

Freilandbewässerung

Betriebs- und arbeitswirtschaftliche
Kalkulationen

KTBL-Datensammlung



Autoren

Jano Anter, Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig | Till Belau, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt | Dr. Andreas Butz, Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Rheinstetten | Ekkehard Fricke, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover | Dr.-Ing. Norbert Fröba, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt | Florian Hageneder, Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Landshut, Landshut-Schönbrunn | Jürgen Kleber, Hochschule Geisenheim University, Geisenheim | Dr. Sandra Kruse, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Griesheim | Dr. Martin Müller, ALB Bayern e.V., Freising | Ralph Scheyer, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Griesheim | Prof. Dr. Andreas Teichert, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Suderburg | Hans-Heinrich Thörmann, Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig | Dr. Sebastian Weinheimer, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Neustadt a. d. Weinstraße

Projektleitung

Till Belau | KTBL

Für Entscheidungen, die auf Basis der Angaben in der Datensammlung getroffen werden, und deren Folgen schließt das KTBL jegliche Haftung aus.

© 2013, 1. Ausgabe

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Telefon +49 6151 7001-0 | Fax +49 6151 7001-123 | E-Mail: ktbl@ktbl.de
www.ktbl.de

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Texten und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des KTBL urheberrechtswidrig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Lektorat

Claudia Molner | KTBL

Redaktion

Till Belau, Dr.-Ing. Norbert Fröba, Werner Achilles | KTBL

Titelfoto

© Pinosub – Fotolia.com

Vertrieb

KTBL | Darmstadt

Druck

Silber Druck oHG | Niestetal

Printed in Germany

ISBN 978-3-941583-86-3

Vorwort

Beregnungswasser ist eines der teuersten Betriebsmittel in der Landwirtschaft. Die Anschaffung einer Bewässerungsanlage erfordert nicht zuletzt deshalb eine gründliche Planung. Neben der eigentlichen Bewässerungstechnik werden eine Pumpstation und eine Zuleitung zum Feld benötigt. Mit der Auswahl der Wasserverteilungstechnik entscheidet der Planer über den stark variierenden Kapitalbedarf und die jährlichen Verfahrenskosten.

Wir bieten mit der ersten Ausgabe der KTBL-Datensammlung „Freilandbewässerung“ ein Nachschlagewerk an, in dem alle benötigten Informationen für die Planung und Bewertung schnell zu finden sind. Im Vergleich zur KTBL-Datensammlung „Feldbewässerung“ wurden die Daten aktualisiert, ergänzt und noch anwendungsfreundlicher strukturiert.

Ob für überschlägige Betrachtungen oder komplexe Planungsrechnungen, die Datensammlung „Freilandbewässerung“ liefert wertvolle und umfassende Informationen. Sie erspart jedem Planer kostbare Zeit, die ansonsten für eine ähnlich umfangreiche Informationsgewinnung auf dem Wege der Hersteller-, Händler- oder Expertenbefragung notwendig wäre.

Die Datensammlung stellt neben produktionstechnischen Informationen betriebswirtschaftliche Aussagen in den Vordergrund. Die verwendete Methodik der Planungsrechnung wird ausführlich erläutert und die Anwendung der Informationen in der Datensammlung zur Beantwortung konkreter betriebswirtschaftlicher und produktionstechnischer Fragestellungen anhand von Beispielen aufgezeigt.

Grundlage für die KTBL-Planungsdaten sind die in der Praxis, in Forschungs- und Versuchseinrichtungen, bei Experten und Herstellern erhobenen Daten. Die Datenerhebung wäre ohne das von Bund und Ländern geförderte Arbeitsprogramm „Kalkulationsunterlagen“ nicht denkbar. Die hieraus finanzierten Projekte ermöglichen es uns, die Datengrundlage aktuell zu halten und neueste Entwicklungen aufzugreifen. Ich danke dem Bund und den Ländern für diese Unterstützung.

Mein Dank gilt ganz besonders den ehrenamtlich mitarbeitenden Experten aus den KTBL-Gremien. Sie arbeiten nicht nur an den KTBL-Ergebnissen mit, sondern stehen auch als Garant für hohe Qualität. Auch den Autoren und Experten aus den Forschungs- und Versuchseinrichtungen und Partnerorganisationen, die die Zusammenstellung der Daten unterstützt haben, und nicht zuletzt den Kolleginnen und Kollegen in der KTBL-Geschäftsstelle sei an dieser Stelle für ihre Mitwirkung gedankt.

