

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 83 (1965)  
**Heft:** 45

**Artikel:** Städtebau durch industrielle Fertigung. III: Die industrielle Realisation  
**Autor:** Lanners, Edi / Lanners, Ruth / Wahlen, Res  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-68304>

### **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:** 09.02.2026

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

Der Zustandsänderung zugeordnete Koleistung:

$$4.9 \quad \dot{E}_{m\alpha}^+ = -\dot{M}_\alpha \Delta k_{c\alpha\alpha}$$

Der Wärme zugeordnete Koleistung:

$$4.10 \quad \dot{E}_{qi}^+ = \int \eta_a^i \delta \dot{Q}_i^+$$

Thermodynamische Leistungsverluste:

$$4.11 \quad \dot{L} = T_a \frac{dS^0}{dt} \geq 0$$

Auf Grund dieser Definitionen folgt aus Beziehung 4.5 für die ausgetauschte Leistung:

$$4.12 \quad \dot{E}^- = \sum_\alpha [\dot{E}_{m\alpha}^+] + \sum_i [\dot{E}_{qi}^+] - \dot{L}$$

Wenn alle internen Vorgänge *umkehrbar* wären, d. h. wenn gelten würde:

$$dS^0 = 0 \quad \dot{L} = 0$$

dann erhielten wir die *maximal ausgetauschte Leistung*:

$$4.13 \quad \dot{E}_{\max}^- = \sum_\alpha [\dot{E}_{m\alpha}^+] + \sum_i [\dot{E}_{qi}^+]$$

Diese Beziehung setzt voraus, dass das System genau die gleiche resultierende thermodynamische Zustandsänderung erfährt und dass die ausgetauschten Wärmefflüsse  $\delta \dot{Q}_i^+$  dieselben bleiben (ausgenommen der Wärmeffluss, der bei der Temperatur  $T_a$  mit der Atmosphäre ausgetauscht wird, was aber die Bilanz nicht verändert, da ja die dieser Wärme zugeordnete Koleistung gleich Null ist). Im Gegensatz zum realen Fall gibt es keine innere Reibung (d. h. interne Dissipation), jeder innere Wärmeübergang verläuft ohne Temperaturabfall (keine interne «Entwertung»), und auch die restlichen inneren Vorgänge verlaufen umkehrbar.

Im realen Fall haben die internen Nichtumkehrbarkeiten für den Ingenieur zur Folge, dass die ausgetauschte Leistung um den Betrag  $\dot{L}$  vermindert wird. Die Grösse  $\dot{L}$  kann nur positiv oder gleich Null sein. Sie enthält alle auf interne Nichtumkehrbarkeiten zurückzuführenden Verluste und stellt das dar, was wir die *thermodynamischen Leistungsverluste* nennen.

Die vorstehenden Beziehungen lassen nun die folgenden fundamentalen Eigenschaften hervortreten:

- Die der Zustandsänderung zugeordnete Koleistung ist gleich dem Produkt aus dem Massenfluss eines Strömungsnetzes und der Änderung der totalen Koenthalpie pro Masseneinheit vom Eintritt in das System bis zum Austritt aus dem System.
- Die der Wärme zugeordnete Koleistung ist gleich dem Produkt aus Carnotwirkungsgrad und ausgetauschtem Wärmeffluss.
- Die thermodynamischen Leistungsverluste sind gleich dem Produkt aus Temperatur  $T_a$  und der zeitlichen Entropiezunahme infolge der internen Nichtumkehrbarkeiten.
- Die ausgetauschte Leistung ist gleich der Summe der Koleistungen vermindert um die thermodynamischen Leistungsverluste.
- Die maximal ausgetauschte Leistung ist gleich der Summe der Koleistungen.

Wir wollen nun die Bedeutung der Glieder von Gleichung 4.12 etwas näher betrachten:

a) Der Ausdruck  $\dot{E}_{m\alpha}^+$  gibt an, welche maximale Leistung einzig auf Grund der thermodynamischen Zustandsänderung längs dem das System durchquerenden Strömungsnetz  $\alpha$  erhältlich ist. Wir stellen dabei fest, dass die bestimmende Zustandsgrösse hierfür nichts anderes ist als die totale Koenthalpie pro Masseneinheit, deren genaue Untersuchung in Kap. 2 sich demnach voll gerechtfertigt hat. Das Minuszeichen gibt an, dass ein Strömungsnetz Leistung abgeben kann, wenn seine totale Koenthalpie pro Masseneinheit abnimmt.

b) und c) Die Ausdrücke  $\dot{E}_{qi}^+$  und  $\dot{L}$  geben Anlass zu den gleichen Betrachtungen wie im vorstehenden Kapitel für  $A_{qi}^+$  und  $L$ . Wir wollen deshalb nicht darauf zurückkommen.

Wir weisen nur darauf hin, dass überall «Arbeit» durch «Leistung» ersetzt werden muss und dass sich Integrationen jeweils auf den Raum und nicht etwa auf die Zeit beziehen.

Schliesslich soll bemerkt werden, dass die Gleichungen 4.2 und 4.11 zu folgender Formulierung der thermodynamischen Verluste führen:

4.14

$$\dot{L} = \sum_\alpha \left[ \int \frac{T_a}{T_\alpha} \delta \dot{R}_\alpha \right] + \sum_{\alpha\beta} \left[ \int \left( \frac{T_a}{T_\beta} - \frac{T_a}{T_\alpha} \right) \delta \dot{Q}_\beta^\alpha \right] + T_a \frac{dS^i}{dt} \geq 0$$

Um die obige Theorie zu veranschaulichen, wollen wir nun einige praktische Anwendungen behandeln.

