



Das Guckloch

Nr. 3 | 2021

Konstruktionstyp: Zylinderschalen aus Stahlbeton mit Zugband aus Spannbeton (Dach der Umschlaghalle); Rippen- und Pilzdecken (Güterhalle)

Ort: Rue de Genève 97-103, Lausanne

Baujahr: 1953

Bauingenieur: Bureau Alexandre Sarrasin, Lausanne

Ausführung: Consortium der Bauunternehmungen Foretay S.A., A. Girsberger S.A. und J.Müller & Fils, Lausanne

Besonderheiten: Die Dachkonstruktion aus aneinandergereihten Zylinderschalen und vorgespannten Plattformen ist einzigartig und zeugt von den experimentellen Anfängen der Spannbetonbauweise im Industriebau. Das Bauwerk ist als «Objet d'intérêt local» von der kantonalen Denkmalpflege Waadt inventarisiert.

Güterbahnhof in Lausanne-Sébeillon



Ein Leichtbau aus Spannbeton in Sébeillon

Autor: Thomas Ekwall, Dipl. Ing. EPFL, MAS Arch. Conservation Science ETHZ

Die Doppelbögen sind mit einem 10 cm dünnen Stahlbetongewölbe verbunden und im Scheitelbereich durch obenliegende Streben ausgesteift. Die Entwässerung erfolgt im Gefälle bis zu den Betontraufen, die feldweise bei den Hauptstützen mit Regenabläufen versehen sind.

(BILD: THOMAS EKWALL)

Der Güterbahnhof von Südosten: Er besteht aus einer zweigeschossigen Güterhalle (rechts) und aus der eingeschossigen Umschlaghalle (links), die markant mit aneinandergereihten Zylinderschalen- und Plattformsegmenten in Erscheinung tritt.

(BILD: THOMAS EKWALL)



Alexandre Sarrasin (1895–1976) befand sich in seiner produktivsten Phase als Brückenbauer als er anfangs der 1950er Jahren den Güterbahnhof Lausanne-Sébeillon entwarf: Mit der Gueuroz- und der Laxgrabenbrücke hatte er bereits zwei Bogentragwerke entwickelt, die Ingenieure und Architekten seiner Zeit begeisterten. Max Bill bezeichnete

sie in seinem Buch «Architecture Moderne Suisse 1925-1945» als «wahrhaft moderne Entwürfe».

Alexandre Sarrasin war Gastprofessor für Stahlbeton an der EPUL und forschte zur Rissbildung in Bauteilen aus armiertem Beton. Der mit Prof. Jean Bolomey entwickelte und von ihm patentierte

Bewehrungsstab «Caronstahl» fand eine breite Anwendung unter seinen Berufskollegen. Trotz seiner Ergiebigkeit in diesen Gebieten waren seine Beiträge zur Hochbau-Architektur eher bescheiden. Auch die Technik der Vorspannung, die sich im Brückenbau etabliert hatte und neue Typologien materialsparender Stahlbetonbauten

ermöglichte, hatte er nicht vollumfänglich für sich entdeckt. Unter diesen Umständen ist die Umschlaghalle in Lausanne-Sébeillon ein einzigartiges Bauwerk des Werdegangs Sarrasins. Hier fanden sowohl bewährte als auch weniger erforschte Facetten seines Wirkens in einem rundum gelungenen Industriebauwerk Ausdruck.



Übergang zwischen der Güterhalle (links) und der Umschlaghalle (rechts). Die gekrümmte Gewölbeunterseite trägt wie die Glasfassade zur indirekten Tageslichtbeleuchtung bei. Im Fassadenbereich nimmt der Versatz zwischen Gewölbe und Plattform ab, weshalb auch die Längsfassade verglast ist.

(BILDER: THOMAS EKWALL)

Statik und Licht

Der Bahnhof besteht aus zwei Gebäudeteilen – der Güterhalle und der Umschlaghalle. Erstere wurde eher konventionell als Stahlbetonskelett mit Rippen- und Pilzdecken umgesetzt. Im Tragsystem der dazumal innovativen Dachkonstruktion der Umschlaghalle hingegen erkennt man Sarrasins Brückenkonzept der stabförmig ausgesteif-

ten Doppelbögen mit aufgeständerter Fahrbahn. Hier aber neu interpretiert: Die mit Zylinderschalen verbundenen Doppelbögen und die niedrigen, an den Bögen aufgehängten Plattformen werden mehrfach und alternierend aneinander gereiht. Die vorgespannten Plattformen wirken zudem als Zugbänder, die den Gewölbeschub kurzschliessen.



