

weitgehenden Kostengleichheit haben tiefliegende Leitungen den Vorteil, daß auch nach dem Bau der Anlage Maßnahmen der Unterbodenerschließung möglich sind. Aus den dargelegten Gründen erscheint die Forderung berechtigt, in Zukunft mehr Winterleitungen zu bauen. Entleerungsmechanismen sind dann weitgehend überflüssig. In diesem Zusammenhang muß allerdings ein Hinweis von LÖFFLER [3] beachtet werden, der die Eindringtiefe des Frostes in der DDR mit  $\geq 1,50$  m angibt.

### 3. Modellberegnungsanlage

Unter Verwendung des dargestellten Michaelis-Großflächenregners mit einer Wurfweite von 45 m wurde ein Modell kalkuliert, bei dem Asbestzementrohre zum Einsatz kommen sollen, weil nach der augenblicklichen Preisgestaltung Plastrohre zwar in der Verlegung billiger sind, aber wegen der höheren Materialkosten keine finanziellen Vorteile bringen. Auch die hydraulischen Vorteile der Plastrohre machen sich in den Kosten kaum bemerkbar. Die Vorteilsfläche wird mit 1,52 lfm Erdleitung und 1,62 Hydranten je ha erschlossen. Der Investitionsmittelaufwand beträgt bei einer Aushubtiefe des Rohrgrabens von 1,00 bis 1,25 m (Sommerleitung) 9915 M/ha, bei einer Aushubtiefe von 1,50 bis 1,75 m (Winterleitung) 10 419 M/ha. Die Jahreskosten betragen bei einer Zusatzregengabe von 200 mm und einem Arbeitskräftebedarf von 0,80 bis 1,00 Ak/100 ha ohne Berücksichtigung der Produktionsfondsabgabe 3,45 M/mm. Daraus ergibt sich, daß ortsfeste Beregnungsanlagen bei einer intensiven Beregnungsfruchtfolge mit mehr als 200

mm Zusatzregen je ha in den Jahreskosten Kostengleichheit mit teilbeweglichen Anlagen bei gleichzeitiger Senkung des Arbeitskräftebedarfs erreichen.

### 4. Zusammenfassung

Nach einer kurzen Erläuterung der 1927 gebauten ortsfesten Klarwasserberegnungsanlage Schlagenthin werden einige Gesichtspunkte untersucht, die beim Neubau von ortsfesten Anlagen von Bedeutung sind. Da aus der eigenen Produktion kein geeigneter Regner zur Verfügung steht, wird eine Produktionsaufnahme des verbesserten Michaelis-Großflächenregners empfohlen. Von den Möglichkeiten der konstruktiven Ausbildung der Hydranten scheint der Überflurhydrant am besten geeignet, wenn Vorsorge getroffen wird, daß sich Beschädigungen des Hydranten nicht auf das Druckrohrnetz übertragen. Die Druckrohrleitungen sollten zukünftig vorwiegend als frostsichere Winterleitungen gebaut werden. Bei einer Zusatzregengabe von 200 mm/ha und mehr ergibt sich bei den Jahreskosten Kostengleichheit zwischen dem teilbeweglichen und dem ortsfesten Anlagentyp, bei gleichzeitiger Senkung des Arbeitskräftebedarfs.

#### Literatur

- [1] VOIGT, D.: Zum Einfluß des Anlagentyps auf Arbeits- und Kostenaufwand bei der Beregnung. Deutsche Agrartechnik (1968) H. 5, S. 236
- [2] LISKA, J.: Erfahrungen bei der Projektierung und dem Betrieb einer stationären Beregnungsanlage. Meliorace-Prag 3 (1967) H. 2, S. 103 bis 112.
- [3] LÖFFLER, H.: Neue Gesichtspunkte zur frostsicheren Verlegetiefe von Wasserleitungen (Teil I). WWT 15 (1965) H. 10, S. 333 bis 337

