

weniger Wartung als ein Stützfuß mit sehr viel Verbindungselementen. Desgleichen ist bei verzinkten Stützfüßen viel weniger Wartung und Pflege nötig als bei unverzinkten oder andersartig geschützten Stützfüßen. Sehr ungünstig sind in dieser Hinsicht die Stützfüße Nr. 1, 8, 10.

#### 4.4. Die Nutzungsdauer

der Stützfüße ist von ihrer Konstruktion, dem verwendeten Material und der Korrosionsfestigkeit abhängig. Sie wird beeinflusst von der Beanspruchung der Stützfüße, die je nach den örtlichen Verhältnissen verschieden sein kann. Die Nutzungsdauer der Stützfüße wird vor allem nach ihrer Korrosionsfestigkeit, die vom Oberflächenschutz abhängt, beurteilt.

#### 4.5. Die Masse

der Stützfüße ist von den Abmessungen sowie vom verwendeten Material abhängig. Während das Material im allgemeinen bei den meisten Stützfüßen gleich ist, unterscheiden sie sich stark in ihren Abmessungen (s. Tabelle 1).

#### 4.6. Konstruktion

Als Bewertungsmaßstab für die Konstruktion dient die Zahl der Einzelteile. Die Ermittlung zeigt, daß im allgemeinen mit drei Einzelteilen auszukommen ist. Am einfachsten ist ein fest angebrachter, aus einem Teil bestehender Stützfuß, der andererseits wegen des höheren Raumbedarfs nachteilig für den Bahntransport ist.

#### 4.7. Montage und Demontage

Die Montage- und Demontagefähigkeit der Stützfüße ist hauptsächlich von der Art ihrer Befestigung am Rohr abhängig. Die meisten Stützfüße werden durch Anklebmen mittels einer Schraube befestigt.

Zur Beurteilung der Montage- bzw. Demontagefähigkeit der Stützfüße wurden Zeitmessungen durchgeführt (Tabelle 1). Sie lassen erkennen, daß je weniger Einzelteile vorhanden sind, d. h. je einfacher die Konstruktion ist, um so schneller

und einfacher auch die Montage bzw. Demontage durchgeführt werden kann. Die Stützfüße Nr. 7 und Nr. 16 sind in dieser Hinsicht am günstigsten. Die Zeiten sind stark abhängig von dem Wartungszustand der Stützfüße. Die Zeitmessungen wurden an gut gewarteten Stützfüßen durchgeführt.

### 5. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß sich die Versuchsmuster des IfL (Stützfüße Nr. 7 und Nr. 16) als gut erwiesen haben. Sie erfüllen die wichtigste Forderung nach guter Transport- und Lagerfähigkeit und haben geringe Masse, günstige Abmessungen sowie erträgliche Einsinktiefe.

Der Nachteil der meisten vorhandenen Stützfüße ist darin zu sehen, daß sie sich beim Transport und der Lagerung verhakeln. Bei den untersuchten Bitterfelder Stützfüßen kommt hinzu, daß sie nicht verzinkt sind und dadurch entweder einen großen Aufwand für Wartung und Pflege erfordern oder stark korrodieren und damit eine geringe Lebensdauer haben. Nach Mitteilung des VEB Rohrwerke Bitterfeld werden die Stützfüße inzwischen verzinkt geliefert.

Der wichtigste Gesichtspunkt für die Ausbildung der Stützfüße besteht darin, daß sie beim Transport keine Schwierigkeiten bereiten. Der neue Stützfuß Nr. 17 des VEB Rohrwerke Bitterfeld entspricht diesen Forderungen weitgehend, jedoch hat er eine zu geringe Höhe. Die Masse der Stützfüße kann durch Verwendung leichteren Materials oder durch geeignetere Konstruktion noch wesentlich gesenkt werden. Richtungweisend könnten dabei die Versuchsmuster des IfL sein.

### Literatur

- [1] SCHWARZ, K.: Der RS 09 mit Rohrtragegerüst als Transportgerät für den Beregnungsbetrieb. Deutsche Agrartechnik (1960) H. 5, S. 207.
- [2] SCHWARZ, K.: Zur Rationalisierung des Rohrtransports bei der Beregnung. Zeitschrift für Landeskultur (1960) H. 4, S. 267.

