

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 117/118 (1941)
Heft: 13

Artikel: Erfahrungen beim Betonieren im Kraftwerkbau
Autor: Nipkow, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83409>

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: 22.02.2026

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



Abb. 8. Baggerung von gefrorenem und durch Sprengung gelockertem Kiesmaterial mit Raupen-Elektrobagger

Ist der Amplitudenzuwachs pro Schwingung klein, so lässt sich der zeitliche Verlauf des Schwingungsausschlages leicht angeben:

$$\varphi_0 = \varphi_{0_1} e^{\frac{q(k_1 - k_2) - 2\pi^2 \nu \vartheta}{4\pi^2 \nu \theta} t}$$

Man kann die reziproke Zeit:

$$a = \frac{q(k_1 - k_2)}{4\pi^2 \nu \theta} - \frac{\vartheta}{2\theta}$$

als Mass für die Anfachung betrachten. Sie ist negativ, Null oder positiv, jenachdem q kleiner, gleich oder grösser ist als

$$\frac{2\pi^2 \nu \vartheta}{k_1 - k_2}$$

Es ist ersichtlich, dass kleine Verdrehsteifigkeit (kleines ν) und geringe Dämpfung ϑ einer Brücke gefährlich werden können.

J. Ackeret

Anmerkung der Redaktion. Gleichzeitig mit obigen Mitteilungen haben wir einen Bericht erhalten von Dipl. Ing. A. A. Kubly in New York, der den Unfall ähnlich schildert; auf seine Veröffentlichung müssen wir aus Raumgründen leider verzichten. — Einem weiteren Bericht in der «Techn. Rundschau» vom 14. d. M. (der wir die Unterlagen zu unsern Abb. 1 und 2 verdanken) entnehmen wir, dass bei der Bronx-Whitestone-Brücke (Bd. 115, S. 3*) Schwingungen ähnlicher Art aufgetreten seien, indessen mit Amplituden von bis 20 cm; es sei inzwischen gelungen, sie durch geeignete Dämpfungs vorrichtungen zu beseitigen.

Erfahrungen beim Betonieren im Kraftwerkbau

Von Dipl. Ing. HANS NIPKOW (Schluss von Seite 129)

VIII. Frostschutzmassnahmen

Der scharfe Frost im Januar und Februar 1940 bot Gelegenheit, die schon im letzten Winter auf der Baustelle angewandten Frostschutzmassnahmen beim Betonieren weiter zu erproben. Bei den heute üblichen kurzen Baufristen kann eine Unternehmung es sich nicht leisten, die Baustelle wegen Frost einige Monate stillzulegen. Zudem fallen die an und für sich primitiven Massnahmen finanziell nicht ins Gewicht im Vergleich zur Bau summe und zum Zeitgewinn. Ausser den eigentlichen Frostschutz massnahmen beim Betonieren sind infolge der langen Frostperiode auch andere Massnahmen notwendig geworden, die zuerst beschrieben werden sollen.

1. *Aushub.* In der Kiesentnahmestelle war das Rohmaterial bis zu 1 m Tiefe gefroren, sodass der Elektrobagger mit Greifer einrichtung nur noch arbeiten konnte, wenn das Material vorgesprengt war. Es wurde so vorgegangen, dass mit schweren Spitzisen Löcher in die Frostdecke geschlagen und mit Sprengstoff geladen wurden. Wenn die Frostdecke durchschlagen war, konnte von der Böschung aus im nicht gefrorenen Material unter die Frostschicht Rohre von $1\frac{1}{2}$ " vorgetrieben werden. In diese Rohre wurde die Sprengladung gebracht und 5 bis 10 Schüsse gleichzeitig elektrisch gezündet. Diese Schüsse bewirkten ein Zerbersten der Frostdecke, sodass der Greifer in dem gelockerten Material arbeiten konnte (Abb. 8). Bei dem starken Frost bewährte sich der Elektrobagger besonders gut, da er im Gegen satz zum Dieselmischer kein Wasser benötigt und die Anlauf schwierigkeiten der Dieselmotoren in Wegfall kommen. Hingegen ist es beim Elektrobagger von Nachteil, dass die Erdkabel bei Frost wegen Bruchgefahr nicht umgelegt werden können.

