

durch effektivere Technologien erheblich vermindert werden. In [4] wird nur über einen zusätzlichen Handarbeitsaufwand von 30 AKh/ha und 5 Traktorenstunden bei Handverlegung von Folie mit einer Breite von 10 m berichtet.

Ausgehend von den ermittelten Mehrkosten durch Folienbedeckung (Materialkosten, Lohnkosten, mehrertragsbedingte Kosten) konnte durch die Vorverlegung der Ernte und durch Ertragserhöhungen unter den Bedingungen der Großversuche bei frühen Rodeterminen (2. bis 3. Jünidekade) ein hoher Erlös realisiert werden. Bei einem späteren Rodetermin bestanden zwischen den Verfahren mit oder ohne Folienbedeckung keine Unterschiede im Kostensatz (bedingt durch die hohen Mehraufwendungen für die Folienbedeckung).

Für eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung eines neuen Verfahrens ist neben den erzielten Mehrerträgen und der betrieblichen Ökonomie unbedingt eine Effektivitätsberechnung hinsichtlich des gesamten Material- und Energieaufwands erforderlich. Da zur Folienproduktion erhebliche Energiemengen benötigt werden (38,1 GJ/ha folienbedeckter Fläche) und der dafür benötigte Rohstoff Erdöl importiert werden muß [7], kann eine breite Überleitung dieses Verfahrens derzeit nicht erfolgen. In Kleingärten wurden ebenfalls gute Ergebnisse erzielt. Deshalb könnte dort der Anbau von Speisefrühhkartoffeln zukünftig unter Folie realisiert werden. Durch Verwendung bereits gebrauchter Folie bzw. durch das Verkleben oder Verschweißen von Folienresten sowie durch eine längere Nutzungsdauer ist eine hohe Materialökonomie gegeben.

Zusammenfassung

Durch Bedeckung von Kartoffeldämmen (kurz nach der Pflanzung bis Mitte Mai) mit perforierter Polyäthylenfolie werden Bodentemperatur, Pflanzenentwicklung und Kartoffelertrag positiv beeinflusst. Aufgelaufene Kartoffelpflanzen werden vor Spätfrösten geschützt. In 3jährigen Parzellenversuchen, Großexperimenten und Versuchen in Klein-

Tafel 3
Einfluß der Folienbedeckung und des Rodetermins auf den Marktwareertrag in dt/ha (Kleingartenversuche in den Jahren 1979 bis 1981)

Bezirk	Anzahl der Versuche	Rodetermin					
		1.	2.	3.	4.	5.	5. ¹⁾
1979							
Halle	34	134	177	220	296	359	321
Berlin	10	47	70	131	223	376	214
Potsdam	10	199	280	354	313	454	320
Schwerin	9	50	126	261	363	426	268
Leipzig	11	127	144	185	266	340	184
\bar{x}	74	111	159	230	292	391	261
1980							
Halle	16	118	176	230	308	429	301
Berlin	5	24	80	172	230	304	136
Potsdam	8	—	167	226	325	442	367
Schwerin	7	70	162	262	341	426	230
Leipzig	5	90	95	155	235	343	160
\bar{x}	41	76	136	209	288	389	239
1981							
Halle	21	128	161	259	342	415	324
Berlin	5	100	130	192	262	336	328
Potsdam	8	120	115	212	378	470	344
Schwerin	6	120	175	240	304	446	327
Leipzig	5	69	148	235	352	469	325
\bar{x}	45	107	146	228	328	427	330

1) ohne Folienbedeckung

gärten wurde eine Ernteverfrühung von 6 bis 10 Tagen erreicht. Aufgrund des hohen Folienaufwands (338 bis 395 kg/ha und Jahr) und des damit verbundenen hohen volkswirtschaftlichen Energieaufwands ist eine breite Anwendung der Bedeckung von Speisefrühhkartoffeln mit perforierter Polyäthylenfolie nicht möglich.

Literatur

- [1] Frießleben, R.: Verfahren zur sicheren Produktion von Speisefrühhkartoffeln unter besonderer Berücksichtigung des Anbaues unter Polyäthylenfolie. Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz, Dissertation 1982.
- [2] Aufhammer, W.; Fischbeck, G.: Wirkung von Plastikfolien auf Frühkartoffeln. European Potato Journal, Wageningen (1969) 12, S. 264–277.
- [3] Gerdes, K.: Möglichkeiten des Einsatzes von

durchsichtiger PE-Folie zu Frühkartoffeln. Anhang zum Arbeitsbericht „Einsatz von Bitumen-S-Emulsion zu Frühkartoffeln“. Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz 1971 (unveröffentlicht).

