

Verbesserung der Leistungsparameter von Drehstrahlregnern durch Variation der Strahlrohr- und Schlaghebellänge

Dipl.-Ing. O. Dietrich, KDT/Dr. agr. H. Balla
Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

Einleitung

Zur bodenschonenden und wassersparenden Beregnung bei positionsweise arbeitenden Beregnungsmaschinen ist es besonders auf abflußgefährdeten Standorten notwendig, die mittlere Regenintensität im Verband zu verringern. Gleichfalls soll durch konstruktive Veränderungen am Regner mit möglichst geringem Druck- und Energieeinsatz eine große Wurfweite bei guter Verteilung erzielt werden. Grundsätzlich können hierfür zwei Haupteinflußgrößen unterschieden werden, die hydraulische Gestaltung und das Antriebssystem des Regners.

Auf die hydraulische Leistungsfähigkeit eines Regners, die durch die Wurfweite des ruhenden ungestörten Strahls bei Windstille charakterisiert wird, haben folgende Größen Einfluß:

- Strahlrohrlänge
- Strahlrohrdurchmesser
- Krümmungsgestaltung
- Rohrrauhigkeit
- Düsenkonuswinkel
- Gleichrichtereinsatz.

Tafel 1. Einige Richtwerte aus der Literatur für die hydraulische Gestaltung von Regnern

Strahlrohrlänge mm	Strahlrohrdurchmesser mm	Quelle
10 ... 12 d _s	> 4 d ₀	[1]
3 ... 10 d _s	> 3 d ₀	[2]
5 ... 10 d _s	> 2 d ₀	[3]
6,2 ... 7,5 d _s	2 ... 4 d ₀	[4]

d_s Strahlrohrdurchmesser, d₀ Düsendurchmesser

In Tafel 1 ist für die hydraulische Gestaltung von Regnern eine Reihe von Empfehlungen zusammengestellt, die der Literatur entnommen wurden. Diese lassen sich aber in der Praxis oft nicht realisieren.

Der Wirkungsgrad des Antriebssystems wird durch die prozentual erreichte Wurfweite des ruhenden Strahls durch den bewegten Strahl charakterisiert und von der Umdrehungszeit des Regners sowie der Zeit zwischen zwei Anschlägen des Schlaghebels beeinflusst [5, 6].

Durchgeführte Untersuchungen

Für die Untersuchungen wurde als Grundmodell der Drehstrahlregner U64 mit einem Strahlrohrdurchmesser von 22 mm verwendet. An diesem Drehstrahlregner wurden die

Tafel 2. Bei den Untersuchungen verwendete Regnervarianten

Versuchsregner	Strahlrohrlänge mm	Schlaghebellänge mm	Drahtdurchmesser der Drehfeder mm	Windungszahl
1	100	180	2,0	13
2	100	180	1,6	13
3	150	230	1,6	13
4	200	280	1,6	13
5	250	330	1,6	13

Strahlrohrlänge und die Schlaghebellänge variiert (Tafel 2).

Zum Einsatz kamen nur Schlaghebel ohne Gegenmasse. Als Schlaghebellänge gilt der Abstand zwischen der Schlaghebeldrehachse und der Wasserablenkfläche. Die Versuche wurden mit Düsendurchmessern von 9,8 mm und 11,8 mm bei einem Betriebsdruck von 0,35 MPa durchgeführt, wobei die Regenverteilung mit Hellmann-Regenmessern bei einem Gefäßabstand von 1 m und die Umdrehungszeit sowie die Zeit zwischen zwei Anschlägen des Schlaghebels gemessen wurden. Die Meßdauer betrug jeweils 1 h. Jede Versuchsvariante wurde dreimal wiederholt. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu garantieren, wurden alle Versuche bei einer Windgeschwindigkeit von < 0,5 m/s (Windstille) durchgeführt.

Als Wurfweite galt der Abstand zwischen dem Regner und dem Hellmann-Regenmesser, in dem noch eine mittlere Regenintensität von $\geq 0,5$ mm/h gemessen wurde.

Aus dem Meßgefäßabstand ergibt sich ein möglicher Meßfehler von rd. 4 bis 5% bei der Erfassung der Wurfweite.

