Das neue Zentralstellwerkgebäude: ein anspruchsvoller Hochbau

Autor(en): **Pfister, Alfred / Henggeler, Aldo**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **99 (1981)**

Heft 46: **Ausbau der Bahnanlagen in Olten 1975-1981**

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74596

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

käme einem Kraftakt gleich, welcher auch volkswirtschaftlich nicht vertretbar wäre. Hingegen sollte für Neu- und Umbauten durch die *Vereinheitlichung einzelner Bauteile* wie Wartehallen, Schalterfronten usw. und durch die Anwendung geeigneter Bausysteme ein neues bahnspezifisches Erscheinungsbild geprägt werden.

Der Bahnhof soll als öffentlicher Bereich gelten, welcher durch die Anwendung eines weltweit bekannten visuellen *Reisendenleitsystems das Reisen erleichtert* und durch besondere *Publikumseinrichtungen zum Verweilen einlädt.* Halten sich die nichtbahnbetrieblichen, jedoch auch dem Reisenden dienenden Einrichtungen in Grenzen, so werden grosse Bahnhöfe nicht zu Shopping-Centern mit Gleisanschluss degradiert, in welchen sich die Reisenden kaum noch zurechtfinden. Um der visuellen Verschmutzung der Bahnhofwelt zu steuern und als bescheidener erster Schritt in Richtung eines bahnspezifischen Erscheinungsbildes wurde 1977 ein *Wettbewerb für «Bahnhofmobiliar»* durchgeführt.

Unter dem Sammelbegriff «Bahnhofmobiliar» verstehen die SBB sowohl feste Einrichtungen als auch bewegliches Inventar, wie Wartehallen, Sitzbänke, Trinkbrunnen, Plakatwände, Leuchtkasten, Zwei-Rad-Unterstände, Skiständer, Abfallbehälter, Aschenbecher usw.

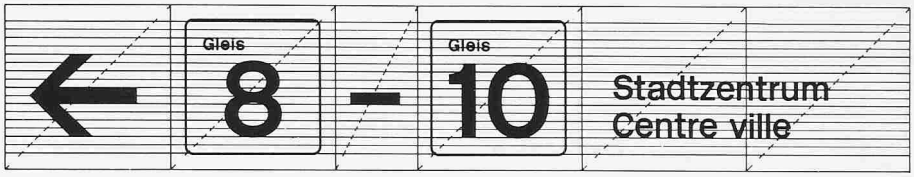


Bild 13. Visuelles Informationssystem in Bahnhöfen und Stationen. Gleisnummernkombination für mehrere Gleise und zusätzliche Informationen

Olten als Pilotobjekt

Der Personenbahnhof Olten wurde nun zum *Pilotobjekt für prämierte Vorschläge* einer Wartehalle, einer Sitzbank, eines Trinkbrunnens usw., wobei gleichzeitig auch in Aarburg, Rothrist und in Zofingen ein anderer, ebenfalls prämierter Wartehallentyp aufgestellt wurde (Bild 9–11).

Über eine gewisse Zeit mussten sich diese Einrichtungen *im praktischen Gebrauch bewähren.* Aus den Erfahrungen konnten Lehren gezogen und Verbesserungen in einer Weiterentwicklung angebracht werden.

Aber auch das in den letzten Jahren entwickelte *Beschriftungssystem* mit dem neuen Signet, der neuen Schrift (Helvetica halbfett) und den graphisch neu überarbeiteten Piktogrammen (Sinnbilder) wurde im Bahnhof Olten als Testlauf zur definitiven Herausgabe von verbindlichen Richtlinien konsequent angewendet (Bild 12, 13).

Olten ist für die SBB nicht nur ein wichtiger Eisenbahn-Knotenpunkt, sondern dürfte nun auch wegweisend für das Erscheinungsbild der SBB sein, denn eine öffentliche Dienstleistungsunternehmung wie die SBB, welche einem ebenso ständigen wie gewaltigen Konkurrenzdruck ausgesetzt ist, muss jederzeit alle verfügbaren visuellen Mittel langfristig werbewirksam einsetzen; sie muss sich *visuell profilieren.*

Literaturhinweis

Huber, U.: «Das visuelle Image der SBB». Werk/œuvre 3, 1976

Adresse der Verfasser: *H. Barth,* dipl. Arch. ETH, Chef Sektion Hochbau, *A. Pfister,* dipl. Arch. ETH/SIA/SWB, und *R. Birrer,* Arch. HTL, Sektion Hochbau, Bauabteilung Kreis II der SBB, 6000 Luzern.

Das neue Zentralstellwerkgebäude

Ein anspruchsvoller Hochbau

Von Alfred Pfister und Aldo Henggeler, Luzern

Die Aufgabenstellung

Künftige Erweiterung eingeplant

Die zahlreichen, komplizierten technischen Anlagen im neuen zentralen Stellwerkgebäude bilden das *eigentliche Nervenzentrum* der ausgebauten Eisenbahnanlagen im ganzen Raume Olten.

Im Personenbahnhof Olten ist ein *späterer Vollausbau der Gleisanlagen geplant.* Um die Voraussetzungen dafür zu schaffen, könnten die heutigen technischen Einrichtungen im Stellwerkgebäude noch im selben System ergänzt werden. Es ist kaum denkbar, die Steuerung neuer Aussenanlagen in 20 oder mehr Jahren mit der gleichen Technik zu bewältigen. Die neuen, noch kaum bekannten Elemente werden die dannzumal bereits veralteten teilweise ersetzen. Während der Bau- und Prüfungszeit dieser künftigen Anlagen müssten die zu ersetzenden Teile noch ständig in Betrieb bleiben. Das etappenweise Ersetzen der Anlage innerhalb der jetzigen Räume bleibt also undenkbar. Ein provisorisches Gebäude ist aus Kostengründen jedoch ausgeschlossen worden.

Diese theoretischen Zusammenhänge haben für den Hochbau folgende Bedingungen ergeben (Bild 1). Die bauliche Hülle muss sowohl eine *beschränkte Erweiterung* der heute gebauten technischen Einrichtungen als auch eine *Ergänzung mit einer künftigen Anlage* ermöglichen. Freiwerdende Räume sollen sinnvoll einer neuen Nutzung zugeführt und die heute erstellten Infrastruktursysteme (personelle und technische Erschliessung, Personalräume, Büros usw.) ständig weiterverwendet werden können. Diese besonderen Anforderungen sowie die Beziehungen zur Aussenanlage haben Standortwahl, Ausbildung des Baukörpers und Lage im Gelände massgeblich beeinflusst. Die internen Zusammenhänge wiederum sind durch die *unverhältnismässig vielen Randbedingungen* zum Teil verändert worden, so dass letztlich in bezug auf den Inhalt «Zentralstellwerk» ein spezielles, völlig atypisches Gebäude entstanden ist (Bild 2).

