehr als fünf Jahren die technischen Lösungen im Hinblick auf die zuvor genannten Punkte bewährt haben.

Kontroll- und Unterhaltsplan

Der Kontroll- und Unterhaltsplan soll dazu dienen, das gesamte Bauprojekt analog der TÜV-Prüfung von Automobilen in regelmäßigen Abständen auf seine bautechnische

Beschaffenheit zu kontrollieren. Es wird an dieser Stelle unterschieden zwischen einer jährlichen Prüfung im Hinblick auf die ordnungsgemäße Dichtigkeit und Wasserführung an den außenliegenden Bauteilen sowie einer fünfjährigen „Hauptinspektion“ mit dem Hauptaugenmerk auf den konstruktiven Bauteilen. Die Fünfjahresinspektion umfasst elf Hauptpunkte mit sehr vielen Unterpunkten, sodass zusammenfassend ca. 40 Detailpunkte überprüft werden müssen. Ein Auszug aus diesem Kontrollplan ist untenstehend dargestellt und zeigt den Umfang der zu prüfenden Bauteile im Detail. Anhand dieser Auflistung wird mittels Hebebühnen das gesamte Tragwerk von mehreren Experten in Augenschein genommen.

| Hauptinspektion | Kontrollpunkte | Erledigen durch | | |
|-----------------|--|-----------------|-----------|--------------|
| | | Bauherr | Architekt | Holzbauling. |
| 6 | <p>Kontrolle der Holzfeuchtigkeit der Tragkonstruktion mit dem Feuchtemessgerät</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fachwerkträger an mindestens 8 Punkten (frei wählbar, über Halle verteilt) – Vollwandträger an mindestens 8 Punkten (frei wählbar, über Halle verteilt) – Firstring an mindestens 2 Punkten (frei wählbar) – Stützen Firstring an mindestens 2 Punkten (frei wählbar, an jeder Stütze) – OSB-Platte an repräsentativen Punkten (frei wählbar, über Halle verteilt) | | | X |
| | <ul style="list-style-type: none"> → Holzfeuchten über 16 % <ul style="list-style-type: none"> – Bauphysikalische Abklärungen erstellen – Dringt externes Wasser in die Konstruktion ein? Konstruktion korrigieren | | X X | (X) |
| 7 | <p>Allgemeine visuelle Kontrolle der Dachkonstruktion</p> <ul style="list-style-type: none"> – Gibt es Risse in den Fachwerk- und BSH-Trägern? – Sind die Fachwerkträger im Grundriss ausgelenkt? – Ist die OSB-Platte stark verformt? Weist diese Risse auf? | | | X |
| | <ul style="list-style-type: none"> → Detailuntersuchung der festgestellten Punkte → Evtl. Veranlassen, dass die Schwachstellen korrigiert werden | | | X X |
| 8 | <p>Untersuchung der Stahlteile</p> <ul style="list-style-type: none"> – Haben sich die Auflagerpunkte (Neopren-Lager) der Firstringstützen übermässig verschoben (mehr als $h/500 = 36 \text{ mm}$)? – Sind die Anschlüsse der Firstringstützen an den Firstring in Ordnung? <ul style="list-style-type: none"> → Haben alle Stegplatten vollflächigen Kontakt zur Grundplatte? – Sie die Anschlüsse der Hauptträger an den Firstring noch ordnungsgemäss? <ul style="list-style-type: none"> → Kam es zu Rissen in den Gewindestangen bzw. zu Rissen in der Leimfuge (zumindest soweit einsehbar)? → Hat sich die Lage der Nut-/Kammleisten vertikal/horizontal verschoben? – Sind die Anschlüsse der Hauptträger an Unterzugträger noch ordnungsgemäss? Fehlen Verbindungsmittel? <ul style="list-style-type: none"> → Kam es zu Rissen in den Gewindestangen bzw. zu Rissen in der Leimfuge? → Haben sich die stirnseitig angeordneten Kopfplatten vertikal/ horizontal verschoben? – Haben sich die Auflagerpunkte (Neopren-Lager) der Haupt-/Unterzugträger auf den Betonstützen/-decken verschoben? – Sind die Stahlteile zur Aufnahme der Horizontalkräfte (Achsen 09, 10, 13, 14, 17, 20, 25, 27 und 28) augenscheinlich in Ordnung? <ul style="list-style-type: none"> → Sind alle Verbindungsmittel (v.a. Bolzen M24) inkl. Muttern und Unterleg-Scheibe vollzählig vorhanden? – Wie sieht der Anschluss der Fassadenstützen an die Holzkonstruktion aus? | | | X |
| | <ul style="list-style-type: none"> → Detailuntersuchung der festgestellten Punkte → Ursache ermitteln und Korrekturmassnahmen anordnen → Fehlende oder defekte Verbindungsmittel ergänzen bzw. erneuern → Anordnung zusätzlicher Verbindungsmittel bzw. Verstärkungen zur Korrektur von Schwachstellen | | | X |
| 9 | <p>Untersuchung der Unterzüge (Nebenträger)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Optische Kontrolle der Gelenke im Auflagerpunkt auf Hauptträger (frei wählbar, an jedem Unterzug) <ul style="list-style-type: none"> → Sind alle Stabdübel vorhanden? → Sind alle Gewindestangen zur gegenseitigen Lagesicherung in Ordnung (fehlen evtl. Muttern)? → Wie sieht der Gelenkbolzen aus? Sind evtl. Schwächungen (Oberflächenrisse, Abrisskanten) der Schweissnaht erkennbar? – Optische Kontrolle der BLEVE-Sollbruchstelle in Trägermitte (frei wählbar, an jedem Unterzug) <ul style="list-style-type: none"> → Wie sieht die Fuge des zusammengesetzten Trägers aus? → Hat sich der Unterzugträger übermässig verformt? → Ist es zu Dehnungen/Kaltverformung der eingeleimten Gewindestangen gekommen? | | | X |

