

Bewässerungsverfahren in der Sowjetunion

Irrigation methods in the Soviet-Union

Von Gerhard Zabel *)

1. Einleitung

Von 1971–1974 wurden in der UdSSR im Durchschnitt jährlich 825.000 ha neue Bewässerungsflächen erschlossen. Damit dokumentiert sich das seit dem – für die Bewässerungswirtschaft bedeutenden – Maiplenum (1966) des Zentralkomitees der KPdSU zunehmende Interesse von Partei- und Staatsführung, mit Hilfe von Meliorationsmaßnahmen im weitesten Sinne (Be- und Entwässerung, Weidewasserversorgung, Anlage von Stauwerken, Kanälen etc.) die nach wie vor unzureichende Agrarproduktion des Landes zu erhöhen. Gegenwärtig werden mehr als 20% der landwirtschaftlichen Erzeugnisse auf Meliorationsflächen geerntet, die nur etwa 4% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche der UdSSR ausmachen. Insgesamt betragen die in Wasserwirtschaft und Meliorationswesen vorgenommenen Investitionen im auslaufenden 9. Fünfjahresplan (1971–1975) mehr als 26 Mrd. Rubel und überstiegen damit die gesamte Summe, die innerhalb der letzten 20 vorangegangenen Jahre (1951–1970: 20,6 Mrd. Rubel) für den gleichen Zweck ausgegeben wurde. Von besonderem Interesse dürfte hierbei sein, in welchen Gebieten heutzutage die Bewässerungswirtschaft verbreitet ist und welche Bewässerungsverfahren sich hierbei durchgesetzt haben, bzw. sich durchzusetzen beginnen.

2. Bewässerungsflächen

Die Bewässerungsflächen befinden sich vor allem im südöstlichen und südlichen europäischen Teil der Sowjetunion, in den südkaukasischen Republiken Aserbaidshan, Armenien und Georgien und in Südkasachstan, sowie in den mittelasiatischen Republiken Usbekistan, Turkmenistan, Kirgistan und Tadschikistan. Es werden alte und neue Bewässerungsgebiete unterschieden, wobei die Oasen am Murgab und Tedschen (Turkmenistan), die Amudarja-Niederung, das Seravschan-Becken, das

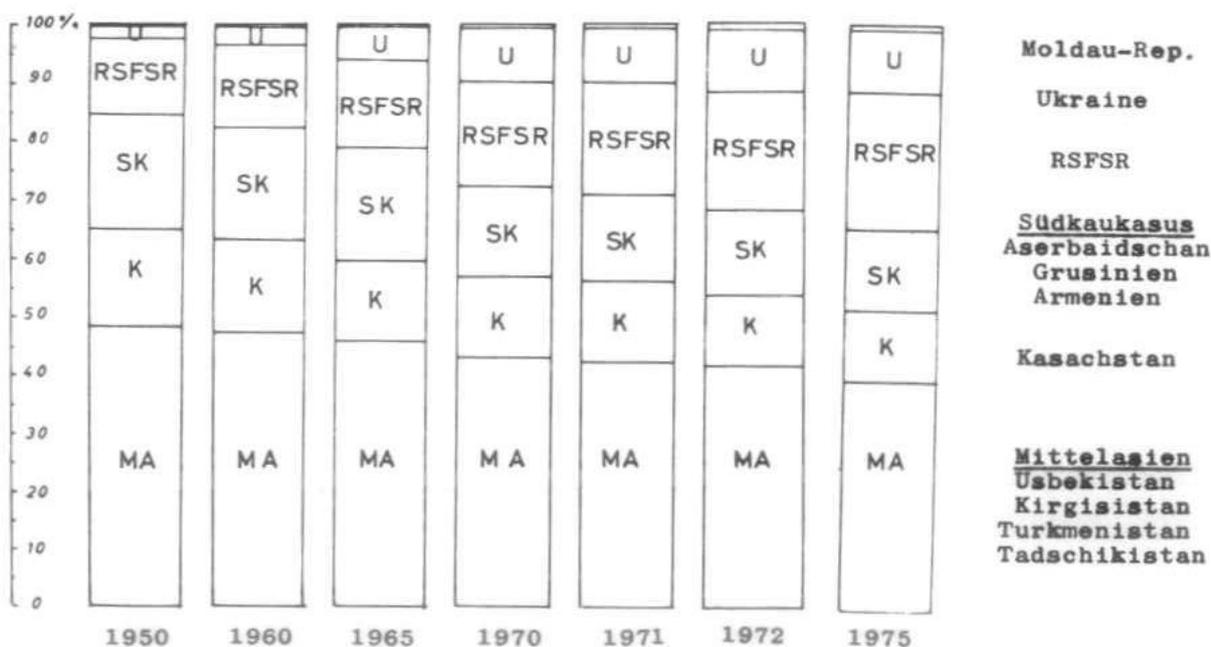
*) Gerhard Zabel, Dipl.-Ing. agr., wiss. Mitarbeiter am Institut für Pflanzenbau, Fachrichtung Tropenpflanzenbau der Universität Hohenheim

Anschrift: Garbenstr. 17, D 7000 Stuttgart 70

Fergana-Tal (Usbekistan) und andere Flußbecken Mittelasiens zu den ältesten Bewässerungsgebieten gehören.

Zur Zeit der Oktoberrevolution betrug die Gesamtbewässerungsfläche etwa 4 Mio. ha, von denen mehr als 90% auf Mittelasien und das Südkaukasusgebiet entfielen. Auch heute noch befindet sich der größte Teil (65%) des Bewässerungslandes der UdSSR in Mittelasien, Kasachstan und Transkaukasien, aber inzwischen wurden auch im europäischen Teil der UdSSR große Bewässerungsareale eingerichtet, deren wichtigste sich im Nordkaukasusgebiet, in der Südukraine, an der unteren und mittleren Wolga sowie in der Moldaurepublik befinden.

Von 1950 bis 1974 vergrößerte sich die Gesamtbewässerungsfläche der UdSSR um 5.219.000 ha (+62,7%) und betrug 1974 13.537.000 ha. Innerhalb der einzelnen Unionsrepubliken aber verlief die Ausdehnung im entsprechenden Zeitraum sehr unterschiedlich. Während sich die Größe der Bewässerungsflächen im Südkaukasusgebiet nur geringfügig änderte, nahm sie in Mittelasien um insgesamt 1.275.000 ha (31,6%) zu. Den größten absoluten und relativen Zuwachs aber erfuhr sie in der Moldaurepublik und in den Steppenzonen der Russischen Sozialistischen Föderativen Sowjetrepublik (RSFSR) und der Ukraine, d. h. die Entwicklung der Gesamtbewässerungsfläche nahm im europäischen Teil der UdSSR schneller zu als im asiatischen Teil.



* Gesamtbewässerungsfläche außer Limanbewässerung

Abbildung 1 Die räumliche Verteilung der Bewässerungsflächen auf einzelne Gebiete und Unionsrepubliken der Sowjetunion in den Jahren 1950—1975 (in Prozent)

Gemeinhin werden in der Sowjetunion zwei Kategorien von Bewässerungsflächen unterschieden:

- **nichtreguläre Bewässerungsflächen**, zu denen die Limanbewässerung (siehe 3.1.1.) sowie bewässertes Trockenland (d. h. in unmittelbarer Nähe von Bewässerungsgebieten gelegene Flächen, die nur dann bewässert werden, wenn in feuchten Jahren genug überschüssiges Wasser vorhanden ist) gehören.
- **reguläre Bewässerungsflächen**, zu denen insbesondere die Gesamtbewässerungsflächen in den Kolchos-, Sowchos- und anderen staatlichen Betrieben der UdSSR gehören. Sie beliefen sich 1974 auf 13,5 Mio ha. Zieht man von ihnen die Flächen ab, die aus verschiedenen Gründen (Rekonstruktion des Bewässerungsnetzes, organisatorische Gründe, Wassermangel) nicht bewässerungswirtschaftlich genutzt wurden, dann erhält man die tatsächlich bewässerte und mit landwirtschaftlichen Kulturen bebaute Fläche von 12,7 Mio. ha, die auch bei der Einteilung der Bewässerungsverfahren zugrundegelegt wird.