A 4698

Dr. M. SCHLICHTING, KDT\*)

## Die Drehstrahlregner

Unser Siebenjahrplan sieht vor, 65000 ha der künstlichen Beregnung zuzuführen, um insbesondere den Flächenertrag von beregnungswürdigen Kulturen des Feldgemüsebaues, des Futterbaues und des Hackfruchtbaues wesentlich zu steigern und dadurch eine bessere Versorgung der Bevölkerung zu erzielen. Zur Verregnung sollen in erster Linie Abwässer Verwendung finden (Mehrfachnutzung), die durch das schnelle Wachstum der Industrie und der Großstädte in größeren Mengen anfallen. Dadurch wollen wir erreichen, daß nicht nur die Flüsse und Seen vor übermäßiger Verschmutzung geschützt werden, sondern daß auch der Wassermangel der Industrie auf diese Weise weitgehend behoben wird, indem das zu verregnende Abwasser dem Grundwasservorrat wieder zugeführt wird, nachdem es den natürlichen Filter „Boden“ passiert hat.

### 1. Drehstrahlregner

Unter dem Begriff „Drehstrahlregner“ (Bild 1) sind in der Hauptsache Regner zu verstehen, die durch einen im Kreis bewegten Wasserstrahl eine mehr oder weniger große Kreisfläche oder Ausschnitte dieser Kreisfläche (Segmente) beregnen. Man kann die Drehstrahlregner nach zwei verschiedenen Gesichtspunkten unterteilen:

1.1. Regner, die bei annähernd gleichem Druck auf Grund ihrer unterschiedlichen Düsendgröße unterschiedliche Wurfweite und unterschiedliche Regendichte in der Zeiteinheit erreichen;

2.1. Regner mit unterschiedlichen Antriebssystemen für die Kreisbewegung.

\*) Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig (Direktor: Ing. H. KRAUSE).

Zu 1.1.: Hinsichtlich der Regendichte werden unterschieden:  
1.1.1. Schwachregner gewährleisten eine Regendichte von  $\approx 2,5$  bis  $5 \text{ mm/h}$  bei Düsendgrößen von  $3,5$  bis  $7 \text{ mm Dmr.}$  Der Wasserverbrauch liegt in der Größenordnung von  $1$  bis  $4 \text{ m}^3/\text{h}$ . Die erzielten Wurfweiten betragen  $16$  bis  $20 \text{ m}$ .

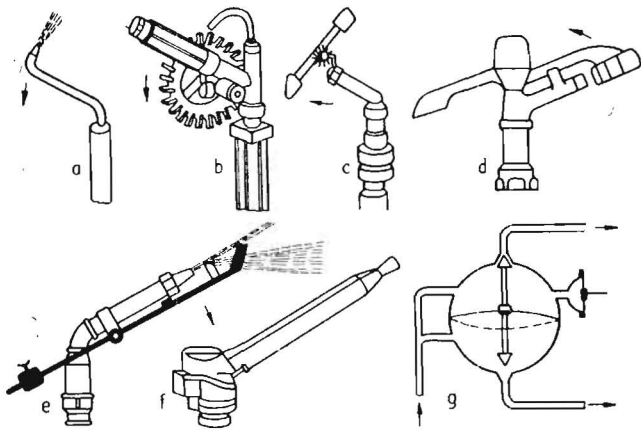
1.1.2. Mittelstarkregner. Ihre Regendichte liegt in Grenzen von  $4$  bis  $11 \text{ mm/h}$ , wobei ein Wasserverbrauch von  $\approx 3,5$  bis  $11 \text{ m}^3/\text{h}$  entsteht. Die Düsen haben einen Durchmesser von  $7$  bis  $12 \text{ mm}$ . Die hierbei erreichten Wurfweiten liegen zwischen  $18$  bis  $26 \text{ m}$ .

1.1.3. Starkregner. Diese Gruppe läßt sich nochmals in solche Regner unterteilen, die in ihrer Entwicklung aus dem Mittelstarkregner hervorgegangen sind, und in solche, die als spezielle Großflächenregner entwickelt wurden.

Unter die erste Kategorie fallen Regner, die eine Regendichte von  $4$  bis  $14 \text{ mm/h}$  aufweisen und mit Düsen von  $10$  bis  $22 \text{ mm Dmr.}$  ausgerüstet sind. Der Wasserverbrauch beträgt hierbei bis zu  $40 \text{ m}^3/\text{h}$  und die Wurfweiten liegen zwischen  $25$  und  $36 \text{ m}$ .

