

Stählerne Giganten am Himmel

Der riesige Hallenkomplex der Sondermülldeponie Kölliken ist aufgerichtet. Die gigantische Stahlkonstruktion für die Hallendächer weist Spannweiten bis 170 Meter auf. Trotz ihrer Grösse wirken die Zweigelenkbögen mit ihren Zugbändern filigran und leicht. Um den hohen Ansprüchen an Präzision gerecht zu werden, sind verschiedenste zu diesem Zweck entwickelte Vorrichtungen geschaffen worden.

Text: Eugen Bindek, Christian Strittmatter, Ullrich Pfabe, Bilder: Bauherrschaft und Hans Ege, Luzern

Die in den 70er Jahren erstellte Mülldeponie in Kölliken soll künftig Schritt für Schritt abgebaut werden. Für den Abbau des Müllkörpers wurde im Zuge der Ausschreibung eine Abbauhalle konzipiert. In der daneben liegenden Manipulationshalle sollte die Konditionierung und Neuverpackung des Sondermülls stattfinden. Die Lagerhalle war für das Zwischenlagern und Verladen der transportfähig verpackten Abfälle vorgesehen, die von dort aus - vorwiegend mit der Bahn - in die Entsorgungsanlagen weggefahren werden sollten. Da es sich um ein Müllgewicht von ca. 500 000 t auf ca. 45 000 m² handelt, sah das Genehmigungsprojekt eine umsetzbare, auf dem Müllkörper gegründete «Wanderhalle» vor, die nur einen Teil der Deponie abdecken und ständig dem Abbauvorschritt angepasst werden sollte.

Die Unternehmervariante

Um sich dieser schwierigen Aufgabe zu stellen, wurde eine schweizerisch-deutsche Arbeitsgemeinschaft (Arge Infra) gegründet. Auf der Schweizer Seite das

Bauunternehmen Marti AG aus Bern und auf der deutschen Seite die Ed. Züblin AG Stuttgart mit ihren Spezialabteilungen Züblin Spezialtiefbau (SPT), Züblin Stahlbau Hosena (ZSH) und Züblin Umwelttechnik (ZUT).

Im Technischen Büro der Ed. Züblin AG wurde zunächst das Projekt unter die Lupe genommen und eine Unternehmervariante ausgearbeitet, die abweichend vom Genehmigungsprojekt eine freigespannte Bogenkonstruktion über der gesamten Deponie vorsah. Diese reizvolle Konstruktion mit Spannweiten bis zu 170 m hat neben ihrer Leichtigkeit ein völlig freies und ungestörtes Vorgehen beim Deponieabbau ermöglicht, was letztendlich durch den Bauherrn mit der Auftragserteilung honoriert wurde.

Die Konstruktion von Abbau- und Manipulationshalle

Das Hauptwerk der beiden Hallen besteht aus 28 Zweigelenkbögen mit Zugband, die im Abstand von 11 m die Deponie in Querrichtung überspannen. >

CONSTRUCTION D'OSSATURES EN ACIER

Géants d'acier dans le ciel

L'énorme complexe de halles de la décharge pour déchets spéciaux de Kölliken est monté. La construction d'acier gigantesque pour les toits des halles présente des portées allant jusqu'à 170 mètres. Malgré leur taille, les arcs à deux articulations avec leurs tirants de base ont l'air filigranés et légers. Pour répondre aux exigences élevées vis-à-vis de la précision, on a développé plusieurs dispositifs spécifiques.

La décharge pour déchets spéciaux de Kölliken, construite dans les années 70, sera décontaminée progressivement. Pour cette décontamination, on a conçu une halle de

décontamination dans le cadre de l'appel d'offres. La halle de manipulation avoisinante est destinée au conditionnement et au réemballage des déchets spéciaux. L'entrepôt est

prévu pour le stockage provisoire et l'enlèvement des déchets emballés qui sont transportés ensuite - surtout par train - vers les sites d'élimination. Comme les déchets pèsent

env. 500 000 t au total et occupent une surface d'env. 45 000 m², le projet initial prévoyait une halle «ambulante» qui ne couvrirait qu'une partie de la décharge et serait >





Die transportfähigen 14,5 m langen Segmente sind neben der Baustrasse liegend zu Bogenhälften vormontiert worden.

