Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109 (1991)
Heft: 42

Artikel: Umbau einer Maschinenhalle: Fallbeispiel Papierfabrik Utzenstorf
Autor: Müller, Theodor
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-86028

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

These 9
Der SIA verstärkt die Öffentlichkeitsarbeit.

Der SIA markiert in der Öffentlichkeit die Präsenz möglichst bei allen Sachfragen im Gebiet der gestaltbaren Umwelt. Er macht dabei die Kompetenz und die ethischen Prinzipien seiner Mitglieder vermehrt bekannt. Beim Auftreten in der Öffentlichkeit legt er Wert darauf, aktuell zu sein. Die europa- bzw. weltweite Öffnung des Vereins ist ein Anliegen erster Priorität.

These 10
Der SIA sucht die Führungsrolle bei der Integration der schweizerischen Bauwirtschaft in den europäischen Wirtschaftsraum.

Der SIA nimmt aktiv Einfluss auf die Einführung des europäischen Normenwesens sowie auf die Fragen der Ausbildung, des Arbeitsmarktes, der Arbeitsvergebungen, usw. im europäischen Wirtschaftsraum. Gegenüber seinen Mitgliedern erbringt er Dienstleistungen in der Form von Informationen und Beratungen. Er übernimmt weiter den Vertrieb von europäischen Normen auf dem Gebiet der gestaltbaren Umwelt. Er setzt sich ein für eine klare Regelung der gegenseitigen Anerkennung von Ausbildungen, Diplomen oder Berufsbezeichnungen.

Berufsinteressen der Mitglieder

These 11
Der SIA schafft eine umfassende, für alle Bereiche einheitliche Leistungsordnung und eine darauf abgestimmte Honorarordnung für Bauplanung und Bauabwicklung.

Stichworte zur umfassenden Leistungsordnung:

- Ein umfassendes Leistungsverzeichnis (L100)
- Erfassen des Vorplanungsbereichs und des Nachausführungsbereichs
- Klare Pflichtenhefte
- Gesamtheitliche Planung
- Einbezug der Informatik
- Qualitätsförderung

Stichworte zur Honorarordnung:

- Abstimmung auf Leistungsordnung
- Auf Basis der Leistungen, nicht nach Fachbereichen
- Erfassen aller Fachgebiete (Geologie, UVP, usw.)
- EDV, CAD-Anwendungen, Regeln
- Gesamtkoordination

Organisatorisches

These 12
Der SIA wertet die Fachgruppen als Organe mit überregionaler, eventuell internationaler Fachverantwortung auf.

Mit Fachgruppen können neue Fachgebiete rasch erschlossen und aktuelle Themenkreise intensiv bearbeitet werden. Der Blickwinkel ist dabei vorwiegend fachbezogen, im Normalfall jedoch gesamtschweizerisch oder international orientiert. Die fachlich zentrierte Aktualität spricht Junge an, und mit der offeneren Mitgliederstruktur können Fachgruppen auch Studenten ansprechen und in die Arbeit einbeziehen. Die Fachgruppen sollten damit Träger neuer Aktivitäten und wichtige Anlaufstellen des SIA für junge Mitglieder sein.

These 13
Der SIA erschliesst neue Finanzierungsquellen, zum Beispiel aus EDV-Lizenzen und Weiterbildungsaktivitäten.

Der Normenverkauf als tragende Finanzquelle wird in Zukunft an Bedeutung abnehmen. Normen werden zunehmend auf elektronische Datenträger gespeichert. Dadurch wird es notwendig, die bisherigen Finanzierungsquellen (Mitgliederbeiträge und Normenverkauf) um neue wie Informatikleistungen, Lizenzen, Weiterbildung, etc. zu erweitern. Voraussetzung einer erfolgreichen Vereinstätigkeit sind gesunde, den Aufgaben angepasste Finanzen.

ASIC-Artikelreihe: Renovation von Bauwerken

Umbau einer Maschinenhalle

Fallbeispiel Papierfabrik Utzenstorf

Die Sanierung einer einsturzgefährdeten Unterdecke in der Maschinenhalle der Papierfabrik Utzenstorf löste eine Gesamterneuerung des Hallendaches aus. Nach der Verlängerung der Hallenstützen wurde die neue Dachkonstruktion über dem alten Dach eingebaut und dieses anschliessend abgebrochen. Die Umbauarbeiten mussten ohne Behinderung des Fabrikationsbetriebes ausgeführt werden.

VON THEODOR MÜLLER, SOLOTHURN

Die Papierfabrik Utzenstorf ist der grösste inländische Produzent von Zeitungspapier. Die eigentliche Papierherstellung erfolgt auf zwei Papiermaschinen, welche in einer Halle von rund 25 m Breite und 118 m Länge aufgestellt sind. Diese bestand vor dem Umbau aus einer Stahlkonstruktion, die im Jahre 1938 erstellt und im Zusammenhang mit der Erneuerung von Papiermaschinen mehrmals umgebaut und erweitert wurde (vgl. Bild 1).

