

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LV. Band.

Die Schriftleitung halt sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. Alle Rechte vorbehalten.

1. Heft. 1918. 1. Januar.

### Erkennen und Verhüten mangelhafter Ergebnisse der chemischen Reinigung des Speisewassers.

E. Wehrenfennig, k. k. Baurat, Zentralinspektor der österreichischen Nordwestbahn i. R. in Wien.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 8 auf Tafel 1.

Oft sind die Ergebnisse der mit verhältnismäßig großen Kosten hergestellten Einrichtungen zum Weichmachen des Speisewassers für Kessel unbefriedigende. Ablager von Schlamm und Kesselstein im Kessel, Verkrusten der zum Hochbehälter und von da zum Krane führenden Leitungen, Schäumen des Kesselwassers und Überreissen in die Dampfzylinder, Ungangbarkeit oder Abzehrungen der metallenen Teile der Ausstattung der Kessel sind die Hauptübelstände. Die Ablagerungen und Verkrustungen haben ihre Ursache in unvollständiger oder verzögerter Ausfällung der im Rohwasser enthaltenen Kesselstein bildenden Stoffe wegen zu kleiner Anlage der Einrichtungen zum Reinigen, also verhältnismäßig zu hohen Bedarfen an Wasser, durch den chemischen Umsetzungen zu wenig Zeit gelassen wird.

Das Schäumen des Kesselwassers und das Wasserreissen wird durch überschüssige oder unverbunden gebliebene Zusatzmittel bewirkt, wenn sie in einem der Beschaffenheit des Wassers nicht entsprechendem Verhältnisse beigegeben sind. Oft beruhen sie auf nicht beachteten Änderungen der Beschaffenheit des Rohwassers oder in Änderungen des wirksamen Gehaltes durch Herkommen, Dauer des Lagerns und Behandlung der Zusatzstoffe.

Ungangbarkeit und Abzehrungen der Ausstattung der Kessel sind Folgen überschüssigen Gehaltes des gereinigten Wassers an Soda. Da auch manches Rohwasser doppelkohlen-saures Natron enthält, und beim Kochen nach Abgang der halbgebundenen Kohlensäure Soda im Wasser zurückbleibt, sind mit solchem Speisewasser arbeitende Kessel auch durch Abzehren der kupfernen Wandteile und Stehholzen ernstlich gefährdet.

Um das Auftreten dieser Nachteile zu verhüten, hat sich der Betriebsingenieur mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen des Wassers vertraut zu machen oder solche nach Möglichkeit selbst vorzunehmen. Auch über die Art der Berechnung der zum Weichmachen nötigen Zusätze, und ihrer Einwirkung auf das Rohwasser, die Bereitung der Zusätze und ihre Zuteilung zum Rohwasser muß er sich Aufschluß verschaffen. Er hat ferner zu erwägen, daß chemische Vorgänge zu ihrer Beendigung eine gewisse Zeit erfordern und daß daher zwischen dem Rauminhalte der Fällgefäße und der

Menge des durchgehenden Wassers, der Geschwindigkeit des Aufsteigens, ein bestimmtes Verhältnis bestehen muß. Endlich hat er den Wärter zu täglichen Nachprüfungen des gereinigten Wassers anzuhalten, ihm dazu und zu allen übrigen Verrichtungen auch Anleitung zu geben.

In diesem Aufsätze soll nach eigener Erfahrung \*) und Erkundung versucht werden, die mit dem Betriebe von Anlagen zum Reinigen des Wassers beauftragten Beamten, die selten eingehendere chemische Kenntnisse besitzen, in faßlicher Weise das Wichtigste auf diesem Gebiete zu vermitteln.

#### A. Die Untersuchung des Wassers zur Ermittlung der Beschaffenheit des Rohwassers und der Begriff der Härte als Maß des Rechnens.

Die Beimengungen an erdigen und Pflanzen-Teilen sind aus der Trübung erkennbar, gegenüber ihrer Menge ist ihre Art nicht von besonderer Bedeutung. Sie werden durch Filtern beseitigt.

Die chemischen Verunreinigungen sind dagegen nur aus den Ergebnissen einer chemischen Untersuchung zu erkennen.

Bei Fachchemikern erscheinen die Angaben der unmittelbar bestimmbaren Stoffe und Verbindungen, wie Kalk  $\text{CaO}$ , Magnesia  $\text{MgO}$ , Tonerde  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Schwefelsäure  $\text{SO}_2$ , gebundene und freie Kohlensäure  $\text{CO}_2$ , Chlor  $\text{Cl}$ , Salpetersäure  $\text{NO}_3$ , Kieselsäure  $\text{SiO}_2$ , Eisenoxid  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und das aus dem Unterschiede der Stoffgewichte folgende Natron  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Die Ergebnisse der Prüfung enthalten auch gewöhnlich den Glührückstand, die Stoffe von Pflanzen und Tieren und

\*) Wasserreinigungsanlagen nach Wehrenfennig sind ausgeführt bei den österreichischen Staatsbahnen, der österreichischen Südbahn, der Domänenverwaltung der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft, Eisenbahn-Technik der Gegenwart, II. Band, unter dem Namen Wehrenfennig, und in: Untersuchung und Reinigung des Kesselspeisewassers, C. W. Kreidel's Verlag, 1905.

In der allgemeinen Zeitschrift für Bierbrauerei und Malzfabrikation ist im Jahrgange 1904, Nr. 48, 49 die Bauart und im Jahrgange 1917, Nr. 21 die Betriebsführung einer in der Bierbrauerei Meichl in Wien-Simmering aufgestellten Anlage zum Reinigen des Wassers nach Wehrenfennig von G. Meichl jun. beschrieben. Letztere Beschreibung zeigt den wirtschaftlichen Wert ständiger Überwachung.

die Verbindungen der Säuren und Basen. Diese werden aber nicht unmittelbar bestimmt, sondern durch Rechnung gefunden\*). Härtend wirken Kalk, Magnesia, Eisen und Aluminium in ihren Verbindungen. Von diesen bilden aber nur die kohlen-sauerer Verbindungen des Kalkes, der Magnesia, des Eisens, die schwefelsäure des Kalkes Kesselstein.

Aus den durch die Untersuchung erhaltenen Zahlen, die meist g/l Wasser angeben und nicht unmittelbar vergleichbar sind, weil sie sich auf verschiedene Stoffe mit verschiedenem Gewichte der Verbindungen beziehen, geht hervor, daß die Ergebnisse in der vom Chemiker gegebenen Gestalt für den nicht chemisch Vorgebildeten nicht ohne Weiteres brauchbar sind. Sie bedürfen einer solchen Vereinfachung, daß ihre Mengen unmittelbar vergleichbar also in gleichbenannte Zahlen umgeformt werden. Diese die Übersichtlichkeit erhöhende und die Rechnung vereinfachende Umformung geschieht dadurch, daß die Angaben auf eine gemeinsame Einheit bezogen werden. Für die Reinigung des Wassers, bei der Kalk die Hauptrolle spielt, eignet sich dieser dazu am besten und zwar unter Verallgemeinerung des Begriffes der Härte\*\*).

Alle Stoffmengen sind daher auf Ersatzgrade\*\*\*) umzu-rechnen, was durch Bildung der Verhältniszahlen des Ersatz-gewichtes des fraglichen Stoffes zum Kalke geschieht. Die für die Verbindungen maßgebenden Gewichte sind für  $\text{CaO} = 56$ ,  $\text{MgO} = 40$ ,  $\text{CO}_2 = 44$ ,  $\text{SO}_3 = 80$ , die Ersatzgewichte für  $\text{CaO} = 28$ ,  $\text{MgO} = 20$ ,  $\text{CO}_2 = 22$ ,  $\text{SO}_3 = 40$ , die Zahlen für die Umrechnung für  $\text{CaO} : \text{CaO} = 1$ ,  $\text{CaO} : \text{MgO} = 1,4$ ,  $\text{CaO} : \text{CO}_2 = 1,273$ ,  $\text{CaO} : \text{SO}_3 = 0,7$ , daher entsprechen einem Gewichtsteile  $\text{MgO} : 1,4 \text{ CaO}$ ,  $1 \text{ CO}_2 : 1,273 \text{ CaO}$ ,  $1 \text{ SO}_3 : 0,7 \text{ CaO}$ . Die umgekehrten Verhältnisse geben dann unmittelbar an, wie viele Gewichtsteile jedes Stoffes den Ersatzwert eines Gewichtsteiles  $\text{CaO}$  bilden, sie stellen die Ersatzgrade der Härte für die einzelnen Stoffe dar. Für die aus dem Wasser zu entfernenden Stoffe, nämlich  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CO}_2$  und  $\text{SO}_3$  gelten danach die Verhältnisse für  $\text{CaO} : 1$ ,  $\text{MgO} : 0,714$ ,  $\text{CO}_2 : 0,786$ ,  $\text{SO}_3 : 1,430$ , und für die in Betracht kommenden Mittel zum Reinigen nämlich für Ätzkalk  $\text{Ca(OH)}_2 : \text{CaO} = 1,321$ , Ätz-natron  $\text{NaOH} : \text{CaO} = 1,430$ , Soda  $\text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{CaO} = 1,893$ , Chlorkalzium  $\text{CaCl}_2 : \text{CaO} = 1,964$ , Bariumkarbonat  $\text{BaCO}_3 : \text{CaO} = 3,500$ . Von den Mitteln zum Reinigen ist daher für jede chemisch umzusetzende Einheit der Härte oder deren Ersatzwert und für 1 cbm Wasser das zehnfache dieser Verhältnisse in Grammen zuzusetzen, da  $1^\circ = 10 \text{ g/cbm}$  ist.

Zusammenstellung I enthält die hiernach maßgebenden Zahlen und Verhältnisse für sechzehn Stoffe.

\*) Die Berechnung erfolgt, indem man zuerst das Cl an Na bindet, den Rest des Na an  $\text{NO}_3$ , den Rest der  $\text{NO}_3$  an  $\text{CaO}$ .

Sollte das Cl nicht ganz an Na gebunden werden können, so bindet man es weiter an Ca. Der Rest des Kalkes wird auf Gips gerechnet. Bleibt ein Rest an  $\text{CaO}$ , so wird er auf  $\text{CaCO}_3$  umgerechnet. Der Rest an  $\text{CO}_2$  wird an  $\text{MgO}$  gebunden, der etwaige Überschufs der  $\text{SO}_3$  aber an  $\text{MgO}$ , das Eisen an  $\text{CO}_2$ , die  $\text{SiO}_2$  an  $\text{Na}_2\text{O}$  oder an  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

\*\*) Zuerst geschah dies vom Verfasser; Organ 1893, S. 19, 52, 98.

\*\*\*) 1 deutscher Grad Härte ist 1 Teil Kalk in 100 000 Teilen Wasser,  $1^\circ = 10 \text{ g/cbm}$ .

### Zusammenstellung I.

		Für Ver- bind- ungen maß- geben- des Gewicht	Er- satz- Ge- wicht	1g des Stoffes ent- sprechen g CaO	1g CaO ent- sprechen g des Stoffes.
a: „Molekulargewicht“					
b: „Äquivalenzgewicht“					
		a	b		
Im Rohwasser enthalten	Kalk . . . . . $\text{CaO}$	56	28	1,000	1,000
	Kohlensaurer Kalk $\text{CaCO}_3$	100	50	0,560	1,786
	Magnesia . . . . . $\text{MgO}$	40	20	1,400	0,714
	Eisenoxydul . . . . . $\text{FeO}$	72	36	0,778	1,285
	Kohlensäure . . . . . $\text{CO}_2$	44	22	1,273	0,786
	Schwefelsäure . . . . . $\text{SO}_3$	80	40	0,700	1,430
	Chlor . . . . . $\text{Cl}$	35	35	0,800	1,250
	Salpetersäure . . . . . $\text{N}_2\text{O}_5$	108	54	0,519	1,930
	Salpetrige Säure . . . . . $\text{N}_2\text{O}_3$	76	38	0,737	1,357
	Kieselsäure, Meta . . . . . $\text{SiO}_2$	60	30	0,933	1,072
Ammoniak . . . . . $\text{NH}_3$	17	17	1,647	0,607	
Mittel zum Reinigen	Ätzkalk . . . . . $\text{Ca(OH)}_2$	74	37	0,757	1,321
	Ätznatron . . . . . $\text{NaOH}$	40	40	0,700	1,430
	Soda . . . . . $\text{Na}_2\text{CO}_3$	106	53	0,529	1,893
	Chlorkalzium . . . . . $\text{CaCl}_2$	110	55	0,509	1,964
	Kohlensaurerer Baryt *) . . . . . $\text{BaCO}_3$	196	98	0,286	3,500

Für die Berechnung der Zuschläge zu dem weich zu machenden Speisewasser genügt es, wenn die Untersuchung den Kalk, die Magnesia und die gebundene, oder halb gebundene Kohlensäure angibt. Da die Bestimmung dieser Stoffe schnell und einfach nach Knöfler\*\*) möglich ist, so kann der Betriebsingenieur diese Stoffe bestimmen, und zwar an der Stelle, wo das Wasser gewonnen wird, wenn er sich des vom Verfasser angegebenen\*\*\*), mit Geräten und Flüssigkeiten ausgerüsteten Reisekastens (Abb. 1 bis 5, Taf. 1) bedient.

Nach dem Verfahren von Knöfler werden 100 cbcm des Wassers mit 1 bis 2 Tropfen einer Mischung von Fenoltalein und Methylorange gelb gefärbt und in dieser nach einander die Kohlen-säure mit 1:5 Normalsalzsäure, die Magnesia mit 1:5 Normal-ätznatron in alkoholischer Lösung, der Kalk mit 1:5 Normalsoda der Menge nach bestimmt. Die als  $\text{CaO}$  berechnete Menge der gebundenen Kohlensäure ergibt sich durch Zusatz von 1:5 Normal-salzsäure bis zum Umschlagen der Farbe von Gelb in Rot, das heißt bis zu dem Beginne des Sauerwerdens der Flüssigkeit durch die Salzsäure; die beginnende Rötung des Methylorange ist das Zeichen der beendeten Austreibung der gebundenen Kohlensäure. Die Anzahl der gebrauchten cbcm der 1:5 Normalsalzsäure gibt mit 5,6, dem 1:5 Ersatzverhältnisse des  $\text{CaO}$ , vervielfältigt die Anzahl der Kalk-grade, die der gebundenen Kohlensäure entspricht. Da in der Flüssig-keit aber noch ein Teil der frei gewordenen Kohlensäure zurück-geblieben ist, und diese für das nun vorzunehmende Zusetzen von 1:5 Normalätznatron zur Bestimmung der Magnesia störend wäre, weil sich aus ihr und einem Teile des dabei benutzten Ätznatron Soda bilden würde, so wird sie weggekocht. Die dabei wieder gelb gewordene Flüssigkeit wird nun mit gemessener Menge von 1:5 Normalätznatron bis zu deutlicher alkalischer Wirkung, also bis zur Rotfärbung des Fenoltalein, versetzt. Zu beachten ist, daß

\*) Chlorbarium  $\text{BaCl}_2$ , Bariumoxid  $\text{BaO}$ , und Ätzbaryt  $\text{Ba(OH)}_2$  sind nicht aufgenommen, da sie, namentlich das erste, giftig und teuer sind.

\*\*) J. von Liebig's Annalen der Chemie 1835, Band 230; Organ 1893, S. 19, 52, 98; 1899, S. 214; 1902, S. 299.

\*\*\*) Von Rohrbecks Nachfolger, Wien IV, Wehrgasse zu beziehen.

nicht zuviel Ätznatron zuge tropft wird, da dann ein Teil des Kalkes schon jetzt mit der Magnesia heraus fallen würde. Höchstens darf 1 cbcm Überschuß an Ätznatron zugegeben werden.

Hierauf wird die Flüssigkeit mit dem grobstockigen schleimigen Niederschlag der Magnesia durch ein nasses Faltenfilter in ein Becherglas gefiltert. Der klaren roten Flüssigkeit wird nun abermals 1:5 Normalsalzsäure zugesetzt, worauf zuerst ein Farbenschlag von Rot in Gelb eintritt, dann die wiederbeginnende Rötung die Umsetzung des Überschusses an Ätznatron anzeigt. Die Menge der Magnesia folgt dann aus dem Unterschiede der gebrauchten 1:5 Normalsalzsäure, die mit 5, 6 vervielfältigt den Gehalt an Magnesia in Kalkgraden, die Magnesiahärte, angibt.

Hierauf wird die Flüssigkeit abermals gekocht und solange mit 1:5 Normalsoda versetzt, bis deutliche Rötung durch Fenoltalein entsteht. Nach nochmaligem kurzem Kochen fällt der Kalk heraus. Wird die Flüssigkeit dabei gelb, so gibt man weitere gemessene Mengen 1:5 Normalsoda zu, um die letzten Reste von Kalk zu fällen, und filtriert dann die Flüssigkeit wieder durch ein nasses Faltenfilter.

Die gefilterte, rötliche, klare, alkalische Flüssigkeit, von der eine geringe Menge entnommen wird, die mit oxalsauerem Ammoniak keinen Niederschlag mehr geben darf, wird nun mit 1:5 Normal-Salzsäure bis zu wieder beginnender Rötung versetzt. Der Unterschied der gebrauchten cbcm an 1:5 Normalsoda und 1:5 Normal-salzsäure gibt mit 5,6 vervielfacht den Gehalt des Wassers an Kalk in Kalkgraden.

