

4. Ergänzende Bewässerung (künstliche Beregnung)

4.1. Einführung in das Aufgabengebiet

4.1.1. Geschichtliche Entwicklung

Die künstliche Beregnung entwickelte sich in Deutschland um die Jahrhundertwende. Die bekannten Bewässerungsverfahren – Bewässerung durch *Wasserstau* und durch *Berieselung* – ließen nur eine grobe Wassergabe zu. Aus der Erkenntnis heraus, daß für ein optimales Wachstum eine angemessene Wassermenge durch *geringe* und sich *oft wiederholende* Wassergaben notwendig ist, wurde nach einem Bewässerungsverfahren geforscht, mit dem Wassergaben planmäßig und auch in kleinen Mengen möglich sind.

Der heutige Stand der Beregnungstechnik entwickelte sich aus der *Schlauchberegnung*. Die ersten Feldberegnungsgeräte waren der Schlauch mit einem Rohrstück, auf dem mehrere Düsen angeordnet waren. Je länger der Schlauch und je mehr Düsen verwendet wurden, um so schwieriger gestaltete sich der Transport derartiger Geräte über den Acker. Zur Beregnungsanlage im heutigen Sinne kam es durch die Erfindung *Walter Krauses* tragbarer Düsenrohre, die durch Schnellkupplungen zu Regnerflügeln zusammengesetzt werden konnten.

Das Prinzip der Beregnungsanlagen hat sich in den letzten Jahrzehnten nicht wesentlich geändert. Die Konstruktionen der einzelnen Beregnungsfirmen sind einander weitgehend angeglichen. Sie sind bestrebt, die Mechanisierung – besonders in der Feldberegnung – zu vervollständigen.

Die für die Beregnung verwendeten Pumpen werden ständig mit dem Ziel einer einfachen Bedienung, Pflege und Wartung weiterentwickelt. Art und Größe der Pumpen werden den Forderungen der Landwirtschaft angepaßt, d. h., daß in den nächsten Jahren Pumpentypen verfügbar sein werden, die den *automatischen* Betrieb der Pumpenstationen wesentlich vereinfachen und somit die Störanfälligkeit erheblich vermindern.

Das Rohrmaterial (Asbestzement-Druckrohre, PVC-hart-Druckrohre) für Beregnungsanlagen hat eine lange Lebensdauer. Die zur Zeit verwendeten *Formstücke* halten allerdings mit der Lebensdauer nicht Schritt. Es ist daher notwendig, die Materialien der Formstücke denen der Rohre anzupassen. Der Grundstoff der PVC-hart-Druckrohre bietet hierzu die beste Voraussetzung.

Es werden zwei Arten von Beregnungsanlagen unterschieden:

- Klarwasserberegnungsanlagen
- Abwasserverregnungsanlagen

Bei *Klarwasserberechnungsanlagen* werden verwendet:

- Oberflächenwasser aus Flüssen, Seen, Kanälen, Teichen
- Grundwasser, das aus Brunnen entnommen wird.

Das gesamte Wasservorkommen (Oberflächenwasser, Grundwasser) wird durch die Organe des Amtes für Wasserwirtschaft beim Ministerrat verwaltet. Jede Wasserentnahme bedarf einer wasserrechtlichen Genehmigung. Diese so bereitgestellte Wassermenge ist für die Größe einer Berechnungsanlage ausschlaggebend.

Die Klarwasserberechnungsanlagen sind so gebaut, daß sie nur während der frostfreien Jahreszeiten betrieben werden können. Vor Eintritt des Frostes müssen diese Anlagen winterfest gemacht werden, d. h., die Pumpenanlage bzw. die Pumpenstationen und das gesamte Rohrnetz müssen entleert werden.

Die *Abwassererregungsanlagen* verwenden vorgeklärte städtische Abwässer, die über die Anlagen der VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung bereitgestellt werden.

4.1.2. Erläuterung der für die Berechnung notwendigen Begriffe

4.1.2.1. Berechnungsfläche

Als *Berechnungsfläche* wird die Fläche bezeichnet, die durch eine Berechnungsanlage künstlich beregnet werden kann.

Der Anteil der zu beregnenden Fläche eines landwirtschaftlichen Betriebes ergibt sich aus dem *möglichen Umfang* der Fläche, die mit beregnungswürdigen bzw. intensiven Kulturen bestellt werden kann.

Intensivkulturen haben einen relativ hohen Arbeitsaufwand. Bei der Festlegung ihres Umfanges ist zu beachten, daß der Arbeitskräftebesatz gesichert ist und die Berechnungsfläche in günstiger Verkehrslage zum Betrieb liegen muß.

Die Bodenqualität ist ausschlaggebend für die Beregnungswürdigkeit.

Steht die Größe der Berechnungsfläche fest, kann die Berechnungsanlage bemessen werden.

Eine Berechnungsanlage ist in der Anschaffung als auch im Betrieb ein verhältnismäßig teures Produktionsmittel. Sie bringt dafür aber dem landwirtschaftlichen Betrieb bei richtigem Einsatz hohe Mehrerträge.

4.1.2.2. Regengabe

Die *Regengabe* ist die Wassermenge, die der Pflanze über die natürlichen Niederschläge hinaus als *Zusatzregen* zugeführt werden muß, um ihren optimalen Wasserbedarf in jedem Entwicklungsstadium zu decken.

Die *natürliche Wasserversorgung* ist die Grundlage für den Einsatz der Beregnung; sie bestimmt die *Anzahl* und darüber hinaus auch die *Höhe* der Regengabe.

Praktische Erfahrungen und wissenschaftliche Untersuchungen haben ergeben, daß Einzelgaben zwischen 20 und 30 mm zweckmäßig sind.

In der Hauptwachstumszeit wird die obere Grenze zugrunde gelegt, in bestimmten Fällen sogar etwas überschritten. Bei der Berechnung ist davon auszugehen, daß

40 mm Tagesberegnung = 20 mm Naturregen,
30 mm Nachtberegnung = 20 mm Naturregen

entsprechen. Abend-, Nacht- und Morgenberegnung entsprechen annähernd dem natürlichen Regen.

4.1.2.3. Regendichte

Als Regendichte wird die Regenhöhe in Millimetern bezeichnet, die in einer Stunde auf die beregnete Fläche gefallen ist.

Bei *Landregen* beträgt die Regendichte weniger als 2 mm. Eine ähnliche geringe Regendichte soll durch die künstliche Beregnung (etwa 5 mm) erreicht werden. Niederschläge, die in Form eines Landregens niedergehen, sind für den Pflanzenwuchs sehr gut, denn die kleinen Tropfen wirken weder auf die Pflanzen noch auf den Boden schädlich. Die Regendichte eines Landregens läßt sich annähernd durch Schwachregner erreichen. *Starkregen*, wie Gewittergüsse und Sturzregen, wirkt nachteilig auf die Pflanzen und strukturzerstörend auf den Boden, besonders dann, wenn der Boden nicht durch Pflanzenbestand geschützt ist.

1 mm Zusatzregen auf eine Fläche von einem Hektar erfordert 10 m³ Wasser.

4.1.2.4. Schwach-, Mittelstark- und Starkberegnung

In der Beregnung werden je nach Regendichte unterschieden:

- die Schwachberegnung

Sie hat eine Regendichte bis 5 mm/h und wird mit *Schwachregnern* ausgeführt, die einen Düsendruck von 2,5 bis 4,5 at benötigen. Die Schwachberegnung kommt dem Landregen sehr nahe und ist für die Pflanzenkulturen sehr vorteilhaft. Angestrebt wird die Weitstrahl-Schwachberegnung.

- Die Mittelstarkberegnung

Die Regendichte beträgt 5 bis 15 mm/h; das Wasser wird mit *Mittelstarkregnern* bei einem Düsendruck von 3 bis 5 at verteilt. Sie eignet sich zur Beregnung aller Kulturen.

- Die Starkberegnung

Sie hat eine Regendichte über 15 mm/h und wird mit *Starkregnern* durchgeführt; es wird ein Düsendruck von 5 bis 12 at benötigt. Die Starkberegnung wird überwiegend auf Grünland und auf Böden mit möglichst geschlossenem Pflanzenbestand angewendet.

4.2. Einteilung bzw. Benennung der Regner

Die Regner werden eingeteilt nach

- ihrer Konstruktion bzw. Arbeitsweise,
- ihrer Niederschlagsdichte.

4.2.1. Einteilung der Regner nach ihrer Konstruktion bzw. Arbeitsweise

4.2.1.1. Feststehende Düsen- und Düsenflügelregner

Die älteste Form der Regner sind die feststehenden Düsen; sie werden auf jeden einzelnen Rohrstoß montiert. Mehrere Rohrstöbe zusammengesetzt, bilden einen Düsenflügel. Feststehende Düsen können auch auf ein Standrohr aufgesetzt werden.

Diese Düsen verregnen das Wasser kontinuierlich nach einer bzw. beiden Seiten. Die *Wurfweite* ist gering und beträgt bis 8,00 m. Die *Niederschlagsdichte*, die sehr hoch ist, hängt von der Bohrung der Düse und dem Betriebsdruck ab. Da die *Wasserverteilung* sehr ungünstig ist, werden zusammengesetzte Düsenflügelregner heute nur noch vereinzelt eingesetzt, und zwar im *Obstbau* zur Unterkronenberegnung sowie bei der *Abwassererregnung*. Ihr einziger Vorteil besteht darin, daß zum Betrieb nur ein geringer Druck benötigt wird. Solche Anlagen sind sehr arbeitsaufwendig.

4.2.1.2. Schwenkbare Düsen- oder Düsenrohrregner

Schwenkbare Düsen bestehen aus Spezialrohren, die mit Feinstrahldüsen versehen sind und durch einen Wassermotor um ihre eigene Achse hin und her geschwenkt werden. Die Feinstrahldüsen bestehen nur aus einfachen Bohrungen im schwenkbaren Rohr. Diese Regner haben eine sehr gleichmäßige *Wasserverteilung* und gewährleisten eine geringe bis mittlere *Niederschlagsdichte*. Die *Wurfweite* der Regner reicht bis zu 8,00 m. Sie sind gegen Windbewegung sehr empfindlich und haben eine geringe Flächenleistung.

4.2.1.3. Drehstrahlregner

Die Drehstrahlregner werden heute überwiegend in der Beregnung eingesetzt. Ein ständig umlaufender Strahl beregnet eine Kreisfläche. Die ständige Drehbewegung, nach der diese Regner benannt sind, erfolgt automatisch durch die Ausnutzung der kinetischen Energie des austretenden Wasserstrahles. Die Drehstrahlregner werden durch verschiedene Antriebsverfahren, die voneinander grundverschieden sind, angetrieben, und zwar durch:

- Turbinenräder
- Reaktionsdruck
- Propeller
- Turbinenrädchen und Propeller
- Schwinghebel

■ Antrieb durch Turbinenräder

Die Turbinenräder werden vom Hauptstrahl oder durch einen Nebenstrahl in schnelle Umdrehung versetzt. Das Turbinenrad treibt das Getriebe des Regners an, das den Regner in drehende Bewegung versetzt. Diese Art der Drehstrahlregner ist sehr stör anfällig und erfordert eine ständige Wartung.

■ Antrieb durch Reaktionsdruck

Bei diesem Verfahren wird der Reaktionsdruck des austretenden Wasserstrahles ausgenutzt. Das geschieht in der Weise, daß das Strahlrohr selbst oder nur die Düse nicht axial, sondern etwas *abgewinkelt* gestellt sind. Eine schräggestellte Prallfläche greift ständig in Abständen in den austretenden Wasserstrahl. Dieses sehr einfach erscheinende Verfahren führt zu einer schnellen Umdrehung des Regners, die durch *Hemmwerke* gebremst werden muß. Eine einwandfreie Regelung der Umlaufgeschwindigkeit des Regners ist mit diesem Verfahren auf die Dauer nicht zu erreichen. Die Hemmwerke nutzen sich allmählich ab und haben dann nicht mehr die ihnen zuge dachte Wirkung; sie müssen ständig reguliert werden.

■ Antrieb durch Propeller

Der Antrieb erfolgt mit schräggestellten Prallflächen in Form eines Propellers. Beim Durchgang des Propellers durch den Regnerstrahl wird ein vorübergehend auf den Propeller als auch auf das Regnerrohr wirkender Reaktionsdruck ausgelöst. Der Propeller und der Regner werden dadurch in drehende Bewegung gesetzt, der Propeller schnell und mehr oder weniger gleichmäßig und der Regner langsamer aber ruckartig. Die Drehgeschwindigkeit des Propellers läßt sich schwierig regeln, sie ist durch Wind einwirkung und von der Aufstellung abhängig.

■ Antrieb durch Turbinenrädchen und Propeller

Eine weitere Antriebsart ist die Kombination von Turbinenrädchen und Propeller. Hier hat das Turbinenrädchen die Aufgabe, den Propeller anzuwerfen und zu verhindern, daß dieser bei Windeinwirkung zum Stillstand kommt.

■ Antrieb durch Schwinghebel

Beim Antrieb durch Schwinghebel sind zwei Formen bekannt:

- der Gewichtshobel,
- ein durch eine Feder betätigter Schwinghebel.

Der Hebel wird in eine hin- und her- bzw. auf- und abschwingende Bewegung versetzt. An einem Ende des Hebels ist eine winklig zur Richtung des Regnerstrahles stehende *Prallfläche* angeordnet, die in den Regnerstrahl hineinschwingt. Durch den dabei entstehenden Reaktionsdruck wird der Hebel zurückgeworfen. Die Federkraft bzw. das Gewicht bewirkt die Umkehr des Schwinghebels. Die Bewegung des Schwinghebels wird für den Antrieb des Regners genutzt.

4.2.2. Einteilung der Regner nach der Niederschlagsdichte

Nach der Niederschlagsdichte werden unterschieden:

- Schwachregner mit einer Niederschlagsdichte bis 5 mm,
- Mittelstarkregner mit einer Niederschlagsdichte von 5 bis 15 mm,
- Starkregner mit einer Niederschlagsdichte über 15 mm.

4.2.2.1. Schwachregner (Typ S 57/2)

Schwachregner haben

- eine Düsenweite von 4,2 bis 7,0 mm,
- eine Wurfweite von 14 bis 20 m,
- einen Wasserverbrauch von 1,0 bis 3,8 m³/h.

Der notwendige Betriebsdruck liegt zwischen 2,5 und 4,5 at.

Hierdurch werden eine sehr gute Strahlaulösung und ein feiner Tropfenfall erreicht. Die geringe Niederschlagsdichte führt kaum zu Verkrustungen der Böden oder zu Beschädigungen der Jungpflanzen.

Schwachregner werden auf die Schnellkupplungsrohre mittels *Rohrschelle* und *Regnerkupplungsoberteil* direkt montiert, ohne daß besondere Formstücke in den Regnerflügel eingebaut werden müssen. Das Hülsenrohr mit Innengewinde wird auf den Gewindestutzen des Kupplungsoberteiles geschraubt, wobei das Rohr innen mit Hanf und Dichtungsmasse versehen werden muß. Der Regner Typ S 57/2 wird betriebsfertig mit der Düse 5 mm für 3,5 bis 4,5 kp/cm² Betriebsdruck geliefert. Bei Verwendung anderer Düsengrößen oder anderem Betriebsdruck ist eine langsamere oder schnellere Umdrehung des Strahlrohres durch *Drehung der Federraste* im Regnerknopf unter der Schutzkappe möglich. Zu diesem Zweck muß die Federraste nach unten gedrückt und dann nach rechts bzw. nach links gedreht werden.

Tabelle 1

Betriebsdaten eines Schwachregners (Schwachregner S 57/2)

Düsen- durch- messer mm	Druck an der Düse kp/cm ²	Wasser- bedarf m ³ /h	Wurf- weite m	Vorschub m		Berechnungs- fläche m ²		Niederschlags- dichte in mm/h	
				□	△	□	△	□	△
4,2	2,5	1,00	14	18	24/18	324	432	3,1	2,3
	3,5	1,15	15	18	24/24	324	576	3,5	2,0
	4,5	1,40	16	24	24/24	576	576	2,4	2,4
5,0	3,5	1,75	16	24	24/24	576	576	3,0	3,0
	4,5	2,00	17	24	30/24	576	720	3,5	2,8
6,0	3,5	2,60	17	24	30/24	576	720	4,5	3,6
	4,5	3,00	18	24	30/30	576	900	5,2	3,3
7,0	3,5	3,48	19	24	30/30	576	900	6,0	3,9
	4,5	3,80	20	24	30/30	576	900	6,6	4,2

- bei Aufstellung im Quadratverband
 △ bei Aufstellung im Dreieckverband

- Bei Rechtsdrehung wird die Feder gespannt
= schnellere Umdrehung des Strahlrohres,
- bei Linksdrehung entspannt sich die Feder
= langsamere Umdrehung.

Nach erfolgter Drehbewegung muß die Federraste nach oben in den feststehenden Kerbstift einrasten.

Der Regner wird abgeschmiert geliefert und ist nach etwa 50 Betriebsstunden an den zwei Schmiernippeln mit einer Fettpresse abzuschmieren. Es ist zum Schmieren nicht-harzendes, wasserfestes Fett zu verwenden.

Schwachregner gewährleisten durch die verschiedenen Düsenweiten eine Niederschlagsdichte von 3,1 bis 6,6 mm/h.

4.2.2.2. Mittelstarkregner

Mittelstarkregner vom Typ MW 63 haben

- Düsenweiten von 8 bis 24 mm,
 - eine Wurfweite von 24 bis 39 m,
 - einen Wasserverbrauch von 16,5 bis 54,5 m³/h.
- Der erforderliche Betriebsdruck beträgt 3 bis 5 at.

Tabelle 2

Betriebsdaten des Mittelstarkregners MW 63

Düsen- weite mm	Druck am Regner kp/cm ²	Wurf- weite m	Wasser- bedarf m ³ /h	Regnerabstand		Berechnungs- fläche m ²		Niederschlags- dichte in mm/h	
				□	△	□	△	□	△
8/14	3	24	16,62	30/30	30/36	900	1080	18,47	15,39
	4	26	19,32	30/36	36/36	1080	1296	17,89	14,91
	5	27	21,00	30/36	36/36	1080	1296	19,44	16,20
8/16	3	25,5	19,22	30/30	36/36	900	1296	21,35	14,83
	4	29	22,62	36/36	42/42	1296	1764	17,45	12,82
	5	32	25,56	36/42	42/48	1512	2016	16,90	12,68
10/18	3	27	25,50	30/36	36/36	1080	1296	23,61	19,67
	4	32	29,22	36/42	42/48	1512	2016	19,32	14,49
	5	37	32,40	42/48	54/54	2016	2916	16,07	11,11
10/20	4	34	34,26	42/42	48/48	1764	2304	19,42	14,87
	5	38	38,70	42/48	54/54	2016	2916	19,20	13,27
12/22	4	35	42,84	42/42	48/48	1764	2304	24,28	18,59
	5	38	46,14	42/48	54/54	2016	2916	22,89	15,82
12/24	4	36	48,00	42/48	48/54	2016	2592	23,81	18,52
	5	39	54,54	48/48	54/54	2304	2916	23,67	18,70

- bei Aufstellung im Viereckverband
△ bei Aufstellung im Dreieckverband

Die Regner sind als *Weitstrahlregner* ausgebildet.

Der *Regner MW 63* hat als Anschluß ein KKV-Stück NW 80 (Vaterteil nach TGL 33-44630) und kann auf ein T-Stück KT 2 (nach TGL 33-44633 und TGL 33-44634) oder ähnliche Formteile mit Anschluß eines KKM-Stückes NW 80 (Mutterteil nach TGL 33-44631) gekuppelt werden. Er wird betriebsfertig für 3,5 bis 4,5 kp/cm² Betriebsdruck am Regner geliefert. Bei Verwendung anderer Düsengrößen oder bei anderem Druck ist eine langsamere oder schnellere Umdrehung des Regner-T-Stückes mit Strahlrohr durch *Drehung der Federraste* zu erreichen. Die Drehbewegungen erfolgen wie bei der Einstellung des Schwachregners.

Zu den Mittelstarkregnern gehören auch die *Universalregner U 64*. Sie haben

- eine Düsenweite von 6,4 bis 11,7 mm,
 - eine Wurfweite von 15 bis 26 m,
 - einen Wasserverbrauch von 2,22 bis 10,56 m³/h.
- Der erforderliche Betriebsdruck liegt zwischen 2,5 und 4,5 kp/cm².

Der Regner U 64 wird auf die Schnellkupplungsrohre mittels einer *Rohrschelle* direkt montiert, ohne daß besondere Formstücke in den Regnerflügel eingebaut werden müssen. Der Anschluß des Regnerhülsenrohres ist so ausgebildet, daß der Regner direkt auf der Rohrschelle befestigt werden kann. Hier ist das Kupplungsoberteil nicht notwendig.

Die Einstellung bei Änderung des Betriebsdruckes – der Regner wird für den Betriebsdruck 3 bis 4 kp/cm² geliefert – erfolgt wie beim Schwachregner durch Links- und Rechtsdrehung.

Tabelle 3

Betriebsdaten des Mittelstarkregners M 64

Düsen- weiten mm	Druck am Regner kp/cm ²	Wurf- weite m	Wasser- bedarf m ³ /h	Regnerabstand		Beregnungs- fläche m ²		Niederschlags- dichte in mm/h	
				m □	△	□	△	□	△
6,4	2,5	15	2,22	18/18	18/24	324	432	6,85	5,13
6,4	3,5	17	2,64	18/24	24/24	432	576	6,11	4,58
6,4	4,5	18	3,00	18/24	24/24	432	576	6,94	5,20
7,7	2,5	18	3,24	24/24	24/30	576	720	5,62	4,50
7,7	3,5	19	4,02	24/24	24/30	576	720	6,97	5,58
7,7	4,5	19	4,62	24/24	24/30	576	720	8,02	6,41
9,8	2,5	19	5,52	24/24	24/30	576	720	9,58	7,66
9,8	3,5	21	6,54	24/24	30/30	576	900	11,18	7,26
9,8	4,5	23	7,44	24/30	30/36	720	1080	10,33	6,88
11,7	2,5	20	8,04	24/24	30/30	576	900	13,95	8,93
11,7	3,5	24,5	9,46	30/30	30/36	900	1080	10,51	8,75
11,7	4,5	26	10,56	30/36	36/36	1080	1296	9,77	8,14

□ bei Aufstellung im Viereckverband bzw. Quadratverband

△ bei Aufstellung im Dreieckverband

Der Regner besteht größtenteils aus dem Kunststoff Polyamid B, der die Eigenschaft hat, aus seiner Umgebung Feuchtigkeit aufzunehmen (abhängig von den Wanddicken bis zu 12%). Dadurch erhalten Teile aus Polyamid B eine ausgezeichnete Elastizität. Eine trockene Lagerung (unter 70% relative Luftfeuchte) ist zu vermeiden, da hier das Material austrocknet, es seine guten Eigenschaften verliert und spröde wird. Ausgetrocknete Regner sollten 24 Stunden in Wasser gelegt werden; sie erhalten danach ihre guten Festigkeitseigenschaften zurück.

4.2.2.3. Starkregner

Starkregner haben

- eine Düsenweite von 15 bis 24 mm,
 - eine Wurfweite von 32 bis 38 m,
 - einen Wasserverbrauch von 32,0 bis 52,0 m³/h.
- Der Düsendruck liegt zwischen 5 und 12 at.

Mit diesen Regnern werden vorwiegend Grünland und Böden mit möglichst geschlossenem Pflanzenbestand beregnet. Die technischen Daten sind den Betriebsanweisungen und dem Prospektmaterial zu entnehmen. Starkregner werden in den sozialistischen Landwirtschaftsbetrieben nur selten eingesetzt.

AUFGABEN

1. Nennen Sie die in der Landwirtschaft vorwiegend eingesetzten Regner (hinsichtlich ihrer Konstruktion)!
 - a) Schildern Sie ihre wichtigsten Merkmale!
 - b) Welche Vorteile bzw. Nachteile haben die einzelnen Regner?
2. Welche Regner werden in Ihrem Betrieb angewendet?
Begründen Sie, warum gerade diese Typen eingesetzt werden!

4.3. Regnertechnologie

4.3.1. Regnerdüse

Die Regnerdüse ist der wichtigste Teil des Regners, gibt dem Wasserstrahl die Form und läßt ihn in die Luft austreten.

Von der Funktion der Düse hängt die Wirkung der Beregnung ab.

Zu Beginn der künstlichen Beregnung wurden feststehende Düsen verwendet. Bei den Regnern neuerer und neuester Bauart befindet sich die Regnerdüse im freien Ende des Strahlrohres und ist auswechselbar.

Die Abmessungen der Düsen liegen zwischen 4 und 24 mm in verschiedenen Abstufungen.

Unterschiedlicher Druck an den Regnern, bedingt durch unterschiedliche Geländehöhen und durch Rohrreibungsverluste, erfordert verschiedene Düsendrücke, um den nötigen Wirkungsgrad des Regners zu gewährleisten. Dadurch kann die Fläche *gleichmäßig* berechnet werden, d. h., bei unterschiedlichen Druckverhältnissen lassen sich durch *Auswechseln der Düse* trotzdem gleichgroße Wurfweiten erreichen. Allerdings steigt bei größeren Niederschlagshöhen der Wasserverbrauch.

Beispiel: Schwachregner 1 hat an der Düse 4,5 kp/cm² Druck, der höhergelegene Schwachregner 2 hat an der Düse nur noch 3,5 kp/cm² Druck.

Beide Regner sollen die gleiche Wurfweite haben.

Tabelle 4

	Düsen σ mm	Druck an der Düse kp/cm ²	Wurfweite m	Wasserbedarf m ³ /h	Niederschlags- höhe mm
Regner 1	5,0	4,5	17	2,00	3,5
Regner 2	6,0	3,5	17	2,60	4,5

4.3.2. Wurfweite

Unter Wurfweite ist die Entfernung vom Regner bis zur Zone des äußersten Tropfenfalles bei stehendem Regner und Windstille zu verstehen.

Sie entsteht durch den *Düsendruck* und den *Erhebungswinkel* des Strahlrohres, der bei etwa 45° die größte Wurfweite zuläßt. Negativ auf die Entfernung wirkende Faktoren, wie z. B. fortschreitende Strahlaulösung (hervorgerufen durch die Drehbewegung des Regners und durch die Strahlstörung), vermindern die Wurfweite. Der Regenstrahl garantiert nur bis zur Zone des stärksten Tropfenfalls eine ausreichende Regendichte. Versuche haben gezeigt, daß der günstige Erhebungswinkel für Drehstrahlregner bei 30 bis 32° liegt. Der nutzbare Teil der Wurfweite liegt somit etwa zwischen 70 und 85 % der größten Wurfweite.

4.3.3. Regnervorschub

Regnervorschub ist das Verlagern des Regnerflügels von der alten in die neue Arbeitsstellung.

Der Regnervorschub ist abhängig von der *Wurfweite* der eingesetzten Regner. Da bei den halbstationären Berechnungsanlagen vorwiegend Regner mit Wurfweiten von 12,0 bis 18,0 m eingesetzt werden, muß der Abstand der Hydranten so bemessen sein, daß zwischen ihnen ein 3facher Regnervorschub von jeweils 24,0 m möglich ist.

Die Regendichte bestimmt den zeitlichen Regnervorschub.

4.3.4. Düsendruck und Betriebsdruck

Unter Düsendruck ist der Druck zu verstehen, der unmittelbar im Regner vor der Düse herrscht.

Betriebsdruck ist der tatsächlich vorhandene oder zulässige Überdruck (es ist der Innendruck in Rohrleitungen, Formstücken und Armaturen) im Rohrleitungssystem.

Der zulässige *Betriebsdruck* stellt den unter den üblichen Betriebsverhältnissen auftretenden maximalen Überdruck ohne Berücksichtigung von Druckstößen dar.

Der Betriebsdruck ist ausschlaggebend für die Bemessung aller Anlagenteile.

Beregnungsanlagen werden mit einem Betriebsdruck von 6 bis > 10 at ausgelegt, wobei die Pumpen eine Förderhöhe von 80 bis 100 m haben müssen. Die Rohrleitungen werden so bemessen, daß trotz Rohrreibungsverlusten am Regner dieser in der ungünstigsten Stelle in der Anlage immer noch einen Betriebsdruck von 3,5 at für seinen funktionsfähigen Betrieb hat. Bei Regnern, die in der Nähe des Pumpwerkes betrieben werden, muß der Betriebsdruck des Regners am Hydrantenschieber geregelt werden, so daß auch hier nur der notwendige Betriebsdruck besteht.

4.3.5. Regnerabstand

Den Regnerabstand bestimmt die *Wurfweite* des jeweiligen Regnertypes.

Die Regneraufstellung bzw. Regneranordnung ist so vorzunehmen, daß keine Flächen zwischen den Regnern unberechnet bleiben.

Dabei muß eine möglichst *gleichmäßige* Wasserverteilung erreicht werden.

4.3.6. Regneranordnung

Unter Regneranordnung ist die Aufstellung der Regner für die Beregnung im Verband zu verstehen.

In der Feldberegnung werden ausschließlich *Drehstrahlregner* eingesetzt. Eine Überschneidung der beregneten Flächen ist daher unvermeidbar, wenn keine Teilstücke zwischen den Beregnungskreisen unberechnet bleiben sollen. Die Überschneidung auf ein Minimum zu beschränken, ist von der Regneraufstellung abhängig.

4.3.6.1. Regneraufstellung im Dreieckverband

Auf den einzelnen Regnerflügeln werden die Regner vorsatz angeordnet, daraus ergibt sich im Beregnungsbetrieb die Aufstellung im Dreieckverband (siehe auch Abb. 1, S. 166 oben).

