

DIE BAUTECHNIK

19. Jahrgang

BERLIN, 12. September 1941

Heft 39

Alle Rechte vorbehalten.

Von der Entwicklung, der Verwendung und dem Bau von Absetzgeräten.

Von Dr.-Ing. Th. Krauth, Direktor des Staatstechnikums Karlsruhe, und Dr.-Ing. L. Rasper, Oberingenieur, Lübeck.

(Schluß aus Heft 37.)

B. Der Kippgraben, seine Ausbildung und sein Einfluß auf die Förderleistung.

Der Kippgraben als Aufnahme- und Absetzstelle für das Fördergut auf der Kippe ist das Kennzeichnende des heutigen Absetzverfahrens. Fördertechnisch betrachtet bildet er den Zwischenbunker, dessen zeitlich gleichförmige, pausenlose Entleerung durch den Absetzer die durch die Zuförderung bedingte zeitliche Ungleichförmigkeit der Zuförderung wieder ausgleicht. Er erhält seine Form und seine Größe von der Aufnahmeleiter des Absetzers und muß so bemessen sein, daß er in einmaliger Überfahrt mit der durch die Bemessung der Eimerkette und ihres Antriebs bestimmten Förderleistung entleert werden kann.

Bei Beginn des Arbeitsspiels, also nach jedesmaligem Rücken der Gleise, wird der Graben durch Absenken des waagrecht eingestellten, seiner Zweckbestimmung nach vielfach als Grabenleiterstück bezeichneten Endstückes der Eimerleiter angeschnitten.

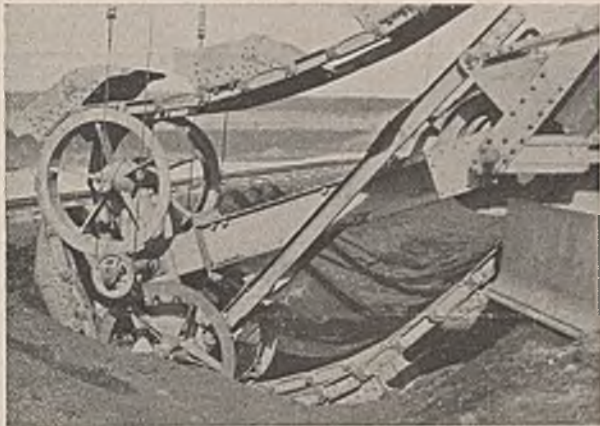


Abb. 30. Eimerkettenumlenkung mit zwei hintereinander angeordneten Umlenkrollen (Ausführung: Maschinenfabrik Buckau).

Maßgeblich für die erzielbare Leistung des Absetzers ist die richtige Bemessung und Formgebung des Grabenleiterstückes, das die Umlenkung der die Eimer verbindenden vielgliedrigen Kette zu besorgen hat. Die Umlenkung bewirkt zwei auf einer Achse aufgekeilte Umlenkrollen, die zur seitlichen Führung der schweren Kette mit durch austauschbare Schleifschienen geschützten Bordscheiben versehen sind. Die Größe des Laufdurchmessers der Umlenkrollen und der Messerkreisdurchmesser der umlaufenden Eimer bestimmen die Form und damit das Aufnahmevermögen des Kippgrabens. Kennzeichnend für die heutige Bauweise ist der verhältnismäßig große Laufdurchmesser der Umlenkrollen.

Andere Bauweisen von Grabenleiterstücken haben sich wenig bewährt. Ein Beispiel zeigt Abb. 30; zwei kurze Leiterknickstücke sind gleichlaufend zu den Grabenböschungen angeordnet und oberhalb der Grabensohle gelenkig zusammengeschlossen. Zugbänder gestalten das Ganze unverschieblich. Die Kette muß hierbei zweimal umgelenkt werden, zunächst am Einlauf in die Eimerleiter und dann am Knickpunkt der beiden Leiterstücke über der Grabensohle. Diese beiden Umlenkrollen haben aus baulichen Gründen einen kleineren Laufdurchmesser als ein die Umlenkung allein bewältigender Einzelturas. Die Umlenkung durch ein einziges, großes Umlenkrollenpaar ergibt eine bessere Führung der Kette, ruhigeren Kettenlauf und geringeren Kettenverschleiß. Das Umlenkrollenpaar großen Durchmessers hat deshalb heute alle anderen Lösungen verdrängt, um so mehr, als es eine große Steigerungsmöglichkeit der Förderleistungen offen hält.

Abb. 31 zeigt die Aufnahme- und Absetzstelle eines Großabsetzers mit einer Tagesleistung von 50 000 m³. Auf dem Fördergleis steht ein Zug mit 36 m³-Selbstentladern. Das von den Förderwagen entleerte Schüttgut ist im Kippgraben sichtbar. Ein Teil der Förderwagen ist noch in Schüttstellung, und im Hintergrund befindet sich die Eimerleiter in Arbeitsstellung.

Wie bereits eingangs erwähnt, ist die richtige Bemessung und Formgebung des Grabenleiterstückes und damit die Form und das Aufnahmevermögen des Kippgrabens bestimmend für die Leistung des Gerätes.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß der Kippgraben folgenden Bedingungen genügen muß:

1. staufreie Entnahme des Fördergutes durch den Absetzer in einmaliger Überfahrt,
2. vollständige Unterbringung des Schüttgutes im Graben bei Freihaltung des Fördergleises und möglicher Verminderung aller Gleisunterhaltungsarbeiten,
3. ausreichende Standsicherheit der das Fördergleis tragenden Böschung,
4. die aus dem Kippgraben fördernde Eimerleiter muß für die Durchfahrt des Förderzuges die völlige Freiheit der Umrifflinie des lichten Raumes gewährleisten.

Die staufreie Fördergutentnahme aus dem Kippgraben durch die Eimer des Aufnahmeleiters ist eine Grundbedingung der reibungslosen Abwicklung des Absetzbetriebs. Ein Anstauen des Förder-



Abb. 31. Kippgraben eines Großabsetzers.

gutes am Umlenkrollenpaar der Aufnahmeleiter tritt erfahrungsgemäß auf, wenn die Grabenfüllungslinie die seitlichen Bordscheiben des Umlenkrollenpaars in erheblichem Maße schneidet. Man beobachtet, daß die von der Berechnung des Erdwiderstandes her bekannten muschelförmigen Gleitkörper unter Ribbildungen der Oberfläche aus der Grabenfüllung nach oben drücken. Die Folgen sind starkes Anwachsen der Seitenwiderstände, die sich bei der in drei Windenzugpaaren hängenden Eimerleiter durch ihre erhebliche seitliche Verlagerung aus dem Lot sowie durch erhöhten Verschleiß und vermehrten Kraftbedarf beim Kettenantrieb äußern. Der Absetzerführer ist gezwungen, die Fahrgeschwindigkeit und damit die stündliche Förderleistung herabzumindern.

Beim Baggereimer verlangt man das seitliche Freischneiden des Eimers. Eimermesser und Eimer selbst müssen den richtigen Anstellwinkel für die Verspannung haben. In allen waagerechten Ebenen, die als Querschnitte durch die Eimer (Spantenrisse beim Schiffkörper) gelegt werden können, müssen die entstehenden Eimermantelschnitte (Wasserlinien beim Schiffkörper) auch bei abgenutztem Messer von der sich aus der Ketten- und der Fahrgeschwindigkeit ergebenden Gesamtgeschwindigkeit eingehüllt werden. In der Höhe muß das Eimermesser auf alle Fälle die größte Spanstärke übersteigen¹³⁾.

Diese Forderungen sind beim Absetzereimer, der auf kurzer Länge hochgeschichtetes, aber lose geschüttetes Fördergut aufnehmen soll, nicht im vollen Umfang durchzuführen.

In Abb. 32 ist ein Absetzereimer mit 1800 l Inhalt dargestellt. Im Gegensatz zu dem flach ausgebildeten Baggereimer gibt man dem Absetzereimer eine der Schüttungshöhe angepaßte Form. Ein Freischnitt im oberen Eimerteil ist undurchführbar, was aus dem blanken Aussehen der Flankenteile im Betrieb befindlicher Eimer zu erkennen ist. Übersteigt die Höhe der Schüttung die Eimerhöhe, so daß auch die breiten Bordscheiben der Umlenkrollen eintauchen, dann kann das Schüttgut

¹³⁾ A. Gracbing, Über die zweckmäßigste Form des Baggereimers. Braunkohle, Bd. 33, S. 262 u. 273.

nicht mehr an der Eimerwandung nach unten abgleiten, sondern quillt unter sich allmählich vergrößernder Gleitkörperbildung an der Oberfläche der Grabenfüllung empor. Es lösen sich an der Oberfläche der Schüttung die bekannten Staukörper ab.

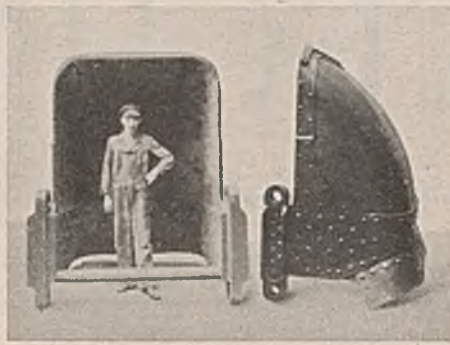


Abb. 32. Absetzereimer von 1800 l Inhalt.

Die Bestimmung der richtigen Eimerhöhe und damit die Erzielung der Staufreihheit setzt die Kenntnis der Gesetze der Ausbreitung und Ablagerung des von den Förderwagen verstürzten Baggergutes im Kippgraben voraus. Das Fördergut lagert sich jedoch nicht immer gleichmäßig im Graben ein, sondern der Verlauf der Grabenfüllungslinie hängt in starkem Maße von der Beschaffenheit des Schüttgutes ab. Rolliges Fördergut stürzt in die Grabensohle und türmt sich auf der den Förderwagen gegenüberliegenden Böschung auf, blindiges Schüttgut lagert mehr oder weniger hoch an der förderzugseitigen Grabenböschung.

Abb. 33 zeigt zwei der Wirklichkeit entsprechend aufgemessene und zeichnerisch festgelegte Kippgrabenfüllungen, wie sie bei Kippgräben von etwa 1,65 m Tiefe, Messerkreisdurchmessern von 4,0 m, Laufkreisdurchmessern von 2,2 m und Verwendung von 16-m³- und 25-m³-Abraumwagen bei mittelschwerem Boden auftreten. Die Absetzer waren für eine Förderleistung von 1400 m³/h bestimmt, mit einer Fahrgeschwindigkeit von 11,5 m/min ausgerüstet und arbeiteten mit 16-m³-Selbstentladern zusammen. Später wurde der Betrieb auf normalspurige Abraumwagen

von 25 m³ Nenninhalt, der durch Aufsatzbretter auf 29 m³ Nenninhalt vergrößert wird, umgestellt. Das Zugaufnahmevermögen wurde dadurch von 2,0 m³/m auf 2,8 m³/m gesteigert. Unter Beibehaltung der Fahrgeschwindigkeit stieg die Absetzerleistung bei einem Eimerfüllungsgrad von 160 % auf etwa 2000 m³/h. Infolge der Vergrößerung der Höhe der Schüttung bei Verwendung von 25-m³-Wagen staute sich beim Arbeiten nach Beobachtungen der Grube das Schüttgut vor den Umlenkrollen 0,5 bis 1,0 m hoch auf.

Die staufreie Fördergutaufnahme aus dem Kippgraben setzt eine geeignete Zuordnung von Laufkreisdurchmesser des Umlenkrollenpaares, Messerkreisdurchmesser und Zugaufnahmevermögen der verwendeten Förderzüge voraus.

In Tafel I sind auf Grund der Erfahrungen der Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft den gebräuchlichen Abraumselbstentladern mit steigendem Zugaufnahmevermögen bewährte Laufkreisdurchmesser von Umlenkrollen, Messerkreisdurchmesser und zugehörige Kippgrabentiefen zugeordnet. Die Tafel berücksichtigt den Umstand, daß das Zugaufnahmevermögen

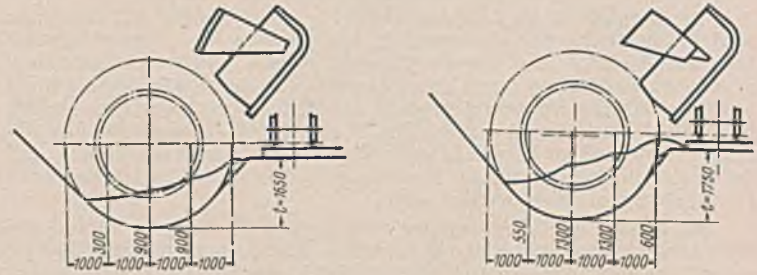


Abb. 33. Vergleich der Kippgrabenfüllungen bei Verwendung von 16-m³- (links) und 25-m³-Abraumwagen (rechts).

Tafel I.

Grabenfüllung in m ³ /m bei verschiedenen Grabentiefen und verschiedenem Durchmesser der Umlenkrollen					
Wageninhalt mit Schildeckel	10,4 m ³	20,7 m ³	33,8 m ³	48,5 m ³	74,0 m ³
Wageninhalt	8,0 m ³	16,0 m ³	25,0 m ³	36,0 m ³	55,0 m ³
Grabenfüllung m ³ /m ausgehend vom Wagen- einsehl. Schildeckel	2,45 m ³ /m	2,6 m ³ /m	3,4 m ³ /m	4,85 m ³ /m	6,25 m ³ /m
Grabenfüllung m ³ /m ausgehend vom Wagen- einsehl. Wageninhalt	1,87 m ³ /m	2,0 m ³ /m	2,75 m ³ /m	3,6 m ³ /m	5,0 m ³ /m
Laufkreis-Dmr des Umlenkrollens	1,2 m				
2,2 m					
2,7 m					
3,5 m					
4,0 m					
4,5 m					

verschieden ist, je nachdem man von dem Wageninhalt oder von dem Nenninhalt einschließlich Schüttdeckel ausgeht. Deshalb sind die bei Berücksichtigung der letzteren entstehenden Grabenfüllungslinien gestrichelt angedeutet.

Die in der Tafel links von der kräftig ausgezogenen Abgrenzung befindlichen Umlenkräder ergeben erfahrungsgemäß bei der durch Schüttungszahl und Eimerinhalt festgelegten Förderleistung staufreie Entnahme. Bei den rechts von der Abgrenzung befindlichen Umlenkrädern muß eine Abminderung der Fahrgeschwindigkeit vorgenommen werden, was einen Leistungsabfall zur Folge hat.

Weiter interessiert der Zusammenhang zwischen Förderleistung, Kippgrabenabmessung und Zugaufnahmevermögen. Dieser ergibt sich aus nachstehenden Beziehungen:

$$\begin{aligned} \text{(I)} \quad & v = b s \\ \text{(II)} \quad & \frac{Q}{60 v} = A \\ \text{(III)} \quad & Q = 60 s J f \\ \text{(IV)} \quad & v = \frac{s J f}{A} \end{aligned}$$

Hierbei bedeutet:

- Q die Förderleistung in m³/h,
- A das Zugaufnahmevermögen in m³/m,
- s die Schüttungszahl/min,
- J Eimerinhalt in m³,
- f den Eimerfüllungsgrad,
- b die Schmittbreite des Eimers,
- v die Fahrgeschwindigkeit in m/min.

Die erzielbare stündliche Förderleistung hängt nur von der Eimergröße, von der Eimerschüttungszahl und dem Eimerfüllungsgrad ab. Dagegen bestimmt das Zugaufnahmevermögen bei gegebener Förderleistung die Fahrgeschwindigkeit.

Dem Begriff des Zugaufnahmevermögens für die Längeneinheit nach F. Kienast¹⁴⁾ kann die Grabenfüllung für die Längeneinheit gegenübergestellt werden. Sobald eine Änderung der Grabenfüllung auftritt, sei es durch Verwendung verschiedener Zugarten, sei es durch Überschüttung oder sei es durch stärkere Auflockerung schlechterer Bodenarten, muß zur Erzielung der durch den Eimerkettenantrieb bestimmten Förderleistung die Absetzgerätfahrgeschwindigkeit den vorliegenden Verhältnissen angepaßt werden. Aus diesem Grunde ist man dazu übergegangen, die Fahrwerksantriebe der Großabsetzer für die Fahrgeschwindigkeit stufenlos regelbar auszugestalten. Dies geschieht durch die bekannte Leonard-Ward-Steuerung, bei der die mit Gleichstrom betriebenen Fahrmotoren je nach der gewünschten Geschwindigkeit von der Leonard-Dynamo mit elektrischem Strom von mehr oder minder hoher Spannung gespeist werden. So gelingt es, die bei den größten Förderleistungen gebräuchlichen Fahrgeschwindigkeiten von 15 m/min stufenlos bis auf 1 m/min wahlweise abzumindern. Bei dieser Schaltung kann das Gerät außerdem stoßfrei angefahren und stillgesetzt werden.

