

Qualitätsmerkmale und Erträge von ausgewählten Kartoffelsorten unter den Anbaubedingungen des ökologischen Landbaus

Hans Jürgen Reents¹, Gerhard Gerstner², Sabine von Tucher³, Kurt Möller⁴

¹ Koordinator für ökologischen Land- und Gartenbau, TUM-Weihenstephan, D-85350 Freising

² Lehrstuhl für Allgemeine Lebensmitteltechnologie, TUM-Weihenstephan, D-85350 Freising

³ Lehrstuhl für Pflanzenernährung, TUM-Weihenstephan, D-85350 Freising

⁴ Lehrstuhl für Phytopathologie, TUM-Weihenstephan, D-85350 Freising

Korrespondenzautor: Dr. Hans Jürgen Reents; e-mail: reents@pollux.weihenstephan.de

DOI: <http://dx.doi.org/10.1065/emo2001.04.020>

Zusammenfassung. Ein ausgewähltes Kartoffelsortiment von 19 Sorten wurde in zweijährigen Untersuchungen unter den Bedingungen des ökologischen Anbaus hinsichtlich seiner Ertragsfähigkeit und Qualitätseigenschaften geprüft. Durch Trockenheit in der Hauptwachstumsphase und frühe Abreife war der Ertrag im ersten Anbaujahr niedriger als im zweiten mit optimaler Wasserversorgung. Die Sorten unterschieden sich untereinander hinsichtlich Ertrag und Qualitätseigenschaften im ersten Jahr wesentlich stärker als im zweiten Jahr. Das Vorkeimen der Pflanzknollen führte unter den schlechteren Wachstumsbedingungen im ersten Versuchsjahr zwar zu deutlichen Ertragserhöhungen insbesondere bei der Marktware, aber zu keinen wesentlichen Veränderungen der Qualitätseigenschaften.

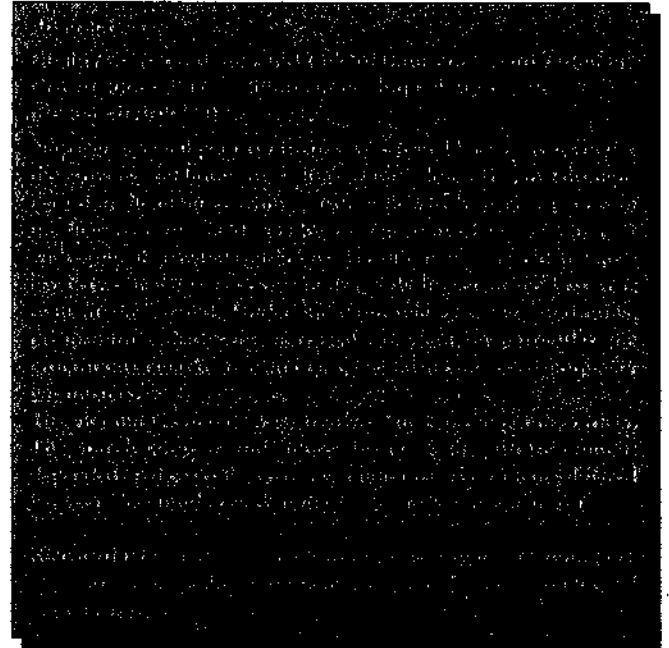
Der Vitamin C Gehalt hing entscheidend von der Sortenwahl ab. Die Stärke- und noch deutlicher die Nitratgehalte waren in erster Linie von der Jahreswitterung abhängig. Die Sorten differenzierten sich auf dem jeweiligen Jahresniveau.

Schlagwörter: Ertrag, ökologischer Anbau; Kartoffelsorten; Nitrat; Ökologischer Landbau; Qualität; Vitamin C

Einleitung

Kartoffeln haben für den ökologisch wirtschaftenden Landwirt eine große ökonomische Bedeutung, da sie einen hohen Deckungsbeitrag erzielen. Sie sind aufgrund der günstigen ernährungsphysiologischen Zusammensetzung (Vitamin C, biologische Wertigkeit vom Eiweiß, Mineralstoffe) ein wichtiges Grundnahrungsmittel, insbesondere für eine vollwertig ausgerichtete Ernährung. Geschmack, Kocheigenschaften und Reifegruppen spielen deshalb bei der Sortenwahl durch die Landwirte häufig eine wichtigere Rolle als Ertrag und Resistenzeigenschaften (Möller et al. 1996). Da im ökologischen Landbau neben dem Ertrag immer die Qualität der Produkte hervorgehoben wird, sollte der Zusammenhang zwischen Anbaubedingungen und den Gehalten ausgewählter Inhaltsstoffe untersucht werden und welche Bedeutung dabei der Sortenwahl zukommt.

Am Anfang der Forschungsaktivitäten zum Kartoffelbau unter ökologischen Anbaubedingungen standen Sortenversuche



(z.B. Kölsch und Stöppler 1990). Mit der weiteren Intensivierung der Forschung wurden vermehrt differenzierte Untersuchungen zu den Effekten von anbautechnischen Maßnahmen wie Düngung, Vorfrucht oder Vorkeimen der Pflanzknollen durchgeführt (Kölsch und Stöppler 1989, Stöppler et al. 1990, Kölsch et al. 1991, Stein-Bachinger 1994, Karalus et al. 1995, Böhm und Dewes 1995 und 1997).

Unter den qualitätsmindernden Inhaltsstoffen steht Nitrat im Vordergrund der Diskussion, obwohl die gemessenen Gehalte in den Kartoffeln im Vergleich zu Gemüse niedrig sind. Untersuchungen an Kartoffelproben aus dem Lebensmitteleinzelhandel kommen zu dem Schluss, dass die Nitratgehalte von Kartoffeln aus ökologischem Anbau niedriger sind als aus konventionellem Anbau (u.a. Öko-Test 1996). Dies kann als Effekt des niedrigen Stickstoff-Versorgungsniveaus interpretiert werden. Nach eigenen Untersuchungen beträgt die N-Aufnahme von Kartoffeln auf Praxis-

flächen des ökologischen Kartoffelbaus im Durchschnitt ca. 100 kg ha⁻¹ und liegt damit um 30-50% unter der N-Aufnahme von konventionell angebauten Kartoffeln (Möller 2001). Ein höheres N-Versorgungsniveau führt häufig zu höheren Nitratgehalten in den Knollen. Dieser Effekt wird häufiger in Versuchen mit mineralischer N-Düngung gemessen (von Wistinghausen 1984, Alieva und Trofimova 1985, Abele 1987, Galeev und Simonov 1987, Kolbe 1987, 1990), kann aber auch bei organischer Düngung gefunden werden (Neuhoff et al. 1997, Böhm 1999). Der Einfluss der Witterung auf die Nitratgehalte ist deutlich stärker als der der Düngung (McDole und McMaster 1978, Abele 1987, Grassert et al. 1990, Stöppler et al. 1990, Putz und Bergthaller 1989, Putz 1991, Stein-Bachinger 1994, Karalus et al. 1995). Welche Einflussgrößen diese Jahreseffekte bedingen, ist bisher kaum bekannt.