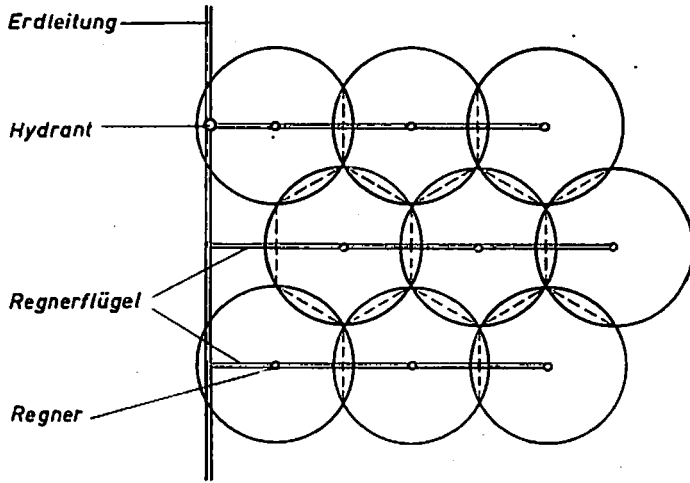


Abb. 1
Regneraufstellung
im Dreieckverband

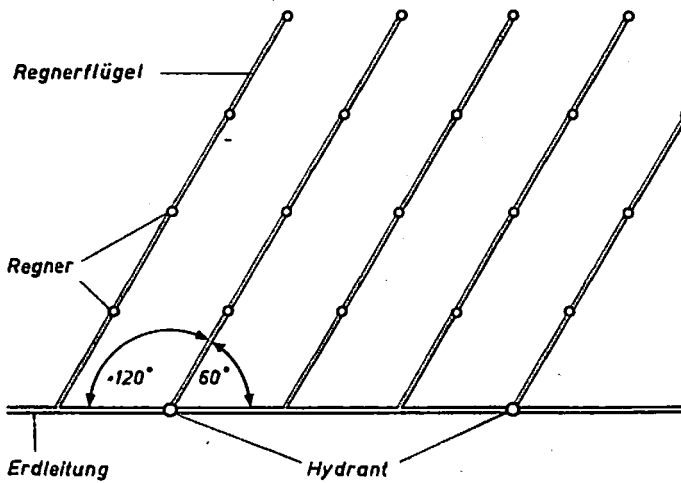


Abb. 2
Regnerflügelanordnung
für Dreieckverband
in Schrägstellung

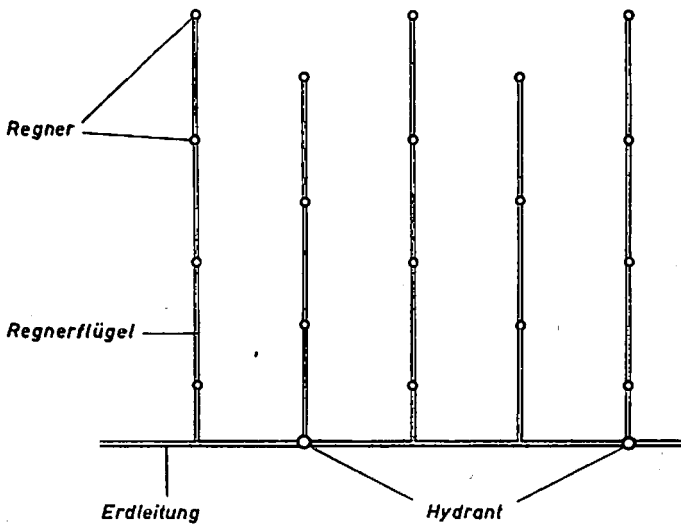


Abb. 3
Regnerflügelanordnung
für Dreieckverband

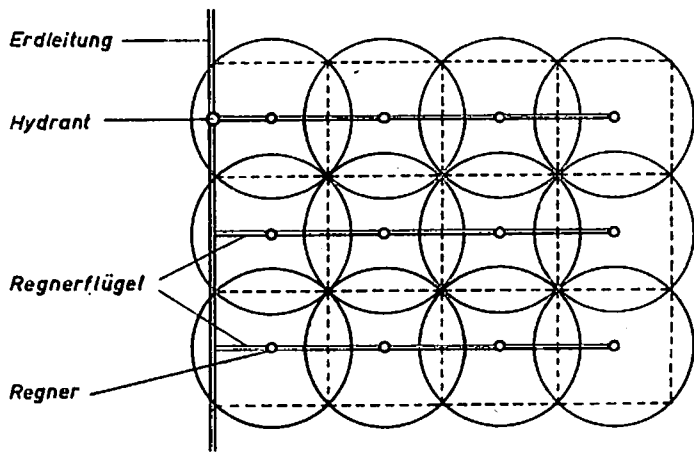
Ebenfalls kann eine Aufstellung im Dreieckverband erreicht werden, wenn die Regner auf dem Regnerflügel in gleichen Abständen angeordnet werden, jedoch die Regnerflügel in einer Abwinkelung von 60° zur Schaltleitung bzw. Hauptleitung verlegt werden (Abb. 2 und 3).

Bei der Aufstellung im Dreieckverband erfolgt eine Überschneidung der Berechnungsflächen von etwa 21 %.

4.3.6.2. Regneraufstellung im Viereck- bzw. Quadratverband

Beim Einsatz der Drehstrahlregner wird eine Kreisfläche berechnet. Auf den Regnerflügeln werden die Regner in gleichen Abständen angeordnet. Durch diese Einteilung ergibt sich im Beregnungsbetrieb der Viereck- bzw. Quadratverband (Abb. 4), wobei sich eine Überschneidung der Berechnungsflächen von etwa 55 % ergibt.

Abb. 4
Regneraufstellung im
Viereckverband



4.3.7. Standdauer eines Regners in Minuten für eine bestimmte Regenhöhe

Für jede Beregnungsanlage wird nach hydraulischen Berechnungen ein bestimmter Regnertyp festgelegt. Nach den Leistungen des Regners (mehrere zusammen auf einem Regnerflügel) wird der *Beregnungsplan* aufgestellt, dem der Bedarf der einzelnen Kulturen an Zusatzregen zugrunde liegt. Dieser Bedarf wird in einer Regenmenge nach *mm Höhe* ausgedrückt. Die Regenmenge wird in Einzelgaben, über den Bedarfszeitraum verteilt, als zusätzlicher Regen für die Kulturen gegeben. Für die Standdauer eines Regners sind daher zwei Angaben notwendig:

- Höhe der Einzelgabe,
- Art des Regnertyps.

Beispiel:

Vorgesehen ist eine Einzelgabe von 20 mm. Es wird ein *Schwachregner* eingesetzt (Typ S 57/2), der eine Düsenweite von 6 mm hat, die eine Niederschlagsdichte von 5,2 mm/h ermöglicht. Die Aufstellung erfolgt im Quadratverband.

Die Standdauer wird wie folgt berechnet:

$$\frac{\text{Einzelgabe (mm)}}{\text{Regendichte (mm/h)}} = \text{Standdauer (h)}$$
$$\frac{20}{5,2} = 3,85 \text{ h} = 231 \text{ min}$$

Die gleiche Einzelgabe von 20 mm soll mit einem *Mittelstarkregner* vom Typ MW 63 mit Düsenweiten von 8/16 mm durchgeführt werden, der eine Niederschlagsdichte von 17,45 mm/h hat:

$$\frac{20}{17,45} = 1,15 \text{ Stunden} = 69 \text{ min.}$$

Wie aus den Beispielen ersichtlich ist, läßt sich die gleiche Höhe der Einzelgaben mit jedem Regnertyp ausbringen. Doch ist der Tatsache Rechnung zu tragen, daß nur mit der Regnergröße gearbeitet wird, die für ihren wirtschaftlichen Einsatz berechnet und für die Beregnungsanlage projektiert ist.

4.4. Arten der Beregnungsanlagen

Im Laufe der Jahre haben sich für die Belange der Landwirtschaft drei Arten von Beregnungsanlagen als zweckmäßig erwiesen:

- stationäre (ortsfeste) Anlagen,
- halbstationäre Anlagen,
- vollbewegliche Anlagen.

4.4.1. Stationäre Anlagen

Bei der stationären Beregnungsanlage ist das gesamte Rohrnetz der Anlage *ortsfest* im Boden verlegt. Jeder Hydrant muß während der Wasserentnahme mit einem Regner ausgerüstet sein. Hier werden *Mittelstark-* und *Starkregner* mit großen Wurfweiten eingesetzt.

Die Anlage läßt sich weitestgehend automatisieren und erfordert für den Betrieb einen geringen Arbeitsaufwand. Außer dem Ein- und Ausschalten der Pumpen sind keinerlei Bedienungs- und Umbauarbeiten notwendig.

Für die Wasserzuführung ist bei einer stationären Beregnungsanlage eine ortsfeste Pumpenstation zweckmäßig. Nur in seltenen Fällen kann diese Beregnungsanlage an ein zentrales Wasserleitungsnetz angeschlossen werden.

Die Größenordnung stationärer Anlagen kann sehr unterschiedlich sein. Die hohen *Anlagekosten* und der große *Materialaufwand* sind u. a. ein Grund dafür, daß die stationären Beregnungsanlagen nur noch sehr selten in der Landwirtschaft anzutreffen sind.

Die Anlagekosten betragen im Mittel etwa 10000,— bis 12000,— M/ha.

4.4.2. Halbstationäre Anlagen

Bei halbstationären Beregnungsanlagen sind die Pumpenwerke bzw. Pumpenstationen ortsfest angelegt. Die *Hauptleitungen* sind im Boden verlegte Rohrleitungen mit ortsfesten Entnahmehydranten. Dagegen bestehen die *Schallleitungen* und die *Regnerflügel* aus oberirdisch verlegten beweglichen *Schnellkupplungsrohren*, die an die Hydranten angeschlossen werden.

Bei kleinen Anlagen sind die Anlagekosten verhältnismäßig hoch.

Die wirtschaftliche Größe für halbstationäre Beregnungsanlagen liegt bei einer Größenordnung zwischen 200 und 500 ha.

Wird die Beregnungsfläche größer als 500 ha, so steigen die Anlagekosten wieder, jedoch werden die Lohnkosten für den Betrieb der Anlage – bezogen auf den Hektar – geringer.

Die Anlagekosten bei halbstationären Beregnungsanlagen liegen etwa zwischen 2500,- und 5000,- M/ha.

Sie können auch noch höher liegen; denn die Länge der Wasserzuleitung zum Beregnungsgebiet beeinflusst die Anlagekosten wesentlich.

In der Deutschen Demokratischen Republik sind die halbstationären Beregnungsanlagen zur Zeit die *zweckmäßigste* Form für die Großflächenberegnung.

4.4.3. Vollbewegliche Anlagen

4.4.3.1. Allgemeine Beschreibung

Bei einer vollbeweglichen Beregnungsanlage sind alle Anlagenteile, wie Pumpenaggregate, Rohrleitungen und Regner, fahr- oder tragbar und demzufolge nicht an einen bestimmten Standort gebunden.

Die Kapazität der vollbeweglichen Beregnungsanlagen ist aus hydraulischen Gründen begrenzt. Sie werden deshalb bei der Beregnung kleinerer Flächen (bis etwa 50 ha Beregnungsfläche) eingesetzt.

Der Betrieb vollbeweglicher Beregnungsanlagen ist mit einem relativ hohen *Arbeitsaufwand* verbunden. Bei einer Pumpenleistung von 50 m³/h können etwa 20 ha Beregnungsfläche von einem Beregnungswärter betreut werden.

Die Anlagekosten betragen bei vollbeweglichen Beregnungsanlagen mit Pumpenleistungen von 50 bis 100 m³/h etwa 1000,- M/ha.

Vollbewegliche Beregnungsanlagen haben eine bestimmte Leistungskapazität. Sie wird durch die *Pumpenfördermenge* bestimmt. Wird diese übertroffen, d. h., werden mehr Regner angeschlossen als in der Regnerleistungstabelle angegeben, wird dadurch die Pumpenfördermenge überschritten und zwangsläufig der Antriebmotor am Pumpenaggregat überlastet. Der Motor wird nach kurzer Zeit schadhast, die Pumpe bringt nicht mehr die volle Fördermenge, und der Betriebsdruck läßt nach. Die Regner erreichen nicht mehr die volle Wurfweite und verursachen einen groben Tropfenfall.

Beim Betrieb der vollbeweglichen Beregnungsanlagen ist es daher notwendig, die vorgegebenen *Betriebsrichtlinien* einzuhalten. Eine höhere Leistung kann nur durch eine den Forderungen entsprechende Anlage erreicht werden.

4.4.3.2. Beregnungsanlage — Standardausführung, 50 m³/h — vollbeweglich

Dieser Typ der Beregnungsanlagen wird seit 1968 nicht mehr hergestellt. Es sind eine große Anzahl solcher Anlagen noch in Betrieb. Die nachfolgenden Angaben dienen zur Information.

Zur Ausrüstung einer vollbeweglichen Beregnungsanlage — Standardausführung für 50 m³/h Leistung — (DDR-Produktion) gehören:

• Pumpenteil

- 1 fahrbares, luftbereiftes und vollverkleidetes Pumpenaggregat (Leistung 50 m³/h; manometrische Förderhöhe 60,00 m) mit 24-PS-Dieselmotor und elektrischem Anlasser, Lichtmaschine, 2 Batterien, Anlaßschalter, Handfüllpumpe mit etwa 8,00 m langen 1"-Schlauch und 1"-Saugkorb mit Fußventil sowie saugseitigem Anschluß für Kunststoffverrognung mit etwa 2,00 m langem 1"-Schlauch
- 1 Saugleitung mit Saugschlauch (3 × 1,6 m lang) und Leichtmetallsaugkorb mit Fußventil A und 2 Kupplungsschlüsseln
- 1 Druckleitungsanschluß, passend zum Aggregat für NW 100

• Rohrmaterial

- 100 Schnelkupplungsrohre — SK — NW 100, etwa 5,8 m lang
- 85 Schnelkupplungsrohre — SK — NW 80, etwa 5,8 m lang
- 32 T-Stücke mit Schieber — KT₃ — NW 100/80
- 14 T-Stücke mit Schieber — KT₃ — NW 80
- 4 Schieberzwischenstücke — KZA — NW 100
- 4 Schieberzwischenstücke — KZA — NW 80
- 4 Schwanenhalsbogen — KRSB — V/M — NW 80
- 4 Bogen 90° — KRKB — 90° — NW 100
- 2 Verschlussstücke — KVX — NW 100
- 6 Verschlussstücke — KVX — NW 80
- 2 Verschlussstücke — KMX — NW 100
- 1 T-Stück mit Schieber — KT₃A — NW 100
- 2 Großflächenregner PR 52/2 mit 16- und 18 mm-Düse
- 8 Wechseldüsen für PR 52/2, je 2 Stück 14, 20, 22 und 24 mm
- 25 Mittelstarkregner MS 61 mit 8-mm-Düse
- 50 Wechseldüsen für MS 61, je 25 Stück 10 und 12 mm
- 25 Kupplungsoberteile für Regner
- 25 Rohrschellen für Regner
- 25 Blindkupplungen
- 142 Stützböcke — KRS — NW 100
- 107 Stützböcke — KRS — NW 80
- 150 Gummiringe — KKG — NW 100
- 130 Gummiringe — KKG — NW 80

4.4.3.3. Beregnungsanlage — Standardausführung, 100 m³/h — vollbeweglich

Auch dieser Typ wird seit 1968 nicht mehr hergestellt. Folgende Ausrüstungsteile gehören zur Anlage:

- **Pumpenteil**

- 1 fahrbares, luftbereiftes und vollverkleidetes Pumpenaggregat (Leistung 100 m³/h) mit 40-PS-Dieselmotor – die übrigen Zubehörteile sind die gleichen wie beim Aggregat mit 50 m³/h
- 1 Saugleitung mit Saugschlauch (etwa 6,00 m lang) und Saugkorb mit Fußventil Gr. A
- 1 Druckleitungsanschluß, passend zum Aggregat NW 125

- **Rohrmaterial**

- 100 Schnellkupplungsrohre – SK – NW 125, etwa 5,8 m lang
- 85 Schnellkupplungsrohre – SK – NW 80, etwa 5,8 m lang
- 32 T-Stücke mit Schieber – KT₂ – NW 125/80
- 14 T-Stücke mit Schieber – KT₂ – NW 80
- 4 Schieberzwischenstücke – KZA – NW 125
- 4 Schieberzwischenstücke – KZA – NW 80
- 4 Schwanenhalsbogen – KRSB – V/M – NW 80
- 4 Bogen 90° – KRKB 90° – NW 125
- 2 Verschlußstücke – KVX – NW 125
- 6 Verschlußstücke – KVX – NW 80
- 2 Verschlußstücke – KMX – NW 125
- 1 T-Stück mit Schieber – KT₂A – NW 125
- 4 Großflächenregner PR 52/2 mit 16- und 18-mm-Düse
- 16 Wechseldüsen für PR 52/2, je 4 Stück 14, 20, 22 und 24 mm
- 30 Mittelstarkregner MS 61 mit 8-mm-Düse
- 60 Wechseldüsen für MS 61, je 30 Stück 10 und 12 mm
- 30 Kupplungsoberteile für Regner
- 30 Rohrschellen für Regner
- 30 Blindkupplungen
- 142 Stützböcke – KRS – NW 125
- 107 Stützböcke – KRS – NW 80
- 150 Gummiringe – KKG – NW 125
- 130 Gummiringe – KKG – NW 80
- 1 Anschlußteil – KVF – NW 125

4.4.3.4. Beregnungsanlage Z-50-D (140 m³/h) für eine Beregnungsfläche von etwa 75 ha – vollbeweglich

Diese Anlage ist ein Import aus der ČSSR. Die Abmessungen der Rohrmaterialien sind ähnlich den Rohren und Formstücken aus der DDR-Produktion. Die Rohrverbindungen werden durch *Schnellkupplungen* hergestellt. Sie passen zueinander, d. h., ein Schnellkupplungsrohr 120 Ø der ČSSR-Produktion kann mit einem Schnellkupplungsrohr NW 125 aus der DDR-Produktion verbunden werden. Zur Ausrüstung einer 75-ha-Anlage gehören:

- **Pumpenteil**

- 1 Aggregat Typ IRIS 2350-D-P, bestehend aus:
 - Pumpe 125 – NQD und Dieselmotor 3 D-110 A mit 140 m³/h Fördermenge, 78 m Förderhöhe, Dieselmwächter, Plastverkleidung und vollmechanische Einrichtung zur Entlüftung der Saugleitung
- 1 Saugleitung, bestehend aus:
 - 1 Saugkorb 150 mm Ø
 - 1 Saugschlauch 150 mm Ø mit Schnellkupplung
 - 2 Saugrohren 150 mm Ø mit Schnellkupplungen

- 1 äußere Kupplung mit Flansch 150 mm \varnothing
(entspricht DDR-Standard – E-Stück mit Flansch KE –)
- 1 äußere Kupplung mit Flansch 150 mm \varnothing
(entspricht DDR-Standard – F-Stück mit Flansch KF –)

• Rohrmaterial

- 1 Verbindungsrohr SP 150 mm \varnothing
- 100 Schnellkupplungsrohre 120 mm \varnothing (6 m lang)
aus Aluminium (Anschluß an NW 125 des DDR-Standards TGL 33-44632 – Rohr SK möglich)
- 120 Schnellkupplungsrohre 102 mm \varnothing (6 m lang)
aus Aluminium (Anschluß an NW 100 des DDR-Standards TGL 33-44632 – Rohr SK möglich)
- 21 Schieberabzweig KT_2 102/102 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44633 – T-Stück mit Absperrschieber – KT_2)
- 26 Schieberabzweig KT_3 120/102 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44634 – T-Stück mit Absperrschieber – KT_2)
- 1 Doppelabzweig KT-Stück ohne Schieber 120/120 mm \varnothing , Eintrittsseite mit Vaterteil, Auslaufseiten mit Mutterteilen aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht keinem DDR-Standard)
- 6 Verbindungsstücke Schwanenhals mit Vater- und Mutterteil 102 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44643 Schwanenhalsbogen KRSB – VM)
- 2 Bogen 90° 120 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44639 Bogen KRKB 90°)
- 2 Bogen 90° 102 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44639, Bogen KRKB 90°)
- 1 Reduzierstück 120/102 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44644, Übergangsstück SKR)
- 1 Reduzierstück 150/120 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44644, Übergangsstück SKR)
- 2 Schieberzwischenstücke 120 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44637 Zwischenstück KZA)
- 4 Schieberzwischenstücke 102 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44637 Zwischenstück KZA)
- 4 Endstücke – Vaterteil 120 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44647 Verschlußstück KVX)
- 6 Endstücke – Mutterteil 102 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44647 Verschlußstücke KVX)
- 133 Stützfüße 120 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44656 Stützbock KRS)
- 153 Stützfüße 102 mm \varnothing aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht DDR-Standard TGL 33-44656, Stützbock KRS)
- 1 Stützfuß 150 mm \varnothing , Konstruktion SIGMA, aus Stahl, Oberfläche verzinkt (entspricht keinem DDR-Standard)

Die Komplettierung erfolgt durch DDR-Erzeugnisse, zu denen gehören:

- 42 Regner U 64 (davon 4 Reserve)
- 42 Rohrschellen NW 100 mit Dichtringen (davon 4 Reserve)
- 42 Blindkupplungen (davon 4 Reserve)
- 150 Gummiringe – KKG – NW 100 (davon 12 Reserve)
- 175 Gummiringe – KKG – NW 125 (davon 15 Reserve)

An Stelle des *Regners U 64* können auch andere Regner gewählt werden. Bei Verwendung von Schwachregnern S 57/2 ist zu beachten, daß die *Kupplungsoberteile* zu den Rohrschellen benötigt werden. Werden *Regner MW 63* benutzt, so sind die Formstücke T-Stück mit Absperrschieber KT₂ (Abgang NW 80 und Durchgang NW 100), TGL 33-44634, und zu diesem T-Stück zusätzlich je ein Stützbock KRS-NW 125 erforderlich.

4.4.3.5. Selbstrollende Regnerflügel (Typ Jüterbog)

Selbstrollende Regnerflügel sind Rohrstränge (Regnerleitungen), die mit Rädern und einem Antriebsaggregat versehen sind. Sie eignen sich für große ebene Beregnungsflächen, die jedoch keine wesentlichen Höhenunterschiede haben dürfen.

Als Einsatzmöglichkeiten kommen in Betracht:

- die Beregnung von Portionsweiden mit Abwasser,
- die Klarwasserberegnung im Feldfutteranbau, Hackfruchtanbau, Getreideanbau und im Feldgemüsebau.

Die Größe der Fläche sollte 18 bis 24 ha betragen. Hierbei ist es zweckmäßig, wenn eine Rechteckgrundseite etwa 300 m lang ist und die Versorgungsleitung für die Wasserentnahme in der Mitte der zu beregnenden Fläche liegt.

Zur Standardausrüstung eines rollenden Regnerflügels NW 80 gehören:

- 1 Antriebsaggregat, bestehend aus:
stationärem VK-Motor mit Spezialgetriebe $i = 1:1500$ und umschaltbaren Vor- und Rückwärtsgang
(Motor Barkas EL 65/101 65 ccm, Motorleistung 1,5 PS, Steigeleistung bis etwa 15%)
 - 20 Schnellkupplungsrohre NW 80
 - 1 Mittelteil
 - 2 Rollräder (Schweißkonstruktion, Raddurchmesser 1,20 m)
 - 1 Kupplung: Kardan-Schnellkupplung mit 4 Stabilisierungsstäben für die Mitnahme und Übertragung des Drehmomentes
 - 6 Mittelstarkregner Typ U 64 oder
 - 6 Schwachregner Typ S 57/2
- Für die Verbindung zwischen Regnerflügel und Hydrant:
- 1 Druckschlauch NW 75, Länge 20,0 m
 - 2 Schnellkupplungsanschlüsse für B-Schlauch mit Mutterteil – KMF – NW 80

Der *Mindestdruck* am Regner beträgt 3,5 at.

Der *Wasserverbrauch* richtet sich nach der Art der Regner und der Düsen. Die Wahl der Regner und der Düsen ist abhängig von der im Beregnungsplan angegebenen *Höhe der Regengabe*.

Ein Vorschub von 30,0 m dauert etwa 10 bis 12 Minuten einschließlich aller notwendigen Schalthandlungen.

Für den Aufbau des Regnerflügels sind 2 Arbeitskräfte notwendig. Sie benötigen etwa 20 Minuten für den Aufbau und 45 Minuten für das Umsetzen auf ein anderes Flurstück einschließlich des Ab- und Aufbaus des Regnerflügels zuzüglich der Fahrzeit für die Wegestrecke.

Hinsichtlich der Bedienung und der Wartung der rollenden Regnerflügel sind die *Bedienungsanleitung* und die *Wartungshinweise* verbindlich, die vom Herstellerwerk geliefert werden.

Zur Zeit werden durch die Herstellerfirma rollende Regnerflügel mit Baulängen von 180 m erprobt.

AUFGABEN

1. Erläutern Sie den Unterschied zwischen der Regneraufstellung im Dreieckverband und im Viereckverband!
 - a) Welche Regneranordnung wird in Ihrem Betrieb bevorzugt angewendet?
 - b) Nennen Sie die Vorteile, die sich bei dieser Anordnung ergeben!
2. Errechnen Sie die Standdauer eines Regners!
Die Höhe der Einzelgabe soll 25 mm, die Niederschlagsdichte 6,6 mm/h betragen!
3. Welche Beregnungsanlage wird in Ihrem Betrieb eingesetzt?
 - a) Vergleichen Sie diese mit anderen Regenanlagen und wägen Sie die Vor- bzw. Nachteile gegeneinander ab!
 - b) Fertigen Sie eine Skizze von der in Ihrem Betrieb eingesetzten Regenanlage einschließlich aller Zubehörteile an!

4.5. Sonstige Bestandteile einer Beregnungsanlage

4.5.1. Rohrmaterial

Den weitaus größten Teil einer Beregnungsanlage bilden die Rohrleitungen. Die Rohre werden aus verschiedenartigen Materialien hergestellt. Für die erdverlegten Leitungen werden verwendet:

- Stahlrohre,
- gußeiserne Rohre,
- Asbestzement-Druckrohre,
- Schleuderbetonrohre,
- Plastrohre (PVC-hart-Druckrohre, Ekadurrohre, Typ 100).

Welche Art Rohre für die Leitungen gewählt werden, hängt von verschiedenen Faktoren ab.

Stahlrohre werden dann eingesetzt, wenn kraftschlüssige Verbindungen notwendig sind. Mit diesem Werkstoff ist wegen des hohen Bedarfs äußerst sparsam umzugehen; seine Verwendung ist nur dort gerechtfertigt, wenn Rohre aus anderem Werkstoff nicht verwendet werden können.

Gußeiserne Rohre werden nur noch selten für Beregnungsanlagen verwendet; es gibt Muffendruckrohre mit Stemmuffe und Schraubmuffe. Diese Rohre sind sehr materialaufwendig und erfordern in der Verarbeitung einen hohen Zeitaufwand. Daher werden sie beim Bau von Beregnungsanlagen kaum noch eingesetzt. Die Transport- und Ladekosten sind auf Grund der großen Masse sehr hoch.

Überwiegend werden *Asbestzement-Druckrohre* verwendet, weil sie eine lange Lebensdauer und einen günstigen k-Wert (absolute Wandrauhigkeit) haben. Da das Asbestzementwerk in Magdeburg den großen Bedarf an Asbestzement-Druckrohren zur Zeit nicht aus der eigenen Produktion decken kann, werden solche Rohre aus der ČSSR importiert.

In geringem Umfang werden noch *Schleuderbetonrohre* in Beregnungsanlagen eingebaut. Ihre Herstellung ist sehr zeitaufwendig. Der k -Wert ist wesentlich höher als bei Asbestzement-Druckrohren. Die Transport- und Ladekosten sind auf Grund der großen Masse sehr hoch.

In den kleinen Nennweiten (NW 150 und NW 200) werden jetzt vorwiegend *Plaströhre* verwendet.

4.5.2. Zubringer- und Transportleitungen

Die Form des erdverlegten Rohrnetzes ist abhängig vom Standort der Wasserentnahme.

Es werden unterschieden:

- Zuleitungen
- Ringleitungen
- Hauptleitungen
- Endleitungen

Zuleitungen sind erforderlich, wenn das Beregnungsgebiet nicht unmittelbar an der Wasserentnahmestelle, sondern in einiger Entfernung liegt. Sie führen das Wasser an das eigentliche Beregnungsgebiet heran. Je nach der Größe des Beregnungsgebietes und dem damit verbundenen Wasserbedarf werden sie in entsprechenden Nennweiten ausgeführt.

Hier werden neben den *Asbestzement-Druckrohren* auch *Stahlrohrleitungen* verwendet.

In den Zuleitungen sind keine Entnahmestellen angeordnet.

Ringleitungen werden bei quadratischen oder auch rechteckigen Beregnungsflächen verwendet. Die günstigen Druckverhältnisse einer Ringleitung lassen eine Bemessung von mittleren Nennweiten zu. Hier werden größtenteils *Asbestzement-Druckrohre* eingebaut.

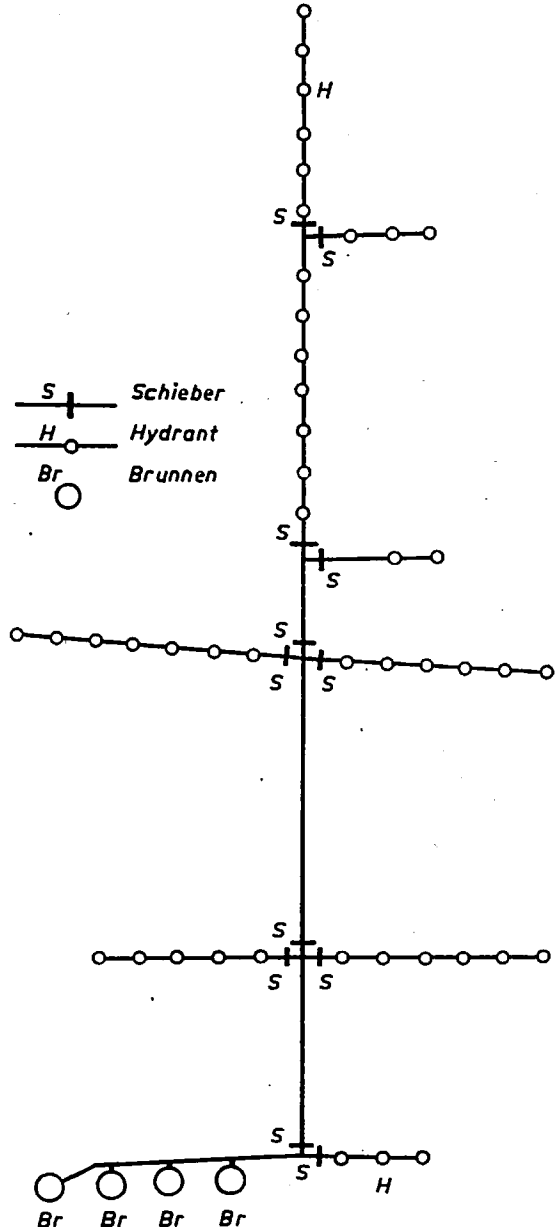
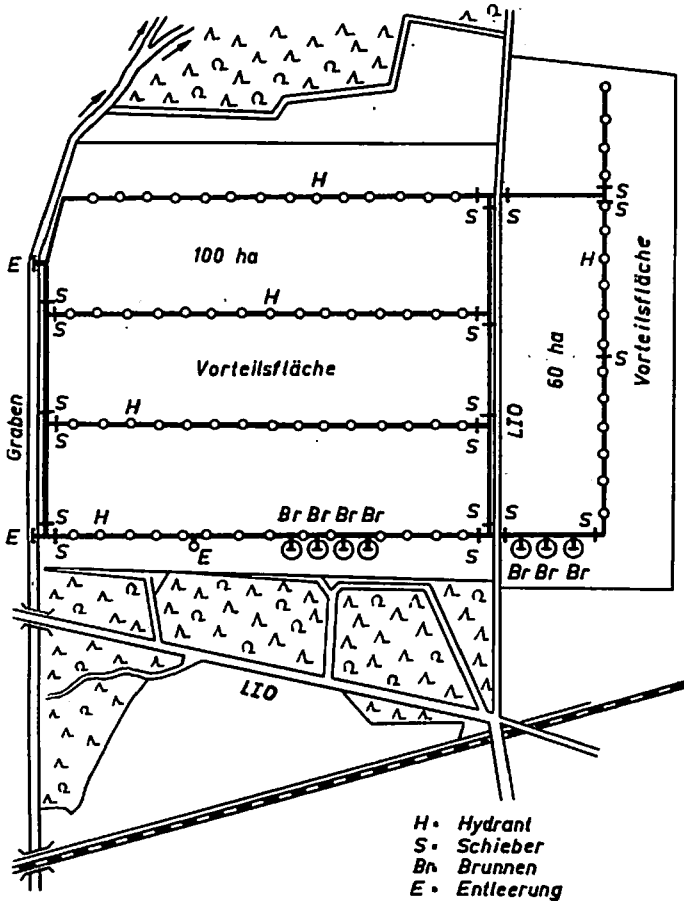


Abb. 5
Schema eines verstärkten
Druckrohrnetzes

Abb. 6
Schema einer
Ringleitung



Bei mehreren Teilberechnungsflächen dient die Ringleitung auch als Zuleitung zu den Teilflächen. Diese Form ist angebracht, wenn mehrere Landwirtschaftsbetriebe zusammen eine Beregnungsanlage betreiben und die Beregnungsflächen kreisförmig zueinander liegen. Hier werden bei größeren Teilflächen auch große Nennweiten der Rohre notwendig sein.

