

Wirtschaftliche und technische Gesichtspunkte bei der künstlichen Beregnung

Von Ing. H. FR. HENNEBERG, Berlin

DK 631.34

Durch das Gesetz der Volkskammer vom 8. Februar 1950 war der Landwirtschaft der Deutschen Demokratischen Republik die Aufgabe gestellt worden, die Friedenshektarerträge noch im Planjahr 1951 zu erreichen, um damit die Grundlage für den Fünfjahrplan auf dem landwirtschaftlichen Sektor zu schaffen. Mit der allseitigen Entwicklung der gesamten Volkswirtschaft, die eine ständige Verbesserung des Lebensstandards unserer werktätigen Menschen zur Folge hat, werden zweifelsohne die Anforderungen an unsere schaffende Landbevölkerung in den zukünftigen Volkswirtschaftsplänen höher gestellt werden, da ja letzten Endes die Erreichung aller gesteckten Planziele in stärkstem Maße von der vermehrten landwirtschaftlichen Produktion abhängt. Den Bauern der Republik erwächst aus dieser Perspektive die Aufgabe, alle verfügbaren Mittel, die eine Steigerung der Bodenerträge gewährleisten, in den ländlichen Arbeitsprozeß einzuordnen, wobei der künstlichen Bodenbewässerung außerordentliche Bedeutung zukommt.

Klimabeobachtungen der letzten Jahrzehnte zeigten besonders in den bodenmäßig günstigen Gebieten des Mitteldeutschen Raumes einen beachtlichen Rückgang der mittleren Jahresniederschläge infolge der verstärkten Abholzung in den Waldgebieten und der enorm hohen Waldausfälle – besonders in Thüringen – in den Jahren 1946 bis 1948 durch Windbruchkatastrophen und Schädlingsbefall. Ertragsausfälle in der Landwirtschaft, durch die häufigen Dürren bedingt, waren die Folgeerscheinungen.

Die Bewässerungsbedürftigkeit landwirtschaftlicher Gebiete hängt jedoch nicht allein von der Gesamtregenmenge ab, sondern richtet sich vor allem nach der zeitlichen Verteilung der Niederschläge, der Temperatur, dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft, den Grundwasserverhältnissen und der Bodenart. Einen Anhalt für die Bewässerungsbedürftigkeit bieten daher eher die Dürrehäufigkeitskarten, in denen durch Linien Gebiete mit gleicher Dürrehäufigkeit gekennzeichnet sind. Für Norddeutschland gibt noch heute die Dürrehäufigkeitskarte von Wussow Aufschluß. Die bewässerungsbedürftigen Gebiete der Deutschen Demokratischen Republik wurden in einer besonderen Karte unter Berücksichtigung der mittleren Jahresniederschläge und der Bodenarten (überschlägige Ermittlungen) von der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung im Jahre 1950 angegeben (Bild 1).

Bewässerung durch künstliche Beregnung

Der akute Wassermangel unseres Raumes zwang schon seit Jahrzehnten zu sparsamstem Wasserverbrauch, so daß sich in der Landwirtschaft an Stelle der zuviel Wasser benötigenden Verrieselung (mehrere 1000 mm pro Jahr) eine besondere Art der Bodenbewässerung – die künstliche Beregnung – immer mehr durchgesetzt hat.

Die *künstliche Beregnung* stellt heute eins der bedeutendsten Hilfsmittel dar, das die moderne Agrartechnik den bäuerlichen Betrieben zur Verfügung stellt. Durch sie wird die Möglichkeit geschaffen, *einerseits unabhängig von Regenperioden höchste Erträge zu erzielen, andererseits durch die Verregnung nährstoffreicher Abwässer leichte, magere Böden beachtlich zu verbessern.*

Vorteile der künstlichen Beregnung

Die betriebswirtschaftlichen Vorteile der künstlichen Beregnung ergeben sich aus der Beschleunigung des Pflanzenwachstums und damit der Vermehrung des Zwischenfruchtanbaus sowie der Schaffung günstiger Bedingungen für den Anbau gewinnbringender Saisonfrüchte. Die infolge der Düngewirkung verregneter Abwässer, Jauche und Gülle erzielte Verbesserung der Bodenqualität ermöglicht den Anbau von an-

spruchsvolleren Fruchtarten. Schließlich dient die künstliche Beregnung der Bekämpfung tierischer Schädlinge und wirkt besonders bei der Abwasserverwertung der Nachtfrostgefahr entgegen, da die Temperaturen städtischer oder gewerblicher Abwässer wesentlich über den Außentemperaturen frostgefährlicher Nächte liegen.

Betriebstechnisch besitzt die Beregnung gegenüber anderen Bewässerungsarten den Vorteil geringerer Geländeverluste (keine Zuleiter- und Verteilergräben) sowie völliger Unabhängigkeit von der Geländegestaltung. Während der Wachstumszeit kann sie auf allen Beständen angewandt werden und gewährleistet die größtmögliche Ertragsicherheit, da gefährliche Trockenperioden durch relativ geringe Wassergaben überbrückt werden können.

Durch Reinwasserverregnung erreicht man bei zusätzlicher Handelsdüngergabe eine schnelle Lösung und damit sofortige Wirkung der Düngemittel. Im Vergleich zu der älteren Berieselung ist die Wasserverteilung bei der Verregnung gleichmäßiger und zur Erreichung des Ertragsoptimums eine wesentlich geringere Bewässerungshöhe erforderlich als bei Berieselung, wodurch die Möglichkeit gegeben wird, mit der gleichen verfügbaren Wassermenge größere Flächen zu bewässern. Im Gegensatz zu Rieselfeldern mit jährlichen Wassergaben von mehreren 1000 mm, wählt man heute beim künstlichen Regen weiträumigere Verteilung mit wenigen 100 mm im Jahre auf Verwertungsflächen, deren Besitzer sich zweckmäßigerweise zu Verbänden oder Genossenschaften zusammenschließen, da einerseits die Anschaffungskosten einer kompletten Anlage für einen einzigen kleinbäuerlichen Betrieb zu hoch liegen, andererseits die Anlage nicht voll ausgenutzt würde.

Der geringe Wasserbedarf bei der Verregnung ergibt sich aus der Abhängigkeit von den natürlichen Niederschlägen, der Wachstumszeit, der Bodenart und Beschaffenheit, der Kulturart, dem Zeitpunkt der Verregnung und der Temperatur der Luft. Geringere natürliche Niederschläge machen eine vermehrte künstliche Regengabe erforderlich. Besonders humusarme leichte Sandböden verlangen mehr Kunstregen als schwere, da sie unter gleichen Klimaverhältnissen infolge stärkerer Sickerverluste und geringerer Kapillarität weniger Bodenwasser zur Verfügung haben als bindige Böden.

Beregnungszeiten, Regengaben, Sortenwahl

Von besonderer Bedeutung ist der Zeitpunkt der künstlichen Regengabe. Ein zur richtigen Zeit gegebener Kunstregen bewirkt selbst bei geringer Regenhöhe einen beachtlichen Erfolg. Die Regenzeiten müssen so gewählt werden, daß keine Störungen im Pflanzenwachstum in Dürrezeiten eintreten können. Der Wasserbedarf der einzelnen Kulturarten ist verschieden hoch, Viehweiden beanspruchen z. B. mehr Gaben als Wiesen oder Feldfrüchte, da sie ständig neues Futter erzeugen müssen.

Die Regenhöhe der einzelnen Gaben bewegt sich zwischen 5 und 40 mm. Bei kleinen Gaben empfiehlt sich besonders die Nachtberegnung, da die durch die Verdunstung verlorengelassene Regenmenge nachts geringer ist als am Tage.

