

# Kultur- und Kongresszentrum: ausgewählte Bauingenieuraufgaben

Autor(en): **Plüss, Erwin / Wüthrich, Willy**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **116 (1998)**

Heft 33/34

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79554>

## **Nutzungsbedingungen**

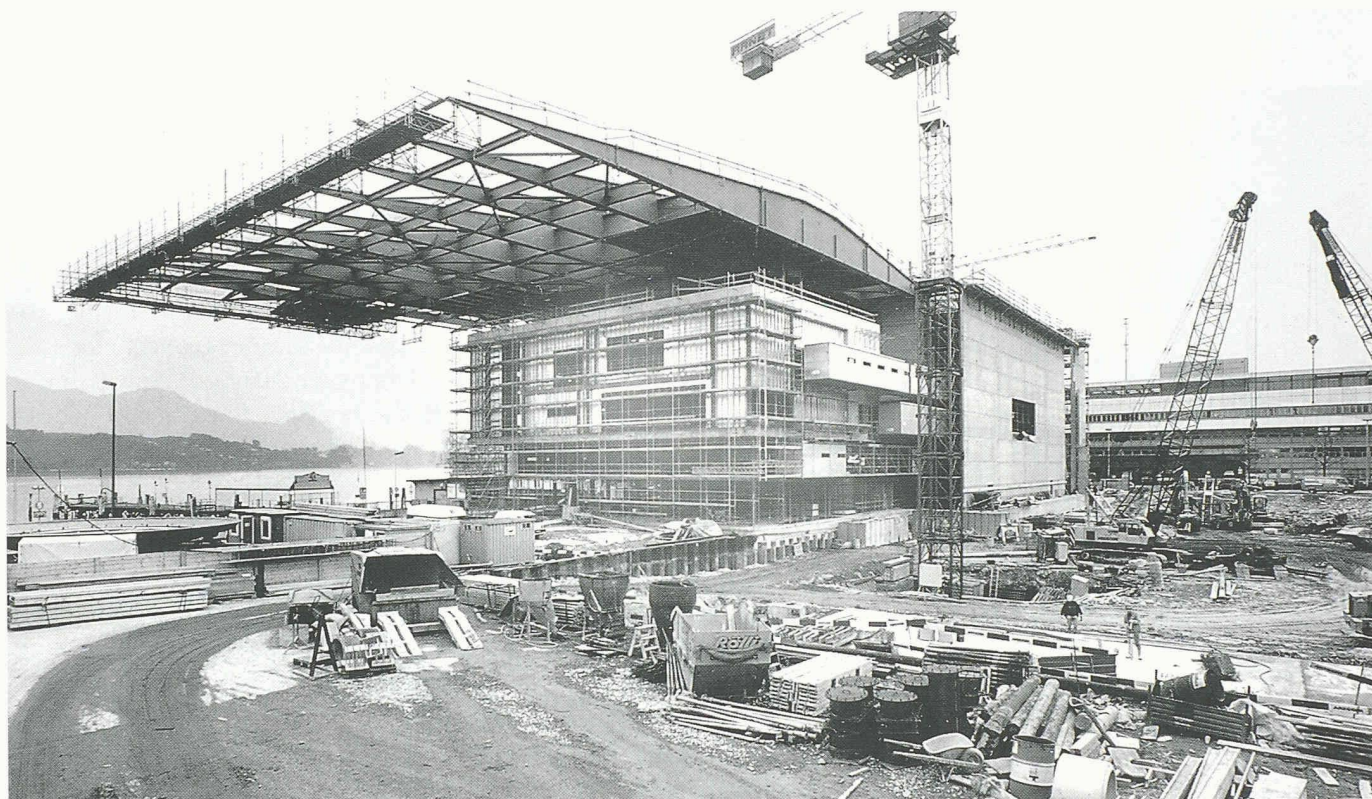
Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



(Bild: Eggermann &amp; Eichenberger, Luzern)

Erwin Plüss, Luzern, und Willy Wüthrich, Zürich

## Kultur- und Kongresszentrum Luzern

### Ausgewählte Bauingenieuraufgaben

**Die Baugrube und die Foundation, die Isolation des Gebäudes im Grundwasser sowie die Tragkonstruktion, insbesondere das Dach, ergaben teilweise schwierige Aufgaben, die innerhalb der gegebenen Randbedingungen zu verwirklichen waren.**

Die Projektierung dieses für alle beteiligten Planer und Ausführenden herausfordernden Bauvorhabens begann mit den Vorstudien bereits im Jahre 1992. Der Architekt Jean Nouvel wollte mit seinem Projekt einen Bau erstellen, der städtebaulich ein Zeichen setzt und sich trotzdem harmonisch in die Umgebung integriert. Auf die Darstellung der architektonischen Belange wird hier unter Verweis auf die frühere Publikation [1] verzichtet.