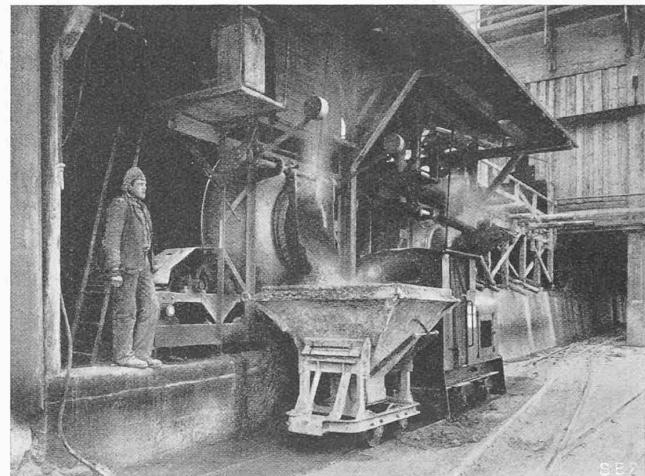


Abb. 9. Betonbereitung bei Frost. Ibag-Mischer, in die zur Erwärmung des Betons Dampf eingeleitet wird

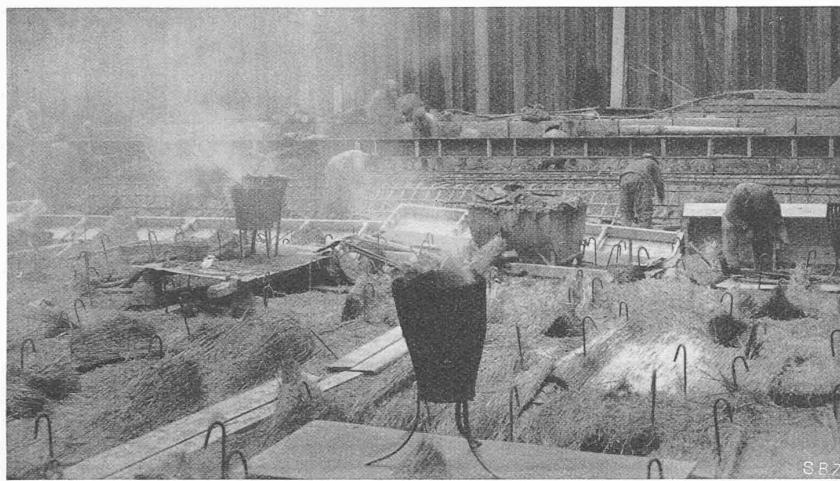
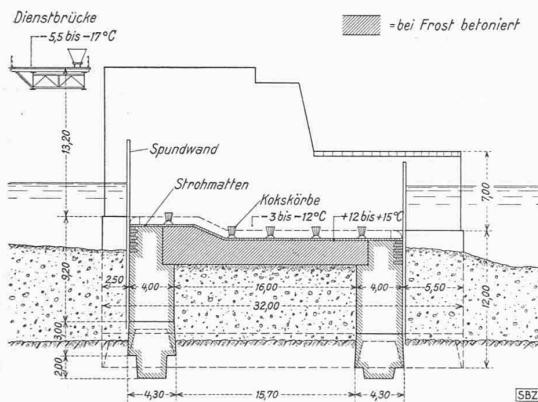
Die Kosten für das Vorsprengen betragen für 2700 m ³ gebaggertes Material an	
Sprengstoff (Gelatine-Donarit)	67 kg \times 1.50 = 100.50 RM
Elektrischen Zündern	174 Stück \times 0.03 = 5.20 RM
Eisernen Rohren	180 m \times 1.50 = 270. RM
Material:	<hr/> = 375.70 RM
Löhnen:	80 h \times 0.90 = 72. RM
	<hr/> 447.70 RM
oder pro m ³ gebaggertes Material	= -17 RM

2. *Aufbereitungsanlage.* Unter den Siloschnauzen — der Raum unter der Aufbereitung, in dem die Zuschlagstoffe abgezapft werden, ist vollständig verschalt — brennen während der Frostperioden Tag und Nacht Kokskörbe (Körnung des Kokses = 60/90 mm). Wenn nötig, werden auch Kokskörbe von oben in die Silos gehängt; dies ist erforderlich, wenn das Kies- und Sandmaterial an den Betonwänden festgefroren ist. Da auf 1 m³ Rohmaterial bis zu 2 m³ Waschwasser zugegeben werden müssen, ist alles Material in den Silos reichlich nass und gefriert umso leichter.