- [4] Krug, H.; Wriedt, G.; Weber, W.; Kling, M.: Folien Einsatz beim Frühkartoffelanbau in Norddeutschland. Kartoffelbau, Gelsenkirchen-Buer 28 (1977) 5, S. 140–143.
- [5] Michallina, V. J.: Primenenie plastmassovykh plenok dlja mul'čirovanija počvu (Anwendung von Plastikfolien beim Bodenmulchen). Sel' skoe chozajstvo za rubežom rastenievodstvo, Moskau (1974) 9, S. 6–8.
- [6] Frießleben, R.; Frießleben, G.: Kartoffelernte im Juni. Garten und Kleintierzucht, Ausgabe A, Berlin (1983) 3, S. 11.
- [7] Lange, W.: Werkstoffprobleme der Zukunft. Urania, Leipzig 57 (1981) 5, S. 40–45.

A 4142

Untersuchungsergebnisse zur Beregnungssteuerung im Kartoffelanbau

Dr. agr. A. Vetter/Dr. agr. H. Schmidt/Prof. Dr. sc. agr. K. Dörter
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion

1. Einleitung

Faktoren, die sowohl den Ertrag als auch die Qualität von Kartoffeln nachhaltig beeinflussen, sind vor allem die Düngung und die Beregnung. Die Möglichkeiten zur Steigerung der Erträge in der Kartoffelproduktion zeigen sich eindeutig bei einem Vergleich von Praxiserträgen mit denen aus Feldversuchen, wo sich eine ungenügende Ausschöpfung des Ertragspotentials nachweisen läßt. Als begrenzenden Hauptfaktor bei der Nichtausschöpfung des Ertragspotentials sehen Zaag und Burton [1] den Wassermangel an. Die Hauptaufgabe der Beregnung besteht somit

darin, auf allen beregnungsbedürftigen Standorten durch weitgehenden Ausgleich der Wasserdefizits zu einer Erhöhung und Stabilisierung der Pflanzenproduktion beizutragen. Der angespannte Wasserhaushalt in der DDR zwingt jedoch gleichzeitig dazu, Zusatzwasser sparsam und mit hohem Wirkungsgrad einzusetzen. Die immer genauere Erfassung des Zusammenhangs zwischen der Bodenfeuchte in den einzelnen Entwicklungsabschnitten und ihrer Wechselwirkung mit anderen Intensivierungsfaktoren gewinnt deshalb für die Steuerung der Beregnung, besonders als Grundlage der EDV-Beregnungsberatung, wachsende Bedeutung. Der Qualitätsproblematik ist dabei verstärkte Aufmerksamkeit zu widmen.

Der Qualitätsproblematik ist dabei verstärkte Aufmerksamkeit zu widmen.

2. Versuchsanlage und -durchführung

Zur Klärung der dargestellten Problematik wurde auf dem Versuchsfeld Zöberitz (Bezirk Halle, Bodentyp Braunschwarzerde) ein Parzellenversuch mit der Kartoffelsorte Libelle (Reifegruppe 4) mit folgenden Prüffaktoren durchgeführt:

- Bodenfeuchte zwischen beginnender Knospbildung und Blühende (Anfangsbo-



Bild 1. Teilansicht der Überdachungsanlage Zöberitz

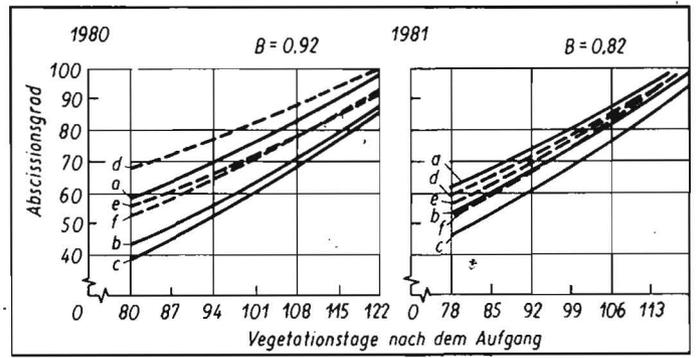


Bild 2. Krautabreife in Abhängigkeit von Bodenfeuchte und Vegetationszeit (K 240 kg/ha, N 150 kg/ha); a 40 % nFK ABF/40 % nFK EBF, b 40 % nFK ABF/60 % nFK EBF, c 40 % nFK ABF/80 % nFK EBF, d 60 % nFK ABF/40 % nFK EBF, e 60 % nFK ABF/60 % nFK EBF, f 60 % nFK ABF/80 % nFK EBF

