

Einfluss von Lichtspektrum und Beleuchtungsstärke auf die Vorkeimung festkochender Speisekartoffeln

Einleitung

Die Vorkeimung von Kartoffeln hat sich in zahlreichen Versuchen unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus mit vergleichsweise früh absterbenden Kartoffelbeständen in Folge von Krautfäulebefall (*Phytophthora infestans*) oder mangelnder Nährstoffnachlieferung als erfolgreiche Anbaustrategie zur Ertragssteigerung bzw. Ertragssicherung erwiesen (u.a. Paffrath 2007).

Neben der Suche nach geeigneten Vorkeimbehältern und keimschonender Pflanztechnik stellt sich für die Praxis vor allem die Frage, welche und wie viele Leuchtstoffröhren für eine effiziente Vorkeimung notwendig sind bzw. ob die Investition in ein Vorkeimhaus lohnt. Die praxisübliche Beratungsempfehlung „Warmtonlampen“ basiert auf Untersuchungen von Wassink et al. (1950) und McGee et al. (1987), die den roten Wellenlängenbereich (~ 700 nm) als entscheidend für die Hemmung des Keimlängenwachstum identifizierten. Krug & Pätzold (1968) wiesen einen deutlichen Keimlängenrückgang bei den Sorten *Barima* und *Olympia* bereits bei 5 Lux nach. Die von der Beratung empfohlenen „100 Watt Leistung je Tonne Pflanzgut“ können jedoch durch zahlreiche Einflüsse wie Raumbeschaffenheit, Position der Lampen etc. zu sehr unterschiedlichen Beleuchtungsstärken an den Knollen führen. Zur Überprüfung dieser Beratungsempfehlungen wurden auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut in Hennef (Höhe ü. NN 65 m, Temperatur 10,3 °C, Niederschlag 840 mm, Bodenart sL-uL, Bodenpunkte im Versuch 60) an zwei Kartoffelsorten (*Nicola* - keimfreudig, *Belana* - keimträge) vier praxisübliche Leuchtstoffröhren der Firma Osram mit den Kennungen 640 (Kaltton), 830 (Warmton), 930 (Warmton spezial) und 77 (Pflanzenlicht) in jeweils zwei Beleuchtungsstärken (20 & 200 Lux) im Vergleich zur Vorkeimung im Gewächshaus (Aufstellung in weißen Staudenkästen, frostfreie Lagerung, Natürliche Einstrahlung mit Differenzierung der Varianten in Stapel *unten*, min. 190 Lux bei Regen bzw. Stapel *oben*, min. 2300 Lux bei Regen) und zur Kontrolle (Dunkellagerung im Vorkeimraum bzw. im Kühlhaus) getestet.

Versuchsdurchführung 2008

Wärmestoß (20 °C) vom 4. bis 6. März, Vorkeimung (10-15 °C) vom 7. März bis 28. April, Pflanzung am 29. April, Netzegge am 19. Mai und Häufeln am 23. Mai, Kupferbehandlungen (je 500 g/ha) am 11., 17. und 28. Juni, Ernte *Nicola* am 8. September und *Belana* am 9. September 2008.

Varianten (Codierung Osram, 36 Watt)

1 - 640 (20 Lux)	5 - 930 (20 Lux)	9 - Gewächshaus (untere Lage)
2 - 640 (200 Lux)	6 - 930 (200 Lux)	10 - Gewächshaus (obere Lage)
3 - 830 (20 Lux)	7 - 77 (20 Lux)	11 - dunkel (warm, im Vorkeimraum)
4 - 830 (200 Lux)	8 - 77 (200 Lux)	12 - dunkel (kühl, im Kühllager)

Parameter

Keimlänge, Keimanzahl, Feldaufgang, Bestandesentwicklung, Knollenansatz, Bonitur Krankheiten und Schädlinge, Ertrag und Ertragsparameter

Hypothesen

1. Beleuchtung mit Pflanzenlicht bzw. Warmtonlampen reduziert die Keimlänge im Vergleich zu Kalttonlampen signifikant.
2. Eine höhere Beleuchtungsstärke verringert die Keimlänge.
3. Die höhere Beleuchtungsstärke im Gewächshaus führt zu kürzeren Keimen im Vergleich zur Vorkeimung mit Lampen.
4. Die keimfreudige Sorte *Nicola* reagiert auf die unterschiedliche Beleuchtung stärker als die keimträge Sorte *Belana*.
5. Kürzere Keime brechen bei der Pflanzung weniger ab; ein höherer Knollen-ertrag wird erzielt.