Der Nitratgehalt der Knollen wird zusätzlich durch die Sorte beeinflusst. Bestimmte Sorten weisen unabhängig von den Wachstumsbedingungen generell überdurchschnittliche bzw. unterdurchschnittliche Werte auf (Grassert et al. 1990, Neubauer et al. 1991, Putz 1991, Neubauer und Pienz 1993, Cieslik 1994).

Die Vitamin C-Aufnahme durch den Verzehr von Kartoffeln liefert nach wie vor einen erheblichen Beitrag zur Versorgung mit Vitamin C (Woolfe 1987). Der Gehalt an Vitamin C liegt, gemittelt über viele Sorten und unterschiedliche Düngungshöhen zwischen 15-20 mg pro 100 g in frischen Knollen (Cieslik 1994, Furudate et al. 1998, Weber und Putz 1998). Es gibt Hinweise, dass organische Düngung zu höheren Vitamin C Gehalten führen kann (Prugar et al. 1997, Jaervan und Laitamm 1998), während andere Autoren keinen Effekt finden konnten (Lindberg und Hessel 1995). Dagegen sind häufiger deutliche Sortenunterschiede im Vitamin C Gehalt festgestellt worden, die $\pm 50\%$ vom angegebenen Mittelwert abweichen können (Mullin et al. 1991, Divis und Vodicka 1998, Weber und Putz 1998). Vitamin C wird während der Lagerung abgebaut, so dass je nach Lagerbedingungen über 50% Verluste eintreten können (Keijbets und Ebbenhorst-Seller 1990).

Vor diesem Hintergrund wurde in der vorliegenden Arbeit untersucht, welche Effekte unter den Bedingungen des ökologischen Anbaus auf Ertrags- und Qualitätsparameter verschiedener Sorten auftreten und welche Hinweise sich daraus für eine erweiterte Sortenwahl ableiten lassen. Zusätzlich wurde die Wirkung des Vorkeimens auf die Gehalte ausgewählter Inhaltsstoffe untersucht, da diese Maßnahme zur Ertragssicherung empfohlen wird.

1 Material und Methoden

In den Jahren 1995 und 1996 wurde auf dem ökologisch bewirtschafteten Betrieb der Versuchsstation Klostersgut Scheyern der Technischen Universität München ein umfangreicher Kartoffel-Sortenversuch durchgeführt. Dafür wurde ein Sortiment bewährter und neuer Sorten mit einer breiten Spanne hinsichtlich Reifegruppe und Kochtyp ausgewählt (Anbaumaßnahmen, Tab. 1).

Der Versuch wurde als Blockanlage mit den Faktoren Sorten und Vorkeimen in dreifacher Wiederholung angelegt. Der Standort liegt ca. 40 km nördlich von München im Tertiären Hügelland auf 480 m über NN. Die Bodenart wechselt kleinräumig zwischen lehmigem Sand und sandigem Lehm mit Übergängen zu kies- und tonhaltigen Böden. Die Nährstoffgehalte der Versuchsflächen lagen mit 9,5 mg P₂O₅ (CAL) und 19,5 mg K₂O (CAL) pro 100 g Boden bei schwach saurem pH-Wert im Bereich ausreichender Versorgung.

Tabelle 1: Anbaumaßnahmen in den Sortenversuchen 1995 und 1996

	überjähriges Klee gras	Triticale
Vorfrucht ¹⁾		
Düngung ¹⁾	-	Leg.-Zwischenfrucht 200 dt Stallmist ha ⁻¹
Legetermin	28. April	17. April
Pflanzdichte	41000 Knollen ha ⁻¹	43000 Knollen ha ⁻¹
Pflege (Häufeln)	10./23. Mai	12. Mai/1. Juni
Pflanzenschutz	-	2x Novodor ²⁾
Ernte	26. Sept.	7.-12. Sept.

¹⁾ die ungünstigere Vorfrucht im 2. Jahr wurde durch Düngung ausgeglichen, um ein gleichwertiges Stickstoff-Versorgungsniveau zu erreichen

²⁾ Bacillus thuringiensis-Präparat

Die Größenverteilung der geernteten Kartoffeln wurde mit den Siebgrößen (35, 55, 65 mm) ermittelt und dabei gleichzeitig die Menge der faulen und stark beschädigten Knollen erfasst. Der Stärkegehalt wurde mit der Stärkewaage bestimmt. Die Messung der Inhaltsstoffe erfolgte an einer Mischprobe von 30 Knollen pro Parzelle, die bis zur Analyse 8 Wochen nach der Ernte bei 5°C und 85% relativer Luftfeuchtigkeit in einem Kühlraum zwischengelagert wurden.

Die Probenaufbereitung und Nitratbestimmung mit Hilfe der HPLC erfolgten wie in Reents u.v. Tucher (1997) beschrieben. Für die Ermittlung des Stickstoffgehaltes wurden die bei 100°C getrockneten Kartoffelproben mit einer Schneidmühle (Brabender) auf 0,78 mm fein vermahlen. Die N-Bestimmung erfolgte nach der DUMAS-Methode mit einem Macro-N-Gerät der Firma ELEMENTAR.

Für die Vitamin C Bestimmung wurden aus den Knollen Zylindersegmente entlang der Längsachse herausgeschnitten, um der ungleichmäßigen Verteilung von Vitamin C im Gefäßbündelring und Speichergewebe Rechnung zu tragen. Von den mit dem Messer zerkleinerten Segmenten wurden 25 g mit 33 ml Metaphosphorsäure (15%) und 0,1 ml Octanol im Ultra-Turax 60 s zerkleinert. Die Suspension wurde auf 250 ml aufgefüllt und filtriert. Die Bestimmung des Vitamin C erfolgte mittels Titration nach TILLMANN'S.

