

# Zum Einfluß des Anlagentyps auf Arbeits- und Kostenaufwand bei der Beregnung

Dr.-Ing. D. VOIGT, KDT\*

In vorausgegangenen Veröffentlichungen wurden bereits ausführlich die bei der Beregnung erforderlichen Arbeitsgänge sowie die zu ihrer Durchführung vorhandenen Maschinen und Geräte mit dem jeweiligen Arbeits- und Kostenaufwand behandelt.

Im folgenden soll für die zu Systemen zusammengestellten Arbeitsgänge beziehungsweise Mechanisierungsmittel der Arbeits- und Kostenaufwand verglichen werden.

Im allgemeinen sind bei der Beregnung die Arbeitsgänge Heben und Fördern, Zulciten und Verteilen des Wassers erforderlich. Diese Arbeitsgänge erfolgen hydromechanisch unter Verwendung von Pumpen, Rohrleitungen und Regnern.

Stellt man die Maschinen und Geräte für die Durchführung der Arbeitsgänge Heben und Fördern, Zuleiten und Verteilen des Wassers zu Systemen zusammen, so erhält man die drei bekannten Anlagentypen

1. vollbewegliche,
2. teilbewegliche,
3. ortsfeste Anlagen.

Diese Anlagen unterscheiden sich in technischer Hinsicht durch den Mechanisierungsgrad und in ökonomischer Hinsicht vor allem in den Anlagekosten und dem erforderlichen Arbeitsaufwand. Je nach Anlagentyp ist eine Reihe von Transportarbeiten durchzuführen. Dazu gehören das Umsetzen von Regnern, Regner-, Schalt- oder Hauptleitungen sowie der Transport beweglicher Pumpenaggregate.

## Vergleich des Arbeitsaufwandes bei den verschiedenen Anlagentypen

Während bei der vollbeweglichen Anlage außer den genannten hydromechanisch gelösten Arbeitsgängen alle aufgezählten Arbeiten ausgeführt werden müssen, entfällt bei teilbeweglichen Anlagen der Transport der Hauptleitungen und der Pumpenaggregate, da diese Anlagenbestandteile stationär sind. Bei den ortsfesten Anlagen, bei denen alle Anlagenteile stationär sind, fallen keine Transportarbeiten an.

Für die notwendigen Transportarbeiten sind zur Senkung des Arbeitsaufwandes und zur Arbeiterleichterung Mechanisierungsmittel, wie Spezialrohrtransportanhänger, selbstfahrende Rohrtransportfahrzeuge, selbstfahrende Regnerflügel (Rollende Beregnung) und Schlauchberegnungsaggregate, entwickelt worden.

Bei den voll- und teilbeweglichen Anlagen ist also immer nur eine Teilmechanisierung erreichbar, da in Zusammenhang mit dem Transport von Anlagenbestandteilen immer noch menschliche Arbeit erforderlich ist. Der Steigerung der Arbeitsproduktivität sind in teilbeweglichen Anlagen also Grenzen gesetzt (Tafel 1). Lediglich beim Einsatz der Rollenden Beregnung und der Schlauchberegnung in teilbeweglichen Anlagen wird bereits ein sehr hoher Mechanisierungsgrad erreicht.

Die Vollmechanisierung ist erst bei ortsfesten Anlagen möglich. Hierbei beschränkt sich die menschliche Arbeit auf die Bedienung und Wartung der Maschinen und Geräte, so daß dann auch die höchste Arbeitsproduktivität von 6 ha/Akh (Tafel 1) erreicht werden kann.

Die Kosten beeinflussen jedoch entscheidend den ökonomischen Nutzen der Beregnung. Man kann daher bei Untersuchungen zur Steigerung der Arbeitsproduktivität die Kosten nicht außer Betracht lassen.

