



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



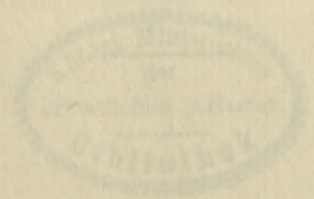
10000305744

SELBSTTÄTIG WIRKENDE
SCHLEUDERMASCHINE
FÜR TROCKNUNG DER RÜCKSTÄNDE
STÄDTISCHER KANALISATIONSWASSER.

Von der Königl. Technischen Hochschule zu Hannover
zur Erlangung der Würde eines Doctor-Ingenieur genehmigte

DISSERTATION

von
Herrn
Dr. phil. techn. Carl
Herrmann



55
123

X
2.620

Z. v. L.

SELBSTTÄTIG WIRKENDE SCHLEUDERMASCHINE ZUR TROCKNUNG DER RÜCKSTÄNDE STÄDTISCHER KANALISATIONSWÄSSER.

Von der Königlich Technischen Hochschule zu Hannover
zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs genehmigte

DISSERTATION

von

Diplom-Ingenieur GUSTAV TER MEER

Direktor der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft
vormals Georg Egestorff, Hannover - Linden.

Referent: Professor L. Klein.

Korreferent: Professor Troske.

*B.
/3.*



HANNOVER

Druck der Hofbuchdruckerei Gebrüder Jänecke
1910.

5.55

123.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

III 33100

Akc. Nr. 2177/49

Inhalts-Verzeichnis.

1. Ueberblick.
2. Mittel zur Abscheidung des Klärschlammes.
3. Der Klärschlamm und seine Behandlung.
4. Die Schäfersche Schleudermaschine.
5. Meine Konstruktionen.
6. Ergebnisse.
7. Ausgeführte Anlagen.
8. Schlußwort.
9. Anhang. (Untersuchungen einer Schlamm-trocknungsanlage.)



1. Ueberblick.

Die Beseitigung der Abfallstoffe größerer Gemeinwesen: des Mülls und der Kanalisationswässer, ist mit großen Schwierigkeiten verknüpft. Die Anlagen, die für diesen Zweck gebaut oder geplant werden, sind häufig die Schmerzenskinder der städtischen Verwaltungen, einerseits deshalb, weil sie nicht nur keinen Gewinn bringen, sondern Aufwendungen oft von bedeutender Höhe erfordern, andererseits, weil sich beim Entwurf und Bau derartiger Anlagen trotz eingehendster Vorstudien meist kein sicheres Urteil im voraus darüber abgeben läßt, wie sie sich bewähren und welche Betriebskosten durch sie erwachsen. Die Verhältnisse bei den einzelnen Anlagen sind zu verschieden voneinander, als daß man ohne weiteres von einer gut gelungenen Ausführung auf eine andere neu zu errichtende schließen könnte.

Die Frage der Müllbeseitigung hofft man auf dem Wege der Müllverbrennung zu lösen. Für die Beseitigung der Abwässer hat man die verschiedensten, zum Teil weit auseinander liegenden Verfahren zur Anwendung gebracht. Die Aufgabe, die bei Lösung der Abwässerfrage gestellt wird, läßt sich wie folgt ausdrücken.

Aus den Abwässern sind alle ungelösten Bestandteile zu entfernen, weiter ist die Fäulnisfähigkeit des Wassers zu beseitigen.

So klar die Aufgabe ist, so schwer ist ihre Lösung. Es liegt auf der Hand, daß sich für Städte, die an großen Flüssen gelegen sind, also über eine sehr gute Vorflut verfügen, die Aufgabe einfacher gestaltet als für solche, die in dieser Beziehung stiefmütterlicher ausgestattet sind. Für die ersteren wird es als genügend angesehen, wenn sie die grübsten dem Abwasser beigemengten Bestandteile, wie Papier, Fäkalien, zurückhalten und nicht in den Flußlauf eintreten lassen. Es geschieht dies mehr aus ästhetischen als aus gesundheitlichen Gründen. Den gesamten übrigen im Abwasser enthaltenen Unrat läßt man ruhig in den Vorfluter laufen, weil man der Meinung ist, daß er die Schmutzwässer in dem Maße verdünnt, daß Unzuträglichkeiten nicht zu befürchten sind. Bei Städten mit mittlerer und kleiner Vorflut wird, meist erzwungen durch Regierungsverfügungen, auf eine mehr oder weniger gründliche Reinigung des Abwassers Bedacht genommen, weil bei einer nur oberflächlichen Reinigung der Vorfluter getrübt und gefärbt wird und Schlammablagerungen mit Fäulniserscheinungen entstehen, welche die weiter unterhalb belegenen Anwohner der Flüsse, den Fischbestand, vielleicht auch das ganze landschaftliche Bild zu schädigen geeignet sind. Die Anforderungen, die man an die Reinheit des aus den Reinigungsanlagen abfließenden Wassers stellen muß, werden sich abstufen nach dem Verhältnis der Wassermenge des Vorfluters zur Wassermenge aus den Abwässerkanälen. Je geringer der Wasserinhalt des Vorfluters ist, desto reiner muß das Abwasser verlangt werden.

Die Menge des Abwassers, die durch eine städtische Kanalisationsanlage abgeführt werden muß, ist bei den einzelnen Städten sehr verschieden. Sie schwankt je nach den Lebensgewohnheiten der Einwohner und je nach der Industrie, die dort betrieben wird. Im Durchschnitt kann man auf Kopf und Tag etwa 100—200 l Abwasser rechnen, doch kommen vereinzelt auch Städte vor, wie z. B. die Färberei- und Wäscherei-Industriestädte Barmen-Elberfeld, welche 300—400 l Abwasser auf den Kopf aufweisen. Durch atmosphärische Niederschläge, die ebenfalls durch das Kanalnetz der Abwasserleitung aufgenommen werden müssen, kann für kürzere oder längere Zeit der Kanalisationsanlage ein Vielfaches der genannten Wassermenge zugeführt werden. Bei Annahme einer Abwassermenge von nur 100 l auf den Kopf, was etwa übereinstimmt mit dem Verbrauch an Nutzwasser aus der Wasserleitung, ergibt sich z. B. für die Stadt Hannover mit 250 000 Einwohnern eine tägliche Abwassermenge von 25 000 cbm. Diese Menge fließt während der einzelnen Tagesstunden ungleichförmig ab. Die größte Abflußmenge wird etwa zwischen den Tageszeiten 11 und 5 Uhr, die geringste um die gleichen Stunden der Nacht erreicht.

Je nach dem Zweck, der bei der Reinigung von Abwässern angestrebt wird, lassen sich zwei große Gruppen von Abwasserreinigungsanlagen unterscheiden. Die erste Gruppe umfaßt die biologischen Verfahren: Berieselung, Bodenfilterung und das künstliche biologische Verfahren, wobei die ungelösten Bestandteile des Abwassers durch Filter zurückgehalten, die gelösten organischen Bestandteile durch Aufsaugen und durch die Tätigkeit von Mikroorganismen zersetzt und durch Zutritt von Sauerstoff oxydiert werden sollen. Die Reinigung erfolgt hierbei also zum Teil durch mechanische, zum Teil durch chemische und biologische Einwirkungen. Eine Reinigung nach diesen Verfahren hat die vollkommensten und einwandfreiesten Ergebnisse, vorausgesetzt allerdings, daß die Anlagen ordnungsgemäß betrieben und nicht überlastet werden.

Fig. 1.
Klärbrunnen der Stadt Harburg.
Maßstab 1 : 125.

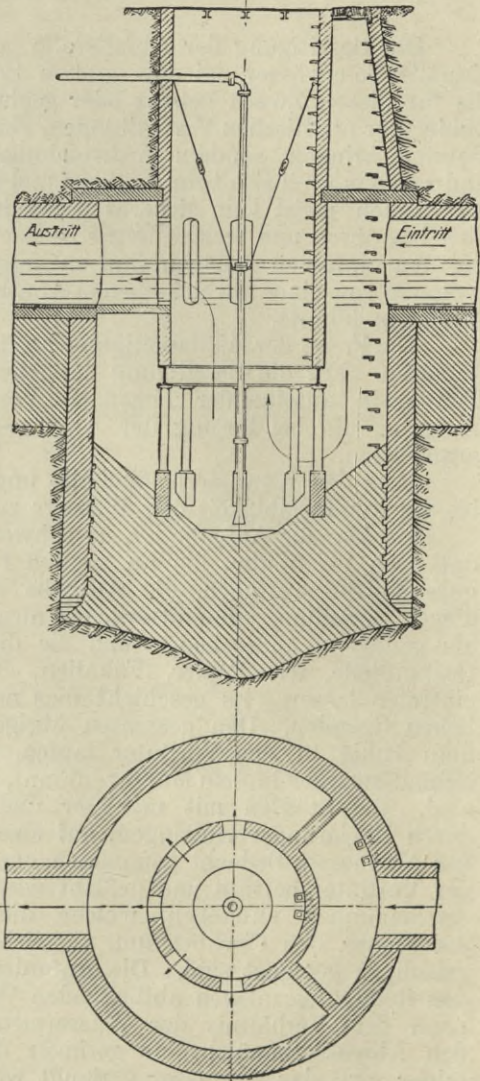


Fig. 2.

Die zweite Gruppe umfaßt alle Verfahren, die darauf hinzielen, aus dem Abwasser nur die mechanisch beigemengten ungelösten Bestandteile zu entfernen, auf die Beseitigung der gelösten organischen Bestandteile aber ganz oder teilweise verzichten. Dazu gehören die verschiedenen Abfangverfahren, Absetzverfahren mit und ohne Zuführung von Fällmitteln und das Faulverfahren.

Städte, die sich infolge ihrer günstigen Vorflutverhältnisse mit einer nur oberflächlichen Reinigung ihrer Abwässer begnügen können, benutzen dazu Gitter, Siebe oder Rechen, die in den Abwasserstrom gestellt werden und seine größeren Bestandteile zurückhalten. Die aufgefangenen Stoffe werden entweder mit der Hand oder durch mechanisch betriebene Vorrichtungen von den Rechen entfernt und diese so stets für den Wasserdurchtritt freigehalten. Bei höheren Ansprüchen an die Reinheit des abfließenden Wassers werden hinter diesen Rechen noch besondere Kläranlagen angeordnet, die den Zweck haben, die feineren und feinsten ungelösten Teile, soweit sie spezifisch schwerer sind als Wasser, auszuschcheiden; und zwar geschieht dies durch Verringerung der Geschwindigkeit des Abwasserstromes, manchmal auch, indem man seine Richtung ändert. Lediglich durch Verringerung der Wassergeschwindigkeit, durch die rein mechanische Klärung, kann man günstigsten Falles bis zu 80 v. H. der dem Wasser beigemengten ungelösten Stoffe ausscheiden. Durch Zusetzen chemischer Stoffe, sogenannter Fällmittel, können sie annähernd vollständig ausgeschieden werden.

Für die konstruktive Ausführung von Kläranlagen sind maßgebend die Durchflußgeschwindigkeit des Wassers, die man bei normaler und größter Abwassermenge zulassen will und die zwischen 1 und 40 mm/sk schwankt, und die Art, wie man den abgesetzten Schlamm, den sogenannten Klärschlamm, aus den Absetzvorrichtungen entfernen will. Das bequemste Verfahren für den Betrieb ist das, bei dem der Schlamm unter Wasser entfernt wird, so daß also der Durchfluß des Kanalwassers durch die Absetzvorrichtung während der Schlambeseitigung nicht unterbrochen zu werden braucht. Weniger bequem ist das Verfahren, das den Klärbetrieb zum Zwecke der Schlamm Entfernung unterbricht. Die Klärvorrichtungen müssen dabei vom Wasserzufluß abgesperrt und meist auf kurze Zeit vollständiger Ruhe überlassen werden. Darauf wird die oberste klare Wasserschicht abgelassen und die dann folgende weniger klare — das Trübwasser — abgepumpt; der Klärschlamm bleibt als Rest übrig.

2. Mittel zur Abscheidung des Klärschlammes.

Als Absetzvorrichtungen kommen senkrechte Klärbrunnen, meist aber wagenrechte Klärbecken zur Ausführung. Einige kennzeichnende Beispiele von solchen mögen kurz besprochen sein.

Die Stadt Harburg mit rund 56 000 Einwohnern hat für die Klärung ihrer Abwässer 4 Klärbrunnen von je 5 m Durchmesser und 8 m Tiefe angelegt (siehe Fig. 1 und 2). Das in den Brunnen eintretende Abwasser wird durch einen eingebauten Zylinder gezwungen, zunächst nach unten zu gehen und hierauf einen Richtungswechsel von 180° vorzunehmen. Durch Oeffnungen in

Fig. 3. Querschnitt.

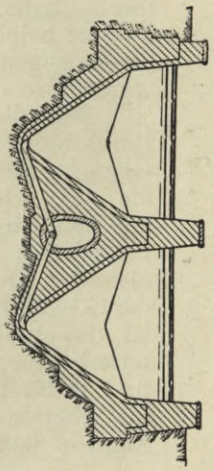


Fig. 3 bis 5. Klarbecken der Städte Elberfeld und Barmen.

Fig. 4. Längsschnitt.

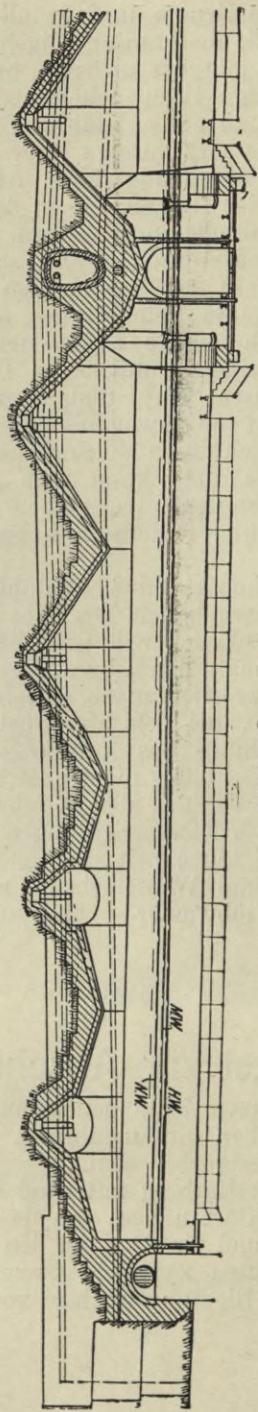
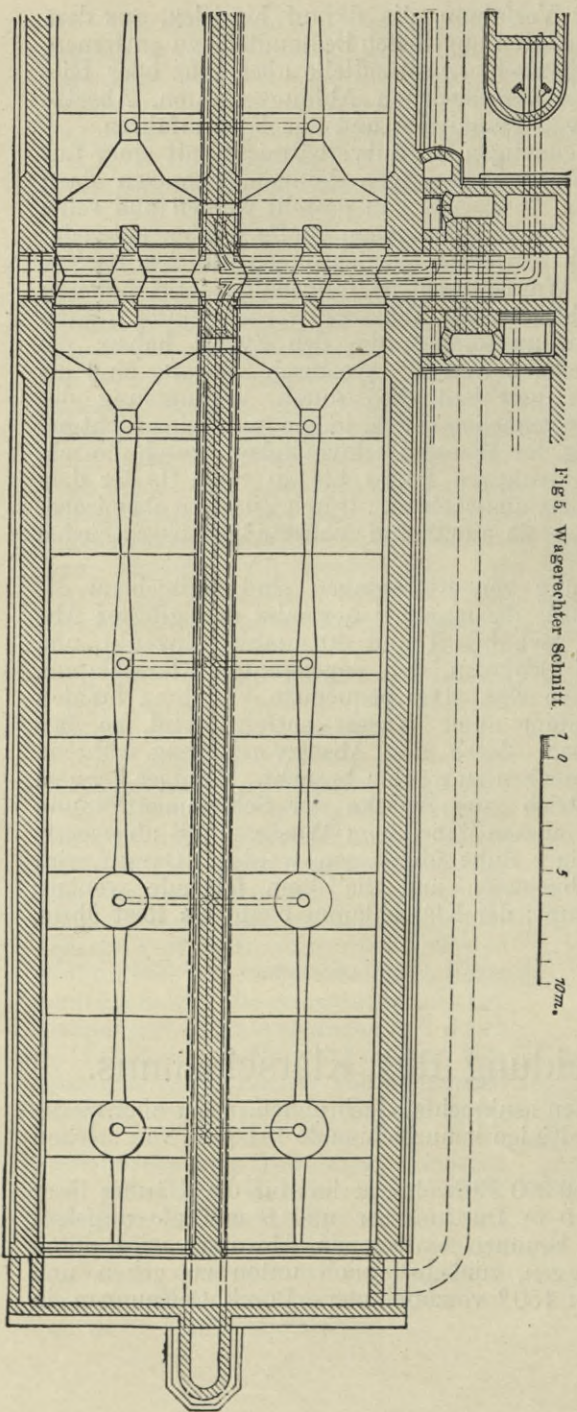


Fig. 5. Wagerechter Schnitt.



diesem Innenzylinder kann es nach dem Vorfluter, der Elbe, abfließen. Der Klärschlamm schlägt sich auf dem kegelförmigen Boden des Brunnens nieder. Jeden Tag wird ein Brunnen dem Betrieb entzogen und gereinigt.

Die Städte Elberfeld und Barmen haben für eine tägliche Abwassermenge von etwa 50—75 000 cbm 4 Klärbecken von 40 m Länge und 7 m Breite (Fig. 3 bis 5) angelegt, die für ununterbrochenen Betrieb eingerichtet sind. Die Böden der Klärbecken sind zu diesem Zwecke mit kegelförmigen Einsenkungen versehen, in denen sich der Schlamm ablagert und von wo aus er abgesaugt wird, ohne daß der Wasserdurchfluß unterbrochen würde.

Die Stadt Hannover hat ihre Klärbecken, (Fig. 6 und 7) für unterbrochenen Betrieb angelegt. Der Boden dieser Becken ist nach der Einlaufstelle des Abwassers hin schwach geneigt. Unmittelbar am Einlauf befindet sich ein etwa

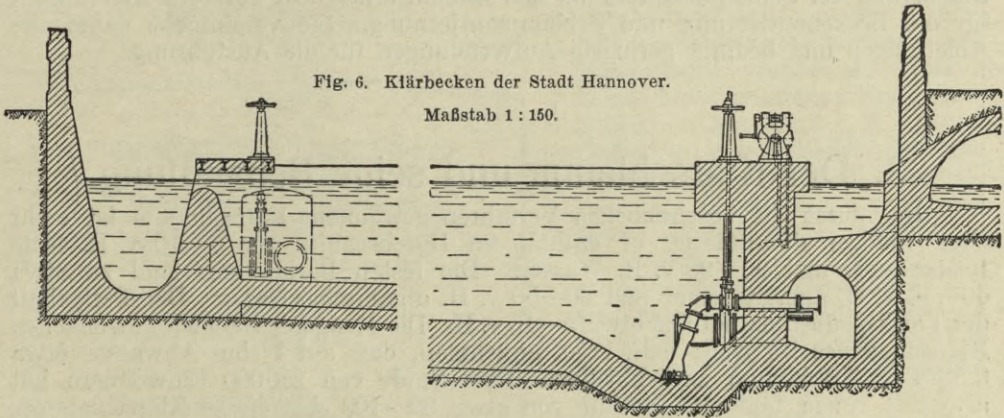
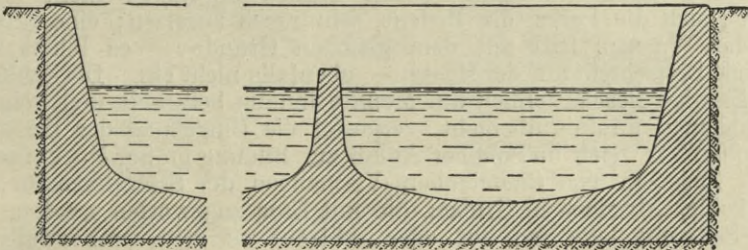


Fig. 7. Querschnitt durch ein Klärbecken.



1 m breiter, ebenso tiefer Einschnitt, in dem sich 50—70 v. H. der festen Bestandteile absetzen. In diesem Sumpf sind die Saugrohre für die Schlammabführung angeordnet.

