Automontagefabrik der General Motors Suisse S.A., Biel

Autor(en): **Steiger, R. / Hubacher, C.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **109/110 (1937)**

Heft 16

PDF erstellt am: **28.04.2019**

Persistenter Link: http://doi.org/10.5169/seals-49135

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Automontagefabrik der General Motors Suisse S. A. in Biel. — Mitteilungen: 220 kV-Kabel. Druckverluste in industriellen Stahl-Rohrleitungen. Ein Schiffshebewerk für 1000 t-Kähne bei Magdeburg. Eine internationale Ausstellung für Gartenbau, Friedhofkunst und Städtebau. Besichtigungsfahrten zu Zürcher Schulhäusern. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 110

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich.
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 16

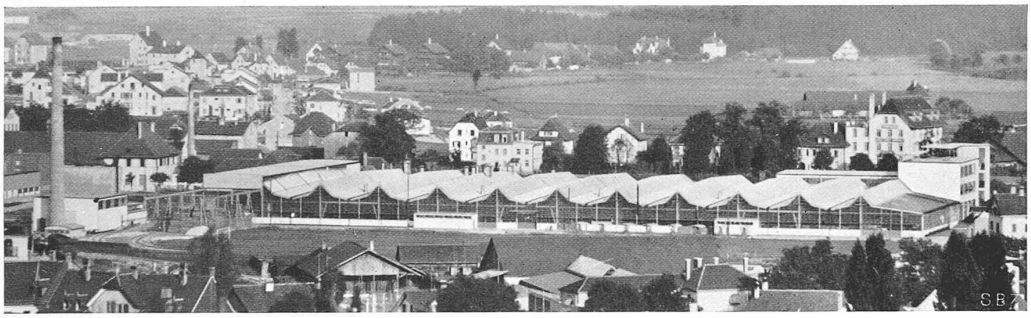


Abb. 3. Gesamtbild aus Nordwesten, links Kraftzentrale, rechts Verwaltungs-Gebäude

AUTOMONTAGEFABRIK DER GENERAL MOTORS SUISSE S. A., BIEL

R. STEIGER, Architekt B. S. A. und S. I. A., Zürich und STADTBAUAMT BIEL

Es handelt sich bei dieser Fabrik um eine Montagefabrik, bei der Automobil-Bestandteile zu fertigen, betriebsbereiten Wagen zusammengesetzt werden. Jene Bestandteile, deren Herstellung einen komplizierten und teuren Maschinenpark (Stahlkarosserie- und Chassispressen usw.), der nur durch Riesenserien amortisiert werden kann, benötigt, kommen aus dem Ausland. Ihr Anteil beträgt nur etwa ein Drittel des Wagenwertes. Der Rest, das heisst vor allem die Ausrüstung der Wagen (Räder, Pneus, elektrischer Teil, Scheinwerfer, Batterien, Uhren, Polster, Farben usw.) ist Schweizer-Fabrikat. Im schweizerischen Anteil des Wagenwertes ist ausser den Löhnen und Unkosten auch der Zoll für die eingeführten Teile inbegriffen.

Es werden in Biel folgende zehn verschiedenen Autotypen montiert: Opel Cadet, Opel Olympia und Opel 2,5 lit, Chevrolet (2 Ausführungsarten), Vauxhall, Pontiac, Oldsmobile, Buick und Cadillac. Der Jahresdurchschnitt der Produktion beträgt 10 Wagen im Tag, die bisherige Maximal-Leistung 15 Wagen im Tag. Durchschnittlich sind 300 Arbeiter und 85 Angestellte beschäftigt (Anpassung an die Saison durch variable Arbeitszeit).

Für Biel als Standort der Fabrik sprachen zwei wichtige Gründe: Erstens ein Stock gelernter Arbeiter aus der Uhren-Industrie, die sich verhältnismässig leicht auf die ebenfalls grosse Präzision erfordernde Montagearbeit umstellen können (diese Annahme hatte sich denn auch in der Folge in vollem Umfange bewährt). Zweitens die Möglichkeit für die General Motors Gesellschaft, eine *neue* Fabrik beziehen zu können. Nach den gemachten Erfahrungen hat die Installation der komplizierten Montageverfahren in bestehenden Fabrikgebäulichkeiten mit den meist zu geringen Spannweiten und unbefriedigenden Lichtverhältnissen keine rationellen Produktionsbedingungen geschaffen.

Da die für diese aus schweizerischen und ausländischen Bestandteilen kombinierte Produktionsweise notwendigen Zollabkommen mit dem Bunde jeweils nur befristete sein können, konnte für die General Motors Suisse S. A. nur die mietweise Uebernahme eines Fabrikgebäudes in Frage kommen. Die Stadt Biel ist somit vorläufig die Eigentümerin der Fabrik, die sie der General Motors Suisse S. A. gegen Miete und Amortisation und gegen Begründung eines Kaufrechtes der Mieterin auf lange Dauer überlässt. Da die Gesellschaft eine allfällige spätere Uebernahme des Gebäudes beabsichtigt, hatte sie sich einen entscheidenden Einfluss auf die Art der Anlage und die Ausführung des Gebäudes gesichert, mit dem Recht der Zuziehung eines beratenden Architekten. Als solcher wirkte in der Folge Architekt R. Steiger aus Zürich.

Aus dieser, für schweizerische Verhältnisse etwas ungewohnten Konstellation ergab sich eine Art Arbeitsgemeinschaft zwischen dem beratenden Architekten, der Gesellschaft und dem Stadtbauamt Biel. Dem ersten fielen die Projektierungsarbeiten für den Bau zu mit Berücksichtigung der von den Spezialisten der Gesellschaft aufgestellten Dispositionen für den Produktionsvorgang, sowie die Ausarbeitung der Inneneinrichtung, und die notwendigen Details technischer Art (Schiebetüren, Krantor, Ueberwachung der Ausführungspläne usw.), während das Stadtbauamt hauptsächlich die Ausarbeitung der Vergebungsvorschläge, die Ausführungspläne, die Bauleitung mit der Verantwortlichkeit für Termine und Kostenvoranschlag übernommen hatte. Diese Kombination hat sich ausgezeichnet bewährt, indem die Gebäude im vorgeschriebenen Termin zur allgemeinen Zufriedenheit fertiggestellt werden konnten. Als beratender Ingenieur wurde im Laufe der Arbeiten Dipl. Ing. C. Hubacher S. I. A. beigezogen.

Zu Beginn des Jahres 1936 wurde die Fabrik eröffnet, nachdem im Juli 1935 mit den Arbeiten am Platz begonnen worden war (Bauzeit nur sechs Monate).

Situation. Die Fabrik liegt im Südwesten des Bahnhofes Biel der SBB. Ein guter Geleiseanschluss ist äusserst wichtig, da der grösste Teil der Bestandteile mit der Eisenbahn ankommt.

Disposition der Anlage. Die drei Hauptgruppen des ganzen Komplexes (Abb. 1 bis 3) sind: Montagehalle, Kraftzentrale und Verwaltungsgebäude.

Die beiden ersten sind vom Zufahrtgeleise der Bahn aus entwickelt, während das Verwaltungsgebäude an der Hauptstrasse nach Nidau liegt. Wichtig für die gesamte Disposition ist eine spätere Erweiterungsmöglichkeit für die Montagehalle und das Verwaltungsgebäude.

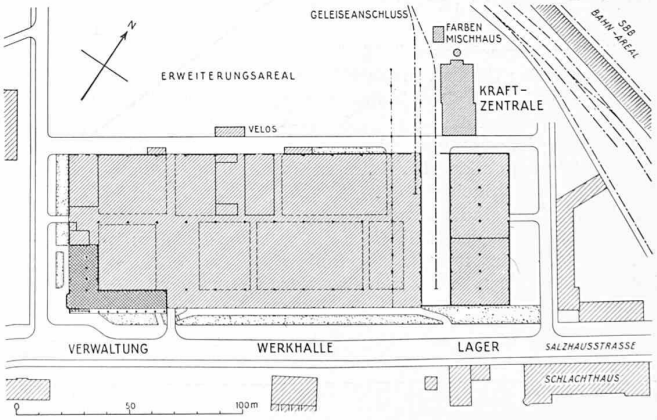


Abb. 1. Lageplan des ganzen Werkes. — Masstab 1 : 3000

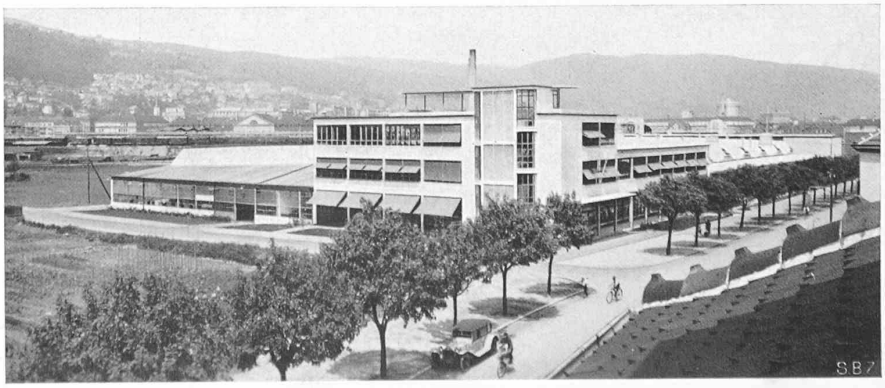


Abb. 2. Ansicht aus Südwesten, vorn Verwaltungsbau, im Hintergrund der Bahnhof Biel