Ich bin sicher, dass sich diese Datensammlung als ein wirkungsvolles Instrument zur betrieblichen Planung und Ausbildung in der Landwirtschaft und im Gartenbau erweisen wird. Nicht zuletzt freue ich mich über Hinweise und Anregungen, die zu einer weiteren Verbesserung beitragen.

Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)

DR. HEINRICH DE BAEY-ERNSTEN
Hauptgeschäftsführer

Inhalt

I	EINFÜHRUNG	
1	Einleitung	9
2	Aufbau der Datensammlung	10
3	Die Annahmen im Überblick	11
4	Methodische Grundlagen	11
4.1	Planungsebene Gebrauchsgüter	12
4.1.1	Planungsanlässe für Gebrauchsgüter	13
4.1.2	Kostenkalkulation von Gebrauchsgütern	14
4.2	Planungsebene Arbeitsverfahren	19
4.2.1	Planungsanlässe für Arbeitsverfahren	20
4.2.2	Kalkulation des Zeitbedarfs von Arbeitsverfahren	21
4.2.3	Kalkulation der Arbeiterledigungskosten von Arbeitsverfahren	22
5	Kalkulationsbeispiele	24
II	GRUNDLAGEN	
1	Aufgaben und Anwendung der Bewässerung	34
1.1	Rahmenbedingungen	34
1.2	Wirkungen des Wassers	34
1.3	Effizienzsteigerung in der Bewässerung	36
1.4	Änderungen des Wasserbedarfs in Deutschland durch den Klimawandel	36
2	Wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen	38
2.1	Allgemeines	38
2.2	Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	38
2.3	Landeswassergesetze	39
3	Wasserbereitstellung	40
3.1	Einführung	40
3.2	Wasserbereitstellung	40
3.3	Beregnungsverbände	41
4	Bewässerungssteuerung	41
4.1	Einführung	41
4.2	Warum muss Bewässerung gesteuert werden?	41
4.3	Methoden der Bewässerungssteuerung	42
4.4	Zukunft der Bewässerungssteuerung	47

III	MASCHINEN UND ANLAGEN	
1	Kalkulationsgrundlagen	48
2	Maschinen und Anlagenelemente	55
2.1	Wasserbereitstellung	55
2.1.1	Brunnenbau	55
2.1.2	Pumpen	56
2.1.3	Zuleitungen	58
2.2	Mobile Beregnungsmaschinen	60
2.2.1	Mobile Beregnungsmaschinen mit Einzelregner	60
2.2.2	Düsenwagen für mobile Beregnungsmaschinen	61
2.3	Kreisberegnungsmaschinen	62
2.4	Linearberegnungsmaschinen, kombinierte Linear- und Kreisberegnungsmaschinen	64
2.5	Rohrberegnungsanlagen	66
2.6	Tropfbewässerungsanlagen	68
2.6.1	Tropfbewässerungsanlagen – oberirdisch mit Bodenkontakt	72
2.6.2	Tropfbewässerungsanlagen – oberirdisch hängend	73
2.6.3	Tropfbewässerungsanlagen – unterirdisch	74
2.6.4	Verlege- und Bergetechnik für Tropfschläuche	75
2.7	Fahrzeuge und Zubehör	76
IV	ARBEITSVERFAHREN	
1	Kalkulationsgrundlagen	79
1.1	Modellbeschreibung - Schläge für den Einsatz von mobilen Beregnungsmaschinen, Rohrberegnung (bis 5 ha) und Tropfbewässerung	79
1.2	Modellbeschreibung - Schläge für Kreisberegnungsanlagen	79
1.3	Modellbeschreibung - Schläge für Linearberegnungsanlagen	79
1.4	Allgemeine Annahmen	81
1.5	Tabellenaufbau	81
2	Mobile Beregnungsmaschinen	83
2.1	Mobile Beregnungsmaschine mit Einzelregner	83
2.1.1	Teilarbeitsschritte	83
2.1.2	Aggregierte Daten	85
2.2	Mobile Beregnungsmaschine mit Düsenwagen	88
2.2.1	Teilarbeitsschritte	88
2.2.2	Aggregierte Daten	90
3	Kreisberegnungsmaschinen	91
4	Linearberegnungsmaschinen	92
5	Rohrberegnung	92
5.1	Lage der Stränge	92
5.2	Aufbau	94
5.2.1	Rohrdurchmesser 70 mm	94

