

e) Landwirtschaftliche Dienststellen: Sie müssen die Auftraggeber von den Vorteilen des Mehrschichtbetriebes überzeugen, man muß ihn auch ökonomisch fördern. Ein wirksamer ökonomischer Hebel wäre z. B., den Staatszuschuß für die Beregnungsanlagen auf die alljährlich bewässerte Fläche (Beteiligungsfläche) zu geben. Für den Kredit könnte ab einem bestimmten Hektarkostensatz der Anlage ein höherer Zinssatz gefordert werden. Unsere Landwirtschaftsbetriebe würden so angespornt, billig zu bauen und eine intensive Beregnungsfuchtfolge anzulegen.

## Zusammenfassung

Beregnungsanlagen sind aufwendige Investitionen, die nicht in allen Jahren voll genutzt werden. Man sollte deshalb bei der Beregnung zum vorteilhaften Mehrschichtbetrieb übergehen. Der Wasserbedarf muß dazu jeweils für Trockenjahre und Normaljahre gesondert errechnet werden. Der Mehrschichtbetrieb ist mit Hilfe der neuen Technik zu realisieren.

Dr.-Ing. D. VOIGT\*

Der für die nächsten Jahre vorgesehene verstärkte Einsatz der Beregnung macht es erforderlich, den heute noch relativ hohen Arbeitsaufwand bei der Durchführung der Beregnung weitgehend zu verringern.

Möglichkeiten einer Senkung des Aufwandes für den Rohrtransport bzw. für das Umsetzen der Regnerleitungen und eine Erleichterung desselben bestehen zunächst in einer Verringerung der Rohrmassen. Dieser Weg wurde durch die Verwendung von Aluminium und auch von Plastrohren beschritten.

In letzter Zeit wird verstärkt versucht, den Arbeitsaufwand bei der Beregnung durch die Verwendung von Schläuchen zu senken. Der Einsatz der Schläuche ist auf verschiedenste Art und Weise möglich und es sind eine ganze Reihe von Verfahren entwickelt worden [1] [2] [3]. Über Untersuchungen an einem Versuchsmuster einer „Schlauchtrommel“ wurde bereits berichtet [4].

Das Beregnungsverfahren „Schlauchtrommel“ stellt gegenwärtig neben der „Rollenden Beregnung“ das modernste Beregnungsverfahren für die Großflächenberegnung dar.

Die Verfahren mit Seitenleitungen (wie z. B. PERROT-Einmanntechnik, MANNESMANN-4=1 Beregnung) erfordern zwar ebenfalls einen geringen Aufwand, sie benötigen aber an der Zuleitung außerordentlich hohe Drücke, da der Druckverlust in den Seitenschläuchen erheblich ist. Diese Anforderungen werden jedoch von den wenigsten der in der Praxis vorhandenen teilbeweglichen Anlagen erfüllt. Die Überdrücke im Rohrnetz betragen im allgemeinen 4 bis 5 at.

Für die bei uns in Zukunft den Hauptanteil der Beregnungsanlagen darstellenden teilbeweglichen Anlagen kommt daher gegenwärtig nur das Beregnungssystem „Schlauchtrommel“ in Frage.

Die Entwicklung eines Schlauchberegnungsverfahrens ist besonders für die Einsatzbereiche, für die die bisher bekannten Mechanisierungsmöglichkeiten nicht oder wenig geeignet waren, von großer Bedeutung. Es ist die Voraussetzung für eine breite Anwendung der Beregnung in diesen Bereichen. Dazu gehören Beregnungsanlagen in hängigem, bewegtem Gelände, mit unregelmäßigen Flächen bzw. Flächen mit Bäumen, Sträuchern, Gräben oder Leitungsmasten. Der Einsatz der bekannten Mechanisierungsmöglichkeiten wie „Geräte-träger mit Rohrtragegerüst“ oder „Rollende Beregnung“ bereitet außerdem Schwierigkeiten auf schweren Böden oder in empfindlichen, wertvollen Kulturen, z. B. bei bestimmten Gemüscarten. Angesichts dieser Bedeutung ist es erforderlich, Entwicklung und Bau einer Funktionsanlage durchzuführen und sie in der Praxis gründlich zu erproben.

\* Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim der DAL zu Berlin (Leiter: Obering. O. BOSTELMANN)

Für Projektierung, Beregnungsindustrie, Grundlagenforschung und landwirtschaftliche Dienststellen werden Schlußfolgerungen gezogen. Die betriebs- und volkswirtschaftlichen Vorteile des Mehrschichtbetriebes sollten bei den Staatszuschüssen für Beregnungsanlagen berücksichtigt werden.

## Literatur

- [1] KAPPEL, B.: *Feldwirtschaft* 7 (1966) H. 3
- [2] SAG *Bewässerung beim Bez.-Landw.-Bat Potsdam: Beregnungstechnik und zweckmäßiger Beregnungseinsatz*, 1966
- [3] HAUDE, W.: *Mitteilungen des deutschen Wetterdienstes* Nr. 8, Bad Kissingen, Mai 1954
- [4] KORTE, W.: *Landbauaufsicherung Völkensrode* (1958) H. 4, S. 90
- [5] ISRAEELSEN, O. W. / V. E. HANSEN: *Irrigation principles and practices*, New York - London 1962
- [6] PERROT, H.: *Handbuch der Beregnungstechnik*, Stuttgart 1966
- [7] CZERATZKI, W.: *Landtechnik* 20 (1965), H. 20, S. 374
- [8] FRÖHLICH, O.: *Der Deutsche Gartenbau* (1962) H. 4
- [9] — *Wissenschaftlich-technische Konzeption (WtK) „Hebung der Bodenfruchtbarkeit“*, *Feldwirtschaft* 7 (1966) H. 9 A 6842

## Ein neues Beregnungsverfahren unter Verwendung von Schläuchen

Das Beregnungssystem „Schlauchtrommel“ ist vorwiegend für Beregnung in teilbeweglichen Anlagen gedacht, wobei Plastschläuche als Regnerflügelleitungen verwendet werden. Die Plastrohrleitungen werden von einer von einem Traktor gezogenen fahrbaren oder auf einem Traktor aufgebauten Trommel ab- und wieder aufgespult. Der Arbeitsablauf erfolgt derart, daß der Schlauch an die Zuleitung angeschlossen und — während das Fahrzeug von einem Traktor in Furchenrichtung bzw. in Richtung der heabsichtigten Lage der Flügelleitung gezogen wird — von der Trommel abgewickelt wird. Nach Verregnen der gewünschten Wassermenge ergibt sich ein Arbeitsablauf in umgekehrter Reihenfolge. Damit der Schlauch aufgewickelt werden kann, muß die Trommel angetrieben werden. Für die Durchführung der Arbeiten ist 1 Ak erforderlich.

Die technische Lösung des Verfahrens hat davon auszugehen, daß das Verfahren eine Senkung des Arbeitsaufwandes für das Umsetzen normaler Flügelleitungen, wie sie für die Großflächenberegnung erforderlich sind, ermöglicht. Die Länge normaler Flügelleitungen beträgt 200 bis 300 m. Als Regner kommt der Schwadregner S 57/2 bzw. der Universalregner U 64 mit Düsenweiten von 4,2 bis 6 mm in Frage. Für die Abwasserregnung sind Düsenweiten von mindestens 8 bzw. 10 mm erforderlich. Ein Einsatz in Abwasseranlagen ist daher nur bedingt möglich. Der Druckverlust in den Flügelleitungen soll 20% des Betriebsdruckes der verwendeten Regner nicht übersteigen. Als Schlauchmaterial kommt Polyäthyl-Weich in Frage.

Da PE-Material unempfindlich gegen Druckstöße ist und nennenswerte Druckstöße in den Flügelleitungen nicht auftreten, können Schläuche mit ND 6 gewählt werden.

