

**Landbauforschung**  
*vTI Agriculture and  
Forestry Research*

**Sonderheft 348**  
*Special Issue*

## **Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion**

Herwart Böhm (Hrsg.)

Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)  
Institut für Ökologischen Landbau  
Trenthorst 32, 23847 Westerau



## Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion

mit den Projekten

Aufarbeitung und Diskussion des aktuellen Wissens, Ableitung des weiteren Forschungsbedarfes unter Einbeziehung von Forschung, Beratung und Praxis (FKZ 06 OE 125: vTI, Institut für Ökologischen Landbau)

Entwicklung und Etablierung eines Benchmarkings zur Optimierung des heimischen Bio-Kartoffelanbaus (FKZ 06 OE 149: Bioland-Beratung GmbH)

Optimierung von Anbauparametern zur Steigerung der sensorischen Qualität von Öko-Kartoffeln (FKZ 06 OE 295: Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern e.G.)

gefördert mit Mitteln des Bundesprogramms  
Ökologischer Landbau und andere Formen  
nachhaltiger Landwirtschaft



Laufzeit und Berichtszeitraum: 01.05.2007 – 31.05.2011

### Durchführende Institutionen



vTI Institut für Ökologischen Landbau (OEL) Trenthorst 32 23847 Westerau	Bioland Beratung GmbH Geschäftsstelle Augsburg Auf dem Kreuz 58 86152 Augsburg	Ökoring e.V. Bahnhofstraße 15 27374 Visselhövede	Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern e.G. Rommersch 13 59510 Lippetal-Lippborg	Qualitäts-Management-Beratung für Öko-Produkte Niddastraße 41 63329 Egelsbach	ttz Bremerhaven Lengstraße 3 27572 Bremerhaven
Dr. Herwart Böhm Tel.: 04539 8880 313 FAX: 04539 8880 140 E-Mail: herwart.boehm@vti.bund.de	Jan Plagge Tel.: 0821 34680 131 FAX: 0821 34680 135 E-Mail: jplagge@bioland-beratung.de	Wilfried Dreyer Tel.: 04262 95940 FAX: 04262 959433 E-Mail: w.dreyer@oekoring.de	Franz Westhues (GF) Tel.: 02527 9302 0 FAX: 02527 9302 20 E-Mail: mg@Marktgenossenschaft.de	Dr. Sylvia Mahnke-Plesker Tel.: 06103 4866 33 FAX: 06103 4866 22 E-Mail: mahnke-plesker@t-online.de	Kirsten Buchecker Tel.: 0471 309933 13 FAX: 0471 309933 12 E-Mail: Kbuch@ttz-bremerhaven.de



## Inhaltsverzeichnis

Forschungsprojekt zur Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion – Hintergrund und Projektbeschreibung <i>Herwart Böhm, Wilfried Dreyer, Jana F Dresow, Christian Landzettel, Kirsten Buchecker, Sylvia Mahnke-Plesker und Franz Westhues</i>	1-13
Anbaubedeutung von Kartoffeln im Ökologischen Landbau, Vermarktung und zukünftige Entwicklungen <i>Herwart Böhm, Wilfried Dreyer und Kirsten Buchecker</i>	15-24
Das Kartoffel-QM als Werkzeug in der Fachberatung <i>Christian Landzettel und Wilfried Dreyer</i>	25-30
Anbaumanagement auf den untersuchten Projektbetrieben <i>Christian Landzettel und Wilfried Dreyer</i>	31-42
Fruchtfolgestellung und N-Versorgung von Kartoffeln im Ökologischen Landbau sowie Möglichkeiten der Überprüfung des N-Versorgungsstatus <i>Wilfried Dreyer, Herwart Böhm und Jana F Dresow</i>	43-54
Herausarbeitung und Bewertung sortenspezifischer Eigenheiten hinsichtlich Nitrat- und Stärkegehalte, Missbildungen und Beschädigungen <i>Christian Landzettel und Wilfried Dreyer</i>	55-60
Auswirkungen der Wurzeltöterkrankheit ( <i>Rhizoctonia solani</i> ) auf die Kartoffelqualität <i>Wilfried Dreyer und Christian Landzettel</i>	61-66
Drahtwurmschäden <i>Christian Landzettel und Wilfried Dreyer</i>	67-78
Entwicklung einer Methode zur Sensorischen Analyse von Bio-Kartoffeln <i>Sylvia Mahnke-Plesker, Kirsten Buchecker und Franz Westhues</i>	79-85
Sensorische Sortenprofile <i>Kirsten Buchecker, Sylvia Mahnke-Plesker und Franz Westhues</i>	87-97
Interpretation ausgewählter sensorischer Ergebnisse von Bio-Kartoffeln durch den Vergleich der Werte mittels Boxplots <i>Kirsten Buchecker, Sylvia Mahnke-Plesker, Herwart Böhm, Franz Westhues</i>	99-110
Zusammenhang zwischen Sensorik und Anbauparametern von Bio-Kartoffeln nach Ernte und Lagerung <i>Sylvia Mahnke-Plesker, Kirsten Buchecker, Herwart Böhm, Franz Westhues</i>	111-128
Bestimmungsfaktoren für den Ertrag sowie die Qualitätsausbildung von ökolo- gisch erzeugten Kartoffeln unter Verwendung der multiplen Regressionsanalyse <i>Herwart Böhm, Annkathrin Gronle, Wilfried Dreyer, Christian Landzettel, Kirsten Buchecker, Sylvia Mahnke-Plesker und Franz Westhues</i>	129-139



## **Forschungsprojekt zur Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion – Hintergrund und Projektbeschreibung**

HERWART BÖHM<sup>1</sup>, KIRSTEN BUCHECKER<sup>2</sup>, JANA F DRESOW<sup>1</sup>, WILFRIED DREYER<sup>3</sup>,  
CHRISTIAN LANDZETTEL<sup>4</sup>, SYLVIA MAHNKE-PLESKER<sup>5</sup>, FRANZ WESTHUES<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32,  
23847 Westerau, herwart.boehm@vti.bund.de

<sup>2</sup> ttz, Sensoriklabor, Lengstr. 3, 27572, Bremerhaven, Kbuch@ttz-bremerhaven.de

<sup>3</sup> Ökoring e.V., Bahnhofstr. 15, 27374, Visselhövede, w.dreyer@oekoring.de

<sup>4</sup> Bioland-Beratung, Auf dem Kreuz 58, 86152, Augsburg, clandzettel@bioland-beratung.de

<sup>5</sup> Qualitäts-Management-Beratung für Öko-Produkte, Niddastr. 41, 63329, Egelsbach,  
Mahnke-Plesker@t-online.de

<sup>6</sup> Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern e.G., Rommersch 13, 59510 Lippetal-Lippborg,  
f.westhues@marktgenossenschaft.de

### **Zusammenfassung**

Der Anbau von Kartoffeln im Ökologischen Landbau unterliegt hohen Anforderungen bei der Vermarktung im Hinblick auf die optische und sensorische Qualität. Für die betriebswirtschaftliche Rentabilität müssen die genannten Qualitäten erreicht sowie ein ausreichender Ertrag erzielt werden.

Mit der Entwicklung eines Benchmarking-Systems durch die Bioland Beratung GmbH und den Ökoring in einer internetbasierten Datenbank konnten Anbau- und Qualitätsdaten verknüpft werden, um daraus Empfehlungen für eine kontinuierliche Verbesserung im Kartoffelanbau im Ökologischen Landbau ableiten zu können.

Im Projektteil zur Sensorik der Marktgenossenschaft der Naturland Bauern e.G. wurde ein Verfahren zur Messung der sensorischen Qualität der Kartoffeln entwickelt und ein

Profil für jede einzelne Partie Sortenprofile erstellt.

In projektbegleitenden Arbeiten des vTI, Institut für Ökologischen Landbau in Trenthorst wurde u.a. eine Veranstaltung zum Informationsaustausch von Experten zum ökologischen Kartoffelanbau durchgeführt. Weiterhin gab es Workshops zur ökologischen Pflanzkartoffelerzeugung sowie einen Abschlussworkshop mit Vorstellung der Projektergebnisse für Landwirte und Fachleuten im Öko-Kartoffelanbau.

*Schlüsselworte: Kartoffel, Ökologischer Landbau, Ertrag, Qualität, Sensorik*

## Abstract

### Research project to optimize the organic potato production – back-ground and project description

The cultivation of potatoes in organic farming is subject to high demands at the marketing stage with regard to optical and sensory quality. To be commercially profitable, the quality factors mentioned as well as a sufficient yield must be achieved.

Through the development of a benchmarking system by Bioland Beratung GmbH and the Ökoring in an Internet-based database, it was possible to link cultivation and quality data in order to be able to derive recommendations for continuous improvement in potato cultivation in organic farming.

In the part of the project on sensory analysis led by the Marktgenossenschaft der Naturland Bauern e.G., a process was developed for the sensory measurement of potatoes and a profile compiled for each individual part and as well as for each of the three varieties concerned.

Amongst the accompanying measures implemented within the project by the vTI Institute of Organic Farming in Trenthorst, a seminar was organized for an exchange of information between experts in organic potato cultivation. In addition, there were workshops on organic seed potato production as well as a presentation of the project results to farmers and experts in the field of organic potato cultivation.

*Keywords: potato, organic production, yield, quality, sensory*

## Einleitung

In den vergangenen Jahren ist die vermarktete Menge an Bio-Kartoffeln kontinuierlich gestiegen. Derzeit haben Kartoffeln aus ökologischem Anbau im Speisekartoffelbereich in Deutschland einen Marktanteil von ca.

8 %. Die meisten Öko-Kartoffeln (ca. 70 %) werden im Bereich des Lebensmitteleinzelhandels vermarktet, ca. 50 % alleine über Discounter (BLE 2005, Schaack et al. 2010, Böhm et al. 2011b, in diesem Heft).

Die Öko-Kartoffeln unterliegen den gleichen Anforderungen an die optische Qualität wie die Ware aus konventioneller Erzeugung. Die Endkunden und zum Teil auch der Handel haben an die Öko-Kartoffeln zusätzliche Anforderungen in Bezug auf sensorische Eigenschaften.

Die Produktionskosten für Öko-Kartoffeln sind hoch. So ist für die Betriebe nur dann eine Wirtschaftlichkeit im Kartoffelanbau gegeben, wenn ein möglichst großer Anteil der Ware den Anforderungen des Marktes entspricht und vermarktet werden kann.

Fast die gesamte Ware wird gewaschen und somit werden auch kleine optische Beeinträchtigungen (z.B. Schorf oder Rhizoctonia-Sklerotien), die im Sinne der Handelsklassenverordnung keinen Mangel darstellen, sichtbar. Eine weitere Verschärfung bei der Qualitätsauswahl wurde mit der Einführung photooptischer Verlesetechnik in vielen Packbetrieben geschaffen.

Neben den Rhizoctonia-Sklerotien und dem Schorfbefall sind es der Drahtwurmfraß und Verformungen, die die Qualität stark beeinträchtigen können.

Diese äußeren Beeinträchtigungen sind zum großen Teil auf die besonderen Bedingungen in der Anbau- und Produktionstechnik im Ökologischen Landbau zurückzuführen. Sie lassen sich jedoch aufgrund sehr betriebs- und standortspezifischer Bedingungen oftmals nicht ausreichend erklären. Deshalb bedarf es einer Verknüpfung von betriebs-spezifischen Daten zu Anbau und Lagerung, die ergänzt werden durch ausgewählte Daten zu Nährstoffversorgung, Inhaltsstoffen sowie Boniturdaten der Ernteware. Ein solches Datenset bildet die Grundlage für die Ursachenableitung auf Betriebsniveau. Darauf aufbauend wurde ein Benchmarkingsystem

eingeführt sowie ein umfangreiches Qualitätssicherungssystem mit dem Ziel, optische und sensorische Produktfehler zu minimieren, entwickelt.

Im Ökologischen Landbau gibt es bei den internetbasierten Dokumentationssystemen bereits etablierte Beispiele im Bereich der Qualitätssicherung bei Milch und Getreide. Diese Systeme sind in der Beratung von Biobetrieben eingeführt und haben sich bewährt (Weiler et al. 2010).

### **Arbeitsziele des Projektes**

Das Gesamtvorhaben gliederte sich in insgesamt in 3 Projekte, die in enger Zusammenarbeit und Abstimmung die Projektziele erarbeitet haben.

*Projekt 1:* Entwicklung und Etablierung eines Benchmarkings zur Optimierung des heimischen Bio-Kartoffelanbaus (FKZ 06 OE 149) durchgeführt von der Bioland-Beratung und dem Ökoring Niedersachsen

*Projekt 2:* Optimierung von Anbauparametern zur Steigerung der sensorischen Qualität von Öko-Kartoffeln (FKZ 06 OE 295) durchgeführt von der Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern in Zusammenarbeit mit der Qualitäts-Management-Beratung für Öko-Produkte und dem ttz Sensoriklabor Bremerhaven.

*Projekt 3:* Aufarbeitung und Diskussion des aktuellen Wissens, Ableitung des weiteren Forschungsbedarfes unter Einbeziehung von Forschung, Beratung und Praxis (FKZ 06OE) durchgeführt von dem Institut für Ökologischen Landbau des Johann Heinrich von Thünen-Institut.

Aus den Themenbereichen der Projekte ergaben sich die folgenden Arbeitziele:

Arbeitsziel 1: Entwicklung und Etablierung eines praxisnahen Qualitätsmanagementsystems für den Kartoffelanbau im Ökologischen Landbau als Benchmarking- und er-

weitertes Beratungstool mit dem Ziel die Produktionstechnik auf der Erzeugerstufe nachhaltig zu verbessern und zu optimieren und somit vor allem auch eine Minimierung optischer und sensorischer Produktfehler zu erreichen.

Arbeitsziel 2: Aufbau eines Testverfahrens zur sensorischen Beurteilung ökologisch erzeugter Kartoffeln mit Hilfe eines Sensorik-Panels

Arbeitsziel 3: Identifikation von Partien mit geschmacklichen Fehlern auf Basis der sensorischen Analyse.

Arbeitsziel 4: Verknüpfung betriebsspezifischer Daten zu Anbau, Lagerung, Nährstoffversorgung, Krankheitsbefall mit den Ergebnissen der Inhaltsstoffe, der äußeren Qualität sowie der sensorischen Analysen mit dem Ziel Handlungsempfehlungen für die Optimierung des Öko-Kartoffelanbaues ableiten zu können.

Arbeitsziel 5: Durchführung von Workshops und Informationsveranstaltungen zur Diskussion der Forschungsergebnisse und zum Wissenstransfer.

Arbeitsziel 5: Kommunikation der Ergebnisse im Rahmen von Workshops sowie die Erstellung von Handlungsempfehlungen zur Produktionstechnik des Kartoffelanbaus im Ökologischen Landbau

Ziel des Gesamtprojektes war es somit, sowohl für die bereits Kartoffel anbauenden Bio-Betriebe als auch für neu hinzukommende Betriebe ein ausgereiftes Produktions- und Qualitätssicherungssystem zu entwickeln, bei dem optische und sensorische Fehler minimiert werden. Dabei sollte durch die Auswertung der aufgenommenen Daten eine kontinuierliche Verbesserung der Kartoffelqualität und der Wirtschaftlichkeit im ökologischen Kartoffelanbau erfolgen.

## Material und Methoden

### Etablierung des Benchmarkingsystems

In den Jahren 2007 – 2009 wurden im Rahmen des Projektes bei jeweils 30 Partien pro Jahr der Sorten Princess, Nicola und Ditta die jeweiligen Betriebs- und Anbaudaten zum Bio-Kartoffelanbau erhoben. Während der Projektphase beschränkte man sich auf diese drei Sorten, die im Bio-Kartoffelanbau die größte Anbaubedeutung im Segment der festkochenden Sorten haben, um eine statistisch auswertbare Größenordnung zu gewährleisten.

Dazu wurden zu Beginn des Projektes Betriebe mit Schwerpunkt in Niedersachsen und Bayern ausgewählt. Die Auswahl der Betriebe erfolgte unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Standortfaktoren und Betriebsformen. Hierbei wurden insbesondere Betriebe aus verschiedenen klimatischen Kartoffelanbauregionen mit unterschiedlichen Bodenarten (Sand, lehmiger Sand, Lehm) berücksichtigt. Weiterhin unterscheiden sich die Betriebe in ihrer Bewirtschaftungsform (viehlose Ackerbaubetriebe, Gemischtbetriebe mit Tierhaltung, mit und ohne Beregnung). Es sollten mindestens 30 Betriebe ausgewählt werden mit jeweils einem oder mehreren Schlägen pro Betrieb.

In Bayern hat sich eine relativ starke Konzentration Bio-Kartoffeln produzierender Betriebe im Großraum München-Augsburg gebildet. Dementsprechend liegt der Schwerpunkt der bayerischen Betriebe im Kartoffel-QM bei Betrieben aus den Landkreisen Dachau, Fürstfeldbruck und Landsberg am Lech. Diese Betriebe sind alle auf die Kartoffelproduktion spezialisiert und erzeugen nach Bioland-Richtlinien Kartoffeln auf einer Fläche von jeweils 10 bis 40 ha. Die teilnehmenden Betriebe aus dieser Region halten bis auf eine Ausnahme keine Tiere, was im Rahmen einer derartigen Spezialisierung nur noch selten anzutreffen ist. Generell ist diese Region durch einen starken Ackerbau auf meist besseren Böden charakterisiert.

Dennoch ist in vielen Betrieben noch Tierhaltung, insbesondere Milchviehhaltung anzutreffen, welche die Ackerflächen zur Futterproduktion beansprucht. Drei der beteiligten Betriebe repräsentieren die Region um Schrobenhausen, welche durch zumeist leichtere Sandstandorte gekennzeichnet ist. Bedeutung der Tierhaltung wie oben. Zwei dieser Betriebe halten Mutterkühe, einer arbeitet in einer Futter-Mist-Kooperation mit einem anderen Biobetrieb zusammen. Wiederum anders verhält es sich mit den ebenso beteiligten Betrieben in der Oberpfalz. Es handelt sich hierbei um je einen Betrieb aus den Landkreisen Regensburg, Tirschenreuth und Cham. Hiervon halten zwei Betriebe Mutterkühe und ein Betrieb Schweine. Die Kartoffelanbaufläche reicht von 2 bis 18 ha. Während in Regensburg eine eher ackerbaulich dominierte Landwirtschaft anzutreffen ist, so ist bei den beiden anderen Betrieben, die eine Region des Bayerischen Waldes repräsentiert und durch einen hohen Grünlandanteil mit entsprechender Tierhaltung gekennzeichnet ist. Der Ackerbau spielt hier eine weniger gewichtige Rolle. Doch auch diese beiden Betriebe unterscheiden sich hinsichtlich der durchschnittlichen Niederschlagsmengen und -verteilung teils erheblich. Weitere Betriebe stammen aus dem Landkreis Dingolfing-Landau in Niederbayern und repräsentieren eine sehr intensiv ackerbaulich genutzte Region mit sehr guten Ackerböden, in welcher besonders Zuckerrüben, Kartoffeln, Feldgemüse und Einlegegurken dominieren. Ebenso beteiligt sind Betriebe aus Unter- und Mittelfranken mit den Landkreisen Würzburg, Schweinfurt und Erlangen, wo die ackerbauliche Nutzung der Flächen dominiert. Diese Region ist durch eine häufige Sommertrockenheit und verglichen mit dem Süden Bayerns meist durch geringere Niederschläge gekennzeichnet. Drei weitere teilnehmende Betriebe liegen nahe Memmingen, Eichstätt bzw. Dillingen an der Donau.

In Niedersachsen liegt der Schwerpunkt des ökologischen Kartoffelanbaus in Ostnieder-



Bonitur/Qualitätseinteilung		Schläge	Testflächen
Bezeichnung	Boniturwert	Einheit	
▷ 01. Stärkegehalt	11,20	%	
▷ 02. Nitratgehalt	168,00	mg	
▷ 03. Fäule	0,00	%	
▷ 04. mech. Beschädigungen	0,80	%	
▷ 05. tier. Beschädigungen	0,20	%	
▷ 06. Drahtwurm	0,20	%	
▷ 07. Rhizoctonia - Dry Core	0,00	%	
▷ 08. Rhizoctonia - Pusteln	2,00	Bewertung	
▷ 09. Grüne Knollen	0,00	%	
▷ 10. Missgestaltete Knollen	2,90	%	
▷ 11. Eisenfleckigkeit	0,00	%	
▷ 12. Hohlherzigkeit	0,00	%	
▷ 13. Schorf	0,00	%	
▷ 14. Silberschorf	0,00	%	
▷ 15. Tiefenschorf	0,00	%	

**Abbildung 2:** Eingabemaske für die Ergebnisse der Knollenbonitur sowie der Nitrat- und Stärkegehalte

Um die Datenbankfunktionen in einem Probelauf zu testen, wurden im Projekt bis zum Juli 2007 von einigen der beteiligten Landwirte Daten des Anbaus 2006 erhoben. Diese Daten wurden in die Datenbank eingegeben (vgl. Screenshot zur Dateneingabe in Abb. 1). Anschließend wurde die Funktionalität der Datenbank überprüft und überarbeitet. Die Datenbank wurde auf der Grundlage der Anwendung „Nutriweb“ der Firma Intact erstellt. Dieses Datenbanksystem hat sich für ein Qualitätssicherungssystem bei Milch und Getreide bewährt, so dass bereits entsprechende Erfahrungen im Umgang mit der Datenbank vorhanden waren. Aufgrund fehlender Alternativen sollte auf der Basis dieses Datenbanksystems die Anwendung von Nutriweb auch für das für Kartoffeln zu entwickelnde QM-System entwickelt werden.

In der Laufzeit des Projektes wurden möglichst viele Kartoffelbestände der beteiligten Betriebe in der Vegetationsperiode besichtigt. Nach der Ernte wurde in allen drei Projektjahren von den ausgewählten Partien nach der Ernte eine Probe aus dem Lager genommen.

Alle Proben wurden gesammelt und gemeinsam von Christian Landzettel und Wilfried Dreyer bonitiert. Dabei wurde ein detaillierter Erhebungsbogen verwendet, der mög-

lichst genau die Qualitätssituation der Partie abbilden sollte. So wurden z.B. Differenzierungen zwischen Drahtwurmfraß und Rhizoctonia sowie Drycore vorgenommen, bzw. es wurde bei den Verformungen zwischen unspezifischen Verformungen und solchen Verformungen unterschieden, die sich aufgrund einer Erkrankung mit Rhizoctonia (sog. Grütze knollen) gebildet haben, unterschieden.

Im Winterhalbjahr wurden die beteiligten Betriebe besucht. Dabei wurden die fehlenden Anbaudaten erhoben und die zurückliegende Anbausaison gemeinsam mit den Betriebsleitern unter Zuhilfenahme des Datenbanksystems ausgewertet (Abb. 3). Anhand des daraus abgeleiteten Verbesserungspotenzials wurde die neue Saison geplant (siehe Beitrag Landzettel & Dreyer 2011, in diesem Heft).

Von allen Proben wurde eine Teilmenge an das ttz Bremerhaven für die sensorischen Messungen weitergeleitet.

### Witterung

Die Witterung war in den drei Untersuchungsjahren sehr unterschiedlich, wobei auch die Ausprägungen in den einzelnen Regionen sehr stark voneinander abgewichen sind.

Im Jahre 2007 kam es in Norddeutschland durch starke Niederschläge Ende Mai zu einer flächendeckenden Krautfäuleinfektion hervorgerufen durch einen Primärbefall an den Stängeln. Als Folge traten neben sehr niedrigen Erträgen auch unterdurchschnittlich niedrige Stärkegehalte und relativ hohe Nitratgehalte auf.

Obwohl die Niederschlagsmenge im Süden in 2007 ebenfalls hoch war (s. Tabelle 1 und Abbildung 4), hat die Niederschlagsvertei-

Parameter	Betrieb	Schlag	Anz	Durchschnitt	Untere 25%	Mittlere 50%	Obere 25%	Bester Wert	Einheit
01. Stärkegehalt	11,15	11,20	101	12,91	9,99	12,18	17,21	82,00	%
02. Nitratgehalt	188,00	168,00	98	104,73	179,24	97,08	44,91	8,00	mg
03. Fäule	0,00	0,00	125	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00	%
04. mech. Beschädigungen	2,50	0,80	128	5,59	11,87	4,77	0,97	0,00	%
05. tier. Beschädigungen	0,10	0,20	127	1,59	4,32	1,01	0,00	0,00	%
06. Drahtwurm	3,20	0,20	127	7,03	18,76	4,48	0,34	0,00	%
07. Rhizoctonia - Dry Core	2,20	0,00	128	4,99	14,32	2,82	0,00	0,00	%
08. Rhizoctonia - Pusteln	2,25	2,00	99	2,07	2,95	1,99	1,36	1,00	Bewertung
09. Grüne Knollen	0,00	0,00	128	2,95	7,38	2,09	0,26	0,00	%
10. Missgestaltete Knollen	3,50	2,90	128	4,79	10,76	3,73	0,95	0,00	%
11. Eisenfleckigkeit	0,00	0,00	127	1,09	4,34	0,00	0,00	0,00	%
12. Hohlherzigkeit	0,00	0,00	127	0,41	1,63	0,00	0,00	0,00	%
13. Schorf	0,00	0,00	127	0,29	2,67	0,00	0,00	0,00	%
14. Silberschorf	0,00	0,00	127	0,11	0,46	0,00	0,00	0,00	%
15. Tiefenschorf	0,00	0,00	127	0,02	0,15	0,00	0,00	0,00	%
16. Normalgrößen 35 -55	100,00		80	98,35	93,40	100,00	100,00	100,00	%
17. Untergrößen < 35	0,00		81	0,69	2,67	0,00	0,00	0,00	%
18. Übergrößen > 55	0,00		81	0,53	2,05	0,00	0,00	0,00	%
19. Gesamtatzug	20,30	14,90	127	33,35	54,05	31,55	16,18	1,90	%
20. Rhizoctonia-Grützeknollen	0,35	0,70	99	2,73	6,60	2,15	0,00	0,00	%

<< < > >> [Seite 1 von 2] Treffer: 25

**Abbildung 3:** Ergebnisdarstellung für die erhobenen Parameter für einen Betrieb bzw. den ausgewählten Schlag im Vergleich zum Durchschnitt sowie dem unteren und oberen Viertel, den mittleren 50 % und dem besten Wert

lung dazu geführt, dass es keinen flächendeckenden Primärbefall mit *Phytophthora* gab. Somit konnte das Jahr 2007 für Süddeutschland bei der Ernte und bei der Qualitätssituation als ein normales Jahr gewertet werden.

Eine weitere deutliche Differenzierung zwischen den Regionen Süd- und Norddeutschland lag im Jahr 2009 vor. Hier führten die hohen Niederschlägen im Mai und Juni in Süddeutschland zu einem frühen und starken

Auftreten der Krautfäule, die zu deutlichen Mindererträgen in dieser Region führte. Im Norden war es dagegen sehr trocken, die Krautfäule trat nur in geringem Umfang auf und war in den meisten Fällen nicht ertragsbestimmend.

### Nitratgehalt in den Kartoffeln

Der Nitratgehalt wurde mittels der Schnellmethode „Nitratcheck“ fotometrisch ermit-

**Tabelle 1:** Mittlere Jahrestemperaturen und jährliche Niederschlagsmengen in den Jahren 2007 bis 2009 in den Regionen Nord- und Süddeutschland

Jahr	Region	Mittlere Jahrestemperatur (°C)	Niederschlagssumme (mm)
2007	Nord	8,37	745,4
	Süd	9,65	843,2
2008	Nord	8,03	581,3
	Süd	9,28	400,8
2009	Nord	7,89	548,7
	Süd	8,93	751,6



de eine bestimmte Menge Kartoffeln über Wasser eingewogen, danach unter Wasser versenkt und nochmals gewogen. Je nach Stärkegehalt ändert sich der Auftrieb der Kartoffeln. An der Waage können auf der Skala die Stärkeprozentage auf 0,1 % genau abgelesen werden.

### **Sensorik**

Jede der 284 Kartoffelpartien wurde sensorisch mittels eines geschulten Experten-Panels im Sensoriklabor des ttz Bremerhaven analysiert. Die sensorische Analyse wurde dabei direkt nach der Ernte von Oktober bis November sowie nach einer Lagerungszeit von 3-4 Monaten durchgeführt, um zu ermitteln, wie sich die sensorischen Parameter nach der Ernte verändern. Außerdem wurden von den Erntejahren 2008 und 2009 stichprobenhaft Analysen auf die Alkaloide Solanin und Chaconin durchgeführt.

#### Sensorische Analyse

Da in der Literatur keine Methode zur Deskriptiven Analyse von Kartoffeln beschrieben war, musste erst eine geeignete Methode sowie die entsprechenden sensorischen Attribute entwickelt werden. Das Ergebnis wird ausführlich im Beitrag Buchecker et al. (2011) sowie Mahnke-Plesker et al. (2011, in diesem Heft) beschrieben. Im folgenden eine Zusammenfassung des eingesetzten Materials und der Methoden.

Für die sensorische Analyse wurden nur Kartoffeln mit einer Größe von 35 bis 60 mm für die Messungen verwendet, da dies der Handelsklassenverordnung für Speisekartoffeln entspricht. Auffällige Kartoffeln, die z.B. grüne Stellen aufwiesen bzw. nicht mehr verzehrfähig waren, z.B. Schimmel aufwiesen, wurden aussortiert. Die Kartoffeln wurden gewaschen und unter standardisierten Bedingungen gekocht. Die sensorische Analyse wurde danach an den noch warmen Pellkartoffeln durchgeführt. Als sensorische Methode wurde das Konsensprofil eingesetzt (DIN 10967-2), nach dem festgestellt worden war, dass die Quantitative-Deskriptive-

Analyse (QDA®) für die sensorische Beschreibung der Kartoffeln ungeeignet war, weil die sensorische Variabilität innerhalb einer Sorte für die Methode zu groß ist. Die sensorische Analyse wurde mit einem geprüften Sensorikpanel durchgeführt, das speziell auf die sensorische Analyse von Kartoffeln geschult wurde. Das Panel bestand aus 10 Prüfpersonen.

Die sensorischen Attribute wurden folgenden Obermerkmalen zugeordnet:

- Aussehen (außen und innen)
- Pellfähigkeit
- Geruch
- Geschmack
- Mundgefühl
- Kocheigenschaft (Textur).
- Nachgeschmack.

#### Bestimmung von Solanin und Chaconin

Für die Bestimmung von Solanin und Chaconin wurden 1 kg Kartoffeln eingesetzt. Die Standardsubstanzen Solanin (99,5 %) und Chaconin (99,5 %) waren von Roth (Karlsruhe, Deutschland). Es wurde Methanol in HPLC-Qualität von Baker (Griesheim, Deutschland) eingesetzt. Die verwendete HPLC-Anlage war von DIONEX mit einer C18-Säule CHROMABOND (250 mm × 4,6 mm × 5 µm, Macharey-Nagel) ausgestattet. Im Erntejahr 2008 erfolgte die Detektion photometrisch bei 208 nm, 2009 mit einem Massenspektrometer.

Eine Standardlösung der Konzentration 1 mg/ml wurde hergestellt und zur Ermittlung der Kalibriergeraden in unterschiedlichen Verdünnungen eingespritzt. Die Kartoffeln wurden in Wasser mit Pelle gekocht. Da die sensorische Analyse an der geschälten Kartoffel durchgeführt wurde, wurde auch für die Messung die Kartoffel gepellt. Danach wurde sie mit einem Pürierstab 2 min püriert, so dass eine homogene Probenmasse vorlag. Fünf Gramm des Kartoffelpürees wurden 5 Min. in 30 ml Methanol gelöst und

anschließend filtriert. Der Rückstand wurde mit 10 ml Methanol gewaschen und die vereinigten Filtrate mit Methanol auf 50 ml aufgefüllt. Aus diesen 50 ml wurden 5 ml abgenommen, mit 8 ml dest. Wasser verdünnt und anschließend zur Reinigung auf eine vorkonditionierte SPE-Säule (Chromabond, Mach-erey-Nagel) gegeben. Die SPE-Säule wurde mit 5 ml dest. Wasser-Methanol (6:4, v/v) gewaschen. Die Elution der Alkaloide erfolgte mit 15 ml Methanol. Das Eluat wurde mit Stickstoff zur Trockene eingedampft und der Rückstand in 1 ml Methanol wieder aufgenommen. Zur Bestimmung der Alkaloide wurden jeweils 25 µl in die HPLC-Anlage eingespritzt.

### Lagerung

Direkt nach der Ernte wurden die Partien bis zur Analyse im Kühlhaus des ttz Bremerhaven in Gitterboxen aufbewahrt. Die Kartoffeln lagerten unter Lichtausschluss bei einer konstanten Lagertemperatur von 4°C und einer relativen Luftfeuchte von 40 %. Es erfolgte eine permanente Umlüftung der Kartoffeln.



**Abbildung 5:** Kühlager im ttz Bremerhaven

Um die Veränderung während der üblichen Lagerungszeit in der Praxis untersuchen zu können, wurden die verschiedenen Partien in drei unterschiedliche Kühllager bis zur Untersuchung eingelagert. Die Kartoffelproben wurden in den Monaten September und Ok-

tober der drei Projektjahre gesammelt und anschließend auf die drei Kartoffellager in landwirtschaftlichen Betrieben verteilt. Die Aufteilung erfolgte so, dass von allen drei Sorten Proben gleichmäßig über die drei Lager verteilt wurden. In allen Lagern wurden die Kartoffeln in Großkisten eingelagert. In eine Großkiste wurden jeweils die Kartoffelproben in ca. 5-10 kg Säcken gelegt. Diese Kiste wurde anschließend in den Stapel mit den anderen Kisten gestellt. Bei den drei Lagern gab es unterschiedliche Lüftungssysteme:

1. Kistenlager: offene Kiste (Holzkisten), Außenluftkühlung (Standort Landkreis Nienburg)

Der Luftaustausch innerhalb der Kisten erfolgte nur über die Schwerkraft. Dies bedeutet, dass der Luftaustausch relativ langsam erfolgte und längere Lüftungszeiten für eine Temperaturabsenkung erforderlich waren als bei einer Außenluftkühlung mit zwangsweiser Lüftung der Kisten. Mit einem Lüftungscomputer wurde die Einhaltung der optimalen Lagertemperatur von 5° C gesteuert.

2. Kistenlager: geschlossene Kiste (Holzkiste), Außenluftkühlung (Standort Landkreis Diepholz)

Die Kisten wurden vor eine Druckwand gestellt und die Luft wurde zwangsweise durch die Kisten geführt. Dadurch konnte eine schnelle Temperaturabsenkung in den Kartoffeln erfolgen. Die Laufzeiten der Lüftung waren hier kürzer als bei der offenen Kiste. Die Steuerung der Temperatur (4°C Zieltemperatur) lief über einen Lüftungscomputer

3. Kistenlager: mechanische Kühlung (Drahtkiste, Standort Soltau-Fallingbostel)

Die mechanische Kühlung war auf eine Temperatur von 4° C eingestellt, alle zwei Stunden gab es einen Kühlungslauf zur Durchmischung der Temperaturhorizonte. Nachdem die Kartoffeln den Prozess der Wundheilung durchlaufen hatten, wiesen die

Kartoffeln ab Anfang November permanent die Zieltemperatur von 4° C auf.

In allen drei Lagern wurde die Raumtemperatur überwacht und dokumentiert.

### **Nachverfolgbarkeit**

Zur Unterscheidung der einzelnen Sorten und Erzeuger wurden die Partien vom Ökoring mit fünfstelligen Nummern codiert, die durchgängig bei allen Analysen und Untersuchungen verwendet wurden.

### **Begleitende Projektarbeiten**

Im Rahmen des Projektes wurden zudem drei Workshops zu unterschiedlichen Themenbereichen mit dem Ziel durchgeführt, dass auf Basis des bisherigen Wissens der Forschungs- und Beratungsbedarf abgeleitet werden kann.

In dem ersten Workshop im November 2007 erfolgte – neben der Vorstellung der Konzeption des Gesamtprojektes – vor allem ein Austausch zwischen Kartoffelspezialisten aus Praxis, Beratung und Forschung zu überwiegend anbautechnischen Themengebieten wie Bodenbearbeitung und Pflanzung, Vorkeimung, Unkrautregulierung, Fruchtfolge und Nährstoffversorgung sowie phytopathologischen Aspekten mit den Schwerpunktthemen Drahtwurm, Rhizoctonia, Kartoffelkäfer und Phytophthora.

Der zweite Workshop, der am 25. Februar 2010 in Trenthorst durchgeführt wurde, stand unter dem Thema „Pflanzguterzeugung und –qualität im ökologischen Kartoffelanbau“. Dies Thema wurde auf dem ersten Workshop als wichtiges und drängendes Themengebiet herausgearbeitet. Ziel des Workshops war es, Möglichkeiten zur Verbesserung der Pflanzgutqualität zu diskutieren, die sowohl mit der Anbautechnik als auch von der Qualitätssicherung beleuchtet werden sollten und nach Wegen zu suchen, die Situation in Zukunft zu verbessern.

An dem Workshop nahmen 23 Fachleute aus unterschiedlichen Bereichen des Kartoffel-

baus teil, die mit der Erzeugung, Züchtung, Vermarktung, Anerkennung von ökologisch erzeugten Kartoffeln oder mit Beratung und Forschung befasst sind. Die Einladungen wurden gezielt vorgenommen. Eingeladen wurde der Bund Deutscher Pflanzzüchter (BDP) mit der Bitte Vertreter der Züchterhäuser für den Workshop zu benennen. Zusätzlich erhielten jeweils eine VO-Firma aus Nord- und Süddeutschland eine Einladung zum Workshop. Die Arbeitsgemeinschaft der Anerkennungsstellen für landwirtschaftliches Saat- und Pflanzgut, das Bundessortenamt, die Verbände Bioland, Naturland, Biopark und Demeter wurden ebenfalls gebeten Vertreter zu benennen. Des weiteren wurden die Vermarktungsorganisationen Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern eG, die Öko-Kontor GmbH Bioprodukte und die Bioland Markt GmbH sowie Vertreter der Landesstellen aus den Bundesländern Bayern, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Schleswig-Holstein als Vertreter des Arbeitskreises Versuchsansteller Ökologischer Landbau im VLK, AG Kartoffeln eingeladen sowie Vertreter des Fachgebietes Ökologischer Landbau der Universität Kassel-Witzenhausen.

Über die Diskussionen und Ergebnisse wurde hierüber in der Fachpresse (Böhm et al. 2010a, b, c, d) bereits ausführlich berichtet.

Der dritte Workshop wurde am 25. November 2010 in Kassel durchgeführt und diente der Vorstellung der im Projekt erarbeiteten Ergebnisse (s.u.).

### **Kommunikation der Ergebnisse**

Die Ergebnisse des Projektes wurden bzw. werden auf vielen regionalen Veranstaltungen sowie nationalen und internationalen Tagungen (Biofach, Wissenschaftstagung, EAPR-Tagung) präsentiert (Böhm et al. 2010, 2011a, Dresow & Böhm 2010a,b,c, Buchecker & Mahnke-Plesker 2010, Landzettel & Dreyer 2010, Landzettel et al. 2009).

In dem dritten Workshop, der gleichzeitig der Abschlussworkshop des Projektes war, wurden die während des Workshops präsentierten Ergebnisse mit den 50 Teilnehmern diskutiert. An dem Workshop teilgenommen haben Berater, am Projekt teilnehmende PraktikerInnen und Wissenschaftler. In dem vorliegenden Sonderheft der Landbauforschung werden diese Ergebnisse nun als Bericht in Form verschiedener Beiträge mit entsprechenden inhaltlichen Schwerpunktthemen ausführlich dargestellt.

Weiter wurde im Rahmen des Projektes das Merkblatt „Biokartoffeln – Qualität mit jedem Anbauschnitt“ (Berner et al. 2010), welches von der Bioland Beratung GmbH, dem Kompetenzzentrum Öko-Landbau, der Bio-Austria und dem Forschungsinstitut für biologischen Landbau in Zusammenarbeit mit dem Johann Heinrich von Thünen-Institut herausgegeben wurde. An der Überarbeitung haben sich neben anderen Autoren alle im Projekt tätigen MitarbeiterInnen beteiligt. So wurde erstmals Kapitel zur Sensorik sowie zu Schälkartoffeln in das Merkblatt aufgenommen.

Im Rahmen des Projektes wurden zudem umfangreiche Literaturrecherchen und -auswertungen für den Bereich der Sensorik und der Bedeutung flüchtiger Inhaltsstoffe für die Ausprägung des Geschmacks sowie deren Beeinflussung durch Bewirtschaftungsmaßnahmen durchgeführt. Diese Ergebnisse wurden in einem Beitrag der Landbauforschung veröffentlicht (Dresow und Böhm 2009) und fließen im Rahmen dieses Heftes in den entsprechenden Beiträgen in der Diskussion der Ergebnisse ein.

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes „Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion“ durchgeführt, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologi-

scher Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert wurde (FKZ 06OE125, FKZ 06OE149 und FKZ 06OE295).

Ebenso gilt der Dank allen am Projekt beteiligten Landwirten, die dazu beigetragen haben, dass eine praxisbezogene Forschung mit neuen Fragen der sensorischen Bewertung von Öko-Kartoffeln verbunden werden konnte.

Ebenso möchten wir allen MitarbeiterInnen danken, die unterstützt, geholfen, gemessen und Kartoffeln verkostet haben.

## Literatur

- Berner A, Böhm H, Buchecker K, Dierauer H, Dresow JF, Dreyer W, Finckh M, Fuchs A, Keil S, Keiser A, Kühne S, Landzettel C, Mahnke-Plesker S, Six R, Speiser B, Tamm L, Völkel G (2010): Merkblatt Biokartoffeln – Qualität mit jedem Anbauschnitt. Hrsg: Bioland Beratung GmbH, Kompetenzzentrum Öko-Landbau, Bio-Austria, Forschungsinstitut für biologischen Landbau in Zusammenarbeit mit dem Johann Heinrich von Thünen-Institut. pp 28
- BLE (2005): Ökologisch Märkte erschließen – Marktinformationen zu Öko-Kartoffeln in Deutschland. Hrsg: Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). 1. Auflage
- Böhm H, Buchecker K, Dresow J, Dreyer W, Landzettel C und Mahnke-Plesker S (2011a): Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion. In: Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 1: Boden – Pflanze – Umwelt, Lebensmittel und Produktqualität: 266-269
- Böhm H, Dresow J F, Dreyer W, Landzettel C, Buchecker K, Mahnke-Plesker S (2010) Management für geschmackvolle Kartoffeln. Bioland, Heft 4/2010: 7-8
- Böhm H, Dreyer W, Buchecker K (2011b): Anbaubedeutung von Kartoffeln im Ökologischen Landbau, Vermarktung und zukünftige Entwicklungen. Landbauforschung SH 348:15-24
- Böhm H, Dreyer W, Landzettel C (2010a): Gesundes Pflanzgut – wichtig wie nie. Bioland 10/2010: 8-9
- Böhm H, Dreyer W, Landzettel C (2010b): Qualität von Öko-Kartoffel-Pflanzgut – Besserung in Sicht? Naturland Nachrichten 2010: 33-34

- Böhm H, Dreyer W, Landzettel C (2010c): Wege zu einer besseren Qualität von ökologisch erzeugtem Pflanzgut. Kartoffelbau 11/2010, Seite: 482-484
- Buchecker K, Mahnke-Plesker S (2010): Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion - Teil 3: Welche Aussagen liefert die deskriptive Analyse über die sensorischen Qualitäten der Kartoffeln. Kartoffelbau 61(12): 548-551
- Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011): Sensorische Sortenprofile. Landbauforschung SH 348:87-97
- Dresow J F, Böhm H (2010a) Anwendung zweier Methoden zur Überprüfung der N-Versorgung von Kartoffeln im Ökologischen Landbau. Landbauforsch SH 335:5-12
- Dresow J, Böhm H (2010b): Vergleichende Bewertung der N-Versorgung von Kartoffeln im Ökologischen Landbau mittels Blatt- und Stängelsaftanalyse. In: Märlander B, Christen O, Düker A, Kenter C, v. Tiedemann S (eds). 53. Jahrestagung vom 28. bis 30. September 2010 in Hohenheim. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 22, pp 223-224. Göttingen: Verlag Liddy Halm
- Dresow JF, Böhm H (2009): The influence of volatile compounds of the flavour of raw, boiled and baked potatoes: Impact of agricultural measures on the volatile components. Landbauforschung 59, Heft 4/2009, 309-337
- Dresow JF, Böhm H (2010c): Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion - Teil 1: Wie entsteht der Geschmack von Kartoffeln und kann er durch Anbaumaßnahmen beeinflusst werden? Kartoffelbau 61(9/10): 440-443
- Dreyer W, Böhm H, Dresow JF (2011): Fruchtfolgestellung und N-Versorgung von Kartoffeln im Ökologischen Landbau sowie Möglichkeiten der Überprüfung des N-Versorgungsstatus. Landbauforschung SH 348:43-54
- Landzettel C, Dreyer W (2010): Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion - Teil 2: Lernen aus vergleichenden Analysen 61(11):485-487
- Landzettel C, Dreyer W (2011): Das Kartoffel-QM als Werkzeug in der Fachberatung, Landbauforschung SH 348:25-30
- Landzettel C, Dreyer W, Wiggert M (2009): Entwicklung und Etablierung eines Benchmarking zur Optimierung des heimischen Bio-Kartoffelanbaues. In: Wiesinger K, Cais K (2009): Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) 7:105-111
- Mahnke-Plesker S, Buchecker K, Westhues F (2011): Entwicklung einer Methode zur Sensorischen Analyse von Bio-Kartoffel. Landbauforschung SH 348:79-85
- Nitsch A (2003) Kartoffelbau. 1. Aufl., Bergen/Dumme: AgriMedia
- Schaack D, Illert S, Würtenberger E (2010): AMI-Marktbilanz Öko-Landbau 2010. Verlag: Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH
- Weiler M, Volling O, Sixt D, Weiß M(2010): Tiergesundheit mit System verbessern. Bioland 01/2010, 22-24



# Anbaubedeutung von Kartoffeln im Ökologischen Landbau, Vermarktung und zukünftige Entwicklungen

HERWART BÖHM<sup>1</sup>, WILFRIED DREYER<sup>2</sup> und KIRSTEN BUCHECKER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32,  
23847 Westerau, herwart.boehm@vti.bund.de

<sup>2</sup> Ökoring e.V., Bahnhofstr. 15, 27374, Visselhövede, w.dreyer@oekoring.de

<sup>3</sup> ttz, Sensoriklabor, Lengstr. 3, 27572, Bremerhaven, Kbuch@ttz-bremerhaven.de

## Zusammenfassung

Die Anbaufläche von ökologisch erzeugten Kartoffeln hat in Deutschland seit Ende der 90er Jahre deutlich von 4.750 ha auf 8.350 ha zugenommen, was einer Steigerung um 75 % entspricht. Diese Entwicklung wurde begünstigt durch die steigende Nachfrage nach Öko-Kartoffeln durch den Einstieg der Discounter seit dem Jahre 2000, wo erste Testverkäufe durchgeführt wurden. Dieser Einstieg führte zu dramatischen Veränderungen in den Absatzwegen, so dass mittlerweile nahezu 60 % der Öko-Kartoffeln über Discounter bzw. fast 80 % über den LEH vermarktet werden. Der Anteil der ökologisch produzierten Kartoffeln an den Frischmarktkartoffeln beläuft sich daher mittlerweile auf über 7,3 %. Die Erzeugerpreise von ökologisch erzeugten Kartoffeln unterliegen großen Schwankungen und werden durch vielfältige Faktoren beeinflusst. Um neue Absatzwege zu erschließen sollten neue Vermarktungsstrategien wie z.B. das „sensory marketing“ genutzt werden, Öko-Kartoffeln als Premiumprodukt mit besonderem Geschmack am Markt zu etablieren.

