

Pflanzen

Die Pflanzgutherkunft beeinflusst Ertragsparameter

Regula Muheim, Thomas Hebeisen und Franz A. Winiger, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich-Reckenholz

Auskünfte: Thomas Hebeisen, e-mail: thomas.hebeisen@fal.admin.ch, Fax +41 (0)1 377 72 01, Tel. +41 (0)1 377 74 50

Pflanzgut aus höheren Lagen entwickelt weniger Stängel und Knollen. Verschiedene Sorten reagieren unterschiedlich auf den Faktor «Herkunft». Der Gesamtertrag wurde aber durch die Höhenlage der Herkunft nicht beeinflusst, da die Knollenzahl pro Stängel und das mittlere Knollengewicht im Vergleich zu Tieflagen zunahm.

Pflanzgutproduktion im voralpinen Hügelland.

Faktoren wie Bodenverhältnisse, sowie Pflanztermin und unterschiedliche Pflegemassnahmen mitbestimmend für die Entwicklung der Pflanzkartoffeln. Dazu kommen ausgeprägte örtliche Unterschiede im Befallsdruck durch Viren. In der Regel nimmt die Anzahl der geflügelten Blattläuse, welche die gefährlichen Kartoffelviren übertragen, mit zunehmender Höhe

Das physiologische Alter der Knollen

Das physiologische Alter einer Kartoffelknolle wird einerseits durch das chronologische Alter und andererseits durch die Temperaturbedingungen, denen sie während des Wachstums und der Lagerung ausgesetzt ist, beeinflusst (Reust 1982). Hohe Temperaturen während des Knollenwachstums beschleunigen die Alterung, während niedrige Wachstumstemperaturen sie verlangsamen (Reust 1982; Schuhmann 1998). Physiologisch jüngere Kartoffeln zeigen eine stärkere apikale Dominanz (bevorzugtes Wachstum des Haupttriebes am Kronenende) und ein verzögertes Auflaufen gegenüber physiologisch älteren Knollen. Das physiologische Alter der Pflanzkartoffeln zum Zeitpunkt der Pflanzung beeinflusst das Wachstum und die Ertragsbildung. Mit den im Kartoffelbau üblichen Vorkeimbehandlungen wird ein optimales physiologisches Alter für ein rasches und gesundes Wachstum angestrebt.



Die Anbaubedingungen im Pflanzkartoffelbau können sich je nach Standort sehr stark unterscheiden. Ein wichtiger Faktor ist das Klima, das vor allem von der Höhenlage abhängig ist. Unterschiedliche Witterungsbedingungen beeinflussen das physiologische Alter der Pflanzgutknollen (siehe Kasten). Im Weiteren sind standortspezifische

ab. Zudem ist in Höhenlagen die saisonale Entwicklung der Blattlaus-Populationen oft verzögert (Meier 1976). Höher gelegene Gebiete bieten sich daher als ideale Produktionsorte für möglichst virusarmes Pflanzgut an.

In dieser Untersuchung wollten wir herausfinden, ob und in welcher Art sich Unterschiede in der

Herkunft des Pflanzgutes in der Tochtergeneration bemerkbar machen. Aufgrund von Erfahrungen aus der Praxis und der Literatur über das physiologische Alter vermuteten wir, dass sich Herkunftseffekte auf den zeitlichen Verlauf der Entwicklung, auf die Anzahl Stängel und Knollen und allenfalls auch auf den Ertrag auswirken können.