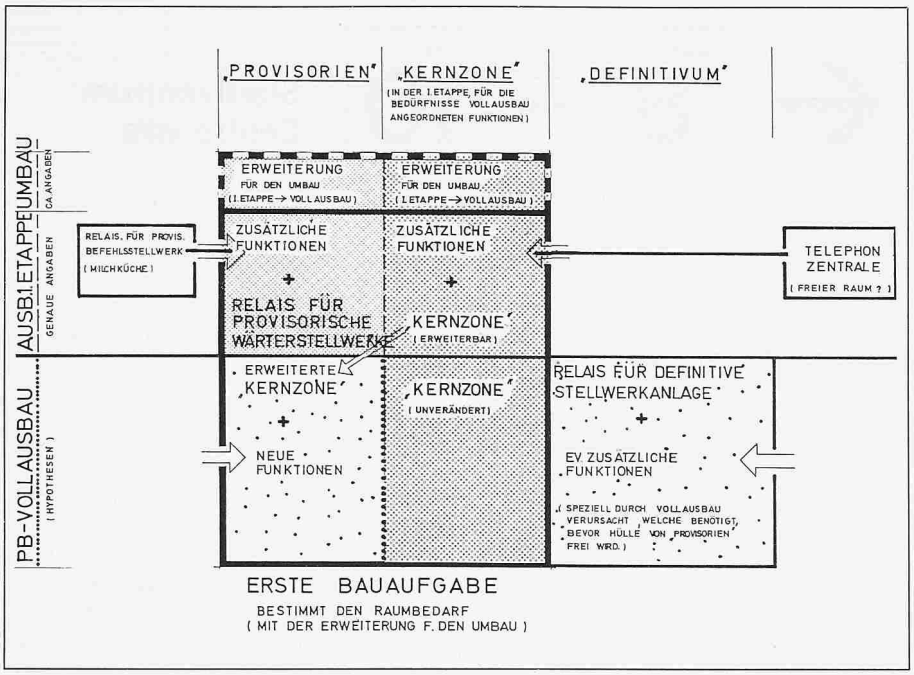


Bild 1. Graphische Darstellung eines möglichen Stellwerkkonzepts

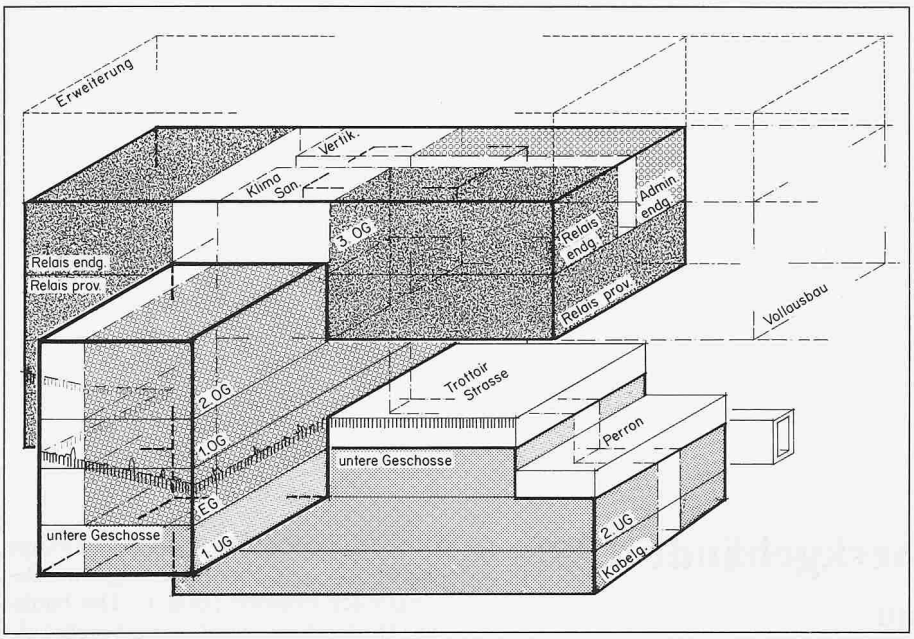
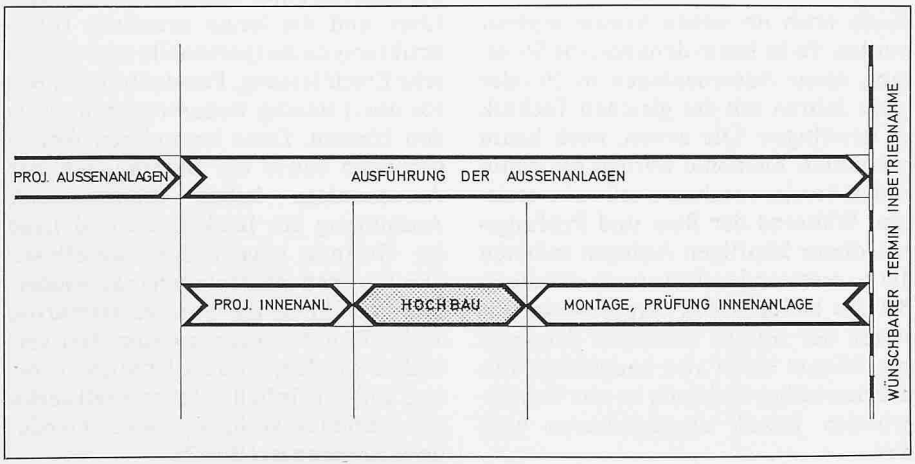


Bild 2. Räumliches Funktionsmodell

Bild 3. Übergeordnete zeitliche Zusammenhänge für den Bau eines Stellwerkgebäudes



Gewählte Lösung

Im endgültig bemessenen, schmalen Baukörper längs der Strasse befinden sich administrative Räume und Werkstätten. Der höhere Querkörper ist zur Aufnahme künftiger technischer Einrichtungen für den Vollausbau *über die Gleisanlagen* erweiterbar. Der Kubus enthält bis und mit der Ebene über der Strasse die *langfristigen technischen Provisorien* (Kommandoraum miteingeschlossen). Diese Räume würden nach Inbetriebnahme der vollständig ausgebauten Anlage frei und lägen richtig für eine allfällige Belegung mit öffentlichen Funktionen (evtl. Fussgängerverbindung über die Gleise). In den höheren Geschossen des Quertraktes könnten die technischen Einrichtungen mit bleibendem Charakter in Richtung Gleisanlage erweitert werden. Die zentrale, gemeinsame Grundfläche der beiden Körper enthält Vertikalverbindungen und Dienstleistungsräume (Klima, Sanitär usw.). Die beschränkte Erweiterung war Voraussetzung für eine künftige Umbauphase und kann in der gedrängten Situation durch blosses Aufstocken (ein Geschoss) des Querkörpers gelöst werden.

Die vier unterirdischen Geschosse mit abgetreppten Grundrissen bleiben *schweren* Nutzlasten (Versorgungszentralen) und Verteilungen vorbehalten. Diese Geschosse sind über einen begehbaren *Kabelquerstollen* unter den Gleisen zugänglich. Ab Höhe Bahnhofgebäude, wo auch die Heizzentrale für das Stellwerkgebäude liegt, verbindet ein Rohrquerschnitt als *natürliche Entwässerungsmöglichkeit* den Kabelstollen mit dem Aareufer.

Stark eingezwängte Realisierung

Die Projektierungsgrundlagen für die technischen Einrichtungen in einem Stellwerkgebäude ergeben sich erst mit der genauen Bestimmung aller abhängigen Aussenanlagen. Deren Ausführung bestimmt aber letztlich den wünschbaren Zeitpunkt einer frühest möglichen Nutzung der kostspieligen Gesamtanlage. Die Grundlagenbeschaffung kann erst relativ spät abgeschlossen werden. Vom verbleibenden Zeitraum bis zur Inbetriebnahme ist die mutmassliche Instruktions-, Prüfungs- und Montagezeit der technischen Gebäudeeinrichtungen zu subtrahieren. Somit verbleibt für Planung und Bau der Hülle ein *sehr kurzer und relativ früher Zeitraum* (Bild 3).