5.2.2	Rohrdurchmesser 89 mm	95
5.3	Betrieb	96
5.4	Abbau	97
5.4.1	Rohrdurchmesser 70 mm	97
5.4.2	Rohrdurchmesser 89 mm	98
6	Tropfbewässerung	99
6.1	Aufbau	99
6.2	Betrieb	102
6.3	Abbau	104
V	PLANUNGSBEISPIELE	
1	Kalkulationsgrundlagen	107
2	Planungsbeispiele	108
2.1	Mobile Beregnungsmaschine	108
2.1.1	Mobile Beregnungsmaschine mit Einzelregner auf Basis von Teilarbeitsschritten	108
2.1.2	Mobile Beregnungsmaschine mit Einzelregner auf Basis von aggregierten Daten	110
2.1.3	Mobile Beregnungsmaschine mit Düsenwagen auf Basis von aggregierten Daten	111
2.2	Kreisberegnungsmaschine	113
2.3	Linearberegnungsmaschine	114
2.4	Rohrberegnung	115
2.5	Tropfbewässerung	119
2.6	Vergleich der Jahreskosten von Bewässerungssystemen	125
VI	BETRIEBLICHE KENNWERTE	
1	Lohnansatz, Löhne und Lohnnebenkosten	127
2	Finanzierung	129
VII	ALLGEMEINE KENNWERTE	
1	Maßeinheiten	131
2	Abkürzungsverzeichnis	132
3	Normen, Normensammlung	133
4	Literatur	133
5	Glossar	134
	KTBL-Veröffentlichungen	138
	aid-Veröffentlichungen	140

I EINFÜHRUNG

1 Einleitung

Die KTBL-Datensammlung „Freilandbewässerung“ liefert Informationen, die als Grundlage für Planungsrechnungen und betriebswirtschaftliche Bewertungen dienen. Sie wendet sich dabei an Praktiker, Gutachter und Sachverständige, Ausbilder und Auszubildende, Berater und Entscheidungsträger in Politik und der vor- und nachgelagerten Wirtschaft.

Eine wichtige Grundlage der Datenbeschaffung in den Bereichen Maschinen, Anlagen, Arbeitszeitbedarf und Verfahren liefert das von Bund und Ländern geförderte KTBL-Arbeitsprogramm „Kalkulationsunterlagen“. Im Rahmen dieses Programms werden die Daten erhoben, die in der KTBL-Geschäftsstelle zu Informationen aufbereitet werden. Die Informationen werden im KTBL-Standardwerk der Datensammlung „Betriebsplanung Landwirtschaft“ und in Spezialdatensammlungen wie der vorliegenden veröffentlicht.

Daneben bietet das KTBL-Internetangebot Online-Anwendungen, die hilfreich sind für verschiedene Planungs- und Kalkulationsanlässe. Für die Bewässerung sind folgende Anwendungen von besonderem Interesse:

- Feldarbeitsrechner

Der Feldarbeitsrechner ermittelt Arbeitszeiten, Maschinenkosten und Dieselbedarf für über 3 500 Arbeitsverfahren der Außenwirtschaft in Abhängigkeit der Mechanisierung und der Schlaggröße.

- MaKost

Für mehr als 1 500 Maschinen sind die ökonomischen und technischen Parameter verfügbar. In Abhängigkeit von der Finanzierung (Kauf, Miete, Leasing) und der Auslastung werden die fixen und variablen Kosten berechnet.

Weitere detaillierte Informationen zur Bewässerung, speziell der Wasserqualität, der Bewässerungstechnik, den Bodenfeuchtesensoren und zu Methoden der Bewässerungssteuerung bietet PASCHOLD (2010). Darin findet man auch Aussagen zu den speziellen Anwendungsaspekten für Gemüse, Obst, Zierpflanzen und Baumschulen.

2.1.3 Zuleitungen

Planung

Das Zuleitungsnetz kann die Wirtschaftlichkeit einer Bewässerungsanlage maßgeblich beeinträchtigen. Die Durchmesser der Rohre richten sich nach der Verlegelänge, dem Volumendurchfluss und dem daraus resultierenden Druckverlust. Bei der Planung sollte auf einen geringen Druckverlust geachtet werden. Zudem sollte die Strömungsgeschwindigkeit in der Zuleitung nicht über 1,5 m/s liegen. In diesem Zusammenhang wird oft von einem „wirtschaftlichen Rohrdurchmesser“ gesprochen. Dieser kann z.B. von Planungsbüros oder anderen fachlichen Beratungsstellen ermittelt werden.

