

Die  
landwirtschaftliche Verwertung  
städtischer Abwässer

Von

Carl Stein  
Kretsbaumeister, Delitzsch

Mit 46 Textabbildungen  
und einer Tafel



Berlin  
Verlag von Julius Springer  
1937

Die  
landwirtschaftliche Verwertung  
städtischer Abwässer

Von

Carl Stein

Kreisbaumeister, Delitzsch

Mit 46 Textabbildungen  
und einer Tafel



Berlin  
Verlag von Julius Springer  
1937

ISBN-13:978-3-642-94110-8      e-ISBN-13:978-3-642-94510-6  
DOI: 10.1007/978-3-642-94510-6

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung  
in fremde Sprachen, vorbehalten.**

## Vorwort.

Die für die Stadt Delitzsch im Jahre 1928 geplante Kläranlage veranlaßte mich zu der Überlegung, die städtischen Abwässer mit ihren wertvollen Pflanzennährstoffen in einer besseren Weise, als das bisher durch die Städte geschehen war, der Landwirtschaft nutzbar zu machen. So wurde nach meinen Plänen die Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg ins Leben gerufen.

Die außerordentlich guten Erfolge dieser genossenschaftlich betriebenen Abwasserverwertungsanlage führten dann weiter zur Aufstellung und Verwirklichung des Projektes zur landwirtschaftlichen Verwertung von Leipziger Abwasser im Kreise Delitzsch durch die „Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft“.

Den zahlreich geäußerten Wünschen der Technik und Praxis, die beim Bau und Betrieb dieser Anlagen gesammelten Erfahrungen zu veröffentlichen, komme ich hiermit nach. Ich erfülle diese Wünsche um so lieber, als die landwirtschaftliche Abwasserverwertung wie keine andere Melioration berufen ist, uns dem vom Führer gesteckten Ziel der Erkämpfung der deutschen Nahrungsfreiheit näherzubringen.

Delitzsch, im März 1937.

Carl Stein.

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Die Abwasserreinigungs- und Verwertungsverfahren . . . . .	1
Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Abwasserwertung . . . . .	12
Der Wert des Abwassers für die Landwirtschaft . . . . .	13
Die landwirtschaftliche Abwasserwertung auf genossenschaftlicher Grundlage . . . . .	16
Grundlegende Forderungen von Stadt und Land an die landwirtschaftliche Abwasserwertung . . . . .	18
Die Zusammenarbeit zwischen Stadt und Land . . . . .	22
Die Abwasserbehandlung in der Stadt . . . . .	26
Die Zuleiter . . . . .	30
Die Wasserverluste im Zuleiternetz . . . . .	45
Die Entwässerung . . . . .	47
Die Berieselungstechnik . . . . .	51
Grünlandbewässerung . . . . .	51
Die natürliche Hangberieselung für Grünland . . . . .	51
Der künstliche Hangbau für Grünland . . . . .	55
Der Rückenbau . . . . .	55
Ackerbewässerung . . . . .	56
Die Furchenberieselung . . . . .	57
Der Furcheneinstau . . . . .	57
Die Abwasserverregnung . . . . .	58
Die teilweise ortsfeste Naturdruckregenanlage in Gruna, Kreis Delitzsch . . . . .	63
Die Röhrenverrieselung . . . . .	68
Die Kulturen und ihre Bewässerungszeiten . . . . .	71
Das Grünland . . . . .	72
Obergräser . . . . .	74
Untergräser . . . . .	75
Zuckerrüben . . . . .	81
Futterrüben . . . . .	83
Möhren . . . . .	84
Luzerne und Klee . . . . .	84
Raps . . . . .	85
Mais . . . . .	85
Gemüsebau . . . . .	86
Kartoffeln . . . . .	86
Getreide . . . . .	89
Der Zwischenfruchtbau . . . . .	90
Der Abwasserschlamm und seine landwirtschaftliche Verwertung . . . . .	91
Fischteiche zur Ergänzung landwirtschaftlicher Abwasserwertungsanlagen . . . . .	95
Die Beteiligung der Landwirtschaft unter Berücksichtigung der betriebswirtschaftlichen Verhältnisse . . . . .	97
Abwasserwertung und Hygiene . . . . .	99
Die Verbesserung des Wasserhaushalts durch die Abwasserwertung . . . . .	102
Anhang: Satzung der Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft im Kreise Delitzsch . . . . .	106

## Die Abwasserreinigungs- und Verwertungsverfahren.

Alles Leben ist vom Wasser abhängig. Menschen und Tiere brauchen es zum Dasein, die Pflanzen zu ihrem Aufbau. Viele Millionen Kubikmeter Wasser werden täglich in Städten, von Landgemeinden und der Industrie verwendet. Es gibt heute nur noch wenige Städte in unserer Vaterlande, die nicht über eine Wasserversorgungsanlage verfügen. Ohne eine zentrale Wasserversorgung wäre die Entwicklung der Großstädte kaum möglich. Was geschieht nun mit den gewaltigen Wassermengen? Das Wasser wird im Haushalt und in den gewerblichen Betrieben verbraucht und dient den vielseitigsten Zwecken. So wird es für die Zubereitung von Speisen und als Scheuer- und Waschwasser benötigt. In den gewerblichen Betrieben ist bei der Herstellung fast aller Erzeugnisse Wasser erforderlich. Große Wassermengen dienen der Abspülung und Abschwemmung von Schmutzstoffen. Hier sei nur auf die sehr großen Wassermengen, die täglich in den Wasserklosetts der Abspülung von Fäkalien dienen, hingewiesen. Auf diesem Wege durch den Haushalt und durch die Industrie wird das Wasser mit den verschiedensten Stoffen angereichert und verunreinigt und zum „städtischen Abwasser“.

Das städtische Abwasser hat also seinen Ursprung in den einzelnen Haushaltungen. Einen wesentlichen Zufluß erhält es in der Regel aus den gewerblichen Betrieben, dem Straßenreinigungswasser und vielfach auch durch Niederschlagswasser. Je nach der Herkunft des Abwassers findet man in ihm die verschiedensten Verunreinigungen. Diese bestehen aus mineralischen und organischen Stoffen.

Die mineralischen Stoffe sind nicht fäulnisfähig. Sie sind teils gelöst und teils in einem ungelösten Zustand im Abwasser vorhanden. Salze usw. zählen zu den gelösten Stoffen. An ungelösten mineralischen Stoffen finden wir im Abwasser Sand, Kies, Metallteilchen u. a.

Auch bei der meist fäulnisfähigen organischen Verunreinigung des Abwassers müssen wir zwischen gelösten und ungelösten Stoffen unterscheiden. An gelösten Stoffen gelangen beispielsweise Zucker, Alkohol usw. sowohl mit den hauswirtschaftlichen als auch mit den gewerblichen Abwässern in das Entwässerungsnetz der Städte. Der größte Teil der Verunreinigung besteht jedoch aus ungelösten, organischen Stoffen, die in Küchenabfällen, Fäkalien usw. enthalten sind. Diese Stoffe fallen in der Hauptsache bei der Ernährung bzw. bei der Herstellung von

Nahrungsmitteln für Mensch und Tier an. Da die Nahrungsmittel aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen bestehen, so finden wir in dem Abwasser auch die Stoffe, die für den Aufbau der Pflanzen erforderlich sind. Neben den drei Grundnährstoffen Stickstoff, Kali und Phosphorsäure enthält das Abwasser auch große Mengen Kalk und alle Nebennährstoffe, die dem Aufbau der Kulturpflanzen dienen. Der hohe Pflanzennährstoffgehalt der Abwässer hat schon von alters her den Bauern veranlaßt, die Abwässer seines Betriebes zur Düngung von Äckern und Wiesen zu verwenden. Solange die Ortschaften und Bürgerstädte von Bauern und Landarbeitern bewohnt wurden und noch keine Kanalisationen durchgeführt waren, fanden auch hier die Abwässer ihren Weg auf den Acker. Erst die Fortentwicklung und Vergrößerung der Städte hat diesen naturgegebenen Kreislauf vielfach unterbrochen. Der Anfall an Abwässern erreichte in den meisten Fällen eine Menge, die nicht mehr landwirtschaftlich verwertbar schien.

Der Abwasseranfall der Städte richtet sich nach dem Wasserverbrauch der Bevölkerung und häufig auch nach dem der Industrie. Der Wasserverbrauch ist in allen Städten verschieden. Im allgemeinen kann man den Wasserverbrauch je Kopf und Tag mit 50—150 l annehmen. Der Wasserverbrauch ist in einem stetigen Steigen begriffen. Mit dem Fortschritt der Hygiene und der Besserung der Wirtschaftslage wird er auch noch weiter steigen. Hat das Wasser seine Dienste getan, so muß es beseitigt werden. Für die Gesundheit einer Stadt ist die Beseitigung der Abwässer ebenso wichtig wie die Trinkwasserversorgung. Die menschlichen Haushalte und die gewerblichen Betriebe bewirken eine Verunreinigung des Wassers und ganz besonders eine Sättigung mit Stoffen, die leicht in Fäulnis übergehen, die Luft verpesten und die Brutherde für zahlreiche Krankheitserreger bilden. Daher ist es Aufgabe des Städtebauers, diese Abgänge möglichst unschädlich aus den Städten zu entfernen. Als einzige Möglichkeit einer unschädlichen Abwasserbeseitigung kommt die Fortleitung der Abwässer durch eine Schwemmkanalisation in Frage; denn nur dadurch kann die Verseuchung des Untergrundes dichtbesiedelter Stadtteile vermieden werden. Nur durch die Fortleitung der Abwässer in dichtschießenden Rohrleitungen ist es möglich, Krankheitsherde und Seuchen wirkungsvoll zu bekämpfen. Aber nicht allein aus gesundheitlichen Gründen ist die Beseitigung der Abgänge durch eine Schwemmkanalisation die zweckmäßigste, sondern auch vom rein wirtschaftlichen Standpunkt; denn alle Hauskläranlagen und das Abfahren der Fäkalien verteuern die Beseitigung ganz erheblich. Alle Städte, die heute noch Hauskläranlagen mit oder ohne Anschluß an eine Kanalisation haben und in denen die Fäkalien noch abgefahren werden, müssen daher möglichst bald zur vollwertigen Schwemmkanalisation übergehen. Zur Zeit sind

in den deutschen Städten von 36 Millionen Einwohnern nur 25 Millionen an eine Kanalisation mit Fäkalienabschwemmung angeschlossen. Die kulturelle und wirtschaftliche Entwicklung wird aber auch auf diesem Gebiete Fortschritte machen, und in den nächsten Jahrzehnten werden alle deutschen Städte den Segen einer vollwertigen Kanalisation genießen. Wenn unsere Wasserläufe und Flüsse nicht weiter zum Schaden der Allgemeinheit mit mehr oder weniger geklärten Abwässern belastet werden sollen, so wird die Frage, ob Abwasserreinigung oder landwirtschaftliche Abwasserverwertung für jede Stadtgemeinde schnellstens gelöst werden müssen. Die nachstehenden Ausführungen sollen einen kurzen Überblick über die Reinigungs- und Verwertungsverfahren städtischer Abwässer übermitteln.

Die Abwasserreinigung erfolgt entweder chemisch, mechanisch oder durch biologische Klärung.

Die chemische Behandlung von Abwässern erstreckt sich fast ausschließlich auf eine Entkeimung durch Zuführung der verschiedensten Stoffe. Eine Befreiung des Abwassers von seinen organischen Bestandteilen und den sonstigen gelösten und ungelösten Stoffen wird durch diese Behandlung weder bezweckt noch erzielt. Durch die chemische Behandlung, für die sich das Chlor am besten bewährt hat, wird neben der Abtötung von Krankheitskeimen nur ein Aufschub des Fäulnisvorganges erreicht.

Bei der mechanischen Reinigung wird das Wasser durch große Becken geleitet, in denen die Fließgeschwindigkeit so verlangsamt wird, daß ein großer Teil der Sinkstoffe, die schwerer als Wasser sind, sich absetzen. Das Abwasser wird also hierbei nur von diesen Stoffen befreit, während alle gelösten Stoffe und auch noch ein sehr großer Teil von ungelösten Stoffen im Abwasser verbleiben und in die Vorfluter gelangen. Diese Stoffe sind größtenteils fäulnisfähig, sie lagern sich auf der Sohle des Vorfluters ab und bilden dann faulende Schlamm-bänke, die üble Gerüche verbreiten und unter Umständen das Fischleben im Wasserlauf vollkommen vernichten. Ist die Wasserführung des Vorfluters im Verhältnis zu der eingeleiteten nur mechanisch gereinigten Abwassermenge gering, so kann das Wasser des Vorfluters weder zu gewerblichen noch hauswirtschaftlichen Zwecken gebraucht werden. Eine mechanische Reinigung von Abwässern ist also nur dort am Platze, wo ein ausreichend großer Vorfluter vorhanden ist, der das von den Sinkstoffen grob gereinigte Abwasser ohne Schaden aufzunehmen vermag.

Da die Ansprüche, die an die Reinigung des Abwassers gestellt werden, fast stets höher sind als sie durch eine mechanische Reinigung erreicht werden können, wird das Abwasser meist auch noch künstlich biologisch geklärt werden müssen.

Unter einer biologischen Reinigung versteht man die Zerstörung bzw. die Umwandlung der im Abwasser enthaltenen organischen gelösten und ungelösten Stoffe in einen fäulnisunfähigen Zustand mit Hilfe von Kleinlebewesen.

Man unterscheidet bei der biologischen Reinigung zwischen den natürlichen und den künstlichen Verfahren.

Zu den natürlichen biologischen Verfahren gehören: Die Abwasserverrieselung. Sie wird auf Staubeeten, durch Hangbewässerung, Furchenberieselung und durch Furcheneinstau ausgeübt. Der Zweck der Abwasserverrieselung ist nicht nur die Reinigung des Abwassers, sondern die Verwertung durch die Landwirtschaft.

Die Abwasserverregnung. Da die Abwasserverrieselung nicht bei allen Gelände- und Bodenverhältnissen möglich ist, hat die Technik besondere Verregnungsgeräte entwickelt, die eine Wasserverteilung in jeder gewünschten Höhe und bei jeder Bodengestaltung zulassen. Das Abwasser kann auch hier, wie bei der Verrieselung, ohne Vorreinigung durch die verschiedensten Regengeräte aufgebracht werden. Durch die Abwasserverregnung wird das Abwasser mit seinen Pflanzennährstoffen am besten ausgenutzt.

Die intermittierende Bodenfiltration. Ebenso wie bei der Abwasserverrieselung und Verregnung wird bei der intermittierenden Bodenfiltration die Reinigung des Abwassers den natürlichen Kräften des Bodens überlassen. Sie unterscheidet sich von dem Staubeetverfahren dadurch, daß auf eine landwirtschaftliche Nutzung der Bodenfilter verzichtet wird. Die Bodenfilter vermögen daher sehr große Abwassermengen aufzunehmen. Für die Herstellung sind Sand- und Kiesböden am besten geeignet.

Die Untergrundverrieselung. Die Untergrundverrieselung kommt nur für die Behandlung kleinerer Abwassermengen in Frage. Für sie ist ein tiefliegender Grundwasserstand Voraussetzung. Das in Faulkammern ausgefäule Abwasser wird einem in geringer Tiefe verlegtem Rohrnetz, das aus porösem Material hergestellt ist, zugeführt. Durch die Kapillarkraft des Bodens wird das Wasser den Pflanzenwurzeln zugeführt. Die Untergrundverrieselung ist eine landwirtschaftliche Verwertung, die aber so hohe Anlagekosten erfordert, daß sie nur bei intensiv gärtnerischer Nutzung des bewässerten Bodens wirtschaftlich ist.

Die biologische Selbstreinigung in Flüssen und Seen. Sehr häufig kann man beobachten, daß die in unsere Vorfluter geleiteten Abwässer den Wasserläufen das Gepräge von Abwasserkanälen geben. Oft sieht man aber auch schon wenige Kilometer unterhalb der Einleitungsstelle, daß das Wasser wieder vollkommen klar geworden ist. Der Wasserlauf ist also in der Lage gewesen, die eingeleiteten Abwässer

aus eigener Kraft zu reinigen. Die Selbstreinigung ist auf die Tätigkeit von Kleinlebewesen zurückzuführen. Das Selbstreinigungsvermögen eines Wasserlaufes hängt in der Hauptsache von der Wasserführung und der Menge sowie Beschaffenheit des eingeleiteten Abwassers ab. Die Einleitung von Abwässern ist daher nur in einem beschränkten Umfange möglich. In der Praxis wird das Selbstreinigungsvermögen der Wasserläufe noch dadurch gefördert, daß man den Wasserabfluß hemmt oder besondere Stauseen anlegt, in denen das Wasser mit seinen Schmutzstoffen einer längeren Belüftungszeit und der Einwirkung der Sonnenbestrahlung ausgesetzt ist. Durch diese Maßnahmen wird die Bakterientätigkeit und damit der Abbau der organischen Stoffe beschleunigt.

Das Abwasserfischteichverfahren. Die Erkenntnis über die Selbstreinigungskraft des Wassers in Vorflutern und Seen durch die Tätigkeit von Kleinlebewesen hat zur Entwicklung des Abwasserfischteichverfahrens geführt. Bei diesem Verfahren macht sich die Technik den Daseinskampf in der Natur für ihre Zwecke dienstbar. In den Teichen werden die aus den organischen Stoffen des eingeleiteten Abwassers sich ernährenden kleinsten Lebewesen von den höherstehenden aufgefressen, bis die noch höherstehenden Tiere, wie Wasserflöhe, Kriebstierchen u. a., den eingesetzten Fischen als Nahrung dienen. Für die Fischzucht in solchen Teichen eignet sich am besten der Karpfen. Die Voraussetzung für das Abwasserfischteichverfahren ist eine ausreichende Frischwasserzuführung. Das Verfahren ist durch die unter besonderen günstigen Verhältnissen angelegten und erfolgreich bewirtschafteten Abwasserfischteiche der Stadt München bekannt geworden.

Die Technik hat für die künstliche biologische Reinigung von Abwässern eine Reihe von Verfahren entwickelt, die alle darauf fußen, die Lebensbedingungen der aeroben Bakterien (der sauerstoffliebenden Bakterien) in der Hauptsache durch Zufuhr von Sauerstoff, also durch eine gute Belüftung zu fördern. Dadurch wird ein möglichst schneller Abbau der fäulnisfähigen Stoffe erzielt. Wenn es die örtlichen Verhältnisse zweckmäßig erscheinen lassen, wird die biologische Reinigung durch das Tropfkörper-, Füllkörper- und Tauchkörperverfahren oder auch durch das „Belebtschlammverfahren“ vorgenommen.

Die Tropfkörper werden vielfach aus Dampfkesselschlacke als freistehende Haufen in der Form eines abgestumpften Kegels von etwa 2—4 m Höhe ausgeführt. Die auf der kreisförmigen Grundfläche angeordneten Dränrohrleitungen dienen zur Abführung des gereinigten Wassers und zur Verstärkung der Belüftung. Das mechanisch vorgereinigte Abwasser wird durch geeignete Verteilgeräte, wie Rinnen und Röhren, die mit Düsen versehen sind, von oben aufgebracht. Das Abwasser tropft dann von einem Schlackenstück zum anderen. Auf

diesem Wege kommt es mit dem schleimigen biologischen Rasen, der alle Flächen des Tropfkörpermaterials überzieht, in engste Berührung. Hierbei werden durch das außerordentlich reichhaltige Bakterienleben die fäulnisfähigen Schmutzstoffe des Abwassers abgebaut. Da dieser Abbau durch die aeroben Bakterien vor sich geht, muß durch einen entsprechenden Aufbau des Tropfkörpers für ausreichende Belüftung gesorgt werden.

Die Füllkörper arbeiten in gleicher Weise wie die Tropfkörper. Der Unterschied besteht lediglich darin, daß das gleiche Füllmaterial wie beim Tropfkörper nicht freistehend aufgebaut, sondern in flache



Abb. 1. Tropfkörper der Kläranlage Leipzig-Leutzsch. (Aufnahme: Stadtbauamt Leipzig.)

Becken gebracht wird. Die Becken werden nun mit Abwasser angefüllt und in entsprechenden Zeitabschnitten entleert. Dieser Vorgang wiederholt sich immer wieder. Während die Becken leer stehen, finden die Bakterien den notwendigen Sauerstoff, so daß ihnen nach einer kurzen Pause dann wieder Abwasser und damit neue Arbeit aufgebürdet werden kann.

Der Tauchkörper kann ebenso wie der Tropfkörper ohne Unterbrechung Abwasser verarbeiten. Die Nachteile des Tropfkörpers, wie Fliegenplage u. a., treten bei diesem Verfahren nicht so in Erscheinung. Auch ist eine Verschlämzung, wie sie bei dem Füllkörper meistens schon nach kurzer Zeit eintritt, nicht zu befürchten. Das Tauchkörperverfahren vereinigt die wesentlichen Vorzüge des Tropf- und Füllkörperverfahrens auf sich, während es die Nachteile zu vermeiden sucht.

Die Tauchkörper werden in gleicher Weise wie die Füllkörper angelegt. Damit sie ständig im Betrieb gehalten werden können, wird Preßluft eingeblasen, durch die für eine Sauerstoffzuführung gesorgt und gleichzeitig der am Füllmaterial sich ablagernde Schlamm abgestoßen wird.

Die Abwasserreinigung durch belebten Schlamm ist erst in den letzten 2 Jahrzehnten entwickelt, aber auch schon so vervollkommen worden, daß dieses Verfahren berufen scheint, die anderen künstlichen biologischen Klärverfahren durch seine verhältnismäßig geringen Betriebskosten und durch den zu erzielenden Reinigungsgrad zu verdrängen. Aus diesem Grunde wird es notwendig, auf das Belebtschlammverfahren kurz einzugehen, um Vergleiche mit einer landwirtschaftlichen Abwasserwertung ziehen zu können.

Die Klärung des Abwassers durch eine Belebtschlammanlage erfordert eine Reihe von technischen Einrichtungen.

Das aus dem Sammelkanal der städtischen Kanalisation der Kläranlage zufließende Abwasser führt die verschiedensten Schwimm- und Schwebestoffe mit sich. Es werden Holzteile, Korken, Papier und Sperrstoffe aller Art angeschwemmt, die beseitigt werden müssen. Hierzu dient eine Anordnung von eisernen Stäben, die bis zur Sohle des Zulaufgerinnes reichen. Die Stabentfernung wird so gewählt, daß alle Sperrgegenstände von dem gewünschten Durchmesser sich vor dieser Rechenanlage festsetzen. Bei kleineren Anlagen wird das Rechengut mit Harken von Hand, bei größeren durch maschinelle Vorrichtungen beseitigt. Die an der Rechenanlage anfallenden Stoffe sind mengenmäßig meist gering und werden teils vergraben oder auch teils verkompostiert.

Das Abwasser führt aber auch große Mengen mineralischer Stoffe, wie Sand, Kies u. dgl., mit sich. Während bei der Rechenanlage die Fließgeschwindigkeit des anfallenden Wassers nicht herabgemindert wird, ist für das Absetzen der mineralischen Stoffe schon eine wesentliche Verringerung der Wassergeschwindigkeit notwendig. Es ist daher erforderlich, das Gerinne so breit zu gestalten, daß sich eine Fließgeschwindigkeit einstellt, die die mineralischen Stoffe zum Absetzen zwingt, die aber die organischen Stoffe noch in der Schwebe hält. Die Fließgeschwindigkeit hierfür liegt etwa bei  $\frac{1}{3}$  m/sek. Die äußere Gestaltung der Sandfänge richtet sich naturgemäß nach den örtlichen Verhältnissen. Bei der Entwurfsbearbeitung muß sorgfältig darauf geachtet werden, daß der Zweck, nur mineralische Stoffe zur Ablagerung zu bringen, größtmöglich erreicht wird. Der Sand wird seitlich oder an einer tiefliegenden Stelle gesammelt und ausgebaggert oder ausgepumpt. Die im Sandfang anfallenden mineralischen Stoffe sind oft recht erheblich, sie lassen sich jedoch leicht unterbringen, weil sie nicht fäulnisfähig sind und leicht ihr Wasser abgeben.

Die Abwasserreinigung mittels belebten Schlammes beruht auf der Tätigkeit der aeroben Bakterien. Je größer und gröber die ungelösten organischen Bestandteile und je umfangreicher die kolloiden Stoffe sind, desto längere Zeit nimmt die Abwasserreinigung in Anspruch, und desto höher sind natürlich auch die Betriebskosten. Aus diesem Grunde setzt man in der Hauptsache nur die gelösten und kolloiden Stoffe der Bakterientätigkeit aus und befreit das Abwasser weitestgehend von Schlammbestandteilen. Hierzu errichtet man Vorklär-

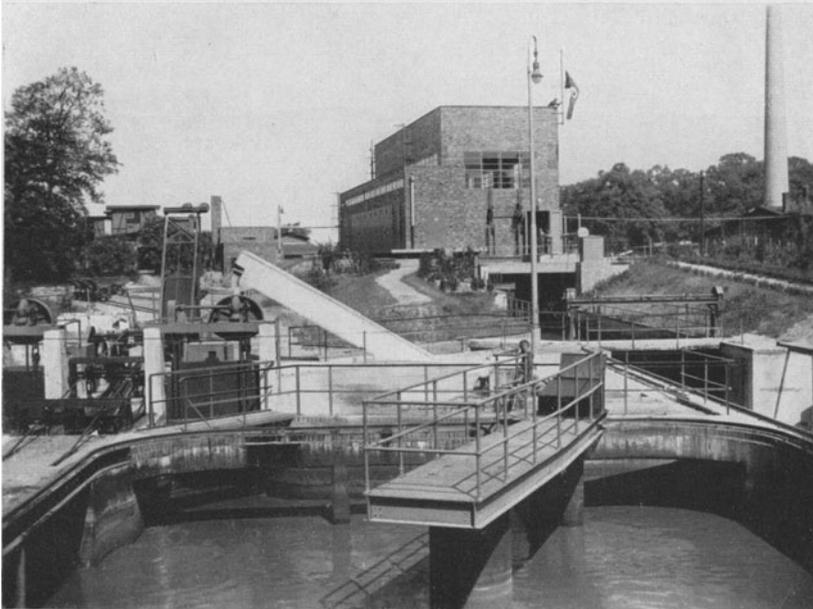


Abb. 2. Blick auf den Dorrsandfang und die Pumpstation in Leipzig. (Lichtbild: Stadtbauamt Leipzig.)

becken, die die Sink- und Schwebestoffe zum Absetzen bringen sollen. Um dieses zu erreichen, muß die Fließgeschwindigkeit bis auf 2—5 mm in der Sekunde herabgemindert werden. Nach der Menge des anfallenden Abwassers und nach der Beschaffenheit der Sink- und Schwebestoffe müssen mehr oder weniger große Becken angelegt werden. Die Aufenthaltsdauer des Abwassers in diesen Vorklärbecken darf weder zu lange dauern, noch zu kurz bemessen werden. Wird die Durchfließzeit zu kurz bemessen, so werden sehr viele Sinkstoffe nicht zum Absetzen gebracht und gelangen dann mit in die Belebtschlammbecken, und den Bakterien werden dadurch größere Aufgaben aufgebürdet, die naturgemäß längere Zeit in Anspruch nehmen und demzufolge auch höhere Kosten verursachen. Nimmt der Aufenthalt des Abwassers

in den Vorklärbecken zu lange Zeit in Anspruch, geht das Abwasser stark in Fäulnis über. Die anaeroben Bakterien gewinnen also die Überhand, und da der Abbau der organischen Stoffe in dem Belebtschlammbecken durch aerobe Bakterien erfolgt, erfordert die Einleitung von angefaultem Abwasser eine längere Aufenthaltsdauer in den Belebtschlammbecken. Dadurch erhöht sich natürlicherweise auch wieder der Kostenaufwand des Klärverfahrens. Die Vorklärbecken müssen also sehr sorgfältig entworfen und ausgeführt werden, damit einesteils möglichst viele ungelöste organische Stoffe zurückgehalten und andernteils aber auch frisches, noch nicht angefaultes Abwasser der Belebtschlammanlage zugeführt wird.

Die Vorklärbecken werden in der Regel so ausgeführt, daß die Beckensohlen nach der Einlaufstelle Gefälle aufweisen und hier in Schlammfänge auslaufen. Der Klärschlamm wird mit besonderen Kratzern, die bei größeren Anlagen maschinell betrieben werden, nach dem Schlammfang geräumt und abgepumpt.

Wie die Ausführung der Vorklärbeckenanlage sich nach den örtlichen Verhältnissen zu richten hat, so ist auch die Weiterbehandlung des Klärschlammes örtlich verschieden. Bei kleineren Anlagen macht die Weiterbehandlung des Klärschlammes keine großen Schwierigkeiten. Der Schlamm wird auf besondere Schlammbeete gepumpt und so weit entwässert, bis er stichfest ist, damit er abgefahren und für Düngezwecke verwendet werden kann. Der Klärschlamm besteht größtenteils aus organischen und kolloiden Stoffen, er ist also außerordentlich wasserreich, und es dauert oft monatelang, bis er stichfest geworden ist. Obwohl die Aufbringung des Schlammes auf besonderen Beeten noch das einfachste und zumeist auch billigste Verfahren ist, kann diese Art der Schlammaufbereitung nicht überall in Anwendung kommen, weil hierzu umfangreiche Flächen notwendig sind, die in der Nähe der Großstädte meistens fehlen. Hinzu kommt noch, daß die Schlammbeete, vor allen Dingen in den Sommermonaten, Geruchsbelästigungen, Fliegenplagen u. dgl. im Gefolge haben. Schon aus diesem Grunde wird häufig von der Schlammbeetbehandlung Abstand genommen werden müssen. Auf die verschiedensten mechanischen Schlammaufbereitungsmethoden soll hier nicht näher eingegangen werden, weil sie nur selten zur Anwendung gelangen.

Weit größere Bedeutung als der mechanischen Schlammaufbereitung kommt jedoch der Schlammausfäulung zu. Hierzu werden besondere Becken angelegt, in die der Klärschlamm aus den Vorklärbecken gepumpt wird. Die Becken sind in der Regel tiefer als die Vorklärbecken, und ihre Abmessungen haben sich nach der anfallenden Schlammmenge zu richten.

Die Schlammausfäulung beruht auf einer anaeroben Bakterientätigkeit. Da die Schlammausfäulungsbecken dem Luftzutritt und

damit auch der Sauerstoffzufuhr verschlossen sind, finden die anaeroben Bakterien hier günstige Lebensbedingungen vor. Durch die anaerobe Bakterientätigkeit werden ebenfalls die organischen Stoffe zerlegt und ihre Zerlegungsprodukte mit Wasserstoff gebunden. Bei der Schlamm-  
ausfäulung entwickelt sich ein Gas, das aus Kohlensäure, Stickstoff, Schwefelwasserstoff und Methan besteht. Bei frischem Schlamm dauert es oft wochenlang, bis sich ein für die Zersetzung genügend starkes Bakterienleben entwickelt hat. Zunächst tritt eine saure Gärung ein, bei der sich in der Hauptsache Kohlensäure und Schwefelwasserstoff entwickeln. Erst nach und nach tritt eine Wandlung in dem Gärungsvorgang ein, wobei der Anfall von Wasserstoff von dem Methan verdrängt wird. Diese sog. Methangärung ist das Ziel der Schlamm-  
ausfäulung, weil das Methan als Nutzgas aufgefangen, gereinigt und dann zum Betrieb der Kläranlage verwendet oder auch dem Gaswerk zugeführt wird. Da die Methangärung alkalisch verläuft, der Klärschlamm aber meist etwas sauer ist, wird häufig dem Klärschlamm Kalk zugeführt, um eine möglichst schnelle Methangärung zu erreichen. Ein sehr häufig angewandtes Mittel zur Beschleunigung der Methangärung ist auch die Impfung des frischen Klärschlammes mit bereits ausgefäultem Schlamm, weil letzterer reichlich mit anaeroben Bakterien durchsetzt ist und diese sich bei ihrer ungeheuren Vermehrungsfähigkeit schon in kurzer Zeit dem Klärschlamm mitteilen. Da die Bakterientätigkeit in den Faulräumen bei niedrigen Temperaturen nahezu aufhört (bei etwa  $+ 6^{\circ}$ ), müssen die Faulräume geheizt werden. Da alle Teerprodukte, Chlorwässer und Säuren den Gärungsvorgang hemmen und bei größeren Mengen sogar vollkommen unterbinden, müssen diese Stoffe ferngehalten werden, ebenso dürfen Salze, die die gleichen Wirkungen ausüben, nicht zugeleitet werden. Bei einem sachgemäßen Betrieb einer Schlamm-  
ausfäulungsanlage ist es möglich, aus 1 kg organischer Masse bis zu 400 l Gas zu gewinnen, eine Menge, die im allgemeinen nur ausreicht, die Kläranlage zu betreiben.

Der ausgefäulte Schlamm schrumpft in seinem Volumen bei dem Gärungsvorgang erheblich zusammen. Das dabei frei werdende Wasser ist stark angefäult und wird in der Regel dem Belebtschlammbecken zugeführt. Der ausgefäulte Schlamm wird leicht stichfest und kann als Kompost zur Anreicherung des Bodens mit Humus Verwendung finden. Sein Gehalt an Pflanzennährstoffen ist allerdings verhältnismäßig gering.

Das in den Vorklärbecken von den absetzbaren Stoffen befreite Abwasser wird nun den Belüftungsbecken zugeführt. Hier soll das Abwasser von allen fäulnisfähigen Stoffen befreit werden. Für die Gestaltung der meist aus Beton hergestellten Becken ist die Art der Belüftung richtunggebend. Die Belüftung kann durch Filterplatten, die

in die Sohle eingebaut werden und in die mit Luftkompressoren Druckluft eingeblasen wird, erfolgen. Weiter werden Paddelräder, Wurfkreisel, Rührwerke u. dgl. zur Belüftung angewendet. Durch die Belüftung wird das Wasser stark mit Sauerstoff angereichert, es werden also die Vorbedingungen für eine aerobe Bakterientätigkeit geschaffen. Nach einem gewissen Einarbeiten der Anlage bilden sich in dem Abwasser schleimige Flocken, das sind die Abbauprodukte von gelösten und kolloiden organischen Stoffen, die aus dem Abwasser ausgeschieden werden. Die Flocken weisen entsprechend ihrer Gestaltung eine verhältnismäßig große Oberfläche auf, so daß sich auf ihr ein riesiges Bakterienleben entwickelt. Da das Wasser durch die Belüftungsanlagen in ständiger Bewegung gehalten wird, also auch die Flocken mit dem Abwasser durcheinander gewirbelt werden, kommen fortwährend neue organische Stoffe mit den Flocken, die als „belebter Schlamm“ bezeichnet werden, in Berührung. Hierbei werden sie von den aeroben Bakterien aufgezehrt. Aus den Eiweißverbindungen bilden sich nun durch das Bakterienleben sauerstoffreiche Verbindungen, wie Salze von Salpetersäure und salpetriger Säure, von Schwefelsäure und Kohlensäure nebst kohlen-sauren Salzen. Nach beendetem Abbau der organischen Stoffe wird das Abwasser aus den Belüftungsbecken ausgelassen und den Nachklärbecken zugeführt.

Die Nachklärbecken sind ähnlich wie die Vorklärbecken gestaltet. In ihnen soll der belebte Schlamm zum Absetzen gebracht werden. Daher wird die Durchflußgeschwindigkeit so weit herabgemindert, daß die Flocken zu Boden fallen. Der außerordentlich wasserreiche Schlamm wird abgepumpt und zunächst entwässert. Wenn auch die Entwässerung dieses Schlammes nicht so schwierig ist wie die des Klärschlammes aus den Vorklärbecken, so sind trotzdem hierfür — es handelt sich um größere Mengen — umfangreiche Entwässerungsanlagen notwendig. Die Entwässerung des Schlammes richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, sie wird auf Entwässerungsbeeten, durch Filterpressen od. dgl. vorgenommen. Teilweise wird der Schlamm aus den Nachklärbecken auch den Ausfaulbecken zugeführt. Die Schlammfaulräume erhalten dadurch naturgemäß große Ausmaße.

Ein Teil des Schlammes aus den Nachklärbecken wird auch dem Abwasser, das in die Belüftungsbecken geleitet wird, zugeführt, damit dieses schneller mit aeroben Bakterien durchsetzt und das Verfahren beschleunigt wird. Bei diesem sog. Rückfuhrschlamm handelt es sich allerdings immer um kleine Mengen, der größte Teil des Schlammes aus den Nachklärbecken muß beseitigt werden.

Bei der künstlichen Abwasserreinigung wird also in der Regel nur das anfallende Gas genutzt, während das Wasser selbst und seine großen Mengen an Pflanzennährstoffen der Volkswirtschaft verlorengehen.

Die Kosten einer mechanisch-biologischen Klärung sind von den örtlichen Verhältnissen abhängig und betragen etwa 2,50 RM je Kopf und Jahr der Bevölkerung.

### Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Abwasserverwertung.

Die Rohstoffarmut unseres Vaterlandes verlangt, daß alle Werte der Volkswirtschaft erhalten werden. Nicht zuletzt fallen unter diese Werte die städtischen Abwässer, die, landwirtschaftlich verwertet, ihre Pflanzennährstoffe wieder dem Boden, aus dem sie stammen, zurückgeben und die durch den Dünge-, Feuchtigkeits-, Humus- und Wärmewert zu einer beachtenswerten Steigerung der deutschen landwirtschaftlichen Produktion führen können. Legt man den 36 Millionen Einwohnern unserer Städte einen täglichen Wasserverbrauch von 100 l je Einwohner zugrunde, und geht man von der Voraussetzung aus, daß in 1 m<sup>3</sup> Abwasser im Mittel 80 g Stickstoff, 60 g Kali und 20 g Phosphorsäure enthalten sind, so würden mit den städtischen Abwässern im Laufe eines Jahres rund

105000 t reiner Stickstoff,

79000 t Kali und

26000 t Phosphorsäure

anfallen. Wenn auch nur ein Teil dieser gewaltigen Nährstoffmengen durch die landwirtschaftliche Verwertung tatsächlich ausgenutzt wird und dieser Wert ziffernmäßig nicht zu erfassen ist, so sprechen jedoch die Gesamtnährstoffmengen für die außerordentlich große volkswirtschaftliche Bedeutung der landwirtschaftlichen Verwertung städtischer Abwässer. Bei einer Umrechnung in handelsübliche Düngemittel würden die im Abwasseranfall eines Jahres enthaltenen Pflanzennährstoffmengen etwa:

5250000 dz Leunasalpeter mit einem Stickstoffgehalt von 20%,

1975000 dz 40proz. Kalisalz,

1445000 dz Superphosphat mit 18% Phosphorsäure

entsprechen. Der Geldwert der im städtischen Abwasser enthaltenen Pflanzennährstoffe ließe sich aus diesen Zahlen leicht ermitteln. Die Berechnung selbst gäbe aber keinen Aufschluß über den tatsächlichen Wert der städtischen Abwässer; denn dieser ist, obwohl nur ein Teil der Pflanzennährstoffe von den Pflanzen ausgenutzt wird, bei weitem größer. Da wir gezwungen sind, den größten Teil unserer Phosphordüngemittel aus dem Ausland einzuführen, trägt die landwirtschaftliche Verwertung der Abwässer wesentlich dazu bei, Devisen einzusparen. Bei Reinigung der Abwässer in Kläranlagen gehen alle diese Werte der Volkswirtschaft verloren. Nur in einzelnen Fällen wird in Kläranlagen

Gas gewonnen, das zum Betrieb der Anlagen verwendet wird. Die Gasgewinnung aus dem Abwasserschlamm ist aber gegenüber der gewaltigen Aufgabe, die der landwirtschaftlichen Verwertung der Abwässer zur Erköpfung unserer Nahrungsfreiheit zukommt, bedeutungslos. Nicht Reinigung der Abwässer in Kläranlagen, sondern Verwertung durch die Landwirtschaft muß daher die Lösung sein.

Ob dem Abwasser als Feuchtigkeitsfaktor oder dem Nährstoffgehalt die größere Bedeutung zukommt, wird nie zu ermitteln sein. Zweifellos ist es aber Tatsache, daß durch die anfeuchtende, düngende, nährstofflösende, humusbildende und den Boden erwärmende Wirkung der Abwässerverwertung mit allen ihren für die gesamte Volkswirtschaft bedeutenden Auswirkungen Hunderte von Millionen Reichsmark jährlich dem Haushalt der deutschen Volkswirtschaft zugeführt werden und daß Hunderttausende von Volksgenossen für immer Brot und Arbeit finden können.

### Der Wert des Abwassers für die Landwirtschaft.

Das Abwasser unserer Städte enthält alle Nährstoffe, die von den Pflanzen zu ihrem Aufbau gebraucht werden. Neben den Ergänzungsnährstoffen und Reizstoffen sind von den 3 Grundnährstoffen in 1 m<sup>3</sup> Abwasser im Durchschnitt etwa

80 g Stickstoff,

60 g Kali und

20 g Phosphorsäure

enthalten. Diese Durchschnittszahlen unterliegen bei allen Städten je nach der Herkunft und Konzentration des Abwassers großen Schwankungen. Die nebenstehende graphische Darstellung einer Stickstoffunter-

suchung von Abwasser der Stadt Leipzig zeigt, daß der Nährstoffgehalt auch bei Trockenwetterabfluß zu allen Tageszeiten verschieden ist.

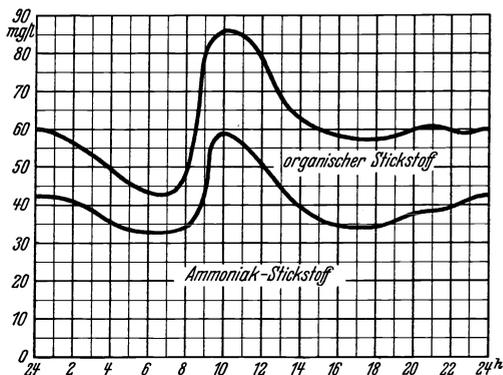


Abb. 3. Stickstoffuntersuchung von Abwasser der Stadt Leipzig. (Archiv: Stadt Leipzig.)