Bewegliches Bausystem

Die zeitlichen Forderungen und die notwendige Beweglichkeit von Planungsbeginn bis zu einer allfälligen Er-

weiterung in Zukunft haben die Mittel bestimmt: ein bewegliches, *besonders installationstransparentes* Bausystem mit kurzer Montagezeit und aufbereiteter Planungsmethode. Als Regiebetrieb des Bundes haben die SBB besonderen Wert auf ein sogenannt offenes System gelegt, bei dem möglichst viele Arbeiten bzw. Materiallieferungen frei vergeben werden können. Bei der Auswahl des Systems ist dem Aspekt Beweglichkeit gemäss nachstehender Aufstellung eine besondere Bedeutung zugemessen worden.

Anpassungsfähigkeit des Erstzustandes («Was kann ich planen?»):

- Beliebige Räume bilden
- Möglichst frei mit Installationen durchdringen
- Anpassen an bauphysikalische Bedingungen (Schall, Wärme, Feuchtigkeit, Brand usw.)
- Anpassen an statische Bedingungen (Nutzlast, Spannweite)

Nachträgliche Veränderbarkeit («Was kann ich am fertigen Gebäude verändern?»):

- Erweitern und Redimensionieren in allen Konstruktionsrichtungen
- Umnutzen, Neuaufteilen des umbauten Raumes
- Nachträgliches Verändern aller Teilsysteme hinsichtlich ihrer Leistung
- Wiederverwenden der einzelnen Bauteile

Erfahrungen mit systematisierter Planung und Bauweise

Entwurf

Das Entwerfen mit Bausystemen *braucht Übung*. Einerseits sind Erfahrungswerte hinsichtlich des optimalen Einsatzes des betreffenden Systems notwendig, anderseits müssen auch die Möglichkeiten und Grenzen des Systems bekannt sein. Die festgelegten Masssprünge entsprechen nicht immer zum vornherein den genauen Bedürfnissen. Mit der häufigen Anwendung ergibt sich allerdings recht bald eine Fertigkeit, Geometrie und Bedürfnis unter einen Hut zu bringen. Der Entwerfer erfährt eine Beschränkung aufs Wesentliche, wobei die Freiheiten eines guten Systems auch neue Möglichkeiten eröffnen. Es kann eine Vereinheitlichung des Erscheinungsbildes für Bahnbauten erreicht werden, ohne Verzicht auf eine inhaltsbezogene, differenzierte formale Aussage. Das systematische Vorgehen bringt für alle Bereiche standardisierte Teilergebnisse, welche jederzeit neu kombiniert werden können.

Während der Ausführungsplanung ist ein frühzeitiges Erfassen aller grundsätzlichen Bedürfnisse notwendig. Nachträgliche Anpassungen an vorfabrizierte Elemente sind möglichst zu vermeiden.

Beweglichkeit wird nur mittels *Leichtbauweise* erreicht. Die Wände tragen nicht und haben für die Anordnung von Nutzlasten nur geringe Bedeutung. Schwere Konsolkonstruktionen an den Wänden sind grundsätzlich, auch im Hinblick auf die gewünschte Beweglichkeit, zu vermeiden. Ist ein Abstellen auf den Boden nicht möglich, können die Unterkonstruktionen von Wänden und Decken zur direkten Befestigung leichterer Gegenstände benützt werden.

Das angebotene *Hohlraumsystem* für die Installationen ist möglichst gleichmässig und voll auszulasten, damit kein unnötiger Raum umbaut wird. Horizontale Kabelverbindungen grösseren Kalibers können nur mit Mühe in ungerichtete Strukturen eingefädelt werden. Im Bereiche entsprechend intensiver Erschliessungszonen ist unter Umständen eine zweckdienliche Modifikation des ungerichteten Systems bzw. die Kombination mit konventionellen Bauteilen von Vorteil. Die einzelnen Elemente sind *kleine «Apparate»*, welche nicht von «Uneingeweihten» verändert werden dürfen. Unkoordinierte Einflüsse zerstören unter Umständen das Zusammenspiel des Ganzen. Das ist übrigens auch der Grund, weshalb eine teilweise Systematisierung von Bauteilen zusätzliche Probleme schafft. Das System ist nur so gut wie sein schlechtester Anschluss.

Unkontrollierte *Veränderungen der äusseren Bedingungen* können im Systembau recht augenfällige Folgen zeigen. In Olten ist durch *fehlende Abschottungen* über die kaminartigen *Kabelaufstiege* ein starker thermischer Auftrieb entstanden, der in verschiedenen Räumen der oberen Geschosse, trotz speziell konzipierter Lüftung, einen *hohen Überdruck* erzeugt hat. Die zum Teil stark befeuchtete Luft der Relaisräume ist durch die Elementfugen der beweglichen Fassade entwichen und hat im Winter zu einzelnen Vereisungen geführt. Auf Kosten der Beweglichkeit sind in den betroffenen Räumen nachträglich die Elementstösse ausgekittet und massgebende Hohlräume ausgeschäumt worden. Diese Massnahmen haben sich bald als richtig und absolut genügend erwiesen. Ähnliches geschieht auch am konventionellen Bau, meistens aber in einer eher versteckten Form. Im Systembau zeigen sich die Folgen erfahrungsgemäss schneller, bevor eigentliche Schäden auftreten. Eine nachträgliche Anpassung der Konstruktion an veränderte, äussere Bedingungen ist auf einfachere Art und Weise möglich.

Realisierung

Die geforderte und auf dem Papier ausgewiesene Beweglichkeit ist bei dem am neuen Zentralstellwerkgebäude angewendeten Bausystem auf einfache Art zu verwirklichen und in verschiedenen Fällen auch unbedingt notwendig gewesen. Für die *rasche Verwirklichung einer installationsintensiven Anlage* mit ähnlichen Problemen, hinsichtlich Grundlagenbeschaffung, ist der in Olten eingeschlagene Weg sicher eine gute Lösungsmöglichkeit.

Die detaillierte Abrechnung ergibt für das Zentralstellwerkgebäude Olten einen Kubikmeterpreis nach SIA (inkl. el. Hausinstallationen und Honorare) von Fr. 323.95. Dabei sind die verschiedenartigen Erschwernisse wie Grundwasser, Felsaushub, zwei Ankerlagen, Aufrechterhalten des Verkehrs usw. mit zu berücksichtigen. Wir können abschliessend feststellen, dass der Systembau mittels rationeller Fertigung und Montage, trotz wesentlich höherer Leistungsfähigkeit, in bezug auf Kosten absolut *konkurrenzfähig* bleibt.

Rund 70% der Arbeiten sind *öffentlich ausgeschrieben* worden (ohne bahnspezifische Betriebseinrichtungen). Von den verbleibenden 30% systemgebundener Elemente sind wiederum einzelne Teile oder mindestens die grösseren Materiallieferungen auf Wunsch der Bauherrschaft im Raume Olten vergeben worden, so dass schliesslich nur mehr ungefähr 15% der Arbeiten und Materiallieferungen durch die Systembau-Unternehmungen erfolgt sind.

