

## 2. Einsatz der Anlagen

Die Beregnungsanlagen FREGAT und WOLSCHANKA sind für den Anschluß an Hydranten der Bewässerungsrohrleitungen gedacht (Ober- und Unterflurhydranten), wobei die Wasserzuführung durch stationäre oder fahrbare Pumpaggregate aus offenen Gewässern (Flüsse, Teiche, Kanäle) oder Brunnen erfolgt. Der Hydrantenabstand für die Beregnungsanlage WOLSCHANKA beträgt 18 m und kann unter Umständen durch Anwendung von Zuleitungssehläuchen vergrößert werden. Die Beregnungsanlagen FREGAT und WOLSCHANKA können in Abhängigkeit von den konkreten Bedingungen in unterschiedlicher Länge genutzt werden. Am effektivsten sind die Anlagen jedoch bei Nutzung in maximaler Länge. Am zweckmäßigsten ist der gekoppelte Einsatz der Anlagen FREGAT und WOLSCHANKA, weil dadurch Arbeitskräfte eingespart werden können (eine Arbeitskraft kann mehrere Anlagen bedienen).

Die Beregnungsanlagen FREGAT und WOLSCHANKA finden im Gebiet Povol'ze in der Ukraine, im Nordkaukasus, in der zentralen Zone des europäischen Teils der UdSSR, im Südrural und in anderen Gebieten des Landes Anwendung. Die Vereinigung Sojuzvodprojekt erarbeitete Beispielschemata der Bewässerungsabschnitte bei der Beregnung mit den Anlagen FREGAT und WOLSCHANKA für einen Getreidekomplex unter den konkreten Bedingungen in Povol'ze (Bilder 1, 2 und 3). In den Projekten wurden 8- bis 9feldrige Fruchtfolgen angenommen: zwei Felder Grasansaat, 5 oder 6 Felder Getreidekulturen, ein Feld Mais und Sonnenblumen. Bei der Beregnung mit der Beregnungsmaschine WOLSCHANKA wurde in die Fruchtfolge an-

stelle von Mais Hirse eingeführt. Die Feldausmaße (Vorteilsfläche) wurden mit der Leistung der Beregnungsanlagen in Einklang gebracht, wobei eine Beregnungsanlage etwa 70 ha beregnete. Die Nettoberegnungsfläche war durchschnittlich 600 ha groß.

Die Flächen der Fruchtfolge und Fruchtfolgeparzellen lassen sich in Abhängigkeit von der Anzahl gleichzeitig arbeitender Maschinen verdoppeln, wobei die technisch-ökonomischen Kennziffern für 1 ha Bewässerungsfläche nicht wesentlich verändert werden dürfen. In diesem Fall arbeitet die Beregnungsanlage auf 2 Standorten, aber innerhalb einer Beregnungsfläche.

Um maximale Ernten zu sichern, wurde die Beregnung optimal auf trockene Jahre abgestimmt. Die mittlere Bewässerungsnorm beträgt 4680 m<sup>3</sup>/ha.

Die Bewässerungsperiode umfaßt 179 Tage, davon in der Vegetationsperiode 134 Tage.

Die maximale Wassergabe je Sekunde beträgt bei Kreisberegnung 0,6 l/ha.

Die beste Ausnutzung der Beregnungsanlage wird erreicht, wenn eine Umdrehung 9 bis 13 Tage dauert. Man muß jedoch berücksichtigen, daß in trockenen Jahren mit ungünstiger Verteilung der Niederschläge diese Periode auf 7 bis 10 Tage verkürzt werden muß. Die durchschnittliche Periode dauert etwa 13 bis 18 Tage. Das Bewässerungssystem besteht aus der stationären Pumpstation, Druckrohrleitungen und den mobilen Einrichtungen sowie den Wegen und Waldstreifen. Der Nutzkoeffizient des Bewässerungsnetzes beträgt 0,97 bis 0,98.

## Arbeitsweise und Einsatzmöglichkeiten der Beregnungsmaschine FREGAT<sup>1</sup>

V. M. Krakovec / S. K. Nikulin / Ju. A. Moskoičev / A. M. Polonskij / N. G. Ron'sin

In jedem Jahr nehmen die in der UdSSR durch Beregnung bewässerten Flächen zu (Tafel 1).