Eine sehr zweckmäßige Beckenkonstruktion ist neuerdings von Bock, Direktor der städtischen Kanalisations- und Wasserwerke in Hannover, entworfen worden. Das Becken hat im Gegensatz zu den bisher angeführten nicht parallele, sondern nach dem Ablauf hin auseinandergehende Seitenbegrenzungen, so daß bei gleichzeitig nach dem Ablauf hin ansteigender Sohle der mittlere

Beckenquerschnitt auf der ganzen Beckenlänge und auch am Ablauf möglichst dieselbe Größe hat. Dadurch wird eine angenähert gleichbleibende Geschwindigkeit des durchfließenden Wassers in allen Querschnitten erzielt, und schädliche Einwirkungen, wie sie durch Wasserwirbel, Rückströmungen, Temperaturänderungen usw. verursacht werden, sind ausgeschlossen. Die Schwebestoffe, die sich, wie schon erwähnt, vorwiegend unmittelbar nach dem Eintritt des Wassers in das Klärbecken rasch absetzen, finden bei der neuen Beckenform auf der Anfangsstrecke scharfes Sohlgefälle und größte Tiefe, so daß sich die Schlammteile im Schlammsumpf ansammeln. Die Grundrißgestalt der Becken führt bei Anlage einer größeren Zahl von Becken zur Zentralanordnung der Einläufe, Schlammsumpfe, Entleerungen und Schlammablässe, die dadurch einfachste Gestaltung erfahren und geringste Unkosten verursachen. Die Zentralisierung der Schlammsumpfe um den Einlauf ermöglicht kürzeste Ableitungen für die Beckenentleerung und Schlammfernung. Sie vereinfacht dabei alle Ableitungen und bedingt geringste Aufwendungen für die Ausführung.

3. Der Klärschlamm und seine Behandlung.

Der durch die beschriebenen Verfahren gewonnene Klärschlamm ist mehr oder weniger dünnflüssig, er enthält im Durchschnitt nur 5–10 v. H. feste Bestandteile und 95–90 v. H. Wasser. Die festen Bestandteile sind zu etwa 40–50 v. H. anorganischer und 60–50 v. H. organischer Natur. Der Fettgehalt der Trockensubstanz beträgt etwa 5–15 v. H. Die Menge des täglich gewonnenen Klärschlammes ist groß; man kann annehmen, daß auf 1 cbm Abwasser etwa 3,5–4 l Klärschlamm zurückbleiben. Eine Stadt von 250000 Einwohnern hat also mit einem täglichen Entfall von etwa 80–100 cbm dieses Klärschlammes zu rechnen. Der Klärschlamm hat nun sehr unangenehme Eigenschaften. Wegen seines großen Fettgehaltes kann er auf dräniertem Boden nicht entwässert werden, weil sich die Poren des Bodens sehr rasch zusetzen; eine rasche Verdunstung des Wassers tritt aus dem gleichen Grunde — es bildet sich eine abschließende Fettschicht auf der Masse — ebenfalls nicht ein. Die Schlammmasse, die ihre wässrige Beschaffenheit auf Monate hinaus beibehält und beim Lagern rasch in stinkende Fäulnis übergeht, verpestet die Umgebung der Schlamm lager und gibt außerdem noch im Sommer Anlaß zur Bildung großer Mückenschwärme.

Durch Zusetzen von Chemikalien, Vermengen der Schlamm Massen mit Torf und Braunkohle, Absetzen in Gruben, die mit Erde zugeworfen werden, versucht man, der Schlammplage, so gut oder schlecht es geht, mit größeren oder geringeren Kosten Herr zu werden. An eine Verwendung des dünnflüssigen, zu 90 v. H. und mehr aus Wasser bestehenden Schlammes für die Landwirtschaft ist nicht zu denken, da er die Kosten der Abfuhr nicht lohnt. Man hat zum Faulverfahren gegriffen, hat den Schlamm wochen- und monatelang in den entsprechend vergrößerten Klärbecken — Faulkammer genannt — gelassen. Die in Gärung übergehenden Schlamm Massen verlieren nach einiger Zeit ihre Fäulnisfähigkeit, werden stichfest und erfahren dabei auch eine Raumverminderung um etwa zwei Drittel. Unangenehm ist, daß das abfließende Wasser in teilweise angefaultem Zustand in den Vorfluter gelangt.

Einen anderen Weg, der Schlammplage Herr zu werden, hat Degener mit seinem Kohlenbreiverfahren eingeschlagen. Er setzt in Klärtürmen dem Abwasser Braunkohle in fein zerkleinerter Form zu, verdickt dadurch den Schlammrückstand und macht ihn gleichzeitig für die spätere Verwendung als Brennstoff besser geeignet. Ohne künstliche Nachtrocknung kommt man aber mit diesem Verfahren nicht aus.

4. Die Schäfersche Schleudermaschine.

Bekannt war nun schon lange, daß der Schlamm sich verhältnismäßig rasch durch Ausschleudern in eine trockene Form bringen läßt. Diese Tatsache

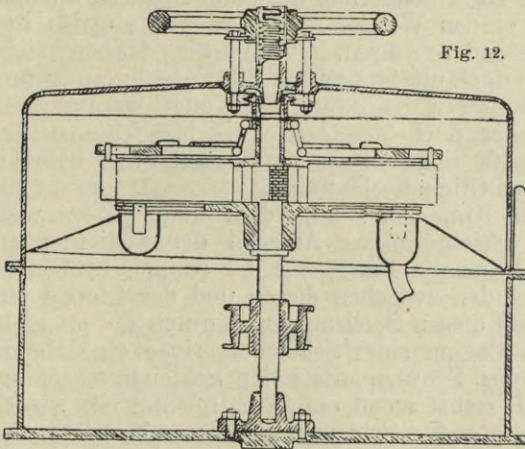


Fig. 12.

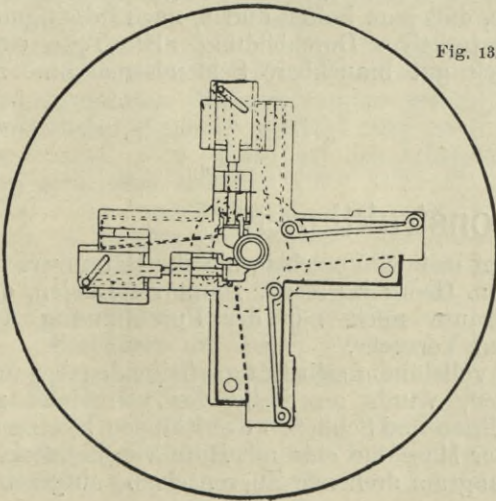


Fig. 13.

und die Erwägung, daß bei der gesundheitsgefährlichen Beschaffenheit des Schlammes möglichst jede Handarbeit vermieden werden müsse, brachte den Stadtbaumeister Schäfer in Frankfurt a. M. auf den Gedanken, eine Schleudermaschine vorzuschlagen, bei welcher das getrocknete Schleudergut nicht von Hand, sondern durch Einwirkung der Zentrifugalkraft aus der Maschine entfernt werden sollte. Der Gedanke, eine derartige Maschine zu bauen, ist nicht neu. Man hat besonders für die Zuckerindustrie seit langer Zeit zahlreiche Versuche gemacht, Maschinen zu konstruieren, welche das getrocknete Schleudergut ohne Aufwendung von direkter Handarbeit aus der Maschine entfernt. Zu einer konstruktiv gut durchgebildeten und für den praktischen Betrieb gut brauchbaren, selbsttätig wirkenden Maschine hat aber meines Wissens keiner der zahlreichen, größtenteils auch durch Patente geschützten Vorschläge geführt.

Die Schäfersche Maschine ist in Fig. 13 und 14 dargestellt. Ihre Bauart ist durch die deutschen Reichspatente Nr. 153 081 bzw. 162 699 geschützt.

Die Schleudertrommel ist von kreuzförmiger Gestalt und bildet dadurch 4 Kammern. In jede

dieser Kammern ist ein nahezu radial stehendes Sieb eingebaut. Die durch die Siebwand hindurchgehende Flüssigkeit kann durch ein senkrecht nach unten gehendes Rohr ablaufen. Die zweite Vertikalwand der Kammer ist beweglich, zum zeitweiligen Öffnen und Schließen ausgebildet. Sie dreht sich um einen senkrechten Zapfen und kann mit Hilfe von Zugstangen und einer Schraubenvorrichtung während der Bewegung der Schleudermaschine beliebig geöffnet und geschlossen werden. Der Schluß wird dadurch bewirkt, daß ein der Zentrifugalkraft unterworfenen Gewicht die bewegliche Klappe zudrückt und so lange in dieser Stellung hält, bis durch die vorbeschriebene Bewegungsvorrichtung die Klappe von Hand geöffnet wird. Der Zufluß des Materials wird durch Schließen eines Schiebers von Hand abgesperrt.

Die Versuche mit dieser Schleudermaschine gaben zeitweilig recht gute Ergebnisse, und zwar dann, wenn der zu schleudernde Schlamm nicht zu alt und von solcher Beschaffenheit war, daß er das Wasser rasch und gut abgab. Bei weniger günstigem Material, insbesondere dann, wenn die Masse viele schleimige Bestandteile enthält oder angefault ist, erfolgt die Entwässerung nur zum Teil. Der vordere Teil der Kammern ist dann mehr oder weniger mit gut entwässerter Masse gefüllt. Weiter nach der Achse der Maschine zu ist das Material aber ganz untauglich. Es zeigt im ungünstigsten Falle beinahe keinerlei Entwässerung gegenüber dem Originalschlamm.

Der Verschuß der beweglichen Klappe ist außerdem kein guter, weil durch den einseitigen Angriff ein gleichförmiges Anlegen der abdichtenden Flächen nicht erreicht wird und weil für die Bewegung der Klappe in festen, oben und unten liegenden Kammerwänden zwischen diesen und der Klappe ein Spielraum vorhanden sein muß. Durch diesen Spielraum und durch die mangelhaft schließende Kante spritzt beim Beginn einer Schleuderperiode eine Menge Flüssigkeit aus und an die Wand des Schutzmantels der Schleudermaschine, so daß das ausgeschleuderte Material, selbst wenn es gut getrocknet ist, wieder so viel Feuchtigkeit aufnimmt, daß die ganze Schleuderarbeit umsonst ist.

Die Maschine war also noch nicht betriebsfähig; immerhin gaben die damit angestellten Versuche solche Ergebnisse, daß man hoffen durfte, nach Beseitigung der Uebelstände und sachgemäß konstruktiver Durchbildung aller Teile eine für den vorliegenden besonderen Zweck gut brauchbare Schleudermaschine zu bekommen.

5. Meine Konstruktionen.

Infolge dieser Erkenntnis nahm auf meinen Vorschlag hin die Hannoversche Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vorm. Georg Egestorff, Hannover-Linden, die Angelegenheit in die Hand und betraute mich mit der Durchführung der konstruktiven Arbeiten und praktischen Versuche.

Mein Bestreben ging dahin, einen vollständig selbsttätig arbeitenden Apparat zu konstruieren. Um dies zu erzielen, wurde an Stelle der von Hand zu bewegend Schrauben, welche das Öffnen und Schließen der Klappen bewirken, auf den feststehenden Gehäuseteilen der Maschine eine mit Hilfe von Schnecken und Schneckenrad angetriebene, sich langsam drehende Kurvenscheibe aufgesetzt.

Eine senkrecht bewegliche, gut geführte Büchse, in welcher ein Kugellager eingebaut ist, überträgt die durch die Kurvenscheibe hervorgerufene Bewegung auf die rotierende Abschlußvorrichtung der Trommel.

Um die vorerwähnten Undichtheiten an den verschiedenen Stellen der Kammerwände zu vermeiden, sind die Kammern als kastenförmige Einzelkörper ausgebildet, die zu einem Stern zusammengeschraubt werden.

Der Abschluß der Kammern erfolgt durch Klappen, welche an ihren Auflagestellen breit gehalten und zum Aufschleifen eingerichtet sind. Versuche mit zwischengelegten Dichtungsmaterialien, wie Leder, Gummi usw., bewährten sich nicht, da diese durch den Schlamm angegriffen wurden.

Auch die metallisch aufgeschliffenen Flächen gaben beim Dauerbetrieb zu Anständen Veranlassung, da sie noch zu viel Wasser durchtreten ließen. In einer weiteren Ausführung wurde deshalb an Stelle der 6 Einzelklappen ein gemeinschaftlicher Rundschieber gesetzt, welcher zur gegebenen Zeit die Oeffnungen der Kammern freigeben bzw. abschließen sollte. Durch Einfügung dieses Rundschiebers wurde der gewünschte Zweck vollständig erreicht. Um zu verhindern, daß bei der Bewegung des Schiebers sich feines Material zwischen Schieber und Kammerwand drückt, ist an der hinteren Oeffnungswand eine Dichtung mit Hilfe eines Lederstreifens vorgesehen. Trotz dieser Vorkehrungen trat bei dünnflüssigem Material zu Anfang der Schleuderperiode Wasser in feinsten Verteilung aus der Trommel aus und schlug sich auf den Mantel der Maschine nieder. Ein schnelles Abführen des Wassers war nicht möglich, weil die am Mantel niedergeschlagene Flüssigkeit infolge der Luftbewegung, die durch die Drehung der Schleudertrommel hervorgerufen wurde, ebenfalls eine langsame Kreisbewegung antrat. Es wurde deshalb vor der Trommel eine bewegliche Schutzwand angeordnet, welche das Spritzwasser auffängt und abführt. Die Schutzwand wird vor der Ausschleuderungsperiode gehoben und gibt zum Ausschleudern die Trommel frei. Nach dem Ausschleudern wird sie wieder vor die Trommel gebracht. Die Bewegung dieser Schutzwand findet automatisch durch eine zweite Kurvenscheibe statt, die sich zusammen mit der Steuerscheibe auf dem festen Gehäuse der Maschine langsam dreht (Fig. 15—17). (Diese Abfangvorrichtung ist durch Deutsches Reichspatent Nr. 190602 geschützt.)

Bei der Schäferschen Konstruktion der Schleudermaschine wird die Menge des zugeführten Materials dadurch geregelt, daß von Hand ein über der Maschine befindlicher Schieber geöffnet und nach Ablauf einer bestimmten Zeit wieder geschlossen wird. Diese Art des Arbeitens bringt eine Anzahl von Uebelständen mit sich. Sie erfordert stete Aufmerksamkeit und Mitarbeit des Wärters und erfüllt den beabsichtigten Zweck nur unvollkommen. Erfolgt der Abschluß zu früh, so werden die Kammern nur teilweise gefüllt, erfolgt er zu spät, so wird außer den Kammern auch das Mittelrohr mit Rohmaterial angefüllt, das an dem Trockenprozeß nicht teilnehmen kann, aber mit ausgeschleudert wird und so den ganzen Trockenprozeß verdirbt.

Besonders um diesen letztbeschriebenen Vorgang zu vermeiden und nur jene Massen zum Ausschleudern zu bringen, die an dem Trockenvorgange teilgenommen haben, wurde eine innere Abschlußvorrichtung — ebenfalls in Form eines Ringschiebers und durch Deutsches Reichspatent Nr. 160 232 geschützt — angebracht. Bei geöffnetem Innenschieber tritt der Rohschlamm während der ganzen Trockenperiode in die Kammern ein und ersetzt den durch die Abscheidung

des Wassers entstehenden Verlust an Füllstoff. (Die Bauart dieser inneren Absperrvorrichtung ist durch Deutsches Reichspatent Nr. 160232 geschützt.) Aber auch mit dieser Vervollkommnung war es noch nicht möglich, bei der außerordentlichen Verschiedenheit des Klärschlammes ein stets gutes Trockenmaterial zu bekommen. Die Kammern waren wohl bis hinten hin mit Material angefüllt, der nach der Achse der Trommel zu liegende Teil des Materials war jedoch in bezug auf seinen Trockengehalt sehr viel schlechter als der gegen den Umfang zu befindliche. Häufig war er noch ganz dünnflüssig.

Die Ursache dieses ungleichmäßigen Arbeitens wurde darin gefunden, daß die in dem Schlamm befindlichen Fasern und schleimigen Bestandteile die Siebe verstopften und daß die beim Ausschleudern des Materials erfolgte Reinigung der Siebe nicht genügte, um dem Wasser stets freien Durchtritt zu gewähren. Versuche mit Sieben verschiedener Konstruktion ergaben stets das gleiche Bild, so daß sich die Ueberzeugung Bahn brach, daß auf diesem Wege ein günstiges Ergebnis nicht erzielt werden könne, daß man vielmehr versuchen müsse, mit Hilfe mechanischer Mittel die für den Durchtritt der Flüssigkeit nötige Oeffnung der Siebe zu erreichen. Es wurden Versuche mit einer Schabevorrichtung gemacht und damit der gewünschte Trockeneffekt erreicht.

Die Schabevorrichtung besteht darin, daß entsprechend ausgebildete Messer auf der Siebfläche der Trommelkammern angeordnet sind, die sich hin und her bewegen und durch ihre scharfen Kanten die Materialien, die die Siebdurchgänge verstopfen, abschneiden. Das in den Siebflächen selbst sitzende Material wird durch die abfließende ausgeschiedene Flüssigkeit mit hinweggeschwemmt. Die Siebe, welche auf Grund von zahlreichen Versuchen als die geeignetsten erkannt wurden und jetzt dauernd angewandt werden, sind dünne Stahlbleche mit Schlitzöffnungen von $0,6 \times 10$ mm, die sich nach den Abfluskkammern zu etwas erweitern.

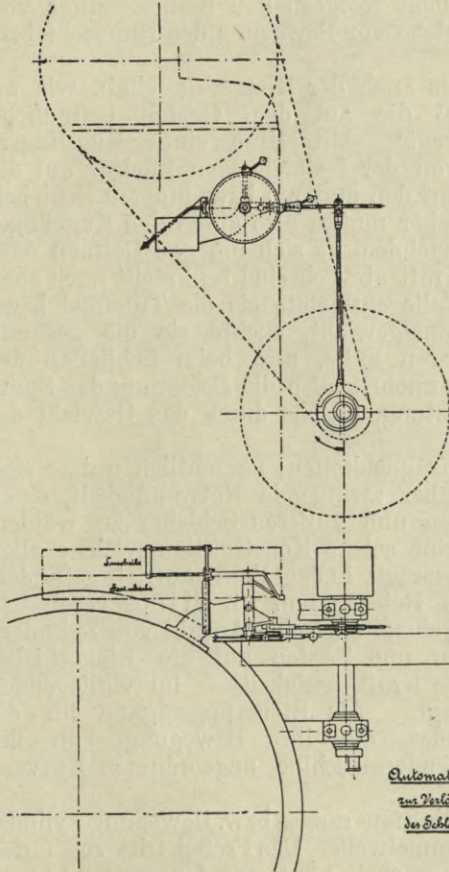
Der Antrieb der Schabevorrichtung erfolgt durch eine an dem äußeren Mantel der Zentrifuge montierte Kurbelwelle mit Hilfe von Zugstangen, Winkelhebel und Kugellagern (Fig. 15—17). (Diese Schabevorrichtung ist durch Deutsches Reichspatent Nr. 187676 geschützt.)

Trotz Anordnung der Schabevorrichtung zeigte es sich bei den Dauerversuchen, daß der Rohschlamm zu verschieden war, um ihn bei stets gleichbleibender Schleuderzeit auf den gleichen Trockengrad zu bringen. Bei Verarbeitung einer einzigen Füllung des über dem Apparat angebrachten Schlammbehälters machte sich die Verschiedenheit der Schlammbeschaffenheit, obwohl ein Rührwerk angeordnet ist, so bemerkbar, daß zu Anfang der Verarbeitung eine Schleuderperiode von $2\frac{1}{2}$ Minuten mehr als genügte, um die Kammern mit gut getrocknetem Schlamm bis hinten hin anzufüllen. Bei besonders gutem Material genügte eine Zeit von etwa $1\frac{1}{2}$ Minuten. Nachdem aber die Hälfte des Bottichinhaltes abgearbeitet war, konnte man bemerken, daß die Kammern zwar bis hinten hin gefüllt waren, das Material aber lange nicht mehr den Trockengehalt wie anfangs besaß. Erkennbar war die Zunahme an Feuchtigkeit im Betriebe an der Art des Schlammes, mit welcher die ausgeschleuderten Schlammkuchen an die Gehäusewand anprallten. Bei gut getrockneter Masse war der Klang kurz, hart und scharf, bei feuchterer war der Anschlag ein mehr langgezogener, weicher. Durch Verlängerung der Schleuderperiode konnte man den ursprünglichen Trockeneffekt wieder erreichen. Der Rest des Rohmaterials bedurfte für seine Verarbeitung Schleuderperioden, die sich bis zu 5 Minuten lang dehnten. Um

den Apparat auch für diese Beanspruchung geeignet zu machen, ohne daß das Bedienungspersonal dadurch zu sehr belastet wurde, ist nachstehend beschriebene Konstruktion angewendet worden.