Brouwer gibt folgende Beregnungszeiten und Regenhöhen für die verschiedensten Kulturarten an (Tafel 1):

Die in Tafel 1 bezeichneten Regenhöhen gelten jedoch nur für den Fall, daß die vorgenannten Regenzeiten *genau* eingehalten werden. Im praktischen Betrieb liegen die Zahlen meist höher. Oben angeführte Werte beweisen, daß selbst durch geringe Gaben zu günstiger Zeit ein höherer Nutzeffekt erzielt wird als durch wesentlich größere Gaben zu anderen Zeitpunkten. Erfahrungen haben gezeigt, daß durch unzeitiges Regnen in vielen Fällen sogar empfindliche Schäden eintreten können, etwa durch Beregnung während der Blütezeit [3].

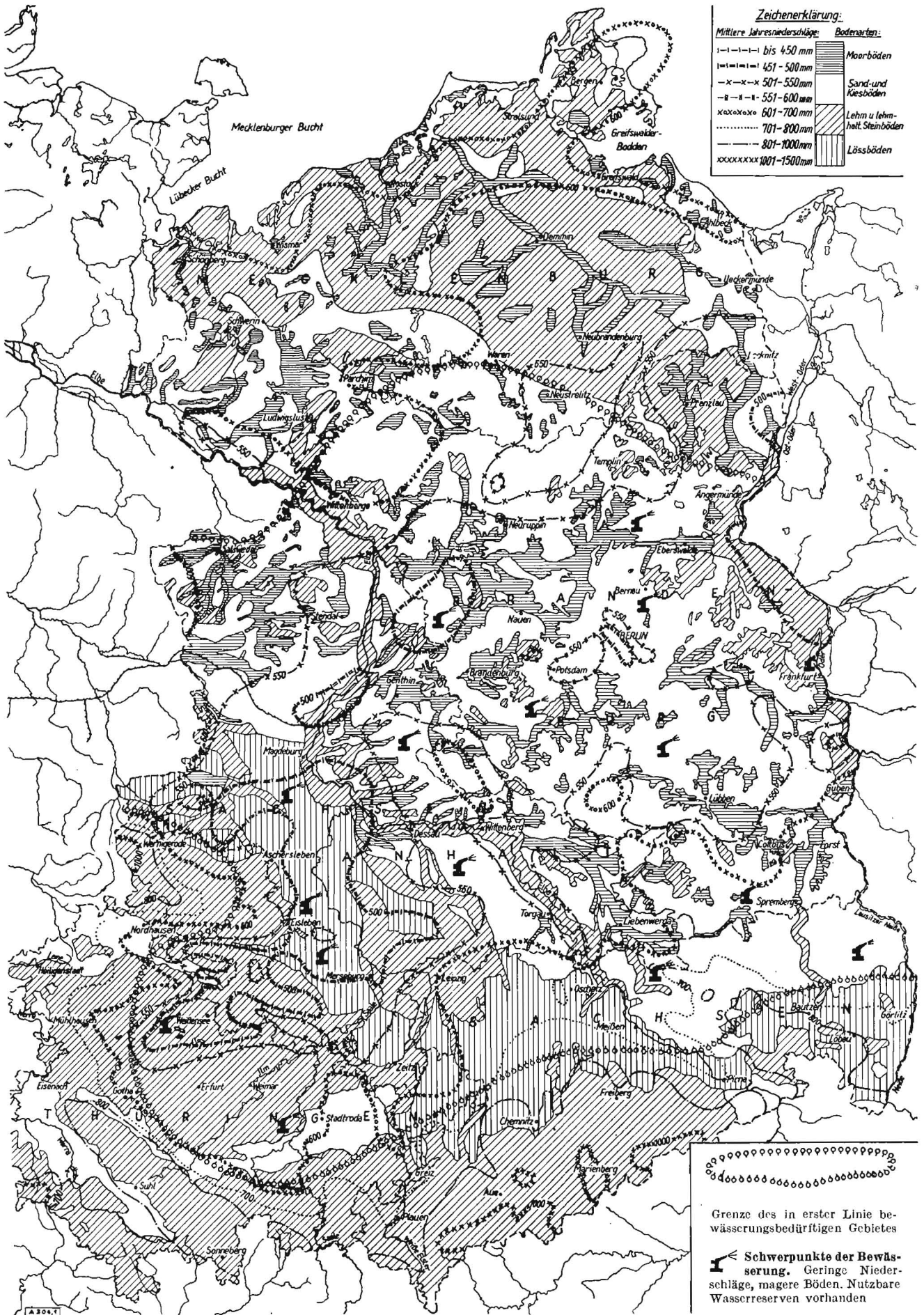


Bild 1 Die Karte zeigt die besonders bewässerungsbedürftigen Gebiete der DDR

Andere bedeutsame Momente bei der künstlichen Verregnung sind Fruchtart und Sortenwahl. Während bei Klarwasser-Verregnung auf Grünland, Klee- oder Luzerneschlägen die künstliche Regengabe hauptsächlich als Sicherheitsfaktor in Dürrezeiten zu werten ist, überflügeln Mehrerträge im Hackfrucht- und Halmfruchtanbau den entstandenen Aufwand. Besonders dankbar für zusätzliche Regengaben sind Gemüsearten, was die Aufstellung einer Beregnungsanlage in Gemüsebaubetrieben oder in Gärtnereien empfiehlt. Spezielle anzubauende Sorten für Regenwirtschaften sind noch nicht bezeichnet worden. Da jedoch die meisten einheimischen Pflanzensorten auf mäßige Wasseransprüche eingestellt sind, erscheint ihre Züchtung angebracht, besonders im Interesse abwasser-

Tafel 1

| Fruchtart | Beregnungszeiten | Gesamte künstliche Regenhöhe mm/Jahr |
|------------------------------|--|--------------------------------------|
| Halmfrüchte | 2-3 Wochen vor dem Schossen 15 bis 30 mm | 30-50 |
| Kartoffeln | Zu Beginn der Blüte (Juni/Juli) 20 bis 30 mm | 50-80 |
| Zucker- und Futter- rüben | Von Mitte Juli fortlaufend bis Anfang od. Mitte September | 60-120 |
| Luzerne, Klee, Wiese | Zwei Wochen vor jedem Schnitt je 15 bis 30 mm | 50-150 |
| Dauerweiden | Während der gesamten Wachstumszeit | 100-250 |
| Zwischenfrüchte | Während der gesamten Wachstumszeit | 60-80 |
| Möhren | Von Mitte Juli fortlaufend bis Mitte August | 60-80 |
| Kohl | Von Mitte Juli fortlaufend bis Anfang September | 60-100 |

verwertender Betriebe, da durch die Verwertung von Abwässern die erhöhten Stickstoffansprüche verschiedener Sorten befriedigt werden könnten [2].

Wirkung des künstlichen Regens

Dem natürlichen Regen ähnlich, unterscheidet sich der künstliche Regen nur unwesentlich von ersterem und erzielt annähernd die gleiche Wirkung bei sachgemäßem Einsatz. Unterschiede ergeben sich aus der verschiedenen Regendichte. Naturregen fällt fast ausnahmslos bei bedecktem Himmel und ziemlich hoher Luftfeuchtigkeit meist in geringer Dichte. Schröder [3] gibt für die Dichte eines Dauerregens 0,02 bis 0,03 mm/min an. Eine so geringe Regendichte ist beim Kunstregen, der meist bei Trockenwetter und geringer Luftfeuchtigkeit erfolgt, nicht erreichbar. Außerdem sind aus letztgenannten Gründen die Verdunstungsverluste beim künstlichen Regen größer als beim natürlichen. Zur Vermeidung höherer Verdunstungsverluste wird auf die bereits erwähnte Nachtberegnung verwiesen. Auch sind die Verluste bei trübem Wetter infolge erhöhter Luftfeuchtigkeit geringer als bei Sonnenschein.

Durch die feine Zerstäubung des Wasserstrahls nach Austritt aus der Düse erfolgt an der Luft eine Erwärmung und Sauerstoffanreicherung der einzelnen Wassertropfen, was von besonderem Vorteil für das Pflanzenwachstum ist, da es bei Abwasserverwertung den Abbau schädlicher Abwässersäuren bewirkt [3].