Bei den Abwässern kleinerer Städte sind die Schwankungen im Nährstoffgehalt noch größer. Schon die Unterschiede des Nährstoffgehaltes während der einzelnen Tagesstunden lassen erkennen, wie schwierig es ist, die für eine Volldüngung notwendigen Abwassergaben richtig zu ermitteln. Da die Ausnutzung der Nährstoffe von den Pflanzen, vom Boden und von der Aufbringungszeit abhängt, das Abwasser aber

das ganze Jahr hindurch gleichmäßig aufgebracht werden muß, ist eine genaue Ermittlung der für eine ausreichende Düngung erforderlichen Abwassergabe auf Grund des Nährstoffgehalts kaum möglich. Die Belastung der zu bewässernden Flächen nur nach dem Nährstoffgehalt bestimmen zu wollen, erscheint auch unzweckmäßig, weil dann z. B. auf leichten Böden in niederschlagsarmen Gegenden der wichtigste Wachstumsfaktor, das Wasser, keinesfalls ausreichen würde. Ohne genügende Feuchtigkeit kann sich aber auch die beste Düngung nicht auswirken. Die Deckung des Wasserbedürfnisses ist daher von größter Bedeutung. Soweit es möglich, soll man eine zusätzliche Einleitung von Reinwasser zur Deckung des Spitzenwasserbedarfs für die Sommermonate vorsehen. In vielen Fällen wird eine Zuleitung von Reinwasser nicht möglich und zudem auch nicht wirtschaftlich sein. In solchen Fällen ist es auf Grund der gemachten praktischen Erfahrungen richtiger, die Belastung der Rieselfelder nach dem Wasserbedarf der verschiedenen Kulturen unter Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse zu ermitteln. Für eine Berieselung auf sehr leichten Böden wird man auch in niederschlagsarmen Gegenden nur ganz selten zu einer größeren Jahresbelastung als 1500 mm kommen. Auf schweren Böden genügen meistens schon 400 mm, und auf mittleren Böden sind bis 800 mm notwendig, um das Feuchtigkeitsbedürfnis der meisten Kulturen zu decken. Bei einer Verteilung des Abwassers durch Verregnung wird die Belastung geringer sein können. In der Regel genügt es auch bei leichtesten Böden, die Beregnung während der Vegetationszeit in Abständen von höchstens 14 Tagen zu wiederholen, so daß täglich mit der Verregnung von 2 bis  $2\frac{1}{2}$  mm Abwasser zur Deckung des Feuchtigkeitsbedarfs gerechnet werden kann. Inwieweit die geringen Wassergaben bei einer Abwasser-  
verregnung dann zur Deckung des Nährstoffbedarfs ausreichen, müssen Zusatzdüngungsversuche ergeben. Ohne eine zusätzliche Düngung wird bei einer Abwasser-  
verregnung kaum auszukommen sein. Bei der weit stärkeren Abwasserbeschickung durch Berieselung wird die zusätzliche künstliche Düngung geringer sein können. Eine Gefahr der Überdüngung von Böden ist auch bei einer jährlichen Belastung von 400 mm bis 1500 mm nicht gegeben. Es muß immer damit gerechnet werden, daß nur ein Teil der mit dem Abwasser aufgetragenen Nährstoffe von den Pflanzen verbraucht oder von Boden festgehalten wird. Von den drei Hauptnährstoffen wird die Phosphorsäure noch am besten ausgenutzt. Soweit sie von den Pflanzen nicht verbraucht, wird sie größtenteils vom Boden absorbiert. Da die Abwässer aber nur verhältnismäßig wenig Phosphorsäure enthalten, findet niemals eine Übersättigung, sondern nur ganz allmählich eine erwünschte Anreicherung des Bodens mit diesem wertvollen Pflanzennährstoff statt. Anders verhält es sich mit Kali. Dieses leicht lösliche Salz ist Auswaschungen ausgesetzt und

wird nur zu einem Teil vom Boden über den Weg des Basenaustausches festgehalten. Hieraus und aus der notwendigen Bodenauflockerung läßt sich auch das Kalkbedürfnis der Rieselfelder erklären. Der wertvollste Nährstoff ist der Stickstoff, der im Abwasser am reichlichsten enthalten ist. Er kommt in Form von Ammoniak und organischem Stickstoff vor. Der Stickstoff wird in einem mit Abwasser nicht übersättigten Boden sehr schnell umgesetzt und oxydiert. Am Auslauf einer Stadtkanalisation enthält das Abwasser etwa ein Viertel bis ein Drittel des Gesamtstickstoffs in organischer Form und zwei Drittel bis drei Viertel als Ammoniak. Der organische Stickstoff wird im Zuleiternetz nur zu einem sehr geringen Teil in Ammoniak umgewandelt. Der eigentliche Abbau des Stickstoffs findet erst auf den Rieselfeldern, also im Boden, statt. Hierbei wird er zunächst in Ammoniak überführt und dann in Salpeter umgewandelt. In dieser leicht löslichen Form wird der Stickstoff schnell wieder ausgewaschen. Da der Abbau des organischen Stickstoffs nur sehr langsam vor sich geht, entsteht durch die Abwasserverwertung eine ständig fließende Quelle dieses wertvollen Nährstoffes, die bei einer Mitverwertung des Abwasserschlammes reichlicher fließen wird als bei Verwendung von vorbehandeltem Abwasser. Die nachstehenden Untersuchungsergebnisse des Abwassers und Dränwassers der Rieselfeldanlage Delitzsch-Schenkenberg lassen entsprechende Schlüsse über das Verhalten der Hauptnährstoffe im Boden zu.

Nährstoffe	Abwasser von Delitzsch. Gehalt in mg/l	Dränwasser aus den Rieselfeldern. Gehalt in mg/l
Stickstoff als Ammoniak . . . . .	26,3	0,9
„ „ organische Verbindung . . . . .	8,8	0,4
„ „ Nitrat . . . . .	—	15,2
Phosphorsäure . . . . .	9,7	0,5
Kali . . . . .	21,9	6,4

Wenn auch durch die Bewässerung trotz der Verluste noch reichliche Mengen an Pflanzennährstoffen dem Boden zugeführt werden, so wird in vielen Fällen ohne eine Zusatzdüngung nicht auszukommen sein; denn durch die großen Erträge und durch die Erzielung von teilweise zwei Ernten in einem Jahre werden dem Boden naturgemäß auch wieder große Nährstoffmengen entzogen.

Die Zersetzung der organischen Stoffe des Abwassers geht unter Mitwirkung von Bakterien vor sich. Bei der Zersetzung entsteht Wärme. Diese Wärme und die Aufbringung des verhältnismäßig warmen Abwassers lassen die Vegetation auf Rieselfelder schon im zeitigen Frühjahr erwachen und dehnen sie bis zum Spätherbst aus. Weiter bildet sich bei dem Zersetzungs Vorgang der organischen Substanz auch der

für das Pflanzenwachstum so lebenswichtige Humus. Es ist daher von größter Bedeutung, die Zersetzung der organischen Substanz durch eine Sauerstoffzuführung, also durch eine gute Belüftung des Bodens, zu beschleunigen und die Humusbildung zu fördern. Das letztere läßt sich bei Wiesen und Weiden dadurch erreichen, daß man im Herbst die Grasnarbe leicht mit Stroh oder Torfmull überstreut.

Die vielseitigen Auswirkungen der Abwasserverwertung auf Boden und Pflanzen lassen eine ziffernmäßige Erfassung des Abwasserwertes kaum zu. Zusammenfassend muß jedoch gesagt werden, daß durch eine sachgemäß ausgeübte Bewässerung schwerer Boden locker und krümelig und leichter Sand zum fruchtbarsten Boden werden kann. Wird die Verwertung auf Ödland oder leichtem Sandboden ausgeübt, so kann die Wirtschaftlichkeit auch dann noch gesichert sein, wenn die Baukosten, die sich im allgemeinen für eine Berieselungsanlage zwischen 250—1000 RM für 1 ha belaufen, überschritten werden. Die Erträge, die durch eine sachgemäß ausgeübte Abwasserverwertung auf bisher wertlosem Land erzielt werden, sind so hoch, daß derartige Anlagen auch dann noch eine ausreichende Rente abwerfen, wenn die Genossenschaftsbeiträge die normale Höhe von 25—50 RM je Hektar und Jahr überschreiten. Vielfach sind solche Anlagen, bei denen Neuland gewonnen oder wertloses Land in hochwertiges Kulturland umgewandelt wird, sowohl privatwirtschaftlich wie auch volkswirtschaftlich die wertvollsten.

### **Die landwirtschaftliche Abwasserverwertung auf genossenschaftlicher Grundlage.**

Der Wert der städtischen Abwässer für die Landwirtschaft ist von jeher bekannt gewesen. Mit der Einführung der Schwemmkanalisation sind daher auch die ersten Rieselfelder entstanden. Die Bezeichnung „Rieselfelder“ ist aber für diese Anlagen nicht zutreffend; denn es handelt sich hierbei fast ausschließlich um Staubeete, die nicht berieselt werden, sondern in die das Abwasser in 20—50 cm Tiefe eingestaut und zur Versickerung gebracht wird. Rein landwirtschaftlich gesehen, sind sie nicht geeignet, das Abwasser den Kulturpflanzen größtmöglich dienstbar zu machen. Abgesehen davon, daß die meisten Kulturpflanzen keine Überstauung vertragen, wird durch die Überstauung auch das Bakterienleben des Bodens gehemmt; denn die überstauten Flächen werden dem Luftzutritt verschlossen, die sauerstoffliebenden Bakterien gehen ein, und wenn erst nach 8—10 Tagen das Wasser versickert ist, können sich die Bodenbakterien wieder entwickeln. Die Staubeetanlagen erfordern einen erheblichen Kostenaufwand. Die Ländereien müssen eingeebnet und in einzelne Beete von durchschnittlich

0,25 ha Größe eingeteilt werden. Die einzelnen Beete müssen dann mit Erddämmen umgeben und durch ein ausgedehntes Grabennetz der Abwasserzuführung angeschlossen werden. Die verhältnismäßig kleinen Beete erschweren naturgemäß auch die landwirtschaftliche Nutzung. Bei Anlage dieser Staubeete mußten die Städte den Grund und Boden käuflich erwerben. Da der Grunderwerb in der Nähe der Städte sehr hohe Kosten verursachte, versuchten die Städte die Ausdehnung ihrer Staubeete möglichst einzuschränken. Die Staubeete wurden aus diesem Grunde mit sehr großen Abwassermengen beschickt. Bei der Entwicklung unserer Städte in den letzten Jahrzehnten wurde in den seltensten Fällen an eine Erweiterung der städtischen Rieselfelder gedacht. Der durch das Anwachsen der Bevölkerungszahl und die kulturelle und industrielle Entwicklung bedingte größere Abwasseranfall wurde auch weiterhin den städtischen Rieselfeldern zugeführt. Abwassermengen von 50000 m<sup>3</sup> je Hektar und Jahr gehören durchaus nicht zu den Seltenheiten. Daß bei derartigen Belastungen von einer landwirtschaftlichen Nutzung kaum mehr gesprochen werden kann, liegt auf der Hand. Aus den ursprünglichen Staubeeten mit einer landwirtschaftlichen Nutzung wurden mehr oder weniger Bodenfilter, deren Nutzung nicht mehr wie früher lohnend ist. Die mit sehr hohen Anlagekosten erstellten städtischen Rieselfelder, die für die Städte selten eine nennenswerte Rente abgeworfen hatten, kamen immer mehr in Verruf. Die Ausdehnung der Städte, der größere Abwasseranfall und auch die dadurch noch mehr zunehmende Verunreinigung der Flüsse erforderte und erfordert vor allen Dingen auch künftig, daß etwas Besseres an ihre Stelle gesetzt wurde bzw. werden muß. Für viele Städte wurde die Frage spruchreif, ob sie nicht ganz auf die Rieselfelder verzichten und dafür das Abwasser in einer modernen Kläranlage reinigen sollten. Viele Städte gingen, ohne die Frage der landwirtschaftlichen Verwertungsmöglichkeit überhaupt zu prüfen, zur Reinigung ihrer Abwässer in Kläranlagen über. So wurden ungeheure Werte der Volkswirtschaft entzogen.

Die Erkenntnis führender Fachleute, daß eine landwirtschaftliche Verwertung städtischer Abwässer nicht den Städten überlassen werden darf, sondern daß eine wirkliche Verwertung des Abwassers mit seinen Pflanzennährstoffen nur der Bauer und der Landwirt auf seinem Grund und Boden vornehmen könnte, führte dann zur Bildung der ersten Rieselfeldgenossenschaften. Hierbei brauchten die Städte nur ihre Abwässer diesen Genossenschaften zu liefern. Mit Grunderwerb, dem Bau und Betrieb der Anlagen hatten sie nichts mehr zu tun. Dadurch war eine Ausdehnung der Rieselfelder von vornherein sichergestellt und eine Überlastung mit Abwasser ausgeschlossen; denn die Landwirtschaft wollte das Abwasser nicht reinigen, sondern mit Hilfe

des Abwassers ihre Ernten steigern. Die Erfolge, die die ersten Rieselfeldgenossenschaften aufweisen konnten, führten dann in Preußen zu der Novelle vom 14. März 1924 zu § 206 des Preußischen Wassergesetzes, dem die Ziffer 15 zugesetzt wurde, wonach auch Wassergenossenschaften „zur Verwertung städtischer Abwässer im Interesse der Bodenkultur und der Förderung der landwirtschaftlichen Erzeugung“ gebildet werden können. Die erste auf Grund dieser gesetzlichen Handhabe gebildete Genossenschaft war die „Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg“. Die ausgezeichneten Erfolge dieser Genossenschaft führten dann zu den Verhandlungen mit der Stadt Leipzig, um auch die Abwässer dieser Großstadt der Landwirtschaft nutzbar zu machen. Bereits am 26. Mai 1933 konnte die „Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft“ zur landwirtschaftlichen Verwertung von Leipziger Abwasser ins Leben gerufen werden. Die Satzungen dieser Genossenschaft sind im Anhang abgedruckt.

### **Grundlegende Forderungen von Stadt und Land an die landwirtschaftliche Abwasserverwertung.**

Jede Stadt wird und muß an eine landwirtschaftliche Verwertung ihrer Abwässer die Forderung knüpfen, daß die Kosten nicht höher werden, als sie für eine einwandfreie Reinigung in einer Kläranlage hätte aufwenden müssen. Weiter muß der Stadt die Gewähr gegeben werden, daß das Abwasser das ganze Jahr hindurch gleichmäßig abgenommen wird.

Die Bau- und Betriebskosten einer Kläranlage hängen von der Abwassermenge, von der Verunreinigung des Abwassers selbst und von der Forderung, die an die Reinigung gestellt wird, ab. Im allgemeinen kann man damit rechnen, daß die Jahreskosten für eine mechanische Reinigung 1,25 RM je Kopf betragen und daß für eine biologische Nachreinigung noch ein gleich hoher Betrag aufzubringen ist. Im großen Durchschnitt kostet also eine mechanisch-biologische Klärung der Abwässer 2,50 RM je Kopf und Jahr der Bevölkerung. Da die Verhältnisse überall verschieden sind, wird man diese Kosten von Fall zu Fall ermitteln müssen.

Wenn die Stadt die gleichen Kosten für eine landwirtschaftliche Verwertung der Abwässer aufzubringen hat, so muß dementsprechend auch für eine dauernde, gleichmäßige Abnahme der Abwässer gesorgt werden. Kann nach Lage der örtlichen Verhältnisse die landwirtschaftliche Verwertungsanlage diese Forderung nicht erfüllen oder kann nur ein Teil der anfallenden Abwässer der Landwirtschaft zugeführt werden, so wird für die Reinigung der nicht abgenommenen Abwässer eine entsprechende Kläranlage beibehalten werden müssen.

Die Landwirtschaft hat an der Reinigung der städtischen Abwässer kein Interesse. Sie hat nur den Wunsch, mit Hilfe des Abwassers Ödland in Kulturzustand umzuwandeln, den Boden zu verbessern und ihm die größtmöglichen Erträge abzurufen. Dieser Forderung der Landwirtschaft muß jede landwirtschaftliche Abwasserwertungsanlage unbedingt Rechnung tragen. Nur von diesem Gesichtspunkt aus muß die Entwurfsbearbeitung erfolgen. Die Reinigung des Abwassers, die hierbei in einem Grade erreicht wird, wie sie auch in der vollkommensten Kläranlage nicht zu erzielen ist, wird daher, vom landwirtschaftlichen Gesichtspunkt aus gesehen, nur als Neben Zweck zu betrachten sein.

Die Voraussetzung für eine landwirtschaftliche Verwertung ist dann gegeben, wenn ein ausreichendes, geeignetes Gelände zur Verfügung steht, die Betriebskosten für die Stadt nicht höher sind als bei einer Kläranlage und vor allen Dingen die Wirtschaftlichkeit für die Landwirtschaft gewährleistet ist.

Bei den meisten deutschen Städten kann die Möglichkeit der landwirtschaftlichen Abwasserwertung bejaht werden. Wenn auch das Gelände nicht immer in der Nähe der Städte liegt, so doch meist in einer Entfernung, die die Zuleitung ermöglicht und noch wirtschaftlich gestalten läßt. Bis zu welchen Entfernungen die Wirtschaftlichkeit für Stadt und Land noch vorhanden sein kann, beweist die Anlage zur Verwertung der Leipziger Abwässer im Kreise Delitzsch. Hier wird das Abwasser vom Auslauf der Kanalisation über eine Entfernung geleitet, die mehr als 50 km beträgt. Dabei dürfte die Grenze für die Wirtschaftlichkeit der Zuleitung noch keinesfalls erreicht sein. Auf dem Wege zum Verwertungsgebiet tritt auch bei langen Zuleitungen keine nennenswerte Änderung des Nährstoffgehaltes ein. Für die Landwirtschaft ist daher der Wert des Abwassers bei großen Entfernungen bis zum Verwertungsgebiet der gleiche wie in der Nähe der Städte. Die Länge der Zuleitung zu dem Verwertungsgebiet ist also in der Hauptsache von der Wirtschaftlichkeit für die Städte abhängig. Es ist oft zweckmäßiger, eine lange Zuleitung in Kauf zu nehmen, als ein weniger gut geeignetes Gelände für die Verwertung auszusuchen oder auf die landwirtschaftliche Verwertung ganz zu verzichten.

Ein wesentlicher Nachteil des langen Weges zum Verwertungsgebiet liegt in dem Faulprozeß des Abwassers. Je weiter das Abwasser in geschlossenen Rohrleitungen oder offenen Gräben geleitet wird, desto mehr geht es in Fäulnis über, und desto stärker treten die unangenehmen Gasbildungen auf. Aber auch dieses Problem läßt sich dadurch lösen, daß die offene Zuleitung nicht in die Nähe von menschlichen Siedlungen und Verkehrsstraßen verlegt wird bzw. daß diese Stellen verrohrt werden. Bei Entfernungen von 200—300 m von den offenen Zuleitern sind Geruchsbelästigungen kaum mehr zu erwarten.

Von der Länge der Zuleitung — als offener Graben — zum Verwertungsgebiet hängt aber auch die Betriebssicherheit während Frostzeiten nicht unwesentlich ab. Wird die Zuführung der Abwässer durch eine Rohrleitung vorgenommen, so kann auch der stärkste Frost den Betrieb kaum gefährden. Erfolgt dagegen die Zuführung durch einen offenen Graben, so muß mit einer starken Abkühlung des Abwassers gerechnet werden. Am Auslauf der Kanalisation haben die Abwässer auch bei strengem Frost in der Regel noch eine Temperatur von  $+10$  bis  $+14^{\circ}$ , die nur durch Einbringen von Schnee in das Kanalisationsnetz herabgedrückt wird. Die Abkühlung in einem offenen Zuleiter ist von der Temperatur, der Wassermenge und der Wassertiefe abhängig. Auch hier zeigt die Praxis, daß bei tiefen Temperaturen das Abwasser noch über weite Entfernungen geleitet werden kann. So war es bei  $-15^{\circ}$  Kälte noch möglich, 700 l/sek 20 km weit in einem offenen Graben zu führen, ohne daß es überhaupt zu einer Eisbildung kam. Erst nach 20 km bildete sich an den Grabenrändern Eis, und bei 30 km war das Grabenprofil mit einer geschlossenen Eisdecke überzogen, die aber nicht die Weiterführung hemmte. Die Schwierigkeiten, die in den Wintermonaten entstehen können, werden weniger durch Frost, sondern vielmehr durch starke Schneeverwehungen verursacht. Bei Schneetreiben ist das Abwasser nicht in der Lage, den Schnee schnell genug aufzutauen. Es besteht daher die Gefahr, daß der Schnee, der dann eine kolloide Masse bildet, Rohrdurchlässe, Dücker oder sonstige Bauwerke verstopft und die Zuleiter überlaufen. Bei großen Hauptzuleitern ist es möglich, Schneeschutzwände aufzustellen oder Hecken zu pflanzen, um dadurch die Gefahr der Schneeverwehungen zu beheben. Bei den Nebenzuleitern und Verteilgräben ist dieses Verfahren praktisch nicht durchführbar. Lange Nebenzuleiter sind daher zu vermeiden. Die Länge der Nebenzuleiter muß überhaupt möglichst kurz gewählt werden, weil in ihnen die stärksten Versickerungsverluste eintreten. Die Entwurfsbearbeitung muß diesen Umständen entsprechend Rechnung tragen. Auf welche Weise das zu geschehen hat, hängt naturgemäß wieder von den örtlichen Verhältnissen ab. Bei ungünstigen klimatischen Verhältnissen ist die Zuleitung durch geschlossene Rohrleitungen am Platze.

Um der Schwierigkeiten der Abwasserunterbringung während Frostperioden Herr zu werden und um vor allen Dingen auch das Abwasser während der Bestellzeit unterbringen zu können, müssen in vielen Fällen besondere Sickerflächen angelegt werden. Ist der Weg bis zum Verwertungsgebiet nur kurz, und kommt das Abwasser mit verhältnismäßig hoher Temperatur an, so lassen sich die Unterbringungsschwierigkeiten während Frostperioden und Bestellzeit durch die Anlage entsprechend großer Flächen Grünland beheben. Überhaupt kommt dem Grünland für die Betriebssicherheit einer Anlage große Bedeutung zu.

So ist es angebracht, möglichst alle Zuleiter auf Wiesen und Weiden enden zu lassen, damit etwa überschüssiges Abwasser oder solches, das durch unbefugte Betätigung der Anlage zum Abfluß kommt, erst die Wiesen und Weiden überrieseln muß, bevor es in einen Vorfluter abfließen kann.

Für die Abwasserunterbringung in den Wintermonaten kommt nur die rauhe Furche, also der unbestellte Acker, und Grünland in Frage. Grünland kann auch bei starkem Frost ohne nennenswerten Schaden berieselt werden. Die Abwasserverteilung kann zu solchen Zeiten nur durch Berieselung und Einstau erfolgen. Eine Abwasserregenung ist bei strengem Frost mit teilweise ortsfesten sowie ganz beweglichen Regenanlagen praktisch unmöglich und zudem auch nicht wirtschaftlich. Durch eine vollkommen ortsfeste Regenanlage läßt sich zwar der Betrieb auch bei stärkstem Frost aufrechterhalten, jedoch ist eine derartige Anlage für die Verwertung der gesamten Abwässer einer Großstadt weder zu finanzieren noch wirtschaftlich zu gestalten. Wenn auch durch die Verregnung die beste Ausnutzung des Abwassers und seiner Nährstoffe erreicht wird, so läßt sich durch sie nur in Ausnahmefällen die Abwasserunterbringung während der Wintermonate sicherstellen. Die Abwasserverregnung wird daher in der Hauptsache als Ergänzung zu der Berieselung angesehen werden müssen.

Nach der Bestellzeit steigt das Wasserbedürfnis mehr und mehr an. In den Monaten Juli bis September fallen die günstigsten Bewässerungszeiten der meisten Kulturen zusammen. Da die Abwasserverwertungsanlagen nicht nur auf der Befriedigung dieses Spitzenwasserbedarfs aufgebaut werden können, sondern auch der gleichmäßigen Abnahme der Abwässer während des ganzen Jahres Rechnung tragen müssen, muß das erhöhte Wasserbedürfnis in dieser Zeit möglichst durch eine Verfeinerung der Wasserverteilung ausgeglichen und gegebenenfalls durch die Zuführung von Frischwasser gedeckt werden. Die Befriedigung des Wasserbedürfnisses in den Monaten Juli bis September ist für den Erfolg der Abwasserwertung von ausschlaggebender Bedeutung deshalb, weil die Kulturen dank der Abwasserbewässerung unter den günstigsten Bedingungen aufgewachsen sind. Können diese Wachstumsbedingungen während der heißen Jahreszeit nicht gleichmäßig aufrechterhalten werden, so schrumpfen die verhältnismäßig großen Zellen der bewässerten Pflanzen sehr schnell zusammen, und die Erträge gehen stark zurück. In den Sommermonaten ist daher die Abwasserregenung, bei der weniger Wasser verbraucht wird als bei einer Berieselung und die das gleichmäßige Aufbringen geringer Wassergaben ermöglicht, ganz besonders geeignet, um auf großen Flächen das dringendste Wasserbedürfnis mit dem zur Verfügung stehenden Wasser einigermaßen befriedigen zu können.

Für die Landwirtschaft ist der volle Erfolg der Abwasserwertung davon abhängig, daß das Wasserbedürfnis der Kulturen auch in der heißen Jahreszeit restlos gedeckt wird. Für die Städte ist die Wirtschaftlichkeit am größten, wenn der gesamte Abwasseranfall das ganze Jahr hindurch gleichmäßig an die Landwirtschaft abgegeben werden kann.

### **Die Zusammenarbeit zwischen Stadt und Land.**

Erst der nationalsozialistischen Aufklärungsarbeit ist es zu danken, daß heute wieder dem Grundsatz, bei unserem Tun und Schaffen hat an erster Stelle das Wohl des Vaterlandes unsere Richtschnur zu sein, Geltung verschafft worden ist. Stadt und Land werden sich diesem Grundsatz unterordnen müssen. Wenn vor der Machtübernahme der NSDAP. noch über die Rieselfelder gesagt werden konnte, daß solche Anlagen nicht Selbstzweck sind, sondern nur dazu dienen sollen, bei volkreichen Städten deren mehr oder weniger verunreinigten Abflüsse auf die beste, billigste und unschädlichste Weise zu beseitigen, so ist es heute Pflicht, die Abwässer mit dem größten volkswirtschaftlichen Nutzen dem Vaterlande dienstbar zu machen. Da die Wehrfreiheit ohne die Sicherung unserer Volksernährung aus heimischer Scholle kaum denkbar ist, die städtischen Abwässer mit ihren reichen Dungstoffen landwirtschaftlich verwertet aber ganz erheblich zur Steigerung unserer landwirtschaftlichen Erzeugung beitragen können, liegt es nahe, sie für das gesteckte Ziel dienstbar zu machen. Hierzu haben sich Stadt und Land die Hand zu reichen, um auf diese Weise zur Erkämpfung der Nahrungsfreiheit unseres Volkes beizutragen. Heute ist es durch den Erlaß des Reichs- und Preußischen Ministers für Ernährung und Landwirtschaft vom 5. Februar 1935 den Städten und Behörden sogar auferlegt, künftig alle Fälle einer geplanten Abwasserreinigung daraufhin zu prüfen, ob nicht an Stelle eines Klärverfahrens die landwirtschaftliche Abwasserwertung möglich ist.

Die Erkenntnis erfahrener Fachleute, daß nur Stadt und Land in engster Zusammenarbeit das Abwasserproblem in einem volkswirtschaftlichen positiven Sinne zu lösen vermögen, hat Veranlassung gegeben, die ersten landwirtschaftlichen Abwasserwertungsgenossenschaften ins Leben zu rufen. Die erste dieser Genossenschaften, die zu diesem Zwecke und auf Anregung des damaligen Meliorationsbaubeamten der Provinz Ostpreußen, des Regierungs- und Baurats Dankwerts, gebildet wurde, ist die Samländische Rieselfeldgenossenschaft, die die Abwässer der Stadt Königsberg i. Ostpr. seit dem Jahre 1899 landwirtschaftlich verwertet. Im Jahre 1913 wurde nach dem Entwurf des Domänenrats Kreuz, Dülmen, ebenfalls eine Wassergenossenschaft zur

Verwertung der gesamten Abwässer der 9000 Einwohner zählenden Stadt Dülmen gegründet. Die außerordentlich guten Erfolge dieser Genossenschaft haben den Domänenrat Kreuz veranlaßt, immer wieder auf den hohen volkswirtschaftlichen Wert der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung hinzuweisen, und seiner Tätigkeit auf diesem Gebiete ist es nicht zuletzt zu danken, daß weitere Städte dem Beispiel von Dülmen gefolgt sind. Die Möglichkeit, auf Grund des Preußischen Wassergesetzes vom 7. April 1913 zwecks landwirtschaftlicher Verwertung städtischer Abwässer Wassergenossenschaften zu bilden, ist erst durch die Novelle vom 14. März 1924 zu § 206 des Preußischen Wassergesetzes gegeben worden. Die erste auf Grund dieser gesetzlichen Handhabe gebildete Genossenschaft ist die Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg. Sie wurde am 7. Oktober 1929 durch einstimmigen Beschluß der Interessenten ins Leben gerufen und bezweckt auf Grund des § 2 der Genossenschaftssatzung nach dem allgemeinen Plane des Verfassers vom 28. Februar 1929 die Verwertung von Abwässern der 17000 Einwohner zählenden Kreisstadt Delitzsch auf Rieselfeldern und in Fischteichen. Die guten Erfolge dieser Genossenschaft und die während der Bau- und Betriebszeit gesammelten Erfahrungen führten zur Projektaufstellung für die landwirtschaftliche Verwertung von Leipziger Abwasser im Kreise Delitzsch. Schon am 26. Mai 1933 kam es zur einstimmigen Bildung der Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft. Zweck dieser Genossenschaft ist es, Abwässer der Stadt Leipzig in einer mittleren Menge von täglich 60000 m<sup>3</sup> innerhalb eines Gebietes von 20000 ha im Kreise Delitzsch landwirtschaftlich zu verwerten. Während bei der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg die Stadt Delitzsch Genossenschaftsmitglied werden konnte, war die Zuziehung der alten Messestadt als Genossenschaftsmitglied bei der Verschiedenheit der landesgesetzlichen Bestimmungen nicht möglich. Die Bindung zwischen der preußischen Wassergenossenschaft und der sächsischen Großstadt mußte daher auf vertraglicher Grundlage gefunden werden.

Das Zusammenarbeiten von Stadt und Land kann also auf zwei Wegen erfolgen, und zwar die Stadt wird selbst Genossenschaftsmitglied, oder die Stadt schließt mit der gebildeten Genossenschaft einen langfristigen Vertrag ab.

Die Möglichkeit des Beitrittes einer Stadt als Genossenschaftsmitglied gibt der § 210 des Preußischen Wassergesetzes; denn nach ihm können öffentliche Körperschaften, sofern sie an dem Unternehmen Interesse haben, Genossenschaftsmitglieder sein. Der Beitritt der Städte bedarf nicht einmal, wie in § 211 festgelegt ist, der Genehmigung der staatlichen Aufsichtsbehörde. Nach preußischem Recht können also die Städte als Genossenschaftsmitglieder aufgenommen und zur engsten

Mitarbeit herangezogen werden. Bei der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg ist dieser Punkt in der Genossenschaftssatzung im § 2 wie folgt festgelegt: „Genossenschaftsmitglieder sind die Stadt Delitzsch und die Eigentümer der Rieselfelder und der Fischteiche.“ Die Mitgliedschaft einer Stadt gibt ihr die Möglichkeit, in der Genossenschaft im Rahmen der Genossenschaftssatzung und der gesetzlichen Bestimmungen selbst mitzuarbeiten und ihren Einfluß auf die Wasserverwertung geltend zu machen. Das Zusammenarbeiten zwischen Stadt und Genossenschaft muß in der Genossenschaftssatzung festgelegt sein und dementsprechend auch die Beitragsverpflichtungen. Letzteres ist bei der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg im § 12 erfolgt. Die entsprechenden Bestimmungen in diesem Paragraph lauten: „Das Verhältnis, nach dem die einzelnen Genossen an etwaigen Nutzungen teilnehmen und zu den Genossenschaftslasten beizutragen haben, richtet sich nach dem für die einzelnen Genossen aus den Genossenschaftsanlagen erwachsenden Vorteile.“

Diesem Vorteile entspricht folgende Verteilung der Genossenschaftslasten:

„a) Die Kosten der Pumpanlage nebst Druckrohrleitung bis zum Verteilungsbecken sowie deren Betriebs- und Unterhaltungskosten trägt die Stadt Delitzsch.

b) Die Kosten sowie die Unterhaltung der Be- und Entwässerungsanlagen der Rieselfelder werden von den Grundstückseigentümern getragen.

c) Die Kosten der Fischteiche sowie deren Unterhaltungskosten tragen die Eigentümer der Fischteiche.“

Von großer Wichtigkeit ist, daß aus der städtischen Kanalisation keine schädlichen Stoffe den Rieselfeldern zugeführt werden; denn sie können die Wirtschaftlichkeit der Anlage beeinträchtigen oder die Abwasserverwertung sogar unmöglich machen. Daher bestimmt § 17 der Genossenschaftssatzung: „Die Verwendung der Abwässer, die den Genossenschaftszweck (§ 2) beeinträchtigen würde, ist ausgeschlossen.“ Die Zuziehung der Stadt als Genossenschaftsmitglied hat sich in der Praxis sehr gut bewährt.

Dort, wo es aus irgendwelchen Gründen unmöglich ist, die Stadt als Genossenschaftsmitglied aufzunehmen, wird man zum Abschluß eines langfristigen Vertrages zwischen Stadt und Genossenschaft kommen müssen. Der Vertrag weist den beiden Vertragsparteien die sonst in der Genossenschaftssatzung verankerten Aufgaben und Leistungen zu. So legt beispielsweise der zwischen der Stadtgemeinde Leipzig und der Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft abgeschlossene Vertrag im § 1 fest, daß die Stadt Leipzig mittels einer von ihr zu verlegenden Druckrohrleitung aus der städtischen Kanalisationsanlage täglich

im Mittel 60 000 m<sup>3</sup> Abwasser an die Delitzscher Abwasserverwertungsgenossenschaft zu liefern hat. Die unterste Grenze der Wasserlieferung ist auf täglich 40 000 m<sup>3</sup>, die oberste für die Sommermonate auf täglich 80 000 m<sup>3</sup> festgelegt worden. Die Verteilung auf die einzelnen Tages- und Nachtstunden wird von der Stadt Leipzig je nach den betrieblichen Verhältnissen der Kläranlage und der Pumpstation unter Zugrundelegung einer größten Fördermenge von 1,4 m<sup>3</sup> je Sekunde vorgenommen. Im § 2 dieses Vertrages ist vereinbart, daß die Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft das Abwasser am Endpunkt der Druckrohrleitung in der Gemarkung Hohenossig (d. i. der höchste Punkt im Rieselfeldgebiet) von der Ordinate +138 NN ständig in der jeweils zur Verfügung gestellten Menge abzunehmen hat. Der § 3 besagt, daß die Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft das Abwasser in der Beschaffenheit abzunehmen hat, wie es aus dem Hauptkanal des Entwässerungsnetzes der Stadt Leipzig anfällt und durch die Druckrohrleitung bis zum Rieselfeldgebiet abgepumpt wird. Demgegenüber hat die Stadt Leipzig besonderes Augenmerk auf die Nichteinleitung pflanzenschädlicher Stoffe zu lenken und dementsprechend die bestehenden ortsgesetzlichen Bestimmungen oder künftige nicht weniger strenge Bestimmungen und die bestehenden gesetzlichen Vorschriften über Einleitung und Beschaffenheit von Abwässern, die in die städtische Kanalisation eingeleitet werden dürfen, durchzuführen. Diese Bestimmungen geben der Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft eine Gewähr dafür, daß die gelieferten Abwässer keine Stoffe enthalten, die den Genossenschaftszweck beeinträchtigen oder gar unmöglich machen. Weiter ist in dem Vertrage festgelegt, daß die Stadt Leipzig als Träger des Unternehmens hinsichtlich der Druckrohrleitung nebst Zubehör verpflichtet ist, Betriebsschwierigkeiten, die z. B. infolge eines Bruches der Abwasserzuleitung entstehen können, schnellstens zu beheben, daß die Genossenschaft aber keine Ansprüche gegen die Stadt daraus herleiten kann, wenn die Unterbrechung so schnell beseitigt wird, wie es billigerweise von ihr verlangt werden kann und technisch möglich ist. Im § 6 des Vertrages ist noch bestimmt, daß die Genossenschaft alle zur landwirtschaftlichen Verwertung der Abwässer erforderlichen Anlagen auf ihre Kosten zu erstellen hat und daß die Stadt Leipzig einen jährlichen Zuschuß, der festgelegt ist, an die Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft zu zahlen hat. Die Laufzeit des Vertrages ist auf 35 Jahre festgelegt, beginnend mit dem Tage der Inbetriebnahme. Sofern 5 Jahre vor Ablauf des Vertrages keine Kündigung erfolgt, verlängert er sich um weitere 10 Jahre und so fort.

## Die Abwasserbehandlung in der Stadt.

Der Abwasseranfall ist in jeder Stadt ständigen Schwankungen unterworfen. Diesen Umständen muß sich die landwirtschaftliche Abwasserverwertungsanlage ebenso anpassen, wie das bei einer Kläranlage geschieht. Die Beseitigung der Schwimmstoffe und auch der mineralischen Stoffe, die mit dem Abwasser zum Abfluß kommen, wird in der Regel am Auslauf der Kanalisation erfolgen müssen. Die für die Behandlung der Abwässer am Auslauf der Kanalisation erforderlichen Maßnahmen werden sich nach den örtlichen Verhältnissen zu

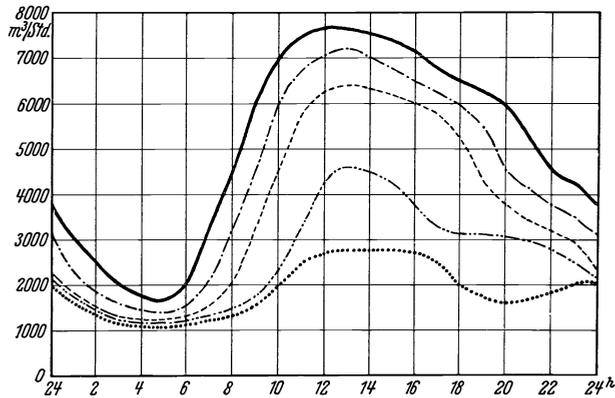


Abb. 4. Abwasseranfallmengen der Stadt Leipzig bei Trockenwetter. (Archiv: Stadtbauamt Leipzig.)

- Größte Tagesabwassermenge am 10. Juli 1934 mit  $\sim 121\,200\text{ m}^3$ ,
- ..... kleinste Tagesabwassermenge am 2. Weihnachtsfeiertag 1933 mit  $\sim 45\,300\text{ m}^3$ ,
- - - - Durchschnittssommertagesmenge ohne Sonn- und Feiertage vom Mai bis Oktober 1934  $\sim 103\,000\text{ m}^3$ ,
- · - · - Durchschnittswintertagesmenge ohne Sonn- und Feiertage vom November 1933 bis April 1934 mit  $\sim 87\,000\text{ m}^3$ ,
- - - - Durchschnittsfeiertagsmenge aus 44 Sonn- und Feiertagen mit  $\sim 62\,200\text{ m}^3$ .

richten haben. Hierbei wird ein grundsätzlicher Unterschied zwischen solchen Abwasserverwertungen, bei denen der Zufluß des Abwassers mit natürlichem Gefälle durch offene Gräben oder Rohrleitungen und solchen, bei denen das Abwasser zum Verwertungsgebiet gepumpt werden muß, zu machen sein.

Erfolgt der Zufluß der Abwässer bis zum Verwertungsgebiet mit natürlichem Gefälle, so sind am Auslauf der städtischen Kanalisation verhältnismäßig geringe Baulichkeiten notwendig. Bei der Weiterleitung in einem offenen Graben wird meistens eine Rechenanlage, die bei kleineren und mittleren Städten von Hand bedient werden kann, genügen. Bei Großstädten ist eine maschinell betriebene Rechenanlage zweckmäßig. Die Rechenanlage ist in jedem Falle erforderlich, um Papier, Holz und die verschiedensten Schwimmstoffe, die auf

Rieselfeldern nicht zu gebrauchen sind, zurückzuhalten. Die Schwimmstoffe selbst sind im Verhältnis zur Abwassermenge nur gering. Sie lassen sich an Ort und Stelle leicht verkompostieren, ohne irgendwie lästig zu werden.

Wenn die Weiterleitung mittels einer Rohrleitung erfolgt, so ist in der Regel neben der Rechenanlage noch ein Sandfang notwendig, damit Kies, Sand und andere mineralische Stoffe ferngehalten werden und sich nicht in der Rohrleitung absetzen oder durch Reibung einen schnelleren Verschleiß herbeiführen. Der Sandfang kann meistens in einfachster Ausführung als Betonbecken hergestellt werden. Seinem Zweck entsprechend muß er so bemessen sein, daß die Durchfließgeschwindigkeit des Abwassers etwa 0,35 m in der Sekunde beträgt. Erheblich größere Geschwindigkeiten führen zu keinem ausreichenden Absetzen der mineralischen Stoffe, während bei geringerer Geschwindigkeit dagegen wieder unerwünschte Schlammablagerungen eintreten. Die Beseitigung der im Sandfang zur Ablagerung kommenden Stoffe kann je nach den örtlichen Verhältnissen von Hand oder durch Maschinen vorgenommen werden.

Erfolgt die Weiterleitung des Abwassers mit natürlichem Gefälle, so sind außer Rechen und Sandfang keine weiteren Anlagen notwendig. Die Abmessungen der Grabenprofile bzw. der Rohrleitung haben sich nach dem Gesamtspitzenanfall an Abwasser, also einschließlich des Regenwasseranfalls am Auslauf der städtischen Kanalisation, zu richten. Hierbei muß darauf geachtet werden, daß die Abwasseranfallmenge richtig vermittelt wird. In der Regel sind die städtischen Kanalisationen so gebaut, daß die Regenwasserüberfälle in den Hauptkanälen erst in Funktion treten, wenn die fünffache Verdünnung des Abwassers erreicht ist. Man kann daher im allgemeinen annehmen, daß bei starken Niederschlägen die fünffache Trockenwetterabwassermenge am Auslauf der Kanalisation zum Abfluß gelangt. Bei der Entwurfsbearbeitung wird zu untersuchen sein, ob diese Abwassermenge restlos dem Verwertungsgebiet zugeführt werden kann oder ob eine besondere Behandlung erforderlich ist. Wenn es sich auch um den fünffachen Anfall gegenüber dem Trockenwetterabfluß handelt, so ist die Wassermenge jedoch im Verhältnis zu der Niederschlagsmenge innerhalb des Verwertungsgebietes gering, so daß sie, dem Verwertungsgebiet zugeführt, kaum zu einer Überlastung des Verwertungsgebietes mit Feuchtigkeit beiträgt. Bei leichtem Boden und tiefem Grundwasserstand steht der Zuführung der gesamten Abwässer auch bei stärkeren Niederschlägen nichts im Wege. Bei einem kleinen Verwertungsgebiet mit schwerem Boden wird man dagegen nicht immer auf eine besondere Behandlung des Regenwasseranfalls verzichten können. Hierzu genügen einfache Absatzbecken, die sowohl am Auslauf der Kanalisation errichtet werden

können als auch innerhalb des landwirtschaftlichen Verwertungsgebietes. Zu empfehlen ist die Anlage der Becken innerhalb des Verwertungsgebietes, weil dort die Möglichkeit besteht, das Abwasser nebst dem Schlamm der landwirtschaftlichen Verwertung noch dienstbar zu machen.

Bei dem künstlichen Heben des Abwassers zum Verwertungsgebiet ist sowohl die Rechen- als auch die Sandfanganlage erforderlich. Besondere Beachtung muß man hier dem Sandfang zuwenden, weil die mineralischen Stoffe einen schnellen Verschleiß der Abwasserpumpen und der Rohrleitung bewirken und zudem sich leicht in der Rohrleitung, besonders an Krümmungen, absetzen. Die Unterhaltungskosten der Abwasserdruckrohrleitung werden dadurch unnötig hoch.

Bei dem Pumpen des Abwassers zum Verwertungsgebiet ist fast in jedem Falle eine besondere Behandlung des Regenwassers notwendig, weil schon aus rein wirtschaftlichen Erwägungen die Pumpen, Motore und die Druckrohrleitung nicht für die fünffache Abwassermenge, wie sie bei Regenfällen gegenüber dem Trockenwetteranfall zum Abfluß gelangt, bemessen werden können. Je nach dem Umfange der Kanalisation und dem Abwasseranfall wird man besondere Klärbecken anlegen müssen. Es genügen in der Regel einfache Absatzbecken, weil das Abwasser, sobald es von den Sinkstoffen befreit ist, meist ohne Bedenken dem Vorfluter zugeführt werden kann. Gegen die Einleitung dieses, in Absatzbecken gereinigten Regenwasseranfalls wird die Wasserpolizeibehörde kaum etwas einzuwenden haben, weil die Vorfluter sonst restlos von der Einleitung des Abwassers verschont bleiben. Hinzu kommt noch, daß die Wasserführung der Vorfluter bei starken Niederschlägen auch entsprechend größer ist, so daß die Selbstreinigungskraft der Wasserläufe nicht überansprucht wird. Oft läßt sich eine solche Absatzbeckenanlage auch so gestalten, daß später das Abwasser aus dem Klärbecken teilweise oder auch restlos noch zum Verwertungsgebiet gepumpt werden kann.