Nach diesen Erörterungen könnte die Leistungsfähigkeit des Kippgrabens unter Vergrößerung des Laufdurchmessers des Umlenkräderpaares und damit der Kippgrabentiefe fast unbeschränkt steigerungsfähig erscheinen.

Die Kippgrabentiefe als bestimmender Teil des Kippgrabeninhalts ist aber keineswegs unbeschränkt vergrößerungsfähig, da sie in letzter Linie verantwortlich ist für die Standsicherheit der in verhältnismäßig frisch aufgeschüttetem Boden eingeschnittenen, das Förderzuggleis tragenden Grabenböschung. Die Gefährdung der Standsicherheit dieser Böschung würde selbst bei Vorhandensein eines sonst alle übrigen Betriebsbedingungen berücksichtigenden Geräts einen Fehlschlag bedeuten und zu schweren Betriebsstörungen Anlaß geben. Die größte Kippgrabentiefe beträgt heute etwa 3,0 m, und es muß ausreichender Betriebs Erfahrung in den verschiedenartigen Bodenarten vorbehalten bleiben, wieweit in dieser Richtung eine weitere Entwicklung möglich ist.

Die Gefahr des Ausbruchs der den Förderzug tragenden Grabenböschung wird jedoch dadurch herabgemindert, daß im geregelten Betrieb ein vollständig entleertem Kippgraben gewöhnlich nur auf Zuglänge vorliegt, so daß auf der 1 bis 2 km langen Strosse die Grabenfüllung bei den durch die schnell fahrenden Abraumbzüge verursachten Einrüttelungs- und Setzungsvorgängen als schützender Vordamm angesehen werden kann.

Beim Eintreten eines derartigen Böschungsausbruchs könnte selbst bei gegebenem Umlenkraddurchmesser eine etwa unter Anheben des Eimerleitergrabenstücks erreichbare Kippgrabentiefe mindern zu keinem Erfolg führen, da diese Maßnahme daran scheitern würde, daß die Umrißlinie des lichten Raumes für die Förderzüge nicht frei bleiben würde oder daß der Grabenanschnitt von der Schwelle des Förderzuggleises abrücken müßte, was betrieblich unmöglich sein würde. Im letzteren Falle häuft sich vor der Schwelle Schüttgut an und bildet bis ins Fördergleis hineinreichende Böschungen, die zu ungewöhnlichen Gleispflegearbeiten führen.

Die Forderung der Freiheit der Umrißlinie für die durchfahrenden Förderzüge bedeutete bei Umlen-Absetzern mit geringerer Leistung keine Schwierigkeit; denn wie die Tafel I zeigt, ist die Bauhöhe der verwendeten Förderwagen so groß, daß ein Hineinragen des Umlenktrahes der Eimerleiter in den lichten Raum nicht zu befürchten ist, weil

¹⁴⁾ Kienast, Die Gewinnung und Bewegung des Fördergutes mit Abraumbaggern im Braunkohlenbergbau. Halle 1937, W. Knapp.

der Durchmesser der Umlenkräder im Verhältnis zu der Bauhöhe der Förderwagen klein ist.

Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn mit zunehmender Leistung der Durchmesser der Umlenkräder bei den Großgeräten bis über 7 m steigt, ohne daß die Bauhöhe der verwendeten Großraumwagen entsprechend vergrößert wird. Wenn auch die Grabentiefe bei den größeren Leistungen größer geworden ist, so ist doch die Drehachse des Umlenkrades allmählich aus der Fahrbahnebene heraus nach oben gerückt. Diese Entwicklung hat dazu geführt, daß bei den heutigen Großgeräten die Förderzüge nur bei geschlossenen Förderwagen durchfahren können, während in der Entladestellung der Förderwagen die Durchfahrtsmöglichkeit des Absetzers gegenüber dem Förderzug oder umgekehrt nicht mehr vorhanden ist.

Die Forderung, daß die Umrißlinie für die Förderzüge frei sein muß, hat außer den eben erwähnten Schwierigkeiten noch im Gefolge, daß sich bisher das Schaufelrad als Aufnahmeörderer im Absetzerbau nicht eingeführt hat. Beispielsweise macht die Bewältigung einer Tagesförderleistung von 50 000 m³ ein Schaufelrad mit einem Durchmesser von 10 bis 12 m erforderlich. Ein solches Schaufelrad würde bei einer Kippgrabentiefe von 3 bis 3,5 m eine Freihaltung der Zugdurchfahrt ausschließen.

Eine weitere zu beachtende Grenze der Steigerungsfähigkeit des Kippgrabeninhalts bietet die Möglichkeit der störungsfreien Heranschaffung des Schüttgutes durch die Förderzüge. Die Tagesbaggerleistung von 50 000 m³ mit einem einzigen Fördergleis bei Strossenlängen von 1500 bis 2000 m ist verwirklicht. Bei noch größeren Leistungen tritt die Schwierigkeit des Einbaues der rückbaren Weiche für elektrische Lokomotiven im Fördergleis in den Vordergrund, die im Rahmen dieser Ausführungen nur gestreift werden kann.

Andere Möglichkeiten bietet die Anordnung zweier gleichzeitig zu beschickender Kippgräben in der Anordnung der Abb. 21.

Beim Vorhandensein eines zu kleinen Umlenkräderpaares oder beim Übergang zu Selbstentladern mit größerem Zugaufnahmevermögen wird mitunter der Versuch unternommen, den Kippgrabeninhalt in zwei- oder mehrmaliger Überfahrt aufzunehmen.

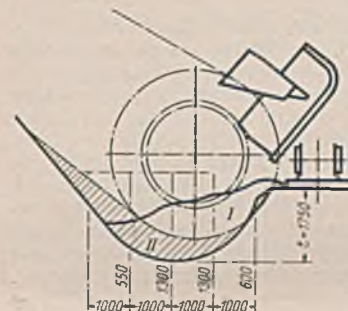


Abb. 34. Entleerung der Kippgrabenfüllung eines 25-m³-Wagens in zweimaliger Überfahrt.

Andere betriebliche Mängel tragen mit dazu bei, dieses Verfahren wenig empfehlenswert zu machen. Bei Unregelmäßigkeiten im Zugverkehr wird leicht bei teilweise entleertem Kippgrabeninhalt ein neuer Zuginhalt verkippt, so daß jetzt die Schwierigkeiten der staufreien Entnahme aufs neue wachsen. So ist es in jedem Falle der nachträglichen Steigerung des Zugaufnahmevermögens richtiger, ein größeres Umlenkräderpaar einzubauen, als die bei zweimaliger Entleerung des Kippgrabens zu erwartenden betrieblichen Störungen in Kauf zu nehmen.

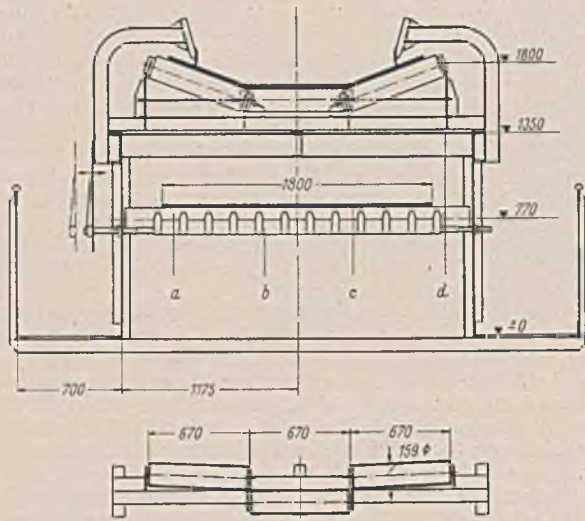
C. Maschinenbauliche Gestaltung von Absetzern.

I. Bandförderer.

Das Hauptfördermittel des Absetzers ist der Bandförderer. Auf seine maschinenbauliche Gestaltung wird daher die größte Sorgfalt gelegt. Im Rahmen dieser Abhandlung können und sollen nur einige wenige wesentliche Punkte der maschinenbaulichen Ausbildung von Bandförderern herausgegriffen und besprochen werden, und zwar solche, die auf Grund von neueren Betriebserfahrungen eine besondere Gestaltung zur Ausschaltung von Betriebsstörungen erhalten haben.

Die Verwendung von Bandförderern bei Absetzern ist an folgende, die Gestaltung beeinflussende Gesetzmäßigkeiten gebunden:

1. Die Größe des Neigungswinkels der Bandstraße zur Hochförderung des Schüttgutes ist begrenzt durch rolligen, wenig sandhaltigen Boden, der nur bis zu einem Neigungswinkel der Bandstraße von 18° hoch gefördert werden kann. Dieser Neigungswinkel bestimmt bei vorgeschriebener Haldenhöhe in vielen Fällen die Länge der Abwurfänder von Haldenschüttern und von Verbindungsbändern.
2. Die lotrechte Längsachse des Bandförderers muß geradlinig sein. Krümmungen des das Fördergut tragenden oberen Gurtstranges nach oben oder nach unten dürfen nur mit großen Krümmungshalbmessern ausgeführt werden.
3. Trotzdem die Gummiförderbänder mit verstärkten Gewebeeinlagen versehen sind, sind sie gegen äußere, durch Fremdkörper hervorgerufene Beanspruchungen sehr empfindlich, insbesondere gegenüber dem Aufschlag spitzer harter Gegenstände und gegenüber dem Scheuern der äußeren Bandkanten an Teilen des Gestelles. Zur Fernhaltung dieser Beschädigungen müssen daher Vorkehrungen getroffen werden.

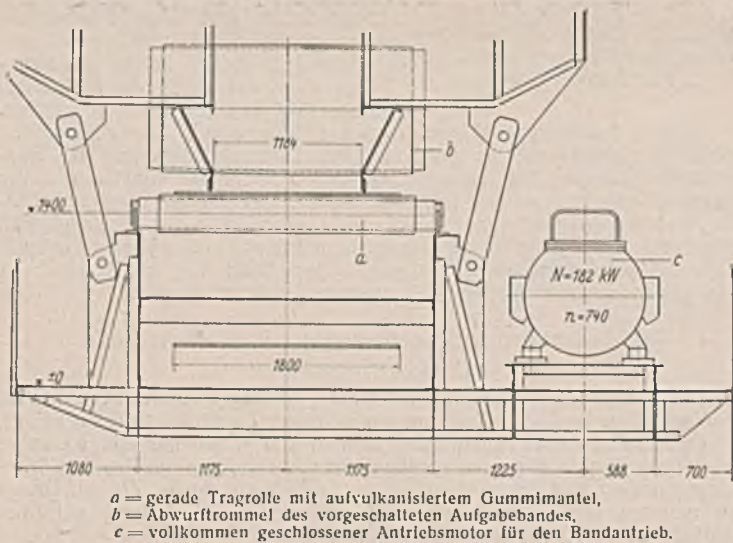


a = gerade Tragrolle für das untere Bandtrum,
b = zahnförmiger Abstreicher: Reinigung der Tragrolle durch Andrücken und seitliches Verschieben des Abstreichers,
c = unteres Bandtrum,
d = durchgehendes Abdeckblech zur Vermeidung einer Verschmutzung des unteren Bandtrums.

Abb. 35. Regelquerschnitt eines Bandförderers mit 1800 mm breitem Förderband und muldenförmigen Tragrollensätzen in dreiteiliger, versetzter Anordnung.

Der fördernde Gurtstrang wird heute ausschließlich als Muldenband ausgebildet, wobei nach DIN Berg 2101 die Mulde durch drei Rollen gebildet wird. Die außen liegenden Rollen erhalten einen Neigungswinkel von 20°. In diesem Normblatt sind auch technische Berechnungsgrundlagen enthalten. Gegebenen Förderleistungen werden die dazu erforderlichen Bandbreiten zugeordnet.

Zur Erzielung eines störungsfreien Betriebes ist es notwendig, die Bandanlagen von größeren Verschmutzungen freizuhalten, wie sie durch seitliches Herabfallen von Fördergut vom fördernden Gurtstrang hervorgerufen werden. Erreicht wird dies durch die Anordnung von seitlichen Leitwerken aus starken Holzplanken oder Stahlblech, die insbesondere bei Steigbändern und grobem scholligem Fördergut vorgesehen werden müssen.



a = gerade Tragrolle mit aufvulkanisiertem Gummimantel,
b = Abwurftrammel des vorgeschalteten Aufgabebandes,
c = vollkommen geschlossener Antriebsmotor für den Bandantrieb.

Abb. 36. Querschnitt der Aufgabestelle eines Bandförderers.

In Abb. 35 wird ein bewährter Regelquerschnitt durch eine Bandstraße, in Abb. 36 ein Schnitt durch eine Aufgabestelle wiedergegeben, Tafel II gibt Beispiele über Bemessungsgrundlagen bewährter Hochleistungsbandförderer für Bodenbewegung.

Tafel II.

Bemessungsgrundlagen bewährter Hochleistungsbandförderer für Abraum.

Trommelabstand	Förderleistung	Größte Hubhöhe	Antriebsleistung	Bandbreite	Bandgeschwindigkeit	Durchmesser der Antriebstrommel	Durchmesser der Abwurftrammel
m	m ³ /h	m	kW	mm	m/sek	mm	mm
44,5	1400	2,5	105	1400	3,5	1200	1000
51,5	1400	14,5	180	1400	3,5	2000	1000
51,5	1890	14,5	260	1600	4,0	1800	1000
29,5	3200	2,5	182	1800	4,0	1600	1200

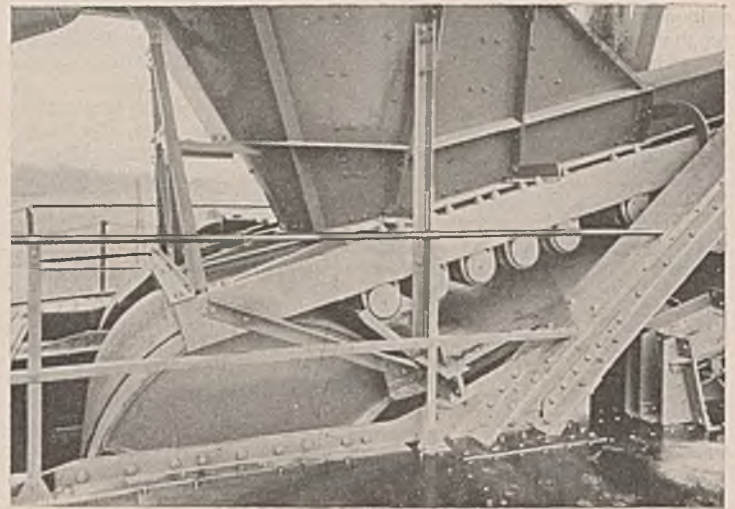


Abb. 37. Aufgabestelle eines um 240° schwenkbaren, heb- und senkbaren Bandförderers mit einem Trommelachsabstand von 51,5 m mit aufgehängten, gummierten geraden Tragrollen.

Eines der wichtigsten Bauglieder der Bandanlage ist die Muldentragrolle. Bei Bandbreiten bis zu 1800 mm hat sich die dreiteilige Tragrolle mit im Grundriß versetzter Anordnung bewährt (Grundriß zu Abb. 35). Die drei Rollen und die als Lagerung ausgebildete Schwelle bilden zusammen den Muldenrollensatz.

Die versetzte Anordnung der mittleren Rolle gestattet den leichten Ausbau der einzelnen Rollen, vermeidet am Übergang von der Mittel- zu den Außenrollen das Entstehen von Bandknicken und gestattet den Einbau kräftiger, für höchste Lebensdauer bemessener Wälzlager. Doppel-Labyrinth mit leicht zu bedienender Hochdruckschmierung müssen das Eindringen von Fremdkörpern in die Lager abwehren. Die Mittlenentfernung der Tragrollensätze liegt zwischen 800 und 1000 mm. Versuche, die einzelnen Tragrollensätze mittels Schwingmetallzwischenlagen stoßdämpfend auf der Bandstraße zu lagern, wurden zwar aufgenommen, haben aber einen endgültigen Erfolg noch nicht zu verzeichnen.