Dies ist mit besonderen Forderungen an die Beregnungstechnik verbunden. Die breiteste Anwendung fanden bisher das mit zwei Auslegern ausgerüstete Beregnungsaggregat DDA-100 M, die Weitstrahlregenanlagen DDN-45 und DDN-70 und die transportable Anlage UDS-25. Diese Maschinen und Anlagen, die sich gut unter den verschiedenen Einsatzbedingungen bewährt haben, besitzen jedoch gleichzeitig eine Reihe von Mängeln (niedriger Ausnutzungskoeffizient der Land- und Wasserreserven, unbefriedigende Qualität der Regenverteilung, zu hohe Niederschlagsdichte usw.). 1971 wurde die Produktion der neuen Beregnungsanlage FREGAT aufgenommen. Die Anlage FREGAT besteht aus einer Rohrleitung, die auf vielen mit Rädern versehenen Stützen ruht und die sich bei der Bewässerung rund um ein stationäres Zentrum bewegt. Dieses Zentrum dient als Hydrant eines geschlossenen Bewässerungssystems.

Ein Vorzug der Konstruktion der Beregnungsanlage FREGAT ist die hohe Vereinheitlichung der Baugruppen und Einzelteile. Bei 15 Fahrgestellen sind die Konstruktionen des Rahmens und der Unterstützungen vollkommen einheitlich. Nur das 16. Fahrgestell besitzt verstärkte Schenkel des oberen Teiles der A-förmigen Unterstützung und einen vom Drosselventil unterschiedlichen Mechanismus der automatischen Selbststeuerung.

Die Anzahl der Fahrgestelle und damit auch die Abmessungen der Anlage können verändert werden. Unter den natür-

lichen und betrieblichen Bedingungen der UdSSR eignen sich auf den Bewässerungsflächen Anlagen mit einer Anzahl von 10 bis 16 Fahrgestellen am besten. Die Fläche, die von der Beregnungsanlage FREGAT aus einer Aufstellung in Abhängigkeit von der Anzahl der Fahrgestelle bewässert werden kann, ist in Tafel 2 dargestellt. Eine agrotechnische Kennziffer, die die Beregnungsanlage charakterisiert, ist die Höhe einer Einzelgabe, die bei einer vorgegebenen Niederschlagsdichte ohne Bildung von Oberflächenwasser verabreicht werden kann. Die Beregnungsanlage FREGAT kann auf verschiedenen Böden für die Durchführung aller möglichen Arten der Bewässerung eingesetzt werden:

- vor der Bestellung
- während des Auflaufens
- während der Vegetation

Tafel 1. Dynamik des Wachstums der beregneten Fläche in der UdSSR

Jahr	Beregnete Fläche 1000 ha	Anteil an der insgesamt bewässerten Fläche %
1964	357,7	4,1
1965	544,8	6,6
1966	760,7	8,7
1967	1016,2	11,3
1968	1313,1	14,1
1969	1477,2	15,4
1970	1677,4	16,5

<sup>1</sup> Stark gekürzte Übersetzung aus der Zeitschrift „Gidrotehnika i melioracija“ (1971), II, 9, S. 27—33 (Übersetzer: Böhme)

Tafel 2. Fläche, die von der Beregnungsanlage FREGAT von einem Standort in Abhängigkeit von der Anzahl der Fahrgestelle bewässert werden kann

Anzahl der Fahrgestelle	Beregnete Fläche in ha		
	ohne Regner am Ende	mit Regner am Ende, bei Sektorberegnung	mit Regner am Ende, bei Kreisberegnung
16	64,2	69,6	73,0
15	56,0	61,7	64,5
14	48,5	53,5	56,0
13	41,5	46,2	48,5
12	35,0	39,4	41,5
11	29,0	33,0	35,0
10	24,5	28,2	30,0

Tafel 3. Zulässige Einzelgaben und Niederschlagsdichte bei Bewässerung auf verschiedenen Böden

Zone und Bodenart	Einzelgabe	Zulässige Niederschlagsdichte bei gegebener Höhe einer Einzelgabe, die keinen oberflächlichen Abfluß erzeugt
	m <sup>3</sup> /ha	mm/min
Wald-, Wiesen- und Waldsteppenzone, Rasenpodsolböden und Waldgrauböden	300	0,40
Wiesen-Steppen-Zone, Schwarzerden	500	0,25
Zone der trockenen Steppe, Kastanienböden	700	0,20