Schluss folgt

## Städtebau durch industrielle Fertigung

Von **Edi und Ruth Lanners und Res Wahlen**, Dipl. Architekten S. I. A., Zürich

DK 711.4:624.92.002.22

Schluss von Seite 818

### III. Die industrielle Realisation

Von **Alfred Ruprecht**, dipl. Ing. S. I. A., Wettingen

#### 1. Allgemeine Zielsetzung

Grundsätzlich wird eine produktionsintensive Fließbandmethode (bis 5000 Wohnungen pro Jahr) nur dann als möglich erachtet, wenn diese Kapazität in einem Einzugsgebiet von 100 km Radius langfristig untergebracht und kontinuierlich ausgeschöpft werden kann. Diese Möglichkeit ist das Optimum einer wirtschaftlichen Produktion mit einem Minimum an Arbeitskräften als Lösung auf weite Sicht anzustreben. Eine gesicherte Nachfrage rechtfertigt dann auch die entsprechend hohen Investitionen. Die Produktionsmethode muss dabei bis ins kleinste Detail durchdacht und ausgereift sein.

Demgegenüber steht die arbeitsintensive Methode der sogenannten fliegenden Elementfabriken. Hier bleiben die Investitionen verhältnismässig klein, viele Produktionsvorgänge werden manuell durchgeführt, was einen hohen Arbeiterbestand bei kleiner Kapazität zur Folge hat.

Unter den heutigen Voraussetzungen scheint uns keine der oben erwähnten Möglichkeiten zu befriedigen. Die arbeitsintensive Methode kann die wesentlichen Probleme der integralen Vorfertigung nicht wirtschaftlich lösen. Die Leistung ist zu klein, das Produkt zu teuer.

Eine rasch einsetzende produktionsintensive Methode würde aber an der eigenen Leistung ersticken, da am Anfang der Absatz noch nicht auf lange Sicht gesichert wäre.

Die ideale Methode kann aber in einem Kompromiss der beiden Möglichkeiten gefunden werden: *sie muss mit der kleinstmöglichen Produktionsziffer einsetzen und sich alle Möglichkeiten einer optimalen Fließbandproduktion offen halten*. Sind die «Kinderkrankheiten» überstanden und der Absatz gesichert, so kann die Kapazität entsprechend bis zur Grösse von 5000 Wohnungen pro Jahr gesteigert werden.

Aus obigen Überlegungen sind die Voraussetzungen für eine anfängliche Produktion von 500 bis 800 Wohnungen pro Jahr folgende:

Das Prinzip der Integralvorfertigung soll konsequent verfolgt werden. Dem Plattenwerk muss ein Zellenwerk, ein Montage-, ein Ausbau- und ein Fertiglager angegliedert werden. Wenn dann noch die Umstellmöglichkeiten auf neue Wohnungstypen gegeben sind, bleibt die spätere Expansion gewährleistet. Die Produktion soll in einfachen Hallenbauten untergebracht werden und mit einem auf dem heutigen Markt vorhandenen Maschinenpark ausgestattet sein. Dank gleichmässiger Produktion und Montage durch eigene Equipen kann das Fertiglager klein gehalten werden. Durch Bezug von Halbfabrikaten, wie Netzmatten, Zargen, Verbindungsmittel usw. von Drittfirmen, lassen sich die eigenen Investitionen entlasten, und durch häufige tägliche oder wöchentliche Lieferungen sowie rasche Verarbeitung können auch die Montage- und Ausbauhallen klein gehalten werden. Durch zentralen und langfristigen Einkauf von Rohstoffen und Halbfabrikaten verbilligt sich das Endprodukt.

## 2. Die vorgesehene Produktionsanlage (Bilder 15 und 16)

Die Produktionsanlage muss, um allen von ihr geforderten Funktionen nachzukommen, die Durchführung folgender Tätigkeiten rationell ermöglichen:

Organisation des Nachschubes und Verarbeitung der Rohstoffe. Plattenfabrikation nach den Erfordernissen des Verfahrens. Organisation des Nachschubes, der Lagerung und der Transporte von Zellen, Montage- und Ausbauartikeln. Zusammenbau und Ausrüstung der Badzellen im Zellenwerk. Lagerung von Platten-, Montage- und Ausbaupaketen sowie Zellen im Fertiglager. Erledigung von Reparaturen an Paletten, Rechen usw. und Unterhalt des Maschinenparks durch die eigene Werkstatt. Leitung der Produktion, des Einkaufs und Verkaufs durch die Bürobetriebe. Wohlfahrtseinrichtungen für die Belegschaft.