Versuchsordnung und Erhebungen

Wir haben 28 Sorten, 25 Neuzüchtungen sowie die Vergleichssorten Sirtema, Bintje und Eba auf einem Versuchsfeld in Reckenholz auf je vier Parzellen (100 Pflanzknollen) untersucht. Die Sorten verteilten sich auf 10 frühe, 11 mittelfrühe und 7 mittelspäte Sorten (Einteilung im Wesentlichen gemäss Angaben der Züchter). Das Pflanzgut wurde im Vorjahr an den Standorten Reckenholz (ZH), Rütli (bei Zollikofen, BE), Oberwallestalden (Emmental, BE) und Maran (GR) produziert. Reckenholz (Re) und Rütli (Rü) werden hier als «Tief lagen», Oberwallestalden (Ow) und Maran (Ma) als «Höhenlagen» bezeichnet. Tabelle 1 enthält Angaben zu den Herkunftsorten. Alle Pflanzknollen wurden vor dem Auspflanzen während 5 Wochen bei Temperaturen von etwa 15°C vorgekeimt, am 24.4.1998 ausgepflanzt und nach betriebsüblichen Massnahmen bewirtschaftet.

Mitte Mai wurde die Anfangsentwicklung mittels einer Boniturskala von 1 (= sehr schnell) bis 9 (= sehr langsam) beurteilt. Nach einer ähnlichen Skala von 1 (= sehr früh) bis 9 (= sehr spät) wurde im August die Abreife beurteilt. Der Anteil virusbefallener Stauden wurde am 3.6.1998 ausgezählt. Vor der Ernte bestimmten wir für jede Sorte und Herkunft an je 10 Pflanzen folgende Grössen:

- Anzahl Stängel pro Pflanze (ohne Seitentriebe);

Tab. 1. Witterungsdaten der verschiedenen Herkünfte

Herkünfte	Höhe (m ü. M.)	Niederschlag April-September (mm)	Temperatur April-September (°C)	Anzahl Grüne Pflirsichblattläuse ¹
Reckenholz (Re)	440	543	14,9	81
Rütli (Rü)	560	≈ 573	≈ 14,8	12
Oberwallestalden (Ow)	960	≈ 804	≈ 11,4	13
Maran (Ma)	1860	833	7,1	7 ²

Quellen:

Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA). Re: NS und Temp.: Mittel 1997; Rü: NS und Temp.: Mittel 1997 in Bern-Liebefeld; Ow: langjährige Mittel in Langnau i.E. (NS) und in Affoltern i.E. (Temp. auf 800 m.ü.M., extrapoliert); Ma: NS und Temp.: langjährige Mittel der Messstation Arosa.

Blattlausberichte der Forschungsanstalt Reckenholz 1993-1997.

¹Summe der Anzahl geflügelter Blattläuse pro 100 Kartoffelpflanzen von 4 Zeitpunkten im Juni/Juli, gemittelt über die Jahre 1993-1997

²Durchschnitt der Höhenstufen über 1000 m ü.M..

- Anzahl Knollen pro Pflanze mit einem Durchmesser ≥ 30 mm;

- totaler Knollenansatz pro Pflanze (Knolldurchmesser ≥ 10 mm).

Nach der Ernte vom 9.9.1998 wurden die Knollen parzellenweise gewogen und in drei Grössenklassen (< 42,5 mm; 42,5 mm bis 70 mm; > 70 mm,) sortiert. Daraus wurden der Ertrag (dt pro ha) und die Anteile der Sortiergrössen in Gewichtsprozent berechnet.