Die wirtschaftliche Ausnutzung der Abwasserpumpen bedingt auch die Anlage besonderer Aufspeicherungsbecken. Auf sie wird man in den seltensten Fällen verzichten können, weil der Abwasseranfall einer Stadt sehr großen Schwankungen unterworfen ist. Durch eine zweckentsprechende automatische Schaltung mehrerer Pumpen lassen sich zwar die Abmessungen eines oder auch mehrerer Aufspeicherungsbecken in bescheidenen Grenzen halten, jedoch wird man ohne sie eine wirtschaftliche Ausnutzung der Pumpen, Motore und der Druckrohrleitung kaum erreichen. Bei kleineren Städten werden in der Regel durch die Anlagen von Aufspeicherungsbecken ganz erhebliche Betriebskosten erspart. Die Abb. 5 zeigt das Aufspeicherungsbecken der Stadt Delitzsch, das durch einen, mit geringen Kosten durchgeführten Umbau

aus der alten stillgelegten Kläranlage entstanden ist und es ermöglicht, die Pumpzeit auf 12 Stunden, also auf die Tageszeit, zu beschränken. Das Aufspeicherungsbecken hat zwar ein Absetzen von Schlamm zur Folge, dieses beeinträchtigt aber in keiner Weise den Betrieb. Der Schlamm, soweit er sich absetzt, fault hier zwar aus und steigt dann hoch, jedoch ist der Aufenthalt des Abwassers im Becken zu kurz, um einen vollkommenen Faulprozeß des Abwassers herbeizuführen. Die Becken sind zur Zeit bereits 7 Jahre in Betrieb, ohne jemals gereinigt worden zu sein, und in absehbarer Zeit dürfte eine Reinigung



Abb. 5. Aufspeicherungsbecken mit Pumpenhaus der Rieselfeld-Genossenschaft Delitzsch-Schenkenberg.

auch nicht notwendig werden. Die Nachteile, wie sie von Klärbecken bekannt sind, insbesondere Geruchsbelästigungen, treten bei Aufspeicherungsbecken mit kurzem Aufenthalt in nennenswerter Weise nicht in Erscheinung; denn die Becken werden täglich mehrmals leergepumpt. Die landwirtschaftliche Verwertung wird durch eine kurze Aufspeicherung in keiner Weise beeinträchtigt.

Sofern aus dem städtischen Kanalnetz größere Öl- und Fettmengen anfallen, bilden sich auf den Aufspeicherungsbecken Schwimmschichten, die leicht abgestreift oder auch abgeschöpft werden können. Hierzu werden einfache Tauchwände eingebaut, die die Beseitigung der Schwimmschichten an geeigneter Stelle gestatten. Bei größeren Anlagen sind besondere Vorrichtungen zum Abstreifen der Schwimmschichten zweckmäßig.

Der im Abwasser befindliche Schlamm mit seinem außerordentlich hohen Nährstoffgehalt beeinträchtigt den Betrieb einer Kläranlage ganz erheblich. Bei einer landwirtschaftlichen Verwertung des Abwassers ist die schwierige Schlammfrage dadurch zu lösen, daß der Schlamm mit dem Abwasser zum Verwertungsgebiet abgepumpt wird. Die Schlammbehandlung wird dadurch aus der Nähe der Stadt auf das Land verlegt. Die Schlammbehandlung und -verwertung in der Landwirtschaft gehört daher auch zu den Aufgaben der Genossenschaft.

### Die Zuleiter.

Vom Auslauf der Kanalisation erfolgt die Weiterleitung des Abwassers bis zum Verwertungsgebiet entweder durch einen offenen Graben oder durch eine Rohrleitung. Liegt der Auslauf der Kanalisation noch im Weichbild oder in unmittelbarer Nähe der Stadt, so wird man auch dann, wenn die Weiterleitung des Abwassers mit natürlichem Gefälle erfolgen kann, in der Stadtnähe schon aus rein ästhetischen Gründen eine Rohrleitung wählen. Die durch den Faulprozeß des Abwassers bedingten Gerüche werden ebenfalls innerhalb eines Stadtbezirks für die Weiterführung des Abwassers in einer geschlossenen Rohrleitung sprechen. Bei der Weiterleitung mit natürlichem Gefälle und unter Berücksichtigung des stark wechselnden Abwasseranfalls ist das hydraulisch günstige Eiprofil dem Kreisprofil vorzuziehen. Für Dückerleitungen ist dagegen fast immer das Kreisprofil am zweckmäßigsten. Um Ablagerungen in der Rohrleitung zu verhüten, muß das Gefälle und der Rohrquerschnitt so gewählt werden, daß sich eine Fließgeschwindigkeit von mindestens 0,50 m/s einstellt. Die Höchstgeschwindigkeit darf 1,25 m/s nicht überschreiten; denn sonst muß mit einem schnellen Verschleiß der Rohrleitung gerechnet werden. Für die Bauausführung des Eiprofils kommt ein gemauerter Kanal oder die Herstellung in Beton in Frage. Die gebräuchlichste Art ist das Betonrohr. Gegen seine Verwendung für die Ableitung von Abwasser ist bei sachgemäßer und sorgfältiger Herstellung durchaus nichts einzuwenden. In der Rohrleitung bildet sich schon nach kurzer Zeit eine schleimige Haut, die sog. Sielhaut, die das Rohr gegen betonangreifende Stoffe, die im Abwasser vorhanden sein können, schützt. Wird die Rohrleitung im Grundwasser verlegt, so ist ein Bitumenanstrich der Außenflächen zu empfehlen, weil eine Zerstörung der Betonrohre durch äußere Einwirkungen des Grundwassers eher möglich ist als durch das Abwasser selbst. Bei Betonrohrleitungen, die nur selten volllaufen, bildet sich im Inneren des Rohres am Scheitel keine geschlossene Sielhaut. Die Abwassergase finden daher an diesen Stellen eine Angriffsfläche und können unter Umständen zu einer Zerstörung der Rohre

führen. Auch hier kann ein Bitumenanstrich das Rohr schützen. Die Gefahr der Zerstörung von guten Betonrohren durch die Einwirkung von Abwasser ist jedoch sehr gering. Eine Schleuderbetonrohrleitung, die schon über 10 Jahre der Abführung städtischer Abwässer dient und die auch bei stärksten Niederschlägen nicht vollläuft, in der sich also eine geschlossene Sielhaut nicht gebildet hat, weist bis heute, obwohl sie nicht durch einen Bitumenanstrich geschützt ist, noch nicht die geringsten Angriffe durch das Abwasser auf. Es bestehen daher keine Bedenken gegen die Verwen-



Abb. 6. Verlegung von Schleuderbetonröhren.

dung von Stampfbeton- und erst recht nicht von Schleuderbetonröhren. Bei dem derzeitigen Stand der Eisenbetontechnik kommt dem Schleuderbetonrohr auch für die Herstellung von Druckrohrleitungen infolge seiner Preiswürdigkeit große Bedeutung zu. Es ist durchaus möglich, für die bei der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung vorkommenden Betriebsdrücke entsprechend armierte Schleuderbetonrohre herzustellen. Die hydraulischen Verhältnisse sind dabei nicht ungünstiger als bei anderen Röhren. Die Sielhaut, die durch das Abwasser in den Rohrleitungen gebildet wird, verringert den Reibungswiderstand ganz erheblich. Bei der Berechnung der Rohrleitungen kann daher der Wert  $\zeta$  in der Weisbachschen Formel:

$$h = \frac{v^2}{2g} \left( 1 + \zeta_0 + \zeta \cdot \frac{l}{d} \right)$$

mit 0,02 eingesetzt werden. Die praktischen Erfahrungen haben gezeigt, daß die rechnerisch auf diese Weise ermittelten Werte der Wirklichkeit sehr nahekommen

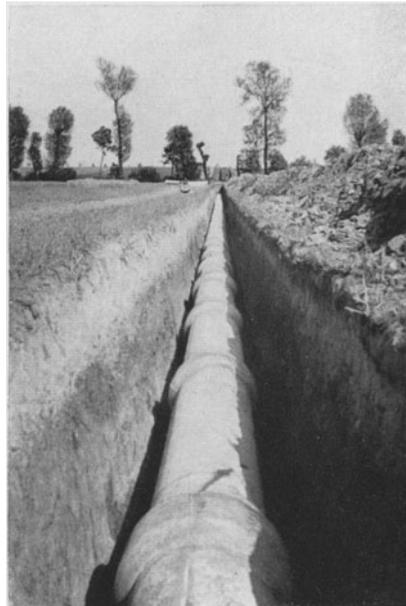


Abb. 7. Verlegte Dickerleitung aus Schleuderbetonröhren.

und ein wesentlicher Unterschied bei der Wasserführung in eisernen Röhren, Steinzeug- und Betonröhren für Abwasser nicht zu bestehen scheint. Für die Wahl des Materials der Rohrleitungen wird daher neben dem Verwendungszweck, für den die örtlichen Verhältnisse maßgebend sind, die Preisfrage ausschlaggebend sein.

Liegt das Verwertungsgebiet höher als der Auslauf der Kanalisation, so muß das Abwasser gepumpt werden. Hierbei muß die Frage geprüft werden, ob die Pumpstation an dem bestehenden Auslauf der Kanalisation zu errichten ist oder ob aus städtebaulichen Gründen eine Verlegung der Kanalisationsausmündung zweckmäßig erscheint.



Abb. 8. Abwasserdruckrohrleitung von Leipzig mit Auslaufbauwerk. (Aufnahme: Stadtbauamt Leipzig.)

Für die Wahl der Pumpen und Motore ist die abzupumpende Abwassermenge maßgebend. In den seltensten Fällen wird man für die Berechnung der Pumpanlage den Regenwetteranfall der Kanalisation zugrunde legen können. Meistens wird man sich aus rein betriebswirtschaftlichen Erwägungen auf die Förderung der normalen Spitzenanfallmenge bei Trockenwetter beschränken und den

Regenwetteranfall besonders behandeln müssen, sofern nicht eine Aufspeicherung und ein späteres Abpumpen möglich ist. Wenn es die örtlichen Verhältnisse gestatten, ist immer eine kurze Aufspeicherung zweckmäßig; denn durch sie wird nicht nur ein gleichmäßiger Pumpbetrieb gewährleistet, sondern auch die Möglichkeit gegeben, den Abwasseranfall der Nacht aufzuspeichern und ihn am Tage mit abzupumpen. Eine Kürzung der Betriebszeit hat naturgemäß auch eine Verbilligung der Betriebskosten zur Folge.

Die Förderung von Abwasser kann durch Kreiselpumpen vorgenommen werden. Es ist darauf zu achten, daß mineralische Stoffe dem Pumpensumpf durch einen Sandfang ferngehalten werden, weil sonst ein schneller Verschleiß der Pumpen eintritt. Ebenso müssen Schwimmstoffe, wie Gewebereste, Putzwolle usw., die sich leicht um die Laufräder wickeln und den Wirkungsgrad verringern, durch eine

Rechenanlage zurückgehalten werden. Die Kreiselpumpen selbst wirken auf die Schwimmstoffe des Abwassers zerreibend, so daß diese fein zerkleinert an der Ausmündung der Druckrohrleitung zutage kommen. Je nach der manometrischen Förderhöhe sind einstufige oder mehrstufige Kreiselpumpen aufzustellen. Für den Antrieb der Pumpen wird man heute aus rein volkswirtschaftlichen Gründen in der Regel Elektrizität verwenden. Der Kraftbedarf an der Welle errechnet sich dann nach der Formel:

$$Ne = \frac{q \cdot h}{75 \cdot \eta} \cdot 0,736.$$

In dieser Formel bedeuten:

$Ne$  die erforderliche Betriebskraft in kW,

$q$  die zu hebende Wassermenge in s/l,

$h$  die Förderhöhe, bestehend aus dem Höhenunterschied zwischen dem Wasserspiegel im Pumpensumpf und dem Wasserspiegel am Auslauf der Druckrohrleitung sowie den Reibungsverlusten in der Druckrohrleitung,

$\eta$  den mechanischen Wirkungsgrad der Pumpe.

Um Wasserschläge auf die Pumpe zu verhüten, ist der Einbau einer Rückschlagklappe in der Druckrohrleitung zu empfehlen. Bei langen Druckrohrleitungen, bei denen Druckstöße in der Leitung nicht zu vermeiden sind, empfiehlt sich der Einbau eines Ausgleichturmes. Dieser Turm bzw. ein Standrohr muß bis zur hydrostatischen Förderhöhe ausgeführt werden. Die Druckrohrleitung wirkt dann von dem Ausgleichturm an als einfache Dückerleitung und ist als solche zu berechnen. An den Hochpunkten der Druckrohrleitung müssen Entlüftungsventile bzw. Standrohre eingebaut werden. An den Tiefpunkten ist für Entleerungsvorrichtungen zu sorgen. Bei längeren Druckrohrleitungen sind in entsprechenden Abständen Rohrschieber einzubauen. Bei kleineren Anlagen ist ohne diese Sicherungen auszukommen.

Nachstehend ist die Pumpstation nebst Druckrohrleitung der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg kurz beschrieben.



Abb. 9. Auslaufbauwerk der Druckrohrleitung von Leipzig.

Die Stadt Delitzsch hat rund 17000 Einwohner und ist nach dem Mischsystem kanalisiert. Die Fäkalien kommen also mit dem hauswirtschaftlichen und gewerblichen Abwasser in dem gleichen Kanalnetz, das auch das Niederschlagswasser aufzunehmen hat, zum Abfluß. Die in der Kanalisation eingebauten Regenwasserüberfälle regulieren die Wasserführung so, daß bei starken Niederschlägen nur die fünffache Menge gegenüber dem Trockenwetteranfall zum Abfluß gelangt. Der Trockenwetteranfall beträgt während der Sommermonate im Mittel täglich rund  $3500 \text{ m}^3$  und ist in den Wintermonaten um etwa 20 %

geringer. Über den mittleren Tagesanfall gibt die nebenstehende Kurve Aufschluß.

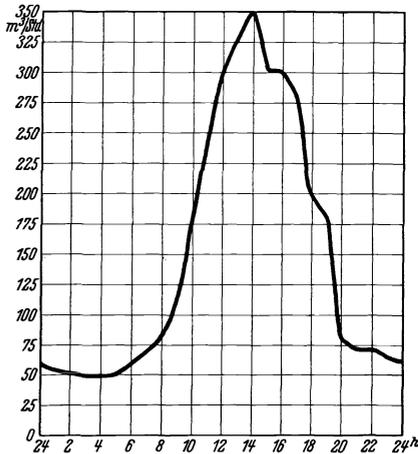


Abb. 10. Abwasseranfall der Stadt Delitzsch bei Trockenwetter.

Am Auslauf der Kanalisation befanden sich einfache Absatzbecken, die aus 3 Beton- und 1 Erdbecken bestanden. Nachdem das Wasser eine von Hand zu bedienende Rechenanlage passiert hatte, gelangte es in diese Becken. Hier setzten sich die groben Sinkstoffe ab, und danach floß das Wasser ohne jede weitere Behandlung in den Vorfluter, der 12 km unterhalb durch die Stadt Bitterfeld fließt. Der Vorfluter, dessen Niedrigwasserführung nicht einmal der eingeleiteten Abwassermenge ent-

spricht, war derartig verunreinigt, daß sich auf Grund von Beschwerden der Stadt Bitterfeld die Aufsichtsbehörde veranlaßt sah, der Stadt Delitzsch die Reinigung ihrer Abwässer in einer biologischen Kläranlage aufzuerlegen. Da die Bau- und Betriebskosten einer modernen Kläranlage ein Mehrfaches von den anteiligen Kosten einer landwirtschaftlichen Verwertungsanlage betragen hätten, entschloß sich die Stadt mit Zustimmung der Aufsichtsbehörde, einer zu bildenden Rieselfeldgenossenschaft beizutreten. Bei der Aufstellung dieses Projektes wurde von dem Grundsatz ausgegangen, die vorhandenen Absatzbecken der Kläranlage mit zu benutzen, um dadurch die Betriebszeit der notwendigen Pumpstation zu verringern, den Sand und andere mineralische Stoffe zum Absetzen zu bringen und den Regenwasseranfall, soweit er nicht auf die Rieselfelder gefördert werden konnte, in den Absatzbecken wenigstens von den Sinkstoffen zu befreien. Wie aus der Trockenwetteranfallkurve ersichtlich, entfallen von der täglichen Abwassermenge von rund  $3500 \text{ m}^3$  nur  $750 \text{ m}^3$  auf die Zeit von

19—7 Uhr. Das Fassungsvermögen der Absatzbecken beträgt rund 2000 m<sup>3</sup>. Die Beckenanlage ist also ausreichend, um den Abwasseranfall der Nachtzeit aufzuspeichern. Die Pumpenleistung wurde daher so gewählt, daß der Abwasseranfall der Nacht in 12 Tagesstunden mit

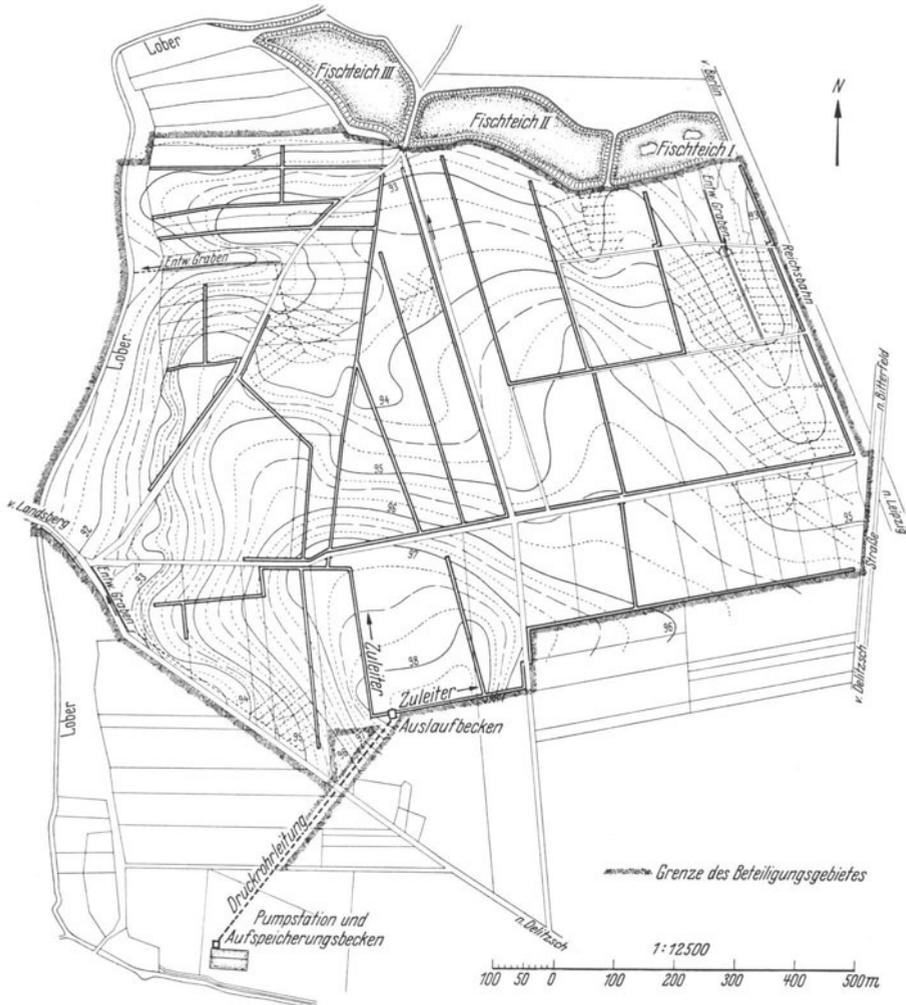


Abb. 11. Lageplan der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg.

abgepumpt werden kann. Zur Aufstellung gelangten 2 Pumpenaggregate mit 100 bzw. 75 l/s Leistung. Eine Kreiselpumpe ist danach in der Lage, in 12 Stunden 4320 bzw. 3240 m<sup>3</sup>, also den gesamten Trockenwetteranfall von 24 Stunden, zu fördern. Das zweite Pumpenaggregat tritt nur bei starken Niederschlägen zur Förderung des Regen-

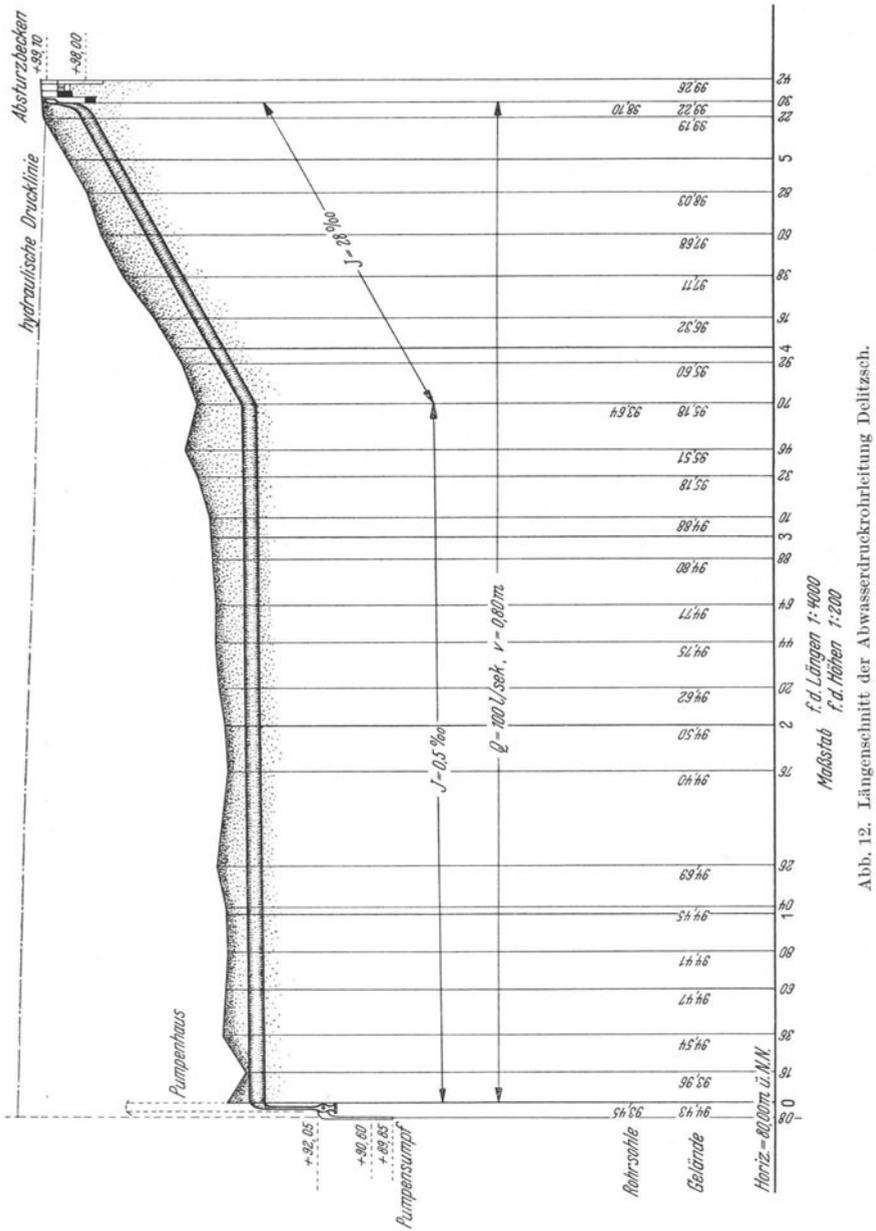


Abb. 12. Längenschnitt der Abwasserdruckrohrleitung Delitzsch.

wasseranfalls sowie bei Reparaturen an dem ersteren u. dgl. in Tätigkeit. Die Druckrohrleitung besteht aus gußeisernen Muffenröhren und führt zum höchsten Punkt im Rieselfeldgebiet. Die Länge der Leitung beträgt 530 m. Der höchste Wasserspiegel im Auslaufbecken der

Druckrohrleitung liegt 8,50 m über dem Niedrigwasserstand im Pumpensumpf. Die manometrische Förderhöhe setzt sich aus der Höhendifferenz zwischen dem Wasserspiegel im Pumpensumpf und dem Wasserspiegel im Auslaufbecken sowie dem Reibungsverlust in der Leitung zusammen

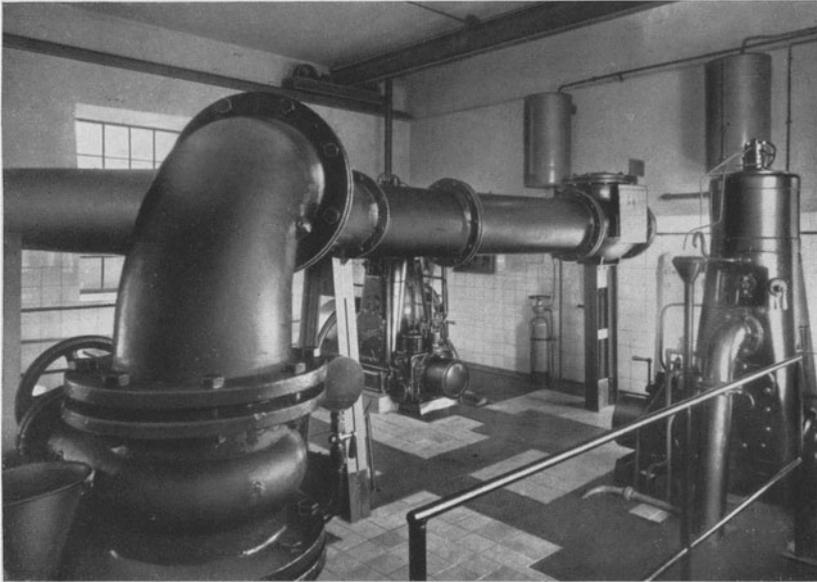


Abb. 13. Blick in das Pumpenhaus der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg.

und beträgt bei einer Abwasserförderung von 100 l/s  $h = 9,40$  m. Der Kraftbedarf für eine Pumpe beträgt

$$Ne = \frac{100 \cdot 9,40}{75 \cdot 0,65} = \text{rd. } 20 \text{ PS.}$$

Zur Aufstellung gelangte für jede Pumpe ein Dieselmotor, Bauart Junkers, mit 35 PS. Die Aufstellung der stärkeren Motore war notwendig, weil die Kraftübertragung durch ein Vorgelege vorgenommen wird und außerdem später dann bei einer Steigerung des Abwasseranfalls lediglich die Pumpen gegen leistungsfähigere ausgetauscht zu werden brauchen. Die Bau- und Betriebskosten der Pumpstation bis zum Auslauf der Druckrohrleitung hat die Stadt Delitzsch zu tragen. Die Stadt Delitzsch hat damit rund 1,00 RM. Kosten je Kopf und Jahr der Bevölkerung für die Abwasserbehandlung aufzubringen und ist für immer aller Sorge über die Abwasserreinigung enthoben.

Bei kleineren Abwasserverwertungsanlagen ist zu untersuchen, ob eine Wasserverteilung innerhalb des Verwertungsgebietes durch ein unterirdisch verlegtes Rohrnetz, das gleichzeitig dem Betrieb von

Beregnungsanlagen dienstbar gemacht werden kann, zweckmäßig ist. Bei größeren Anlagen wird die Wasserverteilung durch ein Rohrnetz in der Regel an den hohen Kosten scheitern. Die meisten landwirtschaftlichen Abwasserwertungsanlagen sind mehr oder weniger auf die Wasserverteilung durch Gräben, die Zuleiter genannt werden, aufzubauen. Für die Gestaltung des Zuleiternetzes sind die örtlichen Verhältnisse maßgebend. Man wird zwischen den Hauptzuleitern, die in der Hauptsache der Wasserzuführung in die Rieselgebiete dienen, und den Neben-

zuleitern, die das Wasser bis zur einzelnen Parzelle führen, unterscheiden müssen.

Die Hauptzuleiter sind an den höchsten Stellen des Verwertungsgebietes entlang zu leiten, damit alle tiefer gelegenen Ländereien mit natürlichem Gefälle erreicht werden können. Täler, Bahnliesen, Straßen, Wasserläufe usw. müssen durch Rohrleitungen unterdückt werden. Da die Hauptzuleiter meistens nur der Weiterleitung des Abwassers dienen, können sie, soweit es die örtlichen Verhältnisse gestatten, im Einschnitt ausgeführt werden. Nicht immer wird sich die Bauausführung im Einschnitt ermöglichen lassen. Bei schwachen Gefällverhältnissen ist öfter ihre Herstellung teilweise im Einschnitt und teilweise im Auftrag, unter Umständen sogar vollkommen im Auftrag, nicht zu vermeiden.



Abb. 14. Ein im Auftrag aus Kiesboden hergestellter Zuleiter. Das Bild läßt die Abdichtung durch die Schlammablagerungen deutlich erkennen.

Werden die Zuleiter vollkommen im Auftrag ausgeführt, so genügt auch dann, wenn die Sohle über Gelände liegt, für die äußeren Böschungen eine Neigung von 1 : 1,5. Das Abwasser mit seinen Sinkstoffen führt schon in kurzer Zeit zu einer Verstopfung der Bodendämme und macht die Dämme undurchlässig. Die Verschlämmung wirkt sich bis zum normalen Wasserstand im Zuleiter aus und hat zur Folge, daß eine Sickerlinie, wie sie z. B. bei den Hochwasserschutzdämmen zu beachten ist, bei den Hauptzuleitern, die ständig Wasser führen, in diesem Sinne nicht besteht. Die Hauptzuleiter können daher auch vollkommen im Auftrag ausgeführt werden, ohne daß die innere und äußere Böschungsneigung größer als 1 : 1,5 zu sein braucht. Bei der Anlage

zur Verwertung von Leipziger Abwasser im Kreise Delitzsch sind auf diese Weise viele Kilometer mit einem Führungsvermögen von über 1000 l/s ausgeführt, deren Sohle bis 1,50 m über Gelände liegt und in denen sich Wasserstände bis 2,50 m über Gelände einstellen, ohne daß nennenswerte Versickerungsverluste eintreten. Für die Herstellung der Zuleiter sind alle Bodenarten vom schwersten Tonboden bis zum Kiesboden geeignet. Während man schwere Bodenarten gut stampfen muß, um eine feste Lagerung der Bodenteile zu erreichen, ist das bei Sandböden nicht notwendig. Die einzelnen Sandkörner lagern sich schon bei dem Aufschütten der Dämme dicht aneinander und werden durch das Abwasser mit seinen feinen Schlammteilchen bis zur Wasserundurchlässigkeit fest verkittet. Die Praxis hat gezeigt, daß die aus leichten Böden geschütteten Dämme undurchlässiger sind als die aus klumpigen, nicht einwandfrei gestampften, schweren Böden. Für die erste Betriebszeit haben die im Auftrag hergestellten Zuleiter den Nachteil, daß die Böschungsflächen zwischen Niedrig- und Höchstwasserspiegel schwer abdichten. Wenn auch hierdurch keine Gefahr für die Dämme entsteht, so sind jedoch die Wasserverluste ganz erheblich. Im Laufe des Betriebes lagern sich aber gerade an diesen Stellen die feinen Fettteilchen, die das städtische Abwasser mitführt, ab und so

werden die Dämme allmählich vollkommen wasserdicht. Werden längere Strecken größerer Hauptzuleiter vollkommen in Auftrag ausgeführt, so müssen Überfälle eingebaut werden, die bei einem Ansteigen des Abwassers über den vorgesehenen Höchststand in Tätigkeit treten. Im Interesse der Betriebssicherheit wird man auf derartige Überfälle nicht verzichten können; denn Bedienungsfehler, die zum Überlaufen der Zuleiter und damit zu Dammbründen führen können, werden auch bei einer noch so gut organisierten Anlage auftreten. Abgesehen hiervon sind diese Sicherheitsventile für die Wintermonate, wenn Schneeverwehungen die offenen Zuleiter durch Verstopfen von Brücken und Durchlässen gefährden, dringend notwendig.



Abb. 15. Stauvorrichtung mit Sohlenabsturz in einem Hauptzuleiter der Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft.

Die Abmessungen der Hauptzuleiter müssen so gewählt werden, daß sich in ihnen eine Fließgeschwindigkeit von mindestens 0,25 m/s einstellt. Diese Geschwindigkeit ist erforderlich, um größere Schlammablagerungen zu vermeiden. Bei schweren Böden bis zu Sandböden und bei der Ausführung im Auftrag darf die Fließgeschwindigkeit 0,60 m/s nicht überschreiten; denn anderenfalls treten Auswaschungen der Sohle und Böschungen ein und es werden kostspielige Befestigungsarbeiten notwendig. Bei grobkiesigen und steinigten Böden kann die Wassergeschwindigkeit bis auf 1,25 m/s gesteigert werden. Die Hauptzuleiter, die ständig Abwasser führen, sind keiner Verkrautung aus-



Abb. 16. Dückerschacht mit Überfall zur Regulierung des Wasserstandes in einem Hauptzuleiter der Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft.

gesetzt. Soweit das benetzte Profil reicht, kommt kein Pflanzenwachstum hoch. Die Sohle und die Böschungflächen überziehen sich mit einer feinen Schlammschicht, die den Reibungswiderstand verringert. Bei der Berechnung des Führungsvermögens der Hauptzuleiter nach der Formel von Ganguillet und Kutter kann der Widerstandskoeffizient „ $n$ “ für neue Profile eingesetzt werden. Dieser Wert „ $n$ “ kann nach den gemachten Erfahrungen für unbefestigte Zuleiter, die ständig Abwasser führen, in denen also kein Pflanzenwachstum hochkommt, mit 0,025 eingesetzt werden. Für Nebenzuleiter, die nur zeitweise Wasser führen, die daher verkrauten und nicht ihr ursprüngliches Profil behalten, muß der Wert „ $n$ “ von vornherein mit 0,040 in Ansatz gebracht werden.

Bei der Festlegung der Linienführung der Zuleiter muß die Forderung der Hygiene berücksichtigt werden. Die Zuleiter müssen daher so

angelegt werden, daß keine Verunreinigung von Brunnenwasser eintreten kann und Geruchsbelästigungen in der Nähe von menschlichen Siedlungen vermieden werden. Wenn auch durch die Schlammablagerungen eine Abdichtung der Zuleiter eintritt, so muß trotzdem mit der Versickerung von geringen Abwassermengen durch Regenwurmgänge usw. gerechnet werden. Bei hohem Grundwasserstand kann daher nicht genügend gereinigtes Abwasser ins Grundwasser gelangen und es für den menschlichen Genuß unbrauchbar machen. Das Abwasser enthält eine sehr hohe Keimzahl. In einem Kubikzentimeter sind bis 12 Millionen Keime festgestellt worden. Insbesondere sind in dem Abwasser Darmbakterien (Coli) enthalten. Versickert das Abwasser im Boden, so nimmt die Keimzahl mit der Versickerungstiefe sehr schnell ab. Je nach den Bodenverhältnissen ist das Abwasser schon nach einer Versickerungstiefe von einigen Metern vollkommen keimfrei. Bei Sandboden, der gut belüftet ist, tritt die Keimfreiheit schneller ein als bei schwerem Boden; denn hier lassen die Wurzelgänge, Regenwurmröhren usw. das Abwasser ohne eine wirksame Bodenfiltration in größere Tiefen gelangen. Diesem Umstand muß die Planung Rechnung tragen. Um vollkommen sicher zu gehen, empfiehlt es sich, die Zuleiter etwa 100 m von Wasserfassungsanlagen, Brunnen und Siedlungen entlang zu führen. Ebenso ist es angebracht, die Bewässerung nicht näher als bis zu dieser Entfernung ausüben zu lassen. In der Regel erfordert die Rücksichtnahme auf das Auftreten von Geruchsbelästigungen noch größere Entfernungen bzw. die Verrohrung der Zuleiter in der Nähe menschlicher Siedlungen. Überhaupt wird der Frage der Geruchsbelästigung bei allen Anlagen größte Bedeutung zukommen; denn von den städtischen Staubeetanlagen ist bekannt, daß sie üble Gerüche verbreiten. Es ist daher allgemein die Ansicht verbreitet, daß alle landwirtschaftlichen Verwertungsanlagen Geruchsbelästigungen zur Folge haben müssen. Tatsächlich besteht aber ein wesentlicher Unterschied zwischen den alten städtischen Rieselfeldern mit ihren Staubeeten und den in letzter Zeit zur Ausführung gebrachten Anlagen, bei denen das Wasser durch Hangbewässerung, Furchenberieselung und durch Verregnung verteilt wird. Die alten städtischen Staubeete werden 20—50 cm hoch mit Abwasser beschickt. Das Abwasser steht tagelang in diesen Teichen, bevor es versickert und geht während dieser Zeit vollkommen in Fäulnis über. Mit diesem Faulprozeß sind naturgemäß Geruchsbelästigungen verbunden, die sich um so unangenehmer bemerkbar machen, je mehr die Siedlungen in der Windrichtung dieser Staubeete liegen. Bei der Wasserverteilung durch Hangbau und Furchenberieselung wird immer nur soviel Abwasser aufgebracht, wie der Boden aufnehmen kann. Das Wasser steht daher nicht tagelang auf den Flächen, sondern es versickert sofort im Boden. Auf derartigen

Rieselfeldern treten daher überhaupt keine Geruchsbelästigungen auf, und ebensowenig können sich hier Brutherde für Fliegen, Mücken und sonstiges Ungeziefer bilden.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei den offenen Zuleitern. Hier ist eine mehr oder weniger große Wasserfläche, die im Faulprozeß begriffen ist, vorhanden. Je weiter der Faulprozeß des Abwassers fortgeschritten, je intensiver ist die Gasbildung und damit die Verbreitung übler Gerüche. Handelt es sich um die Verwertung angefaulter Abwässer, so müssen die Zuleiter, die ständig Wasser führen, in entsprechender Entfernung von menschlichen Siedlungen angelegt werden. Meistens genügen Entfernungen von 200—300 m, um Geruchsbelästigungen zu vermeiden. Mit Rücksicht auf die Geruchsbelästigungen empfiehlt es sich, keine Parallelführungen von Zuleitern mit Verkehrsstraßen vorzunehmen. Es ist zweckmäßig, Verkehrsstraßen rechtwinklig zu kreuzen und beiderseits der Straßen etwa 50—100 m als Rohrleitung auszuführen. Bei Verwertungsanlagen von kleinen Städten, bei denen das Abwasser in einem frischen, noch nicht angefaulten Zustand zum Abfluß kommt und nicht weit transportiert werden muß, sind Geruchsbelästigungen nicht zu erwarten. Eine Entgeruchung von Abwasser ist praktisch nicht durchführbar. Nur durch eine entsprechende Planung können die Belästigungen vermieden werden. Die Sohlen-



Abb. 17. Sohlenabsturz zur Regulierung der Fließgeschwindigkeit.

abstürze mit ihrer Belüftung hemmen zwar den Faulprozeß, sie sind aber nicht in der Lage, ihn aufzuheben. An den Sohlenabstürzen selbst treten durch die Verstäubung von Abwasser erhebliche Gerüche auf. Die Abstürze sind daher möglichst nicht in der Nähe von Siedlungen anzulegen.

Die Sohlenabstürze dienen zur Regulierung der Fließgeschwindigkeit. In vielen Fällen wird man sie mit Stauvorrichtungen versehen, um den Wasserstand nach Belieben heben zu können. Die Abstürze müssen ein der Absturztiefe und der Wassermenge entsprechendes Tosbecken erhalten. Das Tosbecken muß so gestaltet werden,

daß eine Beruhigung des Wassers eintritt und die Eisbildung bei Frostwetter das Bauwerk nicht sprengen kann. Die Seitenwände müssen daher mit einem Winkel über  $90^\circ$  angelegt werden. Als Baumaterial

ist Klinkermauerwerk, das sich leicht ausbessern läßt, dem Beton vorzuziehen.

Ebenso wie Sohlenabstürze müssen die Ausmündungen längerer Rohr- und Dückerleitungen sowie Stauvorrichtungen Sturzbecken erhalten. Die Dücker- und Rohrleitungen müssen so verlegt werden, daß sich in ihnen eine Fließgeschwindigkeit von mindestens  $0,75 \text{ m/s}$  einstellt. Bei längeren Dückern empfiehlt es sich, die Fließgeschwindigkeit nicht unter  $1,00 \text{ m/s}$  zu wählen. Die Dücker werden wie die unter Druck stehenden Rohrleitungen berechnet. Hierbei kann ebenfalls der durch die Sielhaut bedingte geringe Reibungswiderstand berücksichtigt werden. Bei längeren Dückerleitungen für größere Wassermengen müssen am Ein- und Auslauf Schächte mit Schlammfängen hergestellt werden. In solchen Fällen sind außerdem am Auslauf des



Abb. 18. Abzweig eines Nebenzuleiters mit Sohlenabsturz.

Dückers die Sohle und Böschungen auf mehrere Meter zu befestigen. Bei kleinen Dückern kann der Ein- und Auslauf aus Rohrkrümmern hergestellt werden. Für die Unterdückerung größerer Wasserläufe kommen eiserne Rohrleitungen zur Verwendung, für alle anderen Fälle können Schleuderbetonrohrleitungen empfohlen werden.

Die Bewässerung gibt das umgekehrte Bild einer Entwässerung wieder. Während sich bei einer Entwässerung die Abmessung des Hauptvorfluters mit der Einmündung von weiteren Wasserläufen vergrößert, so verkleinert sich bei der Bewässerung das Profil des Hauptzuleiters mit der Abzweigung von Nebenzuleitern. Wenn auch mit der Verästelung des Zuleiternetzes die Abmessungen der Hauptzuleiter geringer werden können, so darf hierunter aber keinesfalls die Betriebssicherheit leiden. Es muß immer damit gerechnet werden, daß aus irgendeinem Grunde ein Bewässerungsgebiet ausfallen kann und daß die dort unterzubringende Wassermenge einem anderen Gebiet mit aufgebürdet werden muß. Die Abmessungen der Hauptzuleiter müssen diesen Umständen Rechnung tragen. Bei der Projektaufstellung ist daher zu untersuchen, inwieweit mit der Abzweigung von Nebenzuleitern eine Verringerung der Abmessungen eintreten kann.

