

- Verringerung der Masse bei Rohren und Formstücken durch Verwendung von Duraluminium
- Ausrüstung der Dieselmotoren mit Dieschwächern
- Erhöhung der Förderhöhen bei den Aggregaten von z. Z. 60 auf 80 und evtl. auch 100 m WS
- Zusammenstellung der Ausrüstung für die Anlagen nach den Erfordernissen der landwirtschaftlichen Betriebe
- Verstärktes Angebot von fahrbaren Elektro-Aggregaten mit Förderhöhen bis 100 m WS

5. Zusammenfassung

Die beweglichen Anlagen spielen z. Z. noch bei der Klarwasserberegnung eine dominierende Rolle. Neben den halbstationären Anlagen für die großen Flächen wird die bewegliche Anlage in Zukunft für kleine Flächen (≈ 80 ha) ihre Bedeutung beibehalten. Dringend notwendig ist allerdings die Verbesserung der Beregnungsanlagen in technischer Hinsicht, damit sie in Zukunft im Rahmen ihrer Einsatzmöglichkeiten kosten- und arbeitszeitsparender arbeiten können. Zur Verbesserung der Auslastung und zum sinnvollen Einsatz beweglicher Anlagen wird die Ausarbeitung einer technisch-ökonomischen Dokumentation für er-

forderlich gehalten. Die Lieferung des Beregnungsmaterials nach dem ermittelten Bedarf ist eine Forderung, die schnellstens realisiert werden muß.

Literatur

- FINDEISEN, F.: Arbeitsökonomische Untersuchungen zur Rationalisierung des Beregnungsbetriebes. Wiss.-techn. Fortschritt (1965) H. 4, S. 161
- FRIEDRICH, A.: Ist eine Traktorenpumpe für die Zusatzberegnung wirtschaftlich? Deutsche Agrartechnik (1962) H. 11, S. 498
- HORNING, H. M.: Untersuchungen über den Arbeitsaufwand für das Bewegen der Rohrleitungen bei Beregnungsanlagen. Wasser und Nahrung (1957/58) Düsseldorf
- KLEIN, K.-F.: Handhabung und Arbeitswirtschaft der Beregnung im Bauernbetrieb. Berichte über Landtechnik, Wolfslathausen, H. 37
- PAASCII, E. W.: Organisation und Kosten der Feldberegnung in mittel-deutschen Großbetrieben. Wiss. Zeitung der Universität Halle (1955) H. 4
- SCHWARZ, K.: Zur Rationalisierung des Rohrtransportes bei der Beregnung. Zeitschrift für Landeskultur (1960) H. 1
- Prospekt des VEB Rohrwerke Bitterfeld
- Projekte für Beregnungsanlagen der LPG Schrenz, Sangerhausen, Dittfurt und VEG Saatzucht, Bernburg A 6678

Dipl.-Ing. L. KÖHLER / Dipl.-Landw. F. BUTTKUS

Beobachtungen zeigen, daß auch Betriebe mit oft langjährigen Erfahrungen beim Einsatz der Beregnung technologische und ökonomische Grundsätze verletzen und daher vielfach nicht die gewünschten Ergebnisse erzielen. Ursache für diese Tatsache ist u. a. die teilweise mangelhafte Qualifikation des Bedienungspersonals und der leitenden Kader unserer LPG und VEG auf diesem wichtigen Spezialgebiet. Mit der Einrichtung der zentralen Schulungsstätte für Beregnungswärter und Beregnungsmeister beim VEB Meliorationstechnik in Zöschau vor etwa 2 Jahren ist den jahrelangen Forderungen von Praxis und Wissenschaft Rechnung getragen worden. Die Auslastung der Lehrgänge zeigte aber auch, daß nicht alle Betriebe mit Beregnungsanlagen der Qualifizierung ihrer Beregnungswärter die erforderliche Bedeutung beimessen.

