

<b>Zeitschrift:</b>	Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)
<b>Band:</b>	75 (1977)
<b>Heft:</b>	1: Sonderheft zum Weiterbildungskurs "Herkömmliche und neue Methoden der Feldbewässerung : Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung"
<b>Artikel:</b>	Moderne Verfahren der Feldberechnung
<b>Autor:</b>	Rosegger, S. / Sörgel, F.-P.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-228744">https://doi.org/10.5169/seals-228744</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

auf, von denen zwei herausgegriffen werden, weil sie von besonderer Bedeutung für die Bewässerung in Entwicklungsländern sind:

#### a) Reisbewässerung

Die Einführung der Mineraldüngung und der Hochertragssorten bedingt eine Ausdehnung der Bewässerung auch in Gebieten, die bisher dem Monsun-Reis überlassen waren: der Bauer kann das Risiko, seine Bargeldauslagen für Dünger und Saatgut durch Schwankungen des Monsunniederschlages zu verlieren, nicht tragen. Andererseits kann er durch die höheren Erträge und zwei Ernten pro Jahr für die Kosten der Bewässerung aufkommen. Die Einführung der intensiven Reisproduktion bedingt aber für die Bewässerung:

- gesicherte Wasserversorgung auch ausserhalb der Monsunzeit (zwei Ernten),
- genaue Kontrolle und niedrige Lage des Wasserspiegels im Feld (Kurzstrohsorten), also auch genauere Nivellierung der Bodenoberfläche in Becken,
- einzeln regulierbaren Zufluss und Abfluss für jedes einzelne Feld (wegen der festgelegten Vegetationszeit der Hochertragssorten) im Gegensatz zu der bisherigen Reisbewässerung, bei der das Wasser von Feld zu Feld fliest und an nur einer Stelle regulierbar ist,
- grössere Dimensionierung der Verteil- und Drainagenetze.

Die letzte Forderung ist bedingt durch die inzwischen im asiatischen Reisbau weit verbreitete Methode des Trockenlegens der Felder in der Mitte der Vegetationsperiode (mid-season drying), wodurch eine Belüftung des Bodens und bessere Ausnutzung der Düngung erreicht werden soll. Diese Methode erfordert eine schnelle Drainage und Wiederauffüllung einer grossen Anzahl von Feldern zur gleichen Zeit.

Auch für bestehende Anlagen der traditionellen Bewässerung müssen entsprechende Massnahmen der Verbesserung der Bewässerung getroffen werden.

#### b) Staunässe und Versalzung

Unvermeidbare Wasserverluste bei der Oberflächenbewässerung, eine gegebene Tendenz zur Überbewässerung,

rung, Wasserverluste in den Zuleitern und Kanälen und unkontrolliert versickerndes Überschusswasser in den Verteilsystemen führen in vielen Fällen zu einem raschen Ansteigen des Grundwasserspiegels in Bewässerungsgebieten, gefolgt von Staunässe und Versalzung auf den Feldern. (Derselbe Effekt kann natürlich auch durch Zufluss von Fremdwasser von ausserhalb des Bewässerungssystems hervorgerufen werden.)

Diese Gefahr wird durch den grösseren Bewässerungswasserbedarf als Folge der Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion vergrössert. Man begegnet ihr durch bessere Kontrolle des Wasserzuflusses zum Feld und der Wasserverteilung dortselbst, ferner durch Auskleiden der Kanäle und Zuleitungsgräben und die Kontrolle des Überschusswassers im Verteilsystem.

Zur Verringerung des schädlichen Einflusses einer bereits eingetretenen Staunässe und Versalzung, aber auch als vorbeugende Massnahme müssen Bewässerungsfelder mit einer ausreichenden Entwässerung versehen werden. Eine regelmässige Kontrolle der Veränderungen des Grundwasserspiegels ist unerlässlich.

### 7. Zusammenfassung

Den Verfahren der Oberflächenbewässerung wird auch in Zukunft eine bedeutende Rolle in den Entwicklungsländern vorausgesagt. Voraussetzung hierfür ist jedoch, diese Verfahren betriebs- und arbeitswirtschaftlich aber auch technisch den Erfordernissen der Ausdehnung und Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion anzupassen. Dies bezieht sich in besonderem Masse auf die richtige Wahl des Verfahrens, seine richtige Dimensionierung und Massnahmen zur verbesserten Wasserkontrolle und Vermeidung von Staunässe und Versalzung.

#### Literatur

FAO/UNESCO, Irrigation, Drainage and Salinity. An International Source Book, Hutchinson and Co. Ltd., London 1973.

Adresse des Verfassers:

Dr. H. M. Horning, Division on land and water use.  
FAO. Terme di Caracalla, Rom

---

## Moderne Verfahren der Feldberegnung\*

S. Rosegger und F.-P. Sörgel

### 1. Einleitung

Die Entwicklung in der Feldberegnung ist gekennzeichnet durch eine stetige Weiterentwicklung und Teilautomatisierung einzelner Beregnungsverfahren. Der trok-

kene Witterungsverlauf der letzten sechs Jahre hat gezeigt, dass die Feldberegnung auf Standorten mit ungenügender natürlicher Wasserversorgung als ertrags- und existenzsicherndes Betriebsmittel unentbehrlich ist.

Die Entwicklung von neuen teilautomatisierten Beregnungsverfahren, insbesondere im mitteleuropäischen Raum, führt zu einer weitgehenden Rationalisierung der Beregnungsarbeit.

Der vorliegende Beitrag befasst sich mit den wichtigsten Beregnungsverfahren, deren technischer Ausstattung, Leistung und arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen nach neueren wissenschaftlichen Ergebnissen.

### 2. Systeme und Verfahren der Feldberegnung

Ein Beregnungssystem umfasst alle erforderlichen Anlagenteile für den Betrieb einer Beregnungsanlage, die

\* «Mitteilung aus dem Institut für Betriebstechnik (Direktor: Prof. Dr. S. Rosegger) der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode, Bundesallee 50, 3300 Braunschweig.»

sowohl für die Wasserbereitstellung als auch für die Wasserverteilung auf dem Feld erforderlich sind. Einem Beregnungsverfahren werden nur die Anlagenteile für die Wasserverteilung auf dem Feld zugeordnet.

Beregnungssysteme und -verfahren werden wie folgt untergliedert (2):

- hinsichtlich der Anlageart  
in ortsfest, teilortsfest und beweglich,
- hinsichtlich der Regendichte  
in Schwach- oder Langsamberegnung, Mittelstarkberegnung und Starkberegnung,
- hinsichtlich der Wasserverteilung  
in Reihenregnerverfahren, Einzelregnerverfahren und Sonderverfahren.

## 2.1 Anlageart

### 2.1.1 ortsfest

Bei den ortsfesten Beregnungssystemen sind alle Anlagenteile fest installiert und damit orts- bzw. flächengebunden.

### 2.1.2 teilortsfest

Bei den teilortsfesten Beregnungssystemen werden Brunnen, Pumpe ebenso wie die Hydrantenleitung zu den einzelnen Feldstücken fest installiert. Zur Wasserverteilung auf dem Feld werden bewegliche Anlagenteile eingesetzt.

### 2.1.3 beweglich

Kennzeichnend für bewegliche Beregnungssysteme ist, dass alle Anlagenteile oberirdisch und beweglich zum Einsatz kommen und während der Beregnungsperiode auf- und abgebaut werden. Ihr Einsatz setzt voraus, dass Oberflächenwasser oder oberflächennahes Grundwasser in Feldnähe verfügbar ist.

## 2.2 Beregnungsintensität

Die Niederschlagsmenge wird in der Feldberegnung als Beregnungshöhe ( $\text{mm} = 1/\text{m}^2$ ) gemessen, die sich bei gleichmässiger Wasserverteilung mit einem Regner ergibt. Die Beregnungshöhe in der Zeiteinheit wird als Regendichte (3) oder Beregnungsintensität ( $\text{mm}/\text{h}$ ) bezeichnet.

### 2.2.1 Schwach- oder Langsamberegnung

Zur Schwach- oder Langsamberegnung werden Regner mit einer Düsenweite von  $\sim 74$  mm Durchmesser bei einem Wasserverbrauch von  $1\text{--}2 \text{ m}^3/\text{h}$  eingesetzt. Die Regendichte beträgt  $4\text{--}7 \text{ mm}/\text{h}$  bei einem entsprechenden Betriebsdruck von  $3\text{--}7$  bar.

