

SCHULZ, D.G., KOCH, K., KROMER, K.-H. und U. KÖPKE (1997a): Einfluß unterschiedlicher Anbauarten – mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch – auf Kartoffeln: Inhaltsstoffe, Sensorik, Festigkeitskennwerte und bildschaffende Methoden. Tagungsband zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 3.-4. März 1997, Universität Bonn. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin, ISBN3-89574-225-2. S. 382-388.

## **Einfluß unterschiedlicher Anbauarten – mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch – auf Kartoffeln: Inhaltsstoffe, Sensorik, Festigkeitskennwerte und bildschaffende Methoden**

Dirk Gerhard Schulz<sup>\*</sup>, Karsten Koch<sup>#</sup>, Karl-Hans Kromer<sup>#</sup>, Ulrich Köpke<sup>\*</sup>

### **Einleitung**

Die Qualität von Nahrungsmitteln kann durch ihren Gehalt an wertgebenden und wertmindernden Inhaltsstoffen charakterisiert werden (SCHUPHAN, 1961). Weitere Qualitätsmerkmale, die vor allem für die heutigen Konsumenten ausschlaggebende Kaufkriterien für Kartoffeln darstellen, sind der Geschmack und die Lagerfähigkeit. Darüber hinaus findet der Begriff „Vital-Qualität“ oder „Vital-Aktivität“ Verwendung, der nach BALZER-GRAF und BALZER (1991) die „Lebenstätigkeit“ eines Lebensmittels charakterisiert.

Die Anwendung der biologisch-dynamischen Präparate ist für die biologisch-dynamisch wirtschaftenden landwirtschaftlichen Betriebe verbindlich. Sie kommen daher auf ca. 20% der ökologisch bewirtschafteten Fläche in Deutschland zur Anwendung. Diese Präparate sollen nicht primär dazu dienen, den Ertrag zu steigern, vielmehr wird vermutet, daß sie die Qualität der Nahrungsmittel über einen ausgeglichenen Nährstoffgehalt und günstiges Nachernteverhalten steigern können.

Aufgabe der hier vorgestellten Untersuchungen war es zu ermitteln, wie unterschiedliche Anbauarten (mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch) und Düngungsintensität die inhaltsstoffliche, sensorische und „Vital-Qualität“ sowie die Gewebefestigkeit von Kartoffeln beeinflussen.

### **Material und Methoden**

#### **Standort**

Die hier in Auszügen vorgestellten Ergebnisse beruhen auf Untersuchungen von Kartoffelproben der Sorte 'Granola', die in den Jahren 1993-1996 aus einem seit 18 Jahren am Institut für biologisch-dynamische Forschung (Darmstadt) laufenden Versuch zur Verfügung gestellt wurden. Das Versuchsfeld liegt 100 m ü. NN. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt im langjährigen Durchschnitt 590 mm (279 mm Mai-September). Eine Beregnung ist möglich und wird i.d.R. durchgeführt, ist aber technisch bedingt in

---

<sup>\*</sup> Institut für Organischen Landbau, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Katzenburgweg 3, 53115 Bonn, Tel.: 0228-73-2883, Fax: 0228-73-5617, eMail: schulz@uni-bonn.de

<sup>#</sup> Institut für Landtechnik, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Nußallee 5, 53115 Bonn, Tel.: 0228-73-2392, Fax: 0228-73-2596, eMail: lutz.damerow@uni-bonn.de

Trockenperioden nicht immer ausreichend. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9,5°C. Der Boden ist als sandige Braunerde mit Tonbändern anzusprechen (87,2% Sand, 8,2% Schluff, 4,6% Ton im A<sub>p</sub>-Horizont) (RAUPP, 1995). Der Versuch wurde als 2-faktorielle Spaltanlage mit den Großteilstücken "Düngungsart" (mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch) und den Unterteilstücken "Düngungsstufen" (entsprechend 50 kg, 100 kg, 150 kg N/ha) mit 4 Wiederholungen angelegt. Die mineralische Variante wurde (nicht sachgerecht) mit 60er-Kali (Kalium-Chlorid) gedüngt, die organische und biologisch-dynamische Variante mit Stallmistkompost, wobei letztere noch die biologisch-dynamischen Kompostpräparate erhielt. Aufgrund der Laufzeit des Versuches kann man von kumulativen Effekten ausgehen.