3. Bewässerungsverfahren

Über den Anteil der einzelnen Bewässerungsverfahren an der Bewässerungsfläche gibt Tabelle 1 Auskunft. Es ist zu sehen, daß von den Oberflächenverfahren die Furchenbewässerung die größte Bedeutung hat.

Tabelle 1: Die Anwendung verschiedener Bewässerungsverfahren auf den tatsächlich bewässerten Bewässerungsflächen der UdSSR in den Jahren 1957—1974

	1957	1960	1965	1970	1974
Furchenbewässerung	99,3	98,7	70,0	83,5	43,0
Sonstige Verfahren			23,6		30,2
Beregnung	0,7	1,3	6,4	16,5	26,8

Ihr Anteil ging zwar von 1950 bis 1974 relativ zurück, aber er wird sich wegen ihrer Bedeutung vor allem im Wein-, Gemüse- und Baumwollanbau auf etwa 30–35 % einpendeln. Die Beregnung hat den stärksten Zuwachs zu verzeichnen. Wurden 1957 erst 0,7% der tatsächlichen bewässerten Flächen beregnet, so waren es 1974 bereits 26,8%. Ihr Anteil dürfte sich in nicht allzulanger Zeit um etwa 10% vergrößern. Die Unterflurbewässerung ist flächenmäßig unbedeutend; auf ihre Behandlung kann daher hier verzichtet werden.

3.1. Oberflächenbewässerung

Zu den Verfahren der Oberflächenbewässerung gehören die Furchen-, Landstreifen- und Beckenbewässerung. Die Wasserzuleitung auf die Felder erfolgt hier entweder mit natürlichem Gefälle oder mit künstlich erzeugtem Druck. Außerdem gehört hierzu die Limanbewässerung, die wegen ihrer großen Bedeutung kurz beschrieben werden soll.

3.1.1. Limanbewässerung

Sie ist ein extensives Bewässerungsverfahren, das in den Trockensteppen- bzw. Halbwüstengebieten des Nordkaukasus, der Südukraine, des Südruralgebietes, Nordkasachstans und Südwestsibiriens und an der mittleren und unteren Wolga verbreitet ist. Ihre Anlage erinnert sehr an die im Vorderen Orient häufig anzutreffende Sturzwasserbewässerung, jedoch besteht der Unterschied darin, daß hier kein oberflächlich abfließendes Regenwasser, sondern das Schmelzwasser der im Frühjahr auftauenden Schneedecken gesammelt wird.

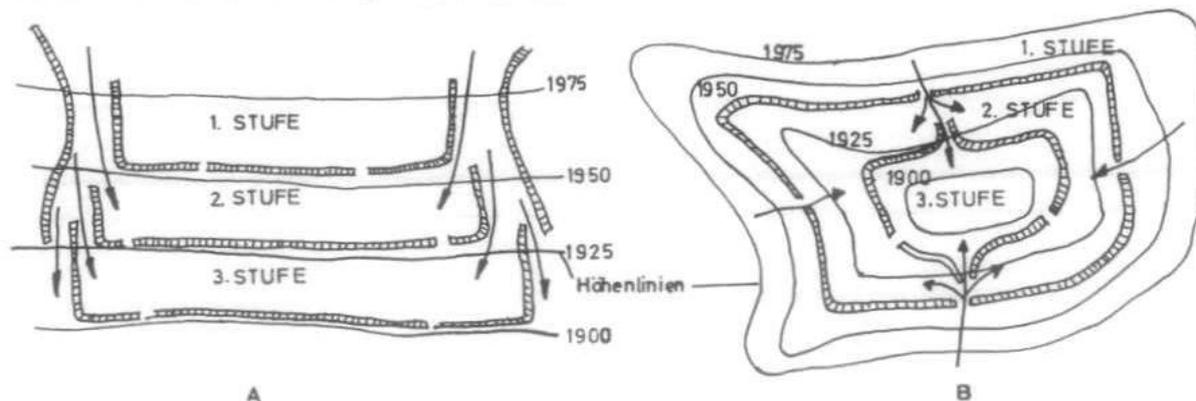


Abbildung 2 Schema der Limanbewässerung. A - Dreistufiger Liman am Hang, B - Dreistufiger ringförmiger Liman in einer Senke

Ein Liman besteht aus Wällen oder Dämmen geringer Neigung (1 : 4 bis 1 : 6), deren Höhe 1–2 m betragen kann. Limane werden unter bestmöglicher Ausnutzung der natürlichen Relief- und Gefälleverhältnisse angelegt. Wir unterscheiden Limane

- an leicht abfallenden Hängen von Tälern oder Schluchten, wobei der Hauptdamm entweder parallel oder quer zum Tal verläuft (Abb. 2A),
- auf einem Plateau, in mäßig abfallenden sowie in Steppenniederungen, wobei sie eine ringförmige Fläche einnehmen können (Abb. 2B),
- in natürlichen Flußniederungen, die in der Regel nicht oder nur wenig überflutet werden.

Meistens reichen Überflutungstiefen von 0,2–0,4 m aus; daher werden bei größerem Gefälle und großflächigen Einzugsgebieten mehrstufige Limane angelegt. Die Fläche eines Limanes schwankt von einigen Hektar bis zu mehreren 100 Hektar. Das je Hektar Limanfläche erforderliche Wassereinzugsgebiet hängt in erster Linie von den Niederschlagsverhältnissen sowie dem Oberflächengefälle ab. Es beträgt im Gebiet Kujbyshev 4,5 ha, im Gebiet Saratov 5,2 ha, im Gebiet Uralsk 12,0 ha, im Gebiet Wolgograd 19,0 ha und in den zentralen Schwarzerdegebieten 6,0–12,0 ha. Kleinere Limane können von den landwirtschaftlichen Betrieben mit eigenen Mitteln angelegt werden. Der Arbeitsaufwand zur Pflege und Unterhaltung ist verhältnismäßig gering: bei Überflutungstiefen von 0,2–0,4 m kann eine Arbeitskraft 200–300 ha instandhalten. Die Füllung der Limane dauert etwa 3–6 Tage. Je später der Schnee

taut, desto kürzer ist die zulässige Einstauzeit, um Frühjahrarbeiten und Vegetationsbeginn nicht zu verzögern. Die Einstauzeit beträgt bei Winterkulturen 2–3 Tage, bei Gräsern und Leguminosen 5–7 Tage und bei Naturwiesen 10–15 Tage. In der Regel wird eine Durchfeuchtung des Bodens bis in 1–1,5 m Tiefe angestrebt.

Vorteilhaft sind bei der Limanbewässerung die geringen Anlage- und Betriebskosten, die Möglichkeit der Bewässerung höher gelegener Flächen, die verminderte Bodenabtragung sowie die Regulierung des Oberflächenabflusses. Nachteilig sind die Schwankungen der Limanbewässerungsfläche je nach der Schmelzwassermenge, die ungleichmäßige Durchfeuchtung des Bodens sowie die Tatsache, daß die Bewässerung meist nur einmal im Jahr erfolgt.

Gegenwärtig werden in der Sowjetunion etwa 1 Mio. ha Limanflächen bewässert. Infolge guter Ausdehnungsmöglichkeiten in den Trockengebieten Kasachstans, des Nordkaukasus und des mittleren und unteren Wolgagebietes soll diese Fläche bis 1980 auf 2,5–3,0 Mio ha vergrößert werden.