Das Gerät kann als Anhänger- oder Anbaugerät an einen Pflgetraktor ausgeführt werden. Ein Anbaugerät hat gegenüber einem Anhänger folgende Vorteile:

- a) leichteres Steuern des Fahrzeuges
- b) eine Spur weniger in der Kultur
- c) größere Wendigkeit

Für einen Anhänger sprechen folgende Gesichtspunkte:

- a) es wird kein bestimmter Traktor benötigt
- b) schnelles Ab- und Anhängen des Fahrzeuges
- c) evtl. einfachere Konstruktion

An das Gerät sind des weiteren folgende Forderungen zu stellen:

- a) Wartungs- und Pflegeaufwand sollen gering sein
- b) Handhabung, Bedienung und Konstruktion sollen einfach sein
- c) die Nutzungsdauer soll 15 bis 20 Jahre bzw. 10 000 Betriebsstunden betragen
- d) das Fahrzeug muß Kriechgang haben und von der Seite her zu bedienen sein (Lenkung, Kupplung, Bremse)
- e) Vorrichtung zum gleichmäßigen Aufspulen des Schlauches ist erforderlich
- f) für Regner und Stative ist Transportmöglichkeit vorzusehen
- g) die Trommeln müssen leicht und schnell wechselbar sein.

Neben anderen Gesichtspunkten ist jedoch der Arbeits- und Kostenaufwand eines neuen Verfahrens für seine Eignung entscheidend.

In Hinblick dieser Merkmale soll das Beregnungsverfahren „Schlauchtrommel“ mit den bekannten herkömmlichen Arbeitsverfahren „1 M – 1 R“, „Geräteträger mit Rohrtragegerüst“ und „Rollende Beregnung“ verglichen werden.

Die bei allen Verfahren gleichbleibenden Kosten werden nicht mit berechnet.

Für die Untersuchung werden folgende Annahmen getroffen: Eine Fläche (1 Schlag) von 21,1 ha (300 m breit) soll in einem Turnus von 10 Tagen bei einer täglichen Betriebszeit von 10 h mit einer Regengabe von 20 mm versorgt werden.

Es werden Regner U 64 mit 6 mm Düsenweite eingesetzt. Bei einem Betriebsdruck von 3,5 at beträgt der Wasserverbrauch eines Regners 2,64 m<sup>3</sup>/h. Für die Beregnung der Fläche in der geforderten Zeit sind dann 16 Regner erforderlich. Bei einem Rechteckverband von 18·24 m erhält man eine Flügelleitungs-länge von 288 m. Die Aufstellungsdauer für eine Regengabe von 20 mm ergibt sich bei einer Niederschlagsdichte von 6,11 mm/h zu etwa 3,3 h.

Die bei einer Aufstellung der Flügelleitung beregnete Fläche beträgt rund 0,72 ha.

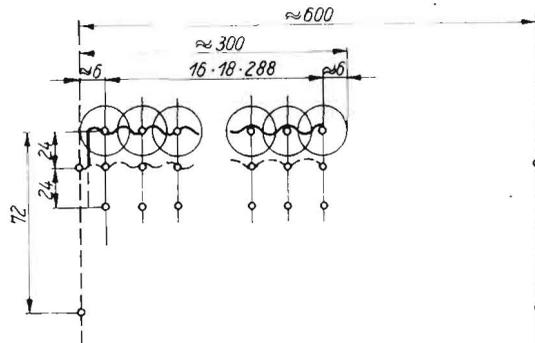


Bild 1. Beregnungssystem „Schlauchtrommel“

### 1. Arbeitsverfahren „Schlauchtrommel“ (Bild 1)

Der für ein Umsetzen erforderliche Zeitaufwand ergibt sich zu  
 $0,72 \text{ ha} \cdot 0,7 \text{ Akh/ha} = \text{rd. } 0,5 \text{ h.}$