Die Systembau-Unternehmungen sind nicht identisch mit den Systemplanern, was eine Kommerzialisierung des Bausystems erschwert. Alle Bauteile, mit Ausnahme des horizontalen Stahltragwerkes, sind derart aufgebaut, dass im Prinzip *jede herkömmliche Unternehmung* die Systemteile ohne besondere Vorinvestitionen herstellen kann. Es entstehen somit keine Monopolstellungen und die freie Konkurrenz bleibt gewährleistet.

Die Systembau-Unternehmungen haben trotz dem massgeblichen Einfluss der Bauherrschaft auf die Vergebung von Arbeiten und Materiallieferungen auch im Systembereich für alle Bauten eine *solidarische Haftung über das Zusammenspiel* aller Systemteile übernommen. Bis heute ist diese Dienstleistung jedoch kaum gebraucht worden. Die Bauten haben sich hinsichtlich Qualität und Gebrauch schon über einige Jahre gut bewährt.

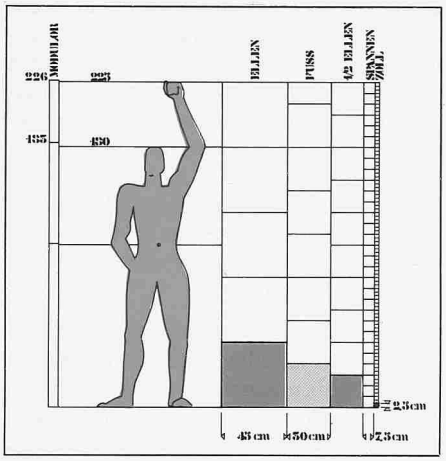
Planung und Bauvorgang

Planung mittels eines additiven Bausystems - als aufbereitete Methode

Bausystem ist ein Ordnungssystem oder -prinzip, das die Subsysteme

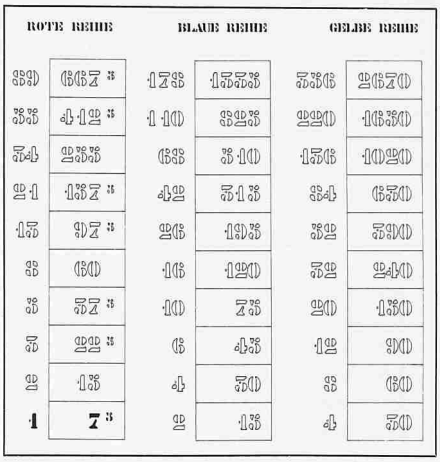
- Einrichtung
- Installation
- Ausbau (Trennen)
- Tragen (Tragkonstruktion)

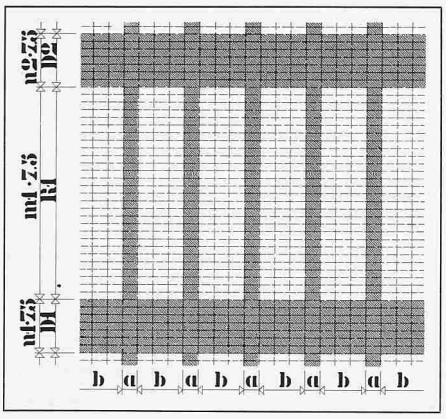
koordiniert und die Kombinationsmöglichkeiten von Elementen und Elementgruppen, ohne Festlegung von Kombinationen, aufweist. (Definition H. Spieker, Bauen + Wohnen)



Massordnung

Eine Massreihe, die zu einem harmonischen Verhältnis (Goldener Schnitt) tendiert, deren Elemente ganzzahlig auftreten und welche die Überlagerung verschiedenster Klein- und Grossmodule ermöglicht.



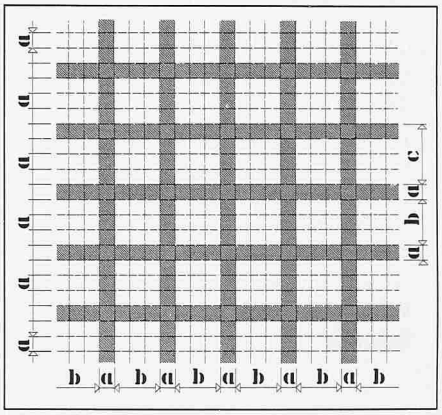


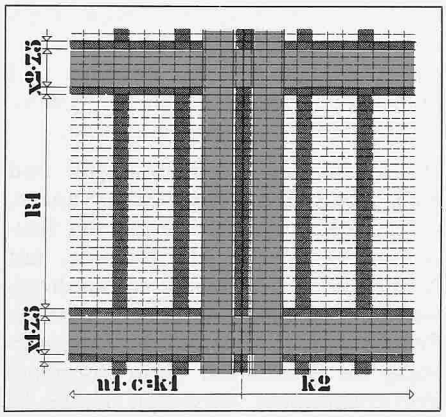
Struktur, Geometrie, Raster

a) Ausbauraster
Koordination zwischen den Elementen des Ausbausystems

Ausbauraster vertikal (Bild links):
Ausbauraster als Bandraster (rechtwinkliger Bandraster)
horizontal: 1,20 (0,60; 1,80) m
vertikal: 0,15 (0,075) m
Bandbreite: 15 cm

Ausbauraster horizontal (Bild rechts):
Grossmodul: 0,60 (0,30) m
Modul: 0,15 (0,10) m

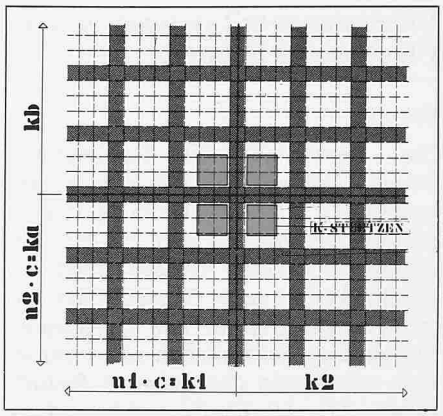


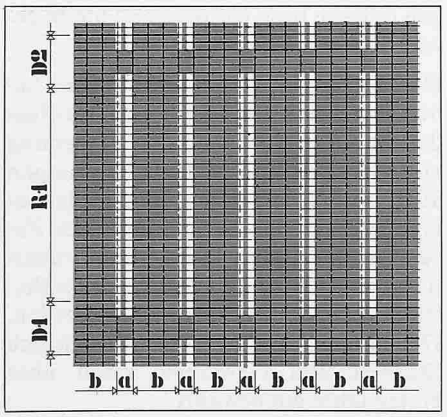


b) Tragraster
Koordination zwischen den Elementen des Trag- und des Ausbausystems

Überlagerung zwischen Trag- und Ausbauraster vertikal (Bild links):
- Tragraster als rechtwinkliger Axialraster
- Spannweiten: $n \times 1{,}20$ m bzw. $n_1 \times 1{,}80$ m
- Konstruktionshöhen: $n \times 0{,}075$ m
- (Tragsystem als Skelettkonstruktion)

Überlagerung zwischen Trag- und Ausbauraster horizontal (Bild rechts):
- Aufteilung der Stützen (Mehrstützigkeit)
- Die Eigenstützigkeit der Tragfelder ermöglicht die Addition (vertikal und horizontal) von selbständigen Tischen.