Magnesia und Kalk geben in Kalkgraden zusammen die ganze Härte, die noch durch Bestimmung mit der Seifenlösung nach vorherigem Durchblasen mit Luft geprüft werden kann.

Wenn alle drei flüssigen Zuschläge genau gleich gestellt sind, so erfordert 1 cbcm der 1:5 Normalsalzsäure zum Binden genau 1 cbcm des 1:5 Normalätznatron oder 1 cbcm der 1:5 Normal-soda. Ist die 1:5 Normalsalzsäure genau gestellt, erfolgt aber der Farbenschlag erst, wenn zu 1 cbcm 1:5 Normalsalzsäure 1,05 cbcm 1:5 Normalsoda gegeben wurden, so ist das Ergebnis im Verhält-nisse von 1:1,05 abzuändern.

Bei diesem Verfahren ist zu beachten, daß die Kalksalze nur gegenüber reinem Ätznatron nicht gefällt werden. Ist das Ätznatron mit Soda gemischt, was bei wässerigen Lösungen immer der Fall sein würde, weil Ätznatron begierig Kohlensäure aus der Luft anzieht, dann fiele wegen der dem Ätznatron beigemengten Soda Kalk mit heraus und das Ergebnis wäre unrichtig.

Wichtig ist also, daß die Natronlauge in alkoholischer Lösung verwendet wird, in der Soda nicht löslich ist, und die Flüssigkeit selbst sodafrei bleibt. Die Bestimmung der Schwefelsäure im Wasser nach Knöfler, deren Menge zu kennen für das Barytverfahren nötig ist, erfordert eine gewisse Übung, wird daher besser dem Fachchemiker überlassen.

Auch die Bestimmung der freien Kohlensäure kann ein-fach bestimmt werden, nämlich durch Zusetzen von 1:5 Normal-sodalösung zu 100 cbcm Rohwasser. Wenn dabei Fenoltalein (Phenolphthalein F) allein verwendet wird, und wenn bis zur Entfärbung F cbcm Sodalösung gebraucht wurden, so sind 2 F 5,6 freie Kohlensäure in Kalkgraden im Wasser.

Wird zuerst Fenoltalein und nach dessen Entfärbung Methylorange bis zur Orangefärbung weiter zugeschlagen, so ergibt sich (F + M) 5,6 an freier CO<sub>2</sub> in Kalkgraden. Werden 56 cbcm Rohwasser genommen, so gibt je 0,1 cbcm Sodalösung einen Kalkgrad.

### B. Berechnung der zum Reinigen des Wassers nötigen Zusätze.

Sind die Mengen an Kalk, Magnesia, gebundener und halbgebundener Kohlensäure in Kalkhärtegraden bekannt, so

werden die zum Weichmachen nötigen Zusätze nach Kalmann\*) berechnet, wie hier kurz wiederholt wird.

Ist die gebundene Kohlensäure = a, der Kalk im Ganzen = b, die ganze Härte an Kalk und Magnesia = c bestimmt, so erhält man nach Kalmann die zum Weichmachen erforderlichen Mengen als Kalk CaO, als Ätznatron NaOH, und statt dieses die gleichwertigen Mengen von Kalk und Soda, endlich den Sodazusatz nach:

$$\begin{aligned} 2 a - b &= m \text{ Ätzkalk,} \\ c - a &= n \text{ Ätznatron.} \end{aligned}$$

Sind m und n > 0, so enthält das Wasser mehr an kohlen-sauern Erdalkalien als an schwefelsauerem Kalke. Die Zahl m stellt dann die Menge des zuzugebenden Kalkes, n die des Ätznatrons dar.

Ist  $2 a - b = 0$ , so sind Kohle- und Schwefel-Verbindungen gleich. Dann braucht man keinen Kalk, sondern nur n Teile Ätznatron oder gleichwertige Mengen von Kalk und Soda zuzugeben.

Ist  $2 a - b < 0$ , so enthält das Wasser mehr Schwefel-als Kohle-Verbindungen; dann sind m Teile Soda und  $c - a - m$  Teile Ätznatron zuzugeben.

Kalmann berücksichtigt zwar in diesen Formeln den Gehalt an freier Kohlensäure nicht, das wird aber berücksichtigt, wenn die berechnete Menge an Ätzkalk um soviel vermehrt wird, wie der auf CaO bezogenen freien Kohlensäure entspricht.

Vielseitiger sind die Gleichungen von Dr. Hundeshagen\*\*) in Stuttgart, der auch sinnfälligere Bezeichnungen anwendet, indem er für die Kalkhärte und ihre Ersatzwerte deutsche Buchstaben nach der Art der Stoffe empfiehlt. Der Verfasser schließt sich diesem Vorgehen an und benutzt auch für die Berechnung der Zusätze die Gleichungen, die Beispiele für Untersuchung von Wasser und die Berechnungen nach Dr. Hundeshagen, fügt aber letzteren noch eine Darstellung der dabei stattfindenden Umsetzungen bei.

Ca Kalkhärte, b bei Kalmann.

Mg Magnesiahärte, c—b nach Kalmann, da dieser die ganze Härte an Kalk und Magnesia mit c bezeichnet.

⊙ Ersatzwert der Härte an gebundener Kohlensäure, a bei Kalmann

Gebundene und halbgebundene Kohlensäure sind der Menge nach gleich.

c Ersatzwert der Härte an freier Kohlensäure.

⊙ Ersatzwert der Härte an gebundener Schwefelsäure.

Alle sind in deutschen Härtegraden\*\*\*) ausgedrückt gedacht. Die auf der rechten Seite der Gleichungen 1) bis 19) von Hundeshagen stehenden Klammerausdrücke bezeichnen

\*) Organ, 1893, S. 19; Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band II, S. 1064.

\*\*) Zeitschrift für öffentliche Chemie 1907, Heft XXIII.

\*\*\*) Für die Anwendung französischer und englischer Härteeinheiten gilt Folgendes. Da 1° deutscher Härte 1g CaO/100l Wasser, 1° französischer Härte 1g CaCO<sub>3</sub>/100l Wasser, 1° englischer Härte 1 grain CaCO<sub>3</sub>/1 gallon Wasser, und 1 grain = 0,065g, 1 gallon = 4,544l ist, so entspricht 1°: Deutscher Härte 1,786° französischer, und 1,25° englischer Härte, oder 1°: Französischer Härte 0,56° deutscher Härte, 1°: Englischer Härte 0,8° deutscher Härte.

die zum Reinigen des Wassers anzuwendenden Mengen der links genannten wirksamen Stoffe in g/cbm Wasser.

Nichtalkalisches Wasser mit  $\text{Ca} + \text{Mg} > \text{C}$ .

### I. Kalk-Soda und Soda-Verfahren.

a) Allgemein: Reinigen mit Kalk und kohlen-sauerem Natron.

Gl. 1) . . .  $\text{CaO} = 10,0 (\text{Mg} + \text{C} + c)$ ,

Gl. 2) . . .  $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 18,93 (\text{Ca} + \text{Mg} - \text{C})$ ,

b)  $\text{Ca} < 2\text{C} + c$ : Reinigen mit Kalk und Natronhydrat.

Gl. 3) . . .  $\text{CaO} = 10,0 (2\text{C} + c - \text{Ca})$ .

Gl. 4) . . .  $\text{NaOH} = 14,3 (\text{Ca} + \text{Mg} - \text{C})$ .

c)  $\text{Ca} > 2\text{C} + c$ : Reinigen mit Natronhydrat und kohlen-sauerem Natron.

Gl. 5) . . .  $\text{NaOH} = 14,3 (\text{Mg} + \text{C} + c)$ .

Gl. 6) . . .  $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 18,93 (\text{Ca} - [2\text{C} + c])$ .

### II. Verfahren mit kohlen-sauerem Baryt.

1)  $\text{Ca} + \text{Mg} - \text{C} > \text{S}$ : Reinigen mit kohlen-sauerem Baryt, Kalk und gegebenen Falles kohlen-sauerem Natron oder Natronhydrat.

a) Allgemein: Reinigen mit kohlen-sauerem Baryt, Kalk und gegebenen Falles kohlen-sauerem Natron.

Gl. 7) . . . .  $\text{BaCO}_3 = 35,0 \text{ S}$ .

Gl. 8) . . . .  $\text{CaO} = 10,0 (\text{Mg} + \text{C} + c)$ .

Gl. 9) . . .  $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 18,93 (\text{Ca} + \text{Mg} - [\text{C} + \text{S}])$ .

Für das Reinigen genügen die Zusätze Gl. 7) und 8). Soll aber noch das Calcium-Chlorid und -Nitrat weggebracht werden, so bedarf man des Zusatzes Gl. 9).

b)  $\text{Ca} < 2\text{C} + c$ : Reinigen mit kohlen-sauerem Baryt, Kalk und Natronhydrat.

Gl. 10) . . . .  $\text{BaCO}_3 = 35,0 \text{ S}$ .

Gl. 11) . . .  $\text{CaO} = 10,0 (2\text{C} + c + \text{S} - \text{Ca})$ .

Gl. 12) . . .  $\text{NaOH} = 14,3 (\text{Ca} + \text{Mg} - [\text{C} + \text{S}])$ .

c)  $\text{Ca} > 2\text{C} + c + \text{S}$ : Reinigen mit kohlen-sauerem Baryt, Natronhydrat und gegebenen Falles kohlen-sauerem Natron.

Gl. 13) . . . .  $\text{BaCO}_3 = 35,0 \text{ S}$ .

Gl. 14) . . .  $\text{NaOH} = 14,3 (\text{Mg} + \text{C} + c)$ .

Gl. 15) . . .  $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 18,93 (\text{Ca} - [2\text{C} + c + \text{S}])$ .

Für das Reinigen genügen die Zusätze Gl. 13) und 14). Soll aber noch das Calcium-Chlorid und Nitrat weggebracht werden, so bedarf man noch des Zusatzes Gl. 15).

2)  $\text{Ca} + \text{Mg} - \text{C} < \text{S}$ : Reinigen mit kohlen-sauerem Baryt und Kalk.

Gl. 16)  $\text{BaCO}_3 = 35,0 \text{ S}$ , im Verfahren von H. Reiserer tatsächlich verbraucht, eigentlich erforderlich nur  $35,0 (\text{Ca} + \text{Mg} - \text{C})$ .

Gl. 17) . . .  $\text{CaO} = 10,0 (\text{Mg} + \text{C} + c)$ .

Alkalisches Wasser mit  $\text{Ca} + \text{Mg} < \text{C}$ .

Reinigen mit Kalk und Calciumchlorid.

Gl. 18) . . .  $\text{CaO} = 10,0 (\text{Mg} + \text{C} + c)$ .

Gl. 19) . . .  $\text{CaCl}_2 = 19,64 (\text{C} - [\text{Ca} + \text{Mg}])$ .

Im Nachstehenden sollen die Untersuchungen von fünf

Wässern (Zusammenstellung II) vorgeführt und die zum Weich-machen nötigen Zusätze in Kalkgraden berechnet werden.

### Zusammenstellung II.

Bezeichnungen nach:		Mengen der Stoffe im Wasser in Kalkgraden bei				
Kalman	Hundes-hagen	I	II	III	IV	V
Ganze Härte c . . . .	$\text{Ca} + \text{Mg}$	14,80	12,00	27,40	18,80	17,00
Kalkhärte b . . . .	$\text{Ca}$	9,50	8,00	18,50	13,00	11,00
Magnesiähärte c-b . . . .	$\text{Mg}$	5,30	4,00	8,90	5,00	6,00
Gebundene Kohlen-säure a . . . .	$\text{C}$	10,10	7,50	6,20	6,00	19,50
Freie Kohlensäure . . . .	c	1,50	0,50	3,50	1,50	2,70
Schwefelsäure . . . .	S	4,30	7,00	15,00	15,10	Spuren

Bei Nr. I bis IV übersteigt überall die ganze Härte die gebundene Kohlensäure: nach Kalman:  $c > a$ , nach Hundeshagen:  $\text{Ca} + \text{Mg} > \text{C}$ ; sie sind nicht alkalisch und werden mit Ätznatron, Soda, Kalk, oder kohlen-sauerem Baryt gereinigt.

Das Wasser Nr. V ist alkalisch, da bei ihm die ganze Härte kleiner ist, als die gebundene Kohlensäure. Es wird mit Kalk und Chlorkalzium gereinigt.

Nicht alkalisches Wasser.

Berechnung des Weichmachens für Nr. I.

Nach Kalman ergibt die Rechnung bei Wasser I:

$$\begin{aligned} 2a - b &= 2 \cdot 9,50 - 8,00 = 10,70 \text{ CaO} = \dots \dots \dots 10,70 \text{ CaO} \\ c - a &= 14,80 - 10,10 = 4,70 \text{ NaOH} = \dots \dots \dots 4,70 \text{ Na}_2\text{CO}_3 + 4,70 \text{ „} \\ \text{hierzu kommt für } 1,50 \text{ freie CO}_2 &= \dots \dots \dots 1,50 \text{ „} \\ \text{ganzer Bedarf} &= \dots \dots \dots 4,70 \text{ Na}_2\text{CO}_3 + 16,90 \text{ CaO} \end{aligned}$$

1 cbm Wasser sind daher zuzusetzen:

$$18,93 \cdot 4,70 = 89 \text{ g Soda von } 100\%$$

$$10,0 \cdot 16,90 = 169 \text{ g Kalk von } 100\%$$

Wenn statt Soda und Kalk Ätznatron und Kalk zugesetzt werden, so ergibt sich:

$$14,3 \cdot 4,70 = 67,2 \text{ g Ätznatron von } 100\%$$

$$10,0 \cdot 12,20 = 122,0 \text{ g Kalk von } 100\%$$

Nach Hundeshagen erhält man:

$$\text{nach Gl. 1) } \text{CaO} = 10,0 (\text{Mg} + \text{C} + c) = 10,0 (5,30 + 10,10 + 1,50) = 10,0 \cdot 16,90 = 169 \text{ g/cbm Kalk,}$$

$$\text{nach Gl. 2) } \text{Na}_2\text{CO}_3 = 18,93 (\text{Ca} + \text{Mg} - \text{C}) = 18,93 (9,50 + 5,30 - 10,10) = 18,93 \cdot 4,70 = 89 \text{ g/cbm Soda}$$

wie oben.

Werden dagegen Kalk und Ätznatron zugesetzt, beachtet man, daß  $4,70 \text{ Soda} + 4,70 \text{ Kalk} = 4,70 \text{ Ätznatron}$  darstellen, so ergibt sich für den Zusatz

$$\text{CaO} = 10,0 \cdot 12,20 = 122 \text{ g/cbm Kalk, und}$$

$$\text{NaOH} = 14,3 \cdot 4,70 = 67,2 \text{ g/cbm Ätznatron}$$

wie oben.

Als Beispiele der Herleitung der Gl. 1) und 2) von Hundeshagen siehe Zusammenstellung III der Mengen und der Art der Stoffe im Wasser Nr. 1 mit den dafür nötigen Zusätzen nebst den sich ergebenden Umsetzungen.

## Zusammenstellung III für Nr. I.

Art und Menge der Stoffe:				Zusätze:		Ergebnis der Umsetzung Die unterstrichenen Stoffe sind Niederschläge
⊖	4,3 <sup>0</sup>	Ca SO <sub>4</sub>	. . . . .	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	. . . . .	<u>Na<sub>2</sub> SO<sub>4</sub></u> + <u>Ca CO<sub>3</sub></u>
⊖	5,2 <sup>0</sup>	Ca H <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	. . . . .	. . . . .	Ca (OH) <sub>2</sub>	<u>2Ca CO<sub>3</sub></u> + 2H <sub>2</sub> O
⊖	4,9 <sup>0</sup>	. . . . .	Mg H <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	. . . . .	2Ca (OH) <sub>2</sub>	<u>Mg (OH)<sub>2</sub></u> + <u>2Ca CO<sub>3</sub></u> + 2 H <sub>2</sub> O
⊖	0,4 <sup>0</sup>	. . . . .	Mg Cl <sub>2</sub>	. . . . .	Ca (OH) <sub>2</sub>	<u>Mg (OH)<sub>2</sub></u> + <u>Ca Cl<sub>2</sub></u>
c	1,5 <sup>0</sup>	. . . . .	. . . . .	freie CO <sub>2</sub>	Ca (OH) <sub>2</sub>	<u>Ca CO<sub>3</sub></u> + H <sub>2</sub> O
Zusammen . .	9,5 <sup>0</sup> ⓐ	5,3 <sup>0</sup> ⓓ	1,5 <sup>0</sup> c	4,7 <sup>0</sup> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	16,9 <sup>0</sup> Ca(OH) <sub>2</sub>	

Der Betrag an nicht freien Säuren

$$= 4,3^0 \ominus + 10,1^0 \ominus . . . < 14,8^0$$

Der Betrag an nicht freien Basen

$$= 4,3^0 \textcircled{a} + 5,2^0 \textcircled{a} + 5,3^0 \textcircled{d} = 14,8^0$$

sonit  
Menge der  
Säuren fast  
= Menge der  
Basen.

