

## **Einfluss des Keimabbruchs vorgekeimter Kartoffelknollen auf Ertrag und Qualität von Kartoffeln**

### **Einleitung**

Eine Vorkeimung des Kartoffelpflanzguts ist nachweislich eine gute Maßnahme zur Ertragssicherung im Ökologischen Landbau. Je nach Pflanzverfahren bzw. -technik brechen aber bei der Pflanzung oft Keime bzw. Triebe ab. Versuchshypothese ist, dass trotz einer Reduzierung der Keime durch die Pflanztechnik der Vorteil der Vorkeimung erhalten bleibt.

Der vorliegende Versuch soll folgende Versuchsfragen klären:

1. Welche Auswirkung hat ein Abbruch von Keimen bei vorgekeimten Kartoffeln auf den Ertrag und die Ertragsbildung der Kartoffeln?
2. Kann das Vorkeimen auch bei Keimabbruch noch einen ökonomischen Vorteil bringen?

### **Material und Methoden**

Da Versuche zur Abkeimung mit praktischen Geräten methodisch schwierig sind, wurde ein Versuch mit manueller Abkeimung angelegt. Hierzu wurden 50% der Triebe von jeder vorgekeimten Knolle manuell entfernt und mit vorgekeimtem und nicht vorgekeimtem Pflanzgut verglichen. Keime und Triebe wurden vor und nach Abbruch gezählt. Die Knollen wurden von Hand gelegt.

### **Versuchsfaktoren:**

1. ohne Vorkeimung
2. mit Vorkeimung
3. mit Vorkeimung, abgekeimt (50% der Triebe entfernt)

<b>Sorten:</b>	Belana, Laura
<b>Versuchsanlage:</b>	Blockanlage, randomisiert, 4 Wiederholungen
<b>Standorte:</b>	Zentrum für Ökologischen Landbau Köln-Auweiler
<b>Versuchsdauer:</b>	2008 bis 2010

**VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN****Bodenuntersuchung :**

Datum	pH	mg/100 g Boden			N <sub>min</sub> - Untersuchung (kg N/ha)			
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	0-30cm	30-60cm	60-90cm	Summe
28.02.08	6,4	10	9	8	23	13	9	45
12.03.09	6,6	19	17	7	16	8	7	31
08.03.10	6,7	17	22	9	5	7	13	25

**Pflanzenbauliche Daten:**

	2008	2009	2010
Vorfrucht	Kleegras Rot-, Inkarnatk, Dt. Weidelgras	Weiß-Kleegras	Ackerbohnen
Bodenbearbeitung	Pflug, Kreiselegge	Pflug, Kreiselegge	Pflug, Kreiselegge
Pflanzung	23.04.2008	14.04.2009	19.04.2010
Ernte	01.09.2008	10.09.2009	22.09.2010

**Ergebnisse:**

Die tatsächlich vorhandenen Keime an den Knollen lagen mit 47 % bis 69 % i.d.R. über den angestrebten 50 % Keimabbruch. Entsprechend waren auch die Anzahlen tatsächlich vorhandener Triebe mit 51 % bis 67 % höher als geplant (Tab. 2).

Der Ertrag der Sorte Belana lag über alle Varianten und Jahre mit im Mittel 273 dt/ha unter dem der Sorte Laura mit 339 dt/ha. Bei der Variante „nicht vorgekeimt“ erzielte die Sorte Belana im Mittel der drei Jahre 244 dt/ha und die Sorte Laura 310 dt/ha. Sowohl in der Variante „vorgekeimt“ (295 dt/ha Belana und 363 dt/ha Laura) als auch in der Variante „Keimabbruch“ (279 dt/ha Belana und 345 dt/ha Laura) konnten beide Sorten im Mittel der drei Jahre deutlich höhere Erträge realisieren als bei der Variante „nicht vorgekeimt“, wobei durch den Keimabbruch etwas Ertrag „verloren“ ging. Die entsprechenden Mehrerträge durch das Vorkeimen auch bei Keimabbruch lagen zwischen 23 dt/ha