Um für die Ermittlung des Einflusses des Antriebssystems auf die Wurfweite des Drehstrahlregners die Versuchsergebnisse aller Varianten verwenden zu können, wurden für die Regressionsanalyse nicht die Absolutwerte der erreichten Wurfweiten benutzt, sondern der Wirkungsgrad des Antriebssystems in %.

Dabei wurden folgende Regressionsansätze verwendet:

$$y = ax + b$$

$$y = b e^{ax}$$

$$y = a \ln x + b$$

$$y = bx^a$$

Ergebnisse

Die Verlängerungen des Strahlrohrs um 50, 100 bzw. 150 mm führte bei den einzelnen Versuchsvarianten zu einer Erhöhung der Wurfweite des ruhenden Strahls um 1 bis 3 m (Tafel 3).

Bei der Ermittlung der Abhängigkeit des Wirkungsgrads des Antriebssystems von der Umdrehungszeit erwies sich der logarithmische Funktionsansatz mit einem Regressionskoeffizienten von 0,80 als am besten geeignet.

net. Die ermittelte Funktion und die Eingangswerte sind im Bild 1 dargestellt. Besonders im Bereich kurzer Umdrehungszeiten (≤ 30 s) sind durch geringe Vergrößerungen der Umdrehungszeit deutliche Verbesserungen im Wirkungsgrad des Antriebssystems möglich. In Abhängigkeit von den eingesetzten Schlaghebeln und Drehfedern waren mit den einzelnen Versuchsregnern Umdrehungszeiten von 18,5 bis 148,3 s erreichbar. Die Zeit zwischen zwei Anschlägen des Schlaghebels betrug dabei zwischen 0,29 bis 0,85 s. Daraus ergab sich der im Bild 2 dargestellte Wirkungsgrad des Antriebssystems

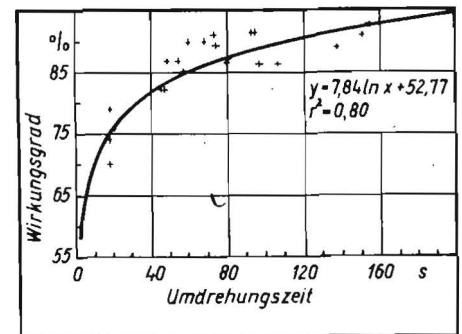


Bild 1. Ausnutzung der Wurfweite des ruhenden Strahls durch den bewegten Strahl in Abhängigkeit von der Umdrehungszeit bei einem Betriebsdruck 0,35 MPa

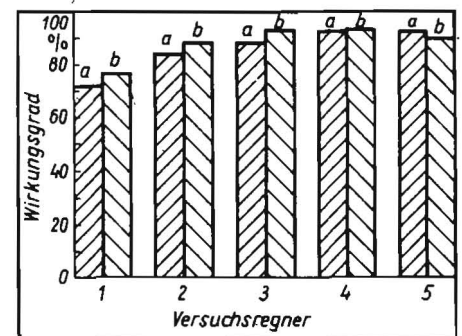


Bild 2. Wirkungsgrad des Antriebssystems der fünf Versuchsregner bei einem Betriebsdruck von 0,35 MPa; a Düsendurchmesser 9,8 mm, b Düsendurchmesser 11,8 mm

Tafel 3. Ergebnisse der Messungen zum Einfluß der Strahlrohrlänge auf die hydraulische Leistungsfähigkeit des Versuchsregners bei einem Betriebsdruck von 0,25 MPa

Düsendurchmesser mm	Strahlrohrdurchmesser/Düsendurchmesser mm	Strahlrohrlänge/Strahlrohrdurchmesser mm	Wurfweite des ruhenden Strahls m	%
9,8	2,2	4,5	25	100,0
9,8	2,2	6,8	25	100,0
9,8	2,2	9,1	26	104,0
9,8	2,2	11,4	27	108,0
11,8	1,9	4,5	26	100,0
11,8	1,9	6,8	27	103,8
11,8	1,9	9,1	28	107,7
11,8	1,9	11,4	29	111,5