Wenn auch, rein theoretisch gesehen, die Zuleiter in einfache Rieseln auslaufen können, so setzt die Praxis ihren Abmessungen jedoch Grenzen dadurch, daß sie in der Lage sein müssen, einer bestimmten Fläche in einem angemessenen Zeitabschnitt das zur einmaligen Bewässerung notwendige Wasser zuzuführen. Für die Abmessungen der Nebenzuleiter sind also ebenfalls die ungünstigsten Umstände zugrunde zu legen. Diese liegen dann vor, wenn der Nebenzuleiter auf eine große Parzelle führt. Handelt es sich dabei noch um leichten Boden, so sind für eine einmalige Bewässerung etwa 80 m/m Wasser notwendig. Im praktischen Betrieb können täglich 1,5–2,0 ha berieselt werden. Wenn also eine 1,5 ha große Fläche in 10 Stunden mit 80 m/m Wasser versorgt werden soll, so muß der Nebenzuleiter etwa 33 l/s führen. Bei schwerem Boden kann die Wasserführung geringer sein, jedoch ist

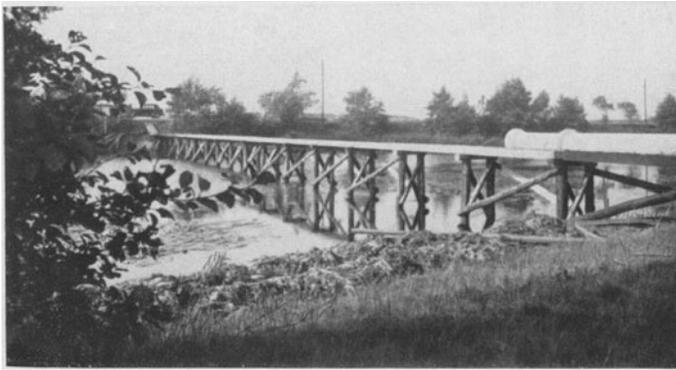


Abb. 19. Die Verlegung von Schleuderbetonröhren auf einer 120 m langen Rohrbrücke bei Niederglauch, Kr. Delitzsch.

auch in einem solchen Falle zu berücksichtigen, daß der Zuleiter so bemessen werden muß, daß er in der Lage ist, einem Großberechnungsgerät das notwendige Wasser, also etwa 90 m<sup>3</sup> stündlich, zuzuleiten. Bei einer größeren Abwasserwertungsanlage ist es daher zweckmäßig, sämtliche Nebenzuleiter für ein Führungsvermögen von mindestens 25 l/s auszubauen. Dieses erscheint um so mehr erforderlich, weil in den Nebenzuleitern mit großen Wasserverlusten gerechnet werden muß und die Verkräutung die Wasserführung stark behindert und nicht zuletzt die Verlängerung der Berieselungszeit eine Verteuerung des Betriebes bedeutet. Aus rein praktischen Gründen ist es angebracht, den Nebenzuleitern eine Sohlenbreite von mindestens 40 cm zu geben. Da die Nebenzuleiter im Auftrag oder doch wenigstens zum größten Teil im Auftrag hergestellt werden müssen, empfiehlt es sich, die Dämme mit einer Kronenbreite von mindestens 40 cm zu bauen. Obwohl die Abdichtung der Dämme durch Schlammablage-

rungen nicht so einzutreten pflegt wie bei den Hauptzuleitern, so genügt auch hier eine Böschungsneigung von 1 : 1,5. Bei der Bauausführung muß berücksichtigt werden, daß die starke Durchfeuchtung der Dämme auch ein erhebliches Setzen zur Folge hat. Aus diesem Grunde muß mit einem Sackmaß von etwa 40% gerechnet werden. Die Nebenzuleiter und Bauwerke sind nach denselben Grundsätzen wie bei den Hauptzuleitern herzustellen. Da die Nebenzuleiter sehr schnell verkrauten, empfiehlt es sich, eine größere Fließgeschwindigkeit vorzusehen und diese nicht unter 0,50 m/s zu wählen. Die Bauausführung der Nebenzuleiter im Auftrag macht in der Regel die Herstellung der Überfahrten als Dücker notwendig. Hierzu können Rohrkrümmer verwendet werden.

### **Die Wasserverluste im Zuleiternetz.**

Bei der Bearbeitung eines Entwurfs zur landwirtschaftlichen Verwertung von Abwässern müssen die Wasserverluste berücksichtigt werden; denn sie machen unter besonderen Umständen einen ganz erheblichen Prozentsatz von dem Wasser aus, das dem Verwertungsgebiet zugeführt wird. Die Wasserverluste entstehen durch Verdunstung und Versickerung, sie sind also hauptsächlich abhängig von der Gestaltung der Zuleiter, den Bodenverhältnissen, der Witterung und Jahreszeit. Im Hochsommer, wenn die Nebenzuleiter, die nur alle 14 Tage bis 3 Wochen Wasser führen, vollkommen austrocknen, sind sie bedeutend größer als in den Wintermonaten. Da in der Hauptvegetationszeit, wenn die Kulturpflanzen den größten Wasserbedarf haben, die Wasserverluste im Zuleiternetz auch am größten sind, muß man diesem Umstand Rechnung tragen. Es ist also von größter Wichtigkeit, die Wasserverluste wenigstens einigermaßen überschläglich zu ermitteln. Rechnerisch genau werden sie sich niemals erfassen lassen; denn die örtlichen Verhältnisse sind in jedem Abwasserwertungsgebiet so mannigfaltig und die Wasserstände in den Zuleitern so wechselnd, daß es praktisch unmöglich ist, die Verluste genau zu ermitteln. Die nachstehende Ermittlungsgrundlage erhebt daher auch keinen Anspruch auf Genauigkeit, sie dürfte im allgemeinen jedoch genügen, um später bei der praktischen Wasserverteilung keine allzu großen Fehlschläge zu erleben.

Die Versickerungsverluste sind naturgemäß in den Zuleitern, die in Abständen von Tagen, unter Umständen sogar von mehreren Wochen nur dann Wasser führen, wenn gerade die an ihnen liegenden Flächen berieselt werden, am größten. In diesen Nebenzuleitern treten verhältnismäßig geringe Schlammablagerungen ein. Sie dichten also niemals bis zur Wasserundurchlässigkeit ab und bei ihrer Beschickung kann das Wasser fast ungehindert im Boden versickern. Hinzu kommt

noch, daß ganz erhebliche Wassermengen in Maulwurfgänge usw. eindringen. Die Versickerung läßt erst nach, wenn das Grabenprofil und das darunterliegende Erdreich mit Wasser vollkommen gesättigt ist. Der mit Wasser gesättigte Boden enthält dann etwa 40% Wasser. Legt man der Ermittlung der Sickerverluste nun zugrunde, daß der Boden vor der Abwasserbeschickung frisch war, also etwa 20% Wasser enthalten hat, so ergibt sich, daß 1 cbm Boden 200 l Wasser aufgenommen hat. Nimmt man weiter an, daß die Durchfeuchtung bei den Nebenzuleitern, die selbstverständlich in allen Bodenarten verschieden ist, eine mittlere Tiefe von 0,30 m erreicht und sich seitlich noch 0,50 m vom Wasserspiegel auswirkt, so wird unter Zugrundelegung einer Wasserspiegelbreite die etwa 0,75 m in den Nebenzuleitern beträgt und ohne Berücksichtigung der Böschungsneigung eine Bodenmasse von 0,525 m<sup>3</sup> mit Sickerwasser angereichert. Bei der jeweiligen Neubeschickung eines Nebenzuleiters versickern also rund 100 l Wasser je laufendem Meter. Zahlreiche Messungen haben diese nach rein theoretischen Gesichtspunkten angestellten Ermittlungen in der Praxis bestätigt. Im Hochsommer, wenn die Nebenzuleiter vollkommen ausgetrocknet und etwa vorhandene Schlammablagerungen rissig geworden sind, der Boden also 10% und noch weniger Feuchtigkeit enthält, erhöhen sich die Versickerungsverluste bis zu 50%. Im allgemeinen kann man daher annehmen, daß bei der jeweiligen Inbetriebnahme eines Nebenzuleiters in mittelschweren bis leichten Böden in den Monaten Juli bis September mit einem Sickerverlust von 150 l je laufendem Meter und in den übrigen Monaten von 100 l je laufendem Meter Nebenzuleiter zu rechnen ist. Bei Sand und Kiesböden sind die Sickerverluste bedeutend größer. Zu den Sickerverlusten, die bei jeder Wasserbeschickung eines Zuleiters entstehen, kommt noch die ständige Versickerung. Diese ist wesentlich geringer und bei lehmigem Boden praktisch nicht mehr meßbar.

Bei den Hauptzuleitern, die ständig Wasser führen, sind die Versickerungsverluste gering; denn die Schlammablagerungen und der Fettabsatz dichten das ständig benetzte Profil so ab, daß hier eine nennenswerte Versickerung nicht mehr eintritt. So haben Grundwasserstandsbeobachtungsbrunnen, die unmittelbar an den Hauptzuleitern angelegt wurden, gezeigt, daß bei der Inbetriebnahme der neu angelegten Zuleiter der Grundwasserstand sofort anstieg. Dieses Ansteigen hielt aber nur so lange an, bis die feinen Schlammteilchen die Poren versetzt und das Zuleiterprofil abgedichtet hatte. Danach fiel der Grundwasserstand allmählich wieder auf den alten Stand, um nicht wieder anzusteigen. Die gleichen Beobachtungen konnten auch an Zuleitern, deren Sohle bis 1 m über Gelände liegt, gemacht werden. Die Versickerungsverluste können daher in solchen Zuleitern, die

ständig die gleiche Wassermenge führen, unberücksichtigt bleiben. Wenn jedoch diese Zuleiter über den normalen Stand angestaut werden, der Wasserspiegel also über die durch den Schlamm abgedichteten Böschungflächen steigt, tritt auch hier eine Versickerung von Wasser ein. Sind in den Hauptzuleitern Stauvorrichtungen erforderlich, d. h. unterliegt der Wasserspiegel in längeren Zeitabständen großen Schwankungen, so werden die Versickerungsverluste etwa in gleicher Höhe, also mit 100 l bzw. 150 l je laufendem Meter wie bei den Nebenzuleitern, ebenfalls in Rechnung gestellt werden müssen.

In den Sommermonaten treten zu den Versickerungsverlusten noch Verluste, die durch Verdunstung entstehen. Die Verdunstung ist bei intensiver Sonnenbestrahlung recht erheblich und wird durch Sohlenabstürze und den in die Zuleiter hängenden Pflanzenwuchs stark begünstigt. In der kalten Jahreszeit ist die Verdunstung sehr gering.

Wenn auch die örtlichen Verhältnisse sehr starke Abweichungen zulassen, so dürften die Verdunstungs- und die Versickerungsverluste im Zuleiternetz im allgemeinen 20% der täglichen Abwassermenge kaum überschreiten. Ob daher eine Befestigung oder Auslegung der Zuleiter mit Sohlshalen zur Vermeidung der Versickerungsverluste wirtschaftlich ist, muß von Fall zu Fall ermittelt werden. Bei kleineren Anlagen ist eine Auslegung der Nebenzuleiter mit Sohlshalen meistens zu empfehlen. Bei größeren Anlagen dürfte die Auslegung der Sohlen und Böschungen mit Betonplatten in der Regel an den Kosten, die immerhin 3—5 RM je Quadratmeter betragen, vielfach scheitern.

## Die Entwässerung.

„Keine Bewässerung ohne Entwässerung.“ Dieser alte Grundsatz der Kulturtechnik muß auch bei der Abwasserverwertung Beachtung finden. Je größer die auf der Flächeneinheit verrieselte Abwassermenge ist, desto notwendiger wird in der Regel auch die Ausführung von Entwässerungsanlagen werden. Leichte Böden mit tiefem Grundwasserstand erfordern nicht solche umfangreichen Entwässerungsmaßnahmen wie schwere Böden mit hohem Grundwasserspiegel. Da der Umfang der Entwässerung neben dem Grundwasserstand und den Bodenverhältnissen in der Hauptsache von den durch die Bewässerung aufgebrauchten Wassermengen abhängig ist, wird die Abwasserverregnung mit ihrem geringen Wasserbedarf nicht solche Kosten für die Entwässerung verursachen, wie das bei einer Verrieselung von Abwasser der Fall sein wird. Auf den Ausbau bzw. die Instandsetzung der vorhandenen Entwässerungsanlagen wird man aber auch bei der Abwasserverregnung nur in den seltensten Fällen verzichten können.

Das durch die Abwasserverwertung aufgebrachte Wasser wird nur zum Teil durch die Pflanzen aufgenommen oder verdunstet. Der größte Teil des Wassers versickert im Boden und gelangt so ins Grundwasser oder tritt als Sicker- und Druckwasser in Entwässerungsgräben, an tiefliegenden Geländestellen und an Hängen wieder zutage.

Die zur Verdunstung kommende Wassermenge ist an erster Stelle von den klimatischen Verhältnissen abhängig. In der heißen Jahreszeit bei intensiver Sonnenbestrahlung verdunsten sowohl die Pflanzen als auch die Böden naturgemäß mehr Wasser als bei bedecktem Himmel und während der Nacht. Bei den überall verschiedenartig gelagerten Verhältnissen lassen sich genaue Angaben über die Wassermengen, die von den Pflanzen verbraucht werden und allgemein zur Verdunstung gelangen, nicht machen. Auf Grund der gemachten praktischen Erfahrungen kann man im allgemeinen damit rechnen, daß während der Sommermonate etwa ein Drittel der durch die Berieselung aufgebrachten Wassermenge verdunstet und von den Pflanzen verbraucht wird, während zwei Drittel im Boden versickern. Bei der Abwasserverregnung dürften die Wasserverluste durch die Verdunstung noch höher liegen.

Wenn also etwa zwei Drittel der aufgebrachten Wassermenge im Boden versickern, so kann dieses nicht ohne eine Beeinflussung des Grundwassers bleiben. Die Praxis hat dementsprechend auch bestätigt, daß die Bewässerung eine Erhöhung des Grundwassers zur Folge hat. Wie an anderer Stelle (S. 105) ausgeführt, hat sich bei der Anlage zur Verwertung der Abwässer der Stadt Delitzsch der Grundwasserspiegel um über 2 m gehoben. Die Grundwasseranreicherung kann von Vorteil sein, wenn durch sie der Wasserspiegel bis zu der für das Pflanzenwachstum günstigsten Höhe ansteigt; sie kann aber auch große Ausgaben für Grundwasserabsenkungen zur Folge haben. Durch eine Grundwasseranreicherung kann nicht allein eine Dränung des gesamten Verwertungsgebietes notwendig werden, sondern darüber hinaus können auch noch umfangreiche Maßnahmen zur Senkung des Grundwasserstandes in der Umgebung des Verwertungsgebietes erforderlich werden. Ja, unter Umständen kann eine Grundwasseranreicherung sich auch auf Wohnsiedlungen erstrecken und zu kostspieligen Entwässerungen führen. Es ist daher eine genaue Kenntnis der Grundwasserverhältnisse und vor allen Dingen der Strömungsrichtungen von großer Wichtigkeit. Soll die Verwertung von Abwasser in der Nähe von Wohnsiedlungen ausgeübt werden und stehen Grundwasserstandsmessungen nicht zur Verfügung, so müssen Grundwasserstandsbeobachtungsbrunnen angelegt und entsprechende Messungen durchgeführt werden. Ergeben solche Messungen, daß bereits ein hoher Grundwasserstand vorhanden ist und die Strömung in der Richtung auf Wohnsiedlungen verläuft, so empfiehlt es sich, solche Gebiete auszusparen.

Die Grundwasseranreicherung ist, neben anderen, auch ein Grund für eine weiträumige Verteilung der Abwässer. Bei einem ausgedehnten Verwertungsgelände, in dem nicht jahraus und jahrein derselbe Plan bewässert wird, sondern genügend Wechselflächen vorhanden sind, wird die Grundwasseranreicherung nicht so gleichmäßig und erheblich werden, daß kostspielige Maßnahmen ergriffen werden müssen. Wenn auch bei der Anlage zur Verwertung von Leipziger Abwasser im Kreise Delitzsch von vornherein diesen Gesichtspunkten Rechnung getragen wurde und entsprechende Entwässerungen und Grundwasserabsenkungen vorgesehen waren, die aber nicht überall durchgeführt zu werden brauchten, so sind jedoch auch hier die erwarteten Grundwasseranreicherungen eingetreten. Talniederungen, tiefe Geländestellen und Hänge wurden zum Teil schon gedränt, und auch bei einzelnen Wohngebäuden mußten Maßnahmen zur Senkung des Grundwassers durchgeführt werden. In einem geschlossenen Gebiet mit starker Berieselung wird man mit einem höheren Ansteigen des Grundwassers rechnen und dementsprechend auch höhere Kosten für Dränungen und Grundwasserabsenkungen vorsehen müssen als bei einer weiträumigen Verteilung des Abwassers.

Nicht sämtliches Wasser, das im Boden versickert, gelangt ins Grundwasser. Oft genug befinden sich im Untergrund wasserundurchlässige Schichten und auch Sand- und Kiesadern, die an Hängen und Talniederungen austreichen und das Wasser wieder zutage treten lassen. Dieses Auftreten von Druckwasser kann aber auch auf eine Erhöhung des Grundwassers zurückzuführen sein. Die Wassermenge, die auf diese Weise aus einem landwirtschaftlichen Verwertungsgebiet zum Abfluß gelangt, ist wieder von den örtlichen Verhältnissen abhängig. Im allgemeinen wird man damit rechnen können, daß etwa ein Drittel der zur Verrieselung gebrachten Wassermenge als Druck-, Drän- und Sickerwasser in die Vorfluter gelangt. Für die Abmessungen der Entwässerungsgräben und Vorfluter zur Abführung von Hochwasser ist dieses Wasser in der Regel ohne Bedeutung. Dagegen wird die Niedrigwasserführung der Wasserläufe eine oft erwünschte Verbesserung erfahren; denn der Zufluß aus einem Verwertungsgebiet erfolgt das ganze Jahr hindurch fast gleichmäßig. Die Entwässerungsgräben trocknen daher auch in der heißen Jahreszeit kaum aus. Das Wasser selbst ist bei sachgemäßer Handhabung der Bewässerung vollkommen klar und biologisch keinesfalls schlechter als Bach- und Flußwasser. Meistens wird sogar durch die Einleitung von Dränwasser aus einem Verwertungsgebiet noch eine erhebliche Verbesserung unserer Vorfluter erreicht. Da das Dränwasser sehr reich an Nitraten und Nitriten ist, wird man es den Bewässerungsgräben, soweit die Gefällverhältnisse dieses gestatten, immer wieder zuleiten, um es so erneut der Bewässerung dienstbar zu machen.

Die Vorflutbeschaffung ist für jede Bewässerungsanlage eine unumgängliche Notwendigkeit. Der Boden eines Verwertungsgebietes trocknet niemals so aus wie Naturland. Bei starken Niederschlägen sind daher die bewässerten, also schon mit Feuchtigkeit angereicherten Flächen nicht in der Lage, dieselben Wassermengen aufzunehmen zu können wie Naturland. Für den Fall starker Niederschläge muß daher der Abfluß des Oberflächenwassers durch Vorflutgräben sichergestellt sein. Die Vorflutgräben selbst müssen in der Lage sein, ein Sommerhochwasser bordvoll abzuführen und bei einer Dränung die volle Gewähr für die dauernde Wirkung der Dränanlage bieten.

Eine Volldränung des Verwertungsgebietes wird nur in schweren Böden notwendig. Allerdings ist sie hier auch dringend am Platze; denn der für die landwirtschaftliche Abwasserwertung schon weniger gut geeignete schwere Boden erfährt durch die Dränung eine Belüftung und Auflockerung und damit eine Belebung der Bakterientätigkeit. Die Tätigkeit der Mikroorganismen ist aber für den Erfolg der landwirtschaftlichen Abwasserwertung von größter Bedeutung; denn die Bodenbakterien spielen bei den Abbauvorgängen eine ausschlaggebende Rolle, sie sind die Träger der Humusbildung, sie tragen zu einer Erwärmung des Bodens bei und führen die Nährstoffe in eine für die Pflanzen aufnahmefähige Form über. Da ihre Lebensbedingungen von einer geregelten Entwässerung mit abhängen, muß diese so durchgeführt werden, daß eine ausreichende Belüftung des Bodens erfolgen kann. Eine enge und tiefe Dränung, wie sie häufig bei alten Staubeetanlagen städtischer Rieselfelder anzutreffen ist, muß unter allen Umständen vermieden werden. Die Dränung eines Abwasserwertungsgebietes muß nur nach rein landwirtschaftlichen Gesichtspunkten erfolgen. Die Dränanweisung des Preußischen Landwirtschaftsministeriums vom Jahre 1934 ist auch für Abwasserwertungsanlagen grundlegend. Besondere Beachtung muß der Ermittlung der Abflussspende geschenkt werden, wobei das durch die Bewässerung aufgebrachte Wasser entsprechend zu berücksichtigen ist. Bei größeren Einzugsgebieten wird häufig mit dem Zufluß von Fremdwasser gerechnet werden müssen. In solchen Fällen empfiehlt es sich, auch bei einer Volldränung zwischen die einzelnen Dränabteilungen besondere Fangedräns, die mindestens 1,5 m tief zu verlegen sind, einzuschalten. Da die Auswirkung der Abwasserwertung auf die Entwässerungsbedürftigkeit des Bodens schwer zu übersehen ist, wird die schrittweise Dränung, wobei die Sammler in der Lichtweite für eine Volldränung zu verlegen sind, am zweckmäßigsten sein. Für die Beseitigung von Druckwasser müssen besondere Fangedräns in ausreichender Tiefe verlegt werden.

## Die Berieselungstechnik.

### Grünlandbewässerung.

Jede Berieselungsanlage ist durch ein mehr oder weniger umfangreiches Netz von Zuleitungsgräben der Bewässerung erschlossen. Den Hauptzuleitern fällt dabei die Aufgabe zu, das Wasser größeren Bewässerungsabschnitten zuzuführen. Die Nebenzuleiter verteilen es hier und bringen es bis zu den zu berieselnden Parzellen. Die Wasserverteilung auf den Flächen selbst wird zweckmäßigerweise den Eigentümern überlassen; denn sie haben das größte Interesse daran, ihre Flächen möglichst gleichmäßig mit Abwasser zu beschicken, um einen gleichmäßigen Bestand und höchste Erträge zu erzielen.

Die Geländegestaltung der Bewässerungsgebiete, die Mannigfaltigkeit der zu bewässernden Kulturen, die Verschiedenartigkeit der Bodenverhältnisse und die Jahreszeit bedingen die Wasserverteilung nach den verschiedensten Bewässerungsarten.

Auf die Überstauung, wie sie meistens bei den alten städtischen Rieselfeldanlagen noch heute ausgeübt wird, soll hier nicht eingegangen werden, weil die Nachteile der Überstauung häufig größer als die Vorteile sind und diese Bewässerungsart bei neuzeitigen Anlagen zur landwirtschaftlichen Verwertung von städtischen Abwässern kaum mehr angewendet werden wird.

#### Die natürliche Hangberieselung für Grünland.

Die einfachste und billigste Wasserverteilung bei Grünland, also auf Wiesen und Weiden, ist die natürliche Hangberieselung. Schon bei der Entwurfsaufstellung werden die Nebenzuleiter so angeordnet, daß sie an den höchstgelegenen Seiten der zu berieselnden Flächen entlang führen und daß sich bei ihnen ein Wasserstand einstellt, der höher als das zu bewässernde Gelände ist. Ist dieses durch Einengung des Querschnittes oder durch entsprechend größere

Wassergaben nicht zu erreichen, so müssen Stauvorrichtungen eingebaut werden. Die Abb. 20 zeigt eine solche Stauvorrichtung, die aus Klinkermauerwerk hergestellt ist. Stauvorrichtungen aus Beton und Holz haben sich ebenfalls gut bewährt. Die Stauvorrichtungen in den



Abb. 20. Sohlenabsturz hinter einer Stauvorrichtung.

Nebenzuleitern sind meist für niedrige Stauhöhen eingerichtet. Der Wasserdruck ist daher so gering, daß die aus Holzbohlen hergestellten Schütztafeln von Hand bedient werden können. Hierfür empfiehlt es sich, an den Schütztafeln einfache Handgriffe anzubringen. Durch das Einsetzen von Staubohlen wird der Wasserspiegel bis auf die für die Bewässerung der betreffenden Fläche notwendige Höhe gebracht. Das etwa überschüssige Wasser stürzt über die Staubohlen in den Zuleiter. Dieses Abstürzen des Wassers würde unmittelbar hinter dem Stau ein Ausspülen der Grabensohle und der Böschungen zur Folge haben. Daher muß der Zuleiter an dieser Stelle durch Ausbetonierung oder Pflasterung befestigt werden. Bei größeren Zuleitern ist die Herstellung von Tosbecken, in denen sich das Wasser wieder beruhigen kann, notwendig. Die Lage der Stauvorrichtungen wird so gewählt, daß das Wasser möglichst an dem höchstgelegenen Punkte oder auch an mehreren, durch Rieseleinlässe auf die Rieselflächen geleitet werden kann. Die Rieseleinlässe werden aus Beton oder auch aus Holz hergestellt. Bei den im Kreise Delitzsch errichteten großen Bewässerungsanlagen sind die Rieseleinlässe aus Beton hergestellt. Hier wurden nur zwei verschiedene Lichtweiten verwendet, und zwar sind für kleinere Rieselflächen Einlässe von 150 mm Durchmesser und für größere solche von



Abb. 21. Rieseleinlaß mit Eisenschieber.

200 mm Durchmesser eingebaut worden. Durch die Auswahl von nur zwei verschiedener Lichtweiten wird die Ermittlung der zur Berieselung kommenden Wassermenge wesentlich erleichtert. Wenn auch die Ermittlung der durch einen Rieseleinlaß zum Abfluß kommenden Wassermenge von verschiedenen Faktoren abhängig ist, so gestattet die gleichmäßige Lichtweite der Rieseleinlässe leicht eine überschlägliche Messung der Durchflußmengen, um die Wasserverteilung planmäßig vornehmen zu können. Selbstverständlich wird man hierbei keinen Anspruch auf große Genauigkeit erheben können und auch nicht brauchen; denn die Wasserverluste im Zuleiternetz einer jeden Bewässerungsanlage sind niemals genau zu ermitteln, so daß schon bei der Aufstellung des Rieselplanes eine Wasserreserve für alle diese Verluste und die Ungenauigkeit der Wasserzuteilung eingerechnet werden muß.

Das Wasser, das durch die Rieseleinlässe auf die Pläne gelangt, wird durch ein der Geländegestaltung angepaßtes Netz von Rieselrinnen verteilt. Die größten Rinnen, die zweckmäßigerweise mittels Rasenbeil mit senkrechten Wandungen in die Grasnarbe eingeschlagen und mit einer Grabenschaufel ausgehoben werden, sind bis zu 25 cm breit und 15 cm tief, nach dem Ende zu verjüngen sie sich bis auf etwa 10 cm Breite und 6 cm Tiefe. Von diesen Hauptrinnen, die den höchsten Stellen des Geländes folgen, zweigen dann die Verteilrinnen, die bei 10—15 cm Breite eine Tiefe von 5—10 cm erhalten, ab. Die Verteilrinnen passen sich ebenfalls der Geländegestaltung an. Die Bewässerung wird so vorgenommen, daß der Rieseleinlaß geöffnet und das Wasser



Abb. 22. Vor der Stauvorrichtung sind Rieseleinlässe eingebaut, durch die das Wasser auf die Pläne geleitet wird.

in die Verteilrinnen gelassen wird. Dort, wo die erste Rieselrinne abzweigt, wird in die Verteilrinne ein Hindernis, wie z. B. ein Rasenstück oder auch eine Stechschütze (Abb. 23) eingebaut und das Wasser in die Rieselrinne abgedrängt. Stechschützen sind einfache eiserne Tafeln, die mit Handgriffen versehen sind. Sie werden quer zu den Verteilrinnen eingeschlagen und entsprechend dem Fortschritt der Bewässerung wieder versetzt. Bei ungleichmäßigem Gelände werden die Stechschützen auch in die Verteilrinnen gesetzt, um den Wasserzufluß an die gewünschten Stellen zu leiten. Staubretter tun denselben Dienst, obwohl sie sich nicht so gut handhaben lassen wie die eisernen Stechschützen. Das Wasser füllt nun die Rieselrinnen und tritt an der unteren Grabenkante über. Dieser Vorgang wiederholt sich an jeder Abzweigung einer Rieselrinne aus der Verteilrinne. Bei großen Plänen werden gleichzeitig mehrere Verteil- und Rieselrinnen mit Wasser

beschießt, so daß die Bewässerung solcher Pläne in einer verhältnismäßig kurzen Zeit erfolgen kann. Die Hangbewässerung setzt naturgemäß ein gewisses Gefälle voraus. Dieses braucht aber nur gering zu sein; bei  $20/100$  Gefälle ist mit einer entsprechenden Anzahl von Rieselrinnen noch eine gleichmäßige Wasserverteilung möglich. Bei stärkerem Gefälle verringert sich die erforderliche Anzahl der Rieselrinnen. Bei stärkstem Gefälle dagegen werden wieder mehr Rieselrinnen notwendig, weil sonst Ausspülungen der Grasnarbe eintreten. Es läßt sich also für die Abstände der Rieselrinnen keine feste Norm aufstellen, vielmehr muß es dem technischen Verständnis und der Praxis des Bauleiters

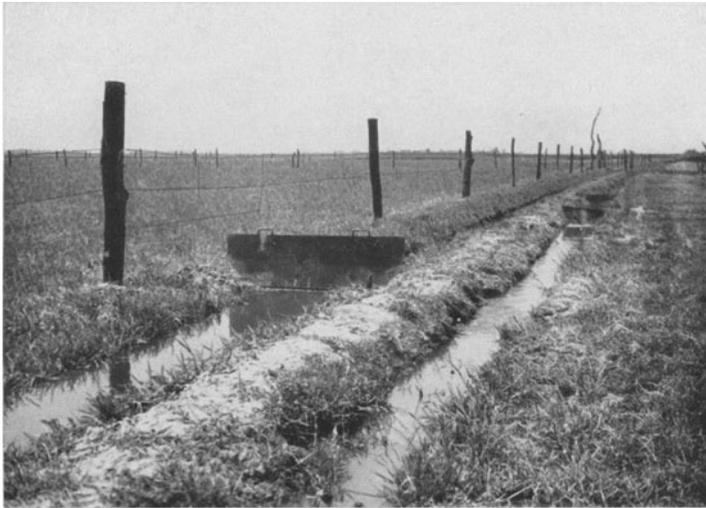


Abb. 23. Stechschützen bei einer Hangbewässerung auf Rieselweiden.

bzw. dem Riesellandwirt überlassen werden, den zweckmäßigsten Abstand der Rieselrinnen bei den verschiedensten Gefällverhältnissen selbst zu wählen. Das Wasser rieselt in einer dünnen Schicht breit über die Grasnarbe. Je nach den Gefällverhältnissen legt es dabei einen Weg bis 75 m zurück, bevor es restlos versickert ist. Sofern die Gefällverhältnisse günstig sind, ist es möglich, die Rieselrinnen in Abständen bis zu 75 m anzulegen. Bei weit auseinanderliegenden Rieselrinnen erfordert die Berieselung eines Planes eine entsprechend lange Zeit. Um die Bewässerung eines Planes zu beschleunigen, werden die Abstände der Rieselrinnen in der Regel viel enger gewählt. Die Gefällverhältnisse und die Durchlässigkeit des Bodens setzen den Abständen der Rieselrinnen natürlich Grenzen. Das zwischen je zwei Rieselrinnen nicht zur Versickerung gebrachte Wasser wird durch die tiefer gelegene Rieselrinne aufgefangen und erneut zur Berieselung

benutzt. Überschüssiges Wasser und auch Sicker- und Dränwasser wird durch Entwässerungsgräben aufgefangen und, soweit es die Gefällverhältnisse gestatten, immer wieder tiefer gelegenen Zuleitern zugeführt, um erneut der Bewässerung dienstbar gemacht zu werden. Selbstverständlich muß hierbei den Rieselrinnen und Zuleitern, die das abgerieselte Wasser aufgenommen haben, auch frisches Abwasser zugeführt werden, damit eine möglichst gleichmäßige Nährstoffzufuhr auf der ganzen Fläche eintritt. Bei der Herstellung des Rieselrinnennetzes muß darauf geachtet werden, daß die eigentlichen Rieselrinnen mit schwächstem Gefälle ausgeführt werden, damit das Wasser auch über die Grabenkante austreten kann. Es genügt hierbei ein Gefälle, das gerade noch ausreicht, um das Wasser weiterleiten zu können. Soweit die Geländegestaltung ein gleichmäßiges Übertreten des Wassers über die Grabenkante nicht zuläßt, muß durch die Herstellung von Abzugsrinnen aus den Rieselrinnen nachgeholfen werden. Die Verteilrinnen können mit stärkerem Gefälle hergestellt werden, weil ihre Aufgabe nur darin besteht, den Rieselrinnen das Wasser zuzuleiten.

### **Der künstliche Hangbau für Grünland.**

Sind die zu berieselnden Pläne uneben, so werden die Flächen vor der Neuanlage von Grünland einplaniert. Die Einplanierungsarbeiten richten sich nach dem geplanten Rieselsystem. Eine geschickte Projektierung der Rieselrinnen erspart oft umfangreiche Bodenbewegungsarbeiten. Bei dem sog. künstlichen Hangbau erfolgt die Berieselung genau so wie bei dem vorstehend geschilderten Verfahren der natürlichen Hangberieselung. Es ist lediglich zu berücksichtigen, daß die eingeebneten Flächen in den ersten Jahren ein größeres Wasserbedürfnis haben, weil in dem aufgelockerten Boden große Wassermengen versickern.

Bei keiner Bewässerung darf die Entwässerung fehlen. Es muß unter allen Umständen vermieden werden, daß an einzelnen Stellen der Pläne oder in Geländemulden das Wasser längere Zeit steht; denn die meisten Gräser sind sehr empfindlich gegen stauende Nässe, während sie auf eine anfeuchtende Bewässerung dankbar reagieren.

### **Der Rückenbau.**

Der Rückenbau, wie er vor allen Dingen im Siegerland mit seinen vorbildlichen und ausgedehnten Bewässerungswiesen in Anwendung ist, kann in den meisten Gegenden Deutschlands nicht ausgeführt werden, weil hierzu in der Regel die Gefällverhältnisse unzureichend sind und vor allen Dingen die landwirtschaftlichen Großbetriebe und auch die Bauernwirtschaften nicht über genügend Arbeitskräfte verfügen, um den schwer zu bewirtschaftenden Rückenbau mit seinen

zahlreichen Be- und Entwässerungsgräben pflegen und von Hand mähen zu können. Dagegen bietet die verhältnismäßig einfache Hangberieselung mit ihren Rieselrinnen und Ableitungsgräben für die Bewirtschaftung kein nennenswertes Hindernis; denn auf den schwach geneigten Flächen geht die Mähmaschine über die Rieselrinnen genau so leicht hinweg wie über jeden Maulwurfshaufen.

### **Ackerbewässerung.**

Während bei Grünland als Dauerkultur ein und derselbe Plan jahraus und jahrein berieselt wird, wechselt auf dem Acker ständig die Fruchtfolge und, da nicht alle Kulturen sich der Bewässerung gegenüber als dankbar erweisen, berieselt man schon aus rein wirtschaftlichen Gründen den Acker nur dann, wenn gerade auf ihm eine von den Kulturen erbaut wird, die durch die Abwasserberieselung Höchst-erträge abwirft. Da auch noch andere Gründe für einen Wechsel der Bewässerung auf Ackerländereien sprechen, auf die an anderer Stelle näher eingegangen ist, so soll sich die Bewässerung zweckmäßigerweise dem Bestellungsplan des einzelnen Betriebes anpassen. Dieser jährliche Wechsel in der Bewässerung von Ackerländereien bedingt, daß das Zuleiternetz diesem Umstande Rechnung tragen muß. So sind z. B. bei der Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft die Haupt- und Nebenzuleiter so angelegt, daß sie an möglichst vielen Plänen der einzelnen landwirtschaftlichen Betriebe, auch wenn die betreffenden Parzellen nicht beitragspflichtig sind, entlang führen, damit die Besitzer immer wieder mit der Berieselung auf ihren Ackerländereien wechseln können. Die Anpassung des Zuleiternetzes an die einzelnen Betriebe geht hier so weit, daß die beitragspflichtigen Mitglieder der Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft zu einem großen Teil erst wieder nach etwa 3—8 Jahren mit dem Abwasser auf denselben Plan zu kommen brauchen.

Die Wasserverteilung auf den Ackerflächen richtet sich nach der Kulturart und selbstverständlich auch nach den örtlichen Verhältnissen. Getreide wird im allgemeinen nicht während der Vegetationszeit berieselt. Nur unter besonderen Verhältnissen und dann auch nur in verhältnismäßig geringem Umfange wird man zu der Berieselung von Getreide schreiten. In diesem Falle empfiehlt es sich, schon vor dem Drillen des Saatgutes Rieselfurchen, die sich der Geländegestaltung anpassen müssen, zu ziehen. Bei der Berieselung von Getreide muß immer damit gerechnet werden, daß die Wasserverteilung hier nicht so vorgenommen werden kann, daß der ganze Plan eine gleichmäßige Wassergabe und damit eine gleichmäßige Düngung erhält. Vielmehr wird sich, und wenn der Acker noch so gut durch Schleppen usw. für die Berieselung vorbereitet ist, das Wasser bald hier und bald dort in

irgendeiner kleinen Mulde sammeln, dort eine Überdüngung zur Folge haben und damit einen ungleichmäßigen Bestand verursachen. Bei Getreide entsteht an den überdüngten Stellen leicht Lager und durch den ungleichmäßigen Bestand auch ein ungleichmäßiges Ausreifen der Körner.

### Die Furchenberieselung.

Abgesehen von Luzerne-, Klee- und Feldfutterschlägen werden auf dem Acker in der Hauptsache Hackfrüchte und Mais und während der Herbst- und Wintermonate noch die unbestellten Pläne, also die rauhen Furchen, berieselt. Die Art des Anbaues der Hackfrüchte in Furchen und Zeilen läßt es als naheliegend erscheinen, das Wasser in diese Furchen zu schicken und dort zur Versickerung zu bringen. Voraussetzung für diese Art der Furchenberieselung ist, daß die Furchen parallel mit dem Gefälle des Planes verlaufen, d. h. soweit das Gefälle nicht zu stark ist; denn sonst werden die Kulturen leicht durch das Rieselwasser ausgespült.



Abb. 24. Furchenberieselung.

Flächen mit mehr als 2% Gefälle müssen in der Regel immer wieder mit Querfurchen oder Rinnen unterbrochen werden, weil sonst durch die Beschleunigung der Fließgeschwindigkeit große Auswaschungen entstehen können. Bei sehr stark geneigten Parzellen wird man daher die Furchenberieselung in der Richtung des Hauptgefälles nicht ausüben können, sondern quer dazu Furchen mit schwachem Gefälle anlegen müssen. Die Furchenberieselung eignet sich am besten für Gefällverhältnisse zwischen 0,2–2,0%.

### Der Furcheneinstau.

Ist das Gefälle geringer als 0,2%, so geht man zum Furcheneinstau über. Hierbei werden in der Regel die Dämme zwischen je zwei Furchen breiter gehalten als bei der Furchenberieselung. Eine größere Breite als 2 m empfiehlt sich jedoch nicht, weil sonst der Damm nicht gleichmäßig durchfeuchtet wird. Die Furchen selbst sind mit etwa 0,20 m Sohlenbreite und 0,30 m Tiefe mit schwachem Gefälle oder waagrecht anzulegen. Bei der Bewässerung wird jede einzelne Furche mit Wasser

beschießt und dann abgedämmt. Das Wasser gelangt zur Versickerung und durchfeuchtet die Dämme, wobei den Kulturen Feuchtigkeit und Nährstoffe zugeführt werden. Der Furcheneinstau ist ganz besonders für den Anbau von Gemüse, Rüben und Mais geeignet.

### Die Abwasserverregnung.

Bei günstigen Geländebeziehungen und kleinen Parzellen werden durch die Abwasserverrieselung mit den geringsten Betriebskosten zweifellos die höchsten Erträge erzielt. Ob das Abwasser mit seinen Nährstoffen dabei größtmöglich ausgenutzt wird, spielt für die Landwirtschaft selbst keine erhebliche Rolle; denn ihr kommt es nur darauf



Abb. 25. Drehstrahlregner für Abwasser.

an, aus dem Grund und Boden mit dem niedrigsten Kostenaufwand die höchsten Erträge herauszuwirtschaften. Daß dagegen durch die Verregnung das Abwasser während der Vegetationszeit am besten ausgenutzt wird, steht außer Zweifel. Trotzdem wird man sowohl volkswirtschaftlich wie auch betriebswirtschaftlich nicht

dem Verregnungsverfahren ohne weiteres den Vorzug geben können. Vielmehr wird der Techniker und der Wirtschaftsberater in jedem Fall zu prüfen haben, ob das eine oder andere Verfahren am Platze ist oder ob beide Verfahren gemeinsam anzuwenden sind.

Der Vorteil der Verregnung gegenüber der Berieselung liegt darin, daß sie nicht von der Geländegestaltung des Bewässerungsgebietes abhängig ist und durch sie eine gleichmäßigere Wasserverteilung vorgenommen werden kann, als das bei allen anderen Verfahren möglich ist. Weiter erfordert die Beregnung viel geringere Wassermengen als eine Berieselung. Das letztere ist für die Abwasserverwertung in der Hauptvegetationszeit von größter Bedeutung; denn wenn auch der Abwasseranfall in den Städten während der Sommermonate im Durchschnitt um etwa 20% größer ist als in der übrigen Jahreszeit, so reicht dieser Abwasseranfall trotzdem in den seltensten Fällen aus, um das Wasserbedürfnis während der heißen Jahreszeit durch eine Berieselung

zu decken. Die Berieselung erfordert in der heißen Jahreszeit weit mehr Wasser als in den Frühjahrs-, Herbst- und Wintermonaten. Im Sommer trocknen die oberen Bodenschichten sehr stark aus. Die Bodenfeuchtigkeit sinkt dabei oft auf unter 10%, während in der übrigen Jahreszeit der Boden meist „frisch“ ist und einen Feuchtigkeitsgehalt von etwa 20% aufweist. Bei einer Berieselung werden nun die oberen Bodenschichten nahezu bis zur Sättigung, also bis zu einem Feuchtigkeitsgehalt von 30–40% mit Wasser beschickt. Eine geringere Wasserbeschickung läßt sich durch die gewöhnliche Furchenberieselung und Hangbewässerung praktisch kaum durchführen; denn der Boden saugt das Rieselwasser so lange auf, bis er gesättigt ist. Erst wenn dieser Zustand in den oberen Bodenschichten erreicht ist, fließt das Wasser weiter. Aus diesem Grunde nimmt auch die Berieselung einer bestimmten Fläche im trockenen Sommer längere Zeit in Anspruch als in der feuchten Jahreszeit. Eine Ausnahme bildet stark hängiges Gelände, über welches



Abb. 26. Rohrschieber einer Schnellkuppelungsrohrleitung.

das Wasser schnell hinwegfließt, ohne in den Boden einzudringen. Im allgemeinen ist aber der Wasserverbrauch durch eine Berieselung in den trockenen Sommermonaten bis 50% größer als in der übrigen Jahreszeit. Das Verregnungsverfahren mit seinem geringen Wasserbedarf ist daher besser geeignet, mit dem zur Verfügung stehenden

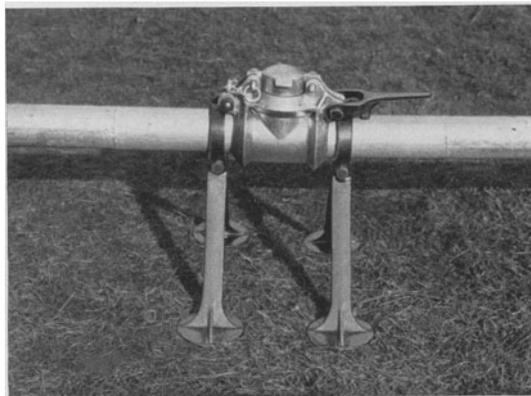


Abb. 27. „Drei Wege-Stück“ für die Abzweigung von Nebenrohrleitungen und das Aufsetzen von Regengeräten.