Unterschiede in der Entwicklung

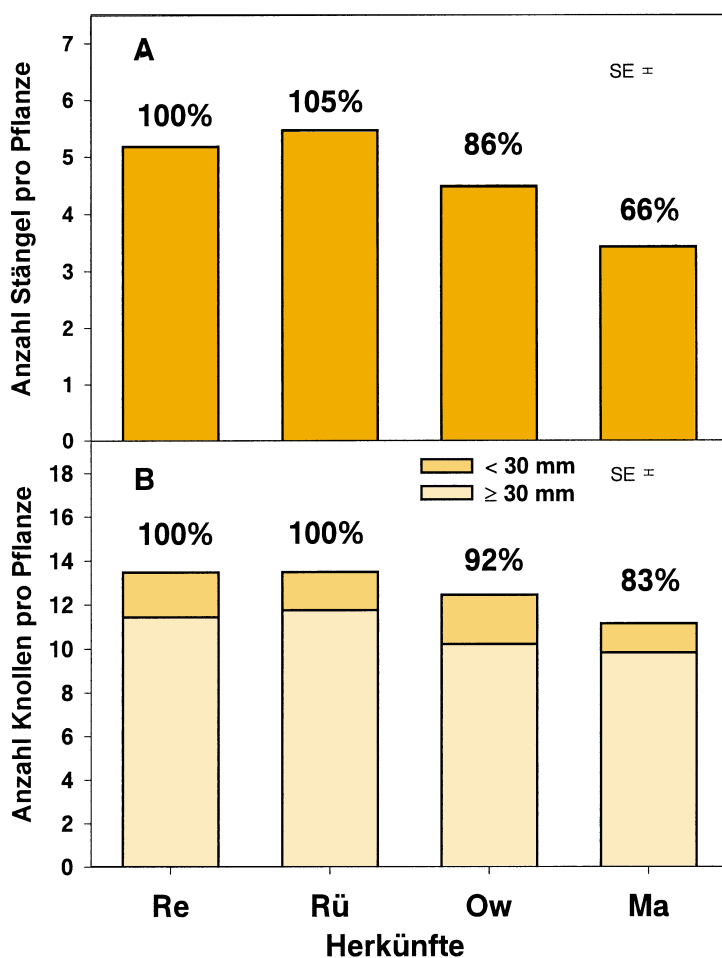
Die Pflanzen liefen je nach Sorte unterschiedlich schnell auf. Im Mittel der Sorten wurde die Anfangsentwicklung der Pflanzen aus Rütli als am schnellsten beurteilt, gefolgt von Reckenholz, Oberwallestalden und, mit etwas Abstand, Maran. Gemittelt über

alle Sorten beobachteten wir bei den beiden Tief lagen (\emptyset -Note 3) eine schnellere Anfangsentwicklung als bei den Hochlagen (\emptyset -Note 3,9). Ähnlich zeigten die Stauden, die aus Knollen aus höheren Lagen gebildet wurden, eine leichte Verzögerung bei der Abreife gegenüber den Stauden, deren Knollen aus tieferen Lagen stammten (im Durchschnitt eine Differenz von 0,6 auf der Reifeskala von 1 bis 9). Die Verzögerung der Herkunft Maran war wiederum ausgeprägter als diejenige der Herkunft Oberwallestalden.

Herkunft beeinflusst die Ertragsparameter

Die Anzahl Stängel und Knollen sowie der Ertrag sind sortenspezifisch sehr verschieden. Besonders ausgeprägte Unterschiede ergaben sich bei den Stängelzahlen, die sich je nach Sorte zwischen 2,6 und 7,7 (\emptyset 4,5) Stängel pro Pflanze bewegten. Die Sor-

Abb. 1. Herkunftsbedingte Effekte des Pflanzguts auf die Anzahl Stängel (A) und die Anzahl Knollen (B) pro Pflanze. Mittelwerte über alle 28 Sorten mit je zwei Wiederholungen zu fünf Pflanzen. Die Anzahl Stängel (A) und totale Anzahl Knollen (B) sind auch in Prozent angegeben. Standardfehler des Mittelwertes. Re= Reckenholz, Rü= Rütli, Ow= Oberwallestalden, Ma= Maran.



tenrerträge variierten zwischen 350 und 610 dt/ha (Ø 492 dt/ha).

Gemittelt über alle Sorten entwickelten Pflanzknollen, die aus Höhenlagen stammten, signifikant weniger Stängel als diejenigen aus den Tieflagen (Abb. 1A). Die gleiche Tendenz bestand, wenn auch weniger ausgeprägt, beim totalen Knollenansatz (Abb. 1B). Diese Herkunftseffekte scheinen mit steigender Höhenlage zuzunehmen.

