

Edelstahlseile prägen das Fassadenbild

Im Juni 2019 konnte nach knapp anderthalb Jahren Bauzeit die Erweiterung des Stammsitzes der Jakob AG in Trubschachen abgeschlossen werden. Der international erfolgreiche Drahtseilhersteller setzt damit ein Zeichen und bekennt sich zu seinen Wurzeln im Emmental. Sichtbar wird dies nicht zuletzt an der Gestaltung der Gebäudehülle, die die firmeneigenen Stärken einsetzt und ein Element ins Zentrum der Aufmerksamkeit rückt, das sonst eher unauffällig im Hintergrund eingesetzt wird: An der Aussenhülle angebrachte Edelstahlseile umhüllen die Fassade und bringen die Identität und die Produkte der Emmentaler Traditionsfirma sichtbar zum Ausdruck. Text und Bilder: Fabian Graber, Leiter Technik Jakob AG



Seilfassade und Rahmenkonstruktion am Haupteingang.

Façade câblée et structure-cadre à l'entrée

LES CÂBLES DANS L'ARCHITECTURE

Une façade habillée de câbles en acier inoxydable

L'extension du siège de Jakob AG à Trubschachen s'est achevée en juin 2019 après à peine un an et demi de travaux. Le fabricant de câbles, qui connaît un succès international, envoie ainsi un signal fort et revendique ses origines emmentaloises. Cela se voit notamment au niveau de l'enveloppe du bâtiment qui s'appuie sur les points forts de l'entreprise et met en avant un élément souvent relégué à l'arrière-plan : les câbles en acier inoxydable posés sur l'enveloppe extérieure habillent la façade et expriment visiblement l'identité et les produits de l'entreprise, fière de sa tradition et de son ancrage régional.

La façade en câbles de 220 mètres de long entoure l'extension et la tête du bâtiment existant, faisant ainsi de l'édifice agrandi une unité architectu-

rale cohérente. L'arrangement choisi pour les câbles donne l'impression que des brins s'enroulent à l'infini autour d'un cadre extérieur. Cette

impression est renforcée par l'éclat métallique des câbles qui contraste avec le noir de la structure en acier et des bâtiments.

En tout, 1150 câbles d'une longueur totale de près de 20 km sont tendus sur un châssis tubulaire et représentent une surface de façade de

Bautafel / Panneau de chantier

Objekt / Projet :	Erweiterung Stammsitz Jakob AG, Trubschachen / Extension du siège de l'entreprise Jakob SA à Trubschachen
Entwurf und Planung / Conception et planification :	RolliMarchini Architekten, Bern
Werkplanung, Herstellung und Montage Stahlbau / Planification de l'ouvrage, fabrication et montage de la construction en acier :	Von Niederhäusern AG, Erlenbach
Bemessung Fassadenstruktur, Herstellung Seilzugglieder und deren Installation / Dimensionnement de la structure de façade, fabrication et installation des systèmes de tirants :	Jakob AG, Trubschachen
Generalunternehmer / Entrepreneur général :	Frutiger AG, Generalunternehmung, Thun
Beleuchtung / Éclairage :	Lauenstein AG, Langnau



Die 220 Meter lange Seilfassade umspannt den Erweiterungsbau und den bestehenden Kopfbau und generiert aus dem erweiterten Gebäudekörper somit eine lesbare Einheit. Die gewählte Seilanordnung macht den Anschein, als seien Seilstränge endlos um einen äusseren Rahmen gewickelt. Dieser Anschein wird durch den sich abhebenden Edelmetallglanz der Seile vor der in Schwarz gehaltenen Stahlrahmenstruktur sowie dem Gebäudekörper noch verstärkt.

Insgesamt 1050 Seile mit einer Gesamtlänge von knapp 20 km sind um eine Rohrrahmenkonstruktion gespannt, die eine Fassadenebene von 2000 m² ergibt. Die Konstruktion ist mit 580 mm Abstand vor die Gebäudekontur gesetzt, um die Fassadenreinigung zu ermöglichen. Die Rahmenstruktur macht die Gebäuderücksprünge sowie die vertikalen Versätze mit und übernimmt den Raster des Gebäudetrags mit einem regelmässigen Abstand von 3,92 m.