Abwasser oder doch mit einer verhältnismäßig geringen Frischwasserzuführung die geschaffenen Wachstumsbedingungen aufrechtzuerhalten und die Erträge zu sichern, als dieses durch die Verrieselung möglich ist. Der Nachteil der Beregnung gegenüber der Berieselung liegt in den höheren Betriebskosten und vor allen Dingen auch darin, daß die Verregnung mit fliegenden Feldleitungen bei strengem Frost im praktischen Betriebe nicht aufrechterhalten werden kann. Eine Abwasserverwertungsanlage, bei der auch im Winter das Abwasser abgenommen werden muß, läßt sich daher meistens aus betriebs- und auch aus rein wirtschaftlichen Gründen nicht allein mit Beregnungsanlagen durchführen. Für jede größere Abwasserverwertungsanlage

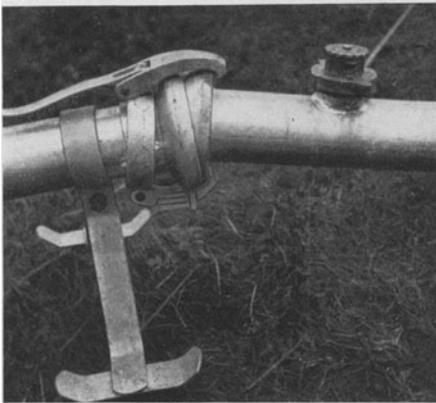


Abb. 28. Die Kardangelen-Kuppelung gestattet die Abwinkelung der Feldleitungen bis 30°.

kommt der Beregnung in der Hauptsache als Ergänzung zur Berieselung Bedeutung zu. Allerdings darf hierbei die Bedeutung der Verregnung keinesfalls unterschätzt werden. So darf die Tatsache nicht unerwähnt bleiben, daß das verregnete Abwasser auf dem Wege durch die Luft sehr stark mit Sauerstoff angereichert wird. Diese Sauerstoffanreicherung bewirkt nicht allein eine schnelle Zersetzung der organischen Stoffe des Abwassers und fördert die Bildung von Nitraten, sondern

sie teilt sich auch dem Boden unmittelbar zur Förderung des Bakterienlebens und des Pflanzenwachstums mit. Die Verdunstungsverluste der Verregnung wird man den großen Vorteilen gegenüber gern in Kauf nehmen können.

Die Beregnung zergliedert sich in drei Systeme, und zwar:

- a) ortsfeste Regenanlagen;
- b) teilweise ortsfeste Regenanlagen;
- c) ganz bewegliche Regenanlagen.

Die ortsfeste Regenanlage kennzeichnet sich dadurch, daß die Zuleitung bis an den Regner als ortsfeste Rohrleitung im Boden verlegt ist. Bei einer ortsfesten Anlage sind also die Hauptleitungen wie auch die Zweigleitungen im Boden verlegt und führen bis zu den einzelnen Regnern, die so angeordnet sind, daß die Gesamtberegnungsfläche bei normaler Leistung der Anlage gleichmäßig mit Wasser beschickt werden kann. Da die Erstellungskosten einer derartigen Anlage sehr hoch

sind und mit einer ortsfesten Regenanlage naturgemäß nur immer derselbe Plan, für den die Anlage errichtet ist, beregnet werden kann, wird die ortsfeste Regenanlage auch nur bei intensivster gärtnerischer Nutzung des Planes wirtschaftlich arbeiten können. Für eine rein landwirtschaftliche Nutzung des Ackers kommt die ortsfeste Regenanlage nur in den seltensten Fällen in Frage.

Eine größere Bedeutung ist der teilweise ortsfesten Regenanlage beizumessen. Unter Umständen wird eine solche Anlage wirt-

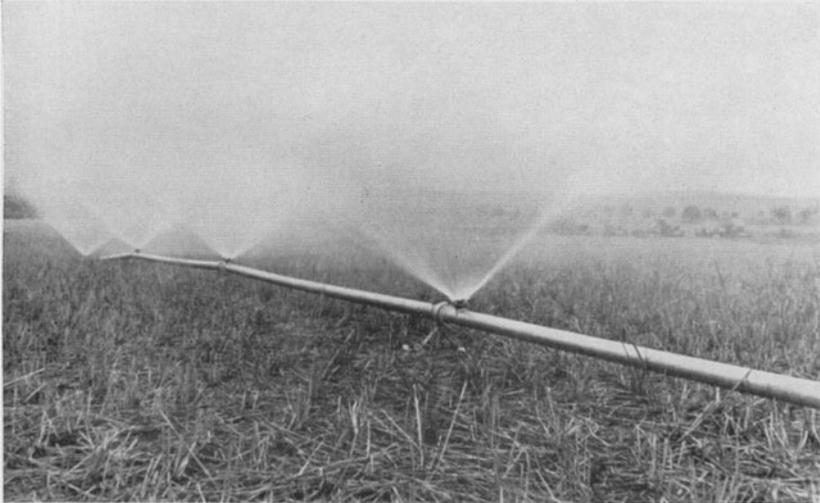


Abb. 29. Düsenrohrstrang mit Vierwegedüsen, auf doppelseitige Beregnung eingestellt. Das Verfahren ist für die Beregnung von schmalen Parzellen geeignet.

schaftlicher als eine ganz bewegliche Regenanlage arbeiten können. Bei der teilweise ortsfesten Regenanlage erfolgt die Wasserzuführung ebenfalls immer von derselben Stelle aus in die Hauptleitung, die genau so wie bei der ortsfesten Anlage fest im Boden verlegt ist. Nur die Zweigleitungen fehlen hier vollkommen. Dafür werden in den Erdleitungen in entsprechenden Abständen Hydranten eingebaut, an die oberirdisch zu verlegende Schnellkuppelungsrohrleitungen (Feldleitungen) angeschlossen werden können. Diese Schnellkuppelungsrohrleitungen lassen sich nach Bedarf leicht verlegen, so daß mit ihrer Hilfe der ganze Plan durch ein zweckentsprechendes Versetzen der Regner gleichmäßig mit Wasser beschickt werden kann.

Bei der ganz beweglichen Regenanlage fehlen alle sonst im Boden festverlegten Rohrleitungen. Die Wasserzuführung bis zu den Regnern erfolgt hier nur durch Schnellkuppelungsrohrleitungen. Die ganz bewegliche Regenanlage hat den Vorzug, daß sie nicht an eine

Fläche gebunden, sondern je nach Bedarf von einer Parzelle zur anderen transportiert werden kann. In der Regel ist die Pumpe und der Motor



Abb. 30. Verlegen von Schnellkuppelungsrohrleitungen.



Abb. 31. Beregnung von Getreide mit Drehstrahlregner.

auf ein Fahrgestell montiert, das nach Bedarf von einer Stelle eines Zuleiters zur anderen und von einer Parzelle zur anderen gefahren werden kann. Mit einer solchen Anlage lassen sich mit verhältnismäßig wenigen Zuleitern große Flächen der Bewässerung erschließen.

Innerhalb des Gebietes der Genossenschaft zur Verwertung Leipziger Abwässer im Kreise Delitzsch haben bisher 36 landwirtschaftliche Betriebe ganz bewegliche Beregnungsanlagen angeschafft. Fast alle diese Anlagen dienen zur Ergänzung der Berieselung. Diesem Zweck entsprechend, sind sie meistens nur während der Monate Mai bis September im Betrieb. In dieser Zeit besteht ihre Hauptaufgabe darin, den Kulturen in entsprechenden Zeitabständen und nach Bedarf die notwendige Feuchtigkeit und damit auch die im Abwasser enthaltenen Nährstoffe zuzuführen, um die geschaffenen günstigen Wachstumsbedingungen gleichmäßig aufrechtzuerhalten. Die Kosten sind infolge der kurzen Betriebszeit in sehr starkem Maße von der Anzahl der im Laufe des Jahres erreichten Betriebsstunden abhängig. Da die Verregnungsanlagen nicht genossenschaftlich, sondern von den Besitzern auf ihre Kosten betrieben werden, beträgt der Einsatz je nach der Größe und Wirtschaftsweise der Betriebe etwa 1000—2000 Betriebsstunden im Laufe des Jahres. Dementsprechend schwanken die Kosten sehr stark und betragen 5—15 Pfennige für 1 cbm verregnetes Abwasser. Die Auswirkungen der Abwasserverregnung auf die einzelnen landwirtschaftlichen Betriebe sind naturgemäß sehr verschieden. Allgemein kann jedoch das Urteil über den Einsatz der Beregnungsanlagen dahingehend zusammengefaßt werden, daß der Zweck, bei sparsamstem Wasserverbrauch auf großen Flächen Mehrerträge zu erzielen, bei einer angemessenen Rentabilität voll erreicht wird.

Ein Beispiel von einer teilweise ortsfesten Regenanlage aus dem Gebiet der Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft, das vielerorts in ähnlicher Weise zu verwirklichen sein dürfte, soll dieserhalb noch kurz beschrieben werden.

#### **Die teilweise ortsfeste Naturdruckregenanlage in Gruna, Kreis Delitzsch.**

Die weite, in nördlicher Richtung sanft abfallende Ebene des Kreises Delitzsch ist im Osten durch das Urstromtal der Mulde durchbrochen. Steil, nahezu senkrecht, fällt hier das Gelände bis zu 25 m tief zur Muldenaue ab. Im Laufe der Jahrtausende hat sich hier die Mulde ein mehrere Kilometer breites Talbett geschaffen. Der Untergrund des breiten Urstromtales besteht aus diluvialem Schotter von einer Mächtigkeit bis zu 30 m. Hierauf ist eine lehmige Sandschicht, die an einigen Stellen bis 2 m stark ist, gelagert. Größtenteils ist diese gute Bodenschicht aber nur bis 50 cm tief und zudem noch mit reinen Kies- und Sandschichten durchbrochen. Der Grundwasserstand in der Muldenaue ist vom Wasserstand in der Mulde abhängig. Da der Mittelwasserstand der Mulde 2—3 m unter Gelände liegt, zeigt auch der Grundwasserspiegel der Muldenaue im Jahresdurchschnitt diesen Stand. Bei dem

groben Muldenschotter von Haselnuß- bis Walnusgröße findet das Grundwasser keinen kapillaren Weg nach den guten Bodenschichten. Die Muldenaue kann daher nur an wenigen Stellen die Fruchtbarkeit, wie sie von anderen Stromniederungen bekannt ist, aufweisen. Das breite Muldental kennzeichnet sich vielmehr durch Ödländereien, die teilweise mit Weidensträuchern bestanden sind, und durch große trockene Hutungsflächen, die kaum nennenswerte Erträge abwerfen.

Am westlichen Rand dieses Urstromtales ist von Eilenburg in nördlicher Richtung bis Hohenprießnitz der Hauptzuleiter der Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft entlang geführt worden. Von diesem Hauptzuleiter zweigen an mehreren Stellen Nebenzuleiter bis zum Steil-

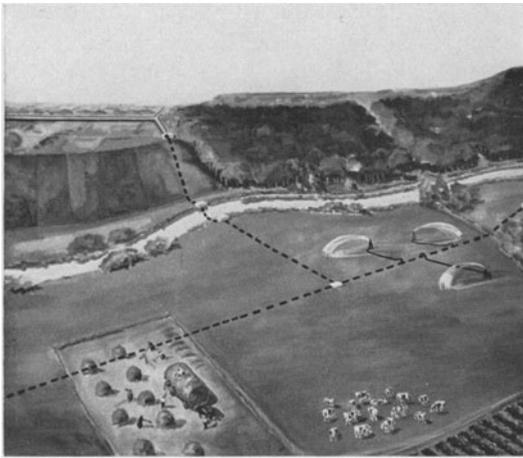


Abb. 32. Naturdruckregenanlage Gruna, Kreis Delitzsch.

hang des Urstromtales ab und gehen dann in Rohrleitungen über, die bis in die Muldenaue geführt worden sind. Die Rohrleitungen stehen unter dem natürlichen Druck des Höhenunterschiedes vom Wasserspiegel in den offenen Zuleitern und der Höhenlage in der Muldenaue. Da dieser Höhenunterschied überall mehr als 15 m beträgt, ist der natürliche Druck ausrei-

chend, um in der Muldenaue das Abwasser auch mit Drehstrahlregnern ohne Pumpen und motorische Kraft verteilen zu können. Die größte dieser teilweise ortsfesten Naturdruckregenanlagen befindet sich bei der Ortslage Gruna.

Wie aus dem Lageplan (s. S. 66) ersichtlich, zweigt auch hier ein Nebenzuleiter bis zu dem Steilhang des Urstromtales der Mulde ab. Die letzten 80 m dieses Nebenzuleiters wurden als Zementrohrleitung hergestellt, weil bei einem offenen Graben zu befürchten war, daß sich das Wasser in dem leichten Sandboden einen Weg zum Steilhang suchen und dort zu einem Durchbruch führen konnte. In Station 425 (s. Längenschnitt S. 67) ist vor Beginn der Druckrohrleitung noch ein Sandfang mit einem Grobrechen eingebaut worden. Von diesem Senkschacht führt dann die eigentliche Druckrohrleitung, die aus Schleuderbetonröhren hergestellt wurde, bis an das Ufer der Mulde. Hier geht die

Schleuderbetonrohrleitung in den Muldendücker über. Die Unterdückerung der Mulde ist mit eisernen, innen und außen asphaltierten Röhren mit Schweißmuffen erfolgt. Der Rohrscheitel des Muldendückers liegt etwa 0,80 m unter der Sohle des Flusses. Auf dem östlichen Ufer der Mulde besteht die Leitung wieder aus Schleuderbetonröhren. In Station 655 gabelt sich die ortsfest verlegte Leitung und ein Rohrstrang führt in das nördliche, der andere in das südliche Bewässerungsgebiet. Die nördliche Leitung ist bis Station 175, von wo aus ein offener Zuleiter gespeist werden kann, aus Schleuderbetonröhren von 300 mm Lichtweite hergestellt. Die Fortsetzung der Leitung besteht aus Eternit-



Abb. 33. Verlegung des Muldendückers bei Gruna.

röhren (Zementasbeströhren) von 200 mm Lichtweite. Der südliche Teil des Gebietes ist durch eine Eternitleitung von 200 mm Durchmesser der Bewässerung erschlossen. In den ortsfest verlegten Rohrleitungen sind in entsprechenden Abständen Hydranten eingebaut, an die Schnellkuppelungsrohrleitungen nach Bedarf angeschlossen werden können.

Für die Ermittlung der notwendigen Wassergaben und damit auch für die Berechnung der Rohrleitungen waren an erster Stelle die Bodenverhältnisse maßgebend. Um die Flächen in wertvolles Kulturland umzuwandeln, mußte die Abwasserbeschickung sehr reichlich vorgesehen werden. Es kam darauf an, dem Boden die notwendigen Nährstoffe zuzuführen und vor allen Dingen ihn mit Humus anzureichern. Wenn bei dem tiefen Grundwasserstand und dem leichten Boden die einmal geschaffenen Wachstumsbedingungen auch in der heißen

Jahreszeit gleichmäßig aufrechterhalten werden sollten, so mußte sich die anfeuchtende Bewässerung in kurzen Zeitabständen wiederholen. Unter Berücksichtigung dieser besonderen Umstände und der Niederschlagsarmut des Kreises Delitzsch mit den dazu noch in der Vegetationszeit fast regelmäßig auftretenden Regenklemmen mußte mit einer Wieder-

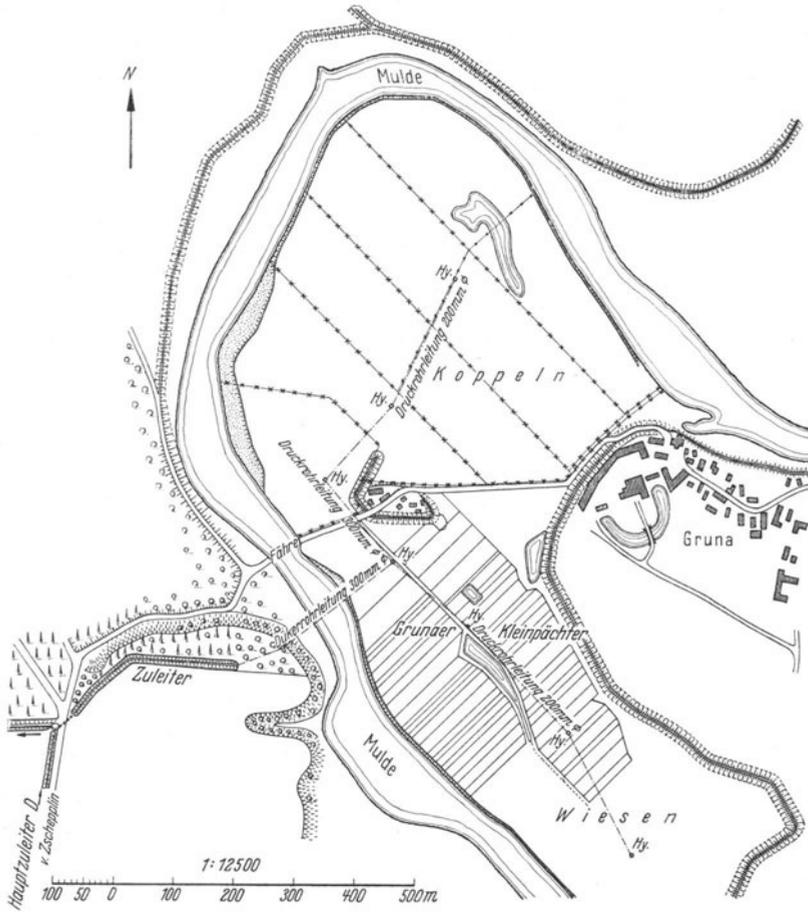


Abb. 34. Lageplan der Naturdruckregenanlage Gruna.

holung der Beregnung in Zeitabständen von 20 Tagen gerechnet werden. Die jeweilige Regengabe mußte dabei mit mindestens 50 mm für die Vegetationszeit angenommen werden. Die Praxis hat die Richtigkeit der vorgesehenen Abwasserbeschickung im Laufe des Betriebes bestätigt. Da in der vegetationslosen Zeit nicht beregnet, sondern aus den Feldeleitungen berieselt wird, ist die Abwasserbeschickung in dieser Zeit entsprechend höher. Der Erfolg der Anlage ist sehr gut. Wo vor

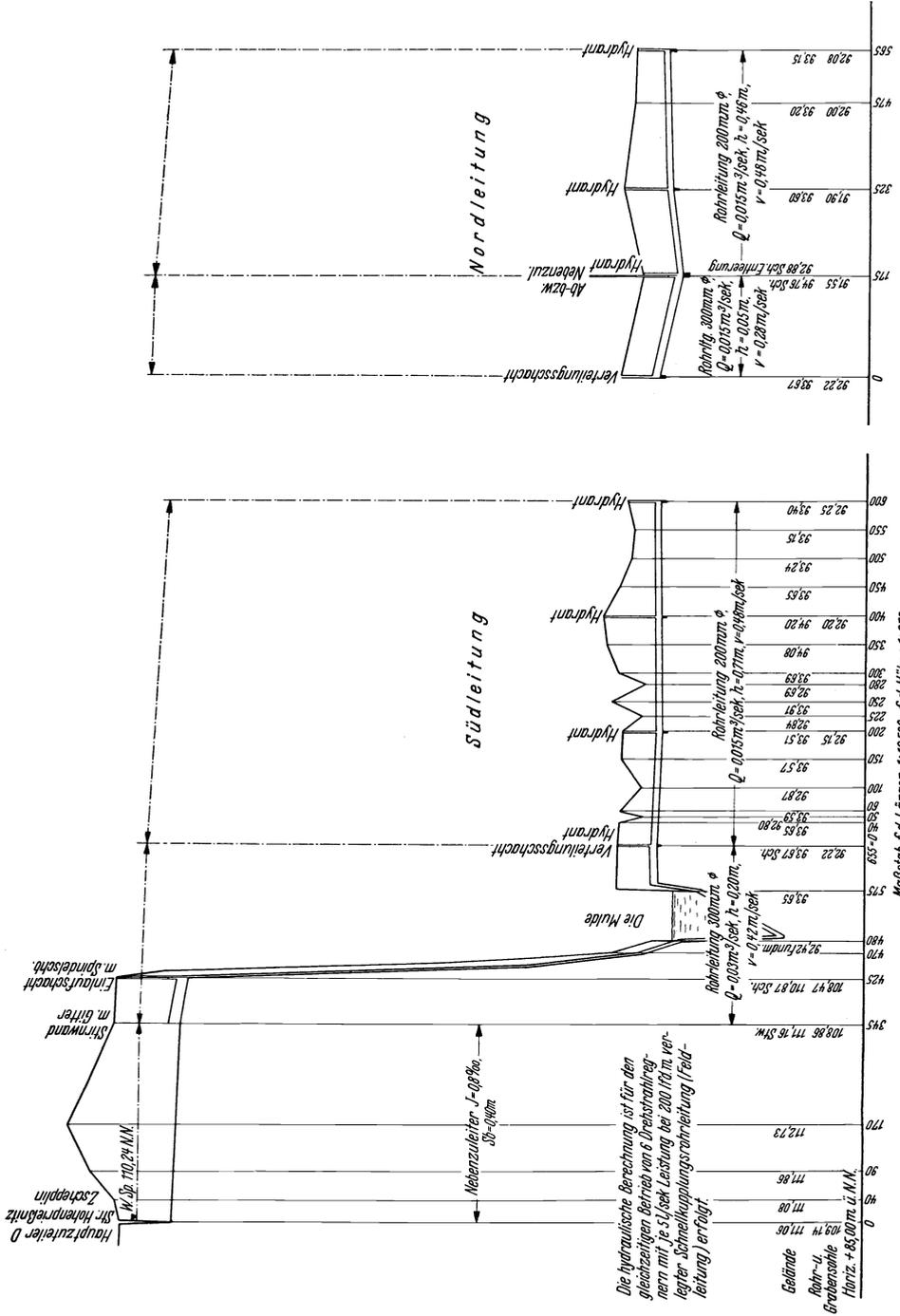


Abb. 35. Längenschnitte der ortsfesten Rohrleitungen der Naturdruckregenanlage Gruna.

der Bewässerung Ödland und minderwertiges Hutungsland nur wenigen Tieren kümmerliches Futter gab, findet jetzt eine starke Viehherde ausreichende und wertvolle Nahrung. Außerdem wird etwa die Hälfte des Gebietes noch als Wiese genutzt. In dem sehr trockenen Sommer 1935 konnten die zahlreichen Pächter dieser Wiesen bereits 4 Schnitte einbringen. Der mittlere Jahresertrag der Wiesen schwankt je nach dem Grasbestand zwischen 50—80 Ztr. Heu je 0,25 ha. Die Viehweiden ernähren im Durchschnitt ein Stück Großvieh auf 0,25 ha während einer Weidezeit von 6 Monaten.

Diesen Erträgen stehen die jährlichen Betriebskosten der Anlage gegenüber, die sich nach den angestellten Ermittlungen wie folgt gestalten:

1. Genossenschaftsbeiträge . . . . .	2720,00 RM.
2. Kapaldienst aus den Baukosten der ortsfesten Rohrleitungen:	
3,5% Zinsen von 6700,00 RM. . . . .	= 234,50 RM.
2% Tilgung von 6700,00 RM. . . . .	= 134,00 RM.
3. Kapaldienst aus den Beschaffungskosten der Schnelkuppelungsrohrleitungen und Regner:	
5,5% Zinsen von 13000,00 RM. . . . .	= 715,00 RM.
10% Tilgung von 13000,00 RM. . . . .	= 1300,00 RM.
4. Unterhaltungskosten für ortsfeste und bewegliche Rohrleitungen einschl. Regner . . . . .	400,00 RM.
5. Bezahlung von 2 Landarbeitern zur Bedienung der Anlage . . .	2500,00 RM.
6. Verschiedenes, wie Transport der Feldleitungen usw. . . . .	796,50 RM.
	zusammen 8800,00 RM.

Die Jahresbelastung aus der Anlage beläuft sich bei dem rund 55,00 ha großen Gebiet auf 160.— RM. je Hektar. Da mit der Anlage während 6 Monaten berechnet, die übrige Zeit jedoch aus den Feldleitungen gerieselt wird, entfallen 50% der Kosten auf die Beregnung.

Die Kostenaufstellung läßt klar erkennen, daß nach Abzug der allgemeinen Lasten und Werbungskosten noch eine gute Rente für die Landwirtschaft sichergestellt ist.

### Die Röhrenverrieselung.

Die natürliche Hangbewässerung und auch die Furchenberieselung bedingt auf großen, zusammenhängenden Plänen die Unterteilung solcher Flächen durch Nebenzuleiter. In vielen Fällen, vor allen Dingen, wenn diese Nebenzuleiter nicht rechtwinkelig zu den Plänen ausgeführt werden können, entstehen dadurch Wirtschafterschwernisse. Außerdem stößt die Wasserverteilung in gruppiertem Gelände vielfach auf Schwierigkeiten. Durch eine Abwasserverregnung werden diese Nachteile vermieden. Die Verregnung ist von der Geländegestaltung unabhängig. Sie erfordert andererseits aber auch sehr hohe Betriebskosten. Bei der Röhrenverrieselung entstehen diese hohen Betriebskosten nicht.

Wenn auch die Röhrenverrieselung nicht die Vorteile der Hang- und Furchenberieselung mit denen der Verregnung in sich vereinigt, so ist es jedoch durch sie möglich, die einzelnen Wassergaben beliebig zu bemessen und ziemlich gleichmäßig mit niedrigeren Betriebskosten als bei einer Verregnung zu verteilen. Da mit der Röhrenverrieselung auch bedeutend größere Wassermengen in einer kürzeren Zeit aufgebracht werden können als mit Beregnungsgeräten, ist diese Art der Wasserverteilung besonders gut für die Bewässerung von Grünland und der rauhen Furche geeignet. Die Röhrenverrieselung ist überall dort am Platze, wo auf leichten Böden große Wassermengen notwendig sind und die Gefällverhältnisse die Bewässerung großer Flächen in kurzer Zeit gestatten.

Die Röhrenverrieselung wird mit den Schnellkuppelungsrohrleitungen einer Beregnungsanlage durchgeführt. Dabei werden die Feldeleitungen immer bis zu hoch gelegenen Stellen im Gelände verlegt und dort läßt man das Wasser frei aus den Röhren auslaufen. Ist von einer solchen Stelle



Abb. 36. Bewässerung der rauhen Furche mit Schnellkuppelungsrohrleitungen.

aus die mit natürlichem Gefälle gut erreichbare Fläche ausreichend berieselt, wobei auf dem unbestellten Acker durch Ziehen von Längs- und Querfurchen nachgeholfen wird, so muß die Rohrleitung wieder verlegt werden.

Auf bestellten Plänen und bei Grünland macht das Ziehen von Furchen und Verteilrinnen erhebliche Schwierigkeiten. Zur Erleichterung der Wasserverteilung empfiehlt sich daher der Einsatz eines besonderen Röhrenrieselgerätes. Dieses Gerät besteht aus einem etwa 6 m langen Schnellkuppelungsrohr, das in etwa 0,50 m Abstand (Furchenabstand) einzelne kleine Wasserhähne, wie bei einem Jaucheverteiler, aufweist. Die Wasserhähne sind mit Vorrichtungen versehen, durch die das Wasser frei ausfließen kann, die aber auch für die Bewässerung von Grünland und Feldfutter eine schleierartige Verteilung zulassen. Die Verbindung zwischen der Schnellkuppelungsrohrleitung und dem Röhrenrieselgerät erfolgt durch eine etwa 6 m lange Schlauchleitung. Die einzelnen Rieselgeräte sind auf Schlitten oder auch Fahrgestellen

aufgebaut und lassen sich zu zwei oder auch drei Aggregaten und mehr zusammenkuppeln. Mit einem aus drei Röhren zusammengekuppelten Rieselgerät ist man also in der Lage, einen 18 m breiten Streifen zu



Abb. 37. Die schleierartige Wasserverteilung eines Röhrenrieselgerätes bei der Bewässerung von Luzerne.

erfassen. Die Konstruktion auf einem Schlitten oder Fahrgestell läßt einen leichten Transport zu. Bei günstigen Gefällverhältnissen kann mit einer Aufstellung eines 18 m breiten Gerätes eine Fläche bis zu



Abb. 38. Röhrenrieselgerät, von einem Zugtier transportiert.

1500 qm gleichmäßig bewässert werden. Bei ungünstigen Gefällverhältnissen muß der Standort öfter gewechselt werden. Die Versetzung des Röhrenrieselgerätes macht keine Schwierigkeiten, da es von Hand oder auch durch ein Zugtier bis zu dem nächsten höher gelegenen Gelände-

punkt gezogen werden kann. Die Bewässerung mit Röhrenrieselgeräten hat sich in der Praxis gut bewährt. Man ist in der Lage, mit dem Röhrenberieselungsgerät in derselben Zeit wie bei einer Beregnung eine gleich große Fläche zu bewässern und dabei eine erheblich größere Wassermenge aufzubringen.

Da mit dem Röhrenberieselungsgerät große Wassermengen verteilt werden sollen, müssen die Lichtweiten der Schnellkuppelungsrohrleitungen auch entsprechend groß gewählt werden. Bei der Ermittlung des Kraftbedarfs einer Röhrenverrieselung setzt sich die Förderhöhe nur aus:

a) dem Höhenunterschied zwischen dem Wasserspiegel im Zuleiter und dem höchsten Punkt der zu bewässernden Fläche und

b) dem Reibungswiderstand in der Schnellkuppelungsrohrleitung zusammen.

Ein Düsendruck, wie bei einer Beregnungsanlage, ist also nicht notwendig. Der Kraftbedarf an der Welle berechnet sich

$$\frac{\text{Förderhöhe in m} \cdot \text{l/s}}{\text{Wirkungsgrad} \cdot 75} = \text{PS.}$$

Bei dem geringen Kraftbedarf wird der Antrieb einer solchen Anlage meistens mit einem Bulldogg, wie er in vielen landwirtschaftlichen Betrieben vorhanden ist, erfolgen können. In solchen Fällen muß die Kraftübertragung durch Riemenantrieb oder durch ein Vorgelege vorgenommen werden. Die Übertragungsverluste bedingen dann einen Zuschlag von etwa 25% zu der errechneten Motorenstärke.

### Die Kulturen und ihre Bewässerungszeiten.

Die Praxis und die zahlreichen Versuche, die mit der Beregnung und der Berieselung fast aller Kulturen angestellt worden sind, zeigen, daß der Erfolg in der Hauptsache von der richtigen Wahl des Bewässerungszeitpunktes und der Wassergabe abhängt, sie zeigen aber auch weiter, daß nicht allein die klimatischen, sondern auch die örtlichen Verhältnisse mit ausschlaggebend sind. Die örtlichen Verhältnisse, die

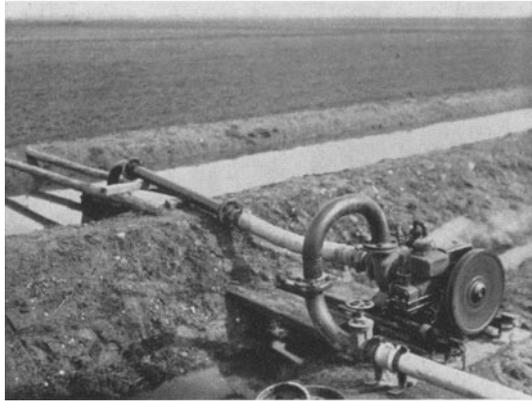


Abb. 39. 5 PS-Dieselmotor zum Antrieb einer Kreiselpumpe für ein Röhrenrieselgerät.

vor allen Dingen die Einzel- und Gesamtwassergaben in der Vegetationszeit mitbestimmen, sind überall so verschieden, daß nur der praktische Bewässerungsbetrieb zeigen kann, mit welchen Wassergaben die größten Erfolge zu erzielen sind. Die Witterungsverhältnisse lassen eine einwandfreie Ermittlung der erforderlichen Wassergaben überhaupt nicht zu; denn was in einem Jahr richtig und von Erfolg gekrönt, das kann in einem anderen Jahre bei anderen Witterungsverhältnissen nur zu geringen Mehrerträgen führen. Da überall die Böden und die Grundwasserstände verschieden sind und die Witterungsverhältnisse ständig wechseln, können keinerlei genaue Angaben über die richtige Bemessung der Wassergaben gemacht werden. Alle Bewässerungsversuche haben daher hauptsächlich nur für die betreffende Kultur unter Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse und der Witterung örtliche Bedeutung, sofern sie sich nicht allgemein auf die Ermittlung des Zeitpunktes der erfolgreichsten Bewässerung erstrecken und über Zusatzdüngung Aufschluß geben sollen. Die günstigsten Zeitpunkte der Bewässerung, wobei ein nennenswerter Unterschied zwischen einer Beregnung und Berieselung kaum besteht, sind für die meisten Kulturen durch Versuche und die praktische Erfahrung ermittelt, wobei selbstverständlich Versuche und die Praxis noch Verschiebungen bringen können und werden. Für den Erfolg der Bewässerung sind aber nicht allein die während der Vegetationszeit gegebenen Wassergaben ausschlaggebend, sondern auch die während der vegetationslosen Zeit aufgebrauchten Wassermengen. Daneben kommt der Bodenbearbeitung nebst der Düngung eine ausschlaggebende Bedeutung zu. Weiter spielt die richtige Sortenauswahl der einzelnen Kulturen eine maßgebende Rolle.

### **Das Grünland.**

Das Grünland ist und wird fast in allen Fällen, bei denen die gesamten Abwässer einer Stadt landwirtschaftlich verwertet werden, die Grundlage der Verwertungsanlage sein müssen. Ohne eine Grünlandbewässerung wäre eine restlose Verwertung der Abwässer das ganze Jahr hindurch in den seltensten Fällen möglich. Das Grünland ist die einzige Kultur, die zu jeder Jahreszeit mit Abwasser beschickt werden kann. Während der Bestellzeit, bei der eine Unterbringung und landwirtschaftliche Verwertung des Abwassers besonders schwierig und bei den meisten Kulturen unmöglich ist, kann vielfach nur das Grünland mit seinem großen Wasserbedarf als einzige Kultur der Abwasserunterbringung dienstbar gemacht werden. Daher wird bei der Entwurfsbearbeitung von vornherein sichergestellt sein müssen, daß eine der Abwasseranfallmenge entsprechende Grünlandfläche vorhanden ist bzw. neu angelegt wird. Dem Grünland kommt aber nicht allein eine große Bedeutung als Hauptfaktor der Betriebssicherheit einer Ab-

wasserverwertungsanlage zu, sondern es ist auch eine der dankbarsten, wenn nicht gar die dankbarste Rieselkultur überhaupt. Rieselwiesen werfen bei entsprechender Pflege und sachgemäßer Handhabung der Bewässerung bis 100 Ztr. Trockenheu je Morgen ( $\frac{1}{4}$  ha) ab. Daß sie der billigste und auch der beste Futterlieferant der Wirtschaft sind, kann kaum bestritten werden. Das Heu der Bewässerungswiesen ist außerordentlich eiweißhaltig. Vielfache Untersuchungen haben ergeben, daß es bis einen doppelt so hohen Eiweißgehalt (bis 20% Rohprotein) aufzuweisen hat als das ohne eine Bewässerung gewachsene Futter. Das Grünland einer landwirtschaftlichen Bewässerungsanlage trägt also ganz besonders dazu bei, uns von der Einfuhr ausländischer Kraftfuttermittel unabhängig zu machen. Es ist für den Bauern die Grund-



Abb. 40. Beregnung von Grünland.

lage der Milchwirtschaft und Viehzucht, es befruchtet den Ackerbau durch vermehrte Stallmistproduktion und erhöht damit die Rentabilität der einzelnen landwirtschaftlichen Betriebe.

Bei jeder landwirtschaftlichen Abwasserverwertungsanlage wird man daher sein besonderes Augenmerk auf die Grünlandwirtschaft zu richten haben. Das Grünland hat den größten Wasserbedarf aller Kulturen. Kann dieses Wasserbedürfnis jederzeit gedeckt werden, so sind die Bodenverhältnisse und die klimatischen Verhältnisse bei der Sortenauswahl der Gräser nicht so ausschlaggebend wie bei Naturland. Bei der Auswahl der Gräser von Wiesen und Weiden wird man sich daher nicht nur nach den Bodenverhältnissen, sondern danach, ob die Gräser die Bewässerung vertragen, zu richten haben.

Die Bewässerung des Grünlandes erfolgt zweckmäßig durch Berieselung; denn hierfür ist das Grünland, sofern ein Mindestgefälle von

20/00 vorhanden ist, ganz besonders geeignet. Bei dem außerordentlich hohen Wasserbedarf von Grünland wird die Beregnung mit ihren hohen Betriebskosten selten mit der Berieselung in Wettbewerb treten können. Da die Beregnung schon aus rein wirtschaftlichen Gründen fast ausschließlich auf die Vegetationsmonate verwiesen werden muß, so wird man in der Regel in der übrigen Jahreszeit bei Grünland auf die Berieselung angewiesen sein. Aus diesem Grunde wird man die Gräser nach ihrer Eignung für eine Abwasserberieselung aussuchen müssen. Auf den Rieselwiesen und Weiden werden den Gräsern die denkbar günstigsten Wachstumsbedingungen gegeben. Das Abwasser wirkt erwärmend, durchlüftend, es führt Nährstoffe den Pflanzen zu und wirkt auch gleichzeitig nährstofflösend. Das Gras entwickelt sich daher so üppig, daß vielfach sogar das Unkraut unterdrückt wird. Das Wachstum einzelner Gräser ist so stark, daß andere vollkommen verdrängt werden. Je besser daher die richtige Sortenauswahl getroffen ist, desto höher werden die Erträge sein. Der Umstand, daß die Rieselwiesen in der Regel 4–6 mal gemäht werden müssen, bedingt schon allein, daß auf ihnen gleichwüchsige Gräser anzusäen sind, weil langsam wachsende Gräser von den frohwüchsigen überwuchert und verdrängt würden. Für Rieselwiesen ist die Ansaat von nur wenigen, rasch wachsenden Grassorten am Platze, sofern man nicht, wenn es die Umstände gestatten, überhaupt zu einer Grassorte als Reinkultur übergeht.

### **Obergräser.**

1. Das Knaulgras (*Dactylis glomerata*) hat sich als Rieselgras ganz besonders gut bewährt. Es ist ein Obergras, das in der Hauptsache für Rieselwiesen und weniger gut für Weiden geeignet ist. Dieses Gras verträgt auch eine Überstauung, jedoch liebt es keinen hohen Grundwasserstand. Es ist ein sehr rasch wachsendes Gras und muß zeitig und öfter gemäht werden, weil es sonst leicht hart und holzig wird und sein Nährstoffgehalt sehr stark zurückgeht. Wird es in jungem Zustande gemäht, und dazu zwingt schon seine Frohwüchsigkeit auf Rieselwiesen, so gibt es ein ausgezeichnetes, nährstoffreiches Futter, das sowohl als Grünfutter wie auch im getrockneten Zustande vom Vieh gern genommen wird. Das Knaulgras kann auch in Reinkultur gebaut werden und liefert auch dann gute und reichliche Erträge. Es ist ein ausdauerndes Gras, das erst nach 3 Jahren die größten Erträge abwirft.

2. Der Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*) sollte in keiner Samenmischung für Rieselwiesen fehlen; denn er ist ebenso wie das Knaulgras eines der besten und dankbarsten Rieselgräser. Dieses ausdauernde Obergras, das erst nach 3 Jahren die größten Erträge abwirft, ist ein sehr frohwüchsiges Gras, das zeitig gemäht werden muß. Der

Wiesenfuchsschwanz verträgt sowohl eine langanhaltende Berieselung als auch eine Überstauung.

3. Das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) kann ebenfalls als sehr gutes Rieselgras empfohlen werden. Es ist ein Obergras, das einen feuchten Standort liebt und sowohl für eine Berieselung als auch für eine Überstauung dankbar ist. Es muß in sehr jungem Zustand gemäht werden, weil es sonst zu hart wird. Dieses ausdauernde Gras kann auch in Reinkultur gebaut werden und liefert, jung gemäht, ein ausgezeichnetes Futter.

4. Das italienische Raygras (*Lolium italicum*) gehört zu den besten Rieselgräsern. Es ist kein ausdauerndes Gras. Trotzdem wird man auf dieses wertvolle Obergras in keiner Rieselwiesenmischung verzichten, weil es im ersten Jahre, wenn die anderen Gräser noch nicht zu größeren Erträgen entwickelt sind, den Hauptertrag abwirft. Das italienische Raygras ist sowohl im grünen Zustande als auch im getrockneten ein nährstoffreiches Futter, das vom Vieh gern gefressen wird. Für die Berieselung ist das italienische Raygras so dankbar, daß der Umbruch im zweiten Jahre, der bei dem Anbau als Reinkultur erforderlich wird, durchaus lohnend ist. Diese Grasart kann wohl als das beste Rieselgras bezeichnet werden.

5. Der Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*) ist ebenfalls ein sehr gutes Rieselgras. Auch er ist ein Obergras, der feuchte Böden liebt und für anmoorige Rieselwiesen besonders geeignet ist. Der Wiesenschwingel gibt ein gutes und nährstoffreiches Futter, das vom Vieh sehr gern genommen wird. Seine höchsten Erträge wirft er erst im zweiten Jahr ab. Der Wiesenschwingel gehört zu den ausdauernden Gräsern.

6. Das französische Raygras (*Avena elatior*) zählt ebenfalls zu den guten Rieselgräsern. Dieses Obergras, das frühzeitig gemäht werden muß, da es leicht holzig wird, gibt ein gutes und reichliches Futter. Bei der Berieselung muß man darauf achten, daß längere Überstauungen vermieden werden, weil es sonst eingeht. Das französische Raygras ist ein ausdauerndes Gras, das erst nach zwei Jahren zur vollen Entwicklung kommt und dann die höchsten Erträge abwirft.

7. Das Timothegras (*Phleum pratense*) ist ebenfalls für eine Abwasserberieselung dankbar. Es gehört zu den ausdauernden Obergräsern und ist erst nach zwei Jahren am ertragreichsten. Das Timothe- oder Wiesenlieschgras ist ein langsam wachsendes Gras, das ein sehr nahrhaftes Futter liefert.

### Untergräser.

1. Das Wiesenrispengras (*Poa pratensis*) ist das wichtigste Untergras für Rieselwiesen und Weiden. Es ist ein ausdauerndes Gras und

kommt erst nach drei Jahren zur vollen Entfaltung. Die Wiesenrispe darf in keiner Weidenmischung fehlen; denn sie führt durch ihre Ausläufer den Narbenschluß herbei. Sie gedeiht sowohl auf moorigem Boden als auch auf Mineralböden.

2. Das deutsche Weidelgras (*Lolium perenne*) ist ebenfalls ein gutes Untergras, das für eine Bewässerung dankbar ist und auf Moorböden ebenso gut gedeiht wie auf mineralischen Böden. Das deutsche Weidelgras ist nicht ausdauernd und auf Rieselwiesen macht es in der Regel nach mehreren Jahren dem Wiesenschwingel Platz.

3. Das gemeine Rispengras (*Poa trivialis*) ist ein sehr dankbares Rieselgras, das feuchte Böden liebt. Es ist ein ausdauerndes Untergras und wirft erst nach zwei Jahren die höchsten Erträge ab. Das gemeine Rispengras ist für Weidenmischungen besonders gut geeignet.