3.1.2. Überstaubewässerung

Sie wird bevorzugt im Reisanbau, bei der Durchspülung versalzter Böden sowie bei der Bewässerung von Wiesen und Weiden angewendet. Besonders hervorzuheben ist die Entwicklung von arbeitssparenden Überstauverfahren im Reisanbau, die unter den Bezeichnungen „Karta nach dem Krasnodar-Typ“ (KKT) und „Karta mit breiter Be- und Entwässerungsfront“ (KTŠF) Eingang in die Praxis gefunden haben. Grundlage einer Bewässerungseinheit ist die „Karta“, eine rechteckig angelegte Fläche von 15–20 ha Größe. Bei der Karta nach dem Krasnodar-Typ (Abb. 3A) befindet sich an den Längsseiten je ein Kartazuleiter und ein Kartaableiter und an den Querseiten liegen entsprechende Kanäle, die jeweils mehrere Kartas versorgen. Die Karta wird nun in „Tscheki“, d. h. in kleinere, von 30–40 cm hohen Wällen umgebene Bewässerungsflächen von 2–5 ha eingeteilt, die in der Regel direkt aus dem Kartazuleiter bewässert werden und aus denen das überschüssige Wasser direkt in den Kartaableiter abgelassen wird. Eine neue, auf der Ausstellung der ICID (International Commission on Irrigation and Drainage) in Moskau 1975 vorgestellte Reguliereinrichtung ermöglicht die automatische Steuerung des Wasserstandes in mehreren Tscheks, welche sich selbst auf unterschiedlichem Niveau befinden können, durch Senkung bzw. Hebung der Wasserstände in den Zu- und Ableitern. Um die Zerstörung der Wälle beim Fahren von Tschek zu Tschek durch Maschinen und Traktoren zu vermeiden, werden längs der Kanäle am Feldanfang und -ende jeweils 10 m breite Wallabschnitte mit einer Böschung von 1 : 4 versehen.

Im Laufe der Entwicklung wurde die Fläche der Tscheks in den Kartas von 0,5 auf durchschnittlich 4 ha vergrößert. Daraus ergab sich, besonders als bessere Planiergeräte zur Verfügung standen, die Tendenz, die Tscheki so auszudehnen, daß sie schließlich mit der Karta identisch wurden. Das Ergebnis dieser Entwicklung ist die Karta mit breiter Be- und

Entwässerungsfront (Abb. 3B). Zur Be- und Entwässerung dient ein einziger, längs der Karta geführter Graben, dessen Aushub den Damm zur benachbarten Karta-Tschek bildet. Bei der Bewässerung wird der Graben allmählich überfüllt, so daß das Wasser – wie bei einer natürlichen Überschwemmung in den Flußniederungen – über den Rand läuft und die ganze Fläche auf breiter Front überflutet. Bei der Entwässerung dient derselbe Graben als Drängraben.

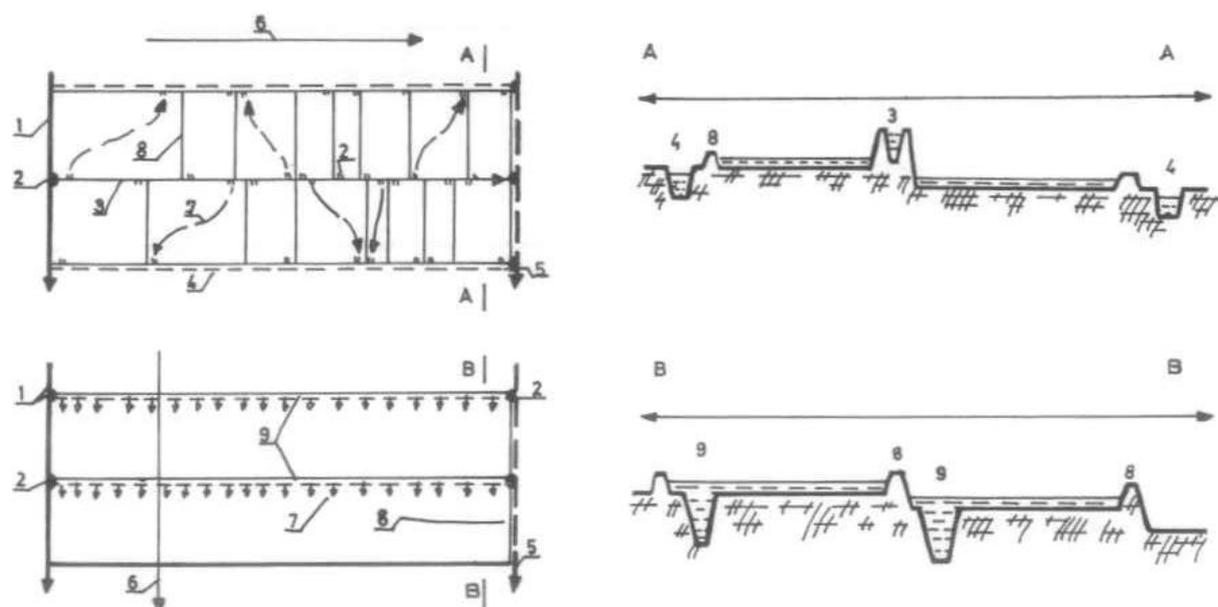


Abbildung 3 Überstaubewässerung im Reisanbau. A - Karta nach dem Krasnodar-Typ (KKT), B - Karta-Tschek mit breiter Be- und Entwässerungsfront (KTŠF). 1 - Zuleitungskanal, 2 - Durchlässe, 3 - Karta-Zuleiter, 4 - Karta-Ableiter, 5 - Entwässerungskanal, 6 - Gefälle, 7 - Fließrichtung des Wassers, 8 - Tschekbegrenzungswälle, 9 - kombinierter Be- und Entwässerungskanal

3.1.3. Furchen- und Streifenbewässerung

Die Entwicklung der Furchen- und Streifenbewässerung ist durch eine zunehmende Konzentration des Förderstromes und durch die Tendenz zur Automatisierung und Mechanisierung der Wasserverteilung auf dem Felde gekennzeichnet. Zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität werden Bewässerungsschläuche und Schnellkupplungsrohre, fest installierte Halbschalen-Stelzkanäle und betonierte Zuleiter in Verbindung mit Syphons und Außenröhrchen sowie unterirdisch verlegte Rohrleitungen immer häufiger verwendet.

Zu den einfachsten Maßnahmen der Wasserverteilung, welche keine besonderen Zuleiter erfordern, gehören die einseitigen Hilfsfurchen und die einseitigen Zuleitergräben, welche bei der Furchen- und teilweise auch bei der Streifenbewässerung verwendet werden. Einseitige Hilfsfurchen werden unmittelbar neben einem gewöhnlichen zweiseitigen Zuleiter (Abb. 4A) auf der Seite angelegt, die in Gefällerrichtung verläuft. Die Hilfsfurchen werden durch einfache Erdwälle in Abschnitte unterteilt, wobei an jedem Abschnitt je nach Reliefverhältnissen 10 bis 40 Bewässerungsfurchen liegen. Gewöhnlich werden 2 bis 4 Abschnitte gleichzeitig

angeschlossen. Das Wasser fließt aus einem oder aus zwei benachbarten zeitweiligen Feldkanälen in den Zuleiter, dessen Gefälle gleich Null oder $< 0,1\%$ ist, und aus ihm durch Einlässe oder Syphons in einige Abschnitte der Hilfsfurche, aus denen es sich dann selbständig in die Bewässerungsfurchen ergießt. Ein Mann kann bei einem Modul von 70–150 l/s bis zu 3,5 ha pro Schicht (7 h) bewässern. Zeitweilige Feldkanäle sind einfache Erdkanäle, die während oder nach Beendigung der Bewässerungssaison wieder zugeschüttet werden, um der Verbreitung von Unkräutern entgegenzuwirken.