Tafel 1. Flächenleistung in ha/Ak als Maß der Arbeitsproduktivität bei verschiedenen Anlagentypen

Anlagentyp	vollbeweglich	teilbeweglich	ortsfest
in 1 Stunde in einer Schicht von 10 h	0,4 ... 0,5	0,3 ... 1	6 ... 9
in einem Turnus von 10 Tagen	4 ... 5	3 ... 10	60 ... 90
in einem Turnus von 20 Tagen	32 ... 40 <sup>1</sup>	30 ... 100	600 ... 900
	64 ... 80 <sup>1</sup>	60 ... 200	1200 ... 1800

<sup>1</sup> 2 bzw. 4 Tage sind für Umbau abgezogen

Tafel 2. Beregnungskosten [MDN/ha] in Abhängigkeit vom Anlagentyp

Anlagentyp	vollbeweglich	teilbeweglich	ortsfest Var. 1	Var. 2
1. Anlagekosten	917,00	3500,00	8793,00	7077,00
2. Jahreskosten				
Abschreibung	90,00	140,00	418,00	326,40
Instandsetzung	15,00	70,00	123,25	96,00
Feste Kosten	105,00	210,00	541,25	422,40
Pumpkosten	7,64	6,08	7,23	7,23
Lohnkosten	36,20	22,80	0,48	0,33
Variable Kosten (je Regengabe)	43,84	28,88	7,71	7,56

## Kostenbeeinflussende Faktoren

Die jährlichen Beregnungskosten umfassen die festen und die beweglichen Kosten. Die festen Kosten setzen sich aus Abschreibungs- und Unterhaltungskosten (Instandsetzungskosten) zusammen, während zu den beweglichen Kosten die Ausgaben für den Pumpbetrieb, für Löhne und eventuelle Traktorkosten gehören.

Die Jahreskosten sind vor allem von Anlagentyp und technischer Ausrüstung, Anzahl und Höhe der Regengaben, täglicher Betriebszeit, Beregnungsturnus, Arbeitsverfahren, Form und Größe der Schläge und ihrer Entfernung voneinander sowie von der Wasserentnahme und der Art der Wasserentnahme abhängig.

Während vollbewegliche Anlagen geringe Anschaffungskosten, aber höhere Betriebskosten infolge größeren Arbeitsaufwandes verursachen, sind teilbewegliche und ortsfeste Anlagen sehr teuer in der Anschaffung, aber auf Grund des geringen Arbeitsaufwandes billiger im Betrieb.

Die Entscheidung für den einen oder anderen Anlagentyp ist oft sehr schwierig. Es spielen zahlreiche Faktoren eine Rolle. Dazu gehören Flächengröße, Kulturarten, Arbeitskräftebesatz, vorhandene Energiequelle, Flüssigkeitsart und vieles andere mehr. Häufig überschätzt man die Rolle der Flächengröße und nimmt an, daß mit zunehmender Anlagegröße die Kosten je ha geringer werden. Das betrifft jedoch nur die anteilige Belastung der Flächeneinheit aus den Kosten für die Zuleitung von der Wasserentnahme bis zu der beregneten Fläche. Die Erschließungskosten der zu bewässernden Fläche ändern sich nur geringfügig mit der Flächengröße. In vielen Fällen dürften für die Wahl des Anlagentyps die jährlichen Betriebsstunden ausschlaggebend sein.

## Kalkulation der Kosten

Die folgende Untersuchung (Tafel 2) soll über die Jahreskosten und Arbeitsproduktivität der verschiedenen Anlagentypen Aufschluß geben. Dazu werden folgende Annahmen getroffen:

Eine Fläche von 40 ha soll in 10 Tagen mit einer Regengabe von 20 mm beregnet werden. Die tägliche Betriebszeit soll 8 h betragen. Dazu ist ein Pumpenaggregat mit einer Fördermenge von 100 m<sup>3</sup>/h erforderlich.

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

Der Kalkulation der ortsfesten Anlage wird der Drehstrahlregner MW 63 mit Düsenweiten 12/24 mm zugrunde gelegt. Bei einem Betriebsdruck von 5 at hat der Regner einen Wasserverbrauch von 55 m<sup>3</sup>/h und eine Wurfweite von etwa 40 m.

