

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 109/110 (1937)  
**Heft:** 21

**Artikel:** Ein moderner Getreidesilo in Tunis  
**Autor:** Gebrüder Bühler / H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-49148>

### **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:** 14.01.2026

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

poids de la terre enlevée). La hauteur des couches a été reconnue par un sondage.

Pour déterminer le module apparent d'élasticité de la couche inférieure, nous utilisons le graphique du cercle, avec  $l = \frac{12}{0,15} = 80$ . Nous posons:  $\frac{1,203 p r}{E_2} = 0,0035 \dots$  d'où  $E_2 = 2060 \text{ t/m}^2$ .

$E_2$  étant connu, nous pouvons déterminer l'influence du tassement de la deuxième couche sur le premier essai. Nous utilisons le diagramme du carré, avec  $m_1 = \frac{4}{0,5} = 8$  et  $m_2 = \frac{16}{0,5} = 32$ . Le tassement provenant de la deuxième couche sera égal à:

$$y_{C_2} = (0,692 - 0,650) \frac{p a}{E_2} = \frac{0,042 \cdot 40 \cdot 0,5}{2060} = 0,0004 \text{ m.}$$

Le tassement provenant de la première couche atteint donc 0,0034 m. Le module apparent d'élasticité de la première couche sera donné par la relation:  $0,65 \frac{p a}{E_1} = 0,0034$ .  $E_1 = 3820 \text{ t/m}^2$ .

Nous avons maintenant exposé une méthode complète permettant de déterminer simplement les tassements du sol, en partant d'hypothèses admises actuellement. Nous voudrions encore tirer quelques remarques de la discussion des formules établies.

#### Remarques.

Les formules 6 et 7, avec leurs diagrammes, nous montrent que, pour un sol de fondation isotrope et élastique donné, le tassement du centre d'un carré ou d'un rectangle chargé par une charge unitaire uniformément répartie, est toujours plus grand que le double du tassement de l'angle. Donc, contrairement à une opinion encore trop répandue, un radier général chargé uniformément ne donne pas partout les mêmes tassements. Pratiquement, la meilleure manière de réduire, dans ce cas, les différences de tassements, c'est d'avoir partout des tassements très faibles<sup>3)</sup>.

Nous voyons aussi que les tassements du carré ou du rectangle sont une fonction déterminée de leurs dimensions et du rapport des hauteurs des diverses couches compressibles à ces dimensions. Plus les dimensions d'un ouvrage sont importantes, plus il y a lieu de prendre de précautions pour fonder, et, en particulier, l'exemple d'un petit bâtiment fondé sur un sol semblable à celui sur lequel doit s'élever une construction importante, ne nous autorise pas à adopter, sans autre, le même type de fondation pour la même charge unitaire:

Certains auteurs ont étudié la répercussion des dimensions sur les tassements, sans tenir compte de la hauteur du terrain compressible et des différences de  $E$  dans les diverses couches. Leurs résultats sont naturellement erronés, et il est heureux que la pratique ne les ait pas suivis. L'un d'eux, par exemple, dans le cas de deux bases carrées dont les côtés sont respectivement

<sup>3)</sup> Dans cet ordre d'idée, nous voulons signaler une erreur que nous voyons fréquemment commettre. C'est celle qui consiste à faire les déblais ou les démolitions d'un bâtiment longtemps avant la construction du nouvel ouvrage. On permet ainsi au sol de se détendre, et l'on a de plus grands tassements inégaux lorsqu'on reconstruit. — Voir aussi page 265!

$a_1$  et  $a_2$ , donne, pour obtenir des tassements égaux, la relation suivante entre les pressions unitaire:

$$p_2 = \frac{a_1}{a_2} p_1$$

où  $p_1$  représente la pression unitaire sous la base de côté  $a_1$ , et  $p_2$  la pression unitaire sous la base de côté  $a_2$ . Or, cette relation n'est pratiquement exacte que dans le cas où la hauteur du terrain compressible est très grande par rapport aux dimensions de la base, et lorsque le terrain est isotrope sur toute sa hauteur.