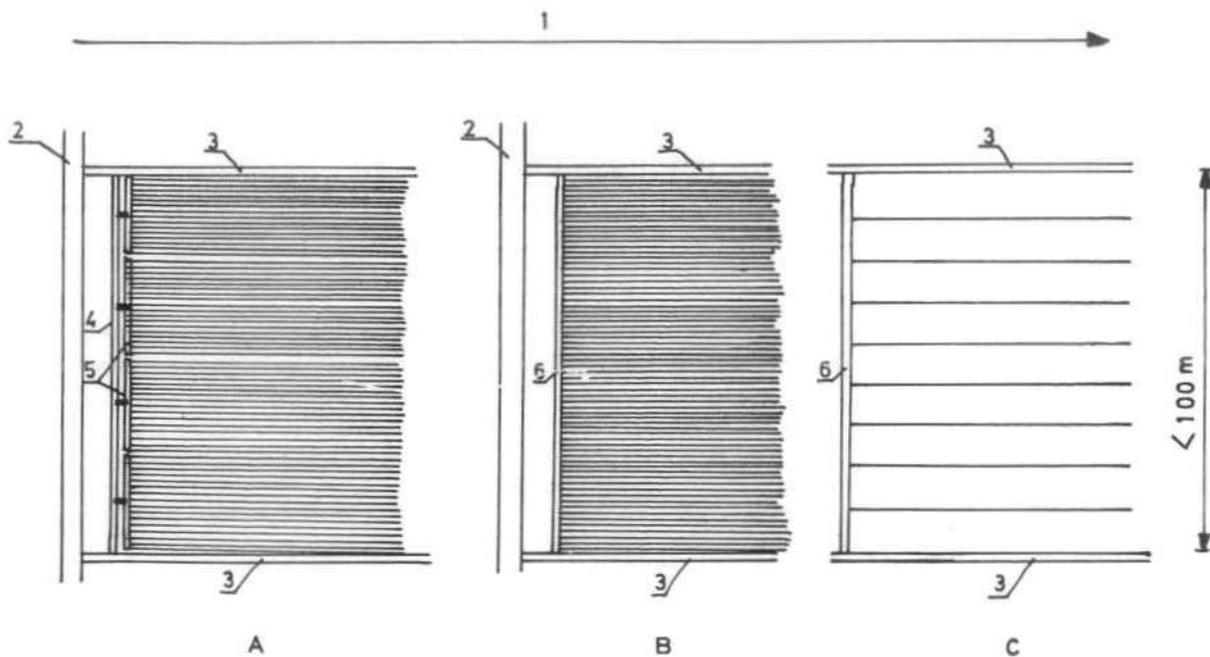


Abbildung 4 Bewässerungsschema mit einseitigen Hilfsfurchen (A) und einseitigen Zuleitergräben (B, C). A - 10–40 Furchen pro Abschnitt werden gleichzeitig bewässert, B - 120–150 Furchen werden gleichzeitig bewässert, C - 8–10 Streifen werden gleichzeitig bewässert. 1 - Hauptgefällerrichtung, 2 - Kanal, 3 - zeitweiliger Feldkanal, 4 - Zuleiter, 5 - einseitige Hilfsfurchen, 6 - einseitiger Zuleitergraben

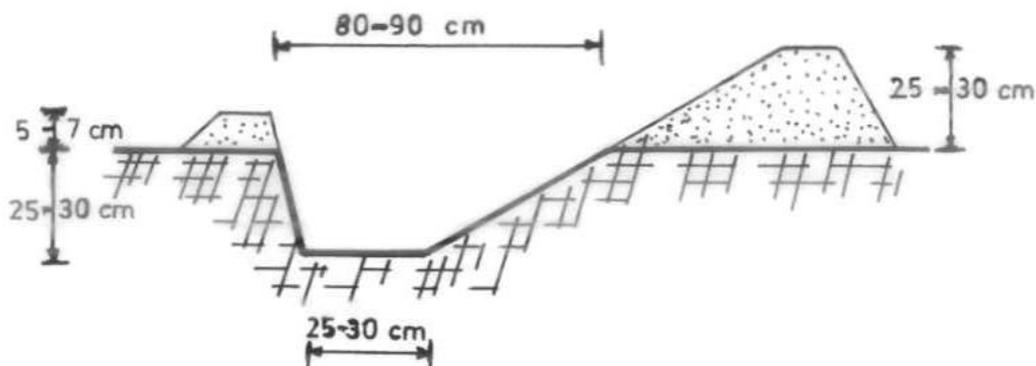


Abbildung 5 Querschnitt durch einen einseitigen Zuleitergraben

Einseitige Zuleitergräben (Abb. 5) werden am zweckmäßigsten auf Flächen angelegt, die kein Quergefälle haben. Im Gegensatz zu den einseitigen Hilfsfurchen muß hier die Trasse vor Anlage der Zuleitergräben nivelliert werden, wobei das Gefälle gleich Null oder $< 0,1\%$ betragen soll. Das Wasser fließt aus zwei benachbarten zeitweiligen Feldkanälen in den horizontal gelegenen einseitigen Zuleitergraben und von dort entweder in alle 120–150 Bewässerungsfurchen oder in alle 8–10 Bewässerungstreifen, die zu diesem Abschnitt gehören (Abb. B, C). Eine gleichmäßige Wasserverteilung ist nur dann gewährleistet, wenn der Abstand zwischen den zeitweiligen Feldkanälen, d. h. die Länge des einseitigen Zuleitergrabens 80–100 m nicht übersteigt und der eingeleitete Wasserstrom im Bereich von 60–120 l/s liegt. Ein Mann kann pro Schicht 3,5–4 ha, bei günstigen Verhältnissen sogar 5–6 ha bewässern.

Ein besonders interessantes Verfahren, die sogenannte Spaltenfurchenbewässerung, wurde im Nordkaukasusgebiet vom „Südlichen Wissenschaftlichen Forschungsinstitut für Hydrotechnik und Melioration“ in Novotscherkassk erarbeitet. Es wird bei Vorrats- und Vorratsbewässerungen, besonders auf Parzellen mit unzureichend eingeebneten Oberflächen empfohlen sowie auf Böden mit schwacher Wasserdurchlässigkeit.

Spaltenfurchen unterscheiden sich von gewöhnlichen Furchen dadurch, daß am Furchengrund eine enge, 35 mm breite Spalte gezogen wird (Abb. 6); die Gesamtfurchentiefe mit Spalte beträgt 35–40 cm. Bei dieser

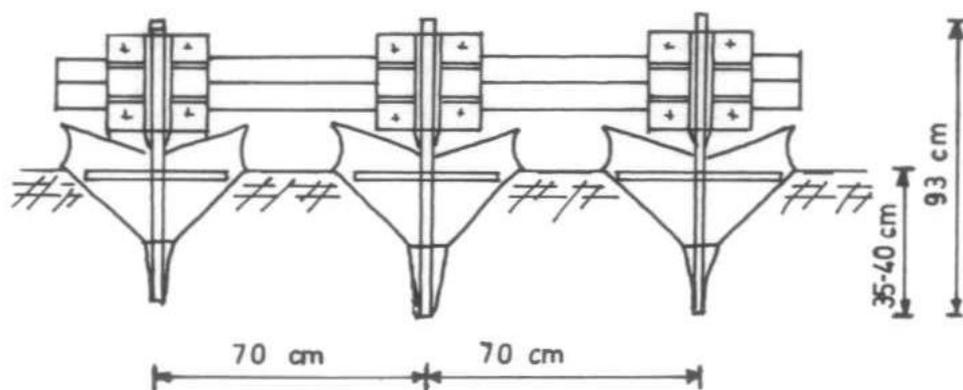


Abbildung 6 Gerät zur Anlage von Spaltenfurchen

Tiefe kann das Wasser Unebenheiten bis 10 cm leicht überwinden. Der Bodenkörper kann schneller und gleichmäßiger als bei gewöhnlichen Furchen befeuchtet werden, da die Kontaktfläche Boden-Wasser erheblich vergrößert worden ist. Spaltenfurchen werden im Abstand von 0,8–1,2 m auf einem ungepflügten Feld oder auf der Stoppel gezogen. Die Furchenlänge kann je nach Infiltrationsgeschwindigkeit und Gefälle 120–450 m und die Einlaufwassermenge je Furche 1,5–5,0 l/s betragen. Infolgedessen kann ein Mann die doppelte Wassermenge pro Zeiteinheit ausbringen als bei gewöhnlicher Furchenbewässerung.