Zur zweiten Kategorie gehören die Regner mit Düsen von  $20$  bis  $30 \text{ mm Dmr.}$  und einer Regendichte von  $12$  bis  $20 \text{ mm/h}$ . Die Wurfweite kann  $55 \text{ m}$  erreichen, wobei ein Wasserverbrauch von  $90 \text{ m}^3/\text{h}$  entsteht.

Zu 1.2. Wenn das Antriebssystem für die Drehbewegung als Unterscheidungsmerkmal dient, ergeben sich folgende Gruppen (Bild 1):



**Bild 1.** Arbeitsprinzipien der Drehstrahlregner. a Rückstoßregner, b Turbinenregner, c Propellerregner, d Horizontal-Schwinghebelregner, e Vertikal-Schwinghebelregner, f Regner mit pneumatischem Antrieb, g Regner mit hydraulischem Antrieb

1.2.1. Rückstoßregner. Diese Regner arbeiten ohne mechanisch bewegte Teile. Lediglich auf Grund der Rückstoßkraft des austretenden Wasserstrahls wird das drehbar gelagerte Strahlrohr gedreht. (Prinzip des Segnerschen Wasserrades.)

1.2.2. Turbinenregner. Mit Hilfe einer kleinen Nebendüse, der sogenannten Hilfsdüse, die die Fläche unmittelbar am Regner bestreicht, wird ein kleines Turbinenrad (offen oder gekapselt) angetrieben. Ein Untersetzungsgetriebe leitet die Drehbewegung an das Strahlrohr weiter.

1.2.3. Propellerregner, eine abgewandelte Art des Turbinen-antriebs. Die Enden des Propellers sind schaufelartig ausgebildet und greifen bei ihrer drehenden Bewegung in den Wasserstrahl der Düsen ein, von dem sie ihren Drehimpuls empfangen. Die Drehzahl ist wegen des großen Durchmessers derartiger Propeller ziemlich gering, so daß keine Untersetzung notwendig ist.

1.2.4. Die Schwinghebelregner stellen eine gänzlich andere Antriebsart dar. Sie unterscheiden sich in Regner, deren Hebel in der vertikalen Ebene und solche, deren Hebel in der horizontalen Ebene schwingen.

1.2.5. Pneumatischer Antrieb (Vakuumantrieb). Die Düse des Regners ist so ausgebildet – Injektor-Düse – daß sie einen Sog (Unterdruck) im Regnergehäuse entstehen läßt. Dieser Unterdruck wird über einen Kanal zu einem Gehäuse mit Membran geleitet, die sich durch das entstehende Vakuum bewegt. Ein Hebelsystem leitet die Membran-Bewegung zu dem Zahnkranz des Strahlrohres weiter.

1.2.6. Hydraulikantrieb. Der Antriebsmechanismus besteht z. B. aus einem kugelförmigen Hohlkörper, der durch eine Membran in eine obere und eine untere Kammer mit Ein- und Ausflußöffnungen geteilt ist. Ein Teil des zu verregnenden Wassers durchfließt diesen Hohlkörper und ruft die Membran-Bewegung hervor, die über eine weitere Membran übertragen wird.

## 2. Einschätzung des Standes der Technik

Wenn wir die angeführten Antriebssysteme für Regner einer näheren Betrachtung unterziehen, so müssen wir feststellen, daß alle gewisse Nachteile aufweisen.

Die Propellerantriebe sind sehr von äußeren Einflüssen abhängig, die ihren Umlauf beschleunigen bzw. verzögern. Sie laufen sehr schlecht an, weil ihre Masse zu groß ist. Hinzu kommt, daß Beschädigungsgefahr für die Propeller während des Transportes besteht.

Die Turbinenantriebe benötigen außer einer Hilfsdüse eine Untersetzung, die sowohl in mechanischer Ausführung (Schneckengetriebe) als auch in hydraulischer (Kolbenpumpe und Hydraulikmotor) noch zu stör anfällig ist und einer guten Wartung bedarf. Andererseits hat dieser Antrieb den Vorteil,

daß er unter Hinzufügung einer Wendevorrichtung für eine Sektorenberegnung nutzbar gemacht werden kann.

Der pneumatische Antrieb ist ebenfalls ein kompliziertes Antriebssystem, das unter Stör anfälligkeit leidet. Als Vorteil kann auch hier gelten, daß eine Sektorenberegnungs-Einrichtung angebracht werden kann.