Un exemple va nous montrer jusqu'où peut aller l'erreur qu'engendre l'emploi de cette relation: Supposons deux semelles carrées dont les côtés ont respectivement 4 m et 1 m, que l'on doit fonder sur une couche de terrain compressible de 2 m de hauteur, la couche sous-jacente étant pratiquement incompressible. Nous aurons alors, d'après nos graphiques, pour le premier carré:

$$y_{C_1} = \frac{0,293}{E} p_1 a_1 \quad \text{et} \quad y_{A_1} = \frac{0,093}{E} p_1 a_1$$

et, pour le deuxième carré:

$$y_{C_2} = \frac{0,522}{E} p_2 a_2 \quad \text{et} \quad y_{A_2} = \frac{0,208}{E} p_2 a_2$$

Le tassement réel de la base, supposée rigide, est une valeur comprise entre  $y_C$  et  $y_A$ . Admettons, pour simplifier, que ce tassement soit la moyenne arithmétique entre  $y_C$  et  $y_A$ . Nous devons avoir, dans ce cas, pour que les tassements des deux bases soient égaux,  $\frac{p_1}{p_2} = 0,472$ , tandis que l'application de la

relation erronée donnerait  $\frac{p_1}{p_2} = 0,25$ . La valeur erronée de  $p_2$  atteindrait 189 % de la valeur convenable.<sup>4)</sup>

Il ne peut entrer dans le cadre de cette étude de poursuivre toutes les erreurs ordinairement commises en matière de fondation. Nous voulons pourtant en citer encore une.

Il est classique de calculer un radier ou une semelle en appliquant, pour les réactions du sol, la loi  $p = k y$ , où  $p$  indique la charge unitaire et  $y$  les enfoncements,  $k$  étant une constante. Or, l'application de cette loi donne, par exemple, des pressions plus grandes au centre d'une semelle carrée que sur ses bords, alors que nos résultats montrent, sans contestation possible, que lorsque la rigidité de la semelle est grande par rapport à celle du terrain (ce qui est presque toujours le cas), les pressions sont plus fortes sur les bords qu'au centre. Il est donc nécessaire d'apporter à de tels calculs les rectifications qui les fassent correspondre à la réalité, aussi bien pour une semelle que pour un radier.

<sup>4)</sup> Nous avons admis ici que les deux semelles sont à une distance telle que l'influence de la charge de l'une sur le tassement de l'autre est négligeable. Si ce n'était pas le cas, l'erreur serait encore plus considérable.

## Ein moderner Getreidesilo in Tunis

Nach Mitteilungen von GEBRÜDER BÜHLER, Uzwil

In Manouba, in Tunesien, ist vor wenigen Monaten ein neuer, moderner Getreidesilo in Betrieb genommen worden. Mit der Projektierung dieser Anlage sowie der Lieferung der maschinellen Ausrüstung wurde die Firma Buhler Frères Paris, ein Allianzhaus der Firma Gebrüder Bühler, Uzwil, betraut.

Das ganz in Eisenbeton ausgeführte Silogebäude, dessen Zellen total 15 000 t Getreide fassen, hat eine Grundfläche von 57 m Länge und 19 m Breite und ist 36 m hoch (Abb. 1). Auf der einen Stirnseite wird es überragt vom 44 m hohen Turmbau, worin Treppenhaus und Elevatoren untergebracht sind.

Auf beiden Längsseiten sind Rampen, davon eine mit Geleiseanschluss, vorhanden. Der Silo dient hauptsächlich zur Einlagerung der einheimischen Ernte und ist deshalb weitgehend unterteilt. 19 Zellen

fassen je 500 t, 18 kleinere Zellen je 250 t und 8 Zellen je 125 t, sodass zahlreiche Getreideposten getrennt gelagert werden können (Abb. 2 und 3).