Dabei ist ein Dreieckverband von 54/54 m möglich. Die Niederschlagsdichte beträgt mit diesen Werten 18,7 mm/h. An unterirdischen Regnerleitungen sind 185 lfm/ha erforderlich. Regner und Hydranten werden 3,5 St./ha benötigt. Der Bedarf an unterirdischen Hauptleitungen wird mit 30 lfm/ha wie bei teilbeweglichen Anlagen angenommen. Das setzt voraus, daß der Abstand der Hauptleitungen 500 bis 600 m beträgt, beziehungsweise die Flügelleitungen 250 bis 300 m lang sind (Bild 1).

Für die Flügelleitungen werden PVC-hart Rohre 110×8,5, ND 10 gewählt. Mit diesen Rohren sind noch größere Leitungslängen bei Einhaltung eines zulässigen Druckverlustes von etwa 20 % des Betriebsdruckes der Regner möglich, wenn nur ein Regner auf jeder Leitung arbeitet, d. h. wenn nur 55 m<sup>3</sup>/h durch jede Leitung fließen. In Bild 1 ist das Schema der Technologie angedeutet. Durch diese Technologie ist es möglich, mit Regnerleitungen von geringem Durchmesser auszukommen, so daß die Kosten für diese Leitungen klein gehalten werden können.

Aufgabe des Beregnungswärters ist es nur noch, die Schieber an den Regnern zu öffnen und zu schließen. Die Anlage ist also vollmechanisiert und bietet damit auch die Voraussetzung für eine Vollautomatisierung.

### Zur Weiterentwicklung der ortsfesten Anlagen

Der Kostenvergleich (Bild 2) zeigt, daß teilbewegliche Anlagen etwa ab 140 mm Zusatzregen im Jahr rentabler sind als vollbewegliche Anlagen. Ortsfeste Anlagen werden unter den getroffenen Annahmen erst bei wesentlich mehr als 200 mm im Jahr billiger als teilbewegliche Anlagen. Mehr als 200 mm Zusatzregen im Jahr wird man aber unter unseren klimatischen Verhältnissen im allgemeinen kaum geben. Es kommt daher darauf an, die Kosten in ortsfesten Anlagen zu senken. Das ist möglich durch den Einsatz eines Regners mit größerer Wurfweite. Dadurch wird ein größerer Abstand der unterirdischen Regnerleitungen erreicht. Regner mit größerer Wurfweite besitzen jedoch größere Düsenweiten und haben einen größeren Wasserverbrauch. Sie benötigen höhere Betriebsdrücke. Es ist daher zu beachten, daß durch den höheren Betriebsdruck evtl. Rohre mit größerem Nenndruck erforderlich werden und infolge des größeren Wasserverbrauchs der Regner auch Rohre mit größerer Nennweite. Einerseits führt also die Vergrößerung der Wurfweite bis zu einem gewissen Grade zu einer Senkung der Kosten, andererseits erhöhen sich jedoch die Kosten wieder bei Rohren mit höherem Betriebsdruck und größeren Durchmessern.