*Schlüsselworte: Kartoffel, Anbau, Vermarktung, sensory marketing*

## Abstract

### **Importance of potatoes in organic farming, marketing and future developments**

The acreage of organic potatoes has increased in Germany significantly since the late 1990s from 4.750 ha to 8.350 ha, which equates to an increase of 75 %. This development has been encouraged by the growing demand for organic potatoes since 2000 when discounters entered the market with first test sales. This move led to dramatic changes in distribution channels, so that today almost 60 % of organic potatoes are sold through discounters, or nearly 80 % by food retailers. Organic potatoes therefore represent over 7.3 % of fresh market potatoes. Producer prices of organic potatoes vary widely and are influenced by numerous factors. In order to open up new distribution channels, new marketing strategies such as "sensory marketing" can be used to establish organic potatoes in the market as a premium product with a special taste.

*Keywords: potato, cultivation, marketing, sensory marketing*

## Einleitung

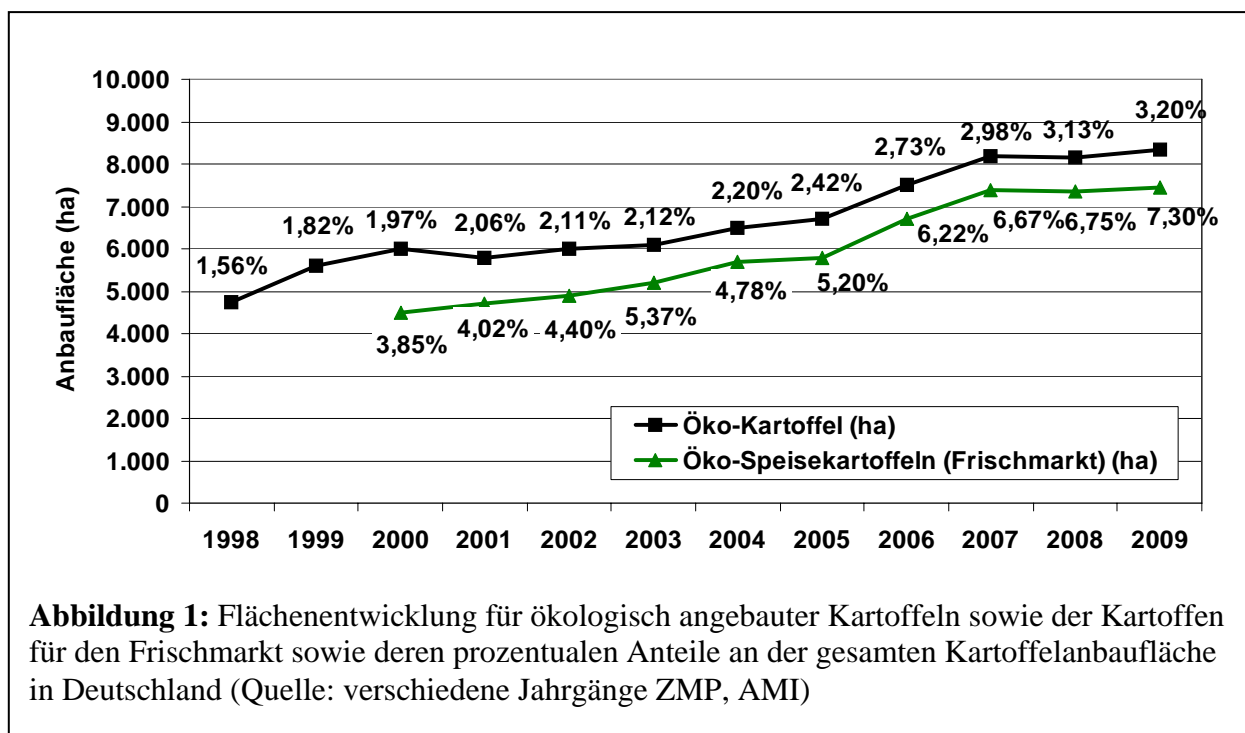
Die Kartoffel ist seit Beginn der Entwicklung des Ökologischen Landbaues eine bedeutende Kultur. Sie ist auf vielen Betrieben in der Direktvermarktung nicht wegzudenken und nimmt daher auch einen festen Platz in der Fruchtfolge ein. Die Vermarktungswege haben sich in den letzten Jahren jedoch deutlich verändert. Diese Entwicklungen werden in dem folgenden Beitrag aufgezeigt und diskutiert. Gleichzeitig müssen neue Vermarktungswege bzw. -möglichkeiten erschlossen werden und die Kartoffel stärker als bisher dem Kunden als Delikatesse nahe gebracht werden. Der Frischverzehr an Kartoffeln nimmt seit Jahren stetig ab und liegt heute nur noch bei 28 kg Kartoffeln pro Kopf, während 31 kg pro Kopf an Verarbeitungsprodukten verzehrt werden. Ökologisch erzeugte Kartoffeln haben ihren Anteil am Gesamtumsatz bei der Vermarktung an Frischkartoffeln über die Jahre jedoch steigern können. Dennoch müssen auch hier neue Marketingstrategien angedacht werden.

Gleichzeitig ist der Anbau von Kartoffeln für viele ökologisch wirtschaftende Betriebe ein wichtiges wirtschaftliches Standbein.

## Anbauumfang

In Abbildung 1 ist die Entwicklung der Anbaufläche von 1998 – 2009, die mit Öko-Kartoffeln bzw. mit Öko-Kartoffeln, die für den Frischmarkt produziert werden sowie der dazugehörige Anteil an der Gesamt-Anbaufläche bzw. an der Gesamtanbaufläche für den Frischmarkt, dargestellt. Die Angaben stammen aus verschiedenen Jahrgängen der Ökomarkt Jahrbücher der ZMP und der Marktbilanz Öko-Landbau der AMI.

1998 wurden auf insgesamt 4.750 ha Öko-Kartoffeln angebaut, was einem Anteil an der Gesamtkartoffelfläche von 1,56 % entsprach. Die Fläche hat sich im Laufe der Jahre fast in jedem Jahr ausgeweitet, so dass im Jahr 2009 auf 8.350 ha Öko-Kartoffeln gepflanzt wurden, was nunmehr einem Flächenanteil von 3,20 % entspricht. Neben der Ausweitung des Anbauumfanges im ökologischen Kartoffelbau wird der prozentuale Anteil zusätzlich durch den leichten Rückgang der gesamten Kartoffelanbaufläche von 308.500 ha im Jahr 1998 auf 263.700 ha im Jahr 2009 bzw. 255.200 ha im Jahr 2010 begünstigt (BMELV 2010). Die relativ deutliche Flächenausdehnung ab 2004 ist nicht zuletzt auf den Einstieg des LEH und vor



**Abbildung 1:** Flächenentwicklung für ökologisch angebaute Kartoffeln sowie der Kartoffeln für den Frischmarkt sowie deren prozentualen Anteile an der gesamten Kartoffelanbaufläche in Deutschland (Quelle: verschiedene Jahrgänge ZMP, AMI)

allein der Discounter in die Vermarktung von Öko-Kartoffeln zurückzuführen. Bei den Discountern liefen ab Herbst Jahr 2000 erste Testverkäufe, die sich ab 2003 gefestigt haben und verstetigt wurden. Die Anbaufläche hat sich somit zwischen 2003 und 2009 um 2.250 ha ausgedehnt, was einem Zuwachs von fast 37 % entspricht.

Der Anteil an Öko-Speisekartoffeln, der für den Frischmarkt produziert wird, weist einen deutlich höheren Anteil an der Gesamt-Frischmarktanbaufläche auf. Dies hängt damit zusammen, dass in Deutschland seit Jahren immer weniger Kartoffeln als frische Speisekartoffeln verzehrt werden. Deutliche Zunahmen sind jedoch im Bereich der Verarbeitungsprodukte in Form von Chips, Pommes frites, Püree u.a. Verarbeitungsprodukte zu verzeichnen. Eine Weiterverarbeitung von ökologisch produzierten Kartoffeln zu den o.g. Produkten wird nur in geringem Maße durchgeführt (Anbaufläche ca. 700 ha, ZMP 2009), so dass der Anteil der ökologisch angebauten Frischmarkt-Speisekartoffeln einen relativ hohen Anteil ausmacht, der zudem in den letzten Jahren vergleichsweise stark zugenommen hat (Abb. 1).

Der Anbauumfang ökologisch angebaute Kartoffeln differenziert nach Bundesländern weist mit ca. einem Drittel den größten Anteil in Niedersachsen auf (ZMP 2009). Auch im konventionellen Anbau weist Niedersachsen den größten Flächenumfang gefolgt von Bayern und Nordrhein-Westfalen auf. Diese Reihenfolge spiegelt sich für den ökologischen Kartoffelanbau wider; hier steht Bayern mit ca. 16-17 % (ZMP 2006) mit relativ deutlichem Abstand auf Platz 2 gefolgt von Nordrhein-Westfalen mit ca. 10 % der Öko-Kartoffelanbaufläche (ZMP 2006). Weitere nennenswerte Öko-Kartoffelanbauflächen befinden sich zudem in Baden-Württemberg und in Schleswig-Holstein (ZMP 2009).

## Anbau in Europa

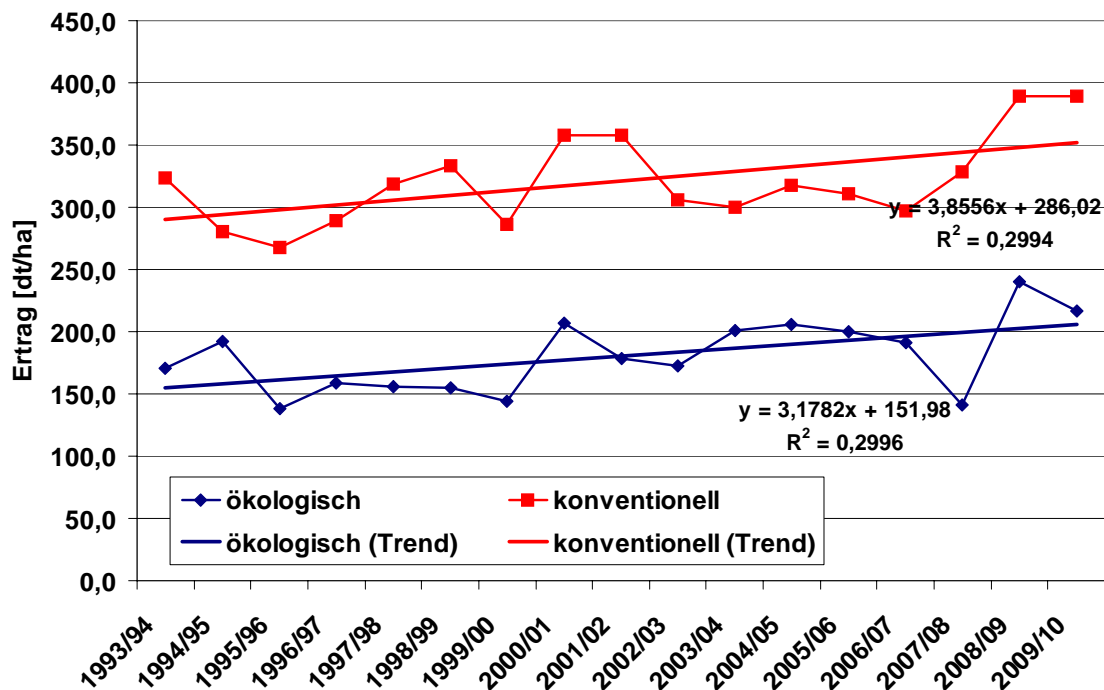
In Deutschland befindet sich auf der Vergleichsbasis des Jahres 2009 von den EU-Mitgliedsstaaten mit 8.350 ha der flächenmäßig größte Anbau von Öko-Kartoffeln. Mit weitem Abstand folgen Österreich mit 3.277 ha und Großbritannien mit 2.410 ha sowie Polen mit 1.850 ha. In den Niederlanden wurden im Jahr 2009 nur noch 1.090 ha angebaut, was einer Reduzierung der Fläche um über 300 ha im Vergleich zum Jahr 2004 entspricht (AMI 2011). Insgesamt werden in der EU 24.275 ha Öko-Kartoffeln angebaut. In den meisten EU-Ländern ist der Anbau bedarfsdeckend. Allerdings importiert Großbritannien einen relativ hohen Anteil an Öko-Kartoffeln (ZMP 2006). In Österreich hat der Anbau von Öko-Kartoffeln seit 2004 stetig um mehr als 1.100 ha zugenommen (AMI 2011), wobei ein Teil der Ernte (6.000-8.000 t) nach Deutschland exportiert wird (ZMP 2009).

## Erträge und Erntemengen

Die Erträge im ökologischen Kartoffelanbau liegen deutlich unter denen des konventionellen Anbaues (Abb. 2). Auf Basis der Buchführungsergebnisse Landwirtschaft (Testbetriebsnetz) (BMELV verschiedene Jahre) lagen die durchschnittlichen Erträge für die Jahre 1993/94 bis 2009/10 für den ökologischen Anbau bei durchschnittlich 181 dt/ha, während diese für den konventionellen Anbau 321 dt/ha betragen. Auf Basis dieser Auswertung liegt das Ertragsniveau im ökologischen Kartoffelanbau somit auf durchschnittlich 56 % des konventionellen Ertragsniveau, wobei sich dies in Abhängigkeit des Jahres zwischen 43 und 69 % bewegt. Sowohl die Erträge im konventionellem als auch im ökologischen Kartoffelanbau schwanken stärker als bei Getreide. Die Kartoffelerträge sind stärker von Witterungsbedingungen – sowohl während der Wachstumsphase als auch zur Erntezeit – abhängig. Außerdem können die Erträge durch Krank-

heits- und Schädlingsepidemien stark beeinflusst werden. Trotz der begrenzten Möglichkeiten der Schädlings- und Krankheitsregulierung im ökologischen Kartoffelanbau,

grund der ausgesprochenen Sommertrockenheit deutlich niedriger aus. Der im Jahr 2007 frühzeitige Befall mit *Phytophthora infestans* in Norddeutschland begrenzte die Erntemen-



**Abbildung 2:** Erträge im konventionellen und ökologischen Landbau von 1993/94 bis 2009/10 (Datenbasis BMELV (verschiedene Jahrgänge))

insbesondere der Krautfäule (*Phytophthora infestans*) ergeben sich im ökologischen Kartoffelanbau im Vergleich zum konventionellen Anbau keine höheren Ertragsschwankungen. Dennoch kann die Ertragshöhe in einzelnen Jahren in bestimmten Regionen stark unter dem Befall mit *Phytophthora infestans* leiden. Dies traf zuletzt in besonders starkem Maße im Jahr 2007 auf die Region Niedersachsen zu.

Die Öko-Kartoffelproduktion ist von 120.000 t im Jahr 2003 auf nunmehr 162.000 t im Jahr 2009 gestiegen (ZMP 2005, AMI 2011). Der Anstieg ist im Wesentlichen auf die Ausweitung der Anbaufläche zurückzuführen. Die Erntemengen unterliegen dabei jedoch auch den Krankheits- und witterungsbedingten Schwankungen. So fiel die Erntemenge z.B. im Jahr 2003 auf-

ge ebenfalls. So lag die Erntemenge in 2007 trotz einer Ausweitung der Anbaufläche um 700 ha gegenüber dem Vorjahr um 11.000 t niedriger als im Jahr 2006 (ZMP 2009).

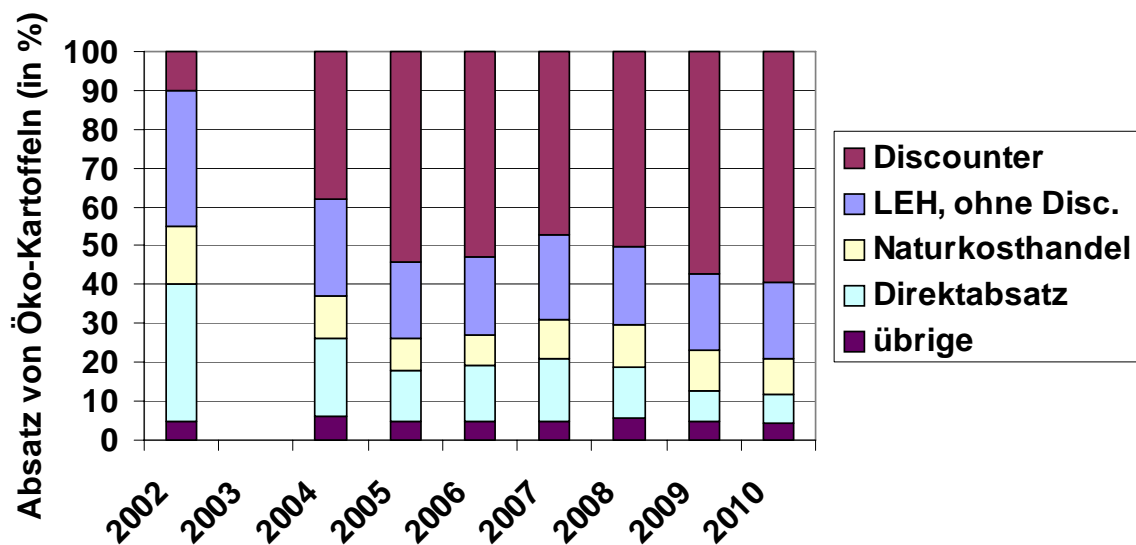
## Vermarktung

Bei der Nachfrage von Bioprodukten der privaten Haushalte zählen die Frischkartoffeln zu den Favoriten. Sie rangierten im Jahr 2010 nach Eiern mit 7,0 % und Frischgemüse mit 5,4 % an dritter Stelle mit einem Anteil von 4,7 %. Sie nehmen dabei den Platz noch vor Frischobst und Speiseölen ein (AMI 2011). Damit wird deutlich, dass der Kartoffelanbau und –absatz für den Ökologischen Landbau von hoher Bedeutung ist und dass daher weiterhin nach Wegen gesucht werden muss, die zum einen eine Ausdeh-

nung des Kartoffelanbaues in Deutschland erlauben und zum anderen gute Qualitäten gewährleisten können. Nur so kann sich auch zukünftig der heimische Öko-Kartoffelbau am Markt behaupten.

Bereits in den letzten Jahren stieg das Angebot aus dem Ausland mit der Folge zunehmender Importware. Aussagen über die Vermarktungs- und Absatzwege werden auf Basis von Auswertungen des Haushaltspa-

engagement der Discounter, die diesen Markt für sich entdeckt haben. Im Spätherbst 2000 wurden erste Testverkäufe des Discounters ALDI Nord durchgeführt und in dem Folgejahr aufgrund des Erfolges im Vorjahr fortgeführt. Die Kartoffeln wurden in 2002 im Discounter zu einem Preis von ca. 0,50 €/kg angeboten (ZMP 2004) und führten aufgrund des starken Angebotdruckes zu einer Entlastung und Stabilisierung des Marktes.



**Abbildung 3:** Prozentuale Absatzmenge von Öko-Kartoffeln in Abhängigkeit der ... (Datenbasis für das Jahr 2002 (ZMP 2004), für die Jahre 2004-2007 (ZMP 2008) und für die Jahre 2008-2010 (AMI 2011))

nels des Marktforschungsinstitut GfK, der Gesellschaft für Konsumforschung, vorgenommen. Diese Auswertungen zeigen, dass knapp 80 % der Bio-Kartoffeln im deutschen Handel in Deutschland angebaut werden. Der Anteil der heimischen Ware ist jedoch in den letzten Wirtschaftsjahren leicht rückläufig und erreichte 2007/08 nur noch 79 % gegenüber 82 % zwei Jahre zuvor. Einschränkung ist jedoch zu erwähnen, dass die relativ schlechten Ernten in den Jahren 2006 und 2007 dazu beigetragen haben (ZMP 2009).

Die Absatzwege unterlagen in den letzten Jahren einem erheblichen Wandel. Dies wurde eingeleitet durch das Vermarktungs-

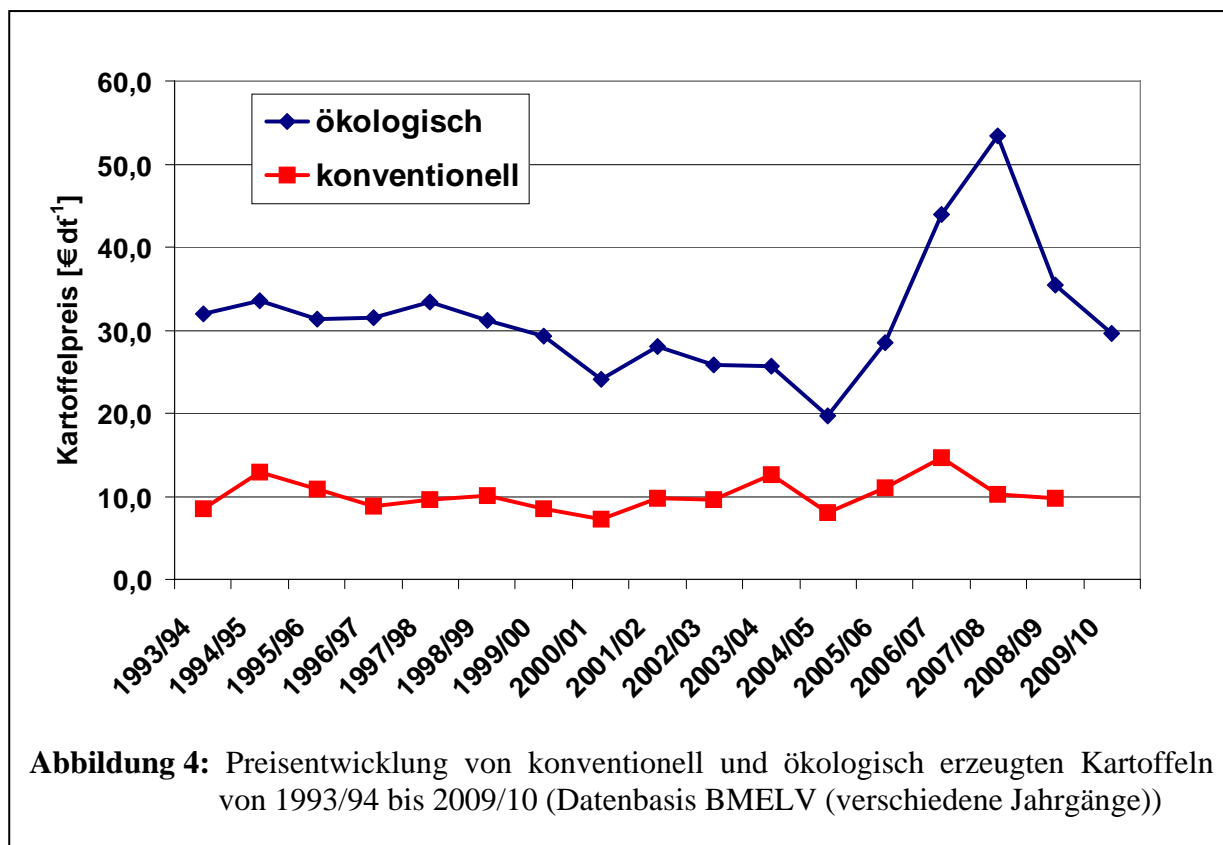
Seit dem Jahr 2002 hat sich die Vermarktung durch den Einstieg mehrerer Handelsunternehmen fest etabliert. Nach ALDI stieg auch PLUS und andere Discounter in die Vermarktung von Öko-Kartoffeln ein. Der Absatz von Kartoffeln, insbesondere auch alterntiger Ware konnte so stabilisiert werden und war Grundlage für eine Ausweitung der Kartoffelanbaufläche ökologisch wirtschaftender Betriebe (ZMP 2004) verbunden mit der Hoffnung, auch die Absatzmengen entsprechend zu steigern. Das Absatzpotenzial, insbesondere der ALDI-Märkte wurde sehr positiv eingeschätzt und von Marktanalysen bestätigt. So wurde Ende 2002 über die ALDI Märkte mehr Absatz generiert als über

alle anderen Handelsunternehmen zusammen (ZMP 2004). Das Engagement der Discounter führte zu einer deutlichen Marktstabilität bei gleichzeitig dramatischen Veränderungen in den Absatzwegen. Wurden im Jahr 2002 noch 35 % der Kartoffeln über den Direktabsatz (Ab-Hof und Wochenmärkte) abgesetzt (ZMP 2004), so nahm dieser Anteil in den Folgejahren kontinuierlich ab, so dass dieser Anteil im Jahr 2010 nur noch bei 7,8 % betrug (AMI 2011, vgl. Abb. 3). Gleichzeitig nahm der Absatz der Öko-Kartoffeln über die Discounter von 10 % im Jahr 2002 auf nun mehr nahezu 60 % zu (ZMP 2004, AMI 2011) und ist damit der maßgebliche Absatzweg. Bezieht man den übrigen konventionellen Lebensmitteleinzelhandel mit ein, so zeigt sich, dass mittlerweile knapp 80 % der Öko-Kartoffeln über den konventionellen LEH vermarktet werden. Dies ist einerseits eine Erfolgsstory, von der die Erzeuger durch eine Ausweitung des Kartoffelanbaues profitieren, andererseits ist der Markt für ökologisch erzeugte Kartoffel damit vom LEH und insbesondere von den Discountern

abhängig. Diese Wahrnehmung wurde bereits in den Untersuchungen von Kuhnert et al. (2004) beschrieben, aber gleichzeitig auch als Chance aufgefasst. Beschrieben wurde in diesem Zusammenhang aber auch, dass eine zunehmende Kopplung der Preise für Öko-Kartoffeln an das konventionelle Preisniveau befürchtet wird (Kuhnert et al. 2004).

## Preisentwicklung

Die Preisentwicklung seit 1993/94 bis zum Jahr 2009/10 ist auf Basis der der Buchführungsergebnisse Landwirtschaft (Testbetriebsnetz) (BMELV verschiedene Jahre) in Abb. 4 dargestellt. Da es sich um über das jeweilige Vermarktungsjahr gemittelte Erzeugerpreise handelt, können an diesen Daten längerfristige Entwicklungen aufgezeigt werden. Die Erzeugerpreise der konventionell erzeugten Kartoffeln liegen über die Jahre relativ konstant auf einem Niveau von ca. 10 €/dt. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass es sich um Durchschnittspreise der verschiedenen Verwertungsrichtungen der



Kartoffeln handelt, d.h. die Preise setzen sich sowohl aus Speisekartoffeln, Verarbeitungsware und Kartoffeln für die industrielle Verwertung zusammen. Da Industrie- und Veredlungskartoffeln in der Regel im Vertragsanbau angebaut werden, gilt hierfür eine andere Preisbildung als für den freien Markt der Speisekartoffeln. Daher sind die Preise über die Jahre gesehen auch relativ konstant, lediglich in Extremjahren kommt es zu positiven oder negativen Preisschwankungen. So ist z.B. der Preis nach dem sehr trockenen Jahr 2003, d.h. in der Vermarktungssaison 2003/04 deutlich angestiegen.

Bei der Preisentwicklung der ökologisch erzeugten Kartoffeln fällt auf, dass bis zum Jahr 2004/05 eine deutliche Tendenz sinkender Erzeugerpreise festzustellen war. Lagen die Preise bis 1997/98 noch deutlich über 30 €/dt, so fielen sie in den folgenden Jahren bis zur Vermarktungssaison 2004/05 bis auf ein Niveau von unter 20 €/dt. Diese Entwicklung wurde durch verschiedene Einflüsse ausgelöst. Zum einen konnten in diesen Jahren oftmals gute Ernten, auch im ökologischen Kartoffelanbau eingefahren werden. Zudem wurden gleichzeitig der Flächenumfang – wenn auch moderat – ausgedehnt. Die konventionellen Erzeugerpreise kamen auf der anderen Seite durch die sehr hohen Erntemengen deutlich unter Druck. So sanken die Erzeugerpreise im konventionellen Bereich bis auf 3,50 €/dt (ZMP 2004). Dieses sehr niedrige Preisniveau übte zusätzlichen Druck auf die Öko-Kartoffelpreise aus, da die Preisdifferenz zwischen konventioneller und ökologischer Ware zu hoch war. Im Handel und auch beim Verbraucher können dann kaum noch das Preisniveau für die ökologisch erzeugte Ware gehalten werden. Daher war das beginnende Engagement der Discounter in diesen Jahren zum Teil sehr positiv bei den Erzeugern aufgenommen wurden, da dies zusätzliche Absatzwege eröffnete und die dadurch ausgelöste Marktentlastung die Preise stabilisierte. Die Absatzwege über die Discounter verstetigten sich und schafften zusätzliche Marktnachfra-

ge, die sich insgesamt positiv auf den Preis in den Folgejahren ausgewirkt hat. Hinzu kam das Jahr 2007, welches zu deutlichen Mindererträgen aufgrund der sehr frühen *Phytophthora*-Infektion in Norddeutschland führte und somit ein geringes Angebot einer recht hohen Nachfrage gegenüberstand und sich somit Preise von über 50 €/ha am Markt durchsetzen ließen. In den beiden letzten Jahren kam es wieder zu einer Marktberuhigung. Die Erträge der Öko-Kartoffeln waren durchaus gut und führen bei der gleichzeitig angestiegene Anbaufläche von 7.500 ha in 2006 auf nunmehr 8.350 ha im Jahr 2009 zu niedrigeren Preisen. Eine Prognose über die weitere Entwicklung ist kaum möglich, da der Preis der Öko-Kartoffeln wie dargestellt durch sehr unterschiedliche Strömungen beeinflusst werden kann.

Es bedarf zukünftig große Anstrengungen den Markt zu stabilisieren. Die Qualitätsanforderungen sind seit dem Einstieg der Discounter enorm gestiegen. Daher ist ein ständig zu verbesserndes Qualitätsmanagement auf Erzeuger- und Beraterseite notwendig und gleichzeitig Garant für die Absatzsicherheit. Wichtig sind zudem gute und möglichst stabile Erträge mit sehr guten Qualitätsausprägungen. Nur so können die Konsumenten gebunden werden und davon überzeugt werden, dass Öko-Kartoffeln ein heimisches Premiumprodukt mit einem außerordentlichen Geschmackserlebnis sind. Daher sollte überlegt werden, ob es sinnvoll ist, Vermarktungsstrategien zu entwickeln, die die sensorischen Qualitäten und das damit verbundene Geschmackserlebnis stärker in den Mittelpunkt stellen.

## Sensory Marketing

An dieser Stelle kommt das Sensorik als Marketinginstrument für die Kartoffelvermarktung ins Spiel.

Sensory Marketing sind Marketingtechniken, die den Konsumenten erreichen wollen, bei Einsatz ihrer Sinne um Emotionen und Ge-

wohnheiten zu beeinflussen (Übersetzte Definition der American Marketing Association). Lt. B. Daucé und S. Rieunier soll das sensorische Marketing die Lücke füllen, die das traditionelle Marketing hinterlässt, weil es teilweise zu rationell ist.

Die Kommunikation sensorischer Produkteigenschaften wird eingesetzt, um den Kunden zu erreichen. Über diese Kommunikation werden die sensorischen Eigenschaften des Produktes gegenüber den Verbrauchern dargestellt, und auch eine klare sensorische Differenzierung.

Damit Öko-Kartoffeln, wie im Absatz vorher dargestellt, zu einem heimischen Premiumprodukt werden können, müssen unterschiedliche Voraussetzungen erfüllt werden.

Zum einen müssen die Kartoffeln für die Verbraucher sensorisch ansprechend sein.

Sie müssen frei sein von sensorischen Fehlern, wie z. B. ein kratzendes Gefühl im Rachenraum, muffig-modrige Geruchs- und Geschmackseindrücke oder zu starke Bitternoten. Sensorische Fehlnoten lassen sich nicht immer vermeiden, es ist aber das Ziel sie durch gezielte Maßnahmen zu minimieren.

Es müssen sensorische Beschreibungen für unterschiedliche Kartoffelsorten existieren, um das Verbraucherinteresse wecken zu können. In diesem Forschungsprojekt wurden Beschreibungen für drei Kartoffelsorten entwickelt, die sich teilweise auch auf weitere Sorten übertragen lassen. Generell macht es aber Sinn, Beschreibungen für weitere Kartoffelsorten zu entwickeln, die im Ökologischen Landbau eingesetzt werden, um ein breit angelegtes sensorisches Marketing zu entwickeln.

Für das Kartoffelmarketing gibt es ein Beispiel aus Holland. Es ist das Pommonde®-Konzept der HZPC Holland B.V (HZPC 2011). Das seit 2008 existierende Pommonde Taste Concept erhielt 2010 den zweiten Platz des Fruit Logistica Innovation Awards in Berlin. Die Kartoffeln werden den vier Ge-

schmacksrichtungen fine (sahnig und elegant), lite (leicht und mild), bite (kräftig und geschmackvoll) und ripe (mehlig und trocken) eingeteilt. Diese Eigenschaften werden dem Verbraucher durch unterschiedlich farbig gestaltete Verpackung signalisiert.

Auch Alnatura hat ein Konzept entwickelt, unterschiedliche sensorische Eigenschaften von Kartoffeln über unterschiedliche Verpackungsgestaltung zu kommunizieren.

Im Weinmarketing wird das Sensory Marketing schon lange eingesetzt. Ein Beispiel für die Vermarktung ist das Aromarad für Wein, in dem viele sensorische Eigenschaften erfasst sind, mit denen unterschiedliche Weincharaktere beschrieben werden können.

Basierend auf dieser Idee wurde mit den im Projekt entwickelten sensorischen Beschreibungen ein Vermarktungskonzept für die Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern erstellt. Das Konzept hat zum Ziel, die Verbraucher für unterschiedliche sensorische Eindrücke der Kartoffeln zu interessieren. Bisher gelten Kartoffeln leider meist als „Sättigungsbeilage“ mit unterschiedlichen Kocheigenschaften. Eine Wandlung des Images der Öko-Kartoffeln in Richtung eines interessanten Lebensmittels ermöglicht die Chance, einer weniger preisanfälligen Vermarktung.

Im Rahmen des BÖL-geförderten Projektes „Bio Kartoffeln – Geschmack entdecken und genießen“ wurde von der Hamburger Werbeagentur I-CON in Zusammenarbeit mit der Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern eine optisch ansprechende Kartoffelfibel mit Informationen zur Kartoffel und Kochrezepten entwickelt (Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern 2010). Die im Projekt „Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion“ entwickelten sensorischen Beschreibungen stellten die Grundlage für die Entwicklung eines Genussrades Kartoffel, was in Zusammenarbeit mit dem ttz-Bremerhaven erfolgte.



- Kuhnert H, Feindt PH, Beusmann V (2004): Ausweitung des ökologischen Landbaus in Deutschland – Voraussetzungen, Strategien, Implikationen, politische Optionen. In: Schriftenreihe der Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Reihe A: Angewandte Wissenschaft Heft 509, 395 pp
- Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern (2010): Bio-Kartoffeln - Was Sie schon immer wissen wollten und mehr.  
<<http://www.marktgenossenschaft.de/kartoffelfibell.html>>. [zitiert am 30.05.2011]
- Valenti, C., Riviere, J. (2008): Marketing Dissertation Högskolan i Hamstadt
- ZMP (2004): Ökomarkt Jahrbuch 2004 - Verkaufspreise im ökologischen Landbau 2002/2003. in: Materialien zur Marktberichterstattung 55: 304 pp
- ZMP (2005): Ökomarkt Jahrbuch 2005 - Verkaufspreise im ökologischen Landbau 2003/2004. in: Materialien zur Marktberichterstattung 51: 296 pp
- ZMP (2006): Ökomarkt Jahrbuch 2006 - Verkaufspreise im ökologischen Landbau 2004/2005. in: Materialien zur Marktberichterstattung 60: 272 pp
- ZMP (2008): Ökomarkt Jahrbuch 2006/2007 - Verkaufspreise im ökologischen Landbau. in: Materialien zur Marktberichterstattung 77: 123 pp
- ZMP (2009): Ökomarkt Jahrbuch 2009 - Verkaufspreise im ökologischen Landbau. in: Materialien zur Marktberichterstattung 86: 151 pp

# Das Kartoffel-QM als Werkzeug in der Fachberatung

CHRISTIAN LANDZETTEL<sup>1</sup> und WILFRIED DREYER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bioland Beratung, Auf dem Kreuz 58, 86152 Augsburg, Clandzettel@bioland-beratung.de

<sup>2</sup> Ökoring e.V., Bahnhofstraße 15, 27374 Visselhövede, w.dreyer@oekoring.de

## Zusammenfassung

Das Kartoffel-QM fußt auf drei wesentlichen Säulen: Der genauen Erfassung und Verifizierung von Qualitäts- und Anbaudaten (Audit), dem Benchmarking der Qualitätsdaten und dem auf der einzelbetrieblichen und allgemeinen Auswertung der Daten fußenden Beratungsgespräch. Es hat sich gezeigt, dass auf der Grundlage dieses Systems eine ausgesprochen tiefgreifende Analyse der aktuellen Situation im Kartoffelbau und eine dementsprechend fundierte Fachberatung möglich werden. Der bundesweite Datenvergleich im Rahmen des Benchmarkings verschafft die Möglichkeit regionale oder sortenspezifische Eigenheiten herauszuarbeiten und zu verstehen. Unter den Landwirten befördert der gegenseitige Vergleich Austausch und Innovation. Für den Fachberater selbst bietet das Kartoffel-QM ein enormes Fortbildungspotenzial.

*Schlüsselworte: Benchmarking, Audit, Fachberatung*

## Abstract

### Potato-QM as a technical support tool

Potato-QM is based on three key pillars: Detailed documentation and verification of quality and production data (audit), benchmarking of quality data, and consultation sessions which are based on farm-related and general analysis of the documented data. Working with Potato-QM showed that this system allows a remarkably profound analysis of a farmer's current situation in potato production and that sound advice can be given as a result. The nationwide comparison of data within the benchmarking process makes it possible to identify and understand regional and variety-related characteristics. The reciprocal comparison within the group of participating farmers encourages dialogue and innovation. For the consultant himself, Potato-QM offers tremendous potential to further his know-how.

*Keywords: benchmarking, audit, technical support*

## Einleitung

In der Beratung für den ökologischen Kartoffelbau gibt es ein Fachberatungsangebot für die Betriebe. Das Angebot der Fachberatung unterscheidet sich von der kostenfreien Grundleistung der Anbauverbände durch eine auf bestimmte Teilbereiche des Betriebes ausgerichtete Spezialberatung, welche in der Regel von entsprechend spezialisierten Experten angeboten und durchgeführt wird. Im Kartoffelbau werden hierbei sämtliche Themenbereiche von der Boden- und Pflanzgutvorbereitung über die Unkraut- und Krankheitsbekämpfung und die Ernte bis hin zur sachgerechten Lagerung und Aufbereitung bearbeitet. Darüber hinaus gehören hierzu viele strategische Fragestellungen rund um den Kartoffelanbau, wie beispielsweise die Fruchtfolgegestaltung und die damit einhergehenden Effekte auf die Nährstoffversorgung oder das Auftreten von Schädlingen wie zum Beispiel dem Drahtwurm oder *Rhizoctonia solani*. Hinzu kommen Beratungsleistungen hinsichtlich der Sortenwahl oder der Vermarktungsstrategie. Einen nicht unerheblichen Anteil von Fachberatungsleistungen bildet aber auch ein breites Angebot an Gruppenveranstaltungen, welche vor allem in der Vegetationszeit meist auf verschiedenen Betrieben angeboten werden, um direkt am Objekt verschiedene Sorten oder Techniken der Bestandesführung beurteilen und vergleichen zu können. In der vegetationsfreien Zeit wird dies abgerundet durch entsprechende Testessen verschiedener neuer Sorten, so dass am Ende eines durch die Beratung organisierten Sortenversuches bei allen Beteiligten ein aus vergleichenden Bewertungen hervorgegangenes Bild von Anbautauglichkeit, Optik, Geschmack und schließlich Vermarktbarkeit einer Sorte verbleibt, welches für künftige Anbauentscheidungen sowie Darstellungen in der Beratung entscheidend ist.

## Material und Methoden

Die wesentlichen Werkzeuge der klassischen Fachberatung beruhen in der Regel auf Betriebsbesuchen zu den vom Landwirt gewünschten Zeitpunkten und Themen, sowie einer möglichst weitreichenden telefonischen Erreichbarkeit des Fachberaters für kurzfristige Fragestellungen. Im digitalen Zeitalter wird die kurzfristige Fachberatung vor allem für in entlegenen Regionen ansässige Betriebe durch den Austausch von Digitalbildern per Internet stark erleichtert. Innerhalb weniger Minuten erhält der Fachberater per E-Mail ein oder mehrere Digitalbilder von Blattläsionen und kann im Telefongespräch die Situation erläutern und entsprechende Handlungsempfehlungen geben, deren Ergebnisse im Zweifelsfall wieder über den Austausch von Bildern genau abgeglichen werden können.

Hinzu kommen sämtliche Arten von Veranstaltungen in Form von Frontalvorträgen, Diskussionen, Felderbegehungen, Testessen etc..

Je nach Anbauumfang oder Anteil des Kartoffelbaus am gesamten Betriebseinkommen ist der von den einzelnen Landwirten beanspruchte Stundenumfang in der Fachberatung stark verschieden. Hiermit geht auch eine unterschiedliche Intensität der Beratung einher. In der Regel findet auch bei geringem Stundenumfang mindestens ein Betriebsbesuch innerhalb der Vegetationszeit statt, bei welchem in einer ausführlichen Feldbegutachtung die aktuelle Situation analysiert werden kann. Bei intensiv zu betreuenden Kunden schließt sich an einen oder auch mehrere vegetationsbegleitende Besuche mindestens ein gemeinsames Treffen in der vegetationsfreien Zeit an, bei welchem die Lagerführung, die Vermarktung sowie sämtliche strategischen Fragen wie zu Fruchtfolge, Schädlingsbekämpfung oder Nährstoffversorgung für die kommende Saison besprochen werden können. Während bei Fachberatungskunden mit einem Betriebsbesuch in der Vegetation in der Regel nur die

aktuelle Situation im Bestand thematisiert werden kann, kommen bei Winterterminen Themen zur Sprache, welche aufgrund der eingeschränkten Betrachtungsweise und bei beiden Beteiligten stark begrenzten zeitlichen Ressourcen im Sommer nicht aufgeworfen werden können. Solche Gespräche werden umso wertvoller, je detaillierter die Informationen sind, die dem Fachberater seitens des Landwirtes geboten werden und je länger und besser sich Berater und Landwirt kennen.