An der Wand des Gehäuses, in einem Konsol gelagert (Fig. 14), ist eine Welle angebracht, die mit Hilfe eines Sperrades durch einen Exzenter angetrieben

Fig. 14.



wird. Durch Veränderung der Länge des Antriebshebels kann die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Sperrrad dreht, beliebig geändert und eingestellt werden. Auf der anderen Seite der Welle sitzt ein Kurvenrad, welches eine Riemengabel derart bewegt, daß der Riemen zeitweilig auf die Leerscheibe und dann wieder auf die Vollscheibe übergeschoben wird. Hört der Maschinist am Klange, daß der Trockenzustand der ausgeschleuderten Masse nicht mehr den Anforderungen genügt, so setzt er durch Einklinken des Sperrhebels die Vorrichtung zur Periodenverlängerung in Tätigkeit. Dadurch wird der Antriebsriemen für die obere Steuerscheibe auf die Losscheibe übergeführt und verbleibt dort ein oder mehrere Minuten. Der Steuerkranz der Maschine kommt zum Stillstand, und die Periode der Ausschleuderung wird verlängert. Nach einer $\frac{3}{4}$ Umdrehung des Kurvenrades schiebt der Riemenföhrer den Riemen wieder auf die Festscheibe, die Steuer-

scheibe dreht sich wieder und bewirkt in der festgesetzten Reihenfolge das Schließen bzw. Öffnen der Ringschieber.

Diese Vorrichtung hat sich im Betriebe sehr gut bewährt und hat es ermöglicht, bei jeder beliebigen Beschaffenheit des Rohmaterials ein ausgeschleudertes Material von annähernd gleichem Feuchtigkeitsgehalt zu erzielen.

Die Schleudermaschinen, die mit diesen verschiedenen Vorrichtungen ausgerüstet waren, arbeiteten nunmehr in bezug auf die Güte des trockenen

Materials zufriedenstellend, doch bot der Betrieb noch mechanische Schwierigkeiten, hervorgerufen durch die Bewegung der inneren und äußeren Schieber. Die Bewegung dieser Schieber erfordert eine bedeutende Kraft. Der durch die Zentrifugalkraft radial auf dem äußeren Schieber lastende Druck beträgt bei einem spezifischen Gewicht der Trockenmasse von 1,0 und einer Größe der Kammeröffnung von 65×240 mm 540 kg für die Kammeröffnung. Bei 6 Kammern einer Trommel ist der gesamte Radialdruck demgemäß mit 3240 kg einzusetzen. Unter Annahme einer durch Versuche festgestellten Reibungsziffer von 0,45 berechnet sich die Tangentialkraft, welche zur Bewegung des Rundschiebers erforderlich ist, auf 1460 kg.

Die Bewegung sowohl des Schiebers als auch der Klappe geschah, wie an früherer Stelle geschildert, dadurch, daß die auf dem Gestell befindliche Kurvenscheibe eine Büchse senkrecht bewegte. Mit Hilfe eines Kugellagers erfolgte die Uebertragung der Bewegung von der feststehenden Büchse auf die rotierenden Teile der Trommel und damit auf den äußeren bzw. inneren Schieber. Die Gesamtkraft zur Bewegung dieser Schieber mußte also durch das Kugellager auf die Trommel übertragen werden. Je nachdem es sich um das Öffnen oder Schließen des Schiebers handelte, war die Kraft abwechselnd senkrecht nach oben oder nach unten gerichtet. Im ersteren Falle entlastete sie die Trommel bzw., da die Kraft größer war als das Trommelgewicht, suchte sie die gesamte Trommel nach oben zu heben. Im letzteren Falle, also beim Schließen des Schiebers, war sie nach unten gerichtet, vermehrte also die Belastung des Spurlagers um mehr als das Doppelte der Belastung, welche durch das Gewicht der Trommel an sich hervorgerufen war.

Diese Beanspruchung führte zu Unzuträglichkeiten; namentlich nutzte sich das Spurlager sehr stark ab. Es war daher zwingende Notwendigkeit, einen anderen Bewegungsantrieb für den inneren und äußeren Schieber zu wählen. Nach einer Anzahl von Versuchen wurde eine solche Konstruktion, welche allen Anforderungen in weitgehendstem Maße entsprach, in dem Preßölantrieb gefunden.

(Dieser Antrieb ist durch Deutsches Reichspatent Nr. 211 559 geschützt.)

Auf der Trommel und mit ihr sich drehend sind eine Anzahl von Zylindern angeordnet, deren Kolben mit Zugstangen und Zapfen auf die Ringschieber einwirken. Die Kolben werden durch eine Kraftflüssigkeit — im vorliegenden Fall findet Preßöl Anwendung — bewegt. Als Steuerungsorgane für die Zylinder werden Kolbenschieber verwendet, die ihre Bewegung von der auf dem feststehenden Gehäuse der Schleudermaschine angeordneten Kurvenscheibe empfangen.

Die Zu- und Abführung des Preßöls in die Steuerungs- bzw. Bewegungszyylinder erfolgt durch zwei Längsbohrungen der Trommelwelle. Das Preßöl tritt von unten in das Spurlager ein und wird, nachdem es gearbeitet hat, aus der zweiten Längsbohrung mit Hilfe einer Querbohrung oberhalb des Spurlagers wieder entfernt.

Um neben einem sicheren Betriebe geringe Reibungs- und Abnutzungsgrößen zu erhalten, wurde der Spurzapfen der Schleudermaschine so ausgebildet, daß er auf einem Polster von Preßöl ruht. Zur Erzeugung des Preßöls dient eine kleine Pumpe. Der Druck wird durch einen Akkumulator konstant gehalten, er beträgt etwa 10—12 Atm. Diese Art des Antriebes des inneren und äußeren Schiebers hat sich bislang sehr gut bewährt. Anstände im Betriebe sind seit seiner Einführung nicht mehr vorgekommen.

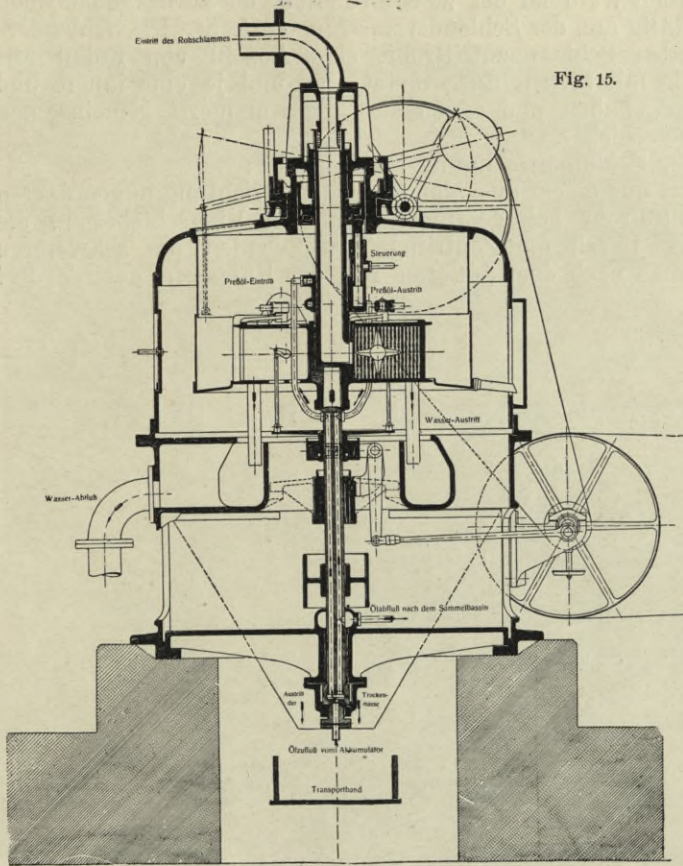


Fig. 15.

Die Versuche, welche nach und nach zu der jetzt vorliegenden Bauart der Schleudermaschine geführt haben, fanden auf der Frankfurter Kläranlage in Niederrad statt und konnten, dank dem Entgegenkommen der Stadt Frankfurt, insbesondere der Herren Stadtbauräte Kölle und Uhlfelder, mit aller Sorgfalt durchgeführt werden.

Die Schleudermaschine, deren Entstehungsgeschichte vorstehend ausführlich geschildert wurde, ist in ihrer jetzigen Form in den Figuren 15–17 dargestellt.

Sie arbeitet, wie schon erwähnt, mit zwei sich stets wiederholenden Betriebsperioden. Während der ersten Periode tritt der Klärschlamm in die Maschine ein und wird durch Ausschleudern des Wassers getrocknet.

Fig. 16

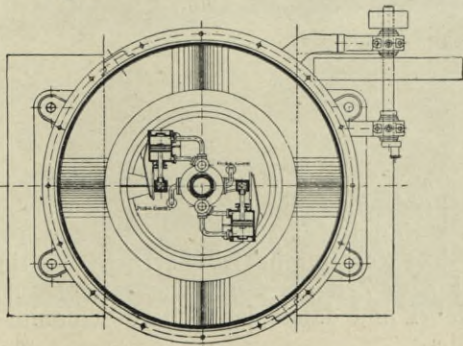
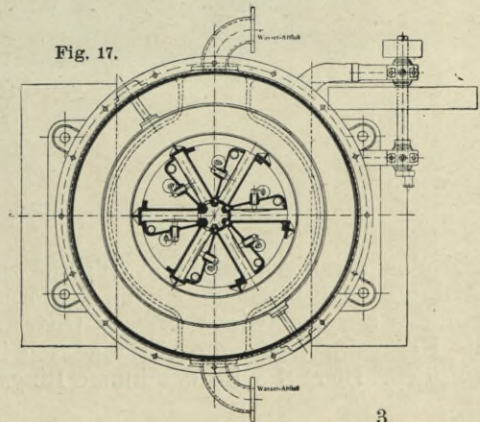


Fig. 17.



Nach der Trocknung werden während der zweiten Periode die zurückgebliebenen festen Bestandteile selbsttätig aus der Schleudermaschine entfernt. Die Schleudertrommel hat ein zentrales Schlammzutrittsrohr, eine Anzahl von radial angeordneten Kammern, die mit Sieben ausgerüstet sind und je eine innere und äußere Absperrvorrichtung haben und einen für alle Kammern gemeinsamen inneren und äußeren Ringschieber.

Der Vorgang bei der Schlamm-trocknung ist folgender:

Der Rohschlamm tritt aus einem über der Schleudervorrichtung angeordneten Behälter durch das Zentralrohr bei geöffnetem inneren Ringschieber in die einzelnen Kammern ein. Durch die Zentrifugalkraft werden die schwereren Bestandteile des Schlammes nach dem äußeren Teil der Kammern geschleudert

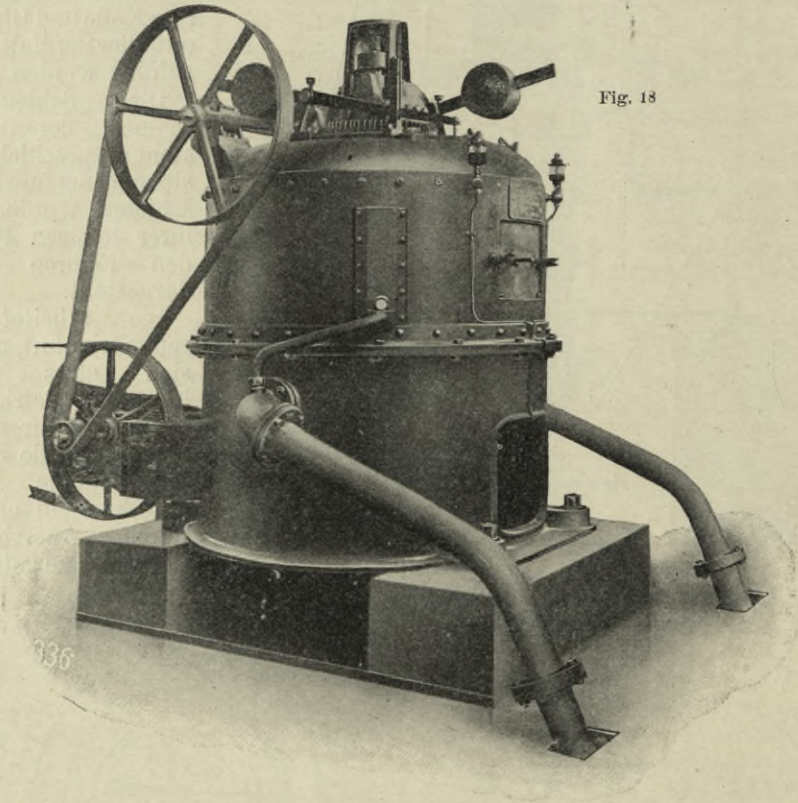


Fig. 18

und das spezifisch leichtere Wasser zurückgedrängt. Es tritt durch die Siebe hindurch und fließt in einem ringförmigen Kanal des Maschinengebäudes ab. Für das ausgeschiedene Wasser tritt aus dem Zentralrohr frischer Schlamm in die Kammern nach, die sich dadurch in kurzer Zeit ganz mit trockener Masse anfüllen. Hierauf wird der innere Ringschieber und damit der weitere Schlamm-

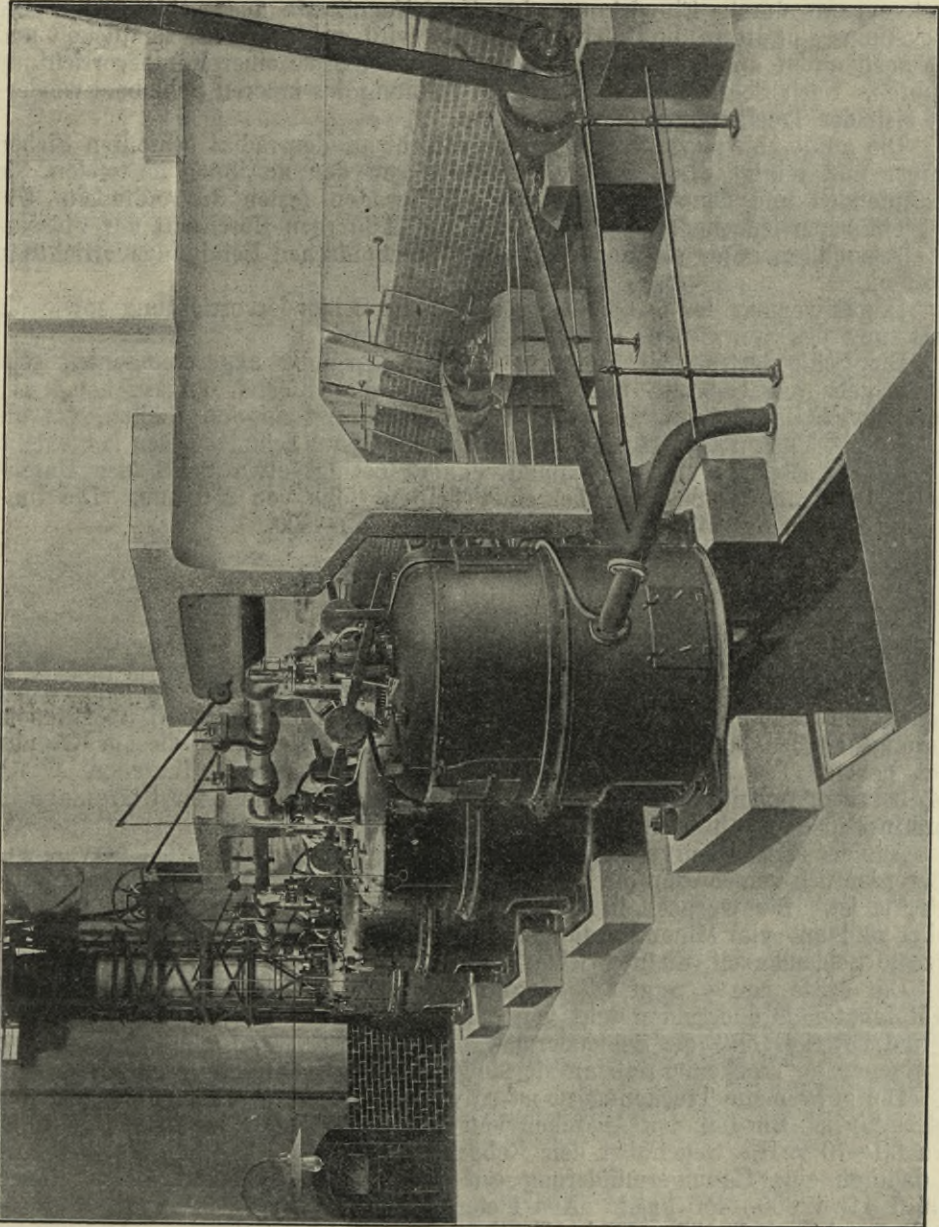


Fig. 19. Schlamm-trocknungsanlage für die Stadt Hannover.

zufluß abgeschlossen und die getrocknete Masse in den Kammern vom Rohschlamm im Zuführrohr abgetrennt. Jetzt wird der äußere Ringschieber geöffnet und Trockenmasse durch Einwirkung der Zentrifugalkraft ausgeschleudert. Die Trockenmasse prallt an die Gehäusewand an, wird in kleine Teile zerstückelt und fällt nach unten auf schräg gestellte Leitbleche, die sie einer Fördervorrichtung zuführen. Nach Schluß des äußeren und Oeffnung des inneren Schiebers wiederholt sich der Trockenvorgang von neuem.

Die ausgeschleuderte Trockenmasse rutscht an den radial gestellten Sieben vorüber und reinigt diese dadurch teilweise von den an ihnen haftenden, sie verstopfenden und den Wasserdurchfluß hindernden festen Bestandteilen. Um die Siebflächen jedoch stets mit aller Sicherheit für den Durchtritt der Flüssigkeit freizuhalten, sind sie noch mit einer mechanischen Reinigungsvorrichtung versehen.

Die Bewegung der beiden Ringschieber der Schleudervorrichtung sowie die Entlastung des Spurzapfens wird durch Preßöl bewirkt.

Die Schleudertrommel kreist in einem vollständig abgeschlossenen, sehr kräftig gebauten Gehäuse und wird durch einen Riemen angetrieben. Die Trommelwelle ist dreimal gelagert. Das Gehäuse ist an den Stellen, wo die getrockneten Massen beim Ausschleudern anprallen, aus Schmiedeeisen hergestellt.

Der Kraftbedarf eines Schlammrockners beträgt etwa 8 PS, der Durchmesser der Trommel 800 mm bei einer lichten Höhe von 250 mm. Die Umdrehungszahl in der Minute ist durchschnittlich 750—800.

6. Ergebnisse.

Der Klärschlamm ist von außerordentlich verschiedener Zusammensetzung je nach den Tagesstunden, Wochentagen und Jahreszeiten. Scharf abgegrenzte Leistungsangaben für die Schleudermaschine lassen sich aus diesem Grunde nicht geben. Die in nachstehenden graphischen Tabellen enthaltenen Werte sind bei dem Arbeiten mit dem ersten Versuchsapparat auf der Kläranlage in Frankfurt in den Jahren 1906/7 festgestellt.