Die Maschinenhalle besitzt zwei durchgehende Längsschiffe von 10,8 und 11,8 m Spannweite mit angrenzenden Nebenschiffen. Sie ist zum grössten Teil von weiteren Gebäuden umschlossen. Das Stahlskelett der Tragkonstruktion wurde aus Dachpfetten, Fachwerkbindern im Abstand von 8,0 bis 9,35 m und Stahlstützen gebildet, welche gleichzeitig als Auflager für die Kranträger dienten (vgl. Bild 2). Zum Teil erfolgte die Hallenabstützung auf massiven Wänden und Stützen von Nachbarbauten. Der Dachaufbau bestand aus 10 cm dicken Bimsbetonplatten mit darüber liegendem 16–25 cm starkem Schlackenbeton als Wärmedämmung, 4–12 cm Überbeton, 2–4 cm Gussasphalt als Abdichtung und 2–3 cm Kiesauflage. Als Deckenuntersicht war auf der Höhe von Unterkante Binder eine 4 cm starke, leicht armierte Betonplatte an Stahlpfetten aufgehängt. Mit dieser Zwischendecke wurde ein Dachhohlraum gebildet, der sowohl für die Zufuhr vorgewärmter Hallenfrischluft und zur Ableitung der Hallenabluft als auch zur Unterbringung von Leitungen und Ventilationsanlagen genützt wurde.

Nach dem Deckeneinsturz im Hallenbad Uster am 9. Mai 1985 veranlasste die Bauherrschaft durch die EMPA eine Überprüfung des Zustandes der betonierten Zwischendecke. Die Untersuchung kam zum Schluss, dass die Decke stellenweise stark beschädigt und einsturzgefährdet sei, wobei die Gefährdung nicht durch die Aufhängung wie im