Von der großen Zahl der Gräser sind hier nur diejenigen herausgegriffen, die sich bei dem praktischen Rieselbetrieb bewährt haben. Bei der teuren Neuanlage von Grünland dürfen nur solche Gräser ausgewählt werden, für die eine Gewähr besteht, daß sie nicht eingehen oder durch andere, besonders frohwüchsige Gräser verdrängt werden. Auch für Klee gilt auf Rieselwiesen derselbe Grundsatz. Die Praxis hat gezeigt, daß der Klee meistens restlos von den Gräsern verdrängt wird. Es hat daher in der Regel kaum Zweck, Klee mit auszusäen. Auf Rieselweiden kann sich Klee besser halten. Hier empfiehlt es sich, je nach den örtlichen Verhältnissen, Weißklee (*Trifolium repens*), Schwedenklee (*Trifolium Hybridum*), Hornschotenklee (*Lotus corniculatus*) oder Sumpfschotenklee (*Lotus uliginosus*) mit zur Aussaat zu bringen.

Die nachstehende Samenzusammenstellung für eine Rieselwiese soll keinesfalls als für alle Verhältnisse geeignet bezeichnet werden, sie soll lediglich ein Beispiel einer Wiesenmischung zeigen, die sich in der Praxis auf leichtem, lehmigem Sandboden gut bewährt hat.

Rieselwiesenmischung für leichten Sandboden für 0,25 ha:

Knautgras . . . . .	1,50 kg
Timothe gras . . . . .	1,50 kg
Wiesenschwingel . . . . .	2,50 kg
Wiesenfuchsschwanz . . . . .	0,50 kg
Deutsches Weidelgras . . . . .	2,00 kg
Wiesensispengras . . . . .	1,50 kg
Gem. Rispengras . . . . .	0,75 kg
Roter Schwingel . . . . .	0,75 kg
Ital. Raygras . . . . .	1,00 kg
Hornschotenklee . . . . .	1,50 kg

Für Rieselweiden hat unter ähnlichen örtlichen Verhältnissen folgende Mischung zu guten Erfolgen geführt:

Rieselweidenmischung für sehr leichten Boden und für 0,25 ha:

Timothe gras . . . . .	1,00 kg
Wiesenschwingel . . . . .	1,50 kg
Ital. Raygras . . . . .	1,00 kg
Deutsches Weidelgras . . . . .	1,50 kg
Wiesenrispengras . . . . .	1,50 kg
Gem. Rispengras . . . . .	1,00 kg
Roter Schwingel . . . . .	2,50 kg
Weißklee . . . . .	1,50 kg.

Bei der Berieselung mit natürlichem Hangbau läßt es sich nicht vermeiden, daß in Geländemulden und Schlenken Rieselwasser zusammenläuft und dort längere Zeit steht, bis es restlos versickert. Da die meisten Gräser keine stauende Nässe vertragen, zeigen solche Stellen in der Regel keine geschlossene Narbe. Kann man solche unter stauender Nässe leidende Stellen nur sehr schwer und nur mit hohen Kosten entwässern, so ist dort die Ansaat von Beckmanniagrass (*Beckmannia eruciformis*) zu empfehlen; denn dieses Gras liebt sehr nasse Böden, ja es gedeiht sogar auf ausgesprochenen Sumpfböden. In trockenen Böden, die nur in längeren Zeitabständen berieselt werden, geht Beckmanniagrass bald ein. Es ist daher nur auf solchen Stellen anzusäen, die sehr naß sind und deren Entwässerung nicht wirtschaftlich ist.

Die Bewässerung des Grünlandes kann auf das ganze Jahr ausgedehnt werden. Es ist lediglich darauf zu achten, daß neu angesäte Flächen in dem ersten Winter nicht bei Frost bewässert werden, weil die jungen Gräser gegen Frost sehr empfindlich sind. Bei älteren Grasbeständen liegt in der Winterberieselung keine Gefahr, wenn soviel Wasser aufgebracht wird, daß der Boden auftaut. Eine Oberflächenbewässerung, die nicht den Boden auftaut, kann leicht Schäden zur Folge haben. Ist der Frost daher schon sehr tief in den Boden eingedrungen, so wird man zweckmäßig auf die Winterberieselung verzichten. Wenn das jedoch nicht der Fall ist, so kann auch bei Frost gerieselert werden. Hierbei bildet sich auf der Oberfläche zwar eine Eisschicht, das Wasser versickert jedoch unter dieser Eisschicht in den Boden. Die Winter- und Frühjahrsbewässerung mit Abwasser, also die Bewässerung vor Beginn der Vegetation, scheint nach den bisher gemachten Erfahrungen für die Erträge mit ausschlaggebend zu sein. Hierbei muß jedoch gesagt werden, daß die Wirkung der Winterberieselung, wie überhaupt die Berieselung mit Abwasser, von den Böden und dem Grundwasserstand abhängt. Wird im Winter Grünland nicht berieselt, so muß die Bewässerung jedoch schon Anfang März einsetzen, weil je nach den klimatischen Verhältnissen der Auftrieb des Viehes etwa Anfang April bis Anfang Mai erfolgen kann. Die Bewässerungszeit erstreckt sich dann über die ganze Vegetationsperiode, und zwar

kann jeweils einige Tage nach der Mahd bzw. bei Weiden nach dem Umtrieb, wenn die Gräser vernarbt sind, wieder gerieselst werden. Der günstigste Zeitpunkt fällt bei Grünland mit der stärksten Blattentwicklung zusammen. Auf leichten Böden und bei tiefem Grundwasserspiegel muß öfter gerieselst werden als bei Böden, die wasserhaltend sind. Die einzelnen Rieselwassergaben richten sich nach den örtlichen Verhältnissen und nach der Witterung, sie betragen etwa 5—15 cm. Bei dem außerordentlich hohen Wasserbedarf, der für die meisten Gräser jährlich über 1000 mm beträgt, erscheint die Abwasserverregnung, vor allen Dingen auf leichten Böden, nicht wirtschaftlich. Trotzdem kann und wird eine Beregnungsanlage durchaus rentabel sein, wenn sie zur Ergänzung der Berieselung eingesetzt wird. In den Monaten Juli bis September tritt ein gleichzeitiges Wasserbedürfnis der meisten Kulturen ein. Dieses zeitliche Zusammentreffen und der höhere Wasserbedarf in der heißen Jahreszeit hat zur Folge, daß das zur Verfügung stehende Wasser sehr häufig für eine Berieselung, für die verhältnismäßig viel Wasser gebraucht wird, nicht ausreicht. Da bei einer Verregnung mit sehr viel weniger Wasser auszukommen ist, kann mit einer Regenanlage dieser Zeitabschnitt leicht überbrückt und das Grünland sehr ertragreich durchhalten werden.

Bei Wiesen muß mindestens 8 Tage vor dem Schnitt, bei Weiden wenigstens 8 Tage vor dem Umtrieb die Berieselung eingestellt werden, um das „Durchtreten“ der Tiere zu vermeiden bzw. die Trocknung des Futters nicht zu erschweren. Die Werbung des Futters ist auf Rieselliesen schwieriger als auf Naturland. Das Gras ist unter den denkbar günstigsten Wachstumsbedingungen schnell und üppig gewachsen. Es enthält daher verhältnismäßig viel Wasser. Wenn auch auf Hangtafeln der Boden gut ausgetrocknet, und zwar viel besser als auf Staubeeten, so wird trotzdem die Bodentrocknung der reichlichen grünen Masse schwierig sein. Die Bodentrocknung bringt auf Naturland wie auch auf Rieselland große Nährstoffverluste mit sich, die bei einem Aufreutern viel geringer sind. Untersuchungen haben ergeben, daß die Nährstoffverluste bei einer Bodentrocknung 30—50% betragen und daß sie sich durch das Aufreutern auf 10—20% herabdrücken lassen. Schon aus diesem Grunde muß der Landwirt im Interesse seiner Wirtschaft und auch im Interesse der Volkswirtschaft vollkommen von der Bodentrocknung absehen. Wenn man aber noch weiter überlegt, daß die Bodentrocknung bei ungünstiger Witterung sehr viele Arbeitskräfte erfordert, so ist diese Heuwerbungsmethode wirklich nicht dazu angetan, die Rentabilität der Landwirtschaft zu heben. Wenn auch bei Rieselliesen die Verhältnisse nicht gerade dazu zwingen, das Gras aufzureutern, so erscheint das Aufreutern jedoch die billigste Heuwerbungsmethode zu sein, bei der das nährstoffreichste Futter erzielt

wird. Sie gestattet — und das ist von sehr wesentlicher Bedeutung —, daß unmittelbar nach dem Aufpacken des Grases auf die Reuter wieder gerieselt werden kann. An Heutrocknungsgerüsten haben sich auf Riesefeldern die Allgäuer Heuhütte, der Schwedenreuter und der Dreibockreuter gut bewährt. In kleinbäuerlichen Betrieben haben sich ganz besonders die Schwedenreuter eingeführt. Die Schwedenreuter sind aber auch für jeden Großbetrieb sehr gut geeignet. Das Gras wird unmittelbar nach der Mahd aufgepackt und ist auch bei ungünstiger Witterung nach etwa 14 Tagen reif. Bei den anderen Trocknungsgerüsten läßt man das Futter einen Tag welken, bevor es aufgereutert wird. Da eine Reuterkolonne von 4 Mann täglich 4 Morgen leistet, kann der Arbeitsaufwand mit 1 Tagewerk je Morgen ( $\frac{1}{4}$  ha) im Durchschnitt gerechnet werden.

Der Rieselbetrieb hat zur Folge, daß schon im sehr zeitigen Frühjahr und auch noch im Herbst die Wiesen gemäht werden, also in einer Zeit, wo die Witterungsverhältnisse im allgemeinen so ungünstig sind, daß auch ein Aufreutern keinen Zweck hat. Das zu dieser Zeit gewonnene Futter gehört dann in ein Silo. Das Rieselgras hat sich als nahrhaftes Silagefutter bewährt, so daß schon aus diesem Grunde jeder gut geführte Rieselbetrieb auch entsprechende Silos aufweisen müßte. Der dank

der Bewässerung in jeder Wirtschaft mit stets gutem Ertrage mögliche Zwischenfruchtbau zwingt ebenfalls zum Bau eines Gärfutterbehälters. Das Silo ist also ein wertvolles Betriebsmittel in jeder Rieselwirtschaft und ermöglicht eine größere Viehhaltung nicht nur ohne Erweiterung des Hackfruchtbaues, sondern sogar unter Einschränkung desselben.

Jeder Bauer wird durch seine Beteiligung an einer landwirtschaftlichen Abwasserverwertungsgenossenschaft zu einer intensiven Bewirtschaftung seines Grund und Bodens gelangen. Der Viehbestand wird nach einer gewissen Betriebszeit bis zur äußersten Grenze wachsen. Wirtschaftliche Überlegungen werden dann erkennen lassen, daß die Anlage und der Betrieb einer Viehweide zu der rentabelsten Ausnutzung der Abwässer in fast jeden landwirtschaftlichen Betrieb gehört. Die Frohwüchsigkeit der Gräser auf Rieselland vereinfacht den Weidebetrieb. Diese Frohwüchsigkeit und der hohe Nährstoffgehalt des



Abb. 41. Heuwerbung auf Schwedenreuter bei der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg.

Rieselgrases — Rieselgras enthält 3—4% Rohprotein — machen Rieselweiden zu ausgesprochenen Fettweiden und bei der außerordentlich hohen Sicherheit und Gleichmäßigkeit der Erträge ist es möglich, die Größe und Anzahl der Koppeln so zu ermitteln, daß das Vieh die Futtermenge vorfindet, die zur Erzielung der höchsten Leistungen ausreicht. Es ist erforderlich, daß dem leistungsfähigsten Milchvieh täglich frische Weide vorgesetzt wird, daß es also möglichst nur einen Tag auf der Koppel verbringt und am nächsten Tage wieder auf eine frische Koppel umgetrieben wird. Die Nachweide wird dann am zweiten Tage durch weniger leistungsfähiges Vieh und am dritten Tage durch Jungvieh, Fohlen und Pferde vorgenommen. Unmittelbar nach dem Umtrieb müssen etwa nicht abgefressene Gräser abgemäht und Fladen verteilt oder noch besser abefahren werden. Sind dann die Gräser nach 2—3 Tagen vernarbt, so kann sofort wieder gerieselst werden. Je nach den klimatischen und örtlichen Verhältnissen wird die Koppel nach 10—14 Tagen so weit nachgewachsen sein, daß das hochwertige Milchvieh dann wieder erneut aufgetrieben werden kann. Da eine kahl gefressene Koppel unter der Voraussetzung der Abwasserbeschikung wieder in etwa 14 Tagen nachgewachsen sein wird, muß die ganze Weidefläche bei einer intensiven Nutzung in eine entsprechende Anzahl Koppeln untergeteilt werden, um täglich umtreiben zu können. Zur Ernährung von 1 Stück Großvieh während einer Weidenperiode reicht im allgemeinen 1 Morgen (0,25 ha) vollkommen aus. Durch die Berieselung mit dem verhältnismäßig warmen Abwasser setzt die Vegetation im Frühjahr zeitiger als auf Naturland ein und verlängert sich im Herbst entsprechend. Nach den im mitteldeutschen Flachland gemachten Erfahrungen kann man hier mit einer durchschnittlichen Weidezeit von 180 Tagen rechnen.

Die Bewässerung ist also für das gesamte Grünland von größter Bedeutung; denn bei entsprechender Pflege können hier Höchsterträge erzielt werden, die auf Naturland niemals zu erreichen sind. Da eine Voraussetzung für die gute Ausnutzung des Abwassers und seiner Nährstoffe das Bakterienleben im Boden ist, muß durch eine entsprechende Bearbeitung alles geschehen, um das Bakterienleben möglichst rege zu gestalten. Der Wiesenboden muß belüftet werden. Auf Rieselwiesen und Weide gehört daher im Herbst und Frühjahr die Egge, um den Boden zu lockern. Auf lockeren und anmoorigen Böden muß nach einer solchen Bearbeitung im Frühjahr wieder ein Anwalzen erfolgen, um die Gräser anzudrücken, damit ein guter Narbenschluß erreicht wird. Weiter hat sich auch die Überdeckung des Grünlandes mit strohigem Stallmist oder mit Kartoffelkraut sehr gut bewährt. Der strohige Stallmist wird im Herbst sehr dünn aufgebracht und bei einer dünnen, gleichmäßigen Verteilung ist es nicht einmal notwendig, das

Stroh im Frühjahr abzurechen. Neben einer solchen Pflege muß dem Grünland, wie allen anderen Bewässerungsflächen, jährlich Kalk zugeführt werden. Für das Grünland hat sich kohlenaurer Kalk am besten bewährt. Welche Menge notwendig ist, wird sich, wie überhaupt eine Zudüngung mit anderen künstlichen Düngemitteln, nach den örtlichen Verhältnissen zu richten haben. Mit den sehr hohen Erträgen der Rieselwiesen und Weiden werden dem Boden auch entsprechend große Nährstoffmengen entzogen, die selten restlos durch die Nährstoffe des Abwassers ausgeglichen werden. Aus diesem Grunde wird vielfach eine Zusatzdüngung nicht unterbleiben können.

### Zuckerrüben.

In allen Gegenden mit Zuckerrübenanbau ist bekannt, wie sehr die Erträge dieser Kultur von den Niederschlägen in den Monaten Juli bis Anfang September abhängen. Die Praxis der Abwasserbewässerung hat dann auch gezeigt, daß die Zuckerrübe auf Wassergaben in diesem Zeitabschnitt besonders dankbar reagiert. Aus der Erfahrung kann geschlossen werden, daß die Bewässerung nur dann zu größten Erträgen führt, wenn die erste Wassergabe zu der Zeit gegeben wird, wenn die Rübenblätter anfangen, den Acker vollkommen zu beschatten. Gerade bei der Zuckerrübe gilt auch der allgemeine Grundsatz: Die Bewässerung wirkt sich zur Zeit der stärksten Blattentwicklung am dankbarsten aus. Alle Wassergaben, die vor diesem Zeitpunkt gegeben werden, bringen in den seltensten Fällen nennenswerte Mehrerträge, ja sie können sogar zu Mindererträgen führen, wenn nicht für genügende Lockerung und damit für eine Belüftung des Bodens durch Hacken gesorgt wird. Die gute Belüftung des Bodens spielt auch während der Bewässerungszeit eine große Rolle. Je mehr für eine Lockerung des Bodens gesorgt wird, desto erfolgreicher ist die Abwasserbewässerung. Es muß immer wieder darauf hingewiesen werden, daß strohiger Stallmist ganz erheblich zur Auflockerung des Bodens beiträgt und neben einer entsprechenden Kalkgabe bei der Abwasserberieselung vielfach genügt, um die höchsten Erträge ohne sonstige Zusatzdüngung zu erzielen. Die Bewässerung der Zuckerrübe muß etwa Anfang September eingestellt werden, um der Rübe Zeit zum Ausreifen zu lassen. Bei einer Beregnung kann sich die Bewässerung bis Ende September erstrecken, weil in diesem Fall ja weit geringere Wassergaben aufgebracht werden.

Die Einzel- und Gesamtwassergaben müssen sich nach den klimatischen und örtlichen Verhältnissen richten. Die Zuckerrübe hat einen sehr großen Wasserbedarf. Auf Plänen, die erst dank der Abwasserbeschickung „rübenfähig“ geworden sind, also auf leichten Böden, sind vielfach Abwassergaben von 300 mm und mehr während der Vegetation erforderlich, um gute Erträge zu erzielen. Je leichter die Böden, desto

größer müssen die Wassergaben sein. Hier kann bei günstigen Gefällverhältnissen die Furchenberieselung sehr empfohlen werden. Bei der Zuckerrübe werden durch eine gute Berieselung fast ausnahmslos höhere Erträge erzielt als durch eine Beregnung. Durch das Ziehen von Furchen zwischen den Rübenzeilen wird die Furchenberieselung meistens mit geringem Kostenaufwand ermöglicht. Durch sie tritt eine, das Bakterienleben fördernde Belüftung des Bodens ein. Bei den großen Wassergaben, die durch die Berieselung in der vegetationslosen Zeit aufgebracht worden sind und auch während der Wachstumszeit aufgebracht werden, erübrigt sich vielfach eine künstliche Zusatzdüngung, während bei den geringeren Wassergaben einer Beregnung meist ohne



Abb. 42. Die Furchenberieselung von Zuckerrüben mit einem Röhrenrieselgerät.

Zusatzdüngung nicht auszukommen sein wird. Sind die Gefällverhältnisse nicht günstig, so ist eine Beregnung durchaus am Platze; denn die wertvolle Zuckerrübe ist mit an erster Stelle berufen, den Betrieb einer Regenanlage wirtschaftlich zu gestalten.

Die Ertragssteigerungen, die durch die Abwasserverwertung erzielt wurden, unterliegen je nach den Boden- und Witterungsverhältnissen großen Schwankungen. Sie bewegen sich im allgemeinen zwischen 25 bis 100% an reinen Rüben und sind bei der Blattmasse in der Regel noch größer. Wenn die Bewässerung nicht zu lange ausgedehnt wird, die Rübe also noch ausreifen kann, so ist kein Unterschied zwischen dem Zuckergehalt der Bewässerungsrüben und den auf Naturland gewachsenen Rüben feststellbar. Wird dagegen die Bewässerung noch im September vorgenommen, so ist der Zuckergehalt in der Regel bis zu 2% geringer als bei nicht bewässerten Rüben.

Die Zuckerrübe ist auch als Nachfrucht für Futterzwecke geeignet. Hierfür sind Parzellen, die Wintergerste oder Raps getragen haben, also Kulturen, die sehr zeitig das Feld räumen, geeignet. Es empfiehlt sich, in solchen Fällen den Stoppelacker vor dem Pflügen gut zu bewässern, damit genügend Bodenfeuchtigkeit vorhanden ist, um die Saat zum Auflaufen zu bringen. Wenn die Zuckerrübe so Mitte Juli zur Aussaat gebracht wird, liefert sie einen quantitativ wie auch qualitativ ausgezeichneten Ertrag, der die Futterbasis des Betriebes sehr stark festigt.

### Futterrüben.

Das Feuchtigkeitsbedürfnis der Futterrübe ist noch größer als das der Zuckerrübe. Trotzdem ist die Futterrübe empfindlicher gegen stauende Nässe als die Zuckerrübe. Bei der Futterrübe muß aus diesem Grunde besonders darauf geachtet werden, daß keine stagnierende Nässe entsteht. Bei wasserhaltenden Böden können durch unzuweckmäßige Handhabung der Bewässerung leicht Mißerfolge eintreten. Die Futterrüben sind sehr gut für die Furchenberieselung geeignet. Auch hier läßt sich die Berieselung sehr leicht durchführen, wenn die Reihen mit dem Gefälle verlaufen und so das Wasser in die Furchen gelassen werden kann, um zur Versickerung gebracht zu werden. Bei leichten und durchlässigen Böden mit tiefem Grundwasserstand muß die Berieselung öfter wiederholt werden. Die Einzelwassergaben auf solchen leichten Böden betragen bis 100 mm. Insgesamt können während der Bewässerungszeit, die sich vom Beginn der Feldbeschattung durch die Rübenblätter bis Ende September erstreckt, je nach den örtlichen und klimatischen Verhältnissen 500 mm und mehr Wasser aufgebracht werden. Bei einer Beregnung ist auch hier mit erheblich geringeren Wassergaben auszukommen. Durch die Abwasserberieselung sind auch auf leichten Böden Erträge bis 800 Ztr. je Morgen (0,25 ha) zu erzielen. Der Trockensubstanzgehalt der berieselten Rüben ist in der Regel um etwa 25% geringer als der auf Naturland gewachsenen. Dies wird jedoch durch die Mehrerträge nicht nur nicht ausgeglichen, sondern die Mehrerträge an Trockensubstanz, auf die Flächeneinheit bezogen, sind immer noch so groß, daß die Futterrübe eine äußerst dankbare Riesekultur bleibt. Die Haltbarkeit der bewässerten Rübe ist ausgezeichnet. Sie ist in der Regel besser als die der unbewässerten Rübe. Im übrigen trifft das über die Zuckerrübe Gesagte auch auf die Futterrübe zu.

Die Futterrübe kann ebenfalls als Nachfrucht nach Wintergerste und Raps gebaut werden. Es empfiehlt sich jedoch dann, die Futterrübe zu pflanzen und nicht zu säen. Bei günstigen Witterungsverhältnissen ergibt die Futterrübe dann noch eine normale Ernte.

### Möhren.

Möhren und Karotten haben sich für eine Abwasserbewässerung als besonders dankbare Kulturen erwiesen. Die Abwasserbeschickung kann durch Furcheneinstau und Furchenberieselung erfolgen. Bei dem Furcheneinstau empfiehlt es sich, die Furchen in Abständen von 0,75 bis 1,00 m zu ziehen. Die Furchen werden dabei in einer Tiefe von 0,10—0,20 m angelegt. Bei einer Furchenberieselung muß sich der Furchenabstand nach den Gefällverhältnissen richten. Je stärker das Gefälle, je enger muß der Rieselfurchenabstand gewählt werden. Wie fast alle Kulturen verträgt die Möhre keine stauende Nässe. Kurze Überstauungen der Möhren haben keine nachteiligen Folgen, wenn das Wasser schnell versickert oder bald abgeleitet wird. Auch auf leichten Böden kann die Möhre dank der Bewässerung sehr gute Erträge abwerfen. So wurden durch Furchenberieselung auf leichten, lehmigen Sandböden Erträge von über 400 Ztr. je Morgen erzielt. Die Einzelwassergaben betragen hier etwa 50 mm, die Berieselung wurde 5 mal wiederholt, so daß die Gesamtwassergabe während der Vegetationszeit 250 mm betragen hat. Die Bewässerungszeit der Möhre kann bei normalen Witterungsverhältnissen etwa 50 Tage nach der Aussaat einsetzen. Bei Trockenperioden haben Wassergaben vor dieser Zeit keinen ungünstigen Einfluß auf die Erträge ausgeübt. Die günstigste Bewässerungszeit scheint jedoch etwa zwischen dem 50. bis 75. Tage nach der Aussaat zu liegen.

Die Möhren sind auch als Nachfrüchte nach Wintergetreide gut geeignet. Sie bringen, Anfang Juli zur Aussaat gebracht, noch eine volle Ernte. Um die Saat zum schnellen Keimen zu bringen, empfiehlt es sich, eine Wassergabe kurz vor der Aussaat zu geben.

### Luzerne und Klee.

Es ist häufig die Meinung vertreten, daß die Leguminosen am wenigsten für die Bewässerung mit dem stickstoffreichen städtischen Abwasser geeignet seien. Richtig ist, daß Klee und Luzerne für Überstauungen, wobei das Wasser längere Zeit auf den Kulturen stehenbleibt, ungeeignet sind. Klee und Luzerne vertragen keine stauende Nässe. Für eine Berieselung und Beregnung sind sie jedoch außerordentlich dankbar. Bei der Bewässerung muß darauf geachtet werden, daß das Wasser nirgends tagelang steht, bevor es versickert oder zum Abfluß gebracht wird. Bei sachgemäßer Handhabung der Bewässerung hat z. B. Luzerne auf leichtem Boden fünf Schnitte gegenüber von zwei auf Naturland gebracht. Die Luzerne, als außerordentlich wertvolle Futterpflanze, ist dem Klee vorzuziehen. Die Bewässerung von Klee und Luzerne erfolgt in der Regel 3—6 Tage nach jedem Schnitt. Bei einer Berieselung werden je nach den Boden- und klimatischen Verhältnissen etwa 50—80 mm Wasser aufgebracht. Um durch eine Be-

regnung bei der tiefwurzelnden Luzerne zu einer guten Auswirkung der Bewässerung zu gelangen, sind Einzelwassergaben von jeweils mindestens 30 mm notwendig.

### Raps.

Dem Raps, ob Winter- oder Sommerraps, kommt in allen Abwasser-  
verwertungsgenossenschaften eine bedeutende Rolle zu. Schon während  
des Krieges hat der Raps sich als besonders dankbare Rieselkultur auf  
allen städtischen Rieselfeldern bewährt. Durch den gewaltigen Preis-  
sturz in den Nachkriegsjahren ist der Rapsbau dann vollkommen ein-  
gestellt worden. Erst die Erkämpfung der Nahrungsmittelfreiheit un-  
seres Volkes hat dem Raps als Ölfrucht seine frühere Stellung zurück-  
gegeben. Dank der Abwasserbewässerung ist auch der Rapsbau auf  
leichten Böden mit gutem Erfolg möglich. Da der Raps außerordent-  
lich schnell auf die Abwasserbeschickung reagiert, muß darauf geachtet  
werden, daß im Herbst bei Winterraps keine zu starken Abwassergaben  
verabfolgt werden, weil sonst derselbe zu üppig entwickelt in den  
Winter geht und leicht Frostschäden eintreten können. Es ist oft  
zweckmäßig, auf die Herbstbewässerung ganz zu verzichten und erst  
im März/April mit der Bewässerung zu beginnen. Die Bewässerung  
kann durch Beregnung und Berieselung erfolgen. Eine Furchenberiese-  
lung in 1,00 m Abstand hat sich gut bewährt. Mit dem Beginn der Blüte  
ist die Bewässerung ein-  
zustellen. Die günstig-  
ste Bewässerungszeit fällt  
auch hier mit der Zeit  
der stärksten Blattent-  
wicklung zusammen. Auf  
leichten Böden, die ohne  
eine Abwasserberiese-  
lung überhaupt nicht für  
den Rapsanbau geeignet  
waren, sind Erträge  
von 12,5 Ztr. je Morgen  
(0,25 ha) erzielt worden.

### Mais.

Der Mais hat einen  
sehr großen Wasserbedarf.

Er ist eine der dankbarsten Rieselkulturen. Der Maisbau ist daher über-  
all, wo gerieselt wird, auch anzutreffen. Bei der Bewässerung mit städti-  
schen Abwässern bringt sowohl der Körner- als auch der Futtermais sehr



Abb. 43. Berieselter Futtermais erreichte eine Höhe von  
über 4 m.

gute Erträge. Im trockenen Sommer 1934 erreichte der berieselte Futtermais eine Höhe von über 4 m. Bei einer geregelten Wasserzufuhr ist der Maisbau auch auf leichtestem Boden möglich. Der Mais kann während der ganzen Vegetationszeit berieselt werden. Um gleich hohe Erträge wie bei einer Berieselung zu erzielen, müssen die Wassergaben bei einer Beregnung entsprechend groß bemessen werden. Der Futtermais ist auch als Nachfrucht von allen Früchten, die im Juli/August das Feld räumen, sehr gut geeignet. Als ausgezeichnete Futter- und Silopflanze kommt dem Mais auch in diesem Falle große Bedeutung zu.

### **Gemüsebau.**

Über 30 verschiedene Gemüsearten haben bei der landwirtschaftlichen Verwertung städtischer Abwässer im Kreise Delitzsch den Beweis erbracht, daß durch den Gemüsebau die beste Ausnutzung der städtischen Abwässer zu erreichen ist. Es ist jedoch nicht angängig, alle landwirtschaftlichen Verwertungsanlagen ganz oder auch nur teilweise auf Gemüsebau umzustellen; denn das würde eine vollkommene Umwälzung des deutschen Gemüsemarktes bedeuten und einen ungeheuren Preissturz zur Folge haben, bei dem eine Rentabilität des Gemüsebaues unmöglich wäre. Da die Rentabilität des Gemüsebaues sehr stark vom Absatz abhängig ist, und der Gemüsebau zudem eine gärtnerische Spezialkenntnis und reiche Erfahrungen voraussetzt, soll hier auf die Einzelkulturen nicht näher eingegangen werden. Als besonders dankbar heben sich aus der großen Anzahl der Gemüsearten Sellerie, Tomaten, Kohlrüben, Rettiche und sämtliche Kohlarten heraus.

### **Kartoffeln.**

Die Kartoffel ist sowohl für eine Beregnung als auch für eine Berieselung mit Abwasser sehr dankbar. Allerdings ist der Mehrertrag, der durch die Bewässerung zu erzielen ist, gerade bei der Kartoffel sehr stark von der Sorte abhängig. Aus diesem Grunde gehen die Ansichten über den Wert der Bewässerung von Kartoffeln sehr weit auseinander. Tatsache ist, daß die Sorteneigentümlichkeit bei der Bewässerung von Kartoffeln eine ausschlaggebende Rolle spielt und daß die Düngung mit Stallmist die Erträge günstig beeinflußt. Die guten Erfolge, die durch eine Stallmistzudüngung auf bewässerten Kartoffeln erzielt worden sind, scheinen weniger auf den Nährstoffgehalt des Stallmistes zurückzuführen zu sein, sondern vielmehr auf die Auflockerung des Bodens und die damit nicht zuletzt hervorgerufene Anreicherung der Bodenbakterien. Es hat sich in der Praxis gezeigt, daß strohiger Stallmist zu den gleichen Erträgen geführt hat wie guter, fetter Stallmist. Die Verschiedenartigkeit der Böden und der örtlichen sowie klimatischen Verhältnisse lassen auch hier kein Rezept für den Anbau be-

stimmter Kartoffelsorten aufstellen. Es werden daher bei den überall anders gelagerten Verhältnissen praktische Versuche angestellt werden müssen, um die Kartoffelsorten herauszufinden, die quantitativ wie auch qualitativ die besten Erträge abwerfen.

Die Kartoffeln als Hauptfrüchte, die Ende April bis Anfang Mai gelegt und im September/Oktobre geerntet werden, haben eine verhältnismäßig lange Wachstumszeit. Die Zeitspanne, in der die Bewässerung die erfolgreichste Wirkung zeigt, ist dagegen nur sehr kurz. Sie erstreckt sich nur über die Zeit der Blüte, also auf die Zeit von Ende Juni bis Anfang Juli. Nennenswerte Unterschiede bei der Abwasserzuführung durch Furchenbewässerung oder Beregnung konnten nicht festgestellt werden, wenn die Regengaben den Verhältnissen entsprechend bemessen wurden. Die Bemessung der Abwassergaben selbst ist von so vielen Faktoren abhängig, daß auch hierfür nur die praktischen Erfahrungen als Anhaltspunkte dienen können. Im Kreise Delitzsch sind Rieselwassergaben von 40—100 mm Höhe je nach den Boden- und Witterungsverhältnissen meist in einer, seltener in zwei Gaben aufgebracht worden. Bei der Wasserverteilung durch Beregnung haben 1—3 Regengaben mit jeweils 20 mm zu guten Mehrerträgen geführt. Wenn auch die Planmäßigkeit der Wasserverteilung durch eine Abwasserwertungsgenossenschaft schon mehr oder weniger häufig den Landwirt zwingt, das Wasser abzunehmen, so wird trotzdem noch sehr oft der Fehler gemacht, während der kurzen Zeit der Kartoffelblüte auf natürlichen Regen zu warten, um die Beregnungskosten oder den Arbeitslohn für die Wasserverteilung durch eine Berieselung zu ersparen. Durch das Warten von Tag zu Tag auf Niederschläge wird dann oft der günstigste Zeitpunkt verpaßt, und eine später gegebene Wassergabe vermag das Versäumte nicht wieder wettzumachen. Aus diesem Grunde sollte man, wenn nicht besonders starke Niederschläge während der Blüte fallen, die Berieselung oder Beregnung der Kartoffeln in dieser Zeit ohne Rücksicht auf die Witterung durchführen, weil sie dann mengenmäßig und auch nach dem Gehalt an Stärke die höchsten Erträge abwerfen. Die Zeit während der Kartoffelblüte ist zwar die dankbarste Zeit der Bewässerung, aber dies schließt nicht aus, daß auch die Wassergaben in anderen Zeiten, insbesondere während Trockenperioden, zu sehr guten Erfolgen führen können. Die Bewässerung der Kartoffeln kann sich vom Zeitpunkt des Häufelns bis zum Anfang August erstrecken. Aber nicht allein die Bewässerung während der Vegetation, sondern auch die Winterbewässerung ist von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Durch die Bewässerung der rauhen Furche werden dem Boden erhebliche Wasser- und auch Nährstoffmengen zugeführt, die bei einem wasserhaltenden Boden oft schon allein genügen, um Höchsterträge ohne eine Bewässerung

während der Wachstumszeit sicherzustellen. Häufig kann bei einigen Kartoffelsorten beobachtet werden, daß eine Sommerbewässerung zu Schälrisigkeit führt, während eine Winterbewässerung sich meist in dieser Beziehung überhaupt nicht bemerkbar macht. Aus diesem Grunde wird die Winterbewässerung des Kartoffelackers in der Regel mit dem Monat Februar eingestellt. Bei der Bewässerung der rauhen Furche ist darauf zu achten, daß die Wasserverteilung gleichmäßig ist. Es muß vermieden werden, daß Abwasser in Geländemulden zusammenfließt und an solchen Stellen zu einer Überdüngung des Bodens führt. An den überdüngten Stellen ist dann die Krautentwicklung besonders üppig, die Blüte der Kartoffel erfolgt ebenso wie das Ausreifen viel später als auf der übrigen Fläche. Aber nicht nur ein ungleichmäßiger Bestand, sondern auch ein geringerer Ertrag hat die ungleichmäßige Wasserverteilung zur Folge; denn das üppige Wachstum an den überdüngten Stellen macht sich nicht in der Knollenbildung, sondern fast ausschließlich in der Krautentwicklung bemerkbar.

An Kartoffelsorten haben sich bei den Abwasserwertungsanlagen im Kreise Delitzsch auf lehmigem Sandboden in den letzten Jahren folgende Sorten für eine Abwasserberieselung besonders dankbar erwiesen:

Industrie,	Erdgold,
Sickingen,	Parnassia.

Diese Kartoffelsorten haben Spitzenerträge bis zu 500 dz je Hektar abgeworfen. Die Kartoffeln waren im Geschmack und in der Haltbarkeit sehr gut.

Der Kartoffel kommt als Nachfrucht nach Wintergetreide, insbesondere nach Wintergerste, eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu. Sie ist ebenso als Nachfrucht von Ölfrüchten geeignet. Wenn auch die Witterungsverhältnisse nicht immer zu einem vollkommenen Ausreifen der Kartoffeln führen, so sind sie jedoch als Futterkartoffeln ein sehr willkommenes Futtermittel in jedem landwirtschaftlichen Betriebe. Ein Versuch, Kartoffeln als Nachfrucht nach Wintergerste zu bauen, ist im Jahre 1935 im Gebiet der Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft durchgeführt worden. Hierzu diente Centifolia, die am 18. Juli gelegt und am 4./5. November geerntet worden ist. Die Kartoffeln waren nahezu ausgereift und haben 75 Ztr. je Morgen (0,25 ha) gebracht. In Güte und Geschmack waren die Kartoffeln einwandfrei; ebenso verhielt es sich mit ihrer Haltbarkeit. Unter den günstigeren Wachstumsverhältnissen des Jahres 1936 sind in großem Umfange Kartoffeln als Zweitfrucht angebaut worden. Hierbei wurden Höchsterträge von über 100 Ztr. je 0,25 ha geerntet. Die Forderung, durch die Abwasserwertung zwei Ernten in einer Vegetationsperiode zu erzielen, läßt sich daher bis zu einem gewissen Grade auch bei der Kartoffel erreichen.

### Getreide.

Das Getreide ist als Rieselkultur ungeeignet. Nur in den seltensten Fällen, und dann auch nur auf kleinen Parzellen, ist eine Berieselung von Halmfrüchten überhaupt möglich. Wenn auch durch eine Berieselung von Getreide hin und wieder ausgezeichnete Erfolge erzielt worden sind, so sind dieses eben nur Ausnahmen. Es gehören langjährige Erfahrungen dazu, um zur richtigen Zeit geringe Wassergaben durch eine Berieselung gleichmäßig zu verabreichen. Für eine bäuerliche Wirtschaft muß daher die Berieselung von Getreide ausscheiden.

Für die Bewässerung von Getreide kommt praktisch nur die Beregnung in Frage. Die Getreidesorten, mit Ausnahme von Hafer, haben nur ein verhältnismäßig geringes Wasserbedürfnis. Die Wassergaben



Abb. 44. Hafer ohne Berieselung in dem trockenen Sommer 1935.



Abb. 45. Hafer, berieselt in dem trockenen Sommer 1935.

sind dementsprechend auch nur gering zu bemessen. Zu große Wassergaben führen leicht zu einer Überdüngung und zugleich zu einer üppigen Entwicklung, die sich durch große Zellenbildung in der Pflanze auswirkt. Können aber die einmal geschaffenen günstigen Wachstumsbedingungen nicht ständig aufrechterhalten werden, so schrumpfen die Zellen der Pflanzen zusammen und eine Lagerung des Getreides ist die Folge. Der Beregnung von Getreide kommt daher hauptsächlich zur Überbrückung von Trockenperioden Bedeutung zu. Für die Beregnung von Halmfrüchten fällt der günstigste Zeitpunkt der Regengaben auch mit der Zeit der stärksten Blattentwicklung zusammen. Also kurz vor und auch noch während des Schossens wird das Getreide der Beregnung am dankbarsten sein. Die Einzelregengaben dürfen dabei 15 mm in der Regel nicht überschreiten. Bei allen Halmfrüchten sind die Mehrerträge, die durch eine Abwasserberegnung erzielt werden, sehr stark

von den Witterungs- und örtlichen Verhältnissen abhängig. Mehrerträge über 25 % werden jedoch nur selten erzielt.

### Der Zwischenfruchtbau.

„Zwei Ernten in einem Jahre“ wird die Losung der landwirtschaftlichen Verwertung städtischer Abwässer sein müssen, und zwar sowohl aus volkswirtschaftlichen als auch aus privatwirtschaftlichen Gründen. Volkswirtschaftlich deshalb, weil die Wehrfreiheit ohne eine Nahrungsfreiheit unseres Volkes kaum denkbar ist. Die privatwirtschaftlichen Gründe faßte ein Landwirt sehr treffend mit den Worten zusammen:

„Die erste Ernte ist mit allen Abgaben, wie Steuern, Pacht usw. belastet, während die Rentabilität der zweiten Ernte ohne diese Abgaben von vornherein sichergestellt ist.“ Der Zwischenfruchtbau ist daher, auch rein privatwirtschaftlich gesehen, von größter Wichtigkeit.

Da die Bewässerung der für den Zwischenfruchtbau geeigneten Kulturen eine gewisse Sicherheit der Erträge gewährleistet, kann der Beststellungsplan des einzelnen landwirtschaftlichen Betriebes diesen Umständen entsprechend Rechnung tragen. Bei der Aufstellung des Beststellungsplanes wird von Fall zu Fall zu prüfen sein, ob nicht durch eine Ausdehnung des Zwischenfruchtbaues die Futteranbauflächen eingeschränkt und die der Verkaufsfrüchte erweitert werden können.

Nicht selten gibt die Abwasserbewässerung auch eine Handhabe, um durch Zwischenfruchtbau wertvolle Verkaufsfrüchte zu erzeugen. Die Praxis hat gezeigt, daß Gemüse als Hauptkultur auf Rieselfeldern zwei bis drei Ernten abwirft, daß aber auch durch Gemüse als Nachfrucht von Kulturen, die früh das Feld räumen, sowohl quantitativ als auch qualitativ ausgezeichnete Erträge zu erzielen sind. Je zeitiger die Hauptfrucht im Juli das Feld räumt, und je eher die Nachfrucht dem Boden anvertraut wird, desto höher und besser sind die Erträge und damit der Gewinn aus dem Zwischenfruchtbau. Bei allen Nachfrüchten muß durch eine ausreichende Bewässerung dafür gesorgt werden, daß die Saat schnell zum Keimen gebracht wird und gesteckte Pflanzen genügend Feuchtigkeit zum Anwachsen vorfinden.

Als Nachfrüchte eignen sich alle Kulturen mit kurzen Wachstumszeiten. An gärtnerischen Kulturen haben sich bewährt: Kohlrabi, Grünkohl, Wirsingkohl, Weißkohl, Rotkohl, Salat, Spinat, Buschbohnen, Erbsen und Rosenkohl. Während Salat, Spinat, Erbsen und Buschbohnen gesät bzw. gelegt werden, erfolgte bei den übrigen Kulturen das Auspflanzen.

Eine der dankbarsten Früchte nach Wintergetreide ist die Möhre, die je nach den Witterungsverhältnissen auch als Nachfrucht bis zu 400 Ztr. Ertrag je Morgen (0,25 ha) abwerfen kann.

Die Kohlrübe zählt auch zu den Nachfrüchten, die hohe Erträge abwerfen und die bei ungenügendem Absatz als Verkaufsfrucht auch im eigenen Betrieb als nährstoffreiches Wirtschaftsfutter Verwendung finden kann.

Die Bewässerung der Stoppelrübe ist ebenfalls lohnend. Sie wird jedoch auf Rieselfeldern anderen, nährstoffreicheren Futterpflanzen Platz machen müssen.

Neben Futtergemengen danken auch Mais, Senf und Futterkohl jeder Bewässerung.

Die Futterrübe wirft, zeitig ausgepflanzt, auch befriedigende Erträge ab. Ebenso ist die Zuckerrübe als Nachfrucht ein wertvolles Wirtschaftsfutter.

Die praktischen Erfahrungen, die mit Raps, Flachs, Kartoffeln und sogar mit Sommergerste gemacht worden sind, haben gezeigt, daß auch mit diesen Kulturen bei günstigsten Witterungsverhältnissen durch eine Abwasserberieselung oder Beregnung Erträge zu erzielen sind, die den Anbau durchaus lohnen.

