

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 51 (1989)
Heft: 7

Artikel: Berechnungssteuerung im Kartoffelbau : Erfahrungen aus dreijährigen Praxisversuchen
Autor: Nievergelt, Jakob
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1080620>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Beregnungssteuerung im Kartoffelbau

Erfahrungen aus dreijährigen Praxisversuchen

Jakob Nievergelt, Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau Zürich-Reckenholz

Die Hektarerträge im Pflanzenbau sind in den letzten Jahrzehnten enorm gestiegen. Da zur Bildung von einem Kilo Trockensubstanz rund 500 Liter Wasser verdunstet werden, schränkt in den niederschlagsarmen Landesgegenden und auf flachgründigen Böden häufig Wassermangel den Ertrag ein. Darum hat in den letzten Jahren eine stattliche Anzahl von Betrieben des schweizerischen Mittellandes in Beregnungseinrichtungen investiert, um in empfindlichen Kulturen, z. B. Kartoffeln, längere Trockenperioden durch Zusatzbewässerung zu überbrücken. Für die Anschaffung ist oft ausschlaggebend, dass mit der gleichen Einrichtung auch Gülle bodenschonend ausgebracht werden kann. In unseren Breitengraden ist es nicht einfach, die Möglichkeit der Zusatzbewässerung zielgerichtet zu nutzen. Oft ist die Wetterentwicklung der folgenden Tage unsicher. Der Regen bleibt länger aus als vorausgesagt oder ein Platzregen bringt unverhofft zuviel Wasser in den Boden. Der Unsicherheit des «Zuviel» oder «Zuwenig» kann mit Hilfe der beiden Methoden der Wasserbilanz und der Feuchtefühler (Tensiometer) zum Teil abgeholfen werden.

Beregnungssteuerung mit Hilfe der Wasser- bilanz

Die Beregnungssteuerung aufgrund der Wasserbilanz beruht darauf, dass Zu- und Abnahme des leicht verfügbaren (=produktionswirksamen) Bodenwassers bilanziert werden (vgl. Abb. 1).

Die Zusatzberegnung hat so zu erfolgen, dass der Speicher des Bodens an leicht verfügbarem Wasser sich rechnerisch nie leert, aber auch nie überfüllt wird. Letzteres ist der Fall, wenn die Beregnungsgabe zu gross gewählt und damit Sickerwasser erzeugt wird. Mit dieser Methode ist die Vorstellung verbunden, dass die Pflanzenwurzeln zur Hauptsache leicht verfügbares Wasser aufnehmen und dass solange solches vorhanden

ist, die Pflanzen keinem Trockenheitsstress ausgesetzt sind. Wie dieses Vorgehen in der Praxis aussieht, zeigt das folgende Beispiel (Abb. 2).

Die Registrierung von Niederschlags- und Beregnungsmenge ist Sache des Betriebsleiters. Sickerwasser ergibt sich, wenn es bei vollem Speicher regnet (vgl. Abb. 2).

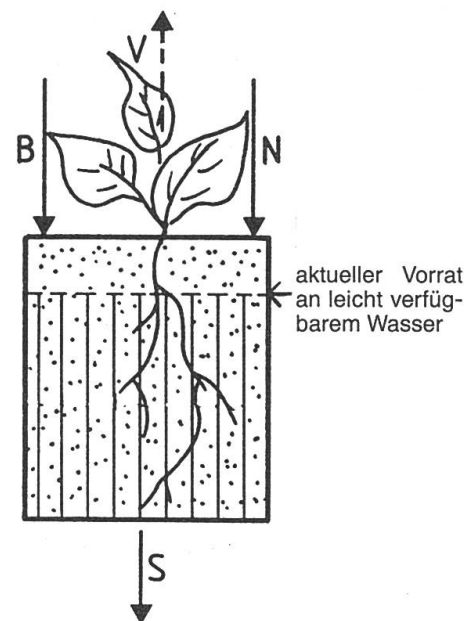


Abb. 1: Der Boden als Speicherraum für leicht verfügbares Wasser, Wasserverluste durch Verdunstung (V) und Sickerwasser (S). Wasserzufuhr durch Beregnung (B) und Niederschlag (N).

geschätzt. Wenn solche Werte nicht zur Verfügung stehen, kann im schweizerischen Mittelland folgende Faustregel angewandt werden:

Wetter	Tageswasserverbrauch von Kartoffeln nach Reihenschluss
Sonnentag mit Wind (Bise!)	6 mm
Sonnentag (wenig Wolken)	5 mm
trüber Tag oder Regentag	2 mm
übrige Tage je nach Sonnenscheindauer und Windverhältnissen	zwischen 2 und 5 mm