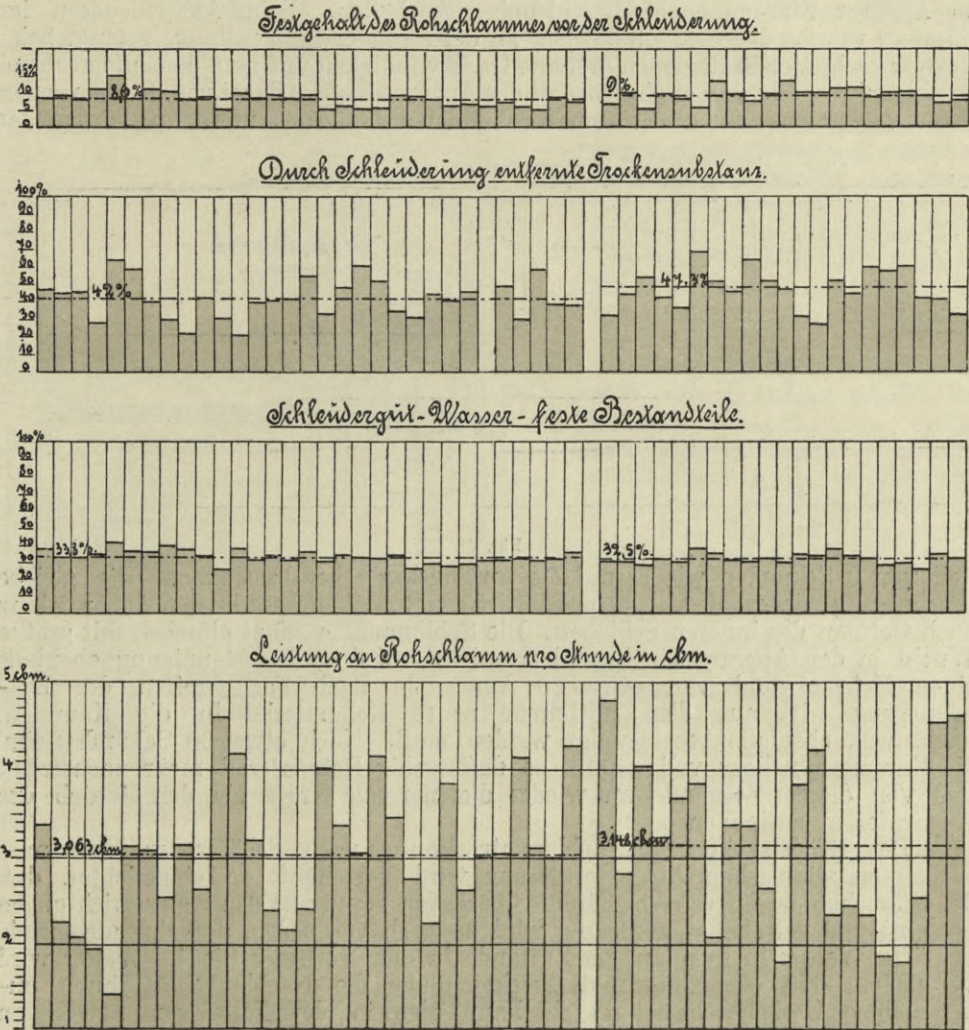
Aus der letzten Kurve dieser Schaulinien (Fig. 20) geht zunächst hervor, wie außerordentlich verschieden die Leistung der Schleudermaschine in bezug auf Rohschlamm ist. Sie wechselt in der Stunde zwischen etwa 1,5 cbm und 4,8 cbm. Dicker und mit viel Mineralbestandteilen durchsetzter Rohschlamm erfordert die kürzeste Schleuderzeit, dünner Schlamm die längste.

Die dritte Kurve zeigt, daß trotz der außerordentlichen Verschiedenheit des Rohmaterials das Endprodukt von annähernd gleichbleibender Beschaffenheit ist und beweist, daß die Schleudermaschine damit den Anforderungen, welche der eigenartige Trockenbetrieb an sie stellte, nach jeder Richtung hin entspricht.

Die gewonnene Trockenmasse ist so weit entwässert, daß sie ohne weiteres förderfähig ist. Sie hat das Aussehen von Humuserde. Ihr Wassergehalt beträgt etwa 50—70 v. H. Gegenüber dem Rohschlamm mit 90—95 v. H. Wassergehalt ist dadurch eine Raumverminderung auf etwa $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$ erreicht. Ihre Menge beträgt etwa 300—450 kg/st. Aus 1 cbm Rohschlamm von 90 v. H. Wassergehalt werden etwa 125—200 kg Trockenmasse ausgeschieden und damit etwa

40–66 v. H. aller im Schlamm befindlichen festen Bestandteile entfernt. Der verbleibende Rest wird mit dem Abwasser wieder zum Klärbecken zurückgeführt und setzt sich dort von neuem ab. Dadurch wird die täglich zu

Fig. 20. Leistungstabellen.¹⁾



¹⁾ Die in vorstehender Leistungstabelle enthaltenen Angaben sind als tägliche Durchschnittswerte einer 52 tägigen Versuchsreihe ermittelt.

verarbeitende Schlammmenge etwas größer und die Dichte des Klärschlammes höher. Die Klärwirkung der Anlage selbst wird durch diesen Umstand jedoch nicht beeinflusst.

Bei der Ausführung der Apparate für die Anlage Frankfurt wurde durch Erhöhung der Kammern eine Vergrößerung der Leistungsfähigkeit auf durchschnittlich 3—4 cbm/st für eine Maschine erzielt. Dem entsprechend wuchs auch der Kraftbedarf; Diagramm (Fig. 21) gibt darüber Aufschluß und weiter auch über die verschiedenen im Apparat vorkommenden Beschleunigungsarbeiten. Beim Ausschleudern der Kammer rutscht der Schlammkuchen an der Kammerwand entlang, gelangt beim Vorwärtsschreiten in Regionen größerer Geschwindigkeit und muß dementsprechend beschleunigt werden. Der Kraftbedarf des Apparates steigt dabei von dem normalen Werte von 42 Amp. für die Zeit von 3 Sekunden auf 60 Amp., um dann während der

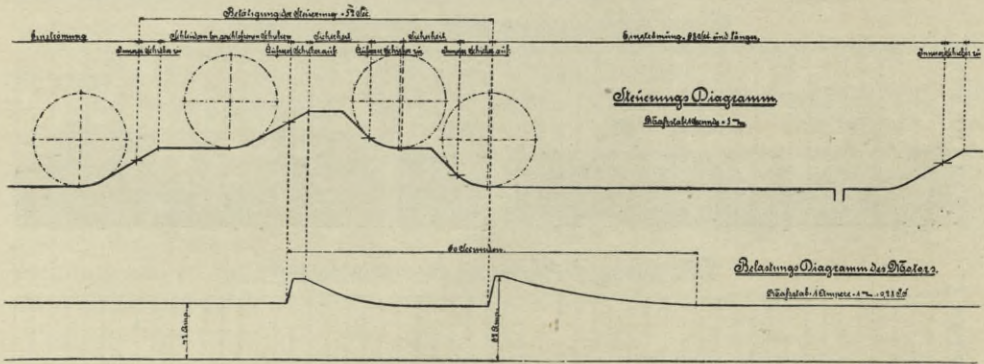


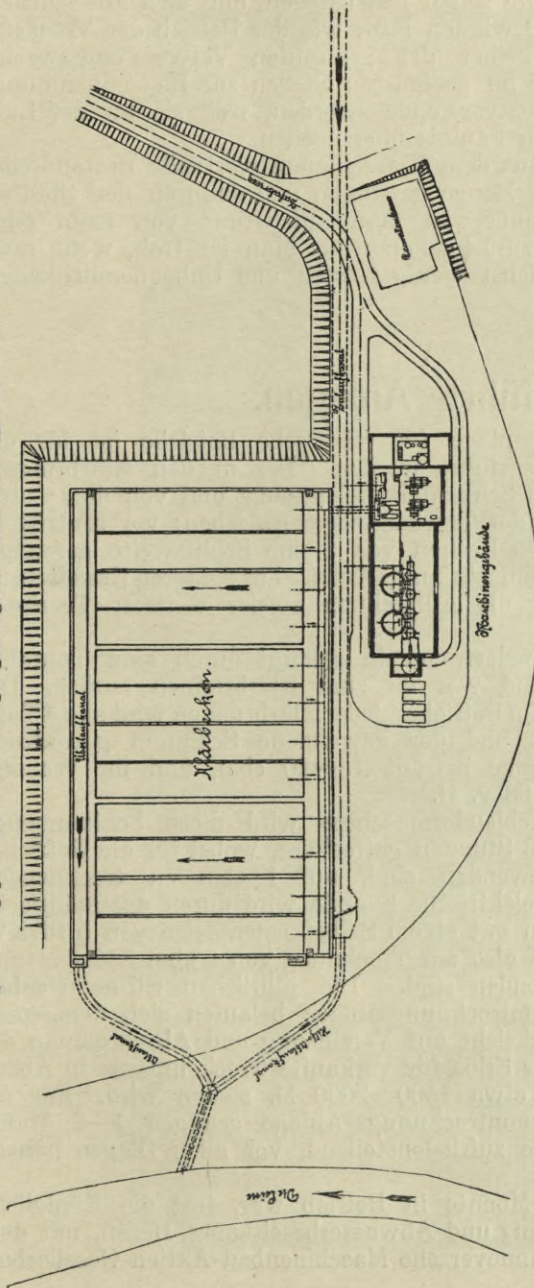
Fig. 21.

Zeit von 9 Sekunden wieder auf die Anfangskraft herabzusinken. Die gleiche Erscheinung wiederholt sich beim Eintritt des Rohschlammes in den Apparat kurz nach Öffnen des inneren Schiebers. Die Schlammmasse stürzt plötzlich mit großer Wucht in den Apparat hinein und erfordert zur ihrer Beschleunigung ebenfalls einen Mehraufwand von etwa 20 Amp. Je nach Fortschreiten der Entwässerung tritt aus dem Mittelrohr neues Rohmaterial in die Kammern nach, was ebenfalls beschleunigt werden muß. Nach etwa 30 Sekunden sind die Kammern nahezu voll gefüllt, so daß wenig Rohmaterial mehr nachströmt und von diesem Zeitpunkt an wieder die normale Kraft für den Betrieb des Apparates aufzuwenden ist.

Der Betrieb einer mit Schlamm-trocknung nach Schäfer-ter Meer ausgerüsteten städtischen Abwässerklärung wird vorteilhaft so eingerichtet, daß der Klärschlamm, bevor er in Fäulnis übergehen kann, aus den Klärvorrichtungen entfernt und getrocknet wird. Es wird dadurch vermieden, daß das abgehende geklärte Wasser in angefaultem Zustande in den Vorfluter fließt. Weiter wird vermieden, daß die Klär- und Trockenanlage die Nachbarschaft durch unangenehme Gerüche belästigt; sie kann also in der Nähe von bewohnten Gebäuden aufgestellt werden.

Erfahrungsgemäß fault bei den meisten Kläranlagen der Schlamm erst nach 2—3 tägigem Lagern. Er muß also vor diesem Zeitpunkt getrocknet werden.

Fig. 22. Lageplan der Wasserreinigungsanlage in Hannover. Maßstab 1 : 1500.



Die Schlamm-trocknungs-Anlagen gestalten sich einfach (siehe Fig. 19). Im Maschinen-hause sind, je für zwei Trockner gemeinsam und über ihnen stehend, Behälter zur Aufnahme des Rohschlammes angeordnet. Dieser wird aus den Klärbecken oder Klärbrunnen mit Hilfe von Vakuump- oder Druckkesseln oder von Pumpen in die Behälter befördert und darin durch Rührwerke in ständiger Bewegung gehalten, damit den Trommeln stets möglichst gleichförmiger Stoff zugeführt wird. Die ausgeschleuderte Trockenmasse fällt unten aus dem Trockner heraus, und zwar bei größeren Anlagen auf ein Förderband, das unter sämtlichen Trocknern herläuft und die Trockenmasse nach einem Aufzug schafft, bei kleineren Anlagen mit nur einem oder zwei Trocknern wohl auch unmittelbar in Wagen, die unter den Trocknern aufgestellt sind.

Was die weitere Verwendung des getrockneten Schlammes anbelangt, so wird er von der Landwirtschaft als gutes Düngemittel betrachtet und findet willige Abnehmer. Bei Städten, wo die Landwirtschaft kein Interesse für Abnahme des Trockenschlammes zeigt, ist in Aussicht genommen, ihn zu verbrennen oder zu vergasen. Nach Versuchen läßt sich die Trockenmasse gut in Müllöfen mit verbrennen, wobei der nicht zu hohe Heizwert des Stoffes insofern vorteilhaft sein soll, als Sintererscheinungen in den Öfen nicht auftreten.

Versuche in Frankfurt a. M., die auf ein Vergasen abzielten, ergaben eine Ausbeute von rund 20 cbm Gas auf 100 kg Trockenmasse mit einem Heizwert von 3800—4250 WE cbm.

Einerlei, ob man die Trockenmasse durch Verbrennung oder durch Vergasung beseitigt, so viel scheint heute schon festzustehen, daß sich aus solchen Anlagen wenigstens so viel Arbeit gewinnen läßt, wie der Betrieb der Trockenanlage verlangt. An Orten, wo keiner der genannten Verwendungszwecke möglich ist, kann die Trockenmasse an geeigneten Stellen zur Bodenausfüllung, in ausgeschachteten Kiesgruben usw. verwendet werden, weil sie an der Luft rasch weiter trocknet, ohne dabei in Fäulnis überzugehen.

Von der Meinung, daß man aus dem Klärschlamm wertvolle Bestandteile, vor allen Dingen Fette, in größerer Menge gewinnen und dadurch den Städten erhebliche Einnahmen zuführen könne, ist man auf Grund von mehr oder weniger kostspieligen Erfahrungen zurückgekommen. Man ist froh, wenn man sich des lästigen Stoffes mit möglichst wenig Kosten und Unbequemlichkeiten entledigen kann.

7. Ausgeführte Anlagen.

Die erste Schlammtrocknungsanlage für städtische Betriebe ist für die Kläranlage der Stadt Harburg ausgeführt worden. Der in den Klärbrunnen gewonnene Schlamm wird in einem Schlammkessel gesaugt und von dort durch Druckluft in den Schlammbehälter der Trockenanlage getrieben; vor Eintritt in diesen Behälter wird er durch einen Rechen von 8 mm Schlitzweite gereinigt. Die Anlage ist mit zwei Schleudertrommeln ausgerüstet. Zur späteren Erweiterung ist im Maschinenhause Raum für die Aufstellung zweier weiterer Trockenvorrichtungen vorhanden.

Das Abwasser aus den Schleudertrommeln gelangt durch eine Tonrohrleitung zum Hauptsammelkanal und von da zum Klärbrunnen zurück. Die Anlage ist seit Ende des Jahres 1907 im Betriebe. Jeder Klärbrunnen wird alle 4 Tage ausgeschaltet, abgelassen, entleert und der gewonnene Schlamm getrocknet. Die täglich verarbeitete Schlammmenge beträgt 15—20 cbm, und ihr Wassergehalt schwankt zwischen 95 und 88 v. H.

Beim Arbeiten mit einer Schleudermaschine wird diese Schlammmenge während einer Betriebszeit von 7—8 Stunden getrocknet, wobei für die Betriebsarbeit insgesamt 100 KW aufzuwenden sind, auf 1 cbm zu trocknenden Schlammes also $6\frac{2}{3}$ —5 KW. Die elektrische Energie wird durch das städtische Elektrizitätswerk geliefert und kann mit einem Selbstkostenpreise von 5 Pf./KW in Ansatz gebracht werden, so daß also zur Trocknung von 1 cbm Klärschlamm 25—33 Pf. Energiekosten aufzuwenden sind. Die jährlichen Stromausgaben der Stadt Harburg für die Schlammtrocknungsanlage belaufen sich demgemäß auf etwa 4000—5000 M. ohne Rücksicht auf Verzinsung und Abschreibung der Anlage. Von dieser Summe ist der Erlös für verkaufte Trockenmasse in Abzug zu bringen, der sich jährlich auf etwa 1500—2000 M. stellen wird. Für die Bedienung der eigentlichen Schlammtrocknungs-Anlage genügen 1—2 Mann. Die Anlage arbeitet in jeder Weise zufriedenstellend, vor allen Dingen nahezu geruchlos.

Nachdem die Anlage einige Monate in Betrieb war, trat die Königliche Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, Berlin, mit dem Wunsche an die Stadt bzw. die Hannoversche Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft

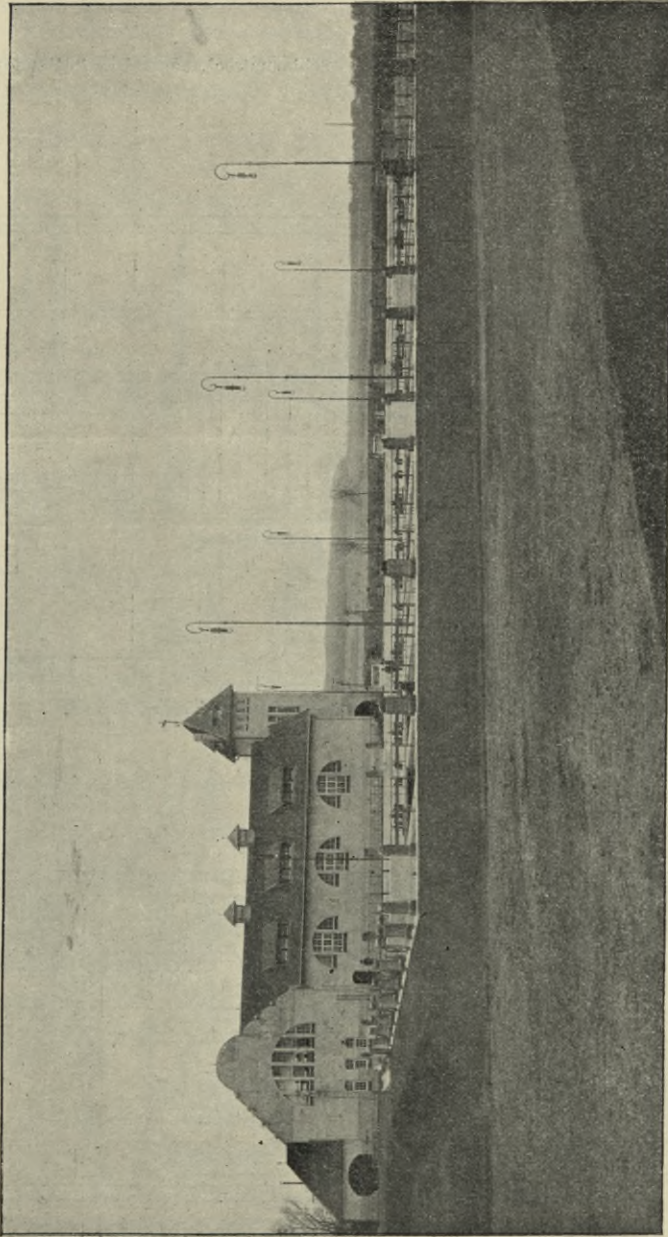


Fig. 23. Schlamm-trocknungsanlage für die Stadt Hannover

vorm. Georg Egestorff heran, die ausgeführte Anlage durch Versuche prüfen zu lassen. Ueber diese Prüfung liegt von den wissenschaftlichen Mitgliedern der Anstalt, den Herren Bauinspektor Reichle und Prof. Dr. Thiesing, ein Bericht vor, welcher im Heft 10 der „Mitteilungen aus der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, Berlin, Jahrgang 1908“, erschienen ist.

Diese Veröffentlichungen sind im Anhang zum Teil wiedergegeben.

Eine weitere Schlamm-trocknungsanlage für die Stadt Hannover ist Anfang Mai 1908 in Betrieb gekommen. (Fig. 22—26).