A 7250

Dipl.-Landw. R. STÖPEL\*

## Erfahrungen beim Einsatz rollender Regnerflügel in der Beispielsanlage Friemar

Im Beschluß des X. Deutschen Bauernkongresses wird der Großflächenberegnung als wichtigem Bestandteil weiträumiger Meliorationssysteme große Aufmerksamkeit gewidmet. Diese Intensivierungsmaßnahme führt zu hohen wirtschaftlichen Erfolgen sowie maximaler Ertragssteigerung und -sicherung, wenn u. a. alle Möglichkeiten einer Mechanisierung und Teilautomatisierung des Beregnungsbetriebes genutzt werden. Zur Klärung der Frage, in welchem Maße der rollende Regnerflügel den Beregnungsbetrieb in Großanlagen auf schweren Standorten in Ackerkulturen wirksam zu rationalisieren vermag, laufen seit 1966 Untersuchungen.

### 1. Aufbau und Funktionsbeschreibung

Der rollende Regnerflügel der Firma Gausche ist eine in Rädern von 1250 mm Dmr. gelagerte Rohrleitung, die von einem in der Mitte angebrachten Vergasermotor über ein Getriebe nach erfolgter Regengabe in die nächste Aufstellung gebracht wird. Die dabei auftretenden Kräfte werden von einem Spornrad abgestützt. Die eingesetzten Anlagen unterscheiden sich in der

- |   |  |
|---|--|
| Einzelrohrlänge:                                    | a) 5,80 m                                  |
|   | b) 10,00 m, in der                         |
| Kupplung:   | a) Kardangelnschnellkupplung (KGSK)        |
|   | b) Flanschkupplung, verschraubt und in der |
| Übertragung des Drehmoments in Abhängigkeit von der |  |
| Kupplung:   | a) KGSK — Mitnehmerstäbe und -ösen         |
|   | b) Schrauben der Flanschkupplung           |

Bei einer Rollbreite von 120 m je Anlage wird durch die Wurfweite der an den Enden befestigten Regner eine Arbeitsbreite von 150 m erzielt.

Zwei durch einen Schlauch verbundene Anlagen ermöglichen eine Arbeitsbreite von 300 m. Die Nennweite beträgt bei Ver-

wendung von Mittelweitstrahlregnern (Düse 10 mm) aus hydraulischen Gründen 100 mm.

### 2. Einsatzbedingungen

Unter besonderer Berücksichtigung der von SCHWARZ und SPORS (1963) vorgeschlagenen Flächenerschließung und der damit verbundenen Flurneuordnung wurden Schläge von 50 ha Größe in Form langer Rechtecke geschaffen. Es ergeben sich dabei Schlag- bzw. Rollängen von 840 m und durch den Verlauf der mit Überflurhydranten besetzten erdverlegten Rohrleitung in Schlagmitte zweiseitige Flügellängen von je 300 m.

Nach der Eingliederung der Beregnung in die Kooperationsgemeinschaft lassen sich durch weitere Ausdehnung besonders beregnungswürdiger Kulturen Schläge von 100 ha Größe mit einer Rollänge von 1680 m schaffen.

Die gesamte Vorteilsfläche weist die Bodenform Löß-Braunschwarzerde bei ebener Geländegestaltung auf.

### 3. Funktionsprüfungen

Die unter Punkt 1 genannten Anlagentypen kommen mit dem Motor Typ EL 65 vom VEB Barkaswerk zum Einsatz. Das Antriebsaggregat gibt ein maximales Drehmoment von  $M_{d0} = 0,36$  kpm und eine Leistung von  $N_e = 1,5$  PS bei einer Drehzahl von  $n = 3000 \text{ min}^{-1}$  ab (Betriebsanleitung). Dabei konnte die ältere Getriebebauart mit einem Übersetzungsverhältnis von 1500 : 1 vor allem beim Anrollen in Zuckerrüben, Kopfkohl und Kartoffeln nicht befriedigen. In einem Weizenbestand von 1,10 m Wuchshöhe müssen ständig 2 Ak schieben. Dagegen treten in Klee gras keinerlei Schwierigkeiten auf. Das neue Getriebe mit einem Übersetzungsverhältnis von 2200 : 1 benötigt auch in Zuckerrüben, Kopfkohl und Kartoffeln keine Unterstützung beim Vorrollen.