Am 18., 19. und 22. August 1998 findet die Eröffnung des Konzertsaals im neuen Kultur- und Kongresszentrum Luzern statt.

### Baugrube

Der Molassefels liegt 80 bis 100 m unter der Oberfläche des Baugrundstücks. Die Lockermaterialüberdeckung besteht aus See- und Deltaablagerungen, deren Schichtaufbau sich in zwei Zonen unterteilen lässt, die deutlich voneinander abgetrennt sind.

- Eine obere Zone, bestehend aus locker gelagerten Verlandungsbildungen und Seeablagerungen, die an ihrer Basis durch eine 4 m starke, weiche Schicht von tonigem Silt abgeschlossen ist. Diese Zone ist 12 m stark und sehr setzungsempfindlich.

- Eine untere Zone, bestehend aus einer Folge von tonigen Silten und Feinsanden. Diese Ablagerungen sind durch den eiszeitlichen Reussgletscher stark vorbelastet und eignen sich für die Aufnahme der Lasten einer schwimmenden Pfahlfundation.

Die zwischen den beiden Zonen liegende durchgehende Schicht aus weichem

siltigem Ton trennt zwei Grundwasserstockwerke voneinander ab. Das untere Grundwasservorkommen steht unter Druck, wobei der Druckspiegel auf gleicher Höhe wie der Wasserspiegel des oberen Grundwasserstockwerks liegt. Der freie obere Wasserspiegel ist identisch mit dem Seewasserspiegel. Das Grundwasser selbst ist sauerstoffarm und eisenhaltig.

Das artesisch gespannte Grundwasser unterhalb der abdichtenden Lehmschicht erzeugt einen Auftrieb von rund  $140 \text{ kN/m}^2$ . Die Aushubtiefe der Baugrube für das Konzerthaus beträgt 8 m. Um der Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs zu begegnen, musste unterhalb der Lehmschicht eine Druckentspannung mit dem Einbau von Filterbrunnen angeordnet werden, wobei der Druckhorizont nur um wenige Meter reduziert werden durfte. Die undurchlässige Lehmschicht, die sich auf grosse Gebiete der linksufrigen Stadtseite ausdehnt, schwimmt auf dem gespannten Grundwasserstockwerk, so dass bei grösserer Druckreduktion Setzungen in diesem Gebiet zu erwarten wären. Insbesondere würden nicht tief fundierte Bauwerke, Strassen und Plätze in unzulässigem Masse beeinflusst (Bild 1).

Ein dichter Baugrubenabschluss war notwendig, der bis in die hart gelagerten und schlecht durchlässigen Bodenschichten der unteren Zone reicht. Es wurde eine



in das neue Bauwerk integrierte 80 cm starke Bentonit-Schlitzwand erstellt, die die äussere Schale der zweischaligen Umfassungswände mit dazwischenliegender Isolation bildet. Die Schlitzwände dienen gleichzeitig als Teil der Fundation und als Auftriebssicherung.

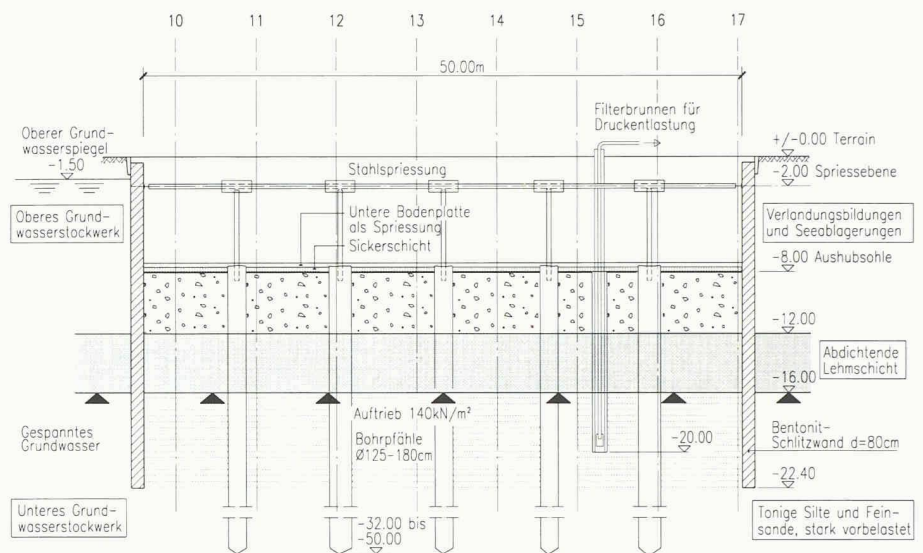
Für die Ausspriessung der Baugrube wurden verschiedene Möglichkeiten geprüft.