Abb. 8. Ein Privatbureau im Südflügel

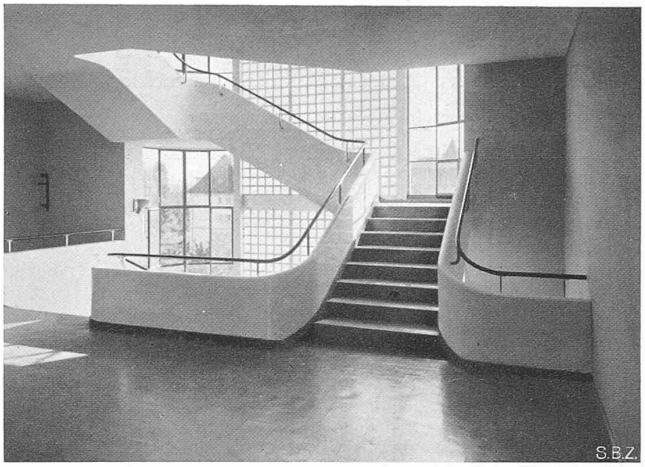


Abb. 7. Das Treppenhaus im ersten Stock



Abb. 9. Bureausaal im Westflügel, zweiter Stock

I. Das Verwaltungs-Gebäude

Längs der Strasse nach Nidau, in Fortsetzung des Hauptmontagebandes, liegt im Verwaltungsgebäude (Abb. 4 bis 12) der Ausstellungsraum für fertige Wagen, der natürliche Abschluss des Montage-Vorganges. Dieser Ausstellungsraum (Abb. 6), winkelförmig ausgebildet, ist gleichzeitig die Eingangshalle und enthält die frei hineingestellte Treppe zu den oberen Bureauräumen. Diese sind in zwei Gruppen disponiert: im Südtrakt im einzigen I. Stock die Direktionsbureaux; im Westtrakt in zwei Geschossen die allgemeinen Bureausäle mit zweiseitiger Belichtung (Abb. 9).

Auf dem Dach wurde ein Dachgarten (Abb. 12) angelegt, der teilweise von einem leichten Betondach

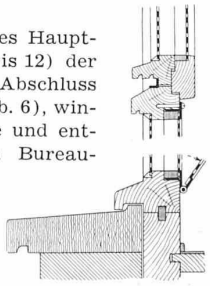


Abb. 5. Fensterdétail

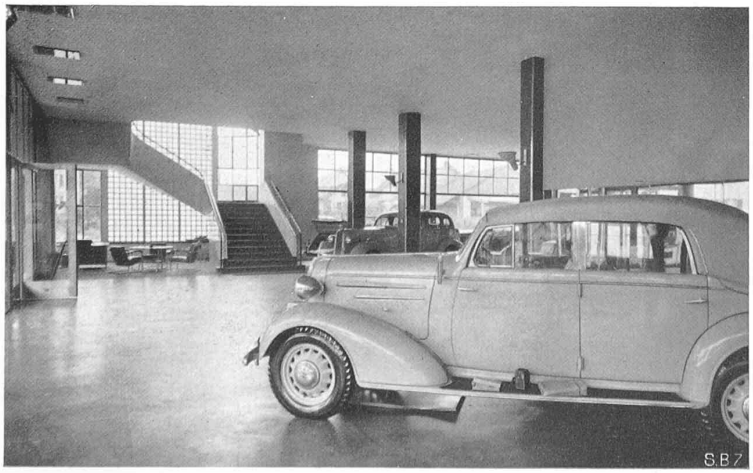


Abb. 6. Ausstellungsraum im Erdgeschoss des Verwaltungsbaues

Alle Photographien von Carl und † Grete Hubacher (Zürich) mit Ausnahme von Abb. 12, 16 und 32: Photo Willi, Biel

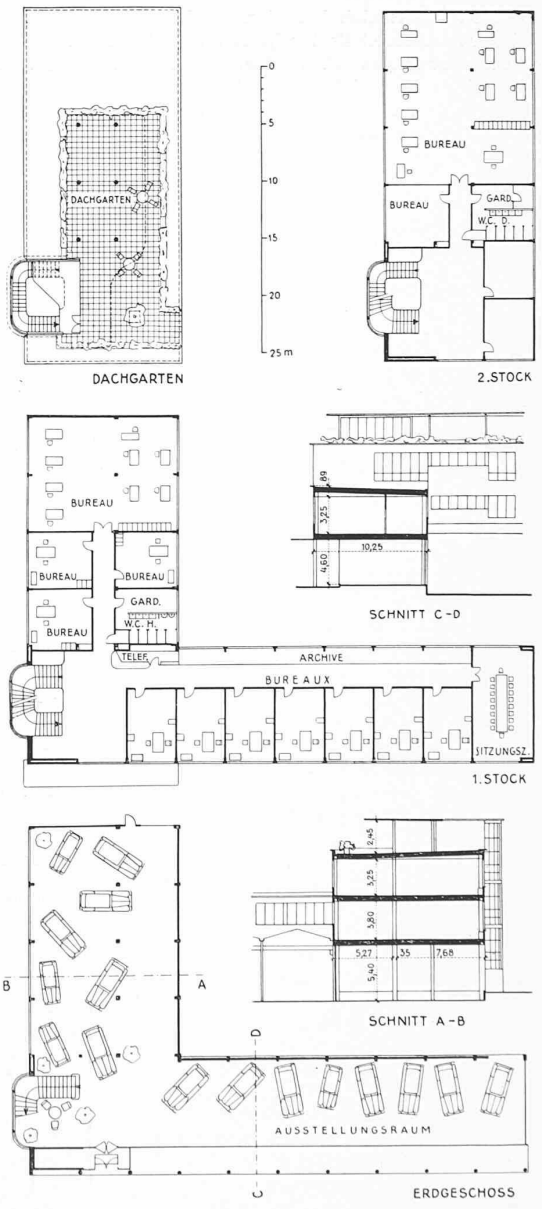


Abb. 4. Grundrisse und Schnitte des Verwaltungs-Gebäudes. — Masstab 1 : 600

Holzfenster der Bureaux doppelt verglast, untere feste Partie teilweise in Winkeleisenrahmen (Abb. 5, 1 : 10)

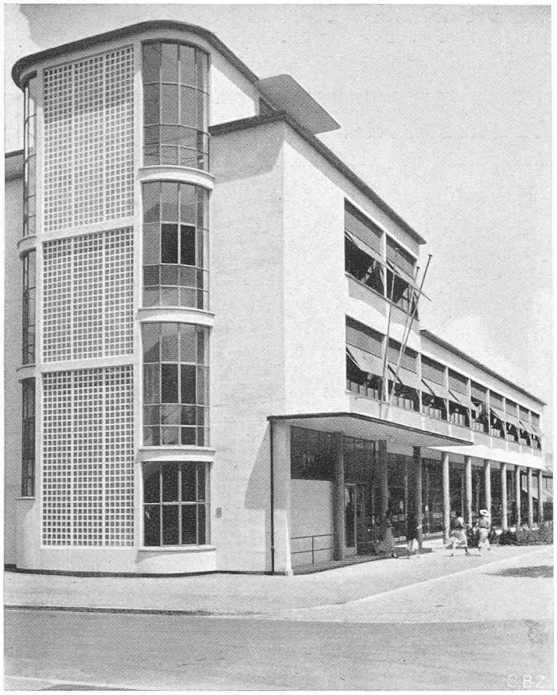


Abb. 11. Eingang zum Ausstellungsraum mit Treppenhaus zu den Bureaugeschossen

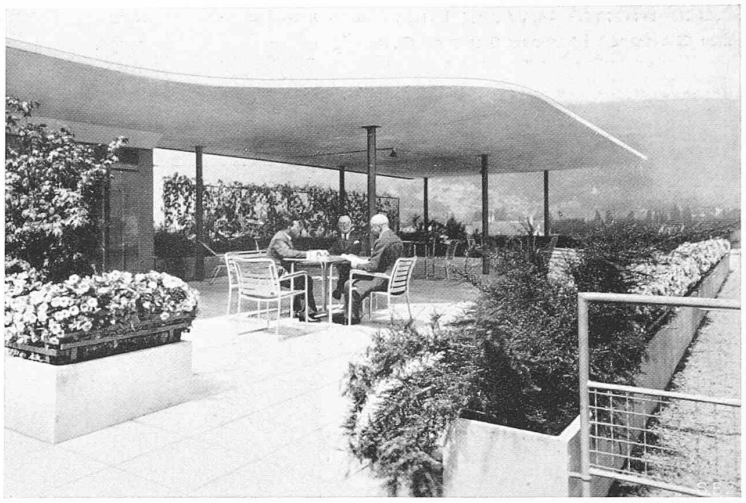


Abb. 12. Der Dachgarten auf dem Verwaltungsgebäude

überdeckt wird, mit Pflanzenkübeln als Brüstungsabschlüssen. Der Dachgarten dient zum Aufenthalt während event. Mittagspausen, oder für Vorträge im Sommer.