Ringleitungen haben den Vorteil, daß sie im Beregnungsbetrieb wenig stör anfällig sind.

Fällt ein Teilstück einer Ringleitung aus, so können die anderen Teilstücke trotzdem weiter betrieben werden. Ringleitungen sind mit Entnahmestellen (Hydranten) versehen.

Hauptleitungen müssen errichtet werden, wenn die Beregnungsfläche eine längliche Form hat und sich keine Ringleitung anordnen läßt. Von den Hauptleitungen können Endleitungen abzweigen. Sind mehrere in Abständen hintereinanderliegende Teilberegnungsflächen zu beregnen, so dient die Hauptleitung auch als Zuleitung zu den

einzelnen Beregnungsflächen. In ihr können Entnahmestellen (Hydranten) angeordnet sein.

Endleitungen sind die unmittelbaren Verteilerleitungen mit Entnahmestellen (Hydranten) für die vollbeweglichen Feldleitungen. Sie sind Zubringer und Verteiler für das Wasser.

4.5.2.1. Stahlrohre

Für die Beregnung werden in den kleinen Nennweiten nahtlose und in den großen Nennweiten schmelzgeschweißte Stahlrohre verwendet. Diese Stahlrohre werden aus unlegiertem Flußstahl (Kohlenstoffstahl) hergestellt, der im Siemens-Martin-Ofen oder im Thomaskonverter erschmolzen wird.

Die Stahlrohre müssen in jedem Falle unter den Bedingungen der Baustelle schweißbar sein. Für die Beregnung werden daher die Stahlsorten St 35 bis St 38 hb und b (nahtlose Stahlrohre nach/TGL 9012 und schmelzgeschweißte Stahlrohre nach TGL 163-60100) verwendet. Zu beachten sind bei den Bestellungen der Stahlrohre: die *Stahlgüte* (z. B. St 35 b), die *Stahlklasse* (z. B. Rohrklasse B) und der *Hinweis über den Korrosionsschutz* (z. B. normaler Schutz).¹ Die Stahlrohre sind gegen Stoß, Schlag und Erschütterungen unempfindlich. Sie können daher große Biegemomente aufnehmen. Die Rohre werden durch Stumpfschweißungen, Gewindeverbindungen, Schweißmuffen, Schraubmuffen, Vorschweißflanschen oder durch losen Flansch mit Vorschweißbund verbunden.

Für Richtungsänderungen und Abzweigungen werden gußeiserne *Formstücke* verwendet, die durch Flanschverbindungen in die Rohrleitungen eingebunden werden. Bei großen Nennweiten werden z. B. Bögen aus demselben Rohrmaterial hergestellt wie die Rohrleitung selbst. Hier ist besonders darauf zu achten, daß der Korrosionsschutz voll gewährleistet wird, d. h., die Rohre müssen innen und außen mit Korrosionsschutz versehen sein.

In der Beregnung werden in den mittleren Nennweiten Stahlrohre nur dann verwendet, wenn *kraftschlüssige* Verbindungen in weniger standfesten Böden und Kreuzungen (wie Düker u. ä.) notwendig sind.

In aggressiven Böden sind bei der Verwendung von Stahlrohren besondere Schutzmaßnahmen, wie z. B. der Kathodenschutz, notwendig. Beim Bau des Rohrnetzes ist hier besonders sorgfältig zu verfahren.

In den Tabellen 5 und 6 sind nur die für Beregnungsanlagen üblichen Nennweiten berücksichtigt. Sie beinhalten nicht das gesamte Sortiment der Stahlrohrproduktionen.

4.5.2.2. Gußeiserne Rohre

Die gußeisernen Rohre sollen innen und außen gerade und gleichmäßig gerundet sein. Im Guß sollen sie an den Außen- und Innenflächen glatt sein und keine Schalen, Risse oder Blasen haben. Rohre mit geringfügigen Mängeln, die durch die Art des Herstellungsverfahrens unvermeidbar sind, beeinträchtigen die Brauchbarkeit der Rohre nicht.

¹ Über Korrosionsschutz wird auf Seite 212 näher eingegangen.

Tabelle 5 *Nahtlose Stahlrohre nach TGL 9012 — Werkstoff: St 35.1*

Nenn- weite NW mm	Außen- durchmesser mm	Wanddicke in mm											
		4	4,5	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
		Masse in kg/m (ohne Isolierung)											
80	89	8,38	9,38	10,40	12,30	—	16,00	19,50	—	—	—	—	—
100	108	10,30	11,50	12,70	15,10	—	19,70	24,20	—	—	—	—	—
150	159	—	17,10	19,00	22,60	26,20	29,80	36,80	—	—	—	—	—
200	219	—	—	—	31,50	36,60	41,60	51,60	—	—	—	—	—
250	273	—	—	—	—	45,90	52,30	64,80	77,2	89,0	101,0	113,0	125,0
300	325	—	—	—	—	—	62,20	77,70	92,6	107,0	122,0	136,0	150,0
350	377	—	—	—	—	—	—	90,50	108,0	125,0	142,0	—	176,0
400	426	—	—	—	—	—	—	103,00	113,0	142,0	161,0	181,0	200,0
500	530	—	—	—	—	—	—	—	141,0	154,0	178,0	—	—

Tabelle 6 *Schmelzgeschweißte Stahlrohre nach TGL 163-60 100 — Werkstoff: St 38b 2*

Nenn- weite NW mm	Außen- durchmesser mm	Wanddicke in mm											
		3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	
		Masse in kg/m (ohne Isolierung)											
200	219	15,98	21,21	26,39	31,52	—	—	—	—	—	—	—	—
250	273	19,98	26,54	33,05	39,51	—	—	—	—	—	—	—	—
300	325	23,82	31,67	39,45	47,20	—	—	—	—	—	—	—	—
350	377	—	35,67	45,87	54,90	68,87	72,80	—	—	—	—	—	—
400	426	—	41,63	51,91	62,15	72,33	82,47	—	—	—	—	—	—
500	530	—	—	64,74	72,54	90,29	103,00	115,6	—	—	—	—	—
600	620	—	—	75,83	90,85	105,80	120,70	135,5	150,4	—	—	—	—
700	720	—	—	88,16	105,60	123,10	140,50	157,8	175,1	—	—	—	—
800	820	—	—	100,50	120,40	140,30	160,20	180,0	199,8	239,1	—	—	—
1000	1020	—	—	—	150,00	174,90	199,70	224,4	249,1	298,3	—	—	—
1200	1220	—	—	—	—	—	243,60	—	298,4	357,5	416,4	—	—
1400	1420	—	—	—	—	—	283,80	—	347,7	416,7	485,4	—	—
1600	1620	—	—	—	—	—	324,00	—	397,1	475,9	554,5	632,0	—
1800	1820	—	—	—	—	—	—	—	446,4	535,0	623,5	711,9	—

Das Gußeisen soll im Bruch dicht und von grauer Farbe sein. Gußeiserneröhre lassen sich durch Feilen, Bohren, Drehen, Sägen und Brennschneiden bearbeiten.

Der Außendurchmesser der Röhre muß in der Abmessung der TGL 14388-Blatt-1 entsprechen. Stärkere Wanddicken sind nur auf Kosten der lichten Weite zulässig.

Im einzelnen sind folgende *Maßabweichungen*, die sich für den Rohraußendurchmesser und die Muffenweite wegen des Zusammenpassens von Rohr und Muffe nach der Dichtungsfuge (Maß „f“) richten, nach TGL 14388 – Blatt 1 – zulässig (Tabellen 7, 8, 9).

Bei *Muffenröhren* dürfen von der bestellten *Gesamtlänge* jeder Nennweite bis zu 10 % in kürzeren Herstellungslängen – als sonst üblich – geliefert werden. Diese kürzeren Stücke dürfen die halbe normale Herstellungslänge nicht unterschreiten.

Tabelle 7

Abweichungen vom Außendurchmesser der Einsteckenden, vom Innendurchmesser und von der Tiefe der Muffen:

Abmessungen	Nennweiten mm	Abweichungen mm
Außendurchmesser der Einsteckenden	bis 300	–2
	über 300 bis 600	– 3
	über 600	– 4
Innendurchmesser der Stemmuffen	bis 300	+ 2 bis – 1
	über 300 bis 600	+ 3 bis – 1
	über 600	+ 4 bis – 1
Gewindedurchmesser der Schraubmuffen und Schraubringe	bis 100	+ 1,0 bis – 0,5
	über 100 bis 300	+ 1,5 bis – 0,5
	über 300	+ 2,0 bis – 0,5
Innendurchmesser der Schraubmuffen	bis 150	± 1,0
	über 150 bis 250	± 1,5
	über 250	+ 2 bis –1,5
Tiefe der Muffen	bis 600	± 5
	über 600	± 10

Tabelle 8

Abweichungen für Röhre von der Geraden

Längen m	Abweichungen mm
bis 2	10
über 2 bis 4	12

Tabelle 9

Abweichungen für Längen

Art des Gußstückes	Nennweiten mm	Abweichungen mm
Muffenröhre und Röhre mit glatten Enden	alle	± 20
Flanschrohre	alle	± 20

Bei Rohren sind Abweichungen von $\pm 5\%$ der Masse zulässig. Alle Rohre sind vom Herstellerwerk einer *Kaltwasser-Druckprobe* zu unterziehen (nach TGL 14388 – Blatt 1 –). Danach sind für Rohre aller Nennweiten vorgeschrieben:

Prüfdruck 16 kp/cm²

Prüfdauer 15 s

Tabelle 10

Gußeiserne Druckrohre Muffendruckrohre mit Sternmuffe – ND 10 –

Nennweite NW mm	Außendurch- messer mm	Wanddicke S mm	Baulänge l m	Masse je Rohr kg	Im Rohr Muffenteil kg
80	98	9,0	3,5	66	22,5
100	118	9,0	4,0	106	27,3
150	170	10,0	3,0	132	44,5
150	170	10,0	4,0	172	44,5
200	222	11,0	4,0	249	64,1
250	274	12,0	4,0	338	79,8
300	326	13,0	4,0	437	112,0
400	429	14,5	4,0	648	168,0
500	532	16,0	4,0	891	200,0
600	634	17,0	4,0	1155	297,0
700	738	19,0	4,0	1572	404,0

Muffendruckrohre mit Schraubmuffe – ND 10 –

80	98	9,0	3,5	81	23,0
100	118	9,0	4,0	110	27,6
150	170	10,0	3,0	137	44,9
150	170	10,0	4,0	179	44,9
200	222	11,0	4,0	260	64,6
250	274	12,0	4,0	352	87,4
300	326	13,0	4,0	456	117,0
400	429	14,5	4,0	625	170,0
500	532	16,0	4,0	972	243,0

Glattes Gußrohr (Wanddicke bezogen auf die Muffenrohre)

Nennweite NW mm	Außendurch- messer mm	Wanddicke S mm	Baulänge l m	Masse je Rohr kg	Masse kg/lfm
80	98	9,0	3,5	63,7	18,2
100	118	9,0	4,0	89,2	22,3
150	170	10,0	3,0	109,2	36,4
150	170	10,0	4,0	145,6	36,4
200	222	11,0	4,0	211,6	52,9
250	274	12,0	4,0	286,4	71,6
300	326	13,0	4,0	370,8	92,7
400	429	14,5	4,0	548,0	137,0
500	532	16,0	4,0	752,0	188,0
600	634	17,0	4,0	956,0	239,0
700	738	19,0	4,0	1244,0	311,0

Während der Wasserdruckprobe können die Rohre mit einem 700 g schweren Hammer leicht abgeklopft werden. Die Rohre dürfen während der Prüfdauer nicht undicht sein, keine Schwitzwasserbildung oder sonstige Mängel zeigen. Der Wasserdruck muß vor dem Aufbringen des Schutzüberzuges geprüft werden.

Die Rohre sind, wenn nicht anders voreinbart, innen und außen mit einem glatten, festhaftenden *Schutzüberzug* nach TGL 7534 vom Herstellerwerk zu versehen.

Auf alle Rohre sind sichtbar das Herstellerzeichen und die Nennweite in mm aufzugießen.

Gußeiserne Rohre haben durch ihre hohe Korrosionsbeständigkeit eine *lange Lebensdauer*. Die Widerstandsfähigkeit ist durch die chemische Zusammensetzung, das Werkstoffgefüge und die Oberflächenbeschaffenheit der Gußrohre gegeben. Gegenüber Stahlrohren haben sie eine geringere elektrische Leitfähigkeit. Auf Grund der natürlichen Eigenschaften genügt bei Gußrohren ein *doppelter Bitumenüberzug*, der bereits vom Herstellerwerk auf das rostfreie Rohr aufzubringen ist.

Stark aggressive Wässer mit ungenügendem Sauerstoffgehalt und sogenannte vagabundierende Ströme können den Werkstoff, besonders bei schlechtem Gußgefüge, zerstören. Durch Herauslösen des Eisens verbleibt in diesem Fall nur noch das Graphitgerüst, dessen Zwischenräume mit weichen Oxyden gefüllt sind. Aus dem Gußeisen wird so eine mit dem Messer schneidbare Masse. Dieser Vorgang wird als Graphitierung oder Spogiose bezeichnet.

Die gußeisernen Rohre werden verbunden:

durch Flansche (sie sind an den Rohren angegossen), Stemmuffen, Schraubmuffen, Stopfbuchsmuffen oder Rollgummimuffen (siehe auch TGL 14388 und Tabelle 10).

4.5.2.3. Asbestzement-Druckrohre

■ Eigenschaften der Asbestzement-Druckrohre

Asbestzement-Druckrohre haben hervorragende Eigenschaften und eignen sich vorzüglich für den Wassertransport. Gegenüber den früher verwendeten Rohren aus Guß und Stahl haben sie erhebliche Vorteile:

- längere Lebensdauer,
- geringere Materialkosten,
- geringere Masse,
- leichtere Bearbeitung auf der Baustelle.

Als Rohstoffe werden *Asbest*, ein in feinsten Fasern kristallisiertes, biegsames, seidenartig glänzendes Mineral, und Zement verwendet.

Nach entsprechender Aufbereitung des Asbestes ergeben sich technisch verwendbare Fasern von großer Feinheit, die sehr zugfest sind. An diesen feinen Asbestfasern erfolgt eine innige Anlagerung der Zementteilchen, die bei der Herstellung von Asbestzement von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Zur Herstellung von Asbestzement-Druckrohren wird ein sulfatresistenter Portlandzement verwendet. Seine günstige mineralogische Zusammensetzung gewährleistet eine hohe Beständigkeit gegen die vielfach im Boden oder Grundwasser anzutreffenden Sulfate.

Für Asbestzement-Druckrohre betragen die Mindestfestigkeiten nach TGL 117-0873 (ISO R 160; DIN 19800):

Ringzugfestigkeit	= 200 kp/cm ²
Scheiteldruckfestigkeit	= 450 kp/cm ²
Biegezugfestigkeit	= 250 kp/cm ²

Die *Ringzugfestigkeit* weist die Eignung für den Einsatz als innendruckfestes Rohr nach. Die *Scheiteldruckfestigkeit* stellt die Festigkeit dar, die das Asbestzement-Druckrohr den Erdauflasten sowie den Verkehrsbelastungen durch Fahrzeuge entgegenstellt. Die *Biegezugfestigkeit* wirkt Längsbiegungen und Biegezugbeanspruchungen entgegen. Längsbiegungen werden die Asbestzement-Druckrohre dann ausgesetzt, wenn sie nicht satt auf der Grabensohle aufliegen und zudem noch zusätzlich belastet werden. Beim Transport der Rohre können erhebliche Biegezugbeanspruchungen auftreten.

Asbestzement-Druckrohre garantieren auf Grund der hohen Mindestfestigkeiten große Betriebssicherheit.

Asbestzement-Druckrohre haben gegenüber anderen Rohrarten (außer PVC-Rohren) eine geringere Masse (Dichte etwa 1,8 bis 2,0), wodurch die Transportkosten verringert und die Verlegung erleichtert werden. Es können z. B. Rohre bis zur NW 200 nur von Hand ohne Hebezeuge verlegt werden.

In Guß- oder Stahlrohrleitungen treten nach längerer Betriebsdauer Inkrustationen auf, die den k-Wert (absolute Wandrauigkeit) in beträchtlichem Maße erhöhen. Die Folgen davon sind eine verminderte Durchflußleistung. Es ist dann eine Drucksteigerung notwendig, die erhöhte Betriebskosten erfordert.

Asbestzement-Druckrohre sind inkrustationssicher, d. h., sie neigen nicht zur Bildung von Ansätzen, und der freie Leitungsdurchfluß bleibt voll erhalten.

Asbestzement-Druckrohre haben einen geringen Fließwiderstand. Umfangreiche Messungen an bereits im Betrieb befindlichen Druckrohrleitungen haben eine Wandrauigkeit (k-Wert) von 0,3 mm/m ergeben.

Die Korrosion ist ein komplizierter Prozeß von physikalischen, chemischen und biologischen Vorgängen. Zu chemischen Einwirkungen auf das Rohr kann es kommen, wenn im Boden, im Grundwasser oder im durchzuleitenden Medium *aggressive Stoffe* enthalten sind, die auf das Kalziumhydroxid bzw. Kalziumkarbonat des Zementes einwirken. Als solche kommen freie Säuren organischer und anorganischer Natur (jedoch nicht Phosphor und Oxalsäure), Sulfate und aggressive Kohlensäure in Betracht.

Asbestzement-Druckrohre sind jedoch wegen ihrer hohen Dichtigkeit und der Verwendung von *sulfatresistentem* Portlandzement gegenüber diesen möglichen Einflüssen weitgehend widerstandsfähig. Erst wenn diese Stoffe in höherer Konzentration auftreten, empfiehlt es sich, einen *Rohrschutz* durch Aufbringen eines phenolfreien Bitumenanstriches vorzunehmen:

Weder im neutralen noch im basischen Bereich ist eine Korrosion der Asbestzementrohre zu erwarten. Ebenso ist jeder Angriff durch Sauerstoff ausgeschlossen.

Die Asbestzement-Druckrohre können auch in anaeroben Böden (Ton, schwerer Lehm, wassergesättigte Moorböden) mit *aktiver Sulfatreduktion* ohne Bedenken eingebaut werden. Obwohl das als zementgefährdende bekannte Sulfat vorhanden ist, findet durch mikrobiologische Reduktion ein Abbau zu Schwefelwasserstoff statt, der nicht korrodierend wirkt.

Eine *elektrochemische Korrosion*, hervorgerufen durch galvanische Ströme, Lokal-, Bodenelement- und Irrströme, kann unbeachtet bleiben, da diese Rohre dem elektrischen Strom einen *hohen Isolationswiderstand* entgegensetzen und jegliche Entstehung von Lokalelementen infolge ihres nichtmetallischen Charakters ausschließen.

Abgesehen von der mittelbaren Einwirkung der Bakterien über die Sulfatreduktion, ist ein direkter Angriff auf Asbestzement durch sie nicht möglich. Ihnen bietet dieser Werkstoff keinen Nährboden. Eine *biologische Korrosion* in allen ihren Varianten hat keinen Einfluß auf Asbestzement-Druckrohre.

Die geringe Wärmeleitfähigkeit der Asbestzementrohre ist durch die *Wärmeleitzahl* (0,45 kcal/mh °C) zu erkennen. Sie beruht auf Untersuchungen der Deutschen Bauakademie Berlin:

Tabelle 11

Asbestzement-Druckrohre Produktion aus der DDR — Baulänge: 4,00 m

Nennweite NW mm	Nenn- druck ND kp/cm ²	Außendurchmesser d mm	zulässige Toleranz mm	Wanddicke S mm	zulässige Toleranz mm	Rohrmasse kg/lfdm	Transport- masse ² kg/lfdm
80	6	—	—	—	—	—	—
	10	98	± 0,8	9	± 1,5	6,3	7,2
	12,5	100		10	± 1,5	7,0	8,1
100	6	118		9	± 1,5	7,7	8,9
	10	120	± 0,8	10	± 1,5	8,5	9,8
	12,5	126		13	± 2,0	10,9	12,5
150	6	172		11	± 2,0	13,4	15,4
	10	178	± 0,8	14	± 2,0	16,7	19,2
	12,5	184		17	± 2,0	20,2	23,2
200	6	226		13	± 2,0	21,0	24,2
	10	236	± 0,8	18	± 2,0	28,4	32,7
	12,5	244		22	± 2,5	34,6	39,8
250	6	280		15	± 2,0	30,3	34,8
	10	288	± 0,8	19	± 2,0	37,6	43,2
	12,5	300		25	± 2,5	48,9	56,2
300	6	334		17	± 2,0	40,2	46,2
	10	346	± 0,8	23	± 2,5	53,3	61,3
	12,5	360		30	± 2,5	69,1	79,5
400 ¹	6	442		21	± 2,5	64,0	73,6
	10	460	± 1,0	30	± 2,5	89,8	103,3
	12,5	480	± 1,5	40	± 3,0	119,7	137,7

¹ Stärkere Rohrnennweiten werden z. Z. in der DDR nicht hergestellt

² Transportmasse: Tabellenwert-Rohrmasse + 15% max. Feuchtigkeitsgehalt

Der Werkstoff Asbestzement zeichnet sich durch eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Temperatureinflüssen aus. Er ist ein nichtbrennbares Material.

Versuche haben ergeben, daß Asbestzement-Druckrohre *frostbeständig* sind. Extreme Temperaturbelastungen, wie z. B. der Wechsel zwischen 25 °C Frost- und Tauwetter, zeigten keinerlei äußerliche Zerstörungen. Ein Festigkeitsabfall war nicht festzustellen. Asbestzement-Druckrohre sind *schlechte* elektrische Leiter. Für ein lufttrockenes Rohr NW 100 wurde z. B. ein spezifischer elektrischer Widerstand von ρ trocken = 108 Ω m ermittelt. Während an einem Rohr nach 48stündiger Wasserlagerung ein ρ feucht = 12 Ω m gemessen wurde.

Daraus resultiert, daß eine *elektrolytische Korrosion* der Leitung ausgeschlossen ist und daß Wasserleitungen aus Asbestzement-Druckrohren nicht als Schutzerdleitungen benutzt werden können. Asbestzement-Druckrohre sind auf der Baustelle *leicht zu bearbeiten*. Diese Tatsache ist bei der Herstellung von Packstücken zu berücksichtigen. Für die Bearbeitung gibt es Schneidapparate und Abdrehgeräte.

Tabelle 12

Asbestzement-Druckrohre

— Produktion aus der ČSSR —

Baulänge 4,00 und 5,00 m, Längentoleranz + 5 mm bis — 20 mm

Nennweite NW mm	Nenn- druck ND kp/cm ²	Außen- durchmesser d mm	Wanddicke S mm	zulässige Toleranz mm	Rohrmasse kg/lfdm	Transport- masse ² kg/lfdm
80	10	98	9	± 1,5	5,8	6,7
	12,5	100	10	± 2,0	6,5	7,5
100	10	120	10	± 2,0	7,9	9,1
	12,5	126	13	± 2,0	10,7	12,3
150	10	178	14	± 2,0	16,7	19,2
	12,5	184	17	± 2,0	20,6	23,7
200	10	236	18	± 2,0	28,5	32,8
	12,5	244	22	± 2,5	35,5	40,8
250	10	288	19	± 2,0	37,2	42,8
	12,5	300	25	± 2,5	50,0	57,5
300	10	346	23	± 2,5	54,0	62,1
	12,5	360	30	± 2,5	72,0	82,8
400	10	460	30	± 2,5	93,8	107,9
	12,5	480	40	± 3,0	128,0	147,2
500 ¹	10	580	40	± 3,0	157,1	180,7
	12,5	—	—	—	—	—
600 ¹	10	692	46	± 3,0	216,1	248,5
	12,5	—	—	—	—	—

¹ Die Nennweiten NW 500 und NW 600 werden nur auf direkte Vereinbarung mit dem Herstellerwerk geliefert.

² Transportmasse: Tabellenwert-Rohrmasse + 15% max. Feuchtigkeitsgehalt

■ Rohrverbindungen

Bei den Rohrverbindungen werden unterschieden:

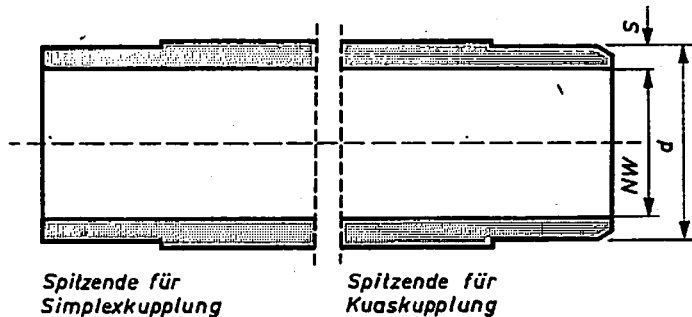
- Simplexkupplung
- Kuaskupplung
- Gibaultkupplung

Die Simplexkupplung stellt eine *Rollgummiverbindung* dar; sie war lange Zeit die vorherrschende Rohrverbindung für Asbestzement-Druckrohre. Sie ist eine *Steckverbindung* (nichtkraftschlüssige Verbindung). Heute steht die Simplexkupplung nicht mehr im Produktionsprogramm der Herstellerbetriebe. Sie ist durch die wesentlich leichter zu verarbeitende Kuaskupplung abgelöst. Wo noch Restbestände der Simplexkupplungen aufgearbeitet werden, sollte nach den Verlegehinweisen des Herstellerwerkes gearbeitet werden.

Abb. 7

Asbestzement-Druckrohr

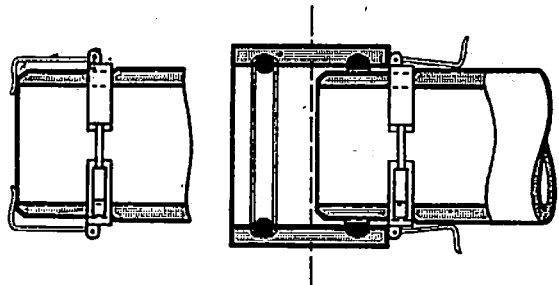
S = Wandstärke
 d_1 = Außendurchmesser



Die Kuaskupplung ist eine *Gleitmuffenverbindung*. Auf das Spitzende des verlegten Rohres wird eine *Distanzschelle* angebracht. Die umklappbaren Haken (Abb. 8) gewährleisten den richtigen Sitz der Distanzschelle. Nach dem Festziehen der Schelle werden die Haken zurückgeschlagen (die Schelle sitzt eine halbe Muffenlänge minus 2,5 mm vom Stirnende des Rohres entfernt). In die eingearbeiteten Nuten der Muffe werden zwei *Kuas-Gummiringe* eingelegt (siehe auch Tabelle 13, S. 187). Die Innenseiten der Gummiringe und das Spitzende des verlegten Rohrendes werden mit säurefreiem Gleitmittel dünn eingestrichen. Danach wird die Gleitkupplung mit Hilfe einer Brechstange und eines Schutzklotzes, der einerseits eben, andererseits gerundet sein soll und mindestens 10 cm länger als der Außendurchmesser der Kupplung sein muß, bis zum Anschlag der Distanzschelle aufgeschoben. Das Asbestzement-Druckrohr und die Muffe brauchen nicht trocken, müssen aber *sauber* sein.

Abb. 8

Kuaskupplung – Sitz der Distanzschelle



Die Kupplung darf während des Aufziehens nicht verkanten; sie muß langsam auf das Rohr gedrückt werden.

Das nächste Rohr wird im Rohrgraben *satt* aufgelegt und *axial* zu dem schon verlegten Rohr ausgerichtet. Auf dem Spitzende in Richtung des bereits verlegten Rohres wird ebenfalls eine Distanzschelle angebracht und das Spitzende mit einem Gleitmittel dünn eingestrichen. Mit Hilfe von Brechstangen und Schubklotz wird dann das Rohr in die Kupplung langsam hineingedrückt, bis die Distanzschelle an die Muffe anschlägt (Abb. 9). Eine notwendige Abwinklung des Rohres kann nun erfolgen (die Gleitmuffenverbindung – Kuaskupplung – hat eine Abwinklungsmöglichkeit bis etwa 6° für Rohre bis NW 200 und bis etwa 3° bei Rohren über NW 200).

Abwinklungen dürfen grundsätzlich erst nach Herstellung der Verbindungen vorgenommen werden.

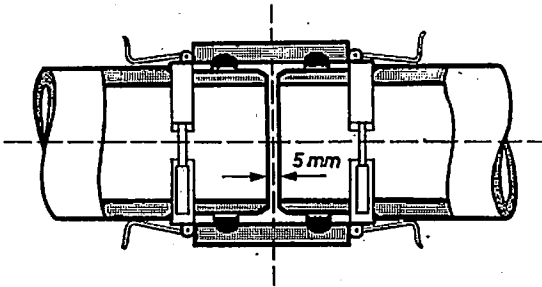


Abb. 9
Kuaskupplung – Sitz der
Muffe nach der Montage

Das neuerlegte Rohr ist durch *lagenweises* Aufschütten von Füllboden – bis etwa 30 cm über Rohrscheitel – und sorgfältiges An- und Unterstampfen mit hölzernen Erdstampfern gut festzulegen. Es ist zweckmäßig, in der Mitte des Rohres eine *Bodenbrücke* aufzuschütten, damit sich das Rohr während der Montage weiterer Rohre nicht verschieben kann. Ferner ist es ratsam, mit 4 Rohrdistanzschellen zu arbeiten. Die Schellen der letzten Rohrverbindung sollten am Rohr verbleiben, wenn die nächste Rohrverbindung montiert wird. Diese Arbeitsweise gewährleistet den notwendigen Abstand zwischen den einzelnen Asbestzement-Druckrohren.

Die *Kopflöcher* der Rohrverbindungen bleiben beim Festlegen der Rohre offen. Erst nachdem der Druck geprüft ist, werden diese Verbindungsstellen verfüllt und mit einem hölzernen Erdstampfer sorgfältig unterstopft.

Die *Gibaultkupplung* ist eine gußeiserne *Schraubkupplung*. Sie ist dreiteilig und besteht aus zwei Flanschringen, einem Mittelring und wird mit Schrauben zusammengeschraubt. Die Anzahl der Schrauben ist je nach Nennweite der Asbestzement-Druckrohre verschieden (siehe Tabelle 14).

Als Dichtung wird jeweils zwischen Flansching und Mittelring ein *Gummiring* eingelegt, der durch das Anziehen der Schrauben zusammengedrückt wird.