Die statistische Verrechnung erfolgte mit dem Statistikpaket SPSS. Im Anschluss an die Varianzanalyse mit der GLM-Prozedur wurde der multiple Mittelwertvergleich mit dem Bonferroni-Test als posthoc-Test durchgeführt.

Tabelle 2: Effekt des Vorkeimens auf Ertrag und Inhaltsstoffe der Kartoffeln

	1. Jahr	2. Jahr		vorgekeimt	nicht vorgekeimt		1. Jahr	2. Jahr	
Knollenrohertrag dt ha ⁻¹ FM	145,6	163,7	**	219,7	229,8	ns	183,8	193,9	0,014
Marktwarenertrag dt ha ⁻¹ FM	103,0	122,2	**	188,1	200,1	ns	145,8	157,8	0,005
% Marktware	69,4	73,9	*	84,2	86,5	ns	76,5	79,7	<0,001
Stärke % in FM	13,8	13,8	ns	14,9	14,9	ns	14,4	14,3	0,292
Nitrat mg kg ⁻¹ FM	168	175	ns	58	67	ns	109	117	0,004
Ges.-Stickstoff % in TM	1,37	1,30	ns	1,26	1,32	ns	1,31	1,31	0,357
Vitamin C mg 100g FM ⁻¹	12,0	11,3	ns	9,5	9,5	ns	10,7	10,4	0,055

** bzw. * signifikanter Unterschied zwischen 'vorgekeimt' und 'nicht vorgekeimt' im jeweiligen Jahr bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,01$ bzw. $p = 0,05$; 'ns' ist nicht signifikant im F-Test

* Vergleich des Vorkeimens über beide Jahre, Irrtumswahrscheinlichkeit p im F-Test, für $p < 0,05$ Effekt statistisch signifikant

Tabelle 3: Knollenrohertrag der Kartoffelsorten (dt ha⁻¹), sortiert nach Reifegruppen und Kocheigenschaften

Reife- gruppe	Kocheigenschaft	Sorte	1. Jahr	2. Jahr	Mittelwert	Vk ²	Mittelwert	Vk ²	Mittelwert	Vk ²
sehr früh	vfk	Christa	126,5	147,6	137,1 abc	214,1		214,1 ab	162,7 abc	30,4
		Rita	134,1	145,5	139,8 abc	175,4	177,0	176,2 a	158,0 ab	17,8
		Rosara	106,9	117,5	112,2 a	184,4	174,4	179,4 a	145,8 a	26,1
früh	mk	Ilona	181,3	163,8	172,6 cde	192,3	165,9	179,1 a	175,8 abcde	16,7
		Mittelwert	130,4	170,3	150,3 abcd	225,7	196,7	211,2 ab	180,8 abcdef	25,8
mittel-früh	fk	Nicola	138,4	171,4	154,9 abcd	233,2	256,8	245,0 ab	200,0 bcdef	27,2
		vfk	Agria	191,5	217,4	204,4 e	237,5	276,0	256,7 ab	230,6 f
	vfk	Bettina	158,4	166,3	162,4 bcde	290,8	272,9	281,9 b	222,1 def	32,7
		Granola	143,9	173,7	158,8 bcd	236,2	228,2	232,2 ab	195,5 abcdef	33,6
	vfk	Lyra	144,7	176,8	160,8 bcde	231,5	255,9	243,7 ab	202,2 bcdef	25,7
		Matilda	151,3	175,7	163,5 bcde	153,4	220,3	186,9 ab	175,2 abcde	22,2
	vfk	Pamir	147,5	160,0	153,8 abcd	230,2		230,2 ab	179,2 abcdef	27,0
		Quarta	115,5	129,9	122,7 a	214,1	226,3	220,2 ab	171,5 abcd	43,5
	vfk	Rosella	185,3	206,3	195,8 de	290,2	228,8	259,5 ab	227,6 ef	20,9
		Salina	181,8	203,6	192,7 de	168,7	199,9	184,3 ab	188,5 abcdef	16,7
vfk	Solara	131,7	141,4	136,5 abc	237,4	248,8	243,1 ab	189,8 abcdef	35,1	
	Irimgard	131,0	116,3	123,7 ab	260,0		260,0 ab	169,1 abcd	45,8	
mittel bis	vfk	Marena	137,2	169,4	153,3 abcd	251,2	300,2	275,7 ab	214,5 cdef	33,3
spät	mk	Aula	129,5	158,1	143,8 abc	192,8	248,2	220,5 ab	182,1 abcdef	28,2
		Mittelwert	145,6	163,7	154,7	219,7	229,8	225,6	188,7	27,8

unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,05$ im Bonferroni Test

¹ fk = festkochend, vfk = vorwiegend festkochend, mk = mehligkochend, ² Vk = Variationskoeffizient, ³ Mittelwert aller Sorten

2 Ergebnisse

Der Witterungsverlauf der Jahre war sehr unterschiedlich. So führten im ersten Jahr geringe Niederschläge zu Wassermangel in der Hauptwachstumszeit (Möller 2001). Im zweiten Jahr waren die Wachstumsbedingungen wesentlich günstiger mit einem warmen Frühjahr und regelmäßigen Niederschlägen während der Knollenbildungsphase, die eine optimale Wasserversorgung gewährleisteten. Trotz der Wit-

terungsunterschiede war der Befallsdruck von *Phytophthora infestans* in beiden Jahren im Untersuchungsgebiet ähnlich hoch (Möller 2001).

2.1 Ertrag

Der Knollenertrag (Gesamtertrag und Marktwarenertrag) lag im zweiten Versuchsjahr aufgrund des günstigeren Witterungsverlaufes deutlich höher als im ersten (Tab. 2). Er-