II. Die Montagehalle

Massgebend für die Dimensionierung und für die Organisation der Montagehalle ist der Produktionsvorgang der Fliessarbeit (Abb. 13). Ihre Basis ist die grosse Kranhalle, von der aus die Bestandteile auf die verschiedenen Montageketten verteilt werden. Eine gewisse Erschwerung lag in der Absicht der Gesellschaft, die Sammelmontagekette in einem Schaufenster längs der Strasse nach Nidau zu zeigen. Auf dieser Hauptmontagekette, die automatisch bewegt wird, werden die grösseren Bestandteile, die ihrerseits wieder in Montageketten zusammengesetzt oder bearbeitet wurden, montiert. So ist auf dieser Linie das Entstehen eines Wagens vom Motor und Chassis bis zum selbständig wegfahrenden Wagen von aussen zu beobachten.

Unter dem Dach der Montagehalle, das rd. 9000 m² überdeckt, sind ferner die Wagenlager, sowie eine Service-Station untergebracht, ausserdem befinden sich hier die Garderoben der Arbeiter und als kleine Einbauten die Räume für Kontrolle, Sanitäts- und Zollbeamte. Als Anbauten, die bei einer späteren Erweiterung leicht entfernt werden können, sind die Klosett-Anlagen ausgebildet.

Da die Automobilmontage als hochqualifizierte Arbeit viel Licht benötigt, ausserdem die Hauptproduktionszeit in die Wintermonate fällt, wurde einer reichlichen natürlichen und künstlichen *Belichtung* grosser Wert beigemessen. Die natürliche Belichtung erfolgt neben den fast durchwegs in Glas aufgelösten Wänden durch Oberlichter mit zweiseitigem Licht von Osten und von Westen; die Glasfläche beträgt insgesamt 6400 m² oder 62 % der Bodenflächen. Dabei ist vorgesehen, dass die Westseite im Sommer mit einem die Strahlung absorbierenden Anstrich versehen wird.

Die künstliche Beleuchtung erfolgt durch eine sehr grosse Zahl von Strahlern mit einem Mischlicht aus Quecksilberdampflampen und elektrischem Glühlicht, das eine Helligkeit von 80 Lux auf der Höhe der Arbeitsplätze ergiebt. Der Gesamtverbrauch für diese Leistung beträgt 80 kW.

Die *Lüftung* der Montagehalle erfolgt einmal auf natürliche Weise durch Drehflügel in den Stirnseiten der Oberlichter und in den seitlichen Fensterflächen, wobei die Schaufenster längs des Hauptmontagebandes durch eine besondere Vorrichtung ausgestellt werden können (siehe Abb. 19 u. 20). Für die künstliche Lüftung sorgen Ventilatoren, die in die Oberlichter eingebaut sind. Ihre Leistungsfähigkeit ist so bemessen, dass die Absaugewirkung der Ventilatoren der Malerei (Duco-Spritzkabinen) kompensiert wird. Insgesamt ergibt sich ein etwa vierfacher Luftwechsel in der Stunde. Zur Heizung der Montagehalle wird die eingeblasene Luft erwärmt durch 43 Lufterhitzer, die mit Heisswasser von 180° gespeist werden. Bei grosser Kälte können die gleichen Heizaggregate wahlweise zur Erwärmung von Umluft benützt werden. Die vorgesehene Temperatur in der Halle ist auf 12° C festgesetzt.

III. Die Kraftzentrale. Sämtliche Angaben hierüber sind auf Seite 201 vereinigt.

IV. Die Baukosten enthält die Tabelle auf Seite 198.

R. Steiger.

Konstruktion und Bauausführung

Am *Verwaltungsgebäude* sind sowohl Stützen als Aussenmauern in Eisenbeton ausgeführt. Die Wärmeisolation erfolgt durch Korkplatten (4 cm), die in die Schalungen gelegt wurden. Die Stützen, die möglichst schlank gehalten sind, hat man nach Einfüllen des Betons vibriert; eine weitere Bearbeitung ihrer Sichtflächen war nicht mehr nötig. Bemerkenswert ist, dass auch die Betonwandflächen nicht weiter behandelt wurden. Um eine



Abb. 10. Südfront des Verwaltungsbaues (Direktionsflügel); rechts Ende des Laufenden Bandes

Auto-Montagewerk Biel
der General Motors Suisse S.A.

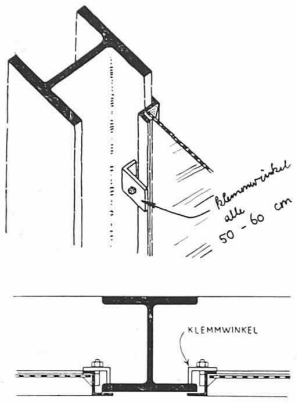


Abb. 21. Die Eisenfenster der Werkhalle sind in der Tragkonstruktion festgeklemmt



Abb. 18. Das Lager fertiger Wagen. Rechts «Nachregulieren von Bremsen und Motor», vergleiche Schema Abb. 13

möglichst glatte Sichtfläche zu erhalten, war auf der Innenseite der normalen Schalung eine Lage Hartpavatexplatten angebracht. Diese Methode führt bei genügend sorgfältigen Vorkehrungen gegen frühzeitiges Durchnässen der Platten (Regen) zu befriedigendem Resultat. Die Zwischendecken sind nach dem System «Alpha» ausgeführt, das sich vor allem für einfache Grundrisse ohne viele Auswechslungen und mit nicht zu grossen Spannweiten eignet.

Montagehalle

Für die Konstruktion der Montagehalle wurde Eisen gewählt, da eine Ausführung in Eisenbeton bei den gegebenen Spannweiten (30 m) und der relativ geringen Konstruktionshöhe nicht so wirtschaftlich gewesen wäre und unter den gegebenen Verhältnissen eine längere Bauzeit erfordert hätte. Das wesentliche Merkmal der Konstruktion über der Haupthalle ist die Lage der Binder in den Oberlichtern, was eine starke Reduktion der Raumhöhen erlaubte. Die Hauptbinder erstrecken sich über zwei Felder von je 30 m Spannweite (Abb. 15).

Zwischen diesen Hauptbindern, die in Abständen von 13 m wiederkehren, sind leichte Fachwerkpfetten eingehängt mit vollwandigem Mittelteil (zur Aufnahme der Momente aus unsymmetrischer Belastung), die ihrerseits die NP-Träger für die oberen Glas- und Eternitplatten und die untere Gipsdielenverschalung aufnehmen. In der Mitte dieser Fachwerkpfetten sind jeweils die Entwässerungsrinnen angebracht (Abb. 21 bis 25, S. 198). Die Dächer über dem Hauptmontageband im Süden und über der Kranhalle sind Flachdächer mit Spannweitnn von 8 bezw. 13 m. Sie sind aus Profil- bezw. Blechträgern gebildet, die Holzbalken mit Dachverschalung und Kiesklebedach tragen (Abb. 19).

Es soll noch auf die Art der Aufnahme der Längendehnung infolge Wärme (Sonnenstrahlung, Glühflammen bei lokalen Bränden) hingewiesen werden. Die Aussenwände mit den grossen Glasflächen mussten steif ausgebildet werden, was dazu zwang, die ganze Längenausdehnung der 60 m langen Hauptbinder auf ein Schiebegelenk zu übertragen, das südlich der als Pendelstütze ausgebildeten Mittelstütze angeordnet ist und Dehnungen von 10 bis 12 cm aufzunehmen vermag.

Zur Aufnahme der Windkräfte quer zur Binderrichtung werden je drei Binderfelder zu einer steifen Einheit zusammengefasst und mit einem Längswindverband auf Höhe des Binder-Untergurtes versehen. Die horizontalen Kräfte in Längsrichtung der Fabrik (quer zu den Bindern) werden durch Portalrahmen in jeder Stützenebene und in jeder Dreiereinheit auf die Fundamente übertragen, die Winddrücke auf die Aussenwände durch horizontale Sprengwerke (Abb. 25, S. 198) auf die Binderstiele geleitet.