Der Schwinghebel-Antrieb stellt von allen Antriebsarten die relativ einfachste Lösung dar, wenn man von dem Rückstoßregner absieht, der ohne Steuerungsteile auskommt, jedoch erhebliche Mängel aufweist, wie z. B. wechselnde Drehgeschwindigkeit des Regners u. a. m.

Der Vertikal-Schwinghebel ist im Hinblick auf seine Gegenmasse, deren Abstand zum Drehpunkt des Hebels veränderlich ist, einer gewissen Stör anfälligkeit unterworfen. Während des Transports kann sich die Gegenmasse verschieben oder es können Verbiegungen am Hebel eintreten, die zum Ausfall des Regners führen.

Der Horizontal-Schwinghebel ist auf Grund der Verwendung einer Drehfeder, die ihn in die Ausgangslage zurückbringt, am betriebssichersten. Wenn die Lagerung des Hebels sowie die Lagerung des sich drehenden Düsenträgers einigermaßen sorgfältig ausgeführt sind, stellt er bei wenig Wartung ein ziemlich funktionstüchtiges Antriebssystem dar. Außerdem ist die Beschädigungsgefahr während des Transportes auf Grund der Kapselung der Drehfeder sehr gering.

## 3. Wünsche der Landwirtschaft

Der Wunsch der landwirtschaftlichen Praxis nach Produktion eines Mittelstarkregners resultiert aus den Aufgaben, die der Siebenjahrplan der Landwirtschaft gestellt hat. Insbesondere sind es die zu erreichenden Ertragssteigerungen auf dem Gebiet des Gemüsebaues und der Grünlandwirtschaft, die mit Hilfe einer verstärkten Anwendung der künstlichen Beregnung in den Bereich des Möglichen gerückt werden sollen und können. Da das von den Pflanzen nicht benötigte Abwasser gleichzeitig der Ergänzung des Grundwasservorrats dient, werden Regner benötigt, die nicht nur geeignet sind, Klar- und Abwasser zu verregnen, sondern auch größere Wassermengen bis zu 12 m<sup>3</sup> in der Zeiteinheit bei guter Wasserverteilung mit hohem Anteil an kleinen Tröpfchen ausbringen können. So soll die Niederschlagsdichte zwischen 5 und 15 mm/h bei Verwendung von Düsen mit einem Durchmesser von 8 bis 12 mm und einem Betriebsüberdruck von 2,5 bis 4,5 at liegen. Die Zeitspanne für eine Umdrehung des Regners soll zwischen 60 und 180 s regulierbar sein, seine Wurfweite soll 20 bis 30 m betragen.

## 4. Vorschläge für die Gestaltung

### 4.1. Regnerantrieb

Für den Regnerantrieb ist eine einfache, robuste und betriebssichere Antriebsart zu wählen. Dabei wird ein Schwinghebelsystem, dessen Pendel horizontal schwingt, diese Forderungen aller Voraussicht nach am besten erfüllen. Es ist daher ein horizontal schwingender Hebel zu bevorzugen, der durch eine einstellbare Drehfeder eine veränderliche Vorspannung in der Ruhelage erhält. Die Lagerung des Hebels bedarf bei diesem System keiner allzu hohen Genauigkeit, so daß sie verhältnismäßig billig herzustellen ist. Die Drehfeder sowie deren Einstellvorrichtung kann durch eine Schutzkappe vor äußeren Einwirkungen geschützt werden, so daß während des Transportes der Regner eine Sicherheit gegen Beschädigungen gegeben ist. Als Prallfläche des Hebels, auf die der Wasserstrahl auftrifft, um dem Hebel den Drehimpuls zu erteilen, sollte kein Herzstück Verwendung finden, da es einem zu hohen Verschleiß unterworfen ist. Vielmehr ist eine löffelartige Ausbildung vorzusehen, damit Hebel und Prallfläche zu einem Gußstück zusammengefaßt werden können.

### 4.2. Drehgeschwindigkeit des Regners

Die Drehgeschwindigkeit eines Regners ist zur Erzielung einer guten Wasserverteilung bei Verwendung verschieden großer Düsen und zwecks Anpassung der Benetzungshäufigkeit an

die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens in gewissen Grenzen zu variieren. Diese Möglichkeit ist gegeben, wenn die Vorspannung der Drehfeder des Schwinghebels vergrößert bzw. verringert wird. Die Schlagfolge des Hebels und damit auch die Drehgeschwindigkeit sind hierdurch zu beeinflussen.