3.1.4. Bewässerungsmaschinen

Zur Verbesserung der Anwendungsmöglichkeiten der Oberflächenverfahren und zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität wurden verschiedene Konstruktionen von Bewässerungsmaschinen entwickelt, deren Spektrum von mechanischen Wasserhebergeräten bis zu kompletten mobilen Bewässerungsanlagen reicht. Während manche Maschinen hauptsächlich für die Furchenbewässerung bestimmt sind, können andere für alle Oberflächenverfahren verwendet werden. Wir unterscheiden Bewässerungsmaschinen, deren Produktion seit 1971 eingestellt ist, die aber in der Praxis noch verwendet werden, und Bewässerungsmaschinen, die ab 1971 serienmäßig hergestellt oder aber zunehmend in der Praxis verwendet werden.

Zur ersten Gruppe gehört die selbstfahrende Bewässerungsmaschine SPM-200 (russ.: Samochodnaja polivnaja mašina). Sie besteht aus einem mit einer Pumpe ausgestatteten Raupenkettentraktor, das über einen schmalen, offenen zeitweiligen Feldkanal fährt, so daß kein besonderer Weg für die Maschine erforderlich ist. Der Betriebsdruck beträgt 0,5 bar. Auf dem Fahrzeug ist ein Traggestell mit zwei je 50 m langen Tragarmen montiert, über die das Wasser durch im Abstand von 0,7 m angebrachte herabhängende Schläuche in einzelne Furchen geleitet wird. Der Wasserbedarf beträgt bis zu 200 l/s, die Bewässerung erfolgt im Fahren. Zur Bedienung sind 2 Mann erforderlich (Abb. 7).

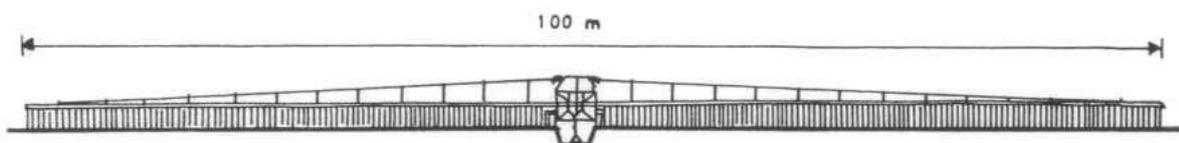


Abbildung 7 Die Bewässerungsmaschine SPM-200

Zu den ab 1971 serienmäßig hergestellten Bewässerungsmaschinen gehört das mobile Bewässerungsaggregat PPA-165 (russ.: Polivnoj peredvižnoj agregat), das entweder allein oder zusammen mit dem anhängbaren Schlauchwagen TŠP-400 (Teležka šlangovoj pricepnaja) verwendet wird. Im ersten Falle sind zwei je 100 m lange Schlauchleitungen heckseitig rechts und links vom Traktor angebracht (Abb. 8 B), im zweiten Falle wird ein 400 m langer Schlauch auf dem Schlauchwagen TŠP-400 hinter dem Traktor hergezogen (Abb. 8 A). Am Traktor befinden sich ferner ein zapfwellengetriebener Motor und eine schwenkbare Saugleitung mit 2 m Saughöhe. Das Auf- und Abspulen des Schlauches erfolgt im Fahren durch die Trommel des Transportwagens bzw. durch die Haspeln, welche hydraulisch durch den Traktor gesteuert werden. Der Schlauch wird quer zu den Bewässerungsfurchen so ausgelegt, daß die Öffnungen in Richtung der zu bewässernden Furchen liegen. Nach Verlegung des Schlauches nimmt der Traktor im rechten Winkel zum Kanal Aufstellung; die Saugleitung wird in den Kanal gelassen und das Ende des Bewässerungsschlauches an die Druckleitung angeschlossen.

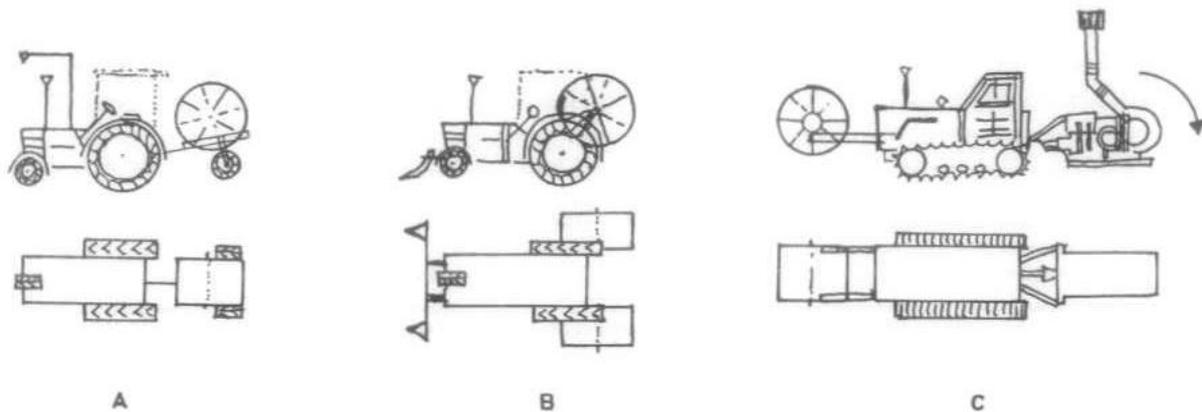


Abbildung 8 Die Bewässerungsmaschine PPA-165 (A, B) und PPA-165 U (C)

Die Länge des wasserspendenden Schlauchteiles richtet sich nach der von der Pumpe geförderten Wassermenge (135–165 l/s), nach dem Furchenabstand und nach der Einlaufwassermenge pro Furche. Die mit einer Position zu bewässernde Fläche kann von 4 ha (bei 100 m Furchenlänge) bis 20 ha (bei 500 m Furchenlänge) betragen. Zu beachten ist, daß bei einer Position größere Flächen nicht gleichzeitig, sondern abschnittsweise nacheinander bewässert werden, was durch Regulierung der Öffnungen an den entsprechenden Schlauchabschnitten möglich ist. Zur Bedienung sind 2 Mann erforderlich.

Das mobile Bewässerungsaggregat PPA-300 (russ.: Polivnoj peredvižnoj agregat) ist wie das Gerät PPA-165 konstruiert und unterscheidet sich von ihm nur durch einen größeren Förderstrom (bis 300 l/s) und die frontal vor dem Traktor angebrachte Schlauchhaspel. Das Gerät soll vorwiegend in Baumwoll- und Reisanbaugebieten bei der Bewässerung von Futterpflanzen eingesetzt werden.

Das mobile Universalbewässerungsaggregat PPA-165U (russ.: Peredvižnyj polivnoj universalnyj agregat) ist eine Variante der Bewässerungsmaschine PPA-165. Die Schlauchhaspel mit 400 m Schlauch ist frontal am Traktor angebracht, die zapfwellengetriebene Pumpe befindet sich mit einer starren, schwenkbaren Saugleitung hinter dem Traktor. Nach Verlegen des Schlauches nimmt der Traktor quer zum Entnahmekanal Aufstellung und schwenkt die Saugleitung in den Kanal. Danach wird der Bewässerungsschlauch mit der Pumpe verbunden. Das Wasser tritt durch einfache Öffnungen aus und verteilt sich zu beiden Seiten auf das Feld. Die Förderkapazität beträgt 100–300 l/s; ein Mann ist zur Bedienung erforderlich. Das Gerät eignet sich vorwiegend für die Flächenrieselung. 8–10 ha können gleichzeitig bewässert werden (Abb. 8 C).