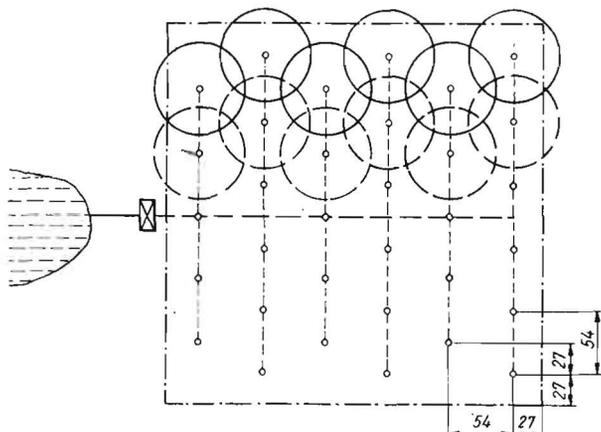


Bild 1. Schema einer ortsfesten Beregnungsanlage

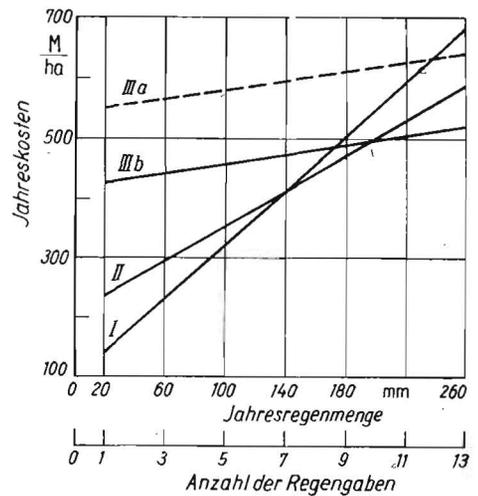


Bild 2. Jahreskosten bei der Beregnung in Abhängigkeit von der Anzahl der Regengaben; I vollbewegliche Anlage, II teilbewegliche Anlage, III a ortsfeste Anlage Variante 1, III b ortsfeste Anlage Variante 2

Das Optimum liegt vermutlich bei Regnern mit Düsenweiten um 30 mm und Wurfweiten von 50 bis 55 m, die einen Betriebsdruck von 6 bis 7 at erfordern.

Diese Werte würden der Kalkulation einer 2. Variante, des ortsfesten Anlagentyps zugrundegelegt.

Bei Düsenweiten von 30/8 bis 30/10 mm hat der Regner einen Wasserverbrauch von 80 bis 100 m<sup>3</sup>/h. Die Wurfweite von 50 bis 55 m ermöglicht einen Dreieckverband von 72/72 bis 78/90 m (für die Kalkulation wird mit 72/72 m gerechnet). An unterirdischen Regnerleitungen werden 138,5 lfm/ha benötigt.

Der Druckverlust in den Leitungen 110×8,5 wird auf etwa 5 m WS/100 m bei einer Durchflußmenge von 80 m<sup>3</sup>/h geschätzt. Bei einer Flügelleitungslänge von 300 m beträgt der Druckverlust dann etwa 15 m WS und entspricht damit etwa dem zulässigen Druckverlust.

Der Materialaufwand für die Hauptleitungen kann hier also ebenfalls wieder mit etwa 30 lfm/ha angesetzt werden. An Hydranten und Regnern sind 1,92 St./ha erforderlich.

Aus Bild 2 geht hervor, daß die 2. Variante des ortsfesten Anlagentyps bei normalem Einsatz (Zusatzregen unter 200 mm) ebenfalls teurer ist als die teilbewegliche Beregnungsanlage.

Zu untersuchen, ob unter diesen Bedingungen eine Wirtschaftlichkeit der Beregnung gegeben ist, kann und soll nicht Gegenstand dieser Abhandlung sein. Nur soviel sei gesagt, daß für die Ermittlung der Mehreinnahmen, beziehungsweise der Mehrerträge, Ergebnisse langjähriger Versuchsreihen zugrundegelegt werden müssen, in denen normale, trockene und nasse Jahre enthalten sind.

Im Hinblick auf die möglichen Mehreinnahmen aus der Beregnung erscheint die Erhöhung der Kosten bei ortsfesten gegenüber teilbeweglichen Anlagen jedoch gering, zumal für viele Betriebe der Arbeitsaufwand für die Wahl des Anlagentyps ausschlaggebend sein kann. In dem Maße, wie die Anzahl der Arbeitskräfte in der Landwirtschaft abnimmt, werden die ortsfesten Anlagen an Bedeutung gewinnen.

Erst in diesen Anlagen ist auch eine Vollautomatisierung realisierbar. Eine Automatisierung, die allerdings wieder mit einer Kostenerhöhung verbunden ist, erscheint durch gruppenweises Schalten der Regner in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte, die von Meßfühlern registriert wird, möglich. Theoretisch ist damit die Größe des Bezirkes eines Beregnungswärters unbegrenzt. Aufgabe dieses Beregnungswärters ist dann nur noch Kontrolle sowie Wartung und Pflege der technischen Einrichtungen.