Der unmittelbaren Aufnahme des ankommenden Getreides dienen 64 unter den Rampen eingebaute Trimellen mit einem

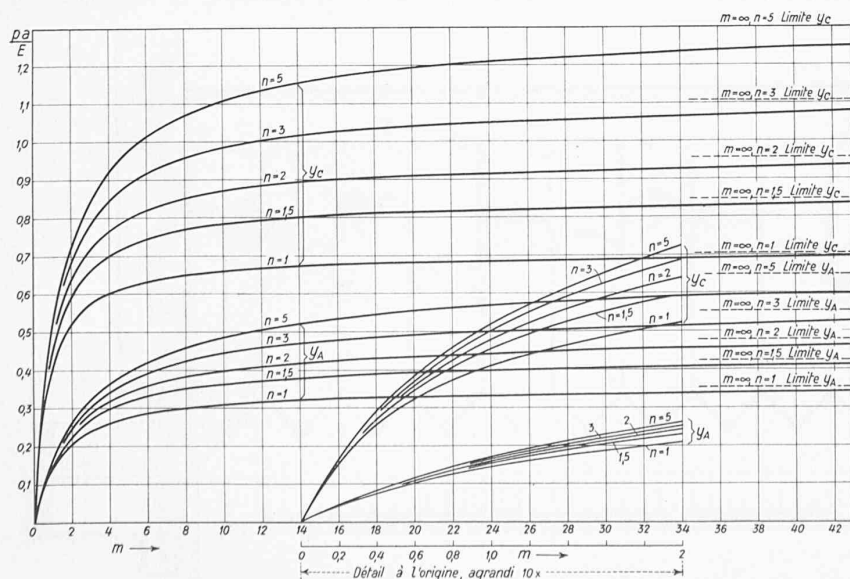
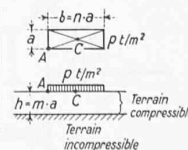


Fig. 6. Surface rectangulaire chargée uniformément par  $p \text{ t/m}^2$ . Variation des tassements  $y_C$  et  $y_A$  en fonction de  $m$



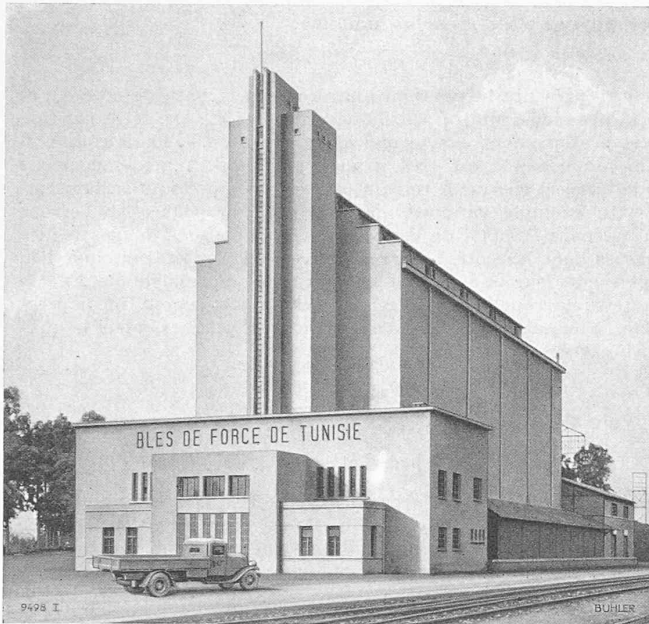


Abb. 1. Gesamtansicht der Siloanlage in Manouba, Tunesien

Fassungsvermögen von total 640 t. Auf der einen Silolängsseite werden Eisenbahnwagen entladen, während die andere Rampe für Lastwagen bestimmt ist. Die reichliche Zahl von Annahmetrimellen dient hauptsächlich dem Zwecke, das ankommende Getreide vor der Einlagerung in die Zellen einer Qualitätsuntersuchung unterziehen zu können. Da jede Trimelle 10 t fasst, kann das Getreide waggonweise getrennt angenommen, klassifiziert und nachher in die entsprechenden Zellen weitergeleitet werden. Unter den Trimellen ist beidseitig je ein Bandförderer von 58 m Länge mit einer Stundenleistung von 80 t angeordnet, der das Getreide den Elevatoren im Turm zuführt (Abb. 4).