## *VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN*

---

und 72 dt/ha bei der Sorte Belana und zwischen 1 dt/ha und 84 dt/ha bei der Sorte Laura (Tab. 1). Bei der Sorte Belana konnte dieser Mehrertrag fast in allen Jahren auch statistisch abgesichert werden, so dass nur im Jahr 2008 bei der Variante „Keimabbruch“ mit 8 % Mehrertrag gegenüber der Variante „nicht vorgekeimt“ nicht zu sichern waren. Die Sorte Laura zeigt im Jahr 2010 keine statistisch zu sichernden Unterschiede in den Versuchsvarianten und erzielt bei Keimabbruch sogar den höchsten Ertrag (Tab. 1).

Die insgesamt guten Erträge in allen drei Jahren lagen zum einen vermutlich daran, dass kaum oder nur spät die gefürchtete Phytophthora auftrat. Diese führte in früheren Versuchen der LWK NRW bei nicht vorgekeimten Kartoffeln zu deutlichen Ertragsverlusten. Zudem wurde am Standort Auweiler bewässert, was insbesondere im heißen und trockenen Sommer des Jahres 2010 von Vorteil war. Somit kommt der Vorteil des Vorkeimens in diesen Jahren nicht deutlich hervor, da auch die nicht vorgekeimten Kartoffeln gute Erträge erbringen konnten insbesondere die Sorte Laura im Jahr 2010. Um so erstaunlicher ist es, dass auch in diesen „nicht Krautfäule Jahren“ das Vorkeimen auch mit Keimabbruch häufig einen deutlichen Ertragsvorteil bringt. Überdies konnte das Vorkeimen bei der Sorte Belana im Jahr 2010 deutlich dichtere Bestände erzeugen, da das überall verwendete schlechte Pflanzgut (Befall mit Rhizoctonia und Erwinia) nur bei der Variante „nicht vorgekeimt“ zu Fehlstellen im Bestand führte.

Der fast genauso hohe Ertrag in der Variante „Keimabbruch“ im Vergleich zu der Variante „vorgekeimt“ ist offenbar u.a. dadurch zu erklären, dass die Pflanzen in der Lage sind, die abgebrochenen Keime zu kompensieren, indem sie neue Keime austreiben oder mehr Triebe pro Keim bilden. So war letztlich die Anzahl Stängel pro Pflanze im Feld bei „Keimabbruch“ kaum reduziert und erreicht noch 78 % bis 94 % oder sogar 106 % der Anzahl Stängel der vorgekeimten Variante (Tab. 2).

**VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN****Tab. 1: Erträge beider Sorten in den einzelnen Varianten über drei Jahre**

Sorte	Variante	Rohertrag dt/ha				Rohertrag relativ %						Differenz zu "nicht vorgekeimt" dt/ha		
		2008	2009	2010	Mittel	2008		2009		2010		2008	2009	2010
Belana	nicht vorgekeimt	295	224	214	244	100	a	100	a	100	a			
	vorgekeimt	339	260	286	295	115	b	116	b	134	b	+44	+36	+72
	Keimabbruch	318	261	258	279	108	a	116	b	121	b	+23	+37	+44
	Mittel				273									
Laura	nicht vorgekeimt	267	290	373	310	100	a	100	a	100	a			
	vorgekeimt	352	362	374	363	132	b	125	b	100	a	+84	+72	+1
	Keimabbruch	300	352	384	345	112	a	122	b	103	a	+33	+63	+11
	Mittel				339									

a,b Varianten mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (je Sorte)

**Tab. 2: Anzahl Keime und Triebe pro Knollen vor und nach Abbruch sowie Anzahl Stängel pro Pflanze beider Sorten in den einzelnen Varianten über drei Jahre**