Das Gesamtgewicht der Eisenkonstruktion der Montagehalle einschliesslich Kranbahn und Aussenwandstützen beträgt 515 t oder rd. 52 kg/m² überdeckter Fläche.

Von den zahlreichen Spezialkonstruktionen dürfte die Durchbildung des *Krantores* (Abb. 27 u. 28) von allgemeinem Interesse sein. Um die Ausfahrt des Krans mit Führerkabine und Laufkatze zu ermöglichen, ohne zu viel der Kranhallenwand zu öffnen, wurde eine seitliche Schiebetüre mit einem Hubtor kombiniert: beide können von der Führerkabine aus gesteuert werden. Das Hubtor wird durch Gall'sche Ketten an einer von einem Elektromotor betätigten Welle hochgezogen, weshalb zur besseren Führung Verlängerungen der Vertikalrahmenstücke nach unten angebracht

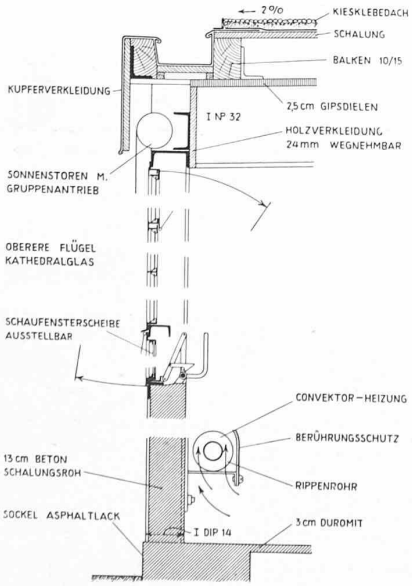


Abb. 19. Einzelheiten der Südwand der Montagehalle und Flachdach über dem Laufenden Band

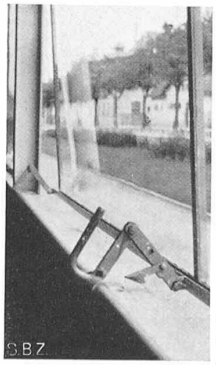


Abb. 20. Ausstell-Fenster (s. Abb. 19, links)

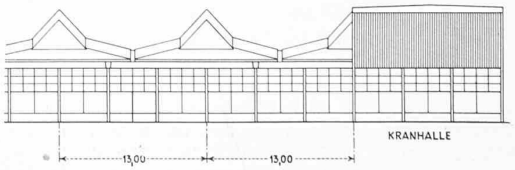


Abb. 14. Ansicht-Schema der Montagehalle aus Süden. — Masstab 1 : 600

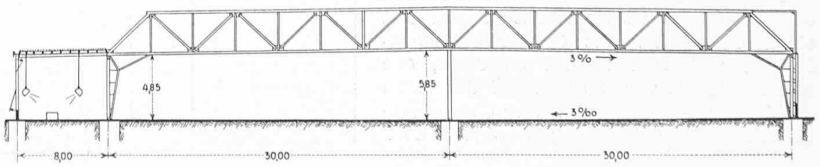


Abb. 15. Querschnitt der Montagehalle 1 : 600, links «Laufendes Band»



Abb. 17. Ende des Laufenden Bandes im 8 m breiten, flachgedeckten Hallenteil

worden sind. Das seitliche Schiebetor wird durch einen Motor, der im unteren Rahmen desselben eingebaut ist (und mitfährt), längs einer Eisenbahnschiene bewegt. Die Konstruktion wurde von den Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey ausgeführt.

Die gesamte Eisenkonstruktion der Hallen, Dächer und Fenster wurde von einem Konsortium der Bieler Eisenbauwerkstätten geliefert, deren Ausführungsmöglichkeiten die Kleinteiligkeit der Konstruktion entspricht.

Der Fussboden der Montagehalle

In der Werkhalle müssen grosse Werkstücke auf kleinrädrigen Rahmenkarren teils auf Geleisen, teils frei, transportiert werden können. Dies erfordert einen staubfreien, harten, gegen Abnützung sehr widerstandsfähigen Boden ohne Fugen, Risse oder Ueberzähne (auch kleinsten Ausmasses). Staubfreiheit war auch wegen der Malerei der Karosserien unbedingt erforderlich.

Die Untergrundverhältnisse auf der festgelegten Baustelle waren der Ausbildung eines so gearteten Fussbodens nicht günstig. Unter der Auf-

Fortsetzung des Textes siehe Seite 199

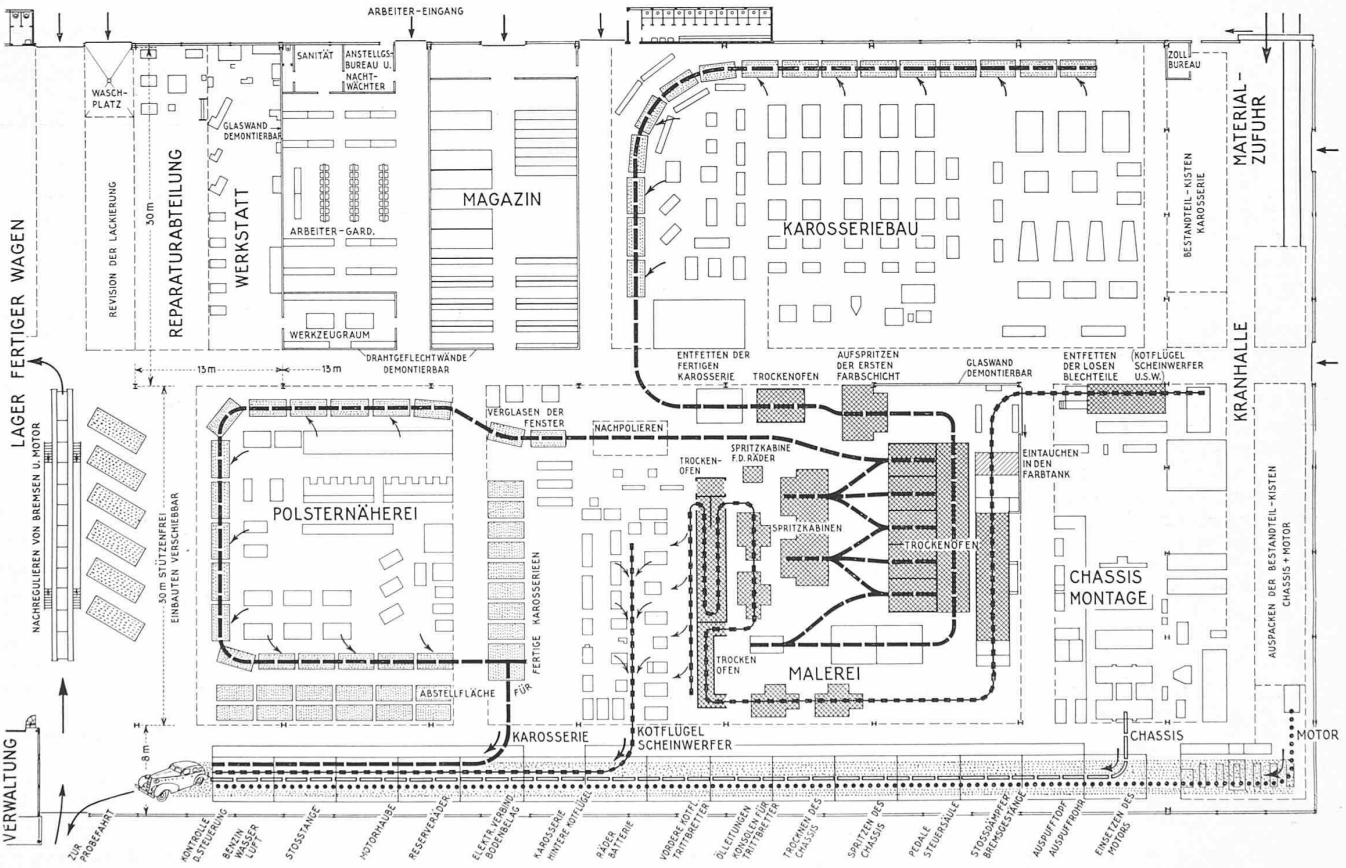


Abb. 13. Grundriss der Montagehalle 1 : 600 mit dem Schema der Arbeitsgänge, im Vordergrund das von aussen sichtbare Laufende Band



Abb. 16. Blick vom Gerüst «Nachregulieren von Bremsen und Motor» auf Werkstatt, Werkzeugraum, Polsternäherei und Laufendes Band

Zusammenstellung der Baukosten

Baukosten der Gesamtanlage (ohne das später hinzugefügte Ersatzteillager) auf Grund der Abrechnung	1 864 000	Fr.
Fabrikhalle (78 250 m³, entspricht einem m³-Preis von 11,15 Fr.)	873 000	„
Ersatzteillager (9 250 m³, entspricht einem m³-Preis von 14,90 Fr.)	138 000	„
Verwaltungsgebäude (8 325 m³, entspricht einem m³-Preis von 40,30 Fr.)	339 600	„
Kesselhaus, Kesselanlage und Hochkamin (4 670 m³, entspricht einem m³-Preis von 31,70 Fr., ohne Hochkamin und Kesselanlage)	261 000	„
Farbenmisch-Gebäude	5 900	„
Umgebung, Kanalisation, Spezialeinrichtungen usw.	380 000	„
Total *)	1 992 500	Fr.

