

# Mobile Tropfbewässerung an Kreisberegnungsmaschinen

*Die Verdunstungsraten sind in ariden Gebieten deutlich höher als in humiden, daher muss die Bewässerungstechnik in Bezug auf die Wassereinsparung verbessert werden. Mit der mobilen Tropfbewässerung können Wasserverluste vermieden und der Betriebsdruck zur Wasser-Verteilung gesenkt werden. Handelsübliche Tropfrohren ersetzen Regner oder Düsen an den Maschinen. Der geringe flächenbezogene Kapitalbedarf und der niedrige Arbeitszeitbedarf der Kreisberegnungsmaschine führten dazu, diese Technik als Träger- und Wasserzuführungssystem für die Tropfrohren zu verwenden.*

Dr. Heinz Sourell ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Betriebstechnik und Bauforschung (Leitung: Prof. Dr. F.-J. Bockisch) der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig; e-mail: [heinz.sourell@fal.de](mailto:heinz.sourell@fal.de)

Dr. Asaad Derbala ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Agriculture Engineering Dept., Faculty of Agriculture at Tanta University, Egypt. Dr. Derbala war von 1999 bis 2003 Gastwissenschaftler am IBB der FAL mit einem Stipendium der ägyptischen Regierung und hat 2003 am Institut für Landtechnik in Gießen promoviert.

## Schlüsselwörter

Tropfbewässerung, Kreisberegnungsmaschinen, mobile Tropfbewässerung

## Keywords

Drip irrigation, center-pivot irrigation machines, mobile drip irrigation

## Literatur

- [1] Derbala, A.: Development and evaluation of mobile drip irrigation with center pivot irrigation machines. *Landbauforschung Völknerode*, Sonderheft 250, 2003

Im Verlauf der Entwicklung der Bewässerungstechnik wurde eine Vielzahl von Lösungen geschaffen, die das Ziel verfolgten, den Beregnungsablauf technisch, organisatorisch und ökonomisch zu verbessern. Dies wurde in der Regel durch den erhöhten Einsatz von Kapital für moderne Beregnungsanlagen erreicht. Neue Beregnungsverfahren sind seit der Entwicklung der mobilen Beregnungsmaschine in den 70er Jahren nicht mehr auf den Markt gekommen. Die Tropfbewässerung als kapitalintensives Bewässerungsverfahren mit Möglichkeiten zur Wasser- und Energieeinsparung hat nicht die erhoffte Verbreitung, auch weltweit nicht, erreicht. Neben dem hohen Kapitalbedarf ist der hohe Arbeitszeitbedarf für den Auf- und Abbau der Tropfbewässerungsanlage in einjährigen Kulturen zu nennen. Aufgrund dieser Analyse wurde die mobile Tropfbewässerung entwickelt. Den Aufbau der Anlage zeigt Bild 1.

## Tropferauswahl

Die Tropfer für den Einsatz bei der mobilen Tropfbewässerung müssen folgende Voraussetzungen erfüllen: eine hohe Gleichförmigkeit, einen niedrigen Variationskoeffizient des Durchflusses, einen geringen Tropferabstand auf dem Tropfrohr und eine einfache Handhabung bei der Montage an der Kreisberegnungsmaschine. Der Abstand der Tropfer auf dem Tropfrohr soll geringer als von handelsüblichen Tropfrohren sein. Wenn die Wassermenge an der Kreisberegnungsmaschine

und die Durchflüsse der Tropfer bekannt sind, kann die Tropfrohrlänge berechnet werden. Untersucht wurden fünf handelsübliche Tropfer hinsichtlich des Durchflusses in Abhängigkeit vom Druck und der Wassertemperatur (Bild 2).

Die technischen Auswahlkriterien und dazugehörige Kenndaten zur Beurteilung des geeigneten Tropfers sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Ausgewählt wurde der Hydrogol-Tropfer mit 0,15 m Tropferabstand auf dem Tropfrohr mit einem Durchfluss von ~ 10 l/h bei 100 kPa Betriebsdruck. Der Tropfer ist nicht druckkompensiert und bei Druckschwankungen treten auch Veränderungen im Durchfluss auf. Diese Abhängigkeit ist auch in Bild 2 dargestellt. Die Kenndaten zur Beschreibung der Gleichmäßigkeit des Durchflusses, wie Variationskoeffizient und Gleichmäßigkeitsfaktor, zeigen gute Ergebnisse.