Wenn statt Soda und Kalk Ätznatron und Kalk zugesetzt werden, so ergibt sich:

$$14,3 \cdot 4,5^0 = 64,35 \text{ g Ätznatron von } 100\%$$

$$10,0 \cdot 7,5^0 = 75,0 \text{ g Kalk . . von } 100\%$$

Nach Hundeshagen folgt:

$$\text{aus Gl. 3) } 10,0 (2\ominus + c - \textcircled{a}) = 10,0 (15,0^0 + 0,5^0 - 8,0^0) = 75 \text{ g/cbm Ca O,}$$

$$\text{aus Gl. 4) } 14,3 (\textcircled{a} + \textcircled{d} - \ominus) = 14,3 (8,0^0 + 4,0^0 - 7,5^0) = 64,35 \text{ g/cbm Na OH}$$

und für den Zusatz von Kalk und Soda aus Vorigem:

für Kalk 10,0 · 7,5<sup>0</sup> und an Kalk zur Umwandlung der Soda in Ätznatron

$$10,0 \cdot 4,5^0, \text{ somit}$$

$$10,0 \cdot 12,0^0 = 120 \text{ g/cbm Kalk,}$$

$$18,93 \cdot 4,5^0 = 85 \text{ g/cbm Soda}$$

wie oben.

Der Fall  $2a - b = 0$  und  $c - a = x$  ist nur ein Sonderfall; er träte beispielsweise ein, wenn bei Nr. II die gebundene Kohlensäure 4,0<sup>0</sup> betrüge, dann wären dem Wasser nur  $x = 8,0^0$  Ätznatron, oder 8,0<sup>0</sup> Kalk zuzusetzen.

Beispielweise könnte der Fehlbetrag von 0,4<sup>0</sup> Säure als Chlor an Mg gebunden sein.

Die in Spalte 2 angegebenen Grade gelten für alle in derselben Zeile ausgewiesenen Stoffe einfach, beziehungsweise doppelt.

Berechnung des Weichmachens für Nr. II.

Nach Kalmann ergibt die Rechnung

$$2a - b = 15,0^0 - 8^0 = . . . . . 7,0^0 \text{ Ca O}$$

$$c - a = 12,0^0 - 7,5^0 = . . . . . 4,5^0 \text{ Na}_2 \text{CO}_3 + 4,5^0 \text{ ,,}$$

$$\text{hierzu für } 0,5^0 \text{ freie CO}_2 = . . . . . 0,5^0 \text{ ,,}$$

$$\text{im Ganzen . . . . . } 4,5^0 \text{ Na}_2 \text{CO}_3 + 12,0^0 \text{ Ca O}$$

Daher sind zuzusetzen:

$$18,93 \cdot 4,5^0 = 85 \text{ g/cbm Soda von } 100\%$$

$$10,0 \cdot 12,0^0 = 120 \text{ g/cbm Kalk von } 100\%$$

## Zusammenstellung IV für Nr. II.

Art und Menge der Stoffe im Wasser:				Zusätze:		Ergebnis der Umsetzung Niederschläge sind unterstrichen
⊖	4,5 <sup>0</sup>	Ca SO <sub>4</sub>	. . . . .	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	. . . . .	<u>Ca CO<sub>3</sub></u> + <u>Na<sub>2</sub> SO<sub>4</sub></u>
⊖	2,5 <sup>0</sup>	. . . . .	Na SO <sub>4</sub>	. . . . .	. . . . .	bleibt im Wasser löslich
⊖	3,5 <sup>0</sup>	Ca H <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	. . . . .	. . . . .	Ca (OH) <sub>2</sub>	<u>2Ca CO<sub>3</sub></u> + 2H <sub>2</sub> O
⊖	4,0 <sup>0</sup>	. . . . .	Mg H <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	. . . . .	2Ca (OH) <sub>2</sub>	<u>Mg (OH)<sub>2</sub></u> + <u>2Ca CO<sub>3</sub></u> + 2H <sub>2</sub> O
c	0,5 <sup>0</sup>	. . . . .	. . . . .	freie CO <sub>2</sub>	Ca (OH) <sub>2</sub>	<u>Ca CO<sub>3</sub></u>
Zusammen . .	8,0 <sup>0</sup> ⓐ	4,0 <sup>0</sup> ⓓ	2,5 <sup>0</sup> Na SO <sub>4</sub>	0,5 <sup>0</sup> c	4,5 <sup>0</sup> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	12,0 <sup>0</sup> Ca (OH) <sub>2</sub>

Der Betrag an nicht freien Säuren ist:

$$7,0^0 \ominus + 7,5^0 \ominus = 14,5^0.$$

der Betrag an nicht freien Basen ist:

$$8,0^0 \textcircled{a} + 4,0^0 \textcircled{d} + 2,5^0 \text{Na O} = 14,5^0.$$

Die in Spalte 2 angegebenen Grade gelten für alle in derselben Zeile ausgewiesenen Stoffe einfach, beziehungsweise doppelt.

Berechnung des Weichmachens für Nr. III nach dem Kalk-Soda-Verfahren.

Nach Kalmann ergibt die Rechnung:

$$2a - b = 12,4^0 - 18,5^0 = - 6,1^0$$

$$\text{dies deutet auf } + 6,1^0 \text{ Soda . . . . .} = 6,1^0 \text{ Na}_2 \text{CO}_3$$

$$c - a - 6,1^0 = 27,4^0 - 6,2^0 - 6,1^0 =$$

$$= 15,1^0 \text{ Ätznatron (Na OH) = } 15,1^0 \text{ Na}_2 \text{CO}_3 + 15,1^0 \text{ Ca O}$$

$$\text{hierzu die freie Kohlensäure für } 3,5^0 . . . . . 3,5^0 \text{ Ca O}$$

$$\text{zusammen} = 21,2^0 \text{ Na}_2 \text{CO}_3 + 18,6^0 \text{ Ca O}$$

1 cbm Wasser sind daher zuzusetzen:

$$18,93 \cdot 21,2^0 = 401,3 \text{ g Soda von } 100\%$$

$$10,0 \cdot 18,6^0 = 186,0 \text{ g Kalk von } 100\%$$

Würde mit Ätznatron und Soda weich gemacht, so ergäbe sich ein Bedarf von 15,1<sup>0</sup> Ätznatron (Na OH) für das Weich-

machen und von 3,5<sup>o</sup> Ätznatron für die Überführung der freien CO<sub>2</sub> in Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Die aus letzterm Zusätze entstandene Soda vermindert die beizugebenden 6,1<sup>o</sup> Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> auf 2,6<sup>o</sup>.

Dann sind an Zusätzen nötig: 2,6<sup>o</sup> Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, somit 18,93 . 2,6<sup>o</sup> = 49,2 g/cbm Soda von 100<sup>o</sup>/<sub>100</sub> und 15,1<sup>o</sup> + 3,5<sup>o</sup> Ätznatron, daher 18,6<sup>o</sup> NaOH, das sind 14,3 . 18,6<sup>o</sup> = 266,0 g/cbm Ätznatron von 100<sup>o</sup>/<sub>100</sub>.

Nach Hundeshagen ergibt sich:

aus Gl. 5) Na OH = 14,3 (8,9<sup>o</sup> + 6,2<sup>o</sup> + 3,5<sup>o</sup>) = 266 g/cbm Ätznatron,

aus Gl. 6) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 18,93 (18,5<sup>o</sup> - [12,4<sup>o</sup> + 3,5<sup>o</sup>]) = 49,2 g/cbm Soda

wie oben.

Da der Zusatz von 18,6<sup>o</sup> NaOH dem von 18,6<sup>o</sup> Soda und 18,6<sup>o</sup> Kalk entspricht, so ergibt sich ein Zusatz von 18,6<sup>o</sup> + 2,6<sup>o</sup> Soda und von 18,6<sup>o</sup> Kalk, somit: 18,93 . 21,2<sup>o</sup> Soda, das sind 401,3 g/cbm Soda von 100<sup>o</sup>/<sub>100</sub> und 10,0 . 18,6<sup>o</sup> Kalk = 186,0 g/cbm Kalk von 100<sup>o</sup>/<sub>100</sub> wie oben.

Zusammenstellung V für Nr. III.

Art und Menge der Stoffe im Wasser:				Zusätze:		Ergebnis der Umsetzung Die unterstrichenen Stoffe sind Niederschläge
S	10,00	Ca SO <sub>4</sub>		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		<u>Ca CO<sub>3</sub> + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></u>
	5,00		Mg SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	<u>Ca CO<sub>3</sub> + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + Mg(OH)<sub>2</sub></u>
C	3,00	Ca H <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>			Ca(OH) <sub>2</sub>	<u>2Ca CO<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>O</u>
	3,20		Mg H <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		2Ca(OH) <sub>2</sub>	<u>Mg(OH)<sub>2</sub> + 2Ca CO<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>O</u>
c	0,70		Mg Cl <sub>2</sub>		Ca(OH) <sub>2</sub>	<u>Mg(OH)<sub>2</sub> + Ca Cl<sub>2</sub></u>
	3,50			freie CO <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	<u>Ca CO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O</u>
	5,00	Ca Cl <sub>2</sub>		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		<u>Ca CO<sub>3</sub> + 2 Na Cl</u>
	0,50	Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		<u>Ca CO<sub>3</sub> + 2 Na NO<sub>3</sub></u>
Zusammen		18,50 Ca	8,90 Mg	3,50 c	21,20 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	18,60 Ca(OH) <sub>2</sub>

Der Betrag an nicht freien Säuren ist:

15,0 S + 6,2<sup>o</sup> C + 5,7<sup>o</sup> (Cl<sub>2</sub>) + 0,5 (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> = 27,4<sup>o</sup>

der Basen: 18,5<sup>o</sup> Ca + 8,9<sup>o</sup> Mg = 27,4<sup>o</sup>

Die in Spalte 2 angegebenen Grade gelten für alle in derselben Zeile ausgewiesenen Stoffe einfach, beziehungsweise doppelt.

Diese Rechnungen zeigen die Übereinstimmung der Gleichungen von Kalmann und Hundeshagen. Für das Weichmachen mit kohlsauerm Baryt für nicht alkalisches, mit Chlorcalcium für alkalisches Wasser, für das Kalmann noch keine Gleichungen gab, wird nun allein der Weg der Rechnung nach Hundeshagen gezeigt.

Berechnung des Weichmachens für Nr. III mit kohlsauerm Baryt.

Für Nr. III ergibt sich nach:

Gl. 7) Ba CO<sub>3</sub> = 35,0 S = 35,0 . 15,0<sup>o</sup> = 525,0 g cbm

Gl. 8) Ca O = 10,0 (Mg + C + c) = 10 (8,9<sup>o</sup> + 6,2<sup>o</sup> + 3,5<sup>o</sup>) = 186,0 g/cbm

In diesem Wasser bleibt aber noch eine Kalkhärte, die dem an Chlor oder an Salpetersäure gebundenen Kalke entspricht. Will man auch diese wegbringen, um beispielsweise in Wäschereien Seife zu sparen, so muß man noch Soda zusetzen und zwar nach:

Gl. 9) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 18,93 (Ca + Mg - [C + S]) = 18,93 (18,5<sup>o</sup> + 8,9<sup>o</sup> - [6,2<sup>o</sup> + 15,0<sup>o</sup>]) = 117,4 g/cbm.

Für Speisewasser wäre dieser Zusatz nicht nötig, weil die Chloride und Nitrate auch im Kesselwasser löslich bleiben, und keinen Kesselstein absetzen.

Bei Wasser, dessen ganze Härte kleiner ist als die gebundene Kohlensäure und die Schwefelsäure, also Ca + Mg < C + S, ist das Verfahren mit Baryt nicht zu empfehlen. In solchem Wasser ist der Überschufs von C + S an Natron gebunden, man würde überflüssigen Baryt verbrauchen, beziehungsweise würde Soda entstehen.

Zusammenstellung VI für Nr. III.  
Verfahren mit kohlsauerm Baryt, Kalk und Soda.

Art und Menge der Stoffe im Wasser:				Zusätze:			Ergebnis der Umsetzung Unterstrichene Stoffe sind Niederschläge
S	10,00	Ca SO <sub>4</sub>		Ba CO <sub>3</sub>			<u>Ba SO<sub>4</sub> + Ca CO<sub>3</sub></u>
	5,00		Mg SO <sub>4</sub>	Ba CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>		<u>Ba SO<sub>4</sub> + Mg CO<sub>3</sub> + Ca(OH)<sub>2</sub></u>
C	3,00	Ca H <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>			Ca(OH) <sub>2</sub>		<u>2Ca CO<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>O</u>
	3,20		Mg H <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		2Ca(OH) <sub>2</sub>		<u>Mg(OH)<sub>2</sub> + 2Ca CO<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>O</u>
c	0,70		Mg Cl <sub>2</sub>		Ca(OH) <sub>2</sub>		<u>Ca Cl<sub>2</sub> + Mg(OH)<sub>2</sub></u>
	3,50			freie CO <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>		<u>Ca CO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O</u>
	5,00	Ca Cl <sub>2</sub>			Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		<u>Ca CO<sub>3</sub> + 2 Na Cl</u>
	0,50	Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>			Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		<u>Ca CO<sub>3</sub> + 2 Na NO<sub>3</sub></u>
Zusammen		18,50 Ca	8,90 Mg	3,50 c	15,00 Ba CO <sub>3</sub>	18,60 Ca(OH) <sub>2</sub>	5,50 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>

Der Betrag an nicht freien Säuren ist wie oben gleich den Basen. Im obigen Falle ist  $\text{Ca} + \text{Mg} - \text{C} > \text{S}$ , denn  $18,5^0 + 8,9^0 - 6,2^0 = 21,2^0 > 15,00^0$ , daher ist hier der Zusatz von Soda von Wert.

Bei Nr. IV ist der Gehalt an Säuren  $\text{S} + \text{C} > \text{Ca} + \text{Mg}$ . Solches Wasser enthält, wenn es beim Kochen nicht alkalisch wird; unzweifelhaft  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , bei Zugabe von  $\text{BaCO}_3$  würde sich das  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  mit  $\text{BaCO}_3$  in  $\text{BaSO}_4$  und  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  umsetzen; es würde unnötig viel des teuren kohlsäueren Barytes verbraucht werden und das Wasser überdies alkalisch werden.

Solches Wasser wird daher blofs nach dem Kalk-Soda-Verfahren nach Gl. 1); 2), 3), 4) zu reinigen sein.

Gl. 10), 11), 12) werden bei Wasser mit  $\text{Ca} < 2\text{C} + \text{c}$  angewendet.

Gl. 13), 14), 15) werden bei Wasser mit  $\text{Ca} > 2\text{C} + \text{C}$  angewendet.

Gl. 16) und 17) werden bei Wasser mit  $\text{Ca} + \text{Mg} - \text{C} < \text{S}$  angewendet.

Alkalische Wasser.

Das Reinigen alkalischen Wassers, bei dem die an Natron halbgebundene Kohlensäure die ganze Härte überwiegt, wird nach Gl. 18) und 19) mit Kalk und Kalziumchlorid vorgenommen.

Für das Wasser Nr. V ergibt sich nach:

Gl. 18)  $\text{CaO} = 10,0 \cdot (\text{Mg} + \text{C} + \text{c}) = 10,0 (6,0^0 + 19,5 + 2,7^0) = 282,0 \text{ g/cbm Kalk.}$

Gl. 19)  $\text{CaCl}_2 = 19,64 (\text{C} - [\text{Ca} + \text{Mg}]) = 19,64 (19,5^0 - [11,0 + 6,0^0]) = 49,1 \text{ g/cbm Chlorkalzium.}$

Zusammenstellung VII für Nr. V.  
Verfahren mit Kalk und Chlorkalzium.

Art und Menge der Stoffe im Wasser:					Zusätze:		Ergebnis der Umsetzung Unterstrichene Stoffe sind Niederschläge
S C c	11,0 <sup>0</sup>	Ca H <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	.	.	Ca(OH) <sub>2</sub>	.	2 Ca CO <sub>3</sub> + 2 H <sub>2</sub> O
	6,0 <sup>0</sup>	.	Mg H <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	.	2Ca(OH) <sub>2</sub>	.	Mg(OH) <sub>2</sub> + 2Ca CO <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O
	2,5 <sup>0</sup>	.	.	Na HCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca Cl <sub>2</sub>	2Cl Na + 2Ca CO <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O
	2,7 <sup>0</sup>	.	.	.	Ca(OH) <sub>2</sub>	.	Ca CO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O
Zusammen . .	11,0 <sup>0</sup> Ca	6,0 <sup>0</sup> Mg	2,5 <sup>0</sup> NaHCO <sub>3</sub>	2,7 <sup>0</sup> c	28,2 <sup>0</sup> Ca(OH) <sub>2</sub>	2,5 <sup>0</sup> Ca Cl <sub>2</sub>	

Der Betrag der nicht freien Säuren ist  $19,5^0$  gleich dem der Basen bei Vorhandensein von  $2,5^0$  doppelkohlsäueren Natrons.

Die in Spalte 2 angegebenen Grade gelten für alle in derselben Zeile ausgewiesenen Stoffe einfach, beziehungsweise doppelt.

C. Bereitung der zum Reinigen des Wassers nötigen Zusätze.

Die Zusätze kommen entweder in klarer Lösung von Kalk, Soda, Ätznatron, Chlorkalzium, oder als Aufschlammung von Kalk zu Kalkmilch, oder von kohlsäuerem Baryt zur Verwendung.

Das Kalkwasser wird aus dem nach dem Ergebnisse der Rechnung abgewogenen, gebrannten Kalke bereitet. Dieser wird zu Kalkmilch verrührt und dann in den Kalksättiger, ein hohes, mit kegeligem Boden versehenes oder ganz kegeliges Gefäß, durch ein bis nahezu auf die Spitze des Bodens reichendes Füllrohr eingebracht.