Im gleichen Raum unter den Siloschnauzen, in dem sich die brennenden Kokskörbe befinden, steht ein Quersiede-Dampfkessel mit 4 m² Heizfläche und 8 at Betriebsdruck, der den Dampf in eine Hauptleitung von 4" Ø abgibt. Von dieser Leitung zweigen 1 1/2" Leitungen in die Betonmischer ab.

3. *Betonieranlage.* Neben dem Mischer sind Kokskörbe aufgestellt, um die Mischtrommeln zu erwärmen. Bei der Auslauföffnung der Mischere treten die 1 1/2" Dampfzuleitungsrohre ein. Der Dampf, der, solange betoniert wird, ständig in die Mischmaschine einströmt, durchdringt das Mischgut und erwärmt die Mischtrommel auch von innen (Abb. 9). Messungen durch Ein tauchen eines gewöhnlichen Badethermometers in die Betonmasse haben ergeben, dass der Beton bei einer Lufttemperatur von -10°C eine Temperatur von +6°C hat; diese Temperatur behält er auch nach einem Transport von 60 bis 100 m in eisernen Kübeln (Inhalt = 1 m³) und er kann an der Arbeitsstelle noch mit dieser Temperatur verarbeitet (gerüttelt) werden. Bei starkem Frost werden die Transportkübel mit Deckeln aus Strohmatten und Brettern abgedeckt. Messungen etwa 5 h nach dem Einbringen des Betons haben eine Innen-Temperatur von +10°C ergeben, bei einer Lufttemperatur von -12°C. Diese Messungen sind in offenen Rohren, die im Beton stecken, vorgenommen worden. Werden diese Rohre, in denen die Thermometer stecken, mit einem Woll- oder Wattepfropfen verstopft, so erhält man Temperaturen von +15 bis +18°C, die ziemlich genau der tatsächlichen Innentemperatur des Betons entsprechen dürften. Man ersieht hieraus, dass die Abbindewärme des Zementes (Dosierung 250 kg P. C. pro m³ Fertigbeton) zu wirken beginnt, bevor der Beton sich auf 0°C abkühlen und gefrieren kann. Genauere Angaben folgen unter «Beispiele des Betonierens bei Frost».

Es würde gelingen, den Beton mit einer noch höheren Eigenwärme in das Bauwerk einzubringen, wenn die Dampfleitung in Form einer Schlange durch das Wassergefäß der Mischmaschine geführt werden könnte, damit auch das Anmachwasser ange wärmt würde. Dies ist aber bei den hier verwendeten Ibag-Mischern nicht möglich, weil sich im Wassergefäß ein beweglicher Kolben zu Messzwecken befindet. Das Anmachwasser, das

Abb. 10. Abdeckung und Warmhaltung einer bei -12°C betonierten WehrschwelleAbb. 12. Fischpass bei -8°C betoniert

aus einem Filterbrunnen in der Baugrube entnommen wird, hat, da der Brunnen hauptsächlich vom Grundwasserstrom und nicht vom Fluss (Wassertemperatur $= +2^{\circ}\text{C}$ bei einer mittleren Lufttemperatur von -8°C) gespeist wird, eine ziemlich konstante Temperatur von $+8^{\circ}\text{C}$. Muss bei starkem Frost betoniert werden, so ist es besonders wichtig, den Wassergehalt des Betongemisches auf das kleinstmögliche Mass herabzusetzen.