Um die Bewässerung von 20–30 m breiten, 100–500 m langen Landstreifen, oder 1–6 ha großen ebenen Reisparrzellen, die mit Fruchtwechsellkulturen bestellt sind, zu beschleunigen, sind in letzter Zeit Bewässerungsmaschinen entwickelt worden, die noch größere Wassermengen (bis 500 l/s) auf dem Felde verteilen können. Da der größte Teil der innerbetrieblichen Bewässerungskanäle für die Zuleitung dieser Wasser-

mengen nicht ausreicht, wurden die Geräte so konstruiert, daß sie zur Bewässerungszeit das Wasser offenen Dränkanälen entnehmen können. Die mobile Bewässerungsanlage PPU-500 (russ.: *Peredvižnaja polivnaja ustanovka*), welche auf einem Traktor montiert ist, und die anhängbare Bewässerungsmaschine PMP-1 (russ.: *Polivnaja maschina pricepnaja*) gehören zu diesen Bewässerungsmaschinen. Sie werden von nur einem Mann bedient. Bei der Anlage PPU-500 nimmt der Traktor längs des wasserführenden Kanales Aufstellung und schwenkt die von einem Elektromotor betriebene Pumpe in den Kanal, wobei die Wasserentnahme aus Kanälen mit wechselnden Wasserständen bis 3 m Tiefe erfolgen kann. An die Entnahmeleitung werden zwei Schläuche (\varnothing 350 mm) angeschlossen, die während des Betriebes unter dem Traktor direkt auf dem Boden liegen und welche das Wasser in die Landstreifen oder Tscheks weiterleiten. Die Förderkapazität kann dabei 100–500 l/s betragen.

3.2. Beregnung

In der UdSSR gibt es eine Vielfalt von einzelnen Regnertypen, die als Einzel- oder Verbandregner in stationären oder beweglichen Beregnungssystemen verwendet werden. Aus zahlreichen technischen Konstruktionen, auf die hier nur hingewiesen werden kann, haben sich neben Einzel- und Verbandregnern immer mehr auch große Beregnungsmaschinen herausentwickelt, deren Anteil an der Gesamtbewässerungsfläche erheblich zugenommen hat.

Außerdem soll auf die sogenannte Impulsberegnung, eine Form der intermittierenden Beregnung, hingewiesen werden, die auf plötzlichen Druckabfall im Bewässerungsnetz reagiert. Das Wasser wird hierbei mit relativ niedrigem Druck für die Dauer von 1–5 Minuten kontinuierlich in kleine Druckbehälter gespeist, die sich unterhalb der Impulsregner befinden. Bei plötzlichem Druckabfall wird der Wasserstrom für einen Moment unterbrochen, wodurch das im Druckbehälter akkumulierte Wasser innerhalb von 1–3 Sekunden in Form feinsten Regentröpfchen verteilt wird. Dabei wird die Regenintensität im Vergleich zur gewöhnlichen periodischen Beregnung um das 50–100fache gesenkt. Nach Angaben verschiedener Forschungsinstitute wurde die Impulsberegnung mit Erfolg bei der Beregnung von Futter- und Zuckerrüben, Frühlkohl und Teepflanzen eingesetzt.

3.2.1. Verbandregnersysteme

Kleinere Verbandregnersysteme haben in der UdSSR nur eine geringe Bedeutung. Nach der Konstruktion mehrerer, auch serienmäßig hergestellter, inzwischen aber aufgegebenen Beregnungssysteme beschränkte man sich auf die Herstellung des beweglichen Beregnungssystems Z-50D, das 1968 von der Firma Sigma (Tschechoslowakei) in die UdSSR geliefert wurde und dort inzwischen mit geringfügigen Modifikationen unter der Bezeichnung KI-50 (Raduga) hergestellt wird. Eine Anlage besteht aus einer beweglichen Pumpe mit Saugleitung, einem Druckleitungsnetz mit Hauptzuleitungs-, Flügel- und Regnerrohren und aus 16 Schwinghebel-

regnern. Der Regnerverband beträgt 36 x 36 m, die Regenintensität 16 mm/h. Derartige Anlagen sind auch in vielen Gebieten Westeuropas verbreitet.

3.2.2. Anbauweitstrahlregner

Neben den Verbandregnern haben sich in der UdSSR in stärkerem Umfang die **Anbauweitstrahlregner** (russ.: Doždevatel' dalnestrujnyj navesnoj) der Typen DDN-45, DDN-70 und seit kurzem auch DDN-100 durchgesetzt. Der Anbauweitstrahlregner besteht aus einem am Traktor aufgehängten Rahmen, der alle Regnerbestandteile enthält. Er ist mit einer zapfwellengetriebenen Kreiselpumpe ausgestattet und hat (außer DDN-100) zwei Düsen, die im Winkel von 32° zum Horizont stehen. Ein Wendemechanismus erlaubt die Kreis- und Sektorberegnung. Die Wasseraufnahme erfolgt über eine bis zu 4 m lange Saugleitung aus offenen Kanälen oder aus Rohren bzw. Schläuchen, die bei DDN-45 alle 80 m und bei DDN-70 alle 90 m parallel zueinander liegen. Der mit einem Düngerdosiergerät ausgestattete Einzelregner zeichnet sich durch seine hohe Mobilität und Kompaktheit aus. Nachteilig sind der hohe Energiebedarf, die Ungleichmäßigkeit der Bodenbefeuchtung und die relativ großen Tropfen. Die Aufstellung längs des Feldkanals kann je nach Windverhältnissen alle 45, 60 und 90 m bei DDN-45 und alle 50, 70 und 100 m bei DDN-70 erfolgen.

Der Anbauerweiterungsstrahlregner DDN-45 wird seit 1958 in der UdSSR serienmäßig hergestellt. Neben dem inzwischen ebenfalls verbreiteten Typ DDN-70 und dem vor kurzem in die Praxis eingeführten Typ DDN-100 befindet sich ein noch stärkerer Regner DDN-150 in Erprobung.

3.2.3. Große Beregnungsmaschinen.

In der Sowjetunion fehlt es nicht an originellen Versuchen, große Beregnungsmaschinen zu entwickeln, die die Vorteile einer genau dosierten, gleichmäßig verteilten Wassergabe auf große Flächen mit einer Senkung des Arbeitsaufwandes verbinden. Die in der UdSSR am meisten verbreitete Beregnungsmaschine ist das **Doppelträger-Beregnungsaggregat DDA-100 M** (russ. Dvuchkonsol'nyj doždeval'nyi agregat). Es besteht aus einem 110,3 m langen zweiarmigen Tragrahmen (Abb. 9),

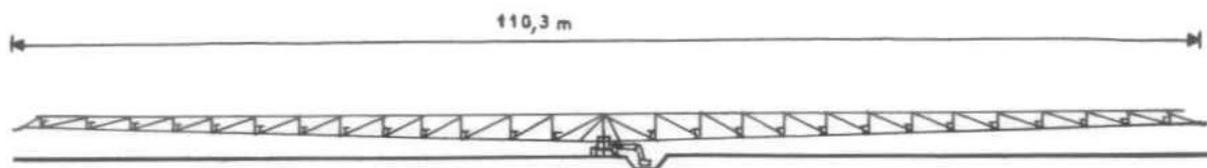


Abbildung 9 Das Doppelträgerberegnungsaggregat DDA-100 M

dessen zentraler Teil auf einem Traktor lagert. Jeder Tragarm hat 13 Abschnitte, an denen jeweils 2 Pralldüsen angebracht sind, deren Durchmesser von 12 mm auf 15 mm zum Ende hin zunimmt. An den Enden befindet sich jeweils eine spezielle Pralldüse mittlerer Reichweite. Der zentrale Teil besteht aus einem kreisförmigen wasserführenden Rohr,

das auf vier Rollen lagert, welche den Tragrahmen in Arbeitsstellung (quer zur Fahrtrichtung) oder Transportstellung (in Fahrtrichtung) wenden können. Jede Rolle ist einzeln verstellbar, so daß der Tragrahmen bei Geländeunebenheiten immer in waagerechter Position gehalten werden kann. Eine hinten am Traktor angebrachte zapfwellengetriebene Kreiselpumpe entnimmt über Saugkorb und Saugleitung das Wasser aus einem zeitweiligen Feldkanal und pumpt es in die Tragarme.