Die Geometrie der präzise geschalteten Plattform sorgt für ein Dachgefälle, das der Entwässerung dient und für eine Minimierung des Dachgewichts. Die Vorspannkabel, die den Gewölbeschub kurzschliessen, sind an den langen Rändern der Plattformen, in der Achse der Hauptstützen einbetoniert.

Dadurch musste die Umschlaghalle nur noch durch die im Norden flankierende Güterhalle horizontal stabilisiert werden, die Südwand hingegen konnte freistehend ausgebildet werden.

Zwischen den Bögen und den Plattformen entstehen grosszügige, kreissegmentähnliche Öffnungen. Sie wur-

den vertikal verglast und lassen im Vergleich zu konventionellen Sheddächern oder Dachstühlen mit Laternen deutlich mehr Tageslicht ins Gebäudeinnere. Die natürliche Beleuchtung in Kombination mit den über das 36 m breite Gleisfeld schwebenden Dachplattformen sorgt für einen unverkennbaren räumlichen Eindruck.



Dank der Dachgeometrie mit zahlreichen verglasten Versätzen wird die Umschlaghalle grosszügig mit Tageslicht versehen. Die an den Bögen aufgehängten Plattformen scheinen über dem Gleisfeld zu schweben.

(BILD: THOMAS EKWALL)



Historische Aufnahme der Baustelle 1951 (BILD: ARCHIV SBB-HISTORIC, FOTOARCHIV)

DER **TECHNISCHE BERICHT** DES INGENIEURBÜROS ALEXANDRE SARRASIN FASST KURZ UND PRÄGNANT DIE EIGENSCHAFTEN DES BAUWERKS ZUSAMMEN.

«Nouvelle gare aux marchandises de Lausanne-Sébeillon»

Das Ensemble besteht aus zwei Hauptteilen: Die Güterhalle einerseits, wo der Versand, die Anlieferung, die Sortierung sowie die Lagerung stattfinden können, und die Umschlaghalle andererseits, die die Bahngleise überspannt. Der Grundriss der Güterhalle ist L-förmig und grenzt mit zwei Seiten an die Umschlaghalle. Die Stahlbetontragwerke beider Hallen sind statisch verbunden: Der Geschossbau der Güterhalle stützt das Gewölbe der Umschlaghalle.

Struktur der Güterhalle

Die Güterhalle weist ein Untergeschoss, ein Erdgeschoss auf Gleishöhe und ein Obergeschoss auf. Das Unter- und Obergeschoss dienen als Lager und sind mehrheitlich an Geschäftshäuser vermietet. Das Erdgeschoss ist für die Bahngesellschaft reserviert.

Die Decken spannen 17 m weit (exklusive Gleisanlagen) und werden von drei Stützenreihen getragen – angeordnet auf den zwei Fassadenachsen und der einen Mittelachse. Entsprechend der Nutzlasten und Spannweiten weisen die Decken unterschiedliche Tragsysteme auf. Im Untergeschoss bot sich eine Pilzdecke mit zwei zusätzlichen Stützenreihen an. Diese Decke trägt mit 1500 kg/m² die grösste Nutzlast. Dieser Deckentyp weist keine Unterzüge auf und hat so den Vorteil einer freigespielten Untersicht mit entsprechend verbesserten Beleuchtungsverhältnissen für das Untergeschoss.

Für die Decke über dem Erdgeschoss mit Nutzlasten von 1000 kg/m² wurden unterschiedliche Systeme überprüft. Die Rippendecke aus 9 cm dicken Betonplatten mit Unterzügen in Längsrichtung, die sich auf kräftigen Querträgern abstützen, erwies sich als das wirtschaftlichste Tragsystem. Die Decke über dem Obergeschoss, die einzig ihr Eigengewicht, den Aufbau der gedämmten Dachhaut und den Schneetragen muss, wird mit kleineren Rippen umgesetzt. Diese werden mit handelsüblichen Trapezblechen geschalt. Die Rippen lagern einer-

seits auf den Fassadenstützen und andererseits auf einem Firstlängsbalken. Dieser liegt wiederum auf den Stützen der Mittelachse.

