

## Kosten von Bewässerungsverfahren im Freiland-Gemüsebau

### Zusammenfassung

Für die gängigsten fünf Bewässerungsverfahren im Freiland-Gemüsebau wurden die jährlichen Fixkosten, die Verfahrenskosten, sowie die Vollkosten für eine Zusatzberegung von 75 mm berechnet.

**Fixkosten:** Die Berechnungen haben gezeigt, dass die Rollomaten (Schlauchtrommeln) die höchsten jährlichen Fixkosten aufweisen, die Reihenregner die tiefsten. Jedoch können die hohen Fixkosten bei den Rollomaten aufgrund der flexiblen Einsatzmöglichkeiten und der daraus resultierenden höheren Auslastung auf mehr Einsatzstunden verteilt werden, was die Fixkosten pro Einsatzstunde auf ein ähnliches Niveau bringt, wie bei den Reihenregnern.

**Verfahrenskosten:** Bei den Verfahrenskosten schneiden die Rollomaten bei einem einmaligen Bewässerungsdurchgang am günstigsten ab. Reihenregner weisen aufgrund des grossen Arbeitsaufwandes für die Installation höhere Kosten auf. Werden jedoch die Röhren in der Kultur belassen, fallen für jeden weiteren Bewässerungsdurchgang nur noch sehr geringe Arbeitskosten an. Dies hat zur Folge, dass die Reihenregner ab dem zweiten Durchgang die geringeren Kosten pro Durchgang aufweisen als Rollomaten. Die Tropfenbewässerung wird erst ab vielen kleinen Gaben interessant.

**Vollkosten:** Die Vollkostenberechnungen für eine Zusatzberegung von 75 mm zeigen, dass die gängigsten Bewässerungsverfahren (Reihenregner und Rollomat) bezüglich Kosten sehr nahe beieinander sind und alle zwischen Fr. 1'070.00 und Fr. 1'129.00 pro ha liegen. Die Tropfenbewässerung (15 Gaben à 5 mm) schlägt mit Fr. 2'569.00 pro ha zu Buche.

### Berechnungshinweise

Für die wichtigsten Bewässerungsverfahren im Freiland-Gemüsebau wurde anhand von bereits vorhandenen Daten ein Kostenvergleich aufgestellt. Folgende Bewässerungssysteme wurden miteinander verglichen:

- Reihenregner Alu (6 m/3", 600 m, 37 Regner)
- Reihenregner PE (6 m/63 mm, 600 m, 37 Regner)
- Rollomat mit Starkregner (350 m)
- Rollomat mit Düsenwagen (350 m, 40 m Breite)
- Tropfenbewässerung (einjährige Tropfschläuche, nicht druckkompensierend)



Reihenregner Alu und PE



Rollomat mit Starkregner



Rollomat mit Düsenwagen



Tropfenbewässerung

Die meisten Angaben für die Berechnungen basieren auf den Erhebungen für das Vollkostenkalkulationstool ProfiCost Gemüse. Für die Arbeit wird von einem Ansatz von Fr. 24.75 pro Stunde ausgegangen. Anhand der Daten wurden für die verschiedenen Bewässerungsvarianten folgende Kosten berechnet:

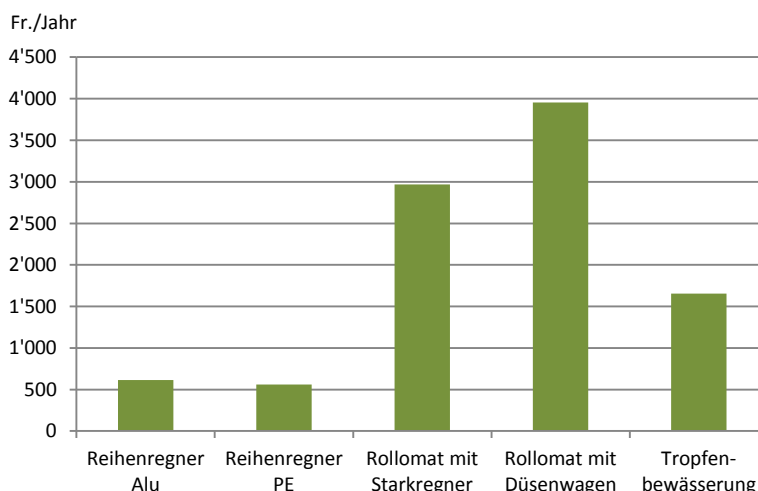
- **Jährliche Fixkosten:** Analog der Agroscope wurden die Kosten berechnet, welche jährlich und unabhängig der Einsatzzeit anfallen. Bei der Tropfenbewässerung wurden die einjährigen Tropfschläuche aus Darstellungsgründen unter dem Punkt «Abschreibungen» aufgeführt.
- **Verfahrenskosten:** Für jedes System wurden die Kosten für den einmaligen Bewässerungseinsatz sowie für den mehrmaligen Einsatz auf der gleichen Parzelle berechnet. Dabei wurden die Fixkosten auf die durchschnittliche Auslastung der Maschinen verteilt (dadurch fallen die Fixkosten auch beim mehrmaligen Einsatz auf derselben Parzelle an, ausgenommen ist hier die Tropfenbewässerung). Für die Verfahrenskosten werden neben den Maschinenkosten auch die Kosten für die Arbeit, sowie allfällige Hilfsgeräte miteinbezogen. Nicht berücksichtigt wird das Wasser. Die Systemgrenze wird hier am Feldrand gesetzt.
- **Vollkosten:** Für jedes System wurden die Vollkosten für eine Zusatzberegung von 75 mm berechnet. Bei der Tropfenbewässerung wird von 5 mm pro Gabe ausgegangen (total 15 Gaben), bei den übrigen Verfahren von 25 mm pro Gabe (total 3 Gaben je Verfahren). Die Kosten des Wassers werden hier nicht berücksichtigt, da diese in der Praxis sehr weit auseinander gehen. Es wird von einer Pumpe mit Dieselaggregat ausgegangen (Wasserbezug ab Oberflächengewässer oder Grundwasser). Die Distanz zum Feld beträgt weniger als 250 Meter.

	Reihenregner Alu	Reihenregner PE	Rollomat mit Starkregner	Rollomat mit Düsenwagen	Tropfenbewässerung
Anschaffungskosten	Fr. 8'000	Fr. 5'000	Fr. 33'000	Fr. 45'000	Fr. 6'000
Abschreibedauer	15 Jahre	12 Jahre	12 Jahre	12 Jahre	10 Jahre
Jährliche Auslastung	35 h	35 h	150 h	150 h	-

Die Tabelle links zeigt die wichtigsten Berechnungsgrundlagen der verschiedenen Verfahren.

## Jährliche Fixkosten je Bewässerungssystem

Die Grafik rechts zeigt die jährlichen Fixkosten der verschiedenen Bewässerungssysteme. Aufgrund der hohen Anschaffungspreise weisen die Rollomaten (Starkregner und Düsenwagen) die höchsten jährlichen Fixkosten auf. Durch die flexiblen Einsatzmöglichkeiten und die daraus resultierende hohe Auslastung können diese Fixkosten aber auf mehr Einsatzstunden verteilt werden, als dies bei den Reihenregnern der Fall ist. Die Tropfenbewässerung hat zwar im Vergleich zu den Rollomaten geringere jährliche Fixkosten. In den meisten Fällen kommt dieses System pro Saison aber nur in einer Kultur zum Einsatz, wodurch die Auslastung gering ist und die Kosten pro Hektare dementsprechend hoch sind.



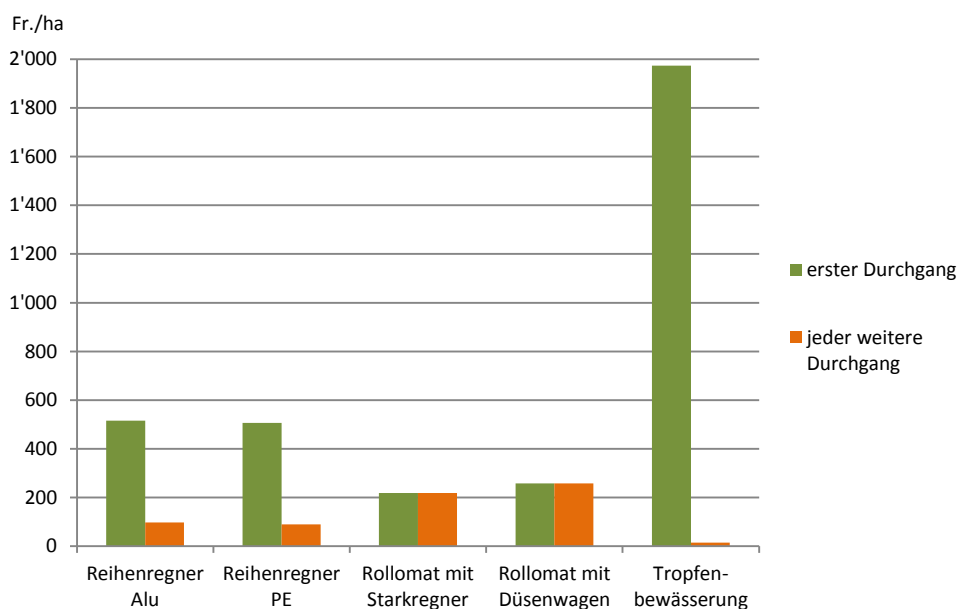
	Fr./Jahr				
	Reihenregner Alu	Reihenregner PE	Rollomat mit Starkregner	Rollomat mit Düsenwagen	Tropfenbewässerung
Abschreibungen	400	417	2063	2813	1536
Zins	140	75	578	788	90
Versicherungen	16	10	66	90	0
Gebäude	58	58	264	264	30
<b>Fixkosten total</b>	<b>614</b>	<b>560</b>	<b>2971</b>	<b>3955</b>	<b>1656</b>