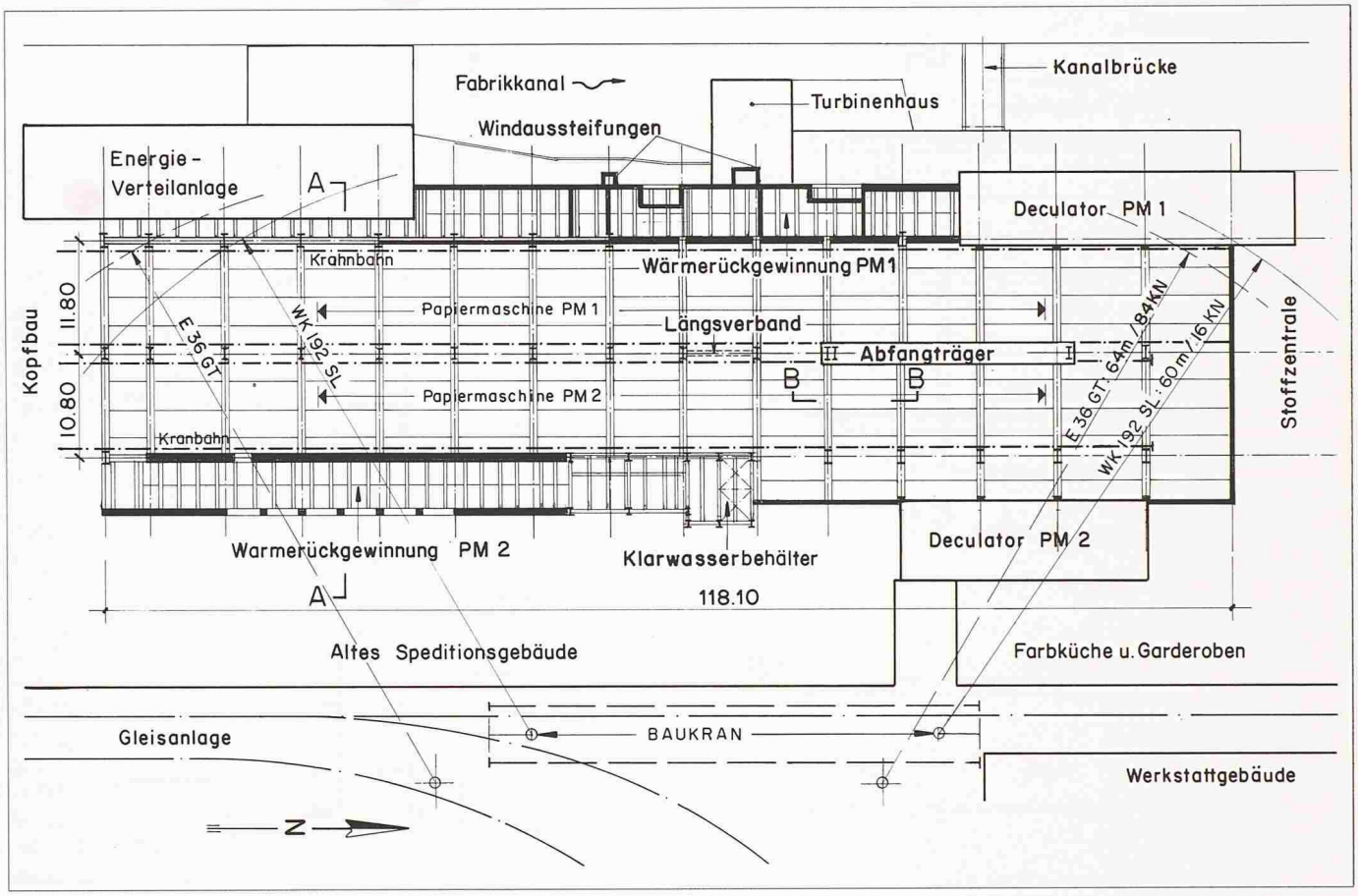

Bild 1. Situation Maschinenhalle PM 1 und PM 2 und angrenzende Gebäude, mit Installation Baukräne