## Schlußfolgerungen

Es kommt daher darauf an, bereits heute die technischen Voraussetzungen für die Einrichtung derartiger Anlagen zu schaffen. Dazu ist die Lösung einiger Probleme erforderlich. Aufgabe der Forschung im Pflanzenbau wird es sein, zu untersuchen, ob der erforderliche Weitstrahlregner mit seinem notwendigerweise groberen Tropfenfall für Pflanze und Boden geeignet ist. Die landtechnische Forschung hat die agrotechnischen Forderungen an den Regner zu erarbeiten und Möglichkeiten ihrer Erfüllung zu untersuchen.

## Literatur

- FINDEISEN, D.: Arbeitsökonomische Untersuchungen zur Rationalisierung des Beregnungsbetriebes. WTF — Feldwirtschaft 6 (1965) H. 4, S. 161
- BURJAN, B.: Wirtschaftlichkeitsberechnungen bei der Beregnung in Ungarn. WTF — Feldwirtschaft 4 (1963) H. 6, S. 286 und 287
- FÖRKEL, H. / F. SCHIRACH: Ökonomische Betrachtungen zum Einsatz der Beregnung. Zeitschrift für Landeskultur 6 (1965) H. 4, S. 305 bis 320
- KLATT, F.: Wirtschaftliche Probleme beim Einsatz von Beregnungsanlagen. Dtsch. Agrartechnik 5 (1955) H. 9, S. 373
- KIRMSE, E.: Kostenrechnung einer Großberegnungsanlage unter Be-

- rücksichtigung der Verwendung des RS 09 mit Rohrtragegerüst. Dtsch. Agrartechnik 10 (1960) H. 12, S. 560 und 561
- KLEIN, K.-F.: Die Kosten der Beregnung. Deutsche Landwirtschaftliche Presse 84 (1961) Nr. 5, S. 42
- KREUZ, E.: Probleme des wirtschaftlichen Einsatzes von Beregnungsanlagen auf Wiesen und Weiden. WTF — Feldwirtschaft 4 (1963) H. 3, S. 123
- KUHLMANN, F.: Ist der stärkere Ausbau von stationären Beregnungsanlagen ein Weg zur Verringerung des Arbeitsaufwandes? Wasser und Nahrung 7 (1962) Nr. 4, S. 208
- NORTH, I. I.: The s. d. of irrigation. (Die Kosten der Bewässerung) Pract. Power Farming 30 (1963) Nr. 3, S. 10
- SCHONNOPP, G.: Bedingungen für die Wirtschaftlichkeit der Feldberegnung. RKTL-Schriften, H. 30, Verlag Paul Parey Berlin 1932
- PAASCH, E.: Die Kosten der Feldberegnung. Wasserwirtschaft — Wassertechnik 5 (1953) H. 2, S. 44
- ANGERER, H.: Wirtschaftlichkeit von Beregnungsanlagen. Wasser und Boden 8 (1956) H. 2, S. 32
- VOIGT, D.: Zur Wirtschaftlichkeit der Beregnung. Dtsch. Agrartechnik 16 (1966) H. 11, S. 502
- ZASPEL, K.: Arbeitswirtschaftlicher und kostenmäßiger Vergleich zwischen dem RS 09-Rohrträger und der reinen Handarbeit bei der Abwasserberegnung. Dtsch. Agrartechnik 11 (1961) H. 11, S. 508 bis 512
- SCHONNOPP, G.: Kosten und Wirtschaftlichkeit der Beregnung. Landtechnik 22 (1967) H. 1/2, S. 36
- FRIEDRICH, A.: Ist eine Traktorenpumpe für Zusatzberegnung wirtschaftlich? Dtsch. Agrartechnik 12 (1962) H. 11, S. 498 und 499 A 7001

## Modellprojektierung im landtechnischen Anlagenbau

Dipl.-Ing. oec. H. WINTRUFF\*

Die Entwicklung in der sozialistischen Landwirtschaft wird gegenwärtig durch den Übergang zu industriemäßigen Produktionsmethoden in der Feld- und Innenwirtschaft bestimmt. Dieser Umbruch im Produktionsniveau der landwirtschaftlichen Betriebe zieht im großen Maßstab die Rekonstruktion vorhandener und die Errichtung neuer Produktionsbauten nach sich.