#### Probenvorbereitung

Nach der Ernte wurden die Kartoffeln zur Wundheilung 14 Tage bei Außentemperatur gelagert und danach sortiert. 50 Knollen jeder Variante wurden gewaschen, in Längsrichtung in Achtel geschnitten, in flüssigem Stickstoff schockgefroren, gefriergetrocknet, vermahlen, mit Stickstoff geflutet und anschließend luftdicht im Dunkeln gelagert.

#### Methoden

Trockenmasse: Gravimetrisch nach Trocknung bei 105°C.

Niedermolekulare Kohlenhydrate: Glukose, Fruktose und Saccharose wurden mit einem Discontinuos-Flow-Gerät der Firma HITACHI enzymatisch analysiert.

Dichte/Stärke: Die Dichte von Knollen des Versuchsjahres 1995 wurde von KOCH (1997) mittels einer Unterwasserwaage bestimmt. Die Dichte von Kartoffeln ist nach PUTZ (1987) mit einem Koeffizienten von 0,92 mit dem Stärke-Gehalt korreliert. Die ermittelten Werte werden zur Zeit mit einer enzymatischen Methode validiert.

Säureanionen: Fluorid, Chlorid und Phosphat wurden mit einem Ionenchromatograph der Firma DIONEX analysiert.

Asche: Gravimetrisch nach Veraschung im Muffelofen bei 550°C.

Kohlenstoff und Stickstoff: Elementaranalyse nach DUMAS-MERZ mit dem Elementaranalysator (CARLO ERBA).

Sensorik: Die Bundesanstalt für Ernährung in Karlsruhe führte bewertende Prüfungen mit Skale (DIN10952) durch. Beurteilt wurden Farbe, Konsistenz, Geschmack und Geruch.

Festigkeitskennwerte: Die Untersuchungen zu diesem Parameter wurden am Institut für Landtechnik, Bonn, durchgeführt. Eine nähere Beschreibung der angewandten Methoden findet sich bei KOCH et al. (1997).

Bildschaffende Methoden: Das Labor Dr. Balzer-Graf (Wetzikon, Schweiz) führte an codierten Proben Untersuchungen der sog. „Vitalqualität“ mit Hilfe der bildschaffenden Methoden Kupferchloridkristallisation und Rundfilterchromatogramm nach PFEIFFER (BALZER-GRAF, 1987; PFEIFFER, 1960) sowie Steigbild nach WALA (ENGQVIST, 1970) durch.

#### **Ergebnisse und Diskussion**

In allen Versuchsjahren war der *Trockenmassegehalt* der biologisch-dynamischen Knollen im Vergleich zu den mineralisch und organisch gedüngten Knollen höher (Tabelle 1).

Tab. 1: Trockenmasse-Gehalt (in %) von Kartoffelknollen in Abhängigkeit von der Düngungsart (Darmstadt 1993, 1994, 1995) (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede;  $\alpha = 0,05$ )

Düngungs-Art	Trockenmasse-Gehalt (%)					
	1993		1994		1995	
<i>mineralisch</i>	13,25	b	15,50	a	17,96	a
<i>organisch</i>	14,96	a	15,36	a	18,17	a
<i>biol.-dyn.</i>	15,53	a	16,36	a	18,74	a

In allen Versuchsjahren wurde der Trockenmassegehalt der Knollen durch die Steigerung der Düngung tendenziell gesenkt. Besonders deutlich konnte an Knollen der Ernte 1995 festgestellt werden, daß die mineralisch gedüngten Kartoffeln auf die Erhöhung der Düngung mit einer relativ stärkeren Abnahme des Trockenmassegehaltes reagierten als die organisch gedüngten Vergleichsvarianten (Abb. 1). Der Trockenmassegehalt der biologisch-dynamisch gedüngten Kartoffeln wurde in diesem Jahr durch die gesteigerte Düngung nicht verändert.

