



Rationalisierungs-Kuratorium  
für Landwirtschaft

# ***Wirtschaftlichkeit von Beregnungsanlagen***



Dr. Heinz Sourell

## **Wirtschaftlichkeit von Berechnungsanlagen**

Vortrag RKL-Tagung 2012

Dr. Heinz Sourell war bis zu seiner Pensionierung Mitarbeiter im Inst. für Agrartechnologie und Biosystemtechnik (vTI), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL e.K.)

Albert Spreu

Grüner Kamp 15-17, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-708110, Fax: 04331-7081120

Internet: [www.rkl-info.de](http://www.rkl-info.de); E-mail: [mail@rkl-info.de](mailto:mail@rkl-info.de)

Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung des Herausgebers.

Was ist das RKL?

Das Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft ist ein bundesweit tätiges Beratungsunternehmen mit dem Ziel, Erfahrungen zu allen Fragen der Rationalisierung in der Landwirtschaft zu vermitteln. Dazu gibt das RKL Schriften heraus, die sich mit jeweils einem Schwerpunktthema befassen. In vertraulichen Rundschreiben werden Tipps und Erfahrungen von Praktikern weitergegeben. Auf Anforderung werden auch einzelbetriebliche Beratungen durchgeführt. Dem RKL sind fast 1400 Betriebe aus dem ganzen Bundesgebiet sowie dem europäischen Ausland angeschlossen.

Wer mehr will als andere, muss zuerst mehr wissen. Das RKL gibt Ihnen wichtige Anregungen und Informationen.

<b>Gliederung</b>	<b>Seite</b>
1. Einleitung .....	611
2. Wasserbereitstellung.....	611
3. Verfahrensauswahl .....	613
4. Wovon hängen die Berechnungskosten ab? .....	614
5. Kapitalbedarf und Verfahrenskosten .....	615
6. Wirtschaftlichkeit .....	618
7. Fazit .....	619

## 1. Einleitung

Die Wettbewerbsfähigkeit von Beregnungsanlagen wird im Wesentlichen bestimmt durch Vermeidung von Trockenschäden und qualitätsbedingten Erlöseinbußen sowie den dadurch entstehenden Kosten und Erträgen.

Schon bei der Planung einer Beregnungsanlage ist an spätere Folgekosten zu denken, denn durch die Beregnung verändern sich nicht nur Liquidität und Einkommen, sondern auch die Organisation des Betriebes muss angepasst werden. Deshalb ist es wichtig, deutliche Vorstellungen über Leistungen und Kosten der Beregnung zu besitzen. Die Techniken der Beregnungsverfahren sind hinreichend bekannt, daher wird in dieser Schrift darauf nicht eingegangen.