### 2.2.2 Mittelstarkberegnung

Bei der Mittelstarkberegnung werden Regner mit einer Düsenweite bis zu  $11$  mm Durchmesser verwendet. Der Wasserverbrauch erreicht bei einem Betriebsdruck von  $3\text{--}5$  bar etwa  $14\text{--}20 \text{ m}^3/\text{h}$ . Die Regendichte beträgt  $8\text{--}17 \text{ mm}/\text{h}$ .

### 2.2.3 Starkberegnung

Bei der Starkberegnung kommen Düsen mit einem Durchmesser bis zu  $38$  mm und einem Betriebsdruck von  $4\text{--}7$  bar zum Einsatz. Es wird ein Wasserverbrauch von max.  $110 \text{ m}^3/\text{h}$  erreicht. Die Regendichte beträgt mehr als  $17 \text{ mm}/\text{h}$ .

## 2.3 Verfahren der Feldberegnung

Zu einem Beregnungsverfahren werden alle für die Wasserverteilung auf dem Feld erforderlichen Anlagenteile einschliesslich der dazugehörigen verfahrensspezifischen Transportgeräte zusammengefasst. Hinsichtlich der Wasserverteilung werden die Verfahren der Feldberegnung in Reihenregner- und Einzelregnerverfahren unterteilt (Abb. 1). Darauf hinaus wird, insbesondere in den Ostblockländern, in den USA und teilweise im französischen Sprachgebiet eine Reihe von Verfahren eingesetzt, die überwiegend der Reihenberegnung zuzuordnen sind und hier als «Sonderverfahren» bezeichnet werden.

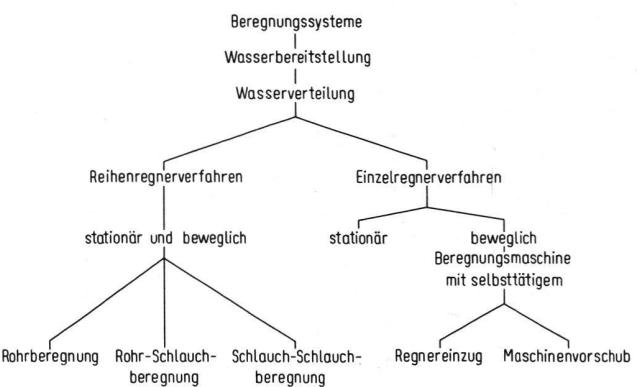


Abb. 1 Verfahren der Feldberegnung

### 2.3.1 Reihenregnerverfahren

Bei den Reihenregnerverfahren werden eine oder mehrere Reihen von Regnern gleichzeitig an einer oder mehreren Regnerleitungen betrieben. Hinsichtlich der technischen Ausstattung werden diese Verfahren in Rohr-, Rohr-Schlauch- und Schlauch-Schlauchberegnung unterteilt (Abb. 2).

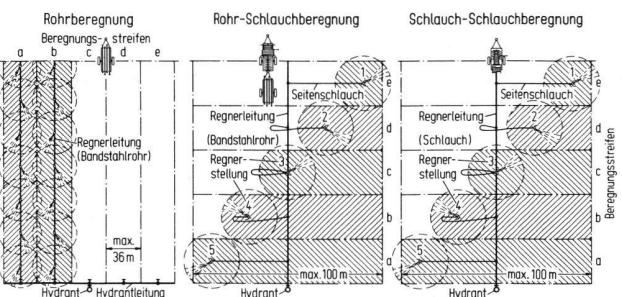


Abb. 2 Reihenberegnung – Verfahrensablauf

### 2.3.1.1 Rohrberegnung

Die Rohrberegnung wird vorwiegend für die Klar- und Abwasserberegnung eingesetzt. Die ortsfeste Rohrberegnung wird oberirdisch oder unterirdisch verlegt. Die bewegliche Rohrberegnung wird oberirdisch verlegt und während der Beregnungsperiode, soweit notwendig, umgesetzt. Die Schnellkupplungsrohre mit überwiegend Kardankupplungsstücken haben eine Nennweite von  $70$  und  $89$  mm, in Ausnahmefällen auch  $108$  mm. Es werden überwiegend Schwach- und Mittelstarkregner mit einer Niederschlagsintensität von  $4\text{--}17 \text{ mm}/\text{h}$  verwendet.

Tabelle 1 Technische Kenndaten für die Reihenregnerverfahren

Verfahren	Regnerleistung NW (mm)	max. Feldlänge (m)	Düsengrösse (mm)	Druck am Regner $\phi$ (bar)	Wasser- verbrauch (m <sup>3</sup> /h) je Regner	Seitenschlauch NW (mm)
Rohrberegnung (Bandstahl- bzw. Polyäthylenrohr)	70 89	300–500	4–10	3,5	1,10–7,10	–
Rohr-Schlauchberegnung (Bandstahlrohr)	70 89	300–500	4–6	3,5	1,10–2,50	1"–3/4"
Schlauch-Schlauchberegnung (nylonarmierter PVC-Schlauch)	70 75	–500	4–6	3,5	1,10–2,50	1"–3/4"

### 2.3.1.2 Rohr-Schlauchberegnung

Bei der Rohr-Schlauchberegnung werden über spezielle Anschlussstücke auf die Regnerleitung (Bandstahlrohr) nylonarmierte PVC-Seitenschläuche mit einer maximalen Länge von 40 m angeschlossen und im rechten Winkel zur Hauptregnerleitung ausgezogen. Am Ende des PVC-Schlauches ist ein Regnerstativ mit einem Drehstrahlregner angebracht. Damit kann mit einer Aufstellung der Hauptregnerleitung durch seitliches Versetzen der Regnerstativen ein maximaler Feldstreifen von 100 m Breite beregnet werden.

### 2.3.1.3 Schlauch-Schlauchberegnung

Bei der Schlauch-Schlauchberegnung wird das Bandstahlrohr der Rohr-Schlauchberegnung durch einen gummierten Kunststoffgewebeschlauch ersetzt. Die Regnerleitung hat eine lichte Weite von 70 bzw. 75 mm. Die in der Schlagmitte verlegte Hauptregnerleitung ist im Abstand von 20–24 m durch Kupplungsstücke unterbrochen, an die Seitenschläuche mit den Regnerstativen angekuppelt werden. Gegenüber der Rohr-Schlauchberegnung, bei der nur die Seitenschläuche mechanisch aufgetrommelt werden können, wird bei der Schlauch-Schlauchberegnung auch die Regnerleitung mechanisch verlegt und nach dem Abregnern des Beregnungsstreifens wieder mechanisch aufgetrommelt.

Die technischen Kenndaten für die Reihenberegnung enthält Tabelle 1.

### 2.3.2 Einzelregnerverfahren

Der Einsatz von Kunststoffen ermöglicht die Entwicklung einer neuen Beregnungstechnik. Sie führt zu beweglichen Beregnungsmaschinen mit Maschinenvorschub und mit Regnereinzug.

In zunehmendem Masse gehen die Betriebe auf diese teilmechanisierten Verfahren über, weil die mit der Beregnungstechnik arbeitenden Menschen nicht mehr bereit sind, die schwere Arbeit zu verrichten, die mit dem Einsatz der Reihenberegnung verbunden ist.

Voraussetzung für den Einsatz einer Beregnungsmaschine ist ein Druck am Hydranten von 8 bar und eine verfügbare Wassermenge je nach Verfahren von 25–150 m<sup>3</sup>/h.

#### 2.3.2.1 Beregnungsmaschinen mit Regnereinzug

Diese Beregnungsmaschinen sind mit einem Polyäthy-

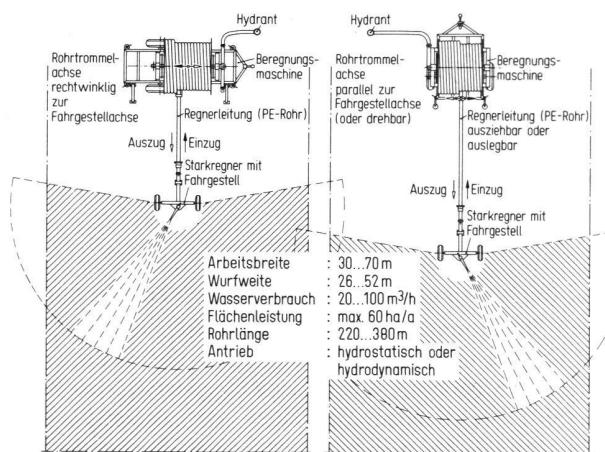


Abb. 3 Beregnungsmaschine mit Regnereinzug – Verfahrensablauf

lenrohr mit einer Länge bis zu 380 m ausgestattet, an dessen freiem Ende ein Regnerschlitten oder ein Regnerwagen mit einem Starkregner (Abb. 3) angekuppelt ist. Das PE-Rohr ist in Transportstellung auf eine Rohrtrommel aufgespult. Der Regnerwagen wird je nach Typ mit einer Winde oder einer Heberampe ausgehoben. Der Antrieb der Trommel erfolgt je nach Fabrikat unterschiedlich. Durchgesetzt hat sich der relativ wartungsarme und betriebssichere Wassermotor.