Rechnet man mit einer Wegezeit von etwa 0,1 h von einer Flügelleitung zur anderen, dann können bei kontinuierlichem Betrieb von 1 Ak mit einem Traktor und Grundgerät

$$\frac{3,3 \text{ h}}{(0,5 + 0,1) \text{ h}} = 5 \text{ bis } 6$$

Flügelleitungen bedient werden. Die Arbeitsproduktivität beträgt dann bei diesem Verfahren

$$(5 \text{ bis } 6) \cdot 21,1 = 100 \text{ bis } 130 \text{ ha/Ak}$$

Anlagekosten (z. T. geschätzt) insgesamt 31 400 MDN  
 Feste Kosten (Abschreibungen 3 260 MDN, Unterhaltung 860 MDN) insgesamt 4 120 MDN oder 32,70 MDN/ha.  
 Veränderliche Kosten je Regengabe (Lohn 1,75 MDN/ha, RS 09 3,88 MDN/ha) insgesamt 5,63 MDN/ha

### 2. Arbeitsverfahren „1 Mann trägt 1 Rohr“

Anlagekosten insgesamt 2 755 MDN  
 Feste Kosten (Abschreibungen 210 MDN, Unterhaltung 16 MDN) insgesamt jährlich 256 MDN oder 12,10 MDN/ha  
 Veränderliche Kosten je Regengabe (Löhne) 3,82 MDN/ha

### 3. Arbeitsverfahren „Geräteträger mit Rohrtragegerüst“

Der für ein Umsetzen erforderliche Zeitaufwand beträgt bei 2 Ak 0,51 h, d. h. es können rd. 5 Flügelleitungen mit einem Geräteträger (2 Ak) bedient werden.  
 Feste Kosten (Abschreibungen 1 200 MDN, Unterhaltung 267,50 MDN) insgesamt jährlich 1 467,50 MDN oder 13,90 MDN/ha  
 Veränderliche Kosten je Regengabe (Lohn 3,20 MDN/ha, RS 09 3,88 MDN/ha) insgesamt 7,08 MDN/ha

### 4. Arbeitsverfahren „Rollende Beregnung“

Anlagekosten insgesamt 14 200 MDN  
 Feste Kosten (Abschreibungen 1 420 MDN, Unterhaltung 284 MDN) insgesamt jährlich 1 704 MDN oder 80,70 MDN/ha  
 Veränderliche Kosten je Regengabe (Lohnkosten 1,40 MDN/ha, Kraftstoffkosten 1,89 MDN/ha) insgesamt 3,29 MDN/ha

Aus Tafel 1 geht hervor, daß die Schlauchberegnung gegenüber der Handarbeit genauso wie die anderen Mechanisierungsmöglichkeiten eine Kostensteigerung bringt. Sie ist jedoch bei gleicher Arbeitsproduktivität billiger als das bisher hinsichtlich der Arbeitsproduktivität günstigste Verfahren

„Rollende Beregnung“. Sie ist etwas teurer als das Verfahren „Geräteträger mit Rohrtragegerüst“, hat aber einen wesentlich geringeren Arbeitsaufwand.

Die Untersuchung ging von der Annahme aus, daß ein Umsetzen der Regnerleitungen auf einen anderen Schlag nicht erforderlich ist. Ist das jedoch bei kleineren Schlägen nötig, erhöht sich besonders der Arbeitsaufwand bei der rollenden Beregnung durch den zeitaufwendigen Auf- und Abbau. Dagegen hat die Schlaggröße nur einen geringen Einfluß auf den Arbeits- und Kostenaufwand bei der Schlauchberegnung. Außerdem wird die Einsatzmöglichkeit der rollenden Beregnung stark begrenzt durch die Notwendigkeit rechteckiger Flächen ohne Gräben, Bäume oder Hochspannungsmaste. Diese Beschränkungen sind bei der Schlauchberegnung nicht vorhanden.