Genau diesen Prozess deutlich zu unterstützen ist das Anliegen des Benchmarking oder Kartoffel-QM-Systems als Beratungswerkzeug. Nach Abschluss der Vegetation kommt der Berater persönlich zu einem Kurzbesuch vorbei und nimmt Proben von den vom Landwirt produzierten Kartoffelpartien. Diese werden detailliert bonitiert und inhaltlich auf Nitrat- und Stärkegehalt untersucht (Böhm et al. 2011). Spätestens beim gemeinsamen Vor-Ort Termin wird der gesamte Anbauhergang zu den einzelnen Parteien in der Datenbank erfasst und verifiziert, sodass Anbaudaten, Ertrag und Qualität jeder Partie nachvollziehbar sind. Zu einigen Punkten wie der Intensität der Käfer- oder Phytophthorabefalles werden Gewichtungen in Form von Schulnoten erfragt, um eine bessere Vergleichbarkeit der Abläufe auf dem Betrieb zu erfragen (Audit). Verschiedene subjektive Wahrnehmungen zweier Landwirte von ein- und derselben Befallsintensität werden somit weitgehend minimiert. Erst dann wird anhand aller vorliegender Daten die Gesamtsituation des vergangenen Jahres reflektiert und hieraus Verbesserungsansätze erarbeitet.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Es hat sich gezeigt, dass dieses Konzept aus folgenden Gründen eine deutliche Bereicherung für den gesamten Prozess der Fachberatung bietet.

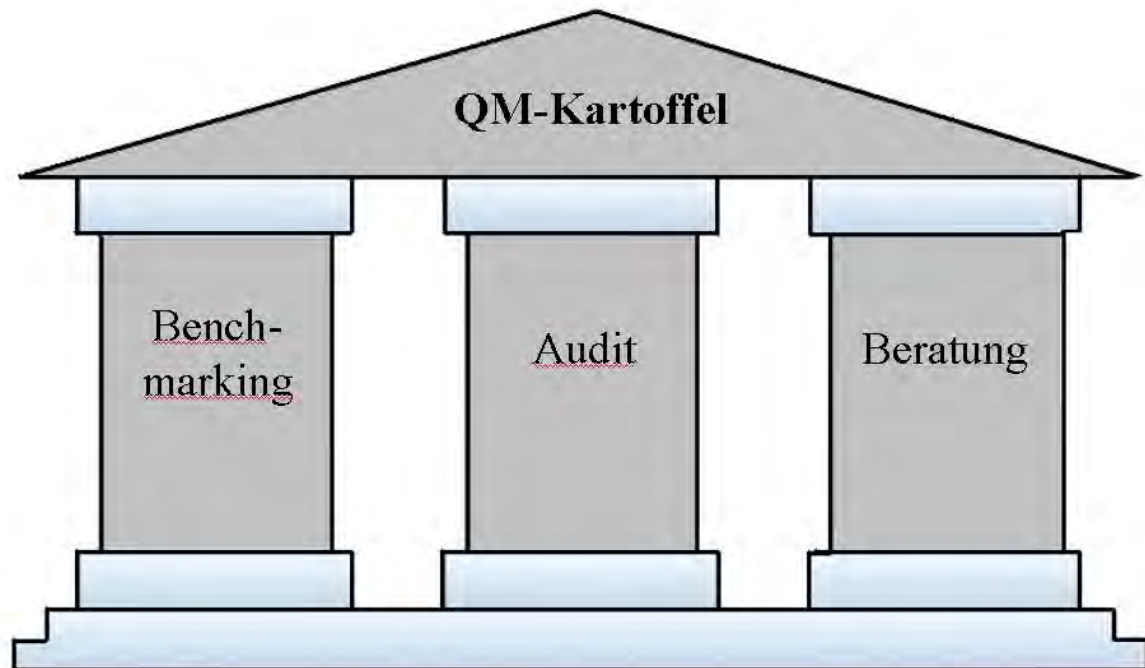
1. Schon beim Abholen der Proben auf dem Betrieb erhält der Berater einen Eindruck von Ertrag und Qualität der geernteten Parteien und kann diese Bilder mit den Wahrnehmungen aus dem vegetationsbegleitenden Betriebsbesuch abgleichen. Die dann folgende Bonitur, bei welcher ca. 10 Kilogramm einer jeden Partie Knolle für Knolle auf äußere und innere Qualitätsparameter bonitiert werden, ist eine auf den ersten Blick anstrengende und langwierige Arbeit. In Wahrheit steckt aber genau hierin ein Schlüssel für den Erfolg des Gesamtsystems. Selbst wenn man eine Partie nicht im Feld gesehen hat, so erzählt sie metaphorisch ausgedrückt während des Schneidens ihre Lebensgeschichte. Verschiedene Qualitätsmängel lassen auf entsprechende Beeinträchtigungen oder auch Anbaufehler rückschließen. So kann beispielsweise Tiefe, Form und Struktur einer Vielzahl an Beschädigungen auf einen ganz bestimmten Punkt in der Ernte- und Einlagerungskette schließen lassen, an welchem genau diese Schäden passiert sind. Wenn derartige Beobachtungen mit dem Hintergrundwissen, das der betreuende Fachberater aus den vegetationsbegleitenden Betriebsbesuchen, der Lagerbegehung und seiner persönlichen Charakterisierung des betreffenden Landwirtes zusammenfließen, so entsteht schon im Moment der Bonitur ein sich schließender Kreis von Zusammenhängen. Selbst die Kombination von Vegetationsbegleitung und Lagerbegehung können nicht im Ansatz ein derart genaues und geschärftes Bild von den betrieblichen Abläufen entstehen lassen, wie es bereits bei der Bonitur entsteht. Im gemeinsamen Gespräch mit dem Landwirt, auf welches sich der Berater in der Regel durch eine nochmalige genaue Analyse der Bonitur sowie des Beratungsgeschehens im vergangenen Jahr vorbereitet, liegt somit die wohl größtmögliche Menge an Information für eine detaillierte Fachberatung

vor. Mangel für Mangel können anhand des anonymen Benchmarkings sowie der vergleichenden Einschätzung des Beraters gemeinsam gewichtet und analysiert werden. Es entsteht dabei sehr schnell ein konkretes Bild von den Stärken und Schwächen des gesamten Anbauverfahrens, welches durch gezielte Nachfragen des Beraters noch verschärft werden kann. Unter Zuhilfenahme der Anbaudokumentation der für das kommende Anbaujahr für den Kartoffelanbau vorgesehenen Schläge, der dazugehörigen Bodenuntersuchungen und der bisherigen Sortenauswahl des Landwirtes können hieraus detaillierte Verbesserungsansätze erarbeitet werden, welche im kommenden Jahr umgesetzt und wiederum im Beratungsgespräch reflektiert und weiterentwickelt werden können.

2. Die Möglichkeit des anonymen Qualitätsdatenbenchmarkings ermöglicht jedem beteiligten Landwirt die Einordnung eigener Qualitäten und Erträge in den Rahmen der eigenen Region, Sorte und Klimaverhältnisse im Vergleich mit Berufskollegen. Gerade auch im Gespräch mit dem Berater spielt dieser Vergleich von Anfang an eine entscheidende Rolle. Es wird hiermit möglich, den Einfluss einzelner Sorten oder auch Wetterereignisse innerhalb bestimmter Regionen auf das Gesamtergebnis besser zu verstehen und einzuordnen. So kann beispielsweise das Auftreten von starkem Zwiewuchs in einem bestimmten Gebiet mit der für diese Region bekannten Witterungshistorie fachlich verstanden, aber auch der dazukommende Einfluss der Sorte und der Aktivitäten des Landwirtes nachvollzogen werden.
3. Das stete Vergleichen eigener Leistungen mit denen der anderen ist genau das, was Landwirte bei Gruppentreffen und Stammtischabenden mit Vorliebe tun und was ihre eigene Innovationsbereitschaft anregt. Speziell ökologisch wirtschaftende Betriebsleiter zeichnen sich zumeist

durch ein hohes Maß an Innovationsbereitschaft und Offenheit im Umgang mit den Berufskollegen aus, sodass das Weitergeben eigener Erfahrungen an andere Landwirte der selben Interessensgruppe in der Regel eine Selbstverständlichkeit darstellt. Der gegenseitige Austausch und Leistungsvergleich kann in solchen Kreisen daher weniger als Ausdruck von Konkurrenz als vielmehr ein gegenseitig beflügelnder Innovationsmotor begriffen werden. Genau dieser Vergleich wird durch die Benchmarkingdatenbank auf eine wesentlich breitere und anhand genauer Zahlen noch repräsentativere Basis gestellt und unterstützt. Wichtig ist es jedoch, dass der Berater diesen Prozess immer wieder anstößt. Die Präsentation von Ergebnissen aus den vom Berater vorgenommenen Auswertungen der Datenbank mit anschließender Diskussion ist eine durch das Benchmarking erst möglich gewordene Form der Gruppenberatung mehrerer am QM-beteiligter Landwirte. Im Rahmen von Gruppen- und Lieferantentreffen kann so auch eine noch bessere Identifizierung der Landwirte mit dem QM-System erreicht werden. Auch oben erwähnte Felderbegehungen und Testessen werden durch das QM-System indirekt unterstützt, da die regionalspezifischen Eigenheiten bestimmter Sorten und Anbauverfahren, welche durch die Arbeit am QM-System verdeutlicht werden, hier als Vergleichsmaßstab fungieren können.

4. Nicht zuletzt bietet das gesamte QM-System in der dargestellten Form ein enormes Fortbildungspotenzial für den Fachberater. Das beginnt in dem Moment, wo bei der gemeinsamen Begutachtung der Partien im Lager ein erster Eindruck von den vorhandenen Qualitäten entsteht und die eigenen Beratungsempfehlungen zu deren Verbesserung direkt am Objekt evaluiert werden können. Genau dies wird bei der anschließenden Bonitur noch deutlich vertieft, wenn die



**Abbildung 1:** Die drei Säulen des QM-Kartoffel

genauen Ausmaße bestimmter Probleme oder Weigerungsgründe offenbar werden. Hier kommt dann die gemeinsame Diskussion der mindestens zwei bonitierenden Berater hinzu, welche einen hervorragenden Meinungsaustausch zu den vorliegenden Partien ermöglicht. Weiterhin ist die Wahrscheinlichkeit hoch, bisweilen auch seltene Knollenerkrankungen in Form einiger weniger betroffener Knollen anzutreffen und gemeinsam einzuordnen, welche man ohne derartigen Bonituraufwand nur durch Zufall überhaupt bewusst zu Gesicht bekommt. Letztlich formt das stete Vergleichen der eigenen Beobachtungen auf den verschiedensten Betrieben auch beim Berater ein Bild vom optimalen Produktionsverfahren, welches mit jeder weiteren Beobachtung verfeinert, angepasst und stabilisiert wird. Die Vielzahl der vergleichend bonitierten Partien sowie das Mehr an Betriebs- und Lagerbegehungen, welche das QM-System mit sich

bringt, intensiviert und beschleunigt diese Prozesse erheblich.

Das Kartoffel-QM hat sich bereits in den ersten Jahren nach der Etablierung als wertvolles Instrument der kartoffelbaulichen Fachberatung erwiesen. Es sorgt für eine erhebliche Aufwertung und Intensivierung der Fachberatung und kann somit in erster Linie als Premium-Angebot für spezialisierte Kartoffelbetriebe fungieren und andererseits auch für kleinere kartoffelproduzierende Betriebe mit entsprechend geringerem Probenumfang von ggf. nur einer Partie eine Möglichkeit zur Analyse von Anbau-Problemen bieten, deren Ursachen in Form vegetationsbegleitender Beratungsbesuche nicht ausreichend offenbar und lösbar werden. Neben diesen Vorteilen für den Landwirt ist der Fortbildungseffekt für den Berater selbst, welcher letztlich ebenso wieder den Kunden zuteil wird, eine weitere wesentliche Leistung des Kartoffel-QM, das sich somit als bedeutsames Element der

kartoffelbaulichen Fachberatung bei Bioland und der Arbeitsgemeinschaft Ökoring Niedersachsen etablieren konnte. Diese Erfahrungen können beispielhaft für alle anderen Produktbereiche der Landwirtschaft sein. Erste Erfahrungen sammelte man bei Bioland mit dem System Kuh-M in Zusammenarbeit mit der Molkerei Söbbeke, bei welchem die Ergebnisse laufender Qualitätserhebungen bei der Milchkontrolle in die Fachberatung eingehen und ebenfalls in einer vergleichbaren Datenbank verwaltet und ausgewertet werden (Weiler et al. 2009). Nicht zuletzt die positiven Erfahrungen mit dem Kuh-M lieferten Impulse für das Projekt Kartoffel-QM, welches seinerseits nun wieder Vorbild für weitere Entwicklungen praxisgebundenen Qualitätsmanagements durch Fachberatung zum Beispiel im Getreide- und Obstbau ist.

## Schlussfolgerungen

Das Kartoffel-QM hilft dem Kartoffelerzeuger seine Ertrags- und Qualitätsergebnisse unter vergleichbaren Voraussetzungen einzuordnen und eigene Schwachstellen zu erkennen. Gleichzeitig bietet die Arbeit mit den Daten für den Berater eine Möglichkeit persönlicher Weiterbildung in einem Verfahren des on-farm-research, welches eine unschätzbare wertvolle Brücke zwischen Forschung und Praxis schlägt. Mit dem Kartoffel-QM wurde somit ein System entwickelt, welches neben einer Grundlage für verschiedenste Forschungsarbeiten in erster Linie die Basis für einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess im heimischen Bio-Kartoffel-

anbau abgibt. So kann es auch weit über den ökologischen Kartoffelanbau hinaus ein Beispiel für innovatives Qualitätsmanagement sein, welches direkt beim Erzeuger ansetzt und dabei die Bedürfnisse aller Beteiligten von Landwirt über Berater und Verarbeiter hin zu Handel und Konsument berücksichtigt.

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes "Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion" durchgeführt, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert wurde (FKZ 06OE125, 06OE149 und 06OE295).

## Literatur

- Böhm H, Dreyer, Dresow JF, Landzettel C, Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011): Forschungsprojekt zur Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion – Hintergrund und Projektbeschreibung. *Landbauforschung SH 348*:1-13
- Weiler M, Volling O, Krömker V (2009): Audit und Benchmarking zur Optimierung der Tiergesundheit. In: Mayer J, Alföldi T, Leiber F (eds) *Werte - Wege - Wirkungen : Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau ; Zürich, 10.-13. Februar 2009 ; Band 2: Tierhaltung, Agrarpolitik und Betriebswirtschaft, Märkte und Lebensmittel* Verlag Dr. Köster, Berlin. pp 190-193

## Anbaumanagement auf den untersuchten Projektbetrieben

CHRISTIAN LANDZETTEL<sup>1</sup> und WILFRIED DREYER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bioland Beratung, Auf dem Kreuz 58, 86152 Augsburg, Clandzettel@bioland-beratung.de

<sup>2</sup> Ökoring e.V., Bahnhofstraße 15, 27374 Visselhövede, w.dreyer@oekoring.de

### Zusammenfassung

Es konnten interessante Einzelbeobachtungen bezüglich der Zusammenhänge zwischen Produktionstechnik und Ertrag bzw. Qualität herausgearbeitet werden. So gab es z.B. einen geringeren Ertrag bei schlechteren Bodenbedingungen zur Pflanzung. Es zeigte sich weiterhin, dass die Vorkeimung in allen drei Jahren eine Verbesserung der Erträge und Qualitäten mit sich brachte. Im Hinblick auf die Krautfäule zeigte sich ein recht deutlicher Zusammenhang zwischen der Zahl der Wachstumstage zwischen Pflanzung und Krautabsterben mit dem Ertrag. Besonders deutlich ist dieser Zusammenhang im Jahr 2007, in welchem in Norddeutschland eine sehr starke Epidemie verzeichnet werden musste. Trotz allem wurde in den wenigsten Fällen die zulässige Höchstmenge von 3 kg Cu/ha ausgereizt. So wurde auf den behandelten Flächen eine Menge von durchschnittlich knapp 1900 g/ha\*a eingesetzt. In allen drei Jahren zeigte sich weiterhin ein deutlicher Mehrertrag auf Beregnungsbetrieben von durchschnittlich 25 %.

*Schlüsselworte: Bodenbedingungen, Vorkeimung, Krautfäule, Kupfer, Beregnung*

### Abstract

#### **Management of potato cultivation at the farms investigated**

There are interesting observations regarding the correlations between production methods and crop yield and quality. For example, potato reacted with lower crop yields if soil conditions were unfavourable at time of planting. There was furthermore an improvement in crop yield and tuber quality in all three years if the seedling had been pre-sprouted in the spring. With regard to late blight, there was an interesting connection between growing time (number of days between planting and leaf decay) and crop yield. This correlation was particularly manifest in 2007 when a very severe epidemic of late blight occurred in northern Germany. Nevertheless, the maximum permitted level of 3 kg Cu/ha was rarely exhausted. The average amount of copper applied to treated fields was just under 1900 g/ha\*a. Furthermore, there was an average yield increase of about 25 % on irrigated fields compared to those not irrigated.

*Keywords: soil conditions, pre-sprouting, late blight, copper, irrigation.*

## Einleitung

Um die Abläufe auf einem Betrieb zu verstehen und Zusammenhänge mit den Ergebnissen in den Bereichen Ertrag und Qualität einzelner Feldfrüchte wie in diesem Fall der Kartoffel herausarbeiten zu können, ist eine gute persönliche Kenntnis des Landwirtes selbst sowie der auf dem Betrieb vorhandenen Technik und Arbeitskräfte erforderlich. Einen wesentlichen Beitrag leistet hier neben einem möglichst andauernden Beratungsverhältnis die genaue Erfassung der betrieblichen Abläufe und Entscheidungen im Rahmen von Schlagkarteien. Derart gewonnene und vergleichbare Daten sind bestens geeignet einerseits die Verbreitung und Akzeptanz bestimmter Techniken wie beispielsweise der Vorkeimung zu ermitteln und andererseits auch hier die Auswirkungen auf Ertrag und Qualität zu prüfen. Im Folgenden ist eine Reihe von Einzelbeobachtungen dieser Art zusammengefasst dargestellt.

## Material und Methoden

Um eine bessere Vergleichbarkeit und Auswertbarkeit der Qualitäts- und Ertragsdaten zu gewinnen, ist die Datenbank NutriWeb zur Erfassung des genauen Anbauhergangs

ähnlich wie in einer Schlagkartei von entscheidender Bedeutung (Landzettel und Dreyer 2011a, in diesem Heft). Anhand dieser Daten lässt sich sehr gut herausarbeiten, welche produktionstechnischen Maßnahmen auf den Betrieben in welchem Umfang angewendet werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die am QM beteiligten Betriebe zwar vom Direktvermarkter bis zum spezialisierten Kartoffelanbauer mit über 150 ha jährlicher Kartoffelanbaufläche nahezu jeden Betriebstyp enthalten und eine Vielzahl derjenigen Betriebe repräsentieren, welche den größten Anteil ihres Einkommens aus dem Kartoffelbau beziehen, jedoch nicht in allen Details als repräsentativer Durchschnitt aller Kartoffelproduzenten des Ökologischen Landbaues verstanden werden dürfen.

## Ergebnisse und Diskussion

Im Rahmen des Audits in Form der direkten Befragung der Landwirte zur Bewertung bestimmter Zustände nach dem Notenprinzip (Böhm et al. 2011, in diesem Heft) wurde besonderer Wert auch auf die Einschätzung des Bodenzustandes gelegt. Diese Note wurde im Jahr 2009 für jede beprobte Partie speziell für den Zeitpunkt des Kartoffellegens erfragt. Die Landwirte, welche mit den Bo-

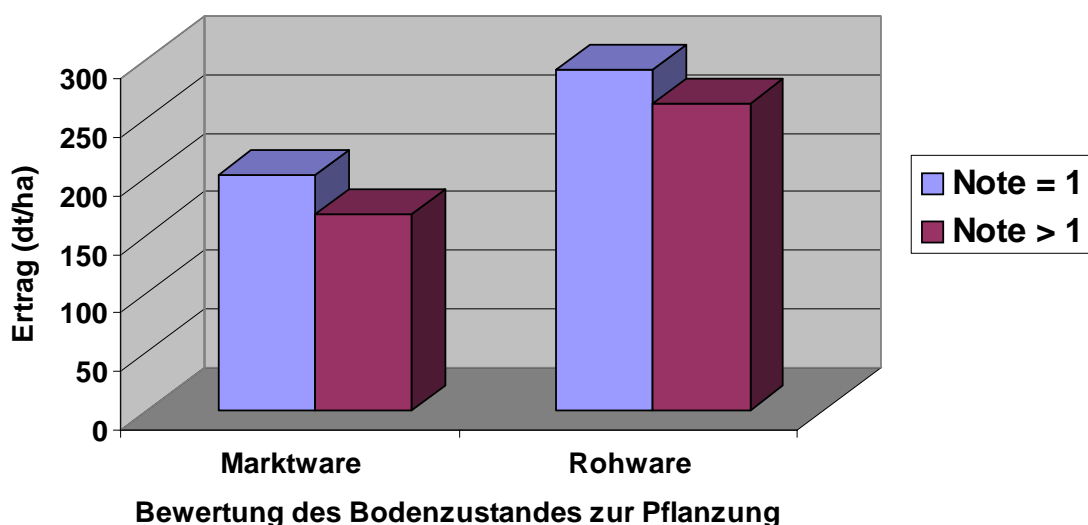


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Bodenzustand und Ertragspotenzial

denbedingungen zum Zeitpunkt der Pflanzung zufrieden waren, gaben hier ohne Überlegen sofort die Note „1“. Alle diejenigen, welche spontan eine Unstimmigkeit im Kopf hatten, gaben schlechtere Noten. Betrachtet man diese Unterschiede im Zusammenhang mit der Ertragsleistung, so ergibt sich die in Abbildung 1 dargestellte Situation. Im Schnitt ernteten die Betriebe mit schlechterer Bodenbewertung mit 262 dt/ha gegenüber 291 dt/ha bei denjenigen mit Note „1“ um 10 % weniger Rohware. Beim Marktwarenertrag sind mit 168 statt 202 dt/ha auf den Schlägen mit schlechter bewerteten Pflanzbedingungen ca. 17 % weniger erwirtschaftet worden.

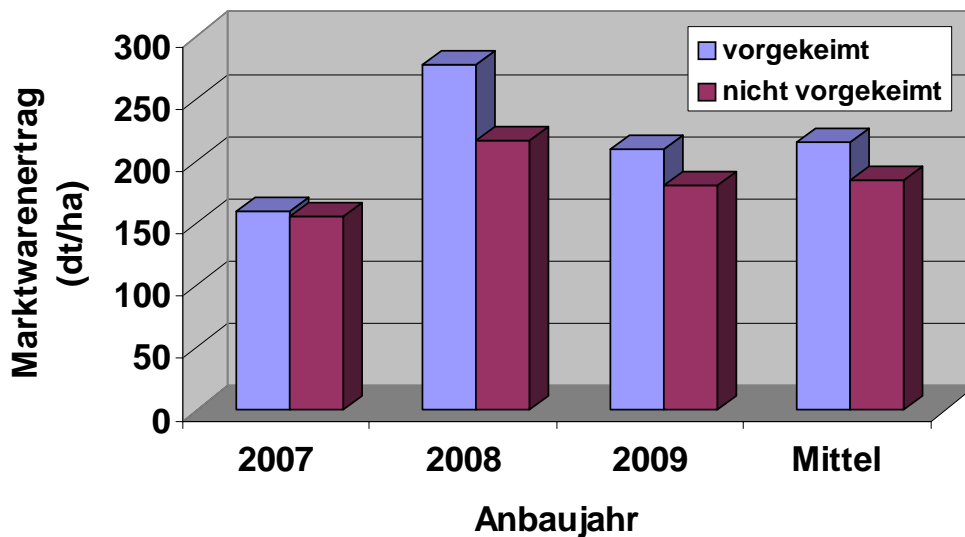
Im Bereich der Bodenbearbeitung sowie der

der Firma AVR, welcher besonders in Süddeutschland innerhalb der Projektphase von vielen Landwirten erworben wurde.

**Tabelle 1:** Anteil vorgekeimter Partien im Benchmarking

	2007	2008	2009
<b>vorgekeimt</b>	11	8	19
<b>nicht vorgekeimt</b>	79	88	79

Gegenstand der Auswertungen waren weiterhin der Effekt und die Verbreitung der Vorkeimung auf den beteiligten Betrieben. Wie Tabelle 1 zeigt, waren mit 8 bis 19 Par-

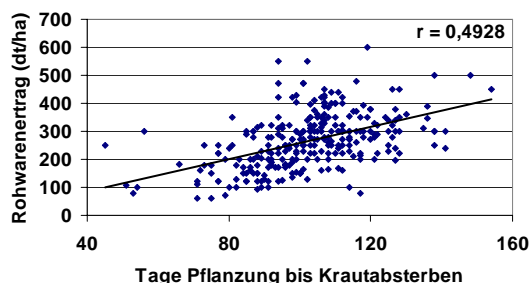


**Abbildung 1:** Auswirkungen des Vorkeimens auf den Ertrag in den drei Untersuchungs Jahren

Unkrautbekämpfung und der Dammaufbaustrategie ist bei den am Projekt beteiligten Betrieben eine Reihe verschiedener Techniken anzutreffen. Sehr weit verbreitet sind der sogenannte Treffler-Striegel, sowie der Einsatz der Dammfräse. In vielen Betrieben halten aktuell mit Speedblechen kombinierbare Häufeltechniken Einzug, welche eher hohe und voluminöse Dämme ermöglichen. Hierzu gehört auch der sogenannte „Ecoridger“

tien zwischen 8,4 und 19,8 % der im Rahmen des Projektes untersuchten Partien vorgekeimt. Betrachtet man hierzu die jeweiligen Ertragsleistungen, so zeigt sich zunächst in allen Jahren ein Mehrertrag bei den vorgekeimten Partien von durchschnittlich 16,8 % im Bereich vermarktungsfähiger Ware (Abb. 2). Da abgesehen vom Ertragseffekt auch eine Steigerung der Marktwarenteile angestrebt wird, ist die Auswertung am

Marktwarenenertrag orientiert. Im Bereich der Rohware liegt der Mehrertrag der vorgekeimten Partien bei 8,0 %.

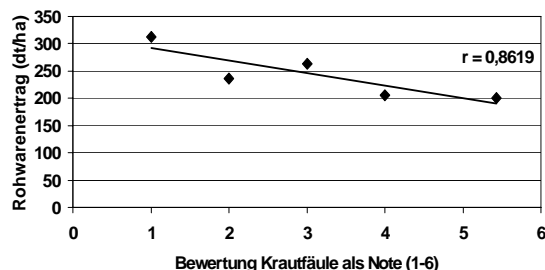


**Abbildung 3:** Zusammenhang zwischen verfügbaren Wachstumstagen (Pflanzung bis Krautabsterben) und Rohwarenertrag

Einer der im Kartoffelbau nach wie vor wesentlichsten Punkte ist der Einfluss der Krautfäule auf den Ertrag.

Um diesen Zusammenhang greifbar zu machen, wurde die Anzahl der zur Verfügung stehenden Wachstumstage in Form der Tage zwischen Pflanzung und Krautabsterben ermittelt und mit dem Rohwarenertrag in Beziehung gesetzt. Über alle 3 Jahre zeigt der berechnete Rangkorrelationskoeffizient von  $r = 0,4928$  eine eindeutige Tendenz zu mehr

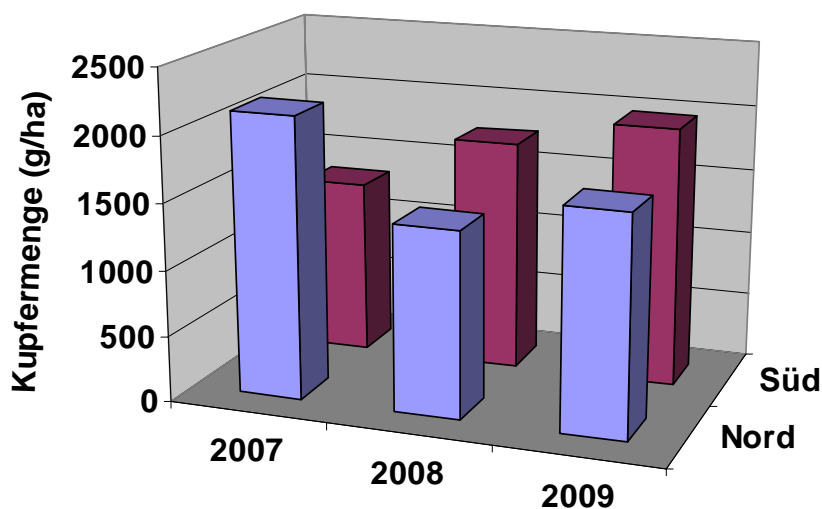
Ertrag je länger die Wachstumsphase andauert (Abb. 3). Differenziert man hier nach Anbaujahren, so zeigt sich im Jahr 2007 bei durchschnittlich 97 Wachstumstagen und



**Abbildung 4:** Gegenüberstellung der Krautfäuleeinschätzung durch den Landwirt mit dem Ertrag

einem Rohertrag von 208 dt/ha mit  $r = 0,69$  der mit weitem Abstand deutlichste Zusammenhang zwischen der Zahl der Wachstumstage und dem Ertrag. In 2008 liegt dieser Zusammenhang mit durchschnittlich 101 Wachstumstagen und 309 dt/ha Rohertrag bei  $r = 0,42$  und in 2009 bei durchschnittlich 109 Wachstumstagen und 278 dt/ha Rohertrag bei  $r = 0,40$ .

Weiterhin wurden die Landwirte im Jahr 2009 nach einer Bewertung der Krautfäulesi-



**Abbildung 5:** Kupferaufwandmengen in den Projektjahren 2007 bis 2009

tuation in Form einer Schulnote von 1-6 gebeten. Dabei sollte die Intensität des Krankheitsbefalles anhand der Geschwindigkeit der Epidemieverbreitung im Bestand gewichtet werden. Die Gegenüberstellung von Intensitätsnote mit dem jeweils durchschnittlich erzielten Ertrag zeigt eine sehr hohe Korrelation von  $r = 0,86$  (Abb. 4).

Ein stets diskutierter Aspekt ist der Kupfereinsatz im Ökologischen Landbau. Abbildung 5 zeigt den nach Nord- und Süddeutschland differenzierten, durchschnittlichen Kupfereinsatz der beteiligten Betriebe. Von 284 in den drei Projektjahren erfassten Partien, wurden 20 gar nicht mit Kupfer behandelt, 32 davon mit der vollen Aufwandmenge von 3 kg Reinkupfer je Hektar. Im Schnitt wurde bei denjenigen Betrieben, welche Kupfer einsetzen eine Kupfermenge von 1.884 g/ha und Jahr eingesetzt. Aus Abbildung 5 wird deutlich, dass im Jahr 2007 in Norddeutschland eine erheblich größere Menge Kupfer eingesetzt wurde als im Süden, während in den beiden anderen Jahren die süddeutschen Betriebe etwas mehr Kupfer einsetzten.

Im Rahmen des Projektes ebenfalls erhoben und in der Wirkung bewertet wurde der Einsatz der Beregnung. In der Regel handelt es sich in den betreffenden Fällen um Über-

kopfberegnung mit Schlauchtrommel und Regnerkanone. Der hohe Anteil sehr leichter Sandstandorte in der Lüneburger Heide ist der Grund für einen Schwerpunkt an beregneten Partien aus dieser Region. In Süddeutschland konzentriert sich die Beregnung vor allem auf die Schotterebenen im Großraum München sowie die Sandböden im Spargelland Schrobenhausen. Von beiden Regionen sind in allen drei Jahren auch entsprechend beregnete Partien in die Untersuchungen einbezogen worden. Neben dem im Beitrag von Landzettel und Dreyer (2011b) dargelegten Effekt beim Drahtwurmbefall, interessierte besonders der Einfluss auf die Ertragsleistung.

Mit 247 zu 309 dt/ha wurde auf beregneten Flächen im Schnitt 20 % mehr Rohwarenertrag erzielt als auf unberegneten Flächen. In allen drei Jahren wurde auf beregneten Flächen ein deutlicher Mehrertrag verzeichnet, welcher zwischen 13 % im Jahr 2007 und 27 % im Jahr 2008 lag (Abb. 6).

Da in vielen Fällen keine signifikanten Korrelationen zwischen einzelnen Parametern und dem Kartoffelertrag gefunden werden konnten, wurde mit Hilfe eines Punkteschemas versucht durch die Bewertung verschiedener Kenngrößen und die anschließende Korrelation mit dem Ertrag eine höhere Sig-

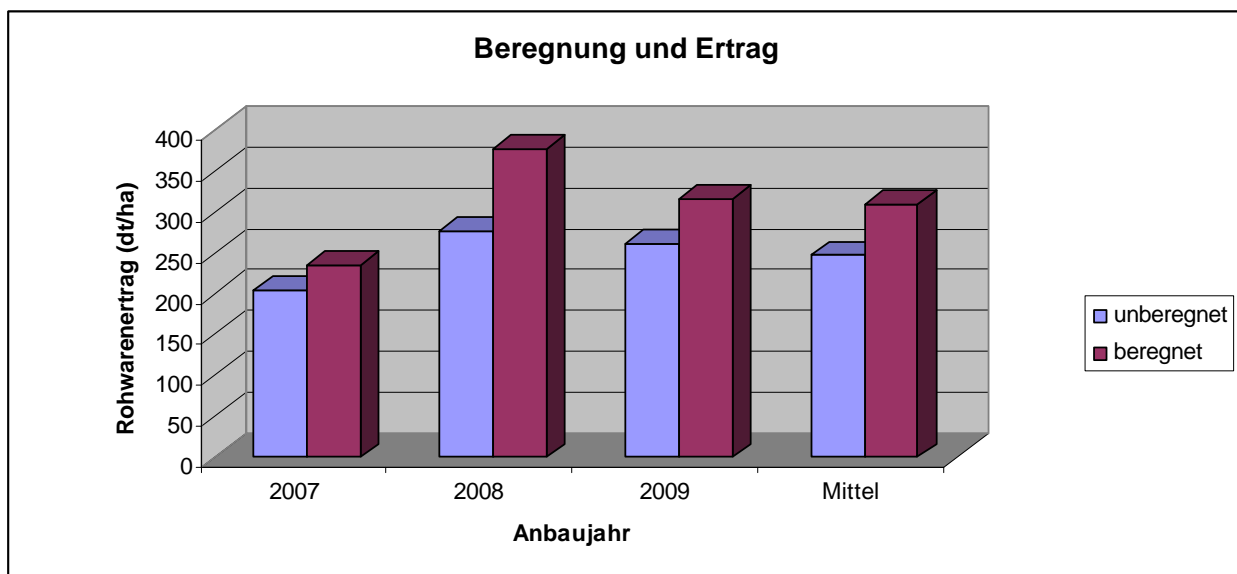


Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Beregnung und Ertrag

**Tabelle 2:** Bewertungsschema zur Punktbewertung

<b>Bodenzustand allgemein</b>	
Boniturnote (1-6)	Punkte
1-1,5	2
2	0
>2	-2
<b>Bodenzustand Pflanzzeitpunkt</b>	
Boniturnote (1-6)	
1-1,5	2
2	0
>2	-2
<b>Rhizoctoniasklerotien am Pflanzgut</b>	
% Sklerotienbefall	
<5	2
<15	0
>15	-2
<b>Entwicklung Zwischenfrucht vor Kartoffeln</b>	
Boniturnote (1-6)	
1	2
2	0
>2	-2
<b>Beregnung</b>	
Ohne Beregnung	0
Mit Beregnung	2
<b>Tage zwischen Auspflanzung und Absterben Kraut</b>	
<105 Tage	-2
105-110 Tage	-1
110-115 Tage	0
115-120 Tage	1
>120 Tage	2

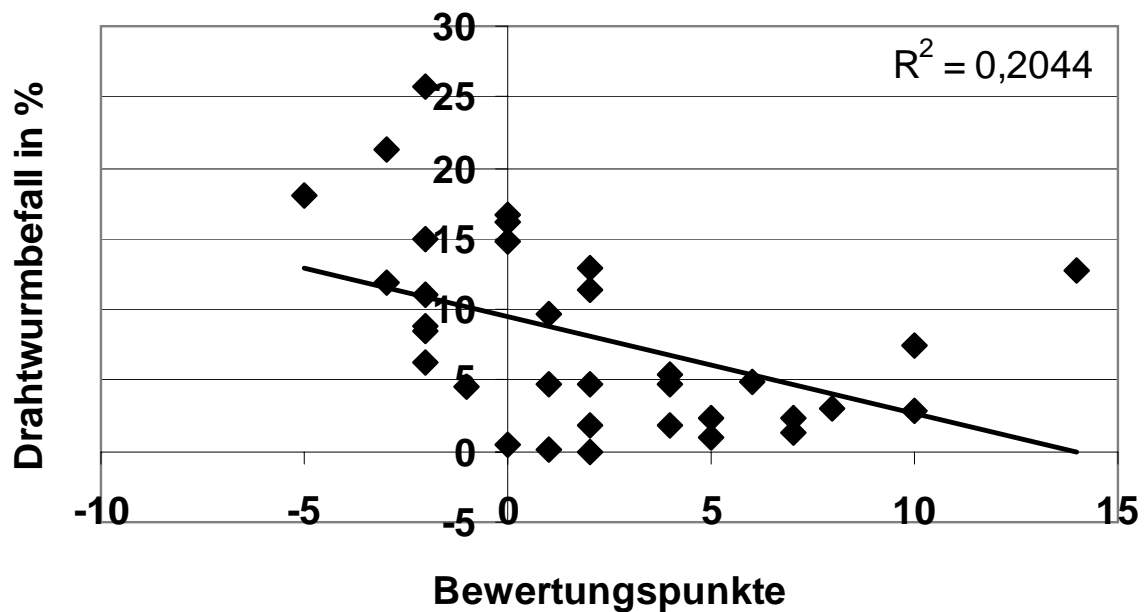
nifikanz herzustellen. Die dabei herangezogenen Kenngrößen mit der jeweiligen Gewichtung zeigt Tabelle 2. In der Korrelation zum Ertrag wurden keine verwertbaren Ergebnisse erzielt ( $r < 0,3$ ). Dies bedeutet, dass auch mit der Kennzahlenmatrix der genann-

ten Faktoren kein Bezug zum Ertrag hergestellt werden konnte.

Ein deutlicher Zusammenhang konnte dagegen zwischen den ausgewählten Parametern und dem Drahtwurmbefall erkannt werden. Dabei wurden die oben genannten Parameter ergänzt um die bewerteten Kenngrößen „Marktwareertrag“ und „N-Düngung“. Im Jahre 2009 ergaben sich bei der beispielhaft herangezogenen Sorte Ditta die in Abbildung 7 dargestellten Zusammenhänge mit  $r = 0,4521$ .

### Diskussion

Die von den Landwirten erfragten Bewertungen des Bodenzustandes in Form von Schulnoten zeigten die deutlichsten Unterschiede im Moment der Notenvergabe selbst. Eine „1“ wurde in der Regel sofort genannt und mit Begrifflichkeiten wie „optimal“, „hat alles perfekt gepasst“ oder „bestens“ untermauert. Schlechtere Noten wurden oft nach ein wenig Bedenkzeit geäußert und durch entsprechende Kompromisse erklärt, welche zum Pflanzzeitpunkt in Kauf genommen wurden. In den meisten Fällen wurde hier eine nicht optimale Befahrbarkeit aufgrund zu feuchter Verhältnisse in Bearbeitungstiefe genannt. Die Ertragsunterschiede von 17 % im Bereich der Marktware sind vielschichtig interpretierbar. Man kann hier Schlussfolgerungen bis hin zu einer im Schnitt größeren Akribie und Vorsichtigkeit all derjenigen Landwirte denken, welche nur optimal befahrbare Böden befahren und eine „1“ vergeben haben. Bei diesen Landwirten kann sich dieses Optimierungsbedürfnis an vielen Stellen des Produktionsprozesses auf den Ertrag ausgewirkt haben. Neben dieser Spekulation, welche in manchen Fällen zutreffen mag, in anderen bestimmt nicht (Pflanzung nur mit gewissem Kompromiss möglich), ist jedoch zu erwähnen, dass ungünstige Pflanzbedingungen v.a. in Form eines zu feuchten Unterbodens vielfach mit Unterbodenverdichtungen einhergehen. Und



**Abbildung 7:** Zusammenhang zwischen Punkteranking und Drahtwurmbefall bei der Sorte Ditta

genau hier ist die Kartoffel aufgrund ihres eher schwachen Wurzelwerkes besonders empfindlich. Verglichen mit den Getreidearten, welche im Gegenteil zur Kartoffel den Boden sehr intensiv durchwurzeln (Kutschera 1960, Schmidtke et al. 1999), ist das Wasser- und Nährstoffaufnahmevermögen der Kartoffel grundsätzlich schwächer. Eine dementsprechend sensible Reaktion der Kartoffel gegenüber Strukturschäden wie Verdichtungen zeigt sich jedes Jahr im Feld mehr oder weniger deutlich. Insbesondere dort, wo witterungsbedingt oder aufgrund mangelhafter Nährstoffzufuhr die Kartoffel ohnehin schlecht versorgt ist, machen sich entsprechende Strukturschäden in Form von Minderwuchs, Stresssymptomen und letztlich auch Minderertrag bemerkbar. Ein sehr deutlicher Indikator für derartige Probleme ist das Ausbleiben des Reihenschlusses im normalen Anbausystem mit 75 cm Reihenweite. Hierbei sind jedoch die genetisch fixierte Wuchsform der jeweiligen Sorte sowie andere Stressfaktoren mit einzubeziehen.

Aufgrund der Tatsache, dass die am Projekt beteiligten Betriebe in der Regel schon seit vielen Jahren Kartoffeln produzieren und im Schnitt zu den „Profis“ zu zählen sind, blie-

ben Schläge mit einer extremen Verunkrautung während der Hauptwachstumszeit der Kartoffel -abgesehen von wenigen Einzelfällen- aus. Es ist daher auch aus diesen Praxisdaten keine Auswertung der Effektivität verschiedener Unkrautbekämpfungsverfahren in Form von %-Angaben im Bereich der Unkrautreduzierung möglich. Sehr auffällig ist jedoch ein besonders auch in den drei Projektjahren bemerkbarer Wandel hin zu schonenderen Techniken, wie weniger aggressiv und tief eingreifende Striegel oder Häufeltechniken, welche eine stets hohe Dammlanke formen und in diese jeweils nur wenige Zentimeter tief eingreifen. An dieser Stelle ist im Bereich der Striegeltechnik der Striegel der Firma Treffler, der landläufig „Trefflerstriegel“ genannt wird und bereits innerhalb weniger Jahre bei einem Großteil der am Projekt beteiligten Betriebe Einzug gehalten hat. Die Besonderheit dieser Technik liegt in erster Linie in einer speziellen Zinkenaufhängung, welche unabhängig von der Auslenkung des Zinkens nahezu denselben Druck auf den Boden ausübt. Besonders in Dammkulturen wie der Kartoffel garantiert diese Technik eine sehr gleichmäßige und gleichzeitige Bearbeitung von Dam-

krone, flanke und -sohle. Andere Striegel räumen die Dammkrone meist zu stark ab. Zur Bearbeitung der Dammkrone mit einem angemessenen Druck müssen diese Striegel schwebend gefahren werden, wobei dann jedoch die unteren Dammflanken sowie die Dammsohle unbearbeitet bleiben und anschließend mittels Häfeltechnik bearbeitet werden müssen. Ein weiterer Vorteil des Trefflerstriegels liegt in der Länge der Zinken, welche gefühlvolle Striegelgänge noch lange nach Auflauf ermöglichen (Abb. 8). Die vom Schlepper aus steuerbare Zinkendruckverstellung ermöglicht eine Anpassung an im Feld veränderliche Bodenbedingungen.

Im Bereich der Häfeltechnik werden von nahezu allen Anbietern attraktive neue Geräte mit oben genannten Eigenschaften angeboten. Besonders hervorzuheben ist an dieser Stelle der speziell für den ökologischen Anbau entwickelte Ecoridger. Spezielle Abstreifelemente hobeln die Dammflanken wenige Zentimeter tief ab und transportieren die Erde dabei schräg nach oben auf die obere Dammflanke bzw. die Dammkrone unter das

Laub. Danach folgt eine Dammformeinheit mit Speedblechen. Die Dammformeinheit kann über ein spezielles Gewichtübertragungssystem mit Gewicht von der Schlepphinterachse beaufschlagt werden, so dass leichtere Böden entsprechend angedrückt werden können. Diese Technik ist optimal mit gefrästen oder anderweitig hochgezogenen Dämmen kompatibel und ermöglicht hier eine saubere Unkrautbekämpfung mit gleichzeitiger Erneuerung der Dammform ohne tiefe und oft schädigende Eingriffe in dem Dammflankenbereich. Allerdings setzt der Einsatz dieser Technik voraus, dass Unkräuter möglichst noch im Fädchenstadium erfasst werden. Durch entsprechende Umbaumaßnahmen können statt der Abstreifelemente auch Hohlscheiben oder Hackwerkzeuge eingesetzt werden. Mittels der Hohlscheiben ist auf leichten Böden der Aufbau eines hohen Dammes auch ohne Fräse möglich, welcher im Nachgang hervorragend mittels der Abstreifelemente unkrautfrei gehalten werden kann. Nach Abmontierung der oberen Dammformbleche kann mit dem Ecoridger bis Reihenschluss gearbeitet werden.