Die *Rohrverlegung* wird ähnlich, wie bei der Simplex- und der Kuaskupplung vorgenommen. Auf das Spitzende des verlegten Rohres werden ein Flansching, ein Gummiring und der Mittelring, auf das Spitzende des zu verlegenden Rohres ebenfalls ein Flansching und ein Gummiring heraufgeschoben. Die Rohre werden so aneinandergesetzt, daß

Tabelle 13

Soll- und Toleranzmaße für Rohre ND 10 mit Gleitkupplungen — Kuaskupplungen

Nennweite NW	Rohraußen- durchmesser mit zulässigen Toleranzen d_2	Wandstärke mit zulässigen Toleranzen S	Rohrmasse kg/m	Kuas-Kupplung	
				Baulänge mm	Kupplungs- masse kg/Stück
mm	mm	mm		mm	kg/Stück
80	$98 \pm 0,8$	$9 \pm 1,5$	6,3	130 (175) ²	2,4 (3,0)
100	$120 \pm 0,8$	$10 \pm 1,5$	8,5	130 (175)	3,0 (4,5)
150	$178 \pm 0,8$	$14 \pm 2,0$	16,7	130 (175)	4,9 (6,0)
200	$236 \pm 0,8$	$18 \pm 2,0$	28,4	175 (225)	10,1 (12,5)
250	$288 \pm 0,8$	$19 \pm 2,0$	37,6	175 (225)	12,4 (15,2)
300	$346 \pm 0,8$	$23 \pm 2,5$	53,3	200 (250)	20,7 (25,7)
400	$460 \pm 1,0$ 1,5	$30 \pm 2,5$	89,8	200 (250)	28,8 (35,4)

¹ Die Werte für d_2 beziehen sich auf die kalibrierten Rohrenden

² In Klammern angegebene Werte beziehen sich auf Langkupplungen

Tabelle 14

Abmessungen von Asbestzement-Druckrohren und Gibaultkupplungen — ND 10 —

Nennweiten NW	Rohraußen- durchmesser mit zulässigen Toleranzen d_2	Gibaultkupplung		Kupplungsmasse kg/Stück
		Innendurchmesser mm	Gummiringinnen- durchmesser mm	
mm	mm	mm	mm	
80	$98 \pm 0,8$	101 (100) ¹	73 (75)	6,5 (3,9)
100	$120 \pm 0,8$	123 (122)	90 (90)	9,5 (5,1)
150	$178 \pm 0,8$	181 (180)	128 (130)	12,5 (12,8)
200	$236 \pm 0,8$	240 (238)	167 (170)	15,5 (17,5)
250	$288 \pm 0,8$	292 (290)	210 (210)	19,5 (22,5)
300	$346 \pm 0,8$	350 (348)	248 (250)	33,5 (27,2)
400	$460 \pm 1,0$ 1,5	464 (464)	324 (325)	53,0 (46,6)

¹ In Klammern sind die Werte für Gibaultkupplungen aus der ČSSR angegeben.

Die kalibrierten Rohrenden der Rohre aus der ČSSR haben die gleichen Maße wie die in der Deutschen Demokratischen Republik gefertigten

ein Abstand von 5 mm zwischen den Rohren bleibt. Auf jedes Rohrende wird mit Bleistift eine Markierung (halbe Mittelringlänge minus 2,5 mm) angebracht. Jetzt werden der Mittelring auf diese Markierung eingerichtet und die beiden Gummiringe langsam an diesen herangeschoben, und dann erst folgen die beiden Flanschringe. Danach werden die Schrauben in die Bohrungen (die sich gegenüberstehen müssen) eingeführt und die Muttern im Wechsel angezogen. Vor diesem Montagevorgang ist es zweckmäßig, das neuverlegte Rohr *festzulegen*, damit es bei der Endmontage der Gibaultkupplung sich nicht verschieben kann. Die *Abwinklung* nach erfolgter Montage der Gibaultkupplung sollte bei Rohren bis NW 200 nicht über 6° von der Geraden und bei Rohren über NW 200 nicht über 3° von der Geraden betragen.

Abwinklungen sollen grundsätzlich erst nach Montage der Kupplung vorgenommen werden. Danach sind nochmals die Schrauben nachzuziehen.

Die *Kopflöcher* der Rohrverbindungen bleiben zunächst noch offen. Nach erfolgter Druckprüfung werden die Schrauben isoliert und die Gibaultkupplung, wenn nötig, nachisoliert. Erst jetzt werden die Kopflöcher verfüllt und sorgfältig unterstopft.

4.5.2.4. Vorgespannte Zementrohre

Für Zuleitungen zu einem großen Beregnungsgebiet können auch Spannbeton-Druckrohre verwendet werden. Ausschlaggebend für ihre Verwendung sind ihre *größeren Abmessungen* und ihre *längere Lebensdauer* gegenüber Stahlrohren.

Die Herstellungsverfahren und Konstruktionen sind vielfältig. Die Entwicklung auf dem Gebiete des Spannbetons sind noch nicht abgeschlossen. Das Verfahren des Vorspannens läßt erwarten, daß die Rohre dünnwandiger werden als Stahlbeton-Druckrohre.

Spannstahl ist sehr empfindlich gegen Korrosion. Die Betonüberdeckung muß rissfrei sein. Die Konstruktion muß so ausgebildet sein, daß auch die äußere Betonschicht bei Innendruck noch unter Druckspannung steht.

Die *Rohrverbindungen* sind ebenso vielseitig wie die Rohrkonstruktionen. Wie bei den Stahlbeton-Druckrohren sind auch bei den Spannbeton-Druckrohren die *Glockenmuffen* die einfachste Rohrverbindung. Ihre Ausbildung muß eine große Maßgenauigkeit haben; denn sonst ist die Dichtigkeit mit dem Rollgummiring nicht gegeben.

Spannbeton-Druckrohre müssen sorgfältig transportiert werden. Sie sind sehr empfindlich gegen Stoß und Schlag.

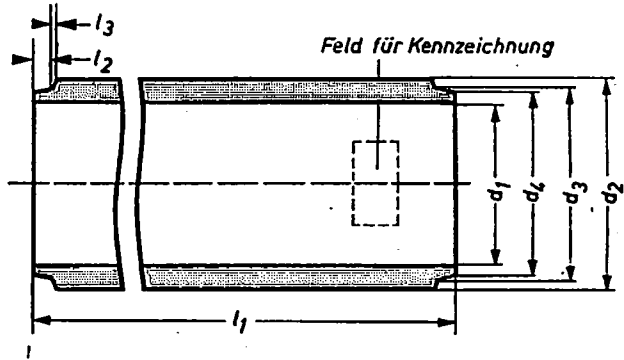
Für die *Verlegung* sind Hebezeuge notwendig. Die Betriebssicherheit hängt von der einwandfreien Verlegung ab.

4.5.2.5. Schleuder-Betonrohre

Diese Bezeichnung bezieht sich auf die Art der Herstellung von Stahlbeton-Druckrohren; sie werden im *Schleuderverfahren* hergestellt. Es muß Beton von der Mindestbetongüte B 450 verwendet werden. Die Korngrößen der Zuschlagstoffe des Betons dürfen bis $\frac{1}{3}$ der Wanddicke betragen und 18 mm nicht überschreiten. Die Betonüberdeckung der

Abb. 10
Stahlbeton-Druckrohr
ohne Muffe

d_1 = lichte Weite
 d_2 = Außendurchmesser
 d_3, d_4 = Durchmesser am
Rohrende



Armierung St 1 muß mindestens 10 mm stark sein. Hieraus ist zu ersehen, daß an die Herstellung der Stahlbeton-Druckrohre hohe Anforderungen gestellt worden (siehe TGL 117-0824 Stahlbeton-Druckrohre ohne Muffen, verbindlich ab 1. 10. 1964). Stahlbeton-Druckrohre werden für Nenndruck 4, 6 und 8 hergestellt. Daraus ist ersichtlich, daß diese Rohrart innerhalb der Berechnung nur für Anlagen mit geringem Betriebsdruck verwendet werden kann (Tabelle 15).

Tabelle 15
Stahlbeton-Druckrohre ohne Muffe

Nenn- weite NW mm	Nenn- druck ND	Baulänge l_1	Lichte Weite d_1	Außen- durch- messer d_2	Masse kg/m	Rohrenden			
						d_3	d_4	l_2	l_3
150	4	2500	150	210	43,2	197	195	40	2
	6		150	210	43,2				
	8		150	210	43,2				
200	4	2500	200	270	65,2	259	257	45	2
	6		200	270	67,2				
	8		200	270	69,2				
250	4	2500	250	330	92,0	319	316	45	2
	6		250	330	95,2				
	8		240	330	106,0				
300	4	5000	300	410	157	396	390	50	3
	6		300	410	159				
	8		300	410	163				
400	4	5000	390	480	150	464	462	50	3
	6		380	480	185				
	8		360	480	211				
500	4	5000	520	634	281	625	620	50	5
	6		500	634	325				
	8		470	634	382				
600	4	5000	600	720	319	703	698	56	6
	6		570	720	389				
	8		540	720	470				

Schleuderbetonrohre müssen besonders sorgfältig transportiert werden; sie sind schlagempfindlich.

Als Rohrverbindungen werden gußeiserne Überschiebmuffen mit zwei Rollgummiringen (Hume-Verbindungen) verwendet (siehe nachfolgende Tabelle 16 und Abb. 11).

Tabelle 16

Überschiebmuffen für Stahlbeton-Druckrohre

NW (mm)	150	200	250	300	400	500	600
Masse (kg)	7,9	10,3	12,0	16,7	20,5	40,0	45,0

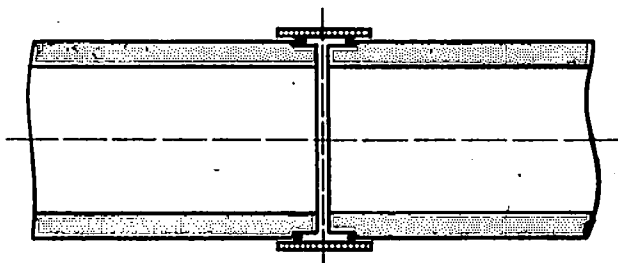


Abb. 11
Überschiebmuffe
für Stahlbeton-Druckrohre
(Sitz der Rollgummiringe
nach der Montage)

Das erste Rohr wird höhen- und fluchtgerecht im Graben verlegt, fest unterstampft und mit einer Rohrbrücke festgelegt, so daß es sich nicht mehr verschieben läßt. Die Rohrenden bleiben frei. Danach wird das zweite Rohr verlegt. Wenn es die richtige Lage hat, wird es um etwas mehr als Muffenbreite zurückgezogen. Die Stirnflächen der Rohre und die Abrollflächen für die Gummiringe müssen *sorgfältig* gereinigt werden. Die Gummiringe werden auf die äußerste Kante aufgezogen (Abb. 12). Es ist besonders darauf zu achten, daß die Gummiringe tatsächlich auf der *äußersten Kante* zu liegen kommen, denn sonst ist es nicht möglich, die Rohre vollkommen zusammenschieben. Die gußeiserne Überschiebmuffe ist nunmehr mit beiden Händen schwebend zwischen den Rohrenden zu halten, während das Rohr selbst — je nach Durchmesser mit einer Brechstange oder mit einer Winde — zusammengeschoben wird. Das Rohrende muß durch ein zwischengelegtes *Holzstück* vor Beschädigungen geschützt werden.

Wichtig ist, daß die Gummiringe auf dem ganzen Umfang *gleichmäßig* von der Muffe gefaßt werden, da sonst ein einwandfreies Abrollen der Gummiringe nicht gewährleistet ist, sich die Überschiebmuffe schräg stellen kann und somit die Leitung undicht wird.

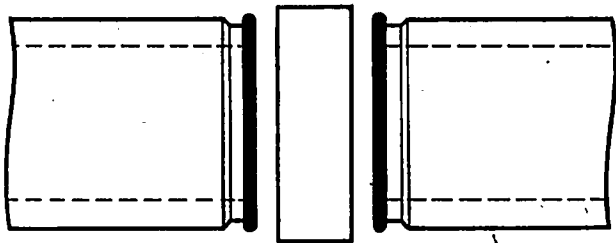


Abb. 12
Überschiebmuffe
für Stahlbeton-Druckrohre
(Sitz der Rollringe vor der
Montage)

Das zuletzt verlegte Rohr wird dann seitlich mit einem hölzernen Erdstampfer angestampft und bis 30 cm über Rohrscheitel verfüllt. Die Rohrverbindungen bleiben offen. Sie werden erst nach erfolgter bestandener *Druckprüfung* in bereits beschriebener Weise unterstopft und verfüllt.

Stahlbeton-Druckrohre dürfen nur bis 2° von der Geraden in der Rohrverbindung abgewinkelt werden.

Die Bezeichnung eines Stahlbeton-Druckrohres, z. B. von Nennweite 300 und Nenn-
druck 8, lautet:

Stahlbeton-Druckrohr 300/8 TGL 117-0824

4.5.2.6. PVC-hart-Druckrohre

■ Eigenschaften und Maße

Typenbezeichnung: Ekadur-Rohre Typ 100 aus PVC – hart –
Ekadur-Rohre Typ 100 werden aus dem Rohstoff Polyvinylchlorid und Zusätzen von
Gleitmitteln, Stabilisierungsmitteln und Farbstoffen hergestellt.
Ekadur-Rohre haben *thermoplastische* Eigenschaften und sind frei von Weichmachern
und Füllstoffen.

Die Rohre haben glatte Innen- und Außenflächen, sind frei von Lunkern und Blasen
und durchgehend gleichmäßig dunkelgrau eingefärbt. Rohre der Reihe ND 10 können
auch mit aufgeklebten *Steck- und Klebemuffen* geliefert werden. Das Einsteckende ist
dann rechtwinklig geschnitten und angeschrägt.

Für Beregnungsanlagen werden die Nennweiten 150 und 200 der Reihe 4 verwendet.
Die Rohre mit 160 und 225 mm Durchmesser werden in den Längen 6,00 und 12,00 m

ohne Muffe,
mit einer aufgeklebten Muffe (Steckmuffe oder Klebemuffe),
mit zwei aufgeklebten Muffen (Steckmuffen)

geliefert. Die zulässige Abweichung von der Handelslänge darf ± 50 mm betragen.

Tabelle 17

Maße der PVC-hart-Druckrohre

Außendurchmesser d Nennwert mm	zulässige Abweichung mm	Reihe 4 Wanddicke Nennwert mm	zulässige Abweichung mm	Masse Rohr kg/m	Masse Steckmuffe kg/Stück
160	+ 0,35	7,7	+ 0,95	5,46	2,8
225	+ 0,45	10,8	+ 1,30	10,75	6,2

■ Rohrverbindungen

Ekadur-Rohre werden mit

- einseitig aufgeklebten Steckmuffen (Abb. 13) oder
- Klebemuffen

miteinander verbunden.

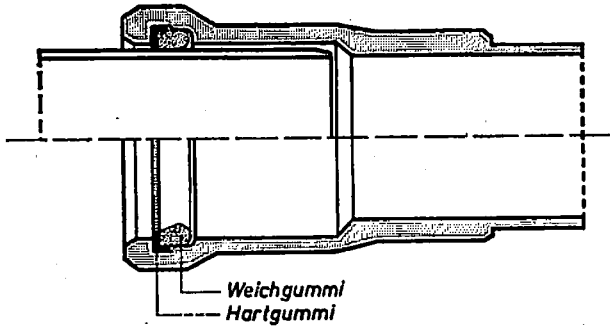


Abb. 13
PVC-hart-Druckrohr —
Schnitt durch Steckmuffe
und Spitzende

Die Steckmuffe ist eine *Steckkupplungsverbindung* (nicht kraftschlüssige Verbindung). Die Rohrenden, die Muffen und die Gummidichtringe sind vor der Verwendung auf fehlerfreie Beschaffenheit und Sauberkeit zu prüfen. Ein Trocknen dieser Teile vor der Montage ist nicht notwendig. Die Gummidichtringe können außerhalb des Rohrgrabens in die Dichtringkammer eingelegt werden. Muffe und Dichtringkammer sind mit einem feuchten Lappen gut von Sand und Schmutz zu säubern.

Der *Gummidichtring* hat zwei verschiedene Härtegrade: Der weiche Gummiringteil (die abgerundete Dichtungslippe) muß beim Einlegen in die Muffe zeigen, während der harte Gummiringteil (das kantige Profil) nach außen zeigt. Der Gummidichtring wird in Herzform gefaltet (Abb. 14) und so eingesetzt, daß er sauber und ohne Schwierigkeiten

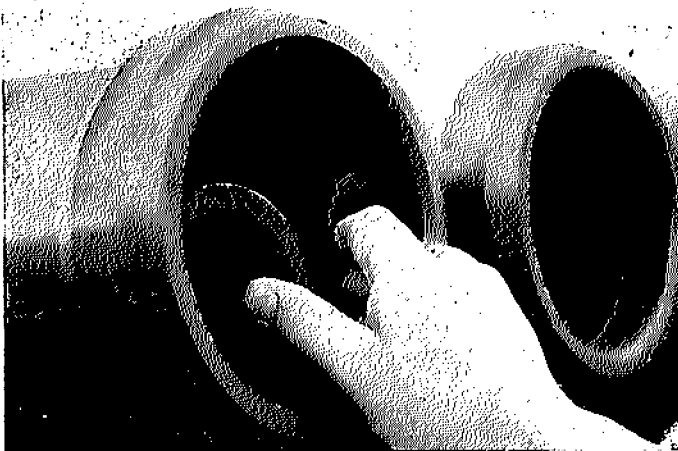
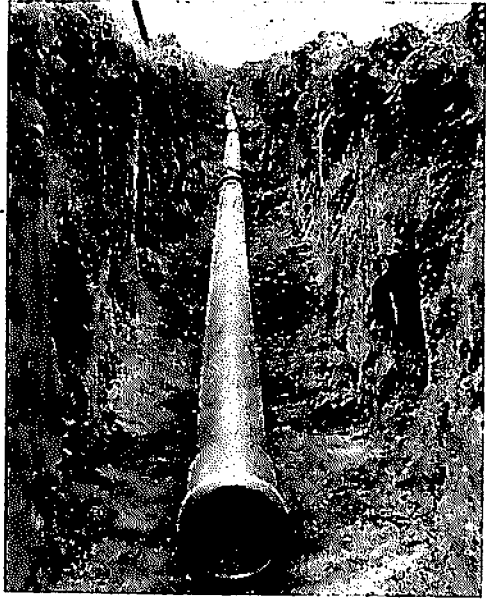


Abb. 14
PVC-hart-Druckrohr —
Gummiring in Herzform
gefaltet

Abb. 15
Verlegte
PVC-hart-Druckrohre



in die Dichtringkammer der Muffe eingedrückt werden kann. Das so vorbereitete Rohr wird vorsichtig in den Graben abgesenkt. Auf Grund der geringen Masse ist trotz der Länge des Rohres kein Hebezeug notwendig:

Das erste Rohr wird höhen- und fluchtgerecht verlegt und in steinfreien Boden eingebettet, mit einem hölzernen Erdstampfer unterstopft und bis 30 cm über Rohrscheitel in Lagen verfüllt. Das nächste vorbereitete Rohr wird mit dem Spitzende zum verlegten Rohr in den Graben abgesenkt. Das Spitzende wird mit einem feuchten Lappen gesäubert und die Einstecktiefe mit heller Kreide markiert.

Als Einstecktiefen (ET) kommen in Betracht bei:

NW 150	152 mm
NW 200	170 mm

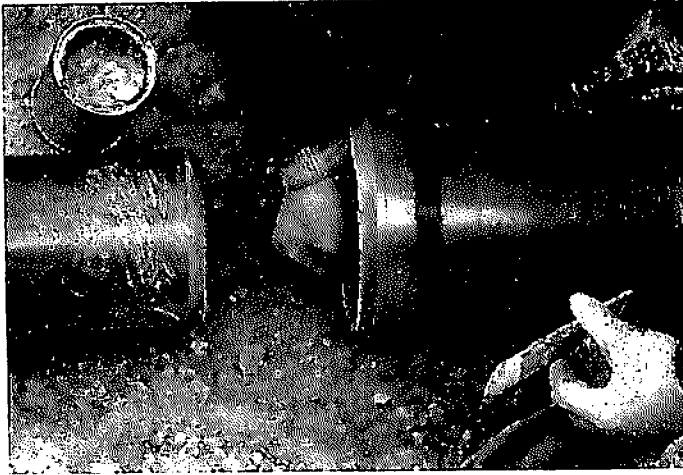
Das Spitzende und die Dichtfläche des Gummidichtringes werden mit einem Gleitmittel (speziell nur für PVC-hart-Druckrohre) dünn eingestrichen.

Als Gleitmittel dürfen keine Öle und Fette verwendet werden.

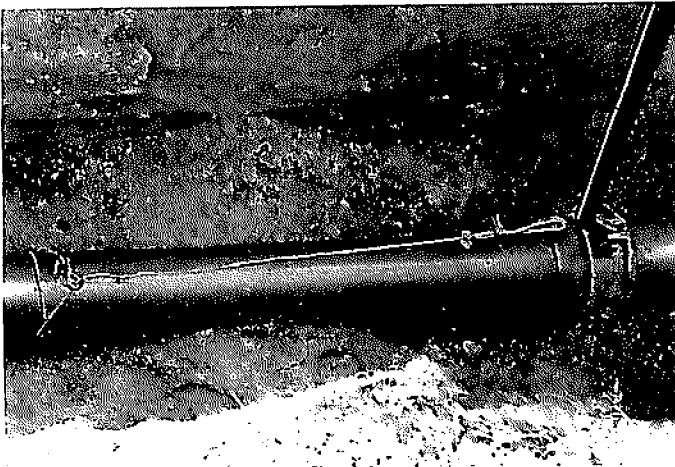
Die Rohrverbindung wird mit Hilfe einer Verlegegabel, die mit Seil- oder Kettenzug ausgerüstet ist, hergestellt (Abb. 17, 18, S. 194).

Die PVC-hart-Druckrohre dürfen nicht in der Muffe abgewinkelt werden.

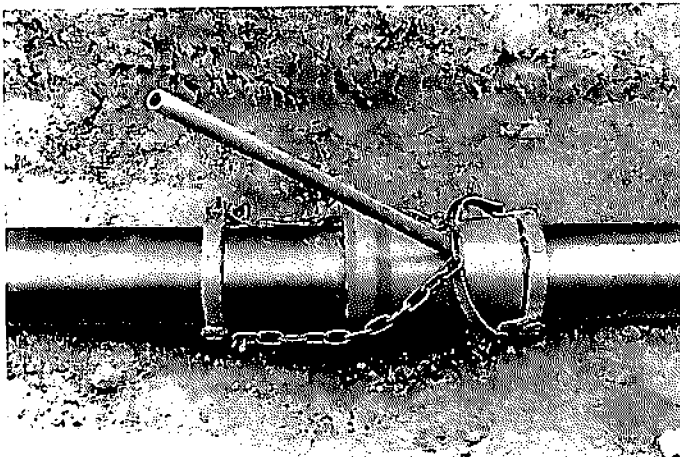
Die Rohrleitungen aus PVC-hart-Werkstoff sind so zu verlegen, daß die Rohre und Rohrverbindungen keine Biegemomente aufnehmen müssen. Soll eine Abwinklung erfolgen, so ist die Muffe festzulegen, damit der Biegeradius nicht auf die Verbindung übertragen wird. Bei Kaltbiegung sind die in Tabelle 18 angegebenen Maße zulässig.



*Abb. 16
PVC-hart-Druckrohr –
das Spitzende
wird mit Gleitmittel
bestrichen*



*Abb. 17
PVC-hart-Druckrohr –
Herstellen
einer Rohrverbindung
mit Seilzug und
Verlegegabel*



*Abb. 18
PVC-hart-Druckrohr –
Herstellen
einer Rohrverbindung
mit Kettenzug
und Verlegegabel*

Abb. 19
 PVC-hart-Druckrohr –
 eine
 montierte Rohrverbindung

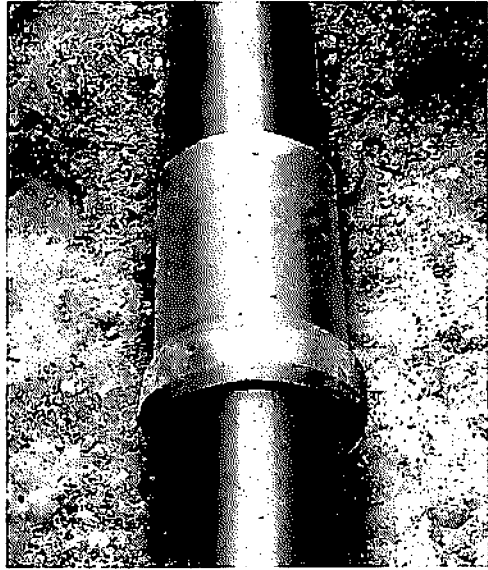


Tabelle 18

Mazimal zulässige Abwinkelung von PVC-hart-Druckrohren mit Steckmuffe

Nennweite NW mm	Baulänge 6,00 m		Baulänge 12,00 m	
	r ¹ in m	a ² in m	r in m	a in m
150	65,0	0,26	65,0	1,05
200	90,0	0,20	90,0	0,80

¹ r = Biegeradius

² a = Bogenhöhe

Die verlegten Rohre werden mit steinfreien Erdstoffen sorgfältig bis 30 cm über Rohrscheitel in Lagen verfüllt und angestampft. PVC-hart-Druckrohre lassen sich mit einer normalen Holzsäge und einer Holzfeile bearbeiten, so daß äußerst günstig Paßlängen hergestellt werden können.

Die *Formstücke* sind bisher Eigenanfertigungen der Meliorationsbaubetriebe. Sie sind in der Ausführung verschieden (siehe Abschnitt 4.5.5. „Verbindungsstücke“, S. 202). Die wichtigsten Formstücke für PVC-hart-Druckrohre werden gegenwärtig vom VEB Keulahütte hergestellt.

Die Klebemuffe stellt eine *kraftschlüssige* Verbindung dar. Die Klebeverbindung wird grundsätzlich außerhalb des Rohrgrabens ausgeführt. Bei der Herstellung der Klebeverbindung ist ein absolut *trockenes* Arbeiten notwendig; bei Regonwetter und Tauenwirkung ist keine einwandfreie Klebeverbindung gewährleistet. Für diese Klebeverbindung wird Spezialkleber verwendet (liefert das Rohrerstellwerk).

Das Rohrende muß rechtwinklig abgeschnitten und entgratet sein. Die Klebemuffe und die Rohrenden sind mit Reinigungsmittel (Methylenchlorid) zu säubern und die Einstecktiefe auf dem Rohrende zu markieren.

Klebemuffe und Rohrende müssen fett- und schmutzfrei sein. Ein mit Methylonchlorid getränkter Pinsel darf keinesfalls zum Auftragen des Klebers verwendet werden.

Methylonchlorid ist kein Verdünnungsmittel für den Kleber, es kann jedoch zum Reinigen des Klebstoffpinsels verwendet werden.

Der Kleber muß eine pastenartig-dickflüssige, gut streichfähige Konsistenz haben. Er soll von einem Stab, der in das Klebemittel eingetaucht wurde, träge abfließen.

Die Klebemuffe wird innen dünn und das Rohrende dick mit Klebstoff bestrichen, wobei der Pinsel stets in axialer Richtung (Längsrichtung des Rohres) zu führen ist. Der Pinsel muß reichlich mit Klebstoff getränkt werden, damit auf beiden Klebeflächen eine geschlossene, glatte Klebstoffschicht von gleichmäßiger Stärke entsteht. Ein *zweimaliger* Auftrag von Klebstoff ist *unzulässig*. Danach sind die Klebemuffe und das Rohrende sofort und ohne Verdrehen bis zum Anschlag zusammenzuschieben und in dieser Lage beide Teile wenige Sekunden festzuhalten, bis der Kleber angezogen hat.

Der Klebevorgang muß innerhalb einer Minute (Auftragen des Klebstoffes bis zum Zusammenstecken) ausgeführt sein, da der aufgetragene Klebstoff schnell trocknet. Überschüssiger Kleber ist mit einem Lappen sofort sauber abzuwischen.

Zugbeanspruchungen sind bis etwa 30 Minuten, bei Temperaturen in Frostnähe bis etwa 45 Minuten nach dem Kleben zu vermeiden.

Reinigungs- und Klebemittel sind Chemikalien, die in größerer Konzentration das Rohr erweichen! Daher Rohre, Muffen und Bundbuchsen aus PVC-hart-Werkstoff nicht in eines dieser Mittel legen, wenn sie vergossen wurden oder abgetropft sind.

Klebeverbindungen sind daher grundsätzlich nur von Rohrlegern auszuführen, die eine spezielle Ausbildung erhalten haben.

4.5.3. Bewegliche Rohrleitungen (oberirdische Leitungen)

4.5.3.1. Bandstahlrohre — feuerverzinkt

Die oberirdisch verlegten Rohre bei halbstationären und vollbeweglichen Anlagen wurden früher vorwiegend aus *feuerverzinktem Bandstahl* hergestellt. Die Länge dieser Rohre liegt in der Regel bei etwa 6,0 m; die Wanddicke ist bedingt durch die Rohrennweite unterschiedlich. Die Erfahrungen im praktischen Beregnungsbetrieb haben ergeben, daß drei Nennweiten den technischen Erfordernissen genügen.

Zu jeder Nennweite gehören

1 Stück Vaterteil — KKV — nach TGL 33-44630

1 Stück Mutterteil — KKM — nach TGL 33-44631

Der Nenndruck der Bandstahlrohre liegt bei 10 at.

Die Verbindung dieser Rohre wird durch *Schnellkupplungen* hergestellt. Nach dieser Verbindungsart wurden die Rohre „Schnellkupplungsrohre“ genannt. Sie garantiert ein einwandfreies Schließen und ermöglicht sowohl eine Arbeits erleichterung als auch eine bedeutende Arbeitszeitersparnis gegenüber Schraub- oder Flanschverbindungen.

Abwinkelungen sind bei diesen Rohren bis etwa 12° von der Geraden möglich, ohne daß die Kupplung undicht wird.

Tabelle 19

Schnellkupplungsrohre – SK – Rohre- nach TGL 33-44632

Nennweite NW mm	Rohraußen- durchmesser mm	Wanddicke mm	Masse in kg	
			roh	verzinkt
80	89	1,0	15,3	18,0
100	108	1,0	19,2	23,0
125	133	1,25	29,6	34,0

Diese Schnellkupplungsrohre bilden bei oberirdisch verlegten Rohrleitungen die *Schallleitungen* (in der Nennweite die stärkeren Rohre), von denen die *Flügelregnerleitungen* (in der Nennweite die schwächeren Rohre) abzweigen, auf denen die Regner mit Rohrschelle aufmontiert sind. Beim Mittelstarkregner MW 63 ist an Stelle der Rohrschelle ein Formstück (T-Stück) notwendig, um ihn in die Regnerleitung einbinden zu können.

4.5.3.2. Aluminiumrohre

Seit einigen Jahren gibt es als Schnellkupplungsrohre Aluminiumrohre, die als Verbindungen ebenfalls *Schnellkupplungen* haben. Diese Aluminiumrohre sind wesentlich leichter als Bandstahlrohre. Sie haben den Nachteil, daß sie sich sehr leicht durch äußeren Druck *verformen*. Hinsichtlich des Nenndruckes sind die Aluminiumrohre den Bandstahlrohren gleichzusetzen. Ihre geringe Masse spricht dafür, daß die Aluminiumrohre sich in der Beregnung behaupten werden.

Aluminiumrohre werden aus der Förderativen Sozialistischen Republik Jugoslawien und aus der Tschechoslowakischen Sozialistischen Republik importiert. Die Abmessungen sind bei den Aluminiumrohren fast die gleichen wie bei den in der Deutschen Demokratischen Republik hergestellten Bandstahlrohren. Die Schnellkupplungen passen ineinander.

4.5.4. Hydranten

Das Wasser wird über Hydranten aus dem stationären Rohrnetz entnommen. Es werden hierbei zwei Grundtypen unterschieden:

- Hydranten für Sommerleitungen,
- Hydranten für Winterleitungen.