Wird das Getreide ohne vorherige Reinigung eingelagert, so führen es zwei Hochelevatoren auf die beidseitig über den Silozellen aufgestellten Transportbänder, die es mittels beweglicher Abwurfwagen den einzelnen Zellen zuleiten (Abb. 5). Die Stundenleistung kann in diesem Falle bis auf 160 t gesteigert werden. Erfordert das Getreide vor dem Einlagern eine Reinigung, so wird es über eine Reinigungsanlage, die aus vier Getreideseparatoren in Eisenkonstruktion nebst zugehöriger Aspirationsanlage besteht, geleitet. Die Stundenleistung beträgt ebenfalls 160 t. Für durch Ungeziefer infiziertes Getreide ist eine moderne Begasungsanlage eingerichtet worden, die es gestattet, acht Zellen unter Gas zu setzen und dadurch das Ungeziefer zu vernichten. — Das ausgehende Getreide wird mittels eines Bandtransporteurs, der unter den Zellen angeordnet ist, diesen entnommen und in zwei besondere, für Versandgetreide vorgesehene Depots geleitet. Diese Depots geben das Getreide durch zwei Rohrleitungen in die Absackerei ab, wo es je nach Bedarf mittels Absackwagen in Säcke abgefüllt oder als loses Getreide in Bahnwagen oder Autos verladen werden kann.

Alle Elevatoren, Bandtransporteure, Reinigungsmaschinen usw. sind mit Einzelantrieb durch Elektromotor und Reduktionsgetriebe ausgerüstet. Eine moderne, automatisch wirkende Installation zur Bekämpfung des Weizenbrandes ist im Erdgeschoss des Silos untergebracht und hat ausgezeichnete Resultate ergeben.

Die ganze Anlage arbeitet seit der Inbetriebsetzung zur vollen Zufriedenheit der Besteller. H.

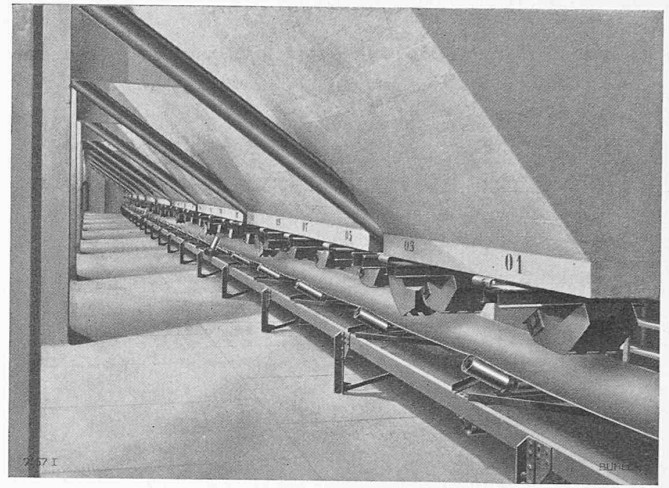


Abb. 4. Bandförderer unter den Getreide-Annahme-Trimellen

## Bericht über die XIII. Tagung der Internat. Eisenbahn-Kongress-Vereinigung

(Schluss von Seite 251)

3. Massnahmen und Einrichtungen bei der elektrischen Zugförderung zur Erzielung von Stromersparnis und zwar vom Austritt aus dem Kraftwerk bis zur Triebachse [Leitungen, Unterwerke, Triebfahrzeuge, insbesondere die Verwendung von Stromrichtern (Quecksilberdampfventilen)].

Zu diesem Thema lagen drei Berichte vor und zwar von E. R. Kaan, von Eggenberger und Eckert und von C. E. Fairburn.