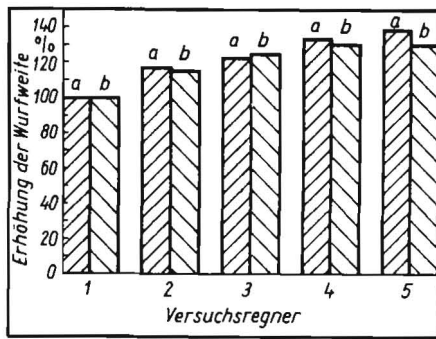


Bild 3. Erhöhung der Wurfweite durch Verbesserung der Hydraulik und des Antriebssystems der Versuchsregner bei einem Betriebsdruck von 0,35 MPa; a Düsendurchmesser 9,8 mm, b Düsendurchmesser 11,8 mm

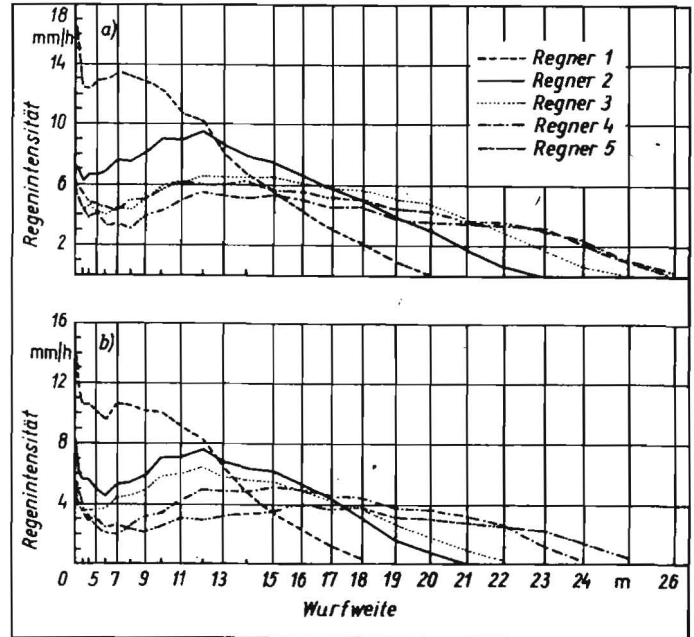
Tafel 4. Anteil von Hydraulik und Antriebssystem an der Erhöhung der Wurfweite der Versuchsregner 3, 4 und 5 bei einem Betriebsdruck von 0,35 MPa

Versuchsregner	Düsendurchmesser mm	Anteil Hydraulik %	Anteil Antriebssystem %
3	9,8	0	100
4	9,8	12	88
5	9,8	20	80
3	11,8	16	84
4	11,8	27	73
5	11,8	38	62

Tafel 5. Ausgewählte Rechteckverbände für positionsweise arbeitende Beregnungsmaschinen bei einem Betriebsdruck von 0,35 MPa

Versuchsregner	Düsendurchmesser mm	Wurfweite m	Rechteckverband m x m	mittlere Regenintensität im Verband mm/h
1	9,8	18	22 x 24	12,44
	11,8	20	22 x 24	17,86
2	9,8	21	22 x 24	12,44
	11,8	23	22 x 30	14,29
3	9,8	22	22 x 30	9,95
	11,8	25	30 x 30	10,48
4	9,8	24	27,5 x 30	7,96
	11,8	26	33 x 30	9,53
5	9,8	25	30 x 30	7,30
	11,8	26	33 x 30	9,53

Bild 4. Regenintensität der Versuchsregner 1 bis 5 bei einem Betriebsdruck von 0,35 MPa; a) Düsendurchmesser 11,8 mm, b) Düsendurchmesser 9,8 mm



für die fünf untersuchten Versuchsregner, der mit rd. 90% für die Varianten 3 bis 5 ausreichend ist [5, 6].

Aus der Verbesserung der hydraulischen Gestaltung und des Antriebssystems des Versuchsregners ergeben sich die im Bild 3 dargestellten Vergrößerungen der Wurfweite. Die Erhöhung der Wurfweite beim Versuchsregner 2 ist nur auf eine Verbesserung des Antriebssystems zurückzuführen (Tafel 2). Die Anteile der Hydraulik und des Antriebssystems an der Wurfweitenerhöhung der Versuchsregner 3, 4 und 5 wurden quantifiziert (Tafel 4).