denfeuchte ABF) 40 % nutzbare Feldkapazität (nFK), 60 % nFK
 – Bodenfeuchte zwischen Blühende und Abscissionsgrad 70 (Endbodenfeuchte EBF) 40 % nFK, 60 % nFK, 80 % nFK
 – Stickstoffdüngung 150 kg/ha, 300 kg/ha
 – Kaliumdüngung 240 kg/ha, 480 kg/ha.
 Als Problem bei Beregnungssteuerungsversuchen stellt sich immer wieder die Einhaltung der Bodenfeuchtestufen, besonders in niedrigen Bodenfeuchtestufen, heraus. Reelle Ergebnisse können nur durch das Fernhalten natürlicher Niederschläge durch eine Überdachung erwartet werden. Auf dem Versuchsfeld Zöberitz stand dafür eine Überdachungsanlage zur Verfügung [2] (Bild 1).

3. Ergebnisse

3.1. Vegetationsverlauf

Die Steigerung der Bodenfeuchte von 40 auf 60 % nFK zwischen beginnender Knospenbildung und Blühende bewirkt eine Zunahme der Stengelanzahl und der Sproßlänge und somit der gesamten nach Moll [3] errechneten Krautmenge. Ein gerichteter Einfluß der

Stickstoff- und Kaliumdüngung konnte nicht festgestellt werden. Hohe Krautmengen bedingen jedoch nicht gleichzeitig einen hohen Endertrag an Knollen. Vielmehr kommt es darauf an, die einmal gebildete Krautmasse als photosynthetisch aktiven Teil der Kartoffelpflanze in den nachfolgenden Entwicklungsabschnitten zu erhalten. Anhand des Abscissionsgrads wurde der Absterbeprozess des Krauts verfolgt (Bild 2). Die Beregnung vor dem Blühende bewirkte eine schnellere Krautabreife, während die Beregnung nach dem Blühende diese verzögerte. Eine Überschreitung des optimalen Krautabtötungstermins (1. Septemberdekade) wurde auch bei intensiver Beregnung nicht festgestellt, so daß die Ernte vollausgereifter, schalenfester Knollen gewährleistet ist. Bei hoher Bodenfeuchte in Verbindung mit überhöhter Stickstoffdüngung (> 150 kg/ha) ist hingegen mit einer unerwünschten Verlängerung der Vegetationszeit über diesen Zeitpunkt hinaus zu rechnen.

3.2. Ertrag und Ertragskomponenten

In zahlreichen Untersuchungen wird der Blühzeitraum als der Entwicklungsabschnitt

mit den höchsten Wasseransprüchen angesehen. Die Wasserversorgung zwischen Knospenbildung und Blühende wirkte sich jedoch im vorliegenden Versuch unterschiedlich auf den Ertrag aus. Die Hauptursache wird neben dem eventuell unterschiedlichen physiologischen Alter der Knollenpartien im Witterungsverlauf während der Jugendentwicklung gesehen. Herrschten zwischen Aufgang und beginnender Knospenbildung trockene Aufwuchsbedingungen vor, war für die Erzielung hoher Erträge ein Bodenfeuchtegehalt von 40 % nFK in den Entwicklungsabschnitten Knospe und Blüte ausreichend. Dagegen werden in Jahren mit hoher bzw. durchschnittlicher Bodenfeuchte während der Jugendentwicklung mit 60 % nFK bedeutende Mehrerträge realisiert. Diese These wurde durch die Einbeziehung der Bodenfeuchte zwischen Aufgang und beginnender Knospenbildung in die Regressionsrechnung bewiesen (Bild 3). Für den praktischen Beregnungsbetrieb ergibt sich aus diesen Erkenntnissen der Vorteil, daß bei Vorsommertrockenheit bis zum Blühende (etwa Ende 1. Julidekade) im wesentlichen keine Beregnung zu erfolgen

Bild 3. Frischmasseertrag in Abhängigkeit von zeitlich gestaffelter Bodenfeuchte; a 60 % nFK zwischen Aufgang und Knospenbildung (60 % nFK ABF), b 60 % nFK zwischen Aufgang und Knospenbildung (40 % nFK ABF), c 40 % nFK zwischen Aufgang und Knospenbildung (40 % nFK ABF), d 40 % nFK zwischen Aufgang und Knospenbildung (60 % nFK ABF)