## Feldversuche

Im Feldversuch wurden die ausgewählten Tropfrohren an drei Traversen einer Kreisberegnungsmaschine montiert. Hier ist noch eine Unterverteilerleitung an der Kreisberegnungsmaschine installiert, an der die Tropfrohren befestigt sind. Die weitere Planung geht davon aus, dass die Tropfrohren direkt an der Hauptleitung angeschlossen werden. Fabrikseitig sollen im Abstand von 0,75 bis 1,00 m Auslässe im Hauptrohr vorgesehen werden. Im Bereich des Tropfrohranschlusses an die Maschine bis zum Boden



*Bild 1: Aufbau einer mobilen Tropfbewässerung an einer Kreisberegnungsmaschine*

*Fig. 1: Installation of mobile drip irrigation at a center pivot irrigation machine*

sind keine Tropfer vorgesehen, weil sonst das Wasser zusammen laufen würde und nicht ausreichend Zeit für die Infiltration in den Boden besteht. Oberirdischer Ablauf wäre die Folge. Auf Böden mit niedriger Infiltrationsrate sind die Tropfrohre zu verlängern und der Durchfluss pro Tropfstelle zu reduzieren.

Die Beregnungshöhe beim Versuch betrug 20 mm und die Umdrehungszeit der Kreisberegnungsmaschine war 48 h. Der Montageabstand der Tropfrohre betrug 0,75 m. Um die Querverteilung des Wassers genau zu bestimmen, wurde der Bodenwassergehalt mit Hilfe der gravimetrischen Methode, direkt vor und 24 h nach der Bewässerung gemessen (Bild 3). Die Versuche und die Erfahrungen im praktischen Einsatz belegen, dass ein Abstand von 0,75 m ausreichend ist, um den Anschluss der Bodenfeuchte von Tropfrohr zu Tropfrohr zu erreichen. Langfristig wird eine Installation auf 1 m Abstand angestrebt.

Ein weiteres Kriterium zur Einsatzbeurteilung ist die Länge der Tropfrohre. Bestimmt wird die Länge vom Tropferabstand auf dem Rohr, der Durchflussrate pro Tropfer - die wiederum abhängig ist vom Betriebsdruck und der Wassertemperatur -, der Position an der Kreisberegnungsmaschine und schließlich von der Infiltrationsrate des Bodens. Für den Standort der FAL in Braunschweig mit einem lehmigen Sandboden (Bodenpunkte 30 bis 40) wurden Tropfrohlängen von bis zu 17 m berechnet (0,15 m Tropferabstand,

Bild 3: Bodenfeuchteuntersuchungen zur Bestimmung des Tropfrohrabstandes an der Kreisberegnungsmaschine

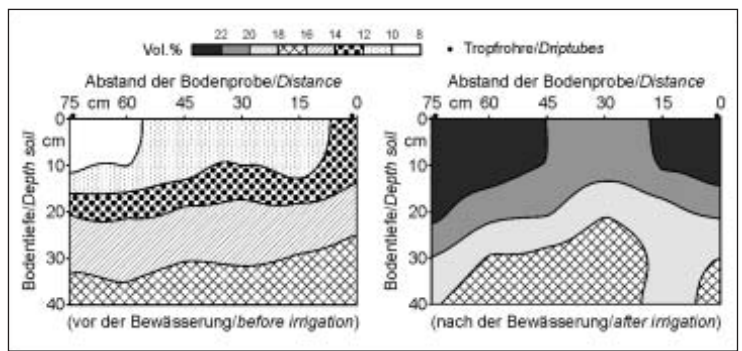


Fig. 3: Soil water content between two drip tubes before and after irrigation at a pressure of 50 kPa

Bild 4: Verfahrenskostenvergleich der mobilen Tropfbewässerung (MTB) mit der stationären Tropfbewässerung (STB) und einer herkömmlichen Kreisberegnungsmaschine (KBM). Vergleichsbasis ist eine Bewässerungsfläche von ~ 50 ha.

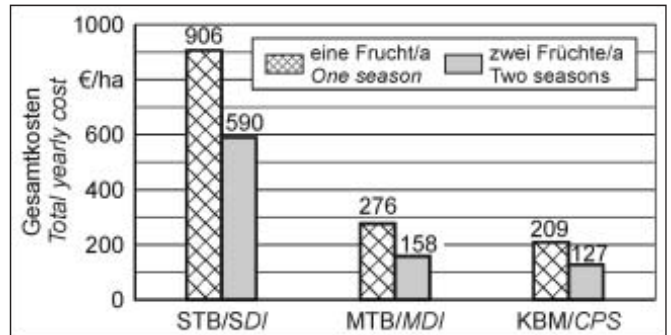


Fig. 4: Comparing total yearly costs of stationary drip irrigation (SDI), mobile drip irrigation (MDT) and a center pivot machine (CPS)

Betriebsdruck 50 kPa, Position: 415 m entfernt vom Drehpunkt der Kreisberegnungsmaschine). Ziel weiterer Arbeiten ist die Auswahl druckkompensierender Tropfer mit hohem Durchfluss, damit die Installation von Druck- oder Durchflussbegrenzern entfallen kann.