Demgegenüber ist die Schlauchberegnung im Normalfall – wegen der kleinen Düsenweiten – nicht für Abwasseranlagen geeignet.

## Zusammenfassung

Die Einsparungen an Lohnkosten wiegen nicht die erhöhten festen Kosten auf. Der ökonomische Nutzeffekt der Investitionen besteht vielmehr in der Erhöhung der Arbeitsproduktivität.

Das neue Verfahren „Schlauchberegnung“ stellt nicht nur durch die Arbeitserleichterung und Senkung des Arbeitszeitaufwandes einen bedeutenden Nutzen für den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb dar, sondern bringt gleichzeitig durch die Einsparung von Devisen für den Import von Rohrmaterial einen erheblichen volkswirtschaftlichen Nutzen. Angesichts der in unserer Republik vorhandenen stark entwickelten Chemieindustrie – das neuerbaute Plastrohrwerk Götzau hat gerade die Produktion aufgenommen – sollten diese Gesichtspunkte bei der Entwicklung neuer Beregnungstechnik mit berücksichtigt werden.

Das Beregnungssystem „Schlauchtrommel“ kommt in erster Linie für einen Einsatz in teilbeweglichen Klarwasseranlagen auf schweren und mittleren Böden bei Feldgemüse in Frage. Als Regner werden Regner mit 6 mm Düsenweite verwendet.

Eine Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten auf Abwasseranlagen ergibt sich durch die Verwendung von Mittelstärkeregner mit Düsenweiten von 3 bis 12 mm, wobei auf die Leitung nur auf jeden zweiten Anschluß ein Regner aufgesetzt wird. Nach Verteilen der ersten Regengabe werden die Regner auf der Leitung umgesetzt.

Die Untersuchung zeigt, daß die Mechanisierung nicht immer unbedingt mit einer Senkung des Kostenaufwandes verbunden ist. In unserem Falle wird vor allem eine Steigerung der Arbeitsproduktivität erreicht.

(Fortsetzung auf Seite 201)

Anzahl der Regen-gaben	Anzahl der Betriebs-stunden [h]	Jahres-regen-menge [mm]	Schlauch-beregnung		1 M – 1 R		Gerätetr. mit Rohrtragegerüst		Rollende Beregnung	
			[Akh/ha]	[MDN/ha]	[Akh/ha]	[MDN/ha]	[Akh/ha]	[MDN/ha]	[Akh/ha]	[MDN/ha]
1	100	20	0,7	38,3	1,9	15,9	1,4	21,0	0,7	84,0
2	200	40	1,4	44,0	3,8	19,7	2,8	28,1	1,4	87,3
3	300	60	2,1	49,6	5,7	23,6	4,3	35,2	2,1	90,6
4	400	80	2,8	55,3	7,6	27,4	5,7	42,2	2,8	93,9
5	500	100	3,5	60,9	9,5	31,2	7,1	49,3	3,5	97,2
6	600	120	4,2	66,5	11,4	35,0	8,5	56,4	4,2	100,5
7	700	140	4,9	72,2	13,3	38,8	9,9	63,5	4,9	103,7
8	800	160	5,6	77,9	15,2	42,6	11,4	70,6	5,6	107,1
9	900	180	6,3	83,4	17,2	46,5	12,8	77,7	6,3	110,3
10	1000	200	7,0	89,0	19,1	50,3	14,2	84,7	7,0	113,6

Tafel 1  
 Vergleich des Arbeits- und Kostenaufwandes bei den verschiedenen Verfahren

## Beregnungsverfahren mit Plastrohren und Umlenkrädern bzw. -rollen (Berger Beregnungsverfahren)

Neben der zweckmäßigen Steuerung der Beregnung sind die arbeitswirtschaftlichen Probleme bei ihrem Einsatz für jeden Beregnungsbetrieb von erstrangiger Bedeutung.