Einen vornehmlichen Nutzeffekt gewährleistet die bereits mehrfach in Erwähnung gebrachte weiträumige Verwertung organischer verschmutzter Abwässer. Mit dem meist wärmeren, durch den Luftsauerstoff angereicherten Abwasser werden Nähr- und Humusstoffe und damit fast alle Substanzen, die für die Entwicklung der Pflanze erforderlich sind, zugeführt. Neben seiner direkten Beteiligung an der Substanzbildung der Pflanze beeinflusst das verregnete Abwasser die Zersetzungs Vorgänge organischer Stoffe im Boden und fördert damit die Humusbildung in bester Weise. Durch die Anregung der im Boden lebenden Mikroorganismen bewirkt das Abwasser weiterhin

deren verstärkte Kohlensäureproduktion und eine wesentliche Förderung der Assimilation der Kulturpflanzen, was letzten Endes die Blattmasse vermehrt und den Reinertrag steigert. Tafel 2 gibt einen Überblick über die Ertragsteigerung durch Verregnung von Abwässern.

Zusammensetzung einer Beregnungsanlage

Die Zubringung und Verteilung von Rein- oder Abwässern geschieht durch Beregnungsanlagen verschiedener Ausführungen.

Künstliche Regenanlagen bestehen im allgemeinen aus drei Teilen, einem Aggregat nebst Pumpe, einer Druckleitung und den Regnern. Die von der Kraftmaschine betriebene Pumpe

Tafel 2

| Fruchtart | Mittlerer Nettoertrag dz/ha | Eiweiß dz/ha | Fett dz/ha | Kohlhydrate dz/ha | Kalorien |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------|------------|-------------------|----------|
| <i>Ohne Abwasserverwertung:</i> | | | | | |
| Halmfrüchte | 21 | 2,4 | 0,43 | 12,1 | 9,7 |
| Kartoffeln | 150 | 1,7 | 0,3 | 23,2 | 11,3 |
| Zuckerrüben | 300 | 4,0 | — | 39,0 | 26,7 |
| Futtrrüben | 420 | 2,9 | — | — | 19,2 |
| Wiesenheu | 45 | 3,2 | — | — | 6,0 |
| Gemüse | 190 | 4,0 | 0,5 | 7,1 | 6,8 |
| Raps | 16 | 3,0 | 5,6 | — | 9,6 |
| <i>Mit Abwasserverwertung:</i> | | | | | |
| Halmfrüchte | 36 | 3,5 | 0,3 | 17,4 | 13,8 |
| Kartoffeln | 300 | 3,3 | 0,6 | 46,5 | 14,2 |
| Zuckerrüben | 450 | 5,9 | — | 76,5 | 47,5 |
| Futtrrüben | 900 | 6,3 | — | — | 41,0 |
| Wiesenheu | 100 | 14,0 | — | — | 12,5 |
| Gemüse | 520 | 7,6 | 1,0 | 16,6 | 13,7 |
| Raps | 30 | 5,6 | 10,5 | — | 18,1 |

drückt das Wasser durch die Druckrohrleitungen zu den Regnern, die es durch Spezialdüsen mannigfaltigster Bauweise auf die zu beregnenden Flächen verteilen.

a) Entnahme, Kraftmaschinen und Pumpen

Die Wahl der Kraftmaschine zum Antrieb der Pumpe richtet sich neben den Anschaffungs- und Unterhaltungskosten nach der Art der Gesamtanlage. Man unterscheidet:

1. ortsfeste oder stationäre Anlagen;
2. halbbewegliche oder halbstationäre Anlagen;
3. vollbewegliche oder fliegende Anlagen.

Für vollbewegliche Anlagen ist es zweckmäßig, Aggregat nebst Pumpe auf einem Wagen anzuordnen (Bild 2). Als Kraftmaschinen werden in der Praxis häufig Leichtöl- oder Glühkopfmotoren oder auch Elektromotoren verwendet, die sich infolge ihres geringeren Gewichtes leicht transportieren lassen. Für ortsfeste Anlagen empfiehlt sich besonders der Einbau von Elektromotoren – seltener kommen Gas- oder Holzgasmotoren in Frage.

Pumpen sind meist Kreiselpumpen, die sich durch niedrige Anschaffungskosten und geringes Gewicht anderen Pumpen gegenüber auszeichnen. Bei großen Höhenunterschieden nimmt man mehrstufige Pumpen mit Entnahmestutzen an verschiedenen Stufen zur Regelung des erforderlichen Betriebsdruckes.

Die Wasserentnahme erfolgt aus stehenden oder fließenden Gewässern, aus Brunnen oder bei Abwasserverwertungsbetrieb aus Sammelbecken. Bei der Entnahme aus Flüssen und Bächen ist vorher zu prüfen, ob auch in niederschlagsarmen Zeiten genügend Wasser zur Verfügung steht, daß der Betrieb in Trockenzeiten keine Unterbrechungen erfährt. Ferner sind vorherige Wasseruntersuchungen durchzuführen, die Gewähr bieten, daß keine schadenstiftenden Bestandteile gelöster oder ungelöster Art auf die Verwertungsflächen gelangen können.

Die erforderliche Saughöhe soll nicht mehr als 6 m betragen. Liegt der Wasserspiegel tiefer als 6 m, muß das gesamte Pumpenaggregat entweder tiefer in den Schachtbrunnen eingebaut

werden oder die Förderung muß mittels einer Unterwasserpumpe erfolgen.

Vor der Öffnung des Saugrohres bringt man zur Vermeidung von Betriebsstörungen durch das Eindringen grober Stoffe in die Pumpe einen Weidenkorb an, dessen Maschenweite 2 bis 3 mm

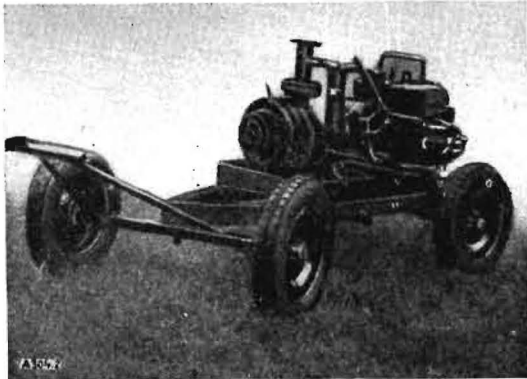


Bild 2 Fahrbares Kreiselpumpenaggregat mit Dieselantrieb

kleiner als die Weite der Laufradspalte sein muß (Bild 3). Bei stationärer Entnahme wird am besten der Entnahmeschacht betoniert oder gemauert und am Einlauf ein Rechen angebracht, der Verunreinigungen zurückhält. Sind die Ufer des Reservoirs zu flach, kann man die Saugleitung unter Benutzung von Schnellkupplungsrohren auf Stegen bis zur Entnahmestelle verlegen. Bei der in der Praxis seltener vorkommenden Wasserentnahme aus Brunnen muß vorher durch Dauerpumpversuche der Beweis für die ständige Ergiebigkeit derselben erbracht worden sein.

b) Rohrleitungen und Rohrverbindungen

Ausführung und Dimensionierung der Rohrleitungen für Beregnungsanlagen hängen von der Größe, der Zusammensetzung des zu berégnenden Gebietes und von der zu verregnenden Wassermenge ab. Bei ortsfesten Anlagen erfolgt die

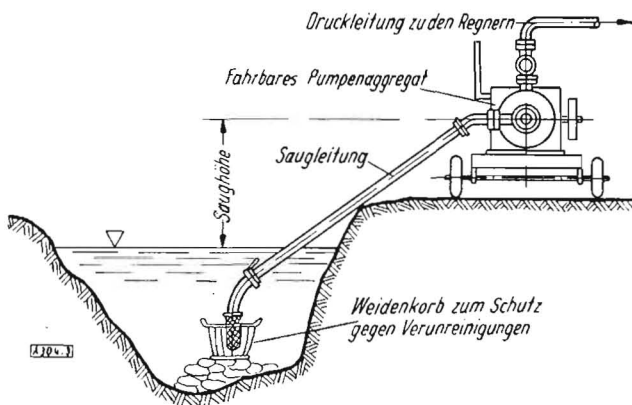


Bild 3 Wasserentnahme aus fließendem Gewässer

Verlegung des gesamten Rohrnetzes (Haupt- und Regnerleitungen) nach einem vorher aufgestellten Rohrplan, in welchem die Entfernungen der einzelnen Regner voneinander unter Berücksichtigung der nutzbaren Reichweiten festliegen müssen in frostfreier Tiefe. Auf die Hydranten der Erdleitungen werden die Regner (Weitstrahlregner) unmittelbar aufgesetzt und bestreichen mit großen Wurfweiten die umliegenden Flächen.