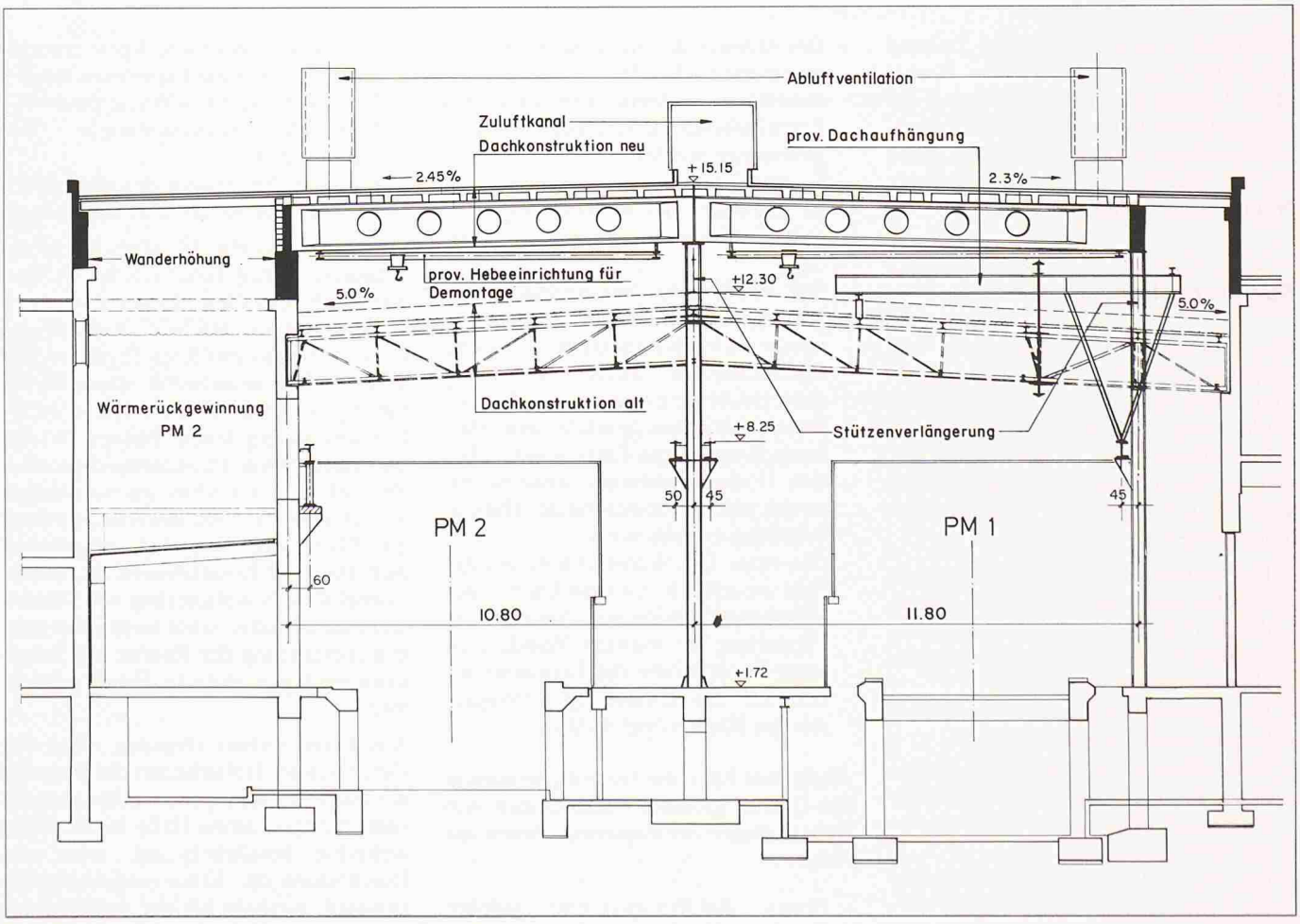

Bild 2. Hallenquerschnitt A-A: Altes und neues Dach, mit Montageeinrichtungen

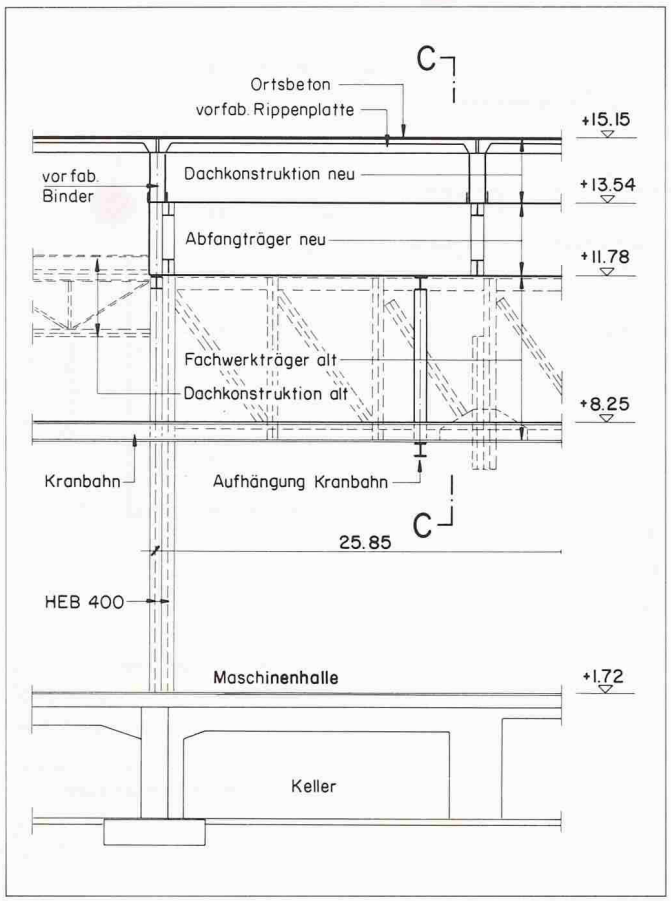

Bild 3. Schnitt B-B: Ansicht südlicher Teil des alten und neuen Abfangträgers, mit neuer Dachkonstruktion

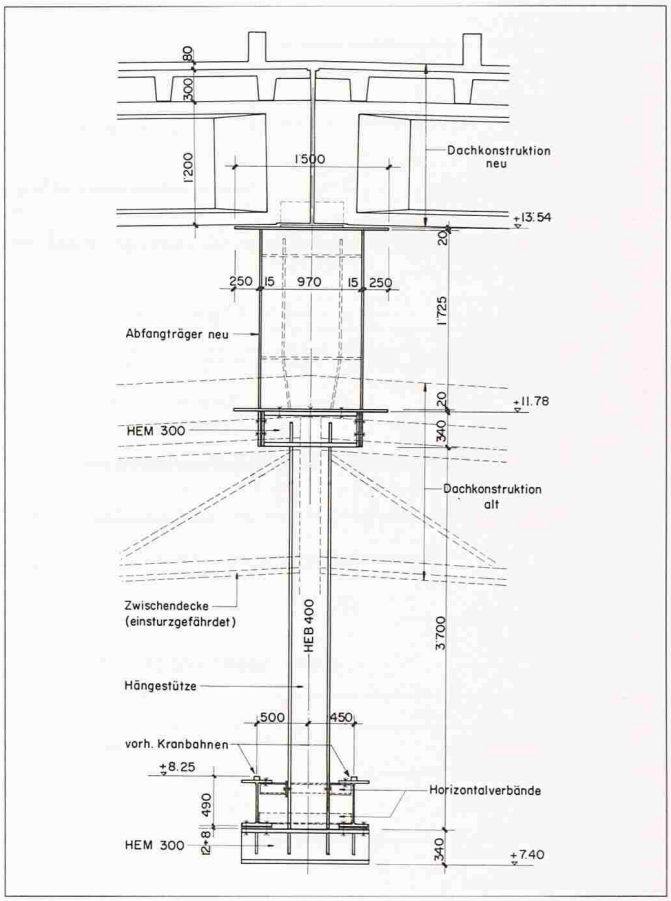

Bild 4. Querschnitt C-C: Abfangträger, mit Aufhängung Kranbahnen

Fall Uster, sondern durch den Zustand der Betonplatte begründet war. Als sichere Lösung kam nur ein Abbruch der ganzen Decke in Frage. Als Sofortmassnahme wurde die Zwischendecke durch an der Stahlkonstruktion aufgehängte Nylonnetze vor Absturz gesichert.