Bezüglich der Anordnung der Rohrtrommel zum Fahrgestell lassen sich drei Grundkonzeptionen unterscheiden:

- Die Achse der Rohrtrommel liegt im rechten Winkel zur Fahrgestellachse. Beim Auftrömmeln gleitet die Trommel jeweils um den Rohrdurchmesser mit.
- Die Achse der Rohrtrommel liegt parallel über der Fahrgestellachse. Das bietet den nicht unerheblichen Vorteil, dass das PE-Rohr auch nach Verankern des Regnerschlittens bzw. -wagens ausgezogen werden kann.
- Die Rohrtrommel ist schwenkbar auf dem Fahrgestell angebracht. Bei gegenüberliegenden Feldstücken kann zum Ausziehen der Regnerleitung nur die Trommel gedreht werden.

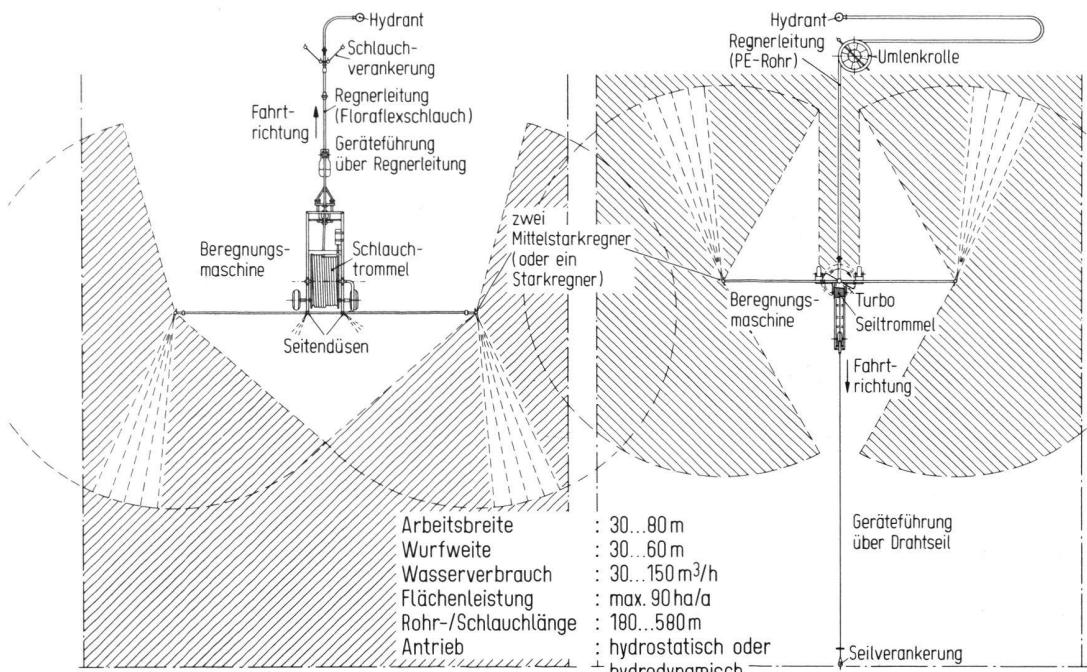


Abb. 4 Beregnungsmaschine mit Maschinenvorschub – Verfahrensablauf

### 2.3.2.2 Beregnungsmaschinen mit Maschinenvorschub

Bei den Beregnungsmaschinen mit Maschinenvorschub ist der Regner mit dem Antriebselement auf einem Regnerwagen aufgebaut. Die Beregnungsmaschine zieht oder führt sich selbsttätig über den Bestand. Der Antrieb erfolgt überwiegend über einen Wassermotor. Die Länge der Regnerleitung schwankt bei den Beregnungsmaschinen mit Maschinenvorschub zwischen 200 und 585 m (Abb. 4).

#### Geräteführung über Drahtseil

Das Drahtseil wird durch den Bestand gezogen und am Feldrand verankert. Die Regnerleitung wird am Feldrand in einer Schlaufe verlegt und über eine Umlenkrolle (Schlepperradfelge) mit der Beregnungsmaschine verbunden. Eine Seiltrommel spult das Drahtseil langsam auf und zieht dabei die Beregnungsmaschine und die Regnerleitung (PE-Rohr) durch den Bestand.

#### Geräteführung über Regnerleitung

Die Regnerleitung wird am Feldrand verankert und die Beregnungsmaschine durch den Bestand gezogen. Dabei wird gleichzeitig die Regnerleitung ausgelegt. Durch Aufspulen des Schlauches auf die Schlauchtrommel zieht sich die Beregnungsmaschine über das Feld und führt sich dabei an der Regnerleitung selbsttätig. Die Beregnungsmaschine steht nach Abregnung eines Beregnungsstreifens nahezu transportbereit am Feldrand (Abb. 5).

#### Geräteführung über geschobenen Gleitschuh

Bei diesem Fabrikat wird die Regnerleitung – ein PE-Weich-Rohr – ebenfalls am Feldrand verankert. Der Wassermotor wirkt direkt auf das Triebrad. Während des Abregnens des Beregnungsstreifens wird die Regnerleitung abgelegt. Die Geräteführung erfolgt mittels eines geschobenen Gleitschuhes, der unmittelbar auf das Antriebsrad wirkt. In Reihenkulturen mit Dämmen erfolgt die Geräteführung im ebenen Gelände problem-

los. In allen anderen Kulturen muss eine «Spurfurche» gezogen werden.

#### Geräteführung über beweglich verlegte Regnerleitung.

Eine weitere Beregnungsmaschine mit Maschinenvorschub wird von einem Elektromotor in absätziger Verfahrenweise angetrieben. Die Beregnungsmaschine wird an einer Aluminium- oder Bandstahlrohrleitung durch den Bestand geführt. Auf der Rohrleitung sind im Abstand von 45–54 m Hydranten angebracht. Die Beregnungsmaschine fährt zum Hydranten, öffnet diesen selbsttätig, regnet eine vorgewählte Zeitspanne und fährt anschliessend mit Hilfe des Elektroantriebes automatisch zum nächsten Hydranten.

### 2.3.3 Sonderverfahren

Die Beregnungsverfahren für den mitteleuropäischen Raum sind weitgehend für die vorherrschenden mittleren Schlaggrößen von 300–500 m Schlaglänge konzipiert. Die Schlagbreite ist eine unabhängige Variable. In den osteuropäischen Ländern, in den Vereinigten Staaten und teilweise im französischen Sprachgebiet mit Schlaggrößen von 50 ha und mehr werden zur Beregnung Verfahren eingesetzt, die das Abregnern grösserer zusammenhängender Flächen erlauben.

#### 2.3.3.1 Rollende Beregnung

Die rollende Beregnung, auch selbstfahrender Regnerflügel genannt, findet überwiegend in der UdSSR als DKS-64 «Wolschanka» und in den Vereinigten Staaten baugleich als «Schur-Roll» Verbreitung (17). Sie besteht aus einer 120–400 m langen Regnerleitung, die mit Anschlusshydranten verbunden wird. Die rollende Beregnung DKS-64 hat zwei unabhängig voneinander arbeitende Regnerleitungen mit einer Länge von jeweils 395,8 m.