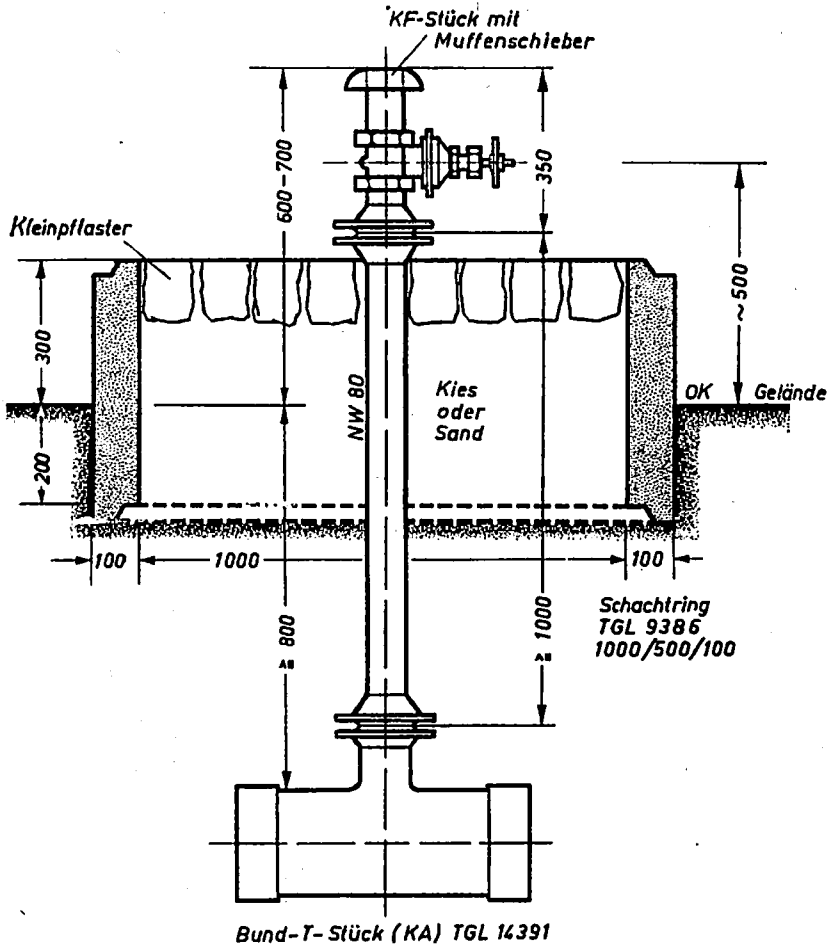


Abb. 20 Hydrant für Sommerleitungen – Klarwasserhydrant
HK 80 (Entnahmehydrant)

Hydranten für Sommerleitungen (Abb. 20) sind in ihrer Bauweise sehr einfach und trotzdem zweckmäßig. Für die Entnahme des Wassers ist in der Rohrleitung ein Formstück mit einem Flanschabzweig eingebaut, der senkrecht nach oben zeigt. Auf diesen Abzweig ist bis 30 cm über den Erdboden ein Standrohr (Flanschenpaßstück) montiert, an dessen oberem Ende ein Muffenschleber mit einem Vaterteil (KKV) den Abschluß des Hydranten, den *Hydrantenkopf*, bildet. Insgesamt ragt der Hydrant etwa 65 cm über den Erdboden.

Zu seinem äußeren Schutz wird um das Standrohr ein *Brunnenring* 1000/500/100, mit der Feder nach oben, 20 cm tief ins Erdreich eingelassen, so daß der Brunnenring noch 30 cm – gleich hoch mit dem oberen Flansch des Standrohres – aus dem Erdboden herausragt. Der Brunnenring wird mit Boden gefüllt, und als Abschluß kann er – mit der oberen Kante bündig – mit Straßenpflastersteinen ausgepflastert werden. Durch die

Abb. 21
Hydrantenkopf

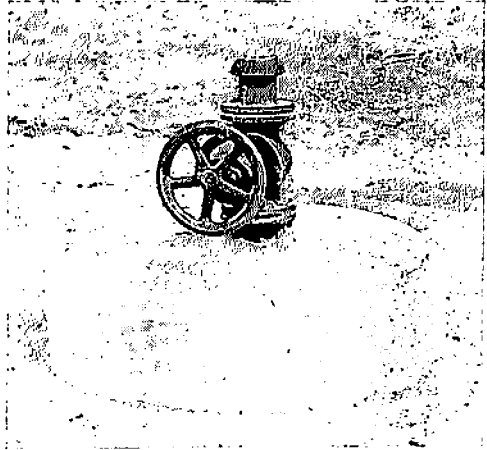
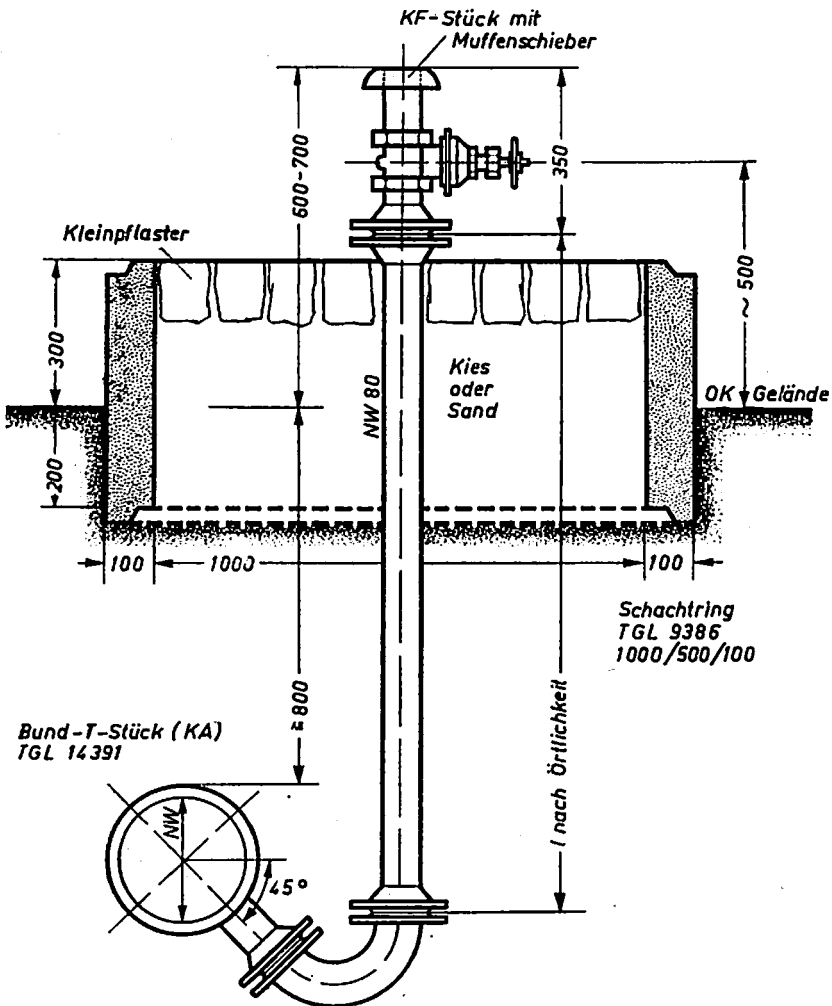


Abb. 22
Hydrant HK 80
als Abpumphydrant



Füllung mit Boden erhält der Brunnenring eine gute Standfestigkeit und schützt so den Hydranten vor Beschädigungen durch Anfahren. Gleichzeitig wird der Hydrant dadurch gut sichtbar. Durch das Auspflastern des Brunnenringes wird das auslaufende Wasser aus dem Hydranten, z. B. bei der Entlüftung der Rohrleitung, vom Standrohr abgewiesen.

Die Hydranten, die an einem Hochpunkt der Erdleitung angeordnet sind, werden gleichzeitig zur Entlüftung verwendet.

Aus den Tiefpunkten der erdverlegten Rohrleitung werden *Entleerungshydranten* eingebaut. Diese können als Abpumphydranten ausgebildet sein. Hier wird das Formstück mit einem Abzweigflansch so in die Rohrleitung eingebunden, daß der Flansch unter 45° von der Horizontalen nach unten zeigt. Das Standrohr wird dann mit einem Flanschbogen 135° nach oben geführt (der Flanschbogen ist eine Selbstanfertigung aus einem Anschweißbogen und zwei Flanschen; oder es müssen nach TGL-Formstücken ein Flanschbogen 45° und ein Flanschbogen 90° zusammenmontiert werden). Der weitere Ausbau ist dann genauso wie beim Entnahmehydranten auszuführen.

Dadurch, daß der *Abpumphydrant* ebenso ausgebildet ist wie der Entnahmehydrant, kann er während des Beregnungsbetriebes als *Entnahmehydrant* genutzt werden. Zur äußerlichen Kennzeichnung erhalten der Schutzring und das Varterteil einen roten Farbanstrich.

Die Rohrleitung wird nach der Beregnungszeit über Abpumphydranten mit einer transportablen Pumpe entleert.

Die Abmessungen für diese Hydranten sind die Nennweiten 100 und 80, in seltenen Fällen auch Nennweite 125.

Hydranten für Winterleitungen (Abb. 23) werden in Beregnungsanlagen eingebaut, die das ganze Jahr über in Betrieb sind. Dies trifft hauptsächlich für *Abwasser-erregungsanlagen* zu.

In die Rohrleitungen wird das Formstück mit einem Abzweigflansch so eingebunden, daß der Abgang *waagrecht* zur Rohrachse liegt. An diesen Abzweigflansch werden ein *Flanschenpaßstück* (etwa 500 bis 600 mm lang) und am anderen Ende der *Absperrschieber*, ein Keilschieber mit innen liegendem Spindelgewinde, angeschlossen. An den Schieber wird das Standrohr mit Varterteil befestigt, an das der Regnerflügel mit einem Erdanschlußbogen (KRAB – nach TGL 33-44638) anzuschließen ist.

Die Rohrleitung muß bei Winterleitungen 1,10 bis 1,20 m hoch mit Erde überdeckt werden. Die Absperrschieber und das Standrohr werden in einem Schacht angeordnet, der aus drei Brunnenringen 1000/500/100 besteht. Die Bauhöhe beträgt somit 1,50 m. Der Schacht, der etwa 35 cm aus dem Erdboden herausragt, wird so angelegt, daß er nicht auf der Rohrleitung steht. Wie in Abbildung 23 zu erkennen ist, sitzt die Schachtkante über dem Paßstück. Der untere Brunnenring wird auf Mauersteinen fundamiert, so daß er nicht auf dem Paßstück des Hydranten aufsitzt.

Eine zweiteilige Abdeckung schließt den Schacht ab. Die eine Hälfte ist aus Stahlbeton gefertigt und liegt fest auf dem oberen Rand des Schachtes auf, die zweite ist eine Blechklappe, die durch Klappbänder mit der ersten verbunden ist. Sie wird geöffnet, wenn der Schacht bestiegen werden muß, um den Hydrant in Betrieb zu nehmen.

Das Standrohr schließt mit dem Varterteil etwa 25 bis 26 cm unter der Schachtoberkante ab. Bei der Längenbestimmung des Standrohres ist zu beachten, daß der später

anzuschließende Erdanschlußbogen des Regnerflügels auf der Oberkante des geöffneten Schachtes aufliegt, jedoch außerdem mit dem langen Schenkel des Bogens auf den Rohrstützbock paßt.

Der Schieber erhält ein Gestänge, das etwa 25 bis 30 cm unter der Oberkante des Schachtes abschließt. Es wird von hieraus mit einem abnehmbaren Schieberschlüssel betätigt.

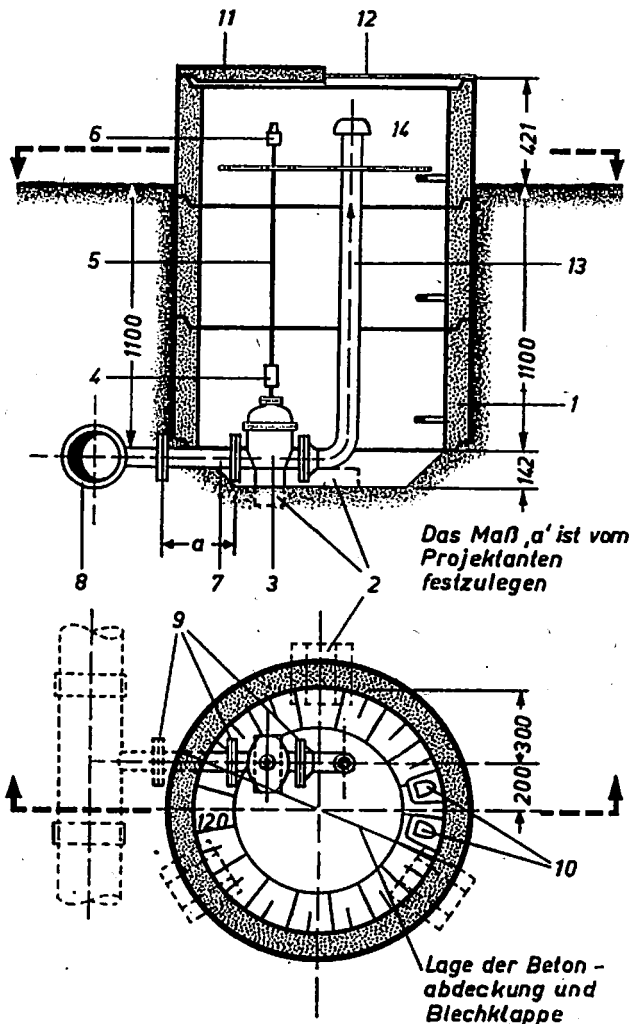
Schiebergestänge und Standrohr sind freistehende Enden und werden daher an einer Halterung, die in der Schachtwandung eingebaut ist, durch Schellen gehalten.

Bei der Winterfestmachung des Hydrantenschachtes wird trockenes Laub oder Stroh verwendet, damit Schieber und Standrohrbogen nicht einfrieren.

Abb. 23

Hydrant für Winterleitungen
bzw. für Abwassererregung

- 1 Schachtring 1000/500/100
- 2 Mauerziegel MZ 150
- 3 Kellschieber NW 80
- 4 Kupplungsmuffe
- 5 Gestänge
- 6 Vierkantschoner
- 7 Flanschpaßstück NW 80
- 8 T-Stück der Rohrleitung
- 9 Flanschverbindung NW 80
12 M 16 175 3 Gummiringe
- 10 Steigeisen
- 11 Betonabdeckung (1/7)
- 12 Blechklappe (1/8)
- 13 Standrohr (2/8)
- 14 Halterung (5/8)



4.5.5. Verbindungsstücke (Formstücke)

4.5.5.1. Kraftschlüssige und nichtkraftschlüssige Rohrverbindungen

An Rohrverbindungen werden unterschieden:

- Kraftschlüssige Verbindungen,
- nichtkraftschlüssige Verbindungen.

Bei *Stahlrohren* gibt es an kraftschlüssigen Verbindungen:

- Schweißverbindungen
- Flanschverbindungen

Bei *PVC-hart-Druckrohren* werden kraftschlüssige Verbindungen hergestellt durch:

- Klebemuffen,
- Flanschverbindungen mit PVC-hart-Druckrohren.

Im letztgenannten Fall sind auf den Rohrenden der PVC-hart-Druckrohre *Flanschbundbuchen* aufgeklebt, über die ein Losflansch greift. Diese Verbindungsart wird dann angewendet, wenn Flanschformstücke oder Armaturen in die Rohrleitung eingebunden werden.

Die *Schnellkupplungen* bei den Schnellkupplungsrohren sind ebenfalls kraftschlüssige Verbindungen.

Zu den nichtkraftschlüssigen Verbindungen zählen:

- die Muffenverbindungen bei gußeisernen Rohren, vorgespannten Zementrohren, Schleuderbetonrohren;
- die Roll- und Gleitmuffen sowie die Schraubverbindung (Gibaultkupplung) bei Asbestzement-Druckrohren;
- die Steckmuffenverbindungen bei PVC-hart-Druckrohren.

4.5.5.2. Verwendung der Formstücke

Für erdverlegte Stahlrohrleitungen, gußeiserne Rohrleitungen, Asbestzement-Druckrohre werden gußeiserne Formstücke verwendet nach

TGL 14390, Blatt 2–18	Gußeiserne Formstücke für Druckrohrleitungen,
TGL 14391, Blatt 2–9	Gußeiserne Formstücke für Asbestzement-Druckrohrleitungen.

■ Formstücke für Zementrohre

Diese Formstücke sind Selbstanfertigungen, die jeweils der bauausführende Betrieb zusammen mit dem Projektanten festlegt. Es sind Stahlformstücke, die einen nach den vorliegenden Bodenverhältnissen entsprechenden Korrosionsschutz haben müssen.

■ Formstücke für Schleuderbetonrohre (Stahlbetondruckrohre)

Im Bereich der Stahlbetondruckrohre werden gußeiserne Formstücke verwendet, die eigens hierfür hergestellt werden. Nähere Angaben zu den Formstücken gibt das Herstellerwerk.

Tabelle 20

Gußeiserner Formstücke für Stahl-Druckrohrleitungen – nach TGL 14 390

Bild	Sinnbild	Kurzzeichen	TGL	Benennung
		FF	Blatt 2	Flansch-Paßstück
		F	Blatt 3	Flanschstück mit Einsteckende
		T	Blatt 5	Flansch-T-Stück
		FFK-A	Blatt 8	Flanschbogen 11° 15'
		FFK-B	Blatt 8	Flanschbogen 22° 30'
		FFK-C	Blatt 8	Flanschbogen 30°
		FFK-D	Blatt 8	Flanschbogen 45°
		Q	Blatt 9	Flanschbogen 90°
		N	Blatt 10	Flanschbogen mit Standfuß
		FFR	Blatt 13	Flanschübergangsstück
		E	Blatt 11	Flanschmuffenstück
		X	Blatt 19	Blindflansch
		PR	Blatt 16	Paßring
		O	Blatt 17	Kappe für Einsteckende

Tabelle 21

Gußeiserne Formstücke für Guß-Druckrohrleitungen — nach TGL 14 390

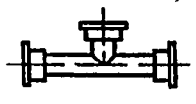

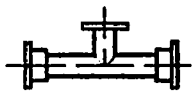
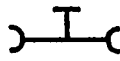





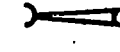

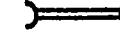
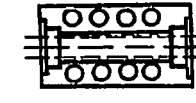

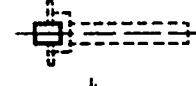
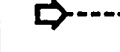


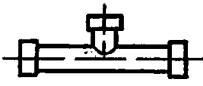







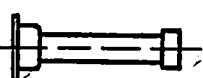



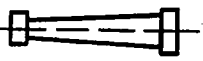

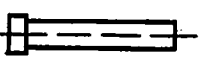

Bild	Sinnbild	Kurzzeichen	TGL	Benennung
		MMB	Blatt 4	Muffen-T-Stück
		MMA	Blatt 4	Muffen-T-Stück mit Abzweig Flansch
		MMK-A MMK-B MMK-C MMK-D	Blatt 6 Blatt 6 Blatt 6 Blatt 6	Muffenbogen 11° 15' Muffenbogen 22° 30' Muffenbogen 30° Muffenbogen 45°
		MMQ	Blatt 7	Muffenbogen 90°
		MMR	Blatt 12	Muffenübergangsstück
		U	Blatt 14	Überschiebmuffe
		2/2 U	Blatt 15	Überschiebmuffe, geteilt
		P	Blatt 18	Muffenstopfen
		EN		Hydrantenfußkrümmer

Tabelle 22

Gußeiserne Formstücke für Asbestbeton-Druckrohrleitungen — nach TGL 14 391

Bild	Sinnbild	Kurzzeichen	TGL	Benennung
		KB	Blatt 2	Bund-T-Stück
		KA	Blatt 3	Bund-T-Stück mit Abzweig Flansch
		KLG-A KLG-B KLG-C KLG-D	Blatt 4 Blatt 4 Blatt 4 Blatt 4	Bundbogen 11° 15' Bundbogen 22° 30' Bundbogen 30° Bundbogen 45°
		KQ	Blatt 5	Bundbogen 90°
		KGM	Blatt 6	Bundmuffenstück
		KF	Blatt 7	Bundflanschstück
		KRG	Blatt 8	Bundübergangsstück
		KGS	Blatt 9	Bundstück mit Einsteckende

■ Formstücke für PVC-hart-Druckrohre

Formstücke für PVC-hart-Druckrohrleitungen werden zur Zeit noch von den bauausführenden Betrieben in Eigenanfertigungen aus Stahl hergestellt. Sie müssen einen Korrosionsschutz erhalten. Die meist benötigten Formstücke werden bereits serienmäßig hergestellt:

KFP -Stücke (Einsteckende und Flansch),
 KFFA-Stücke (T-Stück mit Einsteckenden, Abzweig mit Flansch).

Tabelle 23

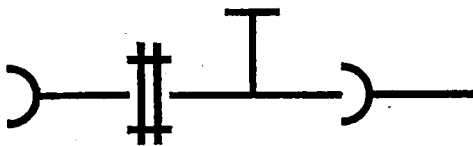
Einbindungsmöglichkeiten von Formstücken – Abzweigen – in PVC-hart-Druckrohrleitungen
 NW 150



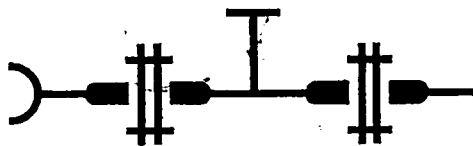
- 1 Flansch-T-Stück
- 2 Flanschstücke mit Einsteckende (Stahl)



- 1 Flansch-T-Stück
- 2 Flanschstücke mit Einsteckende (Stahl)
- 2 Stahlrohrkupplungen



- 1 Flansch-T-Stück
- 1 Stahlrohrkupplung



- 1 Bund-T-Stück, Abzweig mit Flansch
- 2 Gibaultkupplungen
- 2 PVC-Ausgleichstücke



- 1 Flansch-T-Stück
- 2 Bund-Flanschstücke
- 2 Gibaultkupplungen
- 2 PVC-Ausgleichstücke

Abb. 24
Einbinden eines
Abzweiges in eine
PVC-hart-Druckrohr-
leitung

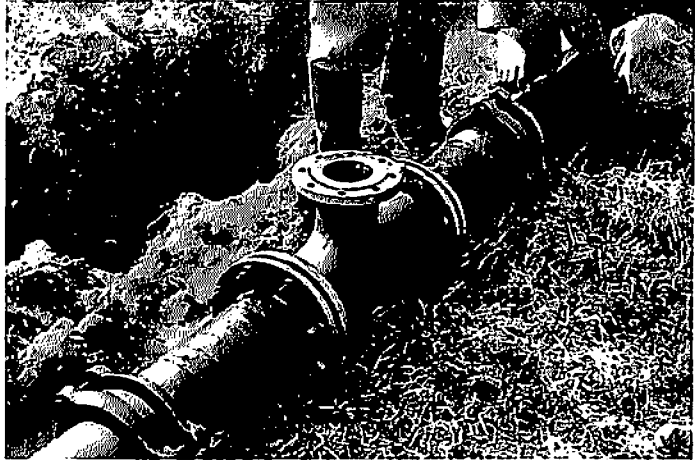


Abb. 25
Einbinden eines
Abzweiges in eine
PVC-hart-Druckrohr-
leitung
(bei der Montage)

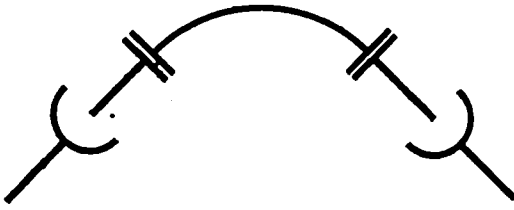


Abb. 26
Einbinden eines
selbstgefertigten Bogens
mit Entnahmehydranten
in eine
PVC-hart-Druckrohr-
leitung
NW 150

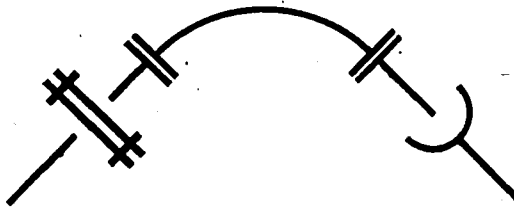
Tabelle 24

Einbindungsmöglichkeiten von Formstücken – Bögen – in PVC-hart-Druckrohrleitungen

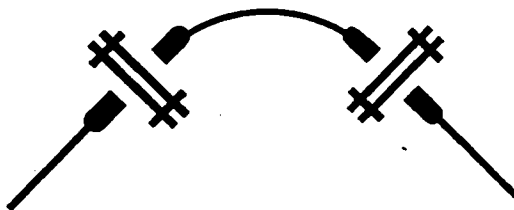
NW 150



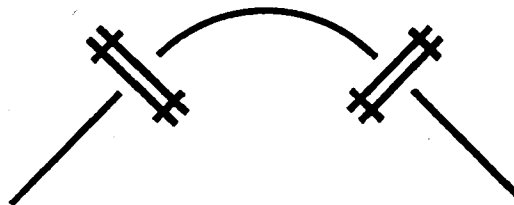
- 1 Flanschenbogen 90°
- 2 Flanschstücke mit Einsteckende (Stahl)



- 1 Flanschenbogen 90°
- 2 Flanschstücke mit Einsteckende (Stahl)
- 1 Stahlrohrkupplung



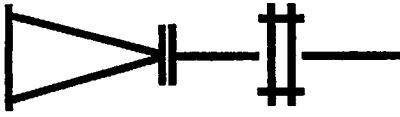
- 1 Bundbogen 90°
- 2 Gibaultkupplungen
- 2 PVC-Ausgleichstücke



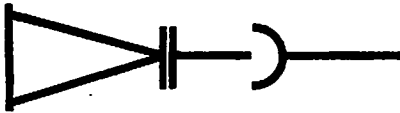
- 1 Flanschenbogen 90°
- 2 Stahlrohrkupplungen

Tabelle 25

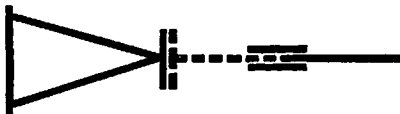
Einbindungsmöglichkeiten von Formstücken – Übergangsstücken – in PVC-hart-Druckrohrleitungen NW 150



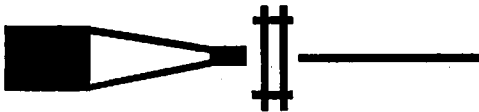
- 1 Flanschübergangsstück
- 1 Flanschstück mit Einsteckende (Stahl)
- 1 Stahlrohrkupplung



- 1 Flanschübergangsstück
- 1 Flanschstück mit Einsteckende (Stahl)



- 1 Flanschübergangsstück
- 1 Losflansch
- 1 PVC-Flanschbündbüchse

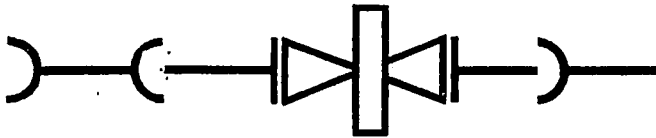


- 1 Bündübergangsstück
- 1 Gibaultkupplung
- 1 PVC-Ausgleichstück

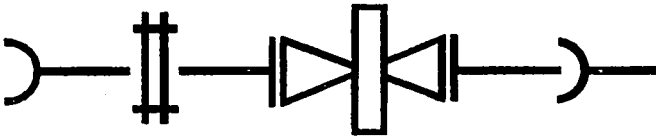
Tabelle 26

Einbindungsmöglichkeiten von Armaturen in PVC-hart-Druckrohrleitungen

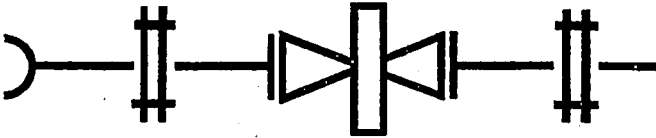
NW 150



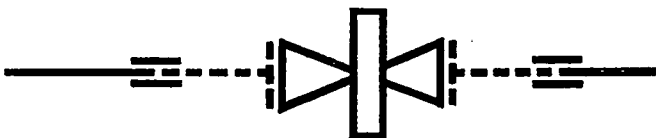
- 1 Flanschenschieber
- 2 Flanschstücke mit Einsteckende (Stahl)



- 1 Flanschenschieber
- 2 Flanschstücke mit Einsteckende (Stahl)
- 1 Stahlrohrkupplung



- 1 Flanschenschieber
- 2 Flanschstücke mit Einsteckende (Stahl)
- 2 Stahlrohrkupplungen



- 1 Flanschenschieber
- 2 Losflanschen
- 2 PVC-Flanschbündelbüchsen

■ Formstücke für Bandstahlrohre (Schnellkupplungsrohre)

Im Bereich der Bandstahlrohre sind ein Teil der Formstücke gleichzeitig mit eingebauten Muffenschiebern ausgestattet. Die Formstücke werden mit den Rohren durch angebaute Schnellkupplungsverschlüsse mit eingelegten Gummiringen (Gummiring – KKG – TGL 33-44657) verbunden.

Zu einer Schnellkupplungsverbindung gehören zwei Teilstücke, die an jedem weiteren Formstück bzw. Schnellkupplungsrohr vorhanden sein müssen (Vaterteil und das Mutterteil).

Für das vollbewegliche Rohrnetz stehen folgende Formstücke zur Verfügung:

T-Stück mit Absperrschieber (Abgang gleich Durchgang)	KT 2	TGL 33-44633
T-Stück mit Absperrschieber (Abgang kleiner als Durchgang)	KT 2	TGL 33-44634
T-Stück mit Absperrschieber (Abgang gleich Durchgang)	KT 2 A	TGL 33-44635
T-Stück mit Absperrschieber (Abgang kleiner als Durchgang)	KT 2 A	TGL 33-44636
Zwischenstück	KZA	TGL 33-44637
Erdanschlußbogen mit zwei Mutterteilen	KRAB	TGL 33-44638
Bogen 90°	KRKB 90°	TGL 33-44639
Bogen 60°	KRKB 60°	TGL 33-44640
Bogen 30°	KRKB 30°	TGL 33-44641
Schwanenhalsbogen mit zwei Mutterteilen	KRSB 2 M	TGL 33-44642
Schwanenhalsbogen mit je einem Vater- und Mutterteil	KRSB V/M	TGL 33-44643
Übergangsstück	SKR	TGL 33-44644
F-Stück mit Flansch	KF	TGL 33-44645
E-Stück mit Flansch	KE	TGL 33-44646
Anschlußteil mit Anschluß für Schlauch (Schlauchtulle) und ein Mutterteil	KMS	TGL 33-44649
Anschlußteil mit Anschluß für Schlauch (Schlauchtulle) und ein Vaterteil	KVS	TGL 33-44650
Anschlußteil mit Mutterteil und Gewinde- stutzen	KMG	TGL 33-44651
Anschlußteil mit Vaterteil und Gewinde- stutzen	KVG	TGL 33-44652
Anschlußteil mit Vaterteil und Fest- kupplung „B“	KVF	TGL 33-44653
Anschlußteil mit Mutterteil und Fest- kupplung „B“	KMF	TGL 33-44654
Umkehrstück	VV	TGL 33-44655
Verschußstück (Vaterteil)	KVX	TGL 22-44647
Verschußstück (Mutterteil)	KMX	TGL 33-44648
Stützböcke	KRS	TGL 33-44656

4.5.6. Korrosionsschutz

In der Beregnung verwendete Stahl- und gußeiserne Rohre sowie Formstücke müssen einen Korrosionsschutz haben. Die Leitungsteile werden je nach Art des Materials (Stahl oder Gußeisen) und je nach der Boden- und Wasserbeschaffenheit (hierzu sind die notwendigen chemischen und physikalischen Untersuchungen anzustellen) außen und innen mit verschiedenartigen *Schutzanstrichen* versehen. Es werden unterschieden:

- Außenschutz
- Innenschutz

Sowohl beim Außenschutz als auch beim Innenschutz sind verschiedene Arten möglich:

- Grundschatz
- leichter Schutz
- normaler Schutz
- verstärkter Schutz

4.5.6.1. Außenschutz

■ Grundschatz

Der Grundschatz wird unmittelbar nach der Herstellung und der Entzunderung bzw. nach dem Entrosten der Leitungsteile aufgebracht. Er ist nur als vorübergehender Rostschutz sowie als Haftunterlage für den endgültigen Schutz anzusehen. Beträgt die Zeit zwischen der Herstellung der Leitungsteile und dem Aufbringen des endgültigen Schutzes mehr als 20 Tage, so ist die Grundschatz mindestens doppelt stark auszuführen. Wird der endgültige Schutz unmittelbar nach der Herstellung oder dem Entrosten durch Heißtauchen aufgebracht, entfällt der Grundschatz.