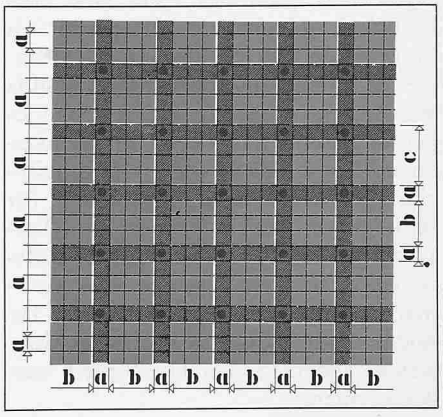




c) Durchlässigkeit
Koordination der geforderten Durchlässigkeit (für die verschiedenen Installationssysteme) mit den Elementen des Trag- und Ausbausystems

Definition des Hohlraumrasters vertikal (Bild links): Hohlraumraster für die Installationsführung (rechtwinkliger Bandraster) Ausbau- und Tragsystem weisen horizontal und vertikal koordinierte Hohlraumsysteme für die Installationsführung auf.

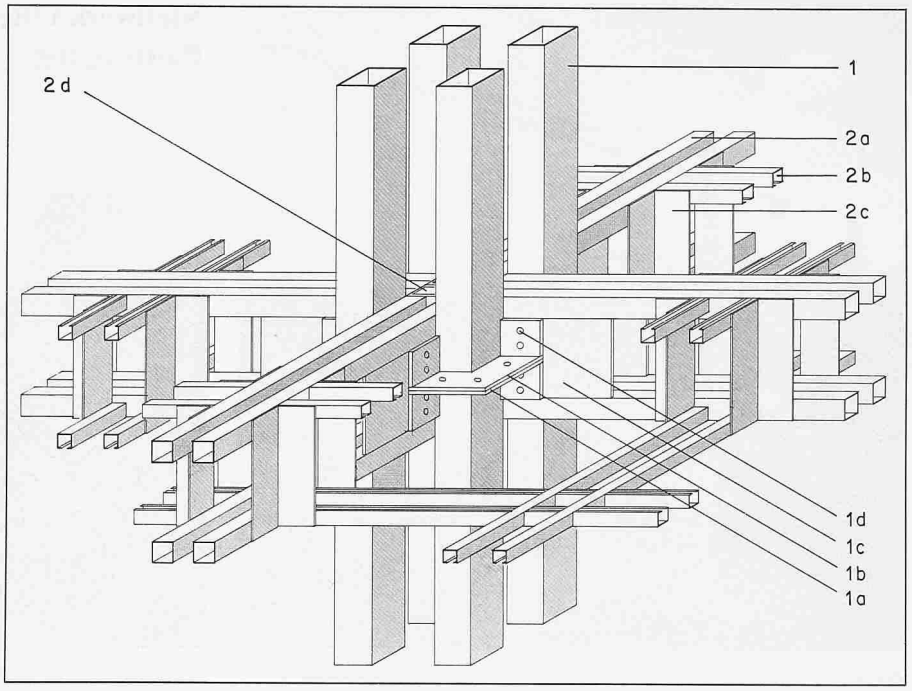
Definition des Hohlraumrasters horizontal (Bild rechts):



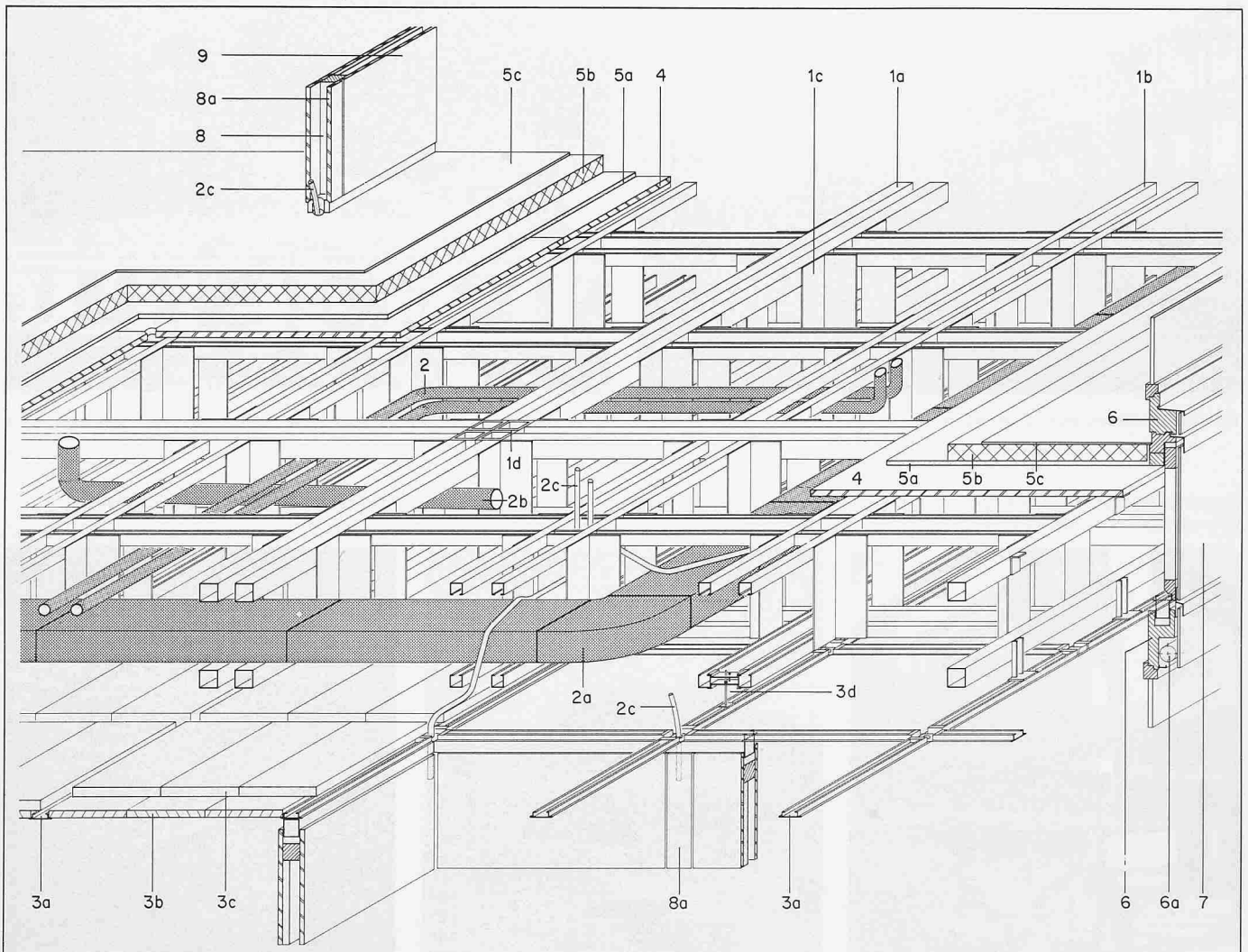
Elemente des Bausystems

Isometrische Darstellung einer Vierlingsstütze mit den Anschlüssen an den Gitterträgerrost

1 Stütze (Winkel- oder Rohrstütze), 1a Kopfplatte, 1b Fussplatte, 1c Schubblech, 1d Verschraubung mittels hochfester Hubbolzen, 2a Randträger, 2b Feldträger, 2c Schubblech, 2d Trägerkopplung (die Verschraubung mittels hochfester Hubbolzen).