4. Beispiele des Betonierens bei Frost. Während des Betonierens werden neben und wenn möglich im Innern der betreffenden Bauteile brennende Kokskörbe aufgestellt, die bei Frost unter -5°C nach Beendigung des Betonierens noch 48 h weiter geheizt werden. Die fertig betonierten Bauteile und deren Schalungen werden mit Papiersäcken und Strohmatten abgedeckt (Abb. 10 u. 11). Wenn auf alte Betonflächen, die vereist sind, neuer Beton aufgebracht werden muss, so wird das Eis auf der Arbeitsfuge mit Dampf aufgetaut. Ist dies wegen der Oertlichkeit nicht möglich, so wird heißes Wasser mit Sodazusatz verwendet. Das früher viel verwendete Kochsalz greift die Rundesen in schädlicher Weise an und kann in unserem Fall, wo sich gewöhnlich auch in den Arbeitsfugen viele Rundesen zur Verbindung von altem und neuem Beton befinden, nicht verwendet werden. Soda hat sich als für die Eiseneinlagen unschädlich erwiesen.

Unterwasserseitige Ufermauer mit Fischpass. An diesem Bauteil (Abb. 12 u. 13) sind 260 m^3 Beton P 300 bei -8°C Lufttemperatur eingebracht worden. Nach Vollendung der Betonierung sank das Thermometer in der Nacht auf -14°C . Da es sich um dünne, ungeschützt liegende Betonteile handelte, wurden innen im Fischpass und aussen an den Wänden brennende Kokskörbe aufgestellt und alles mit Strohmatten abgedeckt. Die Kokskörbe brannten noch 48 h nach Beendigung der Betonierung. Der Beton hat keinen Schaden genommen.

Spiralkegel einer Turbine. Dieser Bauteil wurde in Tag- und Nachtschicht bei einer mittleren Lufttemperatur von -5°C betoniert; es handelte sich um 250 m^3 Beton P 250. Während des Betonierens sank das Thermometer in der Nacht auf -18°C . Ringsum wurden Kokskörbe aufgestellt. Die ganze Schalung und der obere Hohlraum wurden mit Strohmatten, die Oberfläche des Betons mit Papiersäcken und Strohmatten abgedeckt. Auch dieser Beton hat keinen Schaden genommen.

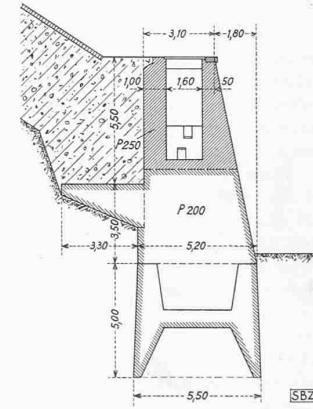
Der Beton wurde in 1 m^3 -Kübeln mit Eigentemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$ eingebracht. Lufttemperatur in der Baugrube durch die Kokskörbe von -12°C auf $+3^{\circ}\text{C}$ erhöht, Betontemperatur nach 5 Stunden $+12^{\circ}\text{C}$.

Beim Fischpass sank die Temperatur in der Nacht nach dem Betonieren auf -14°C . Im Innern und an den Außenmauern waren Kokskörbe aufgestellt. Der Beton war mit $+20^{\circ}\text{C}$ eingebracht worden und mit Strohmatten bedeckt.

Abb. 11 (links). Wehrschwelle 1:600

Abb. 13 (rechts). Fischpass 1:300

Die schraffierte Teile sind unter Frost betoniert



Wehrschwelle. Das Betonieren der Wehrschwelle (Abb. 10 und 11) erfolgte in der Zeit vom 13. bis 17. Februar 1940 in durchgehenden Tag- und Nachtschichten unter den denkbar schlechtesten Witterungsverhältnissen. Die Lufttemperaturen betragen in dieser Zeit:

	Min:	Max:
13. Februar	-12°C	$+2^{\circ}\text{C}$
14. Februar	-17°C	-6°C
15. Februar	-13°C	-7°C
16. Februar	-8°C	-3°C
17. Februar	-11°C	$+2^{\circ}\text{C}$

Es wurden 960 m^3 Beton eingebracht. Auf der Sohle (400 m^2) der Baugrube waren acht brennende Kokskörbe verteilt. Der eingebrachte, gerüttelte Beton wurde sofort mit Strohmatten abgedeckt. Die Lufttemperaturen betragen auf der