Bauweise

Für unterirdisch verlegte Zuleitungen werden in der Regel Kunststoffrohre aus PVC oder PE eingesetzt. Zusätzlich werden je nach den Standortbedingungen unterschiedliche Formstücke, Widerlager sowie Entlüftungs- und Entleerungsvorrichtungen benötigt. Die Anzahl der Hydranten am Zuleitungsnetz sind in Abhängigkeit des Wasserverteilungsverfahrens zu wählen. Bei den Kreisberechnungsmaschinen wird in der Regel ein Hydrant am Beregnungsturm benötigt, bei den mobilen Beregnungsmaschinen werden Unterflurhydranten an den Erdleitungen im Abstand von 50-80 m an den Fahrgassen der Beregnungsmaschinen installiert.

Arbeitsweise

Zum Rohrleitungsnetzbau für die Bewässerung gehören die Baustelleneinrichtung (An- und Abtransport aller Maschinen und Geräte für die Erdarbeiten und Verlegung der Rohrleitung), Erdarbeiten (Rohrgraben öffnen und verfüllen), Verlegung der Rohrleitung inklusive Zubehör (Formstücke, Armaturen und Betonwiderlager), Entleerung und Entlüftung, Verlegung der Hydranten sowie Druckprobe und Dokumentation.

Anschaffungspreise und Kosten der Anlagenelemente von Zuleitungen

Anlagenelement Abmessungen	Einheit	Anschaffungspreis €/Einheit	Lohn für Verlegen €/Einheit	Nutzungspotenzial Zeit a	Fixe Kosten		Variable Kosten		Betriebsstoffe
					gesamt €/(a · Einheit)	Ab-schreib. €/a · Einheit	gesamt €/a · Einheit	Reparatur	
Erdleitungen									
PVC PN 10/DN 125	m	9	3,50	20	0,65	0,45	0,14	0,14	
PVC PN 10/DN 150	m	11	3,50	20	0,80	0,55	0,17	0,17	
PVC PN 10/DN 200	m	24	5,00	20	1,74	1,20	0,36	0,36	
Betonwiderlager für die Erdleitung	St	27	42,00	20	1,91	1,35	0,41	0,41	

Fortsetzung nächste Seite

Anlagenelement Abmessungen	Einheit	Anschaffungspreis €/Einheit	Lohn für Verlegen €/Einheit	Nutzungspotenzial Zeit a	Fixe Kosten		Variable Kosten		Betriebsstoffe
					gesamt €/(a · Einheit)	Ab-schreib. €/a · Einheit	gesamt €/a · Einheit	Reparatur	
Formstücke									
T-Stück 125/125	St	120	38,00	20	8,70	6,00	1,80	1,80	
T-Stück 150/150	St	160	42,00	20	11,60	8,00	2,40	2,40	
T-Stück 200/200	St	400	42,00	20	30,40	20,00	6,00	6,00	
FFR (Flanschenreduzierstück) 150/125	St	160	55,00	20	11,60	8,00	2,40	2,40	
FFR (Flanschenreduzierstück) 200/150	St	220	55,00	20	15,95	11,00	3,30	3,30	
E-KS (Längenausgleichsstück) DN 125	St	82	35,00	20	5,95	4,10	1,23	1,23	
E-KS (Längenausgleichsstück) DN 150	St	86	35,00	20	6,24	4,30	1,29	1,29	
E-KS (Längenausgleichsstück) DN 200	St	130	35,00	20	9,43	6,50	1,95	1,95	
MMA-KS (Doppelmuffe mit Flanschstützen) 125/125	St	160	55,00	20	11,60	8,00	2,40	2,40	
MMA-KS (Doppelmuffe mit Flanschstützen) 150/150	St	190	55,00	20	13,78	9,50	2,85	2,85	
MMA-KS (Doppelmuffe mit Flanschstützen) 200/200	St	300	55,00	20	21,75	15,00	4,50	4,50	
Armaturen									
Hydrant (Unterteil)	St	105		20	7,61	5,25	1,58	1,58	
Hydrant inkl. Anschlussbogen	St	316		20	22,91	15,80	4,74	4,74	
KOS (Keilovalschieber) DN 125	St	450	85,00	20	32,63	22,50	6,75	6,75	
KOS (Keilovalschieber) DN 150	St	450	85,00	20	32,63	22,50	6,75	6,75	
KOS (Keilovalschieber) DN 200	St	700	85,00	20	50,75	35,00	10,50	10,50	
Sonstiges									
Betonschächte und Riffleblechabdeckungen	St	72	48,00	20	5,22	3,60	1,08	1,08	
Entleerung DN 125	St	250	48,00	20	18,13	12,50	3,75	3,75	
Entleerung DN 150	St	270	48,00	20	19,58	13,50	4,05	4,05	
Entleerung DN 200	St	330	48,00	20	23,93	16,50	4,95	4,95	

Lohnkosten

Die Lohnkosten der Fest-AK sind mit 15 €/h und die Lohnkosten für die Saison-AK mit 7 €/h berechnet.