Im folgenden seien noch einige Durchschnittspreise angegeben, die bei Kostenberechnungen ähnlicher Anlagen von Nutzen sein können:

Eisenkonstruktion (überdeckte Fläche)	17,20	Fr./m²
Aussenwände in Glas mit Lüftungsfenstern, Anstrich und Verstärkungen	21,90	„
Betonwände, 13 cm mit Eisenversteifung inkl. Anstrich	14,90	„
Fabrikboden inkl. Pfählung und Duromitüberzug	18,20	„
Dach: Eternitdach, Glasoberlicht, Spenglerarbeit in Kupfer, Gipsdecke unter Eternit	16,30	„

Die gesamte Glaslieferung betrug trotz den grossen Lichtflächen einschliesslich den Schaufenstern 48 200 Fr. gleich 3,3 % der reinen Baukosten.

*) Von diesem Betrag entfallen auf die Installationen (Heizung, Wasser, sanitäre, elektrische Installationen) 352 000 Fr. gleich 21,9 % der reinen Baukosten.



Abb. 25. Eisenkonstruktion der Halle: Binder, Pfosten, Eternitdach und Oberlicht, horizontale Sprengwerke zur Aufnahme des Winddruckes auf die Glaswand

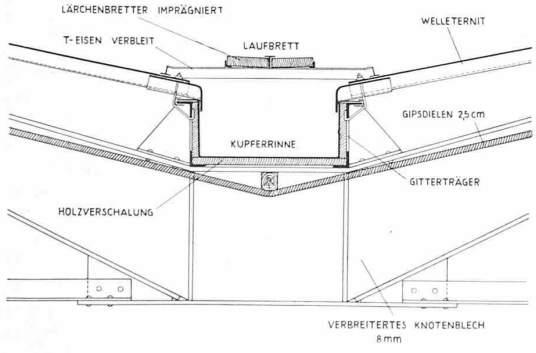


Abb. 22. Traufausbildung des Eternitdaches

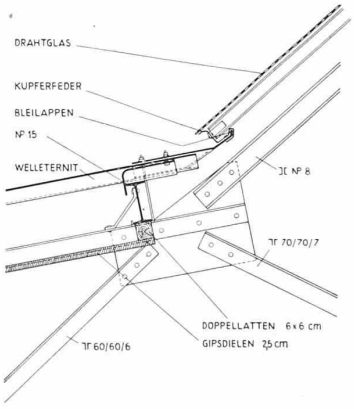


Abb. 23. Anschluss des Oberlichts

Abb. 22 bis 24 Masstab 1 : 25

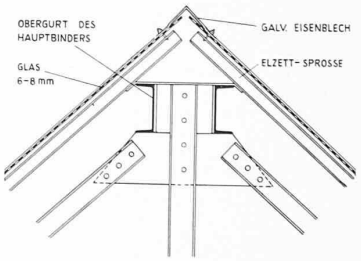


Abb. 24. First des Oberlichts

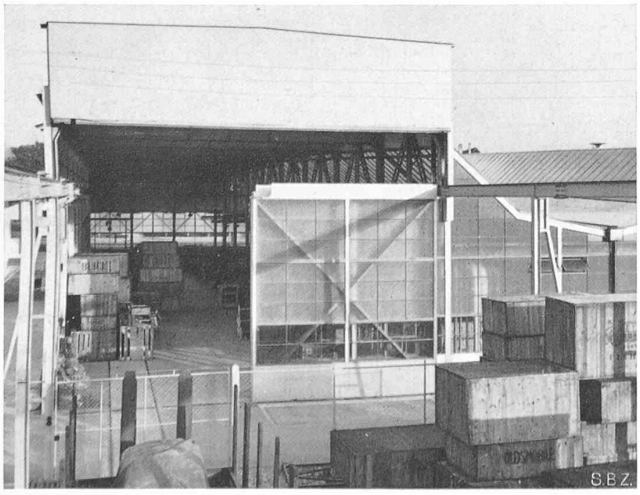


Abb. 27. Kranhallentor geöffnet

Text siehe Seite 196

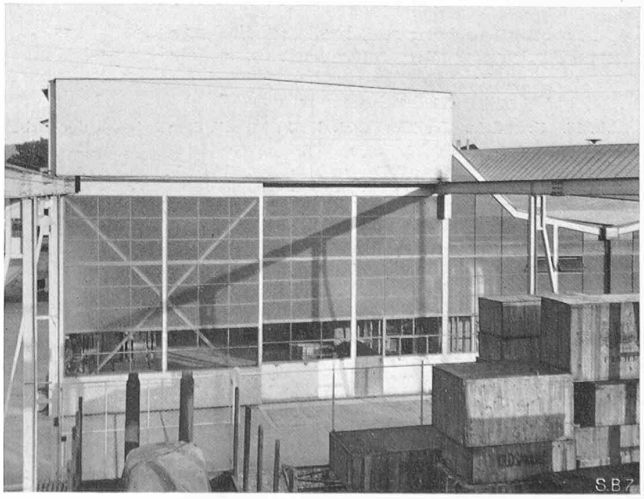


Abb. 28. Kranhallentor geschlossen

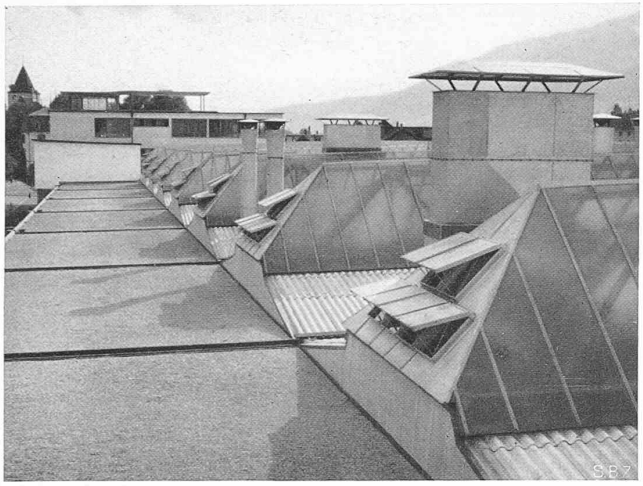


Abb. 26. Oberlichter und Flachdach über dem Laufenden Band, hinten Verwaltungsbau mit Dachgarten (links Schloss Nidau)

füllung geringer Dicke befinden sich die Formationen des sich langsam zurückziehenden Bielersees, darunter in 1 bis 1,7 m Tiefe eine Torfschicht von 0,4 bis 0,6 m Mächtigkeit. In 2,4 bis 2,7 m Tiefe fand sich allerdings eine als gut tragfähig zu bezeichnende Kiesschicht wechselnder Dicke (1,4 bis 8 m), die ihrerseits auf feinen Sanden, z. Teil mit Kiesen durchsetzt, aufliegt.

Die schwankende Höhenlage des Grundwasserspiegels, bezw. die Wasserstände des Bielersees und sein jeweiliger Rückstau in den Vorfluter, die Madretschschüss, erlaubten auf keinen Fall die endgültige Austrocknung und damit Fixierung der Torfschicht; diese ist somit im Laufe des Jahres während mehreren Monaten oberhalb des Grundwasserspiegels und der Vorflut, also sich entwässernd, schrumpfend, und während einem oder zwei Monaten innerhalb des Grundwassers, also quellend. Ein stabiles Regime ist nicht erreichbar.

Die einwandfreie Abstützung des Arbeitsbodens auf die tragfähige Kiesschicht schien uns unter diesen Umständen absolut erforderlich. Nachdem die geringe Agressivität auf Beton des vorgefundenen Grundwassers festgestellt war, war die Verwendung von Betonpfählen das Gegebene. Unserem Vorschlag, die Lasten der Betonplatte nicht über ein Trägernetz, sondern direkt als Pilzplatte auf diese Pfähle zu übertragen, stand zunächt der hohe Preis von Betonpfählen und deren dadurch bedingter grosser Abstand entgegen. Erst das Angebot des Bieler Unternehmers *Jacot des Combes*, die Pfähle (Abb. 36) durch Ausbohren der weichen Schichten mit einem Löffelbohrer von 35 cm ⌀ bis auf den Kies, und nachheriges Füllen und Ausstampfen mit Beton herzustellen, machte das Projekt einer durch Pfähle in kleinem Abstand unterstützten Pilzplatte wirtschaftlich günstiger, als den ersten Vorschlag des Stadtbauamtes Biel einer 16 cm dicken Platte ohne Abstützung. — Die sämtlichen 760 Beton-Pfähle von im Mittel 2,90 m Länge, mit armiertem Kopf, kosteten 32,40 Fr. pro Pfahl gleich 11,20 Fr./m Betonpfahl von 35 cm ⌀.