Sanierungskonzept

Das Studium von verschiedenen Lösungsvorschlägen für eine Hallensanierung führte zum Schluss, dass die ganze Halle durch ein neues Dach in 3,0 bis 3,3 m höherer Lage zu überdecken sei, was im Vergleich zu einem blossen Ersatz der Zwischendecke folgende Vorteile aufwies:

- Das bestehende, in mehreren Etappen erstellte und umgebaute Dach konnte durch eine Neukonstruktion ersetzt werden, welche den heutigen Ansprüchen optimal angepasst ist.
- Der reparaturanfällige alte Dachbelag konnte ersetzt werden.
- Der Aufbau des neuen Daches konnte ohne aussergewöhnlichen Betriebsunterbruch der beiden Papiermaschinen erstellt werden.
- Das neue Dach übernahm während des Umbaues die Funktion eines Notdaches für die Maschinenhalle.
- Der Abbruch des alten Daches konnte im empfindlichen Bereich der Papiermaschinen während der 14tägigen Betriebsferien im Sommer 1989 vorgenommen werden.
- Es erübrigte sich eine sonst notwendige Sanierung der schlecht zugänglichen Stahlkonstruktion des alten Daches.
- Der nicht mehr den heutigen Vorschriften entsprechende geringe Sicherheitsabstand zwischen Kran und Dachuntersicht wurde vergrössert und erlaubt ein gefahrloses Arbeiten.
- Durch das höher gesetzte neue Hallendach wurde das Luftvolumen über den Papiermaschinen vergrössert, womit eine Verbesserung der Hallenbelüftung erreicht wird.
- Die neue Dachkonstruktion ermöglicht zusammen mit dem Umbau der Wärmerückgewinnungs-Anlagen die Plazierung der meisten Ventilatoren unter Dach, womit die Lärmemissionen auf die Umgebung verringert werden können (vgl. Bild 2).

Anderseits hatte die Gesamterneuerung des Daches grössere Anpassungen von Nebenanlagen der Papiermaschinen zur Folge:

- Neues Belüftungssystem infolge Wegfallen des Dachhohlraumes.
- Umbau der Wärmerückgewinnungs-Anlagen für beide Papiermaschinen.
- Neuerstellung eines Wassertankes.
- Neue Versorgungsleitungen, Beleuchtung etc.
- Bauliche Anpassung der angrenzenden Gebäude an das neue Hallendach.

Das Eigengewicht der alten Dachkonstruktion betrug rund 7,5–9,0 KN/m² zuzüglich dem Gewicht der Zwischendecke von rund 0,9 KN/m², während das neue Dach ein mittleres Eigengewicht von 5,7 KN/m² aufweist. Dank dieser günstigen Gewichtsbilanz war es möglich, die vorhandenen Stützen, Wände und Fundamente im wesentlichen ohne Verstärkung weiterhin zu verwenden und gleichzeitig eine Reserve von rund 3,0 KN/m² für Zusatzbelastungen auf dem Dach für Installationen etc. einzuplanen. Eine Neuplazierung von Stützen und Fundamenten wäre wegen der starken Ausnutzung der Räume mit Fabrikationsanlagen nicht in Frage gekommen.

Aus betrieblichen Gründen wäre ein gleichzeitiges Höhersetzen der Kranträger sehr erwünscht gewesen. Da aber die südlich angrenzende Halle in der Höhe weiterhin beschränkt ist, wäre ein Durchfahren der Kräne verunmöglicht gewesen, weshalb bis auf weiteres auf diese Massnahme verzichtet wurde.

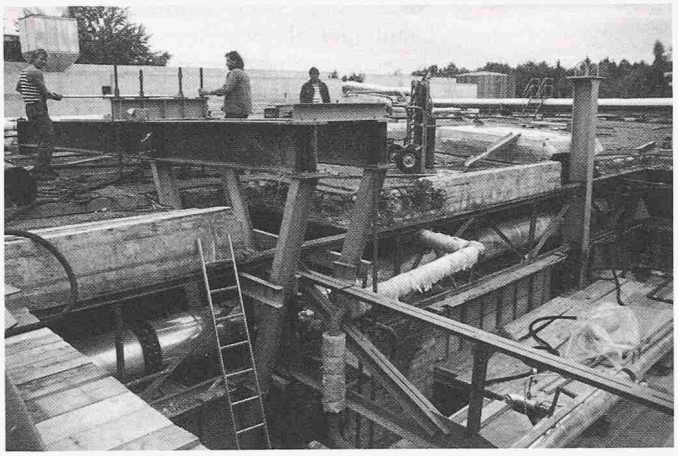

Bild 5. Aufhängekonstruktion zur provisorischen Abstützung des alten Daches für eine Stützenverlängerung; rechts aussen: bereits verlängerte Stütze