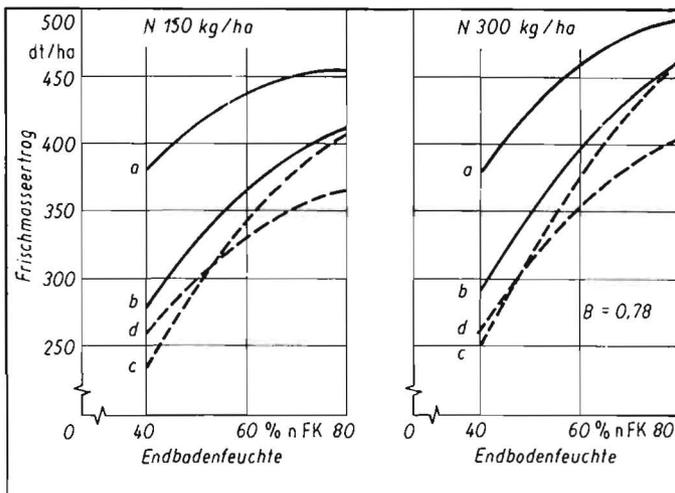
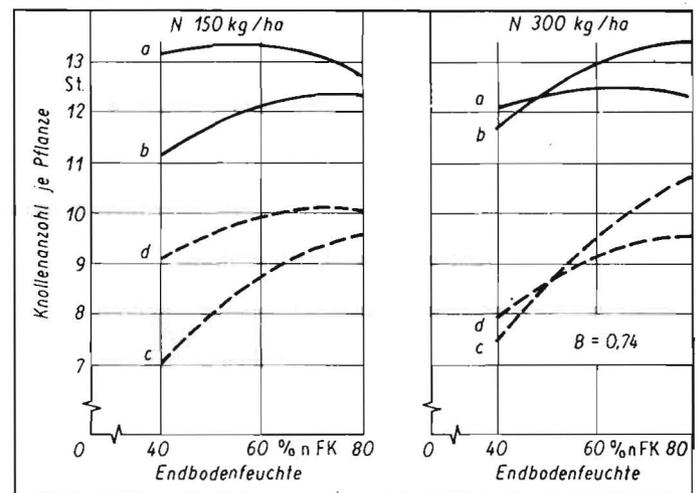


Bild 4. Knollenanzahl je Pflanze in Abhängigkeit von zeitlich gestaffelter Bodenfeuchte; Legende s. Bild 3



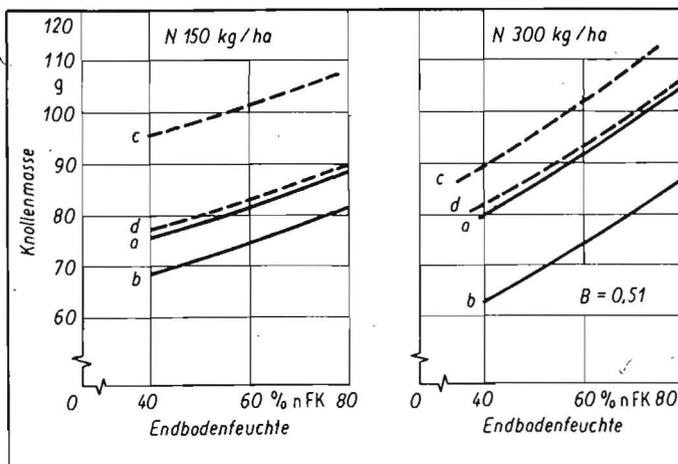


Bild 5
Knollenmasse in Abhängigkeit von zeitlich gestaffelter Bodenfeuchte;
Legende s. Bild 3

braucht. Die Kapazität der Beregnungsanlagen steht für Getreide und Futter, die zu diesem Zeitpunkt hohe Wasseransprüche haben, voll zur Verfügung. Es ist somit eine Senkung des Gleichzeitigkeitsfaktors gegeben.

Entgegen der Erwartung bewirkte die Steigerung der Bodenfeuchte zwischen Blühende und Abscissionsgrad 70 bis zur höchsten geprüften Variante (80 % nFK) eine deutliche Zunahme des Ertrags. Eine starke Verschlämung des Bodens durch die hohen verabreichten Regengaben und damit eine Hemmung des Kolbenwachstums konnte nicht beobachtet werden. Dies ist auf die gute Wachsdurchlässigkeit des B_v - und C_c -Horizonts des Versuchsstandorts zurückzuführen.