Herkunftsabhängige Unterschiede in der Entwicklung und Morphologie der Kartoffeln könnten durch das unterschiedliche physiologische Alter der Pflanzknollen bedingt sein. In höheren Lagen erfolgt einerseits der Knollenansatz später, und andererseits sind die Wachstumstemperaturen niedriger. Deshalb sind die Knollen beim

Auspflanzen im nächsten Jahr physiologisch gesehen jünger als Knollen aus Tieflagen (Münster 1973; Reust 1982). Da in diesem Versuch die Vorkeimung für alle Herkünfte gleich durchgeführt wurde, sind die herkunftsbedingten Unterschiede im physiologischen Alter nicht ausgeglichen worden. Die physiologisch jüngeren Knollen zeigten eine verzögerte Anfangsentwicklung und gelangten später zur Abreife. Aufgrund der stärkeren apikalen Dominanz¹ bildeten sie eine geringere Anzahl Stängel. Aus einer kleineren Anzahl Stängel resultiert bei Kartoffeln im Allgemeinen auch eine geringere Knollenzahl.

¹Direkt nach der Keimruhe entwickelt sich oft nur ein Keim am Kronenende (Apikalkeim). Dieser unterdrückt die Ausbildung von weiteren Keimen.

Die statistische Analyse zeigte, dass die verschiedenen Sorten unterschiedlich auf den Faktor „Herkunft“ reagierten. Es hängt also von der Sorte ab, um wieviel die Anzahl Stängel und Knollen bei einer Herkunft aus Hochlagen reduziert werden. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Keimruhe (Periode von der Knollenbildung bis zum Keimbeginn) und die Inkubationsdauer (Periode vom Keimbeginn bis zur Knollenbildung) sortenspezifisch verschieden sind. Beide sind mitbestimmend für die physiologische Alterung der Knollen (Reust 1986).

Vergleich mit früheren Erhebungen

Im Jahr 1979 wurden in gleicher Versuchsanordnung und mit einem anderen Sortenspektrum (35 Sorten) ähnliche Untersuchungen durchgeführt.

Die Resultate aus dem Jahr 1979 zeigten die gleiche Tendenz, nämlich eine Abnahme der Anzahl Stängel und der Anzahl Knollen mit zunehmender Höhe des Herkunftsortes (Tab. 2). Die im Wesentlichen übereinstimmenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Herkunftseffekte auf die Anzahl Stängel und Knollen unabhängig vom Jahr und vom Sortenspektrum auftreten.

Höhenlage des Herkunftsortes nicht entscheidend für den Ertrag

Die Herkunft des Pflanzguts wirkte sich auch auf den Ertrag signifikant aus (Abb. 2). Pflanzgut aus Rütli und Maran erbrachte im Mittel etwas höhere Erträge als Pflanzgut aus Reckenholz und Oberwallestalden. Die Erträge aus Höhenlagen unterscheiden sich jedoch im Durchschnitt nicht von denjenigen aus Tieflagen. Wir haben zusätzlich die Erträge aus der Periode 1994 bis 1997 ausgewertet (Daten nicht dargestellt). Das Sorten-

spektrum war in jedem Jahr verschieden. Mit Ausnahme von 1997 waren die Erträge in allen Jahren signifikant durch die Herkunft beeinflusst. Dabei zeigte die Herkunft Rütli stets den höchsten, die Herkunft Oberwallestalden oder Reckenholz den niedrigsten Durchschnittsertrag. 1996 war der mittlere Ertrag der Höhenlagen um etwa 10 % geringer als derjenige der Tieflagen. In den übrigen Jahren gab es bezüglich Ertrag keinen wesentlichen Unterschied zwischen dem Durchschnitt der Höhenlagen und der Tieflagen.