Les segments transportables d'une longueur de 14,5 m ont été pré-assemblés près de la rue de chantier.



Höchste Präzision ermöglichte Toleranzen von weniger als 25 mm auf 170 m.

Grâce à une précision maximale, les tolérances étaient inférieures à 25 mm sur une longueur de 170 m.



Bogenmontage auf Hilfsbrücke mit «Justierböcken».
Montage des arcs sur le pont de fortune à l'aide de dispositifs d'ajustage.

Die freien Spannweiten der einzelnen Bögen betragen bei der Manipulationshalle zwischen 59 m und 89 m sowie in der Abbauhalle zwischen 129 m und 170 m. Die Stichhöhen von 18 m in der Manipulationshalle und 32 m in der Abbauhalle stellen das Optimum wirtschaftlicher

und ästhetischer Überlegungen dar. Bei der Wahl der Bogengeometrie ist die Entscheidung zu Gunsten einer Parabel zweiten Grades gefallen. Ein kreisförmiger Bogen hätte durch einen Wiederholungsgrad Vorteile bei der Fertigung, bringt jedoch wegen eines höheren Materialverbrauchs

wirtschaftliche Nachteile mit sich. Die Bögen selbst wurden in Form von Dreigurtfachwerkbindern aus Profilstahl gefertigt. Die Zugbänder sind als zwei nebeneinander liegende I-Profile ausgeführt, die mittels Seilabhängungen an die Unterknoten der Bogenkonstruktion an->

CONSTRUCTION D'OSSATURES EN ACIER

constamment déplacée en fonction de l'enlèvement des déchets.

La variante d'entrepreneur

Pour relever ce défi important, on a créé une communauté de travail germano-suisse (Arge Infra). La Suisse est représentée par l'entreprise de construction Marti AG de Berne, et l'Allemagne par la société Ed. Züblin AG de Stuttgart avec ses départements spéciaux Züblin Spezialtiefbau SPT (génie civil spécial), Züblin

Stahlbau Hosena ZSH (charpente métallique) et Züblin Umwelttechnik ZUT (technique environnementale).

Dans le bureau technique de l'entreprise Ed. Züblin AG, on a d'abord analysé le projet et élaboré une variante d'entrepreneur. La partie centrale de cette variante est représentée par la construction d'une halle en voûte de plus de 40 000 m² couvrant toute la décharge sans piliers intermédiaires et soutenue par

des arches d'une portée libre allant jusqu'à 170 m, permettant ainsi un accès aisé à toute la surface contaminée. Ces efforts étaient payants, car le maître d'ouvrage a chargé la communauté de travail de la réalisation de ce projet.

La construction des halles de décontamination et de manipulation

La solution révolutionnaire développée par la communauté de travail réside dans l'élaboration d'un arc à

2 articulations et un tirant de base. Ces 28 cintres distants de 11 m l'un de l'autre ont une flèche allant jusqu'à 32 m. Les portées libres des différentes arches mesurent entre 59 m et 89 m dans la halle de manipulation, et entre 129 m et 170 m dans la halle de décontamination. C'est une solution optimale du point de vue économique et esthétique.

Lors du choix de la géométrie des cintres, on a opté pour une parabole du second degré. Une arche circu-



Blick vom Besucherlaufsteg.
Vue de la passerelle pour visiteurs.

CONSTRUCTION D'OSSATURES EN ACIER

laire aurait été plus facile à fabriquer, mais entraîné des inconvénients économiques à cause d'une plus grande consommation de matériau.

Les cintres sont composés de poutres triangulaires en treillis en acier profilé. Les tirants de base se composent de deux profilés en I juxtaposés qui sont attachés aux nœuds inférieurs de la construction cintrée au moyen de suspensions à câble. Ils servent en même temps de support pour les pannes du toit.

La stabilité joue un rôle crucial

La stabilité de la construction était un aspect crucial lors de l'analyse statique de l'ossature porteuse. On a cherché un système qui ne remplisse pas seulement tous les critères de stabilité, mais réduise aussi les travaux de montage à un minimum.

Vu les géométries différentes des sections des halles, on a formé six groupes de cintres où les différents arcs sont entretoisés par des liaisons croisées et des barres de jon-

tion. Cette méthode garantit une stabilité maximale.