Tafel 4. Wasserverbrauch der Beregnungsmaschine FREGAT in Abhängigkeit vom Druck am Hydranten (ohne Berücksichtigung des Wasserverbrauchs durch den hydraulischen Antrieb, der 3 bis 5 Prozent des Gesamtwasserverbrauchs für Bewässerungszwecke ausmacht)

Anzahl der Stützen	Wasserverbrauch der Maschine in l/s (im Zähler)									
	Druck am Hydranten in kp/cm <sup>2</sup> (im Nenner)									
16	97,3	91,1	84,3	77,3	71,4	—	65,5	—	58,4	—
	6,5	6,4	6,2	5,9	5,7	—	5,5	—	5,3	—
15	—	90,9	85,3	79,8	74,7	68,1	63,1	—	58,2	—
	—	6,5	6,0	5,8	5,7	5,5	5,3	—	5,2	—
14	—	—	85,1	79,4	74,6	70,7	66,3	—	59,8	55,6
	—	—	6,0	5,7	5,5	5,6	5,4	—	5,2	5,1
13	—	—	—	—	73,0	68,5	65,0	—	59,5	56,0
	—	—	—	—	5,5	5,4	5,3	—	5,1	5,0
12	—	—	—	—	72,9	69,9	65,8	62,7	59,2	—
	—	—	—	—	5,3	5,2	5,1	5,0	4,9	—
11	—	—	—	—	—	—	—	61,2	58,7	—
	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,9	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	52,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	51,7	—	46,3	—	—	—	—	—	—	—
	5,0	—	4,9	—	—	—	—	—	—	—
14	50,3	—	45,7	—	40,9	—	—	—	—	—
	5,0	—	4,9	—	4,8	—	—	—	—	—
13	52,0	47,2	43,9	—	—	39,8	35,8	—	—	—
	4,9	4,8	4,7	—	—	4,7	4,6	—	—	—
12	54,1	51,1	48,2	44,0	—	40,9	—	37,9	—	—
	4,9	4,8	4,8	4,7	—	4,7	—	4,7	—	—
11	56,1	51,6	48,8	46,2	43,8	—	40,2	37,5	34,8	—
	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7	—	4,7	4,6	4,6	—
10	—	51,4	49,4	45,2	43,8	40,9	40,7	35,9	33,8	—
	—	4,8	4,7	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6	4,6	—

Der Wasserverbrauch der Kreisberegnungsanlage wird nach folgender Formel bestimmt:

$$Q = \rho \frac{rR}{60} [l/s]$$

Die sehr einfache Einstellung der Anlage gibt die Möglichkeit, bei ihrer variablen Länge eine unterschiedliche Niederschlagsdichte durch Veränderung des Wasserverbrauchs zu erreichen (Tafel 2). Die Niederschlagsdichte  $\rho$  wird durch die Beziehung ausgedrückt:

$$\rho = \frac{60 Q r_i}{r^2 R} [mm/min]$$

Darin bedeuten:

r Wurfweite des Regners am Ende der wasserführenden Rohrleitung in m

R Länge der wasserführenden Rohrleitung in m

Q Wasserverbrauch der Beregnungsanlage ohne Berücksichtigung des Verbrauchs des Regners am Ende der Leitung in l/s

r<sub>i</sub> Wurfweite eines dazwischen liegenden Regners (Breite des „Vorschubs“) in m

Die durchschnittliche Niederschlagsdichte der Beregnungsanlage FREGAT beträgt 0,13 bis 0,32 mm/min. Das bedeutet, daß die Anlage mit Erfolg in der Mehrzahl der natürlichen Zonen der UdSSR eingesetzt werden kann (Tafel 3). Die Einstellung der Anlage FREGAT für einen vorgegebenen Verbrauch wird durch Veränderung des Drucks am Hydranten und der Anzahl der Regner sowie durch die Auswahl der austauschbaren Düsen für die Regner erreicht. Die Abhängigkeit des Wasserverbrauchs der Anlage vom Druck am Hydranten ist in Tafel 4 dargestellt.