Tabelle 4: Stärkegehalte, % in FM

Sorte	1995		1996		1997		Mittelwert
	Ertrag	Stärke	Ertrag	Stärke	Ertrag	Stärke	
Christa	13,1	15,0	14,0 defg	15,0		15,0 def	14,5 def
Rita	15,4	17,0	16,2 hij	14,6	14,7	14,7 de	15,4 h
Rosara	12,4	13,8	13,1 abcde	13,7	12,6	13,1 ab	13,1 a
Ilona	11,8	11,8	11,8 a	13,1	13,3	13,2 ab	12,5 ab
Linda	12,6	12,2	12,4 abc	15,8	15,5	15,6 f	14,0 de
Nicola	13,4	13,8	13,6 bcdef	15,8	15,0	15,4 ef	14,5 defg
Agria	14,3	13,8	14,0 cdefg	15,2	15,7	15,5 ef	14,7 efgh
Bettina	15,1	14,5	14,8 fgh	15,4	15,2	15,3 ef	15,1 fgh
Granola	14,0	13,3	13,6 cdef	13,8	13,9	13,8 bc	13,7 cd
Lyra	12,0	11,8	11,9 a	12,8	12,7	12,8 a	12,3 ab
Matilda	17,2	15,9	16,6 ij	17,2	17,0	17,1 g	16,8 i
Pamir	12,4	11,5	12,0 ab	12,3		12,3 a	12,2 a
Quarta	13,7	14,6	14,2 efg	14,8	13,7	14,3 cd	14,2 def
Rosella	13,1	13,3	13,2 abcdef	13,1	12,9	13,0 a	13,1 bc
Satina	13,3	12,8	13,1 abcde	15,5	15,8	15,7 f	14,4 def
Solara	12,8	13,0	12,9 abcde	17,1	17,3	17,2 g	15,0 fgh
Irmgard	16,2	15,0	15,6 ghi	15,1		15,1 def	15,3 gh
Marena	12,5	12,5	12,5 abcd	15,2	15,3	15,3 ef	13,9 cde
Aula	17,8	16,9	17,4 j	18,1	18,2	18,1 h	17,7 j
Mittelwert	13,8	13,8	13,8	14,9	14,9	14,9	14,3

unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,05$ im Bonferroni Test
 † wegen gleicher mittlerer Stärkegehalte Mittelwertvergleich über alle Sorten trotz Fehlstellen bei vorgekeimten Sorten 1996

wartungsgemäß hatten die sehr frühen Sorten Rosara, Rita und Christa die niedrigsten Erträge (Tab. 3). Unter den untersuchten mittelfrühen und mittelspäten Sorten wiesen Irmgard, Quarta und Matilda im zweijährigen Mittel die niedrigsten Erträge auf. Die höchsten Erträge erzielten Agria und Rosella. Bettina erreichte vergleichbare Ergebnisse, die Unterschiede zu den übrigen mittelfrühen und mittelspäten Sorten waren aufgrund der höheren Streuung aber nicht signifikant. Die besonders niedrigen Erträge der Sorten Quarta und Irmgard beruhen vor allem auf den niedrigsten Erträgen des Jahres 1995 innerhalb ihrer Reifegruppe. Diese beiden Sorten wiesen zugleich die höchsten Ertragsschwankungen innerhalb des gesamten Sortiments auf, wie aus dem besonders hohen Variationskoeffizienten als Maßzahl für Ertragsstabilität hervorgeht (Tab. 3). Geringere, aber gleichfalls überdurchschnittliche Ertragsschwankungen wurden bei den Sorten Solara, Granola und Marena festgestellt. Dagegen zeigten die Sorten Ilona, Satina, Rita, Agria und Rosella eine hohe Ertragsstabilität auf. Die beschriebenen Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Jahr und Sorte sind statistisch sehr hoch signifikant.

Durch das Vorkeimen wurden im Durchschnitt der beiden Jahre signifikante Steigerungen der Gesamterträge um 5,5%, der Marktertrags um 8,2% und der Marktwarenanteile um 4,1% erreicht. Es führte unter den ungünstigen Be-

dingungen des Jahres 1995 im Mittel der Sorten zu einem signifikanten höheren Ertrag von 12,4% gegenüber nicht vorgekeimten Pflanzknollen (Tab. 2 und 3), 1996 betrug der Unterschied auf höherem Ertragsniveau 4,6%, der nicht signifikant war. Durch das Vorkeimen wurde nur im Jahre 1995 der Marktertrag um 18,6% bzw. der Marktwarenanteil um 6,5% erhöht, während es sich mit 6,1% bzw. 2,7% im Jahre 1996 nicht signifikant auswirkte.

2.2 Stärkegehalt

Die Stärkegehalte der Knollen waren im zweiten Anbaujahr um durchschnittlich 1,1% höher als im ersten (Tab. 2), das Vorkeimen veränderte in keinem der Anbaujahre den mittleren Stärkegehalt. Die Sorten Pamir, Rosara, Ilona, Lyra und Rosella wiesen die niedrigsten, Aula, Matilda, Rita, Irmgard, Solara, und Bettina die höchsten Stärkegehalte im Mittel der Jahre auf (Tab. 4). Varianzanalytisch wurden signifikante Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Jahr und Sorte sowie Jahr und Vorkeimen ermittelt. Dementsprechend hatten manche Sorten im ersten Jahr einen relativ niedrigen Wert und im zweiten einen deutlich höheren (Solara, Linda, Marena, Satina, Ilona), während andere (Rosara, Quarta, Rosella, Granola, Pamir) den Stärkegehalt kaum veränderten (Tab. 4).

Tabelle 5: Stickstoff-Gehalte, % in TM

Christa	1,19	1,11	1,15 ab				
Rita	1,20	1,10	1,15 ab	1,49	1,43	1,46 ef	1,31 bc
Rosara				1,59	1,88	1,74 g	
Ilona	1,37	1,41	1,39 def	1,39	1,48	1,43 def	1,41 c
Linda	1,38	1,31	1,35 cde	1,17	1,24	1,20 bc	1,27 abc
Nicola	1,40	1,17	1,28 bcd	1,19	1,27	1,23 bc	1,26 abc
Agria	1,18	1,25	1,21 abcd	0,99	0,93	0,96 a	1,09 a
Bettina	1,53	1,44	1,49 ef	1,12	1,24	1,18 bc	1,33 ab
Granola	1,50	1,44	1,47 ef	1,28	1,25	1,27 bcd	1,37 c
Lyra				1,28	1,29	1,29 bcd	
Matilda				1,09	1,25	1,17 bc	
Pamir	1,36	1,37	1,37 cdef				
Quarta				1,42	1,59	1,50 f	
Rosella	1,57	1,40	1,49 f	1,29	1,34	1,32 cdef	1,40 c
Satina	1,42	1,39	1,41 def	1,22	1,21	1,22 bc	1,31 bc
Solara	1,40	1,29	1,35 cde	1,23	1,16	1,20 bc	1,27 abc
Irmgard	1,51	1,50	1,50 f				
Marena				1,24	1,35	1,30 bcde	
Aula	1,14	1,02	1,08 a	1,12	1,18	1,15 b	1,12 ab
Mittelwert	1,37	1,30	1,33	1,26	1,32	1,29	1,29

unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,05$ im Bonferroni-Test

Tabelle 6: Nitratgehalte ($\text{mg NO}_3^- \text{ kg FM}^{-1}$) in den Kartoffelknollen