#### 4.3. Strahlrohr

Die Ausbildung des Strahlrohrs hat einen gewissen Einfluß auf die Gestalt des zu erzeugenden Wasserstrahls. Wird das Strahlrohr zu kurz bemessen, so kann das zur Folge haben, daß sich die durch die Abwicklung des Wasserrohrs hervorgerufene Turbulenz im Wasserstrom noch nicht beruhigt hat und sich im Wasserstrahl fortpflanzt. Das trägt zu einem vorzeitigen Auflösen des Wasserstrahls bei, wodurch eine zu geringe Wurfweite des Regners erreicht wird. Das Strahlrohr sollte demnach eine Mindestlänge haben, die dem Fünf- bis Sechsfachen seines Durchmessers entspricht, der Durchmesser des Strahlrohrs hingegen sollte das Sechs- bis Siebenfache der größten zur Verwendung gelangenden Düse betragen. Der Einbau eines Gleichrichters in den Wasserfluß im Regner ist nicht zu befürworten, da bei Verwendung des Regners zur Verregnung von Abwasser die Störanfälligkeit durch Verstopfen des Gleichrichters anwächst.

#### 4.4. Düse

Die Strahlqualität des Regners hängt im großen und ganzen von der konstruktiven Ausbildung der Düse ab. Flachdüsen haben sich nicht bewährt. Ihr Wirkungsgrad ist relativ schlecht, außerdem erzeugen sie keine geschlossenen Wasserstrahlen. Auch Zylinderdüsen lassen hinsichtlich ihres Wirkungsgrades und der Ausbildung des Wasserstrahls zu wünschen übrig. Am besten haben sich Konusdüsen bewährt, die einen Konuswinkel aufweisen, der unter  $35^\circ$  liegt. Aus diesen Gründen sollte eine Konusdüse Verwendung finden, deren Konuswinkel  $\approx 25$  bis  $30^\circ$  beträgt. Ihre Innenflächen sind gut zu glätten. Außerdem ist der Wasseraustritt der Düse scharfkantig abzusetzen, um einen geschlossenen Wasserstrahl zu erzeugen.

#### 4.5. Wasserdruck und Wurfweite

Die Wurfweite eines Regners steht in Abhängigkeit von dem herrschenden Düsendruck, der Düsenform und den hydraulischen Verhältnissen vor der Düse. Außerdem wirken die Luftreibung sowie der Luftverdrängungswiderstand ganz entscheidend auf die Wurfweite ein. Eine Erhöhung des Düsendrucks zwecks Vergrößerung der Wurfweite ist nicht zu empfehlen, da nach Untersuchungen von OEHLER [5] eine Druckerhöhung nur geringen Einfluß auf die Wurfweite hat. Es zeigt sich sogar, daß die Auflösungsbeiwertschaft des Wasserstrahls mit zunehmendem Düsendruck ebenfalls zunimmt. Aus diesem Grunde ist eine Druckerhöhung am Regner nicht zu empfehlen, weil diese Maßnahme einen erheblichen Einfluß auf die Rentabilität der gesamten Anlage ausübt. Der bisher verwendete manometrische Überdruck von 3 bis 5 at im Regner hat sich in ökonomischer Hinsicht in der Praxis bewährt.

#### 4.6. Erhebungswinkel des Strahlrohrs

Die Wurfweite eines Regners ist außerdem abhängig von dem Winkel, den der Regner zur Horizontalen (Steigungswinkel) einnimmt. Bekanntlich wird die größte Wurfweite erzielt, wenn dieser Winkel  $45^\circ$  beträgt. Dieser Winkel ist jedoch bei Strahlregnern nicht angebracht. Er hat zur Voraussetzung, daß der erzeugte Wasserstrahl bis zum Wiederaufschlag auf den Boden als geschlossener Strahl erhalten bleibt. Aus Gründen einer guten Wasserverteilung sowie aus Gründen der Verminderung der Aufschlagsenergie des Wassers ist eine Auflösung des Wasserstrahls in gewissen Grenzen erwünscht, um eine Annäherung an die Verhältnisse des Naturregens zu erlangen.