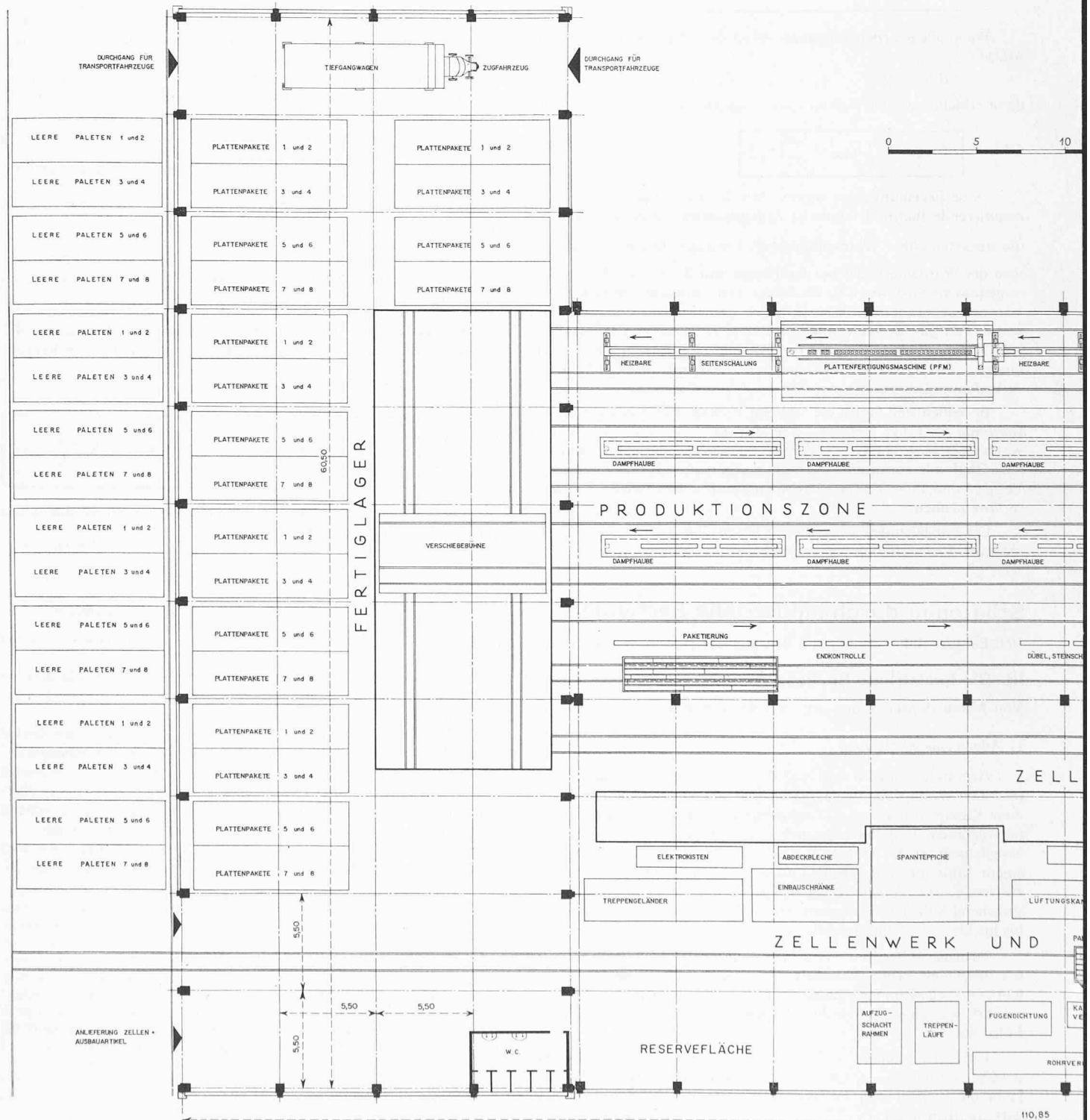
Alle diese Tätigkeiten lassen sich in einer Anlage unterbringen, die aus folgenden Betriebszonen bestehen muss:

Ein Anlieferungs- und Lagertrakt für die Rohstoffe mit Betonaufbereitung, Lagerfläche für Netzmatten und Zargen und Verschiebebühne für die

Plattenproduktionsmaschinen. Dieser Trakt besteht aus einer Querhalle und wird im folgenden «Anlieferungs- und Verschiebezone» genannt. Die eigentliche «Produktionszone», in einer Längshalle untergebracht, wo die einzelnen Platten produziert und fertig komplettiert werden. Das Zellenwerk mit Zellenartikellager sowie die Lager für Ausbau- und Montageartikel, in einer der Produktionszone parallel angegliederten Längshalle. Das Fertiglager mit der Lagerfläche für die pakietierten Paletten, eine Verschiebebühne für die Plattenproduktionsmaschinen sowie eine Speditionszone in einer Querhalle (Anlieferungs- und Verschiebezone) gegenüber. Zwischen den beiden Querhallen sind die zwei Längshallen vorgesehen. Alle Hallen haben gleiche Spannweiten und gleiche Höhen.

Im folgenden wird die Technologie der Herstellung sowie die Organisation der Produktion dargestellt. Dabei sind folgende Tätigkeiten von Bedeutung:

Die Anlieferung der Rohstoffe sowie die Ausbau- und Montageartikel. Die Produktion der Platten und ihre Komplettierung. Der Zusammenbau und die Ausrüstung der Zellen. Die Paketierung der Platten sowie der Ausbau- und Montageartikel. Der Transport zur Baustelle. Die Montage.



### 3. Die Anlieferungen

Die Anlieferungen entfallen in drei Kategorien: Rohstoffe und Artikel, die für die Plattenherstellung gebraucht werden (Kies, Zement, Netzmatten, Zargen usw.). Artikel, die in der Produktionszone in die Platten eingebaut werden (Isolationsmaterialien, Kunststofffarben usw.). Artikel, die unabhängig von den Platten im Zellenwerk während der Montage eingebaut werden (Verbindungsmittel, Badzimmerartikel, Fenster, Türen usw.). Jede Kategorie erfordert eigene Lager und besondere Anlieferungsrythmen.