Es muß daher betont werden: Nur ausreichende technische Kenntnisse auf dem Gebiet der Wartung und Pflege von Motoren, Pumpen und Beregnungsmaterial sind neben dem Wissen über die Zusammenhänge zwischen Boden und Pflanze unter Bewässerungsbedingungen wesentliche Voraussetzungen für den rationellen Betrieb einer Beregnungsanlage. Darüber hinaus müssen auch gewisse Grundkenntnisse über die hydraulischen Vorgänge und Verhältnisse im Rohrnetz gefordert werden, weil sie einen bedeutenden Einfluß auf die Qualität, den Arbeitsaufwand und die Kosten der Beregnung ausüben.

Um die kompliziert erscheinenden vielfältigen Zusammenhänge zwischen Betriebsdruck, Regnertyp, Wasserverbrauch der Regner usw. der Praxis nahe zu bringen, wurden eine Reihe von Hilfstafeln entwickelt. Diese Tafeln (Bild 1 bis 4) geben eine schnelle und umfassende Auskunft darüber, wie optimale Regneraufstellungen vorzunehmen bzw. rationelle Betriebsverhältnisse zu erreichen sind. Mit Hilfe dieser Tafeln ist jeder Beregnungswärter bzw. Meister in die Lage versetzt, unter Berücksichtigung der technischen Ausrüstung seiner Anlage und deren Betriebsverhältnisse die Voraussetzungen zum rationellen Betrieb zu schaffen. Komplizierte und aufwendige Rechenarbeiten zur Erfassung der hydraulischen Verhältnisse in der Regnerleitung entfallen. Nur der Druck am Hydranten muß bekannt sein und die Druckverluste der Schalleitung, die nach der bekannten Druckverlustkurve von OETTLER schnell ermittelt werden können. Die ausreichende Ablesegenauigkeit der Tafeln macht sie auch

Hilfstafeln für die Bemessung von Regnerleitungen NW 80

als Hilfsmittel für Projektierungsingenieure, Ausbilder und Studierende geeignet.

Bei der Reihenberegnung, bei der statt eines Starkregners mit hohem Wasserverbrauch mehrere Mittelstark- oder Schwachregner geringeren Wasserverbrauches an die Regnerleitung angekuppelt sind, lassen die Kurven nach OETTLER wegen des in jedem Leitungsabschnitt verschiedenen großen Wasserverbrauches exakte Aussagen über den Druckverlust in der Leitung bei unterschiedlichen Betriebsdrücken und unterschiedlichen Düsenweiten der Regner nicht zu. Außerdem ist es nicht möglich, eine Einschätzung des Verhaltens von Druckverlust, Wasserverbrauch, Düsenweite und Betriebsdruck zu geben. STEIN [1] gehört das Verdienst, als erster auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht zu haben. Diese für die Bemessung der Regnerleitung bei der Reihenberegnung offenbar klaffende Lücke sollen die hier unterbreiteten Hilfstafeln schließen. Die „Hilfstafeln für die Bemessung von Regnerleitungen NW 80“ wurden für die in der Beregnungspraxis der DDR am häufigsten eingesetzten Mittelstark- bzw. Schwachregner U 64, MS 61 und S 57/2 aufgestellt.

Grundlage für die Erarbeitung der Tafeln waren die Prüfdaten des Instituts für Mechanisierung der Landwirtschaft, Potsdam Bornim für die Regner MS 61, S 57/2 und U 64 [2] und der Abschlußbericht über die Ergebnisse der Vergleichsprüfungen von Beregnungsanlagen, Budapest 1965 [3], dem die Druckverlustkurven für SK-Rohre NW 80 mit Kardangelenkkupplung des VEB Rohrwerke Bitterfeld für Rohrleitungen, die zickzackförmig mit 5° Abwinklung ausgelegt waren, entnommen wurden.