Christa	142	95	119 ab				
Rita	96	52	74 a	132	130	131 e	102 bc
Rosara				110	165	138 e	
Ilona	234	198	216 fgh	88	79	84 cd	150 cd
Linda	218	253	235 h	94	85	90 d	163 d
Nicola	218	191	204 defgh	64	59	62 bc	133 bcd
Agria	65	80	72 a	37	26	31 a	52 a
Bettina	127	198	163 bcdef	33	47	40 ab	101 abc
Granola	167	216	192 cdefgh	55	43	49 ab	120 bcd
Lyra				41	84	63 bcd	
Matilda				36	49	43 ab	
Pamir	168	214	191 cdefgh				
Quarta				63	94	78 cd	
Rosella	156	159	157 bcde	49	44	46 ab	102 ab
Satina	210	207	208 efgh	40	59	49 ab	129 bcd
Solara	148	127	137 bcd	33	31	32 a	85 ab
Irmgard	234	273	253 h				
Marena				22	29	26 a	
Aula	163	182	172 bcdefg	34	41	37 ab	105 bc
Mittelwert	168	175	171	58	67	62	112

unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,05$ im Bonferroni-Test

2.3 Stickstoffgehalt

Die N-Gehalte in den Knollen unterschieden sich sowohl zwischen den zwei Versuchsjahren als auch zwischen den Sorten. Agria und Aula wiesen im Mittel beider Jahre die niedrigsten Werte auf, Rosella, Ilona, Bettina und Granola die höchsten (Tab. 5). Ähnlich wie beim Stärkegehalt wurden statistisch signifikante Wechselwirkungen zwischen Versuchsjahr und Sorte festgestellt. Zwischen Stickstoff- und Stärkegehalt bestand eine negative Korrelation, die für die vorgekeimten enger war (-0,540**) als für die nicht vorgekeimten (-0,417**).

2.4 Nitratgehalt

Der Nitratgehalt als negativ bewertetes Qualitätskriterium war im zweiten Versuchsjahr bei günstigen Wachstumsbedingungen deutlich niedriger als im ersten (Tab. 6). Die Sorte hatte einen statistisch signifikanten Einfluss auf den Nitratgehalt. Die Spanne reichte im Jahr 1995 von 65 mg NO₃- kg FM⁻¹ der Sorte Agria (nicht vorgekeimt) bis zu 273 mg NO₃- kg FM⁻¹ bei Irmgard (vorgekeimt) und 1996 von 22 mg NO₃- kg FM⁻¹ bei Marena (nicht vorgekeimt) bis 165 mg NO₃- kg FM⁻¹ bei Rosara (vorgekeimt). Im zweijährigen Mittel wiesen die Sorten Agria und Solara die niedrigsten, die Sorten Linda, Ilona und Nicola die höchsten Nitratwerte auf. Im ersten Jahr hatten darüber hinaus die Sorten Rita und Christa, im zweiten Jahr die Sorte Marena deutlich unterdurchschnittliche Nitratgehalte. Sehr hohe Werte wurden zusätzlich in den Einzeljahren bei den Sorten Irmgard, Satina (1995) sowie Rosara und Rita (1996) gemessen (Tab. 6). Im Durchschnitt der beiden Jahre hatten die vorgekeimten Varianten einen etwas höheren Nitratgehalt (Tab. 2).

2.5 Vitamin C

Der Vitamin C-Gehalt (Tab. 7) als positives Qualitätsmerkmal war im zweiten Versuchsjahr niedriger als im ersten (relative Differenz 18% bezogen auf 1995). Die sortenbedingte Spanne von 6,5-16,3 mg 100 g FM⁻¹ bzw. 6,2-16,1 mg 100 g FM⁻¹ war in beiden Untersuchungsjahren annähernd gleich.

Überdurchschnittlich hohe Gehalte im Durchschnitt beider Jahre wiesen die Sorten Linda, Agria und Bettina auf, während bei Solara und Ilona unterdurchschnittliche Gehalte gemessen wurden. Darüber hinaus hatten die Sorten Christa und Rosella 1995 sowie Rita 1996 überdurchschnittliche Vitamin C Gehalte, während bei Granola, Matilda und Aula 1996 sowie Rita 1995 signifikant niedrige Werte gemessen wurden. Das Vorkeimen führte im Mittel über beide Jahre tendenziell zu geringeren Vitamin C Gehalten (Tab. 2).

3 Diskussion

Ein nennenswerter Einfluss des Krautfäulebefalls auf die Ertragsbildung kann für diese beiden Untersuchungsjahre ausgeschlossen werden. Bei Kartoffeln geht die Knollenbildung der Stärkeeinlagerung zeitlich voraus. Nach Brouwer (1976) wird die Knollengröße kurz nach Überschreiten des Entwicklungshöhepunktes erreicht, der bis zur Abreife folgende Zeitabschnitt dient hauptsächlich der Stärkespeicherung bei geringem Größenzuwachs. Dementsprechend lassen die relativ hohen Stärkegehalte in beiden Jahren den Schluss zu, dass die Knollenreife jeweils erreicht worden ist, bevor es zum Absterben der Pflanzen kam.

Die Ertragsunterschiede zwischen den beiden Anbaujahren können im wesentlichen auf unterschiedliche Niederschlä-

Tabelle 7: Vitamin C Gehalte (mg 100 g FM⁻¹) in den Kartoffelknollen

Sorte	1995	1996	Mittel	1995	1996	Mittel	1995
Christa	16,5	15,5	16,0 f				
Rita	8,4	8,0	8,2 ab	12,2	11,4	11,8 fg	10,0 bc
Rosara				9,5	8,6	9,1 cd	
Ilona	6,7	6,3	6,5 a	7,1	7,4	7,2 ab	6,9 a
Linda	17,4	15,1	16,3 f	15,6	16,7	16,1 h	16,2 f
Nicola	14,6	12,7	13,8 ef	9,0	9,5	9,3 d	11,5 cde
Agria	14,8	13,8	14,3 f	11,3	12,5	11,9 g	13,1 e
Bettina	15,1	15,0	15,1 f	12,6	12,0	12,0 g	13,7 e
Granola	11,2	10,4	10,8 cd	7,4	7,3	7,3 ab	9,2 b
Lyra				10,8	10,7	10,8 ef	
Matilda				7,5	7,3	7,4 b	
Pamir	8,6	8,5	8,5 bcd				
Quarta				9,4	9,5	9,4 de	
Rosella	14,0	14,1	14,1 f	9,7	9,2	9,4 de	11,8 de
Satina	10,5	10,8	10,7 bcd	9,6	9,7	9,6 de	10,1 bcd
Solara	6,9	6,9	6,9 a	6,3	6,1	6,2 a	6,5 a
Irmgard	10,3	11,0	10,6 bcd				
Marena				7,8	8,2	8,0 bc	
Aula	12,0	10,6	11,3 de	7,4	7,6	7,5 b	9,4 bc
Mittelwert	12,0	11,3	11,6	9,5	9,5	9,5	10,8

unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,05$ im Bonferroni-Test

ge zurückgeführt werden. Dies wurde auch in anderen Untersuchungen festgestellt (Möller 2001).