An den Aufgabestellen wird meist die einteilige gerade Aufgabewelle in engstmöglicher Anordnung verwendet (Abb. 36 u. 37). Auf den Rollenmantel wird eine etwa 30 mm starke Gummischicht aufvulkanisiert, eine Maßnahme, die sich bei Bekämpfung von Banddurchschlägen beim Überwurf von steinigem Fördergut bewährt hat. Die Wahl der einteiligen, mit nur zwei Pendelrollenlagern ausgerüsteten Tragrolle an dieser Stelle ist darin begründet, daß bei schlagartigem Aufprall größerer Einzelstücke die dreiteilige Muldenrolle sechs Lagerstellen gleicher Größe erfordern würde.

Die Rollen werden, wie Abb. 37 zeigt, vorteilhaft hängend gelagert, um unterhalb der Rollen genügend Raum zur Beseitigung von unvermeidbaren Fördergutansammlungen zu schaffen.

Besondere Schwierigkeiten bereitet die Reinigung der Tragrollen des rückkehrenden Gurtstranges, dessen verkrustete Seite mit dem Tragrollenmantel in Berührung kommt. Bei klebrigem Fördergut und feuchter Witterung setzen sich an den Tragrollen wulstartige Verkrustungen an, die bei ungleichförmiger Ausbildung den Bandlauf störend beeinflussen. Gummibekleidung des Mantels, Stahlabstreichmesser in fester oder pendelnder, gewichtsbelasteter Ausführung haben sich nicht bewährt. Befriedigende Ergebnisse erzielten die in Abb. 35 gezeichneten, verzahnten Abstreicher, die durch den Bedienungshebel in größeren Zeitabständen unter langsamer seitlicher Verschiebung an die Tragrollen angedrückt werden. Hierdurch wird ohne nennenswerte Abnutzung eine sofortige und vollständige Reinigung erzielt.

Einen anderen Weg zur Vermeidung der Verkrustung gehen neuere Versuche mit der Ausbildung gummierter gerader Tragrollen nach Abb. 38. Das Neue gegenüber den Rollen mit aufvulkanisiertem Gummimantel

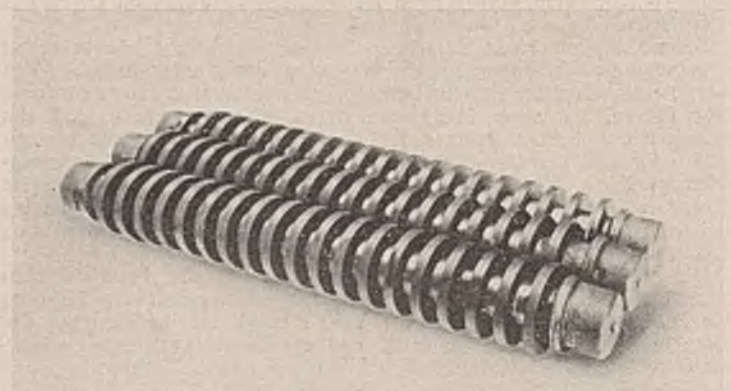
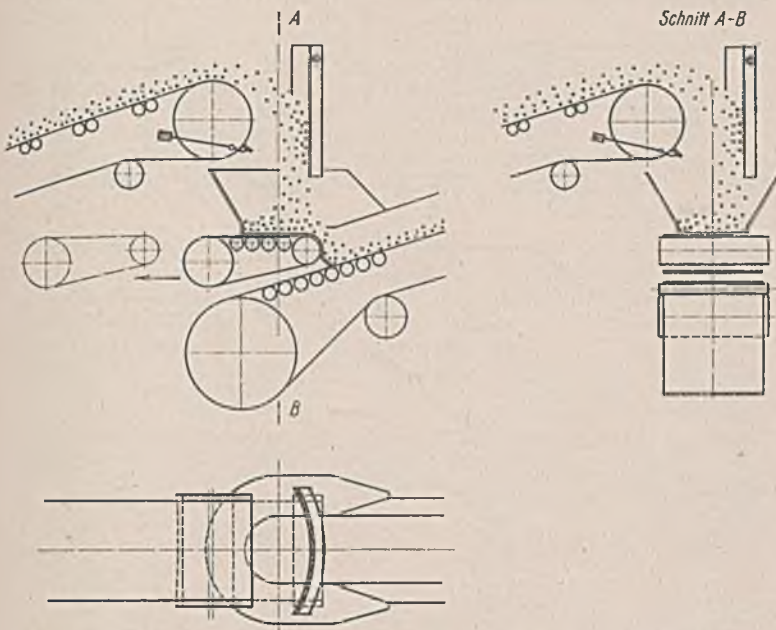


Abb. 38. Neuartige Aufgabewellen mit stark federnden Gummiringen.

besteht in der Auflösung des Mantels in eine größere Anzahl schmaler Gummiringe. Der untere Gurtstrang liegt jetzt mit seiner verkrusteten Seite auf den schmalen Gummiringen auf, die in den einzelnen Rollen versetzt angeordnet sind und so die Reinigung des Gurtel selbsttätig bewirken. Derartige Tragrollen können auch mit Vorteil an Aufgabestellen eng aneinander angeordnet werden, da sie eine kräftig federnde Wirkung aufweisen.



Linkes Bild: Der Abwurförderer ist in die Längsachse des Verbindungsförderers eingeschwenkt. Rechtes Bild: Abwurförderer ist um 90° gegenüber der links gezeichneten Stellung geschwenkt.

Abb. 39. Überwurf eines fahrbaren Verbindungsförderers (Abb. 40) auf einen um 240° schwenkbaren Abwurförderer mit vorgeschaltetem, im ganzen ausbaubarem Aufgabeband.

Die erprobten Förderbandgeschwindigkeiten liegen heute beim Großabsetzer bei 3,5 bis 4 m/sek. Bei Bandstraßen, die das Fördergut auf nachfolgende, insbesondere schwenkbare Förderbänder weitergeben, hält man sich zwecks Geringhaltung der waagerechten Stoßkraft an die untere Grenze. Bei dem eigentlichen Abwurfband wird andererseits bei Tief-schüttung und großen Kipphöhen durch die größere Bandgeschwindigkeit der Auftreffpunkt des Fördergutstrahls auf den Böschungfuß vorverlegt; die größere Bandgeschwindigkeit wirkt also im Sinne einer gewichtsparenden Vergrößerung der Ausladung. Zur Zeit sind Versuche im Gange, Hochleistungsabwurfbänder mit 6 und 8 m/sek. Bandgeschwindigkeit zu betreiben. Die hierbei auftretende geringe Querschnittsbelegung des Gurtbandes ist eine willkommene Beigabe, die gleichfalls eine Gewichtersparnis bedeutet.

Förderleistungen von 3000 m³/h erfordern bei den obengenannten Bandgeschwindigkeiten bei Erdförderbändern Bandbreiten von 1800 mm, bei Aufgabebändern Breiten von 2000 mm. Zum Vergleich sei angeführt, daß die Förderbänder von Schaufelradbaggern, die aus fördertechnischen Gesichtspunkten heute nur mit Geschwindigkeiten von 3 m/sek betrieben werden, bei gleicher Leistung unter besonderer Berücksichtigung der Verschmutzungsfahr Bandbreiten bis zu 2400 mm erhalten haben.

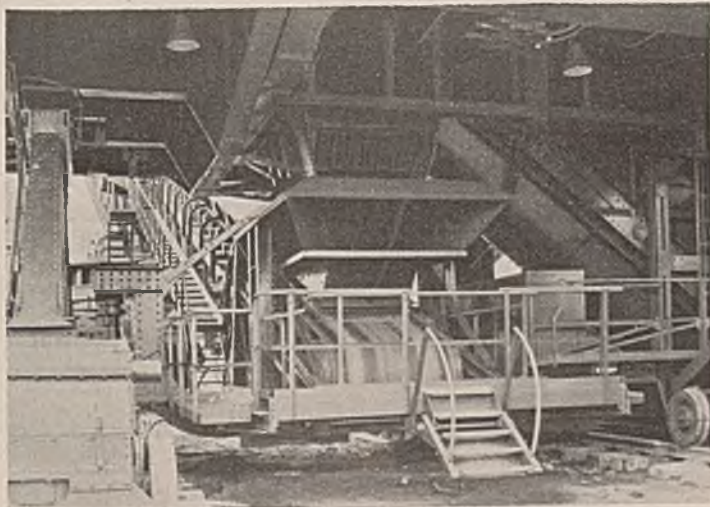


Abb. 40. Aufgabestelle eines Verbindungsförderers zwischen dem Aufnahmegerät und dem schwenkbaren Abwurfband einer Absetzanlage.

Die größte Erfahrung erfordert aber die baulich richtige Durchbildung der Bandüberwürfe, insbesondere wenn es sich um schwenkbare Bandanordnungen handelt. Es steht hier die Gefahr der Zerstörung der Bauteile durch die frei werdende Fallwucht der Gefahr einer Betriebsstörung durch Verstopfung gegenüber. Der Forderung kleinster Fallhöhen zur Abschwächung der Fallwucht, die Tragrollen und Förderbänder gleichermaßen zerstört, steht die geometrische Bedingung der Einhaltung ausreichender Überwurfhöhen zur Vermeidung von Stauungen oder Verschmutzungen entgegen. Daher sind bei schwenkbaren Bandübergaben und ansteigenden Abzugsbändern Fallhöhen von 2,5 bis 3,0 m bei Bandbreiten von 1800 mm und Förderleistungen von 3000 m³/h unvermeidbar. Bei derartigen Fallhöhen wird das Abzugsband durch Stoß und Verschleiß übermäßig beansprucht. Es ist deshalb vorteilhaft, Hochleistungsbändern an den Überwurfstellen kurze, leicht auswechselbare Aufgabebänder vorzuschalten. Eine Lösung durch Zwischenschaltung eines leicht auswechselbaren, kurzen, durchschlagsfesten Aufgabebandes bei einem schwenkbaren Bandüberwurf stellen Abb. 39 u. 40 dar. Das Aufgabeband ruft einen Stau des Fördergutes hervor, wodurch die frei werdende Wucht des stürzenden Fördergutes vernichtet wird. Außerdem wird eine gleichförmige Verteilung des Fördergutes auf das Abzugsband erreicht, was insbesondere beim Überwurf von einem Kettenförderer besonders vorteilhaft ist. Entsprechend dem höheren Fördergutquerschnitt auf dem Aufgabeband wird seine Bandgeschwindigkeit nur halb so groß gewählt wie die Geschwindigkeit des Hauptbandes. Das Aufgabeband ist naturgemäß trotz vorbeugender Maßnahmen am ehesten etwaiger Zerstörung ausgesetzt. Infolge der Kürze des Bandes bleibt der Schaden nur gering. Zur Vermeidung größerer Betriebspausen muß das Aufgabeband in kürzester Zeit ohne große Arbeit auswechselbar sein. Abb. 41 gibt ein Ausführungsbeispiel des großen, schwenkbaren Abwurfbandes des in Abb. 20 in Strichzeichnung und in Abb. 28 im Lichtbild dargestellten Großabsetzers. Der Querschnitt dieser Bandstraße ist aus Abb. 35 zu entnehmen. Das Tragwerk besteht aus einem steifen, schwingungsfesten Gitterträger, der mittels zweier Abspannungssellpaare am Schwenkgerüst aufgehängt ist. Die gute Begehrbarkeit ist deutlich zu erkennen.

Die bekannten Förderbandherstellerwerke arbeiten unausgesetzt an der Verbesserung ihrer Förderbänder. Es würde zu weit führen, alle diese Neuerungen bandtechnischer Art hier nachzuweisen, die der deutschen Abraum- und Erdbautechnik das für ihren Zweck geeignetste Aufgabeband und das beste Förderband zur Verfügung stellen¹⁵⁾. Die hervorragende Güte des Förderbandes enthebt aber den Betriebsmann nicht der Verpflichtung einer sorgfältigen Bandpflege. Die Instandhaltungs- und Ersatzkosten der Förderbänder vermögen sonst den Einheitspreis der verkloppten Massen fühlbar zu beeinflussen. Dementsprechend müssen bei Hochleistungsgeräten während der wöchentlichen Instandsetzungen die kleinen Bandschäden und Durchschläge sofort an Ort und Stelle durch Vulkanisieren beseitigt werden.

Die Anordnung der Antriebstrommeln hat bei langen Steigbändern zeitweise zu Meinungsverschiedenheiten in Fachkreisen darüber geführt, an welchem Ende des Bandes die Antriebstrommel anzuordnen ist. Bei Großabsetzern stehen der Anordnung des Antriebs am Abwurfende — der sogenannten ziehenden Anordnung — die dadurch bedingte Vergrößerung des Dienstgewichts infolge der Anordnung der größeren Last am weitauskragenden Bandende und die Erregung von störenden Schwingungen in der in leichtem Fachwerk erstellten Bandstraße störend entgegen. Man hat daher den Antrieb des Förderbandes — in sogenannter schiebender Anordnung — am Aufgabende des Bandes angeordnet. Nachdem heute eine große Anzahl von Steigbändern mit Trommelachsabständen

¹⁵⁾ Wöhlschlag, Neuere Gesichtspunkte bei der Herstellung, Prüfung und Beurteilung von stark beanspruchten Gummiförderbändern, insbesondere für den Abraumbetrieb des Braunkohlentagebaues. Braunkohle, Bd. 38 (1939), S. 613.

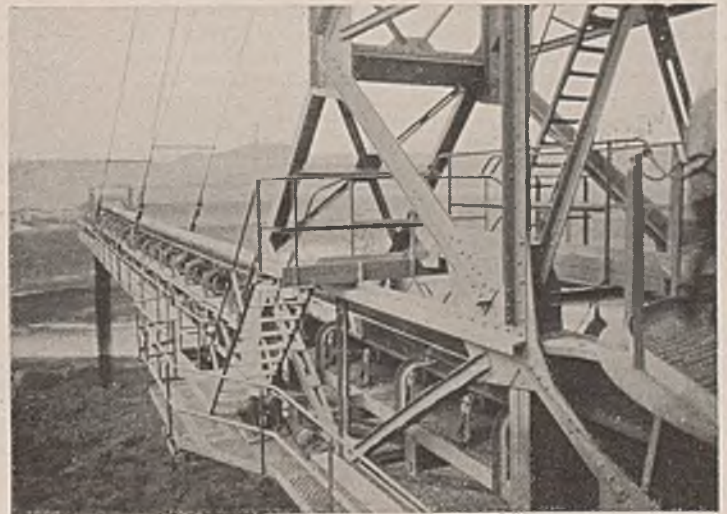


Abb. 41. Bandstraße eines 45 m langen, schwenkbaren Abwurfbandes.

bis zu 51 m und hohen Förderleistungen in schiebender Anordnung sich einwandfrei in langjährigem Betrieb bewährt haben, muß diese Streitfrage als geklärt betrachtet werden. Die im Durchmesser reichlich groß gehaltenen Antriebsstromeln erhalten in diesem Falle zur besseren Übertragung der Umfangskraft einen Reibungsbelag.

Die unvermeidbare Verschmutzung aller unter Bandstraßen liegenden Bauteile ist bekannt. In jüngster Zeit geht man dazu über, an solchen Stellen leichte Förderbänder mit wenigen Gewebeeinlagen als Schmutzbänder einzuschalten. Diese werden in geeigneten Zeitabständen entweder durch Handbetrieb oder durch elektromotorischen Antrieb durch einmaligen Umlauf und Abwurf der angesammelten Verkrustungen gereinigt.