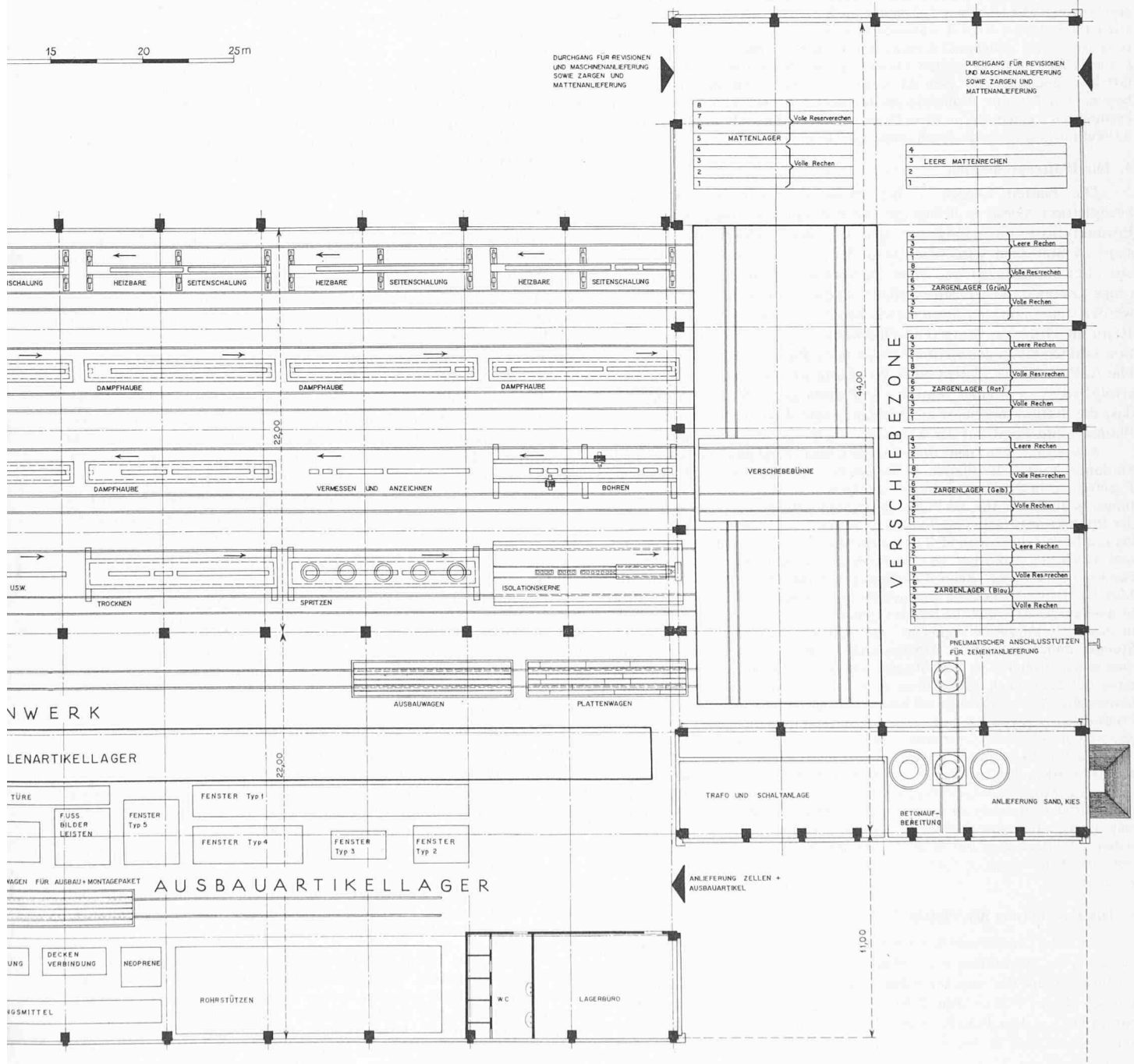
Die Rohstoffe, wie Zement, Kies und Sand werden per Lastwagen oder Bahn in das Werk geliefert und in der Siloanlage komponentenweise gelagert. Die Kapazität der Siloanlage ist auf eine Produktion von zwei Wochen beschränkt.

Die Netzmatten werden täglich in besonders vorgesehene Mattenrechen geliefert, entsprechend der Produktionsreihenfolge. Täglich sind vier aufgefüllte Mattenrechen anzuliefern. Vier aufgefüllte Mattenrechen verbleiben als Reserve immer im Plattenwerk. Auch die Zargen werden

nach demselben Prinzip wie die Netzmatten angeliefert. Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass die erforderliche Lagerfläche und die Investition für die Rechen minimal sind. Durch die Anlieferung dieser Artikel in der Produktionsreihenfolge wird ein äusserst kostspieliger Lager- und Sortierbetrieb umgangen und die Produktion wesentlich vereinfacht. Die nummerierten Rechen werden in den vorgesehenen Lagerflächen nach einer bestimmten Ordnung deponiert; damit gelangen die betreffenden Artikel in der richtigen Reihenfolge auf die richtige Produktionsstrasse. Die Zargen- und Mattenrechen werden direkt in die Anlieferungs- und Verschiebezone angeliefert. Täglich erfolgen zwei Mattenrechen Transporte und höchstens vier Zargenrechen Transporte.

Die Artikel für die Plattenkomplettierung werden in der Fertiglager-Querhalle in der Verlängerung des Zellen-, des Ausbau- und des Montageartikellagers vorgesehen. Diese Materialien werden wöchentlich geliefert. Sie sind so verpackt, dass das Gebinde eines bestimmten Wohnungstypes für eine Schicht ausreicht. Da dreischichtig gearbeitet wird, werden täglich drei Gebinde gebraucht. Bei jedem Schichtwechsel werden die Produktionsmaschinen und Einbauwagen mit den für die nächste Schicht erforderlichen

Bild 16. Produktionsanlage, Grundriss 1:300





Materialien ausgerüstet. Im wesentlichen sind folgende Materialien zu lagern: Isolationsmatten, Isolations-Schüttgüter für die Wärmedämmung der Plattenkanäle und Behälter für den Kunststoff-Film. Auch Kleinmaterialien wie Dübel, Steinschrauben, Steckdosen, Schalter, Abzweigdosen sowie Kleinartikel für die Heizungsinstallation (Gitter, Rohrschellen usw.) werden hier gelagert. Die Reservekapazität dieses Lagers ist auf zwei Produktionstage bemessen.

Die Ausbau- und Montageartikellager werden jede zweite Woche frisch aufgefüllt. Die Kapazität reicht für 10 Arbeitstage, die Reservekapazität bleibt auf zwei Tage beschränkt. Die Artikel werden direkt per Lastwagen oder Bahn in die entsprechenden Lager geliefert. Die Anlieferung wird nach einem bestimmten Plan durchgeführt, nach dem täglich eine bestimmte Auswahl und Anzahl Artikel angeliefert werden. Nach Ablauf von zwei Wochen beginnt der Anlieferungsturnus von neuem. Im wesentlichen sind folgende Artikel zu lagern:

Zellenartikel wie fertige Monoblocs, Fenster und Türen für die Badzellen, Kücheneinbaumöbel, Herde, Kühlschränke, Heizgeräte, fertige auf Rahmen montierte Leitungssysteme für die Küche und das Bad. Ausbauartikel wie Fenster- und Türelemente, Spannteppiche, Fussleisten, Lüftungskanäle, Einbauschränke, Geländer für Balkone und Treppen, Elektromaterial usw. Montageartikel für den Zusammenbau der Platten auf der Baustelle, wie Rohrstützen und Verbindungsmittel, Kunststein-Treppenelemente, Aufzugsschachtrahmen, Fugendichtungsmaterial, diverses Kleinmaterial usw.