Der ziemlich weite Abstand der Regner voneinander und die großen Wurfweiten derselben erfordern bei ortsfesten Anlagen erhebliche Betriebsdrücke.

Die stündliche Leistung kann dabei bis 300 m³ Wasser betragen. Zur besseren landwirtschaftlichen Nutzung der zu be-

regnenden Flächen werden die Hydranten häufig als Unterflußhydranten ausgeführt.

Bei einer vollbeweglichen oder fliegenden Anlage sind sämtliche Leitungen, die Zuleitung sowohl als auch die Verteilerstränge, oberirdisch angeordnet. Da bewegliche Leitungen

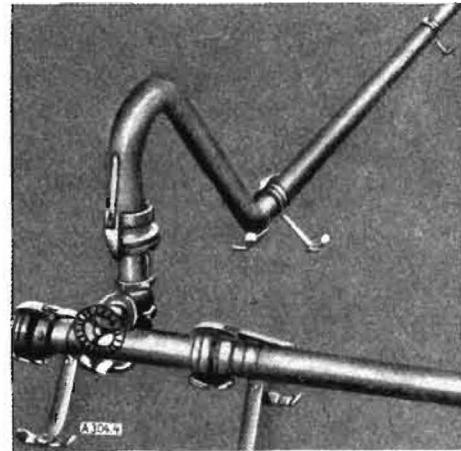


Bild 4 Hauptleitung mit Abzweigleitung einer vollbeweglichen Anlage

häufig umgesetzt – also fortbewegt – werden müssen, dürfen die einzelnen Rohre und Regner der Anlage nur so schwer sein, daß das Umsetzen der Leitung mühelos durch höchstens zwei Regenwärter geschehen kann. Als Bauelemente für die in der Regel 6 m langen Rohre kommen meist Stahlblech oder Stahl in Frage. Die Wandstärke stählerner Rohre beträgt 1 bis 2 mm. Um den äußeren Witterungseinflüssen und der erhöhten Aggressivität ver-

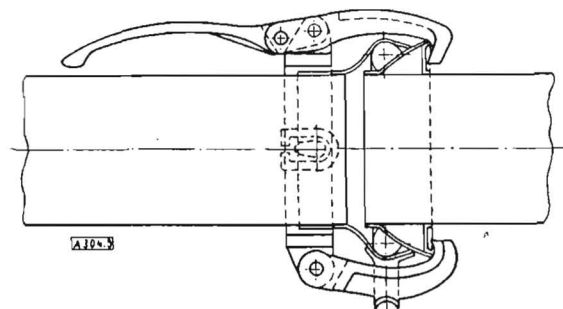


Bild 5 Kardanschnellkupplung

schiedener Abwässer auch im Rohrrinnern in entsprechendem Maße Widerstand leisten zu können und damit die Lebensdauer der Rohre zu erhöhen, müssen dieselben feuerverzinkt werden. Die ersten nach Kriegsende hergestellten Regnerrohre wurden an Stelle der Verzinkung schwarz getaucht. Da die mit diesem

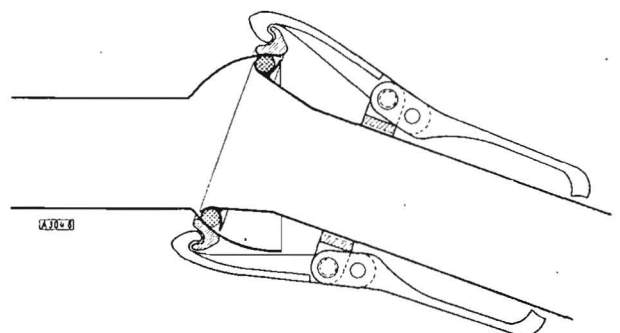


Bild 6 Schnellkupplung bei größter Abwicklung

✓ Schutzanstrich gemachten Erfahrungen aber nur wenig befriedigende Ergebnisse zeigten, ist man nach wie vor bei der Verzinkung der Rohre (nach Blei-Zink-Verfahren Ulbricht) geblieben.

Bewährt haben sich in der Praxis auch die um die Mitte der zwanziger Jahre entwickelten Aluminiumrohre, die infolge ihres geringen Gewichtes die Umsetzungen erleichtern. Die Gewichte von 6 m langen Schnellkupplungsrohren betragen für Stahlrohre 35 kg, Stahlblechrohre 26 kg, Aluminiumrohre 20 kg.

Die Verbindung der einzelnen Rohre einer vollbeweglichen Regenanlage geschieht in der Regel durch Kardanschnellkupplung, die sich durch Festigkeit, geringes Gewicht, einfache und schnelle Bedienung, Widerstandsfähigkeit gegen Wasserschläge sowie durch Betriebssicherheit besonders auszeichnet. Der in die Dichtung eingelegte Gummiring wird durch Umlegung eines Spannhebels allseitig fest gegen die Innenwand der Kupplung gepreßt und bewirkt somit eine absolute Dichtheit. Kardankupplungen sind ferner abwinkelbar und damit in der Lage, sich den vorhandenen Bodenebenenheiten anzupassen (Bild 4, 5 und 6). Besondere Erwähnung verdienen die sogenannten Druckkupplungen, die sich durch den im Rohrrinnen herrschenden Wasserdruck selbsttätig dichten und deren Dichtheit mit ansteigendem Druck zunimmt. Die Verlegung der Schnellkupplungsrohre erfolgt auf Stütz- oder Spreizfüßen, so daß der Rohrstrang etwa 30 cm über der Erde zu liegen kommt.

Eine Kombination zwischen den genannten ortsfesten und fliegenden Beregnungsanlagen stellt die halb feste oder halb bewegliche Anlage dar. Bei halb beweglichen Anlagen werden die fliegenden, aus Schnellkupplungsrohren bestehenden Feldleitungen an die mit Hydranten versehenen unterirdisch verlegte Haupt- oder Stammleitung angeschlossen, und zwar nacheinander an die einzelnen Hydranten zur schrittweisen Beregnung aller Schläge. Unterirdisch verlegte Leitungen halb fester Anlagen werden genau wie bei vollkommen festen Anlagen aus etwa 5 m langen Gußrohren, aus nahtlosen gewalzten Stahlrohren (10 bis 16 m lang), aus geschweißten Stahlblechrohren, aus Schleuderbeton- oder Eternitrohren ausgebildet. Als Korrosionsschutz erhalten besonders die festverlegten Rohre einen schützenden Innenanstrich (Inertol oder Neobitum) und werden gegen äußere Angriffe mit imprägnierter Jute ummantelt. Die Betriebsdrücke der Schleuderbeton- und Eternitrohre liegen weit unter denen der Stahlrohre. Während die Prüfungsdrücke für Stahlrohre bei 50 bis 70 atü liegen, ergaben im Jahre 1950 im Humewerk Kirchhain-Doberlugk vorgenommene Druckversuche an Schleuderbetonrohren in einem Fall bei 17 atü noch völlige Dichtheit des Rohres; bei einem weiteren Druckversuch an einem anderen Rohr erfolgte bei 13 atü Wasseraustritt durch die Poren der Rohrwandung. Aus Sicherheitsgründen sollten daher Schleuderbetonrohre nur für Betriebsdrücke bis zu 10 atü zugelassen werden.