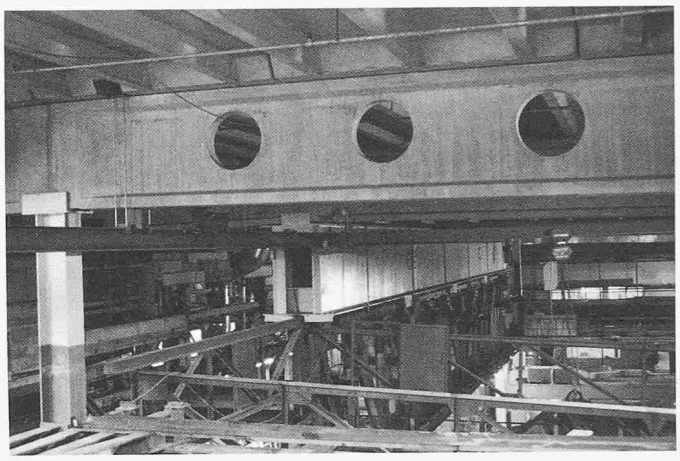

Bild 6. Stahlkonstruktion des alten Daches (unten) und Betonelemente des neuen Daches (oben), dazwischen neuer Abfangträger, links vorn: verlängerte Stahlstütze

Detailprojekt

Das neue Hallendach besteht aus im Spannbett vorgespannten Betonbindern und -Rippenplatten und liegt auf den erhöhten Stützen und Wänden der alten Halle auf. Die beiden Hauptöffnungen sind durch I-förmige Binder von 120 cm Höhe, 40 cm Flanschbreite und mit runden Stegöffnungen von 50 cm Durchmesser überbrückt, welche die bis zu 2,86 m breiten Rippenplatten der Dachebene abstützen. Diese wirken im Verbund mit einer 8 cm starken armierten Ortsbetonschicht, welche zum Ausgleich von Masstoleranzen, zur Überbrückung der Elementstösse und zur Erzielung einer Scheibenwirkung in der Dachebene dient. Die seitlichen Hallenfelder sind durch Träger mit Trapezquerschnitt und Plattenelementen überdeckt. Das Hallendach ist in halber Länge durch eine Querfuge unterteilt und entlang den angrenzenden Hallen auf Ostseite durch eine Dilatationsfuge abgetrennt.

Der Dachaufbau besteht aus Dampfsperre, 12 cm Mineralfaserplatte als Wärmedämmung und 3 Lagen Dichtungsbahnen, die oberste mit Beschieferung. Dank einem neuen Lüftungskonzept konnte auf eine untere Zwischendecke verzichtet werden. Das Dach ist neben Eigengewicht und Schneelast für eine Nutzlast von lokal 4,0 KN/m² und ganzflächig 3,0 KN/m² ausgelegt.

Die vorhandenen Hallenstützen aus Stahlprofilen HEA 400 und HEB 400 werden durch Montageschweissung mit dem entsprechenden Stahlprofil auf die erforderliche Höhe verlängert. Sie sind am Kopf mit einem U-förmigen Auflagerschuh versehen, welcher als Sicherheit gegen Abrutschen der Binder während der Montage sowie zur Erhöhung der Gesamtstabilität dient. Die Schubverbindung zwischen Binder und Stütze erfolgt über einen angeschweissten, mit Mörtel ausgegossenen Schubdorn.

Eine Besonderheit stellt ein Abfangträger dar, welcher in der Mittelaxe auf einer Spannweite von 25,85 m die gesamte Dach- und Kranbelastung aufzunehmen hat. Dieser Träger überbrückt die Nasspartie (Anfang) der Papiermaschinen, in welcher wegen Montage- und Revisionsarbeiten keine Stützen geduldet werden können.

Um eine Verstärkung des bereits zweimal verlängerten alten Abfangträgers zu umgehen, wurde darüber, im Zwischenraum zwischen alter Stahlkonstruktion und neuen Dachbindern, ein neuer Träger eingebaut (vgl. Bild 3, 4 und 6). Der aus Stahlblechen St. 52–3 zusammengeschweisste Kastenträger ist 1,70 m hoch und 1,50 m breit und stützt sich auf zwei vorhandene, verstärkte Stützen der Mittelaxe ab. Die beiden Kranträger sind mittels drei Hängesäulen am Träger aufgehängt und als Aussteifung gegen asymmetrische Belastung mit einem oberen und unteren Horizontalverband gegenseitig ausgesteift. Der Träger ist theoretisch in der Lage, neben den Dachlasten die Einwirkung aus 4 Hallenkränen mit einer Gesamtlast von 1200 KN aufzunehmen. Massgebend für den Kranbetrieb werden aber die zu erwartenden Deformationen, insbesondere in horizontaler Richtung. Durch eine torsionssteife Ausbildung des Trägers und der Kranbahnen konnten die Deformationen auf ein tragbares Mass beschränkt werden (Tabelle 1):

Dabei entfällt 1/3 der Deformationen auf die Nachgiebigkeit der Hallenstützen. Eine gleichzeitige Einwirkung von zwei gegenüberliegenden Kränen hätte eine Vergrösserung der Einsenkungen und eine Reduktion der Horizontalverschiebungen zur Folge, was gesamthaft zu einer Entschärfung des Deformationsproblemes führt. Die Durchbiegungen infolge der ständigen Lasten wurden durch eine Trägerüberhöhung kompensiert.