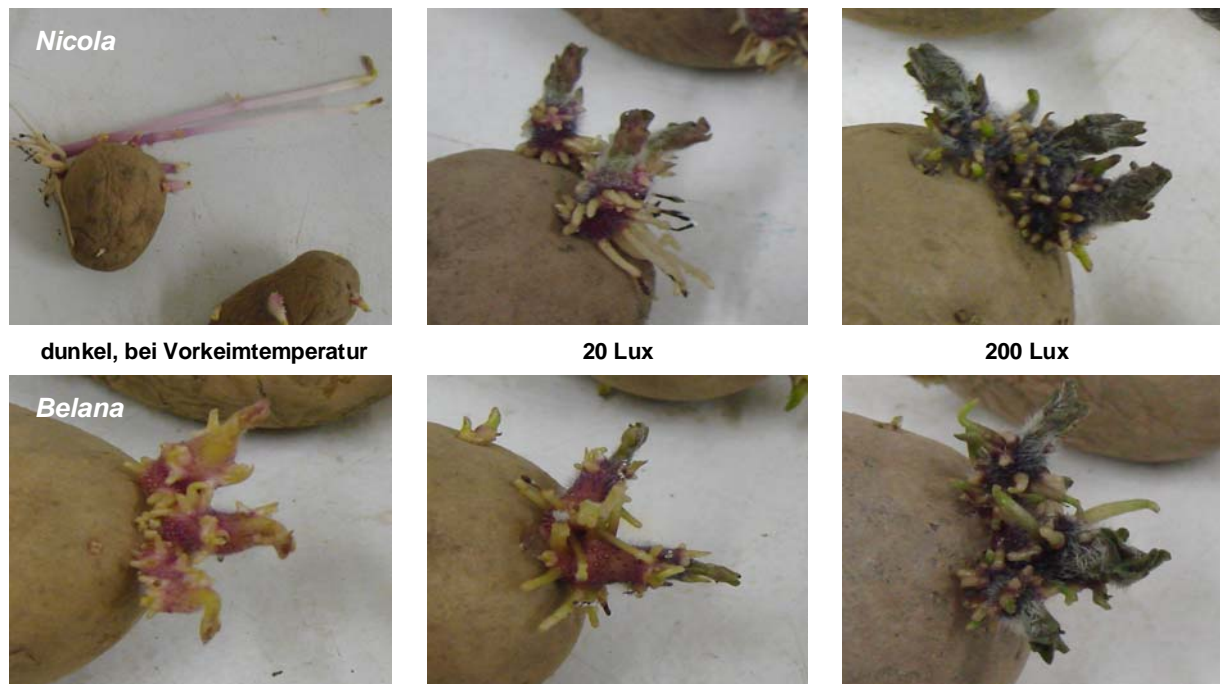


Abb. 1: Einfluss unterschiedlicher Beleuchtungsstärke auf die Keimlänge der Kartoffelsorten *Nicola* und *Belana* zur Pflanzung am 29. April 2008.

Ergebnisse

Die Keimlänge zur Pflanzung am 29. April 2008 wurde bei beiden Sorten durch Pflanzenlicht (Osram 77) am stärksten gehemmt. Beide Warmtonlampen (930, 830) reduzierten ebenfalls die Keimlänge im Vergleich zur Belichtung mit Kalttonlampen (640). Die Keimlänge war bei hoher Beleuchtungsstärke bei allen Lampen und beiden Sorten stets kürzer als bei niedriger Beleuchtungsstärke (Abb. 1 & 2).