Tragende Rohrkonstruktion

Die hängend gelagerte Rahmenkonstruktion ist bis zu 10 m hoch und bildet ein geschlossenes Tragsystem für die Seilkräfte. Zum Einsatz kommen hier Rahmenstützen aus Rundrohren 168,1 × 10 mm im Raster des Gebäudetrags sowie Rahmenriegel aus Rundrohren

193,7 mm, die oben 10 und unten 8 mm stark sind. Verschraubte vertikale Konsolenschwerter verbinden den Rahmen mit dem Massivbau. Gebäudeseitig sind die Konsolenschwerter an Kopfplatten angeschweisst, die in vorfabrizierten Stahlbetonelementen verankert sind.

Eine zweite Rahmenstruktur orthogonal zur Fassadenebene entsteht aus der Verbindung der Konsolenschwerter mit den Rahmenstützen und den Schraubverbindungen mittels Durchdringung des Rohrs mit beidseitiger Verschweissung. Gelenke bei der Verschraubung der Konsolenschwerter tragen der Minimierung der Übergangsmomente in den Massivbau Rechnung und vertikal angeordnete Langlöcher bei den unteren Konsolenschwertern minimieren Zwängungskräfte.

Zusammen mit den äusseren Konsolenschwertern und oberen und unteren Riegelstücken wurden die Rahmenstützen als Einheit verschweisst, geliefert und vorab montiert. Die Rahmenriegel sind zweifach zwischen den Stützen im Abstand von rund 15% der Spannweite gestossen. Die gewählte Schraubverbindung, die für die oberen und unteren Riegel identisch angeordnet ist, ermöglichte eine vereinfachte Montage dieser Zwischenstücke. Insgesamt wurden für diese Konstruktion 48 t Stahl verwendet.

>

2000 m². Le châssis est installé à 580 mm devant les contours du bâtiment pour permettre le nettoyage de la façade. Il suit les retraits du bâtiment et les décalages verticaux et reproduit l'ossature porteuse de l'édifice avec un écart régulier de 3,92 m.

Structure tubulaire porteuse

Le châssis suspendu atteint 10 m de hauteur et constitue un système porteur fermé pour les forces exercées sur les câbles. Le chantier a

mis en œuvre des montants en tubes ronds de 168,1 × 10 mm sur le modèle de l'ossature de l'édifice ainsi que des traverses en tube rond de 193,7 mm, de 10 mm d'épaisseur en haut et 8 mm en bas. Les semelles de consoles verticales vissées relient le châssis à la construction en dur. Côté bâtiment, les semelles de consoles sont soudées à des plaques frontales qui sont ancrées dans des éléments en béton préfabriqués.

Une deuxième structure à angle droit avec la façade est constituée

par la liaison entre les semelles de consoles et les montants du cadre et les raccords vissés réalisés par perçage du tube avec soudure des deux côtés. Les articulations au niveau du vissage des semelles de consoles contribuent à réduire les couples transitoires transmis à la construction en dur et des trous oblongs verticaux sur les semelles inférieures minimisent les contraintes.

Les montants de cadre ont été soudés, fournis et prémontés avec les semelles de consoles extérieures

et les pics de traverses supérieures et inférieures. Les traverses sont insérées en double entre les supports à une distance d'environ 15 % de l'envergure. Le raccord vissé choisi configuré de manière identique pour les traverses supérieures et inférieures a facilité le montage de ces pièces intermédiaires. Au total, cette construction a nécessité 48 t d'acier.

Deux niveaux de câbles différents

Les câbles sont fixés à la structure tubulaire par des fers plats en forme >

DRAHTSEILE IN DER ARCHITEKTUR

>

Zwei verschiedene Seilebenen

Am Rohrrahmen verankert sind die Seile mit rechenartigen Flacheisen, die auf die oberen Rahmenriegel geschweisst sind. Die elf Öffnungen des Rechens erleichterten die Seilmontage und definieren die Seilposition nach dem Spannen. Um die Gestaltung aufzulockern, besteht ein Seilstrang nur aus acht Edelstahlseilen, die in abwechselnden Mustern angebracht sind und einmal um das untere Riegelrohr mit identischem Ein- und Ausfallwinkel umgelenkt werden. Die Seilstränge sind so angeordnet, dass sich keine Konfliktpunkte der hinteren Seilebene mit den Konsolenschwertern ergeben. Daraus entstehen zwei hintereinander angeordnete Seilebenen, welche eine Tiefenwirkung der Seilstruktur und überlappende Seilscharen bewirken.