Für die verschiedenen Düsenweiten und Betriebsdrücke ergibt sich mit zunehmender Leitungslänge und erhöhter Regneranzahl ein immer größerer Wasserverbrauch. In ein Koordinatensystem eingetragen, dessen Abszisse die Leitungslänge und dessen Ordinate der Wasserverbrauch am Hydranten ist, ergibt sich für jeden Betriebszustand (Düsenweite + Betriebsdruck) eine Kurve. Von 4,2 bis 12,0 mm Düsenweite und 2,0 bis 4,5 at Betriebsdruck kann der Betriebszustand bei den Regnern MS 61 und S 57/2 entsprechend den Prüfdaten schwanken; beim Regner U 64 liegen die Betriebsbereiche zwischen 6,0 bis 12,00 mm und 2,0 bis

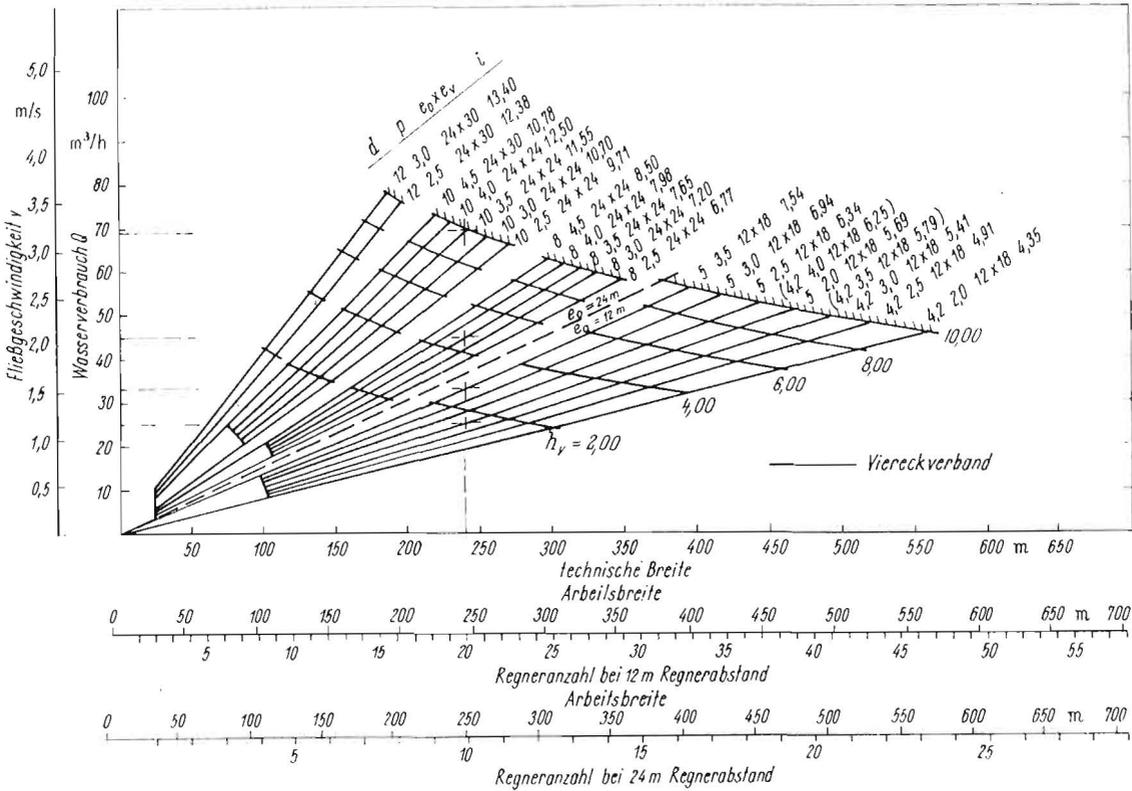
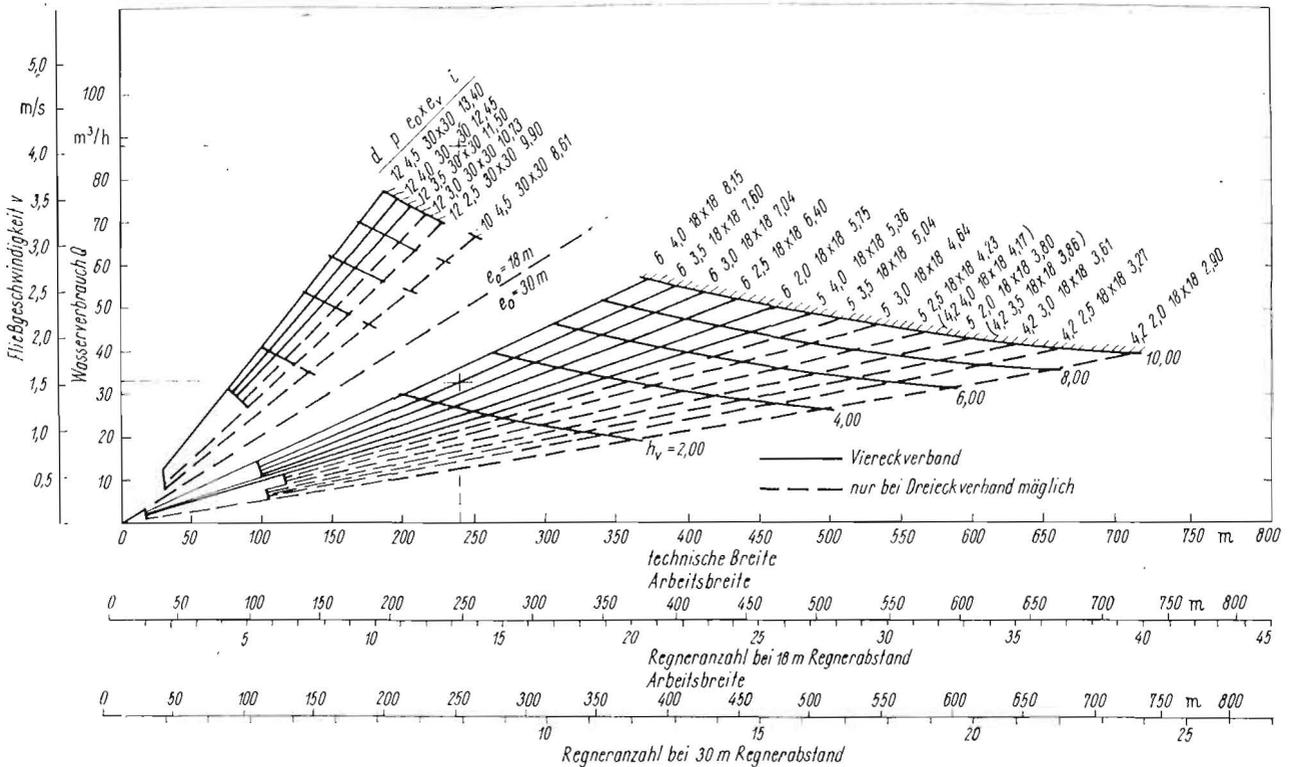


Bild 1. Bemessung von Regnerleitungen NW 80 für Regner MS 61 und S 57/2 bei 12 und 24 m Regnerabstand; d Düsenweite [mm], p Betriebsdruck am letzten Regner [at], e_0 Regnerabstand [m], e_v Vorschub [m], i Regnerdichte [mm/h] am letzten Regner, h_v Druckverlust in der Regnerleitung [m]

Bild 2. Bemessung von Regnerleitungen NW 80 für Regner MS 61 und S 57/2 bei 18 und 30 m Regnerabstand; Erläuterung s. Bild 1



4,5 at. Es ergeben sich also für alle möglichen Betriebszustände Kurvenscharen. Der Übersichtlichkeit wegen wurden diese auf zwei zusammengehörigen Tafeln untergebracht: je eine Tafel für Betriebszustände, die 12 bzw. 24 m Vorschub erlauben, und je eine Tafel für Betriebszustände, die 18 bzw.