Eine besondere Sorge gilt bei kurzen, breiten Aufgabebändern und gleichermaßen bei langen Förderbändern der Erzielung des Geradlaufes. Schwenkbare Bandförderer ändern bei vorhandenen Gleisneigungen in Abhängigkeit vom Schwenkwinkel ihre Querneigung. Sie bedürfen deshalb einer künstlichen Einsteuerung in die neue Gleichgewichtslage. Um Beschädigungen des Bandes zu ver-

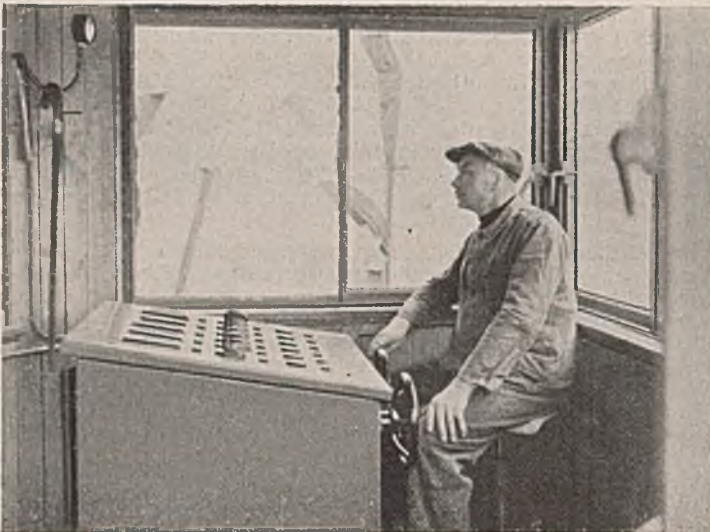
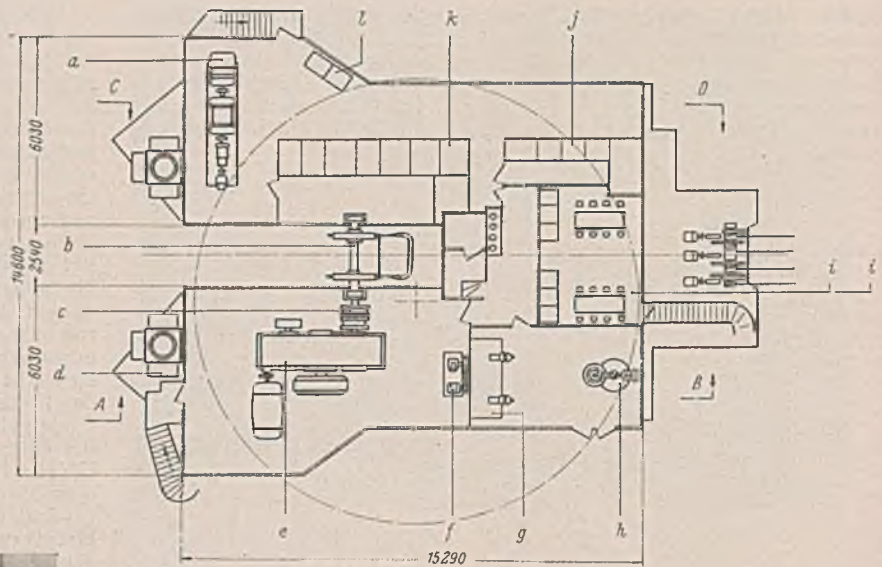
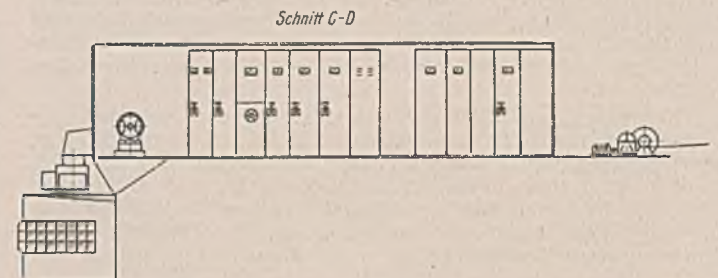
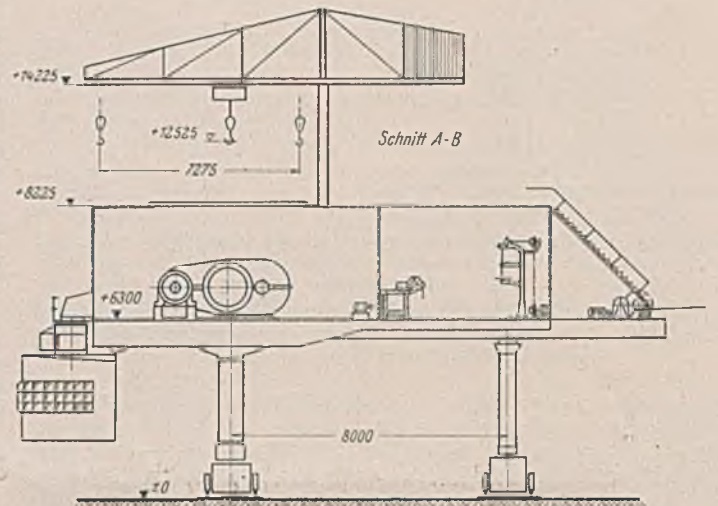


Abb. 42. Führerstand eines Großabsetzers.



- a = Leonard-Ward-Umformersatz,
- b = Antriebssturaswelle für den Eimerkettenantrieb,
- c = bewegliche Bogenzahnkupplung,
- d = Lüfter mit austauschbaren Luftreinigern,
- e = druckölgeschmiertes Genauigkeitsgetriebe,
- f = Luftpresser für Instandhaltungsarbeiten,
- g = Werktank im Werkstatttraum,
- h = Bohrmaschine,
- j = Niederspannungverteilung im Schaltraum,
- k = Hochspannungszellen,
- l = Leonardschrank.

Abb. 43. Betriebsraumauftellung eines Absetzers mit Genauigkeitsgetriebe für den Eimerkettenantrieb.

meiden, setzen elektrische Endschalter bei Bandschleflauf den Antrieb still; Signallampen melden Größe und Richtungssinn des Schieflaufes dem Bandwärter; gleichzeitig wird durch selbsttätig oder handgesteuert vorgenommene Verschwenkung der sogenannten Knicktrommeln im unteren Gurtstrang schnell der Geradlauf erzwungen.

Zur Führung kurzer, breiter Aufgabebänder hat man das Kellleitenband entwickelt, das hauptsächlich bei mit Richtungswechsel arbeitenden Bändern erforderlich wird.

II. Der Eimerkettenantrieb und der Kettenförderer.

Der Kettenförderer hat, wie in Teil B ausgeführt, die Aufgabe, das Fördergut dem Kippgraben zu entnehmen und den Bandförderern zuzuführen; beim Uhlein-Absetzer obliegt ihm außerdem die Einebnung der Tiefkippe. Die Eimerkette verlangt im allgemeinen den schwersten Antrieb des Gerätes. Bei den in der Eimerkette auftretenden großen Zugkräften und weil immer die Möglichkeit besteht, daß sich Steine verschiedenster Größe in dem Einlauf der Eimerleiter verklemmen, ist das Vorhandensein einer von äußeren Witterungseinflüssen und von Reibung unabhängigen, unter allen Betriebsbedingungen sicher wirkenden Überlastungssicherung notwendig, um schwere Schäden an der Eimerkette, Eimerleiter und am Antrieb zu vermeiden.

Vor allem setzt der Einbau der großen, gegen Stöße empfindlichen Genauigkeitsgetriebe die Abschaltung des Antriebs im Augenblick des Auftretens eines Grenzdrehmoments voraus. Hierzu ist eine besonders ausgebildete Abschaltkupplung im Getriebe vorgesehen. Bei ihrer Durchbildung und Anordnung ist zu beachten, daß beim Auftreten eines schlagartigen äußeren Widerstandes die durch die Abbremsung der Schwungmassen des Antriebs entstehenden Massendrucke zu berücksichtigen sind. Die Abschaltkupplung ist daher an solcher Stelle im Getriebe anzuordnen, daß die Massenwirkungen zu keinerlei unzulässigen Beanspruchungen führen.

Das Genauigkeitsgetriebe hat den im Baggerbau seit vielen Jahren üblichen Riemenantrieb mit vorgeschaltetem, fettgeschmiertem Zahnradvorgelege stark zurückgedrängt. Soweit der Riemenantrieb

noch Verwendung findet, sind an Stelle des Lederriemens heute Seidenriemen und Sonderriemen mit Belägen zur Erhöhung der Haftung getreten.

Im übrigen ist der gegenwärtige Stand der maschinenbaulichen Gestaltung derartiger Eimerleiter und Eimerkettenantriebe in früher erschienenen Aufsätzen dieser Zeitschrift¹⁶⁾ und im übrigen Schrifttum¹⁷⁾ ausführlich beschrieben worden, so daß weitere Ausführungen hierüber an dieser Stelle entfallen können.

Die Schakenkette, die sich weithin durch das bekannte quietschende Geräusch bemerkbar macht, ist der am meisten dem Verschleiß unterworfenen Teil des Absetzers. Ein geräuscharmer Kettenlauf und eine

¹⁶⁾ z. B. Bautechn. 1941, S. 57 ff.

¹⁷⁾ vor allem: Garbotz, Maschinenwesen beim Baubetrieb III/1. A III. Die Eimerkettenbagger von Dr.-Ing. Krauth, B IV. Die Absetzapparate von Dr.-Ing. Krauth. Berlin 1930, Jul. Springer.

ungeahnte Verringerung des Bolzenverschleißes läßt sich durch Einführung der Schmierung der Bolzengelenke unter Abdichtung durch Labyrinth erzielen. Die größte Kettenteilung beträgt zur Zeit 800 mm. Die Schakung der Ketten beim Absetzer ist durchweg vierfach. Die Kettengeschwindigkeit, die bei älteren Geräten etwa 0,8 m/sek beträgt, ist ohne fühlbare Vergrößerung des Verschleißes auf etwa 1,2 m/sek erhöht worden. Damit konnte auch von dieser Seite her ohne Vergrößerung des Baugewichtes auf die Erhöhung der Förderleistung eingewirkt werden.

Von wesentlicher fördertechnischer Bedeutung ist die Neigung der Eimerleiter gegenüber der Waagerechten. Es hat sich erwiesen, daß Eimerleitern mit einem steileren Neigungswinkel als 40° gegenüber der Waagerechten einen geringeren Füllungsgrad der Eimer und schlechtere Eimerentleerung am Ausschüttpunkt zur Folge haben. Flacher geneigte Eimerleitern können bei gut füllendem sandigen Boden erfahrungsgemäß Füllungsgrade der Eimer von 150 und 160% erbringen.

III. Betriebs-, Schalt- und Maschinenräume auf Großabsetzern.

Nichts zeigt besser den Fortschritt im Bau von Absetzmaschinen, als die wachsenden Ansprüche in der Gestaltung aller Betriebsräume. Lange Zeit hindurch war der Absetzerführer in dem gemeinsamen Maschinen- und Schaltraum untergebracht und hier dem Lärm der ratternden Triebwerke und der vom Umspanner und den elektrischen Widerständen ausstrahlenden Wärme schutzlos preisgegeben. Da das Maschinenhaus nur ein Blechdach und Blechwände hatte, bot besonders im Sommer die Einstrahlung der Sonnenwärme unangenehme Arbeitsbedingungen. Soweit Schaltwalzen zum Anlassen der elektrischen Antriebe nicht unmittelbar am Führerstand untergebracht werden konnten, mußten sie durch Steuerhebel und durch auf Zahnstangen einwirkende Handräder ferngesteuert werden. So war die Wahl der Lage des Führerstandes zufolge der steuertechnischen Gegebenheiten zum wenigsten nicht mehr frei.

Hierin hat ein grundlegender Wandel stattgefunden. Der Führerstand ist heute vollkommen losgelöst von Maschinen- und Schaltanlagen. Seine Lage bestimmt sich vielmehr nach den besten Sichtverhältnissen auf den Absetzvorgang. Ein Beispiel stellt Abb. 42 dar. Der Absetzerführer beobachtet in wenig ermüdender, sitzender Haltung den Klippgraben, die Füllung der Eimer und die Eimerleiter. Vor ihm befindet sich das gedrängt zusammengebaute Schaltpult, auf dem mittels beschrifteter Schwenktasten die einzelnen Elektroantriebe ferngesteuert werden. Eingebaute Meßinstrumente für die einzelnen Antriebe, Sicherungslampen für die Verriegelung und eine eingebaute Uhr vervollständigen die Einrichtung des Führerstandes, um dem Absetzerführer das umfassende Erkennen des Betriebszustandes vom Führerstand aus zu ermöglichen. Die beiden im Bilde sichtbaren Handräder dienen zum Anlassen des Eimerkettenantriebes und des stufenlos regelbaren Fahrtriebes. Zum besseren Schutz gegen Wärme sind die Führerstände allseitig mit gestrichener oder geölter Holzaukleidung versehen. Allseitig angeordnete Fensterflächen geben dem Absetzerführer gute Sicht auf Gleis, Förderzug und Gerät. Soweit sich auf der Absetzanlage noch anderweitig untergebrachte Bandwärterstände oder sonstige Bedienungsstellen befinden, sind alle Befehlsstellen untereinander durch Lautsprecher verbunden.

Ein elektrisches Boschhorn läßt dem Lokomotivführer und der im Gleis tätigen Stopfmannschaft Befehle oder Warnungen erteilen. Verschiedene Großgeräte haben sogar Fernsprecher, die eine unmittelbare Verständigung des Absetzerführers mit den auf den Absetzer arbeitenden Großbaggern und allen übrigen wichtigen Betriebsstellen gestatten.

Ein Beispiel der Aufteilung der Betriebsräume eines Großabsetzers gibt Abb. 43. Man erkennt den Maschinenraum, Waschraum und Werkstatttraum, den Aufenthaltsraum und den Schaltraum.

Im Maschinenraum ist das riesige druckölgeschmierte Genauigkeitsgetriebe einschließlich Antriebsmotor untergebracht. Oberhalb des Zahnradgetriebs befinden sich abnehmbare Dachluken, durch die ein oberhalb des Daches stehender Dreimotoren-Auslegerdrehkran von 5 bis 10 t Tragkraft den schnellen Ausbau schadhaft gewordener Teile und das Abheben des Getriebekastendeckels gestattet. Zur Ausführung von Instandsetzungsarbeiten am Gerät ist ein Luftpresser vorgesehen.

Der Waschraum enthält einen unter dem Dach angeordneten Frischwasserkasten, in den mit elektrischer Förderpumpe Wasser gepumpt werden kann. Ein damit in Verbindung stehender Wasserspender gestattet die Abnahme von fließendem warmen und kalten Wasser.

Der Werkstatttraum ist so angelegt, daß er im Hakenbereich des Ausbaurahmens liegt. Eine Werkbank mit Schraubstock, eine kleine Bohrmaschine und Schweißumformer gestatten die Ausführung kleinerer Instandsetzungen an Ort und Stelle. Schrauben und sonstiges Kleinsenszeug sind in besonderen Fächerschränken untergebracht.

Der Aufenthaltsraum enthält die Kleiderschränke und ist im übrigen als Frühstücksraum ausgestattet.

Der elektrische Schaltraum zeigt schon durch seine Größe, daß in ihm das Leben des Gesamtgeräts pulst. Die Hochspannungsschaltanlage ist ebenso wie die Niederspannungsverteilungsanlage in einzelne Zellen

unterteilt. Auf der Bedienungsseite haben die Zellen das Aussehen einer durchgehenden Schalttafel. Abb. 44 gibt einen Begriff von der Größe eines derartig übersichtlich aufgebauten Schaltzimmers. Von der Rückseite her sind alle Zellen zwecks Instandhaltung und Überprüfung der Einzelgeräte begehbar. Der starre Grundrahmen des schnelllaufenden Umformersatzes für die Fahrwerksantriebe ist durch Schwingmetallzwischenlagen stoßdämpfend gegenüber dem Absetzergerüst abgestützt.