Die Edelstahlseile verfügen an beiden Seilenden über aufgepresste Aussengewinde M20, ausgestattet mit Formstück und Druckfeder mit innerem POM-Zylinder zur Federzentrierung. Letztere ermöglicht ausgeglichene Seilkräfte im Fall von Verformungen der Stahlrahmenstruktur und unter veränderlichen Lasten. Bei der Wahl des Seildurchmessers standen massgeblich Lesbarkeit und das Erscheinungsbild der Seilstruktur und weniger die Seilbelastungen im Vordergrund. Der Durchmesser von 12 mm bei der Konstruktionsweise 6 × 19-WC liess einen verkürzten Pressschaft bei den Seilendverbindungen und somit eine kompakte Übergangskonstruktion zum Stahlrahmen zu.

Die auf der Aussenseite verankerten Seile werden mit einer helixförmigen Viertelumdrehung um das obere Rahmenriegelrohr mit einem Umlenkradius $r = \text{ca. } 10 \times d$ umgelenkt. Durch die Anordnung der Federn an den Seilendverbindungen wird sich das Seil sowohl beim Spannen als auch unter Rahmenverformungen und veränderlichen Lasten



Seilfassade am Erweiterungsbau.
Façade câblée de l'extension

entlang seiner Achse verschieben. Um den dauerhaften Korrosionsschutz des Riegelrohrs zu gewährleisten, ist der Seilauflagebereich mittels eines aufgeklebten Polyamidsattels geschützt. Auch die Rahmenstützen weisen einen Polyamidstreifen auf, um unter Windwirkung ungewolltes Klappern der Seile an den Stützen zu verhindern. Um die Kräfte auf die angrenzende Struktur, welche durch die asymmetri-

sche Anordnung der Seile in gewissen Montageschritten massgebend sind, zu minimieren, erfolgten die Montage und das Spannen der Seile nach einem spezifischen Ablauf.

Die Seile wurden beim unteren Riegel mit einer temporär angebrachten, rechenartigen Montagelehre in Position gehalten und möglichst synchron beidseitig gespannt. In der Dunkelheit erstrahlt die Seilkonstruktion

LES CÂBLES DANS L'ARCHITECTURE

> de râteaux soudés aux traverses supérieures. Les onze encoches du râteau ont facilité le montage des câbles et définissent la position des câbles une fois qu'ils sont tendus. Pour alléger l'ensemble, un brin ne comprend que huit câbles en acier inoxydable qui sont montés avec des motifs en alternance et enroulés une fois autour de la poutre tubulaire inférieure à un angle descendant et ascendant identique. Les brins sont agencés de manière à éviter tout point de conflit entre l'arrière des câbles et les semelles de consoles. On obtient donc deux couches de câbles superposées qui donnent un effet de profondeur à la structure avec des bandes de câbles qui se superposent. Les câbles en acier inoxydable sont dotés aux deux extrémités d'un filetage mâle M20

serti équipé d'une pièce moulée et d'un ressort de pression avec vérin interne en POM pour le centrage du ressort. Ce dernier permet d'équilibrer les forces exercées sur le câble en cas de déformation du châssis en acier et sous l'effet des variations de charges. Le choix du diamètre des câbles a surtout été dicté par la lisibilité et l'apparence de la structure câblée plutôt que par les contraintes imposées aux câbles. Le diamètre de 12 mm pour le modèle 6 × 19-WC a permis de raccourcir la tige de pression au niveau des raccords de câbles et donc une transition compacte avec le châssis en acier. Les câbles ancrés du côté extérieur forment un quart de tour hélicoïdal autour de la poutre tubulaire supérieure selon un rayon de courbure $r = \text{env. } 10 \times d$. Le position-

nement des ressorts à l'extrémité des câbles permet au câble de se décaler sur son axe lors de la tension mais également sous l'effet des déformations du châssis et des variations de charges. Pour garantir à long terme la protection antirouille de la poutre tubulaire, la zone d'appui des câbles est protégée par une selle de polyamide collée. Les supports de cadre présentent aussi une bande de polyamide afin d'empêcher les câbles de claquer contre les supports à cause du vent.