Die verlängerten Hallenstützen genügen auch nach der Verlängerung für eine Biegebeanspruchung in der Haupttragrichtung, d.h. quer zur Halle Dabei mussten allerdings für die kritische Montagephase bei der gleichzeitigen Lasteinwirkung aus dem alten undneuen Dach Einschränkungen betreffend Kranbenützung gemacht werden. Für die Gewährleistung der Stabilität in Hallenlängsrichtung musste die Knicklänge der Stützen reduziert werden. Als Festhaltung dienen die Kranträger, welche in der Mittelaxe an einem neu eingebauten Vertikalverband angeschlossen sind und in den seitlichen Axen durch Horizontalkraftlager an den massiven Gebäudeteilen angeschlossen sind. Die aus Windlasten und Kranbetrieb resultierenden horizontalen Belastungen in der Dachebene werden durch deren Scheibenwirkung über die kanalseitigen massiven Annexbauten und eine stirnseitige Querwand auf die Fundation übertragen, wozu noch der Einbau von zwei Aussteifungselementen notwendig war.

Deformation Kranträger infolge einseitiger Einwirkung eines Kranes

		vertikal	*horizontal*
Qv	= 290 KN	W_1 = 0,79 cm	V_1 = 0,48 cm
Qh	= 29 KN	W_2 = 0,04 cm	V_2 = 0,38 cm
Total		W = 0,83 cm	V = 0,86 cm

Tabelle 1. Die für den Kranbetrieb massgebenden Deformationen

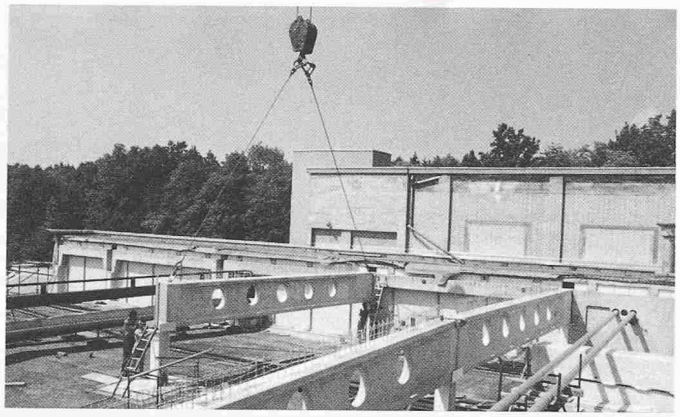

Bild 7. Montage der Dachbinder mittels Pneukran auf die verlängerten Hallenstützen, im Hintergrund Energieverteilanlage

Bauausführung

Die Durchführung des Umbaues stellte an alle Beteiligten besondere Anforderungen, da die Bauarbeiten durch verschiedene Umstände erschwert wurden:

- Durchgehender Fabrikationsbetrieb mit nur kurzen Unterbrüchen für Revisionen in 14tägigen Intervallen.
- Hohe Sicherheitsanforderungen, besonders in den ungeschützten Bereichen der Nasspartie und der Schlussgruppe.
- Schlechte Zugänglichkeit der Baustelle wegen allseitiger Behinderung durch angrenzendes Gebäude, den Fabrikkanal und den für den Güterumschlag unentbehrlichen Gleisanlagen.
- Behinderung durch zahlreiche technische Anlagen wie Versorgungsleitungen, Wasserreservoir, Lüftungsanlagen etc., welche verlegt und zum Teil durch Provisorien ersetzt werden mussten.
- Unübersichtliche vorhandene Gebäudeteile, welche in Etappen erstellt und umgebaut worden waren, bedingten eine «rollende Planung», welche sich laufend den beim Umbau vorgefundenen Verhältnissen anzupassen hatte.
- Unsicherheit bezüglich Eigengewicht der alten Dachkonstruktion (Feuchtigkeitsgehalt des Bimsbetons).
- Knapper Freiraum zwischen Hallenkran und Deckenunterseite.

Die Baukosten (in Mio. Fr.)