Auch hier genügt die auszugsweise Wiedergabe der Schlussfolgerungen, die einleitend feststellen, dass Ersparnisse erzielt werden können durch sparsamen Stromverbrauch und durch Nutzbremmung. Die wichtigste Verbesserung der elektrischen Zugförderungseinrichtungen in den letzten Jahren ist der Stromrichter (Mutator), der nach einem gewissen Abschluss in seiner Entwicklung die Maschinenumformer im selben Umfang ersetzen wird, wie jetzt bereits der Gleichrichter an Stelle des Wechselstrom-Gleichstrom-Maschinen-Umformers getreten ist. So hat sich der Stromrichter als Umformer von Gleichstrom in Drehstrom (Wechselrichter) durchaus bewährt (Italien, Süd-Afrika), ebeno als Umrichter mit starrer Umformung, d. h. gleichbleibender Energierichtung von Drehstrom in Einphasenstrom (Deutsche Reichsbahn). Für den gleitenden Umformer mit wechselnder Energierichtung vom Drehstromnetz nach dem Einphasennetz und umgekehrt werden mehrere Systeme erprobt. Dabei ist die Gittersteuerung ein notwendiger Bestandteil des Stromrichters für alle Verwendungszwecke, ferner zur Regelung der austretenden Spannung und zur raschen Stromunterbrechung. Wenn Wellenbildung in dem aus dem