Die niedrigeren Knollenerträge der nicht vorgekeimten Kartoffeln im ersten Versuchsjahr beruhen nicht auf Ertragseinbußen als Folge von Krautfäulebefall, denn die gleich hohen Stärkegehalte bei vorgekeimten und nicht vorgekeimten Pflanzkartoffeln bestätigen, dass selbst die nicht vorgekeimten Varianten in beiden Jahren die Knollenreife vor dem Absterben des Krautes erreichten. Damit sind die höheren Erträge der vorgekeimten Pflanzen mit einer besseren Ausnutzung der Winter- und der Frühjahrsniederschläge zu erklären, weil sie den nicht vorgekeimten in ihrer gesamten Entwicklung zeitlich voraus sind.

Neben den Erträgen ändern sich auch die Gehalte wichtiger Inhaltsstoffe in Abhängigkeit von den jeweiligen Wachstumsbedingungen. So hat vor allem die bessere Wasserversorgung und die längere Wachstumszeit im zweiten Jahr zu dem im Schnitt um 1,1% höheren Stärkegehalt geführt.

Die höheren Nitratgehalte im ersten Anbaujahr können in Anlehnung an McDole und McMaster (1978) sowie Grassert et al. (1990) und Neubauer et al. (1991) vor allem auf die stark wechselnde Wasserversorgung während der Vegetationsperiode zurückgeführt werden. Niederschläge nach einer längeren Trockenphase können zu einem erheblichen Mineralisationsschub führen, so dass ein Teil des freigesetzten Stickstoffs als Nitrat in die Knollen eingelagert wird. Der starke Einfluss der Witterung auf die Nitratgehalte in den Knollen führt in Übereinstimmung mit der Literatur (McDole und McMaster 1978, Grassert et al. 1990, Neubauer et al. 1991) zu Jahren mit generell hohen, mittleren oder eher niedrigen Nitratgehalten. Innerhalb eines Jahres wird die Höhe des Nitratgehaltes sehr stark durch die Sorte bestimmt. Die hier festgestellten Unterschiede zwischen den Nitratgehalten der Sorten von bis zu 200 mg sind ähnlich hoch wie bei Sortenversuchen von Grassert et al. (1990). Böhm (1999) berichtet eben-

falls von sortenbedingten Nitratunterschieden (hohe Gehalte bei Linda, niedrigste bei Agria jeweils aus ökologischem Anbau). Die Ergebnisse von Karalus et al. (1995) bestätigen die niedrigen Werte bei Agria und die hohen Werte bei Nicola und Linda, während Meinck (1999) darüber hinaus noch auf die niedrigen Werte von Solara hinweist.

Einen Grenzwert für Nitratgehalte in der Ernährung gibt es nur für Säuglings- und Kindernahrung mit 250 mg Nitrat/kg verzehrfertiges Erzeugnis (Diätverordnung 1988). Dieser Wert wurde bis auf zwei Fälle immer unterschritten. Dagegen kann ein Nitrat-Richtwert von 100 mg 100 g FM⁻¹, der nach Böhm (1999) von manchen Markenprogrammen verlangt wird, nicht immer eingehalten werden. Die Auswahl potenziell nitratärmer Sorten trägt dazu bei, das Ziel mit größerer Sicherheit zu erreichen.

Der mittlere Vitamin C Gehalt der Knollen war in den beiden Versuchsjahren relativ niedrig im Vergleich zu anderen Versuchsergebnissen; nur die höchsten Werte innerhalb des Sortiments von 16 mg 100 g FM⁻¹ erreichen das Niveau, das in vergleichbaren Sortenversuchen als Mittelwert genannt wird (Cieslek 1994, Furudate et al. 1998, Weber und Putz 1998, Rogozinska 2000), deren Ergebnisse auf Messungen an erntefrischen Knollen beruhen. Da die Knollen nicht frisch verarbeitet werden konnten, ist der Abbau von Vitamin C während der Lagerzeit eine mögliche Ursache, denn schon nach 4 Wochen können bis zu 25% verloren gehen und nach 3 Monaten sind Verluste über 50% möglich (Keijbets und Ebbenhorst-Seller 1990, Kolbe 1997, Weber und Putz 1998).

Tabelle 8: Mittlere Rangdifferenz zwischen den Untersuchungsjahren für die untersuchten Merkmale

Ertrag	Nitrat	Vitamin C	Stärke	N-Gehalt	Niveau C
23,33	27,89	26,07	20,11	15,23	18,43

Tabelle 9: Wirkung verschiedener Faktoren auf Ertrag und Qualität von Kartoffeln unter den Anbaubedingungen des ökologischen Landbaus (eigene Ergebnisse und Auswertung der Literatur)

