

# Erdäpfel tropfgenau bewässern

## Tropfbewässerung statt Trommelberegnung spart Wasser und Energie

Dr. Martin Müller, ALB Bayern, Dr. Markus Demmel, Robert Brandhuber und Adolf Kellermann, LfL Freising, D

Das Wasser direkt an die Kartoffelwurzeln bringen und die Verluste so gering wie möglich halten: Mit Hilfe von Ein- oder Mehrwegschläuchen auf oder zwischen den Dämmen ist das machbar. Fünfjährige Versuchserfahrungen zeigen, wie sich die Technik sinnvoll einsetzen lässt und welche Kosten die Kartoffelerzeuger erwarten.

**T**ropfbewässerung unterscheidet sich von der weit verbreiteten Trommelberegnung mit Einzelkreisregner in wesentlichen Punkten: Das Verfahren ist besonders wassereffizient, energiesparend und kulturverträglich. Der Arbeitsaufwand während der Bewässerungsperiode ist gering.

Das Wasser wird mit max. 2,5 bar Eingangsdruck in die Tropfschläuche gepumpt. Der Energieaufwand hierfür ist vergleichsweise gering. Entlang der Schläuche fällt der Druck auf bis zu 0,4

bar ab. Die Tropfer sind in regelmäßigen Abständen von 30–80 cm an die Innenwände der Schläuche geschweißt. Das gewährleistet gleichmäßig verteilte Wassergaben bis 750 Meter Schlauchlänge.

Bei Tropfbewässerung werden nur die Bereiche unter den Tropfstellen durchfeuchtet (Abb. 1). Mit zunehmender Schwere der Böden nehmen seitlich wirkende Saugkräfte zu, sodass das Wasser sich zunehmend auf horizontaler Ebene ausbreitet: Die Durchfeuchtungszonen werden breiter und es können Schläuche mit größeren Tropferabständen zum Einsatz kommen. Nur ein Teil der Bodenoberfläche wird befeuchtet, das Kraut bleibt trocken. Deshalb ist nach Tropfbewässerung die direkte Verdunstung über die Boden- und Krautoberfläche geringer als nach flächendeckender Beregnung oder nach natürlichen Niederschlägen.

Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass die Pflanzenbestände noch kein geschlossenes Blattdach ausgebildet haben. Die eingestrahelte Energie wird in diesem Fall nicht vollständig über verdunstendes Wasser abgeführt, sondern zum Teil an der trockenen Bodenoberfläche reflektiert. Es verdunstet dann weniger; diese Wassermenge lässt sich



Abb. 2: Verlegen der Tropfschläuche in die Dammkrone

einsparen. Bei geschlossenem Blattdach sind weitere Einsparungen möglich, weil nach einer Trockenperiode mit laufender Tropfbewässerung die Böden Starkniederschläge jederzeit besonders gut aufnehmen können. Dies vermindert Oberflächenabfluss und Sickerwasserbildung (s. auch „strategisch wässern“).

### Auf dem Damm oder dazwischen

Es gibt drei Verfahren, um die Tropfschläuche zu platzieren (s. Abb. 3):

- **Dammkronenverfahren (DKV):** entlang der Dämme in die Dammkrone
- **Zwischendammverfahren (ZDV):** jeweils zwischen den Dämmen; das ist aber unüblich, da hohe Schlauchkosten und wenig effizient
- **reduziertes Zwischendammverfahren (red. ZDV):** zwischen jeden zweiten Damm

→ Beim **Dammkronenverfahren** wird der Hauptwurzel- und Knollenbildungsbereich unmittelbar durchfeuchtet und gekühlt. Das ist der wesentliche Vorteil dieser Schlauchposition (Abb. 2).

→ Beim **Zwischendammverfahren** liegen die Schläuche um ca. 25 cm tiefer. Entsprechend geringer ist dann auch die durchwurzelte Bodensubstanz unter den Tropfern, die Wassergaben pflanzenverfügbar zwischenspeichern kann.