Struktur der Umschlaghalle

Hier musste eine 36.00 m breite, zwischen zwei Längswänden ausgedehnte Fläche, stützenfrei überspannt werden. Diese Ausgangslage entspricht derjenigen von grossen Hallen und ist insofern nicht aussergewöhnlich. Doch in diesem Fall trug die Frage der Beleuchtung entscheidend zur Ausbildung des Tragwerks bei.

Die Bauherrschaft wünschte eine Beleuchtung mittels in Querrichtung verlaufenden Bändern anstatt konventioneller Oblichter auf einem Dachreiter parallel zum Gleisfeld. So hat man gewölbte Elemente und daran aufgehängte horizontale Plattformen alternierend aneinandergereiht, um Tageslicht in die Halle zu bringen. Die Plattformen, die sogenannten niedrigen Felder, dienen dabei auch als Zugband zwischen den Gewölbekämpfern. Sie sind möglichst leicht als Rippendecke mit 8 cm dicken Platten und quer-verlaufenden Unterzügen ausgebildet.

Die Gewölbe, die sogenannten erhöhten Felder, bestehen aus einer 10 cm dicken Platte, die an ihren Rändern mittels Bögen ausgesteift ist. Sowohl Gewölbe als auch Bögen übernehmen die Druckkräfte. Die infolge der asymmetrischen Belastung entstehenden Biegemomente hingegen werden sicherheitshalber alleine von den Bögen abgetragen. Wenn man das gesamte Betonvolumen der Gewölbe, der Bogen und der Plattformen zu einer massiven Decke zusammenfassen würde, betrüge die Deckenstärke nur 13.8 cm für eine Spannweite von 36 m. Es handelt sich also um einen Leichtbau. Die Plattformen werden mit einer Zugkraft von 150 t pro Bogen beansprucht, sprich 300 t pro Plattform. Weil die Betonquerschnitte auf ein Minimum optimiert wurden, würden die hohen Zugspannungen im Beton zweifelsohne schädliche Risse verursachen, wenn denn dem nicht statisch-konstruktive Massnahmen entgegengesetzt worden wären. Um die Risse zu verhindern, hat man mit fünf Kabeln pro Bogen eine Vorspannung erzeugt. Diese Kabel haben eine Kapazität von 32 t und sind an ihren Enden in Kegeln des Systems Freyssinet verankert.

Sämtliche Stahlbetonteile wurden mit qualitativ hochwertigem Beton ausgeführt. Die Druckfestigkeit nach 28 Tagen beträgt zwischen 400 und 450 kg/cm². Für die Bewehrung wurde «Caron»-Stahl verwendet: Es handelt sich dabei um Stangen quadratischen Querschnitts mit abgerundeten Ecken, die über Torsion kaltgestreckt werden. Ihre Festigkeit beträgt, je nach Durchmesser: 4600 bis 5000 kg/cm² (Fließspannung) bzw. 5200 bis 5800 kg/cm² (Zugfestigkeit). Je nach Betonquerschnitt werden Bewehrungsspannungen zugelassen, die zwischen 1800 bis 2000 kg/cm² liegen.

Die Abdichtung des Dachs wurde gesondert untersucht. Nach der Überprüfung unterschiedlicher Abdeckungen sowie Untersuchungen im Labor entschloss man sich, den Beton roh zu belassen. Er sollte als dichter Estrich funktionieren. Die Abdichtung des Betons ist allerdings von mehreren Faktoren abhängig: In erster Linie muss man jegliche Rissbildung vermeiden, indem die Bewehrung sorgfältig und entsprechend der statischen Berechnungen angeordnet wird. Rissbildung kann auch vor dem Ausschalen infolge Schwindens während der Betonaushärtung entstehen. Man weiss aber, dass Beton nicht schwindet, wenn er feucht gehalten wird. Sogar ein bereits getrockneter Beton erhält sein ursprüngliches Volumen zurück, wenn er befeuchtet wird; eine Tatsache, die durch Versuche bestätigt werden konnte. Gleich nach dem Betonieren wurden die Betonoberflächen also mit einer Sandschicht bedeckt, die mindestens drei Wochen lang begossen wurde. Nach dieser Zeitspanne hat der Beton den grössten Teil seiner