30 m Vorschub gestatten. An jeder der Kurven wurde der Betriebszustand des letzten, vom Hydranten entferntesten Regners vermerkt, also Düsenweite und Betriebsdruck; außerdem der bei diesen Verhältnissen mögliche Aufstellungsverband (Regnerabstand \times Vorschub) und die auftretende

Bild 2
Bemessung von Regnerleitungen NW 80
für Regner U 64 bei 24 m Regnerab-
stand; Erläuterung s. Bild 1

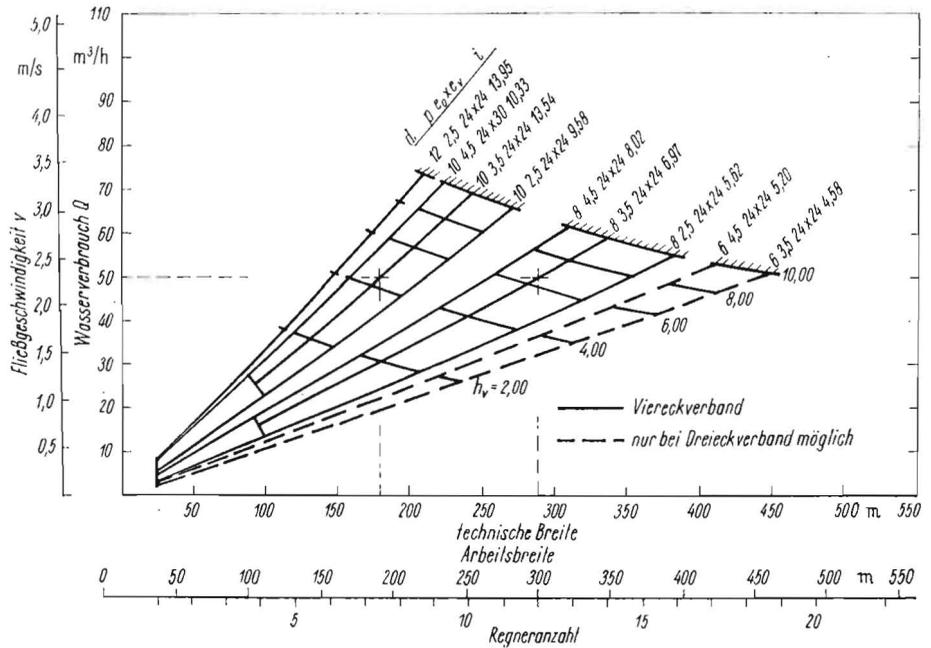


Bild 4
Bemessung von Regnerleitungen NW 80
für Regner U 64 bei 18 und 30 m Regner-
abstand; Erläuterung s. Bild 1