Abb. 1: Grundprinzip der Tropfbewässerung

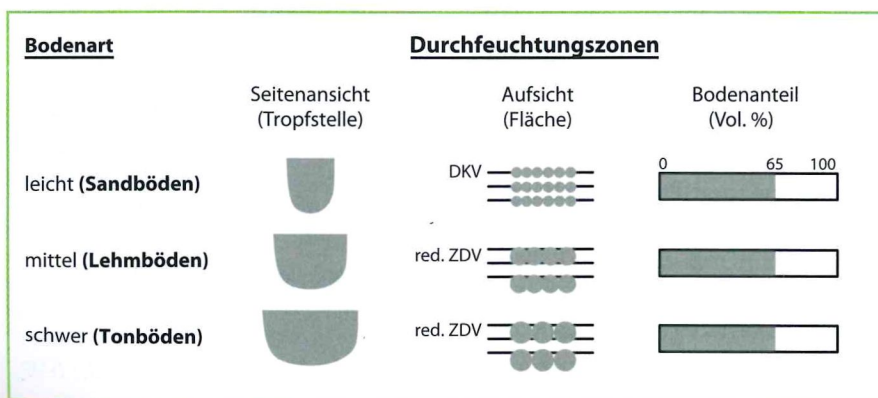






Abb. 2a: Ausgehend von der Tropfstelle durchnässt beim Dammkronenverfahren der Boden in Form einer von der Bodenart abhängigen Kuppelform

überproportional zu. Das verbessert die horizontale Querverteilung der Wassergaben. Andererseits bedeutet ein zeitiger Bewässerungsbeginn ein frühes Signal für die Kartoffelbestände, an welchen Stellen das Wasserangebot besteht. Die Pflanzen reagieren darauf zeitig mit gezieltem Wurzelwachstum in diese Durchfeuchtungszonen unter die Zwischendämme (Abb. 4).

### Strategisch wässern

Für hohe Erträge und Qualitäten ist es erforderlich, ein gleichmäßiges und stressfreies Knollenwachstum zu gewährleisten. Das gilt ab dem Beginn der Knollenbildung. Hierzu ist der Damm durch Tropfbewässerung dauerhaft feucht und kühl zu halten.

Die Inbetriebnahme von Tropfbewässerungstechnik verursacht nach erfolgter Installation kaum Aufwand. Daher beginnt man mit der Bewässerung, sobald der Boden 15 mm pflanzenverfügbar aufnehmen kann (= nFK-15 mm = ca. 250 hPa Saugspannung). Das entspricht einem Feuchtegrenzwert von etwa 70% der nutzbaren Feldkapazität (nFK). Die Wassergaben saugen sich dann zum Teil in den Dammkern.

Das bedeutet aber nicht, dass die jeweiligen Feuchtegrenzwerte während der Bewässerungsperiode nicht unterschritten werden dürfen. Ganz im Gegenteil (Abb. 5): **Zum Start decken die Wassergaben maximal 50% des laufenden Bedarfs der Bestände ab.** Im Sommer etwa mit Gaben von 4 mm jeden zweiten Tag. Erst nachdem die Böden bis 60 cm Wurzeltiefe auf 65% der nFK abgetrocknet sind, ist die Höhe der Wassergaben zu erhöhen – beispielsweise auf 4 mm täglich oder 8 mm jeden zweiten Tag.

Das hat mehrere Vorteile:

- Die Wasserversorgung der Bestände ist optimal auf deren Bedarf abgestimmt.
- Sie ist Wasser sparend, da sich der natürliche pflanzenverfügbare Bodenwasserspeicher bei anhaltender Trockenheit kontinuierlich weiter entleert.
- Dadurch verringert sich die Gefahr von Sickerwasserbildung und Nähr-

Bei schweren Böden werden die Wassergaben zum Teil in die Dämme gesaugt.

→ Das **reduzierte Zwischendammverfahren** hat nur die Hälfte an Tropfstellen pro Flächeneinheit. Dadurch verringert sich die Bodenpufferkapazität nochmals deutlich. Einzeltagesgaben von mehr als 4–5 mm sind dann ohne Sickerwasserbildung nicht möglich.