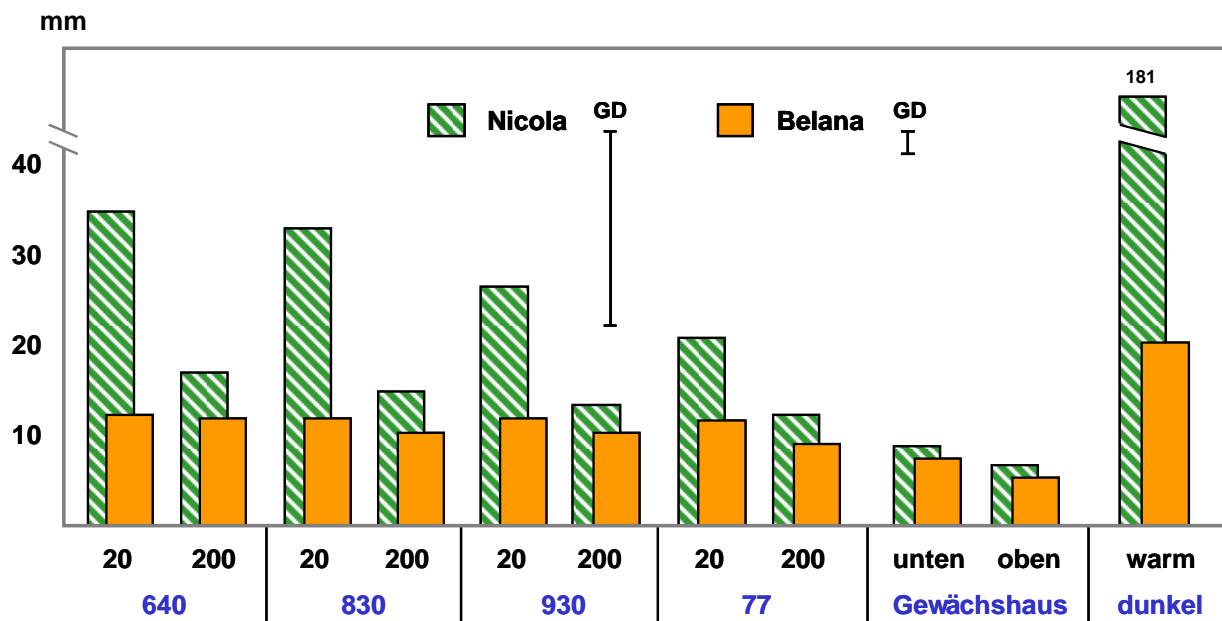


Abb. 2: Einfluss von Lichtspektrum und Beleuchtungsstärke auf die Keimlänge der Kartoffelsorten *Nicola* und *Belana* zur Pflanzung am 29. April 2008
GD $\alpha = 0,05$ (Tukey-Test).

Die im Gewächshaus vorgekeimten Knollen hatten bei beiden Sorten die kürzesten Keime. Auch hier waren die Keime bei beiden Sorten in der oberen Lage mit hoher Beleuchtungsstärke (minimal 2300 Lux bei Regen) kürzer als in der unteren Lage mit reduzierter Beleuchtungsstärke (minimal 190 Lux bei Regen). Die Unterschiede waren im Gewächshaus insgesamt gering, was die Ergebnisse von Krug & Pätzold (1968) bestätigt, die in ihre Untersuchungen ebenfalls nur einen geringen Keimlängenrückgang bei Beleuchtungsstärken höher als 250 Lux feststellten.

Die Keimlänge der keimfreudigen Sorte *Nicola* wurde deutlich stärker von der Beleuchtungsstärke beeinflusst als die der keimträgen Sorte *Belana*. Extrem lange Keime von fast 20 cm und damit mehr als fünfmal so lang wie unter Beleuchtung, entwickelten sich bei der keimfreudigen Sorte *Nicola* bei Vorkeimtemperatur und Dunkellagerung (Variante *dunkel und warm*). Bei der keimträgen Sorte *Belana* waren sie unter gleichen Bedingungen etwa 2 cm und damit nur maximal doppelt so lang wie in den beleuchteten Varianten.

Tab. 1: Einfluss von Lichtspektrum und Beleuchtungsstärke auf die Bestandesentwicklung der Kartoffelsorten *Nicola* und *Belana* auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut in Hennef. GD $\alpha = 0,05$ (Tukey-Test).