Die axiale Regnerleitung besteht aus einem Bandstahlrohr mit einem Durchmesser von 89–130 mm. Die ein-

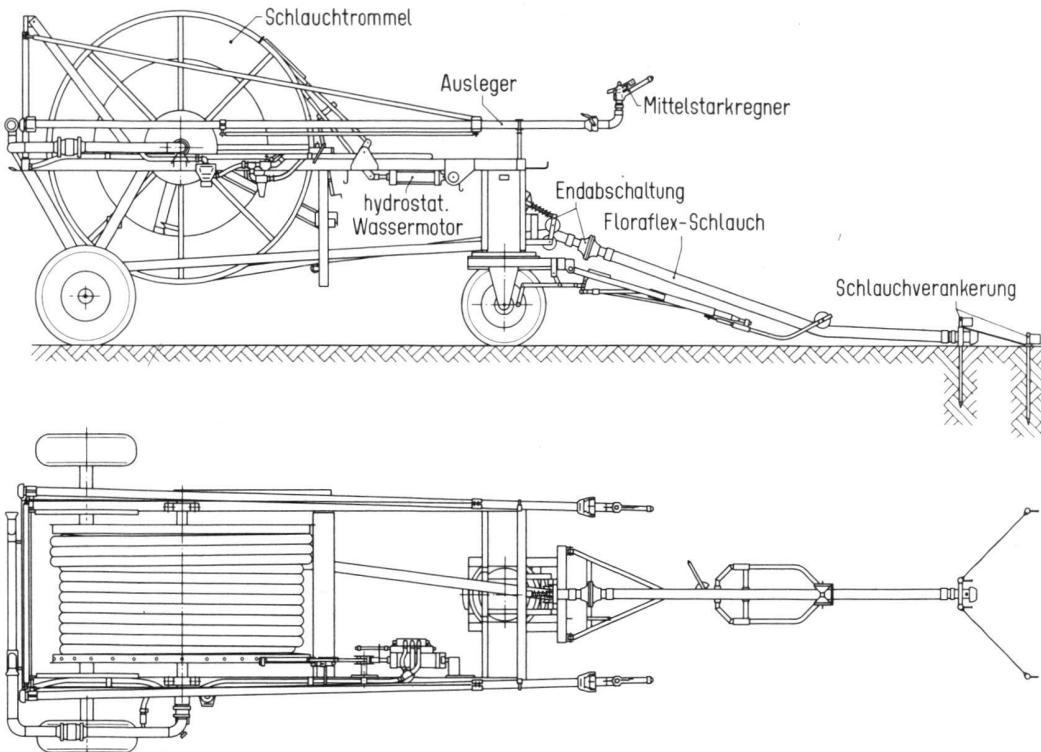


Abb. 5 Beregnungsmaschine mit Maschinenvorschub – Geräteführung über Regnerleitung

zernen Rohre haben Längen von 6, 9 oder 12,6 m Länge. Am Ende eines Rohres ist ein Speichenrad angebracht, das durch Stäbe gegen ein gegenseitiges Verdrehen gesichert ist.

Den Vorschub bewirkt entweder ein aufgesetzter Zweitakt-Ottomotor oder bei den amerikanischen und russischen Typen eine verfahrensspezifische Zugmaschine. Die Anlage arbeitet diskontinuierlich. Der Vorschub beträgt jeweils 18 m. Als Regner sind überwiegend Mittelstarkregner mit einer Regendichte von 15–18 mm/h aufgesetzt.

### 2.3.3.2 Doppelträgerberegnung

Das Doppelträger-Beregnungsaggregat DDA wird überwiegend in der Sowjetunion eingesetzt. Hauptbestandteile sind im wesentlichen zwei Ausleger mit einer Länge von etwa 110 m, auf die Regner oder Pralldüsen aufgesetzt werden und ein Pumpenaggregat. Diese Bauteile werden auf einen Kettenschlepper aufgebaut (Abb. 6).

Die Pumpe entnimmt das Wasser über eine Saugleitung aus einem offenen Graben, während die Maschine an dem Graben entlangfährt (15, 16). Der Bewässerungsgraben wird erst unmittelbar vor Beginn der ersten Bewässerung gezogen.

Die Arbeitsbreite der Beregnungsmaschine beträgt maximal 120 m, dabei werden Schlaglängen bis zu 1000 m abgeregnet.

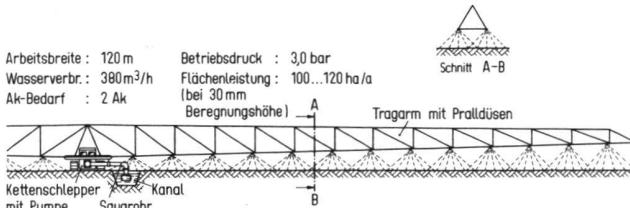


Abb. 6 Doppelträger-Beregnungsaggregat DDA

### 2.3.3.3 Kreisberegnung

Für die Kreisberegnung wird eine Reihe von Verfahren eingesetzt, deren wichtigste die russische Beregnungsmaschine «Fregat» ist (Abb. 7) (10, 12). Diese Maschine ist baugleich mit der amerikanischen Anlage «Waterdrive Center-Pivot-System» (17). Kennzeichnend für diese Beregnungsmaschinen ist, dass eine auf Rädern über ein Stützgestell befestigte Regnerleitung mit Schwachregnern sich fahrend um einen Endpunkt dreht. An diesem

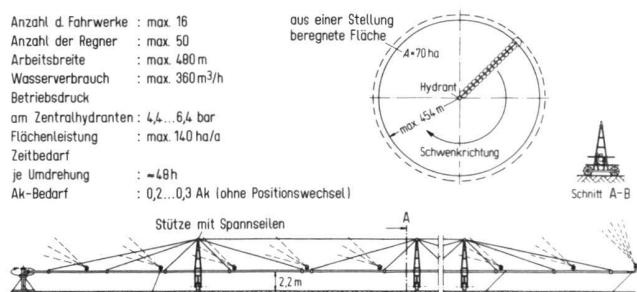


Abb. 7 Kreisberegnungsmaschine Fregat

Endpunkt liegt gleichzeitig der Wasserhydrant, der mit der Rohrleitung hydraulisch verbunden ist (12). Während der Drehbewegung entsteht ein beregneter Kreis mit einem Radius, der der Regnerleitungslänge plus Wurfweite des letzten Regners, einem Mittelstarkregner, entspricht.

Die Regnerleitung ist auf einem Fahrgestell aufgebaut. Jedes Fahrgestell verfügt über einen hydrostatischen Antrieb (6, 11). Für die gleichmäßige kreisförmige Vorwärtsbewegung sorgt bei hydraulischem Antrieb ein Synchrosystem (6), das über Zugseile auf die Wasser-

zufuhr der Wassermotoren wirkt. Bei elektrischem Antrieb erfolgt die Synchronisation durch Messen und Ausgleichen etwaiger Abknickungen im Rohrverlauf. Die Umlaufzeit für eine Kreisberegnung kann variiert werden und schwankt zwischen 25 und 250 Stunden (4). Die Länge der Regnerleitung schwankt zwischen 270 m und 665 m, so dass mit einer Regneraufstellung etwa 20 bis 150 ha beregnet werden können. Nachteil dieser Verfahrensalternative ist, dass nur 80 % eines Quadrates und in Verbindung mit Mittelstarkregnern am Ende der Regnerleitung mit Sektoreneinstellung nur 88 % eines Quadrates beregnet werden können.

Darüber hinaus kommen noch weitere Verfahrenslösungen zum Einsatz, auf die nicht näher eingegangen werden kann.

### 3. Kennwerte für den Einsatz der Feldberegnung

#### 3.1 Arbeitszeitbedarf

Der für die Beregnung notwendige Arbeitszeitaufwand ist ein wesentlicher Faktor für die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes der Beregnungstechnik. Er wird weitgehend von der Wahl des Beregnungsverfahrens bestimmt.

Der Arbeitszeitbedarf für die Reihen- und Einzelregnerverfahren sinkt mit zunehmender Mechanisierung (Abb. 8). Den höchsten Arbeitszeitbedarf beanspruchen die Rohrverfahren mit 2,10 h/ha. Eine Arbeitszeiteinsparung von etwa 30 % wird bereits durch das seitliche Verlegen von Schläuchen mit Regnern bei der Rohrschlauchberegnung erzielt. Den niedrigsten Arbeitszeitbedarf bei den Reihenregnerverfahren erreicht die

Schlauch-Schlauchberegnung mit etwa 1,2 h/ha (Einsparung rund 40 % gegenüber Rohrberegnung) (11).

Bei den Einzelregnerverfahren ist der Arbeitszeitbedarf je Hektar berechneter Fläche um ein Vielfaches niedriger als bei den Reihenregnerverfahren. Der Arbeitsaufwand schwankt bei verfahrensspezifisch optimaler Schlagabmessung zwischen 0,28 und 0,55 h/ha. Gegenüber der Rohrberegnung ist dies eine Arbeitszeiteinsparung von 75–85 %.