Neben den beschriebenen Ursachen dürfte die starke Wirkung der Wasserversorgung nach dem Blühende im Ertragsbildungsverlauf der Kartoffelsorte Libelle begründet sein. Während Kartoffeln der Reifegruppe 4 den wesentlichsten Teil ihres Ertrags nach dem Blühende bilden, realisieren Sorten der frühen und mittelfrühen Reifegruppen über die Hälfte ihres Ertrags vor diesem Zeitpunkt. Zwischen der Wasserversorgung vor und nach dem Blühende bestehen Wechselbeziehungen, so daß bei trockenen Bedingungen vor dem Blühende für hohe Erträge eine sehr gute Wasserversorgung nach dem Blühende notwendig ist. Bei feuchten Aufwuchsbedingungen während der Jugendentwicklung erweisen sich hingegen durchgehende Bodenfeuchten von 55 bis 60 % nFK als optimal.

Aufgrund des geringen Einflusses der Bodenfeuchte auf den Trockenmasse- und Stärkegehalt verlaufen die Regressionskurven dieser Prüffaktoren annähernd analog denen des Frischmasseertrags. Für den Stärkekartoffelanbau gelten somit die gleichen Empfehlungen wie für den Speisekartoffelanbau.

Neben dem geernteten Ertrag sind besonders für den Speise- und Pflanzenkartoffelanbau die Knollenzahl je Pflanze und die durchschnittliche Knollenmasse von Bedeutung. Wie aus Bild 4 zu ersehen, erfolgte durch die Beregnung vor dem Blühende ein Anstieg der Knollenzahl, während durch die Beregnung nach dem Blühende ab einem Maximum eine Verringerung eintrat. Dabei spielen gleichzeitig die Wechselwirkungen mit der Stickstoffdüngung eine wichtige Rolle. Da keine Proberodungen im Versuchsprogramm enthalten waren, wird angenommen, daß diese unterschiedliche Wirkung

Tafel 1. Bestimmtheitsmaße der Prüffaktoren Inhaltsstoffe und Qualität

Prüffaktor	Bestimmtheitsmaß	
	1980	1981
Trockenmassegehalt	0,12 ¹⁾	0,40
Stärkegehalt	0,17 ¹⁾	0,40
Stickstoffgehalt	0,64	0,66
Kaliumgehalt	0,31	0,24 ¹⁾
Phosphorgehalt	0,47	0,33
Magnesiumgehalt	0,15 ¹⁾	0,29
Durchschlagfestigkeit	0,45	0,04 ¹⁾
Schwarzfleckigkeit (Boniturnote)	0,09 ¹⁾	0,31
Schwarzfleckigkeit \geq Boniturnote 8	0,03 ¹⁾	0,30
Schwarzfleckigkeit \geq Boniturnote 6	0,03 ¹⁾	0,28
Rohsaftverfärbung	0,30	0,17
Knollenform	0,43	0,34
ergrünte Knollen	0,17 ¹⁾	0,29
Wachstumsrisse	0,40	0,60
Knollennaßfäule	0,20	0,19

1) Bestimmtheitsmaße nach F-Test nicht signifikant

der Wasserversorgung primär nicht auf einer verstärkten Knollenbildung, sondern auf der von Krug und Wiese [4] ermittelten mehr oder weniger starken Resorption einmal angelegter Knollen bei unterschiedlicher Bodenfeuchte beruht. Dementsprechend ist der Ertragsanstieg mit zunehmender Bodenfeuchte nach dem Blühende hauptsächlich auf eine Vergrößerung der Knollenmasse und damit des Übergrößenanteils (> 60 mm) zurückzuführen (Bild 5).

Für die Pflanzkartoffelproduktion, bei der eine große Knollenzahl und ein geringer Übergrößenanteil angestrebt wird, ist somit ab dem Blühende eine mäßige Wasserversorgung, d. h. rd. 45 bis 50 % nFK ausreichend. Andererseits sollten zwischen Knospenbildung und Blühende unabhängig vom Witterungsverlauf während der Jugendentwicklung Bodenfeuchten von 60 % nFK gewährleistet werden. Die Beregnung erhöhte bis zu diesen Bodenfeuchtesollwerten den absoluten Pflanzgutsertrag, verminderte aber den prozentualen Pflanzgutanteil am Gesamtertrag.