Die Tabelle links zeigt die Berechnung der jährlichen Fixkosten je System auf. Bei der Tropfenbewässerung wurde die einjährige Tropfleitung bei den Abschreibungen hinzugerechnet (Abschreibung auf 1 Jahr).

## Verfahrenskosten je Bewässerungssystem

Die Grafik rechts zeigt die Verfahrenskosten der verschiedenen Systeme auf. Die Kosten wurden für den ersten Durchgang sowie für jeden weiteren Durchgang berechnet. Dafür wird davon ausgegangen, dass beim Reihenregner die Rohre in der Kultur liegen bleiben.

Die Berechnungen haben gezeigt, dass der erste Bewässerungsdurchgang bei den Reihenregnern im Vergleich zu den Rollomaten um den Faktor 2 bis 2.5 teurer ist. Diese Differenz beruht hauptsächlich auf den hohen Arbeitskosten für die Installation der Anlage bei den Reihenregnern.



Werden die Reihenregner

mehrmals in derselben Kultur eingesetzt, sinken ab dem zweiten Durchgang die Verfahrenskosten sehr stark und sind dann sogar geringer als jene der Rollomaten. Da bei Letzteren der Arbeitsaufwand bei jedem Durchgang ungefähr gleich hoch ist, fallen bei jedem Durchgang dieselben Verfahrenskosten an.

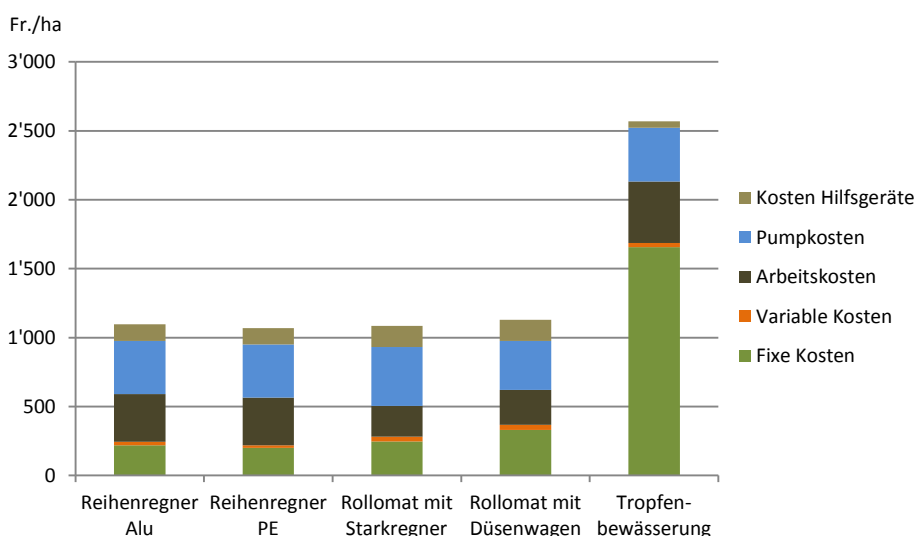
Bei der Tropfenbewässerung fallen für den ersten Durchgang hohe Verfahrenskosten an, da die Installation arbeitsintensiv ist. Ist die Anlage aber einmal im Feld eingerichtet, sind die nachfolgenden Bewässerungsdurchgänge sehr günstig, weil fast keine Arbeit mehr anfällt.

Die untenstehende Tabelle zeigt die Berechnung der Verfahrenskosten für den ersten Durchgang sowie die Kosten ab jedem weiteren Durchgang in derselben Kultur auf. Die Kosten umfassen nur die eigentliche Wasserausbringung. Weder Wasser- noch Pumpkosten wurden dabei berücksichtigt. Unter der Rubrik «Kosten Hilfsgeräte» sind die Kosten für Traktoren und allfällige Röhrenwagen aufgeführt.