Maschinenkosten

Es sind jeweils die insgesamt im Jahr anfallenden Kosten und in Klammern die Häufigkeit der Durchführung sowie die Kosten für eine einmalige Durchführung der Arbeit enthalten.

Maschinenkosten fix

Für die Berechnung der fixen Maschinenkosten wird von einer Auslastung der Maschinen an der Abschreibungsschwelle ausgegangen.

Maschinenkosten variabel

Die variablen Maschinenkosten enthalten die Treib-, Schmierstoff-, Verbrauchsmaterial- und Reparaturkosten. Der Schmierstoffverbrauch beträgt 1 % des Treibstoffverbrauchs. Die Preise sind im Abschnitt III Kapitel 1 „Kalkulationsgrundlagen“ aufgeführt.

2 Planungsbeispiele**2.1 Mobile Beregnungsmaschine****2.1.1 Mobile Beregnungsmaschine mit Einzelregner auf Basis von Teilarbeitsschritten****Beispiel 9,6-ha-Schlag**

Bewässerung eines 9,6-ha-Schlages mit einer Schlaglänge von 400 m, einer Schlagbreite von 240 m und einer Hof-Feld-Entfernung von 4 km. Eingesetzt wird eine mobile Beregnungsmaschine (Rohrlänge 500 m, Rohrdurchmesser 110 mm, Volumendurchfluss 60 m³/h) mit Einzelregner und einer genutzten Arbeitsbreite von 48 m sowie ein Traktor mit 67 kW. Das Zusatzwasser wird von einem Beregnungsverband zum Preis von 0,23 €/m³ bezogen.

Arbeitszeit und Maschinenkosten für das einmalige Betreiben (Transport zum und vom Feld, aufstellen und versetzen) einer Beregnungsmaschine

Teilarbeitsschritte	Zeit	Maschinenkosten	
	AKh/Vorgang	fix €/Vorgang	variabel
Transport der mobilen Beregnungsmaschine vom Hof zum Feld	0,41	2,64	4,30
Verankern der mobilen Beregnungsmaschine und ausziehen für erste Beregnungsbreite	0,26	1,71	2,24
Fahrt vom Hof zum Feld und zurück zum Umsetzen der mobilen Beregnungsmaschine ((Ganzzahl((240 m Schlagbreite : 48 m Arbeitsbreite) - 0,01)) - 1. Aufstellung = 4 weitere Aufstellungen)	1,28 (4 · 0,32)	8,32 (4 · 2,08)	11,08 (4 · 2,77)
Verankerung lösen, versetzen der mobilen Beregnungsmaschine, verankern und ausziehen für weitere Beregnungsbreiten ((Ganzzahl((240 m Schlagbreite : 48 m Arbeitsbreite) - 0,01)) - 1. Aufstellung = 4 weitere Aufstellungen)	1,12 (4 · 0,28)	7,36 (4 · 1,84)	8,96 (4 · 2,24)
Verankerung lösen und Transport der mobilen Beregnungsmaschine vom Feld zum Hof	0,51	3,20	5,02
Summe	AKh/Schlag	€/Schlag	
	3,58	23,23	31,60
Summe	AKh/ha	€/ha	
	0,37	2,42	3,29

Arbeitszeitbedarf und Maschinenkosten bei vier Zusatzwassergaben von jeweils 25 mm Höhe

Arbeit	Zeit		Lohnkosten		Maschinenkosten	
	Fest-AK AKh/(ha · a)	Saison-AK AKh/(ha · a)	Fest-AK €/ha · a	Saison-AK €/ha · a	fix €/ha · a	variabel €/ha · a
Transport zum und vom Feld, aufstellen und versetzen, Funktionskontrolle, 67 kW; 1 Fest-AK	1,48 (4 · 0,37)		22,20		9,68 (4 · 2,42)	13,16 (4 · 3,29)
Bewässern, 4 · 25 mm					94,92 (4 · 23,73)	20,00 (4 · 5,00)
Summe	1,48		22,20		104,60	33,16

Jahreskosten zur Ausbringung von 100 mm Zusatzwasser

Lohnkosten (Fest-AK + Saison-AK)	22,20 €/ha · a
Maschinenkosten (fix + variabel)	137,76 €/ha · a
Zusatzwasser	230,00 €/ha · a
Summe Kosten	389,96 €/ha · a