Die Verdunstungswerte wurden in den Versuchsjahren aufgrund von Messungen an wägbaren Grossgefässen (Lysimeter) an der FAP

In der Zeit vor dem Reihenschluss der Kartoffelstauden wird 50% bis 75% der angegebenen Werte in die Bilanz eingesetzt. Selbstver-

WASSERBILANZ

Kultur : Kartoffeln, Saturna
Ort : Ellikon an der Thur
Jahr : 1988

Speichergroesse fuer leicht verfuegbares Wasser : 45 mm
Starttag : 31.5. Speicherstand am Starttag : 30 mm

Bericht- woche	Vorrat Wochen- beginn	Nieder- schlag	Bereg- nung	Wasser- verbrauch	Wochen- saldo	Vorrat fuer Fol- gewoche	Sicker- wasser
31.5.- 6.6.	30	74		22	82	45	37
7.6.-13.6.	45	35		23	57	45	12
14.6.-20.6.	45	0	20	35	30	30	0
21.6.-27.6.	30	0	25	37	18	18	0
28.6.- 4.7.	18	32		33	17	17	0
5.7.-11.7.	17	31		41	7	7	0
12.7.-18.7.	7	26	30	34	29	29	0
19.7.-25.7.	29	32		41	21	21	0
26.7.- 1.8.	21	28		31	18	18	0
2.8.- 8.8.	18	35		28	25	25	0
9.8.-15.8.	25	4		27	2	2	0

Angaben in Millimeter = Liter pro Quadratmeter

Abb. 2: Beispiel einer wöchentlichen Wasserbilanz aus dem Jahre 1988.

ständig ist die Faustregel nur so lange anwendbar, als den Kartoffelpflanzen leicht verfügbares Wasser zur Verfügung steht; andernfalls sinkt der Verbrauch.

In einem guten Ackerboden sind annähernd zehn Prozent des durchwurzelten Bodenvolumens Speicherraum für leicht verfügbares Wasser. Kartoffeln durchwurzeln den Boden bis in eine Tiefe von etwa 50 cm, wenn es der Bodenaufbau zulässt. Je nach Gründigkeit des Bodens stehen den Kartoffeln nach dieser Faustregel bis zu 50 mm leicht verfügbares Wasser aus dem Bodenwasserspeicher zur Verfügung. Die maximale Speichergrösse von 50 mm wird nach unseren Beobachtungen in etwa 75% aller Kartoffelschläge erreicht.

Der Anfangswert des Wasservorrates in der Wasserbilanz (vgl. Abb. 2) wird aufgrund der aktuellen Bodenfeuchte geschätzt; meistens kann im Frühjahr der Speicher als voll oder annähernd voll eingeschätzt werden.

Beregnungssteuerung über Bodenfeuchte-Fühler (Tensiometer)

Funktionsweise des Tensiometers. Die feinen Wandporen der Keramikkerze sind mit Wasser gefüllt und in engem Kontakt mit der Feinerde des Bodens. Die Keramikkerze leitet die Saugspannung, mit der das Wasser in den Bodenporen festgehalten wird, über die Wassersäule im Tensiometerrohr

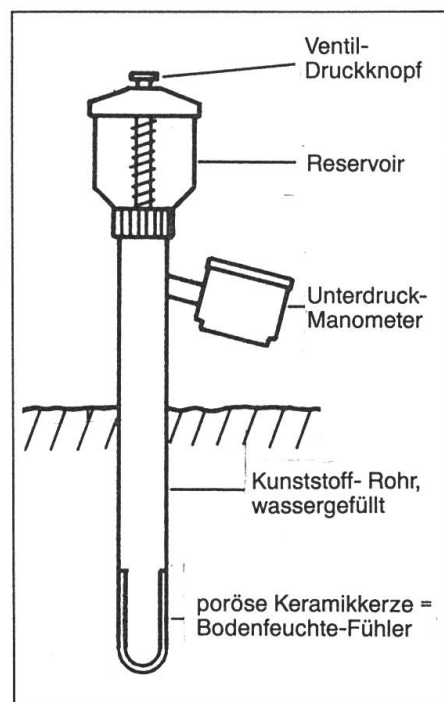
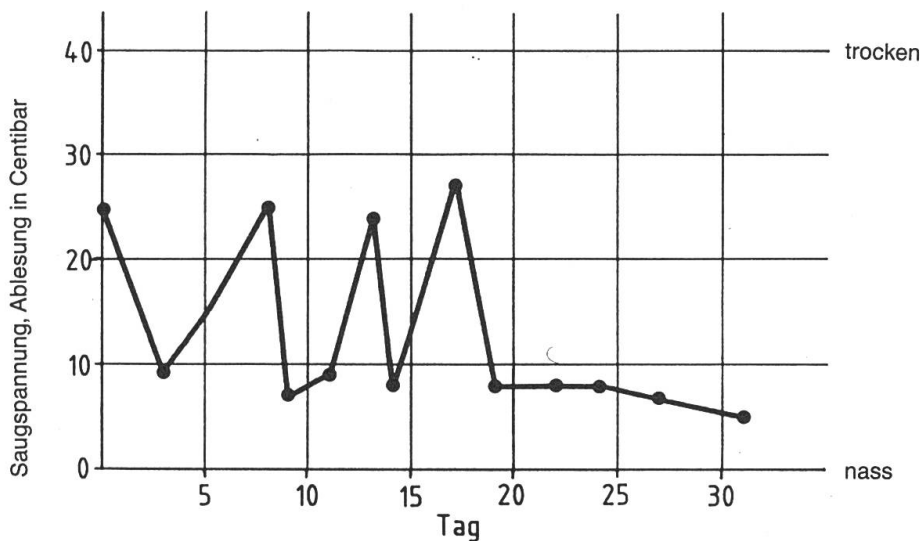