■ Leichter Schutz

Der leichte Schutz besteht aus dem *Grundschatz* und einem *Überzug* aus geblasenem Bitumen (nach TGL 7534) in einer Gesamtstärke von etwa 0,3 bis 0,5 mm. Diese Schutzart wird für alle Leitungen und Leitungsteile aus Gußeisen und für solche aus Stahl angewendet, die nicht im Erdboden verlegt werden.

■ Normaler Schutz

Der normale Schutz besteht aus:

- dem Überzug aus geblasenem Bitumen mit oder ohne Füllstoffen (nach TGL 7534), Schichtdicke unter der Umwicklung mindestens 2 mm;
- der Umwicklung aus imprägnierten Hilfsstoffen (nach TGL 7534);
- einem Kalkanstrich zum Schutz gegen Einwirkungen der Sonnenstrahlen.

Für die Umwicklung werden Bituplast- oder Gasvliesbinden verwendet. Das Bitumen muß die Maschen der Wickelbinden vollständig ausfüllen und auf ihrer ganzen Oberfläche gleichmäßig bedecken. Die Binde muß 15 bis 25 mm überlappt gewickelt werden. Die Enden der Leitungen bleiben entsprechend der jeweiligen Verwendungsart frei (nur bei Rohren und Schweißsegmenten) und werden nach der Montage isoliert.

Hierbei ist besonders darauf zu achten, daß diese Teile gründlich *entrostet* und *getrocknet* werden. Formstücke sind sinngemäß zu behandeln.

Der normale Schutz wird für alle im Erdboden zu verlegenden Leitungsteile angewendet, soweit nicht nach den Ergebnissen der Boden- und Wasseruntersuchungen ein stärkerer Schutz erforderlich ist.

■ Verstärkter Schutz

Als verstärkter Schutz wird der normale Schutz *mehrfach* (2- bis 4fach) ausgeführt. Er wird für alle Leitungsteile angewendet, die im Erdboden verlegt werden und erschweren Bedingungen ausgesetzt sind.

Erschwerte Bedingungen sind:

- aggressive Böden, wie Ton, Mergel, Torf, Moor; Müll-, Aschen- und Schlackenanschlüßungen;
- aggressive Wässer, wie weiche, saure und sauerstoffreiche Wässer und solche mit hohem Salzgehalt, besonders an Chloriden und Sulfaten;
- aggressive Bestandteile von Stadt- und Ferngas, wie Sauerstoff, Blausäure, Schwefelwasserstoff und Ammoniak.

4.5.6.2. Innenschutz

■ Grundsutz

Der Grundsutz wird genauso hergestellt wie beim Außenschutz.

■ Leichter Schutz

Dieser Schutz besteht aus dem *Grundsutz* und einem *Überzug* aus geblasenem Bitumen (nach TGL 7534); er soll etwa 0,3 bis 0,5 mm stark aufgetragen werden.

Der leichte Schutz ist für alle Leitungsteile aus Stahl oder Gußeisen vorgesehen, sofern diese mit Innenschutz verlegt werden (z. B. Gasleitungen).

■ Normaler Schutz

Der normale Schutz wird aus dem *Grundsutz* und einem *Überzug* aus geblasenem Bitumen mit einer Schichtdicke von 1 bis 2 mm gebildet. Er ist für alle Trink- und Betriebswasserleitungen notwendig, die Wässer mit Temperaturen bis etwa 30 °C führen.

Die Bezeichnung eines auf die Außen- und Innenflächen von Leitungsteilen aufgebrachten Normalschutzes aus Bitumen lautet: „Bitumenüberzug – Normaler Außen- und Innenschutz – TGL 7534“.

■ Verstärkter Schutz

Der verstärkte Schutz besteht aus dem *Grundsutz* und einem *Überzug* aus geblasenem Bitumen mit einer Schichtdicke von 4 bis 6 mm, die in mehreren Arbeitsgängen hergestellt wird.

Dieser Schutz wird für die Ableitung hochaggressiver Durchflußmittel (Soleleitungen, Abwasserleitungen für Beizereien, Zellstoffbetriebe) mit Temperaturen bis etwa 55 °C angewendet.

Die Schutzschichten werden fabrikmäßig aufgetragen. Die Bitumenüberzüge werden nach dem Anstrich-, Spritz-, Tauch-, Wälz- oder Schleuderverfahren auf die Leitungsteile aufgebracht. Die für die Ausführung beauftragten Betriebe haben diese Arbeiten

nach der TGL 7534 auszuführen; sie müssen auf Verlangen des Auftraggebers die Prüfprotokolle vorlegen.

Müssen auf den Baustellen Leitungsteile nachisoliert werden, so wird hier nur das *Kaltanstrich- oder Tauchverfahren* angewendet. HeiBanstriche werden sich nur in den seltensten Fällen durchführen lassen.

Bevor die Leitungsteile mit einem Schutz versehen werden, sind die betreffenden Stellen sorgfältig zu entrostet.

Bei Beregnungsanlagen und Trinkwasserleitungen dürfen die Bitumenüberzüge keine Phenole und auch keine färbenden und gesundheitsschädlichen Stoffe enthalten. Sie müssen hygienisch *absolut einwandfrei* sein. Es wird empfohlen, für diese Arbeiten auf der Baustelle „Preolit T“ zu verwenden.

Bei der Verwendung von „Preolit T“ ist die Verarbeitungsanleitung genauestens einzuhalten.

AUFGABEN

1. Zählen Sie die in der Beregnung verwendeten Rohrarten auf, stellen Sie die Vorteile der einzelnen Rohre den Nachteilen gegenüber und begründen Sie Ihre Auffassung!
2. Welche Rohrverbindungen werden in Ihrem Betrieb verwendet?
 - a) Beschreiben Sie diese Verbindungsarten!
 - b) Schildern Sie den Vorgang der Montage!
3. a) Nennen Sie die Eigenschaften der PVC-hart-Druckrohre, die diese Rohrart gegenüber anderen auszeichnet!
 - b) Beschreiben Sie die bei PVC-hart-Druckrohren möglichen Verbindungsarten!
 - c) Welche Formstücke werden in Ihrem Betrieb für PVC-hart-Druckrohrleitungen verwendet?
4. Der Korrosionsschutz ist für eine lange Lebensdauer aller Rohrleitungen wichtig. Schildern Sie das Verfahren, nach dem in Ihrem Betrieb nicht isolierte Leitungsteile mit einem Korrosionsschutz versehen werden!

4.6. Bau und Montage von Regenanlagen und der dazugehörigen Einrichtungen

4.6.1. Sammelbecken

Sammelbecken müssen bei Klarwasserberegnungsanlagen angeordnet werden, wenn aus irgendwelchen Gründen ein *Zulaufgraben* zum Pumpwerk erforderlich ist. Die Ursachen dafür, daß das Pumpwerk nicht unmittelbar am Ufer errichtet werden kann, können sein: schlechter Baugrund, vorhandene Uferstraßen und Gründe der Landschaftsgestaltung.

Sammelbecken sind auch notwendig, wenn bei Anlagen für die Abwasserberegnung die geklärten Abwässer nicht kontinuierlich anfallen.

Von den Sammelbecken führen *Saugleitungen* zum Pumpwerk.

Sammelbecken sind mit den Gewässern direkt verbunden; der Wasserstand muß spiegelgleich sein.

Baulich können Sammelbecken in zwei verschiedenen Arbeitsweisen ausgeführt werden; durch

- Naßbaggerung
- Trockenbaggerung

Die Naßbaggerung wird bei *hohen Grundwasserständen* angewendet. Diese Bauweise wird besonders bei kleineren Bauwerken vorgezogen, wenn eine Grundwasserabsenkung nicht möglich ist oder nur unter sehr hohem Kostenaufwand durchgeführt werden kann. Das Becken wird unter den örtlichen Verhältnissen ausgehoben. Die Böschung wird dann durch Steinschüttungen im Bereich des Wasserspiegels befestigt. Die Naßbaggerung ist eine schnelle und billige Bauweise; jedoch muß das Sammelbecken so groß angelegt werden, daß der Pumpensog nicht zu Auskolkungen der Böschungsbefestigung führt.

Bei der Trockenbaggerung ist eine umfangreiche *Grundwasserabsenkung* notwendig. Gegebenenfalls ist zur Abschirmung gegen den natürlichen Wasserlauf eine *Spundwand* erforderlich. Ausschlaggebend dafür sind die örtlichen Verhältnisse. Bei dieser Bauweise kann das Sammelbecken verhältnismäßig klein gehalten werden. Sohle und Böschungen können durch Böschungs- bzw. Sohlpflaster oder durch vergossene Betonplatten befestigt werden, so daß der Pumpensog keine Beschädigungen hervorrufen kann. Als Zuleitung zur Pumpe können statt des offenen Grabens eine *Rohrschleuse* (mindestens über NW 500) und bei größeren Entfernungen zwischen Gewässer und Sammelbecken auch *Rohrleitungen* angeordnet werden.

Welche Bauform gewählt wird, ist von der Untersuchung der örtlichen Verhältnisse abhängig.

Ausschlaggebend für die bauliche Ausführung sind Wirtschaftlichkeit, günstige technische Bedingungen und landschaftliche Gesichtspunkte.

4.6.2. Speicherbecken

Bei der Anlage von Beregnungsflächen ist darauf zu achten, daß das Wasser so dicht am Beregnungsbereich wie irgend möglich entnommen werden kann. Lange Zuleitungen sollen auf ein Mindestmaß beschränkt werden; sie verteuern die Anlage.

Oft müssen kleine Bäche als Wasservorkommen genutzt werden. Sie sind in ihrem natürlichen Zustand nicht so ergiebig, daß eine laufende Entnahme einer bestimmten Wassermenge gesichert ist. In solche Wasserläufe müssen *Staue* eingebaut werden. Hier ist es von den örtlichen Verhältnissen abhängig, ob der Einstau gleich als Speicherbecken genutzt werden kann oder ob zusätzlicher Speichorraum geschaffen werden muß. Aus dem Speicherbecken führt die Saugleitung zum Pumpwerk.

Die Größe dieser Speicherbecken muß so bemessen sein, daß eine genügende Wassermenge (Maximalleistung der Pumpenanlage) ständig zur Verfügung steht.

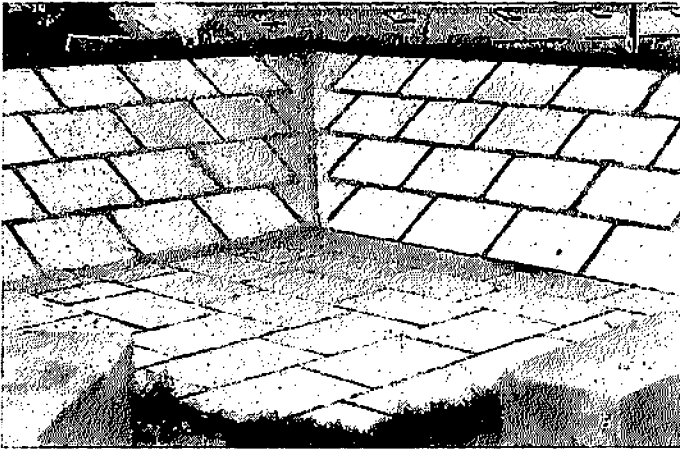


Abb. 27
Mit Betonplatten
ausgelegtes
Speicherbecken

Baulich gesehen werden diese Speicherbecken, wenn sie neben dem Wasserlauf angeordnet sind, als Bauwerke im Sinne des Ingenieurtiefbaus hergestellt.

Im Bereich des sich ändernden Wasserspiegels muß die Böschung befestigt werden. Vorteilhaft ist es, diesen Teil mit *Böschungspflaster* oder *Betonplatten* mit Fugenverguß auszubauen. Die Kosten sind durch den hohen Arbeitsaufwand verhältnismäßig hoch. In der Unterhaltung ist diese Bauweise fast wartungsfrei.

Für denselben Zweck werden auch *Steinschüttungen* vorgenommen, die nicht so arbeitsaufwendig sind. Das gebrochene Steinmaterial ist nicht so teuer wie das bearbeitete Steinmaterial (*Böschungspflaster*) und die hergestellten Betonplatten.

Die Speicherbecken im Wasserlauf werden durch *Naßbaggerung* vertieft und gegebenenfalls auch verbreitert. In diesem Fall ist auch eine Befestigung der Böschung im Bereich des sich ändernden Wasserspiegels notwendig.

Es gibt auch Speicherbecken, die *künstlich*, d. h. aus einem öffentlichen Versorgungsnetz (nur in den Nachtstunden) mit Wasser für Beregnungszwecke gespeist werden. Da die Beregnungsanlage jedoch Tag und Nacht Wasser benötigt, ist ein *Zwischenpumpwerk* anzuordnen, das Wasser aus dem Speicherbecken entnehmen kann. Bei diesen Speicherbecken ist es zweckmäßig, wenn es außerhalb des Grundwasserbereiches liegt und mit Betonplatten ausgelegt wird, die vergossen werden (Abb. 27).

4.6.3. Rohrleitungen

4.6.3.1. Rohrgrabenaushub

Zur Verlegung und Montage erdverlegter Rohrleitungen der stationären und halbstationären Beregnungsanlagen sind Rohrgräben notwendig, Sie können durch Handschacht und durch Grabegeräte (Bagger mit un stetigem und stetig förderndem Arbeitsgang) hergestellt werden. Es werden *abgesteifte* und *unausgesteifte* Rohrgräben unterschieden.

Abgesteifte Rohrgräben sind dann zu errichten, wenn die Druckrohrleitung dicht an Gebäuden vorbeiführt, der Rohrgraben tiefer als die Fundamentsohle des Gebäudes liegt und dadurch der natürliche Böschungswinkel angeschnitten wird.

Für die Errichtung von Beregnungsanlagen werden fast ausschließlich *Grabegeräte* eingesetzt und Gräben in *unausgesteifter Form* hergestellt. Handschacht kommt nur dann in Frage, wenn innerhalb von Bebauungen abgesteifte Rohrgräben notwendig sind.

Die Größe des einzusetzenden Grabegerätes ist von zwei Faktoren abhängig, der *Rohrgrabentiefe* und dem *Verlegefortgang* der Rohrleitung. In den seltensten Fällen wird ein Grabegerät dieser Forderung gerecht werden. Es zeichnet sich hierbei ab, daß das Grabegerät meist schneller arbeitet, als die Rohrverlegung möglich ist. Bei voller Auslastung des Grabegerätes wird die technisch-wirtschaftliche Kennziffer (TWK) erfüllt. Wird nur ein *verlegegerechter* Vorlauf für die Rohrverlegung geschaffen, ist das Gerät nicht voll ausgelastet. Diese Betrachtung setzt voraus, daß nach der Arbeitsschutzbestimmung ASAO 331/1 und 631/2 und der TGL 11482 – Ausbau von Rohrgräben – gearbeitet wird. Diese Tatsache tritt vorwiegend bei den kleineren Rohrnennweiten in Erscheinung.

Für die *Verfüllung* der Rohrgräben – es handelt sich hier um den Bereich des Grabens von 30 cm über Rohrscheitel bis zur Oberkante des Rohrgrabens – werden Planier-*raupen* eingesetzt. Hierbei ist zu beachten, daß die Gräben *im Winkel* zur Grabenachse verfüllt werden. Längsfahren unmittelbar über dem verlegten Rohr soll vermieden werden. Die Leistungen einer Planierraupe KT 54 oder KS 07 reichen für diese Arbeiten aus.

■ Grabegeräte

Für den Rohrgrabenaushub werden eingesetzt:

- unstetig arbeitende Grabegeräte,
- stetig fördernde Grabegeräte.

Zur Zeit werden vorwiegend *unstetig fördernde Grabegeräte* verwendet.

Die stetig arbeitenden Grabegeräte werden in Zukunft häufiger für die Verlegung von PVC-hart-Druckrohren eingesetzt. Voraussetzung dafür ist, daß solche Rohre in mehreren verwendbaren Abmessungen und solche speziell für erdverlegte Leitungen hergestellt werden.

Tabelle 27

Unstetig arbeitende Grabegeräte

Zu dieser Gruppe gehören folgende Grabegeräte:

Typenbezeichnung	Arbeitstiefe (m)	Arbeitsleistung (m ³ /h)	
		Erdstoff der Gewinnungsklasse 2/3	4
Universalbagger UB 60	5,40 ¹	31,5	28,0
Universalbagger UB 20/21	2,50 ¹	17,2	12,5
T 174	4,00 ¹	12,2	9,4
MF 710	3,48 ¹	12,2	9,4
E 153	2,20 ¹	10,3	8,2
KM 251	3,40 ²	20,0	12,0

¹ mit Tieflöffel

² bei Auslagerstellung 40°

Beim Univorsalbagger UB 20/21 richtet sich die Arbeitsgeschwindigkeit nach der Querschnittsfläche des Grabenprofils. Sie wird größer, wenn der Graben an Tiefe zunimmt.

Tabelle 28

Stetig fördernde Grabegeräte

Ein stetig förderndes Grabegerät ist die ETU 353/354

Typenbezeichnung	Arbeitsbreite (m)	Arbeitstiefe (m)	Arbeitsleistung (m ³ /h)
ETU 353/354	0,80–1,10	3,40	159,3

Die ETU 353/354 kann nur mit der Zusatzausrüstung für den Grabenaushub eingesetzt werden. Mit den seitlich angeordneten Schneckenpaaren ist es möglich, einen im Querprofil abgestuften Graben herzustellen. In der tiefsten Stellung der Eimerleiter ergibt sich ein Böschungswinkel von 71 bis 73°. Je flacher der Eimerleiter gestellt wird, desto flacher wird auch der Böschungswinkel. Die Arbeitsgeschwindigkeit liegt zwischen 12,50 (1. Gang) bis 114,00 m/h (8. Gang); sie kann in 8 verschiedenen Geschwindigkeitsgängen geregelt werden.

■ Grabenprofil

Beim Ausheben der Rohrgräben ist darauf zu achten, daß die Aushubmassen *einseitig* gelagert werden, so daß auf der anderen Grabenseite die Rohre ausgelegt werden können und bei Rohren mit größeren Abmessungen das Hebegerät stehen kann. Die Bodenablagerung muß 60 cm Abstand von der oberen Grabenkante haben. (ASAO 331/1 § 13) Die *Grabensohle* muß höhongerecht in gewachsenem Boden hergestellt werden. Wird zu tief ausgebaggert und dann wieder aufgefüllt, so sind diese Auffüllmassen standfest zu verdichten.

Rohre — ganz gleich welcher Art — dürfen nicht auf aufgeschüttetem, unverdichtetem Boden verlegt werden.

Bei unausgesteiften Rohrgräben sind die Böschungsneigungen den jeweiligen Erdstoffen anzupassen (TGL 11482).

Abb. 28 Rohrgrabenprofil — der Boden muß 0,60 m vom Grabenrand entfernt abgelagert werden

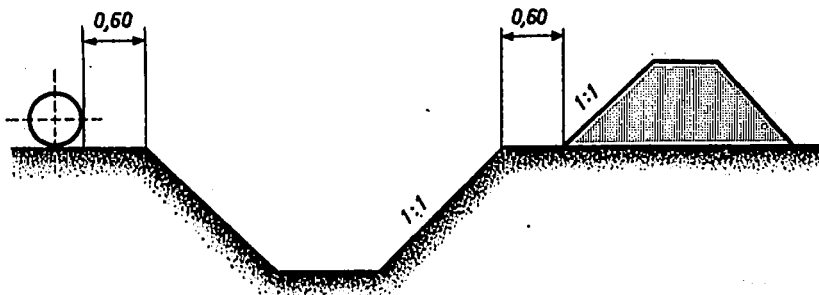


Tabelle 29

*Anordnung der Böschungswinkel und der Böschungsneigung in
Abhängigkeit von den Erdstoffen*

Erdstoffe der Gewinnungsklassen	Böschungswinkel	Böschungsneigung
2/3	45° (50,0°)	1:1
4	60° (66,7°)	1:0,58
5	80° (88,0°)	1:0,18

Wird die Montage in den Rohrgräben durchgeführt, sind neben den Arbeitsschutzanordnungen (ASAO 331/1 § 13 und ASAO 631/2) auch die Bedingungen der TGL 11482 zu beachten. Neben dem Rohr muß auf *beiden* Seiten ein *Arbeitsraum* vorhanden sein, der je nach der Nennweite des Rohres verschieden groß sein kann (Tabelle 30).

Tabelle 30

*Arbeitsraumbreiten für Rohre verschiedener Nennweiten
(aus TGL 11 482 – Blatt 1, Seite 5 – Tabelle 1)*

Größte Breite des Rohrquerschnittes (mm)	Unausgesteifte Baugruben mit Böschungen		Ausgesteifte Baugruben (mm)
	65° und steiler (mm)	flacher als 65° (mm)	
Kleiner als NW 500	200	200	300
NW 500 bis NW 600	300	250	400
NW 600 bis NW 1000	400	300	500
Größer als NW 1000	500	300	500

Die Größe des Arbeitsraumes ist auch von der Art des Erdstoffes, der Böschungsneigung und dem Böschungswinkel abhängig (Tabelle 31).

Tabelle 31

Größe des Arbeitsraumes in Abhängigkeit vom Erdbaustoff, der Böschungsneigung und dem Böschungswinkel – Rohrgräben unabgesteift mit Böschung

Erdbaustoff der Gewinnungsklasse 2/3 Böschungsneigung 1:1 Böschungswinkel 45°	Arbeitsraum nach TGL 11 482	
	kleiner als NW 500	20 cm
	über NW 500 bis NW 1000	30 cm
Erdbaustoff der Gewinnungsklasse 4 Böschungsneigung 1:0,58 Böschungswinkel 60°	kleiner als NW 500	20 cm
	über NW 500 bis NW 600	30 cm
	über NW 600 bis NW 1000	40 cm
Erdbaustoff der Gewinnungsklasse 5 Böschungsneigung 1:0,18 Böschungswinkel 80°	kleiner als NW 500	20 cm
	über NW 500 bis NW 600	30 cm
	über NW 600 bis NW 1000	40 cm

Tabelle 32

Aushubmassen bei ungesteiften Rohrgräben

Tiefe m	Massen in m ³ /m Nennweite 80, 100, 150, 200, 250, 300 Gewinnungsklasse			Nennweite 400 Gewinnungsklasse			Nennweite 500 Gewinnungsklasse			Nennweite 600 Gewinnungsklasse		
	2/3	4	5	2/3	4	5	2/3	4	5	2/3	4	5
1,00	1,800	1,380	0,980	1,880	1,460	1,060	—	—	—	—	—	—
1,25	2,563	1,913	1,288	2,663	2,013	1,388	2,850	2,325	1,700	2,963	2,438	1,813
1,50	3,450	2,505	1,605	3,570	2,625	1,725	3,795	3,000	2,100	3,930	3,135	2,235
1,75	4,463	3,185	1,960	4,603	3,325	2,100	4,865	3,763	2,538	5,023	3,920	2,695
2,00	5,600	3,920	2,320	5,760	4,080	2,480	6,060	4,580	2,980	6,240	4,760	3,160
2,25	6,863	4,748	2,723	7,043	4,928	2,903	7,380	5,490	3,465	7,583	5,693	3,668
2,50	8,250	5,625	3,125	8,450	5,825	3,325	8,825	6,450	3,950	9,050	6,675	4,175
2,75	9,763	6,600	3,575	9,983	6,820	3,795	10,395	7,508	4,483	10,643	7,755	4,730
3,00	11,400	7,620	4,020	11,640	7,860	4,260	12,090	8,610	5,010	12,360	8,880	5,280

Tiefe m	Massen in m ³ /m Nennweite 700 Gewinnungsklasse			Nennweite 800 Gewinnungsklasse			Nennweite 1000 Gewinnungsklasse		
	2/3	4	5	2/3	4	5	2/3	4	5
1,50	4,230	3,585	2,685	4,380	3,735	2,835	4,680	4,035	3,135
1,75	5,373	4,445	3,220	5,548	4,620	3,395	5,898	4,970	3,745
2,00	6,640	5,360	3,760	6,840	5,560	3,960	7,240	5,960	4,360
2,25	8,033	6,368	4,343	8,258	6,593	4,568	8,708	7,043	5,018
2,50	9,550	7,425	4,925	9,800	7,675	5,175	10,300	8,175	5,675
2,75	11,193	8,580	5,555	11,468	8,855	5,830	12,018	9,405	6,380
3,00	12,960	9,780	6,180	13,260	10,080	6,480	13,860	10,680	7,080

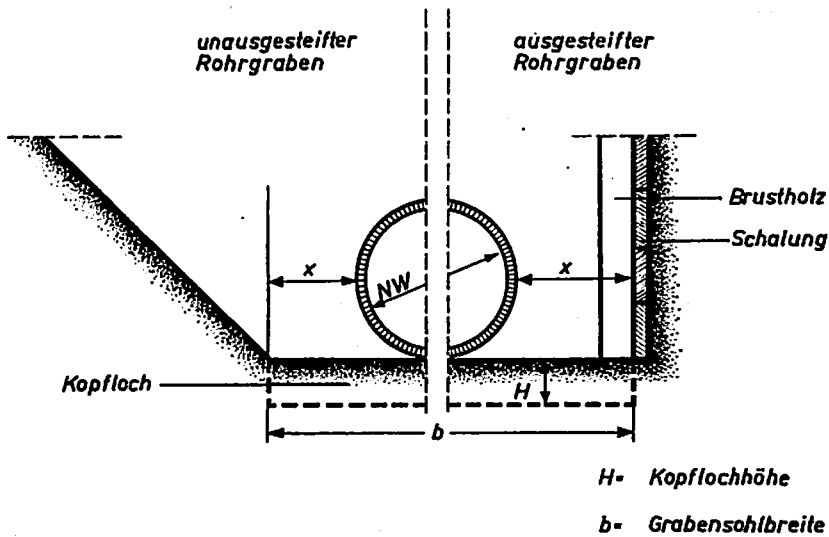


Abb. 29 Arbeitsraum in Rohrgräben (Maße siehe Tabellen 30 und 31)

Für die Sohlenbreite der Rohrgräben wird bei Asbestzement-Druckrohren bis NW 400 und bei Stahlrohren über NW 400 jeweils der Außendurchmesser + Arbeitsraum angenommen.

Nach TGL 11482 – Blatt 1 – Abs. 3.10.2.2. darf die lichte Mindestbreite b der Rohrgräben (siehe Abb. 29) von 800 mm insgesamt nicht unterschritten werden.

Als lichte Breite gelten bei ungesteiften Rohrgräben die Sohlenbreite, bei ausgesteiften Rohrgräben die Abstände zwischen den Schalwänden.

Tabelle 33

Aushubmassen bei ausgesteiften Rohrgräben

Tiefe m	Gewinnungsklasse 2/3 – 4 – 5						
	Massen in m ³ /m						
	Nennweiten 80/100/150/ 200/250/300	400	500	600	700	800	1000
1,00	0,900	—	—	—	—	—	—
1,25	1,125	1,225	1,538	1,650	—	—	—
1,50	1,350	1,470	1,845	1,980	2,430	2,580	2,880
1,75	1,575	1,715	2,153	2,310	2,835	3,010	3,360
2,00	1,800	1,960	2,460	2,640	3,240	3,440	3,840
2,25	2,025	2,205	2,768	2,970	3,645	3,870	4,320
2,50	2,250	2,450	3,075	3,300	4,050	4,300	4,800
2,75	2,475	2,695	3,833	3,630	4,455	4,730	5,280
3,00	2,700	2,940	3,690	3,960	4,860	5,160	5,760

Die Tabellen (S. 220, 221) geben eine Übersicht über die *Aushubmassen* auf 1 lfd. m Graben unter Beachtung der Grabentiefe und der Gewinnungsklassen für verschiedene Rohrnennweiten (Tabellen 32 und 33).

Für die Rohrmontage sind an den Rohrverbindungsstellen *Kopflöcher* auszuheben. Da sich die Lage dieser Kopflöcher erst bei der Montage erkennen läßt, so werden diese zweckmäßig von Hand ausgehoben. Sie sind je nach der Rohrverbindungsart verschiedenen groß.

4.6.3.2. Rohrtransport und Rohrlagerung

■ Allgemeine Maßnahmen

Dem Rohrtransport muß eine besondere Aufmerksamkeit zugemessen werden.

Eine gewissenhafte Durchführung der Rohrtransporte bewahrt vor großen finanziellen Verlusten!

Das verwendete Rohrmaterial ist in jedem Fall sorgfältig zu behandeln.

Stahlrohre selbst sind zwar nicht stoßempfindlich, jedoch die Isolierung. Alle anderen Rohrarten sind stoß- und schlagempfindlich und dürfen daher bei der Be- und Entladung sowie beim Transport nicht geworfen oder harten Schlägen ausgesetzt werden. Besonders ist eine stirnseitige Beschädigung zu vermeiden.

Asbestzement-Druckrohre und PVC-hart-Druckrohre müssen vor Schleifwirkungen geschützt werden.

Die Rohre sind je nach Transportmittel (Waggon der Deutschen Reichsbahn und LKW) in einem oder in zwei hintereinanderliegenden Stapeln – mit der Rohrachse in Fahrtrichtung – mit einem geeigneten Hebezeug zu verladen. Alle Rohre (außer PVC-hart-Druckrohre) gelten auf Grund ihrer hohen Masse und der großen Reibungsfläche als *verschubsicher* und brauchen untereinander und gegen die Stirnwände nicht abgesteift zu werden.

Der Schwerpunkt der oberen Rohre muß unter der Oberkante der Wandungen oder der Rungen liegen. Ergeben sich zwischen den Rohren und der Länge der Ladefläche des Transportmittels Zwischenräume, ist *im Verband* zu stapeln, damit sich die Rohre nicht verschieben können. Die untersten Rohre sind durch Holzkeile festzulegen. Sie müssen in der ganzen Länge voll auf dem Boden aufliegen.

Als Anschlagmittel zum Be- und Entladen sollten nur *Transportgurte* aus Gewebe verwendet werden. Werden Traversen benutzt, so sind die Haken flach und etwas gewölbt auszubilden. Auf der Berührungsseite mit dem Rohr ist eine Filzplatte anzubringen, damit sich die Haken der Rohrrundung anpassen können. Spannketten sind mit Unterlagen zu versehen. Es dürfen keine direkten Berührungspunkte zwischen Ketten und Rohr entstehen.