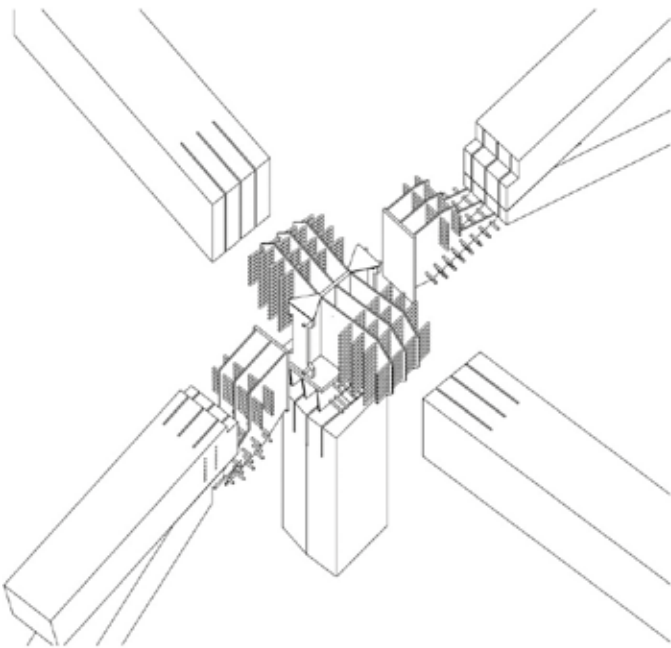


Bild 3a: Stahlteil Submission – Schlitzbleche

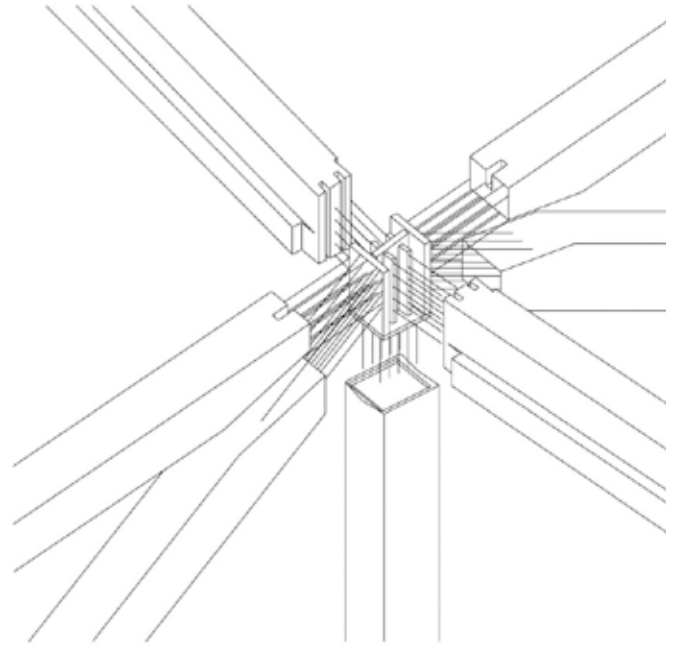


Bild 3b: Stahlteil Ausführung – Gewindestangen

Verbindungsmittel und der Einsatz von Edelstahl

Die Gefahren der Spannungsrisskorrosion von Edelstahlbauteilen in Schwimmbädern sind hinlänglich bekannt. Aus diesem Grund wurde seitens der Bauherrschaft der Einsatz eines geeigneten Edelstahls vorgeschrieben. Die Auswahl des Stahls sowie dessen Verarbeitung erfolgte gemäß der Zulassung Z-30.3-6. Zum Einsatz kam ein Stahl der Widerstandsklasse IV mit der Werkstoff-Nummer 1.4529.

Die Holzkonstruktion wurde zunächst mittels konventioneller Stabdübel und Schlitzverbindungen statisch dimensioniert und ausgeschrieben. Aufgrund des hohen Stahlpreises und der vorteilhaften Verbindungstechnologie setzte sich aber die Unternehmervariante der Fa. n'H Lungern mit dem Einsatz des GSA-Systems durch. GSA steht für **Gewinde-Stangen-Anker**. Es handelt sich dabei um ein Verbindungssystem im Ingenieurholzbau mit eingeklebten Stahlstäben. Das System zeichnet sich durch eine hohe Tragfestigkeit und Steifigkeit sowie durch sein duktilen Verhalten aus. Die Entwicklung erfolgte ab 1983 an der ETH Zürich (zuerst an der Professur für Baustatik, Stahl- und Holzbau, später an der Professur für Holztechnologie) durch Prof. Ernst Gehri.

Das GSA-System hatte den Vorteil, dass an gewissen Stellen der Einsatz des teuren

„Edelstahls“ umgangen werden konnte. Mit Unterstützung der EMPA Dübendorf konnte die Bauherrschaft überzeugt werden, dass bei den reinen Holz-Holz-Verbindungen mit normalen Baustahlgewindestangen gearbeitet werden konnte. Diese sind im Holz durch den Schutz des Epoxidharzklebstoffs, im Übergangsbereich durch eine Spezialbehandlung