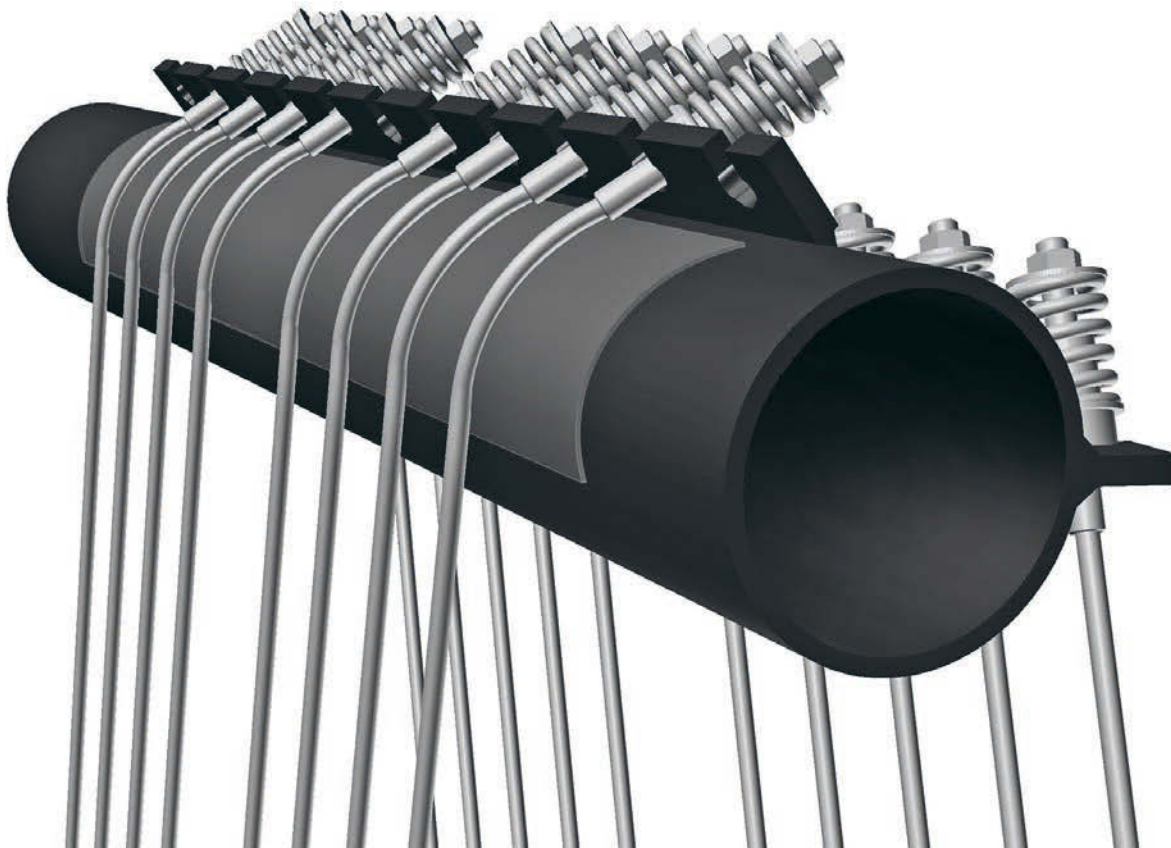
À certaines étapes du montage, la structure adjacente a été soumise à des forces non négligeables dues à l'agencement asymétrique des câbles. Pour minimiser ces forces, un processus spécifique a été appliqué au montage et à la tension des câbles. Les câbles ont été maintenus en position

sur la traverse inférieure à l'aide d'un gabarit de montage temporaire en forme de râteau puis tendus des deux côtés de manière synchronisée. La nuit, la structure câblée est illuminée par un éclairage ponctuel de haut en bas fixé sur la traverse supérieure.

Collaboration et points forts de l'entreprise

La planification de la construction résulte d'une intense coopération interdisciplinaire entre le cabinet d'architectes bernois RolliMarchini et le département Ingénierie de Jakob AG qui s'est chargé du dimensionnement et des détails de la construction en acier et de la structure câblée.

Les systèmes de tirants de câbles sont, bien sûr, produits par Jakob AG et montés par les professionnels de l'entreprise. ■



Konstruktionsprinzip Verankerung Seile.
Principe de construction pour l'ancrage des câbles

durch punktuelle, nach unten gerichtete Beleuchtungen, welche am oberen Rahmenriegel befestigt sind.

Zusammenarbeit und firmeneigene Stärken
Die Planung der Struktur resultiert aus einer intensiven interdisziplinären Zusammenarbeit

der Architekten RolliMarchini, Bern und der Engineering-Abteilung der Jakob AG, welche die Bemessung und konstruktive Detaillierung von Stahlbau und Seilstruktur erbracht hat. Die Seilzugglieder stammen selbstverständlich aus eigener Produktion und wurden durch Fachkräfte der Jakob AG montiert. ■

Das Fachregelwerk Metallbauerhandwerk - Konstruktionstechnik enthält im 1.9 wichtige Informationen zum Thema «Befestigungstechnik».


metallbaupraxis
Schweiz

Verhindern Sie Schadenfälle mit Hilfe des Fachregelwerks. Das Fachregelwerk ist unter www.metallbaupraxis.ch erhältlich.