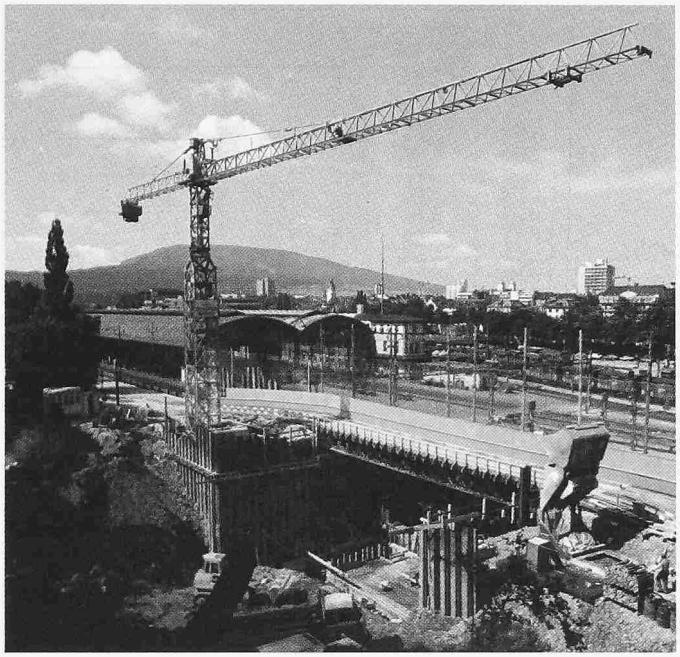


Isometrische Darstellung eines Dekkenausschnittes:

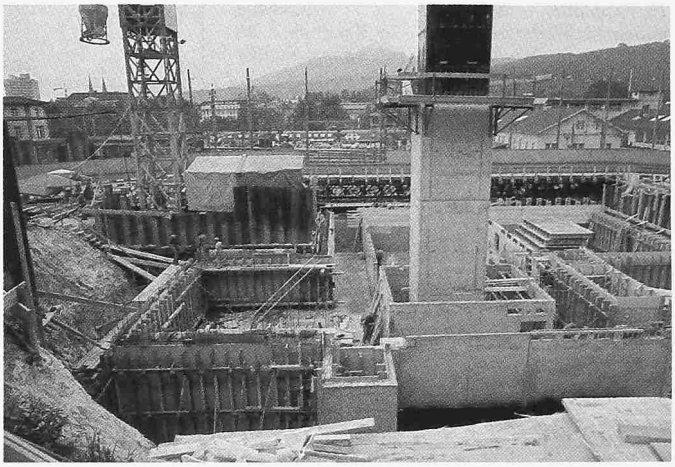


1a Randträger
1b Feldträger
1c Schubblech
1d Trägerkopplung (Verschraubung mittels hochfester Hubbolzen)
2 Leitungen
2a Lüftungskanal
2b Ablaufrohr
2c Elektr. Leitung
3a Unterdeckenfries
3b Unterdeckenplatte
3c Luftschallisolation (Horizontalabschottung 30 bis 60 dB)
3d Aufhängung Unterdecke
4 Bodenplatte
5a Trittschallisolation (Körperschallisolierung bis 65 dB)
5b Unterlagsboden
5c Bodenbelag
6 Aussenwandelement
6a Rollstoren (eingebaut)
7 äusserer Deckenrand
8 Innenwand-Bandrasterknoten
8a Knotenabdeckung
9 Innenwandelement

Stellwerk Olten: ein spezieller Bauvorgang



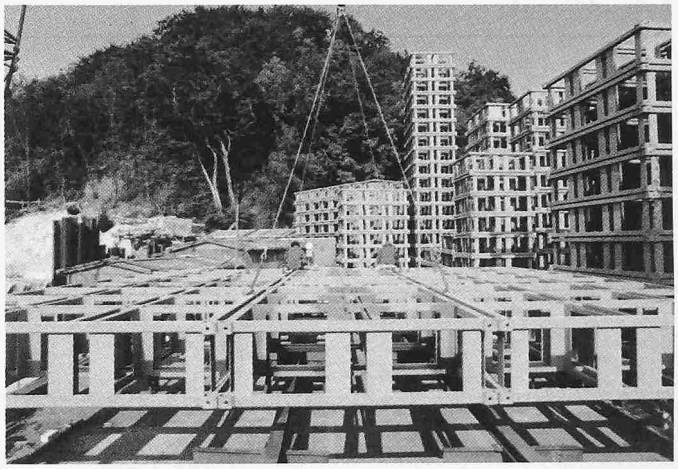
Baustelleneinrichtung mit Hilfsbrücke über Gleisanlagen als Umfahrung



Baumeisterarbeiten in den Untergeschossen

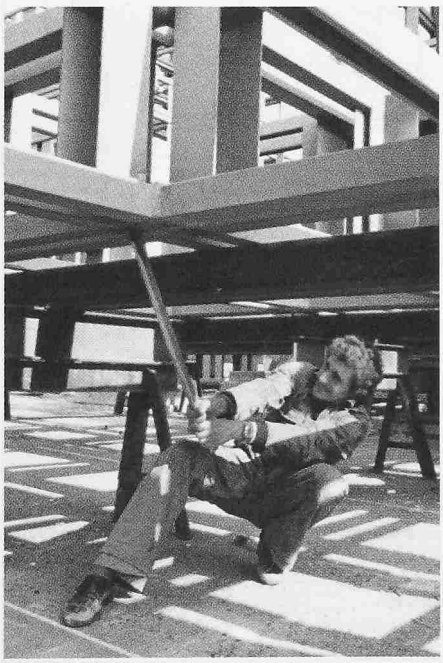


Transport der Gitterträger auf die Baustelle

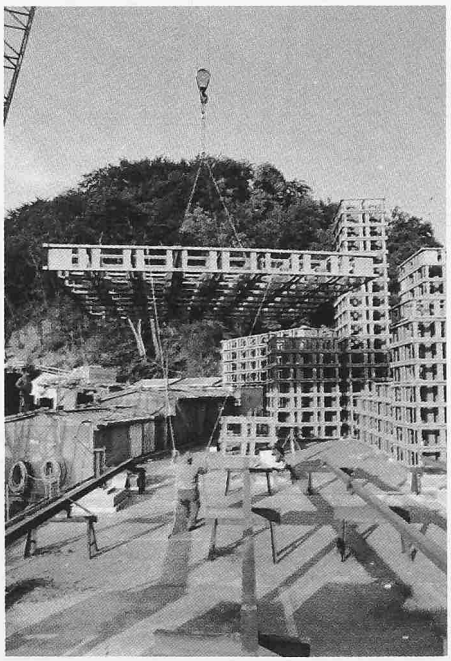


Arbeitsbühne für den Zusammenbau der Gitterträger mit Stapelplatz (Zwischenlager)

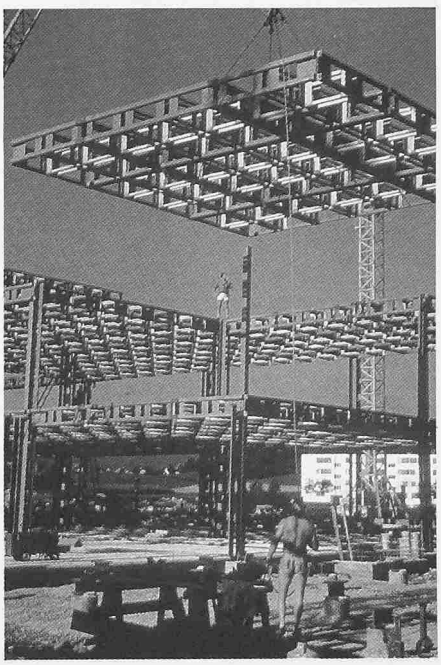
Zusammenbau der einzelnen Träger von Transportgrösse auf Grösse der benötigten statischen Felder