Anders als die Entwicklung und Morphologie scheint also der Ertrag nicht von der Höhenlage der Herkünfte an sich abhängig zu sein. Die geringere Anzahl Stängel und Knollen beim Nachbau aus Höhenlagen führte 1998 im Mittel zu keiner Ertragseinbusse. Offensichtlich wurde die geringere Stängelzahl bei Pflanzen aus Höhenlagen auf zwei Stufen kompensiert: Einerseits wurden im Durchschnitt mehr Knollen pro Stängel (Tab. 2) gebildet, und andererseits erhöhte sich auch das durchschnittliche Knollengewicht. Dies zeigt sich auch in den prozentualen Anteilen der drei Grössensortierungen am Gesamtgewicht der Knollen (Daten nicht dargestellt). Wenn die Mutterknollen aus einer höheren Lage stammten, bildeten die Stauden im Mittel eine grössere Anzahl grosse Knollen (> 70 mm) als solche aus den Tieflagen. Zusätzlich war der Anteil an kleineren Knollen (< 42,5 mm) bei der Herkunft Maran signifikant kleiner als bei den übrigen Herkünften. Aus Reckenholz und Rütli stammende Knollen zeigten hingegen eine sehr ähnliche Grössensortierung.

Wahrscheinlich bilden günstige Wachstumsbedingungen und die vollständige Ausnutzung der Vegetationsdauer die Grundvoraus-

Tab. 2. Mittlere Anzahl Stängel und Knollen pro Pflanze in Abhängigkeit von der Pflanzgutherkunft (prozentualer Vergleich zur Herkunft Reckenholz) und der mittlere Quotient Anzahl Knollen pro Stängel im Reckenholz in den Jahren 1979 und 1998. 1979 wurde die Stängelzahl an 10 und die Knollenzahl an 3 Pflanzen pro Sorte und Herkunft bestimmt; 1998 wurden jeweils 10 Pflanzen untersucht.

Pflanzgutherkunft	Stängelzahl (%)		Anzahl Knollen ≥ 30 mm (%)		Anzahl Knollen pro Stängel	
	1979	1998	1979	1998	1979	1998
Reckenholz	100	100	100	100	2,7	2,6
Rütli	102	105	97	103	2,6	2,5
Oberwallestalden	66	86	85	89	3,4	2,8
Maran	48	66	84	86	4,7	3,3