Festigkeit erreicht und schwindet weniger. Um der Rissbildung zusätzlich vorzubeugen, kam die Betonvorspannung als noch effizientere Massnahme hinzu. Sie wurde in den Plattformen eingesetzt. Auf statisch natürliche Weise vorgespannt werden im Übrigen die Gewölbe infolge ihrer Druckbeanspruchung. Der Beton muss nicht zuletzt auch eine gute Korngrößenverteilung aufweisen und mit möglichst wenig Zugabewasser aufbereitet werden. Eine mechanische Verdichtung mittels Vibration reduziert die erforderliche Wassermenge weiter.

Bei den Vorversuchen hat man normale Betone mit 300 kg Zement pro m³ Nettovolumen sowie ähnliche Betone mit unterschiedlichen Zusatzmitteln untersucht. Der normale Beton ohne Zusatzmittel war fast so dicht wie diejenigen mit Zusatzmitteln. Das Zusatzmittel mit bestem Ergebnis war wassergebundener Sumpfkalk, der hier eingesetzt wurde. Die Betonstärke spielt ebenso eine Rolle bei der Rissbildung und ist deswegen an keiner Stelle der Tragkonstruktion kleiner als 7 cm. Es sei noch die Frostbeständigkeit des Betons erwähnt, die mittels Versuche geprüft wurde und bei denen man sehr gute Ergebnisse erzielte. Diesbezüglich traf man daher keine besonderen Massnahmen.

Befürchten muss man ein Abnutzen der bewitterten Betonoberfläche, denn Regenwasser löst die Kalkpartikel auf. Die exponierten Betonoberflächen wurden deshalb mit einer Lösung aus Fluorkieselmagnesium übertüncht und versiegelt. Diesen wirtschaftlichen Schutz kann nach Bedarf nach ein paar Jahre erneuert werden.

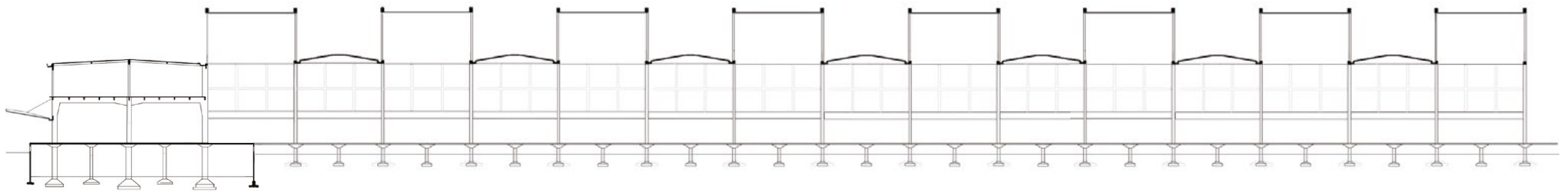
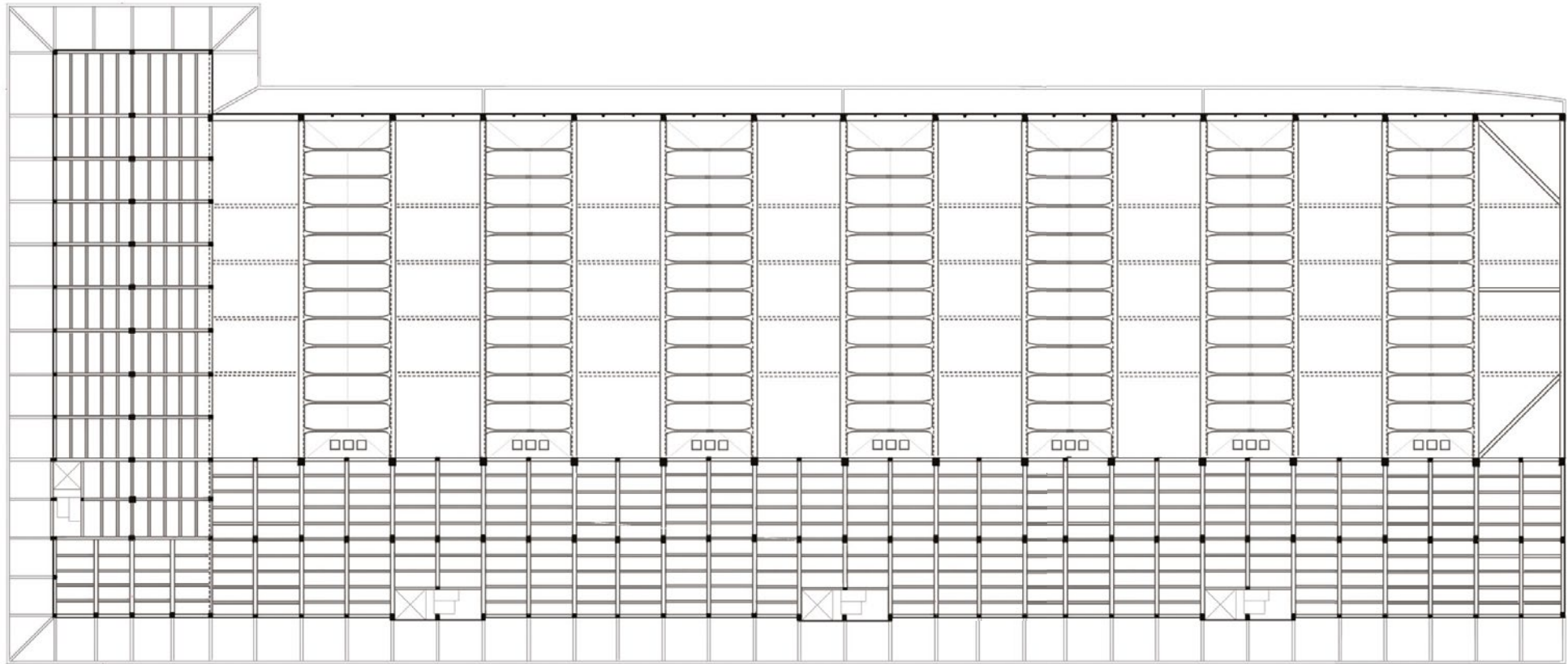
Nach unserem Kenntnisstand gibt es keine Dächer dieser Abmessungen, bei der die Stahlbetondecken zugleich Tragwerk und abdichtende Dachhaut ist.