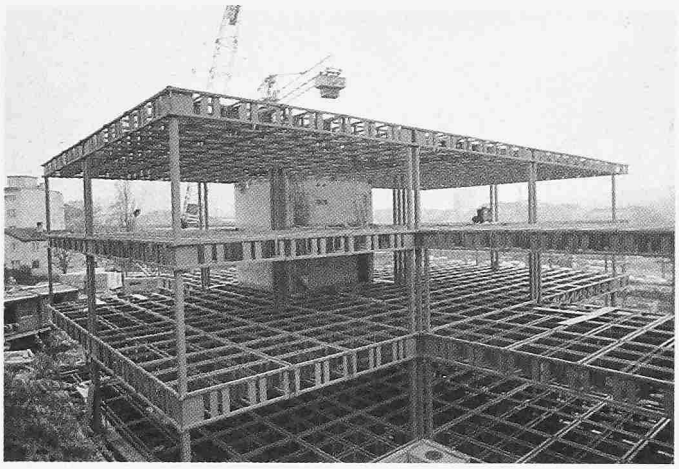


Abheben der fertig zusammengebauten Flächentragwerke



Montage der Flächentragwerke am Bau

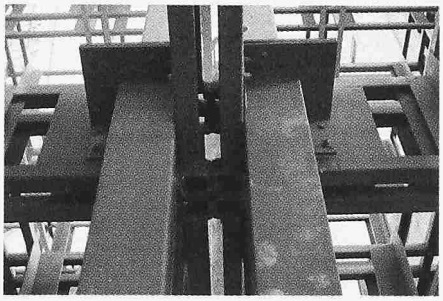




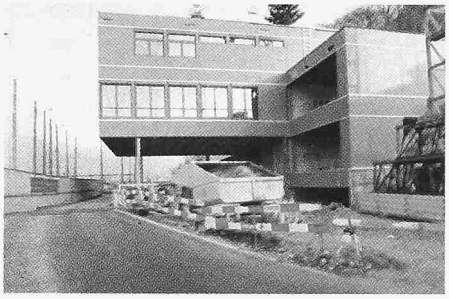
Fertiger Stahlbau



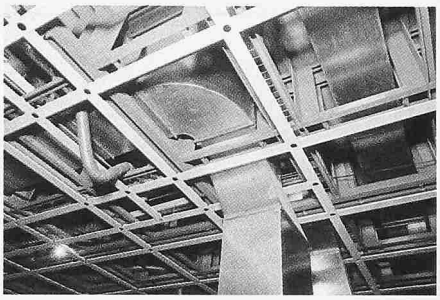
Montage der Dach- und Deckenränder



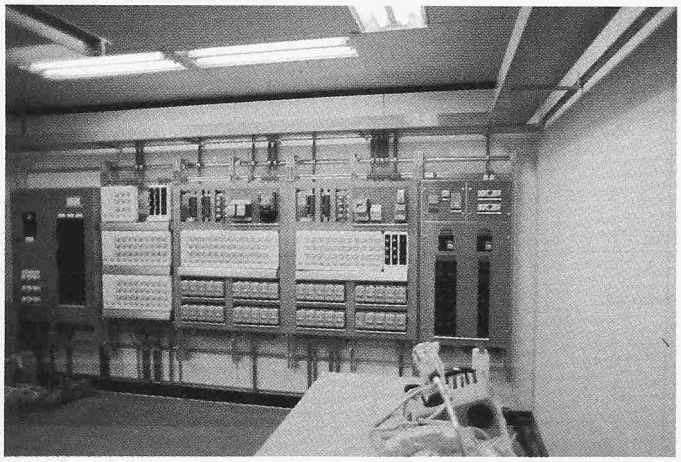
Stützenanschluss



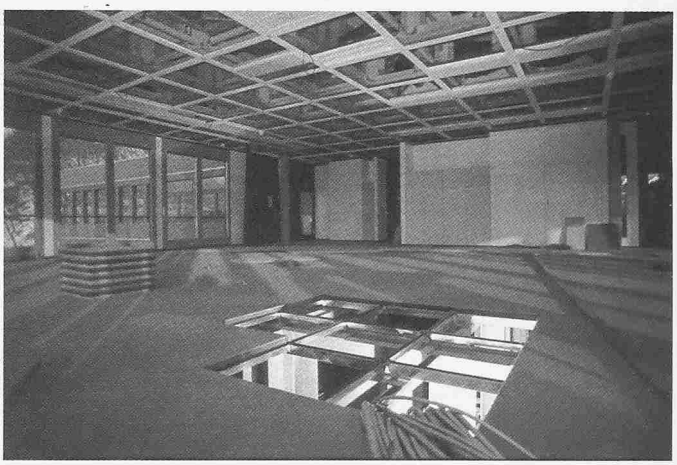
Montage der Fassadenelemente



Rohinstallation Lüftung

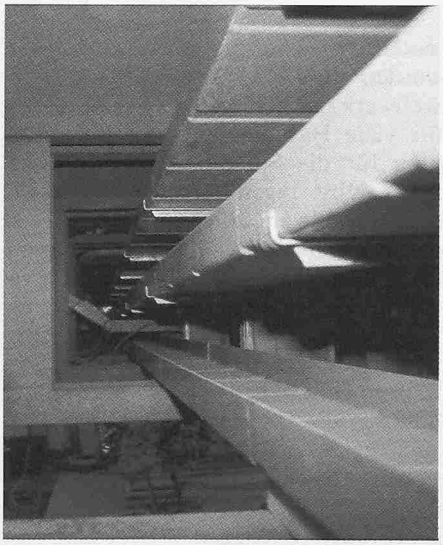


Fertig- und Betriebsinstallation

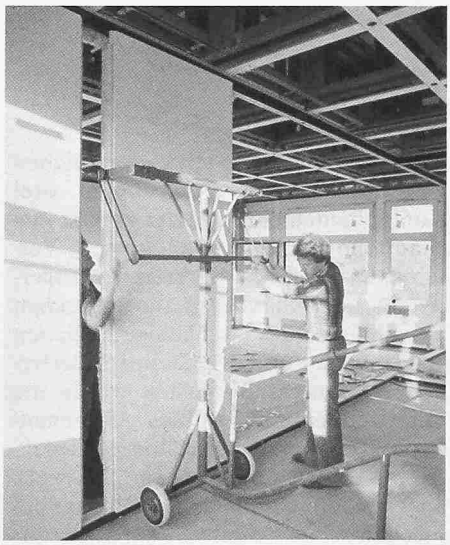


Schliessen der Computerböden

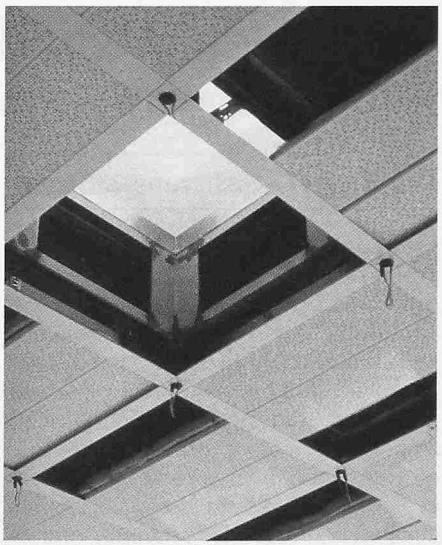
Rohinstallation Kabelkanäle

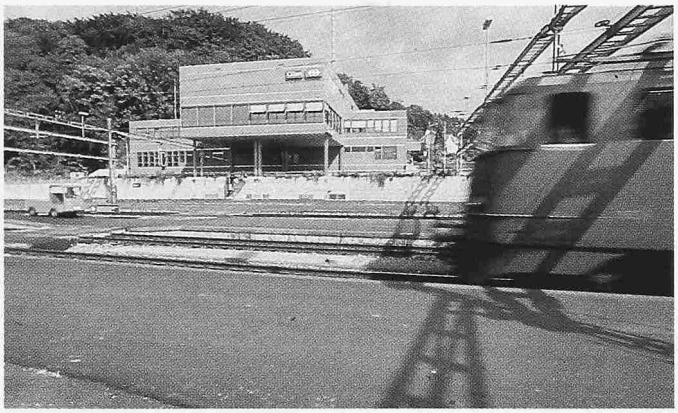


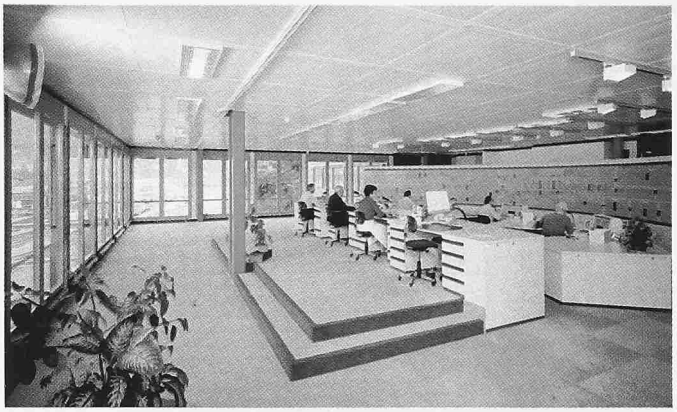
Montage der Trennwände



Montieren der Unterdecke und Deckenlampen







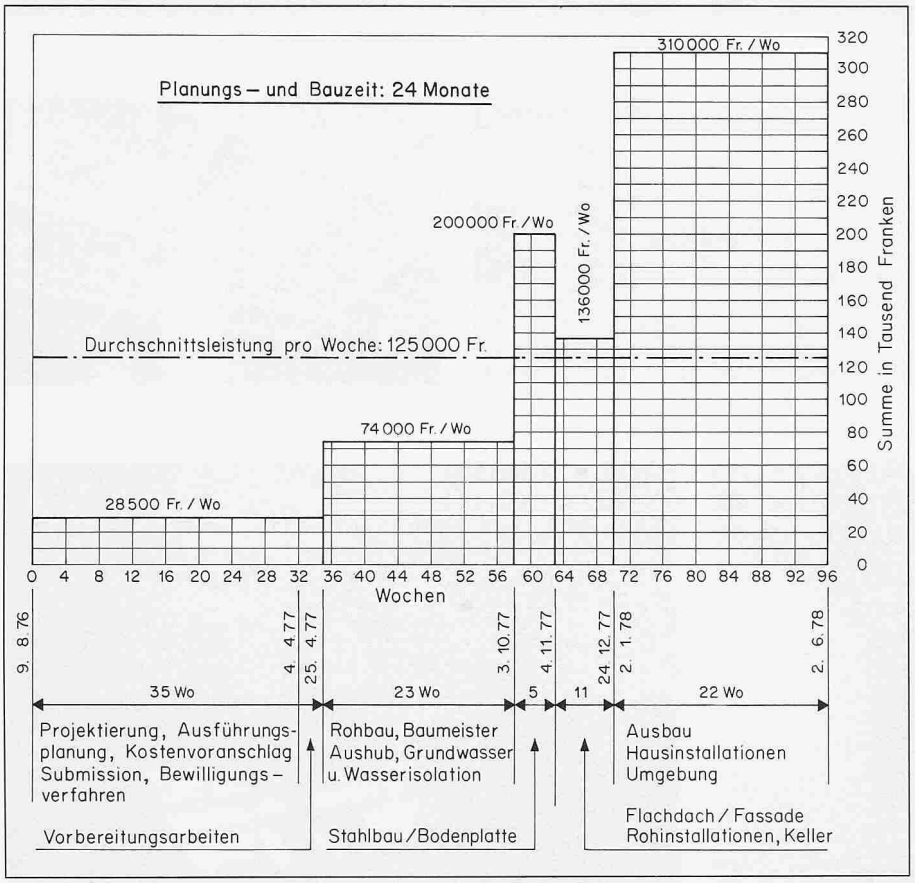


Bild oben links: Zentralstellwerk (Ansicht von Westen)

Bild oben rechts: Kommandoraum (Innenansicht)

Bild links: Leistungen (in Fr.) während des Planungs- und Betriebsablaufs

Die Kapitel «Aufgabenstellung» und «Erfahrungen mit systematisierter Planung und Bauweise» stammen von A. Pfister, während «Planung und Bauvorgang» ff. von A. Henggeler dargestellt werden.

Adressen der Verfasser: *A. Pfister,* dipl. Arch. ETH/SIA/SWB, Sektion Hochbau, Bauabteilung Kreis II der SBB, 6000 Luzern, und *A. Henggeler,* Arch. HTL, c/o Architekten Furter + Henggeler, Weinmarkt 9, 6004 Luzern.

Sicherungsanlage Olten

Von Edgar Suter und Fridolin Haas, Luzern