**Deckelverfahren:** Das Parkett des neuen Konzertsales liegt 4 m unterhalb der Umgebung. Auf Höhe der notwendigen Spriessenebene befindet sich der offene Saalkörper. Somit waren keine Bauteile vorhanden, die sich für eine Spriessung geeignet hätten.

**Bodenanker:** Auf eine Verankerung der Schlitzwand mit vorgespannten Bodenankern wurde aufgrund schlechter Erfahrungen im anstehenden Baugrund verzichtet.

**Stahlspriessung:** Die Baugrube mit den Abmessungen von rund 86 mal 50 m wurde daher mit einer einlagigen vorgespannten Stahlspriessung ausgefacht. Die Spriessenebene liegt 2 m unter Terrain. Die gesamte Baugrubenspriessung mit einem Stahlgewicht von 165 t wurde in dreieinhalb Wochen fertig eingebaut (Bild 2).

Die Stahlspriessung wurde mit hydraulischen Pressen vorgespannt. Dabei konnten die Druckkräfte sowohl auf der Spannresse wie auch über Dehnmessstreifen an den Stahlprofilen abgelesen werden. Der gemessene Dehnweg zwischen Schlitzwand und Stahlspriessung betrug 5 bis 6 cm. Die Deformation der in dieser Aushubetappe frei ausragenden



1

Schnitt durch Baugrube des Konzerthauses

Schlitzwände konnte um rund 3 cm zurückgebildet werden.

Ein etappierter Baugrubenaushub mit unmittelbar folgendem Einbau der unteren Bodenplatte ersetzte einen zweiten Spriesskranz. Die Bodenplatte übernahm dabei in Verbindung mit den Pfählen die Funktion der zweiten Spriessung.

## Fundation

Die Bodenplatte des neuen Konzerthauses liegt in der Zone der Verlandungsbildungen und der feinkörnigen Seeablagerungen. Die heterogene Zusammensetzung des Baugrunds mit hoher Setzungsempfindlichkeit verunmöglicht eine auch nur

geringen Anforderungen genügende Flachfundation.

Bei der relativ grossen Tiefenlage der für die Lastaufnahme besser geeigneten und teilweise vorbelasteten eiszeitlichen Seeablagerungen kommen nur tiefreichende Pfahlssysteme in Frage. Da keine Standschicht vorhanden ist, musste die Gründung als schwimmende Pfahlfundation bemessen werden.

Die Lasten aus dem Hochbau fallen teilweise sehr konzentriert an, d.h. die Pfähle sind in kurzen Abständen sehr unterschiedlich belastet; die Pfahllasten variieren zwischen 200 und 900 kN. Unter dem eigentlichen Konzertsaal mussten zur Aufnahme der Auftriebskräfte Zugpfähle angeordnet werden; die Zugkräfte betragen 50 bis 120 kN (Bild 3).

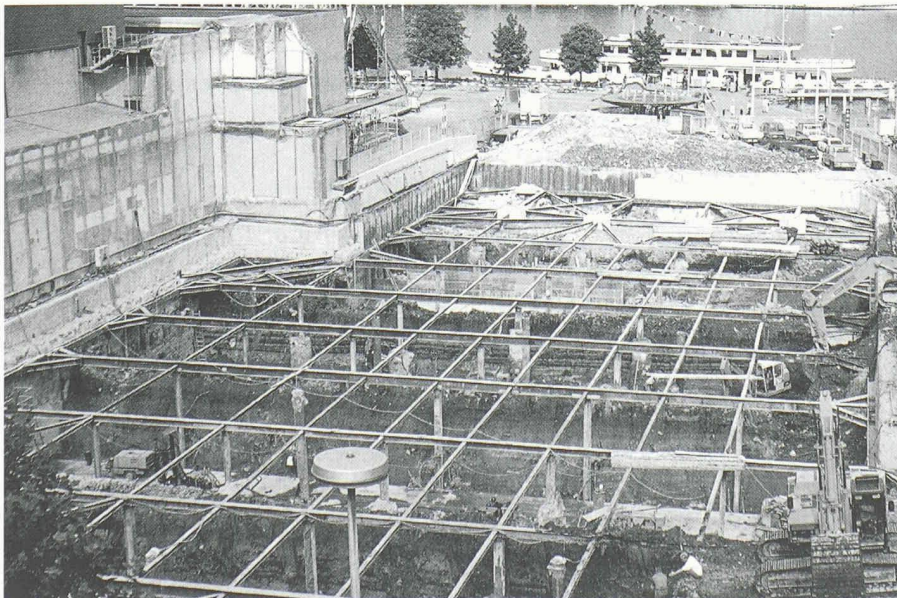
Für den Konzertsaal wurden 74 Bohrpfähle mit den Durchmessern 125, 150 und 180 cm eingebaut. Die Pfahliefen betragen ab bestehendem Terrain 32 bis 50 m.