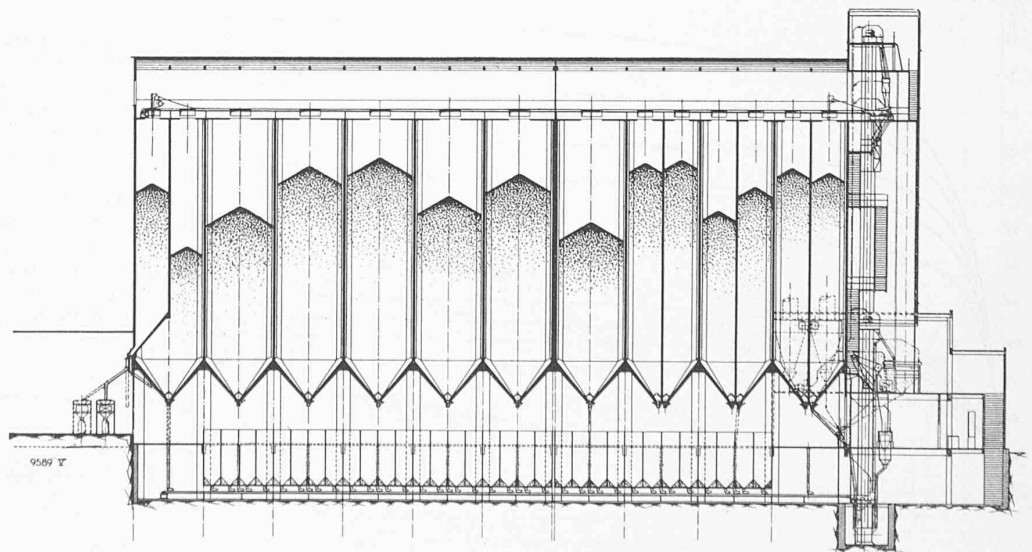


Abb. 2. Längsschnitt durch die Siloanlage, rd. 1:500

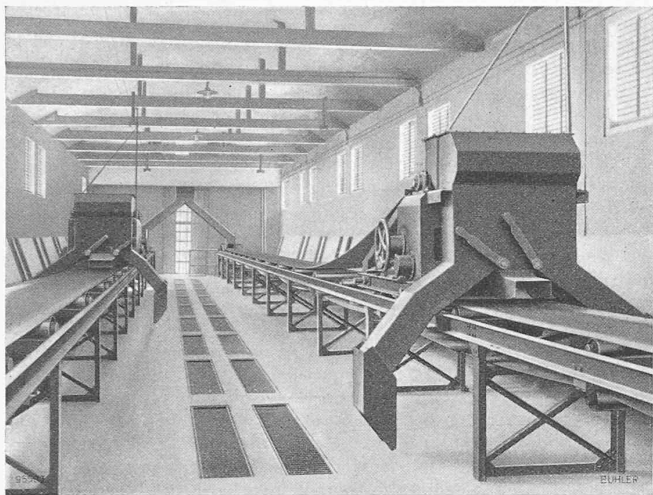


Abb. 5. Bandförderer mit Abwurfwagen über den Silozellen

Stromrichter fliessenden Strom Fernsprechleitungen oder Signalstromkreise beeinflusst, so stellt der Einbau von Resonanzfiltern eine befriedigende Abhilfe dar. Weitere Festlegungen betreffen die Bemessung der Unterwerksabstände mit Rücksicht auf den geringsten Verbrauch an Leitungskupfer, wobei die Verwendung eines Zwischentransformators je zwischen zwei Unterwerken bzw. eines Gleichrichters bei Gleichstrombahnen empfohlen wird. Der Fernsteuerung der Unterwerke wird gegenüber der vollselbsttätigen Steuerung der Vorzug gegeben. Fahrbare Unterwerke sind fallweise zu empfehlen. Die Gewichtsverminderung bei Lokomotiven und Triebwagen ist das wichtigste Mittel zur Energieeinsparung. Bei jenen sind bereits grosse Fortschritte erzielt worden, ebenso bei diesen mit Hilfe geeigneter Bauformen (Zusammenfassung des Wagenkastens mit dem Rahmen, geschweisste Konstruktionen) und durch Verwendung von Spezialbaustoffen (Leichtmetalllegierungen und Stähle hoher Festigkeit). Nicht nur den Triebfahrzeugen, auch dem ganzen Zug sollte Stromlinienform gegeben werden. Auch Rollenlager wirken energieersparend. Die Anwendung mit Brennstoff geheizter Kessel bei elektrischer Zugförderung ist eine Verteuerung und nur als Notbehelf anzusehen. Die Anordnung von Thermostaten bei den elektrischen Heizsystemen in den Abteilen führt häufig zu beachtlichen Stromersparnissen. Die elektrische Warmluftheizung mit zentralem Heizkörper wird als wirtschaftlicher angesehen, gegenüber der Verwendung einer grösseren Anzahl von Heizkörpern. Im Winter kann die Stromspitze eines Zuges durch Ausschalten