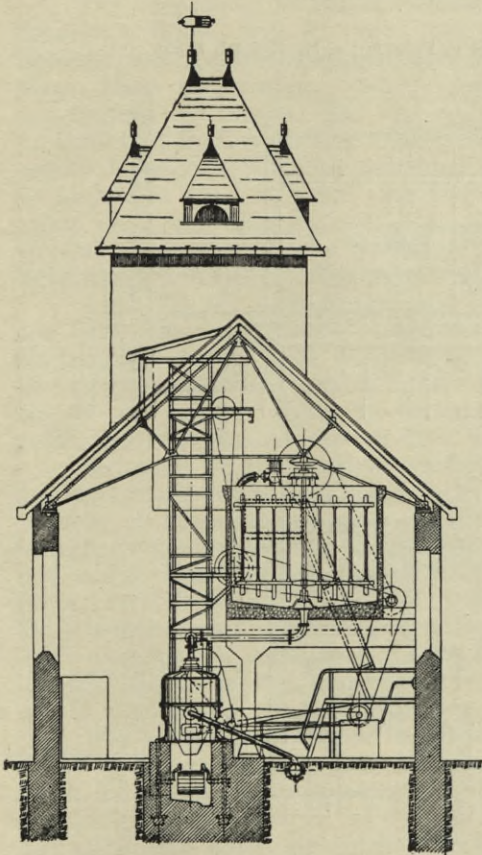


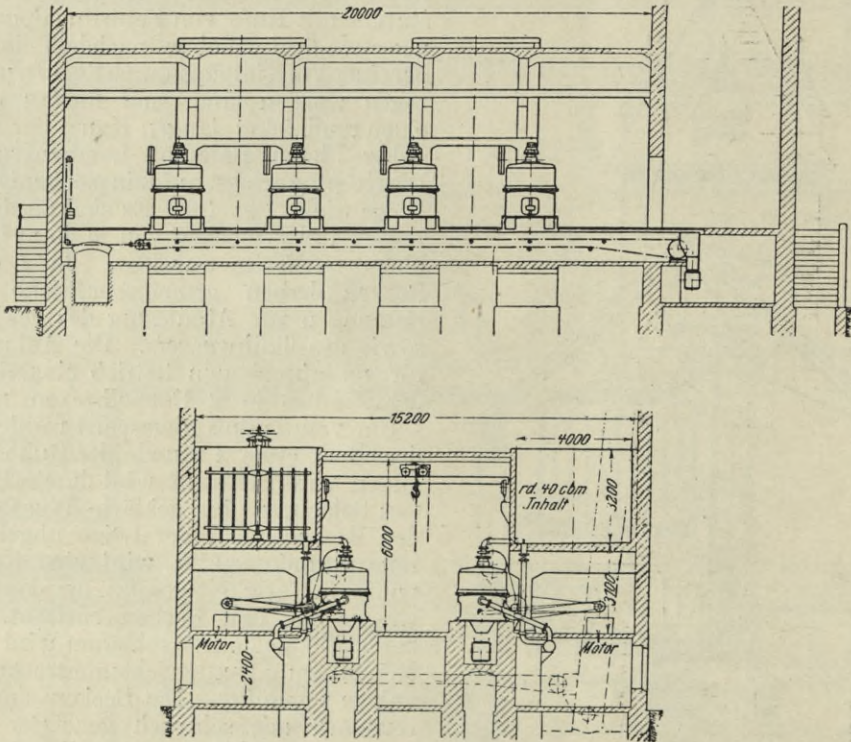
Fig. 26.

Die Kanalisation dieser Stadt ist nach dem Schwemmsystem gebaut. Die Abwässer werden durch eine an der Königswortherstraße gelegene Pumpstation mit Hilfe von Zentrifugalpumpen um etwa 3 m gehoben, nachdem sie vorher einer Vorreinigung durch Rechen unterzogen worden sind, und fließen durch einen rund 5 km langen Kanal der Kläranlage beim Bahnhof Leinhausen zu. Die Klärung erfolgt auf rein mechanischem Wege (siehe Fig. 19). Es sind zu diesem Zweck 12 Klärbecken von je 45 m Länge und 8 m Breite angelegt. Je 2 dieser Becken haben gemeinschaftliche Vorrichtungen zur Abführung des geklärten sowie des Trübwassers. Die Anlage ist für unterbrochenen Betrieb eingerichtet, derart, daß je 2 Doppelbecken nachts 1 Uhr vom Zufluß abgesperrt werden und der Inhalt etwa 1 Stunde der Ruhe überlassen wird. Hierauf wird durch Oeffnen von Schiebern das geklärte Wasser aus den Becken nach der Leine abgelassen. Eine Stunde später wird eine Kreiselpumpe in Tätigkeit gesetzt, die das Trübwasser aus den Becken entfernt. Der zurückbleibende Klärschlamm wird durch Membranpumpen der Schlamm-trocknungsanlage zugeführt. Die Becken sind, wie erwähnt, mit schwach geneigter Sohle versehen. Schlammreste, die sich auf dieser Sohle festsetzen, werden durch die Beckenwärter mit Hilfe von Gummischabern in den Schlammsumpf gedrückt. Die beschriebenen Arbeiten sind bis etwa 6 Uhr morgens erledigt. Die gereinigten Becken werden dann aus dem Abflußkanal für das gereinigte Wasser wieder angefüllt und können etwa um 9 Uhr morgens den Betrieb wieder übernehmen. Infolge dieser Betriebseinrichtung wird der Schlamm innerhalb dreier Tage verarbeitet, so daß kein Faulen eintritt.

Die tägliche Schlammmenge beträgt etwa 100–130 cbm. Die vier Schleudertrommeln trocknen diese Masse in etwa 8–10 Stunden. Die aus den Trommeln kommende Trockenmasse wird durch Förderband und Becherwerk in einen Vorratbehälter geschafft, von wo aus sie abgefahren wird. Sie findet zur Auffüllung von niedrig gelegenen Gelände Verwendung. Die gesamte Kläranlage wird durch einen 75 pferdigen Sauggasmotor angetrieben; ein zweiter Motor ist zur Reserve vorhanden.

Eine weitere Schlamm-trocknungsanlage für die Stadt Frankfurt a. M. kam im Oktober 1909 in Betrieb (Fig. 27 und 28), sie ist für die Aufstellung von

Fig. 27 und 28. Schlamm-trocknungsanlage in Frankfurt a. M. Maßstab 1 : 250.



8 Schleudermaschinen gebaut, zunächst mit 6 Maschinen ausgerüstet und mit elektrischem Einzelantrieb ausgeführt. Die täglich zu trocknende Schlammmenge beträgt etwa 250–300 cbm. Die Trockenmasse wird im Müllverbrennungs-Ofen mit verbrannt.

8. Schlußwort.

Die Bedeutung der Schleudermaschine Bauart Schäfer-ter Meer liegt meines Erachtens darin, daß es durch sie möglich ist, in einfachem fabrikmäßigem Betriebe mit Aufwendung geringer Anlage- und Betriebskosten der Schlammplage Herr zu werden, indem man den Schlamm einmal räumlich auf den fünften bis zehnten Teil und zugleich in eine Form bringt, in der er leicht zu befördern und weiter zu verarbeiten ist. Da er in dieser Form erfahrungsgemäß beinahe vollständig geruchlos ist und leicht weiter trocknet, ohne weiter zu faulen, so kann er, wenn man von einer der oben geschilderten Verwendungsarten ganz und gar absieht, ohne Nachteil an geeigneten Stellen angehäuft werden. **Die eigentliche Schlammplage dürfte durch Einführung dieser Schlamm-trocknungsanlagen beseitigt sein.**

Auch für die biologischen und Berieselungs-Verfahren ist die Möglichkeit, den Schlamm auf einfache mechanische Art und ohne große Aufwendung von Kosten für Anlage und Betrieb zu trocknen, von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Erfahrungsgemäß ist die reinigende Wirkung dieser Anlagen um so länger auf größter Höhe zu halten, je weniger sie durch die ungelöst mitgeführten Teile des Abwassers dem Verschlammen ausgesetzt sind.

So ist z. B. beim Berieselungsverfahren die größte Menge des Aufschlagwassers, das in 24 Stunden auf 1 qm Bodenfläche gebracht werden darf, ohne die Reinigungswirkung zu beeinträchtigen, im günstigsten Falle etwa 500 bis 1000 Liter. Durch Vorschaltung einer kleinen, billig herzustellenden Kläranlage mit kurzen Klärbecken und hoher Durchtrittsgeschwindigkeit des Wassers kann man die ungelösten Bestandteile leicht zur Hälfte abscheiden, bevor das Wasser auf die eigentlichen Berieselungsflächen kommt. Die abgeschiedenen Mengen werden durch die Schleuderapparate getrocknet. Durch dieses einfache Mittel würde die vorhandene Rieselfeldfläche zur Aufnahme einer doppelt so hohen Aufschlagmenge ausreichen, wie in dem Falle, wo eine Vorreinigung nicht eingeschaltet wird.

Wie eingangs erwähnt, begnügen sich die an großen Flüssen gelegenen Städte gegenwärtig mit einer ganz oberflächlichen Reinigung ihrer Abwässer, durch die günstigstenfalls etwa 10—15 v. H. der festen Stoffe zurückgehalten, die übrigen 90—85 v. H. aber dem Vorfluter überantwortet werden. Ob die Annahme, daß durch ein solches Verfahren infolge der großen Verdünnung der Abwässer dem Flusse und seinen Anwohnern auf die Dauer keinerlei Schaden zugefügt werde, richtig ist, möchte ich bezweifeln. Das Abwasser wird stets an der gleichen Stelle des Flußlaufes eingeführt; eine der theoretisch berechneten Zahl entsprechende praktische Verdünnung des Abwassers wird nicht sofort eintreten, sondern der Abwasserstrom wird sich gesondert vom übrigen Wasser auf lange Strecken ohne nennenswerte Verdünnung fortbewegen, ehe er sich nach und nach mit ihm vermischt, genau so, wie man dies beim

Zusammenfluß zweier Wasserläufe von verschiedener Färbung so häufig beobachten kann. Es ist also gar nicht ausgeschlossen, daß sich an ruhigen Stellen eines solchen Flußlaufes weit ausgedehnte Schlammbanken bilden, die nach und nach eine Verseuchung des ganzen Flußlaufes hervorrufen können.

Man braucht sich nur eine Vorstellung davon zu machen, um welche Mengen von Schlamm es sich handelt, um zu erkennen, daß diese Gefahr auch für den größten Flußlauf vorliegt, um so mehr, als er ja auf seiner ganzen Länge in geringen Abständen mit kleineren oder größeren Städten besetzt ist, die ihn alle mit ihrem Abwasser beglücken.

Wir haben oben gesehen, daß eine Stadt in der Größe Hannovers mindestens eine tägliche Menge von 100–130 cbm dünnflüssigen Schlammes erzeugt. Der Tag für Tag erfolgenden Zufuhr solcher Mengen von Unrat ist auf die Dauer auch der größte Strom nicht gewachsen. Man konnte diesem Uebelstande bislang nicht steuern, weil auf die Frage: Was soll mit den gewaltigen Schlammengen geschehen? eine Antwort fehlte. Jetzt glaube ich, daß man das Mittel in der Hand hat, der Forderung der Allgemeinheit nach größerer Reinhaltung unserer Flüsse zu entsprechen, ohne dadurch die einzelnen Gemeinwesen in ungebührlichem Maße finanziell zu belasten.

9. Anhang.

Versuche

mit dem

Schlamm Schleuderapparat Schäfer-ter Meer
(D. R. P.)

in der

Schlamm Schleuderanlage in Harburg a. E.

Von

Bauinspektor REICHLE und Prof. Dr. THIESING,

Wissenschaftlichen Mitgliedern der Königlichen Prüfungsanstalt
für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung zu Berlin.

(Abdruck aus: „Mitteilungen aus der Königlichen Prüfungsanstalt für
Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung zu Berlin.“ — Heft 10.)

Veranlassung.

Einem Wunsche der Königlichen Prüfungsanstalt, die Schlamm Schleuderung an einer ausgeführten Anlage durch Versuche zu prüfen, kam die Direktion der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft in bereitwilligster Weise entgegen. In Betracht kam zunächst nur die Anlage in Harburg, bei welcher man zur Zeit der Versuche voraussetzen durfte, daß in dem neuartigen Betrieb bereits eine gewisse Gleichmäßigkeit eingetreten sei.

Nachdem auch die Stadt Harburg in entgegenkommender Weise ihre Einwilligung erteilt hatte, wurden die Versuche in der Zeit vom 17. bis 24. Februar d. J. von uns ausgeführt. Um die konstruktiven Details der Apparate vor Inangriffnahme der Versuche studieren zu können, wurde am 15. Februar zunächst eine Besichtigung der Fabrikation der Apparate in den Werken der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft in Hannover-Linden vorgenommen.

Kanalisations- und Kläranlage in Harburg.

Am 17. Februar wurden die nötigen Vorerhebungen zur Orientierung über die Art des entfallenden Schlammes und die Anordnung der Versuche in Harburg gemacht. Die nötigen Auskünfte wurden von den Herren Stadtbaurat Hohmann, Stadtbaumeister Rumbler und Bauassistenten Hansen bereitwilligst erteilt.

Die Entwässerung der Stadt Harburg erfolgt nach dem reinen Trennsystem. Das ganze Stadtgebiet zerfällt in 5 Entwässerungsgebiete (I—V); die Wasser

aus dem Gebiet I müssen künstlich nach dem System II gehoben werden. Im übrigen ist überall Abfluß mit freiem Gefälle nach der Kläranlage vorhanden. Hinsichtlich der allgemeinen Entwässerung und Vorflutverhältnisse von Harburg verweisen wir auf das Gutachten der Königlichen wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen ¹⁾.

Von den zahlreichen gewerblichen Anlagen gelangen nur aus einzelnen gewerbliche Abwässer in die Kanalisation, so von den Lederfabriken Petersen (Gebiet V) und Wilkens (Gebiet II), von den Gummifabriken Rost & Co. (Gebiet I) und der Guttaperchawarenfabrik Renk & Brocks (Gebiet III), von den Fischmarinier- und Räucherei-Anstalten (Gebiet I) und den Oelfabriken (Gebiet IV). Die übrigen industriellen Anlagen senden nur ihre Klosett wässer in die Kanalisation, während ihre Fabrikationsabwässer nach teilweiser Behandlung auf den Grundstücken direkt in die Vorflutkanäle gelangen.

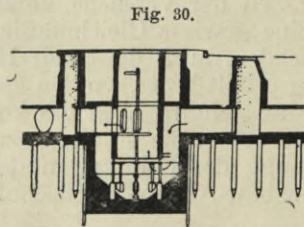
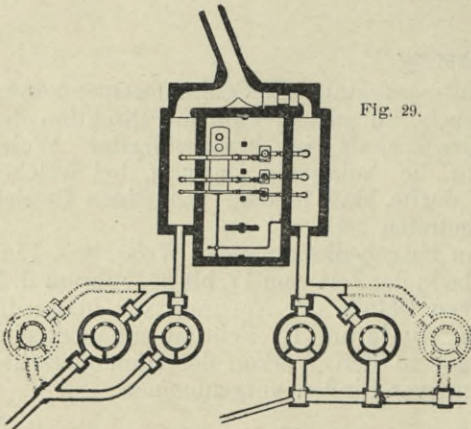
Abwassermenge.

Die Einwohnerzahl Harburgs beträgt zurzeit 56 000, der Wasserverbrauch im Maximum 6500 cbm, im Minimum 2200 cbm. Die vorgenannten gewerblichen Abwässer, die der Kanalisation zufließen, belaufen sich angeblich auf 600—700 cbm pro Tag. Zur Zeit der Versuche betrug die tägliche Abwassermenge nach Mitteilung 3000—4000 cbm, eine direkte Messung der Abwassermengen war nicht möglich.

Die Kläranlage.

Die Kläranlage von Harburg umfaßt zurzeit (siehe Fig. 29 und 30) 4 Klärbrunnen von 4,5 m Wassertiefe (bei Ebbe). In die Brunnen I und II gelangen die Abwässer aus den Gebieten I, II und V, in die Brunnen III und IV die Abwässer aus den Sammelgebieten III und IV ²⁾.

Namentlich die Abwässer aus den erstgenannten Gebieten enthalten industrielle Abwässer in erheblicher Menge beigemischt.



Aus den Brunnen gelangen die Abwässer in zwei langgestreckte Pumpenkammern. Bei höheren Wasserständen wird die eine Kammer gegen die

¹⁾ Gutachten der Königlichen wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen betreffend die Kanalisation der Stadt Harburg a. E. Referenten Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Rubner, Geh. Ober-Med.-Rat Prof. Dr. Schmidtman. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen III. Folge XXIV, 1.

²⁾ Die Brunnen Nr. I und II sind die rechtsliegenden, diejenigen Nr. III und IV die linksliegenden der Fig. 29.

Vorflut abgeschlossen; die Abwässer werden alsdann durch elektrisch angetriebene Zentrifugalpumpen in die zweite Kammer gehoben, von wo sie jederzeit freien Abfluß haben. Die mechanisch gereinigten Abwässer gelangen durch den Ablaufkanal in die Süder-Elbe, wo sie bereits an der Einleitungsstelle für das Auge unsichtbar werden.

Für die Schlamm Entfernung aus den Brunnen, die einzeln ausschaltbar sind, dient ein Saug- und Druckkessel von 22 cbm Inhalt, von welchem aus der Schlamm in den Rührbehälter der Schlamm Schleudernanlage gedrückt wird. In den Schächten vor den eigentlichen Absitzbrunnen befinden sich Grobrechen, die zur Zeit der Versuche außer Betrieb waren. Um keine groben Schwimm- und Sinkstoffe in den Rührbehälter und von da in die Schleudernapparate gelangen zu lassen, war zur Zeit der Versuche vor dem Einlauf in den Rührbehälter ein provisorischer, von Hand zu bedienender Grobrechen von 1,5 cm Stabweite angeordnet.

Die Schlamm Schleudernanlage.

Der Rührbehälter hat nach der uns überlassenen Ausführungszeichnung bis zu den Einlaßschiebern in die Apparate einen Inhalt von 15,868 cbm abzüglich der Rührvorrichtung.

Die eigentliche Schlamm Schleudernanlage umfaßt zwei Schleudernmaschinen der neuesten Konstruktion, eine Preßölpumpenvorrichtung, ein Schlammtransportband unter den Schlammapparaten und einen Schlammelevator, durch welchen der Schlamm in die außerhalb des Gebäudes hoch angebrachte Schüttrinne gehoben wird, um von letzterer aus den Schlamm direkt in die Abfuhrwagen befördern zu können. Der Antrieb der Gesamtanlage erfolgt durch einen Elektromotor, welcher von dem städtischen elektrischen Leitungsnetz gespeist wird. Die Gruppierung der Schleudernmaschinen zum Rührbehälter usw. ist aus Fig. 16 ersichtlich.

Befund der Apparate während der Versuchsbetriebe.

Eine Störung im Schleudernbetrieb ist während der gesamten Versuchszeit vom 17. bis 23. Februar d. J. nicht eingetreten; übrigens handelt es sich auch um sehr kräftig gebaute Maschinen, die bei regeltem Betrieb außer der Inangsetzung, der zeitweisen Schmierung und einer zeitweiligen Reinigung fast keinerlei Wartung bedürfen.

An einem Versuchstage (21. Februar) war durch ein Versehen des Klärwärters beim Antrieb der Schleudernapparate vergessen worden, die Ölprespumpe ebenfalls in Gang zu setzen, was zur Folge hatte, daß bei der ersten Entladung die Steuerung außer Tätigkeit blieb und Rohschlamm durch die Schleudernapparate abfloß. Es wird sich empfehlen, die Ölprespumpe mit den Schleudernapparaten mit Hilfe der Transmission derart zu verbinden, daß bei der Inangsetzung der Schleudernapparate in jedem Fall selbsttätig auch der Antrieb der Ölpumpe erfolgt. Im übrigen funktionierte die Preßölsteuerung sicher.

Trotzdem während der Versuchstage die Abfangung größerer Schwimm- und Sinkstoffe vor dem Rührbehälter nur in provisorischer und primitiver Weise durch einen von Hand zu bedienenden Grobrechen erfolgte, trat in der Steuerung der Ringschieber keinerlei Störung ein. Dabei hatten, wie die Besichtigung des geschleuderten Schlammes ergab, bisweilen Lappen usw. von beträchtlicher Größe die Schleudernzellen passiert.

Es ist für einen gesicherten Dauerbetrieb im übrigen notwendig und zweckmäßig, wie die Erbauerin der Apparate auch empfiehlt, eine Abfangung der Schwimm- und Sinkstoffe durch einen Rechen von nicht über 1 cm Stabweite zu bewerkstelligen (am einfachsten vor oder innerhalb der Sedimentieranlage).