## Grundwasserisolation

In den Untergeschossen befinden sich feuchtigkeitsempfindliche Räume. Unter dem Saal des Konzerthauses ist eine weiträumige Druckluftkammer angeordnet, über die der Konzertsaal mit klimatisierter Frischluft versorgt wird. Diese Frischluft darf keinen Feuchtigkeitsbeigeschmack enthalten. Am tiefsten Punkt des Konzerthauses befindet sich der Probesaal des Luzerner Sinfonieorchesters. Dieser speziell ausgebaute Proberaum liegt 5,5 m unter dem Grundwasserspiegel und muss vollständig dicht und trocken sein. In anderen Räumen werden Kunstgegenstände und Bilder des Kunstmuseums gelagert.

2

Ausgespriessete Baugrube (Bild: J. Brun, Luzern)

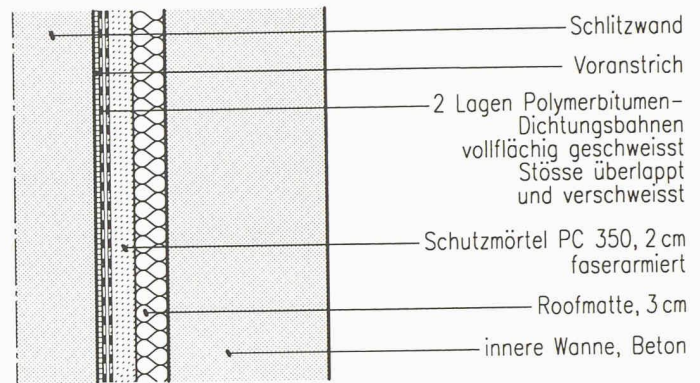




	Ø 125 cm	Ø 150 cm	Ø 180 cm
Spitzenwiderstand [kN/m <sup>2</sup> ]:			
Tiefe ≤ 16 m	0	0	0
Tiefe 30 m	1420	1300	1180
Tiefe ≥ 50 m	1900	1750	1600
Mantelreibung Druck [kN/m <sup>2</sup> ]:			
Tiefe < 16 m	0	0	0
Tiefe 16 bis 25 m	28	25	22
Tiefe > 25 m	38	35	32
Mantelreibung Zug [kN/m <sup>2</sup> ]:			
Tiefe < 16 m	0	0	0
Tiefe 16 bis 25 m	14	12	11
Tiefe > 25 m	19	17	16

3

Zulässige Werte für die Bemessung der Pfahllängen



4

Isolation der Aussenwand für die Untergeschosse

Auch diese Räume verlangen höchste Ansprüche an die Grundwasserisolation. Verschiedene Publikumsräume, wie unterstes Foyer, Konzertsaal oder WC-Anlagen liegen im Grundwasser und müssen absolut dicht sein. Aufgrund all dieser Anforderungen war eine aussenliegende, wasser- und dampfdichte Isolation aller Bauteile im Grundwasser notwendig.

Als Dichtungshaut zwischen der äusseren und der inneren Wanne wurde eine zweilagige Abdichtung aus Polymerbitumen-Dichtungsbahnen mit unverrottbaren, anorganischen Polyesterarmierungen eingebaut. Die Dichtungsbahnen wurden untereinander verschweisst. Durchdringungen der Isolation für Stahlstützen und Filterbrunnen wurden mit klemmbaren Doppelflanschanschlüssen gelöst (Bild 4).

Um eine allfällige Undichtheit einzugrenzen, wurde die gesamte isolierte Fläche mit aufgeklebten bitumenbeständigen Fugenbändern in abgeschottete Felder von 200 bis 400 m<sup>2</sup> Grösse eingeteilt. An vorbestimmten Punkten der abgeschotteten Felder wurden Kontroll- und Injektionsstutzen eingebaut, über die ein undichtes Feld nachgedichtet werden kann.

### Besondere Bauteile der Tragkonstruktion

Bei der Tragkonstruktion gab es viele erwähnenswerte statisch-konstruktive Aufgaben zu lösen. Unter anderen seien hier erwähnt:

Tragsystem Balkone-Stützen-Echokammer im Konzertsaal: Die bis zu 3 m auskragenden Balkone werden durch die Stützen und die horizontalen Riegel in den Echokammern stabilisiert. Dabei wirkt sich die in der horizontalen Ebene geschwungene Form der Balkonränder günstig auf das gesamte Tragverhalten des räumlichen Systems aus (Prinzip der

Kreisringplatte, die am äusseren Rand aufgelegt ist). Aussergewöhnlich enge Platzverhältnisse waren bei den Krafteinleitungen der Türscharniere in die Stahlbetonstützen zu bewältigen.