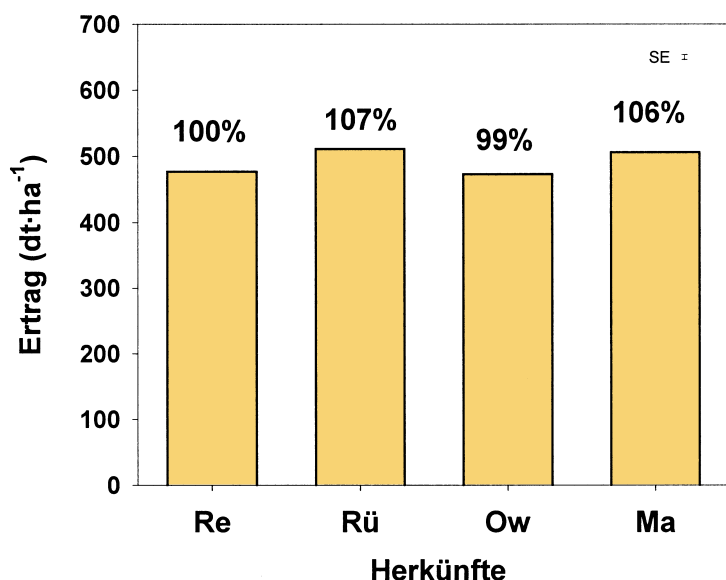


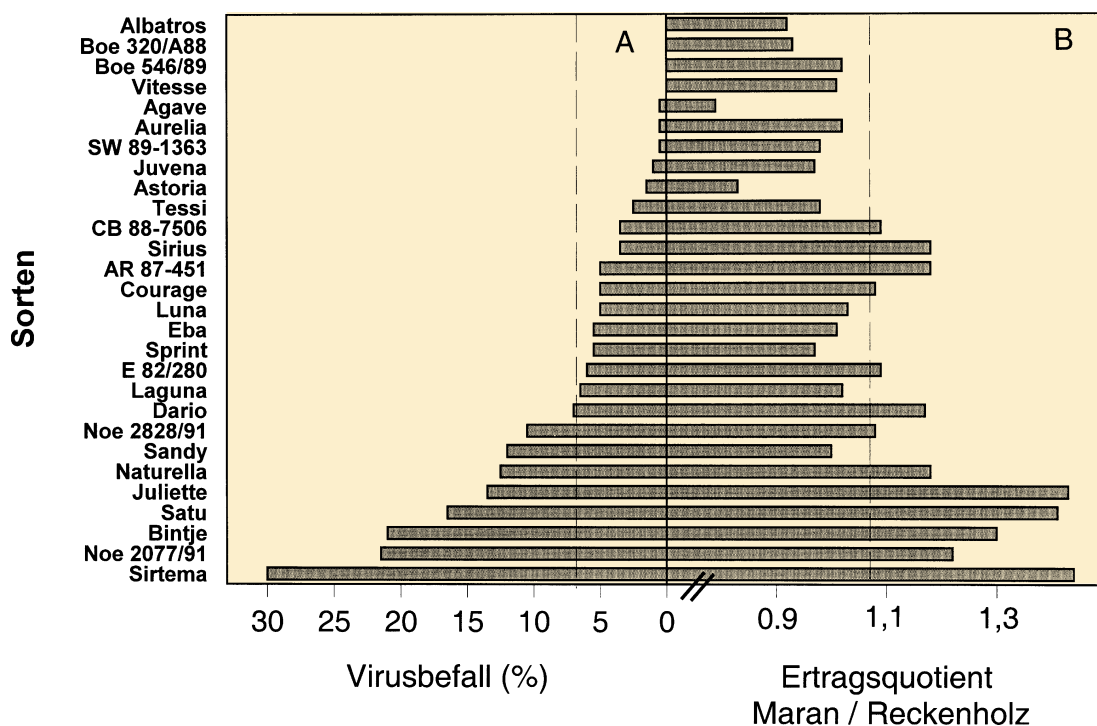
Abb. 2. Durchschnittliche Gesamtknollenerträge in Abhängigkeit der Herkunft des Pflanzgutes. Mittel über alle Sorten. Die Erträge aus den Parzellen zu 12,5 m² (eine Parzelle pro Sorte und Herkunft) wurden in dt/ha und in Prozentzahlen im Vergleich zu Reckenholz umgerechnet. Standardfehler des Mittelwertes. Re= Reckenholz, Rü= Rütli, Ow= Oberwallestalden, Ma= Maran.

setzung für die Kompensation von herkunftsbedingt geringeren Stängel- und Knollenzahlen.

Die Herkunftsunterschiede beim Ertrag könnten teilweise auch durch den unterschiedlichen Virusbefall erklärt werden. Im Mittel aller Sorten betrug der Anteil virusbefallener Pflanzen im Nachbau 1998 der Herkunft Reckenholz 20,1 %, während in den Herkünften Rütli und Oberwallestalden weniger als 5 % infizierte Pflanzen beobachtet wurden. Die Herkunft Maran mit deutlich unter einem Prozent Virusbefall widerspiegelte die ausgezeichnete Blattlaussituation in dieser Höhenlage. Der im Vergleich zu Rütli und Maran geringere