Beim Abwiegen berücksichtigt man den Wassergehalt des Kalkes, der bis 10% betragen kann, und nimmt überdies etwa 10% Mehrgewicht, um sichere Sättigung zu erreichen. Von Kalk aus der Grube wird ungefähr das Vierfache des Gewichtes des gebrannten Kalkes genommen. In der Grube sollte die Oberfläche des Kalkes immer mit Wasser bedeckt sein.

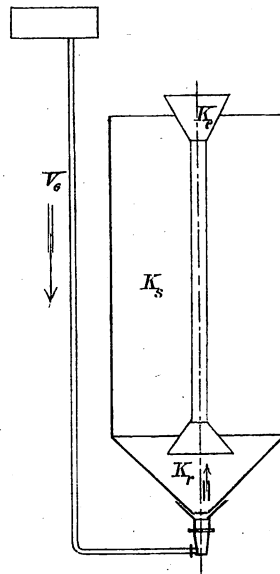
Das unten in den Kalksättiger eintretende Rohwasser wirbelt den Kalk auf und löst ihn während des Aufsteigens im Sättiger umso sicherer, je kräftiger die Aufwirbelung ist, und je weniger alte Niederschläge vorhanden sind.

Die Beförderung der Lösung erfolgt auch durch mitgerissene Luft oder Rührwerk.

Bei Verwendung von Luftrührwerken muß für den Abflus

der Luft gesorgt werden, so daß sie das sich klärende Kalkwasser nicht trüben kann. Dies geschieht durch trichterförmige Ausgestaltung des untern Endes des Füllrohres  $K_0$  und  $K_1$  (Textabb. 1). Die Luft steigt zu dem Fangtrichter  $K_1$  auf und fließt durch das Füllrohr oben ab, während sie den Kalk im untersten Teile des Gefäßes  $K_2$  kräftig durchwirbelt.

Abb. 1. Kalksättiger mit Luftrührwerk. Maßstab 1:60.



Die Luft steigt zu dem Fangtrichter  $K_1$  auf und fließt durch das Füllrohr oben ab, während sie den Kalk im untersten Teile des Gefäßes  $K_2$  kräftig durchwirbelt.

Beim Aufsteigen des Wassers durch den aufgerührten und immer wieder abwärts sinkenden Kalk löst sich dieser bis zur Sättigung des Wassers und ist bei genügend hohen im oberen Teile weiten Kalksättigern bei seinem Abfließen vom oberen Rande ganz klar.

Das klare Kalkwasser enthält dann 1,0 bis 1,25 g/l CaO, also 100 bis 125, meist 120, Härtegrade. Diese Grenze der Löslichkeit des Kalkes ermög-

licht eine ziemlich sichere, dem Ergebnisse der Rechnung entsprechende Zuteilung wirksamen Kalkes zum Rohwasser, da jedes Liter des abfließenden Kalkes 1,2 g CaO enthält, also für den Bedarf an x g CaO, der dem zu reinigenden Wasser auf 1 cbm zuzugeben ist, (x : 1,2) l Kalkwasser erforderlich sind. Daher kann die Menge des abfließenden Kalkwassers als Maß für die Zuteilung an Kalk betrachtet werden, also ist der

Querschnitt der Hähne oder die Überfallbreite der Einrichtung zum Verteilen des Wassers mit den zugehörigen Druckhöhen maßgebend für die Menge des Kalkzusatzes.

Auf rechtzeitige Erneuerung der Zugaben ist noch vor dem Durchlaufen der Wassermenge zu sehen, für die die Zubereitung gilt. Dies wird oft übersehen, namentlich wenn die Beschickung in die Nacht fällt. Dann leidet das Ergebnis unter dem Mangel des Zusatzes in hohem Grade.

Bei kleineren Anlagen wird das Kalkwasser auch oft dadurch erzeugt, daß der Kalk in kleinen Bottichen gelöscht, oder in gelöschtem Zustande eingetragen, in das darunter befindliche Gefäß für Kalkwasser eingelassen und mit dem Wasser durch Handkrücken verrührt wird. Nach Beendigung des Niederschlages und vollständiger Klärung ist es zum Ablaufe durch einen biegsamen Schlauch mit Schwimmer und ein Schwimmerventil bereit. Letzteres regelt den Ablauf auch bei sinkendem Wasserspiegel in gleich bleibender Menge.

Die Bereitung der Kalkmilch, die dem zu reinigenden Wasser unmittelbar zuzumischen ist, geschieht nach Abwägen und Löschen der nötigen Menge gebrannten Kalkes unter Einfüllen in die Rührgefäße von Hand durch Ablauf oder, wenn die Rührwerke im obern Geschoße stehen, durch Fördern mit Strahlpumpen. In beiden Fällen müssen die Rührwerke so beschaffen sein, daß die dem Rohwasser zuzuführende Kalkmilch stetig gleichmäßigen Gehalt hat und behält. Dies ist am sichersten gewährleistet, wenn Rühräder mit wagerechter Achse oder Rührtrommeln mit inneren Längsrippen verwendet werden, die den Kalk bei jeder Umdrehung heben, oder wenn die Schaufeln an Rührädern mit senkrechter Achse so schräg gestellt sind und mit solcher Geschwindigkeit umlaufen, daß sie kräftig heben. Tote Winkel, in denen sich der schwere Kalk absetzen kann, dürfen nicht vorkommen.

Bei Rührwerken mit wagerechter Achse geschieht die Zummessung und Abführung der Kalkmilch durch Schöpfräder, die mit der Achse fest verbunden sind und ihren durch Umlaufzahl und Tauchtiefe zu regelnden Inhalt in Ablaufrinnen entleeren; sie machen so die Aufschlammung des Kalkes gleichmäßiger.

Bei Rührwerken mit senkrechter Achse werden biegsame Ablaufschläuche verwendet, deren Einlauf der Höhe nach eingestellt werden kann, wodurch die Menge an Kalkmilch zu regeln ist. Die Verstopfung des Einlaufes muß verhütet werden. Da die Menge der Kalkmilch gegen die des Rohwassers klein ist und die Mischung beider bei bloßem Hinabsinken in das Klärgefäß unvollkommen wäre, sind hier wieder eigene Rührwerke nötig.

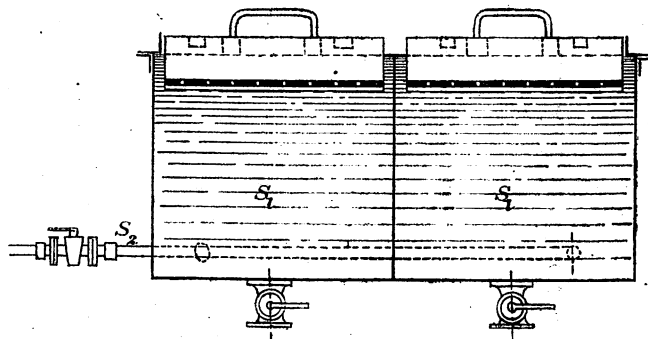
Die Bereitung der Sodalösung geschieht durch Auflösen einer nach dem Ergebnisse der Untersuchung bemessenen Gewichtsmenge von Ammoniaksoda oder gegläuhter Soda, beide 96 bis 98%, oder kristallisierter Soda von 37%.

Das Lösen erfolgt in Gefäßen unter einer Brause, besser in heißem Wasser, am besten durch auf einem in die Oberfläche des Wassers, im Sodagefäße einzutauchenden Siebes. (Textabb. 2).

Bei dieser Lösung von unten findet von selbst gründliche Mischung der Sodalösung statt, da die schwerere Lösung zu Boden sinkt und neues Wasser nach oben drängt; nach einer

bis zwei Stunden sind Lösung und Ausgleich vollständig. Bei der Lösung durch Brausen oder durch heißes Wasser und Verühren sind Verluste an Soda unvermeidlich. Aus den Löse-

Abb. 2. Gefäß für selbsttätige Lösung der Soda. Maßstab 1:10.



gefäßen wird die Lösung dem Rohwasser durch Schwimmerregler, kleine Schöpfwerke, Einrichtungen zum Verdrängen oder kleine Pumpen zugeführt. Aus dem Rauminhalte des Lösegefäßes für Wasser und der Menge der gelösten Soda berechnet man den Gehalt der Lösung in Ersatzgraden. So wird eine Lösung von 18,93 kg 100% Soda in 1 cbm Wasser 1000° Gehalt haben, denn 18,93 kg Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> entsprechen 10 kg CaO und 10 kg CaO geben in 1000 l Wasser 1000°, da 1 g CaO/100 000 g Wasser = 1° ist.

Die Bereitung der Lösung von Ätznatron erfolgt durch Einbringen berechneter Mengen Ätzkalk in heiße Sodalösung nach dem Verhältnisse der für die Verbindung maßgebenden Gewichte von CaO und Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, nämlich 56:106, wobei noch die Reinheit beider Stoffe zu berücksichtigen ist. So entsprechen 56 kg: 0,8% gebrannten Kalkes 106 kg: 0,98% Ammoniaksoda.

Nach kräftigem Umrühren des Gemisches, Absetzen und Klarwerden der Flüssigkeit ist sie zum Ablaufe wie Sodalösung bereit.

Zusatz von Kalk zu kalter Sodalösung gäbe sehr lockern Niederschlag und beim Abschlämmen große Verluste an wirksamen Stoffen; kalter Zusatz ist daher nicht empfehlenswert.

Eine Lösung von 18,93 kg 100% Soda und 10 kg 100% gebrannten Kalkes in 1 cbm Wasser gibt wieder den Gehalt von 1000°, ein Überschufs von etwa 10% gebrannten Ätzkalkes ist zweckmäßig. Oft wird auch Ätznatron in Stücken verwendet, wobei der Gehalt an Soda durch Zugabe von Kalk in Ätznatron übergeführt werden muß. 14,3 kg 100% Ätznatron, gelöst in 1 cbm Wasser geben eine Lösung von 1000°. Benetzen der Hände mit Ätznatron und Verspritzen der Lösung ist gefährlich.

Die Bereitung der Lösung von Chlorkalzium geschieht wie bei Soda durch Einbringen der abgewogenen Menge des trocken gehaltenen Chlorkalziums in den Lösetrog und Bespülen mit Wasser, oder durch Auflegen auf ein Sieb. Hätte das Chlorkalzium 100% und würden 19,64 kg davon in 1 cbm Wasser aufgelöst, so erhielte man 1000°; da aber das Chlorkalzium 6 Ersatzteile Wasser enthält und das für Verbindungen maßgebende Gewicht des wasserfreien CaCl<sub>2</sub> = 110, das mit 6 Ersatzteilen Wasser 110 + 6 + 102 = 218 ist, so sind für



eine Lösung von 1000<sup>o</sup> Ersatzhärte 19,64.218:110 = 38,92 kg käuflichen Chlorkalziums nötig.

Hiernach können aus dem nutzbaren Inhalte des Lösegefäßes, der Menge des Zusatzstoffes und seinem nutzbaren Gehalte die Grade der Lösung berechnet werden. In allen Fällen empfiehlt sich eine Nachprüfung der Löseflüssigkeiten auf ihren Gehalt. Sie wird später beschrieben werden.

#### Bereitung der Lösung kohlen-sauern Barytes.

Die Auflösung des kohlen-sauern Barytes geschieht durch unmittelbare Einfüllung des Barytpulvers in das Wasserzulauf-

rohr des Klärgefäßes entweder von dem obern Standplatze, oder mit Strahlpumpe vom Boden der Anlage aus.

Der schwer lösliche kohlen-sauere Baryt bedarf besondern Aufschlammens durch eine mit Luft betriebene Sturzvorrückung, die das gespannte Wasser etwa alle zwei Minuten zum Absturze bringt und den Barytschlamm aufwühlt.

Beimengung von Salmiak zum kohlen-sauern Baryte würde seine Löslichkeit erhöhen, doch würde das Wasser dadurch zum Anfressen der Kesselbleche geeignet werden.

(Schluß folgt.)

### Lüftung hochliegender Räume in Werkstätten.

Neumann, Baurat in Engelsdorf bei Leipzig.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel 2.

Vielfach haben die größern Gebäude der Werkstätten hochliegende offene Arbeitbühnen, auf denen die Bediensteten besonders zur warmen Jahreszeit in doppelter Hinsicht unter ungünstigen Luftverhältnissen zu leiden haben, da die Strahlung des Daches unmittelbar wirkt und die in den unteren Räumen verbrauchte Luft, die häufig Gase der Verbrennung von Öl, Gas oder Kohle enthält, nach oben steigt; dazu sind diese Räume oft niedrig.

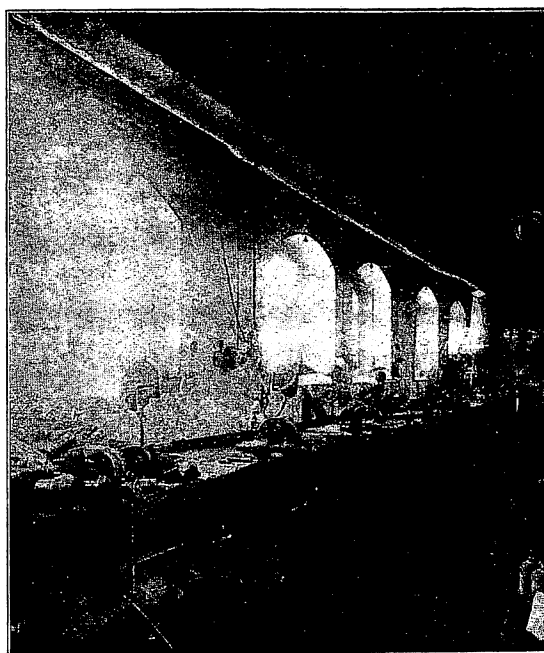
Eine Besserung solcher Verhältnisse hat in der Lokomotiv-Werkstätte Engelsdorf bei Leipzig die im folgenden beschriebene, zunächst versuchsweise eingebaute Anlage bewirkt. Jeder Arbeiter kann ihre Wirkung ohne Beeinflussung der übrigen nach seinem Empfinden und Bedürfnisse regeln.

Die Anlage (Textabb. 1 und Abb. 1 bis 5, Taf. 2) besteht aus einem über den Arbeitsplätzen geführten Blechrohre von abnehmendem Durchmesser. Dem weiten Ende wird durch ein elektrisch betriebenes Schläufelrad Luft zugeführt, die an geeigneter Stelle dem Freien entnommen und auch vorgewärmt werden kann. Die Frischluft tritt durch Schlitze im untern Teile des Blechrohres aus. Die Richtung dieser Schlitze wurde anfangs so gewählt, daß die Luftstrahlen unter 45<sup>o</sup> gegen die Fensterwand geneigt waren. Zur Erhöhung der Wirkung haben die Arbeiter die Rohrschüsse bald so gedreht, daß die Schlitze senkrecht nach unten zeigen, ohne daß sich Beschwerden einstellen.

Die über seinem Arbeitsplatz verteilt austretende Luftmenge regelt jeder Arbeiter durch entsprechendes Biegen der an den Schlitzen befindlichen Blechlappen. Die so zugeführte

Luft lenkt nach Erfrischung der auf der Arbeitbühne tätigen Arbeiter den von den unteren Räumen aufsteigenden Strom

Abb. 1.



verbrauchter Luft ab und treibt ihn den Lüftern im Dache zu, ohne daß er die Arbeiter auf der Bühne berührt.

Die Kosten der Anlage sind sehr mäßig, besonders wenn vorhandene Teile verwendet werden.

### Einlegen von Korb-bogen.

Ingeniör V. Pan, Bauoberkommissär der österreichischen Staatsbahnen in Jägerndorf.

Die folgende Aufgabe tritt häufig bei Gleisarbeiten auf. Gegeben sind zwei Berührende  $T_1$ ,  $T_2$  mit ihren Berührungspunkten  $P_1$ ,  $P_2$ , ein aus zwei Mittelpunkten beschriebener Korb-bogen ist danach einzuschalten. Zwei Beispiele mögen diese Aufstellung begründen.

In den bestehenden Kreisbogen  $AP_2$  soll in  $S$  eine Weiche  $SP_1E$  für eine Abzweigung eingeschaltet werden (Text-

Abb. 1.

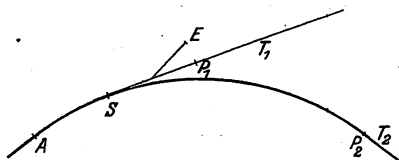
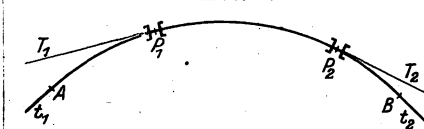


abb. 1). Das Bogenstück  $SP_2$  kann nun am einfachsten durch einen Korb-bogen ersetzt werden, dessen Berührende  $T_1$  und  $T_2$  mit den Berührungspunkten  $P_1$  und  $P_2$  gegeben sind. Hierbei wird die Festhaltung des Punktes  $P_2$  und seiner Berührenden dazu führen, daß der neue Bogen tunlich wenig vom ursprünglichen abweicht, daher die Kosten des Unterbaues des neuen

Abb. 2.



Bogens gering werden.

Zweitens soll der Bogen  $AB$  des Halbmessers  $R$  (Textabb. 2)

neu verlegt werden; die Punkte  $P_1$  und  $P_2$  sind wegen vorhandener Brücken fest zu halten.