Ferner wäre zu empfehlen, für die kurzen Entwässerungsröhre bzw. deren Durchführung durch das Mantelgehäuse eine etwas größere Durchgangsweite zu wählen, damit an diesen Stellen keine Verstopfungen eintreten können.

Ein wichtiger Punkt bei Schleuderapparaten ist der Verschleiß der Apparate. Infolge der erwähnten Preßöl-Steueranlage beschränkt sich der Verschleiß hauptsächlich auf die Wände der Schleuderzellen. Da die eine Längswand der Zellen aus leicht auswechselbaren kleinen Siebblechen besteht und die übrigen Zellwände aus entsprechend kräftigem und widerstandsfähigem Material hergestellt sind, erscheint uns die Gefahr eines zu raschen Verschleißes bei den vorliegenden Apparaten nicht vorzuliegen.

Von dem Kraftverbrauch zum Antrieb der Maschinen usw. wird weiter unten die Rede sein.

Anordnung der Versuche.

Der Umstand, daß jeder der vier Klärbrunnen einzeln ausschaltbar ist, konnte für die Versuche benutzt werden, um Schlamm von verschiedener Beschaffenheit und verschiedenem Alter zu erhalten, und zwar ergab der aus Spalte 3 der Tabelle Anlage 1 ersichtliche Turnus Schlamm von einem Alter von 1—6 Tagen. Die Versuche an den ersten 5 Tagen wurden bei normalem Schleuderbetrieb angestellt. Der 6. Versuchstag diente zur Vornahme von Spezialversuchen. Im folgenden sind deshalb die einzelnen Durchschnittswerte nur aus den Ergebnissen der ersten 5 Versuchstage ermittelt.

Zusammensetzung der Harburger Gesamtabwässer.

Von den obenerwähnten verschiedenen Abwässern, den mehr häuslichen aus Brunnen III und IV und den mehr mit industriellen Abwässern vermischten Schmutzwässern aus Brunnen I und II, wurden an jedem Versuchstage, etwa stündlich, Durchschnittsproben aus dem jeweils im Betrieb befindlichen Brunnen der beiden Gruppen geschöpft und nach erfolgter Vorprüfung zur ausführlichen Untersuchung nach Berlin in das Laboratorium gesandt.

Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung (siehe Tabelle Anlage 2 und 3) ist über die Zusammensetzung der Harburger Abwässer das Folgende zu sagen:

Beschaffenheit der Abwässer aus Brunnen III und IV.

Die aus den Brunnen III und IV, welchen vorwiegend Hausabwässer zufließen, stammenden Proben waren außerordentlich reich an gelösten organischen Stoffen. Diese hohe Konzentration zeigen fast sämtliche Analysenbefunde. Der Permanganatverbrauch schwankte zwischen 550 und 815, der Gesamtstickstoff zwischen 91 und 212 mg im Liter. Das Vorhandensein fast des gesamten Stickstoffes in Form von Ammoniak und das teilweise Auftreten von Schwefelwasserstoff läßt erkennen, daß die in den untersuchten Proben enthaltenen fäulnisfähigen Stoffe im Abbau begriffen und schon zum Teil abgebaut waren.

Beschaffenheit der Abwässer aus Brunnen I und II.

Die Abwässer aus den Brunnen I und II, welche, wie erwähnt, eine erheblich größere Zumischung von industriellen Abwässern erfahren als die übrigen Brunnen, zeigen nach den Untersuchungsbefunden der geschöpften Proben keine ganz so hohe Konzentration wie die obenerwähnten fast nur häuslichen Abwässer aus Brunnen III und IV.

Der Permanganatverbrauch betrug bei diesen Proben 411—682, der Gesamtstickstoff, der auch wieder hauptsächlich in Form von Ammoniak auftritt, 64 bis 88 mg im Liter. Die Abwässer aus Brunnen I und III rochen zuweilen stark nach Lauge aus Wäschereien, bisweilen trat auch eine Grünfärbung der Abwässer ein bei stark alkalischer Reaktion.

Bei 10tägiger Aufbewahrung der Proben in geschlossenen, vollständig gefüllten, bei 22° C unter Lichtabschluß gehaltenen Flaschen zeigten beide Arten von Abwässern das gleiche Verhalten: sie entwickelten reichlich Schwefelwasserstoff, der auch nach Ablauf der 10tägigen Aufbewahrung noch in grösseren Mengen nachweisbar war.

Bezüglich der ungelösten Stoffe weisen beide Arten von Abwässern, abgesehen von einer Probe (Mo. 210) eine mittlere Konzentration auf. Es besteht also in den Abwässern ein gewisser Gegensatz zwischen dem Gehalt an gelösten und demjenigen an ungelösten Bestandteilen. Während die gelösten Stoffe, wie oben nachgewiesen wurde, in recht beträchtlichen Mengen vorhanden sind, überschreitet die Menge der ungelösten diejenige von Abwässern mittlerer Konzentration nicht.

Im großen und ganzen lassen sich mit Rücksicht auf die normalen Mengen der ungelösten Stoffe die Abwässer der Harburger Anlage, wie sie derselben während der Versuche zufließen, häuslichen Abwässern mittlerer Konzentration ungefähr gleichstellen.

Die Menge und Beschaffenheit des Rohschlammes.

Die Menge des Rohschlammes wurde jeweils vor Beginn der Versuche durch Messung der Füllungshöhen des Rührbehälters bestimmt. Sie ist aus Spalte 5 der Tabelle Anlage 1 ersichtlich. Der angefallene Schlamm war bei einer Sedimentationsdauer des Abwassers von $\frac{1}{2}$ —1 Stunde gewonnen worden.

Die Proben, jeweils etwa 4—5 l, für die Untersuchung des Rohschlammes, wurden aus dem Rührbehälter entnommen, nachdem der Inhalt desselben vor Beginn der Versuche genügend lange mit dem Rührwerk durchmischt worden war. Die Feststellungen der äußeren Beschaffenheit (Farbe, Geruch), Temperatur usw. wurden, wie bei den Abwässerproben, gleich am Ort der Entnahme gemacht. Die weiteren Untersuchungen erfolgten in den Laboratorien der Anstalt in Berlin.

Die Rohschlammproben wiesen bei der Entnahme einen leicht fauligen Geruch auf. Das spezifische Gewicht des Schlammes (siehe Spalte 6 der Tabelle) wurde im Laboratorium ermittelt und betrug 1,012—1,025, im Mittel 1,019.

Der Wassergehalt (siehe Spalte 9 der Tabelle) schwankte zwischen 91,2 und 96,0 Gew.-Proz. Auffallend ist, daß gerade der nur einen Tag alte Schlamm aus Brunnen I vom 20. Februar den geringsten Wassergehalt (91,2 Gew.-Proz.) aufwies. Eigentlich war zu erwarten, daß eher der

mehrere Tage alte Schlamm den geringeren Wassergehalt zeigen würde. Andererseits ist zu bemerken, daß es kaum möglich ist, den Schlamm aus den Brunnen so anzusaugen, daß nicht Schlammtrichter durchbrechen und frischerer Schlamm und Schmutzwasser mit in den Schlammkessel gelangen.

Zusammensetzung des Rohschlammes.

Die durchschnittliche Zusammensetzung des Rohschlammes betrug 92,2 Gew.-Proz. Wasser und 7,8 Gew.-Proz. Trockensubstanz.

Die Trockensubstanz enthielt durchschnittlich 21,9 Gew.-Proz. mineralische Bestandteile; hervorzuheben ist hier, daß die Menge des in ihr enthaltenen Fetts durchschnittlich 14,2 Gew.-Proz. betrug.

Der Schlamm zeigte bei beiden Brunnengruppen ähnliche Zusammensetzung; ein deutlicher Einfluß des größeren Zuflusses industrieller Abwässer zur Brunnengruppe I und II war nicht zu erkennen.

Sämtliche bei 22° C unter Lichtabschluß aufbewahrten Rohschlammproben faulten bei Aufbewahrung in offener Flasche nach 10 Tagen.

In biologisch-mikroskopischer Hinsicht machte sich im allgemeinen die größere Beimischung industrieller Abwässer zu den Abwässern in Brunnen I und II durch stärkeres Hervortreten von Textil- und Lederfasern, Säugetierhaaren in Bündeln sowie insbesondere von Fischschuppen aus den Marinier- und Räucherei-Anstalten geltend, während umgekehrt bei den mehr häuslichen Abwässern der Brunnen III und IV die hierfür charakteristischen Stoffe: Kaffeegrund, Papierfasern, Muskelreste, Streichholzstückchen, Waschblau usw. vorherrschten.

Leistungsfähigkeit der Schleuderapparate.

Die Leistungsfähigkeit der Apparate betrug nach den Versuchen (siehe Spalte 7 der Tabelle Anlage 1) 1,36–1,86, durchschnittlich 1,58 cbm Rohschlamm pro Apparat und Stunde.

Die Anzahl der Schleuderungs- bzw. Entleerungsperioden konnte bei den Versuchen durch Zählwerke an den Apparaten abgelesen werden (siehe Spalte 29), die Rohschlammmenge pro Ladung betrug 75–123 l (siehe Spalte 30). Bei den Spezialversuchen betrug sie sogar 185 l, was auf die bei den Versuchen angewandten erheblich verlängerten Schleuderperioden zurückzuführen ist.

Zur Vergrößerung der Leistungsfähigkeit beabsichtigt die genannte Firma eine Vergrößerung des Fassungsraumes der einzelnen Schleuderzellen von 18 auf 25 cbdm.

Nach Mitteilung des Direktors ter Meer betrug bei den Versuchen in Frankfurt a. M. die stündliche Leistung pro Apparat durchschnittlich 3,1 cbm bei einem Rohschlamm von durchschnittlich 8,6 bis 9% Trockensubstanz. Der Wassergehalt des geschleuderten Schlammes soll hierbei 62–67,5% und der Schleudereffekt (s. u.) 42–47% im Mittel betragen haben. Da man bei diesen Versuchen mit 2½ Minuten-Perioden angeblich ausgekommen ist, so mußte sich schon aus diesem Grunde dort eine um ca. ⅓ größere quantitative Leistung in bezug auf Rohschlamm ergeben. Im übrigen hängt, wie erwähnt, die quantitative und qualitative Leistungsfähigkeit der Apparate ganz von der Beschaffenheit des jeweiligen Schlammes ab. Im allgemeinen hat sich auch

nach den Erfahrungen der Erbauerin der Apparate gezeigt, daß frischer Schlamm sich leichter schleudern läßt als alter Schlamm, daß aber bei beiden die Schleuderung zum Ziele führt.

Um die Schleuderung eines bestimmten Schlammes mit Erfolg durchführen zu können, ist ein bestimmter Gehalt an Stoffen notwendig, die spezifisch schwerer als Wasser sind. Die Firma bezeichnet diese Stoffe mit dem Ausdruck „Schlammträger“.

Bei einzelnen Schlammarten mit viel gelösten Stoffen (schleimige Beschaffenheit) erhält man bei der gewöhnlichen Dauer der Schleuderperiode von $2\frac{1}{2}$ Minuten noch nicht die günstigste Wasserabscheidung aus dem Schlamm. Außerlich merkt der Klärwärter dies schon daran, daß anstatt des Knalls beim Anprall des ausgeschleuderten Schlammes an die Gehäusewand mehr ein klatschendes Geräusch entsteht. Außerdem läßt sich aber auch die ungünstigere Wasserabscheidung durch Anblick und Befühlen des geschleuderten Schlammes ohne weiteres feststellen. In diesem Falle müssen die Perioden verlängert werden, und zwar die erste Periode, die Einlaufperiode. Bei den Versuchen genügte durchweg eine Verlängerung um 1 Minute, so daß die Gesamtdauer der Ladung und Ausschleuderung $3\frac{1}{2}$ Minuten betrug, welche Dauer nach Mitteilung des Direktors ter Meer auch bei früheren Versuchen in den meisten Fällen sich als ausreichend erwiesen hatte. Eine solche Periodenverlängerung ist während der Versuche wiederholt notwendig geworden, und zwar hauptsächlich dann, wenn der spezifisch leichtere Schlamm im oberen Teil des Rührbehälters zum Abfluß gelangte.

Die Menge und Beschaffenheit des geschleuderten Schlammes.

Die Ausbeute an geschleudertem Schlamm wurde bei den Versuchen jeweils durch Wägung des anfallenden Schlammes ermittelt (siehe Spalte 20 der Tabelle Anlage 1). Außerdem wurde das Volumen des frisch aufgeschütteten Schlammes wenigstens annähernd zu bestimmen gesucht, um Anhaltspunkte für die je nach dem Wassergehalt verschieden lockere Schichtung des Materials zu erhalten.

Die Ausbeute an geschleudertem Schlamm betrug (siehe Spalte 21) 101 bis 207 kg, durchschnittlich 175 kg pro cbm Rohschlamm.

Pro Stunde wurden von beiden Apparaten durchschnittlich zusammen 575 kg oder pro Apparat 287,5 kg geschleudertes Schlamm ausgeworfen.

Pro Entleerungsperiode (siehe Spalte 31) wurde durchschnittlich 15,2 kg Schlamm erhalten.

Die unter der Schüttrinne sich auftürmenden Haufen blieben mit sehr steilem Böschungswinkel stehen (siehe Fig. 31, geschleudertes Schlamm vom 20. Februar).

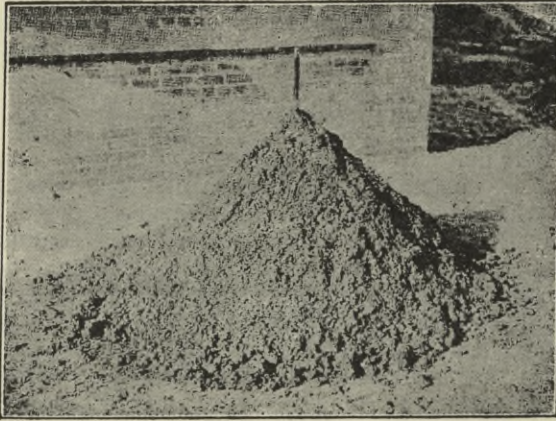
Physikalische Eigenschaften des geschleuderten Schlammes.

Außerlich war das geschleuderte Material ziemlich trocken und durchweg lose und krümelig. Da diese letztere Beschaffenheit für die weitere Verwendung, wie weiter unten noch näher ausgeführt werden wird, ein günstiges Moment darstellt, halten wir es im allgemeinen für unvorteilhaft, wie schon vorgeschlagen wurde, den losen Schlamm etwa in Brikkettform zu pressen.

Der natürlich geschichtete geschleuderte Schlamm wog pro Kubikmeter durchschnittlich 900 kg.

Während der Versuchstage, an welchen allerdings die Lufttemperatur niedrig war, erwies sich der geschleuderte Schlamm als fast geruchlos. Da derselbe jedoch noch fäulnisfähige Stoffe enthält, ist es an sich nicht ausgeschlossen,

Fig. 31.



daß speziell bei höherer Temperatur (Sonnenbestrahlung im Hochsommer) eine teilweise Fäulnis eintreten könnte. Doch scheint nach den weiter unten angegebenen Beobachtungen der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft die Gefahr einer damit verbundenen Geruchsbelästigung nicht groß zu sein.

Für die Untersuchung des geschleuderten Schlammes wurde während der Versuche bei beiden Apparaten nach je der Entleerungsperiode eine Schlammmenge von 3—5 kg vom Transportband entnommen und zu einer Tagesgesamtmischprobe zusammengestellt.

Von letzterer wurde alsdann die Durchschnittsprobe für die Untersuchung entnommen. Diese Durchschnittsproben wurden alsbald nach Beendigung jedes Versuches in Glasflaschen mit eingeschliffenen Stöpseln oder in hermetisch verschlossenen Blechbüchsen zur Untersuchung an die Anstalt gesandt. Die Untersuchung ergab einen Wassergehalt von 69,7—74,2 Gew.-Proz. bzw. 58 bis 67 Vol.-Proz. (siehe Spalte 14 und 15 der Tabelle).

Das spezifische Gewicht des Schlammes wurde bei der Untersuchung in der Anstalt meist gleichbleibend (wohl zufällig) zu 1,111 festgestellt; eine auffallende Ausnahme bildet das erheblich höhere spezifische Gewicht des geschleuderten Schlammes vom 21. Februar.

Der Schlamm trocknete an der Luft bei Zimmertemperatur im Laboratorium der Anstalt verhältnismäßig rasch weiter aus, wie die Trocknungskurve (Fig. 32) der Schlammprobe Nr. 224 vom 19. Februar ergab.

Chemische Zusammensetzung des geschleuderten Schlammes.

Der bei 100° C getrocknete Schlamm enthält nach der chemischen Untersuchung durchschnittlich 24,7 Gew.-Proz. mineralische Stoffe, ist also ebenfalls noch sehr reich an organischen Stoffen. Der durchschnittliche Gehalt an Fett betrug 8,5 Gew.-Proz.

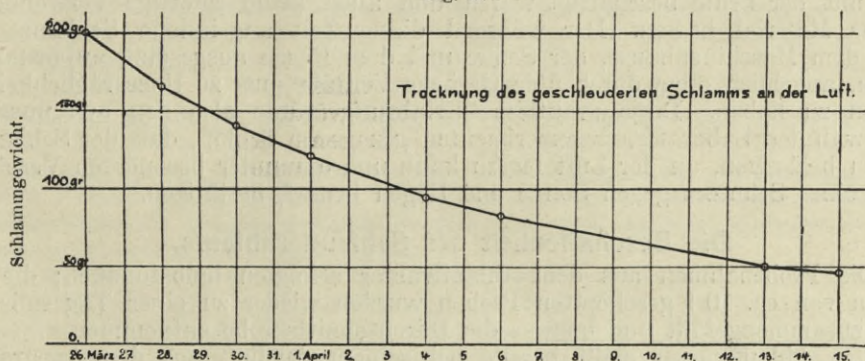
Beim Stehenlassen der Proben an der Luft in offener Flasche bei 22° C unter Lichtabschluß trat nach 10 Tagen keine Fäulnis ein, beim Aufbewahren in geschlossener Flasche dagegen in 3 Fällen, aber nur in den ersten Tagen

und in geringem Maße. Nach diesen Befunden würde man den geschleuderten Schlamm ohne Geruchsbelästigung einige Zeit an der Luft lagern lassen können und ev. nur im Hochsommer vor intensiver Sonnenbestrahlung durch Aufbewahrung unter Dach oder sonst im Schatten schützen müssen.

Da der Schlamm bereits in dem Zustande, wie er anfällt, sich zum Transport eignet, wird eine längere Aufbewahrung in der Kläranlage nicht notwendig.

In biologischer Hinsicht waren in dem geschleuderten Schlamm dieselben Bestandteile wie im Rohschlamm. Der bloße Anblick zeigte schon, daß der Schlamm an einzelnen Tagen eine erhebliche Menge großer Fischechuppen enthielt, die bei der Schüttung des Schlammes und bei Wind aufwirbelten.

Fig. 32.



Heizwert des geschleuderten Schlammes.

Der geringe Aschenrückstand von 18,5–31, durchschnittlich 24,7 Gew.-Proz. ließ von vornherein vermuten, daß es sich um ein brennbares Material handelt, wenn man in Vergleich zieht, daß unter anderem Braunkohle zum Teil über 30 % Asche enthält. Tatsächlich ließ sich auch das bei 100° getrocknete Material mit leuchtender Flamme verbrennen. Die an zwei verschiedenen Proben angestellten Heizwertbestimmungen¹⁾ ergaben bei Probe Nr. 229 mit 28 % Asche 4000 Kalorien und bei Probe Nr. 235 mit 18,5 % Asche sogar einen Heizwert von 4315 Kalorien des bei 100° C getrockneten Materials.

Landwirtschaftlicher Wert des geschleuderten Schlammes.

Der geschleuderte Schlamm enthält Stickstoff (2,5 Gew.-Proz. der Trockensubstanz), Kalk, Phosphorsäure und Kali, also die wichtigsten Pflanzennährstoffe, in größerer Menge, als sie durchschnittlich im Ackerboden aufzutreten pflegen.

Der Gehalt an Fett von durchschnittlich 8,5 Gew.-Proz. dürfte sich infolge der lockeren Beschaffenheit des Schlammes kaum störend bemerkbar machen; das Fett wird sich unter dem Einfluß der Witterungsverhältnisse ohne Schwierigkeiten zersetzen.