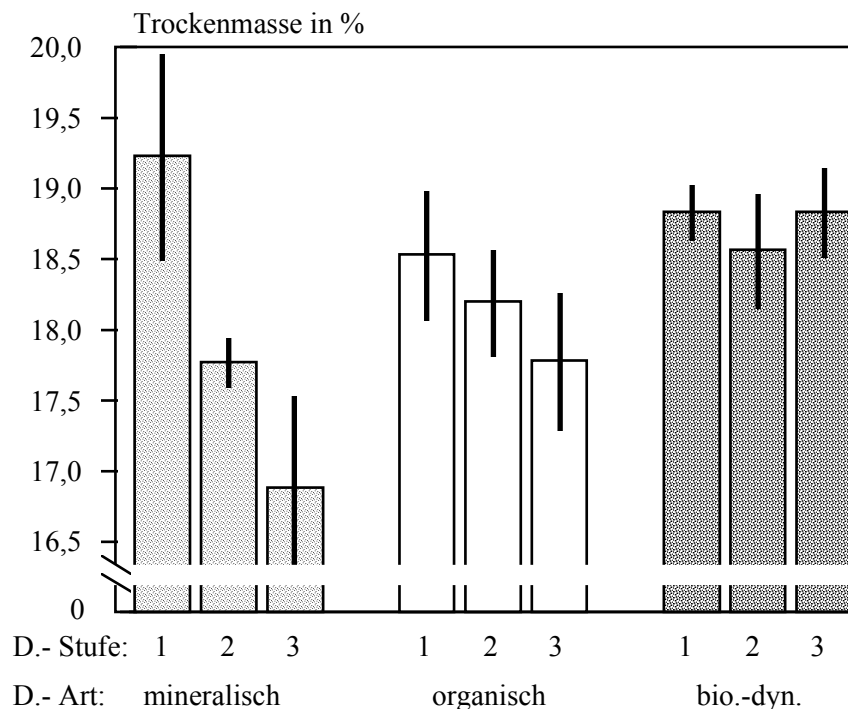


Abb. 1: Trockenmasse-Gehalt (in %) von Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Düngungsart und -höhe (Darmstadt 1995).

Inhaltsstoffe:

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Inhaltsstoffuntersuchungen auf den Trockenmassegehalt bezogen, da es wegen der Zunahme des Wassergehaltes als Folge der Intensivierung der Düngung zu einem Verdünnungseffekt hinsichtlich der Inhaltsstoffe kam.

Die niedermolekularen Kohlenhydrate *Glukose*, *Fruktose* und *Saccharose* wurden bislang bei den Knollen des Versuchsjahres 1994 analysiert. Die Saccharose-Gehalte der mineralisch gedüngten Knollen nahmen von Düngungsstufe 1 zu 2 signifikant um 23,5% ab, von Stufe 2 zu 3 verringerten sie sich nicht mehr signifikant (Abb. 2, links).