Ertrag	Jahr entscheidend für Ertragshöhe durch Wasserversorgung, N-Mobilisierung, Krankheitsbefall ¹	Effekte u.a. durch Knollenansatzzeitpunkt und -anzahl ^{1,2,3}	10-20% Ertragsvorteil bei Sommertrockenheit bzw. bei relativ hoher N-Versorgung und gleichzeitig frühem Krautfäulebefall ¹	Erhöhung über die N-Versorgung aus Vorfrucht und Düngung ^{4,5,6}
Nitrat	Jahr bestimmt das Gehaltsniveau	deutliche Sortenunterschiede bezogen auf das jeweilige Jahresniveau	nicht eindeutig ⁴	tendenzielle Erhöhung durch höhere N-Versorgung ⁷
Vitamin C	geringer Einfluss	entscheidender Einflussfaktor	kaum Einfluss	keine eindeutig gerichteter Einfluss ⁷
Stärke	Niveau ist abhängig von Wachstumszeit und Wasserversorgung	sortentypisch ⁸	indirekt über die Wachstumszeit ¹	tendenziell negative Beziehung zur Höhe der N-Versorgung ¹
N-Gehalt	Niveau wird über die physiologische Abreife bestimmt	Sortenunterschiede sind vorhanden	nicht eindeutig	tendenziell Erhöhung durch höhere N-Versorgung ⁸

zusätzlich zu eigenen Ergebnissen aus dem vorliegenden Versuch: Möller et al. (1999), ¹Möller (2001.), ²Neuhoff et al. (1997), ³Kölsch et al. (1990), ⁴Karalus et al. (1995), ⁵z.B. Abele (1987), ⁶Besson et al. (1991) ⁷Rogozinska (2000), Lindberg et al. (1995), ⁸Beschreibende Sortenliste (1998),

Bemerkenswert sind die deutlichen Sortenunterschiede, wobei insbesondere die überdurchschnittlichen Werte bei Linda und Agria hervorzuheben sind. Weber und Putz (1998) konnten ebenfalls sehr hohe Werte an diesen beiden Sorten feststellen. Auf sortentypische Unterschiede im Vitamin C Gehalt weisen auch Cieslek 1994 und Furudate et al. 1998 hin. Da deren Sortimente aus den jeweiligen lokalen Sorten zusammengesetzt sind, gibt es keine direkten Vergleichsmöglichkeiten.

Sollen aus den Versuchsergebnissen Sortenempfehlungen abgeleitet werden, muss ein Maß für die Stabilität der Ertrags- und Qualitätseigenschaften bestimmt werden. Dazu wurden die Messwerte für den Gesamtertrag, Marktwarenteil, Stärke-, Stickstoff- und Nitratgehalt sowie den Gehalt an Vitamin C in Rangwerte umgewandelt. Die für ein Merkmal berechnete mittlere Rangdifferenz (Gleichung 1) zwischen den Jahren 1995 und 1996 wird als das Maß für die Stetigkeit des Merkmals definiert. Eine niedrige Rangdifferenz bedeutet z.B., dass die Reihenfolge der Sorten – bezogen auf die Höhe eines Messwertes – in den beiden Versuchsjahren sehr ähnlich bzw. gleich ist.

$$\text{Mittelwert der Rangdifferenz (Merkmal)}_N = \frac{\sum(|\text{Rang } 95_{\text{Sorte N}} - \text{Rang } 96_{\text{Sorte N}}|)}{\text{Anzahl N}} \quad (1)$$

Die durchschnittlich niedrigeren Rangdifferenzen für den Nitratgehalt und den Vitamin C Gehalt im Vergleich zu Ertrag und Marktwarenteil (Tab. 8) werden als Maß für eine höhere Stetigkeit interpretiert. Daraus lässt sich ableiten, dass die Gehalte der wertbestimmenden Inhaltsstoffe stärker als sortentypische, relativ stabile Eigenschaften angesehen werden müssen als deren Ertragsleistung.

Die Effekte der wichtigsten Einflussfaktoren auf den Ertrag und ausgewählte Inhaltsstoffe von Kartoffeln unter den Anbaubedingungen des ökologischen Landbaus sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Das Niveau des Stärkegehaltes und noch deutlicher des Nitratgehaltes ist von der Jahreswitterung abhängig, auf dem sich dann die sortentypischen Unterschiede ausprägen (Tab. 9). Dem gegenüber ist der Vitamin C Gehalt in erster Linie von der Sortenwahl abhängig und wird im Niveau durch die physiologische Reife modifiziert. Beim Stickstoffgehalt bestehen ebenfalls Sortenunterschiede. Eine sehr gute Stickstoffversorgung kann zu höheren N- und Nitratgehalten führen, die Auswirkung auf den Vitamin C Gehalt ist nicht eindeutig.

Danksagung. Das Projekt wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens zur Optimierung des Kartoffelanbaues, das vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert wird, durchgeführt und zusätzlich von der Versuchsstation Klostergut Scheuern unterstützt.

Literatur

- Abele U (1987): Produktqualität und Düngung – mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch. – Schriftenreihe BML, Angew Wissenschaft H 345
 Alieva EI, Trofimova NP (1985): Effects of different organic fertilizer types on potato yield and quality. – *Agrokhimiya* 10, 73-76
 Beschreibende Sortenliste Kartoffeln (1998): Hrsg. Bundessortenamt