Das Aggregat DDA-100M kann bis zu 140 l/s ausbringen und in verschiedenen Fahrtgeschwindigkeiten arbeiten (205–1040 m/h vorwärts und 185–445 m/h rückwärts). Die Beregnung erfolgt wegen der hohen Regenintensität (>186 mm/h) meist im Fahren, wobei mittlere Regendichten von 6–21 mm/h erzielt werden. Die Arbeitsbreite beträgt 110–120 m; in diesem Abstand müssen auch die zeitweiligen Feldkanäle gezogen werden, die erst unmittelbar vor Beginn der ersten Bewässerung angelegt werden. Ihre Länge kann 400–1000 m und ihre Sohlentiefe 0,6–0,8 m betragen; das Gefälle soll 0,3‰ nicht übersteigen. Während der Beregnung bewegt sich das Gerät auf einem planierten Weg längs des zeitweiligen Feldkanals, wobei zur Vermeidung von Verdunstungsverlusten nicht die gesamte Kanallänge, sondern abschnittsweise bewässert wird. Die Länge dieser Abschnitte richtet sich nach dem Gefälle und schwankt zwischen 50 und 300 m. Der Traktor fährt mehrmals vor und zurück, bis die gewünschte Wassermenge im entsprechenden Abschnitt ausgebracht ist. Zwei Mann sind zur Bedienung erforderlich: 1 Traktorist, der die Beregnungsmaschine bedient, und 1 Helfer, der die Wasserzufuhr in den zeitweiligen Feldkanal steuert. Mit dem Gerät DDA-100M können pro Bewässerungssaison im Mittel insgesamt 100–120 ha beregnet werden.

Die rollende weitreichende Beregnungsanlage DKŠ-64 (russ.: Doždevatel' kolesnoj schirokosachvatel') "Wolschanka", entspricht der amerikanischen rollenden Beregnungsanlage des Typs "Schur-Roll" und hat zwei unabhängig voneinander arbeitende, je 395,8 m lange Regnerleitungen, die über einen kurzen Schlauch mit Hydranten verbunden sind, welche sich alle 18 m an einer unter Druck stehenden Rohrleitung befinden. Die Leitung kann durch wahlweise Verlängerung oder Verkürzung unterschiedlichen Feldgrößen angepaßt werden. Die Bewässerung erfolgt bei Stillstand der Anlage. Zum Vorschub, der 18 m beträgt, befindet sich in der Mitte der Leitung ein aus 4 Rädern bestehendes, mit einem kleinen Benzinmotor ausgestattetes Antriebsgerät. Bei einer Länge von 400 m ergeben sich an den Leitungsenden leicht Krümmungen, die von Hand ausgeglichen werden müssen. Die Wasserverteilung erfolgt durch Regner mittlerer Reichweite, die durch eine Stabilisierungseinrichtung so an das Rohr befestigt sind, daß sie sich immer in senkrechter Position befinden. Die Regendichte beträgt 15–18 mm/h und der Wasserverbrauch beider Leitungen (800 m) 63 l/s. Mit einer Position können 1,44 ha gleichzeitig beregnet werden. Ein Mann kann bis zu zwei Geräten, d. h. 4 Regnerleitungen insgesamt bedienen. Ein Gerät kann pro Bewässerungssaison 70–100 ha bewässern. Nachteilig ist, daß viele

Hydranten erforderlich sind und daß beim Betrieb zahlreiche technische Störungen auftreten.

Die Kreisberegnungsanlage „Fregat“ ist identisch mit dem von der Firma Valmont Industries (Nebraska, USA) hergestellten Waterdrive Center-Pivot-System. Sie wird seit 1972 in der UdSSR gebaut und besteht aus einem mehrere 100 m langen Rohr, das auf selbstfahrenden A-förmigen Stützrahmen ruht und das sich bei der Bewässerung wie ein Uhrzeiger kreisförmig um ein festes Zentrum bewegt. Die Hauptbestandteile sind: ein zentraler Stützfuß, aus dem die Wasserzufuhr erfolgt, das wasserführende Rohr aus verzinktem Stahl mit aufmontierten Mittelstrahlreglern, selbstfahrend, hydromechanisch angetriebene Stützrahmen, ein Geschwindigkeitsreguliersystem sowie eine Schutzeinrichtung, welche für ein gleichmäßiges Vorrücken der Stützrahmen sorgt und bei Störungen die Anlage abschaltet. Das wasserführende Rohr hat zwei verschiedene Durchmesser und ist innerhalb einzelner Abschnitte unterschiedlich lang. Die Gesamtlänge des Rohres kann je nach Anzahl der Stützfüße variieren und 277–454 m betragen. Auf ihm sind bis zu 49 Regner mit vier verschiedenen Düsendrößen angebracht. Am Ende ist ein Weitstrahlregner (35–40 m Wurfweite) befestigt, der im Kreis oder im Sektor regnet. Das Rohr wird durch eine Seilhängewerkkonstruktion zusätzlich stabilisiert.

Je nach Boden- und Klimaverhältnissen kann ein einmaliger Umlauf 50–250 Stunden dauern. Die Anlage kann auf unplanierem Gelände bis max. 5% Gefälle eingesetzt werden. Die unterschiedliche Beregnungsdichte von 24–125 mm/h erlaubt die Anwendung auf leicht- bis mittelversalzten Böden. Infolge der Kreisbewegung wird nur etwa 80% eines quadratischen Feldes beregnet. Durch Einsatz der Weitstrahlregner an den Enden, die fakultativ bei Beregnung der Ecken eingeschaltet werden, können zusätzlich etwa 8% der Fläche bewässert werden.

An die Qualität des Bewässerungswassers werden relativ hohe Anforderungen gestellt. Um ein einwandfreies Arbeiten der Wassermotoren zu gewährleisten, sollen mechanische Teilchen nicht $> 0,2$ mm und Planktonteilchen nicht $> 0,4$ mm Durchmesser haben. Mit einer Aufstellung werden – je nach Anzahl der Stützrahmen – 30–74 ha beregnet, wobei pro Anlage 2 Aufstellungen möglich sind. Ein Mann kann bis zu 4 Anlagen gleichzeitig bedienen. Aus dem Gebiet Saratov (mittlere Wolga) ist vom versuchsweisen Betrieb mehrerer automatisch gesteuerter Fregat-Beregnungsanlagen berichtet worden, wobei ein Mann bis zu 1000 ha beregnen konnte. Die bisherigen Erfahrungen lassen den Schluß zu, daß der Kreisberegnungsanlage Fregat in der Beregnungswirtschaft der UdSSR eine dominierende Rolle zufallen wird.

Im Jahre 1973 wurde ein neues Beregnungssystem mit frontalem Vorschub DF-120 (russ. Doždeval'naja maschina frontalnogo dejstvija) vorgestellt, das unter dem Namen „Dnjepr“ bekannt geworden ist. Es besteht aus einem 448 m langen Rohr, das auf 17 selbstfahrenden Stützrahmen ruht. Jeder Stützrahmen hat zwei Laufräder und eine 27 m

lange Querleitung, an deren Enden jeweils ein Weitstrahlregner montiert ist. Das Wasser wird von einem beliebigen Rohrende durch Hydranten aufgenommen, die alle 54 m an einer festverlegten Zufuhrleitung liegen. Der Vorschub erfolgt frontal durch Elektromotoren, die sich an jedem Stützrahmen befinden. Sie werden durch einen mobilen, am Traktor befestigten Generator mit Strom versorgt.