Sämtliche Ausbau- und Montageartikel werden so angeliefert, dass jeweils die für eine Wohnung nötige Anzahl in wenigen Kisten oder Bündeln zusammengefasst ist. Da die Montage auch bei Regen erfolgen muss, sind alle empfindlichen Artikel wasserdicht verpackt zu liefern. Diese Forderung ist für die Zellenartikel nicht erforderlich, da diese bereits im Werk in die Zellen eingebaut werden. Diese Lager werden auf beiden Seiten eines Geleises vorgesehen, auf dem die Ausbau- respektive Montagepalette sich bewegt. Die für eine Wohnung erforderlichen Artikel werden nach einer bestimmten Reihenfolge in diese Palette verladen. Der Ab- und Aufrad der Artikel im Lager erfolgt durch einen Laufkran.

#### 4. Die Plattenproduktion

Die Platten werden in der Produktionszone hergestellt und komplettiert. Diese ist in vier gleiche Produktionsstrassen zu je sechs Produktionsstationen eingeteilt, so dass in der Produktionszone insgesamt 24 Stationen vorgesehen sind. Jede Produktionsstation besteht aus zwei Stahlstützen und einer Stahlschwelle. Durch Justiereinrichtungen können die Stützen vertikal und die Schwelle horizontal fixiert werden. Die Länge der Station zwischen den vertikalen Stützen beträgt 10 m, die Höhe der Stützen ab Oberkante Schwelle 3 m. In jeder Station können eine oder mehrere gleich hohe Platten hergestellt werden. Die Aufteilung der Platten einer Wohnung auf die einzelnen Stationen erfolgt so, dass in einer Station alle Platten gleich hoch sein müssen, dass die Station möglichst ausgenutzt ist und dass die Reihenfolge der Platten weitgehend mit der Montagereihenfolge übereinstimmt.

Ausgehend von den oben dargestellten Produktionsstrassen und Stationen werden die Platten so hergestellt, dass die Platte selbst bis zur Paketierung in der Station bleibt, die einzelnen Maschinen und Einrichtungen jedoch, die für die Plattenherstellung erforderlich sind, sich längs der Produktionsstrasse von Station zu Station verschieben. Da die Platten bis zum Schluss unbewegt bleiben, ist ein Minimum an Ausschuss garantiert, und durch den Takthythmus ist die rationelle Arbeitsweise eines Fließbandes fast erreicht. Beim Durchgang auf die Querbühne werden die Maschinen mit den nötigen Rohstoffen und Ausbauartikeln für die nächste Strasse ausgerüstet und die leeren Gebinde, Rechen usw. zum Rückschub in das Lieferungswerk deponiert. Die Taktzeit beträgt etwa eine halbe Stunde; damit sind in 12 Arbeitsstunden alle Vorgänge erledigt. Wenn man einen zusätzlichen Zeitaufwand von sechs Stunden für die Verschiebung der Maschinen von Station zu Station sowie für die Querverschiebungen und die Ausrüstungszeit berücksichtigt, so findet man eine normale Produktionszeit von 18 Std. und verfügt somit täglich über eine Zeitreserve von 6 Std. für Unterhaltsarbeiten, Reinigung, Reparaturen usw.

Die Produktionszone muss, aus organisatorischen Gründen, so ausgenutzt werden, dass pro Tag jeweils eine ganze Anzahl Wohnungen produziert wird. Mit den vorgeschlagenen Grundrissstypen ist es möglich, in der Produktionszone entweder eine  $4\frac{1}{2}$ - und eine  $2\frac{1}{2}$ -Zimmer-Wohnung oder eine grosse und eine kleine  $3\frac{1}{2}$ -Zimmer-Wohnung gleichzeitig herzustellen. Die Berücksichtigung dieser Massnahme vereinfacht die Organisation der Anlieferung und der Lagerhaltung der benötigten Artikel ganz wesentlich.

#### 5. Die Paketierung der Platten

Nach durchgeführter Komplettierung werden die Platten paketi-ert. Neben jeder Produktionsaxe befindet sich ein Gleis mit einem Plattformwagen, auf den eine Grossraumpalette gestellt wird, ähnlich einer grossen Kiste (8,00 m lang, 2,50 m breit, 3,50 m hoch) mit aufklappbarem Deckel. Der Paketierwagen bewegt sich neben der Produktionsaxe von Station zu Station. Die fertigen Platten werden durch den Laufkran in der Montagereihenfolge in die Rechen der Palette depo-

niert. Die gefüllte Palette wird in das Fertiglager gefahren und deponiert. Pro Wohnung werden im Mittel 3 bis 4 Plattenpaletten benötigt.

Die Platten der Badzellen werden auf der dem Zellenwerk am nächsten gelegenen Strasse produziert. Die Platten werden direkt auf einen Rechenwagen verladen; durch die Querbühne fährt er ins Zellenwerk, wo die Platten zu Zellen zusammengebaut werden.

#### Das Zellenwerk

Im Zellenwerk werden die Platten aus dem Rechenwagen gehoben und zusammengebaut. In jeder Station zum Fertiglager wird die Zelle weiter ausgerüstet, wobei der Rechenwagen dem Zellenwagen folgt. In der vorletzten Station wird die Decke der Zelle eingebaut und gedichtet. Nach erfolgter Kontrolle fährt der Zellenwagen ins Fertiglager und die Zelle wird neben den Plattenpaletten der entsprechenden Wohnung deponiert.