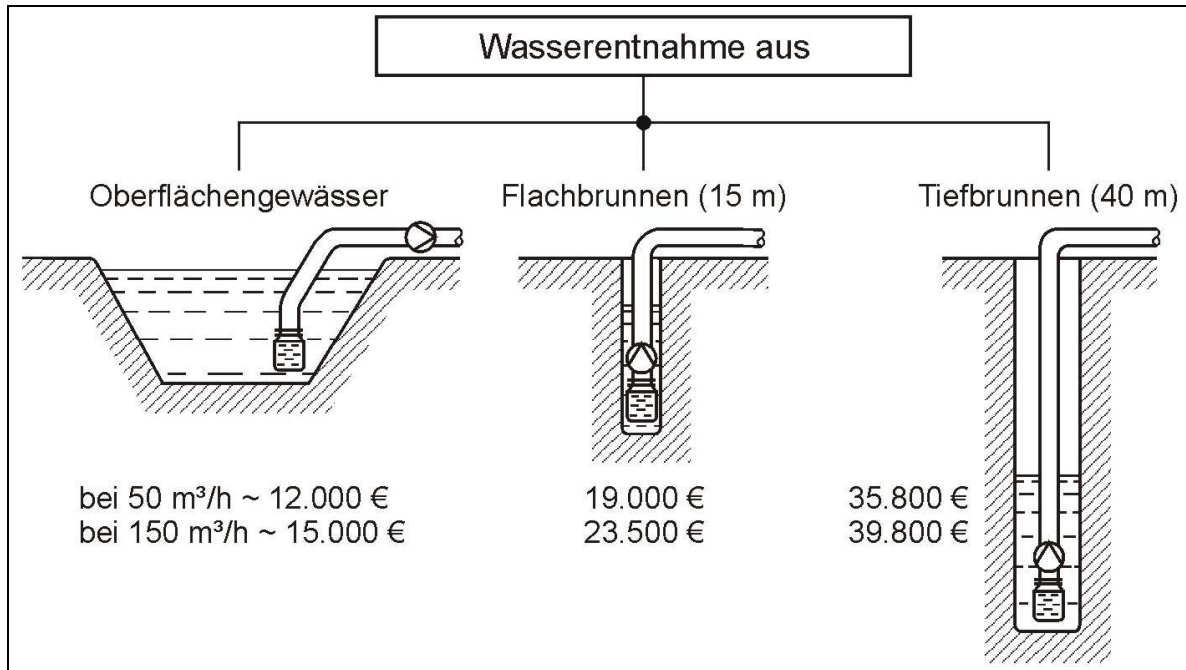
## 2. Wasserbereitstellung

Die Wasserentnahme erfolgt je nach geographischer Lage, den hydrogeologischen und den wasserrechtlichen Bedingungen aus dem Grundwasser oder aus dem Oberflächenwasser (Flüsse, Seen, Kanäle oder Speicher). Zwischen den Bundesländern gibt es große Unterschiede. In Niedersachsen wird das Wasser für Beregnungszwecke fast ausschließlich aus dem Grundwasser gefördert, in den neuen Bundesländern dagegen größtenteils aus oberirdischen Gewässern (Abbildung 1).

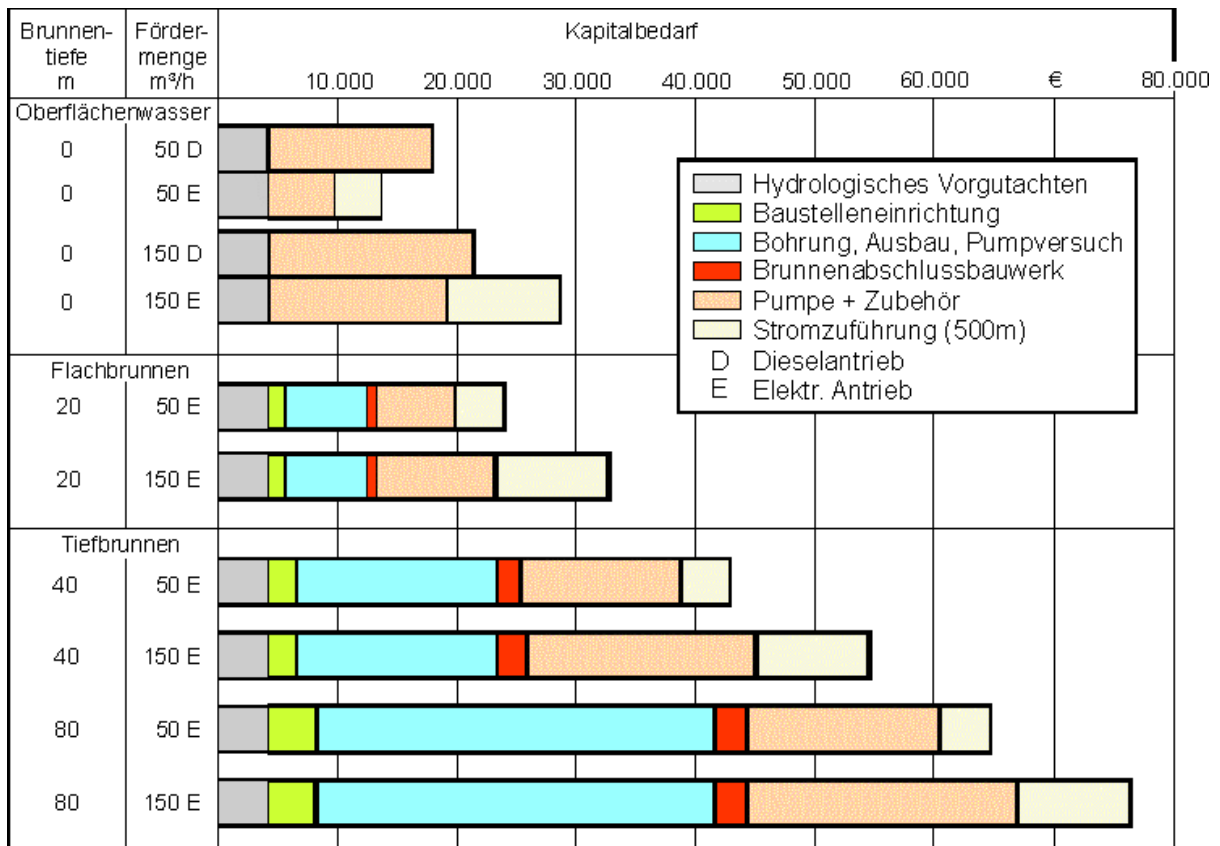
Bei ungünstigen Verhältnissen kann die Wasserbereitstellung über 50 % der Investitionskosten einer gesamten Beregnungsanlage ausmachen. Die großen Unterschiede im Kapitalbedarf der Wasserentnahme sind in Abbildung 2 dargestellt.

Der Kapitalbedarf für ein Zuleitungsnetz ist von vielen Variablen wie z.B. Rohrdurchmesser und –länge, Volumendurchfluss und dem Anteil von Formstücken abhängig. Grob kann ein Kapitalbedarf von 600 €/ha bis 900 €/ha veranschlagt werden. Neben der individuellen Wasserbereitstellung gibt es in vielen Gebieten Beregnungsverbände, die das

Zusatzwasser verbrauchsbezogen verrechnen. Durchschnittlich ist mit einem Abgabepreis von 0,25 €/m<sup>3</sup> zu rechnen.