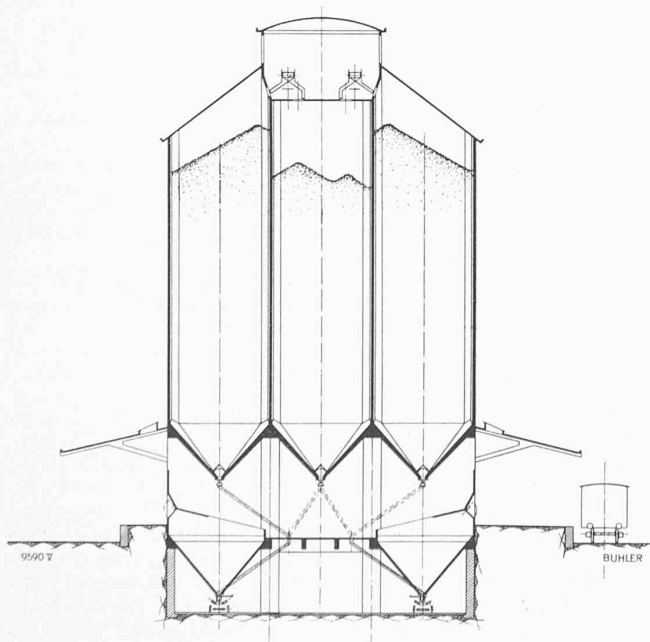


Abb. 3. Querschnitt durch den Silo, rd. 1:425

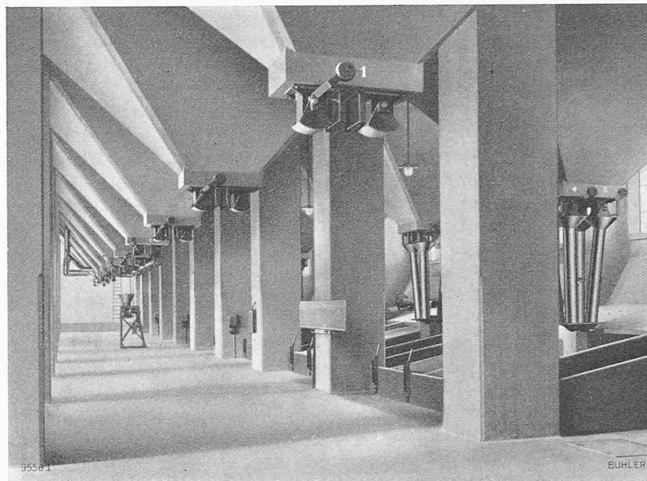


Abb. 6. Blick ins Erdgeschoss mit den Zellen-Ausläufen

der Heizung während der Beschleunigungsperiode, während des starken Spitzenverkehrs oder während der Fahrt auf starken Steigungen herabgesetzt werden. Die heutigen Nutzbremssysteme sind nur auf Strecken mit langen und starken Gefällen von Wert, da sie nur über einer gewissen Geschwindigkeit arbeiten. Prämien für den sparsamen Verbrauch von Fahrmotorstrom sollten gleichzeitig mit Prämien für die pünktliche Einhaltung des Fahrplans gewährt werden.

### Gruppe III, Betrieb.

Präsident: E. Pellarin (Chemins de fer de l'Est). Zur Diskussion standen innerhalb dieser Gruppe folgende Themen:

1. *Wirtschaftlicher Betrieb auf Nebenstrecken der grossen Eisenbahnnetze.* — Die verschiedenen angewendeten Verfahren, um die Beförderungsmittel, die Sicherheitsvorrichtungen und die Organisation der Bahnhöfe der Bedeutung des Verkehrs anzupassen.

Zu diesem Thema lagen drei Berichte vor und zwar von Grandjean und Gilmaire, von C. C. Palmieri und von T. Emers.

Die Diskussion führte zur Annahme etwa folgender *Schlussfolgerungen*: Nebenstrecken grosser Eisenbahnnetze müssen mit einem Mindestmass an Ausgaben betrieben werden. Massnahmen bestehen in der Einführung vereinfachter Betriebsverfahren. Hierzu gehören Vereinfachung und selbst Beseitigung der Signale, wo es möglich ist; Vereinfachung der Weichenanlagen, Fortfall der Bewartung der Uebergänge, Ersatz der gewöhnlichen Dampfzüge durch wirtschaftlichere Verkehrsmittel, wie leichte Züge (mit der Lokomotive in der Mitte) oder Triebwagen nur einer Wagenklasse, mit denen bei beträchtlicher Erhöhung der Reisegeschwindigkeit die Zahl der Zugfahrten und der Halte vermehrt werden könnte. Ferner grösste Vereinfachung der Fahrdienstvorschriften und Verringerung der Zahl der Bahnhöfe, auf denen Versuchsarbeiten ausgeführt werden; dann vereinfachte Frachtberechnung und Abrechnung, Umwandlung kleiner Bahnhöfe oder Stationen in nicht besetzte Haltestellen u. a. m.

2. *Durchführung sparwirtschaftlicher Organisationsverfahren im Güterverkehr.* Zu diesem Thema lagen Berichte vor von J. Colle, von V. M. Barrington-Ward und von Dr. A. Baumann.

Die *Schlussfolgerungen* verlangen bezüglich Betriebsabwicklung auf den Verschiebebahnhöfen eine den betrieblichen Bedürfnissen angepasste Organisation der Zugverlegungs- und Zugbildungsarbeit und zweckmässige Ausgestaltung der Fahrpläne, damit kurze Uebergangsaufenthalte der Wagen und damit deren bessere Ausnutzung erreicht wird; ferner die Aufstellung möglichst genauer Pläne der auf den Bahnhöfen zu leistenden Arbeit mit Festlegung der Rangieraufgaben. Zur Durchführung dieser Aufgaben werden maschinelle Einrichtungen, fernbediente Geleisebremsen und selbsttätiger Weichenstellbetrieb auf grossen Verschiebebahnhöfen als sehr wirtschaftlich empfohlen. Befürwortet wird wieder die gegenseitige Verbindung von Verschiebebahnhöfen durch Züge, die von Unterwegsarbeiten völlig und weitgehend entlastet sind, ferner rasche Benachrichtigung der Empfänger und Verwendung über den Termin der Ankunft der Ladung; dann Beschleunigung der Leerwagenläufe und Verwendung von Behältern und Strassenbeförderung von Eisenbahnwagen.