Eines der Hauptprobleme besteht darin, die erforderliche technische Dokumentation für geplante landtechnische Anlagen in kürzeren Fristen bereitzustellen. Darüber hinaus zwingt das hohe Tempo der technischen Entwicklung dazu, die Ausarbeitung dieser Dokumentation, die noch vor nicht allzu langer Zeit Jahre in Anspruch nahm, auf Monate zusammenzudrängen. Nur so kann erreicht werden, daß neue maschinelle Ausrüstungen zum Zeitpunkt ihrer Inbetriebnahme im Vergleich zum technischen Entwicklungsstand nicht schon als veraltet gelten müssen.

Angesichts dieser Problematik sehen sich die Projektierungseinrichtungen der Industrie und Landwirtschaft vor die Aufgabe gestellt, ihre Projektierungskapazitäten immer planvoller zu nutzen und ständig nach rationelleren Produktionsmethoden zu suchen.

Mit der Herausgabe des Projektierungskataloges „Landwirtschaftsbau“ wurde bereits ein wichtiger Schritt in Richtung auf modernere Arbeitsmethoden getan.

Aber noch immer ist der manuelle Aufwand im Verhältnis zur reinen ingenieurtechnischen Tätigkeit bei der Ausarbeitung von technisch-ökonomischen Zielstellungen, Aufgabenstellungen und Projekten außerordentlich hoch. Das betrifft ganz besonders den Anteil an reiner zeichnerischer Arbeit.

Das Verfahren der Modellprojektierung ermöglicht es, gerade diesen Anteil sehr stark zu senken und damit sowohl die Projektierungskosten wie auch die Projektierungszeiten erheblich zu reduzieren.

Im Vergleich zu den bisher üblichen Projektierungsmethoden ergeben sich nach den Erfahrungen der Industrie Einsparungen von 50 bis 55 % an Ingenieurstunden und von

70 bis 80 % an Zeichnerstunden, bezogen auf den Gesamtstundenaufwand für die Ausarbeitung von Projekten.

Diese beträchtlichen wirtschaftlichen Vorteile müssen Anlaß sein, auch im landwirtschaftlichen Anlagenbau das Verfahren der Modellprojektierung einzuführen und die bestehende Rückständigkeit in der Anwendung dieses neuen Arbeitsverfahrens aufzuheben.

Grundsätzlich werden zwei Verfahren der Modellprojektierung unterschieden:

- die 2-D-Modellprojektierung, die von der Anwendung zweidimensionaler Modellschablonen ausgeht und
- die 3-D-Modellprojektierung, die sich auf die Anwendung dreidimensionaler Modelle stützt.

### Das 2-D-Verfahren

das auf Grund mehrjähriger Untersuchungen und Vorbereitungsarbeiten am meisten für eine breite Einführung im landwirtschaftlichen Anlagenbau geeignet erscheint, soll nachstehend beschrieben werden.

Das Wesen dieses Verfahrens besteht darin, die gedanklich herangereifte Lösung eines technischen Problems schnell und übersichtlich mit Hilfe von zweidimensionalen Modellschablonen im Auslegeverfahren darzustellen. Ergänzungen, Veränderungen und Verbesserungen, die sich bei Beratungen mit dem Auftraggeber, Experten der Landwirtschaft oder dem Bauprojektanten ergeben können, lassen sich sofort und ohne erheblichen Zeitaufwand einarbeiten. Wenn notwendig, kann die ursprüngliche Lösung auf diesem Wege zu einer beliebigen Zahl von Varianten umgestaltet werden. Da dies unmittelbar auf der Auslegeplatte erfolgt, fallen kostspielige Zeichen- und Lichtpausarbeiten weg. Optimale Lösungen können somit in kürzester Zeit und bei einem Minimum an Kosten erzielt werden (Bild 1).

Um die 2-dimensionale Modellprojektierung anwenden zu können, müssen folgende Arbeitsmittel vorhanden sein:

- a) Modellschablonen für Maschinen, Geräte und alle sonstigen technischen Ausrüstungen,
- Bezirkskomitee für Landtechnik Dresden, Hauptprojektant und Entwicklungsleitstelle für Geflügelanlagen