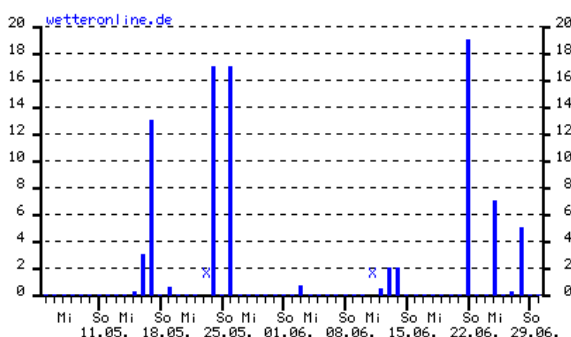
**Abbildung 8:** Einsatz des Trefflerstriegels in Kartoffeln

Die Vorkeimung und die damit verbundenen Vorteile im Kartoffelanbau sind ein im Rahmen der Fachberatung vielfach bearbeitetes Thema. Der Anteil der vorgekeimten Partien an der Gesamtheit untersuchter Partien kann nicht als repräsentativ für den ökologischen Kartoffelanbau in Deutschland angesehen werden, da die Landwirte anhand bestimmter Vorgaben bezüglich der Sorten und der Vergleichbarkeit, jedoch nicht bezüglich der Pflanzgutvorbereitung, frei entscheiden durften, welche Partien ins Projekt mit einbezogen werden sollten. Während Vorkeimung in der Frühkartoffelproduktion ein unumgängliches Muss ist, bleibt jedoch festzuhalten, dass die Verbreitung der Vorkeimung von Sorten für die Haupternte in deutschen Bio-Betrieben bei weitem hinter Ländern wie den Niederlanden hinterherhinkt. Besonders in großen Betrieben ist die Vorkeimung vielfach noch nicht angekommen. Speziell in den letzten Jahren ist jedoch gerade hier eine Veränderung spürbar geworden. So wurde viel in Folienhäuser zur Vorkeimung bei Tageslichtbedingungen investiert. In mehreren der beteiligten Betriebe werden daher nun Pflanzkartoffeln für mehr als 10 ha vorgekeimt, so dass einige der in die Auswertungen eingegangenen Partien aus solchen Betrieben stammen. Erfreulich sind die im Durchschnitt in allen drei Jahren festgestellten Mehrerträge bei vorgekeimten Partien. Ein wesentlicher Effekt ist hier durch die entsprechende indirekte Verlängerung der Wachstumszeit und den damit verbundenen Entwicklungsvorsprung zu erklären, welcher sich auch durch einen entsprechend höheren Ertrag zum Zeitpunkt des Absterbens durch Krautfäule auszeichnet. Die große Differenz zwischen dem Mehrertrag im Markwarenbereich und dem im Rohwarenbereich weist weiter auf deutliche Effekte im Bereich der Qualität hin. Bei tiefgreifenderen Auswertungen treten hier jedoch je nach Jahr verschiedene Parameter unterschiedlich stark in den Vordergrund, so dass eine zuverlässige Aussage über den Effekt auf die einzelnen Qualitätsparameter

nicht möglich ist. Ein weiterer Einfluss auf diese Differenz kann auch in der Sortierung der jeweiligen Partien liegen, wo eine entsprechend größer fallende Sortierung mit weniger Untergrößen zugunsten der Vorkeimung möglich ist. Es liegen jedoch hierfür keine konkreten Zahlen vor, da die erfasste Differenz zwischen Marktware und Rohware den Untergrößenanteil zwar automatisch beinhaltet, jedoch nicht anteilig bemisst.

Ein Effekt der Krautfäule auf den Ertrag ist im ökologischen Kartoffelanbau in fast jedem Jahr auf den meisten Flächen festzustellen, insofern *Phytophthora* an sich in jedem zusammenbrechenden Bestand zu finden ist und somit die Vegetationsdauer der Kartoffelpflanzen begrenzt. Auffällig ist hier jedoch der verglichen mit den beiden anderen Jahren in 2007 erheblich stärker ausgeprägte Zusammenhang. Hier kommt die extreme Krautfäulepidemie in 2007 in Norddeutschland zum Tragen. Deren Einfluss wird deutlich, wenn man die im Jahr 2007 bundesweit durchschnittlich 97 zwischen Pflanzung und Krautabsterben zur Verfügung gestandenen Wachstumstage differenziert nach nord- und süddeutschen Betrieben betrachtet. Es ergibt sich dann eine Summe von 88 Wachstumstagen in Nord- und 111 Wachstumstagen in Süddeutschland. In Süddeutschland war die Krautfäule in diesem Sommer auch zumeist kein großes Problem. Wenn auch in 2008 und 2009 in Süddeutschland manche Partien einen starken Befall zeigten, standen im bundesweiten Durchschnitt gegenüber 2007 durchschnittlich vier bzw. 12 Wachstumstage mehr zur Verfügung. Je später die Krautfäule auftritt, desto geringer fallen die Ertragsverluste aus. Die Aussagekraft der Notenwerte ist ähnlich zu erklären. Die Bewertung der Intensität des Epidemieverlaufes fällt umso schlechter aus, je schneller der Bestand nach Auftreten des Erstbefalles zusammengebrochen ist. Je aggressiver der Befall ist, desto schneller bricht der Bestand zusammen und desto stärker sind auch die Auswirkungen auf den Ertrag.

Eng verbunden mit dem Auftreten von Phytophthora ist der Einsatz von Kupfer. Die norddeutsche Krautfäuleepidemie des Jahres 2007 wird auch anhand dieser Zahlen in Form des verglichen mit süddeutschen Betrieben in Norddeutschland deutlich höheren Kupfereinsatzes deutlich. Die in den beiden anderen Jahren im Süden eher höheren Werte sind analog zu einer in diesen Jahren in Süddeutschland deutlich gefährlicheren Krautfäulesituation zu bewerten. Interessant sind hierbei auch die Zahlen zum durchschnittlichen Gesamtaufwand. Die relativ



**Abbildung 9:** Niederschlagsverteilung in Dannenberg im Mai und Juni 2008.  
Quelle: [www.wetteronline.de](http://www.wetteronline.de)

geringe Anzahl gar nicht behandelter Partien ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass die Kartoffel auf fast allen beteiligten Betrieben eine der wichtigsten Einnahmequellen darstellt. Betriebe deren wirtschaftliche Existenz stark vom Erfolg in der Kartoffelproduktion abhängig ist, sind selbstverständlich wesentlich eher geneigt Kupfer zur Sicherung des Ertrages einzusetzen als kleinere Gemischtbetriebe mit sehr geringer Kartoffelanbaufläche, deren Betriebseinkommen sich aus einer Vielzahl verschiedener Einkommensquellen zusammensetzt. Bemerkenswert ist demgegenüber aber auch, dass in nur 32 von 284 Fällen überhaupt die nach Verbandsrichtlinien zulässige Höchstmenge von 3 kg/ha Reinkupfer aufgewendet wurde. Dies lässt die Folgerung zu, dass auch in Jahren mit starken Epidemien eine Menge von 3 kg/ha vollkommen ausreichend ist.

Der Grund dafür liegt in der Tatsache, dass die wesentlichen Erfolge in der Krautfäulebekämpfung durch Kupfer nur in der Anfangsphase des Befallsgeschehens erzielt werden. In allen Projektjahren hat sich wie auch von der Wissenschaft mehrfach festgestellt, gezeigt, dass ein Kupfereinsatz vor allem dann erfolgreich ist, wenn er ganz knapp vor oder zumindest nicht nach dem Auftreten der ersten Befallsstellen im Bestand oder in Nachbarbeständen terminiert wird (Möller et al. 2003). Vor allem in Kombination mit der händischen oder mechanischen Beseitigung erster Befallsherde wird so der Beginn der eigentlichen Epidemie hinausgezögert. Je weiter der Befall fortgeschritten ist, desto geringer sind in der Regel auch die Erfolge der Kupferbehandlungen. Eine über drei Jahre errechnete Durchschnittsmenge von 1.884 g/ha Reinkupfer (bezogen auf alle diejenigen Flächen, die mit Kupfer behandelt wurden) unterstreicht diese Feststellung. Bedauerlicherweise lässt die geringe Anzahl von nicht mit Kupfer behandelten Partien, welche vielfach auf Sandstandorten mit geringen Jahresniederschlägen erwachsen sind und somit auch einen natürlicherweise geringeren Krautfäuledruck erwarten lassen, keinen aussagekräftigen Vergleich mit entsprechend behandelten Partien zu. Ergebnisse aus Feldversuchen (Benker et al. 2007) sowie eine ganze Reihe von Einzelbetrachtungen aus diesen Jahren zeigen den Ertrag sichernden Effekt einer optimal terminierten Kupferbehandlung. Verrechnet mit einem bei den meisten der beteiligten Betriebe praktizierten Kartoffelanteil an der Fruchtfolge von 25 % werden hierfür also pro Jahr 470 g/ha\*a Reinkupfer aufgewendet. Bereits in 2009 konnten in Versuchen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) neuartige und verbesserte Kupferpräparate erfolgreich getestet werden (Zellner et al. 2009). Diese Präparate lassen bei nahezu gleicher Wirkung eine Mengenreduktion um ein Drittel zu und werden dem Markt ab dem Jahr 2012 zur Verfügung stehen. Die Kombination einer weite-

ren Optimierung und Effizienzsteigerung des Kupfereinsatzes mit solchen Präparaten lässt weitere Erfolge in der Kupferminimierung erwarten. Vor dem Hintergrund der auch im Rahmen dieses Projektes deutlich gewordenen Bemühung der Mehrheit der Landwirte um sparsamen und effizienten Kupfereinsatz ist ein umweltpolitisch akzeptabler Kupfereinsatz auch für die Zukunft vorstellbar.

Ertragssteigernde Effekte der Beregnung werden in nahezu allen Jahren erzielt. Der besonders hohe Wasserbedarf der Kartoffel speziell während der Knollenbildungsphase macht positive Effekte einer Beregnung während Trockenperioden verständlich. Während die Summe der insgesamt zwischen 01.06. und 15.08. eines Jahres gefallenen Niederschläge bei den Beregnungsbetrieben nur geringe Unterschiede zwischen beregneten und nicht beregneten Flächen ausweist, sind speziell die schnellere Versickerung des Niederschlagswassers auf leichteren Sand- und Heidestandorten in Kombination mit einer in vielen Fällen ungünstigen Niederschlagsverteilung als Gründe für den Beregnungsbedarf ins Feld zu führen. Abbildung 9 zeigt beispielhaft für die im Projekt beteiligten Betriebe aus der Region Uelzen und dem Wendland das Niederschlagsaufkommen für den Ort Dannenberg im Mai und Juni 2008. Während lange Zeit nur sehr geringe Niederschlagsmengen gefallen sind, versickerte das Wasser aus den nennenswerten Regenfällen innerhalb kürzester Zeit im ausgetrockneten Sandboden. Eine von Klimaforschern prognostizierte Zunahme von längeren Trockenperioden einerseits und plötzlichen Starkregenereignissen andererseits lässt eine weitere Zunahme der Bedeutung der Beregnung im Kartoffelbau erwarten.

Das Fehlen einer signifikanten Korrelation zwischen den in die Punktebewertung einbezogenen Faktoren und dem erzielten Ertrag deutet auf eine starke Überlagerung dieser Faktoren durch andere für die Ertragsbildung primär verantwortliche Faktoren hin. Wei-

terhin kann ein unterschiedlicher hoher Einfluss dieser Faktoren auf den Ertrag die Korrelation stören. Wie oben dargelegte Einzelbetrachtung des Faktors Bodenzustand oder der negative Einfluss des Rhizoctonia-Sklerotienbesatzes auf dem Pflanzgut (Dreyer und Landzettel 2011) belegen, können derartige Faktoren dennoch im Einzelfall erhebliche Auswirkungen haben.

Der Zusammenhang zwischen dem Punkteranking und dem Drahtwurmbefall lässt nicht automatisch folgern, dass alle in die Punktematrix einbezogenen Faktoren das Aufkommen und Schadverhalten des Drahtwurmes direkt beeinflussen. Ein Zusammenhang mit der Bodenstruktur ist über die Einflüsse des Wasser- und CO<sub>2</sub>-Haushaltes auf den Drahtwurm durchaus plausibel, aber anhand dieser Daten nur als tendenziell mögliche Erklärung für oben dargestellten Zusammenhang zu verstehen. Der Zusammenhang zwischen Beregnung und Drahtwurm ist dagegen recht deutlich (Landzettel und Dreyer 2011b). Eine nahe liegende Vermutung ist jedoch auch, dass Landwirte, welche in oben dargestelltem Bewertungsschema eine hohe Punktesumme erzielen in der Regel die professionelleren und akribischeren in der Gesamtheit ihrer Berufskollegen sind und dementsprechend auch im Bereich der Drahtwurmprevention frühzeitig notwendige Maßnahmen einleiten.

## Schlussfolgerungen

Das im Rahmen des Projektes entwickelte Benchmarking ermöglicht es, Jahr für Jahr die im Kartoffelanbau durchgeführten Maßnahmen auf den Prüfstand zu stellen und ihre Auswirkungen auf Ertrag und Qualität zu prüfen. Gleichzeitig lassen sich in Form von Durchschnittswerten aktuelle Entwicklungen hinsichtlich des Gebrauches bestimmter Betriebsmittel ableiten. So lässt sich beispielsweise im Bereich der Krautfäuleprävention mittels des Benchmarkings einerseits Jahr für Jahr der Effekt der jeweils genutzten Me-

thoden regionalspezifisch bewerten und andererseits lassen sich bei den beteiligten Betrieben Trends in Bezug auf die Verbreitung der Vorkeimung oder der durchschnittlichen Kupferaufwandmengen ablesen.

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes "Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion" durchgeführt, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert wurde (FKZ 06OE125, FKZ 06OE149 und FKZ 06OE295).

## Literatur

- Benker M, Zellner M, Bangemann L-W, Kleinhenz B, Bartels G (2007): Strategien zur Reduzierung der Kupferaufwandmengen im ökologischen Kartoffelanbau - Projekt „ÖKO-SIMPHYT“. In: Wiesinger K (Hrsg.): Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising (03/07), Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, S. 137-142
- Böhm H, Dreyer, Dresow JF, Landzettel C, Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011): Forschungsprojekt zur Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion – Hintergrund und Projektbeschreibung. Landbauforschung SH 348:1-13
- Kutschera L (1960): Wurzelatlas. Seite 462 f
- Möller K, Kolbe H, Böhm H (2003) Handbuch Ökologischer Kartoffelbau. 1. Aufl., Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 183 pp
- Schmidtke K, Rauber R, Stubbe B, Homburg M, Heckemeier K (1999) Wurzelwachstum von Kartoffeln. Kartoffelbau 50(1/2):13-15
- Landzettel C, Dreyer W (2011a): Das Kartoffel-QM als Werkzeug in der Fachberatung. Landbauforschung SH 348:25-30
- Landzettel C, Dreyer W (2011b): Drahtwurmschäden. Landbauforschung SH 348:67-78
- Dreyer W, Landzettel C (2011): Auswirkungen der Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani*) auf die Kartoffelqualität. Landbauforschung SH 348:61-66
- Zellner M, Keil S, Bangemann L-W, Zwerger P, Kleinhenz B, Tschöpe B (2009): Entwicklung, Überprüfung und Praxiseinführung des Prognosemodells ÖKOSIMPHYT zur gezielten Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule (*P. infestans*) im ökologischen Kartoffelanbau mit dem Ziel, den Einsatz kupferhaltiger Fungizide auf ein Minimum zu reduzieren, Abschlussbericht 2009. <[http://orgprints.org/16649/1/16649-06OE326-LfL-zellner-2009-oeko\\_simphyt.pdf](http://orgprints.org/16649/1/16649-06OE326-LfL-zellner-2009-oeko_simphyt.pdf), 20.05.2011> [zitiert am 20.05.2011]

# Fruchtfolgestellung und N-Versorgung von Kartoffeln im Ökologischen Landbau sowie Möglichkeiten der Überprüfung des N-Versorgungsstatus

WILFRIED DREYER<sup>1</sup>, HERWART BÖHM<sup>2</sup>, JANA F DRESOW<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ökoring e.V., Bahnhofstr. 15, 27374, Visselhövede, w.dreyer@oekoring.de

<sup>2</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst,  
23847 Westerau, herwart.boehm@vti.bund.de

## Zusammenfassung

Untersucht wurden auf 272 Schlägen der beteiligten Projektbetriebe die Fruchtfolgestellung der Kartoffel und die ergänzenden Düngungsmaßnahmen in ihrer Wirkung auf den Ertrag, den Gehalten an Stärke und Nitrat. Dabei zeigten sich kaum monokausale Zusammenhänge, da das Anbaumanagement sehr betriebsindividuell gestaltet wird. Daher bietet eine Überprüfung der N-Versorgung im wachsenden Bestand wie z.B. mit der Nitratstängelsaft- oder der Blattanalyse eine gute Möglichkeit. Es zeigte sich, dass zu Beginn der Entwicklung der Kartoffeln eine gute N-Versorgung vorlag. Nach der Blüte lagen die Nitratgehalte oftmals unter den Richtwerten des konventionellen Kartoffelanbaues, so dass eine gute Abreife bei niedriger N-Versorgung möglich war. Die Blattanalyse zeigte in den meisten Fällen N-Gehalte, die an der unteren Grenze der empfohlenen Richtwerte lagen. In der Aussage stimmen beide Methoden recht gut überein.

*Schlüsselworte: Kartoffel, Vorfruchtwirkung, organische Düngung, Stängelsaftmethode, Blattanalyse, Berechnung*

## Abstract

### **Crop rotation position and N supply of potatoes in organic farming, and possibilities to check N-supply status**

The effect of the position of the potato in crop rotation and supplemental fertilization measures on yield, starch and nitrate were examined on 272 fields of the participating project farms. This revealed hardly any mono-causal correlations, since cultivation management is organised very differently by each individual farm. Examination of N supply in growing stock, such as with stem sap nitrate or leaf analysis, is therefore a good option. It became evident that when the potatoes were starting to develop, a good N supply was present. After flowering, the nitrate levels were often below the standards of conventional potato cultivation, so that good ripening at low N supply was possible. Leaf analysis revealed in most cases N concentrations which were at the lower limit of the recommended values. In the conclusions reached, both methods are quite consistent.

*Keywords: potato, preceding crop, organic fertilization, stem sap method, leaf analysis, irrigation*

## Einleitung

Für die Erzeugung von qualitativ hochwertigen Speisekartoffeln im ökologischen Anbau ist die ausreichende Versorgung mit Pflanzennährstoffen ein wichtiger Faktor. Von diesen Nährstoffen ist der Stickstoff besonders wichtig für Ertragsbildung (Alva 2004), Größensortierung, optische und sensorische Qualität. Stickstoff beeinflusst die Qualitätsbildung in starkem Maße (Amberger 1978, Jamaati-e-Somarin et al. 2009, Casa et al. 2005; Kolbe 1990, Storey und Davies 1992), so auch die Nitrat- (Wadas et al. 2005) und Stärkegehalte (Hunnius 1972) sowie die Kocheigenschaften (Möller et al. 2003) und den Geschmack der Kartoffeln (Fischer 1991, Müller 1983, Nitsch 2003).

Die Steuerung der Stickstoffversorgung gestaltet sich im Ökologischen Landbau schwierig, da diese überwiegend indirekt über den Anbau von Leguminosen oder durch den Einsatz organischer Dünger pflanzlicher oder tierischer Herkunft bereitgestellt wird (Böhm 2002, Meinck & Kolbe 1998). Die sich daraus ergebende Mineralisationsleistung des Bodens sowie der eingesetzten organischen Dünger ist dabei schwer abzuschätzen und kann je nach Witterungs- und Standortbedingungen neben einer Unterversorgung aber auch zu einer Überversorgung mit Stickstoff führen. Ist die N-Versorgung zu niedrig, kann das Ertragspotenzial nicht ausgeschöpft werden. Aber auch auf Grund der Probleme wie Qualitätseinbußen oder Umweltbelastungen (Randall & Mulla 2001), die mit einer überhöhten Stickstoffdüngung einhergehen und den von vielen Vermarktungspartnern gewünschten niedrigen Nitratwerten in Kartoffeln, gibt es Anstrengungen, die Stickstoffversorgung der Kartoffeln besser abzuschätzen und eine darauf abgestimmte, möglichst optimale Düngung durchzuführen. Eine kurzfristige Steuerung der N-Versorgung während der Vegetationsperiode ist bei Anwendung der im Ökologischen Landbau zur Verfügung stehenden N-Quellen nicht möglich, dennoch ist der

Einsatz von kostengünstigen Schnellmethoden zur Überprüfung der N-Versorgung im ökologischen Kartoffelbau als ergänzendes Instrument in der Beratung zur Ableitung von Anbauempfehlungen von Interesse. Ein weiterer Grund hierfür ist, dass Stickstoff besonders im Ökologischen Landbau ein teureres und knappes Betriebsmittel ist und möglichst optimal eingesetzt werden muss.

Innerhalb des Projektes wurden daher hinsichtlich der N-Versorgung folgende Fragestellungen behandelt:

- (1) Welche Maßnahmen (Vorfrucht, Düngung) kommen im ökologischen Kartoffelbau hinsichtlich der Stickstoffversorgung in der Praxis zum Einsatz?
- (2) Welche Informationen können aus Untersuchungen der Stängelnitratgehalte für den ökologischen Kartoffelanbau abgeleitet werden?
- (3) Wie stellt die Methode der Blattuntersuchung auf Stickstoff im Vergleich zur Stängelnitratuntersuchung die N-Dynamik dar?
- (4) Was kann aus den  $N_{\min}$ -Gehalten zum Zeitpunkt des Auflaufens der Kartoffeln hinsichtlich der N-Versorgung abgeleitet werden?

## Material und Methoden

### Auswertungen zu Vorfrucht und Düngung der beteiligten Projektbetriebe

In den Jahren 2007 – 2009 wurden auf den 49 Projektbetrieben (s. Böhm et al. 2011, in diesem Heft) insgesamt 277 Schläge in die Auswertung einbezogen, auf denen Kartoffeln angebaut wurden. Die Auswertungen erfolgten hinsichtlich der vor Kartoffeln angebauten Kulturen sowohl bezogen auf die direkte Vorfrucht als auch auf die Vorvor- und Vorfruchtkombinationen. Des Weiteren wurde erfasst, welche Düngerarten auf den jeweiligen Schlägen zu Kartoffeln eingesetzt wurden.

### **Nitratbestimmung im Stängelsaft**

Je Probe wurden auf dem zu untersuchenden Schlag in 3 unterschiedlichen Bereichen jeweils 30 Kartoffelstängel (Haupttriebe) von 30 verschiedenen Pflanzen gezogen, die anhaftende Erde wurde trocken entfernt und ein Stängelstück von 1 cm Länge am Stängelgrund abgeschnitten (die Stelle, die gerade noch in der Erde war, d.h. hellgrüner bis weißer Stängelteil). Anschließend wurde die Probe in einer Plastiktüte auf dem Transport kühl gelagert und anschließend eingefroren (vgl. Nitsch 2003).

Die Stängelnitratuntersuchungen wurden 2008 auf 27 Schlägen und 2009 auf 26 Schlägen durchgeführt. Aufgrund von Messproblemen im Jahre 2007 (Proben waren zu lange aufgetaut und eine Nitritfärbung führte zu ungenauen Messergebnissen) konnten diese Ergebnisse nur zum Teil verwertet werden und sind damit nicht Teil der Gesamtauswertung.

In der Regel wurde eine 3-malige Beprobung während der Vegetationsperiode auf den ausgewählten Schlägen durchgeführt. Auf einem Teil der Betriebe (12 in 2009 bzw. 11 in 2008) konnte nur eine 2-malige Beprobung durchgeführt werden, dagegen erfolgten die im Rahmen des Methodenvergleiches der Stängelsaftmethode mit der Blattanalyse eine bis zu 6-malige Beprobung der Schläge. Für die nachfolgenden Auswertungen für die Stängelsaftanalyse wurden Termine einbezogen, die aufgrund der EC-Stadien vergleichbar waren.

Die Nitratgehalte in den Stängeln wurden mit dem Nitratecheck-Reflektometer (Nitratecheck 404, QuoMed, Broadbridge Heath, West Sussex, U.K.) untersucht. Zur Messung wurden Nitratteststreifen der Firma Merck (Merckoquant, Art.-Nr.: 110020; Messbereich 10-500 mg/l NO<sub>3</sub>) eingesetzt. Die Kalibration des Nitratecheckgerätes erfolgte mit einer Eichlösung (100 ppm Nitrat).

Die eingefrorenen Stängelproben wurden einen Tag vor der Messung im Kühlschrank

schonend aufgetaut. Sie wurden mittels einer Knoblauchpresse ausgepresst, der gewonnene Saft filtriert (Faltenfilter 3 hw, Fa. Sartorius) und anschließend mit destilliertem Wasser (1:20) verdünnt. Von der verdünnten Probe wurden zwei Aliquote entnommen und jeweils eine Dreifach-Bestimmung durchgeführt. Hierzu wurde der Teststreifen in den Streifenträger des Nitratecheck-Gerätes eingeführt und sofort nach Anzeige der Messbereitschaft für ca. 1 Sekunde in den verdünnten Stängelsaft eingetaucht und erneut in den Streifenträger eingeführt. Nach 60 Sekunden konnte der Nitratgehalt abgelesen werden.

### **Bestimmung des Blattstickstoffgehaltes**

Nach der Probennahme erfolgte die Trocknung der Blattproben für drei Tage im Trockenschrank bei 60°C mit anschließender Lagerung bei Raumtemperatur. Zur Stickstoffbestimmung wurden die Blattproben vor der Vermahlung mit einem 1 mm-Sieb (Mühle Cyclotec 1093, Fa. Foss Tecator) nochmals für 24 Stunden bei 50 °C getrocknet. Die Analyse erfolgte mit einem Elementar Analyzer (Euro EA, Fa. Hekatech). Hierzu wurden 5 bis 9 mg der gemahlten Kartoffelblätter in Zinnkapseln eingewogen. Neben Stickstoff wurden zusätzlich die Elemente Kohlenstoff und Schwefel analysiert.

### **Bestimmung des N<sub>min</sub>-Gehaltes**

Auf den Flächen, auf denen auch der Stängelnitratgehalt bestimmt worden ist, wurden zusätzlich für die Beschreibung des pflanzenverfügbaren Stickstoffs zu Beginn der Hauptwachstumsphase N<sub>min</sub>-Proben aus den Tiefen 0-30 cm und 30-60 cm entnommen. Der Zeitpunkt der N<sub>min</sub>-Bodenbeprobung war zum Zeitpunkt des Aufganges der Kartoffeln, d.h. in dem Zeitraum von Anfang bis Mitte Mai. Die Untersuchung erfolgte nach VDLUFA (1997).

## Ergebnisse und Diskussion

### Vorfruchtstellung und Düngung

Als Vorfrucht zu Kartoffeln stand in der Mehrzahl Getreide (n=147), gefolgt von Futter- und Körnerleguminosen (n = 59 bzw. 31) sowie Feldgemüse (n = 14) und sonstige Vorfrüchte (Öl- und Faserpflanzen, reines Ackergras etc., n = 26) (Tabelle 1).

Die zu den Kartoffeln ausgebrachten Stickstoffmengen in Form organischer Dünger (kg N<sub>t</sub>/ha) variierten in Abhängigkeit der

nur zum Teil beeinflusst. Im Durchschnitt der 3 Sorten fiel der Ertrag nach Vorfrucht Körnerleguminose am niedrigsten aus, nur der Ertrag der Sorte Nicola war nach Vorfrucht Körnerleguminose etwas höher als nach Vorfrucht Gemüse. Die Berechnungen der Rangkorrelationskoeffizienten zeigten keine oder nur schwache Zusammenhänge für die 3 Jahre (R = -0,240 (2007), R = 0,098 (2008) und R = 0,210 (2009)). Die in 2007 sogar schwach negative Korrelation könnte durch die schwierigen Witterungsverhältnisse mit dem frühzeitigen Befall durch *Phy-*

Tabelle 1: Erträge, Nitrat- und Stärkegehalte in Abhängigkeit unterschiedlicher Vorfrüchte und der zugehörigen ergänzenden N-Menge durch die Ausbringung organischer Dünger

		Vorfrüchte				
		Futterleguminose	Körnerleguminose	Getreide	Gemüse	sonstige Vorfrüchte
Princess	Anzahl Schläge (n)	15	8	58	5	9
	N-Düngung (Nt/ha)	27	86	73	61	85
	Ertrag (dt/ha)	231	177	263	264	256
	Nitrat (mg/kg FM)	154	202	147	183	138
	Stärke (% in der FM)	9,9	8,8	9,9	10,6	9,9
Ditta	Anzahl Schläge (n)	27	11	41	6	12
	N-Düngung (Nt/ha)	57	63	68	54	62
	Ertrag (dt/ha)	261	234	273	273	263
	Nitrat (mg/kg FM)	92	97	91	71	96
	Stärke (% in der FM)	12,5	11,8	12,4	12,6	12,3
Nicola	Anzahl Schläge (n)	17	12	48	3	5
	N-Düngung (Nt/ha)	47	51	75	71	85
	Ertrag (dt/ha)	266	255	309	237	280
	Nitrat (mg/kg FM)	108	99	101	77	106
	Stärke (% in der FM)	13,4	13,3	13,5	13,8	12,6
Mittel	Anzahl Schläge (n)	59	31	147	14	26
	N-Düngung (Nt/ha)	44	67	72	62	77
	Ertrag (dt/ha)	253	222	282	258	266
	Nitrat (mg/kg FM)	118	133	113	110	113
	Stärke (% in der FM)	11,9	11,3	11,9	12,3	11,6

Vorfrüchte zwischen 27 und 86 kg N<sub>t</sub>/ha, wobei im Durchschnitt der Sorten nach Vorfrucht Futterleguminose die Düngung am niedrigsten war (44 kg N<sub>t</sub>/ha) und bei den übrigen Vorfrüchten auf einem vergleichbaren Niveau zwischen 62 und 77 kg N<sub>t</sub>/ha lag (Tabelle 1).

Die Ertragshöhe wurde von den Vorfrüchten bzw. den zusätzlich ausgebrachten Düngern

*tophthora infestans* zurückzuführen sein.

Die höchsten Erträge wurden jedoch nach Vorfrucht Getreide erzielt, wobei die ausgebrachte N-Menge sich mit Ausnahme der Vorfrucht Futterleguminose nicht wesentlich von den übrigen Vorfrüchten unterschied. Hier könnte eventuell die Vorvor- und Vorfruchtkombination eine Rolle spielen, die im Weiteren noch dargestellt und diskutiert

wird. Dennoch stehen die Ergebnisse nicht in Übereinstimmung mit Ergebnissen anderer Untersuchungen, in denen die Erträge von Kartoffeln nach Vorfrucht Getreide in der Regel am niedrigsten ausfielen (Paffrath 2003, Möller 2001, Haase et al. 2006). In diesen Untersuchungen wurden höhere Kartoffelerträge meist nach Klee gras und nach Körnerleguminosen festgestellt.

Eine wesentliche Beeinflussung der Nitratgehalte in den Kartoffelknollen durch die unterschiedlichen Vorfrüchte oder die Düngungsmaßnahmen konnte nicht beobachtet werden. Die Rangkorrelationen lagen für die 3 Jahre zwischen  $R = 0,122$  und  $-0,032$  für die ausgebrachte N-Menge in Form organischer Dünger und für die Vorfrüchte zwischen  $R = 0,159$  und  $-0,137$ . Die Knollen

Sorten am höchsten und im Vergleich zu Vorfrucht Körnerleguminose bis zu einem Prozent (12,3 vs. 11,3 % in der FM) höher ausfielen.

Die Auswertung der Vorfruchtkombination zeigt ein differenzierteres Bild mit dem Ergebnis, dass die Kartoffeln auf den Projektbetrieben in der Mehrzahl nach 2-maligem Anbau von Getreide angebaut wurden, wobei die Höhe der zusätzlich ausgebrachten organischen N-Düngung nicht wesentlich von den anderen Vorfruchtkombinationen abweicht. Lediglich bei den Vorfruchtkombinationen Getreide-Futterleguminose und nach zweijährigem Futterleguminosenanbau lag die zusätzlich mit den organischen Düngern ausgebrachte N-Menge deutlich niedriger (Tabelle 2).

Tabelle 2: Erträge, Nitrat- und Stärkegehalte in Abhängigkeit unterschiedlicher Vorfruchtkombinationen zu Kartoffeln und der zugehörigen ergänzenden N-Menge durch die Ausbringung organischer Dünger

		Vorvorfrucht Kombinationen zu Kartoffeln							
		FL-GT	KL-GT	GM-GT	GT-GT	GT-GM	GT-KL	GT-FL	FL-FL
<b>Princess</b>	Anzahl Schläge (n)	6	7	10	33	5	6	9	2
	N-Düngung (Nt/ha)	90	77	80	65	61	97	34	0
	Ertrag (dt/ha)	295	304	286	243	264	166	259	235
	Nitrat (mg/kg FM)	138	170	164	144	183	230	174	158
	Stärke (% in der FM)	11,1	10,1	10,0	9,5	10,6	8,4	10,2	9,1
<b>Ditta</b>	Anzahl Schläge (n)	8	5	3	18	6	8	19	4
	N-Düngung (Nt/ha)	89	72	71	76	54	70	51	65
	Ertrag (dt/ha)	257	335	262	269	273	251	276	230
	Nitrat (mg/kg FM)	88	84	65	93	71	95	87	142
	Stärke (% in der FM)	11,8	13,3	12,8	12,7	12,6	12,2	12,6	12,7
<b>Nicola</b>	Anzahl Schläge (n)	4	5	9	24	2	9	11	5
	N-Düngung (Nt/ha)	129	52	74	71	106	73	49	41
	Ertrag (dt/ha)	335	306	312	319	240	240	254	302
	Nitrat (mg/kg FM)	127	88	104	99	81	99	110	120
	Stärke (% in der FM)	14,3	13,2	13,2	13,5	13,7	12,9	13,5	12,9
<b>Mittel</b>	Anzahl Schläge (n)	18	17	22	75	13	23	39	11
	N-Düngung (Nt/ha)	102	67	75	71	74	80	44	35
	Ertrag (dt/ha)	296	315	286	277	259	219	263	256
	Nitrat (mg/kg FM)	118	114	111	112	112	141	124	140
	Stärke (% in der FM)	12,4	12,2	12,0	11,9	12,3	11,2	12,1	11,6

wiesen im Durchschnitt der Sorten Nitratgehalte zwischen 110 und 133 mg/kg FM auf. Auffallend war dagegen, dass die Stärkegehalte nach Vorfrucht Gemüse bei allen 3

Gemittelt über die 3 Sorten weisen die Vorfruchtkombination Getreide-Körnerleguminose die niedrigsten und in der Vorfrucht-

Tabelle 3: Eingesetzte Wirtschaftsdünger zu Kartoffeln und die damit ausgebrachte N-Menge (kg N/ha) auf den Projektflächen in den Jahren 2007 - 2009

	Anzahl Schläge	kg N / ha
kein Wirtschaftsdünger	142	0
Stallmist	33	79
Gülle	13	75
Kombination Mist+Gülle	8	153
Hühnertrockenkot	36	85
Biogasgülle	47	87
Champignonkompost	5	61

Tabelle 4: Eingesetzte Handelsdünger zu Kartoffeln und die damit ausgebrachte N-Menge (kg N/ha) auf den Projektflächen in den Jahren 2007 - 2009

	Anzahl Schläge	kg N / ha
ohne Handelsdünger	188	0
Haarmehlpellets	41	83
Bioilsa	25	48
PPL	13	58
Rapsschrot	8	47
Grüngutkompost	6	59
PPL+Haarmehlpellets	3	70

kombination Körnerleguminose-Getreide die höchsten Ertragsleistungen auf.

Die Nitratgehalte unterscheiden sich im Durchschnitt der Sorten im Wesentlichen dadurch, dass sie unabhängig von der Vorfrucht nach direkter Vorfrucht nach Getreide auf einem geringeren Niveau liegen als nach direkter Vorfrucht Leguminose (Tabelle 2).

Die Auswertung der eingesetzten Wirtschafts- und organischen Handelsdünger (Tabelle 3 und 4) zeigt, dass auf 127 von insgesamt 284 Schlägen Wirtschaftsdünger (44,7 %) und auf 96 Schlägen organische Handelsdünger (33,8 %) ausgebracht wurden. Auf 57 Schlägen (20 %) wurden weder Wirtschafts- noch organischer Handelsdünger eingesetzt. Wichtigste Wirtschaftsdünger waren dabei neben Stallmist vor allem Biogasgülle und Hühnertrockenkot. Bei den Handelsdüngern kamen überwiegend Haarmehlpellets und Bioilsa zum Einsatz.

### Nitratgehalte im Stängelsaft

Die Werte im ökologischen Kartoffelanbau liegen gegenüber den im konventionellen Anbau erstellten Vergleichswerten (Nitsch 2003) im frühen Bereich (EC 40-50) über diesen Vergleichswerten, im EC-Stadium 50-60 auf der Höhe der Vergleichswerte und im späteren Bereich unter den Vergleichswerten (Abb. 1).

Dies bedeutet, dass im Durchschnitt die Bedingungen für ein optimales Kartoffelwachstum gegeben sind. Die durchschnittlich niedrigeren Werte am Ende der Vegetationsperiode deuten darauf hin, dass die Stickstoffmineralisation nur noch in geringem Umfang abläuft und die Kartoffeln bei niedriger Stickstoffverfügbarkeit gut abreifen konnten.

Diese These wird gestützt durch den Vergleich von beregneten und nicht beregneten Flächen: Eine Differenzierung der Proben in Bezug auf den Faktor Beregnung ergab, dass die Messwerte zu EC-Stadium 40-50 bei beregneten und nicht beregneten Kartoffelbeständen vergleichbar waren. Bei den späteren Stadien waren die Nitratgehalte im Stängelsaft in den beregneten Flächen niedriger als auf den unberegneten Flächen (Abb. 2).

Die Ergebnisse der Untersuchungen auf den Nitratgehalt in den Knollen zeigten zudem, dass diese ebenfalls auf den beregneten Flächen niedriger als auf den nicht beregneten Flächen waren (Abb. 3). Dies liegt sicherlich daran, dass die Stickstoffmineralisation auf beregneten Flächen kontinuierlicher verläuft und damit zum Ende der Vegetationszeit weniger Stickstoff zur Verfügung steht. Vergleichbare Ergebnisse liegen aus dem kon-

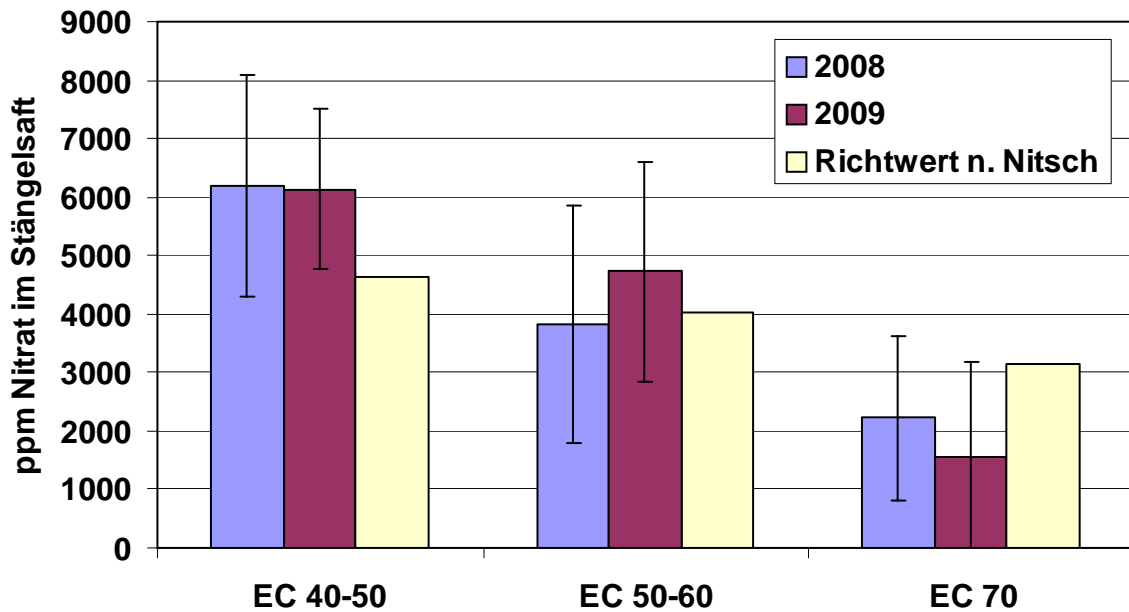


Abbildung 1: Nitratgehalte im Stängelsaft von Kartoffeln zu ausgewählten Wachstumsstadien im Durchschnitt von 27 bzw. 28 ökologisch bewirtschafteten Schlägen in den Jahren 2008 und 2009 im Vergleich zu konventionellen Richtwerten nach Nitsch (2003)

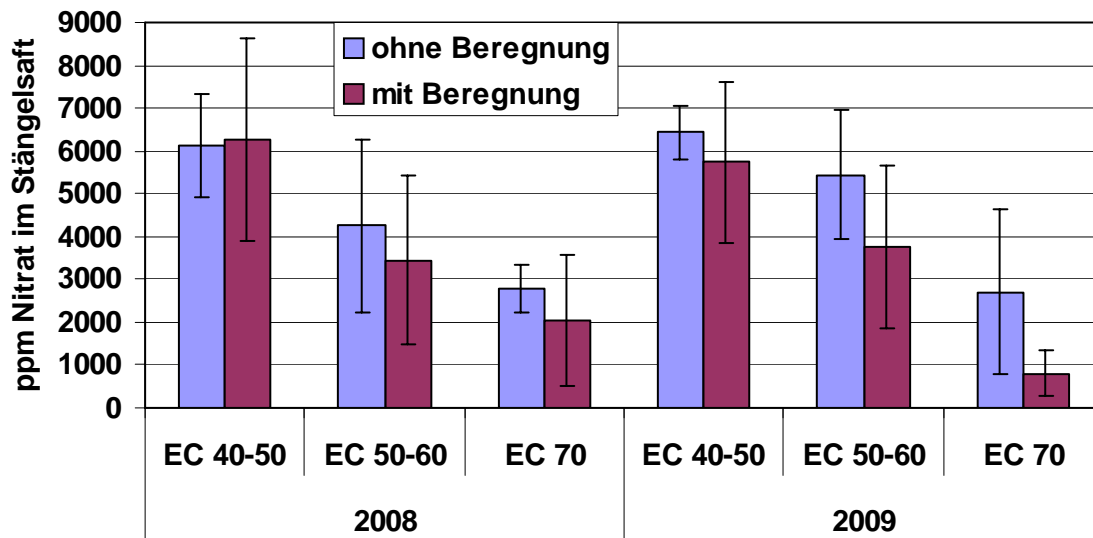


Abbildung 2: Vergleich der Nitratgehalte im Stängelsaft von Kartoffeln mit und ohne Beregnung zu ausgewählten Entwicklungsstadien in den Jahren 2008 und 2009

ventionellem Anbau vor, in denen gezeigt werden konnte, dass der N-Entzug durch die Kartoffelknollen auf beregneten Flächen deutlich höher ist und die  $N_{\min}$ -Gehalte nach

Kartoffeln zum Zeitpunkt der Grundwasserneubildung im Spätherbst durch die wesentlich bessere N-Ausnutzung beregneter Flächen deutlich geringer sind (Fricke 2007).

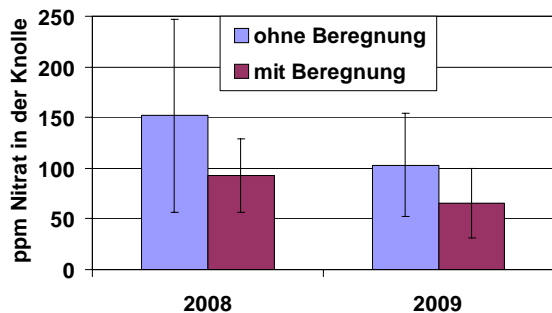


Abbildung 4: Vergleich der Nitratgehalte in den Knollen nach der Ernte in den Jahren 2008 und 2009 (Mittelwerte der Flächen mit Stängelnitratmessungen)

### Gesamtstickstoffgehalte in den Kartoffelblättern

Nach Angaben von Breuer et al. (2003) sollen die  $N_T$ -Gehalte in den gerade voll entwickelten Kartoffelblättern im Knospenstadium (EC 51) 5,1-6,8 %, zu Blühbeginn (EC 61) 4,5-6,0 %, zum Blühende (EC 69) 3,9-5,2 % und bei der Knollenbildung 3,2-4,6 % in der TM betragen.

Die Ergebnisse der Beprobungen in den Jahren 2008 und 2009 (Abb. 5 und 6) zeigen, dass sich die Werte in beiden Jahren in der

Regel im unteren Bereich der von Breuer et al. (2003) angegebenen Bereiche befinden. Somit kann die N-Versorgung dieser hier geprüften ökologisch angebaute Kartoffelbestände zumeist als ausreichend bezeichnet werden, wenngleich ein Teil der Bestände bereits als knapp versorgt angesprochen werden müssen. Dieser Effekt kann in einem System, bei dem sich die N-Nachlieferung ausschließlich aus einem organischen N-Pool rekrutiert, aufgrund der begrenzten Nachlieferung aus diesen N-Quellen relativ schnell einstellen. Dies bedeutet nicht, dass die Bestände zwangsläufig unterversorgt sind. Hierauf deuten auch die zu Beginn der Vegetationsperiode ausreichend hohen Nitratgehalte nach der Stängelsaftanalyse hin.