3.3. Inhaltsstoffe und Qualitätsparameter

Neben dem geernteten Ertrag ist für die Verwertung der Knollen ihre Qualität von entscheidender Bedeutung, die wiederum außer von den aufgeführten Prüffaktoren auch von den Knolleninhaltsstoffen beeinflusst werden kann. Deshalb wurden in das Versuchsprogramm die in der Tafel 1 aufgeführten Para-

meter aufgenommen. Daraus ist ersichtlich, daß trotz der Auswertung der Versuchsergebnisse mit der Interpretationsgleichung $S_R = \text{Min.}$ eine Reihe von Funktionen sehr geringe Bestimmtheitsmaße bzw. keine Sicherung der Bestimmtheitsmaße mit dem F-Test aufwies. Weiterhin erwies sich der hohe Kaliumgehalt von durchschnittlich 2,23 % und der niedrige Trockenmassegehalt von durchschnittlich 20,6 % der Kartoffelsorte Libelle für die Untersuchungen der inneren Knollenqualität als ungünstig. Die Prüffaktoren Bodenfeuchte, Stickstoff- und Kaliumdüngung beeinflussten zudem die Merkmale der inneren Knollenqualität in den einzelnen Jahren zumeist unterschiedlich. Die Merkmale der äußeren Knollenqualität wurden hauptsächlich vom erreichten Ertrag und dessen Komponenten bestimmt. Das heißt z. B., der Anteil deformierter und ergrünter Knollen stieg mit dem Ertrag und dabei besonders mit dem Anteil an Übergrößen aufgrund der größeren Pressung der Knollen im Knollennest und des Aufbrechens der Dämme an. Bodenbearbeitungs- und Pflegemaßnahmen, die der Erhaltung einer lockeren Dammstruktur dienen sowie einen ausreichend großen Dammquerschnitt gewährleisten sollen, sind deshalb von besonderer Bedeutung. Der prozentuale Anteil an Knollen mit Wachstumsrisse stieg ebenfalls mit dem Anteil an Übergrößen im Erntegut an. Der oft erwähnte Zusammenhang zwischen Schwarzbeinigkeitbefall, Beregnung und Knollennaßfäule konnte in den Untersuchungen ebenfalls nicht festgestellt werden. Die phytosanitäre Problematik in der Praxis ist deshalb in einer oft ungenügenden Abreife und der damit verbundenen Anfälligkeit gegenüber Beschädigungen bzw. die Knollen überfordernden Belastungen während der Ernte zu sehen.

4. Schlußfolgerungen

Über das Beregnungsregime besteht die Möglichkeit, den Vegetationsverlauf zu steuern und den optimalen Zeitpunkt der Krautabtötung zu bestimmen. Für einen rationalen Wassereinsatz und die Erzielung hoher Erträge ist bei der Steuerung der Beregnung dem Witterungsverlauf während der Jugendentwicklung verstärkte Aufmerksamkeit zu widmen. Gleichzeitig sind für die Speise- und Pflanzkartoffelproduktion grundsätzlich verschiedene Wasserregime zu wählen. Eine grundsätzliche Verbesserung bzw. Verminderung der Qualität des Ernteguts ist bei richtiger Steuerung des Beregnungseinsatzes nicht zu erwarten.

Literatur

- [1] Zaag, D. E. van der; Burton, W. G.: Potential yield of the potato crop and its limitations (Potentieller Ertrag der Kartoffelernte und seine Beschränkungen). Potato Res., Wageningen (1978) 7, S. 7–22.
- [2] Schmidt, H.; Sauerbrey, R.; Abraham, J.; Krause, H.: Der Einfluß unterschiedlicher Bodenfeuchtestufen auf Ertrag und Inhaltsstoffe von Zuckerrüben. Wissenschaftliche Zeitschrift der MLU Halle-Wittenberg, Halle (1975) 6, S. 75–78.
- [3] Moll, A.: Untersuchungen zur Modifikation der Ertragsbildung der Kartoffel durch Umwelteinflüsse. Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin (1981) 8, S. 457–475.
- [4] Krug, H.; Wiese, W.: Einfluß der Bodenfeuchte auf Entwicklung und Wachstum der Kartoffelpflanze (*Solanum tuberosum* L.). Potato Res., Wageningen (1972) 15, S. 354–364.