Variante	640		830		930		77		Gewächshaus		dunkel		GD
	20	200	20	200	20	200	20	200	unten	oben	warm	kalt	

Nicola

FA (%)	84,2	82,1	77,5	85,8	88,3	75,0	79,2	85,0	85,8	72,5	60,8	0,0	29,9
Blüten (je m)	12,8	6,9	9,9	9,5	11,9	6,8	8,6	8,1	2,6	1,9	10,9	0,5	6,4
Krautf. Bonitur	5,8	6,3	6,3	6,3	6,0	6,3	6,0	7,0	6,8	6,8	5,8	5,0	1,8

Belana*n.n. - nicht normalverteilt*

FA (%)	6,7	1,7	6,7	3,3	6,7	6,7	5,0	5,0	0,0	0,0	6,7	0,0	<i>n.n.</i>
Blüten (je m)	15,7	14,5	16,9	12,8	14,6	13,6	13,1	14,8	11,4	13,5	15,2	0,3	<i>n.n.</i>
Krautf. Bonitur	7,8	7,3	8,0	8,0	7,5	7,3	7,3	8,3	8,0	7,5	7,5	7,5	<i>n.n.</i>

Bonitur Feldaufgang (FA) am 20.5., Anzahl Blüten am 25.6. und Krautfäulebefall am 18.7.2008

Die Bestandesentwicklung war bei beiden Sorten in den nicht vorgekeimten Varianten deutlich verzögert. Auch die im Gewächshaus vorgekeimten Knollen waren in der Sorte *Belana* langsamer im Feldaufgang, bei der Sorte *Nicola* begann die Blüte in diesen Varianten etwas verzögert im Vergleich zu den mit Lampen vorgekeimten Kartoffeln (Tab. 1). Die keimfreudige Sorte *Nicola* war zu beiden Boniturterminen deutlich weiter entwickelt als die keimträge Sorte *Belana*. Der Krautfäulebefall am 18. Juli 2008 war in der Sorte *Belana* höher als in der Sorte *Nicola*, ein Sachverhalt, der aufgrund der Einstufung beider Sorten hinsichtlich ihrer Krautfäuleanfälligkeit durch das Bundessortenamt nicht zu erwarten war (beide Sorten mit 4 eingestuft). Signifikante Unterschiede zwischen den Varianten wurden nur bei der Sorte *Nicola* festgestellt. Die nicht vorgekeimte Variante *dunkel & kalt* war zum Boniturzeitpunkt signifikant am niedrigsten mit Krautfäule infiziert.

Im Gegensatz zur Keimlänge wurde der marktfähige Ertrag durch die unterschiedliche Vorkeimung nicht beeinflusst. Ein signifikant niedriger Ertrag wurde bei der Sorte *Nicola* nur in der Variante *dunkel und warm*, d.h. unter suboptimalen Vorkeimbedingungen erzielt. Der Ertrag wurde in dieser Variante durch die Anzahl Knollen je Staude bestimmt, welche durch Abbruch der extrem langen Keime (vgl. Abb. 1 & 2)

signifikant reduziert war (Tab. 2). Ohne Vorkeimung wurde im Versuchsjahr 2008 mit vglw. spätem Auftreten der Krautfäule (*Phytophthora infestans*) nur bei der keimträgen Sorte *Belana* ein signifikant niedriger Ertrag erzielt. Aufgrund der verzögerten Entwicklung war das Einzelknollengewicht in dieser Variante (*dunkel und kalt*) um fast die Hälfte reduziert.

Tab. 2: Einfluss von Lichtspektrum und Beleuchtungsstärke auf den marktfähigen Ertrag und Ertragsparameter der Kartoffelsorten *Nicola* und *Belana*, Ernte am 8. bzw. 9. September 2008. GD $\alpha = 0,05$ (Tukey-Test).

Varianten	640		830		930		77		Gewächshaus		dunkel		GD
	20	200	20	200	20	200	20	200	unten	oben	warm	kalt	
Nicola													
Ertrag (dt/ha)	287,0	304,0	311,8	295,0	300,4	294,3	308,1	283,8	299,3	294,6	204,3	288,5	80,5
Knollen je Staude	8,5	9,1	9,3	9,0	8,8	8,8	9,1	9,0	10,2	10,4	7,1	11,4	2,4
Knollengew. (in g)	84,1	83,8	84,0	81,9	85,4	83,7	84,6	79,6	73,7	71,0	72,8	63,4	14,4
Belana													
Ertrag (dt/ha)	304,2	264,8	301,9	286,1	302,9	306,2	286,1	318,1	288,7	282,7	322,3	214,0	68,0
Knollen je Staude	8,4	7,0	8,1	7,6	8,1	8,2	7,6	8,4	9,1	10,0	8,3	9,4	2,1
Knollengew. (in g)	90,8	92,7	95,7	96,6	94,1	94,9	96,1	95,6	74,5	64,0	103,7	52,1	28,2