### Böden nicht austrocknen lassen

Trocknen Böden aus, sinkt die Menge an pflanzenverfügbarem Bodenwasser. Dann steigt die Saugspannung überproportional an – entsprechend nehmen auch die Kräfte zu, mit denen der Boden das verbleibende Wasser festhält. In diesem Maße steigt auch der Ener-

gieaufwand, den die Kartoffelbestände aufbringen müssen, um sich das Wasser anzueignen. Deshalb ist es nicht sinnvoll, mit der Bewässerung zu warten, bis sich der pflanzenverfügbare Bodenwasserspeicher weitgehend entleert hat. An heißen Sommertagen wären die Pflanzen dann nicht in der Lage, die benötigte Energie für die Wasseraufnahme aufzubringen. Dafür steht nur eine kurze Zeit zur Verfügung. Die Folge wären trockenstressbedingte Wachstumsstörungen mit Ertrags- und Qualitätsverlusten.

Bei den **Zwischendammverfahren** sprechen weitere Gründe für einen **zeitigen Bewässerungsstart**: Zum einen nimmt die Wasserleitfähigkeit von Böden mit zunehmendem Feuchtegrad

Abb. 3: Verfahren der Tropfbewässerung im Überblick

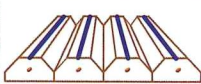


			
Schlauchposition:	Dammkrone	Zwischendamm	Zwischendamm (reduziert)
Tropfschlauch/ha:	14 km = 4,5 Rollen = 110 kg (bei 0,15 mm Wandstärke)		50%
Arbeitsbelastung:	hoch	etwas geringer	geringer
Durchfeuchtung:	Hauptwurzelbereich	Distanz zu Hauptwurzelbereich weniger Bodensubstanz unter Tropfer	
Tropfstellen/m <sup>2</sup> (40 cm Tropferabstand):	3,3	3,3	1,7



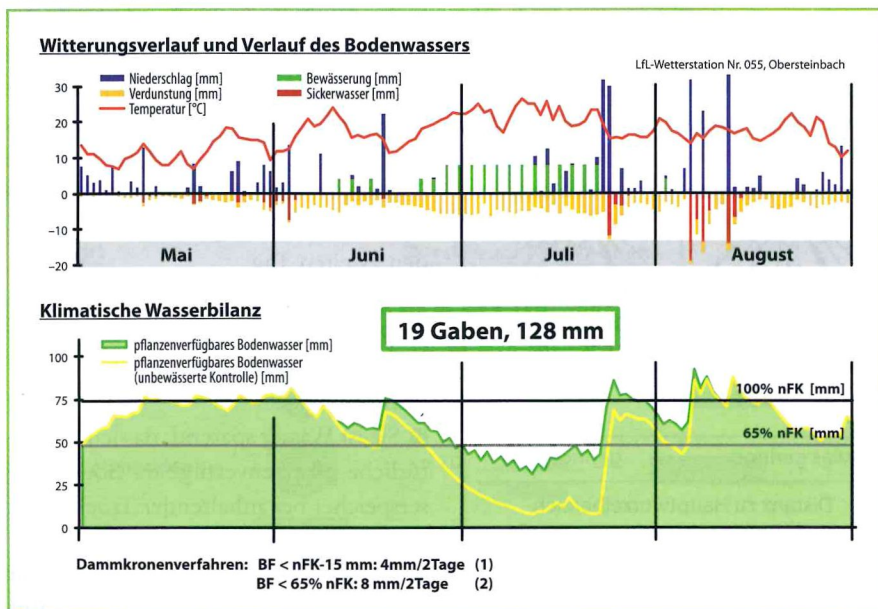


Abb. 4: Gerichtetes Wurzelwachstum in die Durchfeuchtungszonen unter die Zwischendämme (Zwischendammverfahren)

stoffauswaschung. Die Böden können auf eine Bewässerungsperiode folgende (Stark-)Niederschläge jederzeit pflanzenverfügbar aufnehmen: Sandböden bis 35 mm, Tonböden bis 50 mm, Lehm Böden bis 60 mm.