**Abb. 1:** Verschiedene Brunnenbauformen



**Abb. 2:** Kapitalbedarf und deren Zusammensetzung ausgewählter Wasserbereitstellungsanlagen

### 3. Verfahrensauswahl

Für die kostenseitige Beurteilung wurden folgende Verfahren ausgewählt:

- Tropfbewässerung 5 ha Aufbaufläche
- stationäre Rohrberegnungsanlagen aus verzinktem Bandstahlrohr mit einem Rohrdurchmesser von 70 und 89 mm für 5 ha Aufbaufläche,
- mobile Beregnungsmaschinen mit einem Großflächenregner, bzw. mit einem Düsenwagen und PE Rohraußendurchmessern von 50 bis 140 mm,
- Kreisberegnungsmaschinen mit Radien von 200 bis 500 m und
- Linearberegnungsmaschine mit Baulängen von 200 bis 500 m.

Bei einem Vergleich sind grundsätzlich alle kostenverursachenden Faktoren zu berücksichtigen. In diesem Beitrag wird von Neuinvestitionen ausgegangen.

Die Probleme, die bei einem Verfahrenswechsel bzw. vom Großflächenregner zur Kreisberegnungsmaschine im Betriebsablauf auftreten, wie z.B.:

- Restwertbelastung abzulösender Beregnungsverfahren,
- die produktive Verwertung evtl. freigesetzter oder zusätzlicher Arbeitsstunden,
- Fragen der Liquidität,
- veränderter Wasser- oder Druckbedarf,
- Anpassung der Wasserbereitstellung auf Anforderungen des neuen Verfahrens

werden nicht behandelt, weil diese Fragen des Einsatzes bei einem Wechsel von Beregnungsverfahren auf einem Betrieb nur mit einer betriebsspezifischen Planungsrechnung zufriedenstellend beantwortet werden können.

**Tab. 1:** Kenndaten und Kapitalbedarf für mobile Beregnungsanlagen

Typ	Rohrdurchmesser x Wanddicke	Rohrlänge Max.	durchschnittliche Wurfweite	Nutzbare Beregnungsbreite	Düsenweite	Druck am Hydrant	Druckverlust in der Maschine	Druck am Regner	Durchschnittlicher Volumendurchfluss	beregnete Fläche je Aufstellung	Kapitalbedarf ohne MwSt.
	mm	m	m	m	mm	bar	bar	bar	m <sup>3</sup> /h	ha	€/ha
1	50 x 3,7	160	27	38	10-14	5,9	1,1	3,0	12	0,7	4.387,53
2	63 x 4,7	200	32	44	14-20	6,9	1,1	3,0	21	1,0	7.136,40
3	75	350	41	58	16-22	7,8	1,1	3,5	26	2,1	9.263,08
4	82 x 6	400	39	54	16-24	7,8	1,1	3,5	30	2,3	12.181,59
5	90 x 6,7	400	45	63	20-26	7,9	1,1	4,0	41	2,7	13.143,18
6	100 x 7,4	400	47	66	20-26	8,3	1,1	4,0	48	2,8	14.369,75
7	100 x 9,1	500	49	68	20-28	9,6	1,1	4,0	52	3,6	18.600,07
8	110 x 9,1	500	52	72	24-30	9,1	1,1	4,5	63	3,8	19.918,51
9	110 x 12,3	600	53	74	24-34	10,4	1,1	4,5	59	4,6	25.575,56
10	120 x 9,4	400	56	78	24-36	8,4	1,1	4,5	74	3,4	21.939,25
11	120 x 11,4	600	57	80	24-38	9,8	1,1	4,5	68	5,0	28.870,78
12	125 x 11,4	500	59	82	26-38	8,4	1,1	4,5	75	4,4	27.507,78
13	125	700	58	81	26-38	10,2	1,1	4,5	71	5,9	35.708,17
14	140	500	58	81	30-40	7,6	1,1	4,5	90	4,3	31.407,00

In den Tabellen 1 und 2 sind die Investitionskosten jedes einzelnen Verfahrens pro Hektar dargestellt.