Durchschnittsertrag der Herkunft Reckenholz (Abb. 2) ist höchstwahrscheinlich durch den höheren Virusbefall dieser Herkunft bedingt. Ein Vergleich zwischen dem sortenspezifischen Virusbefall (Abb. 3A) und dem Verhältnis des Ertrags der beiden Extremlagen Maran und Reckenholz (Abb. 3B) im Jahr 1998 deutet auf diesen Effekt hin. Diejenigen Sorten nämlich, bei denen der Ertrag der Herkunft Maran deutlich höher war als derjenige der Herkunft Reckenholz, waren am stärksten virusinfiziert (z.B. Sirtema). Das Verhältnis des Ertrags Maran/Reckenholz und der Virusbefall korrelieren gut ($r^2 = 0,79$). Wenn die Sorten mit einem Virusbefall von mehr als

Abb. 3. Sortenspezifischer Anteil virusinfizierter Pflanzen (%), gemittelt über alle Herkünfte (A), und Mittelwert über alle Sorten (----); Ertragsquotient zwischen Herkunft Maran und Reckenholz (B), und mittleres Ertragsverhältnis (----)



10 % in der Berechnung nicht berücksichtigt wurden, war der Ertrag der Herkunft Maran um 4 % geringer als derjenige der Herkunft Reckenholz. Der mittlere Virusbefall des Nachbaus von Oberwallestalden war vergleichbar mit demjenigen von Rütli. Hier scheint der in der Regel etwas geringere Ertrag gegenüber dem Nachbau von Rütli und Maran von anderen, nicht genauer untersuchten Faktoren am Herkunftsort abzuhängen.

Virusbedingte Ertragseinbussen werden in der Praxis der Speisekartoffelproduktion weitgehend durch die strengen Qualitätsanforderungen für das zertifizierte Pflanzgut und die hohe Pflanzguterneuerungsrate vermieden.

Folgerungen für die Praxis

Sorte und Herkunft des Pflanzguts können die Anzahl Stängel, die Anzahl Knollen sowie den Ertrag des Nachbaus beeinflussen. Für die Praxis lassen sich folgende Aspekte ableiten, die bei der Auswahl von optimal geeignetem Pflanzgut berücksichtig

und abgewogen werden sollten:

- **Virusbefall:** Es sollte nur zertifiziertes Pflanzgut eingesetzt werden.

- **Vorkeimbedingungen, vorgesehene Pflanz- und Erntezeitpunkte, Wachstumsbedingungen am Produktionsort:** Optimale Vorkeimung, zum Beispiel durch eine verlängerte Vorkeimdauer, vollständige Ausnützung der Wachstumsperiode sowie günstige Wachstumsbedingungen können einer möglichen herkunftsbedingten Ertrags einbussen entgegenwirken.

Je nach **Verwendungszweck** kann die Herkunft aus einer Höhenlage folgende Vor- oder Nachteile haben:

- **Speisekartoffeln:** Da einem größeren Anteil von Knollen > 70 mm ein kleinerer Anteil von Knollen < 42,5 mm gegenübersteht, unterscheidet sich die Ausbeute an normalsortierten Knollen im Sortenmittel kaum vom

Nachbau aus Tieflagen. Im Einzelfall können jedoch sortenspezifische Reaktionen auf Herkunft- und Produktionsbedingungen die Knollengröße mitbeeinflussen.

- **Verarbeitungsorten:** Der höhere Ertragsanteil von größeren Knollen > 70 mm ist für die Herstellung von Pommes Frites erwünscht.

- **Frühkartoffeln:** Auf der einen Seite kann die verzögerte Entwicklung von Nachteil sein. Andererseits ist die Bildung einer kleineren Zahl von Stängeln und Knollen (infolge stärkerer apikaler Dominanz) erwünscht, damit die Knollen frühzeitig marktfähig sind (höherer Verkaufspreis).

- **Pflanzkartoffeln:** Die langsamere Entwicklung ist ungünstig, weil Pflanzviren in noch jungen Beständen (hohe Gewebeaktivität, geringe Altersresistenz) besser verbreitet werden, und weil eine frühe Krautvernachtung angestrebt wird. Auch

die geringere Knollenzahl ist nachteilig, denn es besteht das Risiko der verstärkten Zunahme von Übergrößen. Mit angepasster Vorkeimung und enger Pflanzdistanz kann dem in der Praxis entgegengewirkt werden.

