

Wirkung von Vorkeimung, organischer Stickstoffdüngung und einer Kupferbehandlung auf Ertrag und Qualität von Kartoffeln

Einleitung

Begrenzende Faktoren zur Erzielung optimaler Kartoffelerträge im ökologischen Landbau sind in erster Linie das frühe Absterben des Kartoffelkrautes durch Krautfäule (*Phytophthora infestans*) und die begrenzte Stickstoffnachlieferung besonders auf viehlos wirtschaftenden Betrieben. Welche Maßnahme bzw. welche Maßnahmenkombination den besten Betriebserfolg bringt, wurde auf dem Versuchsgut Köln-Auweiler unter den Bedingungen eines viehlosen ökologischen Betriebes in drei Jahren (2005 - 2007) geprüft. Auf diesem Standort überwiegt eine mittlere bis geringe Stickstoffnachlieferung. Seit 2006 findet derselbe Versuch auf dem Leitbetrieb 10 in Rheda-Wiedenbrück statt. Auf dem Milchviehbetrieb mit Stallmistdüngung wurde eine gute bis hohe N-Mineralisierung auf den Versuchsflächen gemessen

Material und Methoden

Versuchsfaktoren: A) Vorkeimung
B) Organische Düngung (80 kg N/ha Agrobiosol)
C) Kupferbehandlung (max. 6 x 500 g Cu/ha Cuprozin nach Erstinfektion im Abstand von 7 Tagen)
D) alle Kombinationen untereinander

Untersuchungsparameter: Aufwuchs, Gesundheit, Ertrag, Sortierung, Knollengesundheit und Stärkegehalt. Folgende Varianten wurden geprüft:

		Vorkeimung	Düngung	Kupferbehandlung
1.	Kontrolle	ohne	ohne	ohne
2.		ohne	ohne	mit Cuprozin
3.		ohne	mit	ohne
4.		ohne	mit	mit Cuprozin
5.		mit	ohne	ohne
6.		mit	ohne	mit Cuprozin
7.		mit	mit	ohne
8.		mit	mit	mit Cuprozin

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Düngung: 80 kg N/ha Agrobiosol: Standort Köln-Auweiler:
 80 kg N/ha Haarmehlpellets: Standort Rheda-Wiedenbrück

Sorten: Standort Köln-Auweiler: 2005-2007 Princess
 Standort Rheda-Wiedenbrück: 2006 Princess, Solara,
 2007 Cilena, Solara

Versuchsanlage: Blockanlage, randomisiert, 4 Wiederholungen

Standorte: Zentrum für Ökologischen Landbau Köln-Auweiler
 Leitbetrieb 10, Rheda-Wiedenbrück

Vorfrüchte, Nmin-Untersuchungen:

Jahr	Rheda-Wiedenbrück			Köln-Auweiler		
	Vorfrucht / Düngung	Nmin 0-90cm kgN /ha		Vorfrucht / Düngung	Nmin 0-90cm kgN /ha	
2005				Sommergerste ZF Perserklee	07.03.05	76
2006	Hafer, ZF ÖR + SoWi, 200 dt/ha Rindermist	18.05.06	142	Sojabohnen	20.03.05	94
2007	Hafer/SoGerste-Gem., ZF Ölrettich + SoWi, 250 dt/ha Rindermist	08.05.07	182	1-jähriges Klee gras	13.03.07	53

Ergebnisse Standort Köln-Auweiler

Die unterschiedlichen Witterungsverhältnisse in den Jahren 2005, 2006 und 2007 führten zu unterschiedlicher Effizienz der geprüften Maßnahmen in den einzelnen Jahren.

Im Jahr 2005 trat eine für den Standort mittelstarke Krautfäuleinfektion auf. 2006 trat die Phytophthora erst so spät auf, dass die Bestände in Ruhe abreifen konnten und 2007 setzte der Krautfäulebefall sehr früh ein und verlief sehr heftig, was zum schnellen Absterben des Krautes führte.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

In Jahren mit Krautfäuleinfektionen zeigte sich die Vorkeimung als die wichtigste Maßnahme zur Ertragssicherung. Dies zeigte sich ganz drastisch im Jahr 2007.