	Fr./ha									
	Reihenregner Alu		Reihenregner PE		Rollomat mit Starkregner		Rollomat mit Düsenwagen		Tropfenbewässerung	
	1. D	ab 2. D	1. D	ab 2. D	1. D	ab 2. D	1. D	ab 2. D	1. D	ab 2. D
Fixe Kosten	73	73	67	67	83	83	110	110	1'656	0
Variable Kosten	8	8	6	6	11	11	13	13	2	2
Arbeitskosten	314	17	314	17	74	74	85	85	270	13
Kosten Hilfsgeräte	120	0	120	0	51	51	51	51	46	0
<b>Kosten total</b>	<b>515</b>	<b>98</b>	<b>507</b>	<b>90</b>	<b>219</b>	<b>219</b>	<b>259</b>	<b>259</b>	<b>1'974</b>	<b>15</b>

### Vollkosten für eine Zusatzbewässerung von 75 mm (exkl. Wasserkosten)

Aufbauend auf den Verfahrenskosten wurden weiter die Vollkosten für eine Zusatzbewässerung von 75 mm berechnet. Die Kosten für diese Gaben (3 Gaben bei den Reihenregnern/Rollomaten bzw. 15 Gaben bei der Tropfenbewässerung) sind eine Mischrechnung aus den Verfahrenskosten für den ersten Durchgang sowie den Kosten für jeden weiteren Durchgang. Neben den Verfahrenskosten wurden weiter die Pumpkosten einberechnet. Nicht berücksichtigt sind die Kosten für das Wasser.



Die Berechnungen zeigen, dass sich die Kosten der Reihenregner und der Rollomaten einander annähern. Diese vier Systeme sind praktisch alle gleich teuer (Fr. 1'070.00 bis Fr. 1'129.00 pro ha). Sind in einer Kultur mehr als drei Gaben notwendig, sind die Reihenregner gegenüber den Rollomaten im Vorteil. Weiter hat sich auch gezeigt, dass bei den Rollomaten der Einsatz eines Düsenwagens zwar teurer ist, sich die Kosten bei mehreren Durchgängen jedoch angleichen. Zwar hat der Düsenwagen höhere Fixkosten, welche durch den geringeren Treibstoffverbrauch beim Pumpen aber etwas kompensiert werden können (Düsenwagen benötigen einen geringeren Druck als Starkregner, was sich auf den Treibstoffverbrauch der Pumpe auswirkt).

Der Einsatz einer Tropfenbewässerung ist mit Fr. 2'569.00 pro ha mehr als doppelt so teuer wie eine Beregnung mit Rollomat und Starkregner. Dabei gilt es aber zu berücksichtigen, dass mit der ausgebrachten Wassermenge von 750 m<sup>3</sup>/ha ein besserer Bewässerungseffekt erzielt werden kann, als bei den anderen Ausbringssystemen. Grund dafür ist die gezielte Wasserausbringung in den Pflanzreihen (keine ganzflächige Ausbringung). Dadurch ist auch die Verdunstung geringer.

	Fr./ha				
	Reihenregner Alu	Reihenregner PE	Rollomat mit Starkregner	Rollomat mit Düsenwagen	Tropfenbewässerung
Fixe Kosten	219	200	248	330	1'656
Variable Kosten	25	19	33	38	30
Arbeitskosten	347	347	223	254	447
Pumpkosten (exkl. Wasser)	384	384	429	354	390
Kosten Hilfsgeräte	120	120	153	153	46
<b>Kosten total</b>	<b>1'095</b>	<b>1'070</b>	<b>1'086</b>	<b>1'129</b>	<b>2'569*</b>

Die Tabelle links zeigt die Berechnung der Vollkosten für eine Zusatzberegnung von 75 mm auf.

*\*) Die Vollkosten für die Tropfenbewässerung können nur bedingt mit den übrigen Systemen verglichen werden, da mit einer Niederschlagsmenge von 75 mm durch den gezielten Einsatz des Wassers ein besserer Effekt erreicht werden kann.*

## Vor- und Nachteile der Bewässerungssysteme

Für die Wahl eines Bewässerungsverfahrens spielen nicht nur die effektiven Kosten, sondern auch noch eine Reihe weiterer Faktoren eine wichtige Rolle. So müssen zum Beispiel Punkte wie Wasserverteilung, Niederschlagsintensität, Beregnungskapazität oder Krankheitsdruck miteinbezogen werden. Untenstehend sind einige Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren aufgelistet (nicht abschliessend).