Untereinander unterscheiden sich die Einzelregnerverfahren nur unwesentlich. Größere Unterschiede ergeben sich bei den Beregnungsmaschinen mit Maschinenvorschub. Hier beansprucht das Verfahren mit der am Feldrand verlegten Regnerleitung und dem Antrieb über die Seiltrommel den höchsten Arbeitszeitbedarf.

Über den Arbeitszeitbedarf für die Sonderverfahren liegen keine eigenen Messergebnisse vor, so dass an dieser Stelle nur aus Literaturangaben berichtet werden kann (3, 4, 5, 6).

Zur Bedienung der rollenden Beregnung ist eine Arbeitskraft ausreichend. In der Regel sind für eine rollende Regnerleitung bei entsprechender Arbeitsorganisation 0,3–0,5 AK erforderlich, d. h. eine Arbeitsperson kann während der Beregnungssaison 2–3 Maschinen bedienen.

Die Doppelträgerberegnung mit der Beregnungsmaschine DDA-100 M erfordert für die Führung des Kettenanhängers ständig eine Arbeitskraft. Darüber hinaus ist eine Hilfsperson erforderlich, die für die kontinuierliche Wasserbereitstellung in den Bewässerungskanälen sorgt.

Die Kreisberegnungsmaschine hat während der Beregnungsperiode den Charakter einer ortsfesten Beregnungsanlage. Dadurch entstehen Ansatzpunkte zur teilweisen Automatisierung des Verfahrens. Für die Bedienung der Anlage sind etwa 0,2–0,3 AK erforderlich. Je Gerät sind 2 Aufstellungen pro Jahr möglich. Für das Umsetzen sind 5–6 Stunden notwendig.

#### 3.2 Flächenleistung

Die Flächenleistung eines Beregnungsverfahrens wird im wesentlichen durch den Wasserverbrauch bestimmt. Regnerbauart, Düsengröße, verfügbare Wassermenge, verfügbarer Druck am Hydranten, Nennweite und Länge der Regnerleitung sowie Druckverluste beeinflussen außerdem die Flächenleistung der Beregnungsverfahren. Bei Unterstellung eines zehntägigen Beregnungsturnus und einer täglichen Einsatzzeit der Reihenregnerverfahren von 16 Stunden und der Einzelregnerverfahren von 20 Stunden ergibt sich für die Flächenleistung bei einer Beregnungshöhe von 30 mm folgende Tendenz (Abb. 9):

- Die Rohrverfahren mit einer Rohrnenne weite von 89 mm können durchaus mit den Einzelregnerverfahren konkurrieren (35 ha/10 d).
- Das vergleichbare arbeitextensive Einzelregnerverfahren mit Regnereinzug mit einer lichten Rohrweite von 90 mm erreicht auf Grund des arbeitswirtschaftlichen Vorteils eine noch höhere Flächenleistung (50 ha/10 d).
- Beregnungsverfahren mit noch grösserer Rohrquer-

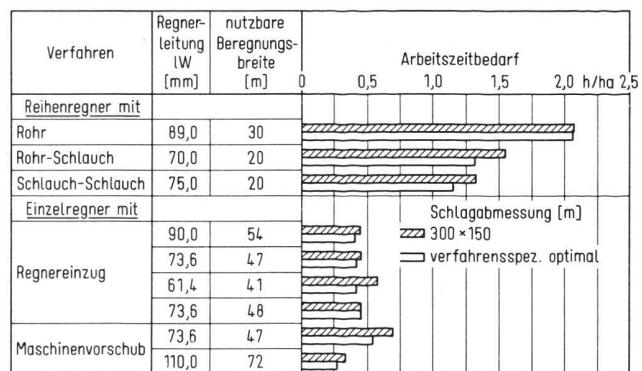


Abb. 8 Arbeitszeitablauf für Einzel- und Reihenregnerverfahren

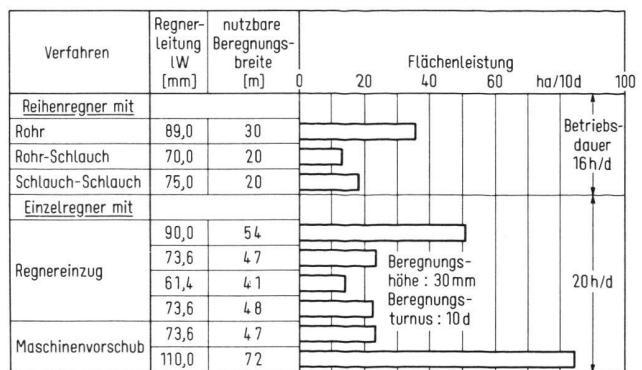


Abb. 9 Flächenleistung von Einzel- und Reihenregnerverfahren

schnitten ( $1W = 110$  mm) erlauben bei voller Auslastung eine Flächenleistung bis maximal 85 ha/10 d.

Die Flächenleistung für die ausgewählten Sonderverfahren für eine jeweilige Beregnungshöhe von 30 mm je Beregnungsgabe im Mittel der Jahre enthält Tabelle 2 (6, 7, 10, 11, 16). Mit der verfahrensspezifischen Flächenleistung ist die Einsatzfläche für die verschiedenen Beregnungsverfahren vorgegeben. Die Frage, welches Beregnungsverfahren am kostengünstigsten einzusetzen ist, kann durch einen Kostenvergleich je Flächeneinheit beantwortet werden.

### 3.3 Kosten

Der wirtschaftliche Einsatz von Beregnungsmaschinen ist nur mit betriebsspezifischer Planungsrechnung zufriedenstellend zu beantworten (9). Bei einem Verfahrenswechsel im Beregnungsbetrieb ändern sich in der Regel die erforderlichen Wassermengen je Zeiteinheit und der erforderliche Druck am Hydranten. Im folgenden wird davon ausgegangen, dass Wasser in genügender Menge vorhanden ist und mit entsprechendem Druck bei Unterstellung von einem Rohr-Schlauchverfahren bereitgestellt werden kann. Bei Verfahrensänderung wird im Beregnungssystem nur die Pumpe ausgetauscht, und die Kosten werden entsprechend dem Mehrpreis hinsichtlich Kapitalbedarf und der sich daraus ergebenen Abschreibung, Zinsanspruch und Unterhaltungskosten berücksichtigt. Die übrigen Kosten der Wasserbereitstellung bleiben unberücksichtigt, da diese nur betriebsspezifisch erfasst werden können. Für die Ermittlung der Kosten der Sonderverfahren liegen in der verfügbaren Literatur nur sehr wenige Elemente vor, so dass hierauf nicht eingegangen werden kann.

#### 3.3.1 Kapitalbedarf

Der Kapitalbedarf für die ausgewählten Reihen- und Einzelregnerverfahren wurde nach Preisangaben des letzten Jahres verschiedener Herstellerfirmen ermittelt. Der Kapitalbedarf für die Reihenregnerverfahren bezieht sich auf eine Regnerleitungslänge von 300 m (Abb. 10). Der Kapitalbedarf für die arbeitextensiven Einzelregnerverfahren beträgt das zwei- bis dreifache des Anschaffungswertes der Rohrverfahren. Das preiswerteste Einzelregnerverfahren ist das Beregnungsverfahren mit Maschinenvorschub (1 W 73,6), bei dem die Regnerleitung in einer Schlaufe am Feldrand verlegt wird.

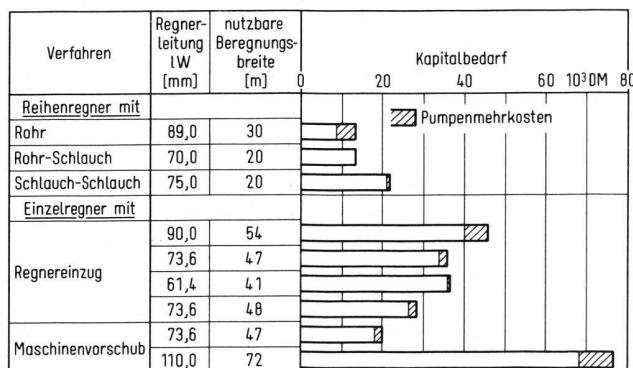


Abb. 10 Kapitalbedarf für verschiedene Einzel- und Reihenregnerverfahren

Einzelregnerverfahren mit Regnereinzug mit einer lichten Weite von 73,6 mm, die heute überwiegend in der Praxis eingesetzt werden, erfordern einen Kapitaleinsatz von DM 28 570.– bis zu DM 36 215.–. Es lässt sich tendenziell feststellen, dass der Anschaffungspreis mit abnehmendem Arbeitszeitbedarf und zunehmender Flächenleistung ansteigt.