c) Regner

Der rauhe landwirtschaftliche Betrieb stellt an alle Teile einer Beregnungsanlage die größten Anforderungen hinsichtlich solider Ausführung, Einfachheit und Betriebssicherheit. Insbesondere gilt das für die Regner selbst, die zur Vermeidung

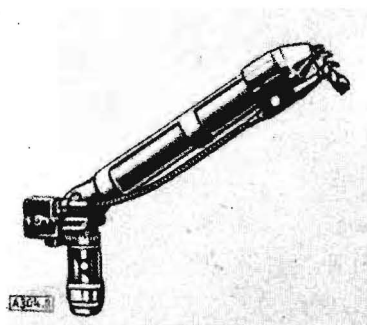


Bild 8

Weitstrahlregner durch Turbinenrad an der Düse angetrieben

betriebsstörender Reparaturen möglichst wenig empfindliche Teile besitzen sollen und doch genauestens – auch ohne ständige Beaufsichtigung – arbeiten müssen. Verschiedene der im Verlaufe der Jahre entwickelte Regnertypen haben ihre Unverwundlichkeit im Betrieb einwandfrei unter Beweis gestellt und verdienen in Zukunft in weit größerem Maße als bisher Verwendung zu finden (Bild 7).

Ihrer Aufgabe entsprechend, für eine Wasserverteilung zu sorgen, die dem natürlichen Niederschlag nahekommt, sind die Regner als einfache feste Düsen, schwenkbare Düsenflügel oder als Drehstrahlregner ausgebildet. Die Regner werden in Abständen, die den Reichweiten entsprechen, angeordnet. Die Reichweite hängt vom Betriebsdruck ab und vergrößert sich mit dessen Ansteigen. Gegenüber dem Luftdruck ist der Betriebsdruck als Überdruck zu werten und wird demgemäß in atü ausgedrückt. Als Wurfweite wird im Betrieb die horizontale Entfernung vom Düsenmundstück bis zur Peripherie der be-

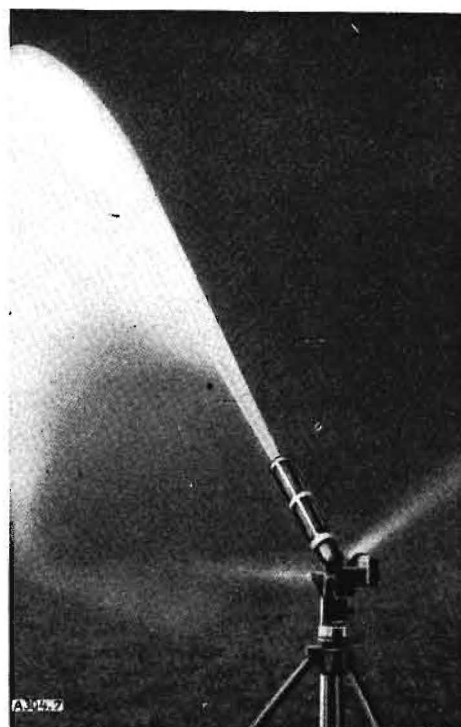


Bild 7 Großflächenregner in Betrieb

regneten Kreisfläche bei Windstille bezeichnet. Für Rechnungen verwendet man jedoch nicht die Wurfweite, sondern die nutzbare Reichweite, die allgemein 70 bis 80% der Wurfweite ausmacht. Dieser Wert ergibt sich aus der abnehmenden Regendichte an den Rändern der bewässerten Kreisflächen [3]. Drehstrahlregner arbeiten als Kreisflächenregner und bestehen aus drehbar gelagerten Düsenrohren, deren selbsttätige Drehung durch die Nutzung der Kraft des ausströmenden Wassers vermittels Propeller, Turbinenrädchen, Schnecken- oder Kegeltriebe bewirkt wird.

Der Propellerregner, an dessen Strahlrohr seitlich ein Propeller angebracht ist, wird von der Hand angeworfen. Beim Durchgang des Propellers durch den Strahl erhält jeweils einer der beiden Propellerflügel einen Wasserschlag, wodurch eine ruckweise horizontale Drehbewegung des schwenkbar gelagerten Regners erreicht wird.

Andere Drehstrahlregnerkonstruktionen besitzen ein kleines Schaufelrad, das am Düsenkopf in den Hauptstrahl eintaucht oder durch eine besondere Anstrahldüse in Bewegung gesetzt wird. Die Bewegung des Schaufelrades wird durch einen Schneckenantrieb auf das Strahlrohr übertragen (Bild 8).

1950 beim Abwasserwertungsverband Zodel mit dem oben bezeichneten Propellerregner durchgeführte Versuche zeigten

eine verhältnismäßig gute Wasserverteilung, jedoch einen etwas groben Tropfenfall [1]. Zur Verregnung gelangte städtisches Abwasser, das nur durch Sandfang und Grobrechen vorgereinigt war. Unregelmäßige Drehgeschwindigkeiten und ungleichmäßige Wasserverteilung infolge Windbeeinflussung sind aus Tafel 3 und Bild 10 ersichtlich.

Die in den Petrischalen aufgefangenen Regenmengen sind nur relativ zu werten, da ein nicht meßbarer Teil der Regen-

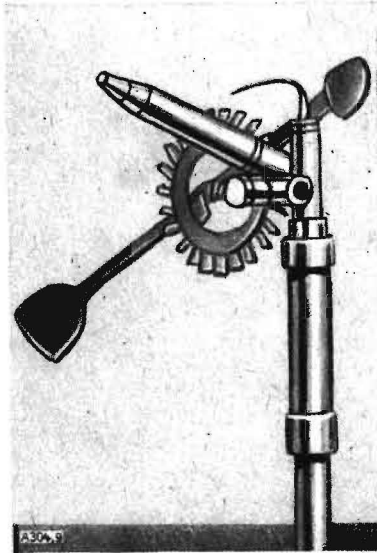


Bild 9 Propellerregner

tropfen über den Schalenrand gesprungen ist. Burkhardt [1] stellte bei Windstärke 5 als Mittel aus fünf Beobachtungen an verschiedenen Tagen ein Verhältnis von 1 : 1,55 für die Zeit der ersten halben Umdrehung mit dem Wind zur Zeit der zweiten halben Umdrehung gegen den Wind fest. Da mehr oder weniger jeder Regner durch den Wind beeinflusst wird, empfiehlt es sich, die Verwertungsgebiete mit Windschutzhecken oder Waldstreifen zu umgeben. Ein vom EKM neuentwickelter Regnertyp – erstmalig auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1951 ausgestellt – unterliegt weniger stark der Windbeeinflussung und ist speziell für abwasserverwertende Betriebe geeignet, da die in den Regner eingebaute Anstrahldüse genügend groß dimensioniert ist, so daß selbst verhältnismäßig grobe Verunreinigungen im Abwasser keine Betriebsstörungen durch Versperren der Düse hervorrufen können.

Da durch die wiederholte Änderung der Fließrichtung in der Leitung und im Regner – die Wasserbewegung erfolgt aus der horizontalen Feldleitung in das senkrechte Zulaufrohr und schließlich in das drehbare, im Winkel von etwa 30° schräg nach oben gerichtete Strahlrohr – das Wasser in wirbelnde Bewegung versetzt wird und eine Zerreißen des Wasserstrahlers eintreten würde, hat man bei manchen Typen zur Zusammenhaltung des Strahls am Düsenmundstück einen Gleichrichter angeordnet, welcher das Wasser zwingt, die Düse in gleichlaufenden Fäden zu verlassen. Bei entsprechend hohem Betriebsdruck werden dadurch größtmögliche Wurfweiten erreicht.

Für eine gute Nahberegnung – eine genügende Beregnung der unmittelbaren Umgebung des Drehstrahlregners – sorgen die schon genannten Antriebsflügel oder Propeller, die beim Durchgang durch den Strahl oder teilweises Eintauchen in denselben als Prellbrett wirken.