Abb. 3: Tensiometer mit Unterdruckmanometer und Wasserreservoir.

an das Manometer weiter. Dieses zeigt die Saugspannung als Unterdruck gegenüber dem Luftdruck permanent an und kann jederzeit abgelesen werden. Ein Reservebehälter erlaubt, das Tensiometerrohr auf einfachste Art mit Wasser nachzufüllen (vgl. Abb. 3). Der abgebildete Tensiometertyp wird in



Berechnungsgaben: je 20 mm am 8., 13. und 18.7.87

Niederschlag: 18 mm (2.7.), 13 mm (9.7.), 3 mm (18.7.), 8 mm (19.7.), 47 mm (22. - 31.7.)

Abb. 4: Verlauf der Saugspannung des Bodenwassers, gemessen mit Tensiometern, Juli 1987, in einem lehmigen Sand. Aus den Praxisversuchen der FAP.

den USA in der Beregnungspraxis u. a. in Obstplantagen eingesetzt. Er zeichnet sich durch eine robuste Konstruktion sowie problemloses Ablesen und Warten aus.

Als idealer Saugspannungsbereich für Kartoffeln gilt 0,2 bis 0,5 bar. Genauso wie bei den Wasserbilanzen trifft der Betriebsleiter den Beregnungsentscheid letztlich selbst. Dabei berücksichtigt er zum Beispiel, dass auf sandigen Böden früher beregnet werden muss, weil der Anstieg der Saugspannung schneller erfolgt als auf schweren Böden.

In den erwähnten Versuchen sind pro Kartoffelschlag an drei Stellen Tensiometer so gesetzt worden, dass sich der Feuchtfühler 30 bis 45 cm unterhalb des Kammes befand. Ob eine Beregnungsgabe fällig ist oder nicht, wird aufgrund des Mittels der drei Tensiometerwerte entschieden. Über die Höhe der Gabe kann die Wasserbilanz Auskunft geben. Abb. 4 zeigt einen typischen Verlauf der Saugspannung und die Reaktion auf Beregnungsgaben.

Tensiometer oder Wasserbilanz?

Die Erfahrungen aus den Praxisversuchen lassen sich in einigen Punkten zusammenfassen:

- In Trockenperioden weichen die drei Saugspannungswerte innerhalb einer Versuchsparzelle häufig bis 100% voneinander ab. Ursache könnten Inhomogenitäten des Bodens oder der Wurzeldichte sein. Pro Kartoffelschlag sind deshalb mindestens 3 Tensiometer nötig.
- Der Sensorteil des Tensiometers, die poröse Keramikkerze, reagiert in einer Tiefe von 40 bis 45 cm unter dem Kamm häufig zu wenig auf Wasserzufuhr in der Grössenordnung der üblichen Beregnungsgaben von 15 bis 35 mm.
- Auf schweren und stauenden Böden ist unter schweizerischen Wetterbedingungen Vorsicht bei der Beregnung geboten. Kleine Gaben sind hier, wegen der Gefahr des Wasserüberstaus nach unerwartet folgenden Regenfällen, angezeigt.