Die nicht vorgekeimten Knollen liefen aufgrund der nassen Verhältnisse im Mai nur schlecht auf und die Triebe konnten sich zum Teil durch Rhizoctoniabefall nicht entwickeln. Bei den vorgekeimten Knollen war dies kein Problem. Der 14 Tage frühere Auflauf bei den vorgekeimten Knollen, der in jedem Jahr zu verzeichnen war, sorgte dann für eine schnelle Pflanzenentwicklung und zur Sicherung der Erträge. Durch das schnelle Absterben des Krautes konnten 2007 ohne Behandlung nur 78 dt/ha geerntet werden. Allein durch die Vorkeimung stieg der Ertrag um 325 % auf 247 dt/ha (Tab. 1). Auch in dem Jahr 2006 mit mittlerem Krautfäulebefall wurde durch Vorkeimung ein Mehrertrag von 24% (67 dt/ha) gemessen. In dem Jahr 2006, ohne Auftreten der Phytophthora, zeigte die Vorkeimung ertraglich allerdings keine Vorteile. Außer der Vorkeimung war auf dem viehlosen Betrieb in Köln-Auweiler auch die Stickstoffversorgung ein wichtiger ertragssichernder Faktor. Eine Düngung von 80 kg N (Agrobiosol) sicherte einen Ertragszuwachs von 44 dt/ha im Mittel der drei Prüfjahre (Abb. 1). Deutlich machten die Versuche, dass eine Kupferbehandlung nur dann einen positiven Effekt bringen kann, wenn ausreichend gesundes Blatt vorhanden ist. Erst wenn eine gute N-Versorgung sicher gestellt war, wirkte eine Kupferbehandlung noch ertragsverbessernd. Ein gesicherter Einfluss auf die Größensortierung konnte durch die verschiedenen Behandlungen nicht festgestellt werden. Die Stärkegehalte wurden tendenziell durch eine Kupferspritzung erhöht.

Tabelle 1: Erträge und Qualitäten von Kartoffeln nach verschiedenen pflanzenbaulichen Maßnahmen

Vorkeimung	Düngung	Kupfer- behandlung	Rohertrag dt/ha						Marktertrag rel. %				Untergrößen %				Übergrößen %				Stärke %			
			2005	*	2006	*	2007	*	2005	2006	2007	Mittel 05-07	2005	2006	2007	Mittel 05-07	2005	2006	2007	Mittel 05-07	2005	2006	2007	Mittel 05-07
ohne	ohne	ohne	335,7	a	259,8	a	78,3	a	100	100	100	100	7	10	15	10	11	9	9	10	9,2	10,8	8,7	9,6
		mit	351,8	a	258,3	a	67,4	a	106	101	91	102	6	8	9	8	12	13	7	11	10,6	11,4	8,9	10,3
	mit	ohne	386,0	b	291,1	abc	128,1	b	114	117	175	122	7	5	9	7	10	14	10	11	8,9	10,9	8,9	9,6
		mit	411,8	bc	305,8	bc	149,0	b	125	119	205	131	5	9	8	7	14	18	7	13	10,4	11,5	10,2	10,7
mit	ohne	ohne	400,3	b	276,4	ab	247,0	c	124	101	325	137	3	14	12	10	36	5	6	16	9,4	11,0	10,2	10,2
		mit	410,7	bc	280,2	ab	277,0	c	127	102	370	144	3	14	11	9	34	3	5	14	9,9	12,4	10,7	11,0
	mit	ohne	429,3	cd	318,7	c	274,5	c	133	120	376	154	3	12	8	8	34	6	13	17	8,9	11,2	9,4	9,8
		mit	449,0	d	362,3	d	325,0	d	139	136	450	172	3	12	7	7	37	5	12	18	9,9	11,6	10,2	10,6
GD 5%			8,1% 13,9%																					

* Varianten mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant voneinander

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Berechnet man die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Maßnahmen, so hätte man allein durch eine Vorkeimung einen Mehrerlös von ca. 2.700 € pro ha und Jahr erzielt (Mittel der Jahre 2005-2007). Bei den Berechnungen sind die Kosten für die Vorkeimung (KTBL), Düngung und Kupferbehandlung bereits berücksichtigt. Der Preis für Kartoffeln wurde mit 40ct/kg angesetzt. Dieser schwankt oft sehr stark und war vereinzelt in den letzten zwei Jahren je nach Vermarktungssituation sogar noch höher. Auch eine reine verbesserte N-Versorgung brachte im Mittel einen Mehrerlös von ca. 1.400 € pro ha und Jahr. Bei günstigeren organischen Düngemitteln kann hier die Wirtschaftlichkeit noch verbessert werden. Das Ertragsniveau und die Wirtschaftlichkeit stiegen tendenziell mit der Anzahl der Maßnahmen. Die Versuche zeigen, dass durch Vorkeimung und optimale N-Versorgung Erträge und Qualitäten gesichert werden können und auf Kupfer verzichtet werden kann. Dies soll auch auf anderen Standorten und mit anderen Sorten nachgewiesen werden.

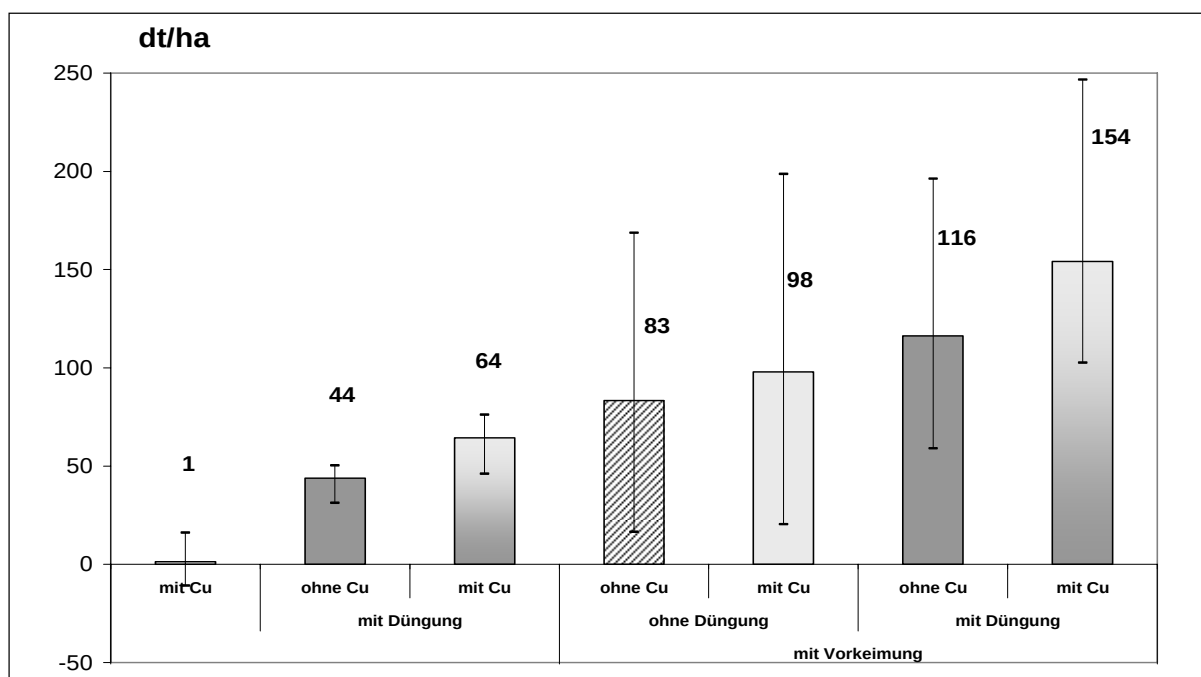


Abbildung 1: Mehrertrag dt/ha gegenüber unbehandelter Kontrolle Mittel von 3 Jahren (2005 - 2007)

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

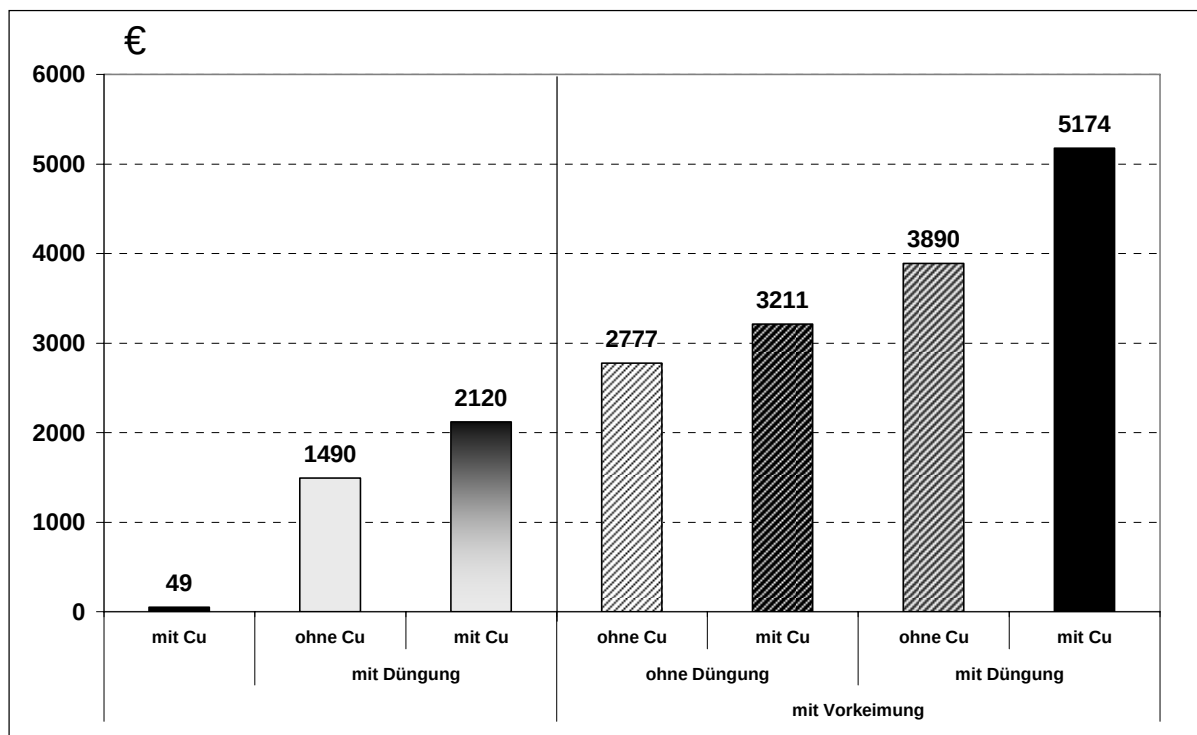


Abbildung 2: Mehrerlös Marktware €/ha gegenüber unbehandelter Kontrolle Mittel von 3 Jahren (2005 - 2007)

Ergebnisse Standort Rheda-Wiedenbrück

Auf dem Standort in Rheda-Wiedenbrück zeigten sich ähnliche Witterungsbedingungen wie in Köln-Auweiler. Im Jahr 2007 kamen aber noch Hagel und Staunässe durch Extremniederschläge hinzu. Die Ergebnisse bestätigen auf diesem Standort tendenziell die Ergebnisse des Standortes Köln-Auweiler. Durch eine Vorkeimung konnte ein früheres Pflanzenwachstum von bis zu 14 Tagen erreicht werden. Im krautfäulearmen Jahr 2006 hatte dies aber keinen gesicherten Einfluss auf den Ertrag - weder bei der frühen Sorte Princess noch bei der mittelspäten Solara. Im Jahr 2007 war die Vorkeimung allerdings der ertragssichernde Faktor. Ohne jegliche Behandlung konnten von der Sorte Cilena nur 90 dt/ha und von der Solara 138 dt/ha geerntet werden (Tab. 3). Durch Vorkeimung verdoppelte die Cilena ihren Ertrag auf 184 dt/ha, bei der Solara stieg er um 44% auf 199 dt/ha (Tab.2, Abb. 3 u. 4). Im Gegensatz zum Standort Köln-Auweiler sprach auch ohne zusätzliche Stickstoffdüngung eine Kupferbehandlung meistens gut an und brachte im Mittel der Sorten und Jahre Mehrerträge von 29 dt/ha.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Dies lag sicher daran, dass durch die Stallmistdüngung eine höhere N-Nachlieferung stattfand als in Köln (Tab. Vorfrüchte/Nmin) und die Pflanzen nicht frühzeitig an Nährstoffmangel litten. Trotz dieser guten Versorgung konnte im Mittel der Jahre mit der Zusatzdüngung von 80 kgN/ha Haarmehlpellets das Ertragsniveau noch um 33 dt/ha verbessert werden. Auch mit der geringen Wirkung der Vorkeimung im Jahr 2006 mit geringer Krautfäuleinfektion brachte die Vorkeimung im Mittel der 2 Jahre und der Sorten einen Mehrertrag von 46 dt/ha (4 – 94 dt/ha). Die anfällige Sorte Cilena reagierte besonders gut auf eine Vorkeimung. Eine Kupferbehandlung in Kombination zur Vorkeimung brachte keine gesicherten Vorteile von 15 dt/ha, während durch eine zusätzliche Düngung der Mehrertrag durch Vorkeimung nochmals um 44 dt/ha gesteigert werden konnte. Wie in Köln-Auweiler zeigte sich tendenziell (nicht immer absicherbar) auch, dass das Ertragsniveau mit der Anzahl der Behandlungskombinationen anstieg. Dies steht dann aber kaum noch in Relation zum Aufwand und zum ökologischen Gedanken. Bei dem Anteil an Unter- und Übergrößen konnten auch auf dem Standort in Rheda-Wiedenbrück keine eindeutigen Unterschiede durch die verschiedenen Maßnahmen festgestellt werden. Anders als auf dem Standort in Köln traten höhere Stärkewerte tendenziell nicht durch eine Kupferbehandlung auf, sondern der Stärkegehalt in den Knollen war bei allen vorgekeimten Varianten (außer Princess 2006) höher. Die Stärkegehalte waren durch Vorkeimung bei der Cilena um 1,1% (2007) und bei Solara um 0,9% (2006) und 0,5% (2007) Punkte höher als in den Varianten ohne Vorkeimung (Tab. 3).

Tabelle 2: Erträge von Kartoffeln nach verschiedenen pflanzenbaulichen Maßnahmen

Vorkeimung	Düngung	Kupfer- behandlung	Rohertrag dt/ha				Rohertrag rel. %					Marktertrag relativ				
			Princess	Cilena	Solara		Princess	Cilena	Solara		Mittel Sorten u. Jahre	Princess	Cilena	Solara		Mittel Sorten und Jahre
			2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007		2006	2007	2006	2007	
ohne	ohne	ohne	387,8	90,0	330,0	137,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		mit	444,4	104,3	312,7	152,6	115	116	95	111	108	115	116	93	111	107
	mit	ohne	436,4	123,9	366,9	136,3	113	138	111	99	112	113	136	111	99	112
		mit	452,0	117,4	319,2	189,2	117	130	97	137	113	117	83	96	112	106
mit	ohne	ohne	411,7	183,8	334,3	198,8	106	204	101	144	119	100	172	97	135	111
		mit	417,2	199,6	345,2	227,0	108	222	105	165	125	100	186	100	160	117
	mit	ohne	467,4	206,7	414,8	217,5	121	230	126	158	137	114	190	121	149	129
		mit	494,8	221,3	428,0	217,6	128	246	130	158	143	121	217	128	150	137

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Tabelle 3: Qualitäten von Kartoffeln nach verschiedenen pflanzenbaulichen Maßnahmen

Vorkeimung	Düngung	Kupfer- behandlung	Untergrößen %				Übergrößen %				Stärke%			
			Princess		Cilena		Solara		Princess		Cilena		Solara	
			2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
ohne	ohne	ohne	5	2	3	31	12	2	3	0	9,2	8,9	13,4	10,0
		mit	5	2	5	24	14	2	2	0	9,2	8,8	13,0	10,3
	mit	ohne	5	3	3	33	13	3	2	0	8,9	8,4	12,4	10,0
		mit	4	37	4	22	12	0	1	1	8,8	8,6	12,8	11,6
mit	ohne	ohne	10	18	8	11	3	0	2	2	9,0	9,5	14,1	11,1
		mit	11	18	8	8	1	0	2	0	8,5	9,9	14,0	11,3
	mit	ohne	10	19	7	10	3	0	2	0	8,5	9,5	14,0	10,5
		mit	10	14	5	9	2	0	3	0	8,8	9,5	13,4	10,8

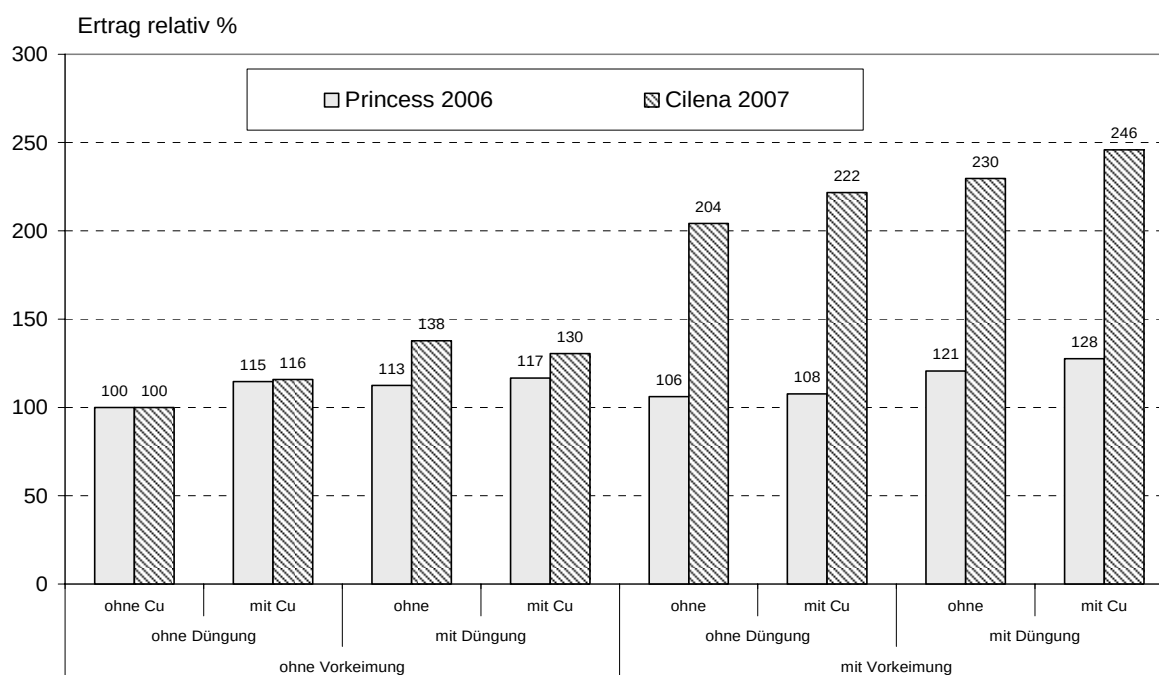


Abbildung 3: Relativertrag der Sorten Princess 2006 und Cilena 2007 nach verschiedenen Maßnahmen

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

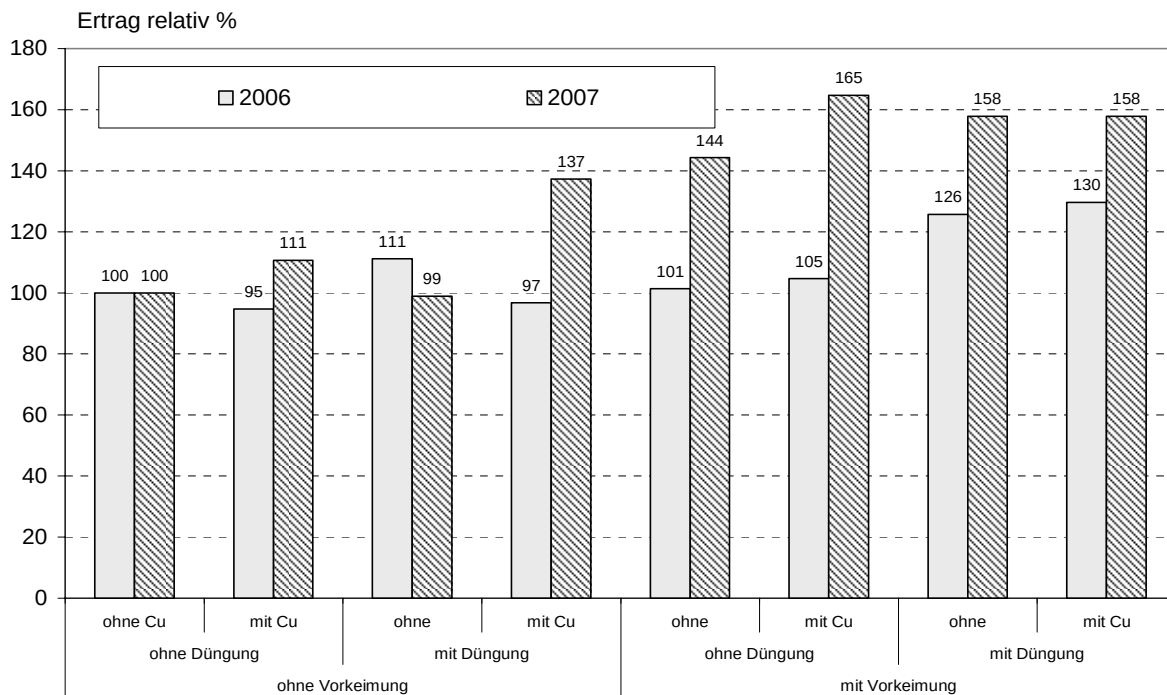


Abbildung 4: Relativertrag der Sorte Solara 2006 und 2007 nach verschiedenen Maßnahmen

Fazit und Ausblick

Beim Vergleich der anbautechnischen Maßnahmen Vorkeimung, organische Stickstoffdüngung und Kupferbehandlung sowie deren Kombinationen untereinander erwies sich im Mittel der Jahre und Standorte die Vorkeimung als wichtigste Maßnahme zur Ertrags-sicherung. Ursachen waren bessere Auflaufbedingungen durch gesündere Keime und die frühere Jugendentwicklung von ca. 14 Tagen. Auch wenn in Jahren mit geringer Krautfäuleinfektion (2006) das Ertragsniveau durch die Vorkeimung kaum verbessert wird, findet in Jahren mit einem mittleren Krankheitsverlauf (2005) eine gesicherte Ertragsverbesserung statt. In Jahren mit heftigem Phytophthoradruck (2007) kann praktisch ein Totalausfall verhindert werden. Die anfälligen Sorten wie Princess und Cilena reagierten besonders stark auf die Vorkeimung.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Die Stickstoffversorgung ist ein weiterer wichtiger Faktor für eine bessere Ertragssituation. Dies zeigte sich besonders auf den Flächen ohne organische Düngung aus der Viehhaltung. Leiden die Pflanzen frühzeitig an Nährstoffmangel, kann auch durch eine Kupferbehandlung die Blattgesundheit und damit die Ertragsentwicklung nicht verbessert werden.

Aber auch auf Vieh haltenden Betrieben kommt der Stickstoff durch die Nachlieferung nicht immer zum optimalen Zeitpunkt, so dass eine Düngung mit organischen Zukaufsdüngern ertragswirksam werden kann. Die Versuche mit Vorkeimung, Kupferbehandlung und organischer Düngung haben gezeigt, dass mit Vorkeimung und verbesserter Stickstoffversorgung die Kartoffelerträge im Ökologischen Landbau gesichert werden können.

Der zusätzliche Einsatz von Kupfer ist dann eher in Frage zu stellen. Die Vorkeimung war im Mittel der Jahre hoch wirtschaftlich. Sie sollte im ökologischen Betrieb zur Standardmaßnahme werden und der erhöhte Aufwand nicht gescheut werden. Allerdings ist eine Vorkeimung auch nur dann sinnvoll, wenn sie ordentlich durchgeführt wird. Die Mechanisierung Betriebsorganisation muss dementsprechend darauf eingerichtet werden.