#### 3.3.2 Verfahrenskosten

Bei dem folgenden Kostenvergleich für den Einsatz verschiedener Beregnungsverfahren wird davon ausgegangen, dass die Verfahren bis zur maximalen Flächenleistung ausgelastet werden (1). Die verfügbare Flächenleistung wird sowohl für die Getreide- als auch Hackfruchtberegnung genutzt. Damit kann die doppelte Flächenleistung der jährlichen Einsatzzeit für die ausgewählten Verfahren gleichgesetzt werden. Tendenziell lässt sich für die Einzelregnerverfahren feststellen, dass mit zunehmendem Rohrquerschnitt und Wasserdurchsatz bei steigender Flächenleistung die Kosten je mm Beregnungshöhe sinken (Abb. 11). Die teuerste Lösung stellt auf Grund der niedrigen Flächenleistung, der hohen Anschaffungskosten und der hohen variablen Kosten das Einzelregnerverfahren mit einer lichten Rohrweite von 63,4 mm dar.

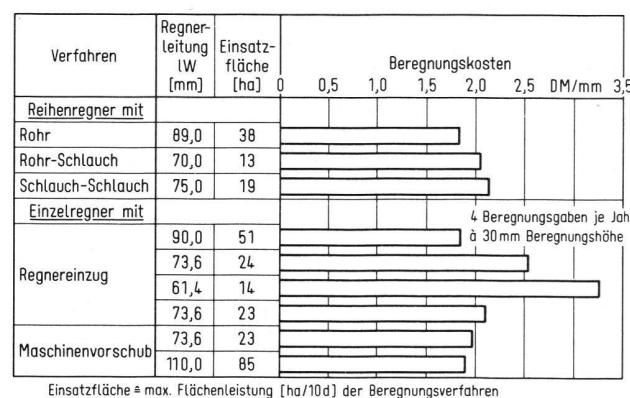


Abb. 11 Verfahrenskosten je mm Bewässerungshöhe mit verschiedenen Bewässerungsverfahren. Kosten für die Hydrantleitung sind nicht enthalten

Die Reihenregnerverfahren können bei voller Auslastung von den Einzelregnerverfahren mit hoher Flächenleistung noch unterboten werden.

Mit zunehmender Einsatzfläche sind Verfahren mit einem relativ hohen Kapitalbedarf und hoher Flächenleistung bei einer lichten Rohrweite von 90 mm und darüber kostengünstiger.

Die Beregnungskosten je mm Beregnungshöhe wurden auf der Basis der verfahrensspezifischen maximalen Flächenleistung ermittelt. Mit abnehmender Einsatzfläche steigen die Beregnungskosten überproportional. Eine betriebsspezifische, der jeweiligen Flächenleistung zugeordnete Planung der einzusetzenden Beregnungstechnik ist deshalb besonders wichtig.

## 4. Entwicklungstendenzen

Aus den konventionellen Verfahren der Rohr-, der Rohr-Schlauch- und der Schlauch-Schlauchberegnung ergibt sich die folgerichtige Weiterentwicklung bis hin zu

den halbautomatischen Beregnungsmaschinen. Der Grund hierfür ist in

- den hohen Arbeitskosten auch in der Landwirtschaft,
- der Schwerarbeit beim manuellen Transport von Beregnungsrohren,
- der nicht vertretbaren Tag- und Nacharbeit,
- beim Einsatz, insbesondere der Reihenberegnung, zu sehen. Das Resultat der im wesentlichen von der Industrie getragenen Entwicklung sind
- eine wesentliche Arbeitszeiteinsparung,
- niedrige Arbeitskosten, die jedoch mit einem hohen Kapitaleinsatz verbunden werden müssen,
- eine gesteigerte Rentabilität, die jedoch nur in grösseren Produktionseinheiten gesichert ist.

Zur wirkungsvollen Nutzung der neuen Beregnungstechnik ist deshalb der Zusammenschluss zu Beregnungsverbänden und -gemeinschaften besonders wichtig, damit die Nutzung dieser neuen Technik auch im klein- und mittelbäuerlichen Betrieb möglich wird.

#### 4.1 Automatisierung

Die Entwicklung in der Feldberegnung ist gekennzeichnet durch einen teilautomatisierten Verfahrensablauf. Dies trifft insbesondere auf die im mitteleuropäischen Raum überwiegend eingesetzten Einzelregnerverfahren mit Maschinenvorschub und Regnereinzug zu.

Die wesentlichen automatisierten Arbeitsgänge an den Beregnungsmaschinen sind

- gleichmässiger, selbsttätiger Vorschub des Regners durch Auftrömmeln der Regnerleitung,
- Funktionselemente: Steuerventile, Wassermotor, Übersetzung, Rohrtrommel,
- Endabschaltung des Antriebes und der Wasserzufuhr,
- Führung der Regnerleitung beim Auftrömmeln durch gesteuerten Rohrführungsschlitten,
- Ausheben des Regnerschlittens in Transportstellung.

Als Antriebselement hat sich bei allen Beregnungsmaschinen der Wassermotor durchgesetzt:

- hydrostatischer Antrieb (Kolbenmotor),
- hydrodynamischer Antrieb (Turbine, Turbo).

Für die Verregnung von Klarwasser haben sich Antriebsturbinen in der Konzeption einer Kreiselpumpe bewährt. Darüber hinaus werden im intensiven Beregnungsbetrieb, wo auch Gülle bis zu einem Trockenmassegehalt von 10 % zu verregnern ist, grossvolumigere Turbinen im Hauptstrom eingesetzt. Die Druckverluste betragen konstant 0,3–0,5 bar, sind jedoch bei der Kreiselpumpe etwas höher anzusetzen. Eine weitere Alternative ist der Antrieb über einen Gummibalg und der Turboantrieb.

#### 4.2 Verschleissverhalten

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben deutlich gezeigt, dass die bislang an Beregnungsmaschinen mit Regnereinzug verwendeten PE-Weich-Rohre und auch PE-Hart-Rohre für die Beregnungspraxis nur bedingt brauchbar sind.

Die maximale Zugbeanspruchung beträgt beim Einsatz einer Beregnungsmaschine mit Regnereinzug mit einem PE-Rohr 90 mm Aussendurchmesser und 280 m Länge bis zu 1300 daN. Mit einem PE-Rohr, Aussendurchmesser 110 mm, werden maximal 1500–1800 daN erreicht. Die Beregnungsindustrie hat hieraus die Konsequenz gezogen und ein neues PE-Rohr Sonderqualität

entwickelt, auf das 18–24 Monate Garantie gegeben wird. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass mit diesen speziell für die Beregnung gefertigten Rohren die Lebensdauer erheblich verlängert werden kann. Zur Herabsetzung der Zugbeanspruchung bietet sich beim Verlegen der Regnerleitung das Abtrömmeln mittels Auslegen – Fahren mit der Beregnungsmaschine durch den Bestand – an (Abb. 12). Bei einer Rohrlänge von 280 m kann durch das Auslegen der Regnerleitung gegenüber dem Ausziehen die Zugbeanspruchung um etwa 70 % gesenkt werden. Für den Einzug der Regnerleitung bieten sich zurzeit keine Möglichkeiten der wesentlichen Herabsetzung der Zugbeanspruchung an.