Sorte	Variante	Anzahl Keime/Knolle			Anzahl Triebe/Knolle			Anzahl Stängel/Pflanze		
		2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Belana	nicht vorgekeimt	-*	-	-	-	-	-	3,8	3,5	3,9
	vorgekeimt	2,7	2,6	3,5	4,3	5,3	8,3	3,1	3,5	3,6
	Keimabbruch	1,6	-*	2,0	2,0	-*	5,5	2,5	3,7	3,0
	% Keimabbruch**	59		57	47		67	81	106	83
Laura	nicht vorgekeimt	-*	-	-	-	-	-	3,7	3,8	3,3
	vorgekeimt	3,6	4,3	4,9	5,3	8,3	10,9	3,1	4,6	3,2
	Keimabbruch	2,4	-*	2,5	3,1	4,0	6,3	2,9	3,8	2,5
	% Keimabbruch	69		51	59	48	57	94	83	78

\*nicht ermittelt

\*\*% noch vorhanden bezogen auf "vorgekeimt"

Die Sorte Belana zeigte in der Größensortierung deutliche Unterschiede zwischen den Jahren. Im Jahr 2008 hatten die Varianten „vorgekeimt“ und „Keimabbruch“ mit 67 % und 70 % sehr viele Übergrößen produziert und nur wenige Untergrößen (0,9 % und 0,9 %) bei insgesamt hohem Ertrag. Offenbar waren die Pflanzen deutlich weiter in der Entwicklung als in der Variante „nicht vorgekeimt“, hatten etwas weniger Stängel pro Pflanze und vermutlich einen schlechteren Knollenansatz, welcher zu dickeren Knollen führte. Im Jahr 2009 und besonders im Jahr 2010 war es genau umgekehrt. Die Sorte Laura hatte durch das Vorkeimen mehr Übergrößen. Dabei unterschieden sich die Varianten „vorkeimen und „Keimabbruch“ nur wenig. Im Mittel der Jahre wurden bei den nicht vorgekeimten Kartoffeln weniger Übergrößen geerntet (Tab. 3).

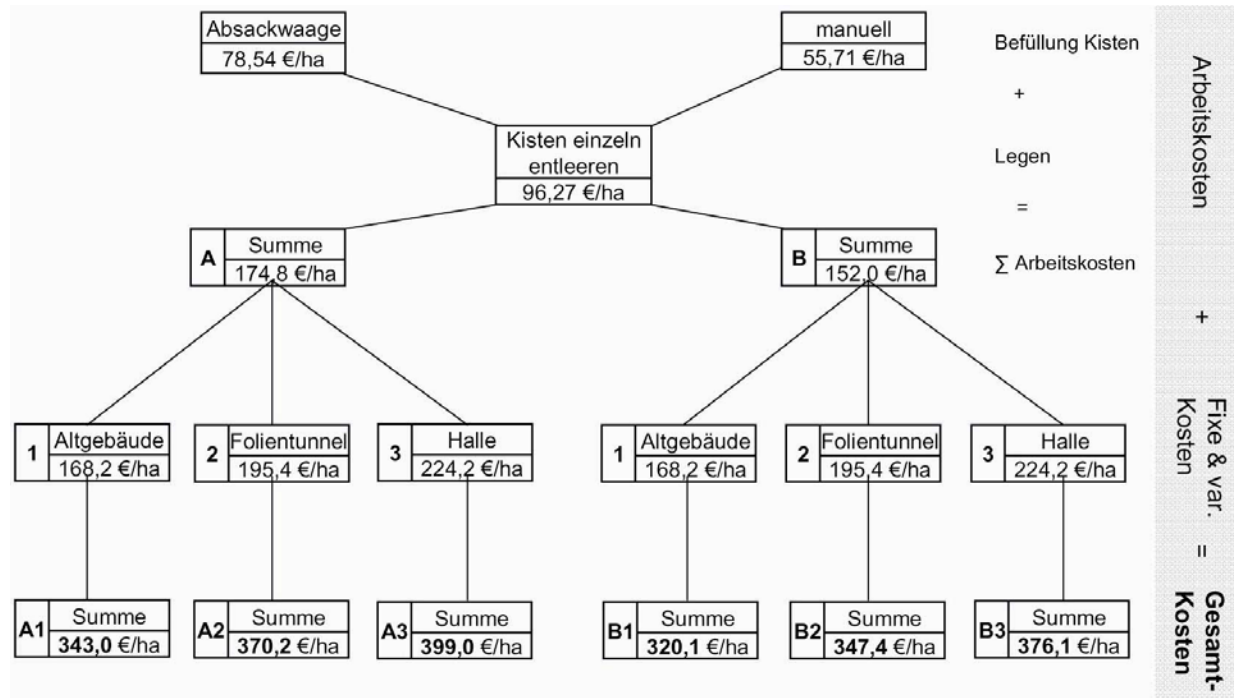
**Tab. 3: Größensortierung der Sorten in den einzelnen Varianten über drei Jahre**