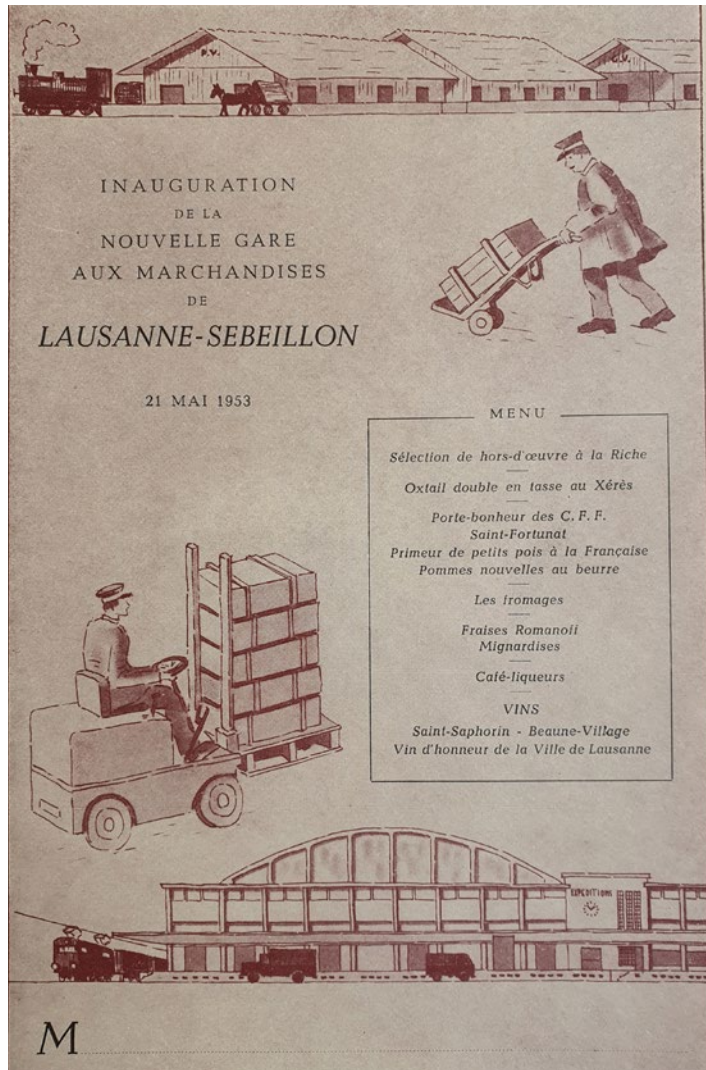
LAUSANNE, 1. JULI 1955;
ÜBERSETZUNG AUS DEM FRANZÖSISCHEN: THOMAS EKWALL

(BILD AUS
«ALEXANDRE SARRASIN (1895-1976) ET L'ESTHÉTIQUE DE L'INGÉNIEUR» VON PHILIPPE MIVELAZ, THÈSE NO 3865 (2007); S. 325-326)



10m





links: Einladungskarte zur Einweihung des Güterbahnhofs Lausanne-Sébeillon. Dargestellt wird die Architektur des Bahnhofs zusammen mit einem Gabelstapler als Zeichen des technischen Fortschritts.

(BILDER: ARCHIV SBB-HISTORIC, FOTOARCHIV)

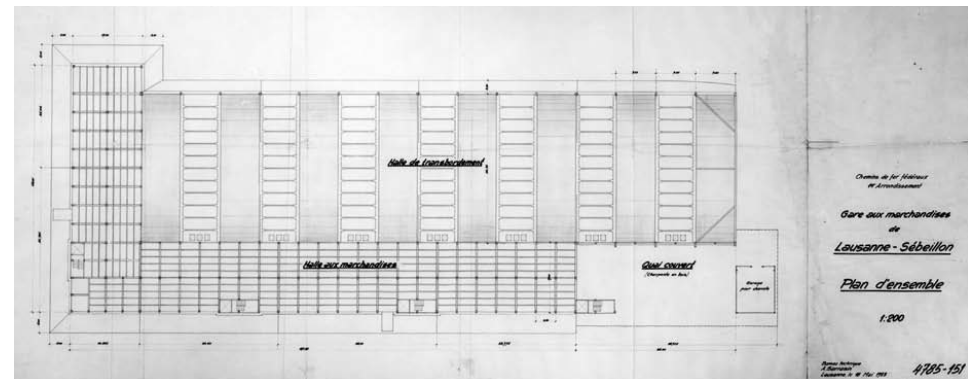
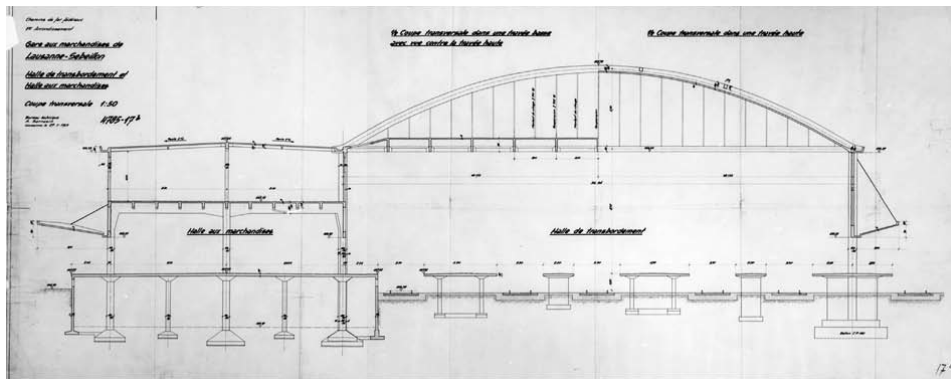