Die durchschnittlichen Leistungen von Drehstrahlregnern mit verschiedenen starken Düsenöffnungen und bei unterschiedlichen Betriebsdrücken sind in Tafel 4 wiedergegeben.

Eine besondere Art der Drehstrahlregner stellt der Zweizonen-Libellenregner dar (Bild 11), der überall da vorteilhaft verwendet werden kann, wo nur wenig Wasser bei niedrigem Druck verfügbar ist. Beispielsweise in Hausgärten, Parks und auf Spielplätzen. Der Durchmesser des von ihm beregneten Kreises beträgt je nach Druck etwa 15 bis 18 m. Der Anschluß kann an Wasserleitungen von 1/2" Ø erfolgen, wobei Wasserdrücke von 1 Atm. schon ausreichen. Mit einer Niederschlagshöhe von etwa 4 bis 5 mm pro Stunde und einer sehr feinen und gleichmäßigen Regenverteilung kann dieser Kleinregner längere Zeit an einer Stelle stehenbleiben, ohne daß eine Verkrustung des Bodens eintritt.

Während Drehstrahlregner infolge ihrer meist sehr großen Wurfweiten (bis 100 m) für Feldberegnung verwandt werden, sind die festen Düsenköpfe (Flachstrahlregner) besonders für Gärtnerereien oder zur Beregnung von Parkanlagen geeignet. Ihre Wurfweiten liegen weit unter denen der Weitstrahlregner und betragen allgemein 5 bis 15 m. Die Flachstrahlregner, ihrer Ausführung nach einfache Brausen, Sprühdüsen oder Blattzerstäuberdüsen (Bild 12 und 13) werden fest auf die nach oben gerichteten Stützen gewöhnlicher Kupplungen oder Dreiwegkupplungen aufgesetzt und beregnen ebenfalls eine Kreisfläche. Gegenüber den Drehstrahlregnern besitzen sie den Vorteil einer feineren Tropfenverteilung und größerer Betriebssicherheit und sind daher besonders gut zur Beregnung zarter Kulturen geeignet.

Die schwenkbaren Düsenflügel sind in geringen Abständen mit Feinstrahldüsen versehen. Auf Stützen drehbar gelagert und durch einen Wassermotor hin und her geschwenkt, im Freien etwa 40 bis 80 cm über dem Boden, in Treibhäusern dagegen

Tafel 3
 Betriebsbeobachtungen an Propellerregnern bei Windbeeinflussung

| Regner | Windstärke | Regenzeit (min) | Betriebsdruck (atü) | Wurfweite (m) | Umdrehungszahl U/min | Aufgefangene Regenmenge in cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------------|-----------------|---------------------|---------------|----------------------|--|-----|----|----|----|----|----|----|----------------|----|----|----|---|--|--|--|
| | | | | | | mit dem Wind | | | | | | | | gegen den Wind | | | | | | | |
| PR Düsenweite 18 mm | Windstill | 15 | 3 | 22-26 | 0,33 | — | 40 | 26 | 30 | 26 | — | — | 40 | 30 | 30 | 16 | — | — | | | |
| | 0-1 | 15 | 4 | 24-28 | 0,67 | — | 36 | 18 | 22 | 22 | — | — | 48 | 48 | 40 | 2 | — | — | | | |
| PR Düsenweite 22 mm | 1 | 15 | 2 | 18-22 | 0,47 | — | 30 | 14 | 26 | — | — | — | 26 | 24 | 8 | — | — | — | | | |
| | 1 | 15 | 3 | 22-26 | 0,73 | — | 46 | 18 | 20 | 28 | — | — | 70 | 54 | 48 | — | — | — | | | |
| | 1-2 | 15 | 4 | 22-30 | 0,80 | — | 64 | 30 | 30 | 38 | — | — | 36 | 44 | 6 | — | — | — | | | |
| PR Düsenweite 22 mm | 5 | 15 | 3 | 17-30 | 0,33 | 78 | 110 | 88 | 56 | 66 | 60 | 48 | 34 | 68 | 24 | 20 | 22 | 4 | | | |

Die eingeklammerten Zahlen geben den Abstand der Regner von den Petrischalen an.

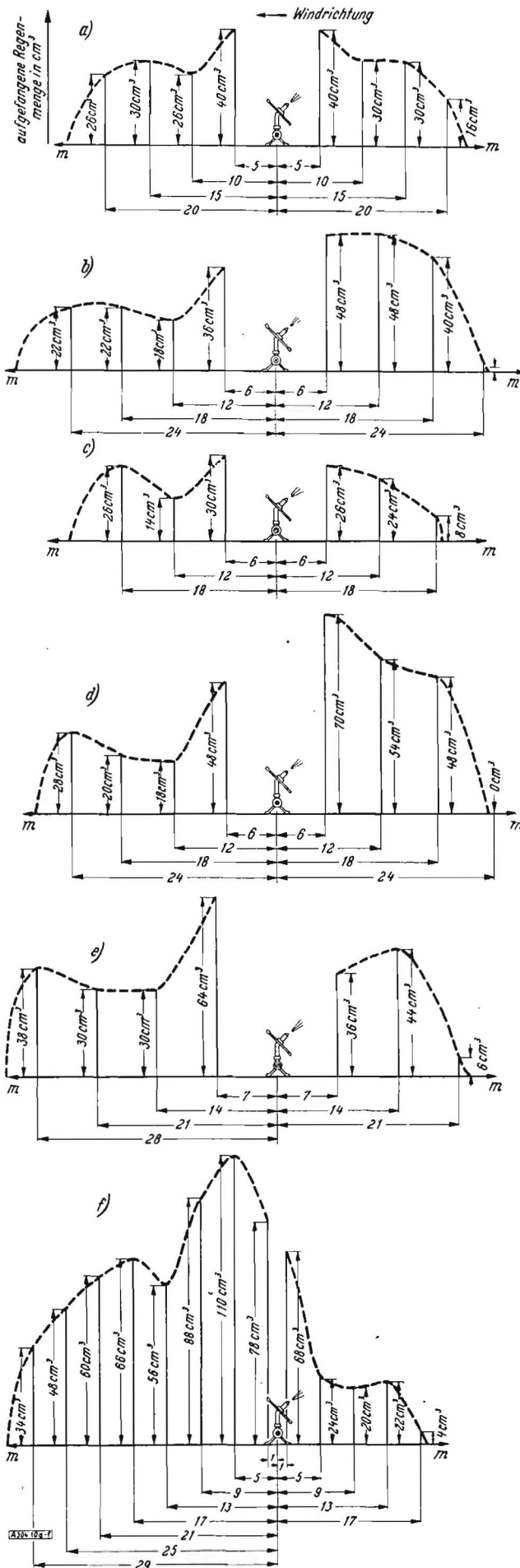


Bild 10 Ungleichmäßige Regenverteilung durch Windbeeinflussung

entlang des Dachfirstes angeordnet, berechnen sie eine quadratische oder rechteckige Fläche. Die Strahlweite der Schwenkregner liegt zwischen 10 und 21 m, die Beregnungslänge entspricht der Gesamtlänge der Düsenflügel. Wegen ihrer verhältnismäßig geringen Flächenleistung finden Düsenflügel fast

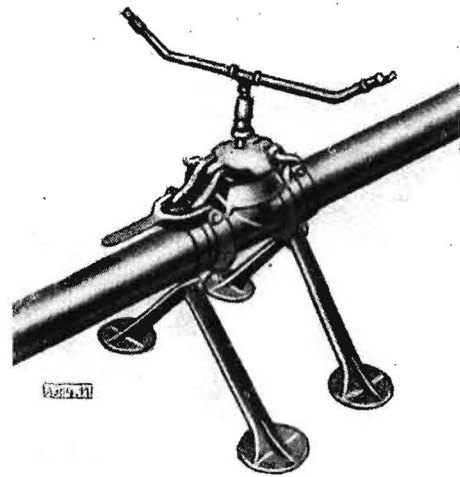


Bild 11 Zweizonen-Libellenregner

nur noch im Gartenbau, in fester Ausführung besonders in Treibhäusern Verwendung (Bild 14). Tafel 5 gibt Leistungswerte von Schwenkregnern, die wesentlich unter denen der Weitstrahlregner liegen, wieder (Tafel 5).