Mit zunehmendem Anteil der Beregnungsfläche an der gesamten LN eines Betriebes wird diese Frage immer vorrangiger. Wir müssen heute damit rechnen, daß auch bei unseren modernsten Beregnungsanlagen für 50 bis 60 ha Beregnungsfläche ein Beregnungswärter benötigt wird.

Allerdings werden Klarwasser-Beregnungsanlagen im Ver-

lauf der Vegetationszeit nur für relativ kurze Zeitspannen eingesetzt, und zwar im Durchschnitt der Jahre kaum über 500 h. Die meiste Zeit des Jahres stehen die Beregnungswärter somit dem landwirtschaftlichen Betrieb für andere Arbeiten zur Verfügung, obwohl nicht übersehen werden darf, daß der Beregnungseinsatz häufig mit vorhandenen Arbeitsspitzen zusammen fällt. Durch eine gute Arbeitsorganisation innerhalb des Betriebes, die mit einer zweckmäßigen Beregnungsfruchtfolge Hand in Hand gehen muß, können diese überhöhten Arbeitsspitzen im Beregnungsbetrieb wohl abgeschwächt, aber nie vermieden werden. Die Forderung nach einem verringerten Arbeitsaufwand bei der Beregnung bleibt somit nach wie vor bestehen. Diese Aufgabe darf aber nicht — zumindest heute noch nicht — über höhere Anlagekosten (ortsfeste Anlagen) gelöst werden.

Eine Weiterentwicklung der altbekannten Verfahren (leichtere Schnellkupplungsrohre bei Handarbeit, Fernkupplungen, betriebssichere Rollflügel, zweckmäßigere Rohrtragegerüste) dürfte kaum zu einem entscheidenden Fortschritt führen.

Die bisher eleganteste Lösung der arbeitswirtschaftlichen Fragen beim Beregnungseinsatz zeigt das Verfahren von Schleichbusch, wobei der Vorschub der aus Plastrohren bestehenden Regnerflügel durch Spulgeräte erfolgt.

Neuere Entwicklungen in Westdeutschland arbeiten mit einem am Traktor angebauten Verlegegerät, das die Regnerflügel aus Plastrohren in einem Arbeitsgang aufnimmt und seitlich — dem Vorschubmaß entsprechend — ablegt.

1966 beschäftigten wir uns in Berge mit einer anderen Methode der Rohrverlegung und erzielten damit überraschend gute Ergebnisse. Das Umsetzen bzw. der Vorschub der 300 m langen Regnerflügel aus Plastrohren geschieht nach diesem Verfahren folgendermaßen:

Zwei Umlenkräder (Bild 1) bzw. zwei Umlenkkörper mit Rollen (Bild 2) werden an dem dem Hydranten entgegengesetzten Schlagende (Regnerflügelende) (Bild 3) durch Erdanker (flach auf dem Boden befestigt). Die Entfernung der Umlenkräder bzw. -körper voneinander entspricht dem Vorschubmaß der Regnerflügel. Die Umlenkräder bzw. -körper haben zweckmäßigerweise 1,20 bis 1,50 m Dmr., eine Höhe, die dem Rohrdurchmesser entspricht und ausgekehrte Felgen, die dem Plastrohr als Führung dienen.

Die Regner werden über Rohrschellen oder eingesetzte Kupplungen angeschlossen. Neben den Regneranschlüssen oder mit diesen verbunden sind Leitstative mit zweiseitigen Kufen angebracht, die ein Verwinden der Rohre beim Vorziehen verhindern.