Über Tropfschläuche lässt sich auch düngen; das nennt sich **Fertigation**. Zu Kartoffeln lohnt dieses tropfgenaue Düngen jedoch nicht (s. Kasten rechts): Kartoffelpflanzen haben ihren Hauptnährstoffbedarf während des Krautwachstums. Den bayerischen Versuchsergebnissen zufolge sollte die Düngung bis zum Ende der Kartoffelblüte abgeschlossen sein. Spätere Gaben können

Abb. 5: Bewässern eines Sandbodens im Dammkronenverfahren



die Einlagerung von Assimilaten aus dem Kartoffelkraut in die Knolle behindern, dadurch Wachstumsstörungen verursachen und zu Ertrags- und Qualitätsverlusten führen.

**Einweg- oder Mehrweg-Schläuche?**

Neben produktionstechnischen Aspekten sind die Kosten entscheidend. Die Verfahrensrisiken sind vertretbar gering zu halten. Ziel ist die Vermarktung der tropfbewässerten Ware zu attraktiven Preisen, etwa über 15 €/dt Speiseware.

Daher erscheinen bei kleinen und uneinheitlichen Schlagformen auch **dünnwandige einjährige Tropfschläuche** interessant. Das hält die Investitionskosten zum Zeitpunkt des Einstiegs in diese neue Technik in Grenzen. Die Schlauchkosten betragen hier beim **Dammkronenverfahren** rund **750 €/ha und Jahr** statt 5.300 €/ha bei mittlerer Schlauchqualität für – laut Hersteller – dreijährigen Einsatz. Theoretisch ist dann zwar im Vergleich zu druckkompensierten mehrjährigen Schläuchen eine weniger optimale Verteilgenauigkeit entlang der Schläuche in Kauf zu nehmen. Praktisch, und das ist entscheidender, ist die Technik zu Saisonstart Jahr für Jahr neu und funktioniert deshalb störungsfrei: Schläuche sind nicht zerstückelt,

Schlauchwände unbeschädigt, Tropfer nicht verstopft. Zudem sind der Zeitaufwand und der Arbeitsanspruch für die abschließende Bergung der Schläuche deutlich geringer.

Auch aus ökologischer Sicht erscheint die Verwendung von nicht wiederverwendbaren Einwegschläuchen vertretbar – sie bringen nur einen Bruchteil der mehrmals verwendbaren Schläuche an Kunststoff auf die Waage.

Je nach **Schlaglänge** empfehlen sich:

- bis 300 m: dünnwandige einjährige Schläuche, mit einfachen, nicht druckkompensierten Tropfern.
- 300 bis 500 m: dickwandigere dreijährige Schläuche, ebenfalls einfache Tropfer.
- 500 bis 750 m: dickwandige, teure Mehrwegschläuche, druckkompensierte Tropfer.
- ... oder man verlegt die Zuleitung nicht am Rand des Feldes, sondern in der Feldmitte. Die Bewässerungsschläuche zweigen dann nach links und rechts ab. Dadurch verdoppeln sich die maximal möglichen zu bewässernden Schlaglängen. ■

**Tropfgenaues Düngen lohnt bei Kartoffeln nicht**

- ✗ Bei Tropfbewässerung zu Kartoffeln kann auf Fertigation verzichtet werden. Im Vergleich zu konventioneller Düngung sind keine weiteren Ertrags- und Qualitätssteigerungen zu erwarten.
- ✗ Späte Gaben nach der Blüte behindern das Einlagern von Assimilaten
- ✗ Während Nässeperioden besteht die Gefahr, dass der über Wassergaben verabreichte Flüssigdünger unmittelbar versickert und nicht pflanzenverfügbar ist.
- ✗ Hochlösliche Fertigungsdünger sind wesentlich teurer als bewährte Dünger.
- ✗ Erforderliche Techniken zum Lösen und Einspeisen der Dünger verursachen Zusatzkosten und sind zeitaufwändig.
- ✗ Beim Einsatz von Flüssigdüngern steigt die Gefahr, dass die Tropfer der Schläuche verstopfen.
- ✗ Fertigation benötigt technisch aufwendige und teure druckkompensierte Tropfschläuche für eine gleichmäßige Verteilung. Für Tropfbewässerung reichen einfache und preiswerte Tropfschläuche.