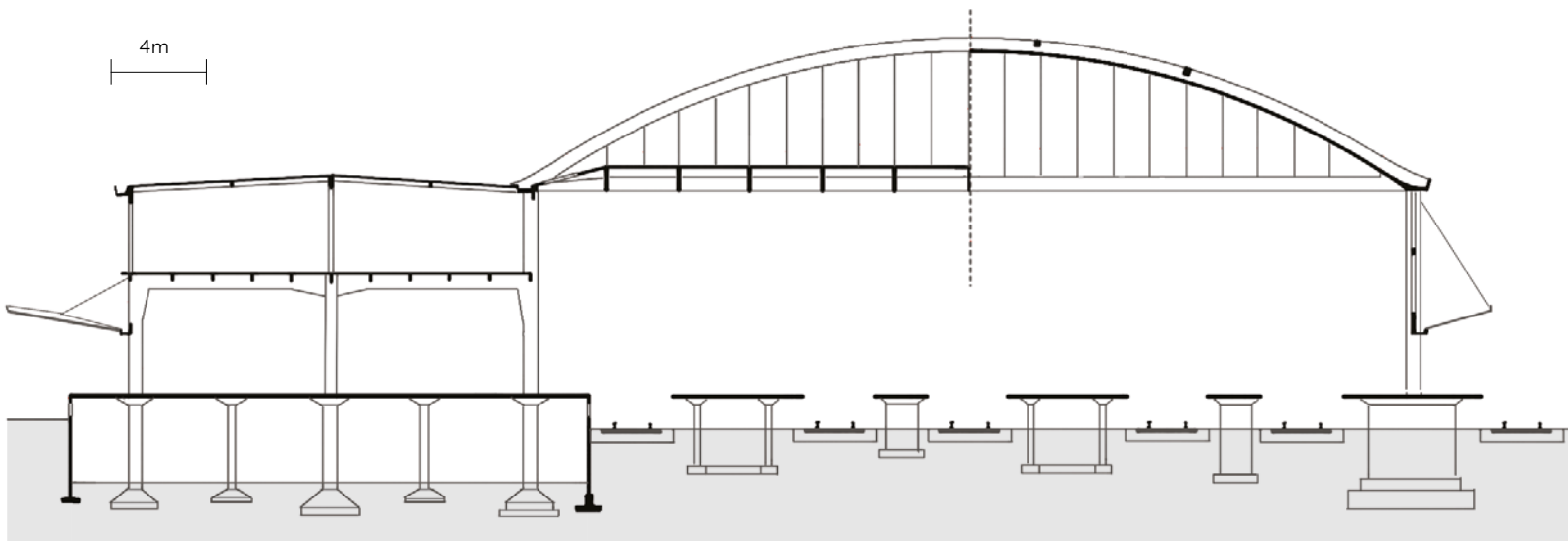
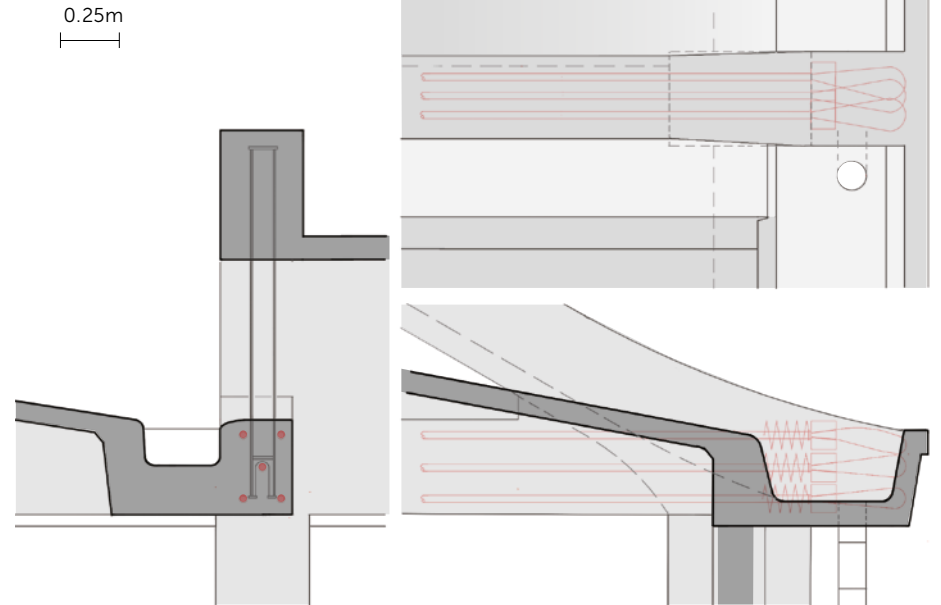
rechts: Historisches Foto der Umschlaghalle von 1953.