**Tab. 2:** Kenndaten für Kreis- und Linearberechnungsmaschinen

	Baulänge	Flächengröße	Berechnungsdauer	Volumendurchfluss	Druck am Zentralturm	Kapitalbedarf stationäre Grundgerät o. MwSt.	Kapitalbedarf versetzbare Grundgerät o. MwSt.	Kapitalbedarf Zuleitungsschlauch	Transportkosten	Gesamter Kapitalbedarf Stationär o. MwSt.	Kapitalbedarf Stationär o. MwSt.
	m	ha	h	m <sup>3</sup> /h	bar	€	€	€	€	€	€/ha
<b>Kreismaschine</b>	200	16	41,9	75,94	2,5	22.884	28.351	0	2.350	25.234	1.587
	300	33	62,8	105,63	3	33.343	39.782	0	2.350	35.693	1.076
	400	57	71,8	158,05	3,5	46.606	51.769	0	4.700	51.306	905
	500	87	89,7	192,94	4	60.193	65.502	0	4.700	64.893	750
	200	16	31,4	70,88	2,5	22.884	28.351	0	2.350	25.234	1.587
	300	33	47,1	98,58	3	33.343	39.782	0	2.350	35.693	1.076
	400	57	62,8	126,44	3,5	46.606	51.769	0	4.700	51.306	905
	500	87	78,5	154,35	4	60.193	65.502	0	4.700	64.893	750
<b>Linearmaschine</b>	200	22	73,3	60	2,5	35.103	38.775	1.687	2.350	39.140	1.779
	300	33	73,3	90	3	45.719	47.831	1.985	2.350	50.054	1.517
	400	44	73,3	120	3,5	58.263	60.644	1.985	4.700	64.948	1.476
	500	55	73,3	150	4	69.464	71.575	1.985	4.700	76.149	1.385

#### 4. Wovon hängen die Berechnungskosten ab?

Diese Frage kann aus unterschiedlicher Sichtweise heraus beantwortet werden. Ein wichtiger Kostenfaktor ist die Auslegung der gesamten Berechnungsanlage nach dem zu erwartenden täglichen Wasserdefizit. Wird die Anlage für einen Verdunstungsausgleich von 3 mm/d oder für 4 mm/d ausgelegt. Daraus ergeben sich eine Reihe von Folgekosten, wie z.B. für Wasserbereitstellung, Wasserzuleitung und schließlich für den flächenbezogenen Kapitalbedarf der Berechnungsgeräte, bedingt durch die kalkulierte Flächenleistung.

In der Aufzählung sind die wesentlichen kostenverursachenden Einflussgrößen für die Verfahrenskosten stichpunktartig zusammengestellt.

Einflussgrößen auf die Verfahrenskosten der Beregnung:

- Niederschlagsverteilung und -höhe
- Verdunstungshöhe
- Bodenwasserspeichervolumen
- Wasserrechtsfragen
- Wasserbereitstellung: Wasserentnahme, Wasserqualität, Pumpstation, Wasserzuleitung
- Wasserverteilungstechniken, Beregnungsgerät
- Kapitalbedarf, Arbeitszeitbedarf, Flächenleistung
- Feste und variable Kosten

## 5. Kapitalbedarf und Verfahrenskosten

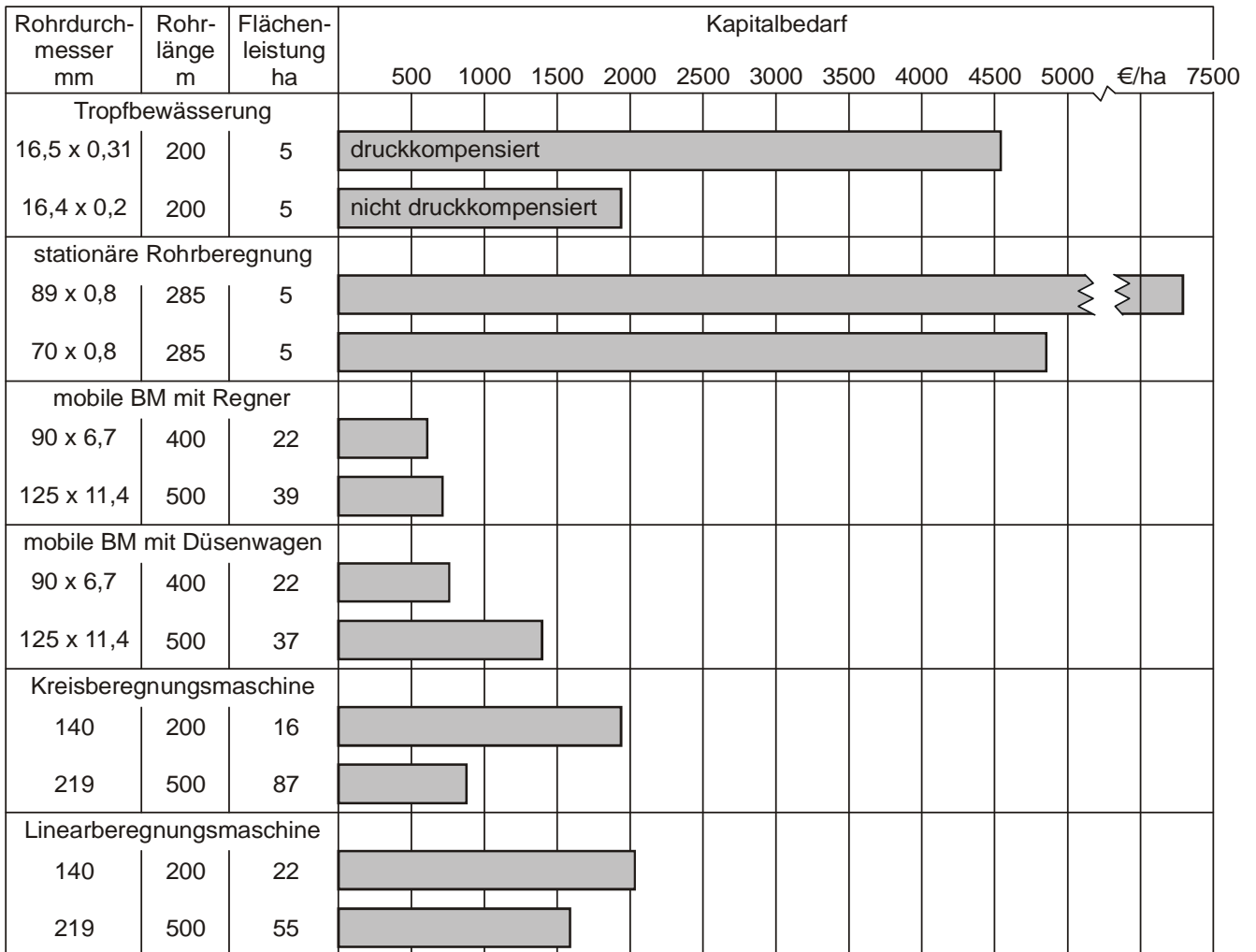
Für die Berechnung des Kapitalbedarfes (KB) wurden durchschnittliche Preise mehrerer Firmen zugrunde gelegt. Die Ausrüstung der Beregnungsgeräte entspricht dem neusten technischen Stand. Er wurde bei den Kreis- und Linearberegnungsmaschinen auch der Transport und der Aufbau berücksichtigt. In allen Fällen handelt es sich um auf dem Feld einsatzbereite Geräte. Bei der Rohrberegnung wurde ein Aufstellungsverband von 12 x 24 m gewählt. Die Schnittstelle ist jeweils der Hydrant.