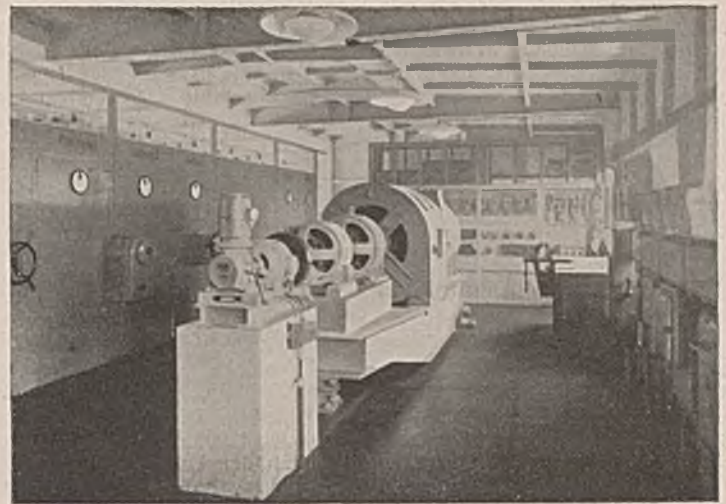
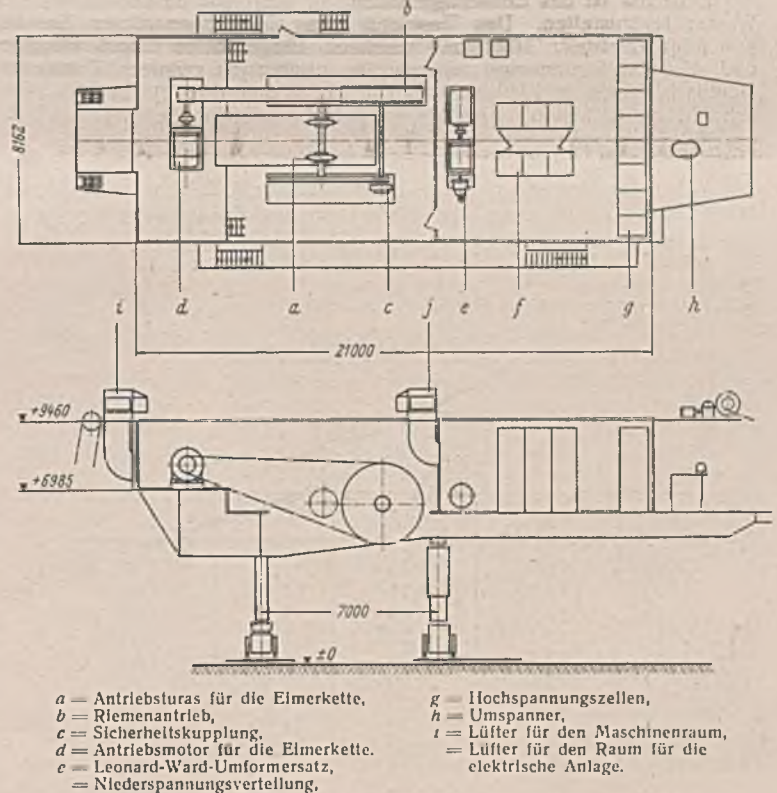


Abb. 44. Elektrischer Schaltraum mit Umformersatz, Hochspannungsschaltanlage und Niederspannungsverteilungsanlage.

Im Winter können alle Räume durch elektrische Widerstandsheizung erwärmt, im Sommer durch kräftige Lüfter gekühlt werden. Die angesaugte Frischluft wird in Filtern, die zur Reinigung abgeschaltet werden können, von dem Staub der Kippe befreit und verhindert auch durch den im Innenraum erzeugten Überdruck das Eindringen von Staub.



a = Antriebssturz für die Eimerkette, b = Riemenantrieb, c = Sicherheitskupplung, d = Antriebsmotor für die Eimerkette, e = Leonard-Ward-Umformersatz, f = Niederspannungsverteilung, g = Hochspannungszellen, h = Umspanner, i = Lüfter für den Maschinenraum, j = Lüfter für den Raum für die elektrische Anlage.

Abb. 45. Betriebsraumaufteilung eines Absetzers mit Riemenantrieb für die Eimerkette.

Abb. 45 gibt als Gegenbeispiel zu Abb. 42 die Raumgestaltung eines Geräts mit Riemenantrieb. Auch hier ist die Trennung in einen geräumigen Schaltraum und einen Maschinenraum durchgeführt. Waschkammer- und Werkstattbereiche sind hier nicht vorhanden. Diese wenigen Beispiele zeigen, wie vielgestaltet die Anordnung der Betriebsräume ist.

Alle Rechte vorbehalten.

Förderung von mit Wasser vermishtem Sand.

Von o. Professor Dr.-Ing. habil. Richard Winkel.

(Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Technische Hochschule Danzig.)

Für den Spülbetrieb von Baggergut, das durch Wasserzugabe in einem geeigneten Mischungsverhältnis ausreichende Möglichkeit zum Fließen in Rohrleitungen erhalten hat, sind möglichst große Förderweiten erwünscht. Das ist aber nur durch eine entsprechende Erhöhung der Anfangsdruckhöhe zu erreichen, wie es von der Wasserbewegung in Druckrohrleitungen her bekannt ist¹⁾. Das Druckgefälle J ist bestimmend für die Fließbewegung in der Rohrleitung; hat diese eine Länge l , eine innere Weite d und wird sie vom Wasser mit der Geschwindigkeit v durchflossen, so ist (mit einem Widerstandsbeiwert λ) das Gefälle der hydraulischen Drucklinie des Rohres¹⁾

$$(1) \quad J = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Da nun $J = \frac{h}{l}$ ist, gilt auch

$$(2) \quad h = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

In diesen beiden Beziehungen ist das Eigengewicht des Wassers $\gamma_w = 1$ bereits berücksichtigt. Wird nun eine Flüssigkeit oder ein flüssiges Gemisch von einem anderen Einheitsgewicht $\gamma_0 > \gamma_w$ gefördert, so muß auch die Druckhöhe von h auf h_0 zunehmen, da der Druck γh für Wasser oder $\gamma_0 h_0$ für Sand und Wasser die bewegende Kraft zur Einleitung und Erhaltung der Fließbewegung darstellt. Nach den Lehren der Ähnlichkeitsmechanik stehen unter gleichbleibenden und ähnlichen Bedingungen zwei Kräfte zueinander im Verhältnis der dritten Potenz des Ähnlichkeitsmaßstabes; demnach ist zu erwarten, daß $\gamma_0 h_0 : \gamma_w h = \gamma_0^3 : \gamma_w^3$ sein muß, weil mit der Fläche 1 diese Werte Kräfte darstellen. Wird $\gamma_w = 1$ gesetzt, so ist:

$$h_0 : h = \gamma_0^2.$$

Diese Annahme wurde in der Danziger Technischen Hochschule durch Versuche überprüft und, wie die nachher mitgeteilten Versuchsergebnisse erkennen lassen, als zutreffend bestätigt.

Zunächst ist das Einheitsgewicht γ_0 für ein Gemisch von Sand und Wasser festzustellen. Das Gewicht des hier benutzten Sandes wurde wie folgt ermittelt: 1000 cm³ trocken eingefüllter Sand wiegen 1650 g, und dieselbe Sandmenge wiegt im gesättigt nassen Zustande 2004 g. Demnach waren in 1000 cm³ 354 cm³ Hohlräume (Poren) und 646 cm³ feste Masse enthalten. Das Stoffgewicht (spezifische Gewicht) des benutzten Sandes ist also $\gamma = \frac{1650}{646} = 2,55^2)$.

Wenn das Gemisch nun 1 R.-T. Sand und n R.-T. Wasser enthält, so läßt sich das Einheitsgewicht γ_0 dieses Gemisches bei bekanntem γ (Sand) und γ_w (Wasser) errechnen: Gewicht des Sandes = $\frac{1}{n+1} \cdot \gamma$ und das des Wassers $\frac{n}{n+1} \cdot \gamma_w$, daher mit $\gamma_w = 1$

$$(3) \quad \gamma_0 = \frac{\gamma + n \gamma_w}{n+1} = \frac{n + \gamma}{n+1}$$

Zahlentafel I.

$$\gamma_0 = \frac{n + \gamma}{n+1} \quad \text{für } \gamma = 2,55 \text{ (Stoffgewicht des Sandes).}$$

n	γ_0	γ_0^2	γ_0^3	γ_0^4
20	1,07	1,15	1,24	1,32
15	1,10	1,21	1,33	1,46
12	1,12	1,25	1,41	1,56
11	1,13	1,275	1,44	1,62
10	1,14	1,30	1,48	1,69
9	1,15	1,32	1,52	1,74
8	1,17	1,37	1,60	1,87
7	1,19	1,42	1,69	2,01
6	1,225	1,50	1,84	2,25
5	1,255	1,58	1,98	2,50
4	1,31	1,72	2,25	2,96
3	1,39	1,93	2,68	3,72
2	1,52	2,31	3,51	5,33
1	1,78	3,17	5,64	10,05

Hernach wurden mit dem zuvor ermittelten Wert $\gamma = 2,55$ für Sand die Zahlenwerte der Zahlentafel I errechnet, in die auch die Potenzwerte (2, 3 und 4) aufgenommen sind, die in Abb. 1 als Linien dargestellt sind. Demnach ist es zweckmäßig, $n > 5$ oder besser noch $n > 8$ zu wählen, weil die Druckhöhen h_0 mit γ_0^2 und die Förderenergien z. B. der Pumpen

¹⁾ R. Winkel, Hydromechanik der Druckrohrleitungen, S. 46 bis 49. München und Berlin 1919, R. Oldenbourg.

²⁾ Das Stoffgewicht des Sandes ist im allgemeinen 2,65, der Unterschied beträgt nur 3,8%.

mit γ_0^3 zunehmen, insbesondere auch deshalb, weil bei kleinerer Wasserbelgabe ($n < 5$) die Gefahr sehr zunimmt, daß der Sand zum großen Teil in der Rohrleitung nach unten sinkt und sich dort nur noch sehr langsam weiterbewegt oder liegenbleibt.

Endlich ist noch die Frage zu erörtern, ob der Widerstand in der Rohrleitung bei der Förderung von sandhaltigem Wasser sich nennenswert ändert. Nach Gl. (1) ist der Widerstandsbeiwert

$$\lambda = 2 g d \cdot \frac{J}{v^2} = (2 g d f^2) \frac{J}{q^2};$$

wenn die eingeklammerten Werte als gegebene unveränderliche Größen zu einem Festwert a zusammengefaßt werden, ist $\lambda : J = \frac{a}{q^2}$. Hieraus ist zu entnehmen, daß bei gleichbleibendem Gewicht der sekundlichen Fördermenge (q) die Werte λ und J zueinander verhältnismäßig bleiben.

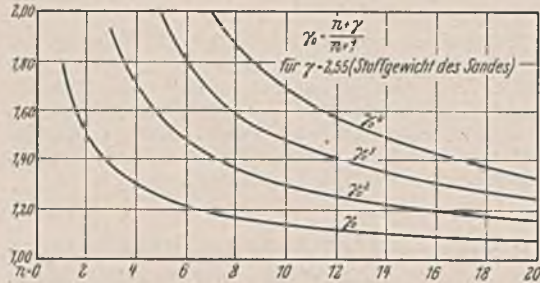


Abb. 1.

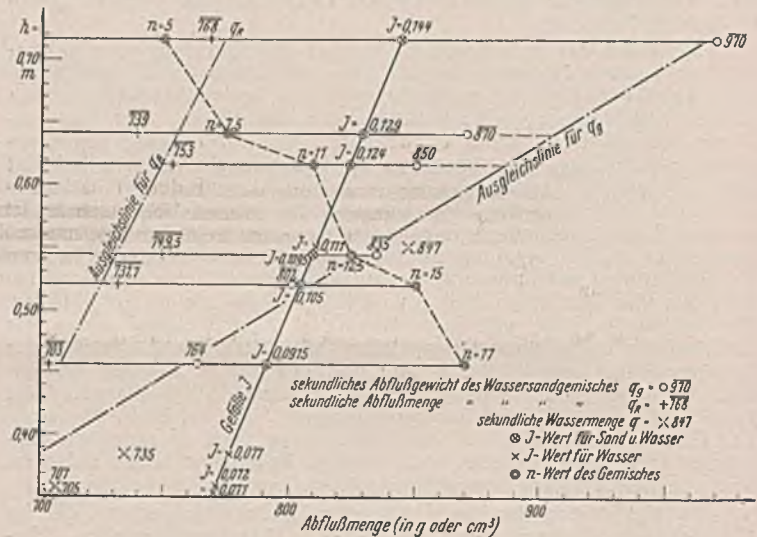


Abb. 2.

Dieses Verhalten ist ebenfalls bei den Auswertungen bestätigt worden, wie es z. B. die in Abb. 2 eingetragene J -Linie erkennen läßt, denn die J -Werte für Sand-Wasser-Gemische liegen auf der gleichen Linie wie die für Wasserabfluß gefundenen Werte. Das ist aber zu erwarten, da der Widerstand, mithin auch λ , in seiner Größe durch die Beschaffenheit der inneren Rohrwandung bestimmt wird; außerdem ist darauf hinzuweisen, daß die inneren Rohrwandungen durch sandführendes Wasser ziemlich blank und glatt geschmirgelt werden.

Die Versuche wurden mit der in Abb. 3 wiedergegebenen Einrichtung in der Versuchsanstalt für Wasserbau der Technischen Hochschule Danzig ausgeführt. Das obere trichterförmige Gefäß ermöglichte die Zugabe von Sand in verschiedener Menge, die durch einen Abschlussschieber geregelt wurde, in das darunter befindliche Zuflußgefäß für Wasser. Das durchflossene Rohr hatte eine Gesamtlänge von 5,025 m und 0,025 m inneren Durchmesser.

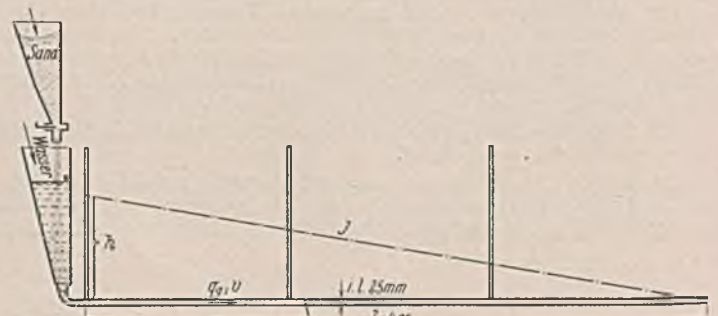


Abb. 3. Versuchseinrichtung.

Bei der Auswertung der Versuchsergebnisse ist streng zwischen dem Gewicht des sekundlichen Abflusses (q_g) und dem Raum des sekundlichen Abflusses (q_R) zu unterscheiden. Der sekundliche Abfluß des Gemisches wurde zunächst durch Wiegen in einer bestimmten Zeit, die mit der Stoppuhr genau gemessen wurde, ermittelt. Nach dem Wiegen wurde das Gemisch von Sand und Wasser in ein geräumiges Glasgefäß eingefüllt, das senkrechte Wände und daher überall gleich große waagerechte Schnittflächen hatte. Nachdem der Sand sich abgesetzt hatte, wurde seine Höhe und die des klar gewordenen Wasserraumes gemessen und damit das Verhältnis $1:n$ festgestellt.

Zur Ermittlung des Fließgefälles J wurde der Wasserstand h in einem Glasrohr gemessen, das oben über einer Anbohrung der Rohrleitung angebracht war und das 4,95 m vom Ende der etwas über 5 m langen Rohrleitung entfernt war. Dieser h -Wert wurde außerdem noch durch zwei andere Wasserstandsmessungen in ungefähr $1/3$ und in rd. $1/2$ der Rohrlänge überprüft, weil diese drei Wasserstände stets auf einer Geraden liegen müssen¹⁾.

Die Umrechnung von q_g (= sekundliches Abflußgewicht) auf q_R (= sekundlicher Abflußraum) geschah nach folgender Überlegung. Ist der in q_g enthaltene Raum des Sandes R_s und der des Wassers R_w , so muß mit $\gamma = 2,55$ und dem ermittelten n -Wert des Mischungsverhältnisses sein: $q_g = R_s \gamma + R_w \gamma_w$ und mit $\gamma_w = 1$ sowie mit $R_w = n R_s$ auch $q_g = R_s (\gamma + n)$; demnach ist

$$(4) \quad R_s = q_g : (n + \gamma) \quad \text{und} \quad R_w = n R_s$$

Zahlentafel II.