#### Die Paketierung der Ausbau- und Montageartikel

In gleicher Art wie für die Platten erfolgt in den Artikellagern die Paketierung der Ausbau-, respektive der Montageartikel. In zwei Paketierwagen mit aufgesetzten Paletten werden die verschiedenen Artikel nach Liste und Verpackungsplan in die Paletten neben den Plattenpaletten und Zellen der entsprechenden Wohnung deponiert.

#### Das Fertiglager

Im Fertiglager werden nur volle Paletten und Zellen gelagert. Die Gewichte betragen rund 15 Tonnen. Die Bestandteile jeder Wohnung verteilen sich auf etwa 3 Plattenpaletten, eine Zelle sowie eine Montage- und Ausbaupalette.

Das Fertiglager ist nur als Pufferlager aufzufassen. Da die Produktion und die Montage gleich schnell erfolgen müssen, genügt für die Fertiglagerung eine Kapazität von zwei Wochen (10 Produktionstage). Eine Ausweichmöglichkeit besteht in einer freien Geländefläche neben dem Werk als Aussenlager. Im Fertiglager wird eine freie Fläche für die Spedition reserviert. Hier werden die Paletten und die Zellen auf die Tiefganganhänger verladen. Das Palettenlager ist im Freien vorgesehen und wird durch einen Portalkran bedient.

#### 6. Der Transport

Grundsätzlich erfolgt der Transport per Lastwagen und Tiefganganhänger. In Ausnahmefällen ist ein Bahntransport denkbar. Die Anlieferung von Artikeln direkt von Drittfabrikaten auf die Baustelle kann aus organisatorischen Gründen nur in Ausnahmefällen in Frage kommen. Transportiert werden die Pakete so aufeinander abgestimmt, dass Wartezeiten bei der Montage vermieden werden. Organisatorisch ist der Transport dem Montagechef unterstellt.

Das Werk soll im Schwerpunkt eines grossen Bedarfsraumes erstellt werden, so dass man mit den Fahrzeugen bis zur Baustelle gelangen kann. Die Entfernung der Baustelle vom Werk muss so bemessen sein, dass die Fahrzeit zwei Stunden (etwa 40 bis 60 km) nicht überschreitet, damit der Bestand an Fahrzeugen nicht allzu gross wird. Sobald die Distanz zwei Stunden Fahrzeit übersteigt, müssen die Wohneinheiten mit der Eisenbahn auf eine Station in der Nähe der Baustelle transportiert werden, von wo der Weitertransport auf Lastwagen bis auf die Baustelle erfolgt.

Die Tiefgangswagen mit 20 t Nutzlast sind werkeigene Fahrzeuge. Der Transport dieser Wagen wird einem Transportunternehmen vergeben, wodurch Investitionen für eigene Fahrzeuge umgangen werden können. In der ersten Produktionsphase werden nicht nur die Zugfahrzeuge, sondern auch die Tiefgangswagen vom Transportunternehmen gestellt. So können die Investitionen für den Transport auf ein Minimum reduziert werden, allerdings mit dem Nachteil eines teureren Transportanteiles.

#### 7. Die Montage

Bevor die Montage beginnen kann, müssen von einem örtlichen Unternehmer zuerst die nötigen Voraussetzungen geschaffen werden. Dazu gehören alle Tiefbauten, die Zugangsstrassen im Rohbau, die Kanalisation und die Werkleitungen (Wasser, Strom, Telefon usw.). Je nach Haustyp müssen die Fundamente der Keller und eventuell das Erdgeschoss vom örtlichen Unternehmer fertiggestellt werden. Nach Fertigstellung dieser Vorarbeiten erfolgt die Abnahme durch die Organe des Werkes. Bei dieser Abnahme wird die genaue Masshaltung der Anschlussfuge zwischen dem am Ort erstellten Baukörper und den zu montierenden Platten kontrolliert. Die eigentliche Montage kann erst nach dieser Abnahme beginnen.

In einer ersten Phase der Montage werden die Autokrane an festen Standplätzen aufgestellt. Ein Doppelspänner wird durch vier Montage-Equipen und mit Hilfe von zwei Kranen aufgestellt, die an zwei entgegengesetzten Fassaden mit möglichst kleiner Ausladung installiert sind. Je Wohnung montiert eine Equipe jeweils die Rohrstützen und Brüstungsgerüste, die zweite die Zellen und die Platten. Ein Kran hebt die Montagepalette mit Rohren und Verbindungsmitteln auf die fertig montierte Decke.