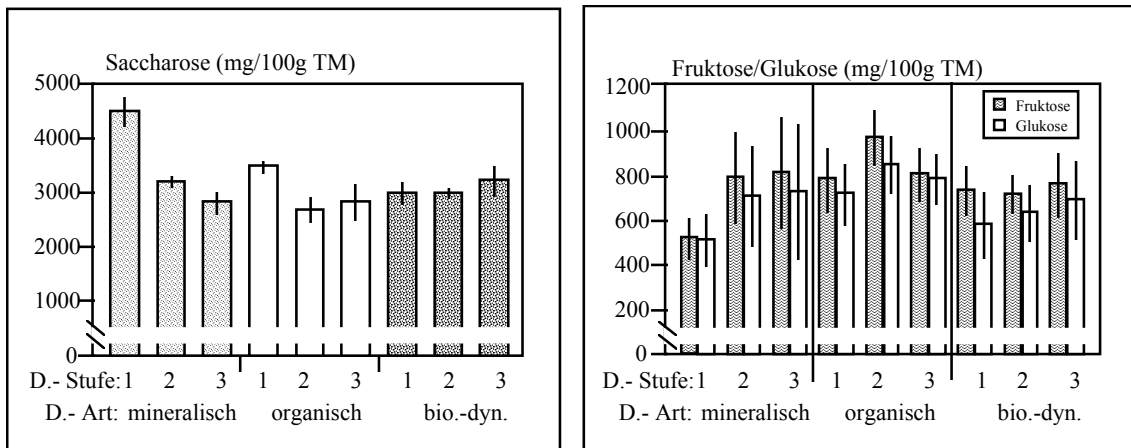


Abb. 2: Saccharose (links), Glukose und Fruktose (rechts) in Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Düngungsart und -höhe (Darmstadt, 1994).

Die Steigerung der organischen Düngung ergab in der Variante 'organisch' ebenfalls eine signifikante Reduzierung der Saccharose von Düngungsstufe 1 zu 2, aber keine signifikante Änderung bei Steigerung von Stufe 2 zu 3. Die Variation der Düngung bewirkte in der Variante 'biologisch-dynamisch' einheitlich niedrige Saccharosegehalte. Die Intensivierung der mineralischen Düngung verursachte eine nicht signifikante Zunahme der Glukose- und Fruktose-Gehalte von der 1. zur 2. Düngungsstufe um 20,5% bzw. 17% (Abb. 2, rechts). Die Düngungsintensivierung zu Stufe 3 bewirkte keine weitere Zunahme. Die Knollen der 'organischen' Variante reagierten auf die Intensivierung der Düngung mit einem leichten, nicht signifikanten Anstieg der Glukose- und Fruktose-Gehalte von Stufe 1 zu 2 und einer Abnahme zu Stufe 3 hin. Eine Tendenz zu geringfügig höheren Glukose-Gehalten bewirkte die Düngungssteigerung bei den biologisch-dynamisch gedüngten Kartoffeln. Die Fruktose-Gehalte blieben bei dieser Variante unverändert.

Der *Stärke*-Gehalt von Kartoffeln ist nach PUTZ (1987) mit einem Koeffizienten von 0,92 mit der *Dichte* korreliert. Die Dichte wurde bei den Knollen der Ernte von 1995 von KOCH (1997) ermittelt. Mit zunehmender Düngung nahm die Dichte der mineralisch gedüngten Kartoffeln kontinuierlich ab. Die biologisch-dynamisch gedüngten Kartoffeln wiesen eine Abnahme von Stufe 1 zu 2, aber eine Zunahme der Dichte von Stufe 2 zu 3 auf. Die Knollen der organisch gedüngten Varianten verhielten sich uneinheitlich.

In allen Versuchsjahren bewirkte die Erhöhung der organischen und der biologisch-dynamischen Düngung eine z.T. signifikante Steigerung des *Chlorid*-Gehaltes. Die Steigerung der mineralischen Düngung dagegen bewirkte eine Reduzierung der Chlorid-Gehalte (Abb. 3). Über die drei Düngungsstufen gemittelt der Chlorid-Gehalt der mine-

ralischen Variante um etwa 30% (1993), 100% (1994) bzw. 70% (1995) signifikant höher als in den organisch und biologisch-dynamisch gedüngten Varianten. Dieser Sach-verhalt ist auf die nicht sachgerechte Düngung der Variante 'mineralisch' mit 60er-Kali, also einem Kaliumchlorid-Dünger, der bei der Düngung von Kartoffeln nicht zur Anwendung kommen sollte, zurückzuführen.