genügend korrosionsbeständig. Ein Gutachten der EMPA bestätigte diese Annahme. Im Zuge der ersten Hauptinspektion wurden diese Annahmen durch die EMPA wissenschaftlich untersucht und als richtig bestätigt. Der Abbau der Korrosionsschicht der „Spezialbehandlung“ der eingeleimten Gewindestangen liegt unter dem angenommenen Wert des damaligen Gutachtens. Gleichzeitig wurden in der ersten Hauptinspektion natürlich sämtliche außenliegenden Edelstahlbauteile auf ihre Beschaffenheit untersucht. Auch hier konnte mit großer Erleichterung festgestellt werden, dass keinerlei Gefährdungen infolge Spannungsrisskorrosion zu erwarten sind.

Firstring

Der Firstring war und ist das zentrale Bauteil der gesamten Holzkonstruktion. Von Anfang an war das Ziel der planenden Ingenieure, dieses Bauteil in Holz auszuführen – trotz der äußerst einseitigen Beanspruchungen und der daraus resultierenden enormen Schnittgrößen mit Biegemomenten $M_{d,y}$ bis ca. 6'000 kNm und $M_{d,z}$ bis ca. 1'200 kNm

sowie maßgebenden Torsionsmomenten $M_{T,d}$ bis ca. 400 kNm und Querkräften $V_{d,y}$ bis ca. 1'300 kN sowie $V_{d,z}$ bis ca. 400 kN.

Der große Querschnitt von 1.120/1.760 mm mit einem Außendurchmesser von 10,84 m bewirkte, dass der Ring 3-teilig hergestellt wurde. Jedes Teil wog etwa 11 Tonnen und musste in der richtigen Höhe und Position zusammengebaut werden. Gesucht wurde ein Anschluss, der den Abmessungen entsprechend einige Toleranzen aufnehmen konnte – im verbauten Zustand den Ring aber als Einheit wirken lässt. Der Stoß wurde analog eines Betonfertigelements durch sich überlappende Stahlbügel und durchgestoßene Bewehrungsstäbe verbunden und vergossen. Bei der Anordnung und Bemessung der Bügel wurde besonderen Wert auf ein duktilen Verhalten des Stoßes geachtet.