### Methodenvergleich

In einem weiteren Schritt wurde geprüft, inwieweit sich beide Methoden für eine Beschreibung des N-Versorgungszustandes in der Vegetationsperiode eignen. Die Daten zeigen einen linearen Zusammenhang zwischen den  $NO_3$ -Gehalten im Stängelsaft und den  $N_T$ -Gehalten im Kartoffelblatt, d.h. mit steigendem  $N_T$ -Gehalt im Blatt ist auch ein

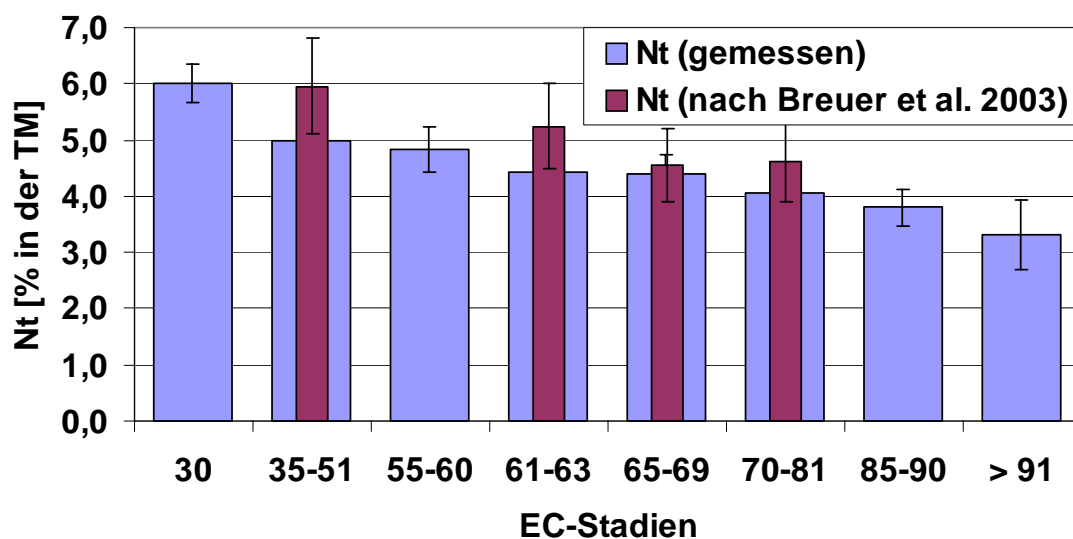


Abbildung 5: Gesamtstickstoffgehalte in den Kartoffelblättern im Durchschnitt von 4 Kartoffelbeständen in Abhängigkeit der EC-Stadien im Jahr 2008 im Vergleich zu den Angaben von Breuer et al. (2003)

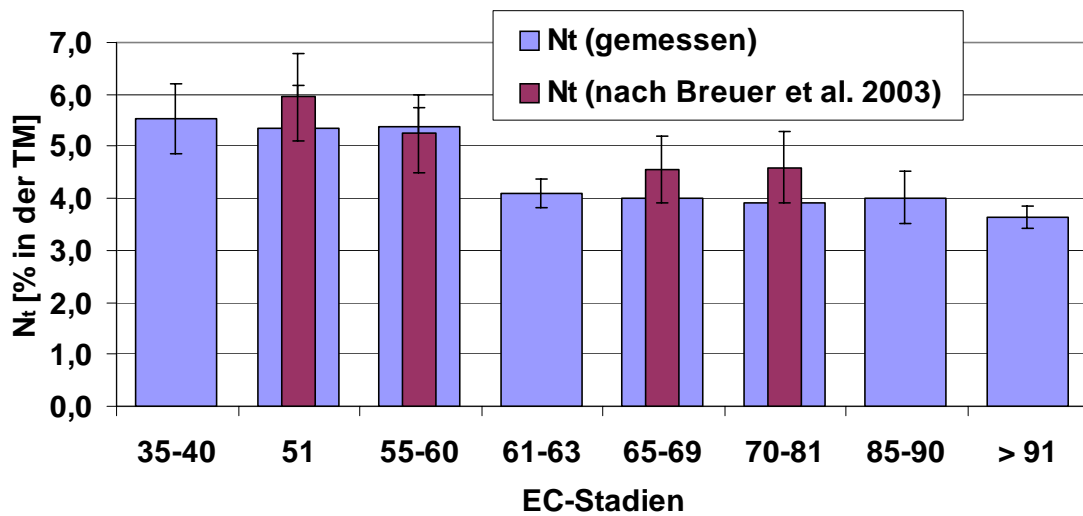


Abbildung 6: Gesamtstickstoffgehalte in den Kartoffelblättern im Durchschnitt von 5 Kartoffelbeständen im Jahr 2009 im Vergleich zu den Angaben von Breuer et al. (2003)

höherer  $\text{NO}_3$ -Gehalt im Stängelsaft zu verzeichnen. Über beide Versuchsjahre betrachtet, wurden sortenspezifische Bestimmtheitsmaße von 0,749 (Ditta), 0,629 (Nicola) und 0,546 (Princess) sowie über alle Daten ein Bestimmtheitsmaß von 0,585 ermittelt (Abb. 7).

Ein deutlicher Sorteneffekt ist aus diesen Daten nicht abzuleiten. Die Unterschiede im Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) einer Sorte in den

beiden Jahren sind ausgeprägter als das Bestimmtheitsmaß der drei Sorten über zwei Jahre gemittelt. Vielmehr muss ein Einfluss von unterschiedlichen Witterungsverhältnissen als auch unterschiedlichen ackerbaulichen Maßnahmen auf die Korrelationswerte in Betracht gezogen werden. Bei der Bewertung des  $R^2$  ist darüber hinaus zu beachten, dass es sich bei den  $\text{N}_t$ -Gehalten im Blatt im Vergleich zu den  $\text{NO}_3$ -Gehalten im Stängel-

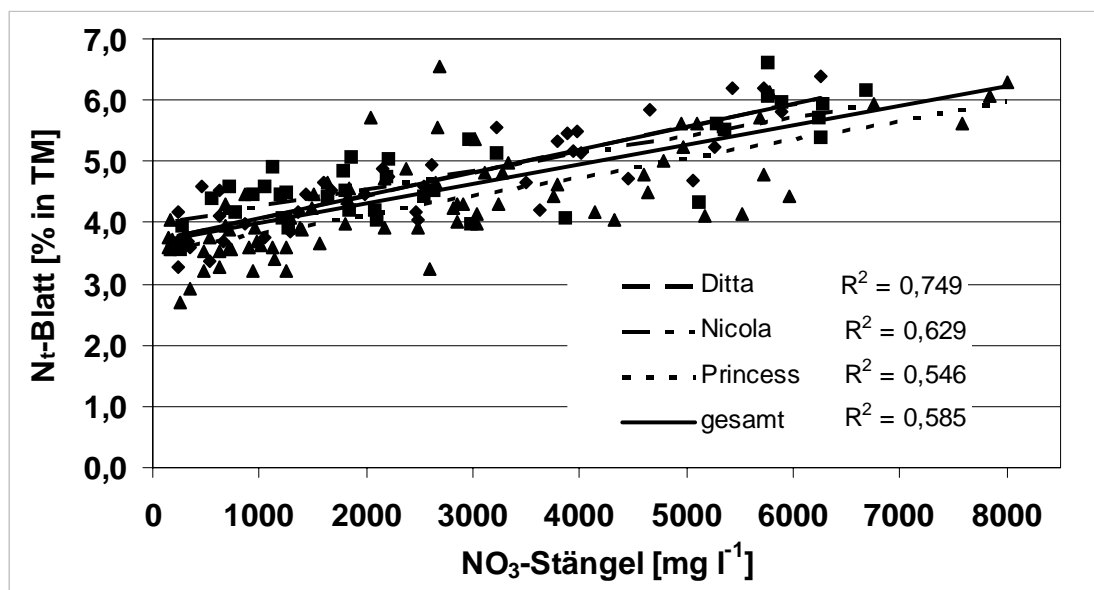


Abbildung 7: Zusammenhang zwischen  $\text{NO}_3$ -Gehalt im Stängelsaft und  $\text{N}_t$ -Gehalt im Blatt der drei Sorten Ditta, Nicola und Princess für die untersuchten Schläge in den Jahren 2008 und 2009

saft um die physiologisch gesehen ältere Komponente handelt. Das heißt, der  $\text{NO}_3$ -Gehalt im Stängelsaft ist der zeitnahe Indikator für die N-Versorgung der Pflanze.

### Beziehung des $N_{\min}$ -Gehaltes zu Stängelnitratgehalten, Gesamtertrag und Bodenpunkten

Der  $N_{\min}$ -Gehalt (0-60 cm) bestimmt maßgeblich die Höhe des Nitratgehaltes in den Kartoffelstängeln.

Ertrag zunimmt. Dieser Wert bezieht sich auf die Wertepaare von 2008 und 2009. Werden die beiden Jahre einzeln betrachtet, ergibt sich, dass in 2008 mit einem  $R^2 = 0,40$  eine enge Beziehung zwischen  $N_{\min}$ -Gehalt beim Aufgang und Gesamtertrag besteht. In 2009 ist mit einem  $R^2 = 0,03$  überhaupt kein Zusammenhang zu erkennen. Die Witterungsverläufe der beiden Jahre unterscheiden sich in diesen beiden Jahren deutlich (siehe Böhm et al 2011, in diesem Heft). So sind in 2009 die Monate Mai bis Juli deutlich niederschlagsreicher als in 2008. Möglicherweise

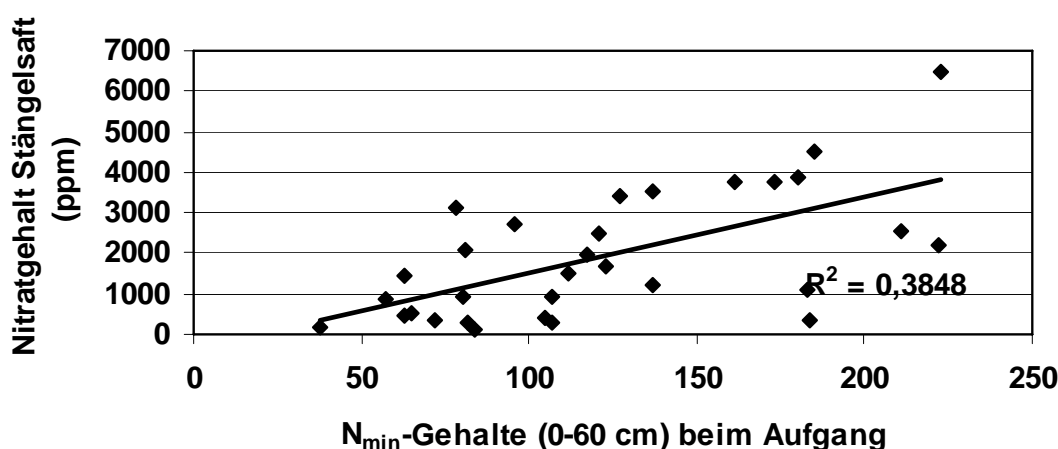


Abbildung 7: Beziehung zwischen dem Gehalt an Nitrat im Stängelsaft zu EC 70 und dem  $N_{\min}$ -Gehalt zum Zeitpunkt des Aufganges der Kartoffeln

Mit einem Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 0,38$  beim Termin der Stängelsaftprobe im EC 70 besteht ein recht guter Zusammenhang zwischen der Höhe des  $N_{\min}$ -Wertes beim Aufgang der Kartoffeln und der Höhe des Stängelsaftnitratgehaltes zum Zeitpunkt EC 70 (Abb. 8). Die Bestimmtheitsmaße zu den früheren Entnahmetermen bei den Stängelsaftproben waren bei EC 40-50 mit  $R^2 = 0,32$  und beim mittleren Termin (EC 50-60) mit  $R^2 = 0,24$  nicht so stark ausgeprägt.

Daraus leitet sich die Frage ab, ob der  $N_{\min}$ -Gehalt auch in einem engen Zusammenhang zu dem Gesamtertrag steht. Mit einem  $R^2 = 0,14$  besteht jedoch nur eine schwache Tendenz, dass mit steigenden  $N_{\min}$ -Gehalten zum Zeitpunkt des Knollenaufganges auch der

führen die geringen Niederschläge in der Hauptvegetationszeit in 2008 dazu, dass die  $N_{\min}$ -Werte im Mai viel stärker die Grundlage für die Ertragsbildung sind als in dem feuchteren Jahr 2009, wo eine stärkere N-Dynamik in der Vegetationsperiode erfolgen konnte.

Erfahrungswerte zeigen, dass bei einem sehr niedrigen  $N_{\min}$ -Gehalt zum Zeitpunkt des Knollenaufganges von weniger als 60-80 kg  $N_{\min}$ /ha mit hoher Wahrscheinlichkeit von einem niedrigen Gesamtertrag ausgegangen werden kann (Möller et al. 2003). Da bei den vorliegenden Untersuchungen im Rahmen des Projektes nur ein  $N_{\min}$ -Wert in dem Projekt deutlich niedriger als 60 kg  $N_{\min}$  war, lässt sich zu dieser These keine Aussage machen.

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zur Nährstoffversorgung zeigen im Hinblick auf Vorfruchtwirkung bzw. unterschiedliche Vorfruchtkombinationen zu Kartoffeln sowie auf die durchgeführten Düngungsmaßnahmen keinen direkt, nur auf einen Parameter zurückzuführende Wirkung. Die Untersuchungen zu den Stängelsaftuntersuchungen als auch der Blattanalysen weisen jedoch auf eine recht gute Stickstoffversorgung hin, wenngleich das Niveau während der Vegetationsperiode unter die Richtwerte aus der Literatur fällt. Damit zeigt sich, dass Maßnahmen notwendig sind, die eine ausreichende Versorgung der Kartoffelbestände sicherstellen. Die  $N_{\min}$ -Analysen zum Zeitpunkt des Auflaufens können ebenfalls Hinweise auf die Versorgungssituation geben. Besser geeignet scheint jedoch der Einsatz der Nitratmessung im Stängelsaft, da diese Messung eine Einschätzung der aktuellen Versorgungssituation ermöglicht und sehr kostengünstig ist. Die Blattanalyse ist teuer, eröffnet aber die Möglichkeit auch weitere Nährstoffgehalte (Kalium, Phosphor, Schwefel, Mikronährstoffe etc.) aus der Probe zu analysieren.

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes "Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion" durchgeführt, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert wurde (FKZ 06OE125, FKZ 06OE149 und FKZ 06OE295).

## Literatur

Alva A (2004) Potato Nitrogen Management. *Journal of Vegetable Crop Production* 10(1):97-130

- Amberger VA (1978) Use of Mineral Fertilizers and Quality of Food-Stuffs. *Bodenkultur* 29(2):132-139
- Böhm H, Dreyer, Dresow JF, Landzettel C, Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011): Forschungsprojekt zur Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion – Hintergrund und Projektbeschreibung. *Landbauforschung SH* 348:1-13
- Böhm H (2002) Möglichkeiten und Grenzen des ökologischen Anbaus von Speisekartoffeln. *Kartoffeltrends: Qualität von Speisekartoffeln*, 23-29
- Breuer J, König V, Merkel D, Olf H.-W, Steingrobe B, Stimpfl E, Wissemeier AH, Zorn W (2003): Die Pflanzenanalyse zur Diagnose des Ernährungszustandes von Kulturpflanzen. *AgriMedia*, Bergen/Dumme
- Casa R, Pieruccetti F, Sgueglia G, Lo Cascio B (2005) Potato Tuber Improvement through Nitrogen Management Optimisation: Review of Methodologies. *Acta horticulture: technical communications of ISHS* 684:65-71
- Fischer J (1991) Untersuchungen über flüchtige Aromastoffe der Kartoffel. II. Der Einfluss differenzierter Nährstoffgaben auf das Spektrum der Aromastoffe in Kartoffeln. *Potato Res* 34:169-178
- Fricke E (2007): Beregnung senkt Stickstoffverluste. *Kartoffelbau* 58(3): 88-90
- Haase T, Schuler C, Piepho HP, Thoni H, Hess J (2007) The effect of preceding crop and pre-sprouting on crop growth, N use and tuber yield of maincrop potatoes for processing under conditions of N stress. *Journal of Agronomy and Crop Science* 193(4):270-291
- Hunnius W (1972) Welche Faktoren beeinflussen Stärkebildung und Stärkegehalt der Kartoffel. *Stärkekartoffel* 17(1):1-4
- Jamaati-e-Somarin S, Tobeh A, Hassanzadeh M, Hokmalipour S, Zabihi-e-Mohmoodabad R (2009) Effects of plant density and nitrogen fertilizer on nitrogen uptake from soil and nitrate pollution in potato tuber. *Research Journal of Environmental Sciences* 3(1):122-126
- Kolbe H (1990) Kartoffeldüngung unter differenzierten ökologischen Bedingungen - Einfluss von Blatt- und Bodendüngung sowie Sorte und Klima auf Erträge und Inhaltsstoffe der Knollen zur Erntezeit und nach kontrollierter Lagerung. Dissertation am Fachbereich Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität zu Göttingen, 294 pp
- Meinck S, Kolbe H (1998) Kartoffelanbau im Ökologischen Landbau. Material für Praxis und Beratung. In:

- Anon. Dresden : Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
- 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. Shaker-Verlag. Techn. Universität München, Dissertation
- Möller K, Kolbe H, Böhm H (2003) Handbuch Ökologischer Kartoffelbau. 1. Aufl., Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 183 pp
- Müller K (1983) Zur Diskussion um den Nitratgehalt in der Kartoffel. Der Kartoffelbau 34(6):202-204
- Nitsch A (2003) Kartoffelbau. 1. Aufl., Bergen/Dumme: AgriMedia
- Paffrath A, Leisen E, Peine A, Vorländer C, Berg M, Neuhoff D (2003) Kartoffelanbau. Bericht zu 10 Jahren „Ökologische Leitbetriebe in NRW“, 76-104
- Randall GW, Mulla DJ (2001) Nitrate nitrogen in surface waters as influenced by climatic conditions and agricultural practices. Journal of Environmental Quality 30(2):337-344
- Storey RMJ, Davies HV (1992) Tuber quality. The potato crop: the scientific basis for improvement (2):507-569
- Wadas W, Jablonska-Ceglarek R, Kosterna E (2005) The nitrates content in early potato tubers depending on growing conditions. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 8(1)
- VDLUFA (1997): VDLUFA-Methodenbuch, Band 1: Untersuchung von Böden. 4. Aufl.

# Herausarbeitung und Bewertung sortenspezifischer Eigenheiten hinsichtlich Nitrat- und Stärkegehalte, Missbildungen und Beschädigungen

CHRISTIAN LANDZETTEL<sup>1</sup> und WILFRIED DREYER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bioland Beratung, Auf dem Kreuz 58, 86152 Augsburg, Clandzettel@bioland-beratung.de

<sup>2</sup> Ökoring e.V., Bahnhofstraße 15, 27374 Visselhövede, w.dreyer@oekoring.de

## Zusammenfassung

In allen drei Jahren zeigten die drei Sorten Ditta, Nicola und Princess charakteristische Stärkegehalte und Kochtypen auf. So kochte Princess bei den niedrigsten Stärkegehalten am festesten, während Nicola teils starke Abweichungen in Form hoher Stärkegehalte aufwies. Einen nicht unerheblichen Einfluss auf den Stärkegehalt hatte der Krautfäulebefall, welcher besonders in 2007 in Norddeutschland für auffällig niedrige Stärkegehalte vor allem bei der Sorte Princess sorgte. Betrachtet man den jeweiligen Anteil missgebildeter Knollen, so zeigt sich ein jahresabhängiger Unterschied, wobei jedoch Ditta mit den meisten missgebildeten Knollen auffiel. Auch die genauere Betrachtung des Anteils schwerer Beschädigungen folgt gewissen sortenspezifischen Eigenheiten. So wies die Sorte Nicola in allen drei Untersuchungsjahren stets den höchsten Anteil beschädigter Knollen auf. Aber auch hier brachten alle drei Jahre ein jeweils anderes Niveau im Anteil schwerer Beschädigungen hervor.

*Schlüsselworte: Stärkegehalt, missgebildete Knollen, schwere Beschädigungen*

## Abstract

### Analysis and evaluation of variety-related characteristics

In the period 2007 to 2009, the three varieties “Ditta”, “Nicola” and “Princess” showed characteristic differences in starch content, although they belong to the same cooking type, i.e. “salad”. Thus “Princess” had the firmest consistency of flesh, whilst in the case of the “Nicola” variety some charges displayed extraordinarily high starch content and were subsequently quite mealy. Furthermore, the late blight epidemic in Northern Germany in 2007 had a considerable influence on average starch content, which was particularly pronounced in the “Princess” variety. Looking at the percentage of misshapen tubers, there is a difference depending on the year, yet in all three years the most misshapen tubers were found in the “Ditta” variety. The percentage of tubers with severely damage also follows certain variety-specific features. Thus the “Nicola” variety exhibited the highest percentage of severely damaged tubers in all three years. Here too each of the three years produced a different level regarding the percentage of severely damaged tubers.

*Keywords: starch content, misshapen tubers, severely damaged tubers*

## Einleitung

Im Kartoffelbau gibt es eine Vielzahl von Sorten, die sich im Hinblick auf Verwendungsrichtung, Reifezeitpunkt, Kocheigenschaften usw. unterscheiden. Für den Berater und Landwirt ist es dabei entscheidend, die jeweiligen Eigenheiten einer Sorte so detailliert wie möglich zu kennen, um im Anbau die richtige Sorte mit der richtigen Strategie produzieren zu können. Anfälligkeiten und Resistenzen gegenüber bestimmten Schadfaktoren, die stoffliche Zusammensetzung und sowie Form und äußeres Erscheinungsbild von Kartoffelsorten sind zu großen Teilen genetisch fixiert und gehören daher zu den wichtigsten Unterscheidungsmerkmalen verschiedener Kartoffelsorten.

## Material und Methoden

Für das Kartoffel-QM wurden umfassende Bonituren von mindestens 8-10 kg einer jeden angemeldeten Partie vorgenommen und in der Datenbank zusammengeführt und analysiert (siehe auch Böhm et al. 2011 sowie Landzettel & Dreyer 2011, in diesem Sonderheft). Im Rahmen der Auswertungen wurde daher auch ein besonderes Augenmerk auf die Herausarbeitung sortenspezifischer Eigenheiten gelegt, welche dann mit den bislang bekannten Sortenbeschreibungen abgeglichen und für den jeweiligen Standort verifiziert werden oder aber eine Erweiterung der bislang bekannten Sortenbeschreibung ergeben können. In der Projektphase des Kartoffel-QM wurde das Augenmerk speziell auf die drei häufig angebauten Sorten Ditta, Nicola und Princess gelegt, weil anhand eher bekannter Sorten die Evaluierung des Systems und der dazugehörigen Auswertungsverfahren optimal bewertet werden können.

## Ergebnisse und Diskussion

Eines der wichtigsten genetisch fixierten Sortenmerkmale stellt der Kochtyp dar, wel-

cher in erster Linie vom jeweiligen Stärkegehalt abhängig ist. Tabelle 1 zeigt die gemittelten Stärkegehalte der drei Sorten Ditta, Nicola und Princess für die drei Untersuchungsjahre 2007 bis 2009. Es ist daraus zu entnehmen, dass die Sorte Princess im Jahr 2007 von den norddeutschen Betrieben höhere Nitrat- und niedrigere Stärkegehalte aufwies als von den süddeutschen Betrieben. In den Jahren 2008 und 2009 traten entgegengerichtete Ergebnisse auf; hier wiesen die 3 geprüften Sorten der süddeutschen Betriebe höhere Nitrat- und zumeist niedrigere Stärkegehalte auf. Im Mittel der Jahre zeigte Princess die höchsten und Ditta die niedrigsten Nitratgehalte, während bei den Stärkegehalten Princess mit durchschnittlich 10,1 die niedrigsten, Ditta mit 12,2 mittlere und Nicola mit 13,3 die höchsten Werte aufwies.

Tabelle 2 zeigt die bundesweit berechneten Mittel, Minimal- und Maximalwerte der einzelnen drei Untersuchungsjahre. Es zeigt auch hier sowohl im Durchschnitt als auch in den Maxima die Sorte Nicola die höchsten Werte und Princess die niedrigsten.

Eine weitere bei jeder Bonitur erfasste Größe ist der Anteil missgebildeter Knollen. Hierunter sind alle diejenigen Knollen zu verstehen, welche so stark von der normalen Kartoffelform abweichen, dass eine Weiterverarbeitung oder Schälung in der Küche erheblich behindert wäre. Ausgenommen und extra bewertet und gewichtet werden Knollenmissbildungen wie sie durch *Rhizoctonia* bei den sogenannten Grützeknollen entstehen sowie Knollen mit Wachstumsrissen und Buckel- oder Tiefenschorf. Da im Jahr 2007 noch keine Trennung von den Grützeknollen stattgefunden hatte, wurden für Abbildung 1 nur Daten aus den Jahren 2008 und 2009 herangezogen. Es zeigen sich darin zunächst erhebliche Unterschiede im Gesamtdurchschnitt verformter Knollen. So konnte im Jahr 2009 ein im Vergleich zu 2008 deutlich

**Tabelle 1:** Einfluss von Sorte und Region auf den Stärkegehalt

Jahr	Region	Stärke (% FM)			
		Princess	Ditta	Nicola	Ø
2007	Nord	7,9	10,3	12,1	11,3
	Süd	11,6	12,2	13,5	
2008	Nord	10,2	12,5	14,0	12,0
	Süd	9,6	12,4	13,5	
2009	Nord	11,0	13,7	13,5	12,3
	Süd	10,4	12,1	13,3	
Ø		10,1	12,2	13,3	11,9

geringerer Anteil verformter Knollen verzeichnet werden. Weiterhin zeigt sich, dass in beiden Jahren bei der Sorte Ditta immer die meisten missgebildeten Knollen auszuweisen sind. Platz zwei hatte die Sorte Nicola, Princess bildete die im Durchschnitt schönsten und gleichmäßigsten Knollen. Weitere sortenspezifische Unterschiede zeigen sich bei Betrachtung der jeweiligen Anteile mechanisch beschädigter Knollen. Ähnlich wie bei den Knollenmissbildungen zeigt sich hier ein von Jahr zu Jahr stark schwankender Gesamtdurchschnitt an beschädigten Knollen (siehe Abbildung 2). Überproportional viele beschädigte Knollen traten im Jahr 2009 auf. Die sortenspezifische Verteilung zeigt die tendenzielle Abnahme schwerer Beschädigungen in der Reihenfolge Nicola, Princess, Ditta.

**Tabelle 2:** Jahresweise Schwankungsbreite im Stärkegehalt

Sorte	Minimum	Maximum	Mittelwert
<b>2007</b>			
Princess	7,4	14,7	8,6
Ditta	7,4	14,2	11,8
Nicola	9,7	15,0	13,0
<b>2008</b>			
Princess	7,4	12,9	10,1
Ditta	8,7	15,9	12,7
Nicola	9,9	17,3	13,8
<b>2009</b>			
Princess	8,6	14,0	10,7
Ditta	8,9	16,3	12,7
Nicola	10,6	17,9	13,5

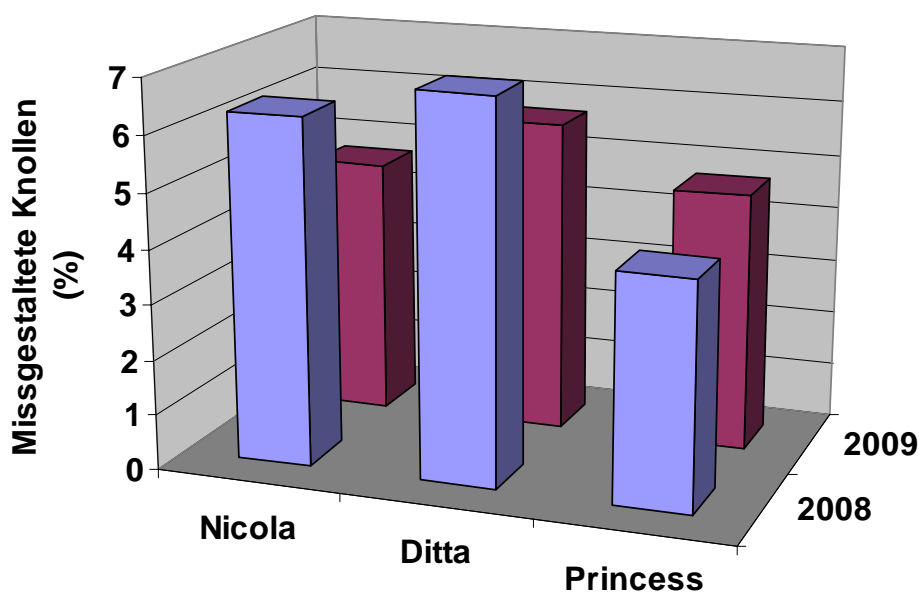


Abbildung 1: Anteile missgebildeter Knollen in den Jahren 2008 und 2009

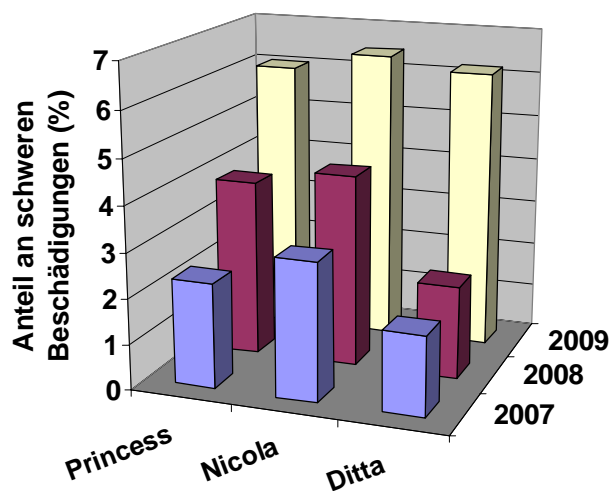


Abbildung 2: Anteile schwer beschädigter Knollen in den Jahren 2007 bis 2009

### Diskussion

Die durchschnittlichen Stärkegehalte der drei Sorten Ditta, Nicola und Princess schwanken von Jahr zu Jahr teils erheblich. Besonders auffällig sind hier die starken Einbrüche speziell bei Princess in 2007 in Norddeutschland, sowie 2008 und 2009 in Süddeutsch-

land. Diese Auffälligkeiten lassen sich durch die jeweilige Situation des Befalls mit *P. infestans* in den Jahren bzw. Regionen erklären. So betrug die „Anzahl Tage“ nach Pflanzung bis zum Auftreten von *P. infestans* bzw. bis zum Krautabsterben bei der Sorte Princess im Norden im Jahr 2007 nur 49 bzw. 83 Tage, während in Süden diese Termine 10 bzw. 14 Tage später lagen. Damit ist die Länge der zur Verfügung stehenden Wachstums- und Knollenbildungsphase maßgeblich für die Qualitätsausbildung der Kartoffeln entscheidend. Dies wird zudem an den Geschmacksausprägungen insbesondere an den Bitternoten deutlich, die umso ausgeprägter sind, desto geringer die Stärkegehalte sind (Mahnke-Plesker et al. 2011, in diesem Heft). Entgegengesetzte Effekte bieten sonnige Tage mit hoher Einstrahlungintensität zum Zeitpunkt der Abreife, was umso deutlicher zutage tritt, je mehr gesundes Laub noch vorhanden ist. Abgesehen von diesen Effekten zeigt die Auswertung aber auch, dass der Witterungseffekt zwar einerseits das Durchschnittsniveau der Stärkegehalte erheblich beeinflussen kann und dass andererseits die Stärkegehalte bei Nicola am höchsten und bei Princess am niedrigsten

liegen, obwohl alle drei Sorten dem Kochtyp „festkochend“ oder „A“ zugeordnet sind. Diese Beobachtungen gehen mit den Ergebnissen diverser Sortenversuche (Wiesinger et al. 2009) konform und zeigen den deutlichen genetischen Einfluss auf den Stärkegehalt, der für einen durchschnittlichen, sortentypischen Stärkegehalt verantwortlich ist. Sie spiegeln sich auch in den Ergebnissen von Kartoffel-Testessen wieder, bei welchen eine Nicola immer wieder durch eine Instabilität im Kochtyp auffällt, also durchaus in der Lage ist mit über 15 % Stärke mehr oder weniger schnell zu zerfallen und vorwiegend festkochend oder gar mehlig eingestuft zu werden. Ditta zeigt ebenfalls immer wieder einzelne Ausreißer mit ähnlichen Effekten, jedoch deutlich geringer als Nicola. Sie kann als klassisch festkochende Salatkartoffel mit tendenzieller Neigung zu erhöhten Stärkegehalten eingeschätzt werden. Princess galt bereits kurz nach ihrer Zulassung als eine derjenigen Sorten, die durch zu knappe Stärkegehalte zu fest kochen oder auch in Jahren, wo dieses Problem durch frühen Krautfäulebefall verstärkt wird, mit dann oft weniger als 8 % Stärke auch deutlich zu wenig Triebkraft für einen Nachbau einlagert. Hierbei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass die Kocheigenschaft neben dem Stärkegehalt auch von der Zellstruktur, der Größe der Stärkekörner und anderen Inhaltsstoffen beeinflusst wird.

Im Bereich missgebildeter Knollen zeigt sich vor allem eine Neigung von Ditta zur Unförmigkeit, welche ebenfalls in Sortenversuchen zum Ausdruck gekommen ist (Wiesinger et al. 2009) und sich auch bei der Fortführung des Kartoffel-QM außerhalb des Projektes im Jahr 2010 erneut bestätigte. Die eher rundovale Princess besticht dagegen durch die im Schnitt der Jahre geringsten Anteile missgestalteter Knollen. Der besonders hohe Anteil verformter Knollen im Jahr 2010 ist in erster Linie durch den bundesweit stark auftretenden Zwiewuchs zu suchen, welcher nach extremer Hitze und Trockenheit im Juli unter nach Wiederbefeuchtung

im August wiederergrünendem Laub einsetzte. Als Sorte mit eher niedriger Keimruhe und bekannter Neigung zu Kindel- und Kettenbildung ist auch der hohe Anteil verformter Knollen bei Princess erklärbar. Generell ist zu berücksichtigen, dass bei missgebildeten Knollen der größte Spielraum hinsichtlich der Toleranz seitens der abnehmenden Hand besteht.

Schwere Beschädigungen entstehen in erster Linie während der Ernte, Einlagerung und Aufbereitung. Da die Proben nach der Einlagerung Ende September genommen wurden, entfällt der bonitierte Anteil beschädigter Knollen auf die Bereiche Ernte und Einlagerung. Bemerkenswert ist zunächst die in allen drei Untersuchungsjahren höchste Beschädigungsrate bei der Sorte Nicola. Als Erklärungsmöglichkeiten kommen hier die mit steigendem Stärkegehalt steigende Beschädigungsempfindlichkeit auf der einen und die Neigung zu einem weit ausladenden Knollennest auf der anderen Seite in Betracht. Durch die Bildung vergleichsweise langer Stolonen nutzt Nicola das Dammvolumen in der Regel vollkommen aus und neigt auch dazu einige Knollen deutlich unterhalb der normalen Bodenoberfläche anzulegen. Derartig tief liegende Knollen werden bei der Ernte schlechter erfasst und daher leichter verletzt. Vielfach werden sie vom Rodeschar angeschnitten. Eine eher gleichmäßige, rundlichere Form bei Princess, sowie tendenziell niedrigere Stärkegehalte von Ditta und Princess lassen deren geringere Beschädigungsempfindlichkeit verständlich erscheinen. Die starke Krautfäuleepidemie, die im Jahr 2007 in ganz Norddeutschland empfindliche Ertragseinbußen zur Folge hatte, bedingte letztlich auch einen erheblich größeren Anteil kleiner Knollen, welche in der Regel weniger beschädigt werden. Auch der oben bereits erwähnte, geringe Stärkegehalt der norddeutschen Partien trägt zu geringerer Beschädigungsempfindlichkeit bei.

## Schlussfolgerungen

Der jährlich wiederholte Qualitätsvergleich in Form des Benchmarkings schafft die Möglichkeit bestimmte Eigenheiten verschiedener Sorten herauszuarbeiten und einzuschätzen. Besonders interessant ist hierbei der Vergleich der in der Praxis jährlich aufs Neue gewonnenen Daten mit Ergebnissen aus randomisierten Sortenversuchen. Es können somit bestimmte Eigenheiten einer Sorte standortbezogen bewertet werden und in individuelle Beratungsempfehlungen einfließen. Aus oben genannten Ergebnissen lässt sich beispielsweise die Empfehlung zu gezielter Kontrolle und Steuerung des Stärkegehaltes bei Nicola oder zur Vermeidung der Sorte Princess auf besonders krautfäulegefährdeten Standorten ableiten.

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes "Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion" durchgeführt, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologi-

scher Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert wurde (FKZ 06OE125, FKZ 06OE149 und FKZ 06OE295).

## Literatur

- Böhm H, Buchecker K, Dresow JF, Dreyer W, Landzettel C, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011): Forschungsprojekt zur Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion – Hintergrund und Projektbeschreibung. In: Landbauforschung SH 348:1-13
- Landzettel C und Dreyer W (2001): Das Kartoffel-QM als Werkzeug in der Fachberatung. In: Landbauforschung SH 348:25-30
- Mahnke-Plesker S, Buchecker K, Böhm H, Westhues F (2011) Zusammenhang zwischen Sensorik und Anbauparametern von Bio-Kartoffeln nach Ernte und Lagerung. In: Landbauforschung SH 348: 111-128
- Wiesinger K, Rehm A, Graf R, Brummer A (2009): Versuchsergebnisse aus Bayern, Ökologischer Landbau, Sortenversuche zu Kartoffeln. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Ökologischer Landbau und Bodenschutz: 7-9

# Forschungsprojekt zur Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion – Auswirkungen der Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani*) auf die Kartoffelqualität

WILFRIED DREYER<sup>1</sup> UND CHRISTIAN LANDZETTEL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ökoring e.V., Bahnhofstr. 15, 27374, Visselhövede, w.dreyer@oekoring.de

<sup>2</sup> Bioland-Beratung, Auf dem Kreuz 58, 86152, Augsburg, clandzettel@bioland-beratung.de

## Zusammenfassung

*Rhizoctonia solani* ist ein weit verbreiteter Schadpilz im ökologischen Kartoffelbau. Schäden durch *Rhizoctonia*-Dry Core verursachen hohe Sortierabgänge beim Verleseprozess. Je höher der Befall mit *Rhizoctonia*-Sklerotien beim Pflanzgut ist, desto mehr Knollen der Ernteware weisen auch Sklerotien auf. Mit steigendem Befall der Knollen mit Drahtwurmfraß nimmt auch der Befall mit *Rhizoctonia*-Dry Core zu.

*Schlüsselworte:* Kartoffel, Ökologischer Landbau, *Rhizoctonia solani*, Dry Core, Pflanzgut

## Abstract

*Rhizoctonia solani* is a harmful fungus widespread in organic potato farming. Damage through *Rhizoctonia* Dry Core causes high levels of waste during the sorting process. The worse the seed potatoes are attacked by *Rhizoctonia sclerotia*, the more tubers of the harvested potato also display sclerotia. As feeding damage by wireworms increases, so too increases infestation with *Rhizoctonia* Dry Core.

*Keywords:* potato, organic production, *Rhizoctonia solani*, dry core, seed potato

## Einleitung

Eine der wichtigsten Krankheiten im ökologischen Kartoffelanbau ist *Rhizoctonia solani* (Wurzeltöterkrankheit). Diese Erkrankung kann sich in verschiedenen Krankheitsbildern äußern (Radtke et al. 2000). Im Folgenden seien die wesentlichen genannt:

- Nekrosenbildung an den Keimen: die Kartoffeln laufen verzögert auf oder gar nicht auf (Fehlstellen)
- Schädigungen an der Basis der Stängel beeinträchtigt den Stofftransport in der Pflanze, eine Folge davon ist das Wipfelrollen
- Dry Core-Symptome an den Knollen (5-8 mm tiefe Löcher in der Knolle)
- Schwarze Pilzsklerotien auf der Kartoffelschale
- Weißer Pilzbelag am Stängelgrund (Weißhosigkeit)
- Missgebildete kleine Knollen (Grützeknollen)

Während im konventionellen Kartoffelanbau die Beizung des Pflanzgutes für alle potenziell gefährdeten Partien bzw. Standorte eine häufig angewandte Maßnahme zur Begrenzung der Schäden ist, sind die Möglichkeiten im Ökologischen Landbau geringer (Kürzinger 2008).

Es gibt die Möglichkeiten der Behandlung des Pflanzgutes bzw. mit im ökologischen Landbau zugelassenen Pflanzenstärkungsmitteln auf der Basis von *Bacillus amyloliquifaciens* („Sanaterra“, „RhizoVital 42“) oder Bakterien der Gattung *Pseudomonas fluorescens* („Proradix“). Die Wirksamkeit beider Mittel ist in einzelnen Jahren und Standorten unterschiedlich.

Ebenfalls möglich im Ökolandbau ist die Ausbringung von Kompost zur Auspflanzung der Kartoffeln (Bruns et al. 2009). Die Applikation von Grünschnittkomposten hatte in den abgelaufenen Versuchsjahren auf ver-

schiedenen Standorten eine positive Wirkung gegen *Rhizoctonia solani*.

Durch dieses Verfahren lassen sich die Auswirkungen der Wurzeltöterkrankheit vermindern, aber bei einem stark mit *Rhizoctonia*-Sklerotien infizierten Pflanzgut gibt es weiterhin starke Beeinträchtigungen bei der daraus entstehenden Ware.

## Material und Methoden

Auf den teilnehmenden Betrieben wurden Kartoffelproben nach der Ernte entnommen. Von diesen Proben wurden 10 kg gewaschen und auf äußere und innere Mängel bonitiert.

Nach dem Waschen wurde der Gesamteindruck bei den Sklerotien von *Rhizoctonia* bonitiert. Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen wurde nicht jede Knolle einzeln bewertet.

Dabei wurden Noten nach folgendem Schlüssel vergeben:

**Tabelle 1:** Boniturschemata für die Knollenbonitur von *Rhizotonia*-Sklerotien

Boniturnote	Anteil der Knollen mit <i>Rhizoctonia</i> -Sklerotien (in %)
1	0
1,5	0-5
2	5-10
2,5	10-20
3	20-30
4	30-40
5	40-50
6	>50

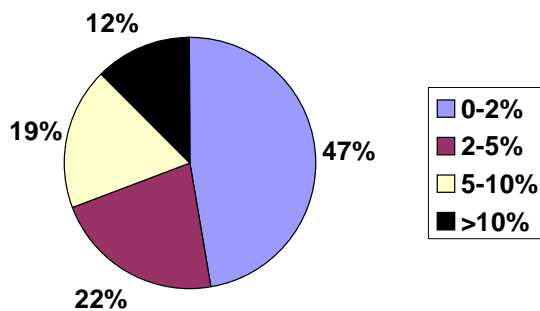
Bei der Bonitur wurde eine Differenzierung vorgenommen von Löchern, die durch Dry Core verursacht worden sind und Lochfraß, durch Drahtwürmer. Diese Unterscheidung wird häufig in der Bonitur in Kartoffelabpackbetrieben nicht vorgenommen. Bei der Bonitur ergab sich die Schwierigkeit, dass es häufiger Knollen mit beiden Symptomen gab. Kam dies in einer Partie nur selten vor,

war der Hauptmangel ausschlaggebend für die Eingruppierung des Mangels, waren beide Symptome an vielen Knollen zu finden, wurden je 50 % der Knollen einem Drahtwurmschaden und Dry Core zugeordnet. Jede Knolle wurde also immer nur mit einem Mangel bewertet. .

## Ergebnisse und Diskussion

In Bezug auf *Rhizoctonia* wurden im Projekt folgende Daten erhoben und ausgewertet:

### Boniturergebnisse bei Dry Core



**Abbildung 1:** Prozentuale Verteilung der Befallsstärke (in %) mit Dry Core-Symptomen aller in den Jahren 2007 – 2009 untersuchten Kartoffelpartien

19 % der Partien haben einen Befall von 5-10 % und 12 % zeigen mehr als 10 % Befall bezogen auf den Befall auf der Knollenoberfläche. Die am stärksten betroffene Partie hat einen Befallswert von 38 %. Kommen zum Dry Core noch die Symptome des Drahtwurmfraßes dazu oder andere optische Mängel, so ist eine solche Partie möglicherweise nicht vermarktungsfähig, bzw. bei extrem hohen Werten bei Dry Core von mehr als 15 % kann dieser Mangel auch alleine ausreichen, dass eine Partie von der Vermarktung ausgeschlossen wird, weil sie nicht sortierfähig ist, bzw. nicht sichergestellt werden kann, dass die Qualität der abgepackten Ware der Handelsklassenverordnung sowie den Qualitätsanforderungen des Handels entspricht.