Erfahrungen aus der Praxis lassen erkennen, daß bei einem Erhebungswinkel des Regners von  $\approx 30$  bis  $32^\circ$  eine verhältnismäßig gute Wurfweite zu erzielen ist. Aus diesem Grunde sollte der Erhebungswinkel des Mittelstarkregners  $30$  oder  $32^\circ$  betragen.

## 5. Anwendung

Der Mittelstarkregner bietet sehr viele Einsatzmöglichkeiten innerhalb der Beregnungstechnik, wenngleich sein Anwendungsbereich nicht auf alle Varianten der Beregnungstechnik ausgedehnt werden kann. So kann er weder für die Frostschuttberegnung noch für das Verregnen von sehr großen Wassermengen in der Zeiteinheit herangezogen werden, weil seine Düsendurchmesser und Wurfweiten eine Grenze setzen. Sein Einsatzbereich liegt demnach bei der Beregnung von Kulturen der Feld- und Grünlandwirtschaft zwecks Verhütung von Dürreschäden und Steigerung der Erträge, wobei Bedingungen erwünscht sind, die einem Naturregen sehr nahe kommen. Für diese Aufgabe ist er zugeschnitten, wobei durch Auswechseln von Düsen die Anpassungsfähigkeit an Boden- und Klimaverhältnisse sowie an die Bestandesdichte der Pflanzen und an die vorliegenden Wasserverhältnisse sehr weit getrieben werden kann. So ist durchaus die Möglichkeit gegeben, auch Abwassermengen bis zu  $12 \text{ m}^3/\text{h}$  auf Böden und Kulturen zu verregnen, die imstande sind, diese Wassermengen zu verarbeiten.

Auch in der vegetationslosen Zeit läßt sich bei Benutzung der größten Düse diese Abwassermenge auf saugfähige Böden ausbringen.

Um einen Überblick über die Wasserspende eines Mittelstarkregners zu geben, ist nachfolgende Beziehung in einem Nomogramm dargestellt:

$$Q_{\text{eff.}} = \frac{v \cdot j \cdot \eta \cdot 3600}{10000 \cdot 100} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$v = \sqrt{2g \cdot h}$  Düsenausflußgeschwindigkeit in m/s

$$j = \frac{d^2 \pi}{4 \cdot 100} \text{ Düsenquerschnitt in cm}^2$$

Es bedeuten:

$\eta$  Wirkungsgrad der Düse in %

$h$  Düsendruck in m WS

$d$  Düsendurchmesser in mm.

Sind der manometrische Druck an der Düse (40 m WS) und der Durchmesser der Düse (10 mm) bekannt, so kann durch Verbindung dieser Werte auf der ersten und zweiten Leiter des Nomogramms auf der dritten Leiter die theoretische Wasserspende ( $7,85 \text{ m}^3/\text{h}$ ) abgelesen werden. Ist ferner der Konuswinkel der verwendeten Düse bekannt ( $30^\circ$ ), so läßt sich wiederum durch Ziehen einer Verbindungslinie von der dritten Leiter ( $7,85 \text{ m}^3/\text{h}$ ) zur vierten Leiter ( $30^\circ$ ) in Verlängerung dieser Linie auf der fünften Leiter die effektive Wasserspende  $Q_{\text{eff.}}$  ( $7,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ablesen (Bild 2).

Im praktischen Einsatz interessiert außer der Wasserspende  $Q_{\text{eff.}}$  auch die Beregnungsdauer in Stunden für eine ganz bestimmte Regengabe, die für eine Kultur zweckmäßig erscheint.

$$\text{Regendauer: } t = \frac{a \cdot b \cdot R}{Q_{\text{eff.}} \cdot 1000} \quad [\text{h}].$$

Darin sind:

$a$  Regnerabstand auf der Leitung in m } Verbandsauf-  
 $b$  Abstand der Leitungen in m } stellung  
 $Q_{\text{eff.}}$  effektive Wasserspende in  $\text{m}^3/\text{h}$   
 $R$  beabsichtigte Regengabe in mm.