¹⁾ Die Heizwertbestimmungen wurden in dem chemischen Laboratorium für Handel und Industrie von Dr. Ernst Ziegler, Berlin SO 26, Elisabethufer 53, ausgeführt.

Der Schlamm eignet sich somit unter gewissen Bedingungen zur Verbesserung ganz schlechter Böden, wiewohl ihm ein Handelswert als Düngemittel nicht beigemessen werden kann. Er wird von der Kläranlage in Harburg gegen Bezahlung (1 M. pro Wagen) von umwohnenden Landwirten zur Verwendung auf den dortigen sterilen Sandböden gern abgeholt, was sich daran erkennen ließ, daß auf der Kläranlage, trotzdem sie schon 3 Monate in Betrieb war, kein geschleudertes Schlamm lagerte und Abnehmer selbst bei den Versuchen mit dem Gespann vor der Anlage warteten, bis ihnen der Schlamm zur Verfügung gestellt wurde.

In den Sommermonaten ist die Abfuhr, wie die Hannoversche Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft uns mitgeteilt hat, ins Stocken geraten, weil die Landwirte mit der Ernte beschäftigt waren und auch keine sofortige Verwendung für das Material hatten. Der während dieser Zeit angefallene Schlamm ist hinter dem Maschinenhause, der Sonne und dem Regen ausgesetzt, aufgestapelt worden, angeblich ohne durch üble Gerüche Veranlassung zu Unzuträglichkeiten gegeben zu haben. Diese praktische Erfahrung würde also den aus unseren obenerwähnten Laboratoriumsexperimenten gezogenen Schluß, daß der Schlamm ohne zu belästigen, an der Luft lagern kann und nur unter besonderen Verhältnissen eines Schutzes gegen Sonne und Regen bedarf, bestätigen.

Die Beschaffenheit des Schleuderablaufs.

Die Probenahmen aus dem Ablaufwasser erfolgten halbstündlich; die in Mengen von ca. 10 l geschöpften Proben wurden wieder zu einer Tagesmischprobe zusammengefüllt und hieraus die Durchschnittsprobe entnommen.

Das Ablaufwasser stellt bereits bei seinem Ausfluß aus den Apparaten eine stark faulige, intensiv nach Schwefelwasserstoff riechende schmutzige Flüssigkeit dar. Damit der Fäulnisgeruch des Ablaufs sich nicht in dem Maschinenraum verbreiten kann, wie dies zur Zeit der Versuche der Fall war, empfiehlt es sich, die Schachtabdeckung des Ablaufkanals für den Schleuderablauf möglichst dicht abzuschließen.

Nach der Untersuchung enthielt das Ablaufwasser noch bis 4,5, durchschnittlich 3,7 Gew.-Proz. Trockensubstanz, welche durchschnittlich aus 91 Gew.-Proz. organischen und 9 Gew.-Proz. mineralischen Stoffen bestand.

Leider war keine Vorrichtung vorhanden, um die Gesamtmenge des Ablaufwassers auffangen und genau messen zu können, wodurch erstens eine bessere Bilanz für die Versuchsergebnisse erreicht worden wäre und zweitens noch Beobachtungen über den Verlauf der Sedimentation des gesamten Ablaufwassers hätten angestellt werden können.

Sämtliche Proben des Ablaufwassers gingen sehr rasch in Fäulnis über, was wohl auf den erwähnten sehr hohen Gehalt an organischen Stoffen zurückzuführen ist.

Nach der biologisch-mikroskopischen Untersuchung enthielt das Ablaufwasser noch vereinzelte Muskelfasern, Papier- und Pflanzenfasern, Haare usw., was bei der Oeffnung der Siebe und der Wirkung der bewegten Schaber an sich nicht zu verwundern ist. Bei der Zurückleitung des Ablaufwassers zum Abwasser in der Sedimentieranlage wird ein Teil dieser Bestandteile vermutlich wieder mit ausgeschieden und beim wiederholten Passieren der Schleuderzellen unter Umständen zum Teil wieder im Schlamm zurückgehalten.

Der Effekt der Schleuderung.

In Spalte 19 der Tabelle Anlage 1 ist die theoretische Gewichtsmenge berechnet, welche sich aus dem gesamten Trockensubstanzgehalt des Rohschlammes, umgerechnet auf den jeweiligen Wassergehalt des geschleuderten Schlammes, ergibt. Das Verhältnis der tatsächlichen Ausbeute (Spalte 20) zu diesen theoretisch berechneten Mengen möchten wir als quantitativen Effekt bezeichnen. Derselbe beträgt, wie aus Spalte 23 der Tabelle hervorgeht, 46,3 bis 69,8, durchschnittlich 60 % der Gesamttrockensubstanz. Das Versuchsergebnis vom 21. Februar ist etwas zu niedrig, da an diesem Tage, wie oben erwähnt, durch ein Versehen etwas Rohschlamm aus dem Behälter verloren ging.

Der quantitative Effekt hängt natürlich in hohem Maße von der jeweiligen Beschaffenheit des Rohschlammes ab. Nach Mitteilung des Direktors ter Meer wurden bei früheren Feststellungen in Harburg ein durchschnittlicher Effekt von 46 % und ein größter Effekt von 72,5 % festgestellt. Bei Beurteilung dieser Effekte ist jedoch zu beachten, daß niemals die gesamte Trockensubstanz als Schleudergut gewonnen werden kann, und daß es richtiger bzw. gerechter wäre, den Effekt auf die durch Abzug der gelösten Stoffe reduzierte Trockensubstanz zu beziehen, da die letzteren sowie auch die halbgelösten (kolloidalen) Stoffe in den Ablauf gelangen müssen. Eine Feststellung des jeweiligen Gehalts des Rohschlammes an solchen gelösten Stoffen ließ sich aber im Rahmen der vorliegenden Versuche nicht durchführen.

Auf Grund der in der Tabelle Anlage 1 berechneten Durchschnittswerte für die Menge und prozentuale Zusammensetzung des Rohschlammes, des geschleuderten Schlammes und des Ablaufwassers ergibt sich folgendes durchschnittliche Bild über die Wirkung der Schleuderung, bezogen auf 1 cbm Rohschlamm:

	Gesamtgewicht kg	Wasser kg	Gesamt-trocken-substanz kg	Asche kg	Organische Stoffe kg	Fett kg
Rohschlamm, 1 cbm	1019	939,6	79,4	17,4	62	11,3
Geschleudertes Schlamm . .	175	126,9	48,1	11,9	36,2	4,1
Ablaufwasser	844	812,7	31,3	5,5 ¹⁾	25,8 ¹⁾	—
			31,3	2,8	28,5	

Hieraus ergibt sich ebenfalls wieder, daß bei den vorliegenden Versuchen aus dem Rohschlamm durchschnittlich 60 Gewichtsprozent der gesamten Trockensubstanz ausgeschieden wurden, und zwar ca. $\frac{2}{3}$ der mineralischen und ca. die Hälfte der organischen Stoffe des Rohschlammes.

An den aus dem Ablaufwasser entnommenen Proben konnte beobachtet werden, daß beim Stehenlassen bereits ein Teil der Suspensionen sich zu Boden gesetzt und andererseits sich Fett an der Oberfläche angesammelt hatte. Wie sich die Gesamtmenge des Ablaufwassers zur Sedimentation verhält, muß späteren entsprechend eingehenderen Versuchen vorbehalten bleiben; zu solchen war, wie oben erwähnt, auf der Harburger Anlage keine Gelegenheit gegeben.

¹⁾ Diese Ungenauigkeiten sind darauf zurückzuführen, daß die bei den zahlreichen Probenahmen und Analysen unvermeidlichen kleinen Fehler sich im vorliegenden Falle nicht ausgeglichen, sondern gehäuft haben.

Zweifellos wird ein Teil der im Ablaufwasser enthaltenen gelösten Stoffe, wenn letztere in die Sedimentieranlage des Abwassers zurückgelangen, sich mit diesem vermischen und mit dem geklärten Abwasser in die Vorflut gelangen. Um die Menge der zum Abfluß gelangten gelösten Stoffe aus dem Ablaufwasser verschlechtert sich natürlich der Kläreffekt, der ohne eine solche Maßnahme erzielt wird. Ob die jeweilige Vorflut diese gelösten Stoffe des Ablaufs aus dem Schleudern ohne weiteres mit übernehmen kann, muß in jedem einzelnen Fall auf Grund von entsprechenden direkten Versuchen beurteilt werden. Bei Sedimentieranlagen an größeren Vorflutern durfte eine solche Zuleitung in vielen Fällen vielleicht noch zulässig erscheinen. Ohne nachteiligen Einfluß auf die Vorflut ist ferner ein solcher Abfluß der gelösten Stoffe bei Anlagen, in welchen auf die mechanische Reinigung noch eine weitergehende durch biologische Körper, Rieselfelder oder dgl. folgt. Dagegen wird es bei kleineren Vorflutern, bei welchen eine weitgehende mechanische Reinigung der von ihnen aufzunehmenden Abwässer eben noch zulässig erschien, unter Umständen notwendig werden, von einer solchen Ableitung der gelösten Stoffe in die Vorflut Abstand zu nehmen und das Ablaufwasser für sich weiter zu behandeln. Da dasselbe sehr rasch in Fäulnis übergeht, dürften sich für die Weiterbehandlung des Ablaufwassers Faulräume eignen, in welchen die ungelösten Stoffe zurückgehalten und die gelösten durch genügend lange Fäulnis reduziert oder teilweise umgewandelt werden. Der in den Faulräumen anfallende Schlamm dagegen kann in den Rührbehälter der Schleudermaschinen wieder eingeführt werden.

Den Abfluß aus den Faulräumen wird man entweder den gewöhnlich sehr wenig konzentrierten Nachwässern oder, auf 24 Stunden verteilt, der Absitzanlage zuführen. Vielleicht ergeben eingehendere Versuche mit dem Ablaufwasser noch eine anderweitige zweckmäßigere Behandlung als in Faulräumen.

Bei kleineren Kläranlagen wird sich, wenn die Notwendigkeit der weiteren Behandlung des Ablaufwassers vorliegt, die Anwendung von einem Schleuderapparat vielleicht nicht mehr lohnen und die Behandlung der Gesamtrohschlammmenge in Faulräumen sich einfacher und billiger gestalten.

Zur abschließenden Beurteilung der ganzen Frage der Beschaffenheit und Behandlung des Ablaufwassers sind jedoch, wie erwähnt, zunächst noch weitere eingehendere Versuche abzuwarten.

Die Kostenfrage.

Die Gesamtkosten für die Schlammschleuderung setzen sich zusammen aus den Kosten für den Kraftverbrauch, aus der Amortisation der Maschinenanlage samt Gebäude und aus den Kosten der Bedienung.

Der Kraftverbrauch.

Der Kraftverbrauch konnte bei den Versuchen an der Schalttafel des Elektromotors in Voltampère und Kilowattstunden abgelesen werden; der jeweilige Gesamtverbrauch geht aus Spalte 32 der Tabelle Anlage 1 hervor.

Der durchschnittliche Gesamtkraftverbrauch für den Antrieb der beiden Schleuderapparate des Rührwerks, der Oelpresspumpe, des Transportbandes, der Elevatoranlage sowie der zugehörigen Transmission betrug

44 Ampère bei 420 Volt = 18480 Voltampère = 18,48 KW.

Für eine allgemeine Kostenermittlung wird man jedoch nur die Antriebskraft für die Schleuderapparate und für die in jedem Falle notwendigen Hilfsapparate, das Rührwerk und die Oelpreßpumpe, in Ansatz bringen dürfen. Unseres Erachtens wird man, wenn irgend möglich, die Transportband- und Elevatoranlage, die viel Antriebskraft verbrauchen, zweckmäßig durch Höherstellung der Apparate oder durch die Anordnung einer Unterkellerung mit Ausfahrrampe ersetzen.

Der Kraftbedarf für die Nebenanlagen allein betrug:

$$13 \text{ Ampère bei } 440 \text{ Volt} = 5720 \text{ Voltampère} = 5,72 \text{ KW,}$$

so daß für die beiden Schleuderapparate allein

$$18,48 - 5,72 = 12,76 \text{ KW}$$

oder pro Apparat 6,38 KW¹⁾ notwendig waren.

Der Gesamtkraftverbrauch in der Tabelle, Spalte 32, ist danach entsprechend zu reduzieren, um den Kraftverbrauch für die Schleuderung allein zu erhalten (s. Spalte 33 der Tabelle).

Da auch im gewöhnlichen Betrieb die Möglichkeit, jederzeit den Kraftverbrauch für die Schleuderung für sich feststellen zu können, von Interesse ist, empfiehlt es sich, für die Nebenapparate Einzelantrieb zu wählen. Die Stromkosten, und zwar Eigenkosten, betragen in Harburg 5 Pf. für die KW-Stunde (Verkaufspreis für andere Abnehmer 15 Pf.), so daß sich die Antriebskosten pro Stunde für einen bzw. zwei Schleuderapparate im vorliegenden Falle auf 0,32 bzw. 0,64 M. stellen. Wird der im allgemeinen geringstmögliche Herstellungspreis der eff. P. S.-Stunde (für die vorliegenden Kraftmengen) zu 5 Pf. angenommen, so erscheinen die Kosten des in Spalte 32 der Tabelle enthaltenen jeweiligen Bruttokraftverbrauchs mit 7 Pf. pro KW-Stunde nicht zu niedrig gegriffen.

Hiernach berechnen sich die Kosten für den Kraftverbrauch zur Ausschleuderung von 1 cbm Rohschlamm auf durchschnittlich 0,28 M. bzw. auf 1,63 M. pro 1000 kg Ausbeute.

Kosten der Maschinenanlage.

Nach Mitteilung der Erbauerin der Apparate kostet eine Schlammschleuderanlage, Schleuderapparate mit allem Zubehör, Transmissionen, Oelpreßpumpe mit Preßöl, Transportvorrichtungen sowie den gesamten Rohrleitungen für die Schlammzuführung und die Abteilung des Schleuderablaufs je nach Größe der Anlage etwa 22 000—25 000 M. pro aufgestellten Apparat. Die Kosten des Antriebsmotors sowie der Baulichkeiten sind dabei nicht inbegriffen.

¹⁾ Vorstehend berechneter Stromverbrauch von 6,38 KW bzw. 12,76 KW für einen oder zwei Schleuderapparate entspricht bei einem Nutzeffekt des nur schwach belasteten Elektromotors von 83 Proz. einem Kraftverbrauch von ca. 7,2 bzw. 14,4 eff. P. S.; man wird nun in jedem einzelnen Falle zu erwägen haben, auf welche Weise diese Kraft vorteilhaft erzeugt wird, und, falls hierfür die Wahl auf eine Sauggasanlage fällt, bei der die P. S.-Stunde für die vorliegenden Kraftmengen im Durchschnitt zu 5 Pf. angesetzt werden kann, würden sich die Betriebskosten für einen bzw. zwei Schleuderapparate zu 0,36 M. bzw. 0,72 M. pro Stunde berechnen, bei anderen Betriebsmotoren entsprechend anders.

Um die geringsten möglichen Schleuderungskosten ermitteln und mit denen anderer Verfahren in Vergleich setzen zu können, muß man die volle Beanspruchung der Apparate zugrunde legen, die in Harburg zurzeit noch nicht erreicht wird.

Für die folgenden Ermittlungen setzen wir deshalb einen Tag- und Nachtbetrieb von 20 Stunden Dauer voraus in der Annahme, daß in den übrigen 4 Stunden die Reinigung der Apparate usw. vorgenommen wird. Unter diesen Gesichtspunkten ergeben sich folgende tägliche geringstmögliche Ausschleuderungskosten:

Kosten für einen Schleuderapparat mit Rührwerk und Preßölpumpe (ohne Transportband und Elevator)	22 000,— M.
Für den Antriebsmotor	1 000,— „
	<u>zusammen: 23 000,— M.</u>

Hiervon 10 % Amortisation gibt pro Tag $\frac{2300}{365}$	6,30 M.
Kosten für den Kraftverbrauch 20 Betriebsstunden à 287,5 kg Ausbeute 5750 kg pro 1000 kg 1,63 M.....	9,37 „
Für Bedienung, Ingangsetzen, Abstellen, zeitweiliges Nachsehen und Schmieren im Nebenamt zwei halbe Arbeitsschichten	3,— „
Für Reservesiebe, Oel, Putzwolle usw.	<u>1,— „</u>

Somit tägliche Betriebskosten bei voller Beanspruchung	19,67 M.
oder niedrigste Kosten pro 1000 kg Ausbeute $\frac{19,67}{5,75}$	3,42 „

Rechnet man nur 5 % Amortisation, was, wie die Erbauerin der Apparate uns versichert, vollständig ausreichend sei, so reduzieren sich die berechneten Kosten auf 2,87 M.

Diese Kosten erhöhen sich noch um den Amortisationsanteil für die jeweiligen Kosten der Gebäude.

Wie sich die berechneten Kosten zu den Kosten anderer Schlammmentwässerungsverfahren, z. B. mit den bekannten Schlammfilterpressen, verhalten, soll weiter unten beurteilt werden.

Die Schlammsschleuderung im Vergleich mit anderen Verfahren zur Reduktion des Wassergehalts des Schlammes.

Von solchen Verfahren kommen hauptsächlich in Frage die indirekte Reduktion des Wassergehalts des Schlammes durch Schlammfäulung sowie die direkte Reduktion durch Schlammpressen.

Vergleich mit Schlammfäulung.

Von diesen Verfahren steht insbesondere das erstgenannte zurzeit im Vordergrund des Interesses, da dasselbe z. B. in den sogenannten „Emscherbrunnen“ bereits in mehreren Städten zur Anwendung gelangt ist. Die neuesten Resultate, die bei der Emschergenossenschaft z. B. an der Anlage in Recklinghausen erzielt wurden, sind anscheinend günstig, indem dort der Wassergehalt des Schlammes durch die Fäulung nach Angabe bis auf 80 %, in einzelnen Fällen sogar auf

noch weniger herabgesetzt werden konnte. Die genannten Anlagen erfordern geringere Anlage- und Betriebskosten als die anderen Verfahren; die Schlammreduktion wird also auf diesem Wege in einfacher und billiger Weise erzielt. Für den ausgefaulten Schlamm wird zwar noch eine vorherige Lagerung zur weiteren Abtrocknung notwendig; dieselbe ist jedoch nicht derart, daß sie große Schlammplätze erfordern würde.

Diesem Verfahren gegenüber hat die Schlammschleuderung, die hauptsächlich bei großen Schlammengen am Platze ist, den Vorteil, daß die Reduktion des Wassergehalts alsbald und noch in weitgehendem Maße als bei der Schlammfäulung bewirkt wird. Allerdings wird dieser Vorteil bei der Schlammschleuderung durch höhere Anlage- und Betriebskosten erkauft. Um in dieser Hinsicht eine zutreffende Abschätzung der beiden Verfahren gegeneinander vornehmen zu können, müssen im übrigen weitere im andauernden Schlammschleuderbetrieb gewonnene Resultate abgewartet werden. Ohne Zweifel überlegen ist die Schlammschleuderung, wenn es sich um große Schlammmassen handelt, eine Lagerung auch von ausgefaultem Schlamm in größeren Mengen nicht statthaft erscheint, also die sofortige Abfuhr notwendig wird, und wenn ferner durch die Beschaffenheit des Schlammes eine landwirtschaftliche, insbesondere aber eine Verwertung durch Ausnutzung des Heizwertes gegeben ist. Bei diesen Verwendungsarten kommt dem geschleuderten Schlamm der Vorteil zugute, daß er eine sehr lockere Beschaffenheit besitzt. Bei der Ausnutzung des Heizwertes durch Verbrennen oder Vergasen des Schlammes, wie eine solche sich bei dem brennbaren Material des vorliegenden Falles unter Umständen lohnen würde, steht die Schlammfäulung insofern nach, als bei der Zersetzung der organischen Stoffe brennbare Stoffe, wie CH_4 und Co usw., verloren gehen, ein solcher Verlust an brennbarem Material bei der Schlammschleuderung aber nur in geringerem Maße stattfindet. Besonders für die Nutzbarmachung des Schlammes durch Vergasung würde die lose Beschaffenheit des geschleuderten Materials von erheblichem Vorteil sein.