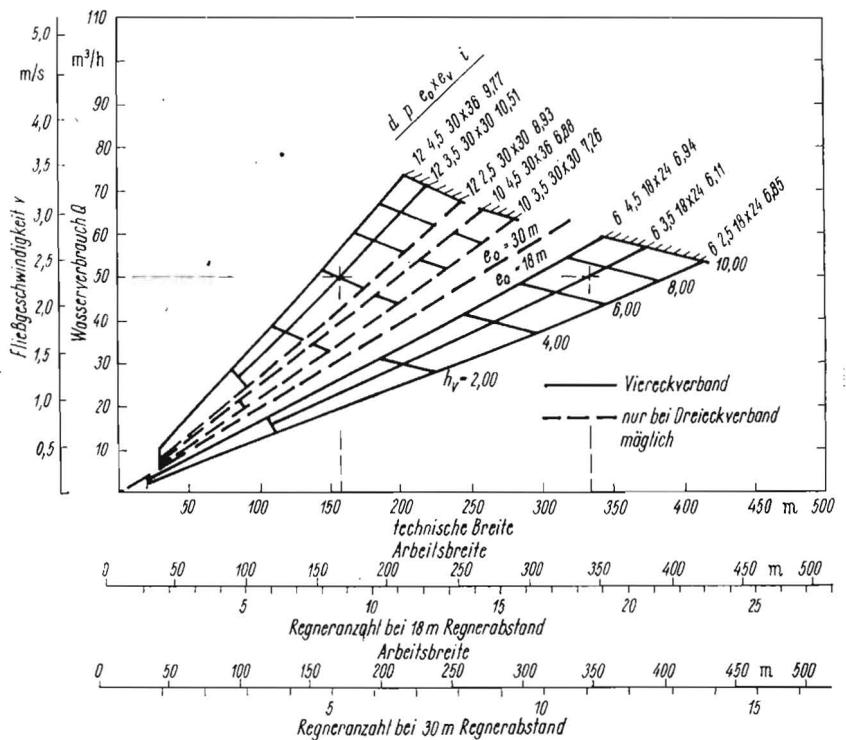
Niederschlagsdichte des letzten Regners. Um die Tafeln auch für technologische Auswertungen heranziehen zu können, wurden außerdem 2 bzw. 4 Leitern entsprechend der unterschiedlichen Regnerabstände e_0 unter der Abszisse vorgegeben, auf der jeweils Arbeitsbreite und Regneranzahl angegeben wurden.

Mit zunehmender Leitungslänge nimmt jedoch nicht nur der Wasserverbrauch am Hydranten zu, sondern auch der Druckverlust. Da der Wasserverbrauch in der Regnerleitung bei der Reihenberechnung mit zunehmender Entfernung vom Hydranten immer kleiner wird, kann man die Druckverlustkurven nach OEHLEER nicht fehlerfrei verwenden. In Abhängigkeit vom sinkenden Wasserverbrauch in der Regnerleitung wurden deshalb die Kurven des Druckverlustes in die Tafeln eingetragen, und zwar für $h_v = 2,0$ bis $10,0$ m WS ($\cong 0,2$ bis $1,0$ at).

Auf der Ordinate ist neben dem Wasserverbrauch der Regnerleitung die Fließgeschwindigkeit am Hydranten dargestellt. Daraus kann man entnehmen, daß bei einem im allgemeinen zugestandenen Druckverlust in der Regnerleitung von 10 m WS ($\cong 1,0$ at) die Fließgeschwindigkeit am Hydranten bei der Reihenberechnung wesentlich höher ist als allgemein angenommen wird und bis zu $3,5$ m/s bei SK-Rohren NW 80 betragen kann (Beispiele in Tafel 1 und 2).

Die Tafeln geben weiterhin Aufschluß darüber, welche Leitungslängen bei dem im allgemeinen für Regnerleitungen zulässigen Druckverlust von $10,0$ m WS = $1,0$ at bei den verschiedenen Regnern und unterschiedlichen Düsenweiten bzw. Betriebsdrücken maximal in Frage kommen können. Ferner sieht man deutlich, daß zur Verbesserung dieser Verhältnisse nicht eine Veränderung des Betriebsdruckes, sondern eine Variation der Düsengröße zweckmäßig ist.