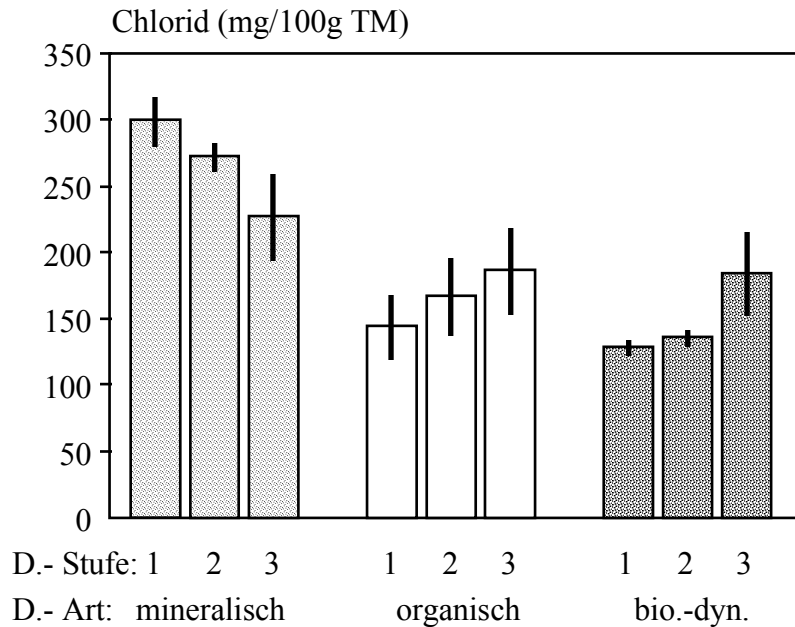


Abb. 3: Chlorid-Gehalt von Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Düngungsart und Düngungsmenge (Darmstadt, 1995).

Der *Fluorid*-Gehalt nahm mit Intensivierung der mineralischen Düngung in allen 3 Versuchsjahren zum Teil signifikant zu (von Stufe 1 zu 3 in 1993: +14%, in 1994: +10%, in 1995: +17%). Die beiden anderen Varianten reagierten uneinheitlich. Hinsichtlich des Parameters *Phosphatgehalt* waren keine Unterschiede der verschiedenen Anbauarten zu erkennen.

Die Intensivierung der Düngung bewirkte bei den Knollen des Versuchsjahre 1995 in allen Varianten eine signifikante Erhöhung des *Asche*-Gehaltes, wobei die mineralisch gedüngten Knollen die geringsten Asche-Gehalte aufwiesen (4,1%; organisch: 4,4%; biologisch-dynamisch: 4,5%). Dabei war die Zunahme in den mineralischen Varianten von Stufe 1 zu 3 mit +11% am geringsten (Tabelle 2). Der Asche-Gehalt der organisch und der biologisch-dynamisch gedüngten Knollen nahm von Stufe 1 zu Stufe 3 um 17% zu. Die Proben der übrigen Versuchsjahre werden derzeit noch analysiert.

Tab. 2: Asche-Gehalt (in %) von Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Düngungsart und Düngungsmenge (Darmstadt 1995)

Düngungs-Art	Aschegehalt (% d. TM)			Ø
	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	
mineralisch	3,86	4,10	4,41	4,12
organisch	3,93	4,54	4,65	4,37
biol.-dyn.	4,15	4,45	5,03	4,54

Die Steigerung der mineralischen Düngung hatte beim Versuch des Jahres 1993 eine 16%ige Zunahme des Stickstoffgehaltes zur Folge, in den darauffolgenden Jahren war

die Zunahme weitaus geringer. Die Intensivierung der biologisch-dynamischen Düngung bewirkte im Jahre 1994 eine 14%ige Abnahme des Stickstoff-Gehaltes. Die organisch gedüngten Varianten wurden durch die Steigerung der Düngung nur geringfügig und nicht einheitlich beeinflusst. Die *Kohlenstoff*-Gehalte in den Kartoffelknollen wurden durch die unterschiedlichen Behandlungen nicht beeinflusst.

#### *Festigkeitskennwerte:*

Die Festigkeitskennwerte wurde an den Knollen des Jahres 1995 von KOCH et al. (1997) untersucht. Beide der angewendeten Testverfahren, Stempeltest und Pendeltest, zeigten deutliche Übereinstimmungen in den Ergebnissen. Insgesamt wurden die Knollen der organisch gedüngten Varianten als geringfügig besser als die biologisch-dynamisch gedüngten Knollen bewertet. Deutlich schlechter wurden die mineralisch gedüngten Kartoffeln beurteilt.

#### *Sensorik:*

Die Bundesanstalt für Ernährung in Karlsruhe nahm an den Knollen der Jahre 1994-1996 sensorische Untersuchungen mit Skale vor. Bei den Knollen aller Versuchsjahre deutete sich an, daß mit zunehmender Düngung die sensorische Qualität (Geschmack, Konsistenz, Farbe, Geruch) leicht abnahm. Diese Tendenz war besonders deutlich bei den mineralisch gedüngten Varianten. Im Mittel wurden die Düngungsarten dennoch als gleichwertig beurteilt.

#### *Bildschaffende Methoden:*

Das Labor Dr. Balzer-Graf (Wetzikon, Schweiz) führte an codierten Proben der Versuchsjahre 1994 und 1995 Untersuchungen der sog. „Vitalqualität“ mit Hilfe sog. „Bildschaffender Methoden“ durch. Die mit den Präparaten behandelten Knollen des Versuches 1994 wurden dabei trennscharf von den unbehandelten unterschieden. Auch die Düngungsstufen wurden richtig zugeordnet, wobei allerdings drei Hinweise („Gruppierung falsch“) nötig waren, die die Wahrscheinlichkeit einer zufällig korrekten Zuordnung von 1:15 auf 1:13 erhöhten.

Auch bei den Proben des Jahres 1995 konnten nach einem Hinweis die Düngungsstufen korrekt zugeordnet werden, während die Düngungsarten nur teilweise richtig identifiziert wurden. Im Gegensatz zu den Untersuchungen der Proben des Jahres 1994 wurde bei diesen Proben also die Präparatebehandlungen nicht eindeutig identifiziert, wohl aber die Düngungsintensität.

### **Schlußfolgerung**

Grundsätzlich sprachen die Kartoffeln der Sorte 'Granola' sehr schwach auf die eingesetzten Versuchsfaktoren an, sodaß die Unterschiede selten statistisch abgesichert werden konnten.

Bei denjenigen Inhaltsstoffen, die deutlicher auf den Anbaufaktor Düngermenge ansprechen, reagierten die Knollen der mineralisch gedüngten Varianten eindeutig stärker (Abnahme der Trockenmasse, der Saccharose-, Stärke- und Chlorid-Gehalte, Zunahme der Glukose-, Fruktose-, Fluorid- und Asche-Gehalte) als die Vergleichsvarianten. Ein Grund hierfür könnte die schnellere Verfügbarkeit des mineralischen Düngers gewesen sein.

Die biologisch-dynamisch gedüngten Knollen zeigten nur bei drei Parametern dieselbe Reaktion auf die Intensivierung der Düngung wie die organisch gedüngten auf (Zunahme der Chlorid- und Asche-Gehalte, gleichbleibende Fluorid-Gehalte). Bei vier Merkmalen reagierten die biologisch-dynamischen Knollen überhaupt nicht oder sehr gering, wogegen die organisch gedüngten Kartoffeln eine Abnahme im Trockenmasse- und Saccharosegehalt bzw. keine gerichteten Tendenzen in den Glukose- und Fruktosegehalten aufwiesen.