Die Bewässerungszeitpunkte der Kulturen müssen bei der Aufstellung des Wasserverteilungsplanes berücksichtigt werden. Der Wasserverteilungsplan ist das Fundament einer jeden landwirtschaftlichen Abwasserverwertungsanlage. Schon bei der Entwurfsaufstellung wird seine Aufstellung notwendig; denn nach ihm müssen sich die Abmessungen der Rohrleitungen und Zuleiter richten. Er muß den Hauptforderungen von Stadt und Land, nämlich die von der Stadt gelieferte Abwassermenge jederzeit abzunehmen und dabei bestmöglich durch die Landwirtschaft zu verwerten, unbedingt Rechnung tragen. Die Aufstellung des Wasserverteilungsplanes erfordert daher eine genaue Kenntnis der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung mit allen ihren Auswirkungen.

## **Der Abwasserschläm und seine landwirtschaftliche Verwertung.**

Bei einer landwirtschaftlichen Verwertung von städtischen Abwässern ist zu fordern, daß die groben Schwimmstoffe und die mineralischen Sinkstoffe dem Verwertungsgebiet ferngehalten werden.

Neben diesen Stoffen enthält das Abwasser aber auch große Mengen feiner Schwimm- und Sinkstoffe, die dank ihres hohen Pflanzennährstoffgehaltes der Landwirtschaft dienstbar gemacht werden können.

Die Schwimmstoffe, die durch die Rechenanlage hindurchgehen, bestehen zum Teil aus Ölen und Fetten. Solche Stoffe sind also kaum oder doch nur sehr schwer fäulnisfähig. In geringen Mengen sind sie der landwirtschaftlichen Verwertung durchaus nicht hinderlich, im Gegenteil, sie führen meistens zu einer Abdichtung des Zuleiternetzes

und verringern dadurch die Sickerverluste. Handelt es sich dagegen um größere Mengen, so müssen sie am Auslauf der Kanalisation oder, da ihr Ursprung leicht festzustellen sein wird, schon vor dem Eintritt in das Kanalisationsnetz zurückgehalten werden. Die Fette stammen meistens aus Schlachthöfen, Wollwäschereien u. dgl. In diesen Betrieben lassen sich leicht Fettfänge einbauen, die bei genügendem Anfall sogar eine Reinigung und Nutzung des Fettes gestatten. In gewerblichen Betrieben, wo größere Ölmengen anfallen, müssen Ölabscheider eingebaut werden. Auch hier ist im Interesse unserer Volkswirtschaft eine Reinigung und Wiederverwendung des Öles am Platze. Sind trotz dieser Maßnahmen die anfallenden Schwimmstoffe, soweit sie aus Ölen und Fetten bestehen, noch so umfangreich, daß sich auf den Aufspeicherungsbecken größere Schwimmschichten bilden, so müssen diese beseitigt werden.

Die Schwebestoffe, die bei Verringerung der Fließgeschwindigkeit und bei einer längeren Aufenthaltsdauer in den Aufspeicherungsbecken noch zum Teil zu Boden fallen, sind bei einer landwirtschaftlichen Verwertung wie die Sinkstoffe zu behandeln. Sie bestehen zum großen Teil aus kolloiden Stoffen, die sich im Boden ebenso absetzen wie die Sinkstoffe. Durch sie wird die landwirtschaftliche Verwertung in keiner Weise behindert.

Die größte Bedeutung kommt den Sinkstoffen zu, die den Rechen und die Sandfanganlage am Auslauf der Kanalisation passieren und so in das landwirtschaftliche Verwertungsgebiet gelangen. Es handelt sich hierbei fast ausschließlich um organische Stoffe, also um Kohlenstoffverbindungen, die mit den hauswirtschaftlichen und gewerblichen Abfällen in die Stadtkanalisation gelangen. Diese Sinkstoffe bestehen größtenteils aus pflanzlichen und tierischen Bestandteilen, wie Blatt-rippen, feinen Papierteilchen, Eiweiß, Stärke u. dgl. Gelangen diese organischen Stoffe im Grabennetz im größeren Umfang zur Ablagerung, so gehen sie in Fäulnis über. Hierbei bilden sich übelriechende Gase. Wenn man auch durch eine entsprechende Bauausführung die Ablagerungen im Zuleiternetz in größerem Umfang verhüten kann, so lassen sie sich aber niemals ganz vermeiden. Im Rückstau einer Stauvorrichtung werden sich immer Schlammablagerungen bilden, die dann zu stärkeren Gasbildungen führen als in einem gleichmäßig dahinfließenden Zuleiter, in dem keine nennenswerten Ablagerungen entstehen. Durch ein schnelles Öffnen der Stauvorrichtungen und Aufrühren des Schlammes lassen sich die Ablagerungen wieder weiterspülen, bis sie auf den dafür geeigneten Acker gebracht werden können. Wenn auch die Sinkstoffe den Faulprozeß des Abwassers beschleunigen und die Unterhaltung des Zuleiternetzes erschweren, so sind diese Nachteile aber nicht so groß, daß man nur entschamtes Wasser für die

landwirtschaftliche Verwertung benutzen sollte. Im Gegenteil, die Vorteile der Mitverwertung der Sinkstoffe im Abwasser sind für Stadt und Land so augenfällig, daß sie die Nachteile nicht nur nicht aufwiegen, sondern darüber hinaus für die Stadt zu einer erheblichen Ersparnis und für die Landwirtschaft durch ihren Dungwert und vor allen Dingen durch die Anreicherung des Bodens mit Humus zu einer namhaften Verbesserung des Bodens führen. Wenn auch die örtlichen Verhältnisse überall verschieden gelagert sind, so berechtigt das durchaus nicht dazu, die Mitverwertung der Sinkstoffe grundsätzlich abzulehnen und dem entschlammten Abwasser den Vorzug zu geben, sondern der überall in der Praxis sich zeigende Wunsch der Landwirtschaft nach dem Schlamm des Abwassers zwingt dem Techniker geradezu die Frage auf, wie ist es technisch möglich, diesem Wunsche Rechnung zu tragen. Man wird daher von Fall zu Fall entscheiden müssen, ob eine Mitverwertung der Sinkstoffe angebracht ist.

Die Behandlung des Klärschlammes ist für jede Stadt von größter Wichtigkeit; sie erfordert bei der städtischen Kläranlage die umfangreichsten Baulichkeiten und damit auch die größten Anlagekosten. Wenn auch die Betriebskosten durch die Gasgewinnung auf ein Minimum reduziert werden können, so sind die Nachteile (Geruchsbelästigungen u. dgl.) der Schlammverarbeitung in der Stadtnähe so groß, daß die Städte gern auf sie am Auslauf der Kanalisation verzichten.

Die im Abwasser enthaltenen Sinkstoffe sind in allen Städten verschieden umfangreich; sie richten sich nach dem Grade der Verschmutzung des Abwassers. Im Durchschnitt können sie etwa mit  $20/_{00}$  der täglichen Abwassermenge angenommen werden. Hierbei muß man allerdings berücksichtigen, daß  $1 \text{ m}^3$  Frischschlamm etwa 95% Wasser und nur etwa 5% verbrennbare Stoffe und unbedeutende Mengen mineralische Bestandteile, wie Salze u. dgl., enthält. Das im Abwasserschamm enthaltene Wasser wird größtenteils in den Zellen und zwischen den Fasern der organischen Stoffe festgehalten und erst bei Zerstörung der Zellwände, also sehr schwer frei. Es dauert daher oft monatelang, bis der Schlamm zur Stichfestigkeit entwässert ist. Dieser Umstand ist es, der den Städten bei der Schlammaufbereitung in ihren Kläranlagen besonders große Schwierigkeiten bereitet. Die Klärtechnik hat daher nach Wegen gesucht, um den Schlamm, bei dessen Weiterverarbeitung fast immer Geruchsbelästigungen entstehen, schnellstens loszuwerden. Das einfachste Verfahren ist die Entwässerung des Klärschlammes und seine Verwertung in der Landwirtschaft. Dieses Verfahren läßt sich aber kaum in der Nähe der Städte durchführen, weil das hierfür erforderliche umfangreiche Gelände vielfach fehlt und die sonstigen Nachteile ihm entgegenstehen.

Werden die im Abwasser befindlichen Sinkstoffe in ein landwirtschaftliches Verwertungsgebiet geführt, so entstehen diese Schwierigkeiten nicht. Die Weiträumigkeit einer landwirtschaftlichen Verwertungsanlage läßt es zu, daß die Ablagerungsstellen der Sinkstoffe dorthin gelegt werden, wo keine menschlichen Siedlungen unter Geruchsbelästigungen zu leiden haben und die Landwirtschaft den Schlamm auf ihren Ackerländereien vorteilhaft verwerten kann. Die Landwirtschaft kann hier ganz andere Wege gehen als die Klärtechnik. Bei der landwirtschaftlichen Verwertung der Abwässer kommt es nicht darauf an, die Sinkstoffe restlos zur Ablagerung zu bringen, es genügt vollkommen, wenn sich die schweren Stoffe absetzen; denn das Abwasser mit den leichteren Sink- und Schwebestoffen ist weder der Bewässerung von Acker- noch von Grünland hinderlich. Die Schlammfrage ist daher in diesem Falle in der Hauptsache vom Gesichtspunkt der Zuleiterunterhaltung zu betrachten. Es muß also vermieden werden, daß die Ablagerungen dort entstehen, wo sie hohe Räumungskosten verursachen und Unterbringungsmöglichkeiten nicht gegeben sind. Demzufolge sind an solchen Stellen Stauvorrichtungen zu vermeiden und die Zuleiter so auszuführen, daß sich in ihnen eine Fließgeschwindigkeit von etwa 0,5 m/s einstellt, damit es zu keinen nennenswerten Ablagerungen kommen kann. Bei kleineren Verwertungsanlagen ist die Schlammfrage kaum von Bedeutung. Obwohl bei der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg, die die Abwässer von 17000 Einwohnern verwertet, keine besonderen Maßnahmen zur Beseitigung der Sinkstoffe durchgeführt sind, ist hier nicht einmal eine jährliche Räumung des Zuleiternetzes notwendig. Es genügt vollkommen, wenn die Zuleiter öfter entkrautet und in Abständen von 2—3 Jahren einmal geräumt werden.

Ganz anders liegen aber die Verhältnisse bei der landwirtschaftlichen Verwertung der Abwässer einer Großstadt, bei der täglich große Schlammengen zum Verwertungsgebiet gebracht werden. In solchen Fällen empfiehlt es sich, in den Hauptzuleitern unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse Schlammablagerungsplätze zu schaffen. Das kann dadurch geschehen, daß an den betreffenden Stellen Betonbecken oder auch Erdbecken angelegt werden, die so zu gestalten sind, daß die Fließgeschwindigkeit reduziert wird. Bei der Ausführung der Entschlammungsbecken ist es nicht notwendig, daß sie nach rein klärtechnischen Erfahrungen bzw. Grundsätzen errichtet werden. Es kommt also nicht darauf an, daß die Sinkstoffe restlos zur Ablagerung gebracht werden. Vielmehr genügt es vollkommen, wenn das Abwasser mit einer Aufenthaltsdauer von 10—15 Minuten die Becken durchfließt. Wenn auch hierdurch nur etwa 50% der Schlamnteile abgelagert werden, so sind das aber gerade die schweren Sinkstoffe, die sich sonst leicht im

Zuleiternetz absetzen. Zeigt später die Praxis, daß eine Entschlammungsanlage noch nicht genügt, so lassen sich weitere Becken zur Ablagerung der Sinkstoffe an geeigneten Stellen jederzeit noch anlegen. Ist die Ablagerung in dem einen Becken genügend, so wird dieses ausgeschaltet und das Wasser über ein zweites Becken geleitet. Das über den Ablagerungen des ersten Beckens stehende Wasser wird in den Zuleiter abgelassen. Die Ablagerungen selbst werden in flache Erdbecken oder noch besser in Furchen geführt und entwässert. Ein engmaschiges Drännetz fördert dabei die Entwässerung. Der stichfest gewordene Schlamm kann ohne eine weitere Behandlung auf den Acker gebracht werden. Es empfiehlt sich jedoch, dem Schlamm Kalk und Torfmuß zuzuführen und zu Kompost zu verarbeiten. Wenn auch hierbei Nährstoffverluste eintreten, so enthält der verkompostierte Schlamm jedoch dann kaum noch keimfähige Unkrautsamen, während der frische Schlamm zu einer Verunkrautung von Ackerländereien führen kann. Frischer Schlamm enthält bei einem Wassergehalt von 95% etwa

- 2,00% Stickstoff in der Trockenmasse,
- 0,30% Kali in der Trockenmasse,
- 0,30% Phosphorsäure in der Trockenmasse.

Im ausgefaulten Schlamm mit einem Wassergehalt von weniger als 50% wurden dagegen etwa

- 0,75% Stickstoff,
- 0,02% Kali,
- 0,01% Phosphorsäure

in der Trockenmasse festgestellt. Der Schlamm ist ein wertvolles Düngemittel, das gleichzeitig zur Anreicherung des Bodens mit Humus ganz erheblich beiträgt.

Versuche haben gezeigt, daß der Abwasserschamm auch sehr gut für die Herstellung von Kunstmist geeignet ist. Zu diesem Zwecke wird Stroh in Schichten von etwa 50 cm Höhe möglichst gut zerstreut, also locker gelagert. Hierauf wird nichtentwässerter Abwasserschamm aufgebracht. Dann folgt wieder eine weitere Strohschicht und so fort bis zur gewünschten Höhe. Der Kunstmisthaufen muß in entsprechenden Abständen mit Abwasser durchtränkt werden. Der auf diese Weise erzeugte Kunstmist ist qualitativ dem Stallmist ebenbürtig. Er wird sehr bröckelig und läßt sich gut streuen.

### **Fischteiche zur Ergänzung landwirtschaftlicher Abwasserverwertungsanlagen.**

Die mit dem Abwasser aufgebrachten Pflanzennährstoffe werden nur zum Teil von den Pflanzen verbraucht und vom Boden absorbiert. Große Mengen werden ausgewaschen und gelangen so ins Grundwasser.

Das Dränwasser aus einem landwirtschaftlichen Verwertungsgebiet ist noch außerordentlich reich an Nährstoffen. Dieses wertvolle Wasser ist der beste Nährboden für die Kleinlebewesen in Fischteichen. Da Wasserflöhe, Wasserkrebchen, Schnecken, Würmer usw. die natürliche Nahrung unserer Fische bilden, ist es durch die Teichwirtschaft möglich, auch noch den letzten Rest der Dungstoffe des Abwassers zu verwerten.

Die beste Ausnutzung der mit Dränwasser gespeisten Teiche erfolgt durch einjährige Wirtschaft. Für den Besatz sind Karpfen und Schleie am geeignetsten. Die Herstellung der Teiche muß sich dieser Bewirtschaftung anpassen. Sie müssen daher möglichst flach angelegt werden. Die Wassertiefe soll 0,50 m bis 1,00 m betragen. Die Speisung der Teiche kann, wenn keine Frischwasserzuführung möglich, ausschließlich durch Dränwasser erfolgen. Es empfiehlt sich, das Dränwasser dadurch zu belüften, daß man es in dünner Schicht über die Teichböschungen rieseln läßt. Die Teiche können, auch wenn sie fast ausschließlich von Dränwasser gespeist werden, eine gewisse Menge unbehandeltes Abwasser aufnehmen. Bei der Einleitung von diesem Abwasser muß allerdings vorsichtig zu Werke gegangen werden, weil sehr leicht zu reichliche Mengen organischer Stoffe in die Teiche gelangen und durch deren Zersetzungs Vorgang eine so starke Sauerstoffzehrung eintreten kann, daß Fische eingehen. Eine mäßige Abwasserzuführung ist jedoch sehr zu empfehlen, da durch sie eine ganz erhebliche Förderung der Teichfauna eintritt. Die in den Teichen erzeugte natürliche Fischnahrung ist in der Regel so reichlich, daß sie nicht allein von den Karpfen gefressen wird. Als Nebenfisch ist die Schleie zu empfehlen.

Die Besatzstärke ist sehr stark von den örtlichen Verhältnissen abhängig. Im allgemeinen ist eine Besatzstärke von 1 Stück zweisömmerigen Karpfen auf 15–25 qm Teichfläche ohne Zufütterung wirtschaftlich. In flachen, nicht mit über 1 m Wassertiefe bespannten Teichen kann mit einem Zuwachs von etwa 1 kg Fischfleisch je 1 Stück Salzkarpfen gerechnet werden. Es empfiehlt sich, auf etwa 100 qm Teichfläche eine zweisömmerige Schleie als Nebenfisch einzubringen. Die Schleien wachsen dabei zu guten Portionsfischen an.

Die Teiche sind im Herbst abzulassen und erst wieder im Frühjahr zu bespannen. Sind sie genügend ausgetrocknet, so ist ein Umpflügen und Kalken angebracht. Bei der Beschickung mit Abwasser kann auf eine sonstige Düngung verzichtet werden. Schlammablagerungen müssen während der Wintermonate beseitigt werden.

In welcher Weise das Dränwasser aus einem Verwertungsgebiet durch die Teichwirtschaft noch genutzt werden kann, zeigt das Beispiel der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg. Das Gelände dieser Genossenschaft fällt nach Norden flach ab. Die Ländereien

liefen am nördlichen Rande des Verwertungsgebietes in einer versumpften Talschlenke und in teilweise abgebauten Kiesgruben aus. Bei der hier durch die Bewässerung zu erwartenden Grundwasseranreicherung und den vorgesehenen Dränausmündungen lag es nahe, dieses Unland in Fischteiche umzugestalten und den Genossenschaftszweck der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg auf Herstellung und Unterhaltung von Fischteichen auszudehnen. Die Eigentümer der fraglichen Ländereien wurden als beitragspflichtige Genossenschaftsmitglieder zugezogen und haben als Beitrag den Kapitaldienst aus den Baukosten sowie die Unterhaltungskosten der rund 5,50 ha großen Fischteichanlagen aufzubringen.

Die Speisung der Teiche erfolgt fast ausschließlich durch Drän- und Sickerwasser aus dem Rieselfeldgebiet. Der Zufluß von Frischwasser aus dem 5 qkm großen Niederschlagsgebiet der Teiche ist sehr gering. In den Sommermonaten hört er meistens vollkommen auf.

Die Teiche werden bei einjähriger Wirtschaft im Frühjahr mit zwei-sömmerigen Karpfen und Schleien besetzt und im Herbst abgefischt.

Die Praxis weist auch hier den Weg, noch den letzten Rest der Dungstoffe des Abwassers zu verwerten. Da die rein landwirtschaftliche Verwertung der städtischen Abwässer den größten privatwirtschaftlichen und auch volkswirtschaftlichen Nutzen abwirft, sollte man das Fischteichverfahren nur zur Ergänzung einer solchen Anlage anwenden. Sind die örtlichen Verhältnisse für eine wirtschaftliche Anlage von Fischteichen zur Ergänzung einer Verwertungsanlage geeignet, so darf eine solche Gelegenheit zur Erzeugung von Fischfleisch nicht versäumt werden.

### **Die Beteiligung der Landwirtschaft unter Berücksichtigung der betriebswirtschaftlichen Verhältnisse.**

Es gibt kaum eine Melioration, die von solch einschneidender Bedeutung für den landwirtschaftlichen Betrieb ist wie die landwirtschaftliche Abwasserverwertung. Je größer der Anteil der Beteiligung der landwirtschaftlich genutzten Fläche an der Abwasserverwertung ist, desto umwälzender wird auch die Betriebsumstellung sein müssen. Aus diesem Grunde müssen jeder Planung einer Abwasserverwertungsanlage betriebswirtschaftliche Erhebungen vorausgehen, die darüber Aufschluß geben, in welchem Umfange eine Beteiligung des einzelnen landwirtschaftlichen Betriebes zweckmäßig und wirtschaftlich ist.

Es wird zunächst die Futterbasis des landwirtschaftlichen Betriebes zu untersuchen sein; denn hier wirkt sich die Abwasserverwertung an erster Stelle aus. Alle Futterpflanzen sind äußerst dankbare Rieself-

kulturen. Zur Sicherung der Futtergrundlage des Betriebes ist daher mit einer verhältnismäßig geringen Fläche auszukommen. Hinzu kommt noch, daß bei einem Zwischenfruchtbau nicht allein mit sicheren, sondern auch mit erheblich höheren Erträgen gerechnet werden kann. Dasselbe gilt in noch größerem Maße von den Wiesen und Weiden. Bei einer Beteiligung an einer landwirtschaftlichen Abwasserverwertungsanlage werden daher in den meisten Fällen noch Flächen für Verkaufsfrüchte frei, und trotzdem wird die wirtschaftseigene Futtermittellieferung nicht verschlechtert, sondern erheblich verbessert.

Die Frohwüchsigkeit der Futterpflanzen, sowie die der Wiesen und Weiden, drängt in Richtung der Viehwirtschaft. Wie die Praxis gezeigt hat, steigt in fast allen Fällen die Viehhaltung bis zur äußersten Grenze an. Hierdurch ändern sich die Betriebsverhältnisse grundlegend. Um die Betriebsumstellung nicht unnötig zu erschweren, darf die Beteiligung nicht zu groß gewählt werden. Es ist Rücksicht darauf zu nehmen, daß neben der Schaffung und Verbesserung von Wiesen und Weiden und die dadurch bedingten Folgeeinrichtungsarbeiten nicht noch große Kosten für Neubauten von Wirtschaftsgebäuden, Stallungen usw. entstehen, die die Wirtschaftlichkeit herabdrücken.

Große Sorgfalt verdient auch die richtige Auswahl der Flächen. Die in der Nähe des Hofes gelegenen Ländereien werden im allgemeinen für die durch die Abwasserverwertung bedingte intensivere Bewirtschaftung geeigneter sein als die weiter entfernt gelegenen Pläne. Aber auch hier wird man nicht nur von rein betriebswirtschaftlichen Erwägungen aus gehen können, sondern auch die örtlichen Verhältnisse mit berücksichtigen müssen. Es ist richtiger, auf leichten Böden die Abwasserverwertung auszuüben und diese dadurch erst ertragreich zu gestalten, als die an und für sich schon hohen Erträge guter Böden durch die Abwasserverwertung noch steigern zu wollen. Die Bewässerung leichter Böden ist um so mehr anzustreben, weil schwerer Boden zweifellos weniger gut für die Abwasserverwertung geeignet ist als leichter Boden. Auf den gut belüfteten leichten Böden mit ihrem reichen Bakterienleben findet eine bessere Zersetzung der mit dem Abwasser aufgetragenen Stoffe statt als auf schweren Böden. Auf leichten Böden besteht kaum Gefahr, daß die Bewässerung den Boden verschlämmt, bei schwerem ist dagegen eine Verschlämzung infolge unsachgemäßer Bewässerung und Bodenbearbeitung nicht ausgeschlossen. Um der Gefahr der Bodenverschlämzung vorzubeugen, empfiehlt es sich, die schweren Böden nicht jahraus und jahrein zu bewässern, sondern eine Ruhepause von einem oder noch besser von mehreren Jahren einzuschalten.

Weiter ist bei der Beteiligung an einer Abwasserverwertungsanlage zu berücksichtigen, daß die Abwasserbewässerung sich nicht allein auf

die unmittelbar bewässerten Kulturen auswirkt, sondern auch die Erträge der Nachfrüchte im zweiten und auch noch im dritten Jahre günstig beeinflusst. Dieses ist ein Grund dafür, nicht ständig dieselben Flächen zu bewässern, sondern entsprechend zu wechseln.

Die zahlreichen anderen betriebswirtschaftlichen Fragen, wie z. B. die Düngerfrage, die Frage der Arbeitskräfte und nicht zuletzt die des Absatzes, sprechen bei der Festlegung der Beteiligung an der Abwasserverwertung ein gewichtiges Wort mit. Eine zu starke Beteiligung des einzelnen landwirtschaftlichen Betriebes kann durch die Umstellung zu Um- und Neubauten von Wirtschaftsgebäuden, zur Beschaffung von Maschinen u. dgl. führen, die unter Umständen die Wirtschaftlichkeit der Abwasserverwertung für einen solchen Betrieb in Frage stellen. Es muß daher für jeden einzelnen Fall, unter Berücksichtigung der Eigenart des Betriebes und der örtlichen Verhältnisse, die zweckmäßigste Beteiligung an der Abwasserverwertung ermittelt werden. Die technische Gestaltung einer Abwasserverwertungsanlage muß sich der Beteiligung und den besonderen betriebswirtschaftlichen Verhältnissen anpassen. Ist dieses bei den gegebenen örtlichen Verhältnissen nicht immer möglich, so ist eine Anpassung des landwirtschaftlichen Betriebes an die Bauausführung der Bewässerungsanlagen notwendig. Bei der Planung einer Abwasserverwertungsanlage ist also eine enge Zusammenarbeit zwischen Techniker und Landwirt erforderlich. Erst durch die Mitarbeit der interessierten Landwirtschaft wird die größte Wirtschaftlichkeit für jeden einzelnen Betrieb und damit auch für die Gesamtanlage erreicht. Nach den bisher gemachten Erfahrungen leidet die Wirtschaftlichkeit des einzelnen Betriebes meistens schon bei einer Beteiligung von über 30% der landwirtschaftlich genutzten Fläche. In der Regel liegt die zweckmäßigste Beteiligung erheblich unter diesem Prozentsatz. Die verhältnismäßig geringe Beteiligung des einzelnen Betriebes führt bei der landwirtschaftlichen Verwertung von Abwässern größerer Städte zu einer Weiträumigkeit der Verwertungsanlagen, die der Landwirtschaft die Wechsellmöglichkeit in der Bewässerung von Parzellen schafft und die aber auch die Betriebssicherheit derartiger Anlagen wesentlich erhöht.

### **Abwasserverwertung und Hygiene.**

Das gereinigte Abwasser aus einer gut arbeitenden biologischen Kläranlage enthält neben erheblichen Mengen organischer Stoffe eine sehr große Anzahl von krankheitserregenden Keimen. Wenn also gut arbeitende Kläranlagen schon kein hygienisch einwandfreies Wasser den Vorflutern zuführen, so kann man sich einen Begriff von dem Zustand der meisten deutschen Wasserläufe machen, die täglich viele

hunderttausende Kubikmeter mehr oder weniger schlecht gereinigte Abwässer aufnehmen müssen. Die Verunreinigung der Wasserläufe ist vielfach so erheblich, daß ein Fischleben überhaupt nicht mehr möglich ist. Sogar unsere großen Ströme vermögen nicht mehr die immer noch ansteigenden Abwassermengen ohne Schäden aufzunehmen. Der Fischbestand ist sehr stark zurückgegangen. Heute müssen diese Fische aus dem Ausland eingeführt werden. Viele Flußfischer haben ihre Existenz schon seit Jahrzehnten verloren. Auch heute noch liest man öfter in den Zeitungen, daß bald in diesem, bald in jenem Flusse wieder Fischsterben auftreten. Dabei passen sich die meisten Fische noch den durch die Verunreinigung des Wassers veränderten Lebensbedingungen gut an. Ja bei einem entsprechenden Verdünnungsverhältnis des Abwassers mit Frischwasser werden sogar noch günstigere Lebensbedingungen geschaffen, wie die erfolgreichen Abwasserfischeiche einer Reihe deutscher Städte beweisen. Wenn daher schon durch die Verunreinigung von Wasserläufen Fischsterben verursacht werden, so ist allerhöchste Gefahr für die Volksgesundheit im Verzuge. Erwiesenermaßen ist bei vielen Krankheitsepidemien, die in den an Flüssen gelegenen Städten aufgetreten sind, fast regelmäßig ein größeres Fischsterben vorausgegangen. Da diese Städte ihren Trinkwasserbedarf aus dem verunreinigten Flußwasser gedeckt haben, war der Seuchenherd unschwer festzustellen. Auch heute gibt es leider noch eine Reihe von Städten, die ihre Trinkwasserversorgung auf filtrierte und gereinigtes Flußwasser eingestellt haben. Schon aus diesem Grunde muß im Interesse unserer Volksgesundheit mit allen Mitteln für die Einleitung einwandfrei gereinigter Abwässer gesorgt werden.

Noch richtiger ist es, sofern die Möglichkeiten hierfür gegeben sind, die Abwässer überhaupt nicht in die Flüsse einzuleiten, sondern sie der landwirtschaftlichen Verwertung zuzuführen; denn was die Technik auch in der vollkommensten Kläranlage nicht erreicht, das schafft die Natur bei der landwirtschaftlichen Verwertung der Abwässer. Das auf den Rieselfeldern restlos zur Versickerung gebrachte Abwasser kann nur als Dränwasser oder durch das Grundwasser in die Vorfluter und Wasserläufe gelangen. Das Abwasser wird auf seinem Wege durch den Boden filtrierte. Schon wenn es aus den doch nur flach verlegten Dräns abfließt, ist es vollkommen klar und enthält je nach der Sickertiefe nur noch wenige krankheitserregende Keime. So haben die Untersuchungen bei der Rieselfeldanlage Delitzsch-Schenkenberg gezeigt, daß das Wasser aus den 90 cm tief in Kiesboden verlegten Dräns in 1 cm im Durchschnitt nur noch 10 Coli aerogenes-Keime enthielt. Inwieweit das Dränwasser aus Rieselfeldern auch das Flußwasser zu verbessern vermag, zeigen ebenfalls die Untersuchungen des Vorfluters bei Delitzsch. Oberhalb der Einmündung der Riesel-Dränwässer wurden in

dem Wasserlauf 1000 Keime im Kubikzentimeter festgestellt, während unterhalb der Einmündung nur noch 100 Keime im Kubikzentimeter nachgewiesen werden konnten. Die bakteriologischen Verhältnisse unserer Wasserläufe werden also durch die landwirtschaftliche Verwertung der Abwässer ganz erheblich verbessert.

Weiter ist die Frage am Platze, ob durch die Abwasserwertung irgendeine schädigende Beeinflussung des Grundwassers und damit eine Verunreinigung von Brunnen zu erwarten ist. Auch hier liegen keine ungünstigen Erfahrungen vor. Die zahlreichen Untersuchungen und die auf allen sachgemäß angelegten Rieselfeldern gesammelten Erfahrungen haben gezeigt, daß die Bodenfiltration die beste und vollkommenste Abwasserreinigung ist. Hat das Abwasser eine Bodenschicht von mehreren Metern durchsickert, so ist es praktisch keimfrei. Wenn daher die offenen Zuleiter und Rieselflächen im allgemeinen nicht näher als bis 100 m an Brunnen und Wasserfassungsanlagen herangelegt werden, so ist auch hier unter normalen Verhältnissen keine schädliche Beeinflussung des Brunnenwassers zu erwarten. Die Sicherung unserer Volksgesundheit macht es jedoch notwendig, daß bei der Entwurfsbearbeitung neben dem Hygieniker auch der Geologe gehört werden muß.

Wie sieht es auf den Rieselfeldern selbst aus? Diese wichtige Frage ist bei der Anlage sämtlicher Rieselfelder immer wieder aufgeworfen worden. Laboratoriumsversuche wie auch die praktischen Erfahrungen der letzten Jahrzehnte haben gezeigt, daß gesundheitliche Gefahren irgendwelcher Art mit der Verrieselung und Verregnung von Abwässern nicht verbunden sind. Das gilt sowohl für das im Betrieb beschäftigte Personal wie auch für die Anlieger von Rieselfeldern. Vom Wissenschaftlichen Institut des Hauptgesundheitsamtes der Stadt Berlin sind seit Jahrzehnten die hygienischen Verhältnisse der Berliner Rieselfelder beobachtet worden. Dieses Institut ist neben anderen Stellen auch bei der Entwurfsbearbeitung für die landwirtschaftliche Verwertung von Leipziger Abwasser im Kreise Delitzsch gehört worden und hat bestätigt, daß innerhalb der Berliner Rieselfelder Erkrankungen von Menschen und Tieren, die auf eine Berührung mit verrieselten Abwässern zurückzuführen gewesen wären, nicht beobachtet worden sind. Bisher ist kein Fall bekanntgeworden, daß irgendwelche Gesundheitsschädigungen, insbesondere Infektionskrankheiten von Mensch und Tier auf die Abwasserwertung oder auf den Genuß von Früchten, die auf Rieselfeldern erbaut worden sind, zurückzuführen wären. Je nach der Herkunft des Abwassers kann es vorkommen, daß hin und wieder ansteckungsfähige Keime von Typhus, Paratyphus und Ruhr in dem Abwasser vorhanden sind. Bei der sehr starken Verdünnung und Überwucherung durch unschädliche Fäulniskeime scheint diesem

vereinzelt Vorkommen von Krankheitserregern keine praktische Bedeutung zuzukommen. Jedenfalls sind bisher keinerlei Gesundheitsschädigungen auf den vorhandenen Rieselfeldern bekanntgeworden.

Sehr oft ist auch die Meinung vertreten, daß die Gerüche des Abwassers gesundheitsschädigend sein könnten. Gerüche allein können niemals gesundheitsschädigend sein! Sie können aber belästigend wirken, und aus diesem Grunde muß durch eine entsprechende technische Gestaltung der Anlage alles getan werden, um Geruchsbelästigungen zu vermeiden. Die Gerüche selbst entstehen durch den Faulprozeß des Abwassers. Jedes Abwasser ist in einem Faulprozeß begriffen, der je nach der Frische des Abwassers mehr oder weniger fortgeschritten ist. Die Gerüche des Abwassers können sehr erheblich sein. Die Praxis hat aber auch gezeigt, daß auf den Rieselfeldern selbst, auf denen die Wasserverteilung nur durch Hang- und Furchenberieselung oder Beregnung und nicht auf Staubeeten erfolgt, keine erheblichen Geruchsbelästigungen auftreten; denn das Abwasser bleibt nirgends längere Zeit auf den Flächen stehen und stagniert, sondern versickert unmittelbar nach der Verrieselung oder Verregnung. Die Geruchsbelästigungen können also nur durch die Gasentwicklung während des Fäulnisvorganges in den offenen Zuleitern entstehen. Sie treten auch nur wenige hundert Meter im Bereich der offenen Zuleiter auf. Bei den Entwurfsaufstellungen ist diesen Erfahrungen allgemein dadurch Rechnung zu tragen, daß die offenen Zuleiter weit genug von menschlichen Siedlungen entlang geführt werden und daß Parallelführungen mit Verkehrsstraßen tunlichst vermieden werden. Lassen sich aus irgendwelchen technischen Gründen Straßenkreuzungen und Parallelführungen mit Verkehrsstraßen nicht vermeiden, so werden an solchen Stellen die Zuleiter in geschlossenen Rohrleitungen geführt werden müssen.

Zusammenfassend kann auf Grund der bisherigen Erfahrungen gesagt werden, daß eine sachgemäß angelegte Abwasserwertungsanlage stets eine Verbesserung der Vorfluter mit sich bringt und daß gegen die landwirtschaftliche Verwertung keine hygienischen Bedenken bestehen.

### **Die Verbesserung des Wasserhaushalts durch die Abwasserwertung.**

Durch das Abschlagen von Waldungen haben sich die klimatischen Verhältnisse ganzer Länder geändert. Von den ehemals bewaldeten Bergen hat der Regen im Laufe der Zeit den letzten Mutterboden herabgewaschen. Nackte Felsen und kahle Berge zeugen von dem Raubbau in den einstmals blühenden Landschaften. Unter dem sinnlosen Abholzen der Waldungen haben die Nachkommen dieser Völker noch heute zu leiden. Das Niederschlagswasser, das früher durch die aus-

gedehnten Waldungen in seinem Abfluß behindert wurde, kann heute in raschem Fluß zu Tal gelangen und richtet in den Ebenen durch große Überschwemmungen riesigen Schaden an. Die Technik weiß zwar durch Regulierung der Flüsse und Deichbauten den Schaden der Überschwemmungen zu verhindern, sie ist aber niemals in der Lage, diesen Landschaften ihre früheren klimatischen Verhältnisse zurückzugeben. Der ungehinderte Abfluß des Niederschlagswassers ins Meer hat Trockenheit und Dürre zur Folge. Wenn auch in unserem Vaterlande eine planvoll geleitete Technik die Nachteile der zahlreichen Fluß- und Bachregulierungen und damit den raschen Abfluß des Wassers zum Meere durch die Herstellung von Talsperren wieder auszugleichen versucht, so können dadurch die abgesenkten Grundwasservorkommen nicht wieder aufgefüllt und die Tau- und Nebelbildungen der entwässerten Gebiete nicht wieder hervorgerufen werden. Zweifellos haben die zahlreichen Entwässerungen und Regulierungen von Wasserläufen auch eine nachteilige Beeinträchtigung der Grundwasservorkommen und der klimatischen Verhältnisse zur Folge. Hierbei handelt es sich aber immer nur um örtliche Beeinflussungen, und an eine bevorstehende „Verstepung“ unseres Vaterlandes wird deshalb kein Fachmann auch nur denken. Wir müssen aus unserem Boden die Volksernährung sichern, und dazu ist sowohl die Entwässerung wie auch die Bewässerung erforderlich. Viele Millionen Hektar deutschen Bodens sind bewässerungsbedürftig. Die Bewässerung gehört als wichtiger Faktor zu einer planvollen Wasserwirtschaft.

Vor allem gilt es, das Abwasser unserer Städte wieder in den naturgegebenen Kreislauf einzuschalten. Die Wasserversorgungsanlagen unserer Städte und Industrie fördern im Laufe eines Jahres mehrere Milliarden Kubikmeter Wasser, also eine Menge, die sämtliche deutschen Talsperren nicht zu speichern in der Lage sind. Diese gewaltige Wassermenge wird zum größten Teil aus dem Grundwasservorkommen geschöpft, und nur eine verhältnismäßig geringe Menge entstammt Flüssen und Talsperren. Wenn auch das gesamte Grundwasservorkommen Deutschlands durch diese Wasserentziehung nicht wesentlich beeinflußt wird, so können die örtlichen Nachteile ganz erheblich sein. An zahlreichen Beispielen kann nachgewiesen werden, daß durch Grundwasserwerke der Wasserspiegel derartig gesenkt wird, daß die landwirtschaftlichen Erträge großer Gebiete sehr stark zurückgehen. In vielen Fällen hat die Grundwasserentziehung sogar das Austrocknen von Wasserläufen zur Folge. Die Auswirkungen der Grundwasserabsenkungen sind von den örtlichen Verhältnissen abhängig.

Ebenso wie durch die Grundwasserentziehung Schäden entstehen, so auch durch die Einleitung der mehr oder weniger gereinigten Abwässer in unsere Wasserläufe. Fast bei allen Vorflutern unserer Städte

und größeren Landgemeinden macht sich die schädigende Wirkung der Abwassereinleitung bemerkbar. So ist überall unterhalb der Einleitungsstellen von Abwasser eine Verunreinigung der Vorfluter eingetreten, die um so größer ist, je schlechter die Reinigung der Abwässer durchgeführt wurde. Auch das gut biologisch gereinigte Abwasser scheidet noch Schlamm aus. Ganz abgesehen von der Verteuerung der Unterhaltung dieser Wasserläufe treten umfangreiche Schädigungen der Fischerei ein.

Die Verunreinigung der Wasserläufe hat vielfach Formen angenommen, daß das Wasser weder zu häuslichen noch gewerblichen Zwecken benutzt werden kann. In vielen Fällen ist für Mensch und Tier dringende Abhilfe notwendig.

Die Schäden der Grundwasserentziehung und der Abwassereinleitung in unsere Vorfluter lassen sich durch eine landwirtschaftliche Verwertung der Abwässer zum größten Teil sogar vollkommen vermeiden.

Zur Grundwasseranreicherung wird man die landwirtschaftliche Verwertung der Abwässer nicht in die Nähe von Grundwasserfassungsanlagen städtischer oder industrieller Wasserwerke legen; denn schon der Gedanke, daß Fäkalienabwässer dem Grundwasser zufließen könnten, würde für viele Menschen genügen, auf den Genuß des Wassers zu verzichten. Dagegen ist vielfach eine landwirtschaftliche Verwertung unterhalb des Entzugsgebietes von Wasserwerken möglich. Die Verwertung der Abwässer durch Verregnung und Berieselung hat stets eine Anreicherung des Grundwassers zur Folge, die um so größer ist, je stärker die Belastung mit Abwasser und je geschlossener das Verwertungsgebiet zusammenliegt. Das 100 ha große Verwertungsgebiet der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg läßt deutlich diese Grundwasseranreicherung erkennen. Hier wird im Jahresdurchschnitt 1450 mm Abwasser aufgebracht. Der Grundwasserspiegel lag vor der Berieselung an den höchsten Stellen des Verwertungsgebietes 5–6 m und in den Geländemulden 1–2 m unter der Oberfläche. Der Untergrund besteht aus grobem Kies mit eingestreuten Tonadern, die sich zum Teil nach den tieferen Lagen zu Tonschichten zusammenziehen. Schon 6 Monate nach der Inbetriebnahme stieg erwartungsgemäß der Grundwasserspiegel so an, daß die tiefliegenden Geländemulden, wie auch im Entwurf vorgesehen war, gedränt werden mußten. Insgesamt sind 6,1% des Gebietes schrittweise gedränt. Mit dem 3. Betriebsjahre hatte der Grundwasserspiegel seinen Beharrungszustand erreicht. Die Grundwassererhöhung beträgt etwa 2,20 m. Die nachstehend aufgetragenen Meßergebnisse eines Kontrollbrunnens geben über die Grundwasseranreicherung entsprechenden Aufschluß. Interessant ist hierbei die Feststellung, daß der Grundwasserspiegel nicht mehr den natürlichen, durch die Witterungsverhältnisse bedingten Schwankungen so

unterworfen ist wie vor der Berieselung. Die Grundwasseranreicherung ist für das Verwertungsgebiet von erheblicher Bedeutung; denn sie bringt für den größten Teil des Gebietes den Grundwasserstand auf die für das Pflanzenwachstum günstigste Höhe. So ist heute innerhalb des Verwertungsgebietes, wo früher nur Roggen und Kartoffeln erbaut wurden, dank der Abwasserverwertung und der Erhöhung des Grundwasserstandes nicht nur

der Anbau aller Kulturen möglich, sondern es werden hier Höchsterträge erzielt, wie sie sonst nur selten unter den besten Boden- und klimatischen Verhältnissen erreicht werden.

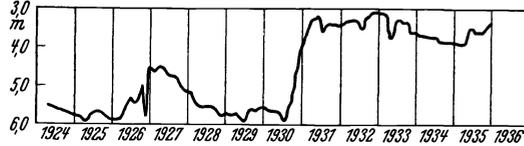


Abb. 46. Grundwasserstandsbeobachtung bei der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg. Mit der Bewässerung wurde im März 1930 begonnen.

Mit der Freihaltung der Wasserläufe von den Abwässern stellen sich auch die früheren Zustände wieder ein. Die Fischerei hebt sich wieder. Die Gewässer können wieder dem Allgemeinwohl dienen, sie können zum Baden und zur Ausübung jeglichen Wassersportes benutzt werden. Ganz besonders macht sich aber auch eine gleichmäßigere Wasserführung bemerkbar. Wenn früher die Einleitung von mehr oder weniger gereinigtem Abwasser bei Niedrigwasser besonders unangenehm war, so kann ein derartiger Fall nicht mehr vorkommen, im Gegenteil, die landwirtschaftliche Verwertung bringt gerade hier eine Besserung, die für die Wasserwirtschaft von großer Bedeutung ist. Das bei der Abwasserverwertung auf Wiesen und Ackerländereien aufgebrauchte Abwasser wird restlos zur Versickerung gebracht. Während der Bewässerung verdunstet ein Teil, der Rest, soweit er nicht bei der Mehrerzeugung an grüner Masse verbraucht wird, gelangt ins Grundwasser und wird teilweise wieder von Dräns abgefangen und fließt als kristallklares Drän- und Sickerwasser dann den Vorflutern zu. Wenn auch die bei dem Kreislauf des Wassers zur Verdunstung und Versickerung kommenden Mengen ziffernmäßig nicht genau zu erfassen sind, so kann ohne Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse allgemein angenommen werden, daß ein Drittel verdunstet und von den Pflanzen verbraucht wird, während zwei Drittel versickern. Von der versickerten Wassermenge kommt etwa die Hälfte als Drän- und Sickerwasser wieder in die Vorfluter. Dieses Drän- und Sickerwasser läuft fast gleichmäßig das ganze Jahr hindurch. Es verhindert daher in den heißen Sommermonaten ein Austrocknen der Wasserläufe. Die landwirtschaftliche Abwasserverwertung trägt also in erheblichem Umfange zur Regulierung der Wasserführung unserer Vorfluter bei.