Der durchschnittliche Befall aller Partien mit Dry Core ist in den drei Projektjahren unterschiedlich stark ausgefallen:

2007: 3,2 %

2008: 4,3 %

2009: 5,0 %

Diese Steigerung erfolgte parallel zu dem erhöhten Anteil bei den Drahtwurmschäden in den Jahren 2007-2009. (siehe Beitrag Landzettel & Dreyer (2011, in diesem Heft).

### Bonitur der Ernteware auf *Rhizoctonia*-Sklerotien und Vergleich mit dem *Rhizoctonia*-Besatz des Pflanzgutes sowie der Schädigung durch Dry Core

Bei der Datenerhebung für das Jahr 2009 wurde zusätzlich der Besatz beim eingesetzten Pflanzgut mit *Rhizoctonia*-Sklerotien abgefragt. In den Jahren 2007 und 2008 wurde bei den Audit-Gesprächen intensiv auf die Bedeutung des Besatzes mit Sklerotien beim Pflanzgut hingewiesen, so dass in 2009 mit der erforderlichen Zuverlässigkeit der Beurteilung durch die Landwirte dieser Punkt nachgefragt werden konnte.

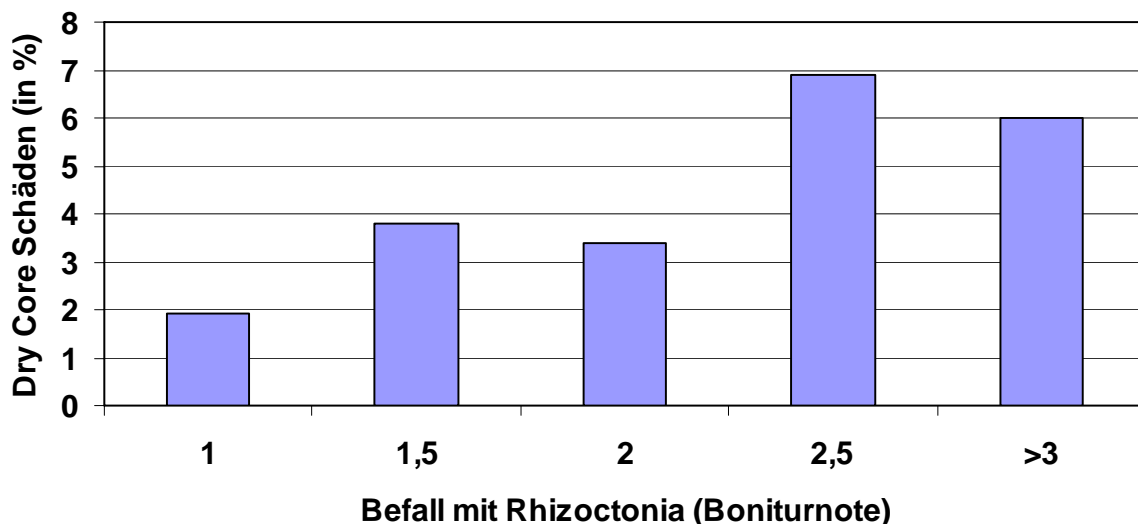
Mit steigenden Werten bei den *Rhizoctonia*-Sklerotien auf dem eingesetzten Pflanzgut steigt der Sklerotienbesatz auf den geernteten Knollen. Dies ist ein Zusammenhang, der aus zahlreichen Versuchen hervorgeht (Karalus 2003) und auch hier im Rahmen dieses Projektes erneut bestätigt werden konnte (Tab. 2).

**Tabelle 2:** Zusammenhang zwischen dem prozentualen Anteil an *Rhizoctonia*-Sklerotien am Pflanzgut und den Boniturnoten für den Befall mit *Rhizoctonia* an der Ernteware

% <i>Rhizoctonia</i> am Pflanzgut	Durchschnittliche Boniturnote <i>Rhizoctonia</i> -Sklerotien Speiseware
5,0	2,04
15,0	1,97
25,0	2,30
50,0	3,00

Ein möglicher Übertragungsweg geht direkt von den auskeimenden Sklerotien auf die wachsende Kartoffelpflanze. D.h. bei einem hohen Sklerotien-Besatz im Pflanzgut ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass auch im Ern-

Der Rhizoctoniapilz kann nicht durch eine intakte Schale in die Knolle eindringen und dann eine lokale Trockenfäule verursachen. Andreas Keiser stellte in seinen Untersuchungen fest, dass der Pilz neben der Mög-



**Abbildung 2:** Zusammenhang zwischen dem Befall mit Dry Core (in % der Knollenoberfläche) und dem Befall mit Rhizoctonia (Boniturnote)

tegut der Anteil der Knollen mit Rhizoctonia-Sklerotien groß ist.

Ebenfalls stieg mit dem Anteil Knollen mit Rhizoctonia Sklerotien die Zahl der durch Dry Core geschädigten Knollen.

Dies ist darin begründet, dass nur bei einem Vorhandensein von Rhizoctonia an den Knollen oder in der Nähe der Knollen auch das Schadbild Dry Core von Rhizoctonia ausgebildet werden kann (Abb. 2).

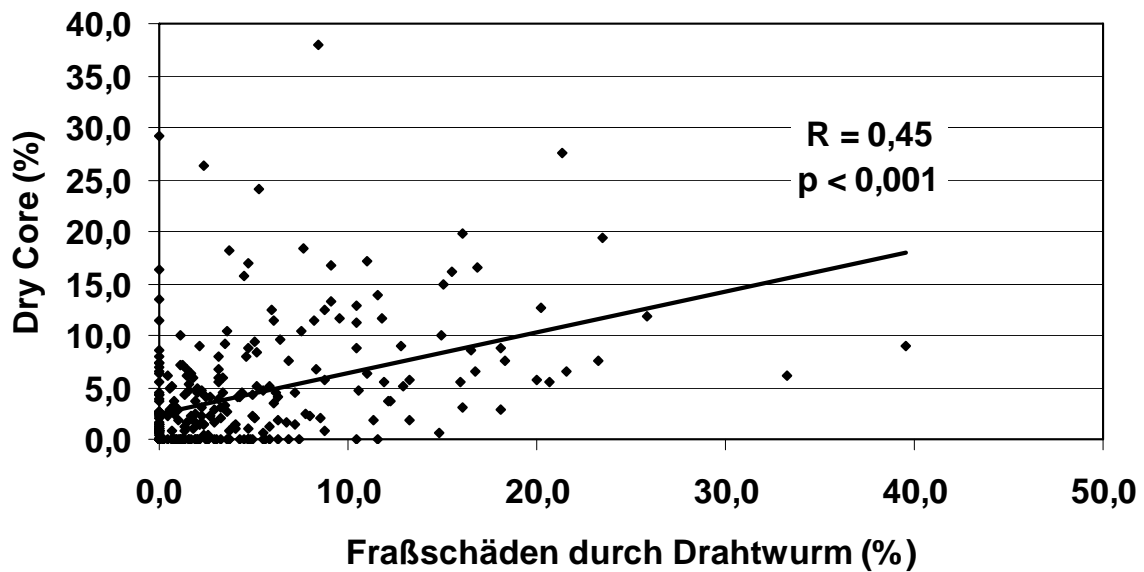
### **Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Dry Core und Drahtwurmschäden**

In den Arbeiten von Andreas Keiser, Schweizer Hochschule für Landwirtschaft, wird ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten des Drahtwurms und den Schäden durch Dry Core gesehen (Keiser 2010).

lichkeit durch geöffnete Lentizellen in die Knolle einzudringen, auch über Verletzungen in die Knolle gelangen kann, die z.B. durch Drahtwürmer verursacht werden. Drahtwürmer fressen nicht nur die für sie typischen Löcher in die Knolle, sondern fressen auch an der Oberfläche der Kartoffelschale. Die dadurch entstandene Verletzung kann als Eintrittspforte für Rhizoctonia und die Entstehung von Dry Core dienen.

Die Auswertung der Ergebnisse im Projekt unterstützt die These, dass der Drahtwurm durch Verletzungen der Knollenoberfläche eine Eintrittspforte für Rhizoctonia bietet (Abb. 3).

Die hier ermittelte Wahrscheinlichkeit von  $R=0,45$  dürfte sicherlich noch höher ausgefallen sein, wenn die Symptome des Drahtwurmfraßes und von Rhizoctonia Dry Core getrennt bewertet worden wären.



**Abbildung 3:** Beziehung zwischen der Schädigung durch Drahtwurmfraß und dem Befall mit *Rhizoctonia*-Dry Core aus den Untersuchungsjahren 2007-2009

Mit der Wahrscheinlichkeit des Zusammenstreffens beider Schäden erhöht sich für den Erzeuger das Risiko der Weigerung einer Partie wenn auf einer Fläche der Drahtwurm ein Problem darstellt.

**Abhängigkeit des Sklerotienbesatzes am Erntegut von der Verweilzeit nach dem Absterben im Boden**

Kartoffeln sollten möglichst bald nach Erreichen der Schalenfestigkeit geerntet werden, damit die Angriffsmöglichkeiten von Schadernegern begrenzt werden. Dies trifft auch auf die Besiedlung der Knollenoberfläche mit *Rhizoctonia*-Sklerotien zu. In Versuchen konnte dieser Zusammenhang nachgewiesen werden (Karalus 2003)

Ein solcher Zusammenhang konnte im Projekt nicht statistisch nachgewiesen werden ( $R = 0,14$ ;  $p = 0,01$ ). Ein Vergleich der Noten für die optische Bewertung des Besatzes mit *Rhizoctonia*-Sklerotien mit den jeweiligen Durchschnittswerten der Verweildauer im Boden zeigt jedoch eine Tendenz, dass

mit längerer Verweildauer der Besatz der Knollen mit Sklerotien steigt.

**Tabelle 3:** Boniturnote für die *Rhizoctonia*-Sklerotien an den geernteten Knollen in Abhängigkeit von der Zeit zwischen Krautabsterben und Ernte

Boniturnote für <i>Rhizoctonia</i> -Sklerotien	Abstand zwischen Krautabsterben und Ernte (Anzahl Tage)		
	2007	2008	2009
1	43	27	28
1,5	60	33	34
2	54	36	38
2,5	55		32
>3		36	37

Ein optimaler Abstand zwischen Krautabsterben und Ernte sollte 14-21 Tage betragen (Nitsch 2003). Innerhalb einer solchen Frist werden im ökologischen Kartoffelanbau nur

wenige Partien geerntet. Eine Ursache dafür kann ein frühes Absterben der Bestände durch die Krautfäule sein. So waren im Jahre 2007 viele Bestände bereits im Juli wegen Krautfäule abgestorben. Zu dieser Zeit war eine Einlagerung nur für Betriebe mit mechanischer Kühlung möglich, bei einer Belüftung mit Außenluft wird üblicherweise für die Langzeitlagerung erst ab Ende August eingelagert.

In den Folgejahren war der Abstand zwischen Absterben und Ernte zwar deutlich kürzer, aber der optimale Abstand von 14-21 Tagen konnte nur in ganz wenigen Fällen erreicht werden. Häufig waren die Kartoffeln auch 3 Wochen nach dem Absterben noch nicht schalenfest und es musste noch weiter gewartet werden. Ein anderer Grund war die Infektion der Knollen mit den Erregern der Braunfäule oder Erwinia. Bei einer solchen Infektion muss gewartet werden, bis die meisten infizierten Knollen vollständig verfault sind. Bei für die Fäulnis ungünstigen Bedingungen (Trockenheit, kühle Witterung) geht der Fäulnisprozess nur langsam weiter und es muss entsprechend lange bis zur Ernte gewartet werden.

Aufgrund dieser besonderen Bedingungen im ökologischen Kartoffelanbau ist es um so wichtiger, durch sklerotienarmes Pflanzgut und einen ausreichend großen Abstand in der Fruchtfolge das Risiko der Besiedlung der Knollen mit dem *Rhizoctonia*-pilz zu minimieren.

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes "Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion" durchgeführt, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert wurde (FKZ 06OE125, FKZ 06OE149 und FKZ 06OE295).

## Literatur

- Bruns C, Heß J, Finckh M R, Hensel O & Schultegeldermann E (2009): Komposteinsatz gegen *Rhizoctonia solani* im ökologischen Kartoffelbau. Kartoffelbau 60(3): 84-88
- Karalus W (2003): Zur Regulierung von *Rhizoctonia solani* im ökologischen Kartoffelbau. In: Freyer B (Hrsg.): Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau: Ökologischer Landbau der Zukunft, Universität für Bodenkultur, Wien Institut für ökologischen Landbau: 121-124
- Keiser A (2009): *Rhizoctonia solani* - Ursachen und Bekämpfungsstrategie. Kartoffelbau 61(1,2): 14-18
- Kürzinger, W (2008): Pflanzgutbeizung-Qualitätssicherung - Ertragssicherung. Kartoffelbau 59(3): 70-73
- Landzettel C, Dreyer W (2011): Drahtwurmschäden. Landbauforschung SH 348:67-78
- Nitsch A (2003): Kartoffelbau. Bergen-Dumme, Verlag Agrimedia, 306pp
- Radtke W, Rieckmann W, Brendler F (2000): Kartoffel - Krankheiten - Schädlinge - Unkräuter. Gelsenkirchen - Buer: Verlag Th. Mann, 37-41

## Drahtwurmschäden

CHRISTIAN LANDZETTEL<sup>1</sup> und WILFRIED DREYER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bioland Beratung, Auf dem Kreuz 58, 86152 Augsburg, Clandzettel@bioland-beratung.de

<sup>2</sup> Ökoring e.V., Bahnhofstraße 15, 27374 Visselhövede, w.dreyer@oekoring.de

### Zusammenfassung

Der Drahtwurm war während der gesamten Projektlaufzeit eines der dominierenden Themen. Höhepunkt war das Jahr 2009 mit einem durchschnittlichen Drahtwurmbefall von 7,3 %. Sehr auffällig ist, dass dies dreimal so viel ist wie im Jahr 2007, was zu großen Teilen mit den deutlich trockeneren Bedingungen im Sommer 2009 in Verbindung gebracht werden kann. Wenn auch hierfür weitere Erklärungen wie unter anderem eine generell höhere Nutzungsintensität der Fläche in Form von Hackfruchtanbau in Frage kommen, so ist im Hinblick auf die Feuchtigkeitsverhältnisse im Boden auch der in allen drei Untersuchungsjahren geringere Drahtwurmbefall auf beregneten Flächen interessant. Betrachtet man die Fruchtfolgestellung der Kartoffel, so zeigt sich zunächst in allen drei Untersuchungsjahren ein deutlich stärkerer Drahtwurmbefall nach Klee-gras. Günstige Bedingungen zur Eiablage sowie die ausbleibende Bodenbearbeitung während der Sommermonate stützen diese Feststellung. Dementsprechend zeigten sich auch besonders starke Drahtwurmbelastungen in Kartoffeln, welche nach mehrjährigem oder als Untersaat etabliertem Klee-gras standen. Generell ist jedoch auch deutlich geworden, dass alleine der Anbau der Kartoffel nach Klee-gras keine pauschale Erklärung für höhere Drahtwurmbelastung abgibt. So sind erst eine über die gesamte Fruchtfolge

ge hinweg vielfach gebotene und andauernde Bodenruhe ohne Bearbeitung oder eine generell eher minimalistische Bodenbearbeitung prädestinierend für höheren Drahtwurmbefall. Dies zeigt auch, dass bei entsprechend kürzerer Anbaudauer bzw. ausreichender Bodenbearbeitung an anderer Stelle in der Fruchtfolge ein Kartoffelanbau auch nach Klee-gras ohne größere Probleme möglich sein sollte. Darüber hinaus ist jedoch zu bemerken, dass eine ganze Reihe noch offener Fragen zur Biologie und zum Schadverhalten des Drahtwurmes vorliegt, zu deren Klärung in den kommenden Jahren umfassende wissenschaftliche Untersuchungen nötig sind.

*Schlüsselworte: Klee-gras, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung.*

### Abstract

#### Wireworm damage

Wireworms were one of the dominating issues throughout the duration of the project. The peak within the three years was 2009 with an average wireworm damage of 7.3 %. It is conspicuous that this is three times the damage registered in 2007. One of the most important reasons for the extraordinary damage in the summer of 2009 may be the persistent drought during August and September. Although there are some other possible

reasons, it is an interesting fact with regard to moisture conditions in the soil that wireworm damage was less on irrigated fields. When analyzing the position of the potato within the crop rotation, firstly we see considerably higher damage after clover grass. The main reasons for this may be optimal conditions for oviposition and absence of tillage during summer. Correspondingly high wireworm damage was found if potatoes were grown after perennial clover grass or when clover grass was established as an undersown crop. In general however, we could also see that growing potatoes after clover grass cannot be the overall reason for wireworm damage. Clearer links to wireworm damage can be found in crop rotations with continuing time where the wireworms remain undisturbed and/or without tillage. We can thus conclude that growing potatoes after clover grass should be possible without a general wireworm problem, if the clover grass is grown for a shorter period of time or there is enough tillage in other positions of the crop rotation. However, it should furthermore be noted that there are many unexplained questions regarding the biology and characteristics of different wireworm species. Answering these questions requires extensive scientific studies over the coming years.

*Keywords: clover grass, crop rotation, tillage*

## Einleitung

Drahtwurmschäden zeigen sich in erster Linie in Form kleiner Löcher an der Knollenoberfläche mit entsprechenden Fraßgängen, die zum Teil tief in die Knolle hineinreichen können. Eine mit Drahtwurmschäden belastete Partie kann auf den ersten Blick richtig anscheinlich aussehen, ist aber bei genauem Hinsehen oft derart mit Fraßgängen durchlöchert, dass eine Vermarktung ausgeschlossen ist. Das Hauptproblem liegt in der schweren Erkennbarkeit der kleinen Löcher.

Auch auf langsam umlaufenden Verlesebändern ist die zuverlässige Bereinigung einer stark befallenen Partie nahezu unmöglich. Die steigenden Qualitätsanforderungen der Abnehmer und die Verwendung photooptischer Verlesetechniken verschärfen diese Problematik in den letzten Jahren deutlich. Auf vielen Betrieben dominiert das Thema Drahtwurmbekämpfung die Arbeit in der Fachberatung weit vor der Krautfäule.

## Material und Methoden

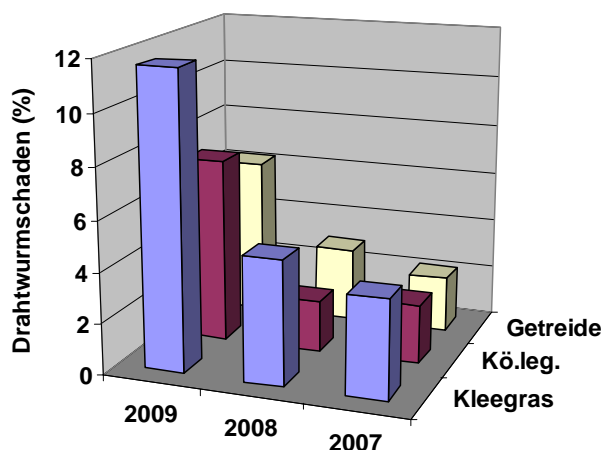
Ein besonderes Anliegen aller am Projekt Beteiligten war eine möglichst genaue Analyse des Schadensausmaßes in den jeweiligen Partien. Zur Bonitur wurden von jeder Partie ca. 10 kg meist größensortierter, jedoch stets unverlesener Kartoffeln herangezogen. Somit konnte sichergestellt werden, dass auch bei großfallenden Partien mit einem durchschnittlichen Einzelknollengewicht von 100g ca. 100 Knollen bonitiert wurden. Es wurde besonderer Wert auf die Differenzierung von Drahtwurm- und Rhizoctonia-DryCore-Schäden gelegt, weshalb beide Parameter stets getrennt erfasst wurden. Hierfür wurden speziell die Stelle des Eindringens in die Knolle analysiert und die Ausgestaltung der darunter befindlichen Höhle oder Fraßgänge mittels Messerschnitt nachverfolgt und bewertet. Um das genaue Ausmaß der Schadeinflüsse gewichten zu können, wurde hierbei jeder feststellbare Drahtwurmschaden an einer Knolle – unabhängig vom jeweiligen Ausmaß – als solcher gewichtet. Die Grenzen dieser Boniturmethode wurden erreicht, wenn eine Differenzierung augenscheinlich nicht möglich war bzw. beide Mängel auf einer Knolle festgestellt wurden, was wiederum für die Bewertung etwaiger Zusammenhänge zwischen dem Drahtwurmaufkommen und der Entstehung von Rhizoctonia-DryCore von Interesse ist (siehe auch Dreyer und Landzettel 2011, in diesem Heft). In diesen Fällen wurde die Knolle dann dem jeweils stärker erkennbaren Mangel zugeordnet.

Entsprechend der zunehmenden Bedeutung dieser Problematik wurde dem Thema Drahtwurm auch bei der Auswertung der in diesem Projekt gewonnenen Daten von Anfang an viel Aufmerksamkeit gewidmet. Angesichts der Tatsache, dass Drahtwurmprobleme eher langfristig entstehen und ihr Auftreten insbesondere mit dem Vorhandensein lang anhaltender Bodenruhe durch Kleeergras-anbau in Verbindung gebracht wird, wurde im Rahmen der Auswertungen insbesondere die Stellung der Kartoffel in der Fruchtfolge analysiert.

## Ergebnisse und Diskussion

### Ergebnisse

Die Bonituren des Drahtwurmbefalles zeigten im Jahr 2007 einen durchschnittlichen Drahtwurmschaden von 2,4 %. Im Jahre 2008 belief sich dieser auf 3,2 %, in 2009 auf 7,3 % (Tab. 1). Das Jahr 2009 zeichnete sich bundesweit auch im konventionellen Anbau als eines der dramatischsten Drahtwurmjahre in der langjährigen Erfahrung vieler Anbauer aus. So reichten die im Rahmen der Bonituren festgestellten Befallswerte



**Abbildung 1:** Durchschnittlicher Drahtwurmbefall nach unterschiedlichen Vorfrüchten

te bis zu 39,5 %. Einige Partien, welche Probleme in der Vermarktung bereiteten, jedoch nicht im Rahmen dieses Projektes untersucht wurden, wiesen noch weitaus höhere Befallswerte auf. In 2007 reichte die Schwankungsbreite bis maximal 21,5 %, in 2008 bis maximal 20,2 % (Tab. 2).

Ein nachvollziehbarer Zusammenhang zwischen Drahtwurmschäden und dem Erntetermin konnte aus den vorliegenden Daten nicht gewonnen werden.

Untersucht man nun eventuelle Zusammenhänge zwischen dem Drahtwurmbefall und der Vorfrucht, so zeigt sich zunächst ein in allen drei Untersuchungsjahren vergleichbares Bild in Form eines deutlich stärkeren Befalles nach der Vorfrucht Kleeergras (Abb. 1). Zwischen der Vorfrucht Getreide oder Körnerleguminose konnten keinen signifikanten Unterschiede festgestellt werden (siehe Abbildung 1). Leider reichte die Anzahl der nach Vorfrucht Feldgemüse angebauten Kartoffeln als Grundgesamtheit für eine vergleichbare Auswertung nicht aus.

**Tabelle 1:** Durchschnittlicher Drahtwurmbefall in Abhängigkeit vom Abstand zum letzten Kleeergras

Abstand des Kartoffelanbaues vom Kleeergras in Jahren	Anbaujahr	
	2008	2009
0	4,9	11,5
1	0,8	5,2
2	n.b.	8,9
mindestens 2	n.b.	2,8
mindestens 3	2,6	5,8
mindestens 4	1,9	4,9

**Tabelle 2:** Schwankungsbreiten des Drahtwurmbefalles bei den bonitierten Partien

Schwankungsbreite Drahtwurmbefall 2007-2009			
Jahr	Minimum	Maximum	Mittelwert
2007	0	21,5	2,4
2008	0	20,2	3,2
2009	0	39,5	7,3

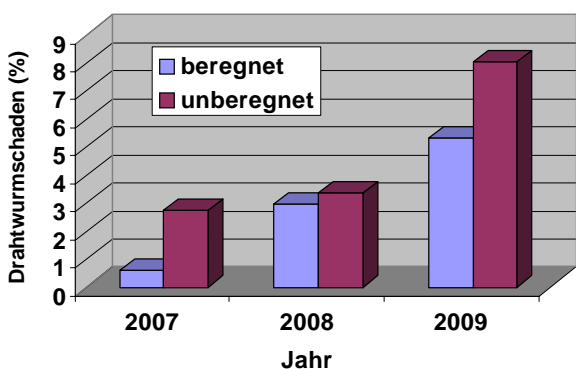
**Tabelle 3:** Drahtwurmbefall und Anbauregime Klee gras

Klee gras unabhängig von der FF- Position	einjährig und blank gesät	mehrfährig oder einjäh- rig als US etabliert	Klee gras direkt vor Kartoffeln	einjährig und blank gesät	mehrfährig oder einjäh- rig als US etabliert
<b>2008</b>	2,7	5,4	<b>2008</b>	4,6	5,3
<b>2009</b>	8,5	10,5	<b>2009</b>	9,3	16,1

Um diese Zusammenhänge noch eingehender analysieren zu können, wurde auch der Abstand der Kartoffel vom letzten Klee gras mit in die Auswertungen einbezogen (Tab. 1). Leider war die Anzahl der Partien, welche genau 3 oder mindestens 3 Jahre nach Klee gras erzeugt wurden im Jahr 2008 für eine verwertbare Aussage zu gering. Während die Unterschiede zwischen 2, 3, mindestens 3 bis mindestens 5 Jahre keine vergleichbaren Aussagen zulässt, so zeigt sich doch auch hier ein erheblicher Unterschied zwischen im ersten Jahr nach Klee gras angebauten und später angebauten Kartoffeln (Tab. 1).

Im Rahmen dieser Analysen wurde auch verglichen zwischen Fruchtfolgen, in welchen zweijähriges oder als Untersaat etabliertes Klee gras in den letzten Jahren zum Anbau gekommen war und solchen mit einjährig als Blanksaat etabliertem Klee gras als Bestandteil der Fruchtfolge (Tab. 3). Diese Bewertung wurde einmal unabhängig von

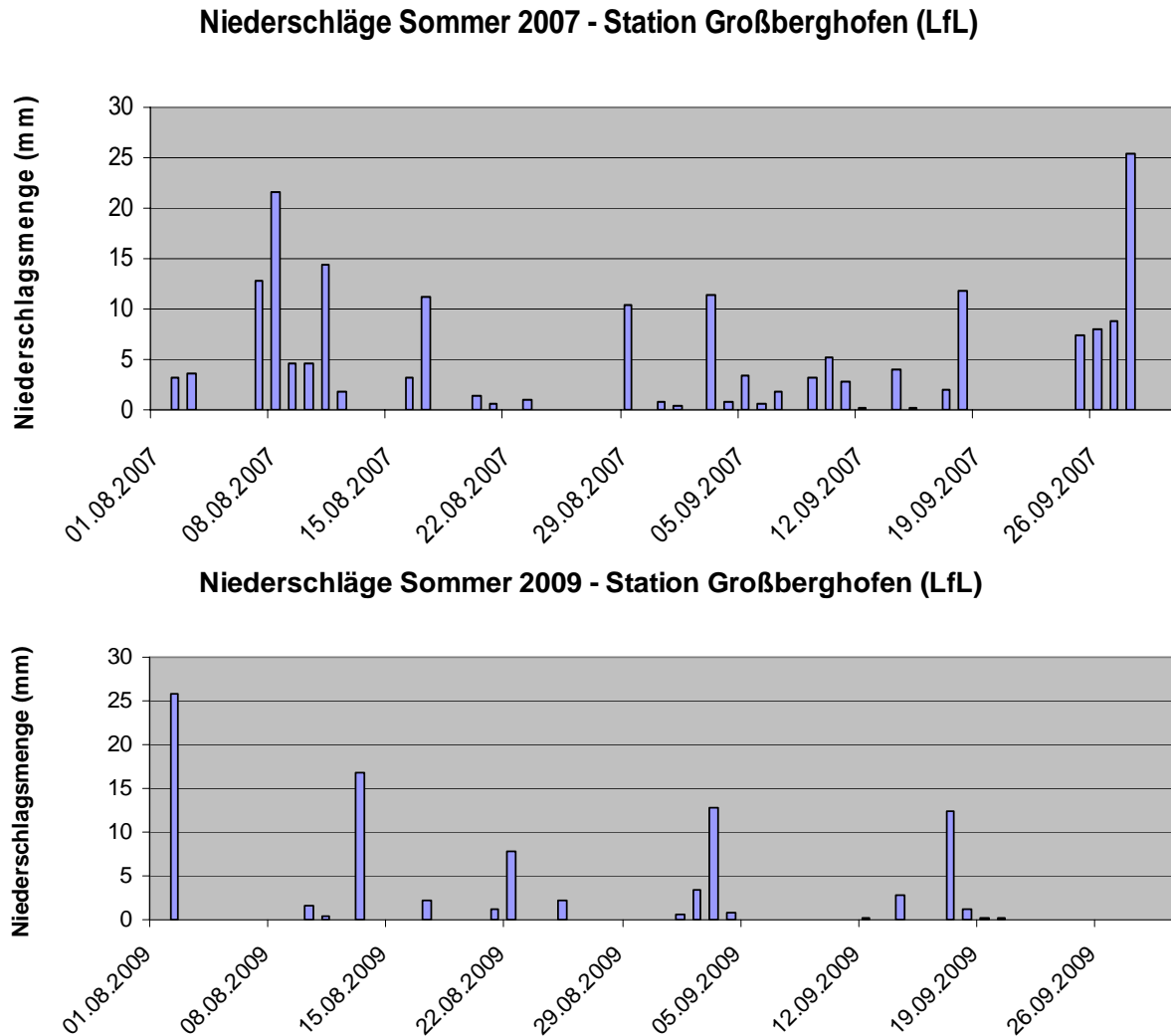
der Fruchtfolgeposition zur Kartoffel und einmal nur bezogen auf direkt vor der Kartoffel stehende Klee grasbestände durchgeführt. Hierbei war der Anteil zweijährig oder als Untersaat etablierter Klee grasbestände im Jahr 2007 für eine repräsentative Auswertung zu gering, weshalb in obiger Darstellung nur die Daten der Jahre 2008 und 2009 aufgeführt sind. Diese Auswertung fiel in beiden Jahren eindeutig zugunsten der Fruchtfolgen mit einjährigem und als Blanksaat etabliertem Klee gras aus (siehe Tab. 3). Bemerkenswert ist hierbei jedoch die Tatsache, dass es für Fruchtfolgen mit ein- wie mit zweijährigem Klee gras sowie mit Kartoffelanbau direkt nach Klee gras jeweils Fälle mit absoluter Befallsfreiheit gegeben hat. Ausnahme hiervon bildet das Jahr 2009, wo direkt nach zweijährigem oder als Untersaat etabliertem Klee gras keine Befallsfreiheit nachgewiesen werden konnte. Es konnte außerdem in allen drei Jahren ein im Schnitt geringerer Drahtwurmschaden auf Beregnungsbetrieben festgestellt werden.



**Abbildung 2:** Zusammenhang zwischen Beregnung und Drahtwurmbefall

### Diskussion

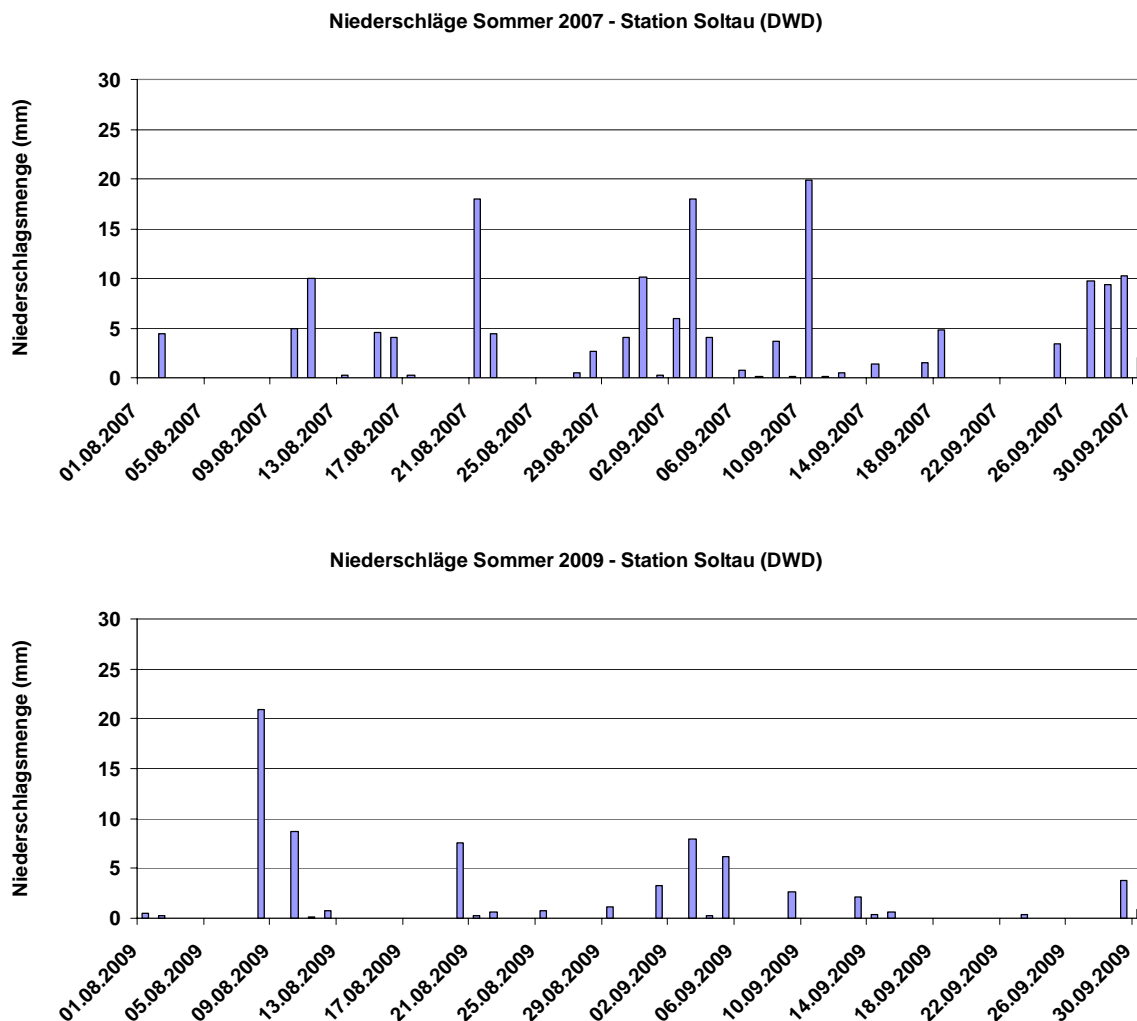
Kein Schädling bereitet dem Kartoffelbau derartige Probleme und ist gleichzeitig noch so unzureichend verstanden wie der Drahtwurm. Drahtwürmer haben vor dem Übergang in die Winterruhe je nach Klimabedingungen in der Regel Mitte August bis Anfang Oktober eine fraßaktive Phase (Schepl et al. 2009). Genau dieser Zeitraum betrifft auch die Haupterntezeit der Kartoffeln im ökologischen Landbau, so dass bei entsprechend hohem Schadpotenzial mit späterer Ernte in der Tendenz auch höhere



**Abbildung 3:** Niederschlagsaufkommen in Großberghofen Sommer 2007 und 2009

Drahtwurmschäden zu erwarten sind. Es liegt hierin der Hauptgrund für einen im Schnitt der Jahre bekanntermaßen deutlich geringeren Drahtwurmbefall in Frühkartoffeln. Dementsprechend wäre es zu erwarten gewesen, dass auch bei den im Rahmen dieses Projektes untersuchten Partien ein stärkerer Drahtwurmbefall bei späteren Rodeterminen nachweisbar wird. Dieser Effekt konnte bei verschiedensten Betrieben mehrfach im einzelbetrieblichen Gespräch festgestellt werden. Vielfach hatten Betriebsleiter von deutlich stärkeren Befallswerten bei den zuletzt geernteten Kartoffeln gesprochen, wenn eine Partie an zwei Terminen gerodet

werden musste. In einem Fall ergab die für dieses Projekt vorgenommene Bonitur einen Drahtwurmschaden von wenigen Prozent. Als der Landwirt ca. 10 Tage später auf demselben Schlag rodete, erwog er aufgrund extremen Befalls die Ware einzufräsen. Hieraus wird deutlich, dass innerhalb weniger Tage massive Schäden angerichtet werden können. Das Fehlen dieser Korrelation in den vorliegenden Auswertungen muss darauf zurückgeführt werden, dass viele andere Faktoren diesen Zusammenhang überlagern. Hier ist beispielsweise die starke Abhängigkeit der Drahtwürmer von den Feuchtigkeitsverhältnissen im Boden, unterschiedliche Ansprüche verschiedener Drahtwurmar-



**Abbildung 4:** Niederschlagsaufkommen in Soltau Sommer 2007 und 2009

ten an Boden- und Klimabedingungen sowie die Tatsache zu nennen, dass die Anzahl vorhandener Würmer und somit das vorhandene Schadpotenzial auch bei gleicher Fruchtfolge und Bewirtschaftung von Schlag zu Schlag oftmals sehr unterschiedlich zu sein scheint. Es gibt durchaus Betriebe mit derart geringem Drahtwurmorkommen, dass der Drahtwurm einem Erntetermin Ende Oktober nicht im Wege steht. Die wenigen vorhandenen Würmer würden hier einen Schaden von nur wenigen Prozent anrichten. Weitreichende Einigkeit unter Wissenschaftlern und Beratern besteht bei der Feststellung, dass Drahtwurmprobleme durch lang

anhaltende Bodenruhe gefördert werden (Schepl et al. 2009). Daher wird vielfach der Klee-grasanbau, welcher im ökologischen Kartoffelbau für eine ausreichende N-Versorgung der Böden sowie Aufbau von stabiler Aggregatstrukturen und Erhaltung standortangepasster Humusgehalte fast unverzichtbar ist, an erster Stelle für Drahtwurmprobleme verantwortlich gemacht. Bei Betrachtung der durchschnittlichen Befallswerte der drei Jahre 2007 bis 2009 wird jedoch unabhängig vom Klee-grasanbau ein massiver Unterschied deutlich. So ist der durchschnittliche Befall im Jahr 2009 dreimal so hoch wie in 2007 – und das bei nahezu gleich bleibender Betriebskonstellation

und somit auch per se gleich bleibenden Vorlieben für oder gegen Kleegrasanbau bei den beteiligten Landwirten. Hieraus wird deutlich, dass externe Einflüsse einen erheblichen Einfluss auf das Schadverhalten des Drahtwurms haben müssen. Immer wieder in der Diskussion ist die Abhängigkeit des Drahtwurmes von der Bodenfeuchte. Um diesen Faktor besser gewichten zu können, wurden die Niederschlagssummen zweier für einen Großteil der Betriebe repräsentativer Wetterstationen für die Monate August und September herangezogen. Die Wetterstation Großbergofen (Abb. 3) liegt im Kreis Dachau, in welchem ein Schwerpunkt des bayerischen Kartoffelanbaues liegt. Die Wetterstation Soltau (Abb. 4) repräsentiert einen für die Lüneburger Heide in Niedersachsen repräsentativen Ort.

Ein Vergleich der jeweiligen Niederschlags-situation im Sommer 2007 mit der im Sommer 2009 lässt deutlich erkennen (Abb. 3 und Abb. 4), dass der Sommer im Jahr 2009 deutlich trockener war als im Jahr 2007. Genau hierin kann einer der Hauptgründe für das deutlich stärkere Auftreten von Drahtwurmschäden im Jahr 2009 liegen. Es liegt nahe, dass in abtrocknenden Böden eine wachsende Attraktion von den Kartoffeln ausgeht, da diese einen hohen Wassergehalt aufweisen und zudem im Rahmen der Abreife eventuell höhere Mengen  $\text{CO}_2$  abgeben, das als eindeutig wichtiger Attraktionsfaktor für Drahtwürmer identifiziert wurde (Schepl et al. 2009). Deutlich bestärkt wurde diese Folgerung im bundesweit sehr regenreichen Sommer und Herbst 2010, in welchem verglichen mit 2009 wieder deutlich geringere Drahtwurmschäden zu verzeichnen waren. Hieraus kann gefolgert werden, dass eine Beregnung zur Ernteerleichterung, welche in trockenen Sommern vielerorts durchgeführt wird, um den Boden mürber zu machen und so die Bildung scharfkantiger Kluten beim Rodevorgang zu vermeiden, auch auf den Drahtwurmbefall der Knollen einen Einfluss haben kann. Genau diese Feststellung bestätigen die in einigen Fällen beobachteten Bei-

spiele in der Praxis. Ähnlich zu bewerten sind wohl auch die in Beregnungsbetrieben deutlich geringeren Drahtwurmbefallswerte (Abb. 2). Hier kann eine wesentlich gleichmäßigere und weiter in den Sommer hineinreichende Bodenfeuchte angenommen werden. Eine weitere Erklärung für diesen Zusammenhang kann aber auch schlicht darin liegen, dass die Investitionen in Beregnungstechnik deren möglichst intensive Nutzung voraussetzen und in der Regel von eher intensiv wirtschaftenden Landwirten getätigt werden. Beregnungstechnik findet sich daher häufig in eher hackfruchtintensiven Fruchtfolgen, welche aufgrund der dann auch intensiveren und häufigeren Bodenbearbeitung für den Drahtwurm weniger attraktive Bedingungen bieten.

Betrachtet man nun die Einbettung der Kartoffel in die Fruchtfolge, so werden generell erhebliche Unterschiede in der Fruchtfolgegestaltung bei den einzelnen Betrieben deutlich. Der Kleegrasanteil in der Fruchtfolge schwankt von Betrieb zu Betrieb erheblich, so dass der Abstand der Kartoffel zum letzten Klee gras bis über 6 Jahre betragen kann. Der Vergleich der Vorfruchtconstellationen sowie die Bewertung des Abstandes der Kartoffel zum letzten Klee gras machen in erster Linie einen starken Befall bei denjenigen Betrieben deutlich, welche Kartoffeln direkt nach Klee gras angebaut hatten. Demgegenüber ist der Unterschied zwischen Körnerleguminosen und Getreidearten als Vorfrucht nicht signifikant. Letzteres erscheint angesichts der Tatsache, dass sowohl Körnerleguminosen als auch Getreide in den verschiedensten Fruchtfolgestellungen zu finden sind und sowohl gehackt als auch gestriegelt angebaut werden können, nachvollziehbar. Der nach Klee gras höhere Drahtwurmbefall kann dagegen vielschichtige Ursachen haben. Teils kann er darauf zurückgeführt werden, dass Klee grasbestände eine zumeist schattige, feuchte und kühle Bodenoberfläche bieten, wie sie von den Schnellkäfern zur Eiablage bevorzugt werden. Da das Klee gras in der Regel erst im Winter vor dem Kartoffel-

felanbau umgebrochen wird, bleibt den Junglarven auch eine entsprechende Gelegenheit zur Entwicklung. Die bestmögliche Bekämpfung des Drahtwurmes scheint mehreren wissenschaftlichen Beobachtungen zufolge (Paffrath et al. 2004, Schepl et al. 2009) die Schädigung frisch geschlüpfter Larven durch eine Bodenbearbeitung im Sommer zu sein, welche die stark austrocknungsgefährdeten Junglarven aufgrund ihrer noch sehr geringen vertikalen Mobilität im Oberboden vertrocknen lässt. Genau diese wird im Klee-grasjahr nur dann erreicht, wenn ein Sommerumbruch mit anschließendem Anbau einer Zwischenfrucht erfolgt. Somit kann der Anteil schädigender Würmer im Boden nach einem Klee-grasjahr mit dem überwiegend praktizierten, überjährigen Anbau erhöht sein. Eine weitere Begünstigung von Drahtwurmschäden nach Klee-gras könnte von den im Wurzelwerk des Klee-grases optimalen Bedingungen für bereits im Boden befindliche Würmer ausgehen. Angesichts der Tatsache, dass Drahtwürmer je nach Art eine Entwicklungsdauer von zwei bis fünf Jahren haben, bevor sie sich verpuppen und zur Käfer-Imago werden, ist jedoch zu bedenken, dass einmal im Boden befindliche Würmer auch bis zu fünf Jahre nach einem für die Eiablage günstigen Jahr auftreten und schädigen können. Hieraus geht hervor, dass Drahtwurmprobleme umso gravierender werden, je mehr Generationen von Larven sich im Boden anreichern konnten. Diese Anreicherung geht umso schneller vonstatten, je weniger Bodenbearbeitung während der Sommermonate stattfindet und je günstiger die Bedingungen zur Eiablage im Frühsommer sind. Aus diesem Grund wird besonders dem Anbau von mehrjährigem Klee-gras eine Drahtwurm fördernde Wirkung zugeschrieben (Schepl et al. 2009). Hiermit konform gehen die in den Auswertungen festgestellten Tendenzen zu einer höheren Drahtwurmbelastung in Fruchtfolgen mit zweijährigem Klee-gras oder einjährigem, aber als Untersaat etabliertem Klee-gras. Die Etablierung von Klee-gras als Un-

tersaat wird häufig im Getreide vorgenommen. In Getreidebeständen mit Untersaat kann von zumeist vergleichsweise guten Bedingungen zur Eiablage ausgegangen werden, die durch die mit zunehmendem Abreifen und Absterben des Getreides zunehmende Entwicklung der Untersaat aufrecht erhalten werden. Die Überführung der Klee-gras-untersaat in ein Hauptfrucht-Klee-gras bietet zwar eine beschleunigte Entwicklung eines dichten Klee-grasbestandes, unterbindet aber gleichzeitig die Drahtwurm schädigende Bodenbearbeitung im Sommer. Es muss also davon ausgegangen werden, dass nach als Untersaat etablierten Klee-grasbeständen ganz genauso wie nach zweijährigem Klee-gras damit zu rechnen ist, dass sich zwei Generationen von Larven ungestört entwickeln konnten. Die Tatsache, dass sich auch unabhängig von der Stellung des Klee-grases in der Fruchtfolge eine Mehrbelastung durch Drahtwürmer anzeigt, wenn dieses Klee-gras als Untersaat etabliert oder zwei- bzw. mehrjährig angebaut wurde, unterstützt die Annahme, dass lang anhaltende Bodenruhe zur Förderung des Drahtwurmes beiträgt. Dass dieser Zusammenhang auch unabhängig von der Fruchtfolgeposition des Klee-grases feststellbar ist, ist wiederum mit der mehrjährigen Entwicklungsdauer der Larven im Boden zu erklären. Die Beratungsempfehlung mehrjähriges Klee-gras oder Untersaaten in Kartoffel Fruchtfolgen grundsätzlich zu vermeiden wird immer mit der Tatsache begründet, dass hier mehrere Generationen zur Entwicklung kommen und sich aufgrund ihrer Entwicklungsdauer „anreichern“ können. Hierzu passt die Feststellung, dass immer wieder Fälle auftreten, welche sieben bis acht Jahre nach der Umstellung eine zunehmende Drahtwurmbelastung zeigen. Es muss davon ausgegangen werden, dass die in dann zumeist zwei vollendeten Rotationen umgesetzte Fruchtfolge dem Drahtwurm bessere Entwicklungschancen verschafft hat, als die konventionelle Bewirtschaftung vor der Umstellung. Die oben dargelegte Bemerkung, dass zumindest nach einjährigem und als

Blanksaat etabliertem Klee gras in manchen Fällen auch vollständige Befallsfreiheit nachgewiesen werden konnte, deutet aber darauf hin, dass der Klee grasanbau in Kartoffel fruchtfolgen oder auch der Kartoffelanbau direkt nach Klee gras nicht von Haus aus zu höheren Drahtwurmbelastungen führen. Hierfür liegt bei Betrachtung der zwischen den am Projekt beteiligten Landwirten stark variierenden Fruchtfolgegestaltung vor allem folgende Erklärung nahe: Die Anbaudauer des Klee grasses sowie die Art der Etablierung entscheiden wie oben dargelegt über die Anzahl sich potenziell ungestört entwickelnder Drahtwurmgenerationen. Ein einjähriges Klee gras, welches im Sommer etabliert und im Spätherbst des Folgejahres umgebrochen wird, also ein sogenanntes überjähriges Klee gras verschafft, sofern es nicht als Untersaat in der Vorfrucht etabliert wurde, maximal einer Generation von Drahtwürmern die Möglichkeit der ungestörten Entwicklung. Finden wir jedoch an allen anderen Fruchtfolgepositionen einen hohen Hackfruchtanteil und ein hohes Maß an Bodenbearbeitung während der Sommermonate, so ist in den seltensten Fällen von einer nachhaltigen Verstärkung der Drahtwurm population im Boden auszugehen, da in allen anderen Jahren die Kartoffelkäfer keine geeignete Grundlage zur weiteren Reproduktion vorfinden dürften.