Aufgrund der Größe dieses biegesteifen Stoßes, seiner Anzahl der Verbindungsmittel und der Menge des einzusetzenden Klebstoffes fehlten zu dieser Zeit Erfahrungswerte, wie sich einerseits der Stoß als solcher über die Jahre verhält und andererseits natürlich auch das Ringbauteil selbst.

Die Fünfjahresinspektion hat eindeutig ergeben, dass keinerlei Risse, Öffnungen und dergleichen am Stoß sowie am Ringbauteil zu erkennen sind. Der blockverleimte Ringquerschnitt weist keinerlei Risse auf und



Bild 4a: Baustellenstoß Firstring



Bild 4b: Unteransicht Firstring

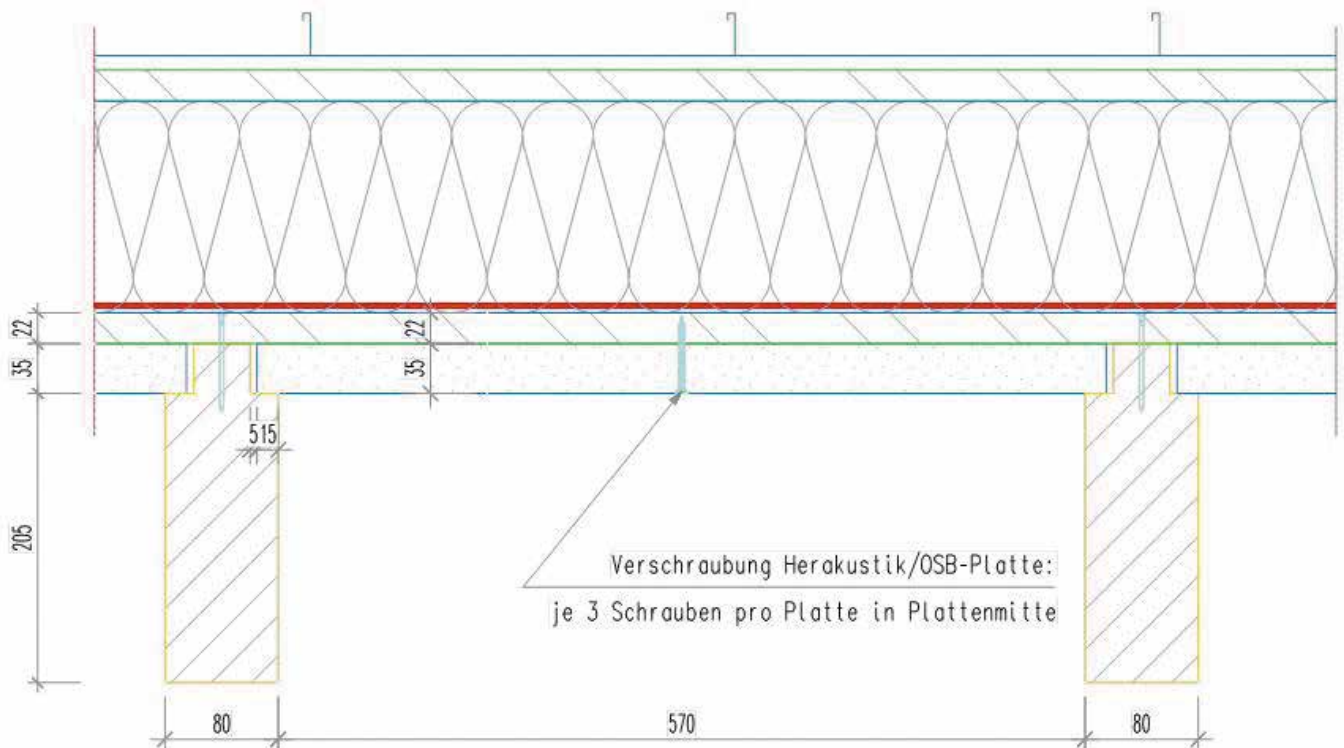


Bild 5: Dachaufbau

sieht immer noch aus wie am ersten Tag. Der Generalstoß des Ringes weist ebenfalls keinerlei Auffälligkeit aus.

Analog zum Ringbauteil und dessen Stoß verhält es sich auch mit dem Stützauflager der schräg gestellten Rundholzstützen. Sowohl am Ringanschluss wie auch am Fußpunkt auf dem Beton sind keinerlei Verschiebungen und Auffälligkeiten zu erkennen.

Die maximalen Auflagerkräfte von bis zu 3700 kN werden sicher über die gewählte, gelenkige Stahl-Stahl-Verbindung in die Stützen eingeleitet.