Auch hier ist ein Nomogramm (Bild 3) zusammengestellt worden, um der Praxis eine schnelle Methode zur Zeitermittlung in die Hand zu geben. Ist der Regnerabstand der Verbandsaufstellung (Quadrat- oder Dreieckverband) in Meter ( $a = 24$  m und  $b = 30$  m) bekannt, so läßt sich die beregnete Fläche auf der dritten Leiter des Nomogramms durch Verbinden der bekannten Werte auf der ersten (24 m) und der zweiten Leiter (30 m) ermitteln ( $720 \text{ m}^2$ ). Eine Verbindungslinie von diesem Wert der dritten Leiter ( $720 \text{ m}^2$ ) über den aus dem oberen Nomogramm bekannten Wert der Wasserspende  $Q_{\text{eff.}}$  der vierten Leiter ( $7,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ) zur fünften Leiter, zeigt hier die Regenhöhe in der Zeiteinheit ( $10,4 \text{ mm/h}$ ) des Regners an. Ist eine Regengabe von 20 mm vorgesehen, so

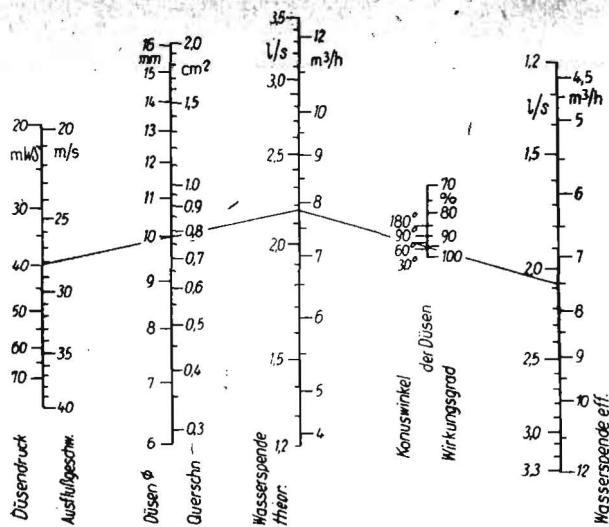


Bild 2. Berechnung der eff. Wasserspende eines Mittelstarkregners

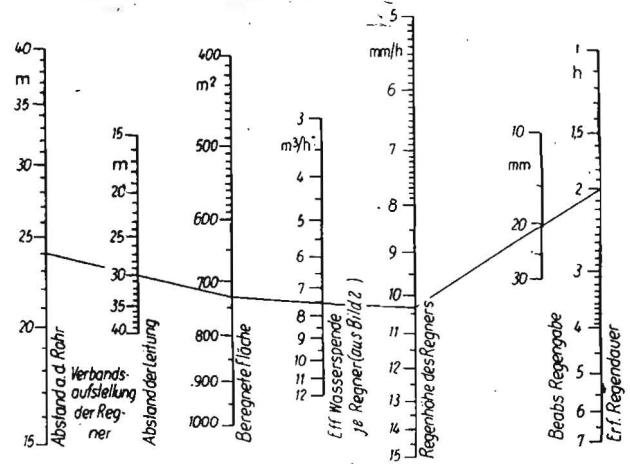


Bild 3. Berechnung der erf. Beregnungsdauer bei Verwendung eines Mittelstarkregners

ist die stündliche Regenmenge des Regners (10,4 mm/h) mit dem Wert der sechsten Leiter (20 mm) zu verbinden, um auf der letzten Leiter die notwendige Beregnungsdauer (Betriebszeit des Regners) von 1,9 h zu erhalten.

### 8. Zusammenfassung

Nach Darlegung der Notwendigkeit eines verstärkten Einsatzes von Beregnungsanlagen ist eine Klassifizierung der Drehstrahlregner nach deren Wasserverbrauch und Regendichten sowie nach deren Antriebssystemen vorgenommen. Eine Einschätzung der einzelnen Antriebssysteme ergibt, daß allein das Schwinghebelprinzip etwa den Forderungen nach Funktionssicherheit und gewisser Wartungsfreiheit entspricht. Aus diesem Grunde ist die Produktion von Mittelstarkregnern dieses Antriebssystems zu empfehlen. Außerdem folgen Hinweise für die konstruktive Ausbildung einiger Regnererteile.

Nach Hinweisen für die Anwendung des Regners werden der Praxis zwei Nomogramme vorgestellt, die die Ermittlung der effektiven stündlichen Wasserspende aus den technischen

Daten des Regners bzw. der erforderlichen Beregnungsdauer (Einsatzzeit der Regner) aus der stündlichen Wasserspende und den technischen Daten der Beregnungsanlage mit hinreichender Genauigkeit ermöglichen.