Es wurde an beiden Sorten kein Einfluss der Vorkeimung auf die Knollenqualität (Rhizoctonia, Schorf, Virus, Drahtwurmbefall und Stärkegehalt) festgestellt. Bei der Sorte *Nicola* entstand jedoch ein Verlust an marktfähiger Ware durch Wachstumsrisse. Die Verluste waren in den mit Lampen vorgekeimten Varianten deutlich höher als in den beiden Gewächshausvarianten sowie der nicht vorgekeimten Variante (35-55 dt/ha vs. 20 bzw. 5 dt/ha respektive). Im Juni waren die mit Lampen vorgekeimten Varianten bereits deutlich weiter entwickelt (vgl. Tab. 1, Anzahl Blüten) und damit physiologisch anfälliger gegenüber wechselnder Bodenfeuchte.

Addiert man den Ertragsausfall durch Wachstumsrisse zum marktfähigen Ertrag hinzu, so ergibt sich auch bei der Sorte *Nicola* ein deutlich höherer Gesamtertrag in den vorgekeimten Varianten im Vergleich zur Variante ohne Vorkeimung.

Zusammenfassung

- Das Längenwachstum der Keime wurde hypothesengemäß bei beiden Sorten durch Pflanzenlicht und Warmtonlampen stärker gehemmt als durch Kalttonlampen (77 < 930 < 830 < 640).
- Bei höherer Beleuchtungsstärke waren die Keime bei beiden Sorten zum Zeitpunkt der Pflanzung kürzer als bei niedriger Beleuchtungsstärke. Die im Gewächshaus vorgekeimten Kartoffeln hatten bei beiden Sorten die kürzesten Keime.
- Die Sorte *Nicola* entwickelte insbesondere bei niedriger Beleuchtungsstärke deutlich längere Keime als die keimträge Sorte *Belana*.
- Der Ertrag wurde durch die verschiedene Vorkeimung nicht beeinflusst.
- Bei der keimfreudigen Sorte *Nicola* müssen ungünstige Vorkeimbedingungen, wie in der Variante: *dunkel & warm* simuliert, unbedingt vermieden werden.
- Ohne Vorkeimung wurde 2008 mit vglw. spätem Auftreten der Krautfäule nur bei der Sorte *Belana* ein signifikant niedrigerer marktfähiger Ertrag erzielt.

Ausblick

Durch die Versuchspflanztechnik brechen nur vglw. wenige Keime bei der Pflanzung ab. 2009 wurde daher zusätzlich zum geschilderten Versuch sowohl das Abkeimen simuliert als auch die Versuchspflanzmaschine im Vergleich mit praxisüblichen Maschinen getestet. Auch wenn in der Praxis ein vermehrter Einsatz von Kupfer zur Krautfäulebekämpfung zu beobachten ist, wird im Versuch zukünftig darauf verzichtet, um mögliche Effekte der unterschiedlichen Vorkeimung auf den Ertrag stärker herausarbeiten zu können.

Literatur

- Krug, H. & C. Pätzold (1968): Einfluß der Klimabedingungen während des Vorkeimens von Kartoffelpflanzgut auf das Keimwachstum und die Pflanzenentwicklung nach Hand- und Maschinenablage (Modellversuche). AID-Heft 150, 5- 29
- McGee, E., Jarvis, M. C. & H. J. Duncan (1987): Effects of spectral distribution on suppression of sprout growth by light. Abstracts of the 10th Triennial Conference of the EAPR, pp. 333-334.
- Paffrath, A (2007) Wirkung von Vorkeimung, organischer Stickstoffdüngung und einer Kupferbehandlung auf Ertrag und Qualität von Kartoffeln im Ökologischen Landbau. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Stuttgart, Deutschland, 20.-23.03.2007
- Wassink, E., Krijthe, N. & C. van der Scheer (1950): On the effect of light of various spectral regions on the sprouting of potato tubers. Proceedings, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, C53, 1228-1239