	Abdeckung (Strohmatten)	Dienstbrücke (Umhängen der Kübel)
13. Februar	20 h -7°C	-10°C
14. Februar	2 h $-9,5^{\circ}\text{C}$	-14°C
14. Februar	6 h -12°C	-17°C
15. Februar	20 h -3°C	$-5,5^{\circ}\text{C}$

Die Lufttemperaturen auf der Sohle der Baugrube betragen am 15. Febr. 17. Febr.

im Abstand von 1 m von einem Kokskorb $+5^{\circ}\text{C}$ -4°C
im Abstand von 2 m von einem Kokskorb $+4^{\circ}\text{C}$ -6°C
im Abstand von 3 m von einem Kokskorb $+1^{\circ}\text{C}$ $-8,5^{\circ}\text{C}$
im Abstand von 7 m von einem Kokskorb $-1,5^{\circ}\text{C}$ -10°C

Die Temperaturen des eingebrachten Betons unter der Strohmattenabdeckung waren:

Sofort nach dem Einbringen	$+3^{\circ}\text{C}$ bis $+7,5^{\circ}\text{C}$
1 Stunde nach dem Einbringen	$+3^{\circ}\text{C}$ bis $+4^{\circ}\text{C}$
4 Stunden nach dem Einbringen	$+12^{\circ}\text{C}$ bis $+15^{\circ}\text{C}$

Es ist wichtig, den Beton nach dem Einbringen sofort mit Strohmatten abzudecken, da sonst die vielen Eiseneinlagen die Betonwärme an die kalte Außenluft ableiten. Es gelang auf diese Weise, die Betontemperatur so lange über 0°C zu halten,

bis die Abbindewärme des Zementes zu wirken begann. Der Weg des Betons von der Mischmaschine bis zur Arbeitsstelle betrug horizontal 100 m, vertikal 14 m. Der Transport erfolgte in eisernen Kübeln von 1 m³ Inhalt.

Die Kosten für die Frostschutzmassnahmen betrugen:

Mehraufwendungen für den Betrieb der Aufbereitungsanlage = 0,2 h/m³, i. M. sind aufbereitet worden = 7400 m³ im Monat, somit für zwei Monate \times 7400 m³ \times 0,2 h \times 1.15 RM/h = 3400 RM Heizung:

Zwei Mann Tag und Nacht = 48 h/Tag.

48 h \times 1.25 RM = 60 RM/Tag (einschliesslich der sozialen Lasten, Nacht- und Überstunden und sonstigen Zuschläge). 60 Tage \times 60 RM = 3600 RM
Miete des Dampfkessels 100 RM
Brennstoff 55 t Koks \times 39 RM = 2145 RM
Installationen:
Dampfkessel, Leitungen, Kokskörbe usw. 2900 RM

Gesamtkosten: 12145 RM

Geleistet wurden in den zwei Frostmonaten Januar und Februar 1940 2300 m³ Beton im Werte von 44200 RM, d. h. die Mehrkosten für Frostschutzmassnahmen betrugen 5,25 RM/m³ Beton oder 27,5 % des Leistungswertes. Auf die Gesamtkostensumme umgeschlagen machen die Mehrkosten für Winterarbeit blos 0,3 % aus.

Zum Schlusse sei darauf hingewiesen, dass das Betonieren bei starkem Frost auch mit den besten Frostschutzmassnahmen nur möglich ist, wenn die ganze Mannschaft vom Bauleiter bis zum Tiefbauarbeiter den festen Willen hat, auch unter den grössten Schwierigkeiten und schlechtesten Witterungsverhältnissen (Schneesturm, scharfer Ostwind, Temperaturen bis zu -18°C) unbedingt durchzuhalten, denn eine Unterbrechung des Betonierens ist gewöhnlich nicht möglich. Das beste Mittel, die Arbeiter zum Durchhalten anzuspornen, ist immer noch das gute Beispiel, mit dem die Ingenieure und Bauführer vorangehen müssen, indem sie auch bei widrigstem Wetter auf der Arbeitsstelle ausharren und die Aufsicht besonders scharf ausüben. Voraussetzung ist, dass die Arbeiter von der Unternehmung warme Handschuhe, wassererdichte Kleider und mehrmals während der Schicht heißen Tee erhalten. An allen Arbeitsstellen müssen Kokskörbe aufgestellt werden, die gegen den Wind mit grossen Brettertafeln abgeschirmt sind, damit die Arbeiter auch während der Arbeit Gelegenheit haben, sich zu wärmen.