Vorgespannte Decken des Foyers vor dem Konzertsaal: Auf der Nordseite des Konzertsaals befindet sich ein aus einem System von Decken und Wänden bestehender auskragender Bauteil. Die Lasten dieses Systems werden im wesentlichen nur über die Hauptstützen der Dachkonstruktion abgetragen. Zur Einschränkung der Verformungen in den Randbereichen, wo die Fassadenelemente angehängt werden, war es unumgänglich, die tragenden Zwischendecken dieser Konstruktion vorzuspannen. Es wurde eine sogenannte Stützstreifenvorspannung mit bestmöglichem Wirkungsgrad bezüglich Kraftabtragung und Verformung gewählt. Die Kriechverformungen unter ständigen Lasten werden somit praktisch eliminiert. Die maximal zu erwartenden veränderlichen Lasten erzeugen Durchbiegungen, die in der Grössenordnung von 2 cm liegen. Die Befestigung der Fassadenelemente musste auf diese Vorgaben ausgelegt werden.

Die räumliche Tragkonstruktion der Gangways: Die sogenannten Gangways verbinden die Balkone des Konzertsaals mit dem Foyer auf der Nordseite des Gebäudes. Sie sind seitlich an die Stahlbetonstruktur angehängt und als Fussgängerstege ausgelegt (Bild 5). Die Tragkonstruktion dieser Gangways besteht aus Stahlfachwerken in den horizontalen und vertikalen Ebenen. Wegen der Fensteröffnungen musste in vielen Feldern auf Diagonalstreben verzichtet werden, so dass das Tragsystem teilweise als Vierendeelträger wirkt. Da keine eigentlichen Querträger im Tragsystem angeordnet werden konnten, musste der Knotenausbildung und der Steifigkeit in der Querrichtung besondere Aufmerksamkeit geschenkt wer-

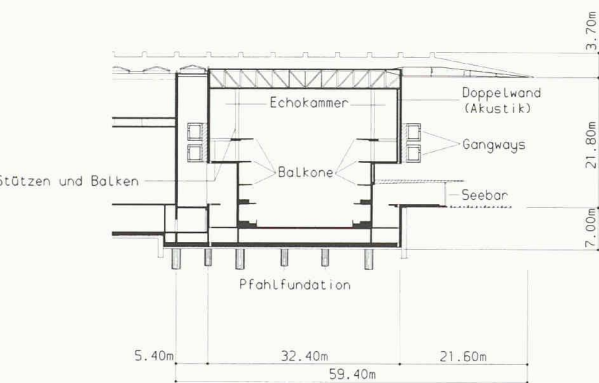
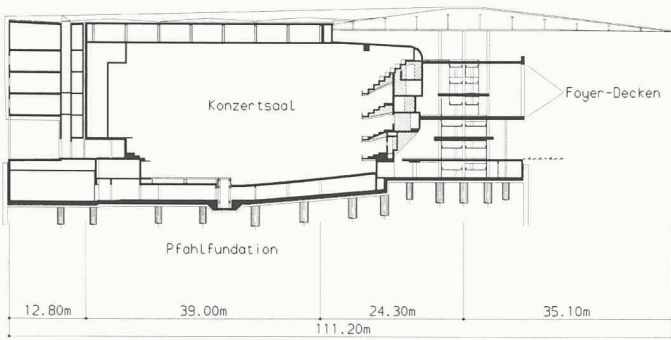
den. Im Querschnittsmodell handelt es sich um einen geschlossenen quadratischen Rahmen, der einseitig aufgelagert und deshalb auch entsprechend verformungsempfindlich ist. Zur Überprüfung des Verformungsverhaltens wurden Belastungsproben durchgeführt. Die Ergebnisse der Belastungsproben haben die berechneten Werte bestätigt.

Vorgespannte Rippendecken im bahnhofseitigen Gebäude: Eine weitere interessante Bauingenieuraufgabe war die Bemessung der Decken im bahnhofseitigen Gebäude. Die zur Verfügung stehende freie Höhe für die Gebäudetechnik und die Tragkonstruktion war infolge der architektonischen und betriebstechnischen Randbedingungen äusserst knapp. Gebäudetechniker und Bauingenieur mussten für ihre jeweiligen Raumbedürfnisse machbare Lösungen finden. Das schliesslich für das Gesamtkonzept optimierte System besteht aus Rippendecken mit Vorspanngliedern in den Unterzügen. Dank der Vorspannung konnten wiederum die Verformungen in zulässigen Grenzen gehalten werden und auch eine genügende Anzahl von Öffnungen in den Rippen zur Durchführung von Kabelkanälen und Leitungen der Technik angeordnet werden (Bild 6).