Streng genommen gelten die Tafeln nur für ebenes Gelände. Es ist also notwendig, geodätische Höhenunterschiede in die Berechnung des Druckverlustes wie folgt einfließen zu lassen:



Wasserverbrauch $Q = 50$ m³/h
Betriebsdruck am letzten Regner U 64 $p = 3,5$ at
Düsenweite $d = 8,0$ mm Leitungslänge 288 m
Höhenlage des Hydranten 90,00 m üb. NN
ungefähre Höhenlage des letzten Regners 95,00 m üb. NN
Daraus ergibt sich ein erforderlicher Druck am Hydranten von
 $p = 3,50$ at $\cong 35,0$ m WS
 $h_v = 0,65$ at $\cong 6,5$ m WS
 $\Delta H = 0,50$ at $\cong 5,0$ m WS
4,65 at $\cong 46,5$ m WS

Bei dieser Rechnung begeht man den Fehler, den um den geodätischen Höhenunterschied größeren Druck am Hydranten (im Beispiel $5,0$ m = $0,5$ at) nicht mit in den Wasserverbrauch und den Druckverlust eingerechnet zu haben. Dieser Fehler ist bei erträglichen geodätischen Höhenunterschieden jedoch klein und kann hier deshalb vernachlässigt werden.

Eine spezielle Berechnung jedes einzelnen Falles lohnt den dafür nötigen Aufwand keinesfalls.

Um den Anteil der Schallleitung am Druckverlust zu berücksichtigen, kommen nach wie vor die Druckverlustkurven nach OEHJER, die fast völlig mit den im ungarischen Vergleichsbericht [3] ausgewiesenen übereinstimmen, in Betracht. Zum Druckverlust der Regnerleitung und dem geodätischen Höhenunterschied muß der nach den üblichen Verfahren für den entsprechenden Wasserverbrauch ermittelte Druckverlust in der Schallleitung hinzugezählt werden.

Die Arbeit soll darauf hinweisen, daß die hydraulischen Verhältnisse in Regnerleitungen bei der Reihenberegung wesentlich besser liegen als bisher im allgemeinen angenommen wurde. Bei richtiger Düsenauswahl steht einer Vergrößerung der Leitungslänge über die bisher gebräuchlichsten Maße hinaus von hydraulischer Seite nichts im Wege.

Literatur

- [1] STEIN: Bemerkungen zur Anwendung der Mittelstrahl-Langsam-Beregung. WWT (1932) H. 5
- [2] VOIGT: Die neuen Drehstrahlregner S 57,2 und MS 61. Deutsche Agrartechnik (1966) H. 4, S. 161 und 162
- [3] Abschlußbericht über die Ergebnisse der Vergleichsprüfungen von Beregnungsanlagen. Budapest 1965 A 6817

Untersuchung der Wasserverteilung von Drehstrahlregnern mit Hilfe elektronischer Rechenautomaten

Dr.-Ing. D. VOIGT*

Neben dem Wasserverbrauch, der Wurfweite und dem Tropfenfall ist die Wasserverteilung ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung eines Regners [1]. Dabei interessiert die Praxis vor allem die Gleichmäßigkeit der Wasserverteilung in Verbandsaufstellung.

Durch falsche Verbandsaufstellung kann es zu unter- oder überberegneten Stellen auf dem Feld kommen. Die Folge können Dürreschäden bei unberegneten Pflanzen oder Schäden an der Bodenstruktur in Form von Verschlümmungen durch Überberegung sein. In beiden Fällen wird die durch die Beregnung angestrebte Ertragssteigerung nicht erreicht.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen ist es daher, eine Methode zur Einschätzung der Qualität der Wasserverteilung im Verband zu finden, die es gestattet, für die in der Praxis vorhandenen Regner die günstigste Verbandsaufstellung mit einem vertretbaren Aufwand möglichst genau zu bestimmen.

Die Gleichmäßigkeit der Wasserverteilung im Verband ist hauptsächlich von der Verbandsaufstellung und der Wasserverteilung der einzelnen Regner abhängig.

Der Verband ist bestimmt durch den Regnerabstand a auf der Rohrleitung und den Vorschub b , das ist der Abstand der Rohrleitungen voneinander. Als Verbandsaufstellung kommen vorwiegend Rechteck- oder Dreieckverband in Frage (Bild 1).