Zunächst werden die Bogenstücke  $AP_1$  und  $BP_2$  berührend an die anschließenden Geraden  $t_1$  und  $t_2$  nach dem Halbmesser  $R$  ausgesteckt. Diese Aufgabe ist immer lösbar, da den drei Grundlagen: Berührende  $t_1$ , Punkt  $P_1$ , Halbmesser  $R$  ein bestimmter Kreis entspricht.

Der Anfang  $A$  wird wie folgt bestimmt (Textabb. 3). Aus  $r^2 = (r-h)^2 + x^2$  folgt  $x = \sqrt{2hr - h^2}$ .

Das Bogenstück  $P_1P_2$  wird nach Absteckung der Bögen  $AP_1$  und  $BP_2$ , also Festlegung der Berührenden in  $P_1$  und  $P_2$ , wegen der unvermeidlichen Fehler bei der ursprünglichen und der neuen Absteckung kein Kreis sein können, weil die vier Stücke  $P_1, P_2, T_1, T_2$  (Textabb. 2) eine Überbestimmung enthalten; also wird man auch hier auf den Korbbogen greifen müssen. Für diesen gibt es unendlich viele Lösungen. Man kann den Halbmesser  $r_1$  des einen Kreisbogens wählen, dann ist der andere  $r_2$  bestimmt, da für ihn eine Berührende mit Berührungspunkt und ein berührender Kreis des Halbmessers  $r_1$  gegeben sind.

Hier soll nun gezeigt werden, wie aus diesen Lösungen rasch die zweckmässigste ausgesucht werden kann. Die befriedigendste Lösung ist die, bei der der Unterschied  $r_1 - r_2$  am kleinsten wird, die sich also dem einfachen Kreise möglichst nähert. Überhöhung und Erweiterung ändern sich dann im ganzen Korbbogen tunlich wenig.

Der Punkt  $A$  (Textabb. 4), in dem sich die beiden Kreise  $r_1$  und  $r_2$  berühren, heisse der Anschlusspunkt,  $P_1AP_2$  sei ein Korbbogen mit den Berührenden  $T_1$  und  $T_2$ ,  $O_1O_2$  die Berührende im Anschlusspunkte. Nun ist  $O_1P_1 = O_1A$  und  $O_2P_2 = O_2A$ , folglich  $\sphericalangle O_1AP_1 = \alpha : 2 = \sphericalangle UAO_2$  und  $\sphericalangle O_2AP_2 = \beta : 2$ , also  $\sphericalangle UAP_2 = (\alpha + \beta) : 2 = \varphi : 2$ .

Der Winkel, den die Sehnen von den Berührungspunkten  $P_1$  und  $P_2$  nach dem Anschlusspunkte  $A$  einschliessen, ist gleich dem halben Winkel des ganzen Korbbogens. Da nun alle Winkel im Umfange gleich der Hälfte des Winkels am Mittelpunkte über derselben Sehne sind, so genügen der Bedingung für den Anschlusspunkt alle Punkte des Bogens  $P_2S$  eines Kreises, der mit dem Winkel  $\varphi$  am Mittelpunkte über der Sehne  $P_1P_2$  errichtet wird, wobei vorausgesetzt ist, dass im Dreiecke  $OP_1P_2$  der Winkel bei  $P_1$  kleiner ist, als der bei  $P_2$  (Textabb. 5).

Auf dem Bogen  $P_2S$  ist nun der Anschlusspunkt  $A$  zu

Abb. 3.

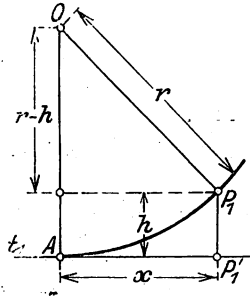
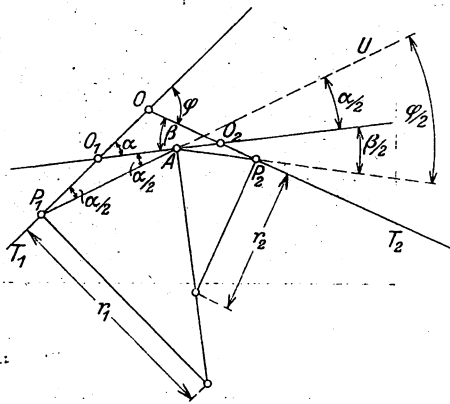
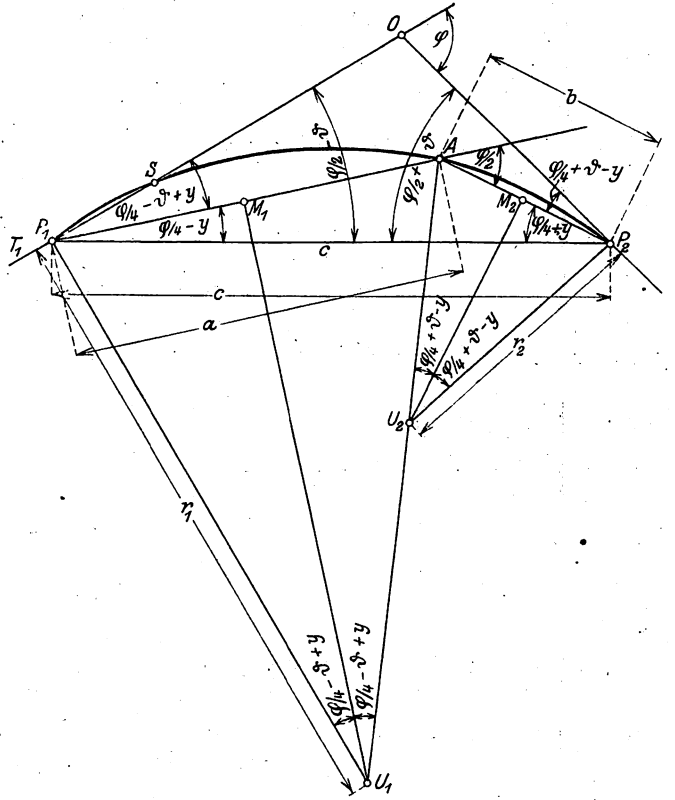


Abb. 4.



bestimmen, für den  $r_1 - r_2$  seinen kleinsten Wert erreicht. Nach Voraussetzung ist im Dreiecke  $OP_1P_2$  der Winkel bei  $P_2$  gröfser als der bei  $P_1$ , daher wird  $\sphericalangle OP_2P_1 = \varphi : 2 + \vartheta$

Abb. 5.



gesetzt, wobei  $\vartheta > 0$  ist,  $\sphericalangle OP_2P_1$  ist kleiner als der Außenwinkel  $\varphi$  daher  $\varphi : 2 + \vartheta < \varphi$  und

Gl. 1)  $\dots \dots \dots \vartheta < \varphi : 2$ .

Ferner ist  $\sphericalangle OP_1P_2 = \varphi - (\varphi : 2 + \vartheta) = \varphi : 2 - \vartheta$ .

Der Winkel  $\sphericalangle AP_1P_2$  sei  $\varphi : 4 - y$ , dann ist  $\sphericalangle OP_1A = \sphericalangle OP_1P_2 - \sphericalangle AP_1P_2 = (\varphi : 2 - \vartheta) - (\varphi : 4 - y) = \varphi : 4 - \vartheta + y$ . Der Winkel  $\sphericalangle OP_1A$  wächst nach Textabb. 5 für die Lagen von  $A$  in  $S$  bis  $P_2$  von  $O$  bis  $\varphi : 2 - \vartheta$ , also besteht die Ungleichung

$0 < \varphi : 4 - \vartheta + y < \varphi : 2 - \vartheta$  oder  
Gl. 2)  $\dots \dots \dots \vartheta - \varphi : 4 < y < \varphi : 4$ .

Aus Textabb. 5 folgt noch:

$\sphericalangle AP_2P_1 = \varphi : 2 - \sphericalangle AP_1P_2 = \varphi : 2 - (\varphi : 4 - y) = \varphi : 4 + y$ ,  
da  $\varphi : 2$  Außenwinkel des Dreieckes  $AP_1P_2$  ist; ferner:  
 $\sphericalangle OP_2A = \sphericalangle OP_2P_1 - \sphericalangle AP_2P_1 = (\varphi : 2 + \vartheta) - (\varphi : 4 + y) = \varphi : 4 + \vartheta - y$ .

Der Sinussatz lautet für das Dreieck  $AP_1P_2$ :  
 $a = c \cdot \sin(\varphi : 4 + y) : \sin(\varphi : 2)$  und  $b = c \sin(\varphi : 4 - y) : \sin(\varphi : 2)$ .

Man zeichne nun den Mittelpunkt  $U_1$  des durch  $P_1$  und  $A$  gehenden und  $T_1$  berührenden Kreises  $r_1$  im Schnitte der Rechtwinkeligen auf  $T_1$  in  $P_1$  und auf der Mitte von  $P_1A$ .

Nach Textabb. 5 ist

Gl. 3)  $\dots \dots \dots \sphericalangle M_1U_1P_1 = \sphericalangle OP_1A = \varphi : 4 - \vartheta + y$ ,  
da der halbe Winkel am Mittelpunkte dem am Umfange über gleichem Bogen gleich ist, somit folgt aus dem rechtwinkeligen Dreiecke  $M_1U_1P_1$

Gl. 4) . . . . .  $r_1 = a : 2 \sin(\varphi : 4 - \vartheta + y) =$   
 $= c \cdot \sin(\varphi : 4 + y) : \{2 \sin(\varphi : 4 - \vartheta + y) \cdot \sin(\varphi : 2)\}.$

Entsprechend ist auch:

Gl. 5)  $M_2 U_2 P_2 = \sphericalangle O P_2 A = \varphi : 4 + \vartheta - y,$

Gl. 6)  $r_2 = b : 2 \sin(\varphi : 4 + \vartheta - y) = c \cdot \sin(\varphi : 4 - y) :$   
 $: \{2 \sin(\varphi : 4 + \vartheta - y) \cdot \sin(\varphi : 2)\},$

also der Unterschied der Halbmesser:

Gl. 7)  $r_1 - r_2 = c \cdot \{\sin(\varphi : 4 + y) \cdot \sin(\varphi : 4 + \vartheta - y) -$   
 $- \sin(\varphi : 4 - y) \sin(\varphi : 4 - \vartheta + y)\} : \{2 \cdot \sin(\varphi : 2) \cdot$   
 $\cdot \sin(\varphi : 4 - \vartheta + y) \cdot \sin(\varphi : 4 + \vartheta - y)\}$

und nach Vereinfachung:

Gl. 8)  $r_1 - r_2 = c \cdot \sin \vartheta : \{\cos(2y - 2\vartheta) - \cos(\varphi : 2)\},$   
 der seinen kleinsten Wert erreicht, wenn  $\cos(2y - 2\vartheta) =$   
 $= \cos(\varphi : 2)$  seinen größten annimmt.

Aus Gl. 2) folgt

Gl. 9)  $-\varphi : 2 < 2y - 2\vartheta < \varphi : 2 - 2\vartheta.$

Der Kürze halber sollen nur die Fälle behandelt werden, in denen

Gl. 10)  $\varphi < 180^\circ, \varphi : 2 < 90^\circ$

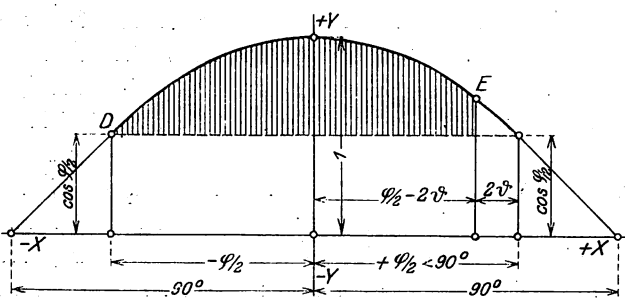
ist, was fast stets zutrifft.

Aus Gl. 9) und 10) folgt  $-90^\circ < 2y - 2\vartheta < 90^\circ -$   
 $- 2\vartheta < 90^\circ.$  Dann besteht aber

Gl. 11)  $\cos(2y - 2\vartheta) > 0, \cos(\varphi : 2) > 0.$

Trägt man nun  $2y - 2\vartheta$  als Längen,  $\cos(2y - 2\vartheta)$  als Höhen auf (Textabb. 6), so entsteht die Kosinuslinie, von der

Abb. 6.



nach Gl. 11) nur der Teil über Null, und nach Gl. 9) in diesem nur die Strecke  $-\varphi : 2$  bis  $\varphi : 2 - 2\vartheta$  gilt, in Textabb. 6 DE. Wird nun in der Höhe  $\cos(\varphi : 2)$  durch D die Gleichlaufende zur X-Achse gezogen, so gibt die überstrichelte Fläche mit ihren Höhen die Werte  $\cos(2y - 2\vartheta) - \cos(\varphi : 2).$

Demnach muß der Teiler in Gl. 8) stets  $> 0$  sein, ebenso aber auch der zu teilende Wert  $c \cdot \sin \vartheta$  nach Gl. 1) und 10); Gl. 8) enthält also nur Werte  $> 0$ , folglich ist  $r_1 - r_2 > 0$ , oder  $r_1 > r_2$

Textabb. 6 zeigt weiter, daß der Teiler in Gl. 8) seinen Größtwert erreicht, wenn  $\cos(2y - 2\vartheta) = 1$ , also  $y = \vartheta$  wird, hierfür ist also  $r_1 - r_2$  am kleinsten.

Hieraus ergibt sich eine bemerkenswerte Folgerung. Laut Gl. 3) wird für  $y = \vartheta$  der Umfangwinkel des Kreises  $r_1 = \varphi : 4$  und ebenso laut Gl. 5) der Umfangwinkel des Kreises  $r_2$ . Die Kreise müssen demnach gleiche Umfangwinkel  $\varphi : 4$  haben, wenn  $r_1 - r_2$  tunlich klein werden soll.

Wird  $y = \vartheta$  in die Gl. 4) und 6) eingeführt, so wird

Gl. 12)  $\begin{cases} r_1 = c \cdot \sin(\varphi : 4 + \vartheta) : \{2 \sin(\varphi : 4) \cdot \sin(\varphi : 2)\} \\ r_2 = c \cdot \sin(\varphi : 4 - \vartheta) : \{2 \sin(\varphi : 4) \cdot \sin(\varphi : 2)\} \end{cases}$

Damit sind für beide Kreise die Umfangwinkel und Halbmesser bekannt, mit denen die Bogenlänge berechnet und die Absteckung vorgenommen werden kann.

In den aus Textabb. 6 abgeleiteten Überlegungen steckt die Voraussetzung, daß  $\sphericalangle(\varphi : 2 - 2\vartheta) > 0$  ist, denn bei  $\varphi : 2 - 2\vartheta < 0$  kann  $y$  den Wert  $\vartheta$  überhaupt nicht annehmen. Man erhielte sonst gleichzeitig aus  $y = \vartheta$  einerseits  $2y - 2\vartheta = 0$  und aus Gl. 9)  $2y - 2\vartheta < \varphi : 2 - 2\vartheta$  wegen  $\varphi : 2 - 2\vartheta < 0$  auch  $2y - 2\vartheta < 0$ , also einen Widerspruch.

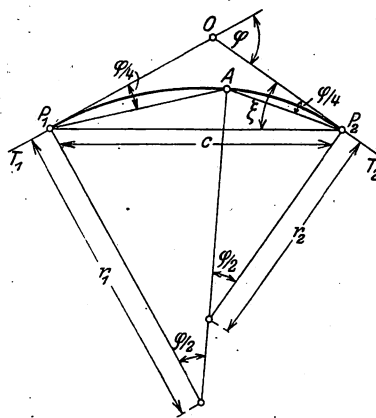
Damit aber  $\sphericalangle(\varphi : 2 - 2\vartheta) > 0$  ist, muß  $2\vartheta < \varphi : 2$  also  $\vartheta < \varphi : 4$  und in Textabb. 5)  $\sphericalangle O P_2 P_1 < 3\varphi : 4$ ,  $\sphericalangle O P_1 P_2 > \varphi : 4$  sein. Tatsächlich werden die Winkel  $O P_1 P_2$  und  $O P_2 P_1$  meist nicht erheblich verschieden sein, dann bleibt Gl. 12) bestehen.

Gl. 3), 4), 5), 6), 8) dagegen sind unabhängig von dieser Voraussetzung, gelten also immer, wenn nur  $y$  der Gl. 2) genügt.

Zusammenfassung.

Gegeben sind (Textabb. 7) zwei Gerade  $T_1 T_2$  mit den Punkten  $P_1 P_2$ , die Länge  $P_1 P_2 = c$  und die Winkel  $\varphi$  und  $\xi$  des Dreiecks  $O P_1 P_2$ . In diesem Dreiecke sei der Winkel  $\xi$  bei  $P_2$  größer, als der bei  $P_1$ .

Abb. 7.



Aufgabe: Der Punkt  $P_1$  ist mit dem Punkte  $P_2$  durch einen aus zwei Kreisbögen bestehenden Korbogen zu verbinden, der  $T_1$  und  $T_2$  berührt, der Unterschied der Halbmesser  $r_1$  und  $r_2$

dieser Kreise soll möglichst klein sein.