Regenbetrieb

Zur völligen Ausnutzung der Kapazität soll der Betrieb möglichst pausenlos vor sich gehen (Bild 15). Da die von den einzelnen Regnern bewässerten Flächen an den Rändern geringere Wassermengen erhalten, werden im praktischen Betrieb die Regner so angeordnet, daß sich bei Kreisflächenberegnung die Streukreise und bei Rechteckberegnung durch Schwenkregner die äußeren Ränder der berechneten Flächen überschneiden. Zu dem Zweck erfolgt die schrittweise Umstellung von Kreisflächenregnern am besten im Verband gleichseitiger Dreiecke, so daß sich jeweils drei Beregnungskreise in einem Punkt schneiden und somit keine unberegneten oder zu schwach beregneten Stellen übrigbleiben. Damit auch bei Windbeeinflussung eine vollkommene Beregnung der Flächen erreicht wird, soll der Radius der Streukreise der Hälfte der nutzbaren Reichweite (0,3 bis 0,4 der Wurfweite) entsprechen.

Bei der Beregnung durch Düsenflügel erfolgt der Betrieb ebenfalls schrittweise, indem man den Abstand der einzelnen Anschlüsse für die Schwenkregner der nutzbaren Reichweite der Feinstrahl Düsen gleichsetzt. Im wechselseitigen Betrieb unter Verwendung von zwei oder mehreren Schwenkregnern geht man derart vor, daß abwechselnd immer der eine Flügel im Betrieb ist, während der andere vorverlegt wird.

Sollen mit einer vollbeweglichen Anlage nur solche Kulturen bewässert werden, deren Beregnungszeiten ganz verschieden

Erläuterungen zu Bild 10:

- Düsenweite 18 mm, Windstärke 0-1, Regenzeit 15 min, Betriebsdruck 3 atü, Wurfweite 22-26 m, Umdrehungen 0,33 U/min
- Düsenweite 18 mm, Windstärke 0-1, Regenzeit 15 min, Betriebsdruck 4 atü, Wurfweite 24-28 m, Umdrehungen 0,67 U/min
- Düsenweite 22 mm, Windstärke 0-1, Regenzeit 15 min, Betriebsdruck 2 atü, Wurfweite 18-20 m, Umdrehungen 0,47 U/min
- Düsenweite 22 mm, Windstärke 1, Regenzeit 14 min, Betriebsdruck 4 atü, Wurfweite 22-26 m, Umdrehungen 0,73 U/min
- Düsenweite 22 mm, Windstärke 1-2, Regenzeit 15 min, Betriebsdruck 4 atü, Wurfweite 22-30 m, Umdrehungen 0,8 U/min
- Düsenweite 22 mm, Windstärke 5, Regenzeit 15 min, Betriebsdruck 3 atü, Wurfweite 17-80 m, Umdrehungen 0,33 U/min

Tafel 4
 Leistungswerte von Drehstrahlregnern

| Düsenweite mm | Betriebsdruck an der Düse atü | Ø der berechneten Kreisfläche m | Berechnete Kreisfläche m ² | Regendichte mm/min/m ² | Zeit für eine Regengabe von 20 mm min | Wasserverbrauch pro Düse | |
|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|--|--------------------------|----------------------|
| | | | | | | l/min | m ³ /Std. |
| 12 | 2 -2,5 | Etwa 5 | Etwa 1590 | Etwa 0,13 | 159 | 200 | Etwa 12 |
| | 3 | „ 50 | „ 1963 | „ 0,12 | 157 | 250 | „ 15 |
| 14 | 2 -2,5 | „ 50 | „ 1963 | „ 0,13 | 154 | 250 | „ 15 |
| | 2,5 | „ 52 | „ 2123 | „ 0,13 | 152 | 280 | „ 17 |
| | 3 | „ 55 | „ 2375 | „ 0,12 | 158 | 300 | „ 18 |
| 16 | 2 -2,5 | „ 50 | „ 1963 | „ 0,15 | 131 | 300 | „ 18 |
| | 2,5-3 | „ 55 | „ 2375 | „ 0,14 | 144 | 330 | „ 20 |
| | 3 -3,5 | „ 60 | „ 2827 | „ 0,12 | 161 | 350 | „ 21 |
| 20 | 2 -2,5 | „ 50 | „ 1963 | „ 0,18 | 111 | 350 | „ 21 |
| | 2,5-3 | „ 60 | „ 2827 | „ 0,16 | 123 | 460 | „ 28 |
| | 3 -3,5 | „ 70 | „ 3848 | „ 0,13 | 154 | 500 | „ 30 |
| 25 | 2 | „ 45 | „ 1590 | „ 0,41 | 50 | 660 | „ 40 |
| | 2,5 | „ 60 | „ 2827 | „ 0,25 | 80 | 700 | „ 42 |
| | 3 | „ 66 | „ 3721 | „ 0,23 | 89 | 750 | „ 45 |
| | 4 -4,5 | „ 80 | „ 5025 | „ 0,17 | 118 | 850 | „ 51 |
| 30 | 2,5-3 | „ 66 | „ 3421 | „ 0,32 | 62 | 1100 | „ 66 |
| | 3,5-4 | „ 82 | „ 5281 | „ 0,24 | 83 | 1250 | „ 75 |
| | 4,5-5 | „ 92 | „ 6640 | „ 0,22 | 90 | 1400 | „ 84 |

fahren. Die Kosten dieser Art des Betriebes liegen trotz des großen Rohrbedarfs weit unter denen einer ortsfesten Anlage. Beim plötzlichen Anfall von zur landwirtschaftlichen Verwertung geeigneten Industrieabwässern in Saisonzeiten kann, wenn es die Kulturart erlaubt, von der Verteilung des Wassers durch

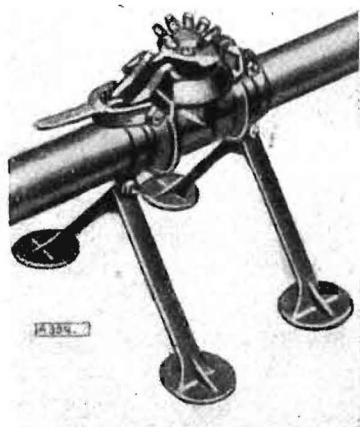


Bild 12 Eingekuppelte Düse



Bild 14 Weitstrahlregner im Großbetrieb

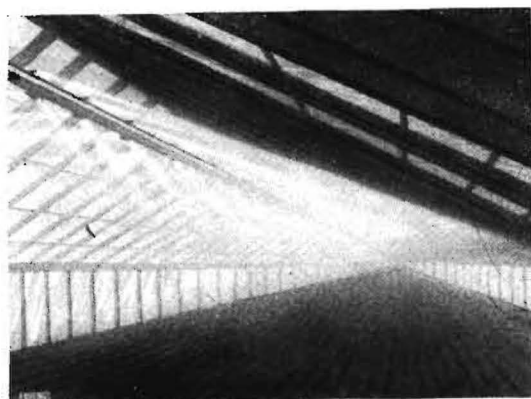


Bild 13 Feinstrahldüsen im Gewächshaus

liegen, so empfiehlt es sich, das oberirdische Leitungsnetz als Ringleitung anzuordnen und auf dem betreffenden Schlag so lange liegen zu lassen, bis er seine letzte Regengabe erhalten hat, um alsdann mit dem nächsten Schlag in gleicher Weise zu ver-

Regner abgesehen werden und an Stelle der Verregnung die Verrieselung unmittelbar aus den offenen Rohrenden der Endstöße erfolgen. Zur Vermeidung von Ausspülungen und Auskolkungen schaltet man dabei zweckmäßigerweise dem offenen Rohrende ein schräg oder horizontal unter dem Ausfluß angeordnetes Prellbrett vor, sofern die Anlage über keine gelochten Rieselrohre verfügt, die selbstverständlich eine bessere Wasserverteilung gewährleisten. Diese Art der Verrieselung stellt genau wie die Verrieselung aus offenen Zuleiter- und Verteilergräben eine erhebliche Vergeudung der Abwässer dar und soll – wie bereits erwähnt – nur in Zeiten außergewöhnlich hoher Abwasserspitzen angewendet werden. Auf jeden Fall ist aber diese Art der Abwasserbeseitigung der ungenutzten Einleitung der Abwässer in den Vorfluter und damit der Verschmutzung desselben vorzuziehen. Durch die Einleitung können erhebliche Schäden verursacht werden, wogegen bei der Verrieselung lediglich eine ungenügende Ausnutzung der Abwässer erfolgt.