Die Festigkeitskennwerte der mineralisch gedüngten Kartoffeln wurde, im Vergleich zu den beiden anderen Varianten, schwächer bewertet. Die sensorischen Untersuchungen ergaben keine Bevorzugung einzelner Varianten, jedoch, besonders bei der mineralischen Variante, eine tendenzielle Abnahme der sensorischen Qualität mit zunehmender Düngung. Die Ergebnisse der Untersuchungen zur „Vitalqualität“ mit Hilfe bildschaffender Methoden bestätigte die prinzipielle Eignung dieser Methode für ergänzende Qualitätsuntersuchungen.

Eine abschließende Beurteilung der Qualität der unterschiedlichen Anbauvarianten wird erst in Verbindung der bisherigen Daten mit noch zur Analyse anstehenden Parametern (Nitrat, Aminosäuren, Ascorbinsäure, Kalium) möglich sein. Des weiteren wird in laufenden Sortenversuchen geprüft, ob andere Sorten stärker auf die verschiedenen Versuchsfaktoren reagieren.

#### **Danksagung**

Die Autoren danken Frau T. Hannewald und Herrn D. Zedow für ihre Unterstützung im Labor, sowie Dr. J. Raupp (Institut für biologisch-dynamische Forschung, Darmstadt) für die Überlassung der Proben. Für die Durchführung der sensorischen Untersuchungen wird Frau M. Braun und Herrn W. Wolf (Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe) gedankt. Die Finanzierung des Projektes erfolgte im Rahmen der DFG-Forschergruppe „Optimierungsstrategien im Organischen Landbau“.

#### **Literatur**

- BALZER-GRAF, U. (1987): Vitalaktivität von Nahrungsmitteln im Spiegel bildschaffender Methoden. Elemente der Naturwissenschaft, 46, S. 69-92.
- BALZER-GRAF, U. und F.M. BALZER (1991): Steigbild und Kupferchloridkristallisation - Spiegel der Vitalaktivität von Lebensmitteln. In: Meier-Ploeger A., Vogtmann H. (Hrsg.): Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Stiftung Ökologie und Landbau, Bad Dürkheim, u. Verlag C. Müller GmbH, Karlsruhe, 1991, S. 163-210.
- ENGQVIST, M. (1970): Gestaltkräfte des Lebendigen. Vittorio Klostermann Verlag, Frankfurt.
- KOCH, K. (1997): (mdl. Mitteilung) Institut für Landtechnik, Universität Bonn.
- KOCH, K., DAMEROW, L., KROMER, K.-H. (1997): Einfluß gesteigerter mineralischer, organischer und biologisch-dynamischer Düngung und der Lagerdauer auf Festigkeitskennwerte von Kartoffeln. Tagungsband zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 3.-4. März 1997, Universität Bonn. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin, ISBN3-89574-225-2.
- PUTZ, B. (1987): Neue Unterwassergewichtswaage für die Züchter. Der Kartoffelbau, 38 Jg. (9), S. 355-356.
- PEIFFER, E.E. (1960): Chromatograms of grain and flour, Bio-Dynamics, 54, pp. 2-15.
- RAUPP, J. (1995): The long-term trial in Darmstadt: Mineral fertilizer, composted manure and composted manure plus all biodynamic preparations. In: RAUPP, J. (Eds.): Main effects of various organic and mineral fertilization on soil organic matter turnover and plant growth. EC-concerted action

„Fertilization Systems in Organic Farming“, Publications of the Institute for Biodynamic Research,  
Darmstadt, Vol. 5, pp. 28 - 36.

SCHUPHAN, W. (1961): Zur Qualität von Nahrungspflanzen. BLU-Verlag; München, Bonn, Wien.