Die Bodenplatte von Montagehalle, Kranhalle und Laufendem Band, zusammen 10 000 m², wurde nun als Pilzplatte auf Beton-Pfählen, deren Axen die Abstände von 3,25 und 3,75 m aufweisen, ausgebildet. Die Platte ist demnach aufgeteilt in Felder von je 12,19 m². Je 96 solche Felder sind zusammengefasst zu zusammenhängenden Tafeln von 30,0 m × 39,0 m Seitenlänge. Diese Tafeln sind begrenzt von Randbalken mit Dehnungsfugen, wobei jeweils der eine Plattenrand horizontal beweglich auf dem angrenzenden ausgesteiften Plattenfeld aufruht.

Die Vergleichsrechnung ergab, dass in der Montagehalle, wo eine gleichmässig verteilte Nutzlast von 600 kg/m² massgebend war, die Ausbildung von Pilzköpfen teurer kam, als die entsprechende Vermehrung von Schubeisen in der 12 cm dicken Platte in der Nähe des Umfanges der 35 cm dicken Pfähle. Es wurden deshalb hier die Pilzköpfe weggelassen, wogegen in der Kran-Halle (Nutzlast gleich 1000 kg/m²) Pilzköpfe von einem oberen Durchmesser von 0,95 m und einem Anzug von 1 : 1 ½ ausgeführt wurden.

Ein Kostenvergleich zwischen normalem Armierungsrundeisen, Isteg-Eisen und hochwertigem Stahl entschied zu Gunsten einer Bewehrung aus Isteg-Eisen. Die entsprechenden, der Vergleichsrechnung zu Grunde gelegten Maximalspannungen waren 1400 kg/cm², 1650 kg/cm² und 1800 kg/cm². Die Grundannahmen für die statische Berechnung waren folgende: Minimalfestigkeit des Betons nach 28 Tagen: Prismendruck 325 kg/cm², Biegezug 40 kg/cm²; Sicherheit gegen Bruch, Druck und Schub: 3,25.

Ausführung der Bodenplatte

Als Schalung für die Pilzplatte diente der Erdboden. Für die Zeit zwischen Einbringen und Erhärten des Betons spielte die Unstabilität der Torfschicht keine Rolle, ebensowenig wie ihre Kompressibilität, da während des Erhärtungsvorganges keine variablen Lasten darauf kamen. Zur Präparierung des Untergrundes als Schalung wurde die ganze Fläche planiert, eine Schroppenlage darauf gebracht und bis auf die angebrachten Lehren mit einer Gruppe der schwersten Dampfwalzen einge-

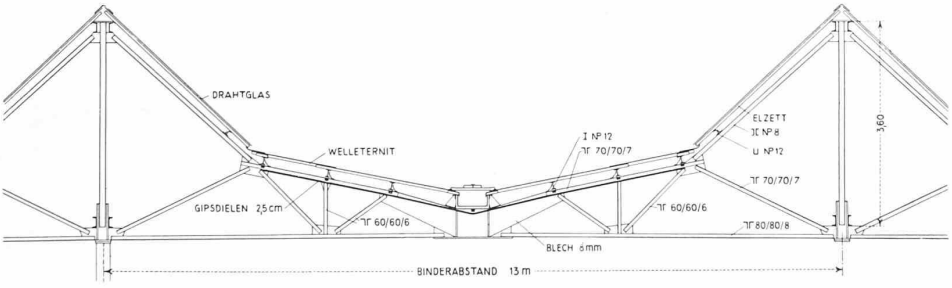


Abb. 21. Fachwerkpfette von 13 m Spannweite mit vollwandigem Mittelteil

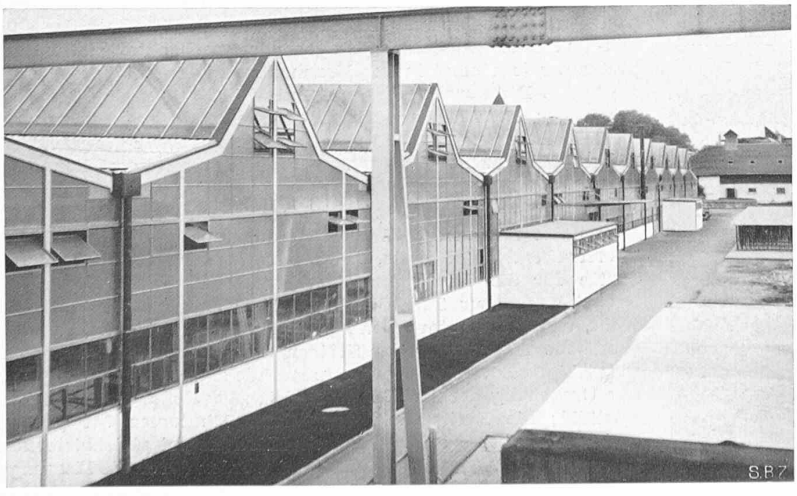


Abb. 29. Nordseite der Montagehalle (Arbeiter-Eingang gegenüber dem Velosständer)

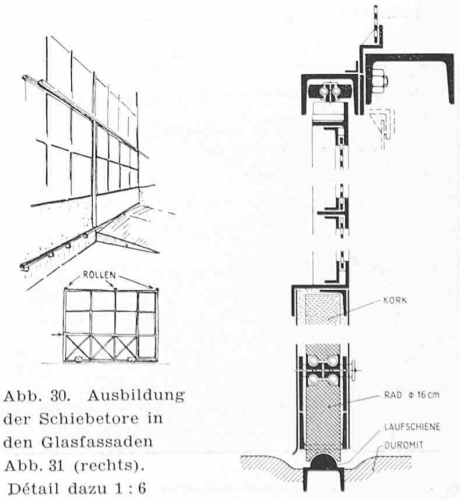


Abb. 30. Ausbildung der Schiebetore in den Glasfassaden Abb. 31 (rechts). Détail dazu 1 : 6

walzt. Vorgängig waren die schon früher geschlagenen Betonpfähle, wo nötig, auf rd. 10 cm unter Planum abgespitzt worden, sodass die Walzen ihre Köpfe nicht berührten. Auf die eingeebnete Schroppenlage wurde eine Lage Splitt geworfen und durch Walzen und nachheriges Begiessen mit Zementmilch verfestigt. Vor dieser Verfestigung hatte man in das Planum die Randbalken der Platten (Dehnungsfugen) und in der Kranhalle die Pilzköpfe eingeschnitten.

Das Betonieren erfolgte plattenweise (30 × 39 m), sodass die Arbeitsfugen den Dehnungsfugen entsprachen. Durch die in die Platte hineinragende Armierung der oberen Partie der Pfähle war eine verbiegungssteife Verbindung der Platte mit den Pfählen trotz des grösseren Zwischenraumes in der Betonierung zwischen Pfahl und Platte gesichert. Auf konstanten, mechanisch festgelegten Wassergehalt des eingebrachten Betons wurde besonderer Wert gelegt. Zur weiteren Verdichtung des dem Projekt zu Grunde liegenden hochwertigen Betons wurde er sofort nach dem Einbringen vibriert, indem ein mit Explosionsmotor angetriebener Vibrator in vierfachem Arbeitsgang langsam über das ganze Feld gezogen wurde (Abb. 37). Die zusätzlichen Kosten dieser Behandlung waren gering; die erzielte Verdichtung eine sehr gute.

Kosten der Bodenplatte

Trotz der sehr sorgfältigen Ausführung, der dichten Armierung mit Isteg-Stahl, der geringen Plattendicke (12 cm durchgehend) und der dichtstehenden Betonpfähle ist der so gebildete, auf tragfähigem Kiesgrund aufruhende Fabrikfussboden, einschliesslich Vorbereitung des Untergrundes, Pfählung und Nachbehandlung pro m² auf 12,40 Fr. zu stehen gekommen. Hierzu kommt ein Duromit-Ueberzug von 5,80 Fr./m².

Versuche

Diese Pilzplatte ist in mehreren Beziehungen ein Ausnahmefall. Ihre grosse Ausdehnung, ihre fugenlos zusammenhängenden Tafeln von je 1170 m², ihre grosse Elastizität zufolge ihrer geringen Dicke und hohen Ausnützung der Baustoffe, liessen das Objekt für die Nachkontrolle der vorhandenen Rechnungsmethoden interessant erscheinen. Eine Messung ihres tatsächlichen elastischen Verhaltens versprach präzise und einfach auswertbare Resultate zu geben.