Bei der *Entladung* dürfen die Rohre nicht frei abrollen, und das Aufeinanderprallen der Rohre ist zu verhindern. Sie sind genauso vorsichtig zu entladen, wie sie aufgeladen wurden. Werden die Rohre zwischengelagert, so sind die Stapelplätze sachgemäß vorzubereiten bzw. auszurüsten. Die Rohre sollten jeweils in den beiden äußeren *Viertelpunkten* der Rohrlänge auf Lagerhölzern eingestapelt werden, die in der Waage liegen

müssen. Bei Längen über 5,00 m sollten je nach Länge noch ein oder mehrere Zwischenlager (Lagerhölzer) vorgesehen werden. Die Stapelhöhe sollte nicht über 2,00 m liegen und die Stapelenden sind gegen Abrollen zu sichern.

Geeignete *Hebezeuge* für die Be- und Entladung von Rohren, Formstücken und Armaturen sind örtlich vorhandene stationäre bzw. teilbewegliche Ladeeinrichtungen (z. B. auf Bahnhöfen, Umschlaghäfen) und bewegliche Hebezeuge. Die Anschlagmittel sind ebenfalls in den beiden äußeren Viertelpunkten anzubringen.

Der Lader T 157 kann auch mit einem Vakuum-Lasthaftgerät (für Rohre) ausgerüstet werden.

Tabelle 3/4

Geeignete Ladegeräte und ihre Tragfähigkeit:

Gerätetyp	Tragfähigkeit (Normalauslage)
T 172	0,8 t
T 174	0,9 t
T 157	0,45 t
Autokran Panther	5,0 t
Autokran Puma	3,0 t
MDK 12,5	12,5 t

Bei der Entladung auf Güterbahnhöfen bzw. der LKW-Entladung (bei Lieferung ab Herstellerwerk) sollte sich jeder Baubetrieb ein bestimmtes *Kontrollsystem* der Warenabnahme, etwa nach folgendem Beispiel, einrichten:

Nach Eintreffen der beladenen Waggons auf dem Empfangsbahnhof bzw. des LKW auf dem Lagerplatz ist von dem Verantwortlichen für die Entladung der Zustand der Sendung zu kontrollieren. Erkennbare Schäden, die vor Beginn der Entladung festgestellt werden und ihre Ursache in der Verschiebung der Ladung durch teilweises oder vollständiges Fehlen des Sicherungsmaterials haben, sind zu reklamieren.

Zu Transportschäden gehören u. a. Beschädigungen an Stirn- und Schaftflächen der Rohre und an den Muffen sowie Risse in den Rohren.

Bei Beanstandungen ist durch die Güterabfertigung der Deutschen Reichsbahn vor oder während der Entladung eine *Tatbestandsaufnahme* anzufertigen. Die Tatbestandsaufnahme und der Frachtbrief sind die Beweismittel für die Reklamation beim Lieferbetrieb. Bei der Anlieferung gelten diese Hinweise sinngemäß.

Auch bei der Lagerung der Rohre sind die bisher genannten Vorsichtsmaßnahmen zu beachten. Da außer den in der Deutschen Demokratischen Republik hergestellten Rohren *Importrohre* aus verschiedenen Ländern verwendet werden, ist das gesamte Rohrmaterial getrennt nach dem Herstellerland und wenn möglich auch nach dem Eingangsdatum zu stapeln.

Alle Rohre müssen gemäß der betrieblichen Lagerordnung gekennzeichnet werden, um eine ordnungsgemäße Lagerhaltung zu gewährleisten.

Sinngemäß gilt dies auch für die Lagerung der Formstücke, Armaturen und Muffen.

Gummiringe und *Dichtungsmaterial* sind, getrennt nach Herstellerwerken, Importen und Nennweiten, in kühlen, trockenen, mäßig gelüfteten Räumen aufzubewahren. Die Lagertemperaturen müssen zwischen $+ 20\text{ °C}$ und $- 10\text{ °C}$ liegen.

Armaturen und *Formstücke* sind aus Gußeisen und daher bruchempfindlich. Sie dürfen nicht geworfen, abgekippt oder aneinander geschlagen werden. Es ist darauf zu achten, daß der Schutzanstrich nicht beschädigt wird. Werden Armaturen und Formstücke von Hand transportiert, sind Schutzhandschuhe zu tragen. Sind Armaturen und Formstücke schwerer als 60 kg, sind Hebezeuge zum Auf- und Abladen einzusetzen. Armaturen müssen überdacht eingelagert werden.

■ Transport und Lagerung von PVC-hart-Druckrohren

Für den Transport der PVC-hart-Druckrohre werden vom Lieferwerk besondere Hinweise gegeben.

PVC-hart-Druckrohre haben thermoplastische Eigenschaften und sind stoß-, schlag- und kerbempfindlich.

Bei Temperaturen unter $+ 5\text{ °C}$ nimmt diese Empfindlichkeit erheblich zu, und es ist dann beim Umgang mit diesen Rohren *erhöhte Vorsicht* geboten. Die Ladarbeiten sind daher von sachkundigem Personal unter Verwendung geeigneter Hebezeuge durchzuführen.

Als Anschlagmittel dürfen nur *Transportgurte* aus Gewebe, Hanfseile o. ä. Material verwendet werden, damit die Rohroberfläche nicht beschädigt wird. Keinesfalls dürfen Ketten oder Stahlseile als Anschlagmittel verwendet werden. Die Anschlagmittel sollen besonders bei langen Rohren in einem Abstand von jeweils $\frac{1}{4}$ der Rohrlänge vom Rohrende befestigt werden. Werden PVC-hart-Druckrohre von 2 Personen getragen, so sind die bereits erwähnten Abstände der Haltepunkte auch hier einzuhalten; dadurch wird vermieden, daß die Rohre durchhängen.

Die Rohre dürfen nicht geworfen, nicht abgekippt und auch nicht über den Boden geschleift werden.

PVC-hart-Druckrohre ohne bzw. mit Steckmuffe sind auf dem Fahrzeug ordentlich, Muffenrohre jeweils um 180° versetzt zu schichten. Die Rohrladung muß beim Transport (Bahn oder LKW) über die *gesamte* Länge aufliegen, und die Rohre dürfen nicht *durch-* oder *überhängen*. Es ist daher ratsam, als unterste Lage Rohre ohne Muffen zu legen. Ist dies nicht möglich, ist eine geeignete ausgeglichene *Unterlage* aus Sand oder Sägespänen zu schaffen. Auf dem Transportfahrzeug dürfen keine schweren scharfkantigen Teile liegen. Rungenfahrzeuge müssen durch eine Spannkette gesichert sein, wobei eine weiche Unterlage zwischen Ketten und Rohre gelegt werden muß.

Die Lagerung der PVC-hart-Druckrohre erfolgt auf ebener und fester Unterlage; sie sind gegen seitliches Abrutschen zu sichern. Die *Maximalhöhe* der Stapel soll 1,50 m nicht überschreiten. Die unterste Lage ist grundsätzlich auf *Bohlen* zu lagern ($h = 30\text{ mm}$ bei NW 150; $h = 40\text{ mm}$ bei NW 200), deren Abstände (Achismaß) 1,50 m nicht übersteigen sollen. Die Bohlen müssen *waagrecht* liegen, damit die Rohre sich nicht durchbiegen und bei längerer Lagerung sich nicht plastisch verformen. PVC-hart-Druckrohre

mit Steckmuffe sind innerhalb einer Lage um 180° geschwenkt zu stapeln. Zwischen jede Lage sind *Stapelbretter* zu legen, damit die Rohre nicht durchhängen können. Sollen PVC-hart-Druckrohre länger als $\frac{1}{2}$ Jahr lagern, sind sie vor direkter Sonneneinwirkung zu schützen. Zum Abdecken der Stapel dürfen jedoch keine Plastikfolien verwendet werden.

Eine Berührung der Rohre mit Ölen, Fetten, Farben, Lösungsmitteln und Holzschutzmitteln ist zu vermeiden.

PVC-hart-Druckrohre müssen vom Stapel *abgehoben*, d. h., sie dürfen nicht abgezogen oder abgerollt werden. Das Besteigen der Stapel ist weitestgehend zu vermeiden, besonders mit Nagelschuhen.

Die *Dichtringe* für PVC-hart-Druckrohre werden getrennt geliefert und erst beim Leitungsbau in die Dichtringkammer der Steckmuffe eingelegt. Für ihre Lagerung, Wartung und Reinigung sind nach TGL 14362 zu beachten:

- die Temperatur des Lagerraumes muß zwischen -5 °C und $+20\text{ °C}$ liegen;
- direkte Sonnen- und Wärmeeinstrahlungen sind zu vermeiden,
- der Lagerplatz muß sauber und frei von Kraftstoffen, Ölen, Säuren, Laugen und Lösemitteln sein;
- die Gummiringe müssen spannungsfrei lagern.

4.6.3.3. Rohrmontage unterirdischer Leitungen

In der Regel werden die Rohre in der *Fließrichtung* des Wassers, d. h. von der Pumpstation bzw. vom Brunnen aus beginnend verlegt. Für jede Rohrart sind die vom Herstellerwerk herausgegebenen *Richtlinien* zum Verlegen der Rohre zu beachten.

Zuerst werden nach zeichnerischen Unterlagen die notwendigen Formstücke in die Rohrleitungen eingebaut. Diese sind in den Zeichnungen durch Sinnbilder dargestellt (siehe Tabellen 23, 24, 25, 26, S. 206, 208–210).

Für alle Rohrarten gilt:

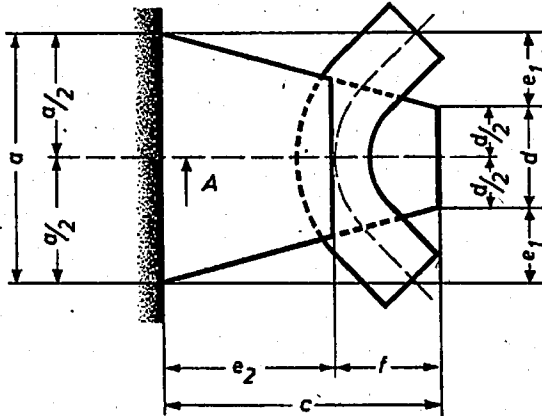
Die Rohre müssen höhen- und fluchtgerecht auf gewachsenem bzw. standfestem Boden aufliegen. Rohrverbindungen und Verbindungen an den Formstücken sind sorgfältig herzustellen, so daß die Verbindungselemente einwandfrei sitzen.

■ Widerlager

Bei Richtungsänderungen der Leitungen sind die Formstücke durch Betonwiderlager zu sichern, deren Größe in den Projekten bzw. Aufgabenstellungen ausgewiesen ist. Die *Stirnflächen* (Fläche des Widerlagers, die in Richtung der Druckkräfte gegen das Erdreich stößt) müssen senkrecht an den gewachsenen Boden stoßen. Es wird sich mitunter nicht vermeiden lassen, daß ein Widerlager größer wird als in der Zeichnung angegeben. Das kommt dann vor, wenn Rohrgräben längere Zeit offen stehen und die Böschungen nachgerutscht sind.

Ein Widerlager darf an seiner Stirnfläche nicht hinterfüllt werden. Verfüllter und verdichteter Boden erreicht nie die Festigkeit wie gewachsener Boden! Verrutscht ein Widerlager bei der Druckprüfung, weil es nicht den notwendigen Erdwiderstand zur Aufnahme der Druckkräfte hat, wird die Rohrleitung in den Rohrverbindungen (bei Steckverbindungen bzw. nicht-kraftschlüssigen Verbindungen) undicht.

Draufsicht



Schnitt A

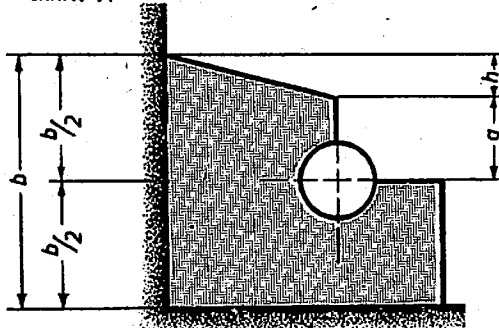


Abb. 30

Widerlager für Rohrbögen — Beton B 160

- a Breite der Druckfläche
- b Höhe der Druckfläche
- c Länge des Widerlagers
- d Breite des Widerlagerkopfes (Stirnfläche)
- e₁ Breite der seitlichen Schrägflächen
- e₂ Länge der seitlichen Schrägflächen
- g Höhe der oberen Stirnfläche
- h Höhe der oberen Schrägfläche
- f Abstand der Rohrachse

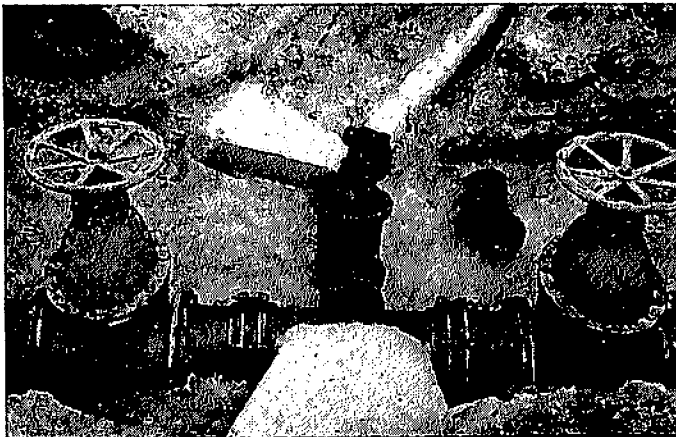


Abb. 31

Widerlager für Rohrbögen und Widerlager für Rohrabzweigungen

Abb. 32
Widerlager für
Rohrabzweigungen –
Beton B 160

- a Breite der Druckfläche
- b Höhe der Druckfläche
- c Länge des Widerlagers
- d Breite des Widerlagerkopfes (Stirnfläche)
- e_1 Breite der seitlichen Schrägflächen
- e_2 Länge der seitlichen Schrägflächen
- g Höhe der oberen Stirnfläche
- h Höhe der oberen Schrägfläche
- f Abstand der Rohrachse von der Stirnfläche

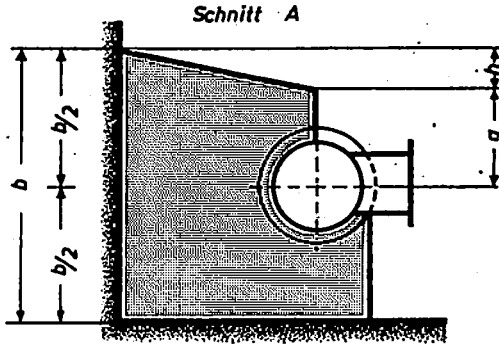
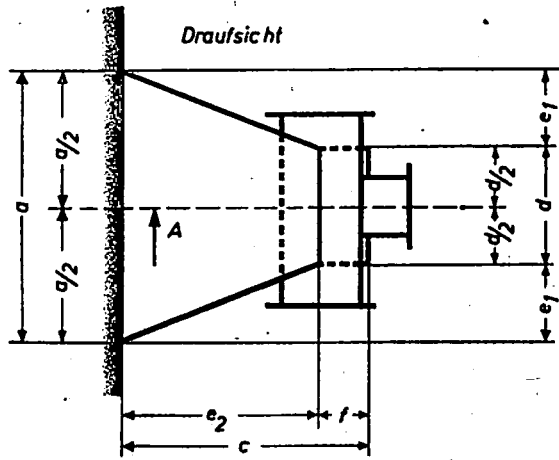


Abb. 33
Endwiderlager
für Rohrleitungen –
Beton B 160

- a Breite der Druckfläche
- b Höhe der Druckfläche
- c Länge des Widerlagers
- d Breite des Widerlagerkopfes (Stirnfläche)
- e Länge der seitlichen Schrägflächen
- f Abstand der Rohrachse von der Stirnfläche
- g Höhe der unteren Stirnfläche
- h Höhe der oberen Stirnfläche

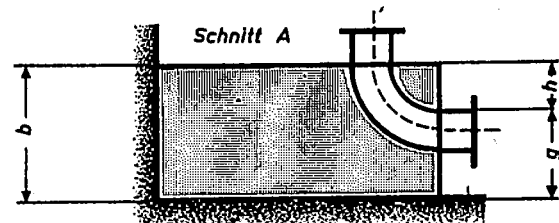
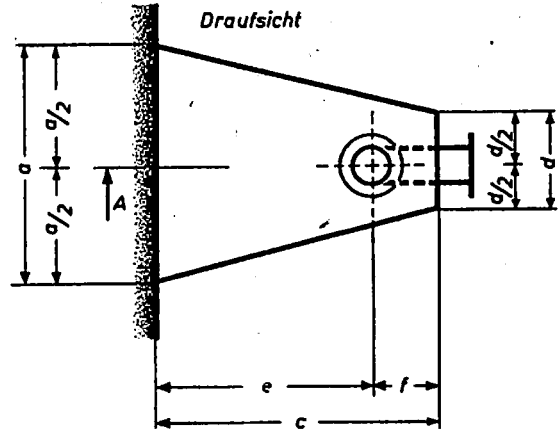




Abb. 34
Endwiderlager mit Hydrant

Als Rohrwiderlager werden verwendet für:

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Rohrrichtungsänderungen | – Krümmerwiderlager (Abb. 30, 31) |
| Rohrabzweigungen | – Abzweigwiderlager (Abb. 32) |
| Rohrleitungsenden | – Endwiderlager (Abb. 33, 34) |

■ Armaturen

Zu den Armaturen gehören:

- Schieber
- Be- und Entlüftungsventile
- Rückschlagklappen

Schieber

Beim Bau von Beregnungsanlagen werden *Keilschieber mit Flansch* und *Keilschieber mit Spitzenden* verwendet. Sie müssen bei Abzweigungen und in den Leitungen innerhalb des Beregnungsgebietes in Abständen von etwa 500 m eingebaut werden.

Durch diese Streckenschieber können bestimmte Rohrleitungsabschnitte außer Betrieb gesetzt und gegebenenfalls repariert werden, während die anderen Rohrleitungsabschnitte in Betrieb bleiben.

Beim Einbau der Schieber sind wegen ihrer relativ hohen Masse Hilfsmittel notwendig; nur bei den kleinen Nennweiten kann auf einen Montagedreißbock bzw. Kran verzichtet werden.

Unter jedem Schieber muß eine *feste Auflage* aus Betonplatten bzw. Beton höhengerecht eingebaut werden, damit diese nicht absacken kann. Wenn der Schieber nicht auf einer festen Auflage ruht, kann er bei Unterspülung oder weicher Bodenunterstopfung absacken, sich aus der Steckverbindung lösen und undicht werden.

Keilschieber mit Flansch haben die in Abb. 35 angegebenen Abmessungen.

Zur Schieberausrüstung gehört eine Einbaugarnitur und eine Straßenkappe. Mit Hilfe eines Schieberschlüssels kann der Schieber dann bedient werden. Die Straßenkappe wird durch einen Betonformstein oder durch Straßenbaupflaster eingefasst, so daß sie durch gegenfahrende Fahrzeuge oder Geräte nicht verschoben werden kann. Durch ein Schieberschild, das an einem Betonformstein befestigt ist, wird die Lage des Schiebers in der Flur gekennzeichnet.

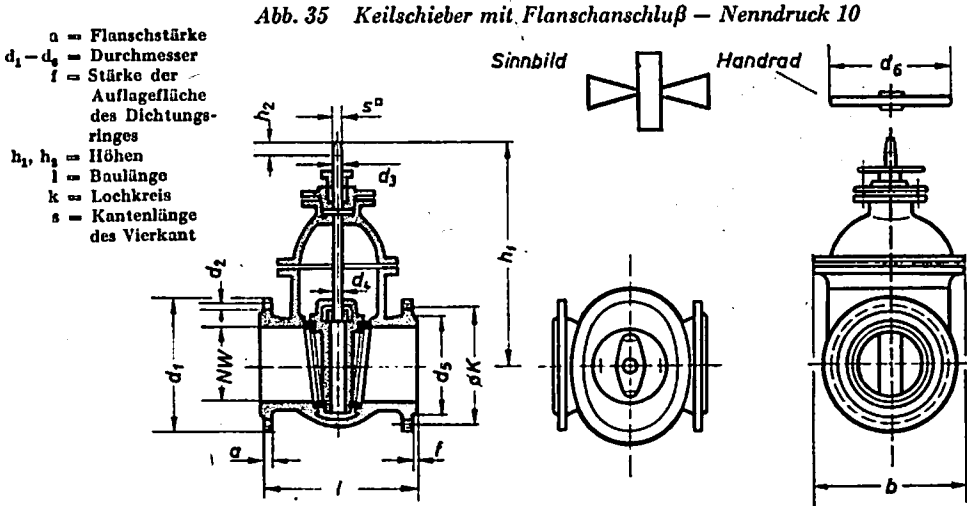


Abb. 36 Keilschieber

links: mit innenliegender Spindel und Flanschschluß
 Mitte: mit außenliegender Spindel und Flanschschluß
 rechts: mit innenliegender Spindel und Spitzenden

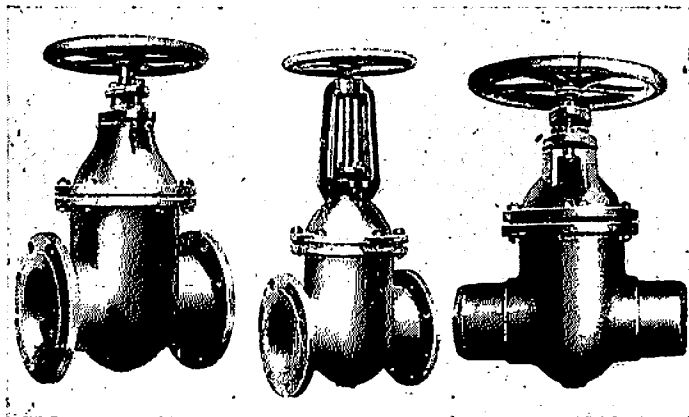


Tabelle 35 Keilschieber mit Spitzenden

	Nennweiten			
	80	100	150	200
Länge (mm)	330	350	400	450
Höhe (mm)	335	390	490	605
Masse (kg)	30	40	67	112

Tabelle 36 *Armaturen – Keilschieber aus Grauguß Nenndruck 6 und 10 – Innenliegendes Spindelgewinde – nach TGL 18299*

Nennweite	Gehäuse			Flanschanschlußmaße				Schrauben			Handrad \varnothing	Masse in kg
	Bau- länge l	Bau- höhe h ₁	Breite b	Flansch \varnothing d ₁	Loch- kreis \varnothing k	Flansch- stärke a	Flansch- planfläche f	Anzahl	Gewinde	Loch \varnothing d ₂		
NW											d ₃	A
50	250	265	160	165	125	20	3	4	M 16	18	200	18
80	280	335	220	200	160	22	3	4	M 16	18	250	37
100	300	380	260	220	180	22	3	8	M 16	18	315	48
125	325	450	295	250	210	24	3	8	M 16	18	315	65
150	350	480	330	285	240	24	3	8	M 20	23	315	82
200	400	600	400	340	295	26	3	8	M 20	23	400	144
250	450	710	460	395	320	28	3	12	M 20	23	500	191
300	500	800	550	445	400	28	4	12	M 20	23	500	267
400	600	1 000	670	565	515	32	4	16	M 24	27	630	471
500	700	1 200	820	670	620	34	4	20	M 24	27	630	723
600	800	1 360	960	780	725	36	5	20	M 27	30	630	1 033
800	1 000	1 780	1 160	1 015	950	44	5	24	M 30	33	800	1 988

Tabelle 37 *Armaturen – Keilschieber aus Stahlguß Nenndruck 16 – Innenliegendes Spindelgewinde – nach TGL 11014*

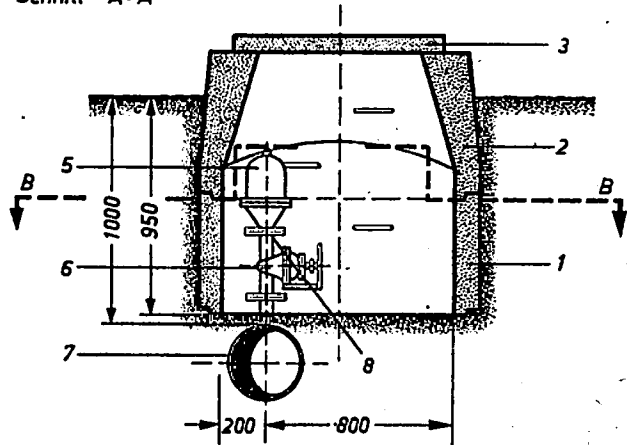
Nennweite	Gehäuse			Flanschanschlußmaße			Schrauben			Hand- rad \varnothing	Masse in kg
	Bau- länge l	Bau- höhe h ₁	Breite b	Flansch \varnothing d ₁	Loch- kreis \varnothing k	Flansch- stärke a	Anzahl	Gewinde	Loch \varnothing d ₂		
NW										d ₃	B
80	280	335	220	200	160	20	8	M 16	18	250	45
100	300	380	260	220	180	20	8	M 16	18	315	60
125	325	448	275	250	210	22	8	M 16	18	315	75
150	350	480	330	285	240	22	8	M 20	23	400	100
200	400	600	400	340	295	24	12	M 20	23	400	150
250	450	710	460	405	355	26	12	M 24	27	500	230
300	500	800	550	460	410	28	12	M 24	27	500	300
400	600	1 000	670	580	525	32	16	M 27	30	630	480
500	700	1 200	820	715	650	36	20	M 30	33	630	660
600	800	1 360	960	840	770	40	20	M 33	36	800	1 020
800	1 000	1 780	1 160	1 025	950	42	24	M 36	39	800	1 980
1 000	1 200	2 150	1 360	1 255	1 170	46	28	M 39	42	1 000	3 300

Abb. 37

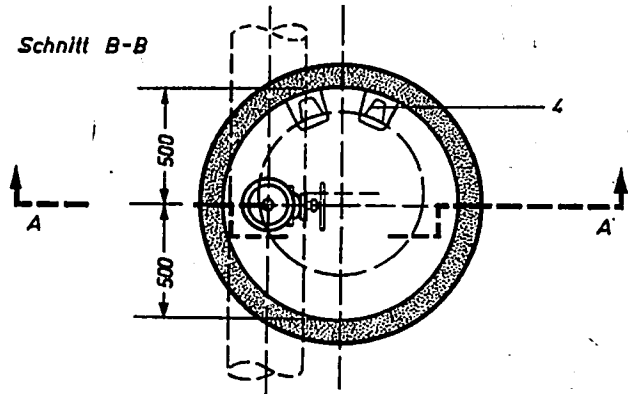
Entlüftungsschacht

- 1 Schachtring 1000/500/100
- 2 Schachthals 700—1000/600/100
- 3 Abdeckplatte (1/9) \varnothing 900
- 4 Stelgelscn
- 5 Selbsttätiges Be- und Entlüftungsventil NW 50
- 6 Keilschieber mit Handrad NW 50
- 7 T-Stück der Druckrohrleitung
- 8 Flanschverbindung NW 50

Schnitt A-A



Schnitt B-B



Be- und Entlüftungsventile

Sie werden an den Hochpunkten einer Rohrleitung angeordnet und dienen zur selbsttätigen Entlüftung der Rohrleitung. Sie werden in Schächten, die begehbar sein müssen, eingebaut (Abb. 37). Bei kleineren Beregnungsanlagen wird die Rohrleitung durch Entlüftungshydranten entlüftet.

Rückschlagklappen

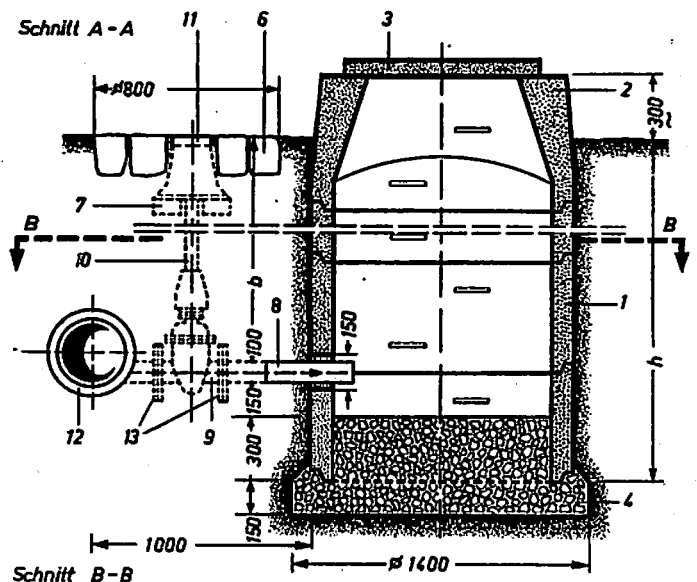
Rückschlagklappen sind vorwiegend für Rohrleitungen vorgesehen, die durch Brunnen eingespeist werden; sie sind in der *Brunnenstube* eingebaut. Durch die Rückschlagklappe soll verhindert werden, daß das Wasser in die Pumpe zurückfließt, wenn diese abgeschaltet ist oder aus einem anderen Grunde nicht fördert. Bei Pumpenstationen sind die Rückschlagklappen hinter dem Druckstutzen der Pumpen eingebaut.

■ Sonstige Bauwerke im Rohrnetz

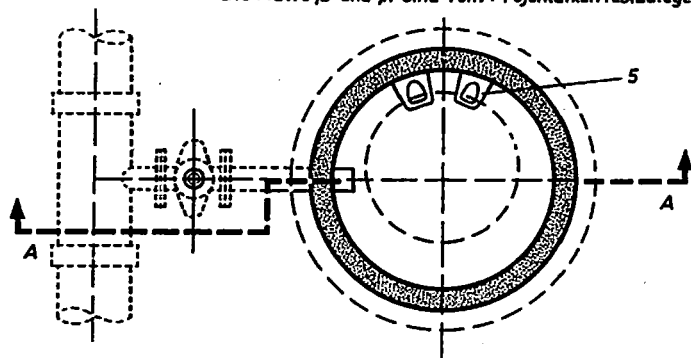
Druckrohrleitungen können nicht nur durch Abpumphydranten, sondern auch über *Entleerungsschächte* entleert werden. Es ist ein Bauwerk, das aus Brunnenringen, Konus und Abdeckung besteht. Die Entleerungsschächte müssen begehbar sein. Es werden daher Brunnen- bzw. Schachtringe von NW 1000 verwendet. Bei schweren Böden er-

Abb. 39
Entleerungsschacht
mit Sickerschacht

- 1 Schachtring
1000/500/100
- 2 Schachthals
700 – 1000/600/100
- 3 Abdeckplatte (1/9)
Ø 900
- 4 Schotter (Körnung
40/60)
- 5 Stielgeisen
- 6 Großpflaster
- 7 Mauerziegel MZ 150
- 8 F-Stück NW 100
- 9 Keilschieber NW 100
- 10 Einbaugarnitur
- 11 Straßenkappe (rund)
- 12 Hume-T-Stück mit
Entleerungstutzen
NW 100
- oder -T-Stück der
Druckrohrleitung
- 13 Flanschverbindung
NW 100



Die Maße b , b' und h' sind vom Projektanten festzulegen



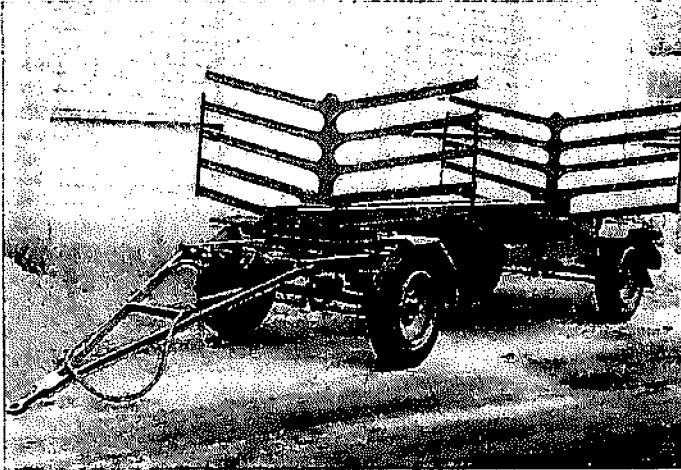
4.6.4. Bewegliche Leitungen

4.6.4.1. Transport

Für den Transport des Rohrmaterials der beweglichen Leitungen gibt es Spezialtransportwagen. Sie sind für den Umbau der Rohrleitungen erforderlich, erleichtern die Arbeit der Beregnungswärter und gewährleisten einen kontinuierlichen Arbeitsablauf.