Ein möglicher Einfluss kann auch von der Nutzungsweise des Klee grasses ausgehen. So ist die Narbe häufiger geschnittener Bestände, deren Aufwuchs abgefahren wird wesentlich länger besonnt und trocken als das in gemulchten Beständen der Fall ist und somit für die Schnellkäferweibchen, welche zur Eiablage schattige, feucht-kühle Bestände suchen, weniger attraktiv (Schepl et al. 2009). Unabhängig von Anbaudauer und Etablierungsweise eines Klee grasbestandes, dürfte letztlich auch der Umbruchzeitpunkt des Klee grasses nicht unerheblich sein. Der in den meisten Fällen praktizierte Umbruch des Klee grasses im Spätherbst oder beginnenden Winter bzw. erst knapp vor dem Kartoffel-

anbau beeindruckt den Drahtwurm im Gegensatz zu einer Bodenbearbeitung im Sommer nicht, da er während dieser Monate in tieferen Bodenschichten zur Winterruhe ausharrt (Schepl et al. 2009). Dagegen kann ein Umbruch des Klee grasses zwischen Juli und August mit ggf. anschließendem Zwischenfruchtanbau den Drahtwurm beeinträchtigen und einer Population von Junglarven die ungestörte Entwicklung verwehren. Hiermit könnte ein einjähriges Klee gras von August bis August angebaut werden ohne dass mit einer massiven Förderung des Drahtwurmes zu rechnen ist. Auch ein zweijähriges oder als Untersaat etabliertes Klee gras könnte durch einen Sommerumbruch wesentlich „kartoffelfreundlicher“ angebaut werden. Eine zunehmende Anzahl von Landwirten ist dabei derartige Methoden umzusetzen.

Generell steht zu erwarten, dass Klee gras vor Kartoffeln auch nur dann ein nachvollziehbares Risiko darstellt, wenn bereits eine gewisse Drahtwurmbelastung im jeweiligen Boden vorliegt. Kartoffelerzeuger, die genau das zu vermeiden suchen, sollten auch nach Klee gras in der Kartoffel keine Probleme erwarten müssen. Dies kann jedoch mit den bislang vorliegenden Daten nicht statistisch nachgewiesen werden. Es gibt jedoch auch unter den hier beteiligten Betrieben sehr eindrucksvolle Hinweise auf derartige Zusammenhänge. Betrieb H. hatte in einer vierfeldrigen Fruchtfolge nach Klee gras ein Getreide mit Untersaat in der Abfolge Klee gras-Kartoffel-Getreide mit Untersaat-Getreide. Bis vor wenigen Jahren war diese Fruchtfolge noch fünfjährig und das Klee gras stand zweijährig. Betrieb B. hat in vier Jahren Klee gras - Getreide mit Zwischenfrucht – Möhre – Kartoffel. Beide Fruchtfolgen werden nicht statisch betrieben, sind jedoch in dieser Form repräsentativ für die Fruchtfolgegestaltung des jeweiligen Betriebsleiters. Betrieb H. steuerte dem Kartoffel-QM Proben mit Drahtwurmschäden zwischen 1,4 und 39 % bei. Die Partien des Betriebes B. schwankten einschließlich des Anbaujahres

2010 zwischen 0,8 % und 4 % Befall. Der Betrieb hat nach Klee gras in der Regel ein Getreide für dessen Etablierung das Klee gras bereits zeitiger umgebrochen werden muss. Er bearbeitet den Boden zwischen Getreide-ernte und Zwischenfruchtansaat und hat zu dem in der Fruchtfolge einen Hackfruchtanteil von 50 %, deren Pflege und Ernte mit sehr intensiver Bodenbewegung und somit starker Störung des Drahtwurmes einhergehen. Betrieb H. dagegen bietet dem Drahtwurm in zwei, teils sogar drei von fünf Jahren die Gelegenheit zur ungestörten Entwicklung.

Eine mögliche Erklärung der nach Klee gras durchschnittlich höheren Drahtwurmbelastungen mag bei den vorliegenden Daten auch bis zu gewissem Maße darin liegen, dass viele Landwirte erst in den letzten Jahren zunehmend mit diesem Problem befasst sind, während einige bereits versucht haben gegen das aufkommende Problem anzugehen. Letztere wählen aus Sicherheitsgründen für die Kartoffel in der Regel zunächst eine Fruchtfolgeposition, die vom Klee gras entfernt ist. Die Tatsache, dass entsprechende Schäden durch die Einwirkung mehrerer Generationen von Drahtwürmern nach Klee gras aufgetreten sind, ist wie bereits oben dargelegt auch nur dann möglich, wenn entsprechende Drahtwurmpopulationen bereits vorhanden sind. Es steht also zu hoffen, dass nach Optimierung der Fruchtfolgen innerhalb einiger Jahre die Drahtwurmpopulation zurückgeht und der Kartoffelanbau in erster Position nach Klee gras problemlos möglich ist. Oben beschriebener Betrieb B. hatte beispielsweise von 2007 bis 2009 bei direkt nach Klee gras angebauten Kartoffeln eine Drahtwurmbelastung von 0,8 % bis 2,6 % und vergleichbare Befallswerte in anderen Fruchtfolgepositionen bis maximal 4 % im dritten Jahr nach Klee gras direkt nach Möhren.

Im Rahmen des QM ebenfalls untersucht, jedoch für die bisherige Auswertung noch zu ungenau dokumentiert und analysierbar sind die Zusammenhänge zwischen dem Unkraut-

aufkommen auf dem jeweiligen Schlag und dem Drahtwurmschaden. Sind alle Bestände „sauber“ und werden ggf. auch Getreide und Körnerleguminosen in weiteren Reihenabständen gesät und gehackt, so lassen solche Bestände eine deutlich geringere Attraktivität zur Eiablage erwarten als gleichmäßigere oder stärker verunkrautete Bestände. Die mit Abstand auffälligste Beobachtung ist das auch von vielen Landwirten selbst immer wieder beobachtete vermehrte Auftreten von Drahtwürmern in Bereichen mit starkem Bewuchs durch die Quecke *Agropyron repens*. So konnte auch in einigen Fällen bei sonst eher weniger Drahtwurm fördernden Bewirtschaftungsformen ein vermehrter Drahtwurmbefall in verqueckten Flächen festgestellt werden. Eine Reihe weiterer vergleichbarer Beobachtungen ist in der Diskussion zwischen Wissenschaftlern, Beratern und Praktikern immer wieder anzutreffen und wird im Rahmen der weiteren Arbeiten im Kartoffel-QM Gegenstand von Auswertungen sein. Die wesentliche Schwierigkeit in diesem Bereich liegt in der Vergleichbarkeit verschiedener Unkrautgesellschaften und deren Zusammenspiel mit dem Boden und anderen Standortfaktoren. Hier hat sich gezeigt, dass einerseits ein hohes Maß an einzelbetrieblicher Analyse sowie noch genauere Abfragen nötig sind, um eine bessere Auswertbarkeit dieser Zusammenhänge erreichen zu können.

Bislang wurde der Faktor Bodenbearbeitung nur im Zusammenhang mit den jeweiligen Fruchtarten erwähnt. Hierbei gilt es jedoch zu beachten, dass beispielsweise in der Art und Intensität der Bodenbearbeitung nach der Getreideernte bis zur Ansaat einer Zwischenfrucht erhebliche Unterschiede zwischen verschiedenen Betrieben bestehen, was wiederum erhebliche Einflüsse auf den Drahtwurm haben kann. In einzelbetrieblichen Analysen zeigte sich mehrfach, dass ein hohes Maß an Bodenbearbeitung während der Sommermonate in der Regel auch den Drahtwurm zurückdrängt. Besonders Betriebe mit Problemen mit persistenten Unkräu-

tern wie der Quecke, dürften durch deren Bekämpfung in Form intensiver Bearbeitung gleich zweifach entlohnt werden – sie bekämpfen mit der Quecke auch den Drahtwurm. Um die Einflüsse verschiedener Verunkrautungssituationen und Bodenbearbeitungsintensitäten auf den Drahtwurm aber auch weitere Qualitätsgrößen der Kartoffel noch genauer untersuchen zu können, wurde mit Beginn der Saison 2010 eine neue Abfragelogik für die Bodenbearbeitung und die Verunkrautung erarbeitet. Es werden nun Arten und Zeitpunkt des Auftretens verschiedener Unkräuter in der Kartoffel sowie der gesamten Fruchtfolge und verschiedene Pflanzengesellschaften in der Spätverunkrautung und deren Ausmaß abgefragt und erfasst. Im Bereich der Bodenbearbeitung wird die Anzahl der Bearbeitungsgänge zwischen den verschiedenen Kulturen der gesamten Fruchtfolge dokumentiert.

Letztlich muss an dieser Stelle jedoch auf eine ganze Reihe noch offener Fragen verwiesen werden, welche einen erheblichen Forschungsbedarf besonders im Bereich Drahtwurm anzeigen:

So ist beispielsweise anzunehmen, dass die verschiedenen Wurzelexsudate von Kulturpflanzen aber auch von Unkräutern Einflüsse auf den Drahtwurm haben.

Weiterhin finden derzeit in Österreich sehr interessante Studien zu verschiedenen Drahtwurmartarten und deren Abundanz und Schadverhalten statt. So bestehen beispielsweise erhebliche Unterschiede zwischen den Arten im Hinblick auf die Entwicklungsdauer der Larven im Boden (Schepl et al. 2009). Es konnten hier auch Unterschiede im bevorzugten Temperaturbereich sowie der bevorzugten Höhenlage festgestellt werden (Kromp 2010). Ein wesentliches Ergebnis dieser Untersuchungen ist es, dass die schneller entwickelten Arten eher höhere Temperaturen bevorzugen und eventuell mit dem Klimawandel nördlich wandern (Albert und Schneller 2010). Diese Erkenntnisse weiter zu verfolgen und ggf. die Entwick-

lung entsprechender Artbestimmungshilfen könnten eine große Hilfe für die Landwirtschaft sein.

Dies ist nur eine kleine Auswahl von vielen noch offenen Fragen, deren Klärung für das bessere Verständnis dieses Schädlings von erheblicher Bedeutung sein dürfte.

Weiterhin ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass allein die Anzahl der vielen verschiedenen in diesem Text dargelegten Zusammenhänge auch als Hinweis auf die Komplexität dieses Schädlings zu verstehen ist. Es ist daher an vielen Stellen mit einer mehr oder weniger starken Überlagerung und gegenseitigen Beeinflussung dieser Effekte zu rechnen, weshalb die im Rahmen des Projektes aufgefallenen und hier dargestellten Feststellungen auch nur als Tendenzen oder Trends wahrgenommen werden sollten, deren abschließende Bewertung und Verifizierung nur noch viele weitere Jahre dieser Art von Analysen sowie verschiedenste wissenschaftliche Versuche erbringen können.

## Schlussfolgerungen

Besonders die hohe Brisanz dieses Themas auf einer Vielzahl von Betrieben sowie in den verschiedensten Fachkreisen und Veranstaltungen gab Anlass zu einer sehr intensiven Auseinandersetzung mit den im Rahmen dieses Projektes gewonnenen Daten sowie vielen darüber hinausgehenden betrieblichen Einzelheiten im Rahmen individueller Fachberatung. Die regelmäßige Bonitur von Partien verschiedener Betriebe mit den unterschiedlichen Fruchtfolgekonstellationen und Anbaupraktiken ermöglichen dem Berater eine ausgesprochen intensive Auseinandersetzung mit der Thematik. Besonders vor dem Hintergrund des teilweise existenzbedrohenden Schadensausmaßes sowie der vielen noch ungeklärten Fragen zum Drahtwurm ist eine weiterhin möglichst detaillierte Beobachtung und Beforschung dieses Schädlings durch alle Beteiligte in Praxis, Beratung und Wissenschaft unabdingbar.

Genau hierfür kann das im Rahmen dieses Projektes entwickelte Benchmarking von Anbau- und Qualitätsdaten auch in Zukunft von entscheidender Bedeutung sein.

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes "Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion" durchgeführt, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert wurde (FKZ 06OE125, FKZ 06OE149 und FKZ 06OE295).

## Literatur

- Dreyer W, Landzettel C (2011): Auswirkungen der Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani*) auf die Kartoffelqualität. Landbauforschung SH 348:61-66
- Paffrath A, Kempkens K, Schepl U (2004): Status-Quo-Analyse und Entwicklung von Strategien zur Regulierung des Drahtwurmbefalls (*Agriotes* spp. L.) im Ökologischen Kartoffelanbau. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau
- Schepl U, Paffrath A, Kempkens K (2009): Regulierungskonzepte zur Reduktion von Drahtwurmschäden. Abschlussbericht. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau
- Kromp B (2010):  
[http://www.dafne.at/dafne\\_plus\\_homepage/index.php?section=dafneplus&content=result&come\\_from=&&project\\_id=2062](http://www.dafne.at/dafne_plus_homepage/index.php?section=dafneplus&content=result&come_from=&&project_id=2062). [zitiert am 30.05.2011]
- Albert R, Schneller H (2010): Werden Schnellkäfer in der Landwirtschaft ein Problem?  
<[http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/-s/wppqknl002pp1h2fmz919vez7tb1raco/show/1311712/landinfo\\_%20Werden%20Schnellk%20E4fer%20in%20der%20Landwirtschaft%20ein%20Problem%20-%20Dr.%20Reinhard%20Albert%20und%20Harald%20Schneller,%20LTZ%20Augustenberg%20.pdf](http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/-s/wppqknl002pp1h2fmz919vez7tb1raco/show/1311712/landinfo_%20Werden%20Schnellk%20E4fer%20in%20der%20Landwirtschaft%20ein%20Problem%20-%20Dr.%20Reinhard%20Albert%20und%20Harald%20Schneller,%20LTZ%20Augustenberg%20.pdf)> [zitiert am 30.05.2011]  
Aus: landinfo 6/2010:33-38

## Entwicklung einer Methode zur Sensorischen Analyse von Bio-Kartoffeln

SYLVIA MAHNKE-PLESKER<sup>1</sup>, KIRSTEN BUCHECKER<sup>2</sup> und FRANZ WESTHUES<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Qualitäts-Management-Beratung für Öko-Produkte, Niddastr. 41, 63329 Egelsbach  
mahnke-plesker@t-online.de

<sup>2</sup> ttz-Bremerhaven  
Lengstraße 3, 27572 Bremerhaven, kbuch@ttz-bremerhaven.de

<sup>3</sup> Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern e.G., Rommersch 13,  
59510 Lippetal-Lippborg, f.westhues@marktgenossenschaft.de

### Zusammenfassung

Für die sensorische Analyse von Bio-Kartoffeln wurde eine standardisierte Kochmethode festgelegt. Gekocht wurden die Kartoffeln als Pellkartoffeln bis zum Garpunkt (75°C). Sensorische Attribute wurden zu den Merkmalen Aussehen (außen und innen), Pellfähigkeit, Geruch, Geschmack, Mundgefühl, Kocheigenschaft/ Textur und Nachgeschmack entwickelt sowie Referenzen festgelegt.

Als Verfahren für die sensorische Analyse wurde das Konsensprofil gewählt. Geschulte Panelisten verkosteten die gepellten Proben, beurteilten jeder für sich die Intensitäten der einzelnen Attribute und bildeten im Anschluss in der Gruppe einen Konsens für jedes Attribut. Durch diese Vorgehensweise konnten abweichende Kartoffeln innerhalb der Partie erfasst werden, was mit der Quantitativen Deskriptiven Analyse nicht möglich war.

*Schlüsselworte: Sensorik, Geschmack, Methode, Konsensprofil, Bio-Kartoffeln,*

### Abstract

#### **Development of a Method to the Sensory Analysis of Organic Potatoes**

For the sensory analysis of organic potatoes, a standardized boiling method was established. The potatoes were cooked as unpeeled boiled potatoes until 75°C were reached. Sensory attributes were developed for the characteristics *Appearance (outside and inside)*, *Peelability*, *Smell*, *Taste*, *Mouthfeel*, *Cooking Characteristics/Texture*, and *Aftertaste* and references were established.

The consensus-profile was established as a method for the sensory analysis of potatoes. Trained panelists tasted the peeled samples, evaluated individually the intensity of the characteristics and afterwards reached a consensus for each characteristic. Through this procedure, differing potatoes within the batch could be recorded, which was not possible using the quantitative descriptive analysis.

*Keywords: flavor, sensory testing method, organic potatoes, consensus-profile*

## Einleitung

Die sensorische Qualität ist eine der entscheidenden Einflussgrößen für den Kauf eines Lebensmittels. Die Verbraucher erwarten bei Bio-Rohwaren, wie z.B. Kartoffeln, einen überdurchschnittlich guten Geschmack. Daher wird von Seiten der Kartoffel-Großhändler eine Methode gesucht, schnell und umfassend eine Partie sensorisch einstufen zu können. Insbesondere da es immer wieder Partien gibt, die im Lager „umkippen“. Bei Projektbeginn gab es jedoch keine standardisierte Vorgehensweise in der Humansensorik für die sensorische Analyse von Kartoffeln. Daher hat das Sensoriklabor des ttz Bremerhaven in Zusammenarbeit mit der Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern, und der QM-Beratung für Öko-Produkte, eine geeignete Methode sowie die entsprechenden sensorischen Attribute entwickelt, die im Folgenden beschrieben werden.

## Probenvorbereitung

Es wurden nur Kartoffeln mit einer Größe von 35 bis 60 mm für die sensorischen Messungen verwendet, da dies der früheren Handelsklassenverordnung für Speisekartoffeln entsprach. In der Küche des Sensoriklabors wurden die rohen Kartoffeln, jede Probe für sich, mit einem Küchenschwamm und Wasser von anhaftender Erde befreit. Grüne und beschädigte Knollen wurden aussortiert. Anschließend wurden die Kartoffeln mit Schale, gut mit Wasser bedeckt und ohne Salzzugabe, in identischen Kochtöpfen im Abstand von 15 Minuten auf den Herd gesetzt. Nach Erreichen der Kochtemperatur wurden sie für 20-25 Minuten gegart. Es wurde sowohl mit Hilfe einer Messerprobe der Garzustand als auch mit einem Einstichthermometer die Kerntemperatur überprüft. Bei erreichter Kerntemperatur von 75°C wurde das Wasser abgegossen. Die in der Literatur beschriebene standardmäßig verwendete Garzeit von 15 bzw. 30 Min. (Ulrich et al. 2000, Wszelaki et

al. 2005) wurde verworfen, da jede Kartoffelsorte unterschiedliche Kocheigenschaft zeigt. Daher wurde bis zum Erreichen des Garpunktes = 75 °C gekocht, was auch der Praxis im Haushalt entspricht.

Die Kartoffeln verblieben bis kurz zum darauffolgenden Zeitpunkt der Messung im Kochtopf. Die Kartoffeln wurden als Pellkartoffeln in die sensorische Analyse gereicht. Zuerst wurde die Pellfähigkeit beurteilt, dann das Aussehen außen und innen, Geruch, Mundgefühl und Textur. Geschmack und Nachgeschmack wurde anhand der gepellte Kartoffel geprüft.

## Sensorische Analyse

Zum Aufbau des Sensorik-Expertenpanels wurde vom ttz Bremerhaven ein existierendes Sensorikpanel eingesetzt. Dieses Panel verfügte bereits über Erfahrungen mit der Profilierung von Gemüse. Die Mitglieder dieses Panels wurden vor Beginn der sensorischen Analysen auf ihre sensorischen Fähigkeiten nach DIN 10961 (Beuth Verlag 1996a) geprüft.

Um interpretationsfähige Ergebnisse zu erhalten, müssen für eine sensorische Analyse mindestens sechs Prüfpersonen eingesetzt werden. Das ttz Bremerhaven hat sich entschieden, mit neun Prüfpersonen zu arbeiten, um bis zum Projektende eine regelmäßige Teilnahme von sechs Prüfpersonen zu gewährleisten.

Zuerst wurde geklärt, ob sich Pell- oder gekochte Kartoffeln besser zur Sensorik eignen. Für die Begriffsentwicklung wurden Pellkartoffeln eingesetzt. Die Geruchs- und Geschmackmerkmale traten intensiver auf und als weiteres Attribut konnte die Pellfähigkeit genutzt werden, die für den Verbraucher auch ein wichtiges Kaufkriterium darstellt. Für die Einstufung der Farbintensitäten der Bio-Kartoffeln wurde eine Farbskala verschiedener Gelbnoten entwickelt. Danach

erfolgte die Schulung des Panels, welche zwei Hauptphasen umfasste.

### 1. Begriffsfindung

In der ersten Phase wurden von den Panelmitgliedern beschreibende Begriffe (Attribute) für die Merkmale Aussehen, Geruch, Mundgefühl, Textur, Geschmack und Nachgeschmack entwickelt. Es wurden die Begriffe herausgearbeitet, die für die Charakterisierung und die Differenzierung des sensorischen Profils der analysierten Kartoffelsorten benötigt wurden. Die hierfür eingesetzte sensorische Methode war die „Einfach beschreibende Prüfung“ nach DIN 10964 (Beuth Verlag 1996b).

Damit die Begriffe von allen Panelisten identisch verstanden werden, wurden Referenzmuster zur Charakterisierung der sensorischen Attribute gesucht bzw. neu entwickelt. Einige Beispiele dafür sind: Gartenerde für erdig, geröstete Maronen für die Maronnenote, etc. Zeitgleich wurden für die verbliebenen Begriffe, soweit es möglich war, Definitionen erarbeitet (siehe auch Tab. 1).

### 2. Intensitätsmessung

Um die Quantifizierung von Geschmacksempfindungen zu ermöglichen, wurde mit dem Panel ein Skalentraining durchgeführt und dieses dann auf die entsprechenden Skalenintensitäten kalibriert. Diese wurden vom Sensoriklabor speziell für die Kartoffeln entwickelt. Um dem Mundgefühl der Kartoffeln möglichst nahe zu kommen, wurde z.B. mit standardisiertem Instant-Kartoffelbrei gearbeitet, und die entsprechenden Geschmackssubstanzen in definierten, aufsteigenden Mengen zugegeben.

Für die Kalibrierung des Panels bei der Kartoffelprofilierung wurde deutlich länger als bei anderen Lebensmitteln benötigt. Bei den Übungen zu den Intensitätsmessungen ergaben die Ergebnisse einzelner Panelisten deutliche Abweichungen zu denen der anderen Mitglieder. Das kam daher, dass auch bei

Kartoffeln einer Partie einzelne Knollen in ihren sensorischen Eigenschaften abweichen können. Aus diesem Grunde wurde zur weiteren Schulung der Intensitätsmessungen den Panelmitgliedern pro Merkmalseigenschaft eine Kartoffel gereicht, die sich die neun Panelisten teilten. Mit dieser Vorgehensweise konnte die Kalibrierung des Panels abgeschlossen werden.

Die Intensitäten wurden auf einer stufenlosen Linienskala in der Sensorikkabine gemessen. Die Werte wurden mittels der Sensoriksoftware „FIZZ“ (Biosystems Frankreich) erfasst. Aus den einzelnen Messwerten wurde der Intensitätsmittelwert pro Attribut gebildet. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Probenmenge wurde eine Mischprobe Kartoffelbrei aus 10 Kartoffeln pro Kartoffelpartie erstellt. Schon während der ersten Testmessung stellte sich heraus, dass diese Art der Messung zur Beschreibung der Kartoffeln ungeeignet war, da es nicht möglich war, die sechs Kartoffelproben über einen Zeitraum von ca. einer Stunde gleichmäßig warm zu halten. Weiterhin veränderte sich die Qualität des Kartoffelbreis während des Zeitraumes, so dass die Panelisten die Kartoffeln in unterschiedlichen Qualitäten gereicht bekamen.

Die zweite Testmessung wurde aus diesem Grund in zwei Blöcke unterteilt. Die Panelisten bewerteten wieder sechs Proben, jedoch erhielten sie dieses Mal zuerst einen Block von drei unterschiedlichen Proben in rotierender Reihenfolge, danach den zweiten Block mit drei Proben. Auch bei diesem Verfahren war die Warmhaltezeit der Kartoffeln zu lange und es kam zu stark voneinander abweichenden Ergebnissen zwischen den einzelnen Panelisten.

Dadurch dass es innerhalb einer Kartoffelpartie zu sensorischen Abweichungen zwischen den einzelnen Kartoffeln kam, führten die daraus resultierenden Messungenauigkeiten dazu, dass die Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)® als Methode für Kartoffelprofilierung verworfen wurde.

Als sensorische Methode wurde daher das Konsensprofil eingesetzt (DIN 10967-2, Beuth Verlag 2000). Jeder Panelist erhielt eine Kartoffel für die Ermittlung der Intensitäten der sensorischen Attribute. Danach wurde im Panel mittels Konsens eine Intensität pro Attribut und Sortenpartie festgelegt. Somit bestand die Möglichkeit, Auffälligkeiten einzelner oder mehrerer Kartoffeln innerhalb der Partie zu ermitteln bzw. auszuschließen. Es ließ sich auch feststellen, ob sensorische Abweichungen ev. durch Krankheiten oder Befall (Drahtwurm, Dry Core etc.) entstanden waren.

Eine Menge von sechs Proben pro Messung erwies sich als geeignet, um eine Überreizung und abnehmende Objektivität der Panelisten zu verhindern. Nach drei Partien legte das Panel eine Pause ein. In dieser Pause erhielt das Panel zur Neutralisation des Kartoffelgeschmacks Apfelspalten. Während der Messung stand stilles Wasser und Matzen, als Brot mit geringem Stärkegehalt, zur Neutralisation bereit, für die Geruchsneutralisation wurde Zitronensaft gereicht.



**Abbildung 1:** Sensorisches Panel für Bio-Kartoffeln  
(Quelle ttz Bremerhaven, Sensoriklabor)

Die Prüfer erhielten die Pellkartoffeln mit Schale, um die Pellfähigkeit prüfen zu können und Auffälligkeiten im Aussehen zu ermitteln. Auffälligkeiten im Aussehen, die nicht in der Gesamtbegriffsliste enthalten waren, wurden von der Panelleiterin gesondert festgehalten und protokolliert. Pro Wo-

che wurden drei Panelsitzungen abgehalten, so dass 18 Kartoffelpartien gemessen werden konnten.

## Sensorische Attribute

Es wurden sowohl positive als auch negative Merkmale bei den sensorischen Attributen erfasst. Nicht erwünschte Eigenschaften in der Kartoffel werden als Fehlmerkmale bezeichnet. Eine Zuordnung ist aber nicht immer eindeutig möglich. Auch positive Merkmale können durch eine zu hohe Intensität als negativ bewertet werden. So wird z.B. eine leichte Süßnote bei der Sorte Nicola als positiv empfunden, insbesondere in Verbindung mit einer maronigen Note. Wird die Süßnote aber zu intensiv, weil die Kartoffeln zu kalt gelagert wurden, dann wird diese Süßintensität als unangenehm empfunden. Dies spielt auch bei anderen sensorischen Eigenschaften, wie z. B. bitter oder erdig, eine Rolle. Es wurde daher bei den Attributen nur die Intensität erfasst, jedoch keine Wertung vorgenommen. Im methodischen Vorgehen der Profilprüfungen ist das auch nicht erlaubt. Eine Bewertung der Attribute muss getrennt vorgenommen werden. Jedoch wäre es von Interesse in diesem Punkt weiter zu forschen und Verbraucher zu befragen, wie sie bestimmte Intensitäten bei Kartoffeln einstufen und ob diese Wertung die Kaufentscheidung beeinflussen würde.

Die sensorischen Attribute wurden folgenden Obermerkmalen zugeordnet:

- Aussehen (außen und innen)
- Pellfähigkeit
- Geruch
- Geschmack
- Mundgefühl
- Kocheigenschaft (Textur).
- Nachgeschmack.

Jedem Obermerkmal wurden die entsprechenden Attribute zugeordnet (siehe Tab. 1). Für jedes Attribut wurde eine Referenz festgelegt, um das Panel auf die Merkmalseigen-

schaft zu schulen. Im Regelfall wurden dafür die entsprechenden Rohwaren genommen (siehe Abb. 1): Zum Beispiel wurden beim Geruch nach Grünen Bohnen als Referenz Grüne Bohnen verwendet. Jedoch musste weitergehend abgeklärt werden, entspricht der Geruch rohen Grünen Bohnen, gekochten Grünen Bohnen oder gerösteten Grünen Bohnen. Ein weiteres Beispiel ist das Attribut kohllartig, hier musste die Sorte weiter bestimmt werden. Handelt es sich um Weißkohl, Kohlrabi, Blumenkohl etc. Einige Fehlmerkmale, wie z.B. muffig/modrig, maisartig, Grüne Bohnen, kohllartig und Steckrübe traten nur nach dem Lagern auf.

Nach dem Festlegen der einzelnen Referenzen wurde das Panel auf die Intensitäten geschult. Grundlage dafür war die Festlegung der Eckpunkte 0 und 100 % (siehe Tab 1, 5. Spalte). Das Attribut mehlig entsprach dabei nicht immer der angebenen Kocheigenschaft. Die Einstufung mehlig kochend, festkochend usw. ist vorrangig abhängig von der Sorte und dem Stärkegehalt. Dieser schwankte jahreszeitlich, daher wurden die Sorten in den verschiedenen Erntejahren unterschiedlich in ihrer Mehligkeit beurteilt.



**Abbildung 2:** Referenzen für die sensorischen Attribute von Bio-Kartoffeln (Quelle: ttz Bremerhaven, Sensoriklabor)

Wie im Beitrag Sorteneigenschaft von Buchecker et al. (2011, in diesem Heft, S. 87-97) gezeigt wurde, hat jede Kartoffelsorte ihr sensorisches Grundprofil, dass jedoch durch die verschiedenen Umweltfaktoren beeinflusst wird, wie z.B. Boden, Witterung, Klima, Anbaumethode (bio/konv.), Lagerung usw. Die sensorische Beschreibung von Kartoffeln muss daher nach jeder Ernte überprüft und angepasst werden.

### Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes "Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion" durchgeführt, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert wurde (FKZ 06OE125, 06OE149 und 06OE295).

### Literatur

- Beuth Verlag (1996a): DIN Norm 10961: Schulung von Prüfverfahren für sensorische Prüfungen
- Beuth Verlag (1996b): DIN Norm 10962: Sensorische Prüfverfahren - Einfach beschreibende Prüfung
- Beuth Verlag (2000): DIN Norm 10967-2: Sensorische Prüfverfahren - Profilprüfung - Teil2: Konsensprofil
- Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011): Sensorische Sortenprofile. Landbauforschung SH 438:87-97
- Ulrich D, Hoberg E, Neugebauer W, Tiemann H und Darsow U (2000): Investigation of the Boiled Potato Flavor by Human Sensory and Instrumental Methods. *Amer J of Potato* (77):111-117
- Wszelaki A, Delwiche J, Walker S, Liggett R, Scheerens J and Kleinhenz M (2005): Sensory quality and mineral and glycoalkaloid concentrations in organically and conventionally grown redskin potatoes. *J Sc Fd Agric* (85):720-726

Tabelle 1: Attribute und Referenzen von Bio-Kartoffeln

Merkmale	Attribute	Verfahren	Synonyme	Skalenpunkte
Aussehen	Pelfähigkeit		0 %: Schale muss abgeschritten werden 50 %: normal, mittelgroße Pellstücke 100 %: zwei große Pellstücke	schlecht - gut
	gelb (außen)			gelb - oliv
	lila (außen)			lila - violett
	feucht (außen)		nicht matt glänzend 0 %: trocken; 100 %: nasse Kartoffel	gar nicht - sehr
	gelb (innen)	1. Halbschnitt	Farbskala	hell - kräftig
Textur	gleichmäßig gelb (innen)	1. Halbschnitt	Unterschied zwischen der Farbe Kern und Randschicht	gar nicht - sehr
	feucht (innen)	1. Halbschnitt	100 % nasse Kartoffel	gar nicht - sehr
	mehlig	1. Halbschnitt	mürbe, rau, Kristallisation, porig, dumpf, nicht glatt, weiße Kristalle 0 %: saubere, glatte gelbe Schnittfläche 100 %: unregelmäßige, hubbelige Schnittfläche, weiße Kristalle	gar nicht - sehr
	zerfallend		beim Schneiden: Kartoffel vierteln 0 %: Hälften/Viertel bleiben ganz 50 % eine Hälfte zerfällt 100 %: beide Hälften zerfallen	gar nicht - sehr
	fest (weich)	zweimal durchbeißen	0 %: weich; gekochte Süßkartoffel aus dem Panel	gar nicht - sehr
Mundgefühl/ Konsistenz	breiig	10mal kauen	25 %: stückig (Stampfer); 100 %: Babybrei aus dem Gläschen	gar nicht - sehr
	klebrig		an Zähnen und Gaumen haftend, gekochte Gnocchi	gar nicht - sehr
	mundfüllend		wird beim Kauen immer mehr	gar nicht - sehr
	ballend		formt sich im Mund zu einem Ballen	gar nicht - sehr
	mehlig		trocken, mürbe, wenig Zusammenhalt 75 %: mehlig kochende Kartoffel	gar nicht - sehr
Geruch	frisch-kartoffelig		50 %: normal; frisch gekochte Pellkartoffel neue Ernte	gar nicht - sehr
	süßlich		Süßkartoffel (gekocht)	gar nicht - sehr
	erdig		100 %: Erde	gar nicht - sehr
	maronig		100 %: Marone (frisch)	gar nicht - sehr
	nach Backkartoffel nach Mandeln		100 %: Backkartoffel 100 %: Mandeln	gar nicht - sehr gar nicht - sehr

Fortsetzung Tabelle 1: Attribute und Referenzen von Bio-Kartoffeln

Merkmale	Attribute	Verfahren	Synonyme	Skalenspunkte
Geruch	nach Marzipan		100 %: Marzipan	gar nicht - sehr
	blumig		100 %: Blüten	gar nicht - sehr
	buttrig		100 %: Butter	gar nicht - sehr
	maisartig		100 %: Maiskolben (frisch, gekocht)	gar nicht - sehr
	nach Grüne Bohnen		100 %: Grüne Bohnen (gekocht)	gar nicht - sehr
	nach weißen Bohnen		100 %: Weiße Bohnen (gekocht)	gar nicht - sehr
	kohlartig		100 %: Kohlrabi oder Weißkohl (gekocht)	gar nicht - sehr
	nach Speck		100 %: fetter Speck	gar nicht - sehr
	nach Lagerkartoffel		100 %: Steckrübe (gekocht)	gar nicht - sehr
	metallisch		Konservendose (leer)	gar nicht - sehr
	muffig/modrig		100 %: frische Champignon	gar nicht - sehr
	süß	ohne Schale kauen	Kartoffelpüree-Intensitäten	gar nicht - sehr
	bitter		Kartoffelpüree Intensitäten	gar nicht - sehr
	säuerlich		Kartoffelpüree Intensitäten	gar nicht - sehr
	erdig		Erde	gar nicht - sehr
	Geschmack	muffig/modrig		frische Champignon
maronig			Maronen (frisch, geröstet)	gar nicht - sehr
buttrig			Butter	gar nicht - sehr
maisartig			Mais (frisch, gekocht )	gar nicht - sehr
nach Grünen Bohnen			Grüne Bohnen (gekocht)	gar nicht - sehr
kohlartig			Kohlrabi oder Weißkohl (gekocht)	gar nicht - sehr
nach Mandeln			gehackte Mandeln	gar nicht - sehr
nach Marzipan			Marzipanrohmasse	gar nicht - sehr
blumig			Blüten	gar nicht - sehr
nach Weißen Bohnen			Weißer Bohnen (gekocht)	gar nicht - sehr
nach Steckrübe			Steckrübe (gekocht)	gar nicht - sehr
nach Backkartoffel			100 %: Backkartoffel	gar nicht - sehr
nach Speck (speckig)			fetter Speck	gar nicht - sehr
frisch-grün			50 %: normal; frisch gekochte Pellkartoffel neue Ernte	gar nicht - sehr



## Sensorische Sortenprofile

KIRSTEN BUCHECKER<sup>1</sup>, SYLVIA MAHNKE-PLESKER<sup>2</sup> UND FRANZ WESTHUES<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ttz-Bremerhaven Lengstraße 3, 27572 Bremerhaven, kbuch@ttz-bremerhaven.de

<sup>2</sup> Qualitätsmanagement-Beratung für Ökoprodukte, Niddastr. 41, 63329 Egelsbach, Mahnke-Plesker@t-online.de

<sup>3</sup> Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern e.G., Rommersch 13, 59510 Lippetal-Lippborg, f.westhues@marktgenossenschaft.de

### Zusammenfassung

Unterschiede in sensorischen Sortenprofilen wurden bei Kartoffeln bisher kaum herausgearbeitet. Im Projekt „Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion“ wurden über einen Zeitraum von drei Jahren sensorische Analysen für drei Kartoffelsorten durchgeführt, die im ökologischen Kartoffelanbau einen hohen Marktanteil haben. Es handelt sich um die Sorten Princess, Nicola und Ditta. Ein professionelles Kartoffelpanel hat die Kartoffeln im ttz-Sensoriklabor mittels Konsensprofil analysiert. Pro Erntejahr und pro Sorte wurden mindestens 30 Partien analysiert nach der Ernte und nach der Lagerung analysiert, so dass zum Projektende pro Sorte 270 Analyseergebnisse vorlagen. Aus diesen Ergebnissen ließen sich die unterschiedlichen Sortenprofile ableiten. Bei einem Vergleich der drei Sorten wiesen Nicola und Ditta ähnliche Profile auf. Die Sorte Princess zeigte deutliche sensorische Unterschiede im Sortenvergleich. Bei dieser Sorte gab es auch die größte Anfälligkeit auf eine negative Entwicklung der Geschmackseigenschaften aufgrund witterungsbedingter Einflüsse.

*Schlüsselworte: Sensorische Sortenprofile, Sorten Princess, Nicola, Ditta, Konsensprofilierung*

### Abstract

#### **Sensory profiles of different potato varieties**

Differences in sensory profiles have so far hardly been analyzed for potatoes. In the German project “Optimization of organic potato production”, sensory analysis was carried out for three potato varieties over a period of three years. The project partner selected varieties with a high market share in the organic potato market. The varieties examined were Princess, Nicola and Ditta. A professional sensory panel trained in the area of potatoes analyzed the potatoes in the sensory laboratory at ttz Bremerhaven. Profiling was carried out by means of consensus profiling. 30 batches per harvest year were analyzed, so that at the end of the project about 270 batches per variety had been analyzed. Different variety profiles could be derived from these results. Comparing the three varieties revealed that Nicola and Ditta display similar sensory profiles. The Princess variety shows clear sensory differences.

*Keywords: Sensory variety profiles, Princess, Nicola, Ditta varieties, consensus profiling*

## Einleitung

Sortenspezifische sensorische Beschreibungen von Kartoffeln wurden bisher nicht systematisch durchgeführt. In der Regel sind Beschreibungen zu den Kocheigenschaften zu finden, teilweise auch zu Form und Größe. In der Beschreibenden Sortenliste Kartoffeln von 2010 (Bundessortenamt 2010) sind sensorische Beschreibungen zu finden, die sich unter dem Kapitel „Beschreibung der Koch- und Speiseeigenschaften“ mit der Fleischfarbe, der Textur/dem Mundgefühl und Geschmacksmängeln befassen. In dem Kapitel „Knollen- und Staudenmerkmale“ sind die Knollenform, die Schalenfarbe, die Schalenbeschaffenheit und die Fleischfarbe beschrieben (Bundessortenamt 2010).

D. Ulrich vom Julius Kühn-Institut in Quedlinburg hat das Flavour in gekochten Kartoffeln als eine Verknüpfung aus humansenorischer Analyse mittels Profilprüfung und instrumenteller Sensorik mittels Gaschromatographie untersucht (Ulrich et al. 2000).

J. Solms und R. Wyler vom Swiss Institute of Technology in Zürich die Geschmackskomponenten von Kartoffeln analysiert und kommen u.a. zu dem Ergebnis, dass die vier Grundgeschmacksarten (süß, sauer, salzig, bitter) in Kartoffeln nur gering wahrnehmbar sind (zit. aus Seefeldt et al. 2010).

In einer dänischen Studie haben Seefeldt, Tønning und Thybo gekochte, Chips und Kartoffelbrei auf konsumentenorientierte Attribute untersucht und dabei festgestellt, dass besonders die testurbestimmenden Eigenschaften eine Einfluss haben (Seefeldt et al. 2010).

Im Projekt „Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion“ wurden sensorische Eigenschaften – auch Attribute genannt – für die Beschreibung der festkochenden Sorten Princess, Nicola und Ditta entwickelt. Es ging vor allem um Attribute, die auch von Konsumenten wahrgenommen werden können. In Bezug auf die Ermittlung von Sorteneigenschaften erfolgte in dem Projekt die

Messung von Attributsintensitäten durch eine auf das Produkt Kartoffel trainierte sensorische Prüfergruppe (Panel) bei ca. 30 Partien pro Sorte und Jahr über einen Zeitraum von drei Jahren. Die Verknüpfung von Attributen und Intensitäten die sich durch die Berechnung der Mittelwerte aus den einzelnen Intensitätsmessungen (als Konsens der Gruppenmessung) ergeben, bildet sich das sogenannte sensorische Profil. Die Methode wird ausführlich im Beitrag „Entwicklung einer Methode zur Sensorischen Analyse von Bio-Kartoffeln“ (Mahnke-Plesker et al. 2011, in diesem Heft) vorgestellt.

Die Darstellung der sensorischen Profile im Spiderweb, veranschaulicht die sensorischen Sortenprofile.