Die Kosten der Winterarbeiten werden gewöhnlich überschätzt. Wenn infolge der gesammelten Erfahrungen die Bauherrschaften dazu gebracht werden können, Frostschutzmassnahmen, die sich zur Einhaltung von kurz bemessenen Bauterminen als notwendig erweisen, zu vergüten, so kann der Unternehmer auch einwandfreie, gut vorbereitete Massnahmen treffen.

Neuzeitliche elektrische Bühnenbeleuchtung

Von Obering. B. ECKERT, Siemens E. A. G., Zürich

(Schluss von Seite 134)

Die Bedienung und Regelung der Bühnenbeleuchtung, mit Ausnahme der Verfolgungsscheinwerfer und einiger anderer Sonder-Beleuchtungskörper, geschieht vom Beleuchterraum aus. Hier nimmt der Beleuchter mit Hilfe des Bühnenreglers alle jene Lichteinstellungen und Helligkeitsabstufungen vor, die notwendig sind. Auch für einfache Bühnenbeleuchtungsanlagen ist der Bühnenregler heute der geeignete Apparat. Er setzt sich aus einem rein mechanischen Teil, dem Bühnenstellwerk, und einem elektrischen Teil, den Regelwiderständen oder den Bühnen-Wechselstromreglern, zusammen. Beide Teile sind durch die zur Bewegungsübertragung notwendigen, über Rollen laufenden Seile miteinander verbunden.

Bühnenstellwerke. Vom einreihigen kleinen Bühnenstellwerk mit 6 Hebeln (Abb. 18) bis zu den vielreihigen grossen Stellwerken mit 200 und mehr Hebeln (Abb. 19) ist ein weiter Weg der technischen Vervollkommenung. Allen Stellwerken, ob gross oder klein, ist gemeinsam, dass mit jedem Hebel ein Bühnenwiderstand oder ein Regelschlitten betätigt wird. Durch die kreisförmige Bewegung eines Hebels um 180° in der einen oder andern Richtung wird eine völlige Verdunklung oder Erhellung der Lampen eines Stromkreises ermöglicht. Beim Gruppenantrieb können die einzelnen Hebel durch einfache Drehung eines Griffes auf die gemeinschaftliche Welle gekuppelt und gemeinsam durch

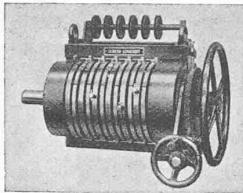


Abb. 18. Einreihiges Bühnenstellwerk ohne Gegengewichtskasten mit 1 \times 6 Hebeln