Zum Transport werden benutzt:

- Zweiachsanhänger mit Rohrtragegerüst,
- Einachsanhänger mit Rohrtragegerüst,
- RS 09 mit Rohrtragegerüst.



*Abb. 40
Zweiachsiger Anhänger
mit Rohrtragegerüst*

Zweiachsige Anhänger mit Rohrtragegerüsten sind nach der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) gebaut und daher verhältnismäßig hoch. Das Tragegerüst ist auf der Ladefläche des Anhängers montiert (Abb. 40). Für den Straßentransport lassen sich eine große Anzahl Schnellkupplungsrohre transportieren. Für die Feldarbeit ist dieser Rohrtransportwagen wegen der großen Höhe zu umständlich und daher zu arbeitszeitaufwendig.

Bei Einachsanhängern kann das Rohrtragegerüst ziemlich niedrig aufgebaut werden. Die Fischgrätenform des Tragegerüstes ermöglicht ein bequemes Laden und Abladen der Schnellkupplungsrohre. Diese Anhängerform ist ein ideales Transportgerät für die unmittelbare Verlegearbeit auf dem Felde.

Der RS 09 mit Rohrtragegerüst ist für die Verlegung von Rohren auf dem Feld gut geeignet; es ist leicht auf den Traktor zu montieren. Die Kranarme am Tragegerüst ermöglichen beim Umbau der Regnerleitungen ein bequemes Auf- und Abladen der Schnellkupplungsrohre.

Beim gekoppelten Einsatz eines Einachsanhängers und eines RS 09 mit je einem Rohrtragegerüst ist eine hohe Transportkapazität zu erreichen.

4.6.4.2. Verlegen und Montage

Mit den Transportgeräten werden die Schnellkupplungsrohre unmittelbar an die Einbaustelle transportiert. Die Montage der Schnellkupplungsrohre kann durch einige Handgriffe schnell durchgeführt werden. Die Rohre werden nach einem Verlegeplan ausgelegt, der nach der gewählten Aufstellung im Dreieck- oder Viereckverband und der Anzahl der einzusetzenden Regner aufgestellt wurde.

4.6.4.3. Montage der Regner

Die Regner werden bereits am bzw. im Rohrlagerschuppen montiert und in diesem Zustand erst zum Beregnungsgebiet transportiert. Ein Teil der Schnellkupplungsrohre

ist mit einer Bohrung versehen, die mit einer Rohrschelle bedeckt ist. Auf diese Rohrschelle wird der Regner mit dem Regner-Kupplungsoberteil montiert. Wird an einer Rohrschelle kein Regner benötigt, kann diese mit einer Blindkupplung geschlossen werden.

Der Regnerabstand auf einem Regnerflügel ist abhängig von:

- der Wurfweite des Regners,
- der Art des vorgesehenen Regnerverbandes.

AUFGABEN

1. Zum Verlegen von erdverlegten Rohrleitungen müssen Gräben ausgehoben werden.
 - a) Nennen Sie die Gesichtspunkte, die dabei hinsichtlich der örtlichen Verhältnisse zu beachten sind?
 - b) Schildern Sie den Arbeitsgang von der Errichtung bis zur Verfüllung von Rohrgräben bei
 - abgesteiften Rohrgräben,
 - unabgesteiften Rohrgräben!
 - c) Unterbreiten Sie Vorschläge, wie das Ausschachten und das Verlegen der Leitungen in Ihrem Betrieb besser mechanisiert werden können!
2. Beschreiben Sie, wie in Ihrem Betrieb beim Rohrtransport und bei der Rohrlagerung verfahren wird und nennen Sie die dabei auftretenden Besonderheiten!

4.7. Wassergewinnungsanlagen und Bauwerke

4.7.1. Wasserentnahmestelle an offenen Gewässern

Für Klarwasserberegnungsanlagen an offenen Gewässern, wie Seen, Flüssen, Kanälen, Vorflutgräben, sind *Entnahmebauwerke* für die Wasserentnahme notwendig. Ihre Konstruktion ist – bedingt durch die Uferbeschaffenheit und die Bodenverhältnisse – sehr unterschiedlich.

Es gibt Konstruktionen in

- Stahlbetonbauweise
- Stahlbauweise
- Jochbauweise
- mit Brunnenkammern

In Stahlbetonbauweise errichtete Entnahmebauwerke haben für jede Saugleitung eine Kammer, die unmittelbar mit dem offenen Gewässer in Verbindung steht. Für den Bau eines solchen Entnahmebauwerkes sind ein *Fangedamm* und eine *Wasserhaltung* erforderlich.

Bei der Stahlbauweise hat das Entnahmebauwerk die Form eines Kastenbauwerkes mit einzelnen Kammern für jeweils eine Saugleitung. Dieses Bauwerk hat entweder an der Wasserseite einen freien *Überlauf*, d. h., die vordere Kante des Bauwerkes liegt bis etwa 30 cm unter dem niedrigsten Wasserstand, oder eine *Einlauföffnung*, die den Wasserständen angepaßt ist. Von dieser Einlauföffnung führt in den meisten Fällen ein Zulaufgraben zum offenen Gewässer.

Die Jochbauweise ist dadurch gekennzeichnet, daß in einiger Entfernung vom Ufer des Gewässers ein *Bohrpfahljoch* angeordnet ist. Über dieses Joch hängen die Saugleitungen frei ins Wasser. Diese Bauweise erscheint äußerst einfach, läßt sich aber nur anwenden, wenn das Gewässer immer eine *bestimmte* Tiefe, auch bei Niedrigwasser, behält. Im Bereich dieses Joches muß das Ufer befestigt werden. Der Bau der Bohrpfähle erfordert jedoch umfangreiche Gerüstbauten für die Bohrgeräte.

Brunnenkammern, kombiniert mit *Sammelbecken* und *Freispiegelzuleitung*, sind dann notwendig, wenn die Pumpenstation nicht unmittelbar am Ufer errichtet werden kann. Gründe hierfür können z. B. nicht tragfähiger Baugrund für die Pumpenstation oder Uferstraßen sein.

Für die Entnahmestellen an offenen Gewässern bei vollbeweglichen Anlagen sind keine umfangreichen Bauwerke notwendig. Für diese Anlagen muß eine *Grundplatte* am Ufer für das Pumpaggregat mit einer befestigten Zufahrt errichtet werden. Für die Saugleitung ist dann ein Pfahljoch oder eine Brunnenkammer mit Bedienungssteg erforderlich.

4.7.2. Schacht- und Bohrbrunnen

Nicht immer ist die Wasserentnahme aus offenen Gewässern möglich. In solchen Fällen muß Wasser *aus dem Untergrund* entnommen werden. Liegt der Grundwasserspiegel sehr flach und senkt er sich bei der Entnahme einer bestimmten Wassermenge nicht, werden für die Wasserentnahme *Schachtbrunnen* verwendet.

Die Schachtbrunnen werden aus Brunnenringen NW 1000 und auch größeren Nennweiten hergestellt. Sie sind begehbar. Die Sohle des Schachtbrunnens wird mit einer etwa $\frac{1}{2}$ m starken Gesteinsschüttung versehen, damit der feine Sand nicht mit angesaugt wird. Schachtbrunnen sind für kleine halbstationäre und für vollbewegliche Anlagen zweckmäßig.

Liegt die wasserführende Schicht tiefer als 4 bis 6 m, so sind Bohrbrunnen für die Wasserentnahme zu errichten. Ihre Ergiebigkeit ist sehr verschieden. Um den Bedarf des benötigten Wassers für die Beregnungsanlage decken zu können, werden *mehrere* Brunnen notwendig sein, die zu einer *Brunnengruppe* zusammengeschlossen werden. Das Wasser wird durch Unterwasserpumpen (je Brunnen eine Pumpe) gefördert. Als Abschluß eines Tiefenbrunnens bzw. Bohrbrunnens wird eine *Brunnenstube* angeordnet. Sie wird aus Klinkermauerwerk oder aus Betonfertigteilen hergestellt und muß gegen Grundwasserzufluß abgedichtet sein.

Außer den geringfügigen Maurerarbeiten sollten Brunnenbauarbeiten von Brunnenbauern ausgeführt werden, um eine fachgerechte Arbeit zu gewährleisten.

4.7.3. Pumpenhaus

Für Abwasseranlagen werden Pumpenhäuser verwendet. Sie müssen so gebaut sein, daß die Pumpenaggregate die ganze Jahreszeit über in Betrieb sein können, d. h., sie müssen *frostsicher* sein. Die geschlossene Bauweise ermöglicht es, gegebenenfalls den Pumpenraum während der Frostperiode zu heizen.

Das Pumpenhaus besteht aus mehreren Räumen, u. a. dem Pumpenraum mit Meßapparaten, dem Schaltraum, dem Werkstattraum, dem Aufenthaltsraum und dem Umkleideraum mit sanitären Anlagen.

Die Pumpenanlage wird größtenteils automatisch betrieben. Zu ihrem technologischen Teil gehören:

- die Pumpen (jenach Förderleistung der Pumpenstation einstufige oder mehrstufige Kreiselpumpen),
- die Rohrleitungen, saug- und druckseitig im Bereich der Pumpenstation bzw. des Pumpenhauses,
- die Entlüftungsanlage,
- die Kompressoranlage,
- die Mengenmeßeinrichtung,
- die Steueranlage.

4.7.4. Pumpenstationen (Freiluftbauweise — Klarwasseranlagen)

Bei Klarwasserberegnungsanlagen (halbstationäre Anlagen) werden die Pumpenstationen überwiegend in *Freiluftbauweise* hergestellt (Abb. 41), sie werden automatisch oder von Hand gesteuert. Für diese Art der Pumpenstationen sind *Typenstationen* entwickelt, die zum Teil auch schon verwendet werden. So hat z. B. der VEB Meliorationsprojektierung Bad Freienwalde eine solche entwickelt.

Die bisher üblichen Pumpenstationen der Serie 2-07, Variante 1, bestehen aus drei Teilen:

- dem Bauteil,
- dem Ausrüstungsteil — Technologie,
- dem Ausrüstungsteil — Steuerteil.

Zum *Bauteil* gehören:

- die Pumpenplatte
- das Schalthäuschen
- der Mengenmeßschacht

Der *Ausrüstungsteil — Technologie* — setzt sich aus mehreren Baugruppen zusammen:

- Baugruppe 1 allgemeiner Teil
- Baugruppe 2 Hydraulik — Kreiselpumpen
- Baugruppe 3 Pumpen
- Baugruppe 4 Rohrleitungsanlage (saug- und druckseitig) im Bereich der Pumpenstation
- Baugruppe 5 Entlüftungsanlage
- Baugruppe 6 Kompressoranlage
- Baugruppe 7 Mengenmeßeinrichtung

Bei kleinen halbstationären Beregnungsanlagen (etwa bis 100 ha) ist eine automatische Pumpenstation kostenmäßig nicht zu vertreten. Hier werden Pumpenstationen mit Handschaltung verwendet, die in einem Pumpenhäuschen untergebracht sind. Es sind dies Pumpenstationen der Serie 2-03. Sie bestehen aus:

- dem Bauteil (Pumpenhaus und Meßblendenschacht),
- der Pumpenausrüstung und
- der Mengenmeßeinrichtung.

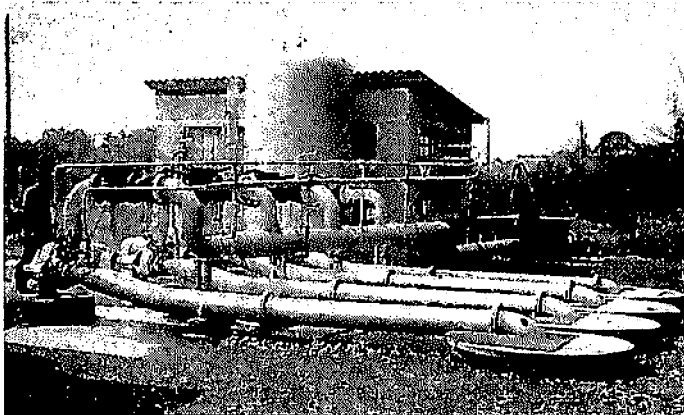


Abb. 41
Automatische
Pumpenstation
in Freiluftbauweise

4.7.5. Kraftantrieb und Zuleitungen

Pumpenstationen werden ausnahmslos *elektrisch* betrieben. Die elektrischen Anlagen können oft sehr kostenaufwendig sein.

Beregnungspumpwerke müssen größtenteils außerhalb von Ortschaften errichtet werden. Je nach dem Energiebedarf sind *Masttrafos* oder *Kiosktrafostationen* erforderlich. Sie sind bei der Errichtung der Pumpenstationen ein Bestandteil der Beregnungsanlage. Nach Inbetriebnahme der Pumpenstationen gehen die Trafostationen meist in die Verwaltung der Energieversorgung über.

Der Strom wird bis zur Trafostation über Freileitung oder Kabel, von der Trafostation bis zum Schalthäuschen der Pumpenstation oder bis zur Gußverteilung im Pumpenhaus *nur* über Kabel zugeführt.

Vollbewegliche Pumpenanlagen werden überwiegend mit einem *Verbrennungsmotor* betrieben. Vereinzelt sind vollbewegliche Pumpenaggregate auch mit Elektromotoren ausgerüstet, die an ein oft umfangreiches Stromversorgungsnetz angeschlossen werden müssen.

Es gibt auch *Zapfwellenpumpen* (z. B. die bulgarische Pumpe DM 31 – Maritza) für Beregnungsanlagen, die von einem Traktor betrieben werden müssen.

4.7.6. Pumpen

Für die Beregnungsanlagen werden je nach Größe und Art der Anlage verschiedenartige Pumpen verwendet, die vorwiegend durch Elektromotoren angetrieben werden. Hierbei lassen sich folgende Arten unterscheiden:

- Einstufige Kreiselpumpen,
- Mehrstufige Kreiselpumpen,
- Unterwassermotorpumpen.

4.7.6.1. Einstufige Kreiselpumpen ohne Ansaugstufe

Unter den einstufigen Kreiselpumpen ist der Pumpentyp – KRZ – (TGL 2924) am gebräuchlichsten; er steht in zwei Baureihen zur Verfügung:

- Baureihe KRZ 1 schwere Ausführung, Drehzahl $n = 2900$ U/min,
Fördermenge $Q = 10$ bis 160 m³/h,
Förderhöhe $F = 20$ bis 63 m WS
- Baureihe KRZ schwere Ausführung, Drehzahl $n = 1450$ U/min,
Fördermenge $Q = 100$ bis 630 m³/h,
Förderhöhe $F = 20$ bis 63 m WS.

Die Grundaussführung dieser einstufigen Kreiselpumpen wird mit Z oder Z 1 bezeichnet. Die Zahl vor dem Schrägstrich, z. B. KRZ 1–100/225 gibt die Druckstutzen-Nennweite in mm, die hinter dem Schrägstrich den Laufraddurchmesser in mm an. Beide Zahlen lassen einen Rückschluß auf den Förderstrom bzw. die Förderhöhe zu. Bei den Baugrößen KRZ 1–100/225 bedeutet die 1 vor dem waagerechten Strich, daß es sich um hochoberdruck Modelle von $n = 2900$ U/min handelt.

Beispiel: Baugröße KRZ 1–100/225
 K = Einstufige Kreiselpumpe
 R = radiale Bauart
 Z = für reine und leicht verschmutzte Flüssigkeiten (mit Spiralgehäuse)
 1 = Kennziffer für die Nenndrehzahl $n = 2900$ U/min
 100 = Druckstutzen-Nennweite
 225 = Laufraddurchmesser (Gehäusebohrung)

Die technischen Daten sind der TGL 2924 oder dem Prospektmaterial zu entnehmen.

Für große Fördermengen werden Pumpen der Type ZML (TGL 17-747101) eingesetzt. Die Bezeichnung der Pumpen setzt sich aus Buchstaben und Zahlen mit folgender Bedeutung zusammen:

Beispiel: ZML 250/500
 Z = Bezeichnung für Spiralgehäuse
 M = Bezeichnung für Mittenteilung
 L = Bezeichnung für Leitrad
 250 = Druckstutzen-Nennweite
 500 = Laufraddurchmesser

Die Fördermenge der ZML liegt zwischen 400 und 5000 m³/h, die Förderhöhe zwischen 40 und 120 m.

Die technischen Daten sind in der TGL 17-747101 oder im Prospektmaterial nachzulesen.

4.7.6.2. Mehrstufige Kreiselpumpen

Bei den mehrstufigen Kreiselpumpen werden unterschieden:

- Pumpen mit Ansaugstufe,
- Pumpen ohne Ansaugstufe.

■ Pumpen mit Ansaugstufe

Die Kreiselpumpen der Baureihe GLA (TGL 17-742 904) sind mit einer *Ansaugstufe* ausgerüstet, die es ermöglicht, die Saugleitung selbsttätig zu entlüften. Ihre maximale Saughöhe beträgt 7 m WS (Wassersäule) bei der Förderung von Kaltwasser.

Beispiel für die Bezeichnung der Pumpe GLA-80/4/16:

GL = Gliederpumpe
A = Ansaugstufe
80 = Druckstutzen-Nennweite
4 = Anzahl der Stufen
16 = Nenndruck der Pumpe in kp/cm^2

Die Fördermenge der GLA liegt zwischen 25 und 100 m^3/h und die Förderhöhe zwischen 20 und 160 m.

Die technischen Daten können der TGL 17-742 904 oder dem Prospektmaterial entnommen werden.

■ Pumpen ohne Ansaugstufe

Für die Beregnung werden auch mehrstufige Kreiselpumpen der Baureihe GL (ohne Ansaugstufe) eingesetzt.

Beispiel für die Bezeichnung der Pumpe GL-125/4/16:

GL = Gliederpumpe
125 = Druckstutzen-Nennweite
4 = Anzahl der Stufen
16 = Nenndruck der Pumpe in kp/cm^2

Die Fördermenge beträgt 16 bis 400 m^3/h , die Förderhöhe 56 bis 160 m.

Die Technischen Daten sind dem Prospektmaterial zu entnehmen.

Kreiselpumpen ohne Ansaugstufe haben stets eine *Vakuumanlage* vorgeschaltet, die durch eine Wasserringpumpe betrieben wird.

4.7.6.3. Unterwassermotorpumpen

Unterwassermotorpumpen (TGL 13 578) werden für die Wasserförderung aus Tiefenbrunnen eingesetzt. Es sind *mehrstufige* Kreiselpumpen in Gliederbauart, die im Längsschub ausgeglichen und mit auswechselbaren Dichtringen versehen sind. Die Laufradschaufeln haben eine günstige hydraulische Form. Die Wellen laufen in End- und Zwischenlagern, die durch das strömende Wasser geschmiert und gekühlt werden. Als Antrieb kommen nur Elektromotoren in Betracht, die Naßläufer sind.

Die Unterwassermotorpumpen der Baureihe U haben folgende Bezeichnung:

Beispiel für U 125/267/4/25

U = Unterwassermotorpumpen, Baureihe U
125 = Druckstutzen-Nennweite

- 267 = Außendurchmesser der Pumpe
4 = vierstufig
25 = Enddruck der Pumpe in kp/cm^2

Die Fördermenge liegt zwischen 1,6 und 630,0 m^3/h , die Förderhöhe zwischen 32 und 160 m.

Die technischen Daten sind in der TGL 13 578 oder im Prospektmaterial einzusehen.

Die in diesem Abschnitt gemachten Angaben sollen nur Hinweise auf die gebräuchlichsten Pumpentypen geben.

AUFGABEN

1. Schildern Sie, auf welche Weise das in Ihrem Betrieb zur Beregnung verwendete Wasser gefördert wird:
 - a) bei Klarwasserberegnung,
 - b) bei Abwasserwertung!
2. Beschreiben Sie die Funktionsweise der für Ihren Betrieb zutreffenden Förderanlagen!
3. Nennen Sie die Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Pumpenarten!

4.8. Betrieb und Wartung von Beregnungsanlagen

4.8.1. Aufgaben für die Inbetriebnahme

Jede Beregnungsanlage wird durch einen geprüften *Beregnungsmeister* betreut. Je nach Größe der Anlage sind für den Umbau der Anlage sowie der Schalt- und Regnerflügel eine Anzahl von Arbeitskräften notwendig (Beregnungswärter).

Der Beregnungsmeister ist für den Betrieb der Beregnungsanlage verantwortlich. Er muß die Anlage in allen ihren Teilen kennen. Daher ist es ratsam, daß er sich schon beim Bau der Anlage auf seinen späteren Arbeitsbereich vorbereitet.

Zu den Tätigkeitsmerkmalen des Beregnungsmeisters gehören:

- genaue Kenntnis über die Betriebsfunktion der Pumpenstation bzw. der Brunnenanlagen und die Abgrenzung des Energiebereiches,
- Kenntnisse über die Beschaffenheit aller Aggregate,
- Inbetriebnahme der gesamten Anlage nach den einzelnen Betriebsanweisungen.

Der Beregnungsmeister hat im Starkstrombereich keinerlei Befugnisse, wenn er keine Schaltberechtigung besitzt. Treten hier Störungen auf, so hat er sich an den nächsten Netzmeister der Energieversorgung zu wenden.

Bei der Stilllegung der Anlage im Herbst ist die *gesamte* Beregnungsanlage (Rohrnetz, Pumpstation und Entnahmebauwerk) zu *entleeren* und die Energiezufuhr abzuschalten.

Wasser in der Anlage kann bei Frosteinwirkung zu größeren Störungen führen. Bewegliche Teile sind gut einzufetten, so daß sich kein Rost bilden kann.

Zu Beginn der Berechnungszeit im Frühjahr ist die Anlage wieder betriebsfertig zu machen. Alle Maschinenteile sind auf ihre *Betriebssicherheit* zu überprüfen. Reparaturen, die außerhalb des Bereiches des Berechnungsmeisters liegen, müssen durch Fachleute ausgeführt werden. Besonders ist dabei auf die in den Betriebsanweisungen der einzelnen Aggregate gegebenen Hinweise zu achten:

Während der Garantiezeit muß die Ausführung eigener Reparaturen ohne Einwilligung der Bau- und Lieferbetriebe unterbleiben. Bei Nichtbeachtung der Garantieforderung erlischt die Garantiepflicht der Hersteller.

Die Energiezuschaltung muß beim zuständigen Netzmeister der Energieversorgung beantragt werden. Außerdem sind die gesamte Elektroanlage und die Steuereinrichtungen vor jeder jährlichen Inbetriebnahme zu überprüfen.

Bei der Füllung der Rohrleitungen ist besonders darauf zu achten, daß die Leitungen sorgfältig *entlüftet* werden, hauptsächlich an Stellen, an denen nur Hydrantonentlüftungen vorhanden sind.

Luft in der Leitung führt — wenn sie unter Druck gesetzt wird — zu Schäden (Rohrbrüche).

Jeder landwirtschaftliche Betrieb sollte für den Betrieb der Berechnungsanlage eine für die gesamte Anlage spezielle *Bedienungsanleitung* erarbeiten. Sie ist dann Richtschnur für den Berechnungsmeister. Hinweise auf den außerbetrieblichen Reparaturdienst sind mit aufzunehmen.

4.8.2. Arbeitszeit und Arbeitskräftebedarf

Den Arbeitskräftebedarf für den Betrieb der Berechnungsanlage hat der Projektant im Projekt auszuweisen. Dieser ist für jede Anlage unterschiedlich groß. Größe und Art der Berechnungsanlage sind hierbei ausschlaggebend.

Die Arbeitszeit ergibt sich aus den notwendigen Wassergaben der zu berechnenden Kulturen und dem Zeitaufwand für die Montage des beweglichen Rohrmaterials. Der *Berechnungsplan*, der für jede Berechnungsperiode neu aufgestellt werden muß, bildet die Grundlage für den Einsatz der Bedienungsmannschaft. Es ist durchaus möglich, daß die Arbeitskräftezahl in Spitzenberechnungszeiten vorübergehend erhöht werden muß.

In jedem landwirtschaftlichen Betrieb muß für den Bereich der Berechnungsanlage ein Berechnungsplan für eine Vegetationsperiode bestehen, der abgestimmt ist auf die Wassergabe und das vorhandene bewegliche Rohrmaterial.

Hieraus ergeben sich der Umlauf der Schalt- und Regnerflügel und somit der Arbeitskräftebedarf und die Arbeitszeit.

4.8.3. Reparaturbedarf und Ersatzteilbeschaffung

Der Reparaturbedarf ergibt sich aus den Erfahrungen beim Betrieb von Berechnungsanlagen und den Reparaturrichtlinien der einzelnen Aggregate. Ein allgemeingültiges Rezept kann hierfür nicht aufgestellt werden.

Ein Hilfsmittel für den Reparaturbedarf ist ein einwandfrei geführtes *Tagebuch* über die Beregnungsanlage, das der Beregnungsmeister zu führen hat. Es sollten nicht nur der Energiebedarf und die Wasserfördermenge notiert werden, sondern auch die Betriebsstunden der Aggregate und sämtliche Ereignisse beim Betrieb der Anlage.

Hierzu gehören u. a.:

- Störungen jeder Art,
- Auswechseln von Maschinenelementen,
- Bezeichnung und zeitliche Durchführung der Reparaturen,
- Kontrollen der Betriebsfunktion, besonders der Meßeinrichtungen,
- sonstige Vorkommnisse.

Bei halbstationären Anlagen ist es vor Inbetriebnahme der Anlage ratsam, sich mit Hilfe des Baubetriebes darüber zu informieren, wo und welche Ersatzteile zu erhalten sind. Wichtig ist es, vor allen Dingen die Lieferzeiten in Betracht zu ziehen.

4.8.4. Aufwand und Kosten

Es werden beim Betrieb einer Beregnungsanlage an Kosten unterschieden:

- Investitionskosten
- Jahreskosten

Die Investitionskosten umfassen die gesamten Kosten, die für den Bau und die Ausnutzung einer funktionsfähigen Beregnungsanlage aufgewendet werden müssen. Es ist eine einmalige Aufwendung.

Die Jahreskosten entstehen jedes Jahr und müssen für den Betrieb der Beregnungsanlage aufgewendet werden. Diese Kosten setzen sich zusammen aus:

- den Abschreibungskosten,
- den Instandhaltungskosten,
- den Betriebskosten,
- den Verwaltungskosten.

Sie sind von der Größe der Anlage und von den tatsächlichen Baukosten abhängig. Ausschlaggebend sind weiter die Art der Beregnungsanlage (stationär, halbstationär oder vollbeweglich) und die Art der Wassergewinnung. Jede Anlage muß daher individuell betrachtet werden.

Folgendes Muster für die jährlich anfallenden Kosten gibt nachstehendes Beispiel. Es handelt sich um eine vollautomatisch gesteuerte halbstationäre Beregnungsanlage mit einer Kapazität von 288 ha (Tabellen 38 bis 42, S. 244 bis 245).

Bei der Ermittlung der Kosten sind die jeweils gültigen Bestimmungen für die Kostenermittlung zu beachten. Die vorgenannten Kosten können nur als *Richtwerte* angesehen werden.

Tabelle 38

Abschreibungskosten

Bezeichnung der Bauteile	Baukosten TM	Abschreibung %	M
Pumpenstation			
Stationäre Pumpenaggregate	14,0	8,0	1 120,-
Sonstige Ausrüstungen	72,0	3,0	2 160,-
Bauwerke – Pumpenstation	22,0	2,0	440,-
– Entnahmebauwerk	40,0	2,0	800,-
Energiezuführung	52,0	3,0	1 560,-
Stationäres Rohrnetz	920,0	3,0	27 600,-
Bewegliches Rohrnetz	80,0	7,0	5 600,-
Regner	6,0	20,0	1 200,-
RS 09	19,0	10,0	1 900,-
Rohrtragegerüst	1,5	10,0	150,-
Summe der Anlagekosten	1 226,5		
Summe der Abschreibungskosten			42 530,-

Tabelle 39

Instandhaltungskosten

Bezeichnung der Bauteile	Baukosten TM	Unterhaltungskosten %	M
Pumpenstation			
Stationäre Pumpenaggregate	14,0	3,0	420,-
Sonstige Ausrüstungen	72,0	2,0	1 440,-
Bauwerke – Pumpenstation	22,0	1,0	220,-
– Entnahmebauwerk	40,0	1,0	400,-
Energiezuführung	52,0	2,0	1 040,-
Stationäres Rohrnetz	920,0	2,5	23 000,-
Bewegliches Rohrnetz	80,0	6,0	4 800,-
Regner	6,0	7,0	420,-
RS 09	19,0	10,0	1 900,-
Geräteträger	1,5	10,0	150,-
Summe der Unterhaltungskosten			33 790,-

AUFGABEN

1. Nennen Sie die wichtigsten Kosten, die für die Beregnungsanlage in Ihrem Betrieb entstehen!
2. Unterbreiten Sie Maßnahmen, wie die Kosten Ihrer Meinung nach gesenkt werden können!

Tabelle 40

Betriebskosten

Lohnkosten		
0,03 M/m ³ bei 349 666 m ³		10 490,— M
Energiekosten		
349 666 m ³		
$\frac{349\ 666\ m^3}{534\ m^3/h} = 655\ h$		
Energiebedarf = 655 h		
205 kWh × 0,08 M =	16,40 M	
Fett, Öl, Putzwolle je h =	0,10 M	
	<u>16,50 M</u>	10 807,50 M
RS 09		
3,98 l/h × 0,35 M/l =	1,39 M	
Fett, Öl, Putzwolle je h =	0,15 M	
	<u>1,54 M</u>	1 008,70 M
Summe Betriebskosten		<u><u>22 306,20 M</u></u>

Tabelle 41

Verwaltungskosten

4% der Abschreibungskosten	42 530,— M	
der Instandhaltungskosten	33 790,— M	
der Betriebskosten	22 306,20 M	
	<u>98 626,20 M</u>	
	$\times \frac{4}{100} =$	<u><u>3 945,05 M</u></u>

Tabelle 42

Jahreskosten

Abschreibungskosten	42 530,— M
Instandhaltungskosten	33 790,— M
Betriebskosten	22 306,20 M
Verwaltungskosten	3 945,05 M
	<u><u>102 571,25 M</u></u>

Hinsichtlich der Jahreskosten ergibt sich folgendes Bild:

- bezogen auf den Kubikmeter Wasser
 $\frac{102571,25\ M}{349666\ m^3} = 0,29\ M/m^3$
- bezogen auf einen Hektar
 $\frac{102571,25\ M}{288\ ha} = 356,15\ M/ha$
- bezogen auf 1 mm Zusatzregen für 1 ha
 (in Jahren mit normalen Niederschlägen wird mit einer Regengabe von 121 mm je ha gerechnet)
 $\frac{356,15\ M}{121\ mm} = 2,94\ M/mm$