Die Wasserfraktionen in den Hohlräumen des Bodens

Wasserfraktion Porengrösse	Bedeutung für die Pflanzen	Bindung ans Festmaterial, Saugspannung	Volumenanteil in guten Böden ca.
Sickerwasser der Grobporen	fliesst schnell nach unten, macht Platz für benötigte Luft	sehr gering 0 bis 0,1 bar	10 %
Leicht verfügbares Wasser der grossen Mittelporen	von den Wurzeln dem Boden leicht zu ent- ziehen und deshalb produktionswirksam	klein 0,1 bis 1 bar	10 %
Schwer verfügbares Wasser der kleinen Mittelporen	von den Wurzeln schwer aufzunehmen: genügt noch für «Erhaltungsbedarf»	mittel 1 bis 15 bar	20 %
Rest- oder Tot- wasser in den Feinporen. Wasserfilm um Bodenteilchen	von Kulturpflanzen i. allg. nicht ver- wertbar; ohne ande- res Bodenwasser: dauernde Welke	gross mehr als 15 bar	10 %

Wenn aus Bodenporen Wasser entzogen wird, füllt Luft den freiwerdenden Raum. Die zweite Hälfte des Bodenvolumens wird von den festen Bodenbestandteilen eingenommen: Steine, Sand, Schluff, Tonteilchen und organische Substanz.

Empfehlenswert ist deshalb eine Kerzentiefe von 30 bis 35 cm unterhalb des Kammes

- Tensiometer scheinen gegenüber der Wasserbilanzmethode in schwierigen Fällen aussagekräftiger zu sein. Schwierigkeiten bei der Wasserbilanzmethode bereiten namentlich:
 - a) kapillarer Aufstieg aus oberflächennahem Grundwasser;
 - b) unvermittelter Übergang von einer Nass- auf eine Trockenperiode;
 - c) viele kleine Niederschlagsereignisse, die den Boden wenig bis gar nicht befeuchten.
- Als Nachteile der Tensiometer können vermerkt werden: Ein einzelner Tensiometer gibt die Saugspannung in einem winzigen Bodenvolumen an, sagt somit bei inhomogenen Verhältnissen wenig über einen ganzen Schlag aus. Regelmässige Ablesung bei weitentfernten Schlägen ist zeitaufwendig.
- Aus dem bereits Gesagten geht hervor, dass sich Wasserbilanz und Tensiometer ergänzen können. Idealerweise arbeitet man mit beiden Methoden gleichzeitig.

Die Resultate aus den Praxisversuchen von 1986 - 88 sind ermutigend; für die aufwendigere Methode der Tensiometer gilt dies etwas mehr als für die Wasserbilanzen. Weitere Angaben zu den Versuchen sind in der «Landwirtschaft Schweiz», Heft 1, im Juni 1988 veröffentlicht worden. Die FAP, Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Postfach, 8046 Zürich, stellt Interessenten Wasserbilanz-Formulare mit einer Anleitung und einem ausführlichen Beispiel zur Verfügung. Die FAP gibt auch Auskunft über Bezugsquellen für Tensiometer.

- Der Anschaffungspreis eines Tensiometers der beschriebenen Art beträgt etwa 150 Franken.
- Vor allem bei alleiniger Anwendung der Wasserbilanzmethode ist es ratsam, vor einer Berechnungsgabe die Bilanzierung z. B. mit Spatenstichen im Felde zu überprüfen.

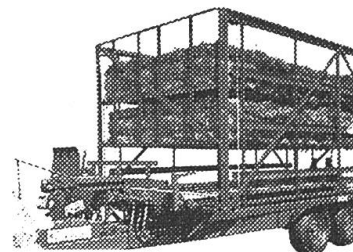
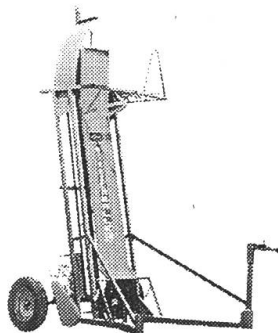
Neuwickeln von Elektromotoren

Kauf, Verkauf, Tausch, Reparaturen.

ERAG, E. Rüst, 9212 Arnegg, Tel. 071 - 85 91 11

GUIMA-Ballenautomaten

Laden, entladen, durch 1 Mann allein. Auch für Hanglagen. Jetzt sehr preisgünstig!

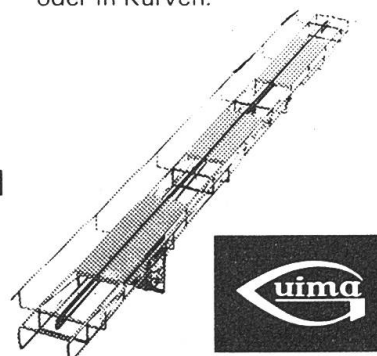


GUIMA-Ballenlader

Ballen laden - leicht gemacht. Ladet immer, auch im Hang oder in Kurven.

GUIMA-Ballen-Förderband

Mit Elektro- oder Benzinmotor. Längen 5 bis 11 m. Sehr leistungsfähig, geringes Gewicht, rasch umgestellt.



Verlangen Sie ausführliche Unterlagen!

AGRO-SERVICE SA

4528 Zuchwil SO, Tel. 065/2611 61