Aus diesen Gesichtspunkten geht hervor, daß in gewissen Fällen die Anwendung der Schlammschleuderung gegenüber der Schlammfäulung vorteilhafter sein kann.

Vergleich mit Schlammpressen.

In bezug auf die direkte Reduktion des Wassergehalts des Schlammes durch Schlammpressen, z. B. die vielfach angewandten Filterrahmenpressen, ist zunächst zu beachten, daß dieses Verfahren bei gewöhnlichem Schlamm vielfach ohne künstlichen Zusatz überhaupt nicht durchführbar ist, indem der Schlamm, insbesondere ein solcher von der Beschaffenheit wie derjenige der Harburger Anlage, die Filtertücher verschmieren und unwirksam machen würde.

Die Preßfähigkeit des Schlammes ist also Voraussetzung für die Verwendung von solchen Schlammpressen; sie muß durch künstliche Zusätze zum Schlamm herbeigeführt werden, wenn nicht bereits bei dem Klärverfahren, wie z. B. bei dem Kohlebreiverfahren, Zusätze erfolgen, welche die Preßfähigkeit des Schlammes gewährleisten.

Für die Gegenüberstellung der Betriebskosten derartiger Filterrahmenpressen mit den Kosten der Schlammschleuderung soll Kohlebreiklärschlamm zugrunde

gelegt werden, der zweifellos eine günstige Preßfähigkeit besitzt. Außerdem soll wieder die größtmögliche Ausnutzung der Apparate und eine ungefähr gleiche Tagesleistung von rund 6000 kg gepreßten Schlammes zugrunde gelegt werden, für welche Leistung 2 Schlammfilterpressen notwendig würden, da die letzteren durchschnittlich 2 cbm Ladung besitzen und im Dauerbetrieb kaum mehr als 2 Ladungen pro Presse möglich sind. Man erhält alsdann folgende täglichen Betriebskosten:

Kosten von 2 Schlammfilterpressen von je ca. 2 cbm Ladung $2 \times 7500 =$	15 000 M.
Hiervon Amortisation 5% ¹⁾ ergibt pro Tag $\frac{750}{365}$	2,05 M.
Für Bedienung, wozu pro 1 Ladung bzw. Entleerung der Presse 2 Mann nötig sind; pro 20 Betriebsstunden kann die eine Presse zweimal gefüllt und entleert werden.	
Die Entleerung erfordert jeweils 4 Stunden $3 \times 2 \times 4 = 24$ Stunden	
à 40 Pf.	9,60 M.
Kosten für Filtertücher jährlich 600 M., pro Tag	1,64 „
Für Reparatur von Filtrrahmen pro Tag	0,60 „
Somit Betriebskosten pro Tag 13,89 M.	
oder niedrigste Kosten pro 1000 kg Ausbeute $\frac{13,89}{6}$	2,31 M.

Zu diesen Kosten kommt noch ebenso wie oben der Amortisationsbetrag für die Gebäude bzw. den Aufstellungsraum der Pressen hinzu.

Aus dieser ungefähren Gegenüberstellung der täglichen Betriebskosten ersieht man, daß die Kosten der Schlamm schleuderung an sich zwar höhere sind; die Schleuderapparate beanspruchen dagegen viel weniger Raum als Schlammpressen, und weiterhin ist bei den ersteren die Handarbeit vollständig ausgeschaltet. Bei der Schlamm schleuderung kommen Arbeiter mit dem Schlamm auf seinen ganzen Weg von der Absitzanlage bis zur vollendeten Ausschleuderung nicht in Berührung. Das ausgeschleuderte lose Produkt birgt bei seiner weiteren Behandlung, Verladen, Transport usw. in viel geringerem Maße hygienische Gefahr für die Bedienungsmannschaft, als es bei den bisher bekannten Schlamm-trocknungsverfahren der Fall ist.

In hygienischer Hinsicht ist die Schlamm schleuderung nach dem System Schäfer-ter Meer also zweifellos ein wesentlicher Fortschritt, insbesondere den Schlammpressen gegenüber, bei welchen die Entleerung der einzelnen zahlreichen Rahmencellen von Hand mit Holzschabern erfolgen muß, was nicht nur mühsam, sondern auch unhygienisch ist.

Schlußsätze.

1. Der Schlamm schleuderapparat System Schäfer-ter Meer ist insbesondere auch in hygienischer Hinsicht der vollkommenste uns seither bekannt gewordene Apparat für die Entwässerung von Klärschlamm durch Zentrifugen.
2. Der vollständig automatisch arbeitende Apparat gewährt nach den Versuchen und den seitherigen Betriebserfahrungen ausreichende Betriebssicherheit.

¹⁾ Da die Pressen überhaupt keine eigentlich bewegten Teile besitzen, erscheint uns hier eine Amortisation mit 5% angängig.

3. Die Leistungsfähigkeit pro Apparat betrug nach den Versuchen in Harburg pro Stunde durchschnittlich 1,59 cbm Rohschlamm, wobei sich eine durchschnittliche Ausbeute von 175 kg pro cbm Rohschlamm ergab.
4. Der Effekt der Schleuderung mit einer durchschnittlichen Entfernung von 60% der Trockensubstanz aus dem Rohschlamm nach den Versuchen ist ein relativ günstiger in Anbetracht des Umstandes, daß es sich bei den Versuchen um einen an organischen Stoffen sehr reichen, aus einer Trennkanalesation stammenden Schlamm handelt.
5. Die Beschaffenheit des geschleuderten Schlammes ist günstig; derselbe ist nicht nur stichfest, sondern auch von lockerer, krümeliger Beschaffenheit.
6. Die sofortige Abtrocknung des Schlammes auf durchschnittlich 72,5 Gew.-Proz. (63,6 Volum-Proz.) Wassergehalt, zusammen mit der bei der Schleuderung erzielten lockeren Beschaffenheit, ist für eine unmittelbare Verwendung des Schlammes für landwirtschaftliche (speziell gärtnerische) Zwecke, insbesondere aber für die Nutzbarmachung des Schlammes durch Verbrennen oder durch Vergasen günstig.
7. Die lockere Beschaffenheit des Schlammes ermöglicht eine rasche, weitere Abtrocknung an der Luft oder bei künstlicher Erwärmung.
8. Die Kosten für die Schleuderung allein betragen nach den Versuchen pro cbm Rohschlamm 0,28 M. und für 1000 kg geschleuderten Schlamm 1,63 M. Die Gesamtkosten einschließlich Amortisation der Maschinenanlage betragen im günstigsten Fall bei voller Ausnutzung der Apparate für 1000 kg Ausbeute 3,42 M. bzw. (2,87 bei 5% Amortisation der Apparate) und sind somit, wie oben ausgeführt wurde, nicht unverhältnismäßig viel höher als die Kosten der seither bekannten maschinellen Trocknung mittels Schlammfilterpressen.
9. Die Schlammschleuderung eignet sich mit Rücksicht auf ihre große Leistungsfähigkeit insbesondere für die Trocknung sehr großer Schlammmengen, namentlich dann, wenn nach Art und Beschaffenheit des auffallenden Schlammes eine Nutzbarmachung des Heizwertes des Materials möglich und zweckmäßig erscheint.
10. Das Ablaufwasser aus den Schleuderapparaten ist noch relativ reich an gelösten, besonders an organischen Stoffen. Bei der Zurückleitung desselben in die Absitzanlage wird ein Teil der Suspensionen des Ablaufwassers wieder abgefangen werden können. Ob es statthaft ist, die gelösten Stoffe desselben mit dem geklärten Abwasser in die Vorflut abzuleiten, ist von Fall zu Fall festzustellen.
11. Für die Weiterbehandlung des stark fauligen Ablaufwassers eignen sich voraussichtlich Faulräume am besten. Zur endgültigen Beantwortung dieser Frage sind noch eingehendere Versuche erforderlich.
12. Ferner sind noch Versuche nötig zur Feststellung der Abhängigkeit der Wasserabscheidung aus einem Schlamm von bestimmter Beschaffenheit von der Umdrehungsgeschwindigkeit.

Lebenslauf des Verfassers.

Gustav Johann ter Meer,
geboren am 15. Juli 1860 zu Klein-Heubach am Main (Bayern).

- 1870—1876: Realschule Aschaffenburg,
1876—1878: Industrieschule Kaiserslautern,
1878—1882: Technische Hochschule München,
1882—1883: Militärjahr,
1883—1886: Ingenieur der Carlshütte in Altwasser (Schlesien),
1886—1887: Ingenieur bei Edoardo Demorsier in Bologna,
1887—1890: Ingenieur bei Gebrüder Pfeiffer in Kaiserslautern,
1890—1893: Bureauchef der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G., Hannover-Linden,
1893—1897: Oberingenieur und Prokurist der Gasmotorenfabrik in Köln-Deutz,
1897—1906: Oberingenieur und Prokurist der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G.,
Hannover-Linden.
Von 1906 ab Direktor der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G., Hannover-Linden.

Tabelle über die wichtigsten Ergebnisse der Schlammschleuderungsversuche in Harburg a. E. vom 17. bis 23. Februar 1908.

Datum des Versuchs	Dauer des Versuchs		Rohschlamm aus Brunnen				Alter desselben Tage	Gesamtmenge des Rohschlammes cbm	Spez. Gewicht des Rohschlammes	Menge des Rohschlammes pro Apparat und Stunde cbm	Nr. der Probe	Zusammensetzung des Rohschlammes				Nr. der Probe	Zusammensetzung des geschleuderten Schlammes				Ausbeute an Schlamm			Spez. Gewicht	Schleudereffekt	Nr. der Probe	Zusammensetzung des Schleuderablaufs				Anzahl der Ausschleuderungen	Rohschlamm pro Ladung l	Geschleudertes Schlamm pro Ladung kg	Gesamtkraftverbrauch in Kilowattstunden	Kraftverbrauch für die Schleuderapparate allein in Kilowattstunden	Kraftverbrauch pro		Kosten bei 7 Pf. pro Kilowattstunde pro				
												Wassergehalt in Gewichts-Prozenten	Trockensubstanz	mineralisch	organisch		Wassergehalt in Gewichts-Prozenten	Wassergehalt in Volum-Prozenten	Trockensubstanz	mineralisch	organisch	theoretische	tatsächliche				kg	kg	aus 1 cbm Rohschlamm	Wassergehalt in Gewichts-Prozenten						Trockensubstanz	mineralisch	organisch	1 cbm Rohschlamm in Kilowattstunden	1000 kg Ausbeute in Kilowattstunden	1 cbm Rohschlamm Pf.	1000 kg Ausbeute M.
	I	II	III	IV	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37									
Dienstag, 18. Februar	3	35	I	—	—	—	3	10,388	1,022	1,45	206	92,4	7,6	23,0	77,0	207	74,2	66,7	25,8	31,0	69,0	3127	2149	207	1,111	68,7	208	95,5	4,5	11,1	88,9	2 × 61 = 122	85	17,6	69	47,6	4,6	22,2	32,2	1,55		
Mittwoch, 19. Februar	3	38	—	—	III	—	3	11,865	1,017	1,63	223	91,7	8,3	18,0	82,0	224	73,6	65,3	26,4	24,0	76,0	3793	2360	199	1,111	62,3	225	95,0	4,0	6,8	93,2	2 × 78 = 156	76	15,1	67	46,2	3,9	19,6	27,3	1,37		
Donnerstag, 20. Februar	3	05	I	—	—	—	1	8,356	1,012	1,36	228	91,2	8,8	25,8	74,2	229	69,7	62,6	30,3	28,0	72,0	2456	1390	166	1,111	56,7	230	96,1	3,9	8,2	91,8	2 × 54 = 108	77,5	12,9	54	37,3	4,5	26,8	31,5	1,88		
Freitag, 21. Februar	1	31	—	—	III	—	1	5,646	1,021	1,86	234	93,4	6,6	20,0	80,0	235	72,9	58,3	27,1	18,5	81,5	1404	650	115	1,250	46,3	236	97,2	2,8	7,9	92,1	2 × 23 = 46	123	14,2	27	18,6	3,3	28,6	23,1	2,00		
Sonnabend, 22. Februar	4	46	—	II	—	—	6	15,868	1,025	1,66	239	92,2	7,8	23,0	77,0	240	72,3	65,0	27,7	22,1	77,9	4580	2977	188	1,111	64,9	241	96,8	3,2	11,2	88,8	2 × 90 = 180	88	16,5	84	58,0	3,7	19,5	25,9	1,37		
Zusammen	16	35	—	—	—	—	—	52,123	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Durchschnittswerte*)	—	—	—	—	—	—	—	10,4	1,019	1,58	—	92,2	7,8	21,9	78,1	—	72,5	63,5	27,5	24,7	75,3	—	pro Stunde und Apparat $\frac{575}{2} = 287,5$	175	—	60	—	96,3	3,7	9,0	91,0	—	—	15,2	—	—	4,0	23,3	2,80	1,63	—	—
Spezialversuche Sonntag, 23. Februar	—	—	—	—	—	IV	5	5,924	1,010	—	244	96,0	4,0	18,7	8,13	245	72,1	66,5	27,9	22,2	77,8	858	598	101	1,081	69,8	246	—	2,3	7,8	92,2	2 × 16 = 32	185	18,7	30	20,7	3,5	34,6	24,5	2,42	—	—

*) Anmerkung. Die Durchschnittswerte beziehen sich nur auf die ersten fünf Versuchstage, da am sechsten wegen der Spezialversuche kein normaler Schleuderbetrieb war.

Tabelle, betreffend die Untersuchungsergebnisse der bei den Schlammshleuderungsversuchen in Harburg a. E. entnommenen Abwasserproben.

Anlage 2.

Nr. des Probeneinlauf-Journals	Bezeichnung der Probe	Zeit der Entnahme		Temperatur in ° C		Aeußere Beschaffenheit beim Eintreffen im Laboratorium bestimmt					Reaktion	Analyse: In 1 l sind enthalten mg										Schlamm			25
		Tag	Stunde	des Wassers	der Luft	Klarheit	Durchsichtigkeit in cm	Farbe	Geruch	Bodensatz (Menge, Farbe usw.)		im unfiltrierten Wasser					im filtrierten Wasser					Volumen im Liter pro cbm	Wassergehalt Gewichts-Prozent	Verbrauch von Kaliumpermanganat mg pro 1 l	
												suspensierte Stoffe		Schwefelwasserstoff	Chlor	Stickstoff			organischer						
												Gesamt	Glithverlust			Gesamt	Ammoniak	Nitrat		Nitrit					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
209	Abwasserproben aus Brunnen I und II	18. 2. 1908	10,30 V. bis 3,30 N.	9,0	5,0	stark trübe	unter 1	graugelb	fäkalisch	stark grauflockig	schwach alkalisch	504	367	vorhanden	400	83	64	0	0	19	7,5	93,7	461	Die Probe faulte bereits beim Eintreffen im Laboratorium. Die Entwicklung von Schwefelwasserstoff ist nach 10 Tagen noch nicht beendet.	
226	do.	19. 2. 1908	do.	9—12	5,0	do.	do.	gelblich-grau graugelb	urinös	viel, grauflockig	do.	634	628	do.	296	98	76	0	0	22	9,6	93,4	537	Wie 209.	
231	do.	20. 2. 1908	do.	8,5 bis 11	7,5	do.	do.	do.	fäkalisch	do.	do.	470	427	do.	332	108	88	0	0	20	5,7	91,8	468	Wie 209.	
237	do.	21. 2. 1908	do.	9,0	7,0	do.	do.	do.	urinös	do.	do.	410	301	do.	512	113	74	0	0	39	3,6	89,0	682	Wie 209.	
242	do.	22. 2. 1908	do.	9—12	7,5	do.	do.	do.	jauchig	do.	do.	808	570	do.	264	80	66	0	0	14	10,4	92,5	619	Wie 209.	
247	do.	23. 2. 1908	do.	8,5 bis 10,0	7,0	do.	do.	do.	do.	do.	do.	96	82	do.	188	96	76	0	0	20	1,8	95,4	411	Die Probe entwickelt 2 Tage nach dem Eintreffen im Laboratorium Schwefelwasserstoff. Diese Schwefelwasserstoffbildg. ist nach 10 Tagen noch nicht beendet.	
210	Abwasserproben aus Brunnen III und IV	18. 2. 1908	do.	9,0	5,0	do.	do.	gelb	fäkalisch	stark grauflockig	do.	2056	1714	do.	340	212	181	0	0	31	22,0	90,8	815	Die Probe faulte bereits beim Eingang ins Laboratorium. Die Entwicklung v. Schwefelwasserstoff ist nach 10 Tagen noch nicht beendet.	
227	do.	19. 2. 1908	do.	8—9	5,0	do.	do.	graugelb	urinös	do.	do.	428	312	0	252	133	103	0	0	30	6,2	93,3	727	Die Entwicklung von Schwefelwasserstoff beginnt erst einen Tag nach Eintreffen im Laboratorium. Sonst wie 210.	
232	do.	20. 2. 1908	do.	8,5	7,5	do.	do.	do.	faulig	do.	do.	886	693	vorhanden	320	115	92	0	0	23	10,2	91,4	645	Wie 210.	
238	do.	21. 2. 1908	do.	8,5	7,0	do.	do.	do.	kohlartig	do.	do.	552	401	Spuren	320	120	93	0	0	27	5,8	91,5	777	Wie 210.	
243	do.	22. 2. 1908	do.	9,0	7,5	do.	do.	do.	jauchig	do.	do.	622	600	0	208	91	70	0	0	21	5,0	88,1	550	Wie 227.	
248	do.	23. 2. 1908	do.	8,5	7,0	do.	do.	do.	urinös	do.	do.	226	178	0	364	154	121	0	0	33	3,8	94,9	670	Wie 227.	

Anlage 3.

**Tabelle, betreffend die Untersuchungsergebnisse der bei den Schlamm-
schleuderungsversuchen in Harburg a. E. entnommenen Schlammproben.**

Journal- Nummer	Bezeichnung der Probe	Wassergehalt in Gewichts- Prozenten	Spezifisches Gewicht	In Gewichts-Prozenten der bei 1000 getrockneten Substanz						Faulprobe		
				Asche	Stick- stoff	Fett	Phosphor- säure P ₂ O ₅	Kalk CaO	Kali K ₂ O	offen	geschlossen	
206	Rohschlamm	92,4	1,022	23,0	3,6	7,1	—	7,6	—	—	fault	fault
223	do.	91,7	1,017	18,0	3,2	17,7	—	2,5	—	—	do.	do.
228	do.	91,2	1,012	25,8	3,3	17,8	—	3,7	—	—	do.	do.
234	do.	93,4	1,021	20,0	3,2	17,3	—	3,1	—	—	do.	do.
239	do.	92,2	1,025	23,0	3,8	11,0	—	6,5	—	—	do.	do.
244	do.	96,0	1,010	18,7	3,5	12,4	—	4,4	—	—	do.	do.
207	geschleudert Schlamm	74,2	1,111	31,0	2,9	6,4	0,5	5,6	0,22	0,22	fault nicht	fault nicht
224	do.	73,6	1,111	24,0	2,2	9,0	0,2	1,9	0,24	0,24	do.	do.
229	do.	69,7	1,111	28,0	2,4	9,4	0,06	2,6	—	—	do.	do.
235	do.	72,9	1,250	18,5	2,4	11,0	Spuren	2,2	0,21	0,21	do.	do.
240	do.	72,3	1,111	22,1	2,8	6,7	do.	5,2	0,25	0,25	do.	do.
245	do.	72,1	1,081	22,2	2,4	9,3	0,03	2,7	0,19	0,19	do.	do.
208	Schleuderablauf	95,5	—	11,1	—	—	—	—	—	—	fault	fault
225	do.	96,0	—	6,8	—	—	—	—	—	—	do.	do.
230	do.	96,1	—	8,2	—	—	—	—	—	—	do.	do.
236	do.	97,2	—	7,9	—	—	—	—	—	—	do.	do.
241	do.	96,8	—	11,2	—	—	—	—	—	—	do.	do.
246	do.	97,7	—	7,8	—	—	—	—	—	—	do.	do.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZEA
KRAKÓW

И. П. ПЕТРОВИЧ
ПЕТРОВ

S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

33100

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000305744