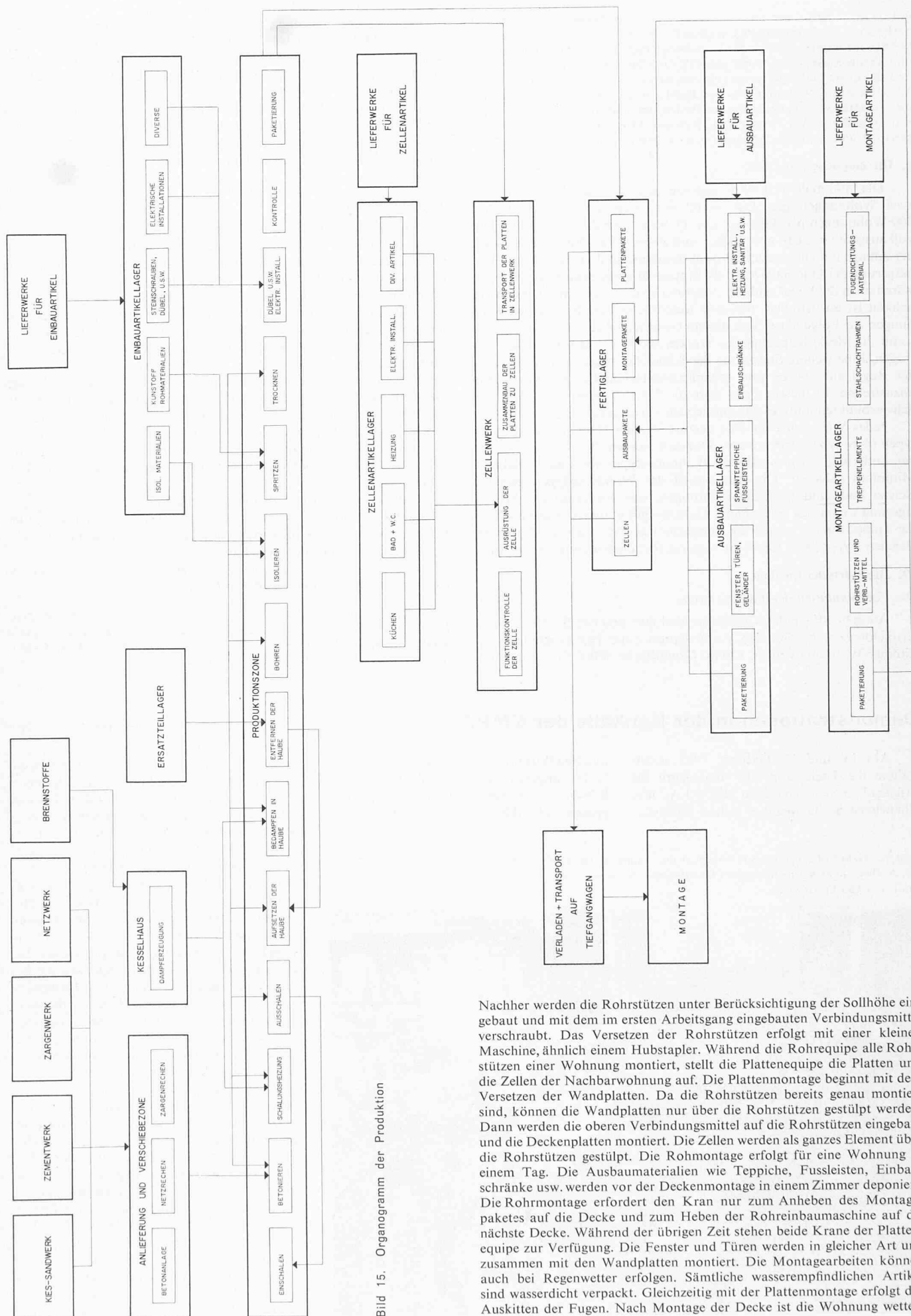


Bild 15. Organigramm der Produktion

Nachher werden die Rohrstützen unter Berücksichtigung der Sollhöhe eingebaut und mit dem im ersten Arbeitsgang eingebauten Verbindungsmittel verschraubt. Das Versetzen der Rohrstützen erfolgt mit einer kleinen Maschine, ähnlich einem Hubstapler. Während die Rohrequipe alle Rohrstützen einer Wohnung montiert, stellt die Plattenequipe die Platten und die Zellen der Nachbarwohnung auf. Die Plattenmontage beginnt mit dem Versetzen der Wandplatten. Da die Rohrstützen bereits genau montiert sind, können die Wandplatten nur über die Rohrstützen gestülpt werden. Dann werden die oberen Verbindungsmittel auf die Rohrstützen eingebaut und die Deckenplatten montiert. Die Zellen werden als ganzes Element über die Rohrstützen gestülpt. Die Rohrmontage erfolgt für eine Wohnung in einem Tag. Die Ausbaumaterialien wie Teppiche, Fussleisten, Einbauschränke usw. werden vor der Deckenmontage in einem Zimmer deponiert. Die Rohrmontage erfordert den Kran nur zum Anheben des Montagepaketes auf die Decke und zum Heben der Rohreinbaumaschine auf die nächste Decke. Während der übrigen Zeit stehen beide Krane der Plattenequipe zur Verfügung. Die Fenster und Türen werden in gleicher Art und zusammen mit den Wandplatten montiert. Die Montagearbeiten können auch bei Regenwetter erfolgen. Sämtliche wasserempfindlichen Artikel sind wasserdicht verpackt. Gleichzeitig mit der Plattenmontage erfolgt das Auskitzen der Fugen. Nach Montage der Decke ist die Wohnung wetter-

fest. Vor Ausbau der Wohnung wird die Luftheizung montiert und nötigenfalls als Bautrocknung eingesetzt. Während der Austrocknungszeit können die weniger heiklen Ausbauarbeiten begonnen werden. Die Balkon- und Treppengeländer können versetzt, die Lüftungskanäle fertig montiert und sämtliche Leitungen angeschlossen werden. Am zweiten Tag nach der Montage ist die Wohnung trocken. Die Einbauschränke werden montiert, die Spannteppiche verlegt, die Fussleisten befestigt, die Elektroinstalltionen ausgeführt. Am vierten Tag nach der Montage wird die Wohnung gereinigt und sämtliche Apparate werden geprüft.

#### 8. Die mögliche Kapazität

Die minimale Produktionsgrösse gestattet die Herstellung von zwei Wohnungen pro Tag. Somit wird eine Kapazität von rund 400 Wohnungen pro Jahr erreicht. Dabei ist nur die Produktionszone voll ausgenutzt, nicht aber Lager- und Zellenwerk. Durch Erweiterung der Anlage um eine weitere Produktionszone und entsprechende Verlängerung der Querhalle kann die Kapazität verdoppelt werden. Dabei wären auch die Lager und das Zellenwerk voll ausgelastet. Diese Möglichkeit ist anzustreben, was eine wesentliche Verbilligung der Wohnungen zur Folge hätte. Von diesem Gesichtspunkt aus gesehen würde somit die ideale Kapazität des Werkes 800 Wohnungen pro Jahr betragen. Eine weitere Steigerung der Kapazität im gleichen Werk ist in der Regel aus absatz- und organisationstechnischen Gründen nicht anzustreben. In diesem Falle wäre die Errichtung weiterer Werke in Schwerpunkten anderer Einzugsgebiete vorzusehen.