#### 4.3 Verbesserung der Wasserverteilung

Die Wasserverteilung von Drehstrahlregnern wird neben den Faktoren Druck am Regner, Wasserverbrauch, Düsengrösse, Regnerbauart im wesentlichen von der Windrichtung und -geschwindigkeit beeinflusst. In Abb. 13 ist eine Wasserverteilungskurve für einen Starkregner mit einer Niederschlagsintensität von über 20 mm/h bei

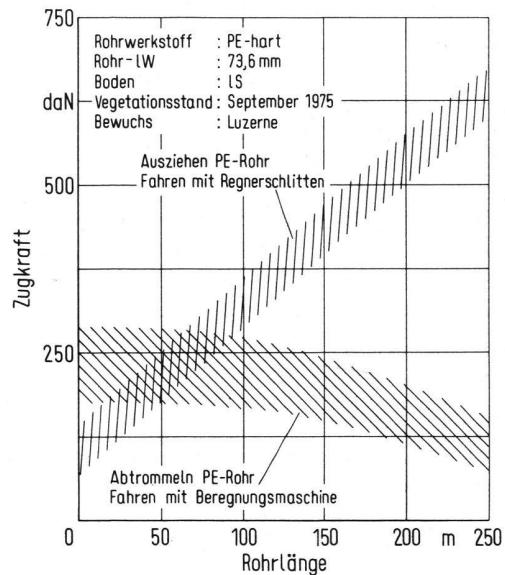


Abb. 12 Vergleich von Zugbeanspruchung und notwendiger Zugkraft beim Ausziehen und Auslegen eines PE-Rohres

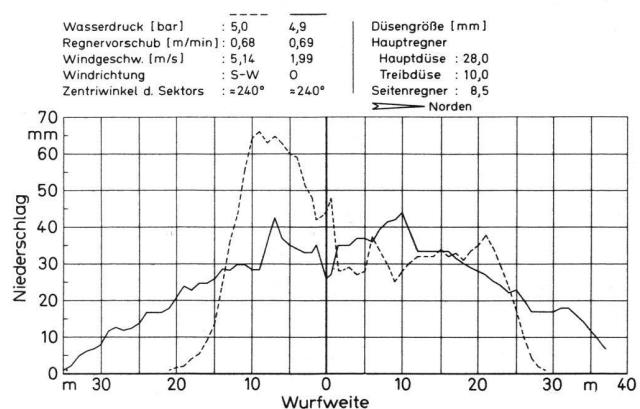


Abb. 13 Wasserverteilung eines Drehstrahlregners (Starkberegnung) bei niedriger und hoher Windbelastung an einer Beregnungsmaschine im praktischen Einsatz

einer Windgeschwindigkeit von 2,0 m/sec und bei 5,1 m/sec aufgetragen (8).

Die relativ geringe Windbelastung von 2 m/sec zeigt keinen wesentlichen Einfluss auf die Wasserverteilung. Erst bei einer höheren Windbelastung von 5,1 m/sec wird auf die Wasserverteilungskurve ein deutlicher «Berg» durch Seitenwind aufgeschoben. Außerdem ist die Arbeitsbreite reduziert.

Aus der Forderung nach einer pflanzenphysiologisch gerechten Beregnungsintensität und verbesserten Wasserverteilung, auch bei höherer Windbelastung, resultiert die Notwendigkeit, die Wassermenge auf zwei oder mehrere Regner zu verteilen, um die Beregnungsintensität zu verringern und gleichzeitig die Auswirkung der Windbelastung zu reduzieren. Lösungen in der Praxis, anstatt einer Sektorenberegnung eine Kreisberegnung durchzuführen, können nur teilweise befriedigen.

Durch die Verwendung von zwei Regnern auf Auslegern, wie sie teilweise bei den Beregnungsmaschinen mit Maschinenvorschub verwendet werden, wird die Wassermenge an der Düse halbiert und dadurch eine verbesserte Wasserverteilung erreicht (Abb. 14). Die Beregnungsintensität entspricht der Mittelstarkberegnung. Die Wasserverteilungskurve steigt auch bei einer relativ starken seitlichen Windbelastung von 5 m/sec steil an und fällt auf der anderen Seite ebenso steil wieder ab. Die Beregnungshöhe bleibt auf der gesamten Arbeitsbreite relativ konstant erhalten. Grundsätzlich ist zu vermerken, dass die hohe Regendichte der Starkberegnung zu einer schlechteren Wasserverteilung führt als bei der Schwachberegnung.

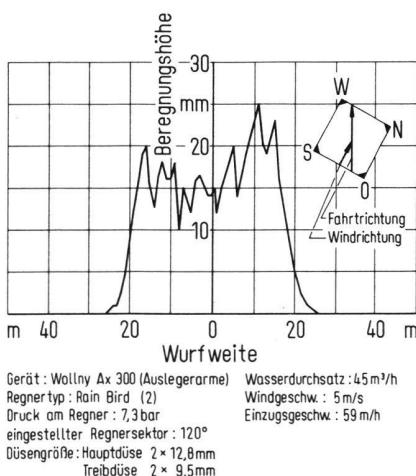


Abb. 14 Wasserverteilung zweier Mittelstarkregner an einer Beregnungsmaschine mit hoher Windbelastung im praktischen Einsatz

#### 4.4 Betriebs- und Funktionssicherheit

Obwohl von der Beregnungsindustrie bereits erhebliche Fortschritte zur Betriebs- und Funktionssicherheit gemacht wurden, sind weitere Anstrengungen auf diesem Gebiet erforderlich.

Aus den Erfahrungen des praktischen Einsatzes der Maschinen ergibt sich hierfür eine Reihe von Ansatzpunkten. Hierzu zählen u. a.:

- verbesserte Standsicherheit,

- Einsatz druck- und mengengesteuerter Sperrventile bei Betriebsstörungen,
- reduzierter Bedienungsanspruch der Steuerventile,
- Übergang zu Turbinenantrieb,
- verbesserte Rohr- bzw. Schlauchführung zur Herabsetzung der mechanischen Beanspruchung der Regnerleitung,
- Herabsetzung der Rohrbeanspruchung durch verminderte Biegung und durch Auskleiden der Rohrtrommel,
- Einsatz neuer Antriebssysteme, wie z. B. Turboantrieb.

#### 4.6 Einsatz wassersparender Verfahren

Die Entwicklung der neuen Beregnungstechnik in den letzten Jahren ist als grosser Fortschritt zu bezeichnen. Sie führte zu einer wesentlichen Ausweitung der Feldberegnung und zu beachtlichen Betriebserfolgen. Im Vordergrund dieser Entwicklung steht die Substitution von Arbeit durch Kapital. Diese Entwicklung führte zur Starkberegnung, wobei sowohl der pflanzenspezifische Wasserbedarf als auch der Faktor Wasserverfügbarkeit vernachlässigt werden. Die Weiterentwicklung in der Beregnungstechnik muss auf die Hebung der Effizienz des Wassereinsatzes gerichtet sein. Konkrete Ansätze ergeben sich aus den Erkenntnissen der Anwendung der Tropfbewässerung (13).

#### 5. Zusammenfassung

1. Im vorliegenden Beitrag werden die wichtigsten Verfahren der Feldberegnung beschrieben und dargestellt. Sonderverfahren, wie sie in Osteuropa und in Übersee zum Einsatz kommen, werden einbezogen.
2. Neuere Verfahren der Feldberegnung ermöglichen einen teilautomatisierten Betriebsablauf, eine wesentliche Arbeitszeiteinsparung sowie eine bedeutende Herabsetzung der Belastung und Beanspruchung der in der Beregnung eingesetzten Arbeitskräfte.
3. Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Einsatz der neuen Beregnungstechnik sind eine entsprechende Flächenausstattung, eine optimale Schlagabmessung und vor allem eine dem spezifischen Wasserverbrauch dieser Maschinen angepasste Wasserverfügbarkeit. Diese begrenzt ihren Einsatz wesentlich.
4. Die Weiterentwicklung von Beregnungsmaschinen wird auf eine höhere Betriebs- und Funktionssicherheit und auf verschleissärmeres Rohr- bzw. Schlauchmaterial gerichtet sein. Darüber hinaus muss durch eine stärkere Anpassung der Wassermenge an den physiologischen Bedarf der Pflanze die Effizienz des Wassereinsatzes verbessert werden.