Zur Ermittlung der festen und variablen Verfahrenskosten muss der Kapitalbedarf, bedingt durch die unterschiedlich lange Nutzungsdauer bzw. Verschleiß der Anlagenteile aufgeschlüsselt werden. Die angesetzte Nutzungsdauer, Abschreibungsdaten, Wartungs- und Reparaturdaten der Anlagenteile sind in Tabelle 3 aufgeführt. Die Verzinsung für das eingesetzte Kapital wurde mit 6 % vom halben Anschaffungswert berechnet, dabei wird unterstellt, dass der Restwert gleich Null ist.

**Tab. 3:** Nutzungsdauer, Abschreibungs-, Reparatur- und Wartungsdaten verschiedener Anlagenteile

Anlagenteile	Nutzungs-Dauer (Jahre)	Abschreibung (% vom KB)	Reparatur-und Wartung (% vom KB)
Brunnen, Erdleitung, Hydranten	25	4	1
Pumpe, E-Antrieb, E-Anschluss	15	7	1,5
Beregnungsmaschine	12	8,3	2,5
Regnerwagen	12	8,3	2,5
Düsenwagen	8	12,5	2,0
Kreis- und Linearberegnung	12	8,3	2
Regner für Rohrberegnung	10	10	2,5
Rohrberegnung	15	7	1,5

Die Unterschiede im Kapitalbedarf sind erheblich. Auch bei dem Vergleich des Kapitalbedarfes pro Hektar ergibt sich zwischen dem teuersten und preiswertesten Verfahren eine Differenz von 6680 €/ha. Die Differenz zwischen dem Düsenwagen- und dem Großflächenregnerverfahren mit 683 €/ha ist vergleichsweise groß. Der flächenbezogene Kapitalbedarf ist in Abbildung 3 zusammengestellt.



**Abb. 3:** Kapitalbedarf verschiedener Bewässerungsverfahren

Entsprechend dem Unterschied beim Kapitalbedarf zwischen den Verfahren verhalten sich auch die **Festkosten**. Sie liegen zwischen 84 €/ha bei der Beregnungsmaschine mit Regner und 884 €/ha bei der stationären Rohrberegnung.

Eine ganz andere Kostenstruktur ergibt sich bei den Energiekosten. Für die Kilowattstunde wurde ein Preis von 0,15 €/kWh veranschlagt. In diesem Strompreis sind die anteiligen Bereitstellungskosten nicht enthalten. Hier liegt das Kostenniveau zwischen 31 €/ha bei der Kreis- und Linearberegnungsmaschine und 102 €/ha, wobei die Beregnungsmaschine mit einem Großflächenregner die höchsten Energiekosten verursacht.