Lösung:

Gl. 12)  $\begin{cases} r_1 = c \cdot \sin(\varphi : 4 + \vartheta) : \{2 \sin(\varphi : 4) \cdot \sin(\varphi : 2)\} \\ r_2 = c \cdot \sin(\varphi : 4 - \vartheta) : \{2 \sin(\varphi : 4) \cdot \sin(\varphi : 2)\} \end{cases}$   
 worin  $\vartheta = \xi - \varphi : 2.$

Die Umfangwinkel der Kreise  $r_1$  und  $r_2$  sind  $= \varphi : 4$ , der Winkel am Mittelpunkte jedes der Kreise ist daher  $\varphi : 2$ . Das Ergebnis ist nur für  $\varphi < 180^\circ$  und  $\xi < 3\varphi : 4$  gültig.

## Der Bau der Stadtschnellbahnen in Sydney.

Dr.-Ing. F. Musil, Baurat in Wien.

Hierzu Plan Abb. 1 auf Tafel 3.

Aus Sydney kommt die Nachricht von der Inangriffnahme des Baues einer Stadtbahn, deren Entwurf auf das Jahr 1912 zurückgeht, als die Regierung von dem englischen Ingenieur D. Hay eine in amtlichem Auftrage verfasste Denkschrift erhielt, die die Schwierigkeiten für den Verkehr von Sydney darlegte und zur Abhülfe Stadtschnellbahnen vorschlug.

Aus einer Sträflingssiedlung hat sich Sydney zur Hauptstadt von Neu-Süd-Wales und zur Großstadt entwickelt. Das Wachsen der Bevölkerung zeigt Zusammenstellung I.

Zusammenstellung I, Einwohner.

Jahr	Einwohnerzahl
1788 Gründung	757 Sträflinge
1800	2 600
1841	29 973
1851	58 993
1861	93 686
1871	136 483
1881	—
1891	383 283
1901	487 900
1906	538 800

Die Stadt weist im Anklange an englische Städte große besiedelte Fläche und niedrige Wohnbauten (Einwohnerhäuser) auf. Auch in der Geschäftstadt mit vielen prächtigen öffentlichen Gebäuden, jedoch engen Straßen fehlt die hohe Mietkaserne des europäischen Festlandes. Ausgedehnte grüne Anlagen am Umfange des Geschäftsviertels und zwischen den Wohnbezirken wirken auf Verlängerung der Reisewege. Im letzten Jahrzehnt wurden einige ungesunde und minderwertige Häuserviertel im Innern der Stadt niedergelegt. Die wichtigsten Verkehrsanlagen wurden vom Staate geschaffen, der 1855 die erste Eisenbahn baute und unter dessen Verwaltung auch die Straßenbahnen stehen.

In den letzten Jahren haben sich empfindliche Schwierigkeiten eingestellt. Das durch Wasserflächen und grüne Anlagen zerschnittene Stadtgebiet (Abb. 1, Taf. 3) ist sehr weit, die Breiten der Straßen im Innern genügen für die Aufnahme eines engmaschigen Netzes von Straßenbahnen nicht, große Überfüllung der Straßenbahnen herrscht besonders zwischen 5 und 6 Uhr abends auf den nach Westen führenden Linien der Georgstraße. 433 Fahrgäste kommen in diesen Stunden auf die Minute, annähernd gleiche Verhältnisse bestehen östlich in der Elisabethstraße, die überdies ungewöhnliche Wellen an Feiertagen zu bewältigen hat, da ihr der Verkehr nach den Spiel- und Sport-Plätzen zufällt. Die Zahl der Fahrgäste nach der Geschäftstadt wird an Wochentagen auf mehr als 30 000 in den Frühstunden geschätzt.

Besonders störend wirkt das Fehlen einer festen Verbindung der Geschäftstadt mit dem Stadtteile Nord-Sydney jenseits des Hafens. Ähnlich wie in Neuyork vor der Untertunnelung des Hudson ist hier der Verkehr auf die Fähren angewiesen. An der engsten Stelle des Hafens wäre eine 52 m über Wasser-

spiegel anzulegende feste Brücke wohl ausführbar, doch schwanken die Meinungen zwischen Überbrückung und Untertunnelung. Die hohe Lage des Nordufers macht, aber eine Brücke vorteilhafter, die kürzere Rampen und günstigere Neigungen gibt. Zu Ungunsten des Tunnels sprechen noch die Unmöglichkeit, ihn mit derselben Nutzbreite auszuführen, der Lärm, der im Blackwall- und Rotherhithe-Tunnel unter der Themse sehr stört, die Schwierigkeiten der Lüftung und Entwässerung und die Beleuchtung.

Die Fernlinien und mit Dampf betriebenen Vorortbahnen münden in den Hauptbahnhof südlich der Geschäftstadt. Die dorthin führenden Straßen sind gleichfalls überlastet. D. Hay, dem der Verfasser die Kenntnis des zu beschreibenden Entwurfes für Schnellbahnen verdankt, empfiehlt daher an erster Stelle die Einführung des jetzt im Hauptbahnhofe endigenden Verkehrs auf einer zweigleisigen Stadtbahn in die Geschäftstadt. Der Bau dieser nach Norden gestreckten Schleife für Fahrzeuge der Fernbahnen ist inzwischen begonnen. Die Linie verläßt den Hauptbahnhof als Hochbahn, führt (Abb. 1, Taf. 3) durch den Belmore-Park zur Haystraße, dann als Untergrundbahn unter der Georgstraße, der Kathedrale, dem Stadthause zur Yorkstraße, gabelt sich am Weingarten-Platze in einen nördlichen und einen als Schleife weiter führenden Ast, der nach Berührung des Hafens am Ringufer, entlang dem botanischen Garten und der Pittstraße wieder in den Hauptbahnhof mündet.

Nach den letzten Meldungen\*) werden die Bahnhöfe mit zwei Gleisen für jede Fahrriichtung ausgestattet. Damit wird es möglich, die Leistung der Strecke durch dichteste Zugfolge voll auszunutzen. Die Züge sollen bis zu sieben Drehgestellwagen mit 123 m Länge aufweisen. Bei besten Einrichtungen, selbsttätiger Signalanlage mit Fahrsperrern zum Schutze gegen Überfahren eines auf „halt“ stehenden Signales, Nachrücksignalen in den Bahnhöfen und kürzesten Aufhalten an den Bahnsteigen kann eine Zugfolge unter einer Minute erreicht werden. Daher beruht es auf Täuschung, wenn man, wie zuletzt gemeldet wurde, bis zu 80 Zügen in der Stunde abzufertigen hofft. Im regelmäßigen Schnellbahnbetriebe bereitet es schon große Schwierigkeiten, vierzig bis fünfzig Züge auch nur eine Stunde lang zu bewältigen.\*\*\*) Die Halte dürfen dann 15 bis 25 Sekunden nicht überschreiten, die Züge müssen mit selbsttätigem Schlusse der Türen, selbsttätiger Abgabe des Abfahrtsignales beim Schließen der letzten Tür versehen sein und auf den Bahnsteigen soll auch bei großem Andrang volle Ordnung herrschen. Dies bedingt wieder möglichste Trennung der Zu- und Abgehenden entweder durch geeignete Geländer wie im »Subway« in Neuyork, oder besser, indem man jedem Gleise zwei Bahnsteigkanten zuweist. Die Endbahnhöfe müssen dieselbe Leistung aufweisen und mit Umkehrschleifen oder gut durchgebildeten Kehrgleisen ausgerüstet sein. Um Zeitverluste durch vollständiges Abbremsen der Züge vor einem die Weiter-

\*) Electric Railway Journal 1917, Zeitung des Vereines Deutscher Eisenbahnverwaltungen 11. August 1917.

\*\*) Obergethmann, Organ 1913, S. 272.

fahrt verbotenden Signale zu vermeiden, empfiehlt sich die Ausstattung der Züge mit Vorrichtungen zur fortlaufenden Überprüfung der Fahrgeschwindigkeit und selbsttätiger Regelung. Bei einer neu anzulegenden Stadtbahn sollte die Folge von etwa fünfzig Zügen in der Stunde erst in einem späten Zeitpunkte angestrebt werden; es ist besser, gleich Zuglängen bis etwa 130 m zu ermöglichen und, wie in Sydney geschieht, die Querschnitte der Fahrzeuge reichlich zu wählen. Zugfolgen von 2 bis 3 min sind für die Fahrgäste und Bediensteten vorteilhafter, als die die gespannteste Aufmerksamkeit und Vorsicht erheischende von kaum einer Minute.

Für die Stadtbahn ist hoch gespannter Gleichstrom von 1500 V in Aussicht genommen. Wichtige Haltepunkte sind die Bahnhöfe Weingarten-Platz, Ringufer, in der Moorestraße beim Hauptpostamt und in der Bathurststraße, die zwei letzten liegen in erheblicher Tiefe. In den Bahnhöfen Weingarten-Platz und Stadthaus wird später zur östlichen, beziehungsweise östlichen und westlichen Vorort Schnellbahn umgestiegen werden können. Im Bahnhof Stadthaus erfolgt auch die Abspaltung des nach Nord-Sydney führenden Astes. Bei Richtungsbetrieb werden die aus den östlichen oder westlichen Vororten Eintreffenden ihre Fahrt in Stadtbahnzügen ohne Bahnsteigwechsel fortsetzen können. Treppen werden nur beim Übergange zwischen der Ost- und West-Linie zu überwinden sein.

Die Stadtbahn Schleife bezweckt die Einführung des jetzt im Hauptbahnhofe endigenden Vorortverkehrs in die Geschäftstadt und dessen Verteilung; die von D. Hay an zweiter Stelle empfohlene östliche und westliche Vorort-Schnellbahn dienen der Kürzung der Fahrten zwischen der »City« und wichtigen Wohngebieten, die noch jeder Schnellverbindung entbehren. Diese beiden Linien, von denen die westliche eine weit geöffnete Schleife, die östliche einen Durchmesser bildet, sollen der Besiedelung neue, große Flächen erschließen. Die Westlinie geht

vom Stadthause unter der Georgstraße südwestlich zur Universität, weiter nach Norden bieugend nach Balmain und kehrt, ein Hafenbecken untertunnellnd, wieder zum Bahnhof Stadthaus zurück. Die Ostlinie beginnt im Bahnhof Weingarten-Platz, führt südwärts zum Stadthause und folgt dann der Bathurst- und Elisabeth-Straße, den Hydepark kreuzend, der Wentworth-Avenue, Oxfordstraße nach Bondi.

Zur Erzielung guter Lüftung wird jedes Gleis in einem besondern Tunnel geführt und für die Bahnsteige 106,75 m Länge für 14 000 Fahrgäste in der Stunde vorgeschlagen. Da kein Zusammenhang mit Vollbahnen besteht, genügt geringere Tunnelbreite. So ist das Schnellbahnnetz für Sydney zunächst in großen, weite Räume noch freilassenden Maschen entworfen, später werden noch andere Linien einzufügen sein.

Den bestehenden Schwierigkeiten im Oberflächenverkehre der Straßensbahnen soll nach D. Hay durch Tieferlegen der Straßensbahngleise der west-östlich streichenden Königstraße abgeholfen werden, wodurch mehrere hemmende Kreuzungen wegfallen würden.

Auch hier nicht weiter zu besprechende Ergänzungen der Güterbahnen werden befürwortet.

Die Kosten ausschließlich Oberbau, elektrischer Ausrüstung und der Fahrzeuge werden wie folgt angegeben:

Stadtbahn . . . . .	24,0	Mill. <i>M</i>
Westliche Vorort Schnellbahn: Essexstraße-		
City-Road-Junction . . . . .	10,0	„ „
Schlussstück des Ringes über Balmain . . . . .	34,0	„ „
Östliche Vorort Schnellbahn: Weingarten-		
Platz - Darlinghurst . . . . .	8,0	„ „
Spätere Verlängerung bis Bondi-Junction . . . . .	12,0	„ „
Unterstrassenbahn in der Königstraße . . . . .	2,5	„ „
Zusammen	90,5	Mill. <i>M</i>

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

#### Neue Uralbahn.

(Der neue Orient 1917, Bd. 1, Heft 4/5, S. 204.)

Die russische Regierung hat den Bau einer neuen Eisenbahn beschlossen, die von Ufa über Perm bis Usolje an der Kama führt, zwei Zweiglinien sollen nach Kizel und Birska an der Belaja abgehen. Die Linie läuft entlang dem Ural und ist bestimmt, dessen Bodenschätze und Waldbestände dem Verkehre zu erschließen. Unternehmerin der neuen Strecke ist die Ufa-Orenburger Eisenbahngesellschaft, die die Baukosten auf 292 Millionen Rubel veranschlagt. Später soll die Strecke nördlich zu gleichen Zwecken bis Petschora verlängert werden.

G. G.

#### Ein neuartiger Bau zur Sicherung einer Bahn.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1917, Bd. 61, Nr. 21, S 523.)

In Amerika wurden bei der Westuferbahn versuchsweise Bauten zur Sicherung der Bahn ausgeführt. Eine mehr als 60 m lange, 30 m hohe und 1,3 bis 2,5 m starke Felsplatte von etwa 6000 t Gewicht drohte abzustürzen. Es gelang, diesen Felsenhang durch Aufhängen am festen Gesteine zu halten, wozu 28 cm weite, 4,5 m tiefe Löcher durch die Felsplatte bis in den festen Fels für 25 cm starke Rundisen gebohrt wurden, die man mit Mörtel vergoß. Die Löcher wurden mit Bohrmaschinen mit Gasantrieb gebohrt. Unter der Platte dienen Hölzer in 1 m Abstand zum Unterfangen.

G. G.

### Bahnhöfe und deren Ausstattung.

#### Schwankungen der Stützdrücke beim Befahren beweglicher Bühnen.

(R. Krell, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1917, Bd. 61, Heft 30, 28. Juli, S. 634. Mit Abbildungen)

Hierzu Schaulinien Abb. 6 bis 10 auf Tafel 2.

Die Schaulinie der Stützdrücke einer von dem Lastenzuge  $P_1$ ,  $P_2$  befahrenen Bühne der Stützweite  $s$  (Abb. 6,

Taf. 2), etwa in I, erhält man durch wiederholte Anwendung der Einflußlinie. Tritt  $P_1$  über I, so wirkt hier die volle Last, aus  $P_1$  in der um den Achsstand  $a$  nach II zu verschobenen Stellung gibt die Einflußlinie den Stützdruck in I mit  $3,4$ . Zugleich tritt  $P_2$  über I, der ganze Stützdruck ist also nun  $3,4 + P_2 = 3,5$ . Zeichnet man für  $P_2$  über der um  $a$  ver-

schobenen Stützweite  $s$  die Einflußlinie und fügt die zusammengehörenden Werte der beiden Einflußlinien an einander, so erhält man die ganze Stützdrucklinie 1, 2, 4, 5, 6, 7 in I aus dem Lastenzuge  $P_1, P_2$ ; die Belastung von I durch Eigen-gewicht ist hinzu zu rechnen.

Für eine über ihre Stützpunkte auskragende Bühne (Abb. 7, Taf. 2) trage man die Kraft  $P_1$  über dem zu untersuchenden Stützpunkte I auf und verlängere die Einflußlinie über die Stützpunkte I und II hinaus. Beim Auftreten von  $P_1$  auf die Bühne ist dann der Stützdruck gleich 1,2. Verfährt man mit jeder nachfolgenden Last des Lastenzuges ebenso und fügt die zusammengehörenden Werte der Einflußlinien an einander, so erhält man die ganze Stützdrucklinie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Zu prüfen ist dann, ob das Eigen-gewicht der Bühne das Aufkippen unter dem auffahrenden Zuge verhindert.

Nach dem Verfahren kann man auch die Schwankungen des Druckes auf die Mittelstütze einer Bühne auf drei Stützen darstellen, wenn der Bühnenträger über der Mittelstütze gelenkig ist, wie bei Gelenk-Drehscheiben\*), oder für die Berechnung als gelenkig angenommen werden darf, wie bei verschiedenen Bauarten unversenkter Schiebehühnen mit sehr geringer Bauhöhe der Hauptträger. In Abb. 8, Taf. 2 sind zunächst für die Last  $P_1$  des Lastenzuges  $P_1, P_2, P_3, P_4$  die Einflußlinien für die Mittelstütze M in Bezug auf die Seitenstützen I und II gezeichnet. Für  $P_2$  werden die Einflußlinien ebenso, jedoch um den Achsstand  $a$  verschoben, gezeichnet, dann auch für  $P_3$  und  $P_4$ . Die Stützdrucklinie wird wieder durch Aneinanderfügen der zusammengehörenden Werte der Einflußlinien erhalten. Aus ihr kann man für beliebige Stellungen des Lastenzuges auch die zugehörigen Stützdrücke der Seitenstützen I und II abgreifen. Dabei gelten die über dem Stützpunkte I abgenommenen Werte für den Stützpunkt II und umgekehrt. Ist beispielsweise  $P_1 = 2$  t,  $P_2 = 3$  t,  $P_3 = P_4 = 4$  t, so können für die Stellung  $P_1$  über der Mittelstütze die Stützdrücke  $M = 5,3$  t und  $II = 0$  t unmittelbar von der Stützdrucklinie entnommen werden. Für Stützdruck I ist zu berücksichtigen, daß  $P_4$  ohne Einfluß ist, solange es nicht auf die Bühne tritt. Die Werte der Einflußlinien für  $P_1$  müssen also von der Stützdrucklinie abgezogen werden. Für die angenommene Stellung des Lastenzuges muß daher der Betrag  $d$  wegfallen, der Stützdruck I ergibt sich dann zu 3,7 t. Für die Stellung  $P_3$  über der Mittelstütze erhält man die drei Stützdrücke unmittelbar zu  $M = 8,6$  t,  $I = 1,7$  t,  $II = 2,7$  t, da nun der ganze Lastenzug auf der Bühne steht.