Für die Stabilität der Kreisberegnungsmaschine ist zusätzliche Zugkraft von Bedeutung. Die Konstruktion der Maschine ist

nicht auf Zugkraft ausgelegt. Für die längsten installierten Tropfrohre von 19 m wurde eine Reibkraft von 183 N gemessen. Pro Traverse, im Segment von 380 bis 430 m, beträgt die Summe der Reibkraft für alle dort installierten Tropfrohre 2470 N. Im Versuch gab es keine Beeinträchtigungen in der Funktion der Kreisberegnungsmaschine. Die Fahrgeschwindigkeit wurde eingehalten und die Konstruktion zeigte keine Verwindungen. Aussagen der Herstellerfirma bestätigten die problemlose Aufnahme der Zugkräfte.

Versuche in Kartoffeln zeigten, dass keine Beschädigungen des Blattapparates entstanden, auch wenn quer zu den Pflanzreihen die Tropfrohre gezogen wurden. In Getreide entstand kein Lager.

### Bewertung

Abschließend wurde ein Vergleich der Verfahrenskosten zwischen den verschiedenen Bewässerungsverfahren durchgeführt. Das teuerste Verfahren bei einer Vegetationsperiode im Jahr war mit Gesamtkosten von 906 €/ha\*a die stationäre Tropfbewässerung. Die geringsten Gesamtkosten verursacht die Kreisberegnung mit 209 €/ha\*a). Zwischen den beiden Werten liegt die mobile Tropfbewässerung mit 276 €/ha\*a) (Bild 4). Die Verfahrenskosten können erheblich gesenkt werden, wenn zwei Vegetationsperioden im Jahr wie etwa in Ägypten möglich sind. Die Vorteile der Wasser- und Energieeinsparung werden besonders in ariden und semiariden Gebieten dazu beitragen, dass das neue Bewässerungsverfahren in Zukunft zur Ressourcenschonung führen kann.

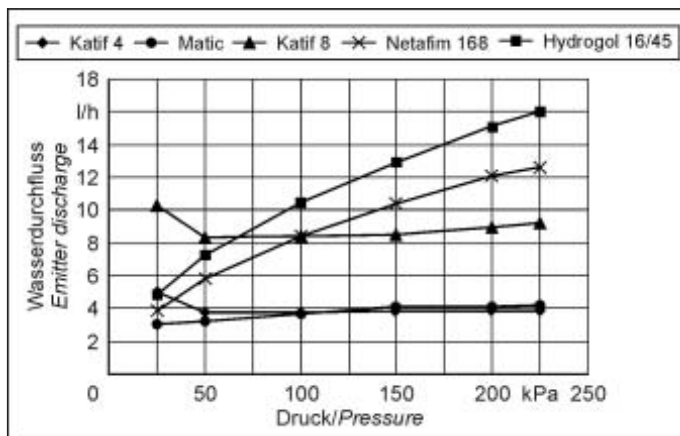


Bild 2: Auswahl von Tropfern mit hohem Durchfluss für den Einsatz zur mobilen Tropfbewässerung

Fig. 2: Selection of emitters with high discharge for mobile drip irrigation

Tab. 1: Ermittelte Kenndaten zur Auswahl von Tropfern für die mobile Tropfbewässerung bei 100 kPa Betriebsdruck

| Kenndaten                           | Netafim | Hydrogol | Tropfer Katif 8 | Katif 4     | Matic       |
|-------------------------------------|---------|----------|-----------------|-------------|-------------|
| Typ                                 | In-Line | In-Line  | On-Line         | On-Line     | On-Line     |
| Wasserdurchfluss in l/h             | 8,39    | 10,49    | 8,41            | 3,78        | 3,71        |
| Variationskoeffizient VK %          | 3,14    | 4,44     | 1,96            | 2,80        | 12,30       |
| Gleichmäßigkeitsfaktor %            | 96,63   | 94,61    | 97,14           | 96,16       | 85,16       |
| Abstand zwischen zwei Tropfen in cm | 25      | 15       | 20              | 20          | 20          |
| Installation                        | schwer  | leicht   | rel. schwer     | rel. schwer | rel. schwer |

Table 1: Performance parameters of emitters tested under laboratory conditions