Dank

Wir danken T. Ballmer, F. Gut, W. Maag, J. Nievergelt und R. Wüthrich für ihre technische Mithilfe und die Bereitstellung von Daten. W. Reust sei für die hilfreichen Anregungen gedankt.

Literatur

- Meier W. 1976. Ergebnisse langjähriger Feldbeobachtungen zum Auftreten von landwirtschaftlich wichtiger Blattlausarten. *Schweizerische landwirtschaftliche Forschung* **15**, 441-451.
- Münster J. 1973. Das physiologische Alter der Kartoffel, insbesondere

hinsichtlich Herkunft und Tageslänge. Bericht über die Arbeitstagung 1973 der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtleiter in Gumpenstein, 214-223.

- Reust W. 1982. Contribution à l'appréciation de l'âge physiologique des tubercules de pommes de terre et son importance sur le rendement. Dissertation ETH Zürich, No. 7046 Ex A.
- Reust W. 1986. Das physiologische Alter der Kartoffeln und Möglichkeiten der Beeinflussung bei Pflanzgut und Speisekartoffeln. *Der Kartoffelbau*, **37**, 372-375.
- Schuhmann P. 1998. Der Pflanzgutwert von Kartoffeln aus der Sicht des physiologischen Alters. *Kartoffelbau* **49**, 134-136.
- Winiger F.A. und Bércecs S. 1974. Über einige Zusammenhänge zwischen Virusbefall und Ertrag bei Kartoffelsorten des schweizerischen Richtsortiments. *Schweizerische landwirtschaftliche Forschung* **13**, 269-285.

RÉSUMÉ

Les paramètres de croissance de la pomme de terre sont influencés par le lieu d'origine de la semence

Nous avons examiné les paramètres de croissance de 28 variétés de pommes de terre dont la semence provenait de différentes altitudes. Il est bien connu que les conditions climatiques influencent l'âge physiologique de la semence. Notre hypothèse était basée sur le fait que les provenances de hautes altitudes sont physiologiquement plus jeunes en raison de leur période de croissance plus courte et des températures inférieures. En conséquence, le nombre de tiges et de tubercules par plante sont limités par une dominance apicale et par un nombre de germes réduit.

Généralement, la semence originaire d'altitude présente i) un nombre inférieur de tiges et de tubercules par plante, et ii) un pourcentage inférieur de plantes infectées par les viroses graves en comparaison avec les provenances de basses altitudes. Toutefois, le rendement n'était pas affecté par l'altitude de la provenance, puisque le nombre de tubercules par tige et le poids moyen des tubercules étaient plus élevés.

Une prégermination appropriée et des conditions de croissance favorables permettent de contrebalancer les différents effets de l'âge physiologique.

SUMMARY

Growth parameters of potatoes are influenced by the source of seed

We investigated growth parameters from 28 varieties of potatoes, the seeds of which originated from different altitudes. It is known that different climatic conditions influence the physiological age of seed tubers. We hypothesised that seed originating from higher altitudes is physiologically younger due to a shorter growing period and lower temperatures. Therefore the number of stems and tubers per plant may be reduced as a result of stronger apical dominance and reduced number of sprouts.

Generally, seed tubers originating from higher altitudes showed i) a lower number of stems and tubers per plant, and ii) a lower percentage of virus-infected plants compared to seed originating from lower altitudes. However tuber yield was not affected by the altitude of the source of the seed, since tuber number per stem and the mean tuber weight of plants originating from higher altitudes were increased. Appropriate presprouting and favourable growing conditions may counterbalance the effects of different physiological age.

Key words: potato varieties, origin of seed, growth parameters, physiological age