### Literatur

- FRITZSCHE, O.: 10 Jahre Beregnungsanlagenproduktion in der DDR. Deutsche Agrartechnik (1959) H. 10, S. 451.
- KLATT, F.: Technik und Anwendung der Feldberegnung. VEB Verlag Technik, Berlin 1958, 2. Aufl.
- METELSKI, S. J.: Über die Beregnungsanlage eines Mittelstarkregners (KDU 41). Hydrotechnik und Melioration. Moskau (1957) H. 1, S. 7.
- OEHLER, TH.: Grundzüge der Entwicklung der Feldberegnung in Deutschland. Schriftenreihe ATL, H. 3, Beuth-Verlag, Berlin 1928.
- OEHLER, TH.: Merkmale, Bedingungen und Grenzen der Leistungsfähigkeit von Drehstrahlregnern I. und II. Teil. Landtechn. Forschung (1957) H. 5, S. 121 und H. 6, S. 162.
- SCHWARZ, KL.: Entwicklung, Stand und Verbesserungsmöglichkeiten der Abwasserbehandlung in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der weiträumigen Verwertungsanlagen. Wissenschaftl. Abhandlungen Nr. 45, Akademie-Verlag Berlin 1960.
- TOGNI, G.: Hydrodynamische Vorrichtungen für den Antrieb von Spritzvorrichtungen für Beregnungsanlagen. Italienische Patentschrift Nr. 536300. S. 701.
- Hydraulisch betätigter Regner. Farm Impl. Mach. Rev. 86 (1960), 1025, S. 701.

A 4550

Dipl.-Ing. D. VOIGT\*)

## Die Beurteilung der Wasserverteilung bei Drehstrahlregnern

Von den agrotechnischen Forderungen, die an Drehstrahlregner gestellt werden, wie gleichmäßige Wasserverteilung, möglichst schonender Tropfenfall, geringe Masse usw., kommt der Forderung nach möglichst gleichmäßiger Wasserverteilung erstrangige Bedeutung zu. Ein Vergleich verschiedener Regner nach ihrer Wasserverteilung ist außerordentlich aufschlußreich für die Beurteilung ihrer Eignung und Brauchbarkeit in der Landwirtschaft. Die Ermittlung der Wasserverteilung bei verschiedenen Düsenweiten und Betriebsdrücken gehört daher zu jeder Regnerprüfung.

Dazu werden auf einem Prüffeld Meßgläser im Achsenkreuz in Abständen von 1 m (vom Regner ausgehend) aufgestellt. Die in den Auffanggefäßen gemessene Regenmenge wird mit den entsprechenden Regenmengen der anderen drei Richtungen gemittelt und in einem Koordinatensystem aufgetragen. Man erhält das sogenannte Niederschlagsbild oder die Verteilungskurve (Bild 1). An Hand dieser Kurve kann bereits eine gewisse Beurteilung der Wasserverteilung der Regner erfolgen. Sie ist jedoch in starkem Maße subjektiv beeinflusst. Um aber dennoch zu einer exakten Beurteilung zu gelangen, wurde bereits

von mehreren Autoren versucht, Kennzahlen oder Bewertungszahlen für die Wasserverteilung zu entwickeln.

Dazu gehören der Ungleichförmigkeitsgrad von OEHLER, der Gleichförmigkeitsindex nach STEFFANELLI, der Ungleichförmigkeitsgrad nach HOFMEISTER, der Begriff des „günstig beregneten Flächenanteils“ von OEHLER usw. Bei der Vielzahl der Möglichkeiten fällt es nicht leicht, zu erkennen, welche Zahl oder welches Verfahren am zweckmäßigsten bzw. was bedeutend wichtiger ist, welches zuverlässig die zutreffendste Beurteilung liefert.

Im folgenden sollen die genannten Bewertungskriterien kurz erläutert und an einem Beispiel auf ihre Brauchbarkeit und Genauigkeit hin untersucht werden. Außerdem wird ein Vorschlag für eine exakte Bewertung unterbreitet.

OEHLER verwendet bei seinen Untersuchungen [2] über „die Wasserverteilung bei natürlichem und bei künstlichem Regen“ einen Ungleichförmigkeitsgrad  $U = \frac{\max N}{\min N}$ , der sich als Quotient aus der größten Niederschlagshöhe dividiert durch die kleinste Niederschlagshöhe ergibt. Dieser Wert besitzt keine große Aussagekraft, da er die Verteilung auf der Fläche zwischen den Extremwerten nicht berücksichtigt. Die Unter-

\*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin.