

Arbeitszeitbedarf und Kosten bei unterschiedlichen Hydrantenabständen in halbstationären Beregnungsanlagen

Dipl.-Landw. K. KACHEL*
Dipl.-Landw. R. STÖPEL**

Im Rahmen der Maßnahmen zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit kommt der Einrichtung großflächiger Beregnungssysteme eine große Bedeutung zu [1] [2]. Um eine hohe Effektivität des Beregnungsbetriebes zu erreichen, muß vor allem die technisch-technologische Einrichtung dieser Anlagen optimal gestaltet werden. Sie wird bei halbstationären Systemen in beträchtlichem Umfang durch die Bemessung des Hydrantenabstandes beeinflußt.

Problemstellung und Variantenbeschreibung

Der zur Zeit in den halbstationären Beregnungsbetrieben am häufigsten anzutreffende Hydrantenabstand beträgt noch etwa 100 m, in extremen Fällen sogar mehr als 200 m. Als zweckmäßigster Wert wird derzeit die 2- bis 3fache Vorschubentfernung empfohlen. Aus rein arbeitswirtschaftlichen Gründen wird neuerdings aber auch ein Abstand gefordert, der dem Maß eines Vorschubes entspricht. Anhand mehrerer Varianten wird daher untersucht, welchen Einfluß unterschiedliche Hydrantenabstände auf die Arbeitsorganisation und den Bedarf an lebendiger und vergegenständlichter Arbeit ausüben.

Die technisch-technologischen Unterschiede sowie der Materialbedarf der einzelnen Varianten sind Tafel 1 zu entnehmen. Werden im folgenden die Varianten untereinander verglichen, so ist stets die Variante II die Bezugsgröße.

Gemeinsame Ausgangsbedingungen bei allen Varianten sind: Die auf dem 800 m langen und 600 m breiten Schlag (50 ha) in der Mitte des Schrages verlaufende unterirdische Druckrohrleitung ist so dimensioniert, daß 200 m³/ha Wasser von zwei rollenden Regenrflügelleitungen (NW 100, Arbeitsbreite 300 m) abgenommen und jeweils über 12 Regner vom Typ U 64 (10-mm-Düse) bei einem Betriebsdruck von 3,5 bis

4,5 at verregnet werden. Die Vorschubentfernung beträgt hierbei 30 m. Der Beregnungsturnus soll sich auf 10 Tage belaufen.

Organisation des Schallleitungstransports

Von einem Hydrantenabstand mit zweifacher Vorschubentfernung an muß eine aus Schnellkupplungsrohren bestehende Schallleitung das Wasser am Hydrant abnehmen und der Regenrleitung zuführen (Variante II bis IV a). Die Varianten II, II a, III und IV erfordern je zwei Schallleitungen, die beim Vorschub der Regenrleitungen mitwandern. Bei dieser am häufigsten anzutreffenden Aufstellungsform I, die aus arbeitswirtschaftlichen Gründen eine Verwendung von Leichtmetallrohren zweckmäßig erscheinen läßt, ergibt sich die Länge der Schallleitung aus dem Vorschubmaß und dem Hydrantenabstand nach der Formel von SCHWARZ und VOIGT [3].

$$l = \frac{x - a}{2}$$

Es bedeuten dabei

- l* Länge der Schallleitung in m
- a* Vorschub in m und
- x* Hydrantenabstand in m.

Bei der Anstellungsform 2 werden die Schallleitungen nur nach einer Seite des Hydranten ausgelegt und bleiben während der gesamten Beregnungsdauer eines Jahres liegen, so daß hier Bandstahlrohre Verwendung finden können (Variante II a und IV a). Die Anzahl der erforderlichen Schallleitungen entspricht hier der Anzahl der auf dem Schlag vorhandenen Hydranten. Bei der Zugleitung (Aufstellungsform 1 a) werden die Schnellkupplungsrohre mit je einem Radkarren verschoben, so daß nach [3] maximal fünf bis sechs Rohre mit einer am ersten Rohr angebrachten Zugdehse von 1 bis 2 AK in die nächste Aufstellung gezogen werden können.

Der Einsatz der Zugleitung ist jedoch nur auf Feldfutterflächen und Grünland möglich.

Da die Arbeit mit der Schallleitung im allgemeinen fast ausschließlich noch als Handarbeit verrichtet wird, ist sie als merkwürdige Belastung des Betriebsgeschehens und der Arbeitskräfte zu betrachten. Zur Rationalisierung der gesamten Arbeitskette sind daher Maßnahmen erforderlich, um den Schallleitungstransport zu mechanisieren.

Arbeitswirtschaftlicher Vergleich der Varianten

Ein Vergleich des Arbeits- und Traktorenstundenbedarfes der Varianten bei unterschiedlicher Anzahl von Umtrieben ist in Tafel 2 enthalten. Die sehr hohe Anzahl von sechs Umtrieben wurde aus Gründen der Veranschaulichung mit herangezogen. Die Ermittlung des AKh-Bedarfes für den Schallleitungstransport basiert auf eigenen Meßergebnissen [4], während für den Auf- und Abbau sowie den Transport der

Tafel 1. Technisch-technologische Ausrüstung der Varianten und ihr Materialbedarf für 50 ha Beregnungsfläche

Anlagenteile		Varianten						
		I	II	IIa	III	IIIa	IV	IVa
Hydranten								
Hydr. Abstand	m	30	90	90	150	150	270	270
Hydr. Besatz	St.	28	9,3	9,3	5,6	5,6	3,1	3,1
Schallleitung								
Aufstellungsform		—	1 ¹	1a ²	1 ¹	2 ³	1 ¹	2 ³
Länge einer Leitung	m	—	30	30	60	120	120	240
Länge insgesamt	m	—	60	60	120	672	240	744
Formstücke								
Schwannenhalsbogen	St.	2	2	2	2	5,6	2	3,1
90°-Bogen	St.	—	2	2	2	5,6	2	3,1
T-Stücke (KT ₂)	St.	—	—	—	2	16,8	6	21,7
Endstopfen	St.	—	—	—	2	5,6	2	3,1
Reduzierstücke	St.	—	—	—	—	5,6	2	3,1
Ausrüstung für Zugleitung	St.	—	—	2	—	—	—	—
Nennweite								
Hydrant und Schallleitung		100	100	100	100	125	125	125

¹ Schallleitung nach zwei Seiten des Hydranten, Vertragen der SK-Rohre von Hand

² 1a Schallleitung nach zwei Seiten des Hydranten, ausgebildet als Zugleitung

³ 2 Schallleitung nach einer Seite des Hydranten, ausgelegt als „stationär auf Zeit“

* DAL-Versuchsstation für Bewässerung Friemar, Kreis Gotha

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

Schaltleitung von und zum Winterlager die von FINDEISEN [5] angegebenen Werte zugrunde gelegt wurden.

Für den Vorschub der Schaltleitung kamen bei den Prüfungen das Arbeitsverfahren „ein Mann trägt ein Rohr“ und beim zuletzt genannten Arbeitsgang die „Drei-Mann-Arbeitsgruppe mit selbstfahrendem Rohrtäger“ [6] in Ansatz.

Aus Tafel 2 ist zu ersehen, daß der Arbeitszeitbedarf für den Vorschub der Schaltleitung bei den Varianten III a und IV entfällt. Bei der Variante I liegt er durch den ausschließlichen Transport des Schwanenhalsbogens sehr niedrig. Die Differenz der Varianten III und IV ist zum Teil durch die größere Nennweite der Rohre bedingt. Demgegenüber erreicht die für den Auf- und Abbau sowie den Transport der Schaltleitung benötigte Arbeitszeit in den Varianten II a und IV a ihre höchsten Werte. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, daß der Aufbau der Schaltleitung unabhängig vom Vorschub in arbeitsärmeren Zeitabschnitten durchgeführt werden kann. Der Gesamtarbeitsbedarf liegt in der Variante I am niedrigsten. Als weitere Vorteile gegenüber den Vergleichsvarianten kommen hier ferner bedeutende Arbeitserleichterung und schnelleres Umsetzen der Regnerleitungen hinzu.

Welche Einsparungen eine Mechanisierung der Schaltleitung bewirken kann, zeigt die Variante II a. Dieser Gewinn muß aber gleichzeitig mit einer Verringerung der körperlichen Belastung verbunden sein. Die stationär auf Zeit verlegten Schaltleistungen weisen gegenüber den anderen Varianten erst dann Arbeitszeiteinsparungen auf, wenn drei und mehr Umtriebe ausgeführt werden. Das ungünstigste Ergebnis ist bei Variante IV zu verzeichnen. Es liegt in der Anzahl der umzusetzenden Rohre und den gegenüber II, II a und III größer dimensionierten Schaltleitungen begründet.

Der Bedarf an Traktorenstunden ist außer bei den Varianten III a und IV a relativ gering. Er wird durch die Zahl der Umtriebe nicht verändert.

Vergleich des Investitionsmittelbedarfes

Tafel 3 gibt den Bedarf an Investitionsmitteln der Varianten wieder. Als Grundlage der Berechnungen dienten die zur Zeit gültigen Industrieabgabepreise¹ zuzüglich 12 % Handels-

¹ Preisverordnung 4075

² In Zusammenarbeit mit Kollegen des Meliorationskombinats Erfurt

spanne. Die Preise je Hydranteneinheit der Varianten III a, IV und IV a sowie der Zugleitung wurden kalkulatorisch ermittelt². Bei allen Varianten ist neben dem kompletten Hydrant mit Keilovalschieber und Brunnenring noch das Bund-T-Stück im Preis je Hydrant einbegriffen.

Ferner wurden Leichtmetallrohre aus der ČSSR, im übrigen Anlagenteile aus der DDR-Produktion zugrunde gelegt. Beim Investitionsmittelbedarf für die Hydranten fällt die besonders hohe Summe der Variante I auf. Die Differenz zwischen III und III a wird durch die unterschiedlichen Dimensionen verursacht. Die Kosten für die Schaltleitung bei III a und VI a sind unverträglich hoch, sie liegen noch erheblich über dem Gesamtbedarf der rationellen Variante I. Beachtlich ist, daß die Variante II im Gesamtinvestitionsbedarf noch unter III liegt und damit am preisgünstigsten ist. Auch die Variante IV weist noch einen vertretbaren Wert auf.

Vergleich der Jahreskosten

Bei den untersuchten Anlagenteilen werden die Aufwendungen für Abschreibungen, Instandhaltungen, Lohn und Zugkraft kostenwirksam. Für das oberirdische Material wurde nach MEPRO 07 Bl. 1 ein Abschreibungssatz von 10 % und ein Instandhaltungssatz von 3 % des Investitionsbedarfes kalkuliert. Bei den Hydranten wurden 2 % als Instandhaltungssatz und 4 % Abschreibungssatz angenommen. Letzteres entspricht den anteilmäßigen Aufwendungen für die Abschreibungen der Hydrantenteile Schieber, Stahlrohr, Bund-T-Stück und Brunnenring und stimmt auch mit den eigenen Ergebnissen in Friemar überein. Die Kosten der lebendigen Arbeit wurden nach ZIMMERMANN, EBERHARDT und MÄTZOLD [7] mit 4 M/AKh und die Zugkraftkosten mit 8 M/Trh bewertet.

Tafel 4 zeigt Höhe und Zusammensetzung der Jahreskosten aller Varianten bei drei Umtrieben. Aus ihr ist zu entnehmen, daß die Hydrantenkosten negativ und die anderen Kostenpositionen positiv mit dem Hydrantenabstand korrelieren. Abweichungen in der Höhe der Kosten gibt es bei den Varianten III a und IV a auf Grund der stationär auf Zeit verlegten Schaltleitungen. Obwohl die Variante III nur mit 38 % der Hydrantenkosten von I belastet ist, haben beide gleich hohe Kosten. Die Feststellung, daß ein Hydrantenabstand von 150 m im Ergebnis des Jahres gleichviele Kosten verursacht wie ein fünffach geringerer Abstand, ver-

Tafel 2. Vergleich des AKh- und Trh-Bedarfs der Varianten bei unterschiedlicher Anzahl von Umtrieben auf einer Beregnungsfläche von 50 ha

	I		II		II a		Varianten III		III a		IV		IV a	
	absol.	rel.	absol.	rel.	absol.	rel.	absol.	rel.	absol.	rel.	absol.	rel.	absol.	rel.
Trh														
Auf- u. Abbau ¹	—	—	1,3	100	1,4	108	1,6	123	8,3	638	3,8	292	8,7	669
AKh														
Auf- u. Abbau ¹	0,1		1,8		2,1		4,8		24,8		11,3		26,0	
Vorsch. d. Schaltleitung	1,4		8,7		4,2		14,6		—		38,0		—	
AKh-Bedarf insges. bei einm. Umsetzen	1,5	14	10,5	100	6,3	60	19,4	385	24,8	236	49,3	469	26,0	247
dreim. Umsetzen	4,5	16	28,0	100	14,6	52	48,7	174	24,8	89	125,2	448	26,0	93
sechsm. Umsetzen	9,0	17	54,2	100	27,0	50	92,6	171	24,8	46	239,0	441	26,0	48

¹ Auf- und Abbau sowie Transport der Schaltleitungen vom und zum Winterlager

Tafel 3. Investitionsbedarf der Varianten in Mark je 50 ha

Anlagenteile	I		II		II a		Varianten III		III a		IV		IV a	
	M	rel.	M	rel.	M	rel.	M	rel.	M	rel.	M	rel.	M	rel.
Hydranten oberird. Material	12606	306	4187	100	4187	100	2521	60	3332	80	1844	44	1844	44
Bedarf insges. je ha	235	13	1810	100	2150	119	3676	203	20145	1113	7907	437	21832	1206
Bedarf insges. je ha	12841	214	5997	100	6337	107	6197	103	23477	392	9751	163	23676	395
	257		120		127		124		470		195		474	

Tafel 4. Jahreskosten der Varianten in Mark und relativ bei drei Umtrieben auf 40 ha Beregnungsfläche

Anlagenteile und Kostenart	I		II		IIa		Varianten III		IIIa		IV		IVa	
	M	rel.	M	rel.	M	rel.	M	rel.	M	rel.	M	rel.	M	rel.
Hydranten	756	94	251	45	251	46	151	19	200	7	111	7	111	4
oberird. Material	31	4	187	33	222	41	439	55	2619	88	1028	61	2838	91
Zugkraft	—	—	10	2	11	2	13	2	67	2	30	2	70	2
leb. Arbeit	18	2	112	20	59	11	195	24	99	3	501	30	104	3
Jahreskosten insges.	805	100	560	100	543	100	798	100	2985	100	1670	100	3123	100
Varianten rel.		144		100		97		142		544		298		557
Jahreskosten insges. M/ha	16		11		11		16		60		33		63	

dient stärkste Beachtung. Die Varianten II und IIa sind die kostengünstigsten. Als Nachteil ist die relativ hohe Kostenbeteiligung der lebendigen Arbeit an ihren Gesamtkosten (6mal höher als Variante I) zu bewerten.

Höhe und Verlauf der Jahreskosten bei ein bis sechs Umtrieben sind in Bild 1 dargestellt.

Schlußfolgerungen

1. Aus dem Vergleich der Kosten (Tafel 4 und Bild 1) ist zu entnehmen, daß das Verlegen der Schalleitung stationär auf Zeit (Variante IIIa und IVa) auf Grund zu hoher Kosten unvereinbar mit einem rationellen Betriebsgeschehen ist.

Der hohe Materialeinsatz in Form der Varianten IIIa, IV und IVa kann nicht als richtig angesehen werden.

2. Während die beiden Hydrantenabstände von 150 m und 30 m keinen Unterschied in der Höhe der Kosten aufweisen, liegen diese beim 90-m-Abstand am niedrigsten. Dagegen steigen der Bedarf und damit auch die Kosten der lebendigen Arbeit mit zunehmendem Hydrantenabstand auf das Zehnfache an (Variante II). Daher muß aus arbeitswirtschaftlichen Erwägungen ein Hydrantenabstand von 150 m und darüber unbedingt und in beregnungsintensiven Anlagen auch ein solcher von 90 m zugunsten eines Abstandes, der dem einfachen Vorschub entspricht, abgelehnt werden. Die arbeitswirtschaftlichen und betriebstechnischen Vorteile, die durch die Variante I gewonnen werden, dürften entscheidender sein, als die bei einer solchen Einrichtung geringfügig höhere Kostenbelastung.