Zur Berechnung der Gesamtkosten wurden auch die anderen variablen Faktoren wie Arbeits-, Schlepper- und Reparaturkosten bewertet. Hier zeigt sich, dass die große

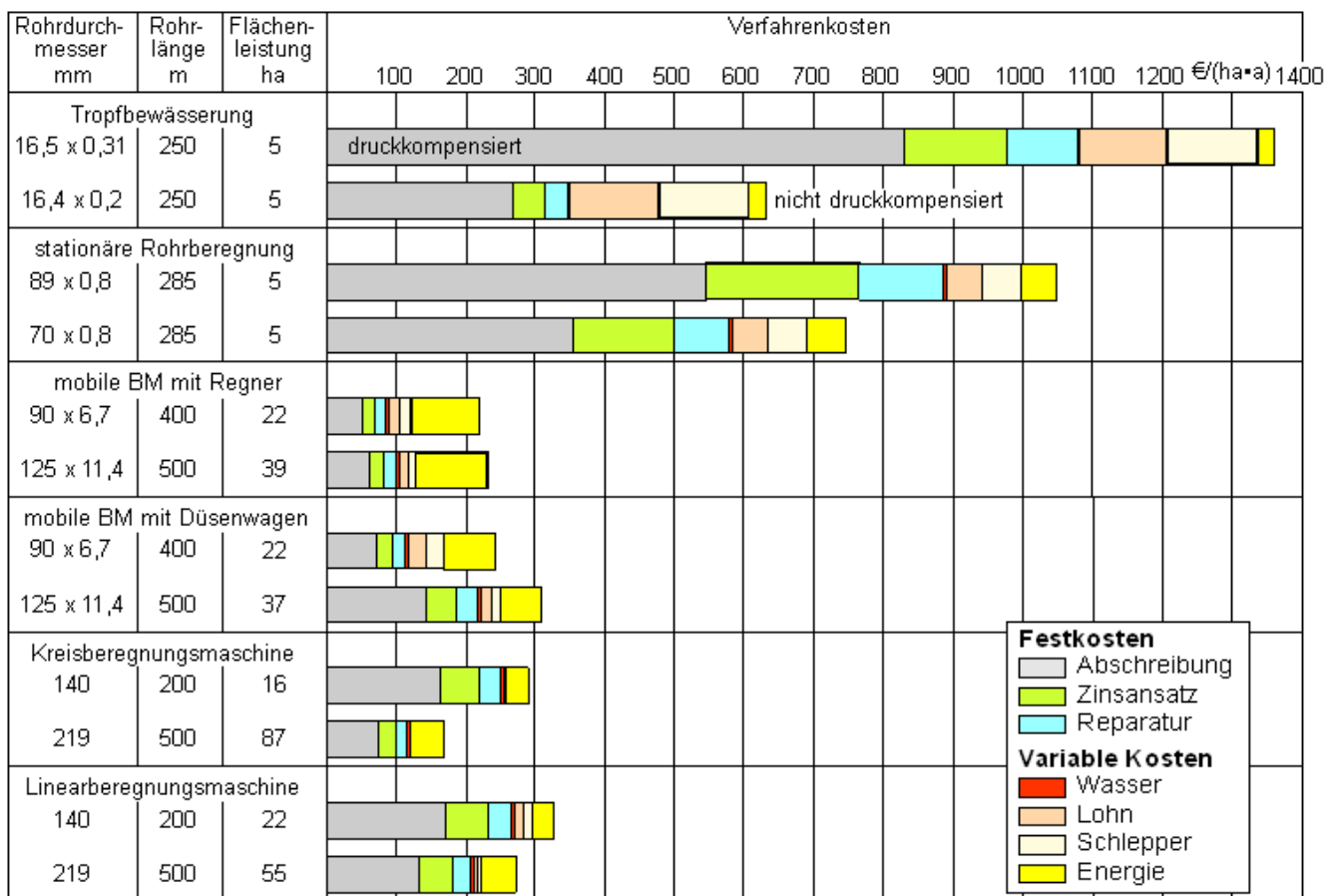


Kreisberechnungsmaschine mit 168 €/ha die niedrigsten Verfahrenskosten hat. Die stationäre Rohrberechnung liegt bei den gesamten Verfahrenskosten mit bis zu 1048 €/ha um ein Vielfaches höher (Abbildung 4).

Durch den geringeren Arbeits- und Energieeinsatz bei der Kreisberechnungsmaschinentechnik und der relativ großen Flächenleistung der großen Modellreihen werden die Gesamtkosten von keinem anderen Berechnungsverfahren unterschritten.

Kostenunterschiede kann es darüber hinaus auch beim Auslastungsgrad des einzelnen Berechnungsverfahrens geben.