Les cintres s'appuient sur les murs en béton armé du nord et du sud.

Vu les forces d'appui verticales et horizontales et les hauteurs considérables des murs (jusqu'à 12 m), un renforcement des parois sous forme de piliers de mur était nécessaire. Pour transmettre les forces des arcs à la construction d'appui, on a utilisé des paliers en élastomère qui amortissent non seulement les

forces d'appui (y compris les forces soulevantes), mais assurent aussi la liberté de contraintes de la construction.

Fabrication

Pour l'assemblage des segments, on a développé deux dispositifs dont les éléments centraux sont deux systèmes de mesure électroniques pour mesurer la longueur des segments et pour régler les angles d'inclinaison des plaques frontales au bout du segment.

gehängt sind. Sie bilden gleichzeitig das Auflager für die Pfetten der Dachebene.

Stabilität mit Verzweigungsfaktor

Die Stabilität der Konstruktion war eine der zentralen Aufgaben bei der statischen Analyse des Tragwerks. Es wurde nach einem System gesucht, welches nicht nur sicher alle Stabilitätskriterien erfüllt, sondern auch den Montageaufwand möglichst gering hält.

Bedingt durch die unterschiedliche Geometrie der einzelnen Hallenabschnitte wurden sechs Bogengruppen gebildet, in denen die einzelnen Bögen durch Kreuzverbände und Koppelstäbe miteinander ausgesteift sind. Auf diese Weise wurde die Stabilität mit einem hohen Verzweigungsfaktor sichergestellt.

Die Auflagerung der Bogenhallen erfolgt auf den nördlichen und südlichen Stahlbetonwänden. Durch die vertikalen und horizontalen Auflagerkräfte sowie die beträchtlichen Wandhöhen (bis zu 12 m) wurden im Auflagerbereich Wandverstärkungen in Form von Wandpfeilern erforderlich. Zur Kraftübertragung aus den Bogenbindern in die Stützkonstruktion sind Elastomerlager verwendet worden, die nicht nur die Auflagerkräfte (einschliesslich abhebender Kräfte) sicher abtragen, sondern auch die Zwangsfreiheit der Konstruktion sichern.

Fertigung

Für den Zusammenbau der Segmente sind zwei Vorrichtungen entwickelt worden, deren Kernstück zwei elektronische Messeinrichtungen zur Längenmessung des Segments und zur Einstellung der Neigungswinkel der Stirnplatten am Segmentende darstellen.

Die Diagonalen der «grossen Segmente» wurden für die Segmentfertigung vorab zusammengeschaubt und erst vor der Konservierung erfolgte die Trennung der Segmente in die jeweiligen Versandeinheiten.

Das Schweißen ist in Drehvorrichtungen durchgeführt worden, welche dem Schweißer in der Regel das Schweißen in Wannenlage ermöglichen. Während der gesamten Auftragsabwicklung von Oktober 2006 bis Juni 2007 hat die Fertigung reibungslos mit höchster Genauigkeit und montagegerecht die Bauteile zur Verfügung gestellt. Der Transport erfolgt per Tieflader, jeweils ein Segment mit erforderlichem Zubehör pro Ladung.

Ausgeklügeltes Montagekonzept

Die aus verschiedenen Konzepten ausgewählte Variante sah die Bogenmontage mit Hilfe eines Raupenkranes mit einer maximalen Hubkraft von 500 t vor, der von einer 15 m breiten Baustrasse aus die gesamte Depo-niefläche andienen konnte.

Die bis zu 170 m langen Bögen wurden aus transporttechnischen Gründen in bis zu 14,5 m langen Segmenten auf die Baustelle geliefert und neben der Baustrasse zu Bogenhälften liegend vormontiert. Die in der Deponiemitte aufgestellte Behelfskonstruktion bestand aus zwei Turmdrehkrantürmen und einer speziell gefertigten Hilfsbrücke. Auf der >

Pour la fabrication des segments, les diagonales des «grands segments» ont été vissées à l'avance. Avant la conservation, les segments ont été divisés en plusieurs unités d'expédition.

Pour le soudage, on a utilisé des dispositifs tournants qui facilitent significativement la tâche. Pendant toute l'exécution de la commande d'octobre 2006 à juin 2007, le montage s'est déroulé sans difficultés, avec précision et dans les délais. Le transport a été

effectué par un camion surbaissé. Chaque chargement se composait d'un segment avec accessoires.