Bauprovisorien	0,34
Tragkonstruktionen inkl. Bauinstallationen	4,10
Abbruch und Abtransport	2,24
Ausbau: Dach, Dämmung, Schallisolation, Beleuchtung, Brandschutz	2,32
Lüftung, Wärmerückgewinnung, Wasserreservoir, Leitungverlegungen etc.	2,60
Baukosten total	11,60

Die vorhandenen Platzverhältnisse verlangten den Einsatz der grössten verfügbaren Hebezeuge: Ein Baukran Wolff WK 192 SL mit 60 m Ausladung bei min. 16 KN Nutzlast während der ganzen Bauzeitsowie ein Gittermast-Pneukran Liebherr E 36 GT mit max. 64 m Ausladung und min. 84 KN Tragkraft für das Versetzen der drei Teilstücke des Abfangträgers und der schweren Betonelemente. Für Arbeiten an der Deckenuntersicht wurden zwei Arbeitsbühnen von je 10 m Länge und 100 KN Tragkraft angefertigt, welche auf den Kranbahnen verschoben werden konnten. Für den Abbruch der alten Dachkonstruktion wurden zwei provisorische Hebeeinrichtungen mit je 20 KN Tragkraft an der Untersicht des neuen Hallendaches montiert.

Die Dachkonstruktion musste bei jeder Hallenstütze mit einer dem vorhandenen Tragwerk angepassten Hilfskonstruktion aufgehängt bzw. abgestützt werden (vgl. Bild 5).

In einer ersten Bauphase wurden verschiedene Versorgungsleitungen umgelegt, ein Frischwasserbehälter von 85 m^3 Inhalt neu erstellt und die Wärmerückgewinnungsanlagen für die beiden Papiermaschinen umgebaut. Aus Sicherheitsgründen wurde die gefährdete Zwischendecke vorgängig während den Betriebsferien im Sommer 1988 entfernt und durch eine Decke aus Holzbrettern, als Schutz vor herabfallenden Teilen beim Abbruch des Daches, ersetzt. Zur Gewährung der Stabilität der Fachwerkbinder mussten die Binderuntergurte durch provisorische Horizontalverbände seitlich gehalten werden.

Die eigentliche Verlängerung der Hallenstützen zog sich über rund 5 Monate hin. Jede Stütze bildete einen separaten Arbeitsplatz, der gegen die Halle hin durch ein Podest abgeschlossen und mit einem Notdach versehen wurde. Ein grosser Teil der vorhandenen Stützen reichte nur bis UK-Fachwerkbinder, weshalb die Tragkonstruktion mit einem Aufhängegerüst gesichert und an geeigneten Stellen abgestützt werden musste.

Nach Möglichkeit wurden die Kranbahnträger als provisorisches Auflager verwendet. Eine Anzahl der Dachbinder war zudem über den Stützen kontinuierlich ausgebildet, was zur Folge hatte, dass der Ober- und Untergurt überbrückt werden mussten. Wegen Brandgefahr der Staubpartikel in der Zwischendecke musste der Arbeitsplatz bei Schweissarbeiten feucht gehalten und durch die Feuerwehr gesichert werden. Nach Abschluss einer Stützenverlängerung musste das Dach sofort wieder wasserdicht angeschlossen werden.

Der neue Abfangträger wurde in drei Teilen mit max. 120 KN Gewicht mit dem Pneukran auf das Dach gehoben, in erhöhter Lage zusammengeschweisst und anschliessend auf die endgültige Höhe abgesenkt.

Die Montage der grossen Betonelemente mit bis zu 84 KN Gewicht konnte in zwei Arbeitsetappen von total 2½ Wochen mittels Einsatz des Pneukrans bewältigt werden (vgl. Bild 7). Anschliessend folgten das Aufbringen des 8 cm starken Überbetons, die Dachdeckerarbeiten und die Anpassarbeiten an die angrenzenden Gebäude. Bis Ende 1989 konnten das Dach fertig eingedeckt und die neuen Lüftungsanlagen in Betrieb genommen werden.

Der Abbruch des alten Daches konnte im Schutze des neuen Daches vorgenommen werden, wobei der Bereich über den Papiermaschinen aus Sicherheitsgründen während den Betriebsferien im Herbst 1989 demontiert wurde (vgl. Bild 6). Der Schuttabtransport erfolgte mittels Baukran durch zwei Montageöffnungen im neuen Dach.

Für die Demontage der Stahlkonstruktion dienten die beiden Arbeitsbühnen als Schutz und Arbeitsplattform. Die demontierten Stahlteile wurden mit den provisorischen Hebeeinrichtungen verschoben, auf den Maschinenhallenboden abgesenkt und abtransportiert.

Schlussbemerkungen

Mit dem Umbau der Maschinenhalle konnten die Gefährdung von Personal und Maschinen in der empfindlichsten Partie der Papierfabrik durch die einsturzgefährdete Decke beseitigt und gleichzeitig wesentliche Verbesserungen an der Hallenkonstruktion verwirklicht werden. Nach knapp 2 Jahren Bauzeit konnten die Umbauarbeiten bei durchgehendem Fabrikationsbetrieb Ende 1989, glücklicherweise ohne ernsthaften Unfall, abgeschlossen werden.

Adresse des Verfassers: *Th. Müller*, dipl. Bauing. ETH/SIA/ ASIC, Bielstrasse 10, 4500 Solothurn.