Glücklicherweise hat die General Motors Suisse diesem rein wissenschaftlich begründeten Wunsche volles Verständnis entgegengebracht und für die Untersuchung des elastischen Verhaltens ihrer Fabrikbodenplatte einen Spezialkredit bewilligt. Dieser, sowie das aussergewöhnliche Entgegenkommen von Prof. Dr. M. Ritter an der E. T. H. mit seinen Assistenten ermöglichten es, weitgehende statische und dynamische Versuche mittels eines Seismographen an der Pilzplatte durchzuführen.

Untersucht wurde je ein Feld in der Kranhalle mit Pilzköpfen bei 1000 kg/m² aufgebrachter gleichmässig verteilter Last (Eisenbarren), und ein Feld in der Montagehalle ohne Pilzköpfe bei 600 kg/m². Gemessen wurden jeweils die Einsenkung längs einer Geraden über den Stützen, im Viertel und in Feldmitte im belasteten Feld und in den zwei benachbarten Feldern, sowie die Drehwinkel in den zwei Hauptaxrichtungen längs der Stützaxen. Die Superposition der Messresultate der vorgenommenen Belastung *eines* Feldes der nach beiden Richtungen praktisch unendlich ausgedehnten Pilzplatte zum Deformationsbild einer streifenweisen Belastung war infolge des raschen Abklingens des Lasteinflusses ein Leichtes; zur besseren Vergleichbarkeit des Einflusses der verschiedenen

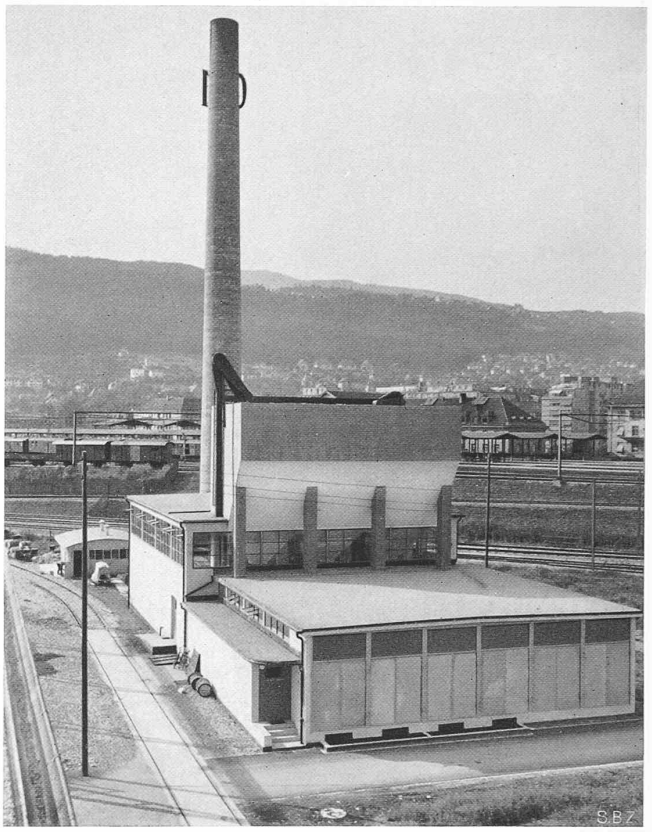
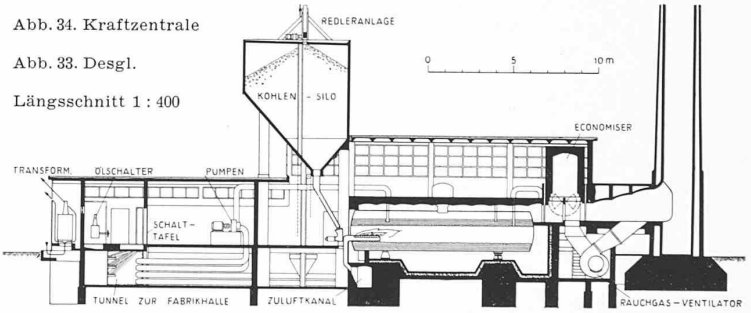


Abb. 34. Kraftzentrale

Abb. 33. Desgl.

Längsschnitt 1 : 400



Stützweiten nach der x- bezw. y-Richtung (3,75 bezw. 3,25 m) haben wir die Superposition für beide Axrichtungen vorgenommen und als axonometrische Schaubilder aufgetragen.Der gemessene Einfluss der elastischen Einsenkung der Stützen ist in diesen Graphika besonders behandelt.

Etwas weniger klar gestaltet sich die entsprechende Superposition und Auswertung der Resultate der *Schwingungsmessungen* an der Platte. Gemessen wurden an je zwei Stationspunkten: Feldmitte und Stützenkopf (um den Einfluss der Stützen- und Untergrundelastizität gesondert beobachten zu können), und zwar je einmal in der Kranhalle und einmal in der Montagehalle. Die aus der Erregung durch den Fall einer 5 kg-Stahlkugel aus 6 cm Höhe erhaltenen Amplituden ergaben, an der jeweiligen Störungsstelle aufgetragen, das Schwingungsbild der elastischen Fläche. Gemessen wurden 164 Störungsstellen.

Als *vorläufige gesicherte Ergebnisse* aus diesen Messungen liegen vor: 1. die Resultate der Durchbiegungsmessungen stimmen dann mit den Zahlenwerten der theoretischen Rechnung überraschend gut überein, wenn man in der Rechnung für die Platte für die Werte der Elastizitätskoeffizienten die an den Probekörpern zur Zeit der Versuche *gemessenen* Werte (und nicht, wie üblich, stark verringerten Werte) einsetzt. 2. die rein elastische Einsenkung der Stützenpunkte der Platte (bezw. des tragfähigen Baugrundes) vermindert die Extremalspannungen in der Umgebung der Stützköpfe bei Einzellast oder aperiodischem Lastbild; die Berücksichtigung dieses Einflusses bei grossen Objekten verbessert ihre Wirtschaftlichkeit bei gleichbleibender Sicherheit. Für den vorliegenden Fall wurden durch die Messungsergebnisse unsere Annahmen über Elastizität und Tragfähigkeit der zur Gründung benützten Kiesschicht bestätigt; überdies

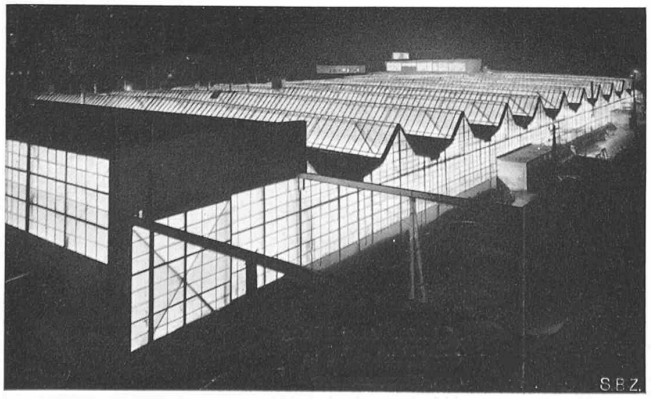


Abb. 32. Werkhalle bei Nacht vom Bahnhof aus

wurde die gute Qualität der Bauausführung gefunden und die Rissefreiheit der Platte innerhalb der Dehnungsfugen (je 96 Felder) festgestellt. 3. Die Schwingungsmessungen ergaben durchaus gleichbleibende Frequenzen für alle gemessenen Punkte, und zwar: $n = 16{,}5$ für die Platte mit Pilzköpfen und $n = 14{,}0$ für die Platte ohne Pilzköpfe. Aus dem Vergleich mit der Soll-Frequenz der freien Platte (Schwingung in der Luft) ergibt sich — unter Einsetzung der an den Probekörpern gemessenen Elastizitätsmodule —, dass die Platte schwingt, wie wenn sie sich in einem Medium von spezifischem Gewichte zwischen 0,5 und 1,0 befände. Daraus und aus den Durchbiegungsmessungen ergibt sich, dass die Platte zwar auf ihrem Untergrunde aufliegt, dass aber der Untergrund porös, schwammartig, luft- und wasserhaltig, hochgradig kompressibel ist und *nicht* mitträgt.