Conception de montage sophistiquée

La variante choisie entre plusieurs concepts prévoyait le montage des cintres à l'aide d'une grue sur chenilles avec une puissance de levage maximale de 500 t. Grâce à une rue de chantier d'une largeur de 15 m, la grue pouvait accéder à toute la surface de la décharge.



170 m breit und 32 m hoch sind die gigantischen Stahljoche der Abbauhalle.

Les cintres d'acier gigantesques de la halle de décontamination ont une largeur de 170 m et une hauteur de 32 m.

Für den vollständigen Rückbau der Sondermülldeponie Kölliken entsteht hier der grösste Hallenkomplex der Schweiz.

smdk
 Projektleitung SMDK
 Dr. P. Schmalz, J.L. Taddert, A. Conrad
 SMDK Sondermülldeponie Kölliken
 CH-5142 Kölliken

IG Rückbau
 URS | Baur | Schaub

IG
 Oberbauleitung
 Gander & Partner AG/Bauing AG/Götschi AG
 CH-5408 Emmenbrunn

Geologisch-hydrologische Begleitung
 Altlastenfachbüro
CS'D
 Bodenkundliche Baubegleitung
 CSO Ingenieurbüro und Geologen AG
 CH-5000 Aarau

Generalunternehmer Lox I, Infrastruktur
 Mars AG Bauunternehmung, Zürich
 ANGE Zolten, Stamsgraben
 CH-8050 Zurich

AKEM

Gesamtsanierung SMDK 2004-2012, Bauherrschaft: Konsortium Sondermülldeponie Kölliken

Bauschild am Ortseingang.

Panneau de chantier à l'entrée du site.



Mit einer Breite von 88 m und einer Höhe von 18 m ist die Manipulationshalle (links) doch wesentlich kleiner.

Avec une largeur de 88 m et une hauteur de 18 m, la halle de manipulation (à gauche) est bien plus petite.

Hilfsbrücke wurden Justiermöglichkeiten zum Ausrichten der Bögen installiert. Mit dem Raupenkran war es möglich, die zuvor vormontierten - bis zu 60 t schweren - Bogenhälften komplett mit Zugband auf das Baubehelf aufzulegen und dort auszurichten. Für die Mon-

tage von Verbänden und sonstigen Kleinteilen standen kleinere Hebegeräte zur Verfügung.

Im Rahmen der Qualitätsüberwachung fand in allen Phasen der Fertigung und Montage eine permanente Geometriekontrolle statt. Die Kontrollergebnisse haben eine aussergewöhnlich

hohe Genauigkeit ergeben und damit die hervorragende Fertigungsqualität bestätigt.

Die Längeabweichungen der bis zu 170 m langen Bögen betrugen unter 30 mm. Beim Bogenstich wurden Abweichungen unter 25 mm gemessen. ■

CONSTRUCTION D'OSSATURES EN ACIER

Pour des raisons liées au transport, les arcs d'une longueur de 170 m ont été divisés en segments d'une longueur de 14,5 m pour la livraison sur le chantier. Près de la rue de chantier, on a ensuite pré-assemblé les moitiés droites et gauches des arcs. La construction auxiliaire placée au milieu de la dé-

charge se composait de deux grues pivotantes sur pylône et d'un pont de fortune spécial. Sur ce pont, on a installé des dispositifs d'ajustage pour centrer les arcs. Grâce à la grue sur chenilles, il était possible de mettre les moitiés d'arcs pré-montées - d'un poids de jusqu'à 60 t - sur la construction auxi-

liaire pour l'ajustage. Pour le montage des entretoises et d'autres petits éléments, des appareils élévateurs plus petits étaient à disposition. Dans le cadre de la surveillance de la qualité, on a contrôlé en permanence la géométrie dans toutes les phases de la fabrication et du montage. Les résultats

du contrôle ont montré qu'on travaillait toujours avec une précision extraordinaire, ce qui confirme la qualité excellente de la construction. Les différences de longueur des arcs de 170 m étaient inférieures à 30 mm. Quant à la flèche, on a mesuré des différences inférieures à 25 mm. ■