\* Institut für Meliorationswesen und Grünland der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß der Motor sehr stark beansprucht wurde und die unsererseits bereits 1966 vertretene Forderung nach einem leistungsstärkeren Motor besonders im Hinblick auf die zu entwickelnde Rollanlage mit 300 m Arbeitsbreite unbedingt berücksichtigt werden muß.

Die Vorrollgeschwindigkeit für den Vorschub ist mit 8 bis 14 m/min ausreichend, da diese Teilzeit gemessen am Gesamtarbeitszeitaufwand je Vorschub gering ist. Vorteilhaft ist jedoch eine größere Rollgeschwindigkeit beim Zurückrollen in die Ausgangsstellung.

Während sich die Flanschkupplung als völlig funktionssicher erwies, führte die Kardangelnschnellkupplung durch selbsttätiges Lösen infolge Materialdeformationen und -brüchen zu hohen Stör- und Ausfallzeiten. Zur Beseitigung der Störungen waren im Mittel von 16 Messungen je Vorschub bei 2 gekuppelten Anlagen 10,67 min erforderlich. Bei einem Vorschub von 30 min, einer Schlaggröße von 25 ha und einer Rollstrecke von 840 m sind 5 Akh zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit zu leisten.

Beim Vorrollen bleibt der Rollflügel nicht gerade. Das Abweichen ganzer Abschnitte oder einzelner Rohre von der Geraden in axialer Richtung, im folgenden als Vorrollgenauigkeit bezeichnet, ist neben geringen Abweichungen im Radumfang im wesentlichen auf unterschiedlichen Radschlupf zurückzuführen. Bei den geprüften Anlagentypen konnte bei allen Kulturen (Kopfkohl, Zuckerrüben, Kartoffeln, Weizen, Klee gras) beobachtet werden, daß in den meisten Fällen das Mittelteil mit dem Antriebsaggregat zurückbleibt und die äußeren Rohrabschnitte am weitesten vorrollen. Zu gleichen Ergebnissen kam ZECH (1965) auf Grünland in Bornim und Neustrelitz [1].

Tafel 1 zeigt, daß der Grad der Vorrollgenauigkeit der Anlage mit Flanschkupplung wesentlich besser ist. Vor allem ist damit auch der Arbeitszeitaufwand zum Ausrichten der Rohre geringer. Hohe Gaben von 50 mm wirken sich im geschlossenen Zuckerrüben- und Kopfkohlbestand sowie in Klee gras nicht nachteilig auf die Vorrollgenauigkeit aus, da durch das Umblatt der Kohlköpfe bzw. das üppig entwickelte Rübenblatt kaum eine direkte Berührung von Boden und Rad erfolgt.

In niedrigem Weizenbestand sowie in Kartoffeln sinken die Räder des Mittelteils besonders beim Anrollen in den Boden ein. Die von der Herstellerfirma Gausche uns freundlicherweise überlassenen Räder mit 3- bzw. 4facher Felgenbreite für das Antriebsaggregat führten zur Behebung dieses Mangels.

Das Berollen des Zuckerrübenbestands quer zu den Reihen hat sich gut bewährt, da es zu einer teilweisen Selbstkorrektur der Rohrabweichungen von der Geraden führt. Beim Ausrichten (Korrektur des ungenügenden Vorrollgenauigkeitsgrades) der Rollflügel mit 10 m langen Rohren sind Kräfte von 55 bis 80 kp notwendig, die jedoch bei Anlagen mit 5,80 m langen Rohren und starrer Kupplung wesentlich höher liegen, da durch die unelastische Kupplung jeweils 2 Rohre mit einem zusätzlichen Rad angehoben und ausgerichtet werden müssen.

#### 4. Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen

##### 4.1. Der Vorschub des Rollflügels

Der Vergleich verschiedener Berechnungstechnologien in arbeitswirtschaftlicher Sicht zeigt die Überlegenheit des rollenden Regnerflügels [2] [3] [4] [5] [6].

Für den Vorschub von zwei gekuppelten Rollflügeln ist bei Ackerkulturen mit größerer Wuchshöhe gegenwärtig die Zwei-Mann-Gruppe am besten geeignet. Während die mit hohem Kraftaufwand verbundenen Arbeitsgänge (Vorziehen der Schläuche, Ausrichten der Anlage, Beseitigung von Funktionsstörungen, z. B. selbsttätiges Entkuppeln von Rohren) von 2 Ak gemeinsam bewältigt werden, arbeiten letztere beim Vorrollen usw. getrennt.

Tafel 1. Grad der Vorrollgenauigkeit verschiedener Typen rollender Regnerflügel in Kartoffeln (Gabenhöhe 25 mm, Rollstrecke 120 m)

	Flanschkupplung		Kardangelnschnellkupplung	
	m	rel. .	m	rel.
Größe Differenz der gesamten Anlage	1,65	57	2,44	100
Größe Differenz von Rohr zu Rohr	0,48	51	0,95	100

Tafel 2. Arbeitszeitaufwand für den Vorschub (einschl. Ausrichten) zwei gekuppelter Rollanlagen in Zuckerrüben und Klee gras (Vorschub: 30 min)

Kulturart	Arbeitszeitaufwand je Vorschub		je ha		rel.
	absolut min	gesamt min	absolut min	gesamt min	
Zuckerrüben	32,60	65,20	36,22	72,43	100,0
Klee gras	23,07	46,14	25,63	51,26	70,8

Tafel 3. Arbeitszeitaufwand für den Vorschub rollender Regnerflügel sowie den damit verbundenen Arbeitsarten und Zuschlägen in Zuckerrüben

Arbeitsart	Arbeitszeitbedarf in min je Vorschub		je ha		rel.
	absolut	gesamt	absolut	gesamt	
1 Vorschub der Schaltleitung	7,50	15,00	8,30	16,60	10,4
2 Vorschub des Rollflügels	32,60	65,20	36,22	72,43	45,5
3 Auf- und Abschiebern des Hydranten	2,00	4,00	2,20	4,40	2,8
4 Wegezeiten	10,00	20,00	11,00	22,00	13,7
5 Anteiliges Umfahren des Rollflügels	10,70	21,40	12,00	24,00	15,0
6 Anteiliges Umfahren der Schaltleitung	0,37	0,74	0,41	0,82	0,5
7 Anteiliger Auf- u. Abbau des Rollflügels	2,00	4,00	2,20	4,40	2,8
8 Anteiliger Auf- u. Abbau der Schaltleitung	0,07	0,14	0,08	0,16	0,1
9 Zeit für arbeitsbedingte Ruhepausen	6,52	13,04	7,24	14,48	9,2
10 Zeitaufwand insgesamt	71,76	143,52	79,65	159,29	100,0

Aus Tafel 2 ist der Arbeitszeithedarf für den Vorschub zwei gekuppelter Rollanlagen ersichtlich.

Bei einem Vorschubmaß von 30 m und einer Arbeitsbreite von 300 m werden je Aufstellung 0,90 ha berechnet. Der um fast 30 % höhere Zeitbedarf bei Zuckerrüben ist vor allem auf die geringe Ganggeschwindigkeit sowie auf den höheren Aufwand für das Ausrichten zurückzuführen.

In Kopfkohl entspricht der Aufwand etwa den in Zuckerrüben ermittelten Werten.

##### 4.2. Der Gesamtarbeitszeitaufwand

Neben dem Zeitaufwand für den Vorschub des Rollflügels ist für eine Gesamtbeurteilung der Zeitbedarf für folgende Arbeitsgänge wichtig:

- den Vorschub der Schaltleitung von 30 m Länge, die sich aus dem Hydrantenabstand von 90 m und dem Vorschubmaß des Flügels von 30 m ergibt,
- das Öffnen und Schließen des Hydranten,
- den Weg von Regnerflügel zu Regnerflügel (Mittel 2 km),
- anteiliges Umfahren des Rollflügels auf einen anderen Schlag,
- anteiliges Umfahren der Schaltleitung auf einen anderen Schlag,
- anteiligen Auf- und Abbau zu Beginn und Ende der Berechnungsperiode,
- natürliche Bedürfnisse und arbeitsbedingte Ruhepausen.