3. Die mit Nachteilen behaftete Zugleitung (Variante IIa), die das zweitbeste arbeitswirtschaftliche Ergebnis aufweist, kann nur in Betrieben mit überwiegendem Feldfutteranbau eingesetzt werden. Eine Mechanisierung des Schalleitungs- transports kann die Schlußfolgerungen im Punkt 2 nur dann beeinflussen, wenn sie ökonomisch, betriebstechnisch und arbeitsphysiologisch sehr viel vorteilhafter als das jetzige Prinzip gestaltet wird.

4. Der Vergleich des Investitionsmittelbedarfes mit den Jahreskosten der Varianten bestätigt, daß die Höhe des Investitionsmittelbedarfes bei der Auswahl des günstigsten Verfahrens nicht als alleiniges Kriterium angesehen werden kann (s. Tafel 3 und 4).

5. Bei einem Hydrantenabstand, der dem Vorschub entspricht, läßt sich der Material- und Kostenbedarf je Flächeneinheit durch eine Vergrößerung des Vorschubs und durch eine Erhöhung der Arbeitsbreite verringern. Bei einem Vorschub von 45 m ist bei drei Umtrieben eine Hektarbelastung von 11 Mark und damit Kostengleichheit und noch höhere arbeitswirtschaftliche Überlegenheit gegenüber dem Hydrantenabstand von 90 m erreichbar. Der Einsatz des MW 63 im intermittierenden Betrieb würde diese Leistung zulassen.

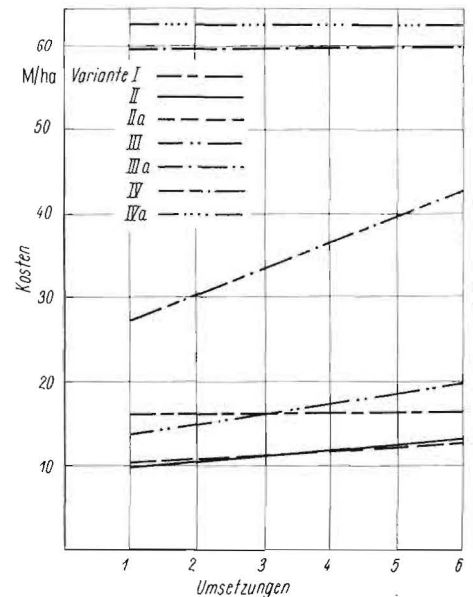


Bild 1. Vergleich der Jahreskosten bei unterschiedlicher Anzahl von Umtrieben

Zusammenfassung

An Modellbeispielen wird untersucht, welcher Hydrantenabstand unter besonderer Berücksichtigung des Schalleitungstransports in halbstationären Beregnungsanlagen empfohlen werden kann. Ausgehend von der bisherigen Beregnungstechnik werden sieben Varianten hinsichtlich des Einflusses auf den Arbeitszeit- und den Investitionsmittelbedarf sowie auf die jährlich anfallenden Kosten verglichen.

Literatur

- [1] EWALD, G.: Die weitere Durchführung der Beschlüsse des VII. Parteitagess der SED zur Steigerung der Produktion und zum schrittweisen Übergang zu industriemäßigen Formen der Leitung und Organisation der Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft. Kooperation (1968) II. 7
- [2] RÜBENSAM, E.: Die Aufgaben der Agrarwissenschaft in der wissenschaftlich-technischen Revolution. Kurzbericht der Festrede auf der 7. Sitzung und wissenschaftlichen Tagung der DAL. Feldwirtschaft (1968) II. 12
- [3] SCHWARZ, K. / D. VOIGT: Zum Einsatz von Zugleitungen im Beregnungsbetrieb. Deutsche Agrartechnik 12 (1962) II. 11, S. 496
- [4] STÜPEL, R.: unveröffentlichtes Material 1963
- [5] FINDEISEN, D.: Untersuchungen über die Einrichtung und den Betrieb moderner Beregnungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung arbeits- und betriebsökonomischer Probleme. Diss. Jena 1965
- [6] SCHWARZ, K.: Der RS 09 mit Rohrtraggerüst als Transportgerät für den Beregnungsbetrieb. Deutsche Agrartechnik 10 (1960) II. 5, S. 207
- [7] ZIMMERMANN, E. / M. EBERHARDT / G. MATZOLD: Methodische Hinweise und Richtwerte für die Kalkulation von Verfahrenskosten der Pflanzenproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin 1967 A 7585