Tabelle 2 Flächenleistung verschiedener Sonderverfahren

Beregnungsverfahren	Wasserdurchsatz (m³/h)	Flächenleistung (ha/Jahr)
rollend	230	70–100
Doppelträger	380	100–120
Kreisberegnung	180–360	80–300

Tabelle 3 Technische Kenndaten für die in der Bundesrepublik Deutschland eingesetzten Beregnungsmaschinen mit Regnereinzug

Rohr- bzw. Schlauchdurch- messer (aussen) (mm)	Rohr- bzw. Schlauchlänge (m)	Rohr- bzw. Schlauchmaterial	Düsengrößen (mm)	Erforderlicher Druck an der Beregnungs- maschine bzw. am Hydranten (bar)	Wasser- verbrauch (m³/h)	Hersteller
50	225-250	h-PE; S-PE	10-15	4,5-5,5	8-13	Irrifrance, Wollny
63	250-320	h-PE; S-PE	10-18	5,5-7,0	12-27	Bauer, Irrifrance, Perrot, Wollny
66	320	S-PE	14-18	6,5-9,5	17-27	Wright-Rain
75	250-370	h-PE; S-PE	14-22	5,5-10,0	16-42	Bauer, Hüdig, Irrifrance, Perrot, Waldhauser, Wright-Rain
82	265-270	S-PE	18-23	5,5-9,5	20-45	Irrifrance, Wright-Rain
88	325	W-PE	20-25	5,5-6,5	22-35	Beinlich
90	270-380	S-PE	16-30	5,5-9,9	22-60	Bauer, Beinlich, Deierling, Hüdig, Irrifrance, Perrot, Riesner, Waldhauser, Wright-Rain
110	200-320	S-PE	23-36	6,5-10,0	45-110	Bauer, Beinlich, Deierling, Irrifrance, Perrot, Riesner, Waldhauser, Wright-Rain

h-PE = Hart-Polyäthylen

S-PE = Sonderqualität Polyäthylen

sp.S = Spezialschlauch

Tabelle 4 Technische Kenndaten für die in der Bundesrepublik Deutschland eingesetzten Beregnungsmaschinen mit Maschinenvorschub

Rohr- bzw. Schlauchdurch- messer (aussen) (mm)	Rohr- bzw. Schlauchlänge (m)	Rohr- bzw. Schlauchmaterial	Düsengrößen (mm)	Erforderlicher Druck an der Beregnungs- maschine bzw. am Hydranten (bar)	Wasser- verbrauch (m³/h)	Hersteller
75	400	S-PE	10-12**	5,5-9,5	-35	Landtechnik Altena
90	400	S-PE	10-13,5**	5,5-9,5	-45	Landtechnik Altena
110	400	S-PE	10-17,5**	5,5-9,5	-90	Landtechnik Altena
75	350	h-PE	12-15**	5,4-10,2	22-39	Bilstein
90	300	h-PE	12-17**	4,4-10,0	22-51	Bilstein
75*	315-360	sp.S	12-17**	5,0-8,7	30-50	Wollny
90*	225-540	sp.S	18-22**	4,9-10,3	40-90	Wollny
110*	180-315	sp.S	22-30**	4,9-10,7	60-150	Wollny

h-PE = Hart-Polyäthylen

S-PE = Sonderqualität Polyäthylen

sp.S = Spezialschlauch

\* entspricht der lichten Weite

\*\* Beregnungsmaschine mit zwei Regnern

Treibdüse 5-7 mm

wahlweise mit einem Regner erhältlich

## Literatur

- (1) Artmann, R.; Sörgel, F.-P.: Arbeitszeitbedarf, Flächenleistung und Kosten verschiedener Beregnungsverfahren. Berichte über Landwirtschaft, Bd. 74, 1976, H. 2.
- (2) Baumann, H.: Bewässerung. In: «Wasserwirtschaft in Stichworten». Verlag F. Hirt, Kiel 1974.
- (3) Findeisen, D.: Fachausdrücke in Technik und Technologie der Beregnung. VEB Landwirtschaftsverlag, Berlin 1970.
- (4) Frielinghauf, M.; Hahn, R.; Iven v., M.: Zur Verregnung von Schmutzwasser mit der Kreisberegnungsmaschine Fregat in der DDR. Agrartechnik, 1976, H. 3.
- (5) Gorski, B.: Im Gespräch: Fregat-Beregnungsanlagen. Agrartechnik, 1976, H. 3.
- (6) Hay, G. T.; Rydzewski, J. R.: Comparative Economics of Springer Irrigation Systems. Int. Com. of Irrigation and Drainage, Moskau 1975, Teilbereich 32.1/R 18.
- (7) Krakovec, V. M.; Nikulin, S. N.; Moskvitschev, J. A. u. a.: «Fregat», eine neue Beregnungsanlage. Gidrotehnika Melioracija, 23, 1971, H. 9, S. 27-33.
- (8) Kiele, A. C.; Artmann, R.: Die Auswirkung unterschiedlicher Beregnungsverfahren auf den Betriebserfolg und ihre technische Weiterentwicklung. Abschlussbericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft 1974.
- (9) Meinholt, K.; Hollmann, P.; Schmidt: Die wirtschaftliche Bedeutung der Beregnung auf Grenzstandorten. Vortrag Völkenroder Beregnungstage, Braunschweig 6./7. 6. 1974.
- (10) N. N.: Fregat. Die Anlage des Fundamentes unter dem zentralen Stützfuß und die Konstruktion der Hauptbe-
- standteile, Girotechnika; Melioracija, 25, 1973, H. 5, S. 45-48.
- (11) Pitchford, E. J.; Wilkinson, I. C.: A Cost Comparison of Several Sprinkler Irrigation Systems in a Large-Scale Agriculture Development. Int. Commission of Irrigation and Drainage, Moskau 1975, Teilbereich 32.1/R 19.
- (12) Rosegger, S.: Systeme und Verfahren der Beregnung. In: «Beregnung – warum? wann? womit?» Arbeiten der DLG, Bd. 151, DLG-Verlag, Frankfurt/M 1976.
- (13) Rosegger, S.; Dambroth, M.; Siegert, E.; Sörgel, F.-P.: Verfahren der Tropfbewässerung – Ergebnisse über den Einsatz der Tropfbewässerung in Reihenkulturen. Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft, 11. Jahrgang 1976, H. 1.
- (14) Sörgel, F.-P.: Belastung von Kunststoffrohren bei Beregnungsmaschinen im praktischen Einsatz, Landtechnik 31 1976, H. 6.
- (15) Voigt, P.: Maschinen und Geräte für die Beregnung – Anlagetypen, Technik und Technologie der Beregnung.
- (16) Zabel, G.: Bewässerungswirtschaft in den Trockengebieten der Sowjetunion. Praxis der Beregnungswirtschaft, Januar 1975, H. 15.
- (17) Zabel, G.: Bewässerungsverfahren in der Sowjetunion. Der Tropenlandwirt, April 1976.

Adresse der Verfasser:

Prof. Dr. S. Rosegger; Ing. agr. (grad.) F.-P. Sörgel  
Institut für Betriebstechnik der FAL,  
D-33 Braunschweig-Völkenrode

## Coûts des installations d'irrigation: profit-dépenses

I. Alba

### 1. Introduction

A propos des coûts des installations d'irrigation qui est le sujet de mon exposé je ne voudrais pas décevoir votre attente mais d'autre part je crois nécessaire d'admettre tout d'abord la difficulté de vous donner des chiffres généralisés. Parler de coûts moyens ou bien donner le chiffre minimum et maximum peut n'avoir aucune signification vu les nombreuses ainsi que différentes sortes d'installations d'irrigation.

C'est pour cela que je préfère vous parler des coûts en grandes lignes et vous donner des chiffres de quelques cas concrets d'installations appartenants aux diverses méthodes d'irrigation.

Evidemment mon exposé ne pourra pas être exhaustif vu l'étendu du sujet et le temps à ma disposition. Toutefois j'ai préparé des tableaux de coûts que vous trouverez annexés à mon rapport écrit.

Comme on sait le but principal de l'irrigation, quelle que soit la méthode, est celui d'apporter dans la zone racinaire un contenu d'humidité optimal pour la vie de

la plante et pour sa productivité, soit quantitative soit qualitative.

Augmenter la productivité peut signifier augmenter le profit, mais évidemment en même temps on cherche à obtenir le coût de production le plus bas possible. Actuellement, dans certaines zones, l'irrigation est une des pratiques culturelles qui influence beaucoup le coût de production et pourtant il faut choisir la méthode la plus convenable au point de vue économique et technique et qui s'adapte aux caractéristiques de l'exploitation agricole.

Bien que la recherche de la méthode n'est pas facile pour les plusieurs variables en jeu – culture, nature du sol, qualité de l'eau, volume spécifique de l'eau, son tour, etc. –, la technologie moderne nous offre une vaste gamme de types d'installations d'irrigations parmi lesquels on peut choisir la mieux adaptée. Dans la comparaison des diverses installations il ne faut pas considérer simplement les coûts totaux, mais il faut rechercher et évaluer toutes les variations possibles qui peuvent s'ensuivre de la réalisation de chaque type d'installation. C'est-à-dire qu'il faut analyser et comparer tous les éléments de la gestion agricole – utilisation de la main d'œuvre, mécanisation, possibilité ou non de faire des traitements antiparasitaires, distribution des fertilisants ou des herbicides, modalité de récolte, etc. – avant et après la réalisation de l'installation.

Dans certains cas, d'autres facteurs secondaires qui peuvent influencer la gestion – possibilité de manque de main d'œuvre, probabilité de grève, augmentation du prix de l'énergie utilisée, etc. – doivent aussi être considérés.