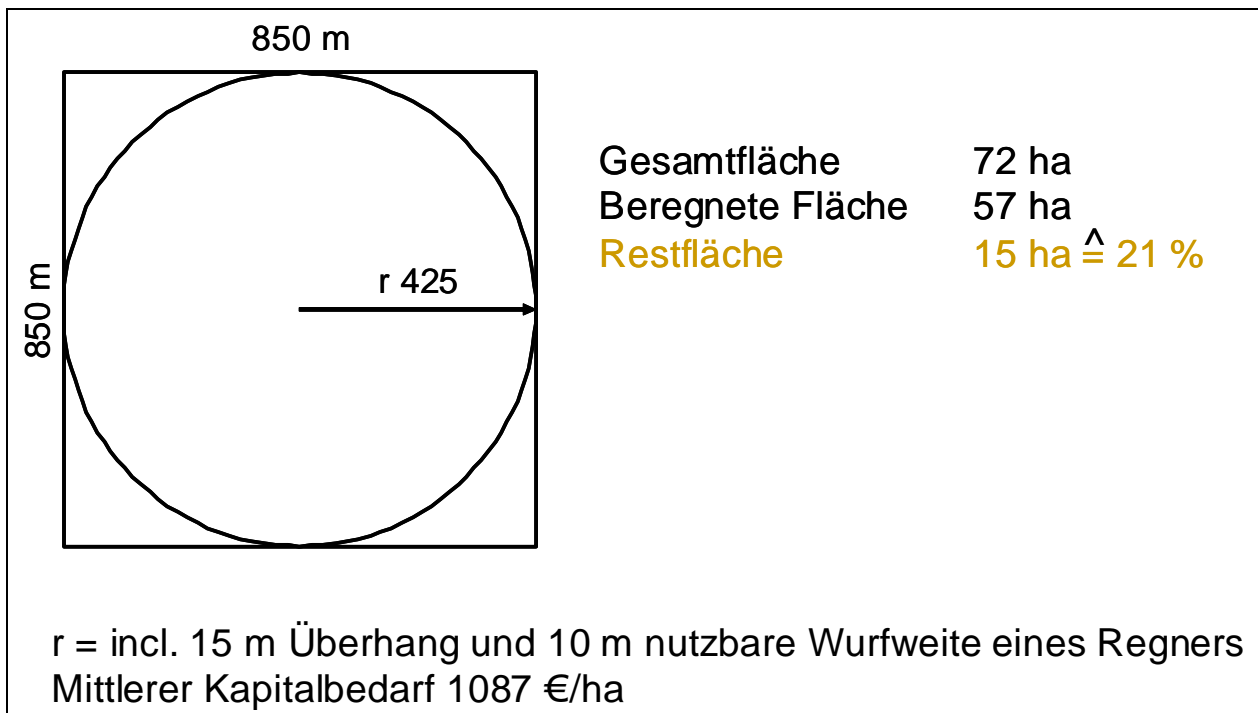
Werden die Berechnungsmaschinen auf kleineren Flächen eingesetzt, als ihre mögliche Flächenleistung erlaubt, steigen die Verfahrenskosten stark an.



**Abb. 4:** Verfahrenskosten und deren Struktur für ausgewählte Bewässerungsverfahren

Aus diesem Grund sollte jeder Landwirt bei der Neuanschaffung einer Berechnungsmaschine, diese an die vorhandene Berechnungsfläche anpassen.

Die Hersteller bieten mittlerweile für jede Betriebsfläche die optimale Maschinengröße an. Wie die Bewertung des mittleren Kapitalbedarfs für eine Kreisberegnungsanlage vorzunehmen ist, ist in Abbildung 4 dargestellt.



**Abb. 4:** Bewertung des mittleren Kapitalbedarfs einer Kreisberegnungsmaschine

## 6. Wirtschaftlichkeit

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und den Erfolg einer Beregnungsmaßnahme sind die durchschnittlichen Ertragsleistungen anzusetzen. In Tabelle 4 sind die langjährigen Erfahrungen aus einem betriebswirtschaftlichen Beratungsring dargestellt.

Die variablen Kosten wurden mit 1,50 €/mm veranschlagt. Die festen Kosten werden in drei Höhen angegeben. Bei niedrigen festen Kosten kann für jede Kultur ein Gewinnbeitrag erzielt werden. Bei den hohen festen Kosten mit 200 €/ha, die heute eher Realität sind, kann nur mit den Hackfrüchten ein Gewinnbeitrag erzielt werden. Somit ist bei der Planung einer Beregnungsanlage als auch beim Einsatz auf die Kosten der Beregnung, dem möglichen erzielbaren Ertrag und mehr und mehr auf die Verkaufspreise der Produkte zu achten. Auf den typischen Beregnungsstandorten konnte in der Vergangenheit immer ein ausreichender Gewinnbeitrag mit der Beregnung erzielt werden.