Der Regnerabstand a und der Vorschub b sind stets ein ganzzahliges Vielfaches einer Rohrlänge (6 m).

$$a = 6 \cdot n$$

$$b = 6 \cdot n$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

Aus praktischen Erwägungen gelten für den Regnerabstand a und den Vorschub b noch folgende Bedingungen:

$$R \leq a \leq 2 \cdot R$$

$$R \leq b \leq 2 \cdot R,$$

wobei $R = r_{\max}$ die Wurfweite eines Regners bedeutet.

Tafel 1. Beispiele zur Benutzung der Diagramme für die Regner MS 61, S 57/2

Bei 240 m Leitungslänge und 3,5 at Betriebsdruck am letzten Regner ergeben sich für die unterschiedlichen Düsenweiten folgende Betriebsverhältnisse:

Düsenweite	[mm]	4,2	5	6	8	10	12
Bild		1	1	2	1	1	2
Wasserverbrauch	[m ³ /h]	25,0	33,0	33,0	45,0	69,0	—
Fließgeschwindigkeit am Hydranten	[m/s]	1,2	1,5	1,5	2,1	3,2	—
Druckverlust in der Regnerleitung	[m]	1,8	2,6	2,8	4,6	9,8	>10,0
Regnerabstand	[m]	12	12	18	24	24	30
Regneranzahl	[St.]	20	20	13	10	10	—
Arbeitsbreite	[m]	246	246	249	252	252	—

Tafel 2. Beispiele zur Benutzung der Diagramme für den U 64

Bei 50 m³/h Wasserverbrauch und 3,5 at Betriebsdruck am letzten Regner ergeben sich für die unterschiedlichen Düsenweiten folgende Betriebsverhältnisse:

Düsenweite	[mm]	6	8	10	12
Bild		4	3	3	4
Leitungslänge	[m]	333	288	177	156
Druckverlust in der Regnerleitung	[m]	6,8	6,5	4,6	4,0
Regnerabstand	[m]	18	24	24	30
Regneranzahl	[St.]	18	12	7	5
Arbeitsbreite	[m]	342	300	189	171

Die Untersuchungen der Wasserverteilung bei Verbandsaufstellung erfordern entweder einen sehr hohen meßtechnischen Aufwand oder sind nur mit sehr großem Aufwand auszuwerten [2] [3] [4] [5].

Die bisherigen Untersuchungen beschränkten sich daher meist auf die Wasserverteilung in Einzelaufstellung. Die günstigste Verbandsaufstellung wurde mehr oder weniger empirisch bestimmt.

Die heute zur Verfügung stehenden elektronischen Rechenautomaten gestatten es, einen Weg zu beschreiten, der bei relativ geringem Meßaufwand eine gründliche und aussagekräftige Auswertung über die Wasserverteilung im Verband ermöglicht.

Dabei geht man von der in Einzelaufstellung gemessenen Wasserverteilung aus und überlagert die berechneten Flächen theoretisch zur Wasserverteilung in Verbandsaufstellung.

Als Kriterium für die Qualität (Gleichmäßigkeit) der Wasserverteilung wird ein sogenannter Ungleichförmigkeitsgrad verwendet.

$$v = \frac{s}{\bar{s}}$$

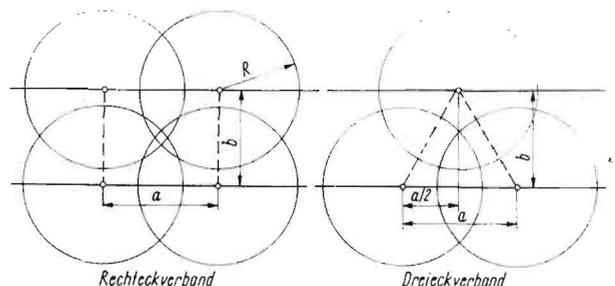


Bild 1. Verbandsaufstellungen

* Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Leiter: Obering. O. BOSTELMANN).