Sorte	Variante	Übergrößen % > 55 mm				Untergrößen % < 35 mm			
		2008	2009	2010	Mittel	2008	2009	2010	Mittel
<b>Belana</b>	nicht vorgekeimt	19,6	31,3	17,9	22,9	3,1	4,7	9,8	5,9
	vorgekeimt	66,6	20,9	14,9	34,1	0,9	5,5	10,5	5,6
	Keimabbruch	70,3	21,6	13,4	35,1	0,9	3,9	8,6	4,5
<b>Laura</b>	nicht vorgekeimt	33,4	44,8	29,9	36,0	3,4	2,3	4,8	3,5
	vorgekeimt	61,7	46,2	55,6	54,5	2,1	1,8	2,9	2,3
	Keimabbruch	53,0	48,5	53,8	51,8	3,2	2,1	2,4	2,6

Aus den Ertragsdaten des vorliegenden Keimabbruchversuches wurden Deckungsbeiträge berechnet, um die ökonomische Vorzüglichkeit der Varianten zu ermitteln. Für die einzelnen Jahre wurden dabei durchschnittliche Preise für lose Ware ab Feld unterstellt. Diese betragen im Jahr 2008 45 €/dt, im Jahr 2009 29 €/dt und im Jahr 2010 63 €/dt. Als Datengrundlage zur Ermittlung der zusätzlichen Kosten durch das Vorkeimen für die Varianten „vorgekeimt“ und „Keimabbruch“ diente die Hausarbeit im Agrarreferendariat von Harald Schulte (2010). Aus Befragungen von 20 Öko-Kartoffelanbauern aus NRW, wovon 15 Landwirte das Vorkeimen praktizieren, wurde ein Modellbetrieb entwickelt, der die Kosten des Vorkeimens widerspiegelt. Dieser Modellbetrieb umfasst 10 ha Kartoffelanbaufläche, benötigt 2,5 t/ha Kartoffelpflanzgut mit Anlieferung in Big Bags und benutzt zum Vorkeimen Kunststoff-Vorkeimkisten mit 10 kg Befüllung, die zu 40 Kisten pro Palette gestapelt werden. Als Kosten fallen Arbeitskosten, weitere variable Kosten und fixe Kosten an. Zusätzliche Arbeitskosten beim Vorkeimen fallen für das Befüllen der Vorkeimbehälter und das Legen der Kartoffeln an, wobei 12,50 €/h Stundenlohn unterstellt wurden. Weitere variable Kosten entstehen durch Beleuchtung, Heizen und Belüftung. Die fixen Kosten betreffen die Investitionen in Vorkeimkisten, Lampen, Heizung, Lüfter und Bereitstellung des Raumes (Dämmung von Altgebäude, Folientunnel oder neue Halle). Unterstellt man die teuerste Variante mit dem Neubau einer Halle so werden in der Summe 399 €/ha für das Vorkeimen veranschlagt (Abb. 1). Der dafür notwendige Mehrertrag betrug im Jahr 2008 netto 8,9 dt/ha bzw. brutto 12,7 dt/ha, im Jahr 2009 netto 13,8 dt/ha bzw. brutto 19,7 dt/ha und im Jahr 2010 netto 6,3 dt/ha bzw. brutto 9,0 dt/ha.

**VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN**

Mit Ausnahme des Jahres 2010 bei der Sorte Laura bringt das Vorkeimen in allen drei Jahren einen höheren Deckungsbeitrag als die nicht vorgekeimte Variante (Abb. 2 und 3).



**Abb. 3: Gesamtkosten pro Hektar (€/ha\*Jahr)) bei verschiedenen Vorkeimverfahren im Modellbetrieb (Anbaufläche 10 ha)**

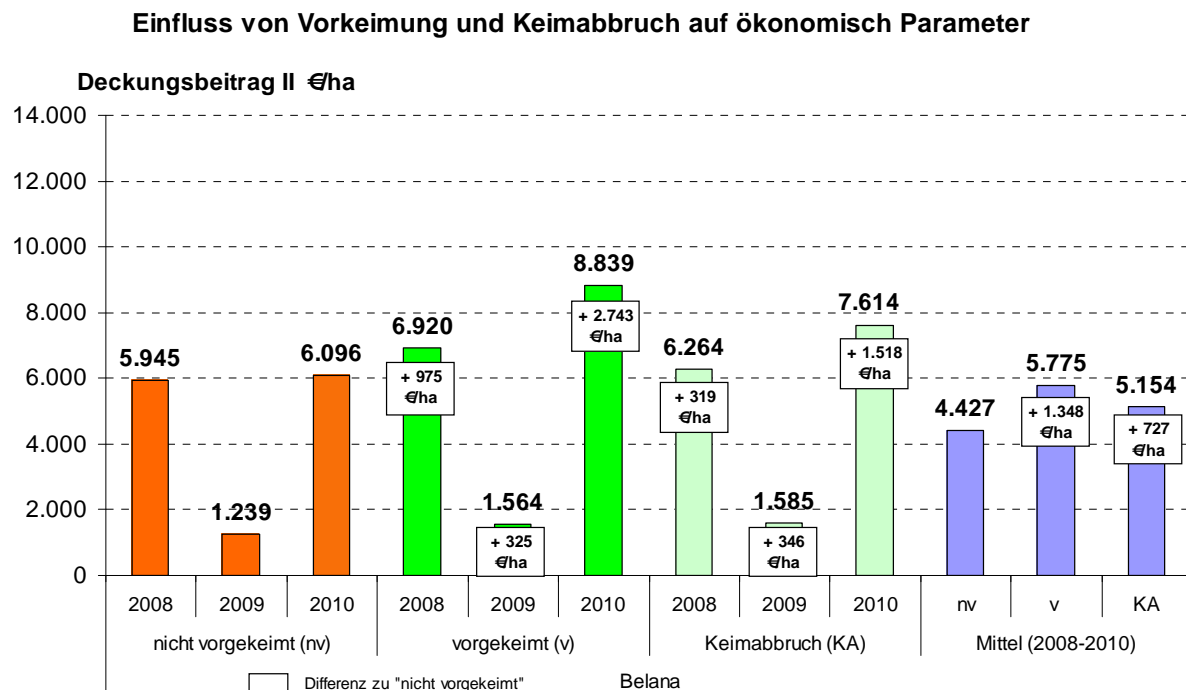
**Abb. 1: Kosten des Vorkeimens nach Schulte (2010), Hausarbeit im Agrarreferendariat**

Der Mehrertrag von nur 1 dt/ha konnte die Kosten des Vorkeimens im Jahr 2010 bei der Sorte Laura nicht decken und führte zu einem Verlust von 355 €/ha. Die Sorte Belana konnte im Jahr 2010 bis zu 2.743 €/ha zusätzlich erwirtschaften. Im Mittel der drei Jahre wurden bei der Sorte Belana 1.348 €/ha und bei der Sorte Laura 984 €/ha mehr verdient. Bei Keimabbruch ist im Mittel der Jahre 727 €/ha bei der Sorte Belana und 522 €/ha bei der Sorte Laura Mehrverdienst gegenüber der Variante „nicht vorgekeimt“ errechnet worden. Somit lohnt sich das Vorkeimen auch dann noch, wenn Keime abbrechen.