Die Verbesserung der Regenqualität, der Gleichmäßigkeit seiner Verteilung über die Länge des Flügels und über die Fläche werden durch eine Auswahl der entsprechenden Regner mit austauschbaren Düsen und durch die Anbringung eines Regulierungshahns vor jedem Regner erreicht. Für jede Abmessung der Maschine und für jeden bei dem gegebenen System festgelegten Wasserverbrauch wurden vom Wissenschaftlichen Forschungsinstitut für die Mechanisierung und für die Technik der Bewässerung Einstelltafeln ausgearbeitet. Die hervorstechende Eigenschaft der Beregnungsanlage FREGAT ist die Möglichkeit, ihre Drehgeschwindigkeit zu verändern, dank dessen bei gleichem Wasserverbrauch der Anlage eine unterschiedliche Einzelgabe möglich ist. Die Drehgeschwindigkeit der Beregnungsanlage wird mit Hilfe eines speziellen Reglers, der am letzten Fahrgestell angebracht wurde, vorgegeben. Mit Vergrößerung der Drehgeschwindigkeit wird die Höhe der Einzelgabe vermindert. Man kann die Bewässerungsgabe durch Auswahl der entsprechenden Drehgeschwindigkeit des letzten Fahrgestells oder durch die Anzahl der Hubwege des Zylinders am letzten Fahrgestell je Zeiteinheit genau vorgeben (s. Bild 1 im Beitrag auf S. 17). Die Anzahl der Hubwege des Zylinders je Zeiteinheit in Abhängigkeit von der Höhe der Bewässerungsgabe bestimmt man nach folgender Formel:

$$n = k \frac{Q}{m}$$

m Höhe der Wassergabe in m<sup>3</sup>/ha

k Koeffizient, der von der Länge der Beregnungsanlage abhängig und nach folgender Formel bestimmbar ist

$$k = \frac{2 R_K}{R^2 l_1}$$

R<sub>K</sub> Abstand des letzten Fahrgestells von der ersten Unterstützung in m

l<sub>1</sub> Abstand zwischen den Bodengreifern auf den Rädern der Fahrgestelle (l<sub>1</sub> = 0,164 m).

Die tatsächliche Anzahl der Hubwege des Hydraulikzylinders wird sich etwas von der berechneten Anzahl unterscheiden, was mit dem Schlupf der Räder und mit der Verdunstung des Wassers beim Flug der Tropfen zusammenhängt. Koeffizienten, die diese Faktoren berücksichtigen, werden in die Formel eingeführt.

Wir erhalten

$$n = k \frac{Q\varphi}{m\mu}$$

$\varphi$  Koeffizient, der die Verdunstung berücksichtigt  
 $\mu$  Koeffizient, der den Schlupf einbezieht

Hinsichtlich der einzuhaltenden Bewässerungsgabe eignet sich die Anlage FREGAT ebenfalls gut für die verschiedenen Bedingungen der natürlichen Zonen der UdSSR (Tafel 3). Die Veränderung der Abmessungen der Anlage, um eine bessere Anpassung an die zu bewässernde Fläche zu erreichen, wird nicht durch einfache mechanische Abtrennung einiger Fahrwerke vorgenommen, sondern entsprechend einer bestimmten Vorschrift. Bestandteil der Anlage sind 10 langsam laufende und 6 hochtourige Fahrgestelle mit großer Abmessung der Ablaßöffnung des Verteilerventils vom hydraulischen Antrieb des Fahrgestells.

Die notwendige Anzahl der Fahrgestelle stellt man ausgehend von folgender Bedingung fest:

$$n_{t \max} \geq \frac{n_{b \max}}{r_b} r_{t \max}$$

$n_{t \max}$  größte Anzahl der Hubwege des Zylinders des langsamlaufenden Fahrgestells in Hubwegen/min  
 ( $n_{t \max} = 4$ )

$n_{b \max}$  größte Anzahl der Hubwege des Zylinders eines hochtourigen Fahrgestells in Hubwegen/min  
 ( $n_{b \max} = 6$ )  
 $r_b$  Abstand zwischen dem letzten hochtourigen Fahrgestell und der ersten, starren Unterstützung in m  
 $r_{t \max}$  Abstand zwischen dem letzten langsamlaufenden Fahrgestell und der ersten, starren Unterstützung in m

Die Berechnungsanlage FREGAT mit großer Arbeitsbreite kann in Fruchtfolgen bei Arbeit in zwei Aufstellungen eingesetzt werden. Für den Transport von einem Aufstellungs-ort zum anderen wird eine spezielle Ausrüstung geliefert. Bei der Arbeit der Berechnungsanlage FREGAT an zwei Standorten wächst die Leistung derselben je Saison auf 144 ha an.

### Schlußfolgerungen

Die Niederschlagsdichte der Berechnungsanlage FREGAT wird in Abhängigkeit von der Anwendungszone und den Bodenarten von 0,13 bis 0,32 mm/min verändert.