Dachaufbau Bauphysik

Die fachlichen Meinungen zum Dachaufbau hätten im Planungsteam kaum unterschiedlicher sein können. Auf der einen Seite standen die Befürworter einer kompakten Lösung mit

hochdämmenden PU-Dämmstoffen – auf der anderen Seite die Befürworter einer hinterlüfteten Dachkonstruktion mit einer Belüftungshöhe von ca. 60 bis 80 cm!

Bild 5 zeigt den letztlich ausgeführten Dachaufbau – als Kompaktlösung mit einer Dämmung der Fa. Bauder.

Warum waren die Meinungen so unterschiedlich? Welche Befürchtungen wurden dem Kompaktaufbau entgegengebracht?

Der „Hauptstreitpunkt“ der beteiligten Planer lag in den besonderen Anforderungen an die klimatischen Bedingungen des Schwimmbades. Ausgehend von einer durchschnittlichen Temperatur von ca. 28 bis 32 °C sowie einer mittleren Luftfeuchtigkeit von ca. 65 % stellt sich ein erhebliches Dampfdruckgefälle in Verbindung mit einem entsprechenden Kondensatausfall an der Dachhaut ein.

Kleinste Undichtigkeiten in der Dampfsperre der Dachhaut – verursacht z.B. durch die mechanische Befestigung der Kompaktdämmung – könnten zu einem Tauwassereinfall in die kompakte Konstruktion führen, die aufgrund ihrer Kompaktheit aber keinen Spielraum für ein Austrocknen des Aufbaus lässt. Ferner wurde vermutet, dass es aufgrund des möglichen Quell- und Schwindverhaltens der Holzkonstruktion sowie der möglichen Verformungen des Dachtragwerks zu Rissen in der Dampfsperre kommen könnte. Sollte dies der Fall sein, dann würde natürlich aufgrund des eindringenden Wassers die Holzkonstruktion massiv geschädigt und dauerhaft in ihrer Tragsicherheit zerstört.

Den aufgeworfenen Fragestellungen/Bedenken konnten technische Lösungen entgegengesetzt werden. Im Hinblick auf die Durchdringungen der mechanischen Befestigungen der Dämmung wurde vereinbart, dass die Schrauben sinnvollerweise nur im Bereich der Sparren einzudrehen sind. Sollte es zu fehlerhaften Verschraubungen neben dem Sparren kommen, so wurden diese Durchdringungen der Dampfsperre mit Flüssigkunststoff wieder abgedichtet. Im Hinblick auf die möglichen Verformungen der gesamten Holzkonstruktion wurde ein Teil der Dampfsperre mit elastischen Materialien ausgeführt, welche die möglichen Bewegungen der Holzkonstruktion ausgleichen konnten, ohne die Dampfsperrwirkung zu verlieren.

Nach nunmehr sechs Jahren im Betrieb kann festgehalten werden, dass keinerlei optische Mängel infolge Tauwasserausfall zu verzeichnen sind. Ferner wurden während des Bauprozesses Mess-Sonden in die Konstruktion mit eingelegt. Die ausgelesenen Feuchtigkeitswerte entsprechen den Werten im Einbauzustand und lassen ebenfalls auf

eine funktionierende Konstruktion schließen.

Zusammenfassung

Rückblickend kann gesagt werden, dass sämtliche ingenieurtechnischen Annahmen im Hinblick auf die statische Tragfähigkeit und die bauphysikalische Durchbildung als „richtig“ angenommen werden können.

Die Befürchtungen und Bedenken, die ganz klar ihre Berechtigung haben und der technischen Durchbildung eines solchen Mammutprojektes weiterhelfen, konnten allesamt mit ingenieurtechnischem Sachverstand und einer ganzen Menge an Überlegungen im gesamten Planungsteam eliminiert werden.

Am Bau beteiligte Firmen

Bauherrschaft

Credit Suisse, Zürich

Architektur

Prof. Dr. Justus Dahinden, Zürich

Generalunternehmer

Marazzi AG, Bern

Holzingenieur

Pirmin Jung Ingenieure AG, Rain

Holzbau

ARGE Aquabasilea
Brawand Zimmerei AG, Grindelwald
Holzbau Bucher AG, Kerns
Hess Holzbau AG, Ziefen
neue Holzbau AG, Lungern



Tobias Götz

Pirmin Jung Deutschland GmbH,
Sinzig

www.pirminjung.de
tgoetz@pirminjung.de