- Besson JM, Meyre S, Niggli U (1991): DOK-Versuch: vergleichende Langzeit-Untersuchungen in den drei Anbausystemen biologisch-Dynamisch, Organisch-biologisch und Konventionell. II. Ertrag der Kulturen: Kartoffeln, 1. und 2. Fruchtfolgeperiode. – *Schweiz Landw For* 31, 127-155
 Diätverordnung (1988): Verordnung über diätetische Lebensmittel Vom 25. August 1988 (BGBl. I S 1713), zuletzt geändert durch Gesundheitseinrichtungen-Neuordnungsgesetz vom 24.6.1994 (BGBl. I S. 1416, 1420)
 Böhm H (1999): Qualität und Ertrag von Speisekartoffeln im ökologischen Landbau: Einfluss von Sortenwahl und Düngung. – *Mitt Ges Pflanzenbauw* 12, 113-114
 Böhm H, Dewes T (1995): Qualitäts- und Lagereigenschaften ausgewählter Kartoffelsorten aus ökologischem Anbau. – *Beitr. zur 3. Wiss.-Tagung zum Ökolog. Landbau*, Kiel, 45- 48
 Böhm H, Dewes T (1997): Auswirkungen gesteigerter Stallmistdüngung auf Ertrag, Qualität und Nachernteverhalten bei ausgewählten Kartoffelsorten. – *Beitr. 4. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau*, Bonn, 368-374
 Brouwer W (1976): Handbuch des speziellen Pflanzenbaus, Band II. – Parey-Verlag, Berlin, Hamburg
 Cieslik E (1994): The effect of naturally occurring vitamin C in potato tubers on the level of nitrates and nitrites. – *Food Chemistry* 49, 233-235
 Divis J, Vodicka J. (1998): The yield and quality of potatoes grown conventionally and on a biofarm. – *Sbornik Jikoceska Univerzita Zemedelska Fakulta. Ceske-Budejovice. Fytotechnicka Rada* 15, 71-80
 Furudate A, Senda K, Meguro T (1998): Ranges of protein, phosphorus and vitamin C contents in potato cultivars. – *Bull. of Hokkaido Prefectural Agric Exp Stations* 75, 15-19
 Galeev RR, Simonov VM (1987): Efficiency of the application of mineral fertilizer to potatoes. *Agrokhimiya* 9, 49-51
 Grassert V, Vogel J, Neubauer W, Bartel W (1990): Aspekte des Nitratgehalts von Speisekartoffeln unter Berücksichtigung mehrjähriger Ergebnisse. *Kartoffelbau* 41, 398-400
 Jaervan M, Laitamm H (1998): Effect of cultivation method on the yield and biological quality of garden crops and on the microbiological processes in soil. *Trans of the Estonian Academic Agric Soc*, April 1998, 19-22.
 Karalus W, Domes A, Rauber R (1995): Einfluss der Sortenwahl und des Vorkeimens auf den Nitratgehalt von Kartoffelknollen im ökologischen Landbau. *Beitr. zur 3. Wiss.-Tagung zum Ökolog. Landbau*, Kiel, 53- 56
 Keijbets MJH, Ebbenhorst-Seller G (1990): Loss of vitamin C (L-ascorbic acid) during long-term cold storage of Dutch table potatoes. *Pot Res* 33, 125-130
 Kolbe H (1987): Untersuchungen zur Bedeutung des Nitratgehaltes in Kartoffelknollen. *Der Kartoffelbau* 38, 105-109
 Kolbe H (1990): Kartoffeldüngung unter differenzierten ökologischen Bedingungen. *Severin Verlag, Göttingen*, 293 S
 Kolbe H (1997): Einflussfaktoren auf die Inhaltsstoffe der Kartoffel, Teil 7; Vitamine. *Kartoffelbau* 48, 34-39
 Kölsch E, Stöppler H (1989): Pflanzgutvermehrung verschiedener Kartoffelsorten im ökologischen Landbau. *bioland* 1989 5, 11-13
 Kölsch E, Stöppler H (1990): Kartoffeln im ökologischen Landbau. *KTBL, Darmstadt*, 1990, 110 S
 Kölsch E, Stöppler H, Vogtmann H, Bätz W (1991): Kartoffeln im ökologischen Landbau: 2. Lagereignung, Inhaltsstoffe und sensorische Qualität. *Der Kartoffelbau* 42, 68-75
 Lindberg J, Hessel A (1995): Vitamin C (askorbinsyra) i potatis. *Var-Foda* 47, 42-44
 McDole RE, McMaster GM (1978): Effects of moisture stress and nitrogen fertilization on tuber nitrate-nitrogen content. *Amer Potato J* 55, 611-619

- Meinck S (1999): Speisekartoffelanbau im ökologischen Landbau – Optimierung des Anbauverfahrens durch Sortenwahl und Phytophthora Prophylaxe. Diss, Kassel
- Möller K (2001): Einfluss und Wechselwirkung von Krautfäulebefall (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) und Stickstoffernährung auf Knollenwachstum und Ertrag von Kartoffeln (*Solanum tuberosum* L.) im ökologischen Landbau. Dissertation TU München
- Möller K, Reents HJ, Habermeyer H (1996): Ökologischer Kartoffelanbau in Bayern - Ergebnisse einer Umfrage. Der Kartoffelbau 47, 348-351
- Möller K, Habermeyer J, Reents HJ (1999): Einfluss und Wechselwirkung von Stickstoffangebot und Krautfäulebefall auf die Ertragsbildung im ökologischen Kartoffelbau. In: Beitr. zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökol. Landbau, Berlin 1999. Verl. Dr. Köster, 202-205
- Mullin WJ, Jui PY, Nadeau L, Smyrl TG (1991): The vitamin C content of seven cultivars of potatoes grown across Canada. Canad Inst of Food Sci and Techn Jour 24, 169-171
- Neubauer A, Prien G (1993): Der Nitratgehalt von Kartoffeln im Ergebnis von Feldexperimenten zu umweltschonender Anbautechnik. Agribiol Res 46, 120-125
- Neubauer A, Westphal A, Griess I (1991): Zur Ausprägung des Nitratgehaltes in Kartoffelknollen in Abhängigkeit von einigen produktionstechnischen Massnahmen und Schlussfolgerungen für den Anbau. Der Kartoffelbau 42, 56-59
- Neuhoff D, Schulz DG, Köpke U (1997): Einfluss von Sorte und gesteigerter Rottemistdüngung auf Ertrag und Qualität von mittelfrühen Speisekartoffeln. Beitr. 4. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau, Bonn, 361-367
- Ökotest (1996): Dolle Knolle, Ökotest Nr. 10, 44-48
- Prugar JJ, Starková, Petr J (1997): Konventionell und ökologisch erzeugte Kartoffeln im Vergleich, Ernte 1996. Deut Ges f Qualitätsforschung, XXXII Vortragstagung, 341-344
- Putz B (1991): Nitrat in Kartoffeln. Agribiol Res 44, 30-36
- Putz B, Bergtaller W (1989): Nitrat in Kartoffeln – Nährstoff, Schadstoff, Schnellbestimmung. Ber. der 11. Kartoffeltagung, Granum Verlag, Detmold, 32-42
- Reents HJ, Tucher von S (1997): Bestimmung von Nitrat in Kartoffeln mit unterschiedlichen Methoden. Agribiol Res 50, 359-365
- Rogozinska I (2000): Vitamin C Gehalt in Kartoffelknollen. Kartoffelbau 51, 108-110
- Stein-Bachinger K (1994): Optimierung der zeitlich und mengenmässig differenzierten Anwendung von Wirtschaftsdüngern im Rahmen der Fruchtfolge organischer Anbausysteme. Diss. Bonn
- Stöppler H, Kölsch E, Vogtmann H, Bätz W (1990): Kartoffeln im ökologischen Landbau: 1. Vermehrung, Ertragsniveau und agronomische Merkmale. Der Kartoffelbau 41, 448-453
- von Wistinghausen E (1984): Düngung und biologisch-dynamische Präparate. Verlag Lebendige Erde
- Weber L, Putz B (1998): Vitamin C Gehalt in Kartoffeln. Kartoffelbau 49, 278-281
- Woolfe JA (1987): The potato in the human diet. Cambridge Univ Press, 93-96

Eingegangen: 09. 10. 2000
 Akzeptiert: 04. 03. 2001
 OnlineFirst: 17. 04. 2001