Die Länge der wasserführenden Rohrleitung und die Anzahl der Fahrgestelle wird durch Ausmaß und Gestaltung der bewässerten Flächen bestimmt.

Die Anlage FREGAT gestattet die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen bei Einzelgaben von 200 bis 1200 m<sup>3</sup>/ha und mehr.

In Abhängigkeit von der Einzelgabe und dem Bewässerungszyklus kann man die Anlage für die Arbeit an ein oder zwei Standorten verwenden.

AU 9136

## Das Sicherungssystem der Berechnungsmaschine FREGAT<sup>1</sup>

V. M. Krakovec / S. K. Nikulin / G. N. Ron'šin

Die sich kreisförmig bewegende Maschine FREGAT besteht aus der zentralen starren Stütze, der wasserführenden Rohrleitung mit Regnern und Entleerungsventilen, den selbstfahrenden Stützen mit Rädern, dem System der automatischen Synchronisation der Bewegungsgeschwindigkeit und dem System des mechanischen und elektrischen Schutzes der Anlagen vor Brüchen. Auf die letzteren Einrichtungen soll hier näher eingegangen werden.

In der praktischen Arbeit muß berücksichtigt werden, daß solche Faktoren wie Geländegestaltung, Oberflächenbeschaffenheit des Feldes und Bodenart Einfluß auf die Bewegungsgeschwindigkeit der Anlage haben.

Am zweckmäßigsten ist es, die Bewässerungsnorm für den Hektar nicht durch die Stellung des Regulierhebels für die Bewegungsgeschwindigkeit des letzten Fahrwerks, sondern durch die Anzahl der Hübe des Hydrozylinders (Bild 1) zu bestimmen.

Ein Vorzug der Berechnungsanlage FREGAT ist die Möglichkeit ihrer Nutzung für die Arbeit in den verschiedensten boden-klimatischen Zonen, deren Bodenverhältnisse, Wasseraufnahmefähigkeit und Geländegestaltung sich unterscheiden. Die Bewegung der Berechnungseinrichtung wird durch Hydroantriebe verwirklicht, die auf jedem Fahrwerk angeordnet sind und die Wasserenergie ausnutzen, die bei der Bewässerung vorhanden ist.

Der Hydroantrieb besteht aus einem Hydrozylinder, einem Verteilerventil und dem Antrieb des Verteilerventils. Mit

dem Hydroantrieb ist der Mechanismus der automatischen Synchronisation der Bewegung der Fahrwerke eng verbunden, der aus dem regulierenden Drosselventil, seinem Antrieb und den Zügen besteht, die an jedem Rohr zu beiden Seiten der Fahrwerke (vom 1. bis 15.) befestigt sind. Wenn die Geschwindigkeit des einen oder anderen Fahrwerks sich

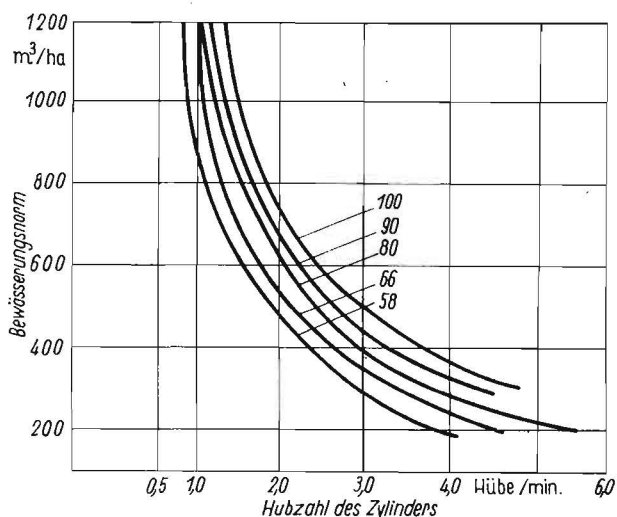


Bild 1. Abhängigkeit der Bewässerungsnorm „m“ von Maschinen unterschiedlicher Länge von der Hubzahl des Hydrozylinders des letzten Fahrwerkes in l/s

<sup>1</sup> Stark gekürzte Übersetzung aus der Zeitschrift „CBNTI Minvodehoz UdSSR — Mitteilung — (1972) II. 10. S. 4—11 (Übersetzer: P. Lenke)