Historisches Foto der Umschlaghalle von 1954, und Originalpläne (Grundriss und dazugehöriger Querschnitt)

(BILDER: ARCHIV SBB-HISTORIC, FOTOARCHIV)





«Form follows function»: Die einbetonierten Vorspannkabel, die den Bogenschub kurzschliessen, müssen in der Dachtraufe verankert werden. Der Platzbedarf dieser Endverankerung und das statische Prinzip, wonach die vertikale Kraftkomponente des Bogens zentrisch in die Hauptstütze eingeleitet wird, definiert die Form der Dachtraufe.

Querschnitt Umschlaghalle (nebenan)

Detailskizze der Verankerung der Plattform in den Bögen im Bereich der Dachtraufe und über den Hauptstützen: Grundriss (oben rechts), Längsschnitt durch Plattform und Bogen im Bereich der Glasfassade (darunter), Querschnitt durch Dachtraufe und Plattform (links daneben). Gut erkennbar sind die Vorspannkabel mit Endverankerung (rot) und das Entwässerungskonzept mittels Dachgefälle und Regenabläufen.

(BILD UND PLÄNE: THOMAS EKWALL; QUELLEN: 1)



Die Güterhalle besteht im Erd- und im Obergeschoss aus Rippendecken. Im Untergeschoss kamen Pilzdecken zum Einsatz.

(BILD: THOMAS EKWALL)

Nachhaltigkeit durch Minimalismus

So beeindruckend raffiniert die Halle aus statischer Sicht entwickelt ist, so sind aus Sicht der Dauerhaftigkeit aber auch konstruktive Mängel zu bezeichnen. So etwa die damals übliche, zu gering ausgeführte Betonüberdeckung, die bereits mehrere punktuelle Instandsetzungen nötig gemacht hat. Oder das Entwässerungskonzept, wonach Regenrinnen in unmittelbarer Nähe der Endverankerungen der Spannkabel einbetoniert wurden und wodurch das Risiko von Karbonatisierung und Korrosion in diesen statisch besonders relevanten Bereichen erhöht wird.

Im Kontext des heutigen Diskurses über Nachhaltigkeit ist das Bauwerk von Alexandre Sarrasin aber nach wie vor inspirierend und hat vermutlich sogar an Relevanz gewonnen: Dank der intelligenten statischen Systeme und des handwerklichen Geschicks im Schalungsbau wurde ein «leichter», ästhetisch ansprechender Massivbau erstellt.

Schlichte Materialien wie Beton, Mauerwerk, Stahl und Glas definieren den Raum und die Hülle. Auf weitere hochtechnisierte oder chemisch fragwürdig zusammengesetzte Materialien wird verzichtet – sogar die Abdichtung des Dachs wird im Wesentlichen durch



Historische Fotos der Umschlaghalle von 1953.

(BILDER: ARCHIV SBB-HISTORIC, FOTOARCHIV)



den Rohbau erfüllt. Diese Ausführung verkörpert das Konzept eines auf das Notwendigste reduzierten Baukörpers, der durch die Lichtschattierungen und die Leichtigkeit des Tragwerks besticht. Die bei den Dachversätzen entstehenden grosszügigen Fenster bringen Tageslicht ins Gebäudeinnere, was die

Verwendung von künstlichem Licht und somit auch den Stromverbrauch reduziert. Eine Komposition von Transluzenz und Effizienz des Kräfteflusses, die nach wie vor überzeugt.

Literatur

- Philippe Mivelaz: «Alexandre Sarrasin (1895-1976) et l'esthétique de l'ingénieur», Presses polytechniques et universitaires romandes, 380 Seiten, 2002; ISBN 978-2880744977
- Thomas Ekwall: «Die Spannbetonbauweise in der Schweizer Industriearchitektur der 50er-Jahre: Inventarisierung und Zustands-

- erfassung», Institut für Denkmalpflege und Bauforschung der ETHZ (Masterarbeit), 2013
- Archiv des Ingenieurbüros Sarrasin, ESM Ingenieure Associés SA, Monthey
- 1: Quellen: Façades, Halle marchandises et transbord., CFF-I Bureau de construction, Sébeillon, 19.11.51; Plan d'ensemble, 4785-2a, 23.8.51; Coupe longitudinale/transversale, Variante avec couverture en béton armé et éclairage latéral, 4785-15, 7.7.51; Coffrage travée basse, 4785-89, 17.4.52

© Gesellschaft für Ingenieurbaukunst

www.ingbaukunst.ch