C. Hubacher.

Die Kraftzentrale

Ihre Situation ist festgelegt durch das Zufahrtgeleise. Sie besteht aus zwei getrennt organisierten Teilen (Abb. 33):

a) Die Wärmezentrale besitzt zwei Zweiflammrohrkessel von je 140 m² Heizfläche, Konstruktion Sulzer. Es besteht die Möglichkeit, einen dritten Kessel einzubauen. Die Leistung der beiden Kessel, deren Wärme für die Heizung von Montagehalle und Verwaltungsgebäude, für die hohen Lufttemperaturen in den Trockenkammern der Malerei und für die Warmwasserbereitung benötigt wird, beträgt jährlich 6,4 Mill. kcal. mit einem Kohlen-Verbrauch von rd. 1100 t. Das Wasser wird auf 180° C und einen Betriebsdruck von 15 at gebracht, was eine besonders sorgfältige Ausbildung der Verteilungsleitungen erfordert (siehe die grossen Ausdehnungsbogen auf Abb. 16). Die Kesselanlage wurde von der Firma Sulzer ausgeführt, während die Luwa A.-G. in Zürich als Vertreterin der Carrier-Gesellschaft die Heizung der Montage-Halle installiert hat. Die Kohlenspeisung der Kessel erfolgt automatisch aus den drei über den Kesseln errichteten Kohlensilos von insgesamt 70 t Inhalt. Eine Redlerkette mit anschliessender horizontaler Transportkette befördert die Kohlen vom Eisenbahnwagen in die Silos. Sie wurde durch die Maschinenfabrik Gebr. Bühler, Uzwil, installiert.

b) Die elektrische Zentrale besorgt zunächst die Transformation des vom Werk gelieferten Stromes durch drei Transformatoren von insgesamt 1500 kW Leistung auf die üblichen Betriebsspannungen. Angeschlossen sind neben der Lichtanlage eine grosse Kompressorenanlage für die Werkzeuge, die vom jährlichen Stromverbrauch von 1,3 Mill. kWh allein 260 000 kWh absorbiert. Sodann wird von hier aus die eigene Hochfrequenzanlage für die Motoren der tragbaren Handwerkzeuge mit 180 Perioden und die übrigen Motoren gespeist, die die ansehnliche Zahl von 146 Stück aufweisen, wovon allein 43 Motoren in der Malerei benötigt werden.

Die Kraftzentrale ist ein Mischbau von Mauerwerk und Eisenbeton. Durch Fugen sind die drei Bestandteile: Heizungshaus, elektrische Zentrale und Kohlensilos scharf unter sich getrennt, sodass die zu erwartenden Setzungen sich an vorgesehenen Stellen auswirken. Die Ueberdeckung über dem Heizraum erfolgte mit

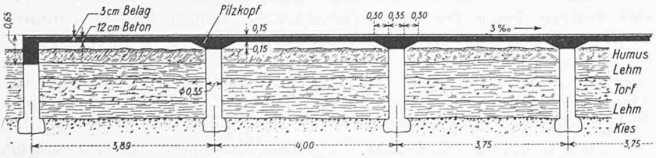


Abb. 35. Schnitt durch die Bodenplatte der Kranhalle mit ihrem Pfahlfundament. — Masstab 1 : 150

Alphaträgern, die hier auf eine Spannweite von 12 m gespannt sind. Die Kohlensilos weisen eine unsymmetrische Form auf, um ein besseres Rutschen der Kohlen zu ermöglichen und um durch die Auskragung wirtschaftlichere Plattenquerschnitte zu ergeben.

R. Steiger.

MITTEILUNGEN

220 kV-Kabel. Zwecks Zusammenarbeit der verschiedenen Energieversorger von Paris führt vom Unterwerk Chevilly im Süden über Villevaudé im Osten bis zum Kraftwerk Gennevilliers im Nordwesten der Metropole eine Verbindungsschleife von 220 kV. Nur gut die Hälfte dieser Höchstspannungsleitung ist als Freileitung gebaut. Die übrigbleibenden Stücke, Chevilly - Arrighi, Clichy sous Bois-Gennevilliers, mussten unterirdisch geführt werden, da sonst wegen der notwendigen Umgehungen von bebautem Gebiet, Flugplätzen usw. eine Längenentwicklung von über 200 km notwendig gewesen wäre. Erbauer der Kabelleitung ist die Società Pirelli, unter deren Leitung schon 1926 in Chicago und New-York Höchstspannungskabel für 132 kW verlegt wurden. Dem «Ingegnere» 1937, Nr. 6, sind die Daten des eine Normalleistung von 160 000 kVA aufweisenden Kabels zu entnehmen. Es hat einen zentralen Oelkanal von 15 mm ∅, einen Kupferquerschnitt von 350 mm², einen Aussendurchmesser von 97 mm und wiegt 27,3 kg/m. Die Kupferverluste betragen 10 kW/km, im Dielektrikum 3,4 kW/km. Bei einer Leitungslänge von rd. 18 km betragen demnach die Verluste rd. 330 kW, d. h. etwa 0,25 % der übertragenen Leistung. Das Kabel wurde von den Lieferfirmen in Rollen von 200 m angeliefert. Wegen der Oelfüllung mussten die Verbindungen besonders ausgebildet werden. Um eine Volumenänderung infolge Temperaturschwankungen zu ermöglichen, und um den Füllungsdruck konstant zu halten, sind besondere Ausgleichsbehälter notwendig. Die Ausführungsisolatoren an den Kabelenden sind rd. 2 m hoch. Seit Frühjahr 1936 sind die Kabelleitungen in regelmässigem Betrieb.

Druckverluste in industriellen Stahl-Rohrleitungen. Bekanntlich berechnet man nach Prandtl und Nikuradse alle glatten Rohre mittels einer einzigen Formel, indem die mittlere Erhöhung der Unebenheiten der Wandoberfläche berücksichtigt wird. Einen ähnlichen Weg einschlagend, behandelt Ing. Dr. R. Gregorig (siehe «L'Energia Elettrica», Juli 1936) die industriellen Rohrleitungen, indem er annimmt, alle künstlichen Unebenheiten seien proportional der Wandstärke e der Leitungen (dies gilt mit genügender Genauigkeit für einfach genietete Querverbindungen, jedoch nur annähernd für doppelt genietete Querverbindungen). Aeltere Formeln berücksichtigten den Rohrdurchmesser und führten einen Rauhigkeitsbeiwert ein. Gregorig führt in seiner Formel, seiner neuen Theorie entsprechend, noch die Wanddicke e und die charakteristische Länge L (für die sich die konstruktiven Charakteristiken des Rohres wiederholen) ein. Als Versuchsmaterial benützt Gregorig die selben Messresultate wie de Marchi (Versuche von Marchetti, Scimemi, Scobey usw.). Seinen Angaben nach ist die prozentuelle Abweichung von der Wirklichkeit der nach seiner Formel berechneten Werte geringer als bei Anwendung anderer gebräuchlicher Formeln. Der von Gregorig eingeschlagene Weg scheint uns äusserst interessant zu sein, und wir hoffen, dass weitere Arbeiten auf diesem Gebiete die Angaben von Gregorig bestätigen bezw. erweitern werden. Dr. Ing. Charles Jaeger.

Ein Schiffshebewerk für 1000 t-Kähne bei Magdeburg. Der Wasserspiegel des Mittellandkanals liegt in der Nähe von Magdeburg im Mittel etwa 15 m über dem der Elbe. Der Abstiegkanal, der gegenwärtig zwischen diesen beiden Wasserstrassen erstellt wird, erhält an Stelle zweier Schleusen ein Schiffshebewerk mit einem Trog von 85 m nutzbarer Länge und 12 m nutzbarer Breite; sein Eigengewicht beträgt 2100 t und der Wasserinhalt 2700 t. Der Ausgleich dieser Last, die ja bekanntlich von der Belastung der Kähne unabhängig ist, geschieht hier durch zwei Schwimmer von 10 m Durchmesser und 32 m Höhe, die in 54 m tiefen Schächten auf- und niedertauchen, im Gegensatz zum 1000 t Schiffshebewerk in Niederfinow (vergl. Bd. 108, S. 231*), wo der Trog an

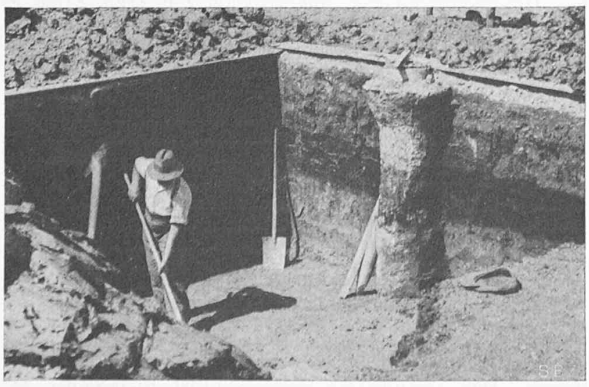


Abb. 36. Ausgegrabener Fundamentpfahl, Torfschicht sichtbar

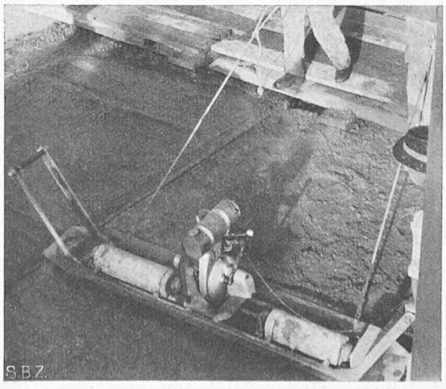


Abb. 37. Vibration der frischbeton. Bodenplatte