Die Bewässerung erfolgt bei Stillstand der Anlage. Nach Ausbringung der Wassergabe wird der Hydrant geschlossen, wodurch sich automatisch die Ausflußventile der Rohrleitung öffnen. Der Wasseranschluß wird vom Hydranten gelöst und ein Kabel mit dem Generator verbunden. Ist die Rohrleitung entleert, wird der Elektroantrieb eingeschaltet und die Maschine fährt 54 m weiter in die nächste Position. Der Vorschub dauert etwa eine halbe Stunde (Abb. 10). Das Gerät „Dnjepr“ hat gegenüber der „Fregat“ den Vorteil, daß weder unberechnete Ecken übrig bleiben, noch daß Filtereinrichtungen für Wassermotoren benötigt werden, da der Antrieb elektrisch erfolgt.

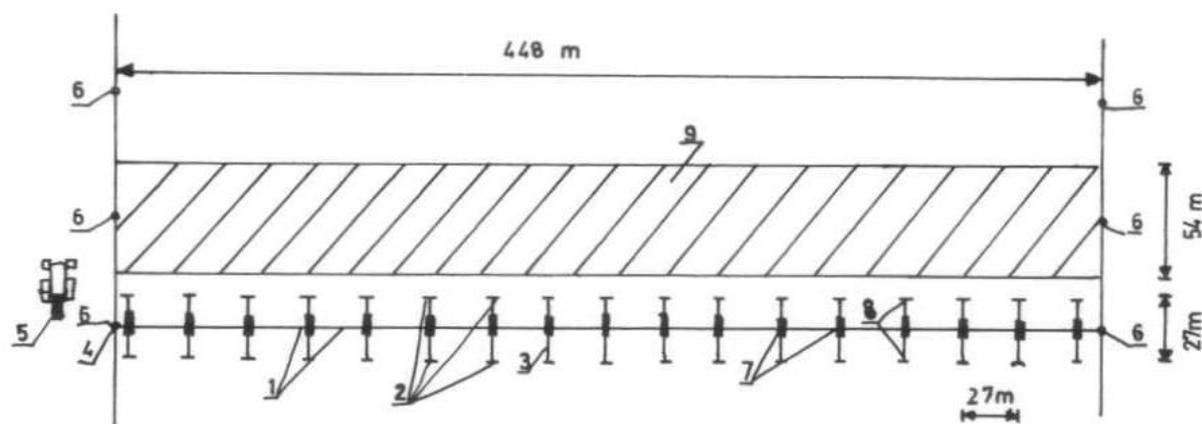


Abbildung 10 Bewässerungsschema mit dem Beregnungssystem DF-120 (Dnjepr). 1 - wasserführendes Rohr, 2 - Regner, 3 - Ausleger, 4 - Anschlußstück, 5 - Generator, 6 - Hydranten, 7 - Elektromotor, 8 - Stützrahmen, 9 - beregnete Fläche

Abschließend sei noch auf die weitreichende Beregnungsmaschine DDS-1000 (russ.: Dal'nestrurnaja doždeval'naja mašina) hingewiesen, welche die Bezeichnung „Neptun III“ erhalten hat. Diese bisher nur im Prototyp gebaute Maschine nimmt eine Mittelstellung zwischen den Anbauweitstrahlregnern und den großen Beregnungsmaschinen ein. Sie besteht aus einem Raupenschlepperchassis, auf dem sich alle wesentlichen Bestandteile (Pumpe, Motor, Saugleitung und Regenkanone) befinden. Der Förderstrom beträgt 1000 l/s, der Betriebsdruck 16 bar, die Wurfweite 300 m und die Regenintensität 14–20 mm/h. Die Tropfengröße soll < 1 mm betragen. Es muß abgewartet werden, wie eine derartige Maschine unter Praxisbedingungen arbeitet und welche Erfahrungen aus ihrem Betrieb gewonnen werden können.

4. Zusammenfassung

Die Bewässerungsflächen in der UdSSR haben sich in den letzten Jahren erheblich ausgedehnt, eine Entwicklung, die aber in den einzelnen

Unionsrepubliken sehr unterschiedlich verlaufen ist. Während der größte Teil der Bewässerungsflächen sich noch immer im asiatischen Teil der Sowjetunion befindet, haben sich die Beregnungsflächen überwiegend im europäischen Teil ausgedehnt. Durch regional unterschiedliche Zunahme verschiebt sich der Anteil der Bewässerungsflächen immer mehr zugunsten des europäischen Teiles der UdSSR.

Ausgehend von der Limanbewässerung, einer extensiven Form der Bewässerung zur Sammlung von Schmelzwasser im Frühjahr, wurde auf moderne Formen der Reisbewässerung und der Furchen- und Landstreifenbewässerung sowie auf die wichtigsten Bewässerungsmaschinen hingewiesen.

Die Bedeutung der Beregnung nimmt immer mehr zu. Ihr Anteil an den Bewässerungsverfahren stieg von 0,7% (1957) auf 26,8% (1974) an. Eine besondere Stellung haben dabei die Anbauweitstrahlregner und die großen Beregnungsmaschinen erlangt, deren wichtigste Vertreter beschrieben wurden. Die Bewässerungswirtschaft tendiert zu arbeitssparenden Verfahren, wobei maschinellen Bewässerungsverfahren mit konzentriertem Förderstrom und hoher Flächen- und Arbeitsproduktivität der Vorzug gegeben wird.

Summary

Irrigated areas in the Soviet-Union expanded rapidly in recent years, but the development was different in various regions. The major part of irrigated areas is still located in Soviet Middle Asia and in the South Caucasus Region, whereas sprinkler-irrigated areas expanded more in the South Russian, Ukrainian and Moldavian Republics. The tendency as a whole shows that more and more newly irrigated areas will be developed in the European part of the USSR.

Starting with the Liman-irrigation, a method to collect run-off-water from melting snow-covers in the spring, modern methods of rice-, furrow- and border-irrigation and the most important methods of surface irrigation machines are described.

Sprinkler irrigation is becoming very important, ranging from 0,7 % in 1957 to 26,8 % of the total irrigated surface in 1974. Center pivot and side-roll systems and tractor-mounted big guns are wide-spread sprinkler techniques. Irrigation in the Soviet-Union is directed to labour-saving methods, emphasizing irrigation by machines with high water application rates and high surface- and labour-productivity.

Literaturverzeichnis

1. KORJAGIN, A. N.: Stand und Entwicklungsperspektiven der Beregnung. In: Einige Fragen zur Entwicklung der Melioration in der UdSSR. Sowj. Nationalkomitee für Be- und Entwässerung. Verlag Kolos, Moskau 1975, S. 182 ff. (russ.)
2. LEBEDEV, B. M., LJAMPERT, G. P.: Die weitreichende Beregnungsmaschine Neptun-III. *Gidrotehnika i Melioracija*, 27, 1975, H. 11, 45—47 (russ.)

3. SCHUMAKOV, B. B.: Vervollkommnung der Oberflächenbewässerungsverfahren. In: Einige Fragen zur Entwicklung der Melioration in der UdSSR. Sowj. Nationalkomitee für Be- und Entwässerung. Verlag Kolos, Moskau 1975, 173—182 (russ.)
4. SCHUMAKOV, B. B., NOSENKO, V. F., SCHEJNKIN, G. Ju.: Haupttendenzen der Verbesserung der Bewässerungstechnik in der UdSSR. Gidrotehnika i Melioracija, 27, 1975, H. 7, 100—109
5. ZABEL, G.: Bewässerungswirtschaft in den Trockengebieten der Sowjetunion. 33 S., Praxis der Beregnungswirtschaft, H. 15. Januar 1975, DLG-Verlag Frankfurt
6. ZABEL, G.: Bewässerungsreisbau in der Sowjetunion. Entwicklung und ländlicher Raum, 9, 1975, H. 1, 6—15, DLG-Verlag Frankfurt