## Fazit

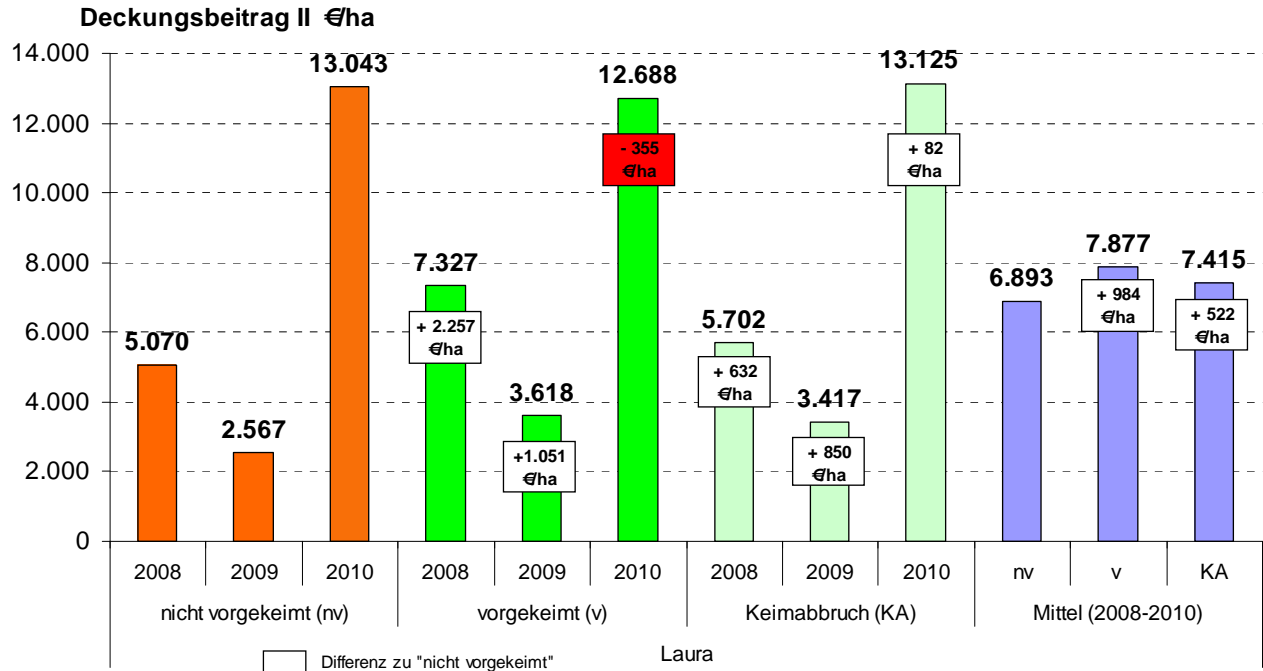
1. Das Vorkeimen bringt auch in Jahren mit wenig starker oder später Phytophthora noch Ertragsvorteile, weil Vorkeimen auch den Feldaufgang durch Gesundung der Pflanzen verbessert.
2. Bei Keimabbruch nach dem Vorkeimen kompensieren die Pflanzen offenbar und erreichen fast genauso gute Erträge wie bei der nicht abgebrochen Variante „Vorkeimen“.
3. Durch das Vorkeimen werden ökonomische Vorteile erzielt auch bei Keimabbruch!

**Besser gut vorgekeimt aber noch nicht optimal gepflanzt, als gar nicht vorgekeimt.**



**Abb. 2: Deckungsbeitrag der Sorte Belana in den einzelnen Varianten über drei Jahre**

**Einfluss von Vorkeimung und Keimabbruch auf ökonomisch Parameter**



**Abb. 3: Deckungsbeitrag der Sorte Laura in den einzelnen Varianten über drei Jahre**