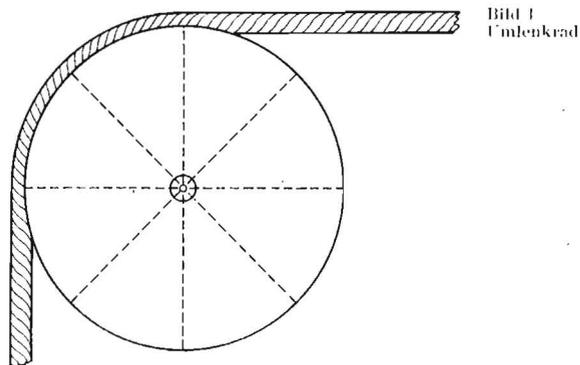
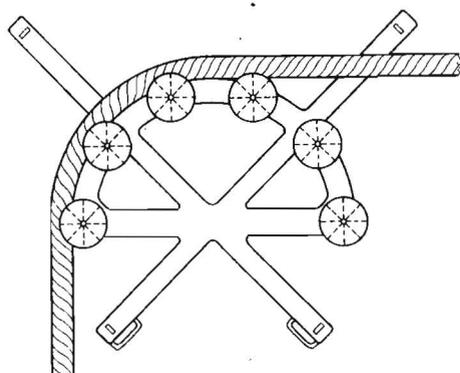
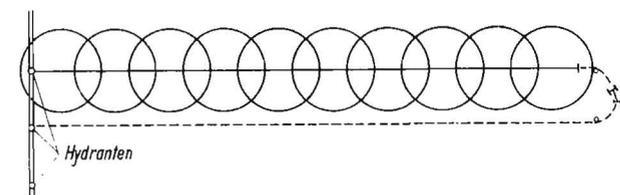
Das eigentliche Umsetzen der Flügel erfolgt mit einem leichten Traktor, der die Plastrohrleitung um die beiden Umlenkräder bzw. -rollen (jeweils um 90°) in die neue Regnerstellung zieht. Die Regner werden beim Vorziehen nicht abgekuppelt.

Das beschriebene Verfahren hat folgende Vorteile:

1. eine hohe Arbeitsproduktivität (Der Vorschub eines 300 m langen Regnerflügels um 24 bis 30 m dauert etwa 15 min. Theoretisch würde somit die Arbeitsleistung eines Beregnungswärters auf über 200 ha, also etwa um das 3- bis 4fache der heute benötigten Zeit gesteigert. Bei Verwendung größerer Rohrweiten — wahrscheinlich bei diesem Verfahren möglich — ist eine weitere Steigerung der Arbeitsproduktivität erreichbar.);
2. frisch beregnete Flächen brauchen nicht befahren oder betreten zu werden;
3. komplizierte und teure Verlegegeräte fallen fort;
4. für den intensiven Obstbau ist dieses Verfahren besonders vorteilhaft, denn die dichten Baumbestände behindern die anderen Arbeitsverfahren;
5. Importe von Schnellkupplungsrohren können unterbleiben. Die Beregnung kann mit Plastrohren eigener Produktion erfolgen.

A 6791

\* Institut für Meliorationswesen der Humboldt-Universität Berlin

Bild 1  
UmlenkradBild 2  
Umlenkkörper  
mit RollenBild 3  
Regnerflügel-  
Vorschub

(Schluß von Seite 200)

Gegenstand und Ziel künftiger Forschungsarbeiten wird daher neben einer weiteren Steigerung der Arbeitsproduktivität die Untersuchung von Möglichkeiten einer Senkung des Kostenaufwandes sein müssen.

### Literatur

- [1] BOUWER / HELMS: Flexible Tubing in Sprinkler Irrigation. Agricultural Engineering (1957) Nov., S. 794
- [2] BRAND, U.: Die vollmechanisierte Beregnungsanlage. Wasser und Nahrung 8 (1963) H. 3
- [3] BODAMER, H.: Die Perrot-Einmanntechnik bei der Beregnung. Wasser und Nahrung 8 (1963) H. 3
- [4] VOIGT, D.: Der Einsatz von Schläuchen in der Beregnung. WTI-Feldwirtschaft 6 (1965) H. 11, S. 507
- [5] DAHSE, F.: Kosten des Schleppereinsatzes. Tagungsberichte der DAL zu Berlin, Nr. 31, 1961
- [6] Beregnungstechnik und -betrieb in der Praxis. Arbeit aus dem Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim der DAL zu Berlin (1962) A 6838