Jedes Werk wird für eine gewisse Anzahl ähnlicher Wohnungstypen (4-6 Typen) spezialisiert. Dadurch werden die Umdispositionen bei Änderung des produzierten Wohnungstypes auf einem tragbaren Minimum gehalten. Die Ähnlichkeit der Wohnungstypen gestattet gleiche Bad- und Kucheneinrichtungen, was wiederum die Artikel-lagerung wesentlich vereinfacht. Dasselbe gilt in diesem Falle auch für die Treppenhäuser. Auch die Belegschaft gewöhnt sich an die immer gleichen Typen, was sicher zu weiterer Rationalisierung führen wird.

#### 9. Die Wirtschaftlichkeit

##### *Die Vorkalkulation der Verkaufspreise*

Ausgehend von den Gesamtinvestitionen und den Rohstoff-, bzw. Artikelpreisen, beträgt der Verkaufspreis einer bezugsbereiten 3½-Zimmer-Wohnung von rd. 120 m<sup>2</sup> Grundfläche 58000 Fr. ohne Land-

anteil und Erschliessung. Die untersuchte Wohnung weist einen umbauten Raum von 411 m<sup>3</sup> nach S.I.A., einschliesslich Anteil Treppenhaus und Dachzuschlag, auf. Somit ergibt sich ein m<sup>3</sup>-Preis von 141 Fr., die gesamte im ersten Teil beschriebene Innenausstattung eingerechnet.

Der kalkulierte Preis beruht auf einer Produktionskapazität von 400 Wohnungen pro Jahr. Wird die Werklage um eine weitere Produktionszone vergrössert, so können die Preise auf 130 Fr. pro m<sup>3</sup> ermässigt werden und wären dann um rund einen Drittel unter dem heutigen Stand.

#### 10. Schlussbemerkung

Wie im städtebaulichen Teil erwähnt, soll dieses Verfahren ein neues Instrument sein, das den planenden Kräften die Möglichkeit gibt, im grossen wirkungsvoll wieder helfend einzugreifen, wo heute oft nurmehr mit allzu grossen Opfern und unter Preisgabe vieler Wünsche Wohnraum geschaffen werden kann.

Mit den bereits durchgeführten Studien, Materialprüfungen und Kalkulationen konnten wir den grossen Rahmen der Probleme abstecken und uns den Überblick über die vielschichtige Detailarbeit verschaffen, die noch zu leisten ist. Die Dringlichkeit und Wichtigkeit der verschiedensten, ineinander übergreifenden Problemkreise, müssen in der Planung richtig eingeschätzt werden: Stadtform und Stadtexpansion, Bedarf und Produktionskapazität, Differenzierung der Formen und die Möglichkeiten einer rationellen Produktionstechnik, die individuelle Wohnung und die notwendige Normierung, die Wünsche des Konsumenten (und des Planenden) und die Wirtschaftlichkeit usw.

Eine Überbewertung einer dieser Schichten führt zwangsläufig zu einer Feld-, Wald- und Wiesenlösung, die zwar eine der brennenden Fragen erschöpfend beantwortet, dabei aber die heutige Problematik des Städtebaues nur noch verschärft.

*Erst die vorsichtige und richtige Wertung aller Aspekte kann zu einer optimalen und zukunfts-offenen Lösung führen.*

Adressen der Verfasser: *Edi und Ruth Lanners und Res Wahlen*, Im Brächli 37, 8053 Zürich. *Alfred Ruprecht*, Rebbergstrasse 55, 5430 Wettingen. *Henry Jean Wegmann*, Rössligasse 8, 8024 Zürich. *Hans Steffen*, Schweiz. Rückversicherung, Mythenquai, 8022 Zürich.

## Demonstrationen in der Bauhalle der EMPA

DK 061.62:620.1

Am 15. und 16. Oktober 1965 veranstaltete die Fachgruppe der Ingenieure für Brückenbau und Hochbau des S.I.A. ihre alljährliche Studientagung, welche die dyna-

mischen Wirkungen auf Bauwerke zum Thema hatte (angekündigt in SBZ 1965, H. 37, S. 649). Über 500 Teilnehmer folgten im grossen Physikhörsaal der ETH den Vor-

trägen, in welchen die theoretischen Grundlagen und ihre Anwendung auf Bauingenieur-Probleme dargelegt wurden und deren Veröffentlichung in der SBZ vorgesehen ist. Zur Veranschaulichung des Gehörten fanden am Schlusse des ersten Tages Demonstrationen in der *Bauhalle* der neuen EMPA in Dübendorf statt (Bild 1). Auf dem grossen Aufspannboden war ein Versuchsprogramm aufgebaut worden, welches an einer Spannbetonplatte (Abmessungen 12,60 x 1,40 m, 14 cm stark) die Einwirkung von plötzlicher Belastung und von Fallasten zeigte und die Bestimmung von Eigenfrequenz und Dämpfung erlaubte. Die wegen ihrer Übersichtlichkeit, Einfachheit und Genauigkeit überzeugenden Versuche standen unter der Leitung von Dr. A. Rösli und stellten eine begrüssenswerte Bereicherung des Programmes dar.

Der Ortswechsel am Ende des ersten Tages, nämlich vom ETH-Zentrum nach der Aussenstation Dübendorf, war in verschiedenen Belangen eindrücklich und gerechtfertigt. Er zeigte einmal, dass die EMPA entfernungs-mässig wie auch organisatorisch von der ETH nicht in weite Ferne gerückt ist, wie dies beim Entschluss, die gesamte EMPA in eine Aussenstation zu verlegen, befürchtet wurde. Dann hatten die Tagungsteilnehmer Gelegenheit, die grosszügig ausgebauten und leistungsfähigen Versuchseinrichtungen der neuen EMPA kennen zu lernen. Wer vermöchte sich nicht an die ehemaligen Anlagen

Bild 1. Ueber 300 Teilnehmer folgen in der Bauhalle der EMPA in Dübendorf den Erläuterungen von Dr. A. Rösli über die dynamischen Einwirkungen auf eine Spannbetonplatte, erzeugt durch einen Betonklotz von 880 kg Gewicht