Auch die zur Verdunstung kommende Wassermenge ist für die Landwirtschaft von Bedeutung. Das ausgedehnte Zuleiternetz, die berieselten und beregneten Ländereien und nicht zuletzt die Pflanzen selbst führen zur Verdunstung großer Wassermengen. Im zeitigen Frühjahr bilden sich häufig Nebel, die die Kulturen vor Frost schützen. Im Sommer führt die Verdunstung zu einer erwünschten Senkung der Temperatur, die einschließlich der Taubildung das Pflanzenwachstum günstig beeinflusst. So trägt die landwirtschaftliche Abwasserverwertung mit ihren direkten und indirekten Auswirkungen zum Ausgleich des Wasserhaushalts bei.

## **Anhang: Satzung der Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft im Kreise Delitzsch.**

### § 1.

Die Genossenschaft führt den Namen „Delitzscher Wasserverwertungsgenossenschaft“ und hat ihren Sitz in Delitzsch im Kreise Delitzsch.

### § 2.

Die Genossenschaft bezweckt nach dem allgemeinen Plan des Kreisbaumeisters Stein in Delitzsch vom 20. April 1933 die Verwertung von Abwässern der Stadt Leipzig im Interesse der Bodenkultur und der Förderung der landwirtschaftlichen Erzeugung durch Herstellung und Unterhaltung von Be- und Entwässerungsanlagen (Hauptanlagen).

Daneben treten nach Bedarf folgende Ergänzungsanlagen:

- a) Dränungsanlagen,
- b) Beregnungsanlagen,
- c) Fischteiche,
- d) sonstige Abwasserverwertungsanlagen,
- e) Folgeeinrichtungen (Anlage von Viehkoppeln usw.).

Genossen sind die Eigentümer der von der Genossenschaft in Anspruch genommenen Grundstücke.

Der Plan besteht aus:

1. einer Übersichtskarte 1 : 25 000,
2. einem Heft Erläuterungsbericht und Kostenanschlag,
3. vier Lageplänen 1 : 10 000,
4. 24 Höhenplänen und
5. 64 Heften Teilnehmerverzeichnisse.

Der beglaubigte Plan ist bei der Aufsichtsbehörde der Genossenschaft niederzulegen. Beglaubigte Abschrift des Planes erhält der Vorsteher der Genossenschaft. Er hat sie aufzubewahren und auf dem laufenden zu halten.

### § 3.

Der Vorstand hat die aufzustellenden besonderen Pläne vor ihrer Ausführung der Aufsichtsbehörde zur Prüfung durch den Kulturbaubeamten und zur Genehmigung einzureichen. Änderungen und Ergänzungen des allgemeinen Planes, die sich bei der Ausführung als erforderlich herausstellen, und spätere Änderungen und Ergänzungen der genossenschaftlichen Anlagen können, soweit sie den Zweck der Genossenschaft nicht ändern, vom Vorstand beschlossen werden. Der Beschluß ist vom Kulturbaubeamten zu prüfen und bedarf der Genehmigung der Aufsichts-

behörde. Vor Erteilung der Genehmigung sind die Genossen zu hören, die durch die Änderung oder Ergänzung betroffen werden.

Änderungen oder Ergänzungen des Planes, durch die der Zweck der Genossenschaft geändert wird, sind nur auf dem Wege einer Satzungsänderung zulässig.

§ 4.

Organe der Genossenschaft sind:

1. die Mitgliederversammlung,
  - 1a. der Ausschuß,
2. der Genossenschaftsvorstand,
3. der Vorsitzende des Vorstandes (Genossenschaftsvorsteher).

§ 5.

Die Mitgliederversammlung besteht aus sämtlichen beitragspflichtigen Genossen.

Das Stimmverhältnis richtet sich nach der Fläche der beteiligten beitragspflichtigen Grundstücke in der Weise, daß für jedes angefangene Hektar eine Stimme gerechnet wird. Maßgebend ist die zuletzt aufgestellte und ausgelegte Beitragsliste (§ 14). Kein Genosse darf mehr als zwei Fünftel aller Stimmen führen.

Die Stimmliste ist von dem Vorstände zu entwerfen und in der Mitgliederversammlung auszulegen.

Jeder Genosse kann sein Stimmrecht durch einen anderen, mit schriftlicher Vollmacht versehenen Genossen ausüben.

Miteigentümer einer Grundstücke können ihr Stimmrecht nur gemeinschaftlich ausüben. Beteiligen sich nicht sämtliche Miteigentümer an der Abstimmung, so gelten die Nichterschienenen oder Nichtabstimmenden als den Erklärungen der Erschienenen zustimmend.

In der Ausübung des Stimmrechtes werden vertreten:

1. Geschäftsunfähige oder in der Geschäftsfähigkeit Beschränkte durch ihren gesetzlichen Vertreter,
2. Ehefrauen durch ihren Ehemann,
3. juristische Personen durch ihre verfassungsmäßig berufene Vertreter.

§ 5a.

Der Ausschuß besteht aus dem Genossenschaftsvorsteher und 20 Mitgliedern, die von der Mitgliederversammlung auf 8 Jahre bzw. 4 Jahre gewählt werden, und zwar sind aus jedem der vier Rieselgebiete 5 Ausschußmitglieder zu wählen, die unter sich einen Gebietsausschuß bilden und zur Durchführung ihrer in § 18b niedergelegten Aufgaben aus ihrer Mitte je einen Vorsitzenden und einen stellvertretenden Vorsitzenden wählen. Von den zuerst gewählten Mitgliedern des Ausschusses scheidet die Hälfte, die durch das vom Vorsteher zu ziehende Los bestimmt wird, nach 4 Jahren aus. Wählbarkeit und Wahlverfahren bestimmen sich nach § 7 Abs. 2, 3, Stimmverhältnis und Beschlußfähigkeit nach § 8 Abs. 3 bis 5.

Zu den Sitzungen des Ausschusses sind die Beisitzer des Vorstandes mit beratender Stimme zuzuziehen.

Für die ausgeschiedenen Mitglieder sind von der Mitgliederversammlung nach 4 Jahren neue Ausschußmitglieder zu wählen.

§ 6.

Der Genossenschaftsvorstand besteht aus:

- a) einem Vorsteher,
- b) 4 Beisitzern, von denen einer Stellvertreter des Vorstehers ist. Für die Beisitzer werden 4 Stellvertreter bestellt.

Die Vorstandsmitglieder bekleiden ein Ehrenamt; als Ersatz für Auslagen und Zeitversäumnisse erhält jedoch der Vorsteher eine von dem Ausschuß festzusetzende und von der Aufsichtsbehörde zu genehmigende jährliche Entschädigung.

§ 7.

Der Vorsteher und sein Stellvertreter sowie die übrigen Mitglieder des Vorstandes werden von dem Ausschuß auf 6 Jahre gewählt. Die Wahl des Vorstehers und seines Stellvertreters bedarf der Bestätigung der Aufsichtsbehörde.

Wählbar ist jeder Genosse und jeder zur Ausübung des Stimmrechts befugte Vertreter eines Genossen, der im Besitze der bürgerlichen Ehrenrechte ist. Zum Vorsteher kann auch ein Nichtgenosse gewählt werden. Die Wahl erfolgt in getrennten Wahlhandlungen für jede Stelle. Jeder Wähler hat dem Leiter des Ausschusses mündlich und zu Protokoll zu erklären, wem er seine Stimme geben will. Gewählt ist, wer die Mehrheit aller abgegebenen Stimmen erhalten hat. Erhält im ersten Wahlgange niemand mehr als die Hälfte aller abgegebenen Stimmen, so findet eine engere Wahl zwischen den beiden Personen statt, die die meisten Stimmen erhalten haben. Bei Stimmgleichheit entscheidet das vom Vorsitzenden zu ziehende Los.

Wahl durch Zuruf ist zulässig, wenn nicht widersprochen wird. Die Ausscheidenden bleiben bis zur Einführung der neugewählten Mitglieder im Amte.

§ 8.

Die Vorstandsmitglieder werden von der Aufsichtsbehörde oder einen von ihr Beauftragten durch Handschlag an Eides Statt verpflichtet.

Als Ausweis der Vorstandsmitglieder sowie zur Feststellung des Falles der Stellvertretung dient eine Bescheinigung der Aufsichtsbehörde.

Der Vorstand hält seine Sitzungen unter dem Vorsitze des Vorstehers ab, der ebenso wie die übrigen Vorstandsmitglieder eine Stimme hat und dessen Stimme bei Stimmgleichheit entscheidet.

Zur Gültigkeit der gefaßten Beschlüsse ist es erforderlich, daß die Vorstandsmitglieder unter Angabe der Gegenstände der Verhandlung geladen und daß mit Einschluß des Vorstehers mindestens zwei Drittel der Vorstandsmitglieder anwesend sind. Wer am Erscheinen verhindert ist, hat dies unverzüglich dem Vorsteher anzuzeigen. Dieser hat alsdann einen stellvertretenden Beisitzer zu laden.

Muß der Vorstand wegen Beschlußunfähigkeit zum zweiten Male zur Beratung über denselben Gegenstand zusammenberufen werden, so sind die erschienenen Mitglieder ohne Rücksicht auf ihre Zahl beschlußfähig. Bei der zweiten Zusammenberufung soll auf diese Bestimmung ausdrücklich hingewiesen werden.

§ 9.

Die Genossenschaft hat die im Plane vorgesehenen und später etwa neu beschlossenen gemeinschaftlichen Anlagen auf ihre Kosten unter Aufsicht des Kulturbaubeamten herzustellen und zu unterhalten, sowie die Bewässerung der beteiligten Flächen nach einem vom Vorstand mit Hilfe des Genossenschaftstechnikers jährlich aufzustellenden und vom Ausschuß zu genehmigenden Rieselplan durchzuführen. Dabei kann auch die Berieselung solcher Flächen desselben Eigentümers zugelassen werden, die zwar nicht zum Genossenschaftsgebiet gehören, aber an Stelle der Genossenschaftsflächen im Austausch berieselt werden können. Der Ausschuß kann bestimmen, daß einzelne Arbeiten durch Naturaldienste der Genossen geleistet werden.

§ 10.

Für die Ausführung und Unterhaltung der gemeinschaftlichen Anlagen hat der Genossenschaftstechniker (§ 23) zu sorgen. Er hat das Bauprogramm aufzustellen,

die besonderen Pläne auszuarbeiten, die für die Verdingung erforderlichen Unterlagen zu beschaffen und zur Genehmigung vorzulegen, überhaupt alle für das zweckmäßige Ineinandergreifen der Arbeiten notwendigen Maßnahmen rechtzeitig anzuregen und vorzubereiten, die Ausführung zu leiten und die für Änderungs- und Ergänzungsanträge, für Abschlagszahlungen und für die Abnahme erforderlichen Unterlagen anzufertigen.

Die Verträge für die Vergebung der Arbeiten bei der ersten Herstellung der Anlagen bedürfen der Zustimmung des Kulturbaubeamten, dem der Beginn der Ausführungsarbeiten rechtzeitig anzuzeigen ist. Auch im übrigen hat der Vorstand in technischen Angelegenheiten während der Bauausführung den Rat des Kulturbaubeamten einzuholen und zu berücksichtigen.

Nach Beendigung der ersten Ausführung der Arbeiten nach dem Genossenschaftsplane hat der Kulturbaubeamte die Anlagen abzunehmen und festzustellen, ob das Unternehmen zweck- und planmäßig und mit den von der Aufsichtsbehörde genehmigten Änderungen ausgeführt ist. Sollten hierbei Nachmessungen erforderlich sein, so sind sie unter Leitung des Kulturbaubeamten vorzunehmen; die Kosten dieser Nachmessungen sind von der Genossenschaft zu tragen.

#### § 11.

Über die voraussichtlichen Ausgaben und Einnahmen der Genossenschaft ist alljährlich ein Haushaltplan aufzustellen.

In der gleichen Frist ist über die wirklich entstandenen Ausgaben und Einnahmen Rechnung zu legen, die festzustellen und durch den Ausschuß zu entlasten ist.

#### § 12.

Das Verhältnis, nach dem die einzelnen Genossen an etwaigen Nutzungen teilnehmen und zu den Genossenschaftslasten beizutragen haben, richtet sich nach dem für die einzelnen Genossen aus den Genossenschaftsanlagen erwachsenden Vorteile.

Dieser Vorteil entspricht für die Hauptanlagen (§ 2 Abs. 1) dem Flächeninhalt der beitragspflichtigen Grundstücke. Die Hauptbeiträge werden daher nach dem Flächeninhalt dieser Grundstücke nach Maßgabe eines vom Vorstand aufzustellenden Katasters erhoben.

Die Kosten der Ergänzungsanlagen (§ 2 Abs. 2) tragen diejenigen Genossen, denen sie zugute kommen. Die Sonderbeiträge für die Ergänzungsanlagen werden dementsprechend diesen Genossen auferlegt. Sind an einer derartigen Anlage mehrere Genossen beteiligt, so stellt der Vorstand nach Maßgabe des jedem einzelnen erwachsenden Vorteils das Beitragskataster auf. An Stelle dieser einzelnen Genossen können auch Genossenschaften (Weidegenossenschaften usw.) treten.

Für Dränungsanlagen gelten folgende besondere Bestimmungen:

Die Kosten der Sammlerleitungen werden auf die Flächen, die davon Vorteil haben, im Verhältnis ihrer Größe verteilt. Die Kosten der Saugerleitungen trägt jede Fläche für sich. Nur die Kosten von Dränungsanlagen, die lediglich dadurch nötig werden, daß oberhalb des zu dränierenden Planes genossenschaftliche Anlagen betrieben werden, gelten als Auslagen für die Hauptanlagen. Die sich aus diesen Bestimmungen ergebenden Beiträge setzt der Vorstand fest.

Beitragsfrei sind diejenigen Flächen, die von den Genossenschaftseinrichtungen keinen Nutzen haben und im Teilnehmerverzeichnis als solche aufgeführt sind. Darüber, ob die Flächen Nutzen haben, sind die Bestimmungen des § 13 maßgebend.

#### § 13.

Das Vorteilsverhältnis sowie die Beitragspflicht oder Beitragsfreiheit der einzelnen Grundstücke setzen 4 vom Vorstande zu wählende, der Genossenschaft

nicht angehörende landwirtschaftliche Sachverständige und ein technischer Sachverständiger unter Leitung des Vorstehers fest. Bei Meinungsverschiedenheiten gibt dieser den Ausschlag; wenn es sich um Grundstücke des Vorstehers handelt, sein Stellvertreter.

Das Beitragskataster, in dem das Beitragsverhältnis für die Grundstücke mit Flächeninhalt und den Kosten zu belegen ist, wird 4 Wochen lang zur Einsicht der Genossen in der Wohnung oder im Amtszimmer des Vorstehers ausgelegt. Die Auslegung ist vorher ortsüblich in den Gemeinden, deren Bezirk ganz oder teilweise dem Genossenschaftsgebiet angehört, und in dem für die öffentlichen Bekanntmachungen der Genossenschaft bestimmten Blatte bekanntzumachen. Den an der Genossenschaft beteiligten Eigentümern von Bergwerken und gewerblichen Anlagen und Verbänden ist die Auslegung besonders mitzuteilen.

Gegen die im Beitragskataster enthaltenen Feststellungen können Einsprüche innerhalb von vier Wochen bei dem Genossenschaftsvorsteher angebracht werden. Über sie entscheidet der Genossenschaftsvorstand und auf die Beschwerde, soweit nicht das Schiedsgericht angerufen wird (§ 25), die Aufsichtsbehörde.

Eine Nachprüfung des Katasters kann von dem Vorstande beschlossen oder von der Aufsichtsbehörde angeordnet werden. Das Verfahren richtet sich nach den für die Aufstellung des Katasters gegebenen Vorschriften.

#### § 14.

Der Vorstand zieht die Genossenschaft auf Grund des Beitragskatasters zu den Zahlungen heran, mit denen sie zu den Lasten der Genossenschaft beitragen.

Er stellt die Beiträge in einer Beitragsliste zusammen und erläßt auf Grund dieser Beitragsliste an die einzelnen Genossen schriftliche Aufforderungen zur Zahlung (Veranlagungsbescheide). Der Veranlagungsbescheid muß den zu zahlenden Beitrag, die zur Empfangnahme bestimmte Kasse, die Zahlungsfrist, die Größe der beitragspflichtigen Flächen erkennen lassen und eine im Sinne des Abs. 3 dieses Paragraphen gehaltene Rechtsmittelbelehrung enthalten.

Gegen den Veranlagungsbescheid steht den Genossen innerhalb von vier Wochen der Einspruch zu. Über den Einspruch beschließt der Vorstand. Der Beschluß des Genossenschaftsvorstandes über den Einspruch bedarf keiner förmlichen Zustellung zur Eröffnung der Klagefrist. Gegen diesen Beschluß kann innerhalb von zwei Wochen die gegen den Vorstand der Genossenschaft zu richtende Klage im Verwaltungsstreitverfahren erhoben werden (§ 226 Abs. 2 WG.), sofern nicht das Schiedsgericht (§ 25) angerufen wird. Zuständig ist der Bezirksausschuß.

#### § 14a.

Der Vorstand ist befugt und auf Anordnung der Aufsichtsbehörde verpflichtet, in dem Beitragskataster und in der Beitragsliste Änderungen vorzunehmen. Die in den §§ 13 bzw. 14 gegebenen Vorschriften über das Verfahren sind entsprechend anzuwenden, jedoch sind Änderungen, von denen nur einzelne Genossen betroffen werden (vgl. z. B. § 15) nicht öffentlich bekanntzumachen, sondern den beteiligten Genossen mitzuteilen.

#### § 15.

Im Falle einer Teilung der zur Genossenschaft gehörenden Grundstücke sind die Genossenschaftslasten durch den Vorstand auf die Trennstücke verhältnismäßig zu verteilen.

#### § 16.

Die Genossen sind verpflichtet, die Beiträge an den von dem Vorstand festzusetzenden Zahltagen zur Genossenschaftskasse abzuführen. Bei versäumter Zahlung hat der Vorsteher die fälligen Beiträge beizutreiben.

§ 17.

Jeder Genosse hat die Einrichtung der nach dem Plan und den Beschlüssen des Ausschusses oder des Vorstandes (§ 3 Satz 2 bis 4) in Aussicht genommenen Anlagen, diese Anlagen selbst und ihre Unterhaltung, soweit sein Grundstück davon vorübergehend oder dauernd betroffen wird, vorbehaltlich der Bestimmung des § 222 Abs. 3 des Wassergesetzes, zu dulden.

§ 18.

Die Mitgliederversammlung beschließt über:

1. die Wahl der Ausschußmitglieder (§ 5a),
2. die Änderung der Satzung nach § 275 Abs. 1 u. 2 des Wassergesetzes,
3. die Auflösung der Genossenschaft.

§ 18a.

Der Ausschuß beschließt über:

1. die Wahl der Vorstandsmitglieder und ihrer Stellvertreter,
2. die Wahl der außer dem Vorstande der Schaukommission angehörenden Mitglieder (§ 22),
3. die Festsetzung der dem Vorsteher, den Genossenschaftstechnikern und dem Rechner zu gewährenden Entschädigung (§§ 6, 23, 24),
4. die Wahl der Schiedsrichter und ihrer Stellvertreter (§ 25),
5. die Aufstellung des Haushaltsplanes und die Feststellung und Entlastung der Rechnung (§ 11),
6. die Änderung der Satzung nach § 275 Abs. 3 des Wassergesetzes.

§ 18b.

Die Gebietsausschüsse (§ 5a) haben für ihr Rieselgebiet geeignete Maßnahmen zu beraten und dem Vorstand zur Beschlußfassung vorzuschlagen, insbesondere

- a) für die Aufstellung des Rieselplanes (Rieselkalender),
- b) für die Unterhaltung der Anlagen,
- c) für Ergänzungsanlagen (§ 2 Abs. 2),
- d) für Erweiterungsanlagen.

Sie haben ferner in ihrem Rieselgebiet die Handhabung des Rieselbetriebes zu überwachen und Mißstände, insbesondere auch unberechtigte Entnahmen von Abwasser durch Genossen und Nichtgenossen unverzüglich dem Genossenschaftsvorsteher zu melden.

§ 19.

Die erste zur Wahl des Ausschusses erforderliche Mitgliederversammlung und die erste zur Bestellung des Vorstandes erforderliche Ausschußversammlung beruft die Aufsichtsbehörde, die auch zu den in der Mitgliederversammlung erforderlichen Abstimmungen eine vorläufige Stimmliste nach den Flächenangaben des Grundstücksregisters des Genossenschaftsgebietes aufstellt, wobei jedes angefangene Hektar als voll zu rechnen ist.

Die weiteren Mitgliederversammlungen und Ausschußversammlungen sind durch den Vorstand zusammenzuberufen.

Die Einladung zu den Mitgliederversammlungen erfolgt unter Angabe der Gegenstände der Verhandlung durch das für die öffentlichen Bekanntmachungen der Genossenschaft bestimmte Blatt und außerdem durch ortsübliche Bekanntmachung in den Gemeinden, deren Bezirk dem Genossenschaftsgebiete ganz oder teilweise angehört. Zwischen der Einladung und der Versammlung muß ein Zwischenraum von mindestens zwei Wochen liegen. Die Versammlung ist ohne Rücksicht auf die Zahl der Erschienenen beschlußfähig.

Die Einladung zu den Ausschußversammlungen geschieht durch schriftliche Mitteilung an die Ausschußmitglieder und gilt mit der Aufgabe zur Post als erfolgt. Vgl. im übrigen die in § 5a Abs. 1 angezogenen Absätze 4 und 5 von § 8.

§ 20.

Der Vorstand vertritt die Genossenschaft gerichtlich und außergerichtlich; er führt die Verwaltung der Genossenschaft, soweit nicht einzelne Geschäfte dem Vorsteher, dem Ausschuß oder der Mitgliederversammlung überwiesen sind.

Urkunden, welche die Genossenschaft rechtlich verpflichten, müssen in jedem Falle die Unterschrift des Vorstehers und zweier Vorstandsmitglieder tragen.

§ 21.

Der Vorsteher hat neben den anderen, in der Satzung ihm zugewiesenen Aufgaben

a) den Vorsitz in der Mitgliederversammlung, dem Ausschuß und dem Vorstand zu führen;

b) die Ausführung der von der Genossenschaft herzustellenden Anlagen nach den festgestellten Plänen zu veranlassen und zu beaufsichtigen,

c) über die Unterhaltung der Anlagen mit Zustimmung des Vorstandes die nötigen Anordnungen zu treffen und die etwa erforderlichen Ausführungsvorschriften zu erlassen;

d) die vom Vorstand festgesetzten Beiträge auszuschreiben und einzuziehen, die Zahlungen auf die Kasse anzuweisen und die Kassenverwaltung mindestens zweimal jährlich zu prüfen;

e) den Haushaltplan und die Jahresrechnungen zu entwerfen und nach Zustimmung des Vorstandes dem Ausschuß zur Beschlußfassung vorzulegen;

f) die Beamten der Genossenschaft zu beaufsichtigen und die Unterhaltung der Anlagen zu überwachen;

g) Verträge jeder Art für die Genossenschaft abzuschließen. Betreffen diese Gegenstände im Werte von mehr als 1000 RM., so bedarf es dazu der Zustimmung des Vorstandes. Die Formvorschrift des letzten Satzes des § 20 ist auch für den § 21 g maßgebend;

h) den Schriftwechsel für die Genossenschaft zu führen;

i) die Beschlüsse des Vorstandes, des Ausschusses und der Mitgliederversammlung zu beurkunden.

§ 22.

Die genossenschaftlichen Anlagen sind nach der Fertigstellung in jedem Jahre einmal zu schauen. Die Schaukommission besteht aus dem Vorstand, den für jedes Rieselgebiet gewählten Gebietsausschuß (§ 5a) sowie 4 von dem Ausschuß nach Maßgabe des § 7 Abs. 2 und 3 zu wählenden Genossen. Der Tag der Schau wird nach Benehmen mit der Aufsichtsbehörde und dem Kulturbaubeamten von dem Vorsteher möglichst 4 Wochen vorher bestimmt und rechtzeitig auf ortsübliche Weise bekanntgemacht. Der Vorsteher leitet die Schau.

Auch die anderen Genossen sind berechtigt, an der Schau teilzunehmen.

Das Ergebnis der Schau ist in einer Schrift niederzulegen, für deren Aufbewahrung der Vorsteher zu sorgen hat. Die Aufsichtsbehörde kann die Arbeiten, die nach ihrem technischen Ermessen zur Unterhaltung der der Schau unterliegenden Anlagen notwendig sind, erforderlichenfalls auf Kosten der Genossenschaft ausführen lassen.

§ 23.

Die Genossenschaft hat Genossenschaftstechniker anzustellen; die Einstellung liegt dem Vorstand im Einverständnis mit dem Kulturbaubeamten ob und bedarf

der Genehmigung der Aufsichtsbehörde. Die Höhe der den Genossenschaftstechnikern zu gewährenden Bezüge wird von der Mitgliederversammlung bestimmt und unterliegt der Genehmigung bzw. Festsetzung durch die Aufsichtsbehörde. Dieser steht auch die Befugnis zu, die Genossenschaftstechniker zu bestimmen, falls die nach ihrem Ermessen geeigneten Personen nicht innerhalb dreier Monate nach Erledigung der Stelle oder nach Ablehnung der getroffenen Wahlen in Vorschlag gebracht wird. Die Obliegenheiten der Genossenschaftstechniker können auch dem Kreisbauamt übertragen werden.

§ 23a.

Die Genossenschaft hat eine angemessene Zahl von Rieselwärtern anzustellen. Die Aufsichtsbehörde hat das Recht, ihre Anzahl zu bestimmen sowie ihre Entlohnung zu genehmigen bzw. festzusetzen.

§ 24.

Die Verwaltung der Kasse führt ein Rechner, der von dem Vorstand auf 6 Jahre angestellt wird. Die Aufsichtsbehörde kann jederzeit die Entlassung des Rechners wegen mangelhafter Dienstführung anordnen. Dies ist bei Anstellung des Rechners durch Vertrag auszubedingen.

Der Ausschuß kann die Verwaltung der Kasse auch dem Vorsteher übertragen. In diesem Falle liegt die Prüfung der Kassenverwaltung (§ 21 zu d) einem anderen vom Vorstand zu bestimmenden Vorstandsmitglied ob. Die Verwaltung der Kasse kann auch dem Kreisbauamt übertragen werden. Die Vergütung für die Verwaltung der Kasse unterliegt in allen Fällen der Genehmigung bzw. Festsetzung durch die Aufsichtsbehörde.

§ 25.

Alle Streitigkeiten über genossenschaftliche Angelegenheiten können auf Anrufen beider Parteien einem Schiedsgerichte zur Entscheidung übertragen werden, soweit dies nicht durch das Gesetz ausgeschlossen ist.

Das Schiedsgericht besteht aus einem Vorsitzenden, den die Aufsichtsbehörde ernannt, und aus 2 Beisitzern. Diese werden nebst 2 Stellvertretern nach Maßgabe der in § 7 Abs. 2, 3 der Satzung für die Wahlen der Vorstandsmitglieder getroffenen Vorschriften gewählt. Wählbar ist jeder, der in der Gemeinde seines Wohnortes zu den öffentlichen Gemeindeämtern wählbar und nicht Mitglied der Genossenschaft ist.

Die Kosten des schiedsgerichtlichen Verfahrens trägt der unterliegende Teil. Falls kein Teil vollständig obsiegt, sind sie von dem Schiedsgericht verhältnismäßig zu verteilen.

§ 26.

Die von der Genossenschaft ausgehenden Bekanntmachungen sind unter ihren Namen zu erlassen und vom Vorsteher zu unterzeichnen.

Die für die Öffentlichkeit bestimmten Bekanntmachungen der Genossenschaft werden in das Amtliche Verordnungsblatt des Kreises Delitzsch aufgenommen, sofern nicht die ortsübliche Bekanntmachung allein durch diese Satzung vorgeschrieben ist.

§ 27.

Der Eintritt neuer Genossen und das Ausscheiden von Genossen kann, soweit nicht eine rechtliche Verpflichtung vorliegt, im Wege der Vereinbarung auf den Antrag des Aufzunehmenden oder Ausscheidenden durch Vorstandsbeschluß erfolgen. Der Beschluß bedarf der Genehmigung der Aufsichtsbehörde.

Vorstehende Satzung wird von mir auf Grund des § 270 Abs. 3 des Wassergesetzes vom 7. April 1913 (G. S. S. 53) genehmigt.

Zur Zeit Delitzsch, den 26. Mai 1933.

Der Regierungspräsident.

**Schrifttum.**

- Bach, H.: Die Abwasserreinigung. München und Berlin 1934.
- Betge, P.: Nicht Abwasserbeseitigung, sondern Abwasserverwertung! *Gesundh.-Ing.* **1935**, Nr 5.
- Brouwer, W.: Berechnungszeitpunkt und Berechnungserfolg. *RKTL-Schriften* Heft 49.
- Die Gewinnung zweier Ernten mit Hilfe der künstlichen Beregnung. *RKTL-Schriften* Heft 30.
- Carl, A.: Die landwirtschaftliche Abwasserverwertung und ihre Betriebsformen. *RKTL-Schriften* Heft 30.
- Freckmann, W.: Die Bedeutung der Feldberegnung für die deutsche Landwirtschaft. *RKTL-Schriften* Heft 13.
- Neuere Erfahrungen auf dem Gebiete der Feldberegnung. *RKTL-Schriften* Heft 30.
- Kohlschütter: Die Feldberegnung im Dienste der Abwasserbeseitigung. *RKTL-Schriften* Heft 13.
- Kostka, P., u. Wagner, R.: Wie entsteht eine Beregnungsanlage? *RKTL-Schriften* Heft 30.
- Kötting: Zeitfragen aus dem Gebiet der Rieselfeldbewirtschaftung. Dortmund 1929.
- Kreuz, A.: Die landwirtschaftliche Verwertung der Stadtabwässer. *Dtsch. Landeskulturztg* **1934**, Nr 1.
- Lanninger, K. L.: Beregnungstechnik zur Sicherung der Volksernährung unter besonderer Berücksichtigung der Abwasserverwertung. Frankfurt a.M. 1937.
- Laux, K.: Abwasserwirtschaft durch Feldberegnung. Potsdam 1932.
- Mieder, F.: Neuerungen bei der Abwasserbehandlung der Stadt Leipzig. *Gesundh.-Ing.* **1929**, Nr 20 u. 22.
- Neuhaus, R.: Die landwirtschaftliche Ausnutzung und Wirtschaftlichkeit städtischer Rieselfeldanlagen. Diss. Bonn 1927.
- Ruths, F.: Fünfzig Jahre Berliner Stadtgüter. Berlin 1928.
- Schneider, K.: Die rationelle Verwertung der Stadtabwässer in der Landwirtschaft. Leipzig 1931.
- Schonopp, G.: Bedingungen für die Wirtschaftlichkeit der Feldberegnung. *RKTL-Schriften* Heft 30.
- Viehl, K.: Über die Zusammensetzung des Leipziger Abwassers. *Gesundh.-Ing.* **1933**, Nr 24.
- Walter, E.: Karpfennutzung in kleinen Teichen. Neudamm 1928.
- Weber, O.: Die landwirtschaftliche Abwasserverwertung in der Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg. *Kulturtechniker* **1934**, Heft 2.
- Zunker, F.: Vorläufige Ergebnisse der Abwasserberegnungsversuche in Schebitz im Jahre 1932. *Kulturtechniker* **1933**, Heft 3.
- Landwirtschaftliche Verwertung der Abwässer. *Gesundh.-Ing.* **1936**, Nr 24 u. 25.
-

Verlag von Julius Springer in Berlin

---

**Landwirtschaftlicher Wasserbau.** Von Ministerialrat Dr.-Ing. **Gerhard Schroeder.** (Handbibliothek für Bauingenieure, III. Teil, 7. Band.) Mit etwa 265 Textabbildungen. Etwa 450 Seiten. Erscheint im Juni 1937

---

**Kanalisation und Abwasserreinigung.** Von Oberbaurat a.D. Professor **Wilhelm Geissler,** Dresden. (Handbibliothek für Bauingenieure, III. Teil, 6. Band.) Mit 302 Textabbildungen. VIII, 378 Seiten. 1933. Gebunden RM 31.50

---

**Handbuch der Hydrologie.**

Erster Band: **Wesen, Nachweis, Untersuchung und Gewinnung unterirdischer Wasser:** Quellen, Grundwasser, unterirdische Wasserläufe, Grundwasserfassungen. Von Zivil-Ing. **E. Prinz,** Berlin. Zweite, ergänzte Auflage. Mit 334 Textabbildungen. XIII, 422 Seiten. 1923. Gebunden RM 16.20

Zweiter Band: **Quellen (Süßwasser- und Mineralquellen).** Wesen, Chemismus, Aufsuchung, Nachweis, natürlicher Mechanismus, Bau von Fassungen, Beobachtung, Hygiene, Schutz. Von Zivil-Ing. **E. Prinz,** Berlin, und Direktor Professor Dr.-Ing. **R. Kampe,** Prag. Mit 274 Textabbildungen. VII, 290 Seiten. 1934. Gebunden RM 24.50

---

**Tabellenbuch für die Berechnung von Kanälen und Leitungen** sowie die Feststellung ihrer Durchflußgeschwindigkeiten, Durchflußmengen und Durchflußhöhen, der Konstruktion der Lichtprofile mit ihren Leistungs- und Geschwindigkeitskurven, der Profilinhalte, Profilmüfänge und hydraulischen Radien bei dem Entwerfen von Kanalisations- und Wasserversorgungsanlagen, Grundstücksentwässerungen, Be- und Entwässerungsleitungen, bei Meliorationsbauten und dergleichen. Bearbeitet und herausgegeben von Magistrats-Oberbaurat **E. Wild,** Berlin, unter Mitwirkung von Stadtbaumeister **O. Schöberlein,** Berlin. Mit 52 Tafeln. IV, 57 Seiten. 1931. Gebunden RM 22.95

---

**Rohrhydraulik.** Allgemeine Grundlagen, Forschung, Praktische Berechnung und Ausführung von Rohrleitungen. Von Priv.-Doz. Dr.-Ing. **Hugo Richter** VDI. Mit 192 Textabbildungen und 44 Zahlentafeln. IX, 256 Seiten. 1934. Gebunden RM 22.50

---

**Aufgaben aus dem Wasserbau.** Angewandte Hydraulik. 40 vollkommen durchgerechnete Beispiele. Von Dr.-Ing. **Otto Streck.** Zweite, berichtigte Auflage. Mit 133 Abbildungen, 35 Tabellen und 11 Tafeln. IX, 362 Seiten. 1929. Gebunden RM 10.80

---

**Das Fassungsvermögen von Rohrbrunnen und seine Bedeutung für die Grundwasserabsenkung, insbesondere für größere Absenkungstiefen.** Von Oberingenieur Dr.-Ing. **Willy Sichardt,** Regierungsbaumeister a. D. Mit 40 Textabbildungen. V, 89 Seiten. 1928. RM 6.75

---

**Konstruktion landwirtschaftlicher Bauwerke.** Von Dr.-Ing. **Th. Gesteschi,** Beratender Ingenieur, Berlin. Mit 426 Textabbildungen. VIII, 284 Seiten. 1930. Gebunden RM 43.20

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

---

**Der Kampf des Ingenieurs gegen Erde und Wasser im Grundbau.**

Von Hafengebäude-Direktor a. D. Professor Dr.-Ing. **A. Agatz**, Berlin, unter Mitarbeit von Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. **E. Schultze**, Berlin. Mit 155 Textabbildungen. VIII, 276 Seiten. 1936. Gebunden RM 26.40

---

**Der Grundbau.** Von Professor **Otto Franzius**, Hannover, unter Benutzung

einer ersten Bearbeitung von Regierungsbaumeister a. D. **O. Richter**, Frankfurt a. M. (Handbibliothek für Bauingenieure, III. Teil, 1. Band.) Mit 389 Textabbildungen. XIII, 360 Seiten. 1927. Gebunden RM 25.65

---

**Die Grundbautechnik und ihre maschinellen Hilfsmittel.** Von Baurat

Dipl.-Ing. **G. Hetzell**, Hamburg, und Oberbaurat Dipl.-Ing. **O. Wundram**, Hamburg. Mit 436 Textabbildungen. VI, 399 Seiten. 1929. Gebunden RM 31.50

---

Verlag von Julius Springer in Wien

---

**Der Grundbau.** Ein Handbuch für Studium und Praxis. Von Professor Ing.

Dr. techn. **Armin Schoklitsch**, Brünn. Mit 748 Abbildungen und 34 Tabellen. XII, 490 Seiten. 1932. Gebunden RM 62.—

---

**Der Wasserbau.** Ein Handbuch für Studium und Praxis. Von Professor Ing. Dr. techn. **Armin Schoklitsch**, Brünn.

Erster Band: Mit 708 Abbildungen und 74 Tabellen. XI, 484 Seiten. 1930. Gebunden RM 52.—  
Zweiter Band: Mit 1349 Abbildungen und 45 Tabellen. VI, 715 Seiten. 1930. Gebunden RM 78.—

---

**Grundwasserströmung.** Von Priv.-Doz. Dr.-Ing. **Robert Dachler**, Wien. Mit

74 Abbildungen im Text. VI, 141 Seiten. 1936. Gebunden RM 11.40

---

**Die Quellen.** Die geologischen Grundlagen der Quellenkunde für Ingenieure

aller Fachrichtungen sowie für Studierende der Naturwissenschaften. Von Professor Ing. Dr. phil. **Josef Stiny**, Wien. Mit 154 Abbildungen im Text. VIII, 255 Seiten. 1933. RM 16.—; gebunden RM 17.50

---

**Der Brunnenbau.** Von Brunnenmeister **Franz Bösenkopf**, Wien. Mit zahl-

reichen Beispielen ausgeführter Brunnenbauten und deren Berechnung, sowie mit 141 Abbildungen, 6 Tafeln und 5 Tabellen. V, 178 Seiten. 1928. Gebunden RM 11.20

---

**Ingenieurgeologie.** Herausgegeben von Professor Dr. **K. A. Redlich**, Prag,

Professor Dr. **K. v. Terzaghi**, Cambridge, Mass., und Priv.-Doz. Dr. **R. Kampe**, Prag, Direktor des Quellenamtes Karlsbad. Mit Beiträgen zahlreicher Fachgelehrter. Mit 417 Abbildungen im Text. X, 708 Seiten. 1929. Geb. RM 57.—

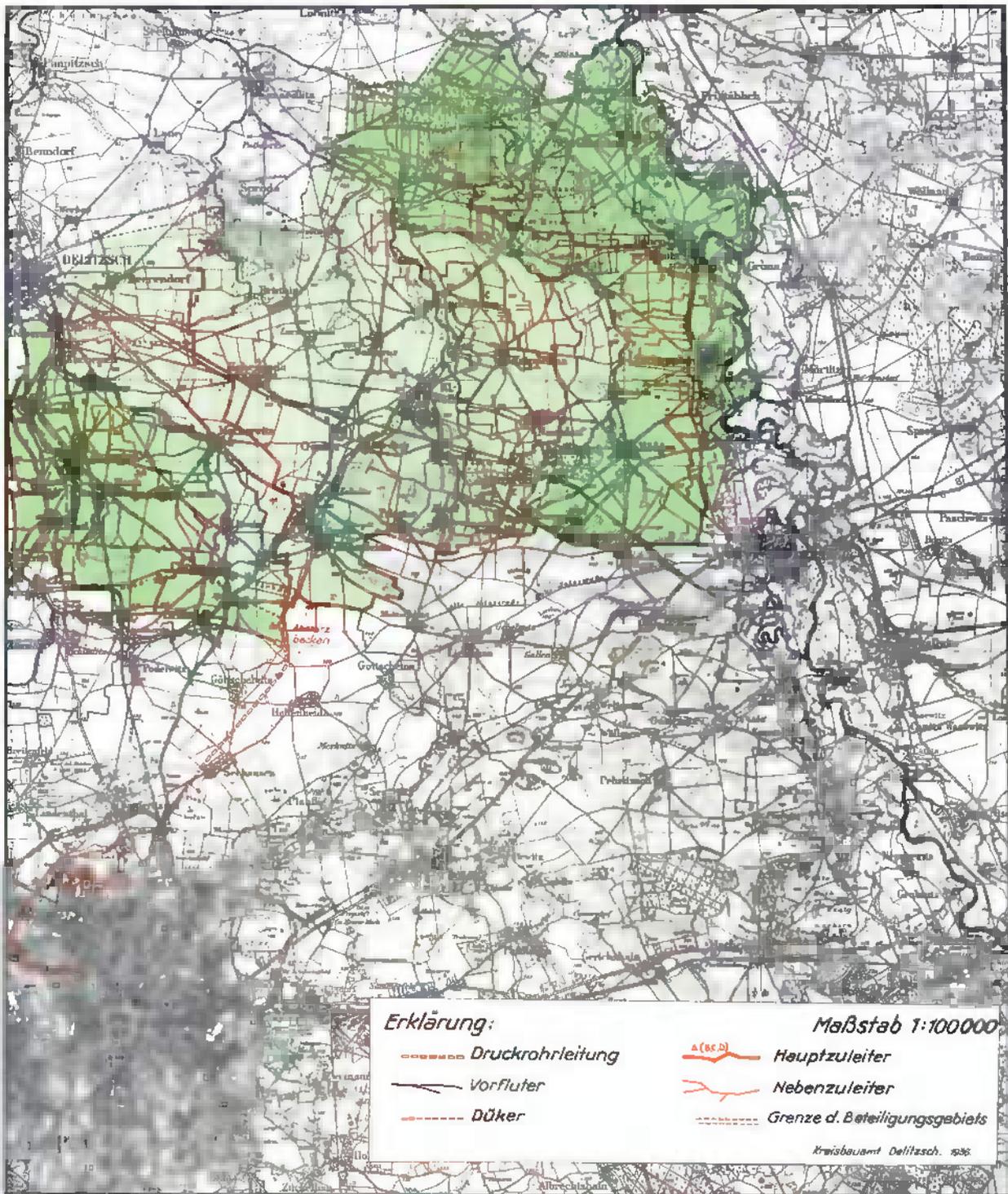
---

**Verwitterung in der Natur und an Bauwerken.** Für Bau-, Kultur- und

Erhaltungsingenieure, Architekten, Baumeister, Bergleute, Bodenkundler, Petrographen, Gewerbetreibende, Versuchsanstalten, Fabriks-, Bergbau-, Hütten-, Steinbruch-, Beton- und andere Betriebe und Verwaltungen, Werkstätten, Geologen, Physiker, Chemiker, Meteorologen, Geometer, Rechtskundige sowie politische Behörden und Verwaltungen. Von Professor Ing. **Vincenz Pollack**. (Technische Praxis, Bd. XXX.) Mit 120 Abbildungen und 1 Tafel. 580 Seiten. 1923. Gebunden RM 4.50

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



Stein, Verwertung er Abwässer

Übersichtskarte der Delitzscher Wasserverwertungs-Genossenschaft  
Grabennetz zur landwirtschaftlichen Verwertung von Leipziger Abwässern