Tab. 4: Wirtschaftlichkeit der Beregnung

	Stärke kartoffeln	Speise kartoffeln	Winter roggen	Zucker rüben	Braugerste	Fruchtfolge
Anbauanteil	10 %	15 %	15 %	25 %	35 %	100 %
Zusatzwassermenge mm/ha	130	130	65	108	80	97
Ertrag dt/ha mit Beregnung ab 350 hPa (50 % nFk)	545 dt/ha	442 dt/ha	72 dt/ha	576 dt/ha	55 dt/ha	
ohne Beregnung	408 dt/ha	340 dt/ha	52 dt/ha	426 dt/ha	35 dt/ha	
<b>Ertragsdifferenz</b>	<b>137 dt/ha</b>	<b>102 dt/ha</b>	<b>20 dt/ha</b>	<b>150 dt/ha</b>	<b>20 dt/ha</b>	
Produktpreis	7,00 €/dt	11,50 €/dt	18,00 €/dt	3,20 €/dt	26,00€/dt	
Mehrerlös	959,00 €	1.173,00 €	360,00 €	480,00 €	520,00 €	
Zusatzkosten Düngung	-80,83 €	-45,14 €	-50,15 €	-44,25 €	-51,92 €	
Zusatzkosten Pflanzenschutz	-55,00 €	-65,00 €	-15,00 €	-35,00 €	-10,00 €	
Zusätzliche variable Maschinenkosten ohne Beregnung	-35,00 €	-35,00 €	-20,00 €	-25,00 €	-8,00 €	
<b>Deckungsbeitrag vor Wasserkosten</b>	<b>788,17 €</b>	<b>1.027,87 €</b>	<b>274,85 €</b>	<b>375,75 €</b>	<b>450,08 €</b>	<b>525,69 €</b>
<b>Wasserkosten: Strom 1,50 €/mm</b>	<b>-195,00 €</b>	<b>-195,00 €</b>	<b>-97,50 €</b>	<b>-162,00 €</b>	<b>-120,00€</b>	<b>-145,88 €</b>
<b>Wasserkosten: Diesel 2,80 €/mm</b>	<b>-364,00 €</b>	<b>-364,00 €</b>	<b>-182,00 €</b>	<b>-302,40 €</b>	<b>-224,00€</b>	<b>-272,30 €</b>
<b>Wasserkosten: Diesel 3,75 €/mm</b>	<b>-487,50 €</b>	<b>-487,50 €</b>	<b>-243,75 €</b>	<b>-405,00 €</b>	<b>-300,00€</b>	<b>-364,69 €</b>
<b>Beregnungskostenfreie Leistung</b>						
Wasserkosten: Strom 1,50 €/mm	593,17 €	832,87 €	177,35 €	213,75 €	330,08 €	79,81 €
Wasserkosten: Diesel 2,80 €/mm	424,17 €	663,87 €	92,85 €	73,35 €	226,08 €	2539 €
Wasserkosten: Diesel 3,75 €/mm	300,67 €	540,37 €	31,10 €	-29,25 €	150,08 €	161,00 €
Festkosten Kreisregner - Strom	-80,00 €	-80,00 €	-80,00 €	-80,00 €	-80,00 €	80,00 €
Festkosten mobile Trommelberegnung - Diesel 2,80 €	-60,00 €	-60,00 €	-60,00 €	-60,00 €	-60,00 €	60,00 €
<b>Zusatzgewinn vor Kosten des Brunnens</b>						
Wasserkosten: Strom 1,50 €/mm	513,17 €	752,87 €	97,35 €	133,75 €	250,08 €	29,81 €
Festkosten mobile Trommelberegnung - Diesel 2,80 €	364,17 €	603,87 €	32,85 €	13,35 €	166,08 €	1939 €
Festkosten mobile Trommelberegnung - Diesel 3,75 €	240,67 €	480,37 €	-28,90 €	-89,25 €	90,08 €	101,00 €

## 7. Fazit

Zwischen der Rohrberegnung, den mobilen Beregnungsmaschinen mit Großflächenregner bzw. Düsenwagen, der Kreisberegnungsmaschine und der Linearberegnungsmaschine wird ein Kapitalbedarf- und Kostenvergleich durchgeführt. Es werden verschiedene Gerätegrößen in den Vergleich einbezogen. Neben technischen Kenndaten werden auch

die Nutzungsdauer, Abschreibungs-, Reparatur- und Wartungskosten der Anlagenteile genannt.

Die Rohrberegnung, als ortsfeste Anlage, benötigt den höchsten Kapitalbedarf und somit auch die höchsten Verfahrenskosten von ca. 1048 €/ha.

Der Kostenvergleich ergibt, dass mit den Kreisberegnungsmaschinen am kostengünstigsten beregnet werden kann.

In den Gesamtkosten ist der Düsenwagen um ca. 21-78 €/ha teurer als der Großflächenregner beim Einsatz von mobilen Beregnungsmaschinen.

Neben der reinen monetären Betrachtung muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass mit der Düsenwagentechnik Wasser und Energie eingespart werden kann.

Es wurden Kalkulationsdaten für Entscheidungen vorgestellt, die betriebsindividuell bewertet werden müssen, um für den jeweiligen Standort und Betrieb eine angepasste Wirtschaftlichkeitsrechnung mit der gewünschten Beregnungstechnik durchzuführen.