Der Begriff «Sicherungsanlage»

Der Zugsverkehr wurde schon in den Anfangszeiten der Eisenbahn durch ortsfeste Signale gesteuert (Bild 1). Zur Erhöhung der Betriebssicherheit hat man später auch die Lage der Weichen überprüft und die Fahrtstellung des Signales von der richtigen Weichenlage abhängig gemacht. Eine weitere Einrichtung, der Blockapparat, überwacht den einzustellenden Fahrweg bezüglich der Besetzung durch Fahrzeuge und allenfalls bereits eingestellte «feindliche» Gegenfahrstrassen. Aus diesen drei Komponenten entstand der vorerst mechanische *Stellwerkapparat.* Verschlussstangen und Sperren verhinderten in überschaubaren mechanischen Verschlüssen das unzulässige Bedienen von Signalen und Weichen. Im Bestreben nach mehr Sicherheit wurde die Gleisfreimeldung mittels Schienenstromkreisen und Achszählern als elektrische Einrichtungen dem Stellwerk angegliedert: damit war der Schritt vom mechanischen Stellwerkapparat zur modernen Sicherungsanlage eingeleitet worden (Bild 2). Während beim alten Stellwerk der bedienende Beamte noch für viele Handlungen die Verantwortung für die Sicherheit des Zugsverkehrs selbst tragen musste, sind im modernen Stellwerk alle Regelhandlungen durch die technischen Einrichtungen nach dem «fail safe» Prinzip abgesichert. Selbst unrichtige Bedienungen können nicht zu zugsgefährdenden Betätigungen von Signalen und Weichen führen. Dass neben der sehr grossen Erhöhung der betrieblichen Sicherheit auch noch eine wesentliche Rationalisierung durch Vereinfachung der Bedienung resultierte, lässt sich am folgenden Beispiel zeigen.