Tafel 5
Leistungswerte schwenkbarer Düsenflügel

| Länge des Regenrohres m | Betriebsdruck atü | Arbeitsbreite m | Beregnete Fläche bei einer Regnerstellung m ² | Regendichte mm/min/m ² | Zeit für eine Regengabe von 20 mm min | Wasserverbrauch pro Flügel | |
|----------------------------|----------------------|--------------------|---|--------------------------------------|--|----------------------------|----------------------|
| | | | | | | l/min | m ³ /Std. |
| 10 | 1,5 | Etwa 18 | 180 | Etwa 0,13 | Etwa 154 | 23,3 | 1,4 |
| 20 | 1,5 | „ 18 | 360 | „ 0,13 | „ 154 | 46,6 | 2,8 |
| 30 | 1,5 | „ 18 | 540 | „ 0,13 | „ 154 | 70 | 4,2 |
| 40 | 1,5 | „ 18 | 720 | „ 0,13 | „ 154 | 93 | 5,6 |
| 50 | 1,5 | „ 18 | 900 | „ 0,13 | „ 154 | 117 | 7 |
| 10 | 2 | „ 18 | 180 | „ 0,22 | „ 90 | 40 | 2,4 |
| 20 | 2 | „ 18 | 360 | „ 0,22 | „ 90 | 80 | 4,8 |
| 30 | 2 | „ 18 | 540 | „ 0,22 | „ 90 | 120 | 7,2 |
| 40 | 2 | „ 18 | 720 | „ 0,22 | „ 90 | 160 | 9,6 |
| 50 | 2 | „ 18 | 900 | „ 0,22 | „ 90 | 200 | 12 |

Schlußbemerkung

Die Erfahrungen aus den bestehenden Beregnungsanlagen haben in jedem Fall bewiesen, daß mit der künstlichen Beregnung ein vielfacher landwirtschaftlicher Nutzen verbunden ist. Durch die hohen und sicheren Erträge liefern die vorhandenen Anlagen einen wertvollen Beitrag zur Verbesserung der Volksernährung und verdienen es, in weit größerem Maße als bisher, Verwendung zu finden. Unsere volkseigene Industrie, die nach 1945 die Produktion von Beregnungsanlagen aufnahm, hat inzwischen ihre Kapazität erhöht und die Qualität ihrer Erzeugnisse so weit verbessert, daß sie heute in der Lage ist, die Bauern, die sich inzwischen in der VdgB (BHG) zusammengeschlossen haben, hinreichend mit Feldberegnungsgeräten zu versorgen. Um in Zukunft unnötige Zeitverluste durch langwierige Reparaturen an den Anlagen zu vermeiden, ist es erforderlich, nach den in der Praxis an den bewährtesten Typen

gesammelten Erfahrungen eine allgemeine Normung der verschiedensten Einzelteile der gesamten Anlagen vorzunehmen.

Es ist zu erwarten, daß bei Aufnahme von Beregnungsanlagen in die Maschinenparks der Maschinenausleihstationen die Bauern und Neubauern sich ihrer häufig bedienen werden und in Kürze die künstliche Beregnung überall da in unserer Republik Verwendung finden wird, wo sie in der Lage ist, die landwirtschaftliche Produktion entscheidend zu fördern und damit die Gesamtentwicklung unserer Wirtschaft im Frieden zu Wohlstand und Reichtum unseres Volkes begünstigt. AA 304

Schrifttum:

- [1] Burkhardt: Prüfbericht über Propellerregner bei der Abwasserwertungsanlage in Zodel. 1950
- [2] Kalweit: Landwirtschaftliche Gesichtspunkte bei der Abwasserwertung. 1950.
- [3] Schröder: Landwirtschaftlicher Wasserbau. Erweiterte Auflage.

Lehren aus der Vergleichsprüfung von Handsämaschinen

Von Dr.-Ing. E. FOLTIN, Leipzig

DK 631.331

Die nach dem Krieg im Handel erscheinenden Handsämaschinen haben gezeigt, daß sie nicht sämtlich 100%ig den Anforderungen des Gartenbaues genügen und zum Teil sehr große Mängel in ihrer Bauweise aufweisen. Unsere begrenzten Materialbestände lassen jedoch keine Produktion von Handsämaschinen zu, die wegen ihrer Fehlkonstruktion nicht verkauft werden können und dem Schrott zufallen. Da nach dem letzten Krieg eine Anzahl von verschiedenen Typen in Erscheinung trat, mußte eine Kontrolle eingeschaltet werden, um aus der Fülle der verschiedenen konstruktiven Möglichkeiten eine gewisse Grundlinie in der Gestaltung der Geräte zu schaffen.

Diesem Zweck diente eine Vergleichsprüfung von Handsämaschinen, die die DLG in den Jahren 1949/50 am Versuchs- und Forschungsinstitut für Technik im Gartenbau, Quedlinburg, durchführen ließ.

Die Prüfung selbst gliederte sich in eine laboratorische und eine Feldprüfung.

In der laboratorischen Prüfung wurden die einzelnen Maschinen nach ihrem konstruktiven Aufbau untersucht. Ferner wurden Leimstreifen mit verschiedenen Samenarten angefertigt sowie die Wertigkeitskurven der einzelnen Säorgane nach der Methode von Prof. Hege ermittelt. Die Feldprüfung wurde im Frühjahr 1950 mit der Aussaat von Zwiebeln und Porree durchgeführt. Bei der Versuchsdurchführung wurden sämtliche exakten Prüfungsmethoden angewandt, um ein objektives Bild über den Wert der verschiedenen Handsämaschinen zu erhalten.

Das Prüfungsergebnis hat gezeigt, daß mehrere Kleinsämaschinen noch wesentlich verbessert werden müssen, wenn sie den Anforderungen des Gartenbaues genügen sollen. Nach der Prüfung haben die besten Maschinen ihre Anerkennung erhalten, und es ist nun an der Zeit, die aufgetretenen konstruktiven Mängel anzuführen. Es würde für unsere Wirtschaft von großem Nutzen sein, wenn sich an diese Ausführungen eine leblafte Diskussion sämtlicher Herstellerfirmen und technisch interessierter Gärtner anschließen würde mit dem Ziel, eine weitere Verbesserung der bereits vorhandenen Handsämaschinen zu erreichen.

Im folgenden das Ergebnis dieser Prüfung:

1. Grenzen der Handsämaschine

Bei der Konstruktion einer Handsämaschine muß sich jeder Konstrukteur über die Grenzen und den Aufbau der Maschine im klaren sein: Wie schwer darf die Maschine sein, d. h. wie groß ist die notwendige Zug- bzw. Schubkraft? Wie ist der Aufbau zu gestalten? Wieviel Drillschare soll die Maschine aufweisen, und ist eine Dibbelvorrichtung notwendig oder nicht?

Schubkraft: Als Zug- bzw. Schubkraft kommt im Gartenbau im allgemeinen nur eine Person in Frage. Handsämaschinen mit größerem Schubkraftbedarf sind nicht zu empfehlen. Das Gewicht allein ist jedoch nicht für die Größe der Schubkraft maßgebend. Es spielen noch andere Faktoren eine Rolle, wie Lauf-