In Abb. 9, Taf. 2 ist die Stützdrucklinie für eine mit einer Lokomotive von 109 t belastete, 18 m lange Drehscheibe mit Mittelzapfen gezeichnet. Die Stützdrucklinie ist für den Stützpunkt I ermittelt, sie gilt in ihrem negativen Teile gleichzeitig für den Stützpunkt II. Aus der Stützdrucklinie geht hervor, daß der äußere Stützpunkt I oder II am meisten geschont wird, wenn die Lokomotive mit dem Tender zuerst auf- und mit dem Tender zuletzt abfährt. In diesem Falle ist der höchste Stützdruck beim Auf- und Abfahren 41,5 t. Fährt die Lokomotive voran auf und der Tender voran ab,

so tritt die stärkste Beanspruchung der äußeren Stützen mit 48,7 t ein. Aus der Stützdrucklinie kann auch die Lage der Mittelkraft von 109 t ermittelt werden. Steht diese über dem Mittelzapfen M, so verschwindet der Druck auf die äußeren Stützen. In diesem Falle hat die letzte Tenderachse auf der Drehscheibe die Strecke  $a$  zurückgelegt,  $l - a = c$  gibt also den Abstand der Mittelkraft von der letzten Tenderachse.

In Abb. 10, Taf. 2 ist die Stützdrucklinie für die Mittelstütze einer von derselben Lokomotive befahrenen, 18 m langen Gelenk-Drehscheibe gezeichnet. Für drei verschiedene Stellungen der Lokomotive sind die Stützdrücke der drei Stützpunkte hervorgehoben.

R—s.

#### Amerikanische Bekohlungsanlagen.

(G. F. Zimmer, Engineering 1917 I, 13. April; Génie civil 1917 I, Bd. 70, Heft 20, 19. Mai, S. 317. Beide Quellen mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel 4.

Abb. 1 bis 3, Taf. 4 zeigen eine auf Bahnhof Waukegan, Illinois, erbaute Bekohlungsanlage der Bauart Holmen. Die Kohle wird aus Wagen mit Seitenentleerung A in eine Grube B von der Form eines Spitzkantstumpfes gestürzt, deren Boden eine walzenförmige, durch einen Kasten C geschlossene Öffnung hat. Dieser Verschlusskasten öffnet um die Achse seines obern, walzenförmigen Teiles nach oben gedreht eine Öffnung gegen die Grube, kann sich also füllen; in gesenkter Lage schließt sein voller, walzenförmiger Kreisabschnitt die Kohlengrube und sein entgegengesetztes, offenes Ende läßt den Kohleninhalt in den die gleiche Menge fassenden Kübel D laufen. Dieser bewegt sich im Schachte E und entleert sich an dessen oberem Ende selbsttätig in einen 300 t fassenden Vorratbansen V. Zu diesem Zwecke hat er eine Bodenklappe  $k$ , die während des Laufes durch die Führungen in der Verschlusslage gehalten und nur oben gelöst wird. Zwei drehbare, gegengewogene Rutschen  $r$  am Boden des Bansens V verteilen die Kohle in die Tender. Der Kübel D faßt 2,5 t, bei anderen Ausführungen 1 t. Das Eigengewicht des Kübels ist durch ein Gegengewicht  $g$  ausgeglichen; bei einigen Ausführungen bewegen sich zwei Kübel gleichlaufend und gleichen sich gegenseitig aus. Eine elektrische Winde  $w$  betätigt die Anlage, der Kübel D steuert selbst die Bewegung des Verschlusskastens C. Der Gang einer Anlage kann selbsttätig sein und von ferne durch Schließen eines den Schalter der Triebmaschine betätigenden elektrischen Stromes gesteuert werden. Der mit ungefähr 40 m/min gehobene Kübel wirkt oben nach einander auf drei Stromschleifer, die nach der Reihe die Bremsung, den Stillstand, dann die Umsteuerung der Triebmaschine bewirken. Unter diesen Bedingungen kann der Kübel 24 vollständige Wege in der Stunde machen; die Anlage leistet 60 t/st.

Abb. 4 und 5, Taf. 4 zeigen eine Anlage der Chesapeake und Ohio-Bahn in Paintsville, Kentucky, bei der Gerippe und Vorratbansen aus Holz bestehen. Der große Mittenabstand der zu bedienenden Lokomotivgleise ermöglichte die Verwendung eines 300 t fassenden Vorratbansens von verhältnismäßig geringer ganzer Höhe, der durch eine nur 3,65 m tiefe Grube gespeist wird. Die Kohle wird auf dem Gleise Z zwischen den beiden Lokomotivgleisen zugeführt. Die Wagen werden in die Grube G entleert, die durch eine sich in schiefer

\*) Organ 1916, S. 5; 1917, S. 357.

Ebene bewegende Schiebetür  $t$  geschlossen wird. Bei geöffneter Tür wird ein Ladeeimer  $l$  gefüllt, der zum Beladen des Kübels  $K$  dient. Die Dampfwinde  $w$  steuert nach einander die Schiebetür  $t$ , den Ladeeimer  $l$  oder den Kübel  $K$ . Dieser bewegt sich zwischen Führungen und entleert sich oben in den Vorratsbansen  $V$ . Zu diesem Zwecke hat der Kübel  $K$  eine Bodenklappe derselben Anordnung wie im vorigen Falle. Der Bansen  $V$  hat, wie vorher, unten zwei bewegliche, gegengewogene Rutschen  $r$ , durch die die Kohle in die Tender entleert wird. Eine gleiche Anlage aus Holz ist auf Bahnhof Greensbury hergestellt.

Abb. 6, Taf. 4 zeigt die Bekohlungsanlage auf Bahnhof Chihuahua der National-Bahn von Mexiko nach Paredon, Mexiko. Die Kohle stürzt aus dem Wagen  $A$  in die Grube  $B$ , die durch einen Kasten  $C$  geschlossen wird. Dieser ermöglicht die Füllung des Kübels  $D$ , der den Vorratsbansen  $V$  aus bewehrtem Grobmörtel füllt. Durch eine Tür am Boden des Bansen  $V$  rutscht die Kohle in einen 15 t fassenden Wäge-

trichter  $W$  mit selbsttätigem Kartendrucke, aus dem sie durch eine Verteilrutsche in den Tender gelangt. Eine Anlage dieser Bauart mit Vorratsbansen aus bewehrtem Grobmörtel ist kürzlich in Cowan, Tennessee, für die Nashville, Chattanooga und St. Louis-Bahn fertig gestellt.

Ähnliche Anlagen sind in den Vereinigten Staaten zur Lagerung und Verteilung des Sandes für die Sandstreuer der Lokomotiven ausgeführt. Diese Anlagen sind dann durch eine Vorrichtung zum Trocknen des Sandes mit Dampfschlangen in den Vorratsbansen vervollständigt.

Auf den bedeutenden amerikanischen Bahnhöfen hat man doppelte Anlagen aus zwei Gruppen von Vorrichtungen ähnlich den beschriebenen hergestellt, die auf beiden Seiten einer Gleisgruppe angeordnet, oben durch eine Brücke verbunden sind und durch ein gemeinsames Hebewerk gespeist werden. Der Kübel entleert oben in einen Wagen, der auf der Brücke laufend seinen Inhalt in den Vorratsbansen der einen oder andern Vorrichtung stürzen kann. B—s.

## Maschinen und Wagen.

### Amerikanisches Tenderdrehgestell.

(Railway Age Gazette, November 1914, Nr. 22, S. 1017.  
Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 bis 11 auf Tafel 1.

Die kanadische Lokomotivbaugesellschaft in Kingston baut ein neuartiges Tenderdrehgestell mit leichtem aber starrem Rahmen, wozu nach Abb. 9 bis 11, Taf. 1 nur Walzeisen verwendet wird. Der Querträger  $q$  besteht aus einem unter der Drehzapfenpanne sehr tiefen, nach den Enden flacher verlaufenden Pressblechbalken mit  $\perp$ -förmigem Querschnitt und kräftiger Gurtplatte, deren verbreiterte Enden mit den Rahmenwangen vernietet sind und gute Versteifung gegen seitliche Verschiebungen geben. Die Enden des Pressblechbalkens sind mit Stahlgußstücken verschlossen. Aus der Gurtplatte sind auch die Winkellaschen zum Befestigen der Bolzen für die Bremshängeisen herausgepreßt. Die Seitenrahmen haben Ober- und Untergurte aus  $\perp$ -Eisen, die durch kräftige doppelte Knotenbleche verbunden sind. Letztere dienen gleichzeitig als Achshalter. Gegen die Regelbauart mit Stahlgußrahmen beträgt die Erleichterung etwa 680 kg. A. Z.

### Amerikanischer Lazarettzug.

(Railway Age Gazette, Dezember 1916, Nr. 22, S. 1003.  
Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 12 auf Tafel 1.

Die Heeresverwaltung der Vereinigten Staaten hat neuerdings an der Grenze gegen Mexiko einen Lazarettzug aus zehn „Pullmann“-Wagen bereitgestellt. Er enthält Betten und Schlaflager für 258 Mann einschließlich der Zugbegleiter, Ärzte und Wärter, denen die beiden ersten und der letzte Wagen zugewiesen sind. Die übrigen sieben mit 52 festen eisernen Betten, 16 unteren und 14 oberen aufklappbaren Schlaflagern sind für die Kranken und Verwundeten bestimmt. Sie sind aus vierachsigen Schlafwagen mit Untergestellen aus Stahl umgebaut. Der vordere Wagen enthält die Küche für den ganzen Zug, sie nimmt die ganze Wagenbreite in 4,9 m Länge ein. Der übrige Wagenraum enthält 15 untere und 14 obere Schlaflager, leicht versetzbare Krankentische, mehrere Schränke, ein

Brausebad und einen Heißwasserkessel zur Heizung des Fahrzeuges. Im zweiten Wagen ist ein Raum für die Verwaltung abgeteilt. Die Krankenwagen enthalten an Stelle der unteren Schlaflager eiserne am Boden befestigte Betten mit weißem Lackanstriche. In die Außenwände ist je eine 914 mm breite doppelflügelige Tür zum Einbringen der Tragbahnen neu eingebaut. Die oberen Schlaflager sind für Leichtkranke beibehalten und werden nur nachts herunter geklappt. Außerdem ist reichlich Wasch-, Abort- und Schrank-Raum vorhanden. Der fünfte Wagen enthält nach Abb. 12, Taf. 1 einen Verbandraum von 7,5 m Länge mit einem Tische für Untersuchungen, Wasch- und Spül-Becken und Ablegetischen und Schränken für Verbandzeug, Wäsche und Geräte. Unter der Decke sind zwei große Wasserbehälter vorgesehen. Die Seitentüren des Verbandraumes sind 1220 mm breit. Der Nachbarraum enthält zwölf feste Betten. Geheizt wird dieser Wagen nur mit Dampf von der Lokomotive. Ein Wagen enthält den Raum für die Vorräte, der Schlafwagen den Aufenthaltsraum, 14 Schlafräume und je ein Brausebad an jedem Ende für die Führer und Ärzte des Zuges.

Den Lichtstrom von 30 V liefern Erzeuger mit Antrieb von einer Wagenachse. Die Türen und Fenster sind sorgfältig gedichtet, für jedes Fahrzeug sind vier versetzbare, elektrisch angetriebene Lüfter vorgesehen, ferner reichlich bemessene Wasserbehälter. Der Zug wurde in zwanzig Tagen fertig ausgerüstet. A. Z.

### Antrieb der Triebachsen einer elektrischen Probelokomotive für die Gotthardbahn.

(Schweizerische Bauzeitung, August 1917, Nr. 7, S. 82.  
Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 bis 10 auf Tafel 4.

Auf der Gotthardbahn sollen Versuche mit einer elektrischen Lokomotive von Brown, Boveri und G. angestellt werden, die statt des viel verwendeten, aber nicht ohne Störungen arbeitenden Dreieckrahmens zwischen Triebmaschine und Triebachse Antrieb durch doppelte Schleppekurbel erhalten sollen. Die Triebmaschine

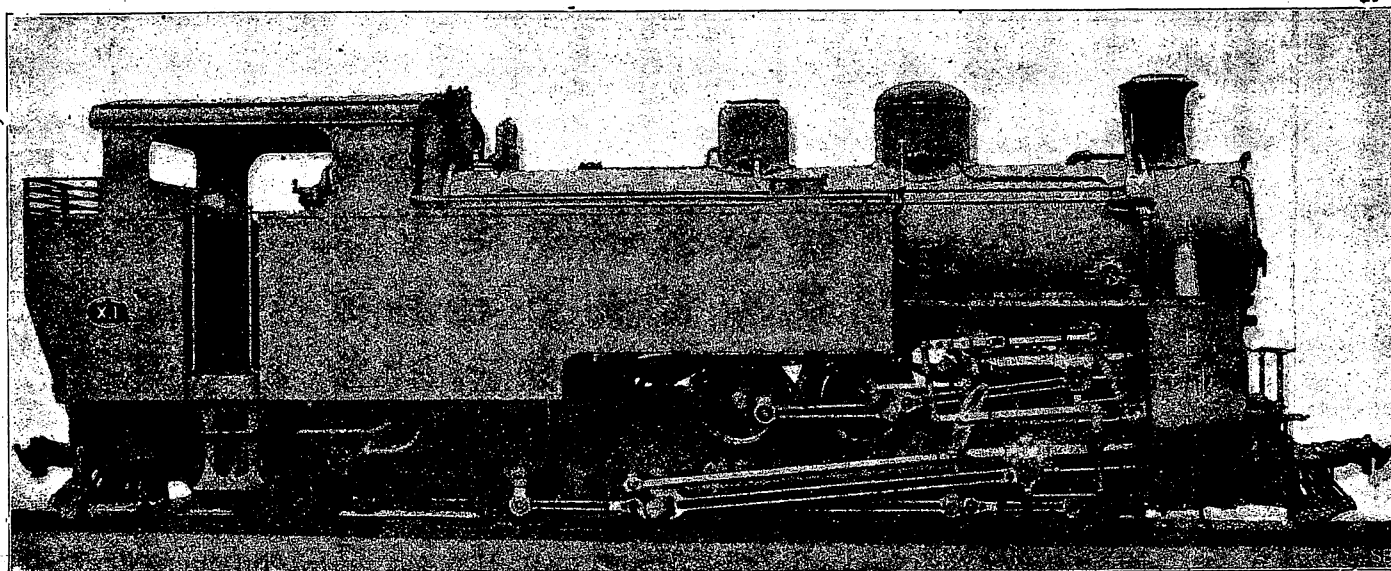
wirkt nach Abb. 7 bis 9, Taf. 4 mit einem Ritzel  $Z_1$  auf ein außerhalb der Triebachse am Rahmen fest gelagertes Zahnrad  $Z_2$ . Dieses Vorgelege kann auch auf beiden Seiten der Triebmaschine angeordnet sein. Das große Zahnrad ist durch eine allseitig bewegliche Kuppelung mit dem Triebachssatz verbunden. Die bewegliche Verbindung genügt für die durch das Federspiel bedingten Ausschläge und Winkeländerungen zwischen Achse und Zahnrad und gestattet noch das Zahnrad um das Maß  $E$  höher zu lagern als die Triebachse, so daß eine größere Übersetzung eingebaut werden kann, die nur durch den größten zulässigen Abstand  $a$  des Schutzkastens der Zahnräder von der Schiene und den Abstand  $b$  des Spurranzes von der Welle der Triebmaschine begrenzt ist. Die nach allen Seiten bewegliche Kuppelung verbindet das Zapfenpaar  $C$  des Zahnrades mit den Kuppelzapfen  $D$  des Achssatzes durch je ein Paar Schubstangen  $F$  und Umkehrhebel  $G$ . Ein ähnlicher Antrieb ist bei

#### D 1. IV. T. F - Reibung- und Zahn-Lokomotive für 1 m Spur.

(Schweizerische Bauzeitung 1917, August, Band 70, Nr. 7, Seite 75. Mit Lichtbild.)

Sechs Lokomotiven dieser Bauart (Textabb. 1) wurden in Winterthur für die Nilgiri-Bahn im Süden von Vorderindien

Abb. 1. D 1. IV. T. F - Reibung- und Zahn-Lokomotive für 1 m Spur.



120 t schweren Zug auf 81,5% Steigung mit 10 bis 15 km/h schieben können; die annähernd gleich auf beide Dampfmaschinen verteilte Zugkraft wurde zu 13 000 kg ermittelt.

Der Hauptrahmen liegt innen, die Zylinder außen nach 1:25 geneigt paarweise über einander. Die Kolbenschieber mit innerer Einströmung werden durch Heusinger-Steuerungen betätigt, zum Umsteuern dient eine Schraube. Nur eine Vorrichtung zum Umsteuern ist vorhanden, die Schwingenstangen einer Seite sind durch Hängeeisen verbunden. Die Zahl der Ersatzteile für die vier gleichen Triebwerke ist gering.

Die unten liegenden Hochdruckzylinder wirken mit Reibung, die oben liegenden Niederdruckzylinder auf die Triebzahnräder. Durch Einschalten einer Zahnradübersetzung ist erreicht, daß die obere Maschine 2,1 mal schneller läuft als die untere, und der Dampf für Verbundwirkung richtig verteilt wird.

den elektrischen Lokomotiven und Triebwagen der Veltlin-Bahn verwendet. Abweichend von jener Bauart ist hier der Abstand  $E$  zwischen den Achsmitten von Zahn- und Trieb-Rad neu, was die Einführung der Hebel  $G$  mit den Zahnkreisbogen  $H$  bedingte.