Nr.	Durch Messung fest-gestelltes Verhältnis Sand:Wass. 1:n	Wasserstand im Glasrohr hinter dem Rohr-anfang h_0 mm	Gefälle der Drucklinie $J = h/l$	Durch Abwiegen fest-gestellter sekundl. Abfluß q_g g/sek	Sekundlicher Abflußraum q_R (aus q_g berechnet) cm^3/sek	$\gamma' = q_g/q_R$	Nach Gl. (3) errechnetes Einheitsgewicht des Gemisches γ_0
1	1:5	715	0,144	970	768	1,26	1,26
2	1:7,5	640	0,129	870	739	1,18	1,18
3	1:11	615	0,124	850	753	1,13	1,13
4	1:12,5	543	0,1095	835	749,5	1,11	1,11
5	1:15	520	0,105	802	731,7	1,10	1,10
6	1:17	453	0,0915	764	703	1,09	1,09

Hiernach sind die in der Zahlentafel II mitgeteilten Werte für $q_R = R_s + R_w$ berechnet, z. B. $R_s = 970 : (5 + 2,55) = 128 \text{ cm}^3$ Sand und $R_w = 5 \cdot 128 = 640 \text{ cm}^3$ Wasser, demnach $q_R = 128 + 640 = 768 \text{ cm}^3$; aus q_g und q_R läßt sich weiterhin das Einheitsgewicht $\gamma' = q_g : q_R$ bestimmen. In der Zahlentafel sind neben diesen Werten auch die für den jeweils im Versuch bestimmten Wert n nach Gl. (3) rechnerisch zu erwartenden γ_0 -Werte vermerkt (vgl. auch Abb. 1). Wie die Zahlentafel zeigt, stimmen γ' und γ_0 restlos überein. Die in dieser Zahlentafel aufgeführten Größen sind in Abb. 2 dargestellt, die ein vergrößerter Teilausschnitt der ($q; h$)-Abflußlinie ist und in der zum Vergleich auch Werte aufgenommen sind, die beim Abfluß von Wasser allein erhalten worden sind. Aus der Abflußlinie kann nun auch das Verhältnis $h_0:h$ ermittelt werden, indem die errechneten q_R -Werte auf der Ausgleichslinie für q_g eingetragen und die zugehörigen h -Werte abgelesen werden. Diese h -Werte würden sich ergeben, wenn statt des Sand-Wasser-Gemisches die gleiche sekundliche Menge Wasser ohne Sand in der Rohrleitung abfließen würde. In dieser Weise ist die Zahlentafel III aufgestellt, aus der zu entnehmen ist, daß die aus den Versuchen gewonnenen h_0 - und h -Werte sich zueinander wie $\gamma_0^2 : \gamma_w^2$ verhalten. Geringe Abweichungen ($< 7\%$) bleiben innerhalb der Fehlergrenzen, die insbesondere durch die nicht ganz scharf zu fassende Lage der Ausgleichslinie für q_g bedingt sind. Hiermit wird die eingangs erörterte Annahme bestätigt.

Die Antriebskraft der Pumpen für die Fließbewegung des Sand-Wasser-Gemisches ist unter sonst gleichen Bedingungen um γ_0^3 größer als die beim Pumpbetrieb mit Wasser bestehenden Werte q und h .

Diese neuen Erkenntnisse mögen für den Baggerspülbetrieb praktischen Wert und auch für die Schwemmstoffbewegung in Flüssen Bedeutung haben.

Vermischtes.

Die Wasserversorgung von Amsterdam¹⁾. Um die Jahrhundertwende konnte Amsterdam einen großen Teil seines Wasserbedarfs aus den Dünen decken. Man erkannte aber bald, daß dieser Entnahme Grenzen gesetzt waren und andere Möglichkeiten der Wassergewinnung erschlossen werden mußten. Wenn auch hierbei schon frühzeitig der Gedanke auftauchte, Flußwasser zu nehmen, mußte man sich doch zuerst Gewißheit über die Ergiebigkeit des Dünenwassers und über die Voraus-

¹⁾ Nach einem Vortrag von Ing. C. Biemond, gehalten am 4. Oktober 1940 im Kgl. Institut der Ingenieure, Haag. De Ingen. 1940, Nr. 45, S. A 379 bis 401.

Zahlentafel III.

n	Sand-Wasser-Gemisch		Wasser	$h_0:h$	γ_0^2
	h_0 m	q_R cm^3/sek	(für $q_R = q_m$) $\frac{h}{m}$		
5	0,715	768	0,452	1,58	1,58
7,5	0,640	739	0,435	1,47	1,39
11	0,615	753	0,448	1,37	1,28
12,5	0,543	749,5	0,437	1,24	1,24
15	0,520	731,7	0,425	1,22	1,21
17	0,453	703	0,385	1,18	1,18

Die Fließgeschwindigkeit des Sand-Wasser-Gemisches v in der Rohrleitung muß groß genug bleiben, um ein Absetzen des Sandes in den Rohren zu verhindern. Sandkörner von 0,5 bis 2 mm Durchm. haben im Wasser eine Sinkgeschwindigkeit von 0,1 bis 0,25 m/sek; dieser Sinkgeschwindigkeit müssen die Quergeschwindigkeiten w der Fließströmung entgegenwirken, die nach Krey²⁾ $w = 0,17 (v T)^{0,46}$ groß sein können (T in m Wassertiefe). Diese Fragen werden aber am einfachsten und am sichersten durch die praktischen Erfahrungen im Spülbetriebe unmittelbar beantwortet.

Wenn das Hochwasser eines Flusses große Mengen von Schwemmstoffen schwebend mit sich führt, wird das Einheitsgewicht des Wassers etwas größer als 1, was nach den vorigen Erkenntnissen eine wenn auch geringe Änderung des sonst bei klarem Wasser bestehenden Fließgefälles $J = h:l$ zur Folge hat, denn h erhöht sich auf $h_0 = (\gamma_0^2 : \gamma_w^2) h$, mithin wird mit $\gamma_w = 1$ $J_0 = \gamma_0^2 h : l$. Die Änderung des Gefälles beträgt dann:

$$(5) \quad J_0 - J = \gamma_0^2 \cdot \frac{h}{l} - \frac{h}{l} = J(\gamma_0^2 - 1)$$

Einige Beispiele sollen die etwa möglichen Größenänderungen des Gefälles veranschaulichen. In 1 m³ Flußwasser seien 0,999 m³ Wasser und 0,001 m³ oder 1 Liter Schwemmstoffe enthalten, es ist also $n = 999$. Ferner sei $\gamma = 2,6$, dann ist nach Gl. (3) das Einheitsgewicht $\gamma_0 = \frac{999 + 2,6}{999 + 1} = 1,0016$ und $\gamma_0^2 = 1,0032$. Die Gefälländerung beträgt nach Gl. (5) $\Delta J = J_0 - J = 0,0032 J$; z. B. bei $J = 0,001$ (oder 1 m auf 1 km) ist $\Delta J = 0,0032$ m auf 1 km. Das ist auf 1 km an sich noch gering, bei vielen hundert Kilometern Flußlänge können sich aber recht fühlbare Erhöhungen des Wasserstandes ergeben, bei 313 km beispielsweise schon $313 \cdot 0,0032 \text{ m/km} = 1 \text{ m}$. Das muß bei der Deichkronenhöhe beachtet werden.

Das Hochwasser des Hwang-ho in China führt infolge der Abbrüche der Löß-Steilufer noch erheblich größere Mengen Schwemmstoffe mit sich. Wählt man zum Vergleich $n = 99$ und $\gamma_0 = \frac{99 + 2,6}{99 + 1} = 1,016$ sowie $\gamma_0^2 \approx 1,032$, so ist schon bei einem ganz schwachen Gefälle $J = 0,0001$ (oder 0,1 m auf 1 km) die Gefälländerung nach Gl. (5) $\Delta J = J_0 - J = 0,032 J$ oder auf 1 km 0,0032 m. Mithin auf 313 km Länge ebenfalls $313 \cdot 0,0032 = 1 \text{ m}$ Erhöhung des Wasserstandes. Nach Berichten scheint die Schwemmstoffführung des Hwang-ho, des Gelben Flusses, noch erheblich größer zu sein, so daß $n < 99$ bis $n = 40$ sein wird. Berücksichtigt man noch Stauwirkungen durch Uferabbrüche, dann wird es verständlich, weshalb der Hwang-ho der „Kummer Chinas“ genannt wird³⁾.

Diese Beispiele, die im Rahmen naturgegebener Möglichkeiten liegen, zeigen eindringlich, daß beim Eindeichen von Flüssen und Strömen die Deichkronenhöhe stets mit weitgehender Sicherheit, also besser 1 m und mehr zu hoch als zu knapp gewählt werden muß, weil die Schwemmstoffführung eines Hochwassers (und damit auch γ_0) niemals ganz sicher zu bestimmen ist und weil die Hochwasserwelle großer Flüsse oder Ströme im allgemeinen eine Gesamtlänge von mehreren hundert Kilometern hat. Unter diesen Gesichtspunkten dürfte die Forderung, daß die Deichkrone mindestens $1\frac{1}{4}$ m, besser 2 m über dem höchsten beobachteten Wasserstand liegen soll, keineswegs zu hoch gegriffen zu sein.

³⁾ R. Winkel, Die Grundlagen der Flußregelung . . . , S. 32, Gl. (14). Berlin 1934, Wilh. Ernst & Sohn.

⁴⁾ Am Hwang-ho ist außerdem das Gefälle des ankommenden Wellenanges eines Hochwassers $J \approx 0,0002$; vgl. hierzu R. Winkel „Eindeichung und Abfluß“, Bautechn. 1941, Heft 24, S. 262. Dies wird in einem in der Bautechnik noch erscheinenden Aufsätze „Gefälleverstärkung eines Flusses durch Zufuhr von Schwemmstoffen“ noch eingehender untersucht werden.

setzungen verschaffen, unter denen eine Störung des Gleichgewichts im Grundwasserhaushalt vermieden werden konnte.

Das in Betracht kommende Dünengebiet umfaßt 3000 ha. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt 400 mm. Ursprünglich glaubte man, daß das in den Untergrund einsickernde Niederschlagswasser wegen seines geringeren Gewichts ($s = 1,0$) auf dem schwereren Salzwasser ($s = 1,025$) „schwimme“, was auch Beobachtungen an Brunnen zu bestätigen schienen. Man nahm an, daß ein hydrostatischer Gleichgewichtszustand bestehe. Bei der Überprüfung des Wasserhaushalts stellte man aber dann fest, daß im Grundwasser eine Bewegung stattfinden müsse. Von den 12 Millionen m³ Niederschlag konnten nur

8 Millionen m³ aus dem Grundwasservorrat entnommen werden, wobei gleichzeitig ein ständiger Rückgang des Vorrats festgestellt wurde, der Rest verschwand in zunächst unerklärlicher Weise. Diese Erscheinung klärte Pennink durch planmäßige Bohrungen bis zu 150 m Tiefe und durch sorgfältige Höhenmessungen auf. Er stellte die folgenden Zusammenhänge fest. Das Süßwasser und ebenso das Salzwasser haben ein Gefälle von West nach Ost, das in der Hauptsache dem Wasserstandsunterschied zwischen der freien See und dem Polderpegel auf der Innenseite der Dünen, vor allem dem Haarlemermeer-Polder zuzuschreiben ist. In 20 m Tiefe befindet sich eine durchgehende Kleischicht, in 70 bis 90 m Tiefe eine zweite davon unabhängige, aber öfter durchbrochene Lehmschicht. Das Süßwasser sickerte auch durch diese Schichten nach abwärts durch und verdrängte im Laufe langer Zeiträume das Salzwasser. Die Grenze zwischen dem Süß- und dem Salzwasser wurde in verschiedener Tiefe bis zu 125 m festgestellt.

Die noch bestehenden Unklarheiten über das Ausmaß der Grundwasserbewegung und der für einen Beharrungszustand notwendigen Bedingungen konnte van Oldenborgh durch planmäßige Verarbeitung der vorhandenen Beobachtungen in der gesamten Strecke zwischen Walcheren und Terschelling und durch eine theoretische Fassung der Gleichgewichtsbedingungen beseitigen. Er verließ ausdrücklich die irreführende Vorstellung vom „schwimmenden Dünenwasser“ und erklärte die Zusammenhänge aus dem Kreislauf des Wassers. Nach ihm dringt das Wasser als Niederschlag in den Untergrund und durch die Kleischicht ein. An der Grenzschicht zwischen dem Süß- und Salzwasser muß unter dem Einfluß des verschiedenen Gewichts eine Wasserbewegung entstehen, wenn Gleichgewicht herrschen soll, außerdem aber strömt das Wasser noch infolge des Gefälles vom See- zum Polderpegel seitlich ab. Unter bestimmten Voraussetzungen kann hier ein gleichförmiger unveränderlicher Bewegungszustand herrschen. Van Oldenborgh untersucht die hierfür geltenden Bedingungen und kommt schließlich zu der folgenden angenäherten Vorstellung der Zusammenhänge.

Der nutzbare Niederschlag in dem von ihm betrachteten Gebiet beläuft sich insgesamt auf jährlich 16 Millionen m³. Hiervon fließen dem Grundwasservorrat 1,6 Millionen zu. Unter der Kleischicht strömen jährlich 5,4 Millionen m³, oberhalb von ihr 3 Millionen m³ seitlich ab und gehen damit für die Wasserversorgung verloren. Umgerechnet auf einen Streifen von 1 m Breite ergibt sich die Einzelverteilung aus der Abb. Um diesen Zustand stetig zu erhalten, muß in den Dünenammelkanälen der Wasserstand auf einer bestimmten Höhe (auf 1,5 und 7 m über NAP), also mit Überdruck gehalten werden, wobei ihnen im Jahr 6,5 Millionen m³ entzogen werden kann. Außerdem muß dem Mittelkanal künstlich die verhältnismäßig geringe Menge von 500 000 m³ zugeführt werden. Für die Lage der Grenzfläche zwischen dem Süß- und Salzwasser wurden hierbei die Ergebnisse der vorgenommenen Bohrungen zugrunde gelegt, wobei angenommen wurde, daß sie zungenförmig seawärts auf 2400 m, landwärts auf 8600 m verläuft.

Der neu aufgestellte Plan für die Wasserversorgung von Amsterdam, der im vergangenen Jahre von der Gemeindeverwaltung veröffentlicht wurde, schlägt die Verbindung von Dünen- und Flußwasserentnahme vor, wozu die obigen Untersuchungen grundlegend verwertet worden sind.

Der heutige Wasserbedarf von Amsterdam beläuft sich auf 40 Millionen m³. Die bestehenden Gewinnungsplätze können auf die Dauer liefern:

Dünenwasserleitung	10 Millionen m ³
Wasserentnahme aus den Plassen, einer Seenplatte östlich Amsterdam	15
Es fehlen also bereits	15

Entsprechend dem Bebauungsplan der Stadt, der die Ausbreitung bis zum Jahre 2000 umfaßt, kommt man im Vergleich zum Jahre 1938 zu dem folgenden Bedarf:

	Jahr 1938	2000
	Bedarf in Millionen m ³	
Häuslicher Verbrauch in Amsterdam	26,4	46,7
Gewerblicher Verbrauch	6,8	15,4
Verbrauch für öffentliche Zwecke	1,3	1,9
Lieferung nach auswärtig	2,8	8,4
Leckverluste	1,0	2,3
zusammen	38,3	74,6

Berücksichtigt man noch die Verluste, die die Bereitung des Wassers für Gebrauchszwecke verursacht, so ist der künftige Bedarf zu 80 Millionen m³ anzunehmen, so daß ein Fehlbetrag von 55 Millionen m³ zu decken bleibt.

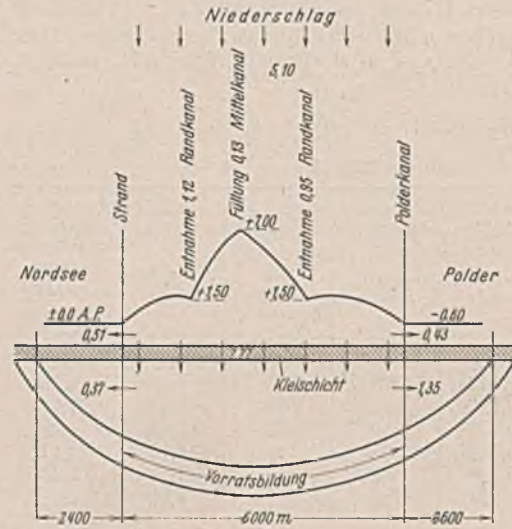
Eine Möglichkeit, diesen Fehlbetrag aus dem Grundwasser zu decken, besteht nicht. Man muß daher zum Oberflächen-, d. h. zum Flußwasser, greifen. Allerdings bietet sich dieses in stark wechselnder Menge dar, ist der Verunreinigung viel zugänglicher und setzt daher besonders umfangreiche Betriebseinrichtungen voraus. Zur Wahl stand auch die Entnahme aus dem IJsselmeer. Jedoch kam man auf Grund ausgedehnter Untersuchungen zu dem Urteil, daß sie keine brauchbare Lösung darstelle. Die nähere Begründung hierfür wird nicht mitgeteilt. Ebenso kann auch die Entnahme aus dem Rheinlandbusen nicht in Frage kommen.