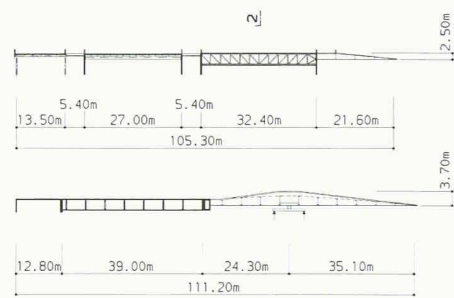
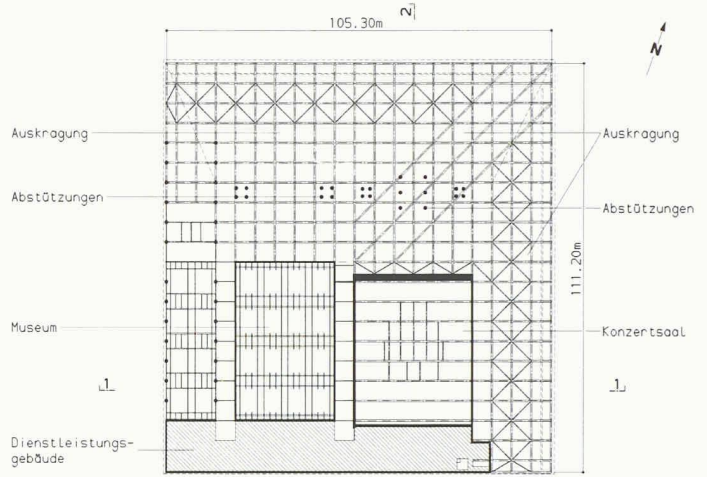
### Das Dach

Das bis weit über den Europaplatz und über den See hinausragende Dach stellte die Ingenieure vor eine interessante Aufgabe im Hinblick auf Statik, Konstruktion und Sicherheit dieses Bauteils. Die Abmessungen des fast quadratischen Dachs betragen 111 mal 105 m. Der nördliche Dachrand weist eine maximale Auskragung von 35 m, der östliche eine von 25 m auf. Bezogen auf die Lage der äussersten Stütze ergibt sich eine maximale diagonale Auskragung von über 43 m. Entlang der





5 Tragkonstruktion um den Konzertsaal. Oben Schnitt Süd-Nord, unten Schnitt West-Ost



7 Tragkonstruktion des Dachs, unten Schnitte 1-1 und 2-2

übrigen Ränder ist das Dach auf Wänden und Einzelstützen gelagert.

Die Vorgabe des Architekten in bezug auf die Gestaltung des Daches war hart: Die Untersicht muss wie ein weiter horizontaler Flügel aussehen, der rund 22 m über dem Seespiegel liegt. Schrägseile mit Pylonen oder Fachwerke kommen nicht in Frage. Auf Grund von wirtschaftlichen und statisch-konstruktiven Überlegungen wurde ein Tragsystem gewählt, das aus einem quadratischen Raster von je 5,4 m mit Vollwandträgern aus Stahl besteht. Zur Aussteifung der weit auskragenden Nordostecke sind zusätzlich drei diagonale Träger erforderlich (Bild 7). Die Hauptträger in Richtung Nord-Süd haben eine maximale Höhe von 3,7 m und bilden die an der oberen Fläche des Dachs gut sicht-

baren Rippen. Für den Stahl wurde die Qualität FeE 235 gewählt, da vor allem Verformungsbegrenzungen bei der Bemessung massgebend waren.

Die obere Dachabdeckung besteht aus Kupferblech, das auf einer Holzschalung befestigt ist. Über Holzpfetten werden die Dachbelastungen in das Haupttragsystem übertragen. Die Befestigung der Pfetten an den Stahlträgern muss unter anderem den hohen Sog- und Druckkräften der Windbelastung standhalten.

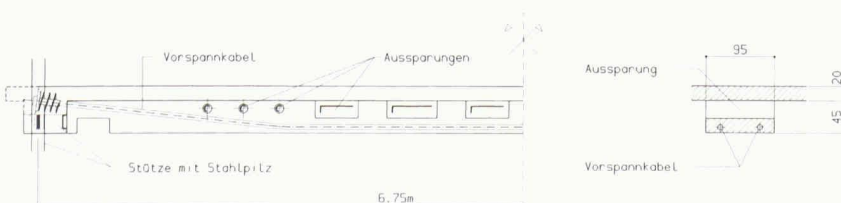
Bei der Aufhängung der Dachunterseite aus Aluminium-Sandwichplatten wurde allen Befestigungselementen der Aufhängekette, von der Untersichtsplatte bis zur Haupttragkonstruktion, grösste Aufmerksamkeit gewidmet. Zur Sicherstellung der Ermüdungsfestigkeit sind an den

wichtigsten Befestigungselementen Versuche im Massstab 1:1 durchgeführt worden.