	Vorteile:	Nachteile:
<b>Reihenregner Alu/PE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ einfache Technik, einfache Handhabung</li> <li>▪ universell einsetzbar</li> <li>▪ bodenschonende Niederschlagsintensität</li> <li>▪ geeignet für unförmige Parzellen</li> <li>▪ Frostschutzberegnung möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ungleichmässige Niederschlagsverteilung</li> <li>▪ windanfällig</li> <li>▪ Behinderung von Pflegemassnahmen</li> <li>▪ arbeitsintensiv</li> </ul>
<b>Rollomat mit Starkregner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ grosse Beregnungskapazität</li> <li>▪ geringerer Arbeitsaufwand</li> <li>▪ gleichmässige Wasserverteilung (ohne Wind)</li> <li>▪ rasches Verstellen der Anlage zu anderen Kulturen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ windanfällig</li> <li>▪ hohe Niederschlagsintensität (ungeeignet für Neupflanzungen)</li> <li>▪ Gefahr von Bodenverschlammung</li> <li>▪ hoher Betriebsdruck notwendig</li> <li>▪ ungeeignet auf kleinen/unförmigen Parzellen</li> </ul>
<b>Rollomat mit Düsenwagen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ grosse Beregnungskapazität</li> <li>▪ exakte Randstreifenberegnung</li> <li>▪ präzise Wasserverteilung, geringe Windanfälligkeit</li> <li>▪ geringer Betriebsdruck notwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ungeeignet auf kleinen/unförmigen Parzellen</li> <li>▪ hohe Niederschlagsintensität</li> <li>▪ Wasserverteilung ungenau bei unebener Fahrspur</li> </ul>
<b>Tropfenbewässerung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einsparung von Wasser und Energie</li> <li>▪ geringer Krankheitsdruck</li> <li>▪ nicht windanfällig</li> <li>▪ niedriger Betriebsdruck</li> <li>▪ Fertigation möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ arbeitsintensiv</li> <li>▪ Einschränkung bei mechanischer Pflege</li> <li>▪ Verstopfungsgefahr</li> <li>▪ ungleichmässige Bodendurchfeuchtung (Folgekultur)</li> </ul>

Jedes der oben erläuterten Systeme bringt im Praxiseinsatz Vor- und Nachteile. Es gilt die Kosten des jeweiligen Systems mit den Vor- und Nachteilen abzuwägen. Neben der zu beregnenden Kultur gibt es insbesondere die betrieblichen Gegebenheiten für die Wahl des richtigen Bewässerungssystems miteinzubeziehen. Einen Einfluss haben Faktoren wie Bodenart, Hangneigung, Kapitaleinsatz und die Arbeitssituation.

Die Tatsache, dass die heute in der Praxis am häufigsten eingesetzten Systeme (Reihenregner und Rollomaten) alle ungefähr gleich teuer sind, erlaubt es den Gemüseproduzenten bei der Wahl eines Bewässerungssystems nicht nur die Kosten Seite zu beachten, sondern ebenfalls die weiteren Vor- und Nachteile der Systeme miteinzubeziehen.

Während heute der Effizienz für die Wasserausbringung oft wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird, dürfte dieser Aspekt in den nächsten Jahrzehnten wohl stärker gewichtet werden. Der fortschreitende Klimawandel wird längerfristig zu einer eingeschränkten Wasserverfügbarkeit führen, weshalb die Effizienz der Ausbringung wichtiger werden wird. Mit den zunehmenden Kosten für die Ressource Wasser werden sich die hohen Kosten bei der Tropfenbewässerung aufgrund der besseren Ausbringeeffizienz kompensieren.

Bei den in dieser Publikation aufgestellten Berechnungen gilt es zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse stark von Faktoren wie Auslastung, Anschaffungskosten, etc. abhängig sind. Die effektiven Kosten können deshalb in der Praxis von Betrieb zu Betrieb stark variieren.

## Herausgeber

INFORAMA Seeland | Fachstelle für Gemüsebau des Kantons Bern | Christian Bucher  
Herrenhalde 80 | CH-3232 Ins | Tel 031 636 24 12 | Fax 031 636 24 11 | christian.bucher@vol.be.ch

**Dies ist eine Publikation im Rahmen des Projekts „Betriebswirtschaftliche Unterstützung für den Gemüsebau 2015-17“**, welches von der Schweizerischen Zentralstelle für Gemüsebau (SZG) koordiniert wird. Die Berechnungen fliessen ins Vollkostenkalkulationstool ProfiCost Gemüse ein.

Für die Berechnung der betriebspezifischen Bewässerungskosten ist bei der Fachstelle für Gemüsebau des Kantons Bern eine einfache Excel-Tabellenkalkulation gratis erhältlich.