Von den Flüssen kommen der „Oberrhein“ (auf niederländischem Gebiet), der Waal, der Niederrhein und die Geldersche IJssel, also die Mündungsarme des Rheingebiets, in Frage. Die Maas scheidet aus, da sie abseits gelegen ist und keine Vorteile gegenüber dem Rhein bietet.

Der Rhein führt im Mittel 2000 m³/sek. Der Bedarf von Amsterdam stellt sich demgegenüber auf 2 bis 3 m³/sek, ist also nach dem ersten

Anschein verschwindend gering. Näher beschaut liegen die Verhältnisse allerdings weniger günstig. Denn die Erfahrungen mit alten Wasserleitungsbetrieben haben gelehrt, daß die Anlagen für den ungünstigsten Fall entworfen werden müssen. Das Zusammenleben ist heute zu sehr vom täglichen Gebrauch des Wassers abhängig, als daß die Wasserversorgung auch nur zeitweise gestört werden dürfte. Wie der trockenste Sommer und der kälteste Winter, so muß auch die geringste Wasserführung des Flusses die Grundlage für die Beurteilung bilden.

Der Rhein ist in erster Linie Schifffahrtsstraße. Diese Zweckbestimmung darf zum Nutzen der Wasserversorgung nicht gestört werden. Der Niederwasserstand, der im langjährigen Mittel an nicht mehr als 20 Tagen im Jahre unterschritten wird, wurde — bezogen auf den Pegel in Lobith — in dem 57jährigen Zeitraum 1880 bis 1937 in vielen Jahren nicht erreicht, in einer größeren Zahl von Jahren aber doch an bis zu 75 Tagen, im Jahre 1921 sogar an 250 Tagen unterschritten. Das Wasserbauministerium hat nun den Standpunkt eingenommen, daß dem Fluß 8 m³/sek entnommen werden dürfen, solange in Hulhuizen der Waal nicht unter einen Stand sinkt, der 20 cm über der obengenannten Grenze liegt. Dieser Fall trat aber im Jahre 1921 beinahe an 250 Tagen ein. Solche Jahre bilden zwar eine Ausnahme, aber die Anzeichen deuten



Wasserbewegung im Dünengebiet in m³ in einem Streifen von 1 m Breite.

Die anorganische Verunreinigung eines Flusses wird meist durch den Chlorgehalt, d. h. im Gehalt an gebundenen Chloriden (Kochsalz) ausgedrückt. Daneben kommen in geringen Mengen noch Sulfat, Kieselsäure, Karbonat usw. in Betracht. Der natürliche Chlorgehalt eines Gewässers, wie er auch im Grundwasser bei Flußablagerungen vorgefunden wird, beträgt etwa 10 mg/l. Der Rhein ist als Hauptverkehrsweg wie auch als Hauptvorfluter für einen großen Teil von Mitteleuropa besonders stark verunreinigt (rd. 80 mg/l). Aus genaueren Untersuchungen hat man nun gefunden, daß sich der Chlorgehalt aus einem von der jeweiligen Wasserführung unabhängigen und einem veränderlichen Anteil zusammensetzt, der im umgekehrten Verhältnis zur Wasserführung zunimmt. Es gilt also:

$$x = a + b/y,$$

worin x den Chlorgehalt, y die Wasserführung, a und b Erfahrungswerte bedeuten. Von der Wasserführung des Oberrheins gehen 18% auf den Niederrhein über, ein Verhältnis, das mit Ausnahme der sehr niederen Wasserstände nur wenig wechselt. Für den Chlorgehalt müßte dies ebenfalls zutreffen, wenn nicht die von rechts einmündende Emscher und Lippe auf der rechten Flußseite eine Anreicherung herbeiführten. Dadurch bekommen der Niederrhein und die IJssel um 10% mehr. Ferner wurde festgestellt, daß der feste Anteil a im Laufe der Jahre ständig zugenommen hat. Er betrug 1898 8,1 kg/sek, 1938 bereits 21 kg/sek. Diese starke Verunreinigung stammt vor allem aus dem Bergbaugebiet an der Ruhr und der Lippe und von den Kaligruben im Oberelsaß. Insgesamt berechnete man im Mittel für das Jahr 1938 am Oberrhein einen Chlorgehalt von 110 kg/sek und schätzte für die weitere Zukunft eine Zunahme auf 180 kg/sek. Dies ergäbe für den Niederrhein anteilmäßig 36 kg/sek und bei niederstem Niederwasser 300 mg/l. Aus der Häufigkeit der Wasserstände und dem jeweiligen Chlorgehalt kommt man dann zu dem Ergebnis, daß der Gehalt von 100 mg/l im allgemeinen an 200 Tagen im Jahr, im sehr schlechten Jahr 1921 beinahe an 350 Tagen überschritten wurde. Ein Gehalt von 250 mg/l kommt dagegen nur selten, in gewöhnlichen Jahren überhaupt nicht vor.

Dieser Gehalt ist nicht schädlich, wird aber vom Menschen, wenn die obere Grenze überschritten wird, als unangenehm empfunden. Es ist daher wünschenswert, ihn unter 100 mg/l zu halten. Man kommt also mit dem laufend anfallenden Flußwasser ohne Vorratsbildung nicht aus: sie ist bei ungenügender Flußwasserführung zur Minderung des Chlorgehalts und als Aushilfe notwendig, solange die IJsselkanalisierung noch nicht durchgeführt ist.

Der Rhein ist auch noch in anderer Hinsicht stark verunreinigt. Organische Abfallstoffe von 30 Millionen Menschen erreichen den Strom.

Diese Zweckbestimmung darf zum Nutzen der Wasserversorgung nicht gestört werden. Der Niederwasserstand, der im langjährigen Mittel an nicht mehr als 20 Tagen im Jahre unterschritten wird, wurde — bezogen auf den Pegel in Lobith — in dem 57jährigen Zeitraum 1880 bis 1937 in vielen Jahren nicht erreicht, in einer größeren Zahl von Jahren aber doch an bis zu 75 Tagen, im Jahre 1921 sogar an 250 Tagen unterschritten. Das Wasserbauministerium hat nun den Standpunkt eingenommen, daß dem Fluß 8 m³/sek entnommen werden dürfen, solange in Hulhuizen der Waal nicht unter einen Stand sinkt, der 20 cm über der obengenannten Grenze liegt. Dieser Fall trat aber im Jahre 1921 beinahe an 250 Tagen ein. Solche Jahre bilden zwar eine Ausnahme, aber die Anzeichen deuten darauf hin, daß ihre Häufigkeit zunimmt. Von besonderer Bedeutung ist es daher, daß man die Kanalisierung der Gelderschen IJssel plant. Bei Wassermangel kann dann dieser Fluß zugunsten der Anreicherung des Niederrheins und des Waals gestaut werden. Durchschnittlich würde dann der Niederrhein und der Lek in der schlechteren Jahreshälfte etwa 50 m³ und am schlechtesten Tag des Jahres 1921 wenigstens noch 5 m³ gewinnen. Die Voraussetzungen für den Entwurf der Wasserversorgung waren damit klargestellt.

Wenn der Gehalt an oxydierfähigen Stoffen zur Zeit durch den Verbrauch von 20 mg/l Kallumpermanganat (KMnO₄) gekennzeichnet wird, so betrug er 1898 nur 8,5 mg/l, und 1916 nur 12,5 mg/l. Der Keimgehalt stempelt das Rheinwasser zu einem stark verunreinigten Oberflächenwasser. Er ist stärker als an der Themse, steht aber auf der gleichen Stufe wie bei dem Flußwasser, aus dem in Amerika gutes Trinkwasser bereitet wird.

Wasser in natürlicher Umgebung sich selbst überlassen, reinigt sich selbst, wenn die Natur biologisch im Gleichgewicht ist. Diese Selbstreinigung ist dem chemischen („amerikanischen“) Verfahren vorzuziehen: sie ist zuverlässiger, gefährlichen Störungen weniger ausgesetzt, wirksamer und gegen Vergiftung sicherer.

Auf den im vorstehenden abgegrenzten Voraussetzungen wurde der Plan für die Wasserversorgung von Amsterdam aufgebaut. Das Flußwasser wird mit 2 bis 3 m³/sek bei Nieuwersluis in den Amsterdam-Rhein-Kanal abgeleitet. In dem geräumigen Kanal kann sich bereits der feine Schlamm absetzen und die Selbstreinigung beginnen. An der Entnahmestelle wird dann das Wasser einer Schnellfiltration unterworfen, um Ihm Schlamm, groben Schmutz, Muscheln usw. zu entziehen. Danach wird es durch einen 35 km langen geschlossenen Kanal nach Vogelenzang geleitet, geflüttet und in große Speicherbecken gebracht, die es in einem Monat langsam durchströmt. Dann wird es in Leiduin gereinigt und nach Amsterdam gedrückt.

Das für Mangelzeiten notwendige Vorratswasser wird im Dünengebiet gespeichert, das nahe der Stadt gelegen ist. Zu diesem Zweck wird der Stand in den Sammelkanälen ständig hochgehalten, wozu auf künstlichem Wege 500 000 m³ herangeführt werden müssen. Die übrige Füllung stammt vom Niederschlag. Auf diese Weise können die Sammelkanäle 6,5 Millionen m³ Wasser liefern. Diese Mengen werden aber für schlechte Zeiten und für die Fälle zurückgehalten, bei denen der Chlorgehalt des Flußwassers 100 mg/l übersteigt. Hierzu wären allerdings 10 Millionen m³ notwendig. Der Fehlbetrag von 3,5 Millionen m³ soll in den Zeiten mit guter Flußwasserführung den Dünenrandkanälen zugeführt und hier vorübergehend gespeichert werden. In ganz schlechten Zeiten kann der Fehlbetrag 30 Millionen m³ erreichen. Für diesen Fall will man sich damit behelfen, daß der Wasserstand in den Sammelkanälen stark abgesenkt wird und aus dem Grundwasservorrat durch starke Entnahme, aber nur auf kurze Zeit geschöpft wird. Dann ist nicht zu befürchten, daß eine Versalzung eintritt. Schätzungsweise wurde berechnet, daß im Laufe eines Jahrhunderts dem Grundwasser 155 Millionen m³ zuströmen, während 114 Millionen m³ entnommen werden. Der Vorrat wird also langsam anwachsen. Bei unvorhergesehenen Fällen, Krieg, Natur- und Wirtschaftskatastrophen, bei denen die Wasserzufuhr vom Fluß zeitweise unterbrochen sein kann, ist dann wenigstens ein gewisser Wasservorrat in nächster Nähe sicher und unverderblich geborgen. Auch die Wasserleitung zu den östlich Amsterdam gelegenen Plassenseen kann zum Ausgleich herangezogen werden.

Das geplante Unternehmen kann auch für die weitere Umgebung der Stadt nutzbar gemacht werden, z. B. für Nordholland und in südlicher Richtung. Die östliche Gegend im Gooi dagegen kann aus den Plassen mitversorgt werden. Durch die Verwirklichung des Planes kann demnach die Wasserversorgung eines größeren Landesteils sichergestellt werden.

Die Untersuchungen haben somit eine befriedigende Lösung für die Wasserversorgung von Amsterdam ergeben. Sie lassen aber auch erkennen, daß das Zusammenleben großer Menschenmassen auf engem Raum heute gebieterisch nach einer gesetzlichen Handhabe verlangt, die den freien Gebrauch des offenen und des Grundwassers zugunsten der Allgemeinheit noch weiter einschränkt, als es bisher der Fall ist.

Dr.-Ing. van Rinsum.

Zur Auswertung von Einflußflächen bei Streckenlasten. Die Einführung der Brückenklasse IA für Straßenbrücken sieht die Berücksichtigung einer gleichmäßig verteilten Last (Raupefahrzeuge) bei einer Belastungslänge von 3,50 m vor.

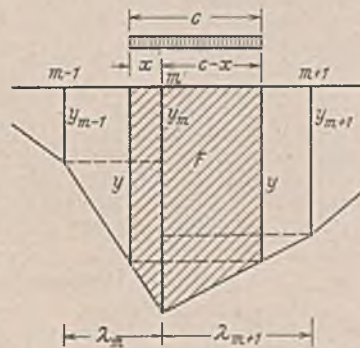
Nachstehend soll eine Gleichung entwickelt werden, die es ermöglicht, bei Einflußlinien ohne Zwischenrechnung oder zeichnerische Ermittlungen aus den gegebenen Einflußordinaten (y_{m-1} , y_m , y_{m+1}), den Feldweiten (l_m , l_{m+1}) sowie der Belastungslänge (c) unmittelbar die ungünstigsten Belastungswerte zu ermitteln.

F (In Abb. schraffiert dargestellt) erreicht, wie ohne weiteres einzusehen ist, dann den gesuchten Größtwert, wenn die Grenzordinaten y gleich groß sind. Somit ist

$$(1) \quad \max F = cy + \frac{c}{2} (y_m - y) = \frac{c}{2} (y_m + y).$$

Weiter ist:

$$(2) \quad y = y_{m-1} + \frac{1}{l_m} (y_m - y_{m-1}) (l_m - x) \\ = y_{m+1} + \frac{1}{l_{m+1}} (y_m - y_{m+1}) (l_{m+1} - c + x),$$



woraus folgt:

$$(3) \quad x = \frac{c l_m (y_m - y_{m+1})}{l_m (y_m - y_{m+1}) + l_{m+1} (y_m - y_{m-1})}$$

Aus Gl. (2) u. (3) ergibt sich:

$$(2a) \quad y = y_m - \frac{c (y_m - y_{m+1}) (y_m - y_{m-1})}{l_m (y_m - y_{m+1}) + l_{m+1} (y_m - y_{m-1})}$$

Dieser Wert, in Gl. (1) eingesetzt, ergibt

$$(4) \quad \max F = \frac{c}{2} \left[2y_m - \frac{c (y_m - y_{m+1}) (y_m - y_{m-1})}{l_m (y_m - y_{m+1}) + l_{m+1} (y_m - y_{m-1})} \right]$$

Ist $l_m = l_{m+1} = l$, so wird

$$(4a) \quad \max F = \frac{c}{2} \left[2y_m - \frac{c (y_m - y_{m+1}) (y_m - y_{m-1})}{l (2y_m - y_{m+1} - y_{m-1})} \right]$$

Voraussetzung für die Gültigkeit der Gleichungen ist, daß

$$x \leq l_m \quad \text{und} \quad c - x \leq l_{m+1}$$

ist, d. h., daß nach Gl. (3)

$$1. \quad c \leq l_m + l_{m+1} \cdot \frac{y_m - y_{m-1}}{y_m - y_{m+1}}$$

und

$$2. \quad c \leq l_{m+1} + l_m \cdot \frac{y_m - y_{m+1}}{y_m - y_{m-1}}$$

ist, was bei einer Belastungslänge von 3,50 m für das Raupefahrzeug und den üblichen Feldweiten durchweg der Fall sein dürfte.

Dipl.-Ing. Herbert Finke, Hannover.

Bücherschau.

Tiedemann, Bruno, Dr. phil.: Über Bodenuntersuchungen bei Entwurf und Ausführung von Ingenieurbauten. 40 S. mit 22 Textabb. und 5 Tafeln. Berlin 1941, Wilh. Ernst & Sohn. Preis geh. 2 RM.