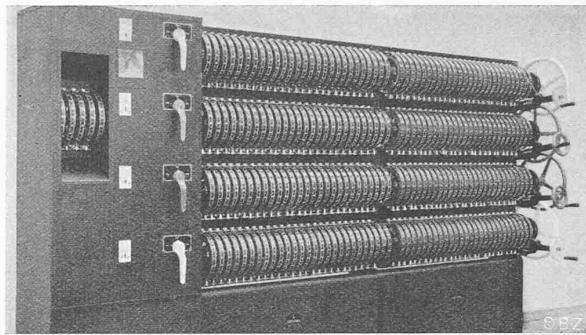


Abb. 19. Bühnenstellwerk mit 4 \times 54 Hebeln für motorischen Antrieb

ein Handrad in Verbindung mit einer Feinregulierung bedient werden. Da es häufig erwünscht ist, einzelne Hebel der selben Reihe gegenläufig zueinander zu bewegen, während die Drehrichtung des Gemeinschaftsantriebes die gleiche bleibt, werden die Stellwerke — auch solche mit kleinen Hebelzahlen — mit einer «Wechselkupplung» versehen. Es können damit je nach der Einkupplung durch die Hebel einer Welle gleichzeitig einzelne Bühnenteile erhellt, andere verdunkelt werden. Einfach und zweckdienlich ist auch die gemeinsame Bedienung aller Hebelreihen durch einen Zentralantrieb. Die mannigfachen, im Lauf der Zeit für Handantrieb durchgebildeten Konstruktionen reichen bei mehrreihigen Stellwerken mit grossen Hebelzahlen kaum mehr aus. Die Entlastung des Bedienungspersonals unter Beibehaltung einer günstigen Uebersicht über die Bühne und die Betätigung der Regelanlage im entscheidenden Augenblick, mit der Genuigkeit, wie sie die szenische Darstellung verlangt, ist nur mit Hilfe des elektromotorischen Antriebes erreichbar. In der Bühnenpraxis hat sich der motorische Einzelantrieb jeder Welle gegenüber dem Gesamtantrieb aller Wellen durch einen Motor als vorteilhafter erwiesen.

Neuzeitliche Theateranlagen wählen zur Stromversorgung heute, wenn immer möglich, Wechselstrom. Mit Gleichstrom betriebene Anlagen werden auf Wechselstrom umgestellt. Damit ist der Vorteil verbunden, an Stelle der früher üblichen Regelwiderstände *Bühnen-Wechselstromregler* verwenden zu können. Ein Wechselstromregler besteht aus einem Eisenkern, dessen Wicklung mit ihren beiden Enden an die Verbrauchspannung angeschlossen wird. Jede Wicklungs-Windung bildet somit eine Spannungs- oder Regelstufe. Auf den Kontaktbahnen gleiten die Regelschlitten über die Windungen der Wicklung und nehmen von dieser die Spannung ab, die für den gewünschten Helligkeitsgrad der angeschlossenen Lampen nötig ist. Die Bedienung der Regelschlitten erfolgt vermittelst Seilzug durch die Hebel eines Stellwerkes. Bei kleineren Theateranlagen haben sich Einphasenstromregler mit vier (Abb. 20) oder acht Regelschlitten in Verbindung mit einem einfachen Bedienungsgerät, dem Vorbauantriebsgestell (Abb. 21) eingeführt. In Berufstheatern hingegen finden hauptsächlich Einphasen- und Drehstromregler grösserer Leistung und grösserer Schlittenzahl (Abb. 22) Verwendung. Bei den Wechselstromreglern geschieht die Regelung, im Gegensatz zur Widerstandsregelung, praktisch verlustlos und unabhängig von der Strombelastung³⁾. Die Leistungersparnis richtet sich nach dem Grad und der Zeitdauer der Verdunklung der einzelnen Lampengruppen. Neben der praktisch verlustlosen, von der Belastung der Stromkreise unabhängigen Regelung sprechen der geringe Raumbedarf (Abb. 23), die bessere Ausnutzungsmöglichkeit, die Vereinfachung der Schaltanlage, die geringe Wärmeentwicklung und damit die Erhöhung der Feuersicherheit des Theaters für den Bühnen-Wechselstromregler.

Eine der schwierigsten Fragen bei der Einrichtung einer Bühnenbeleuchtungsanlage ist die Unterbringung des Beleuchterraumes, von dem aus die Regelanlage zu bedienen ist. Es ist grundlegend wichtig, dem Stellwerk einen Platz zu geben, von dem aus der Beleuchter beim Arbeiten mit den vielen Hebeln, den Handrädern und den Feinregulierungen, bzw. mit den elektrischen Steuerung in bequemer Stellung einen guten Ueberblick über die gesamte Bühne hat. Wohl die älteste, aber immer noch häufig angewendete Anordnung des Beleuchterraumes ist seine Unterbringung an der Prosceniumsmauer, links oder rechts auf einer besonderen Plattform, etwa 2,5 m oberhalb des Bühnenfußbodens (z. B. Stadttheater Basel und Zürich). Da bei dieser Disposition der Beleuchter meistens nur einen ihm gegenüber

³⁾ Vgl. W. Unruh: «Die Wirtschaftlichkeit der Umstellung von Gleichstrom auf Drehstrom bei Bühnenbeleuchtungsanlagen». Siemens Zeitschrift Bd. 19 (1939), Heft 1, S. 35.