Der hydraulische Anteil an der Erhöhung der Wurfweite vergrößert sich für die beiden Düsendurchmesser von Versuchsregner 3 zu Versuchsregner 5 um 20 bis 22%. Die Ursache dafür ist, daß sich die Umdrehungszeiten dieser Versuchsregner in einem Bereich befinden, in dem sich der Wirkungsgrad des Antriebssystems nur wenig mit der Umdrehungszeit ändert (Bild 1). Die Ursache für die größere Bedeutung der Hydraulik beim Düsendurchmesser von 11,8 mm von 15 bis 18% gegenüber dem Düsendurchmesser von 9,8 mm ist sowohl in der größeren Zunahme der Wurfweite des ruhenden Strahls (Tafel 3) als auch in der geringeren Umdrehungszeit des jeweiligen Versuchsregners (Tafel 5) zu sehen. Die Veränderungen der hydraulischen und antriebsseitigen Gestaltung des Versuchsregners spiegeln sich in der Veränderung der Regenverteilung wider. Wie aus Bild 4a ersichtlich, führt die Er-

höhung der Wurfweite des Versuchsregners mit dem Düsendurchmesser von 11,8 mm und dem Betriebsdruck von 0,35 MPa zur Senkung der maximalen Regenintensität um rd. 8 mm/h und der mittleren Regenintensität der Einzelbenetzungsfläche um rd. 3 mm/h.

Beim Düsendurchmesser von 9,8 mm (Bild 4b) verringert sich die maximale Regenintensität um rd. 6 mm/h, und die mittlere Regenintensität der Einzelbenetzungsfläche reduziert sich von 6,45 mm/h auf 3,34 mm/h.

Beim Einsatz auf positionsweise arbeitenden Beregnungsmaschinen ergeben sich die in Tafel 5 aufgeführten mittleren Regenintensitäten. Gegenüber dem gegenwärtigen Serienerzeugnis ist es möglich, die mittlere Regenintensität im Verband beim Einsatz des Düsendurchmessers von 9,8 mm um rd. 41% und bei Verwendung des Düsendurchmessers von 11,8 mm um rd. 47% zu verringern.

Schlußfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß sowohl durch Veränderungen in der hydraulischen Gestaltung als auch des Antriebssystems eine Erhöhung der Wurfweite möglich ist. Durch die Verbesserung beider Teilsysteme läßt sich bei einem Betriebsdruck von 0,35 MPa die Wurfweite des Düsendurchmessers 9,8 mm um 7 m und die des Düsendurchmessers 11,8 mm um 6 m

erhöhen. Diese Verbesserungen führen zur Senkung der Regenintensität der Einzelbenetzungsfläche auf weniger als 5 mm/h. Beim Einsatz der Regner auf positionsweise arbeitenden Beregnungsmaschinen kann die mittlere Regenintensität im Verband um rd. 45% im Vergleich zum gegenwärtigen Serienerzeugnis verringert werden, wodurch ein Einsatz auch auf Standorten ermöglicht wird, die bisher aufgrund zu hohen Oberflächenabflusses nicht beregnet werden konnten.

Literatur

- [1] Oehler, T.: Merkmale, Bedingungen und Grenzen der Leistungsfähigkeit von Drehstrahlregnern. Landtechnische Forschung, München 7 (1957) 6, S. 162-167.
- [2] Lebedev, B. M.: Doždeval'nye mašiny (Beregnungsmaschinen). Moskau: Mašinostroenie 1977.
- [3] Drupka, S.: Technische Betriebsparameter für Drehstrahlregner. Wissenschaftlich-technische Informationen für das Meliorationswesen, Bad Freienwalde (1972) 17.
- [4] Weißhaupt, F.: Die Wasserverteilung von Regnern im Verband mit Berechnungsgrundlagen für Bemessungen. Humboldt-Universität Berlin, Dissertation A 1977.
- [5] Kappes, R.; Weißhaupt, F.; Frielinghaus, M.: Untersuchungen zur Erhöhung der Wurfweite von Mittelstrahlregnern. Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 30 (1986) 10, S. 591-597.
- [6] Dietrich, O.; Balla, H.; Schwartze, M.: Erhöhung der Wurfweite des Drehstrahlregners U64. agrartechnik, Berlin 38 (1988) 2, S. 65-66.