Zur Überspannung des Konzertsaaes sind im Abstand von 5,4 m ebenfalls Stahl-Fachwerkträger mit einer Spannweite von 32 m angeordnet (Bild 7). Aus Schallschutzgründen mussten sie oben und unten mit Betondecken aus vorfabrizierten Elementen eingedeckt werden, so dass sich hier eine Verbundkonstruktion ergab.

Über dem Museum wurde ein System von orthogonal angeordneten Haupt- und Sekundärträgern gewählt. Hier liegt die Spannweite der Hauptträger bei 27 m. Es waren jedoch keine besonderen akustische Bedingungen zu erfüllen, so dass Normalprofile verwendet werden konnten.

6 Längs- (links) und Querschnitt (rechts) durch vorgespannte Rippendecke im bahnhofseitigen Gebäude



**Elemente des Sicherheits- und Nutzungsplans**

Für den Nachweis der Tragsicherheit des Daches sind die massgebenden Belastungen:

- Eigengewicht der Tragkonstruktion
- Ständig wirkende Auflasten aus oberer und unterer Dachhaut
- Windbelastung (s. unten)
- Schneelasten nach Norm SIA 160

Die Erdbebenlasten sowie die Nutzlasten (Begehbarkeit des Dachs) spielen im Ver-



**Am Rohbau Beteiligte**

Bauherrschaft:  
Trägerstiftung Kultur- und Kongresszentrum  
Luzern

Totalunternehmer:  
Arge Totalunternehmer Kultur- und Kongress-  
zentrum Luzern mit: Electrowatt Engineering  
AG, Zürich, und Göhner Merkur AG, Luzern

Architekt:  
Architectures Jean Nouvel, Paris

Bauingenieur:  
Ingenieurgemeinschaft mit: Electrowatt Enginee-  
ring AG, Zürich, Plüss + Meyer Bauingenieure  
AG, Luzern, und Schubiger AG, Luzern

Geotechnik:  
Mengis R. + Lorenz H.G. AG, Luzern

Bühnentechnik:  
Planungsgruppe AG, Leutwil

Bauunternehmer:  
Arge Neidhart AG/Aregger AG, Ebikon,  
Arge Eggstein AG/Gebr. Brun AG, Luzern

Stahlbau:  
Tuchs Schmid AG, Frauenfeld,  
H. Wetter AG, Stetten

Spengler:  
Arge Spengler KKL, Nebikon

Holzbau:  
PM Holzbau AG, Root

gleich zu den Windlasten eine untergeordnete Rolle.

Das gewählte Tragsystem (Trägerrost) ist zudem ein vielfach statisch unbestimmtes System, das bei allfälligem Ausfall eines Elements Kräfteumlagerungen ermöglicht.

Im Bereich der Auskrragung sind keine besonderen Massnahmen für den Brandschutz erforderlich. Im Innern sind entsprechende Brandschutzverkleidungen angebracht und, wo nötig, Sprinkleranlagen installiert.

In bezug auf die Nutzung bzw. Funktionstüchtigkeit des Dachs waren folgende Elemente zu berücksichtigen:

- Schwingungsamplituden an den freien Dachrändern bei Windböen
  - Eigenfrequenzen, um Resonanzeffekte zu verhindern
  - Durchbiegungen unter Schnee- und Nutzlasten
  - Lokale Verformungen der Dachhaut
  - Akustische Einflüsse
  - Entwässerung der gesamten Dachfläche (über 10 000 m<sup>2</sup>)
  - Wärme- und Feuchtigkeitsisolation
  - Vermeiden von Eiszapfenbildung durch heizbaren Dachrand
  - Ermöglichen von Unterhaltsarbeiten
- Eine für die Montagearbeiten sehr strenge Bedingung war die Architekturvorgabe, dass die Dachuntersicht unter den ständig wirkenden Lasten horizontal sein muss (erlaubte Toleranz am Dachrand 30 mm!). Die Haupttragkonstruktion musste mit entsprechender Überhöhung montiert werden, damit sich die Konstruktion unter den ständigen Lasten selbst ausrichtete.