Der Berechnung liegt eine Schlaghälfte von 25 ha zugrunde (siehe Punkt 2). Der Aufwand für das Umfahren ist auf 28 Vorschübe ungelegt und der Auf- und Abbauaufwand wird auf die Vorschubzahl eines Jahres (5 Umtriebe je 28 Vorschübe = 140 Vorschübe) verteilt. Für beide Arbeitsarten werden der selbstfahrende Rohrträger mit Radtransporthänger und 2 Ak unterstellt. Der Arbeitszeitbedarf aller Arbeitsarten und Zeitzuschläge geht aus Tafel 3 hervor.

Der relativ hohe anteilige Aufwand für das Umfahren bezieht sich auf Anlagen mit Kardangelnschnellkupplungen.

Für Rollflügel mit Flanschkupplung liegen noch keine Werte vor. Sie dürften jedoch wesentlich höher liegen.

Unter Berücksichtigung der unter Punkt 3 hervorgehobenen Vorteile scheint dieser Mehraufwand jedoch bedeutungslos zu sein. Eine weitgehende Vermeidung des Umfahrens und die damit verbundene Aufwandsenkung durch das bereits praktizierte Zurückrollen in die Ausgangsstellung bei Klee gras (unveröffentlichtes Material 1968) sowie das Überrollen der Querwege und der Einsatz auf dem nächsten Schlag mit gleicher Kultur bzw. Kultur mit zeitlich gleichem Wasserbedarf läßt sich durch entsprechende Organisation leicht ermöglichen. Zur Verringerung der Wegezeiten sollten die zu bedienenden Regnerflügel bei gleichzeitiger Erhöhung der Rolllänge für die einzelnen Anlagen durch entsprechende Anbauorganisation möglichst konzentriert eingesetzt werden.

## 5. Die Auswirkungen auf den Pflanzenertrag

Einjährige Versuche ergaben bei Zuckerrüben und Kartoffeln keine negative Ertragsbeeinflussung durch das Berollen. Die Weizenberegnung zur Zeit der Blüte führte dagegen bei einem Vorschub von 30 m und einer Einzelrohrlänge von 10 m zu einem Ertragsausfall von 2,5 v. H. Bei Einsatz von Anlagen mit 5,80 m langen Rohren stiegen die Verluste auf 3,5 v. H. In Kopfkohl war ein Totalausfall von 0,47 v. H. aller Köpfe zu verzeichnen; 0,25 v. H. der Köpfe waren stark qualitätsgemindert.

Es muß jedoch betont werden, daß diese einjährigen Ergebnisse noch nicht verallgemeinert werden können.

## 6. Schlußfolgerungen

Die Angaben wiesen auf die Überlegenheit des Prinzips der Rollflügel unter den Bedingungen der Großanlage Friemar hin. Zur weiteren Senkung des Bedienungsaufwands und Erzielung einer größeren Arbeiterleichterung ist die Verwendung eines leistungsstärkeren Motors, eines weiter verbesser-

ten Getriebes und einer funktions sichereren Schnellkupplung sowie die Verbesserung der Vorrollgenauigkeit bei verringerter Gesamtmasse der Anlage zu fordern. Im gleichen Sinn wirkt sich die Erhöhung der Arbeitsbreite je Anlage auf 300 m bei gleichzeitiger Vergrößerung des Vorschubmaßes unter Verwendung von Weitstrahlregnern aus. Letzteres setzt unter Beibehaltung des vorteilhaften Prinzips der Reihenberegnung Rohrnennweiten von 150 mm voraus.

## 7. Zusammenfassung

Eine wirksame Rationalisierung der Großflächenberegnung ist neben einer Flurneueordnung und günstigen Flächenerschließung vor allem durch den Einsatz rollender Regnerflügel zu erreichen. Auf schweren, ebenen Standorten hat sich bei mehr als 800 m Schlaglänge in Ackerkulturen die Anlage mit einer starren Kupplung und einem leistungsstärkeren Motor am besten bewährt. Die Vorteilswirkungen erhöhen sich nach Realisierung der angegebenen konstruktiven Änderungen und der vorgeschlagenen Schlagvergrößerung und Anbauorganisation.

## Literatur

- [1] ZECH, E.: Prüfung des rollenden Regnerflügels System Jüterbog im IfM Bornim. Deutsche Agrartechnik 18 (1965) H. 6, S. 281 bis 283.
- [2] FINDEISEN, D.: Untersuchungen über die Einrichtung und den Betrieb moderner Beregnungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung arbeits- und betriebswirtschaftlicher Probleme. Dissertation Jena 1965
- [3] HENKEL, A.: Mehr Gemüse durch klugen Einsatz der Beregnungsanlagen. Bauern-Echo v. 20. März 1968, Nr. 58, S. 5
- [4] SCHWARZ, K. / A. SPORS: Hinweise für die rationelle Einrichtung von Beregnungsanlagen. Wasserwirtschaft-Wassertechnik 13 (1963) 6, S. 268 bis 272
- [5] SCHWARZ, K. / R. STÜPEL: Untersuchungen zur Mechanisierung des Beregnungsbetriebes in Großanlagen unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen schwerer Böden. Zeitschrift für Landeskultur 1968, zum Druck eingereicht.
- [6] --: Unveröffentlichtes Material 1968

A 7384

Dr. M. FRIELINGHAUS\*

## Gedanken zur Mehrfachnutzung von Klarwasserberegnungsanlagen

aber ableiten, daß es praktisch realisierbare Möglichkeiten der Mehrfachnutzung gibt.

## Technische Voraussetzungen

Wichtiger noch als bei der Klarwasserberegnung ist im Rahmen einer Mehrfachnutzung die gleichmäßige Verteilung des Niederschlages durch die Regner. Dem muß durch die Konstruktion geeigneter Regner entsprochen werden. Da die Niederschlagsmenge an der Peripherie eines Kreisregners immer geringer ist als in Regnermitte, wird durch eine zweckmäßige Regneraufstellung und ein Überschneiden der Regnerkreise ein gleichmäßiger Niederschlag erreicht (im Quadratverband überschneiden sich etwa 50 %, im Dreieckverband rd. 20 %). Ein Verfahren zur Ermittlung der günstigsten Verbandsaufstellung hat VOIGT [1] mitgeteilt. Die Gleichmäßigkeit der Beregnung wird auch durch die Schlagfrequenz des Schwinghebels beeinflußt, die den Vorschub an der Peripherie des Regnerkreises bestimmt. Wurfweite und Schlagfrequenz müssen proportional zueinander wachsen, wobei 250 bis 300 Schläge je Umlauf angestrebt werden sollten. Bei 300 Schlägen je Umlauf z. B. beträgt der Vorschub an der Peripherie bei 25 m Wurfweite etwa 0,5 m, bei einer Wurfweite von 50 m bereits rd. 1,0 m.

Klarwasserberegnungsanlagen sind sehr teure Produktionsmittel, die den Hektar erschlossener Fläche bei dem teilbeweglichen Typ mit 3500 bis 4500 und beim ortsfesten Typ mit 8000 bis 12000 M Investitionsmitteln belasten. Es wird daher immer wieder gefordert, die Beregnungsanlage im Sinne einer Mehrfachnutzung auch zur Ausbringung von Düngemitteln, Gülle, Pflanzenschutzmitteln und synthetischen Bodenverbesserungsmitteln sowie für den Frostschutz einzusetzen. Es sind zwar einige gute Ergebnisse in dieser Richtung aus dem Obst- und Gemüsebau bekannt, aber ihre Übertragung von der Kleinberegnungsanlage auf eine Großberegnungsanlage bringt zusätzlich nicht nur technologische, sondern auch technische und pflanzenbauliche Probleme. Hier sollen die Möglichkeiten der Mehrfachnutzung vorwiegend aus technologischer und technischer Sicht betrachtet werden, wobei der ortsfeste Anlagentyp in den Mittelpunkt gestellt wird.

Aus acker-pflanzenbaulicher Sicht hat die Mehrfachnutzung den Nachteil, daß eine notwendige Ausbringung von Pflanzenschutz- und Düngemitteln nicht immer mit einem Beregnungsbedürfnis zusammenfällt, der Einsatz von zwei Technologien in einem Betriebsteil aber möglichst vermieden werden muß. Aus den bisher gewonnenen Erkenntnissen läßt sich

\* Institut für Acker- und Pflanzenbau Münchenberg, Bereich Meliorationsforschung