Man sieht der kleinen Schrift wohl kaum das weite Ziel an, das sich ihr Verfasser bei der Herausgabe gesteckt hat. Es ist die Überbrückung der gährenden Kluft, die heute noch zwischen Entwurf, Leitung und Ausführung eines Bauwerks einerseits und Lösung der Baugrundfragen andererseits besteht. Im besten Falle sieht der Bauherr für die Beurteilung des Untergrundes und die Lösung der Gründungsfragen eine angemessene Summe vor und sichert sich die Beratung eines Baugrundfachmannes. Kaum haben jedoch die Bohrungen begonnen, so wünschen die am Bau Beteiligten nur noch die zulässige Bodenpressung und die erforderliche Pfahlzahl zu wissen und beachten kaum die Tatsache, daß die Gründung eines Bauwerks im allgemeinen ein sorgfältiges Abwägen der Eigenschaften des Baugrundes und des Bauwerks selbst darstellt. Der Berater in Gründungsfragen muß daher nicht nur den Baugrund selbst, sondern auch das Bauwerk, insbesondere aber seine Setzungsempfindlichkeit kennen, um aus dem Bereich der möglichen zulässigen Bodenpressungen jene zu wählen, die mit den Forderungen der Wirtschaftlichkeit noch verträglich ist. Dazu benötigt er die Unterstützung aller am Bau mitwirkenden Baufachleute, die bis zu einem gewissen Grade an ihre Einsicht in die Gründungsfragen gebunden ist. Hier setzt der Verfasser ein und gibt den Ingenieuren des Bauentwurfs, der Bauleitung und -ausführung eine Übersicht über die Maßnahmen, die mit der Entnahme sogenannter „ungestörter“ Bodenproben aus Schürfrube und Bohrloch zusammenhängen. Er bezweckt damit, einen großen Teil der Arbeiten, die man gewöhnlich von dem Gründungsberater zur Verfügung stehenden Erdbauprüfanstalt erwartet, auf das bauseitige Personal zu übertragen. Um ein geistiges Herabsinken auf bloße Vorschriftenerteilung zu vermeiden, wird ein kurzer klarer Abriss aus der technischen Bodenlehre gegeben, unterstützt durch Übersichtstafeln zur Kennzeichnung der Absatzgesteine, ihrer Entstehung und Bezeichnung. Der Zielsetzung der Schrift entsprechend werden dann jene Untersuchungsverfahren für Bodenproben besonders herausgestellt, die auch in einem kleinen Erdbauprüfraum auf der Baustelle vorgenommen werden können. Geräte und Ausführung der Untersuchungen werden eingehend beschrieben (Wassergehalt, Stoffgewicht der Bodenkörner, Kornverteilungslinie, gewonnen durch Sieb- oder Schlämprobe, Atterbergsche Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) und ihre zeichnerische Darstellung, neue Vorschläge zur Beurteilung der Zustandsform bindiger Böden u. a. m.). Aber auch jene Bodenuntersuchungen, die bisher ausschließlich in der Erdbauprüfanstalt durchgeführt wurden, werden erläutert (Scherfestigkeit, Reibungswinkel, Haftung, Wasserdurchlässigkeit).

Zum Schlusse werden Bodenuntersuchungen kurz gestreift, die auf der Baustelle selbst stattfinden: der Pumpversuch und die Dichteprobe von Sandschichten mit der Sonde. Auf die Durchführung von Probelastungen wird nicht eingegangen, sondern auf die betreffenden DIN-Blätter verwiesen.

Damit ist fast das ganze Gebiet der Bodenuntersuchungen umrissen, die als Grundlage für die Beurteilung des Baugrundes, als Unterlage eines Bauwerks und des Gründungsverfahrens dienen können. Die Besprechung der Deutung der Ergebnisse der erläuterten Untersuchungsverfahren fällt außerhalb des Rahmens der vorliegenden Schrift, die als Vorläufer eines in Vorbereitung befindlichen ausführlicheren Leitfadens „Einführung in die Bodenkunde für Bauingenieure“ betrachtet werden kann.

O. K. Fröhlich, Wien.

Winkel, R.: Die Weichsel. Ihre Bedeutung als Strom und Schifffahrtsstraße und ihre Kulturaufgaben. XVI, 445 S. mit 150 Textabb. und 11 teils mehrfarbigen Tafeln. Leipzig 1939, S. Hirzel. Preis geh. 30 RM, in Leinen 33 RM.

Das Buch ist als Band 13 eines großen Sammelwerks „Deutschland und der Osten, Quellen und Forschungen zur Geschichte ihrer Beziehungen“ im Auftrage der Technischen Hochschule Danzig herausgegeben. Es ist von drei Verfassern bearbeitet, deren Beiträge unter Führung des Herausgebers zu einem einheitlichen Ganzen zusammengefügt sind. Das Wesen des Buches ist fast mehr durch den Untertitel als durch den Haupttitel gegeben, denn es wird in ihm ein umfassendes Bild des gesamten Weichselraums, der fast gleichbedeutend mit dem bisherigen Staat Polen ist, gegeben und aufgezeigt, was die Weichsel als „der“ Strom dieses Landes heute bedeutet und in der Zukunft bedeuten könnte.

Der erste Teil: Die Weichsel im ostmitteleuropäischen Raum (Verfasser Professor Dr. Nikolaus Creutzburg, Dresden), stellt zunächst einen geographischen und wirtschaftlichen Gesamtüberblick her, der die Grundlage für das Verständnis des Geschehens im Weichselraum bildet. Angefangen von der geologischen Vorgeschichte des ganzen Gebiets im allgemeinen und der Weichsel im besonderen und der frühen politischen Entwicklung wird die Geographie und der Aufbau der Wirtschaft behandelt und dabei ein ausführliches Bild der landwirtschaftlichen, gewerblichen und verkehrspolitischen Verhältnisse gegeben, ohne dabei den Leitgedanken, die Weichsel, aus dem Auge zu verlieren. Die Ausführungen sind durch sehr lehrreiche Kartendarstellungen unterbaut, aus denen der aufmerksame Betrachter auch ohne genaues Durcharbeiten des Textes beziehungsreiche Aufschlüsse gewinnt.

Der zweite Teil: Die Rolle der Weichsel in der Wirtschaftsgeschichte des Ostens (Verfasser Detlev Krannhals, Danzig) geht ähnlich wie der erste Teil zunächst von einer umfassenden Betrachtung der politischen und wirtschaftlichen Geschichte aus, um dann die Weichsel als notwendigen Bestandteil der Wirtschaft des Landes aufzuzeigen. Die hier gegebene geschichtliche Entwicklung der Weichsel schiffahrt zeigt ihre Abhängigkeit von dem Auf und Ab des politischen Geschehens.

Nachdem die ersten beiden Teile in breiter Darstellung den ganzen Wirtschaftsraum behandelt haben, befassen sich die nächsten beiden Teile (Verfasser Dr.-Ing. Paul Rehder, Wilhelmshaven) eingehend mit der Weichsel selbst.

Der dritte Teil: Die Verkehrsentwicklung auf der Weichsel, bringt die für die Beurteilung des Güterverkehrs erforderlichen statistischen Angaben, wie sie seit 1875 vorliegen, auf Grund deren der Verfasser zu wichtigen Schlußfolgerungen kommt.

Der vierte Teil: Der Weichselstrom und seine Bewirtschaftung, kann als das Hauptstück des Buches bezeichnet werden; er ist ein Sonderwerk über die Weichsel. Während die ersten drei Teile in erster Linie den Wirtschafts- und Verkehrspolitikern angehen werden, ist der vierte Teil besonders für den Flußbauer bestimmt. Der Verfasser hat sich jedoch das Ziel gesteckt, den Fluß nicht allein als Verkehrsweg zu betrachten, sondern im Rahmen einer auch das Gebiet der Bodenkultur umfassenden Wasserwirtschaft, so daß auch dieser Teil einem erweiterten Kreis nützlich ist, zumal er durch die von den Grundbegriffen ausgehende Darstellung allgemein verständlich gehalten wurde. Nach einer Beschreibung der Wasserwirtschaft, die besonders durch den Vergleich mit den übrigen deutschen Strömen anschaulich ist, erfahren wir die flußbauliche Entwicklung des Flusses und die dabei angewendeten technischen Hilfsmittel. Die Flußgeschichte der Weichsel ist, so sehr sie noch in den Anfängen stecken mag, durch die Beteiligung von vier Staaten und durch den öfteren Wechsel der Staatshoheit am Strom von großer Mannigfaltigkeit, die der Verfasser mit sehr gründlicher Sachkenntnis schildert.

Die Behandlung durch verschiedene Verfasser verursacht wohl einige Wiederholungen; sie werden aber eher als angenehm empfunden, weil dadurch die einzelnen Teile abgerundet erscheinen und das Eindringen in den jeweils behandelten Stoff erleichtert wird.

Das Buch ist noch vor der Niederwerfung des polnischen Staates geschrieben, so daß die wenigen das Zusammenarbeiten mit den polnischen Stellen betreffenden Ausführungen heute nicht mehr zutreffen. Keinesfalls ist aber etwa das Buch selbst überholt, im Gegenteil, es will mir scheinen, daß es gerade im rechten Augenblick herausgegeben ist. Die deutlich herausgearbeiteten Gegensätze zwischen den früheren deutschen Gebieten und den nicht deutschen Gebieten, der Zeit vor 1918 und nachher, lassen die ungeheure Entwicklungsfähigkeit des nunmehr besetzten Gebiets erkennen und zeigen die Größe der Aufgaben, die der Lösung durch die deutsche Verwaltung harren. Wir haben in dem Buch ein wertvolles Nachschlagewerk, aus dem der Wirtschafts- und Verkehrspolitikern gleichen Nutzen zehren wird wie der Flußbauingenieur. Das Buch kann daher allen Stellen, die mit dem Ausbau und Aufbau des Weichselraums befaßt sind, bestens empfohlen werden.

Dr.-Ing. Ferdinand Düll.

Müller, F. J., Professor: Das Wasserwesen an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste. Bearbeitet und ergänzt von O. Fischer, Dr.-Ing. II. Teil: Die Inseln. 1. Folge: Allgemeines. XVI u. 218 S. mit 9 Textabb. und 1 Karte. Berlin 1938, Dietrich Reimer (Andrews & Steiner). Preis geh. 8 RM.

Im dem als 1. Folge bezeichneten, den II. Teil des Gesamtwerks abschließenden Band „Allgemeines“ sind die für sämtliche oder mehrere Inseln gemeinsamen Betrachtungen in fünf Abschnitten zusammengefaßt.

Der erste dieser Abschnitte behandelt das Deich- und Entwässerungswesen der Inseln. Die althergebrachten deichrechtlichen Grundsätze wurden erstmalig im Jahre 1557 durch die Landesregierung zu-

sammengestellt und vereinheitlicht, und zwar unter dem Namen „Spadelandesrecht“, dessen Vorschriften, zum Teil wörtlich, in die später erlassenen Deichordnungen übergegangen sind. Unter dem wachsenden Einfluß der Landesregierung machte die Ausgestaltung des Deichwesens in den folgenden Jahrhunderten weitere Fortschritte. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts übernahm der Staat die unmittelbare technische Aufsicht über die Deiche, für deren Verwaltung im Jahre 1803 das allgemeine Deichreglement erlassen wurde. Die Tätigkeit der staatlichen Deichinspektoren wirkte sich außerordentlich fördernd auf den Deichbau aus, wobei noch zu bemerken ist, daß nach dem Übergang der Inseln an Preußen von der Staatsbauverwaltung auch der Inselerschutz und die Landgewinnung großzügige Förderung fanden.

Der zweite Abschnitt gibt über das Strandwesen Auskunft. Die ältestbekannten Bestimmungen über die strandrechtlichen Verhältnisse sind bereits im Jahre 1241 im „Jütsche Low“ erlassen. Mit der Machtzunahme der Landesherren setzten diese in den folgenden Jahrhunderten insbesondere auch ihre Ansprüche auf das Strandgutrecht durch, das weittragende Bedeutung hatte, da sich Strandungsfälle an den nordfriesischen Inseln und Ufern von jeher zahlreich ereigneten. Die gesamte Strandverwaltung wurde erst umfassend durch die Strandordnung vom Jahre 1803 neu geordnet, die nach dem Übergang der Herzogtümer auf Preußen durch die Reichsstrandungsordnung vom Jahre 1874 ersetzt wurde. Zum Verständnis der Rechtsverhältnisse am Meeresstrand werden sodann die wichtigsten Verordnungen und Entscheidungen behandelt, die über das Inselgebiet hinaus für die Eigentumsverhältnisse am Strand, die Nutzungsrechte, die Begriffsbestimmung des Strandes und die Strandverwaltung maßgebend sind.

Im dritten Abschnitt wird über die Hafen- und Schifffahrtsverhältnisse auf den einzelnen Inseln berichtet. Während die Küstenschifffahrt von jeher betrieben wurde, beteiligten sich die drei nordfriesischen Geestinseln, deren Bevölkerung keinen ausreichenden Erwerb in der Landwirtschaft fand, vor allem im 17. und 18. Jahrhundert an der arktischen Seefahrt.

Das 19. Jahrhundert brachte mit der Einführung der Dampfschiffahrt einen Aufschwung der Küstenschifffahrt und damit die Grundlage für das Emporkommen der Seebäder auf den Geestinseln. Zugleich vollzog sich ein weiterer Ausbau der Inselhäfen, während die in der Neuzeit durchgeführten Dammbauten für einige Inseln die Einstellung der Schifffahrt zur Folge hatten.

Der vierte Abschnitt behandelt das Fischereiwesen, das in Abhängigkeit von der wirtschaftlichen Lage der Inseln nur als Nebengewerbe ausgeübt wurde. Während die Hochseefischerei, die im 15. und 16. Jahrhundert als Heringsfischerei und in den beiden folgenden Jahrhunderten als arktische Fischerie betrieben wurde, den Inselbewohnern lohnende Beschäftigung bot, hatten die mehrfachen Versuche, auf den Inseln selbständige Unternehmungen der Hochseefischerei aufzuziehen, nur vorübergehenden Erfolg. Die Küstenschifffahrt, die überwiegend als Wattfischerei betrieben wurde, ging ebenfalls im Laufe der Zeit vor allem infolge schwieriger Absatzverhältnisse und der durch die Landgewinnungsarbeiten im Wattenmeer eingetretenen Veränderungen zurück.

Der letzte, der fünfte Abschnitt, gibt einen Überblick über das Austernwesen, das im Laufe der Zeiten erheblich an Bedeutung verloren hat. Der Rückgang der Austernfischerei ist in erster Linie auf eine Überfischung der Bänke, daneben auch auf die im Wattenmeer im Laufe der Zeit eingetretenen Veränderungen zurückzuführen. In neuerer Zeit ist die Austernwirtschaft auf eine Austernkultur umgestellt, deren Endzweck es ist, die Grundlage für eine natürliche Bestiedlung der Bänke durch geeignete Aufzucht zu schaffen.

Während der I. Teil des Gesamtwerks von den Halligen handelte, ist im II. Teil, dessen Abschlußband den Titel „Allgemeines“ trägt, in fünf Bänden das gesamte Wasserwesen der nordfriesischen Inseln Alt-Nordstrand, Nordstrand, Pellworm, Amrum, Föhr und Sylt dargestellt. Diese als 2. bis 7. Folge bezeichneten Einzeldarstellungen sind bereits in der Bücherschau der Bautechnik besprochen¹⁾. Zusammenfassend und abschließend darf gesagt werden, daß das auf gründliche Forschungen aufgebaute Gesamtwerk über das Wasserwesen auf den nordfriesischen Inseln von den ältesten Überlieferungen bis zur Jetztzeit erschöpfende Auskunft gibt. Zahlreiche Textabbildungen und Karten vervollständigen die Abhandlungen. Das Gesamtwerk ist daher in hervorragender Weise geeignet, allen Kreisen, die sich mit dem Wasserwesen der nordfriesischen Inseln zu beschäftigen haben, über den geologischen Aufbau der Inseln, den Deichbau, die Entwässerung und den Küstenschutz, wie überhaupt über alle mit dem Wasserwesen auf den Inseln zusammenhängenden Fragen die Kenntnisse zu vermitteln, die für die Durchführung der der Jetztzeit gestellten Aufgaben unerlässlich sind.

Dr.-Ing. Hibben.

Personalmeldungen.

Hochschulnachrichten. Deutsche Technische Hochschule Brunn. Dem Dozenten Dr.-Ing. habil. Schleiermacher ist unter Ernennung zum ordentlichen Professor der Lehrstuhl für Gewässerkunde, Stauwerke und Wasserkraftanlagen übertragen worden.

¹⁾ Zuletzt die 6. und 7. Folge. Bautechn. 1939, S. 647 u. 674.

INHALT: Von der Entwicklung, der Verwendung und dem Bau von Absetzgeräten (Schluß) — Förderung von mit Wasser vermishtem Sand. — Vermischtes: Die Wasserversorgung von Amsterdam. — Zur Auswertung von Einflußflächen bei Streckenlasten. — Bücherschau. — Personalmeldungen.

Verantwortlich für den Inhalt: Dr.-Ing. Erich Lohmeyer, Oberbaudirektor a. D., Berlin-Steglitz, Am Stadtspark 2. — Verlag: Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin W 9. — Druck: Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.