**Windbelastung**

Da die Windbelastung für die Bemessung des Dachs von grösster Bedeutung ist, wurde das Verhalten des Bauwerks im Windkanal an einem Modell im Massstab 1:200 untersucht [2]. Massgebend war hierbei ein Wind mit einer mittleren Wiederkehrperiode von 30 Jahren und Spitzengeschwindigkeiten von 160 km/h unter verschiedenen Windrichtungen. Mit Hilfe einer Rauchquelle wurden die lokalen Strömungsverhältnisse sichtbar gemacht. An allen massgebenden Punkten von Dach und Fassaden wurden zudem die erzeugten Sog- und Druckkräfte gemessen. Daraus entstanden grundsätzlich zwei Belastungspläne: der erste war für die Haupttragkonstruktion mit Angabe der grossflächigen globalen Windkräfte und der zweite für die Bemessung der Befestigungen der oberen und unteren Dachhaut unter Berücksichtigung der grösseren lokalen Windkräfte massgebend.

Ob es sich bei diesem Dach für die Belastung aus Wind um ein ausgeprägtes Ermüdungsproblem handelt, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Die häufig auftretende wechselnde Belastung ist sehr klein im Verhältnis zu derjenigen aus den ständigen Lasten. Bei der Dimensionierung der Verbindungen wurde die Ermüdungsgefahr in entsprechendem Mass mit einbezogen. Ein sorgfältig ausgearbeitetes Überwachungskonzept wird wertvolle Erkenntnisse über diesen Sachverhalt bringen und die notwendigen Hinweise für allfällig erforderliche Unterhaltsarbeiten zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit des Bauwerks geben.

**Überwachungskonzept**

Der Überwachungsplan soll es ermöglichen, unter den erwähnten aussergewöhnlichen Einflüssen eine uneingeschränkte Nutzung und Sicherheit während der ganzen Lebensdauer des Bauwerks zu garantieren. Er bezieht sich im wesentlichen auf folgende Elemente der Dachkonstruktion:

- Tragkonstruktion aus Stahl mit den entsprechenden geschweissten und geschraubten Verbindungen
- Auflager der Dachstruktur und wichtigste Tragelemente, die die Auflagerkräfte in die Tragkonstruktion des Gebäudes weiterleiten
- Holzkonstruktion und obere Dachhaut
- Unterhängte Dachplatten und deren ganze Kette der Befestigungselemente bis zur Haupttragkonstruktion
- Dachentwässerung

Der Hauptzweck der Überwachung für die Tragkonstruktionen aus Stahl und Aluminium ist die Beurteilung der Ermüdungs-

gefährdung der Schrauben-, Niet- und Schweissverbindungen in den massgebenden Stellen der Verbindungen. Durch Messen der Durchbiegungen am Dachrand mit Beschleunigungsmesser und der Stahldehnungen an kritischen Stellen mittels Dehnmessstreifen wird das Verhalten des Dachs im auskragenden Bereich beurteilt. Die Messwerte können laufend in Form von Histogrammen an einem Bildschirm verfolgt werden. Bei grösseren Amplituden werden sie automatisch registriert. Die entsprechende Auswertung liefert wichtige Informationen für die getroffenen Berechnungsannahmen und mit der Zeit allfällig auftretende Schwachstellen. Insbesondere wird das dynamische Verhalten des Dachs während eines Sturms aufschlussreich sein. Als Bezugsgrössen werden gleichzeitig zu den erwähnten Messungen auch die Windgeschwindigkeiten und Lufttemperaturen auf der Dachoberfläche gemessen.

**Zusammenfassung**

Die Bauingenieuraufgaben im beschriebenen Projekt waren vielseitig und anspruchsvoll. Beginnend bei der Optimierung der Lage der Werkleitungen, über die Baugrube, die Spezialfundationen, die Tiefgarage, das Seebecken, die Tragkonstruktionen der komplexen Strukturen bis hin zur Planung des weit auskragenden Dachs hatte der Bauingenieur eine Vielzahl von interessanten Aufgaben zu lösen. Den Einklang zu finden zwischen dem Kräftespiel der Strukturen mit der Architektur von Jean Nouvel, der Akustik von Russell Johnson, dem Kostendach des Totalunternehmers sowie zahlreichen weiteren Randbedingungen war eine äusserst ehrgeizige Aufgabe.

Adresse der Verfasser:

Erwin Plüss, dipl. Bauing. HTL, Plüss + Meyer, Bauingenieure AG, 6005 Luzern, Willy Wüttrich, Dr. sc. techn., dipl. Bauing. ETH, Electrowatt Engineering AG, 8034 Zürich

**Literatur**

- [1]  
Beckel L.: Hochseehafen am Binnengewässer. Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 40 1997, S. 820-823
- [2]  
Wieland M., Wüttrich W.: Kultur- und Kongresszentrum am See in Luzern, Sicherheit der Dachkonstruktion. Festschrift Prof. Dr. Hugo Bachmann zum 60. Geburtstag: Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, September 1995, S. 162