An einer andern Achse dieser Lokomotive soll ein Antrieb von Tschanz nach Abb. 10, Taf. 4 erprobt werden. Die im Rahmen  $R$  in  $L_1$  fest gelagerte Triebmaschine  $M$  soll mit dem Vorgelege  $Z_1$   $Z_2$  und dem Kreuzgelenke  $G_1$  den Antrieb einer Kuppelstange  $B$  vermitteln, die durch die Hohlachse  $J$  geht und mit dieser durch ein zweites Kreuzgelenk  $G_2$  verbunden ist. Da das Zahnrad  $Z_2$  des Vorgeleges mit der Nabe  $G$  im Lager  $L_2$  am Rahmen  $R$  unverrückbar festgelegt ist, wird die Welle  $B$  im Gelenke  $G_2$  verschiebbar angeordnet, um beliebiges Einstellen der Triebachse zu ermöglichen. Die Patentschrift zu dieser Neuerung sieht noch mehrere andere Formen der Ausführung vor.

A. Z.

geliefert. Die 46,7 km lange Bahn wurde 1898 eröffnet, 19,3 km haben Zahnstange. Etwa 14,4 km der Strecke liegen in Bogen, davon haben über 8 km Halbmesser von 100 m, die größte Steigung ist 25‰ auf den Reibung- und 81,5‰ auf den Zahn-Strecken.

Nach dem Vertrage sollte die Lokomotive einen mit ihr

Die hohe Geschwindigkeit der oberen Kolben bewirkt kräftige Anfängung. Diese Ausführung der Verbundmaschine ist der Bauanstalt Winterthur geschützt, sie gibt erhebliche Ersparnis an Heizstoff und Wasser, nach den Erfahrungen der Brünigbahn und anderer Bahnen etwa 35‰.

Die zweite und die dritte Achse sind fest gelagert, die erste hat jederseits 15, die vierte 20 und die Laufachse 85 mm Spiel; die Laufachse ist mit der vierten Reibungachse zu einem Drehgestelle vereinigt, die dritte Reibungachse wird unmittelbar angetrieben. Je nach dem Stande der Vorräte arbeitet die Reibungmaschine mit 20 bis 16,7‰ Reibung.

Die Achsen der beiden Zahnräder sind im Hauptrahmen zwischen den mittleren Reibungachsen in Schwinghebeln gelagert. Sie sind den senkrechten, von den Tragfedern herrührenden Schwingungen unterworfen, doch sind diese bei der Kleinheit



der Geschwindigkeit gering, der Eingriff der Zähne hat sich als fast unveränderlich erwiesen. Die beiden Achsen der Zahnräder sind durch einen Druckausgleich verbunden, so daß jedes der Zahnräder nur die Hälfte der Triebkraft erhält. Die Verteilung der Arbeit der beiden Zylinderpaare regelt sich selbsttätig, indem der Druck im Zwischenbehälter beim Schleudern der Reibungsräder steigt, so daß die Kolben der Niederdruckzylinder mehr leisten.

Der Kessel ist mit einem Überhitzer nach Schmidt ausgerüstet, der gut gelüftete Führerstand trägt ein doppeltes Dach. Die Kuppelung ist die von Jones. Nach Textabb. 1 sind die Wasserkästen seitlich angeordnet.

Vier Bremsen umfassen eine Gegendruckbremse für die Talfahrt, die auf alle vier Zylinder wirkt und wegen der hohen Umlaufzahl der Zahnradmaschine sehr wirksam ist; eine Handbremse, die mit je einem Klotzpaare an der ersten, dritten und vierten Reibungachse angreift; eine Saugebremse, die auf die Reibung- und Zahn-Achsen und außerdem auf die Fahrzeuge des ganzen Zuges wirkt; eine Bandspindelbremse, die auf die geriffelten Kurbelbremsscheiben der Vorgelegewellen wirkt.

Die Fahrgeschwindigkeit ist 32 km/st auf den Reibung- und 13 km/st auf den Zahn-Strecken.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser Reibung $d_1$ . . . . .	450 mm
» Zahn $d_2$ . . . . .	450 »
Kolbenhub $h$ . . . . .	Reibung 410, Zahn 430 »
Kesselüberdruck $p$ . . . . .	14 at
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	7,7 qm
» » Heizrohre . . . . .	73,7 »
» des Überhitzers . . . . .	22,6 »

Heizfläche im Ganzen $H$ . . . . .	104 qm
Rostfläche $R$ . . . . .	1,8 »
Mittlerer Durchmesser der Triebräder $D_R$ . . . . .	800 mm
Durchmesser des Teilkreises der Trieb-Zahn- räder $D_Z$ . . . . .	840 »
Durchmesser der Laufräder . . . . .	710 »
Zahnradübersetzung . . . . .	1:2,1
Leergewicht . . . . .	38,3 t
Betriebsgewicht $G$ . . . . .	48,95 »
Wasservorrat . . . . .	4,6 cbm
Kohlenvorrat . . . . .	3,05 t
Fester Achsstand . . . . .	3080 mm
Ganzer » . . . . .	6030 »
Länge . . . . .	10350 »
Zugkraft der Reibungsmaschine $Z_R = 0,45 p \cdot d_1^2 \cdot h : D_R$	6600 kg
Zugkraft der Zahnradmaschine $Z_Z = 0,5 \cdot 0,45 p \cdot d_2^2 \cdot h : D_Z =$ . . . . .	6900 kg
Ganze Zugkraft $Z =$ . . . . .	13500 »
Verhältnis $H : R =$ . . . . .	57,8
» $H : G =$ . . . . .	2,12 qm/t
» $Z : H =$ . . . . .	129 kg/qm
» $Z : G =$ . . . . .	275,8 kg/t
	—k.

**Schwere Lokomotive.**

(Der neue Orient Bd. 1, Heft 4/5, S. 206.)

In Niederländisch-Indien ist eine neue, besonders schwere Lokomotive eingeführt, die auf den Bergstrecken Bandoeng-Padalarang und Margarasi-Kroja bei 132 t Eigengewicht auf steilen Strecken 1200 t ziehen soll. G. G.

**B e s o n d e r e E i s e n b a h n a r t e n .**

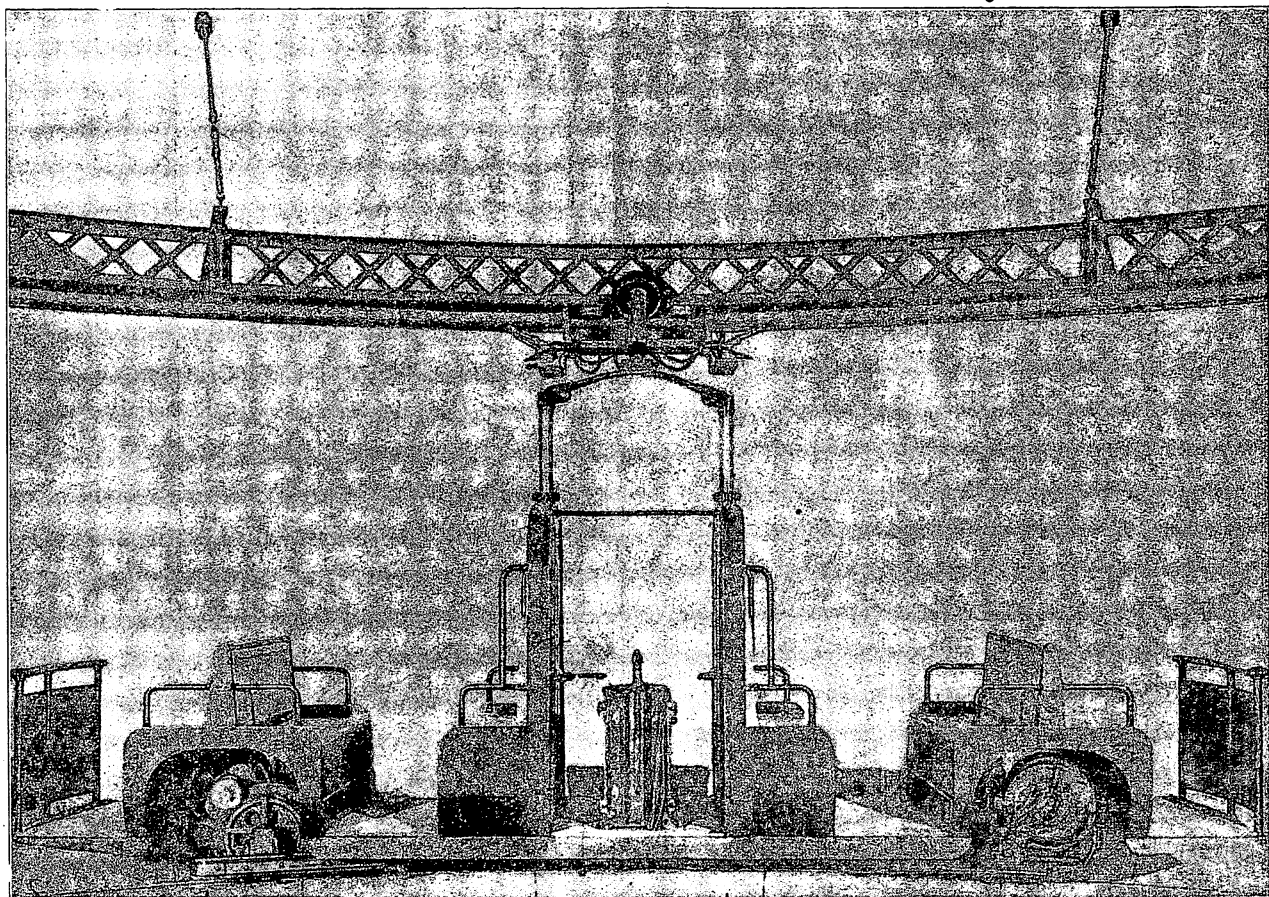
**Unterirdische Einschienebahn.**

(R. W. A. Salter, Engineering 1917 II, Bd. 104, 6. Juli, S. 23. Mit Abbildung.)

Bei Erbauung des Senatsgebäudes in Washington 1906

wurde ein unterirdischer Gang unter der an das Kapitol grenzenden Parkfläche hergestellt. Zuerst gingen die Senatoren zu Fuß durch diesen Gang, aber das wurde als zu langsam

Abb. 1. Unterirdische Einschienebahn.



befunden, besonders wenn sie von ihren Dienstzimmern nach der Senatskammer zum Abstimmen eilten. Deshalb wurde ein elektrischer Wagen in Dienst gestellt; auch dies erwies sich nach einiger Zeit als zu langsam. Dann wurde ein Einschienenwagen eingestellt, aber auch dieser war nicht schnell genug; jetzt ist der in Textabb. 1 dargestellte elektrische Einschienenwagen in Betrieb genommen. Der Wagen faßt zwölf Fahrgäste, der Sitz für den Fahrer ist in der Mitte, am Steuerschalter. Die Triebkraft liefert eine Gleichstrom-Triebmaschine von 7,5 PS, die durch Zahnräder mit dem Triebade eines Fahrgestelles mit Mittelzapfen unter jedem Ende des Wagens verbunden ist. Die Oberleitung besteht aus eisernem Gitterwerke mit einem untern hölzernen Balken von  $10 \times 20$  cm, der an jeder Seite ein Winkeleisen von  $76 \times 76$  cm hat, von deren Unterflächen Bürsten an jedem Ende des obern Laufgestelles des Wagens den Strom von 125 V abnehmen. Dieses Laufgestell hat zwei auf der Oberfläche der vorstehenden Winkeleisen laufende, gleichachsige eiserne Räder mit besonderer baumwollener Lauffläche. An beiden Seiten jedes dieser das Gewicht des obern Laufgestelles tragenden Räder läuft ein reibung-

hinderndes Rad auf der Seitenfläche des hölzernen Balkens über dem Winkeleisen. Ein Bügel unter dem obern Laufgestelle ist an zwei Kolben aus 89 mm weiten Shelby-Stahl-Rohren befestigt, die sich in Teile des festen Wagengestelles bildenden Hülsen bewegen. Das so gebildete Gegengewicht gleicht das Gewicht des obern Laufgestelles bis zu ungefähr 27 kg aus. Die Kolben tragen zwei Führungen, die sich mit ihnen auf und ab bewegen und die Pole des Stromschliessers für den Strom vom Steuerschalter tragen. Die Verbindung mit den Bürsten des obern Laufgestelles ist durch das Innere der Rohre über den Bügel hergestellt. Außer den Bänken aus Holz mit Rohrgeflecht und dem hölzernen Belage des Fußbodens besteht der Wagen ganz aus Eisen. Die die beiden Gleise und die Schleife bildende stählerne Schiene wiegt ungefähr 15 kg/m. Der Wagen macht täglich etwa 125 Fahrten, das Gleis ist ungefähr 230 m lang.

Die Einzelheiten des Wagens wurden unter Leitung von E. Woods, Bau-Aufsichtsbeamten des Kapitales, ausgearbeitet, die Ausführung geschah durch die Zeugmeisterei des Zeughauses der Flotte in Washington. B—s.

## Nachrichten über Aenderungen im Bestande der Oberbeamten der Vereinsverwaltungen.

### Preussisch-hessische Staatseisenbahnen.

Der Regierungs- und Baurat Kurth, Mitglied der Eisenbahndirektion Stettin, ist mit der Wahrnehmung der Geschäfte eines Referenten bei den Eisenbahn-Abteilungen des preussischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten beauftragt.

### Kaschau-Oderberger Eisenbahn.

Ernannt: Direktor-Stellvertreter Samarjay zum Generaldirektor-Stellvertreter, Oberinspektor Rampel zum Betriebsleiter I. Klasse, die Oberinspektoren Nogrady und Dr. Hollán zu Direktor-Stellvertretern. —k.

## Bücherbesprechungen.

**Der Gewölbebau.** Neue Hilfsmittel für Berechnung und Bauausführung. Von Dr.-Ing. R. Färber, Oberingenieur der Firma Buchheim und Heister in Frankfurt a. M. Deutsche Bauzeitung G. m. b. H., Berlin 1916. Preis 2,8 M.

Der als Buch erschienene Sonderdruck aus der Deutschen Bauzeitung behandelt auch unter Berücksichtigung der Ausführung in bewährtem Grobmörtel die rasche Ermittlung der Gestalt der Gewölbe, der Biegemomente, auch in den Pfeilern, und der Stärken einschließlich der Eiseneinlagen, dann ein Zahlenbeispiel, den Vorentwurf für den Voranschlag, den Nachweis der auftretenden Spannungen und schließlich ein besonderes Verfahren des Verfassers für die Ausrüstung, das «Expansionsverfahren», das ermöglicht, die beabsichtigte Gestalt unter Ausschaltung der Senkungen beim üblichen Ausrüsten herzustellen, indem man nicht die Rüstung löst, sondern das Gewölbe mit in eine Scheitellücke eingesetzten Pressen vom Gerüste abhebt. Hierbei kommt eine Vorrichtung zur Sprache, mit der der Verfasser etwaige Verlegungen der Mittellinie des Druckes im Gewölbe sichtbar macht. Die aus den Bedürfnissen der Ausführung erwachsene, in allen Teilen wissenschaftlich gut begründete Arbeit wirkt anregend und gibt zahlreiche nützliche Fingerzeige.

**Die Elemente der Differential- und Integralrechnung** in geometrischer Methode dargestellt von Prof. Dr. K. Düsing. Ausgabe B für höhere technische Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Mit zahlreichen Beispielen aus der technischen Mechanik von

Dipl.-Ing. E. Preger. Vierte verbesserte Auflage. Dr. M. Jänecké, Verlag Leipzig. 1917. Preis 2,3 M.

Das auf Anschauung gegründete, daher vergleichsweise leicht zu verfolgende, knapp gehaltene Buch stellt sich in anerkannter Weise auf den von der Technik eingenommenen Standpunkt, daß die Mathematik erst durch engste Beziehung zu den mathematischer Behandlung zugänglichen Wirklichkeiten zu einer für die Allgemeinheit wertvollen Wissenschaft wird; es nimmt deshalb seine Ausgangspunkte durchweg aus räumlichen Beziehungen, und wendet seine Ergebnisse in weitem Umfange zur Lösung technischer Aufgaben an. Besonders beherzigenswert und nützlich ist der Hinweis des Vorwortes, daß die gewohnheitsmäßige Aneignung der Mittel zu schneller Nachprüfung der Ergebnisse von Berechnungen nicht minder wichtig sind, als die Kenntnis der Grundlagen und Verfahren. Wir unterstreichen diesen Hinweis, und erkennen in der Mitteilung von Mitteln solcher Nachprüfung und der Vorführung ihrer Verwendung besondere Vorzüge des Buches.

### Statistische Nachrichten und Geschäftsberichte von Eisenbahnverwaltungen.

Jahresbericht über die Staatseisenbahnen und die Bodensee-Dampfschiffahrt im Großherzogtum Baden für das Jahr 1916. Im Auftrage des Großherzoglichen Ministeriums der Finanzen herausgegeben von der Generaldirektion der Badischen Staatseisenbahnen, zugleich als Fortsetzung der vorangegangenen Jahrgänge 76. Nachweisung über den Betrieb der Großherzoglich Badischen Staatseisenbahnen, Karlsruhe 1917.