Anbautechnische und klimatische Einflüsse, sowie Erkrankungen und Schädlingsbefall führen dazu, dass sich die Kartoffeln in den Intensitäten der sensorischen Eigenschaften in den einzelnen Jahren unterscheiden können. Ein Vergleich der Profile über die drei Jahre zeigt mit über 90 Partien pro Sorte typische gleichbleibende Sortencharakteristika.

Die Beschreibung der unterschiedlichen sensorischen Sortencharakteristika bietet verschiedene Einsatzmöglichkeiten. Als Qualitätssicherungsinstrument kann sie zum Abgleich der sensorischen Qualitäten über verschiedene Jahre eingesetzt werden. Als Marketinginstrument können Verbrauchern Unterschiede der sensorische Profile verschiedener Kartoffelsorten dargestellt werden, um die Kartoffel als Lebensmittel auch genussseitig interessanter zu machen.

## Material und Methoden

Zur Profilierung der Kartoffelsorten wurden jährlich pro Sorte Princess, Nicola oder Ditta mindestens 30 Partien analysiert. Die Analyse erfolgte kurz nach der Ernte und ein zweites Mal nach sechsmonatiger Lagerung. In diesem Artikel beschäftigen wir uns nur mit

den Ergebnissen, die nach der Ernte ermittelt wurden.

Die eingesetzte Methode zur sensorischen Profilierung war das Konsensprofil entsprechend der DIN 10967-2 Sensorische Prüfverfahren – Profilprüfung – Teil 2: Konsensprofil. Ein sensorisches Panel bestehend aus zehn geprüften und geschulten Prüferpersonen entwickelte die sensorischen Attribute zur Beschreibung der drei Sorten. Eine einheitliche Nutzung der Attribute durch alle Panellisten wurde durch den Einsatz von Referenzen gewährleistet (s. Beitrag Böhm et al (2011, in diesem Heft, S. 1-13). Darin beschrieben wird auch die Schulung auf eine einheitliche Nutzung der Intensitäten. Dieses ist auch in dem Beitrag „Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion Teil 3“ in der Zeitschrift Kartoffelbau 12/2010 zu finden (Buchecker & Mahnke-Plesker 2010).

Aus der Festlegung der einzelnen Intensitäten pro Panelist wurde im Konsens eine Intensität pro Attribut und Sortenpartie festgelegt.

## Ergebnisse und Diskussion

### Sensorische Attribute

Die Attribute zur Beschreibung der sensorischen Eigenschaften wurden in die Oberattribute Aussehen, Geruch, Geschmack, Textur/Mundgefühl und Nachgeschmack eingeteilt. In Tabelle 1 sind die Attribute aufgeführt, die zur Profilierung eingesetzt wurden.

Wie in dem Kapitel Material und Methoden beschrieben, wurden die Kartoffelpartien nach der Ernte und nach einer sechs monatigen Lagerzeit analysiert. Die Attribute, die nur nach der Lagerzeit auftreten, sind in der Tabelle mit einem L gekennzeichnet. Während der Profilierung war festzustellen, dass die Intensitäten der Lagerattribute nicht sehr intensiv auftreten. Aus diesem Grund sind sie aus der Darstellung im Spiderweb herausgenommen worden, da sie zu keiner

deutlichen Differenzierung zwischen den Sorten führen.

**Tabelle 1:** Sensorische Attribute

Aussehen	Geruch	Geschmack	Textur	Mundgefühl	Nachgeschmack
Feucht	Frisch kartoffelig	Süß	Zerfallend	Fest	Süß
Gleichmäßig Gelb	Süßlich	Bitter		Breilig	Bitter
Gelb (Intensität)	Erdig	Säuerlich		Klebrig	Säuerlich
Mehlig	Muffig/modrig	Erdig		Mundfüllend	Erdig
Pellfähigkeit	Marone	Muffig/modrig		Mehlig	Muffig/modrig
	Backkartoffel	Marone		Fest	metallisch
	Buttrig	Frisch-Grün			
	Maisartig (L)	Maisartig (L)			
	Grüne Bohnen (L)	Metallisch			
	Kohlartig (L)	Grüne Bohnen (L)			
	Steckrübe (L)	Kohlartig (L)			
		Steckrübe (L)			

Die Darstellung der Sortencharakteristika erfolgt im Spiderweb-Diagramm. Am äußeren Rand des Diagramms sind die beschreibenden Attribute aufgeführt. Die Intensitäten verlaufen von der Intensität Null in der Spiderwebmitte in zunehmender Intensität zum äußeren Rand. Um die Unterschiede zwischen Lebensmitteln besser darstellen zu können, werden in der Regel Skalenausschnitte genommen.

Da das Aussehen, der Geschmack und das Mundgefühl den stärksten Einfluss auf die sensorischen Verbrauchereigenschaften haben, wird für die Darstellung der Sorteneigenschaften ein Vergleich dieser drei Oberattribute durchgeführt..

Im Folgenden werden die drei Sorten über die drei analysierten Jahre (2007 bis 2009) sowie der Mittelwert aus den Ergebnissen der drei Jahre dargestellt und der direkte Vergleich der drei Sorten dargestellt.

Für die Darstellung der Sorten sind jeweils die Einzeltabellen mit den Profilierungsergebnissen zu den Oberattributen Aussehen innen (Farbe, Textur) und Pellfähigkeit, Geschmack und Mundgefühl/Textur eingefügt. In diesen Tabellen sind die beschreibenden Attribute und die gemessenen Konsensintensitäten aufgeführt.

Die graphische Darstellung der Werte in den Spiderwebs ist im Anschluss an die Tabellen dargestellt.

### Princess

Die Princess ist in der Bundessortenliste nicht aufgenommen. Daher gibt es darin keine Beschreibung zur Form der Princess. Über die drei Jahre Projektlaufzeit ließ sich feststellen, dass die Form der Princess im Durchschnitt etwas kleiner und runder als Nicola und Ditta ist.



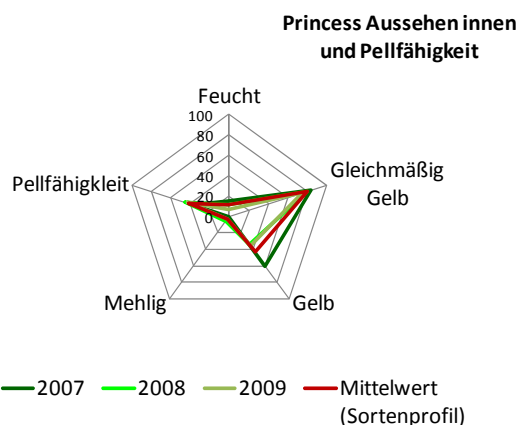
**Abbildung 1:** Kartoffelsorte Princess

Die sensorischen Eigenschaften der Princess sind aus den folgenden Tabellen und den Spiderwebs zu entnehmen.

### Aussehen innen (Farbe, Textur) und Pellfähigkeit

**Tabelle 2:** Princess Aussehen Innen (Fleischfarbe, Textur) und Pellfähigkeit

Aussehen Innen und Pellfähigkeit				Mittelwert (Sortenprofil)
	2007	2008	2009	
Feucht	14,8	12,06	6,70	11,19
Gleichmäßig Gelb	84,1	80,81	75,24	80,05
Gelb	59,8	33,39	36,21	43,13
Mehlig	0,9	5,65	3,03	3,19
Pellfähigkeit	37,4	45,97	43,48	42,28



**Abbildung 2:** Spiderweb Princess Aussehen Innen und Pellfähigkeit

Die Fleischfarbe der Princess ist von allen drei Sorten am intensivsten gelb und hat auch den gleichmäßigsten Gelbverlauf. Dieses lässt sich daraus erklären, dass die Princess von den drei analysierten Sorten den geringsten Stärkegehalt hat.

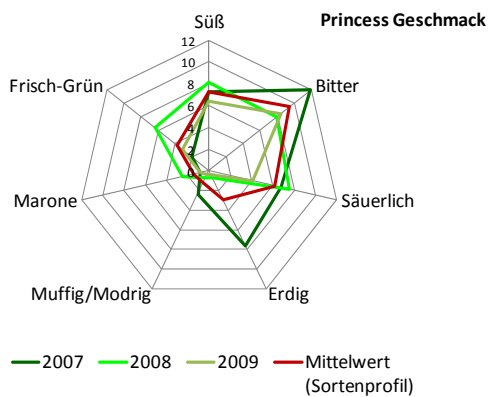
Die Textur des Kartoffelfleisches ist etwas feucht, was im Jahre 2007 witterungsbedingt besonders stark ausgeprägt war. Die Textur ist wenig mehlig, was sich ebenso durch den geringen Stärkegehalt erklären lässt.

Die Pellfähigkeit der Princess ist mittelmäßig.

## Geschmack

**Tabelle 3:** Princess Geschmack

Geschmack	2007	2008	2009	Mittelwert (Sortenprofil)
Süß	7,3	8,10	6,39	7,26
Bitter	11,9	7,90	8,42	9,4
Säuerlich	6,8	7,52	4,12	6,14
Erdig	7,6	0,71	0,39	2,9
Muffig/Modrig	2,4	0,71	0,42	1,18
Marone	0,8	2,55	0,88	1,4
Frisch-Grün	2	6,32	3,12	3,8



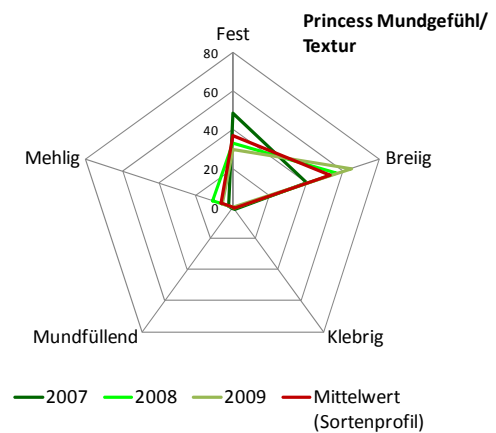
**Abbildung 3:** Spiderweb Princess Geschmack

Die Sorte Princess zeichnet sich im Geschmack durch eine intensivere Bitternote und eine erdige Note aus. Die Bitter- und die erdige Note waren in dem feuchteren Jahr 2007 besonders stark ausgeprägt, was den Wert der mittleren Ausprägung über die drei Jahre stark beeinflusst. Auch die muffig/modrige Note war in dem Jahr stärker ausgeprägt als in den folgenden Untersuchungsjahren. Eine leicht maronige Note lässt sich bei Princess nur im Jahr 2008 feststellen.

## Mundgefühl/Textur

**Tabelle 4:** Princess Mundgefühl/Textur

Mundgefühl/Textur	2007	2008	2009	Mittelwert (Sortenprofil)
Fest	48,5	33,26	29,52	37,1
Breilig	40,2	56,55	64,85	53,09
Klebrig	1,6	1,16	0,33	1,03
Mundfüllend	0,6	0,26	0,03	0,3
Mehlig	2	10,71	5,76	6,15



**Abbildung 4:** Spiderweb Princess Mundgefühl/Textur

Die Mundgefühl bzw. Textureigenschaften fest und breilig beschreiben die Sorte Princess am besten. Die Princess ist nicht mehlig und wird beim Kauen auch nicht mundfüllend.

## Nicola

In der Bundessortenliste ist die Form der Nicola als langoval beschrieben. Das deckt sich auch mit den Beobachtungen aus den Analysen am ttz-Bremerhaven.

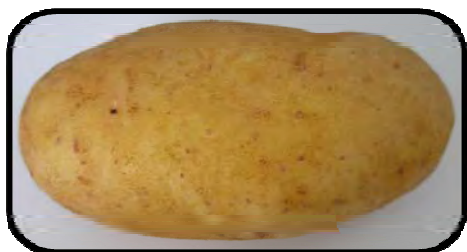


Abbildung 5: Kartoffelsorte Nicola

Die sensorischen Eigenschaften der Nicola sind aus den folgenden Tabellen und Spiderwebs zu entnehmen

### Aussehen innen (Farbe, Textur) und Pellfähigkeit

Tabelle 5: Nicola Aussehen Innen (Fleischfarbe, Textur) und Pellfähigkeit

Aussehen Innen				
	2007	2008	2009	Mittelwert (Sortenprofil)
Feucht	7,6	8,5	6,7	7,5
Gleichmäßig Gelb	60,9	64,0	58,9	61,3
Gelb	16,9	16,0	19,0	17,3
Mehlig	6,5	16,0	7,7	10,0
Pellfähigkeit	57,5	61,3	60,3	59,7

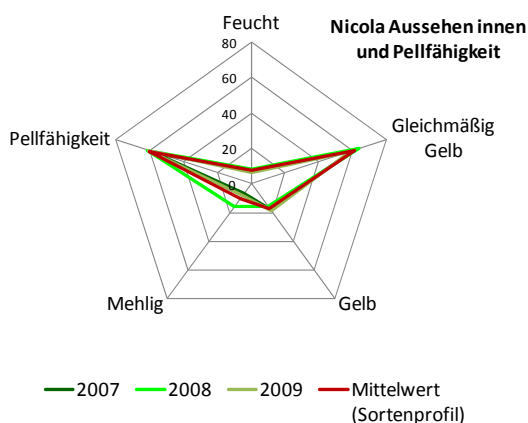


Abbildung 6: Spiderweb Nicola Aussehen Innen und Pellfähigkeit

Die Sorte Nicola ist im Aussehen Hellgelb und weniger gleichmäßig Gelb. Bedingt durch den Stärkehalt ist der Farbverlauf vom äußeren Rand nach innen heller werdend. Das Kartoffelfleisch ist kaum feucht und etwas mehlig. Über alle Jahre betrachtet, sind die Intensitäten der drei Vergleichsjahre fast gleich. Die größten Abweichungen gibt es im Attribut Mehlig.

## Geschmack

Tabelle 6: Nicola Geschmack

Geschmack				
	2007	2008	2009	Mittelwert (Sortenprofil)
Süß	12,5	12,1	10,1	11,5
Bitter	3,8	5,3	4,1	4,4
Säuerlich	6,3	6,8	4,1	5,7
Erdig	2,1	1,2	0,4	1,2
Muffig/Modrig	0,0	0,1	0,2	0,1
Marone	1,9	5,0	3,2	3,4
Frisch-Grün	1,3	7,4	4,7	4,5

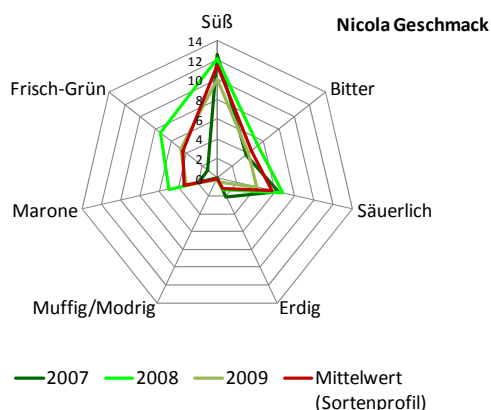


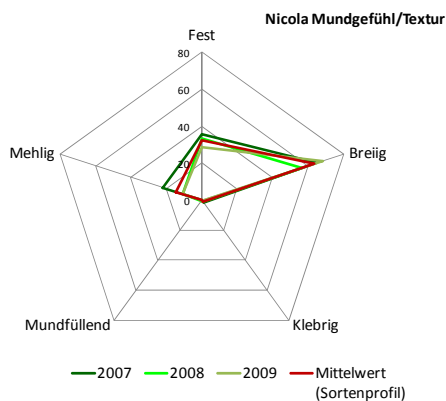
Abbildung 7: Spiderweb Nicola Geschmack

Die Sorte Nicola ist im Geschmack süßlich und hat eine leichte maronige und frisch-grüne Note. Sie ist sehr wenig bitter, aber leicht säuerlich. Im Erntejahr 2008 war die maronige und frisch-grüne Note stärker ausgeprägt, als in den Vergleichserntejahren.

## Mundgefühl/Textur

**Tabelle 7:** Nicola Mundgefühl/Textur

Mundgefühl/Textur	2007	2008	2009	Mittelwert (Sortenprofil)
<b>Fest</b>	35,4	33,3	28,8	32,5
<b>Breilig</b>	65,2	56,5	68,3	63,3
<b>Klebrig</b>	1,8	1,2	0,3	1,0
<b>Mundfüllend</b>	0,0	0,3	0,1	0,1
<b>Mehlig</b>	22,1	10,7	10,8	14,5



**Abbildung 8:** Spiderweb Nicola Mundgefühl/Textur

Im Mundgefühl/Textur ist die Nicola etwas mehlig, fest und breilig. Sie ist nicht mundfüllend und nicht klebrig. Im Erntejahr 2007 war die Nicola mehligere als in den anderen Jahren.

## Ditta

Ebenso wie die Nicola ist die Form der Ditta in der Bundessortenliste als langoval beschrieben, was sich auch bei dieser Sorte mit den am ttz-Bremerhaven deckt.



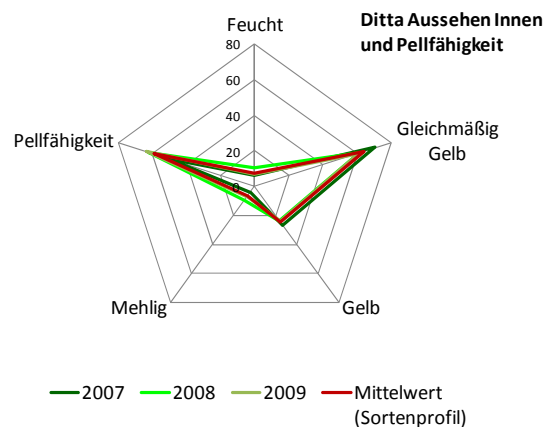
**Abbildung 9:** Kartoffelsorte Ditta

Die sensorischen Eigenschaften der Nicola sind aus den folgenden Tabellen und den Spiderwebs zu entnehmen

## Aussehen innen (Farbe, Textur) und Pellfähigkeit

**Tabelle 8:** Ditta Aussehen Innen (Fleischfarbe, Textur) und Pellfähigkeit

Aussehen Innen	2007	2008	2009	Mittelwert (Sortenprofil)
<b>Feucht</b>	6,3	10,36	6,69	7,8
<b>Gleichmäßig Gelb</b>	70,7	61,67	60,63	64,33
<b>Gelb</b>	26,6	23,61	23,91	24,71
<b>Mehlig</b>	4	9,36	6,97	6,78
<b>Pellfähigkeit</b>	50,4	62,5	63,59	58,83



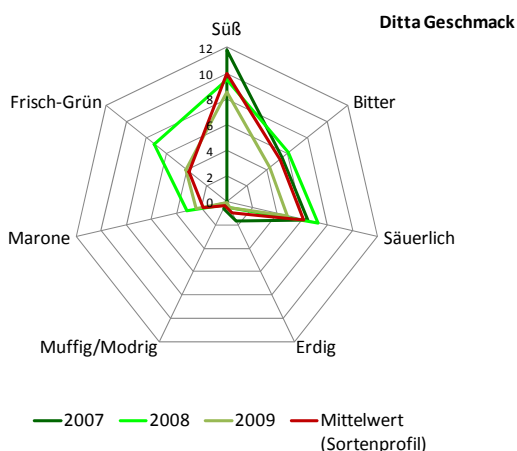
**Abbildung 10:** Spiderweb Ditta Aussehen Innen und Pellfähigkeit

Die Sorte Ditta hat eine hell- bis mittelgelbe Fleischfarbe und ist recht gleichmäßig gelb. Sie ist kaum feucht und mehlig. Von allen drei Sorten weist die Ditta über alle drei Jahre das gleichmäßigste Profil auf.

## Geschmack

**Tabelle 9:** Ditta Geschmack

Geschmack	2007	2008	2009	Mittelwert (Sortenprofil)
Süß	11,8	9,53	8,56	9,96
Bitter	5,5	6,14	4,28	5,31
Säuerlich	6,4	7,22	4,78	6,1
Erdig	1,6	0,50	0,50	0,9
Muffig/Modrig	0,6	0,22	0,03	0,28
Marone	0	3,17	2,41	1,85
Frisch-Grün	0	7,19	4,03	3,74



**Abbildung 11:** Spiderweb Ditta Geschmack

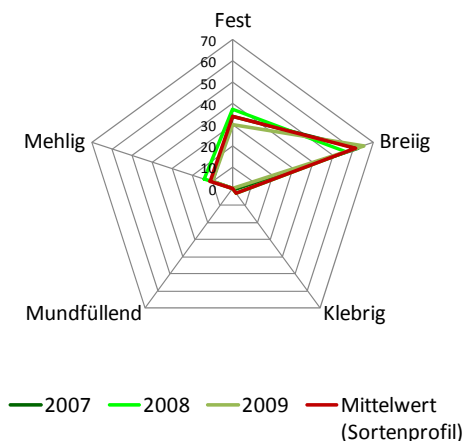
Die Ditta ist im Geschmacksprofil auch eher süß und wenig bitter. Sie hat eine leicht maronige und frisch-grüne Note und ist etwas säuerlich. Ebenso wie bei der Nicola ist im Erntejahr 2008 die maronige und die frisch-grüne Note stärker ausgeprägt. Im Erntejahr 2007 war die Süßnote besonders stark ausgeprägt.

## Mundgefühl

**Tabelle 10:** Ditta Mundgefühl/Textur

Mundgefühl	2007	2008	2009	Mittelwert (Sortenprofil)
Fest	34,1	37,28	30,31	33,9
Breilig	62	56,53	65,00	61,18
Klebrig	0,8	2,56	0,28	3,21
Mundfüllend	0	0,39	0,16	0,18
Mehlig	9,9	14,00	10,06	11,32

**Ditta Mundgefühl/ Textur**



**Abbildung 12:** Spiderweb Ditta Mundgefühl/Textur

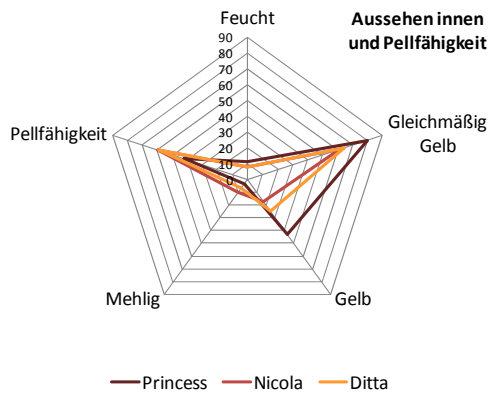
Die Ditta ist im Mundgefühl/Textur fest und beim Kauen recht breilig. Sie ist nur sehr leicht mehlig, nicht klebrig und nicht mundfüllend.

## Vergleich der drei Sorten

### Aussehen innen (Farbe, Textur) und Pellfähigkeit

**Tabelle 11:** Sortenvergleich Aussehen Innen (Fleischfarbe, Textur) und Pellfähigkeit

Aussehen Innen und Pellfähigkeit	Princess	Nicola	Ditta
Feucht	11,19	7,5	7,8
Gleichmäßig Gelb	80,05	61,3	64,33
Gelb	43,13	17,3	24,71
Mehlig	3,19	10	6,78
Pellfähigkeit	42,28	59,7	58,83



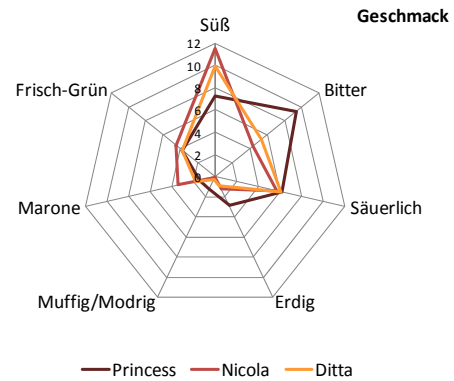
**Abbildung 13:** Spiderweb Sortenvergleich Aussehen Innen (Fleischfarbe, Textur) und Pellfähigkeit

Im Sortenvergleich zeigt sich, dass bei der Princess die Gelbfärbung deutlich intensiver ist. Die Nicola hat in dem Attribut die geringsten Intensitäten. Die Princess hat auch die gleichmäßigste Gelbfärbung der Fleischfarbe. Das Fruchtfleisch der Princess ist etwas feuchter, als das der Vergleichssorten. Besonders Nicola ist leicht mehlig. Die Pellfähigkeit ist bei Nicola und Ditta besser als bei Princess.

**Geschmack**

**Tabelle 12:** Sortenvergleich Geschmack

Geschmack	Princess	Nicola	Ditta
Süß	7,26	11,5	9,96
Bitter	9,4	4,4	5,31
Säuerlich	6,14	5,7	6,1
Erdig	2,9	1,2	0,9
Muffig/Modrig	1,18	0,07	0,28
Marone	1,4	3,4	1,85
Frisch-Grün	3,8	4,5	3,74



**Abbildung 14:** Spiderweb Sortenvergleich Geschmack

Auch im Geschmack zeigt sich, dass sich die Princess deutlich von Nicola und Ditta unterscheidet, während sich diese beiden Sorten im Profil recht ähnlich sind.

Die Sorte Princess hat die deutlich ausgeprägteste Bitternote und auch eine leicht erdige und muffig-modrige Note (dieses besonders im Erntejahr 2007) und ist wesentlich weniger süß als die Vergleichssorten.

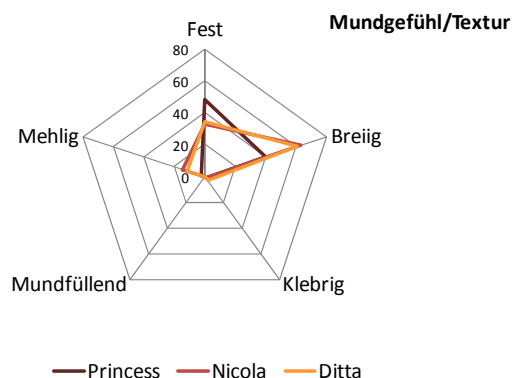
Die ausgeprägteste Süßnote hat die Sorte Nicola, ebenso die ausgeprägteste Maronnenote.

Die Sorte Ditta ist etwas weniger süßintensiv als die Nicola, leicht bitterer und hat eine geringere Maronnenote.

**Mundgefühl/Textur**

**Tabelle 13:** Sortenvergleich Mundgefühl

Mundgefühl/Textur	Princess	Nicola	Ditta
Fest	48,5	32,5	33,9
Breiig	40,2	63,3	61,18
Klebrig	1,6	1	3,21
Mundfüllend	0,6	0,12	0,18
Mehlig	2	14,5	11,32



**Abbildung 13:** Spiderweb Sortenvergleich Mundgefühl/Textur

Der Sortenvergleich in Mundgefühl/Textur zeigt, dass die Princess die festeste und am wenigsten mehlig und breiige Sorte ist. Die Sorten Nicola und die Princess zeigen fast komplett identische Profile.

## Schlussfolgerungen

Die sensorische Profilierung der drei Kartoffelsorten hat die Sortenunterschiede bzw. Überschneidungen in Sorteneigenschaften sehr klar herausgearbeitet. Die Sorte Princess unterscheidet sich in ihren Sorteneigenschaften deutlich von Nicola und Ditta, die in ihren Eigenschaften starke Ähnlichkeiten aufweisen.

Die Eigenschaft „Marone“ ist zur Beschreibung des Geschmacksprofils in diesem Projekt neu eingesetzt worden. In anderen Beschreibungen wird eher der Begriff „nussig“ verwendet. Wie Seefeldt et al. (2010) in ihrem Beitrag beschreiben ist aber das Mundgefühl für die sensorische Profilierung ein wichtiger Faktor. In dem Attribut „Marone“ verbinden sich ein nussig/mandeliger Geschmackseindruck und ein Mundgefühl, das durch den Stärkegehalt der Kartoffeln beeinflusst wird.

Die Princess weist ein Sortenprofil auf, das aufgrund der Bitternote vermutlich die geringste Verbraucherakzeptanz aufweisen würde. Diese wurde allerdings in dem Projekt nicht ermittelt.

Die sensorischen Beschreibungen können für ein sensorisches Marketing eingesetzt werden und Verbrauchern eine gute Unterstützung für die Sortenwahl geben. Für Verwendungszwecke die eine herbere Sorte, wie die Princess benötigen, könnten die Verbraucher diese unter Verwendung der sensorischen Beschreibung gezielt auswählen.

Der Sortenvergleich über die drei Analysenjahre zeigt auch die deutlichere Anfälligkeit der Sorte Princess gegenüber feuchten Witterungseinflüssen in Norddeutschland im Jahre 2007. Die Sortenbeschreibung gibt somit auch eine Hilfestellung bei der Standortwahl.

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes „Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion“ durchgeführt, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert wurde (FKZ 06OE125, FKZ 06OE149 und FKZ 06OE295).

## Literatur

- Böhm H, Dreyer W, Dresow JF, Landzettel C, Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011): Forschungsprojekt zur Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion – Hintergrund und Projektbeschreibung. Landbauforschung SH 348:1-13
- Buchecker K, Mahnke-Plesker, S. (2010) Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion Teil 3: Welche Aussagen liefert die deskriptive Analyse über die sensorische Qualität der Kartoffeln, Kartoffelbau 61(12/2010):548 – 551
- Bundessortenamt (2010): Beschreibende Sortenliste Kartoffeln. < <http://www.bundessortenamt.de>>
- Beuth-Verlag (2000): DIN Norm 10967 -2: Sensorische Prüfverfahren – Profilprüfung – Teil 2: Konsensprofil
- Mahnke-Plesker S, Buchecker K, Westhues F (2011): Entwicklung einer Methode zur Sensorischen

Analyse von Bio-Kartoffel. Landbauforschung SH  
348:79-85

Seefeldt HF, Tønning E, Thybo AK. (2010):  
Exploratory sensory profiling of three culinary  
preparations of potatoes (*Solanum tuberosum* L.),  
Journal of the Science of Food and Agriculture,  
Volume 91, Issue 1, 104–112, 15 January 2011

Ulrich D, Hoberg E, Neugebauer W, Tiemann H,  
Darsow U (2000): Investigation of the boiled po-  
tato flavour by human sensory and instrumental  
methods. Am. J. Pot Res 77(2):111-117



## Interpretation ausgewählter sensorischer Ergebnisse von Bio-Kartoffeln durch den Vergleich der Werte mittels Boxplots

KIRSTEN BUCHECKER<sup>1</sup>, SYLVIA MAHNKE-PLESKER<sup>2</sup>, HERWART BÖHM<sup>3</sup> UND FRANZ WESTHUES<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ttz-Bremerhaven, Lengstraße 3, 27572 Bremerhaven, kbuch@ttz-bremerhaven.de

<sup>2</sup> Qualitätsmanagement-Beratung für Öko-Produkte, Niddastr. 41, 63329 Egelsbach,  
Mahnke-Plesker@t-online.de

<sup>3</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32,  
23847 Westerau, herwart.boehm@vti.bund.de

<sup>4</sup> Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern e.G., Rommersch 13,  
59510 Lippetal-Lippborg, f.westhues@marktgenossenschaft.de

### Zusammenfassung

Um Zusammenhänge zwischen fehlerhaften sensorischen Partien und Anbauparametern aufzudecken, wurde mittels Boxplots die Lage der Werte, die Streuung sowie die Extremwerte und Ausreißer bestimmt. Da von diesen Werten nur eine geringe Anzahl vorlag, konnten erste Annahmen, aber keine signifikanten Aussagen getroffen werden. Aufgrund der Anzahl der erfassten Anbauparametern und Inhaltsstoffe auf die sensorische Qualität der Kartoffeln ließen sich nur wenige Hypothesen ableiten. Ein Zusammenhang zeigte sich zu den Witterungsbedingungen und der dadurch verkürzten Wachstumsphase auf die sensorischen Parameter der Sorte Princess.

*Schlüsselworte: Bio-Kartoffel, Boxplots, Extremwerte, Ausreißerwerte, Sensorik*

### Abstract

#### **Interpretation of selected sensory results of organic potatoes by comparing the values by box plots**

In order to uncover relationships between incorrect sensory lots and cultivation parameters, box plots were used for analyzing the situation of the values, the spread of data as well as for identification the extreme values and outliers. Only a small number of extreme values and outliers were present, so that first assumptions, but no significant statements could be met. Due to the number of recorded growth parameters and nutrients on the sensory quality of potatoes only a few hypotheses could be derived. A correlation was shown to the weather conditions and the resulting shortened growth-period on the sensory parameters of the variety Princess.

*Keywords: organic potato, sensory quality, extrema, boxplots*

## Einleitung

Um die Ursache der sensorisch abweichenden Partien zu identifizieren, wurden zwei Auswertungsansätze gewählt: Zum einen wurden die Korrelationen zwischen Anbauparametern, Inhaltsstoffen und sensorischen Eigenschaften ausgewertet (Mahnke-Plesker et.al 2011 in diesem Heft). Zum anderen wurden mit Hilfe von Boxplots die Lage der Werte und deren Streuung betrachtet sowie die Extrem- und Ausreißerwerte bestimmt. Diese wurden mit den Anbauparametern verknüpft, um Hypothesen über die Einflussgrößen der sensorischen Fehler zu erhalten. Allerdings muss beachtet werden, dass die Datenlage aufgrund der geringen Anzahl an Extremwerten bzw. Ausreißern keine signifikante Aussage erlaubt. Dieses gilt für die Analyse der Pellfähigkeit, der Gelbintensität der Kartoffelfleischfarbe, des süßen und des bitteren Geschmacks. Die Anzahl erhöht sich bei der Betrachtung der erdigen und der muffig/modrigen Geschmacksnote.

Die Auswertung der Daten erfolgte getrennt nach Sorten, Anbaujahren und Regionen. Bei den Anbauregionen wurde insbesondere auf das Nord-Süd-Gefälle fokussiert, da hier sehr unterschiedliche Witterungsverläufe zugrunde lagen. Nachfolgend wird die Betrachtung nach Sorten und Jahren dargestellt.

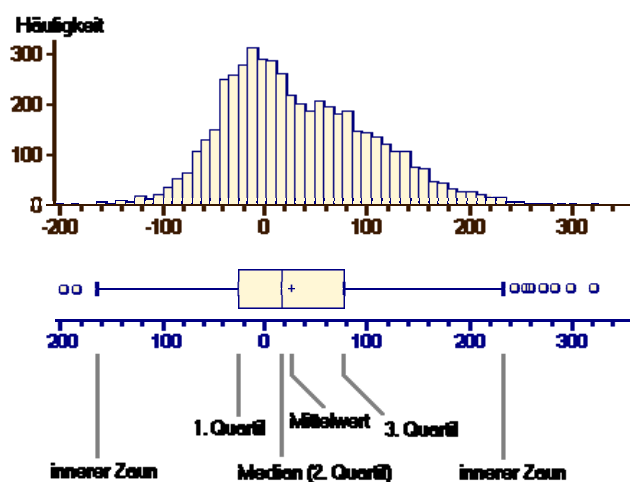
## Material und Methoden

### Berechnung der Streuung und der Extremwerte (Boxplots)

Boxplots sind eine Methode zur grafischen Darstellung der Lage und Verteilung (Streuung) von gemessenen Werten einer Variablen in Relation zu einer Bezugsgröße. Sie werden in der deutschen Übersetzung auch Schachteldiagramme genannt, weil die graphische Darstellung an eine Schachtel (engl. box) erinnert. Diese wurde für die Auswertung ausgewählt, da sie Hypothesen über Ursache und Grund der beobachteten Daten liefern kann.

Zur Darstellung der sensorischer Ergebnisse wurden die einzelnen sensorische Attribute in Relation zum Anbaujahr, zur Anbauregion oder zum Erntezeitpunkt gesetzt.

In der folgenden Darstellung werden die Boxplots sowie deren Herleitung dargestellt.



Quelle: [www.statistics4you.de](http://www.statistics4you.de)

Abbildung 1: Diagrammherleitung Boxplot

Zur Berechnung von Box-Plots werden die Daten zunächst nach einer festgelegten Reihenfolge sortiert (z. B. aufsteigend). Die Werte werden in Quartile geteilt, d.h. die Datenmenge wird in 4 gleiche Viertel aufgeteilt. Bei 25 % der Daten liegt das 1. Quartil, bei 50 % (dem Median oder Zentralwert) liegt das zweite Quartil, und bei 75 % der Daten liegt das 3. Quartil. Zwischen dem 1. und dem 3. Quartil liegt der Interquartilsabstand (Inter quartile range = IQR), der 50 % der Daten enthält und ein Maß für die Verteilung bzw. Streuung dieser Daten darstellt. Er entspricht dem Rechteck, das die Box bildet. Der Median (2. Quartil) teilt die Box und wird mit einem Teilungsstrich dargestellt. Je nach Art der Verteilung liegt er entweder genau in der Mitte und entspricht dem Mittelwert, oder ist nach links oder rechts verschoben.

Die Box ist auf jeder Seite durch Linien verlängert, die dem 1,5-fachen IQR entsprechen.

chen. Diese Werte werden „innere Zäune“ genannt. Sie stellen den kleinsten (linke Seite der Box) oder den größten (rechte Seite der Box) nicht extremen Wert dar. Außerhalb der inneren Zäune liegen die äußeren Zäune mit einem 3fachen IQR. Diese Werte gelten als Extremwerte und werden als Kreise dargestellt und mit der Nummer des jeweiligen Datensatzes (hier: Schlagnummer) versehen. Werte außerhalb der äußeren Zäune gelten als Ausreißer und werden mit einem Kreuz dargestellt. Sie treten äußerst selten mit einer Wahrscheinlichkeit von unter 0,01 % auf.

Die Berechnung der Box Plots erfolgte mit SPSS (Version IBM SPSS Statistics 19).

### **Interpretation der Extremwerte und Ausreißer**

Zur Interpretation der Extremwerte und der Ausreißer erfolgte ein Datenabgleich der Werte mit ausgewählten, im Projekt erhobenen Parametern, von denen man vermutete, dass ein großer Einfluss auf die sensorischen Parameter ausgehen könnte. Folgende Parameter wurden ausgewählt:

- Nitratgehalt
- Stärkegehalt
- Anzahl Tage zwischen Pflanzung und Krautsterben (Wachstumsphase)
- Schorfbefall
- Befall mit Rhizoctonia
- Drahtwurmbefall
- Beschädigungen.

Diese Ergebnisse sind zur besseren Übersicht in Tabellenform zusammenfassend dargestellt, wobei

- die Anzahl der ermittelten Schläge numerisch aufgeführt wurde (z. B. 2x)
- die Darstellung sehr niedriger Werte mit einem ↓ und
- die Darstellung sehr hoher Werte mit einem ↑ erfolgte
- nicht auffällige Werte wurde mit einem „-“, gekennzeichnet.

Ein Nitratgehalt < 100 mg/kg FM wurde als niedrig eingestuft, ein Gehalt > 250 mg/kg als hoch.

Die Einordnung der Stärkegehalte erfolgte sortenspezifisch (Ø Princess 10 %, Ditta 12 % und Nicola 13 %), wobei eine Abweichung von mehr als 1 %-Punkte nach oben oder unten als niedrig bzw. hoch eingestuft wurde.

Die Anzahl der Tage zwischen Pflanzung und Krautsterben wurde folgendermaßen definiert: < 70 niedrig, > 100 hoch.

Bei Schorf wurde der Wert < 2,5 % als niedrig, Werte > 10 % als hoch eingestuft.

Bei Rhizoctonia wurde eine Boniturnote < 1,0 als niedrig und Noten über > 3 als hoch eingestuft (Boniturschlüssel 0; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4).

Bei Drahtwurm wurden Werte < 2,5 als niedrig, Werte > 15 als hoch eingestuft.

Bei Beschädigungen wurde der Wert 2,5 als niedrig, Werte > 10 als hoch eingestuft.

## **Ergebnisse**

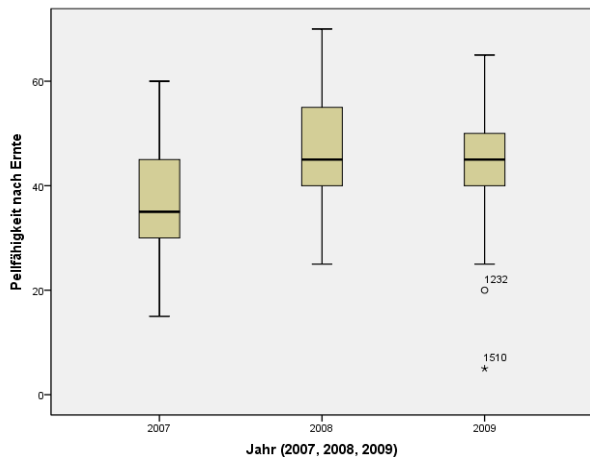
In die Auswertung wurden die konsumentenrelevanten Attribute Pellfähigkeit, Farbe Gelb innen, sowie die Geschmacksattribute bitter, süß, erdig und muffig/modrig einbezogen, die vergleichend für die Anbaujahre betrachtet werden.

### **Attribut Pellfähigkeit nach der Ernte**

#### **Princess**

Wie bereits in dem Beitrag zur Beschreibung der Sorteneigenschaften (Buchecker et al. 2011a, in diesem Heft) dargestellt wurde, hat die Sorte Princess die geringste Pellfähigkeit aller untersuchten Sorten (Abb. 2). Die Lage der Boxen zeigt, dass im Jahr 2007 die Pellfähigkeit am geringsten ausgeprägt war, d. h. die Kartoffeln waren in dem Jahr schwieriger zu pellen. Im Jahr 2008 war die Pellfähigkeit

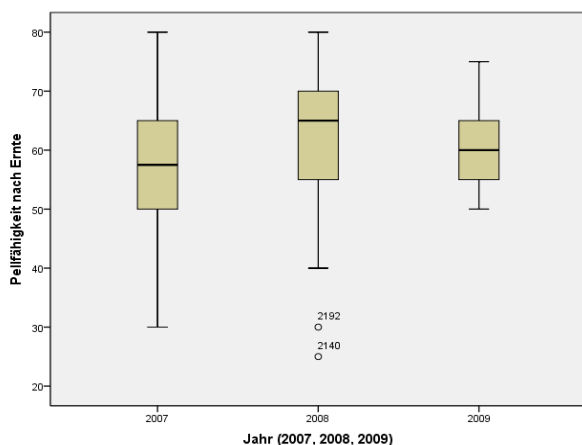
am besten, wobei die Streuung der Werte in beiden Jahren ähnlich groß war. Bei allen untersuchten Schlägen lag die Pellfähigkeit höher als im Jahr 2007.



**Abbildung 2:** Pellfähigkeit der Sorte Princess in Abhängigkeit nach Anbaujahren

Im Anbaujahr 2009 gibt es weniger besser pelffähige Kartoffeln der Sorte Princess als im Jahr 2008. Die Streuung ist geringer. In diesem Jahr gab es einen Schlag mit einem Extremwert und einem Ausreißer. Beide Schläge verfügen daher über eine schlechte Pellfähigkeit.

### Nicola

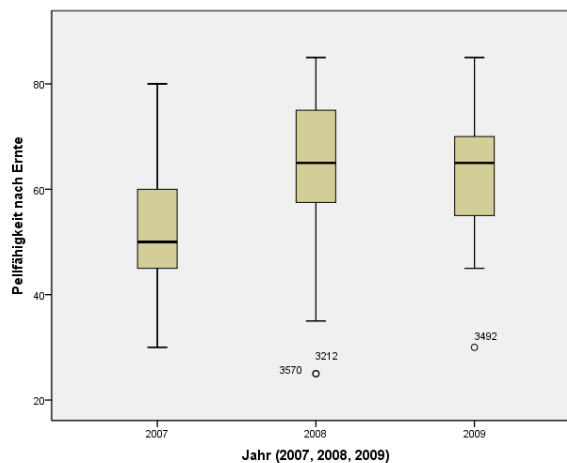


**Abbildung 3:** Pellfähigkeit der Sorte Nicola in Abhängigkeit nach Anbaujahren

Die Lage der Werte zeigt, dass Nicola über alle Jahre eine bessere Pellfähigkeit als Prin-

cess besaß (Abb. 3). Sie war besonders gut im Jahr 2008. Die Lage der Box zeigt, dass im Jahr 2007 eine höhere Anzahl Schläge schlechter zu pellen war und die Pellfähigkeit nicht die Qualität des Anbaujahres 2008 erreichte. Im Jahr 2009 ist die Streuung der Werte geringer.

### Ditta



**Abbildung 4:** Pellfähigkeit der Sorte Ditta in Abhängigkeit nach Anbaujahren

Bei der Sorte Ditta zeigt die Lage der Boxen, dass ebenfalls im Jahr 2007 die Qualität der Pellfähigkeit geringer ausfiel und im Jahr 2008 – bis auf 2 Extremwerte – deutlich besser war (Abb. 4). Im Jahr 2009 war die Pellfähigkeit etwas schlechter als 2008. Die Streuung der Werte ist über die Jahre ungefähr gleich. Die Lage des Medians zeigt eine Verbesserung der Werteverteilung innerhalb der Box von 2007 bis 2009.

### Fazit Pellfähigkeit

Ein Vergleich der drei Sorten nach Anbaujahren zeigt, dass die Pellfähigkeit im Jahr 2007 am geringsten war und am besten im Jahr 2008. Im Jahr 2009 lag die Pellfähigkeit zwischen den Werten von 2007 und 2008. Als Hypothese lässt sich hier ein Zusammenhang zwischen den Witterungsbedingungen in den einzelnen Jahren ableiten (Böhm et al. 2011a, in diesem Heft). Es ist

auch zu beobachten, dass die beiden stärkerhaltigeren Sorten Nicola und Ditta eine bessere Pellfähigkeit besitzen.

### Extremwerte/Ausreißer

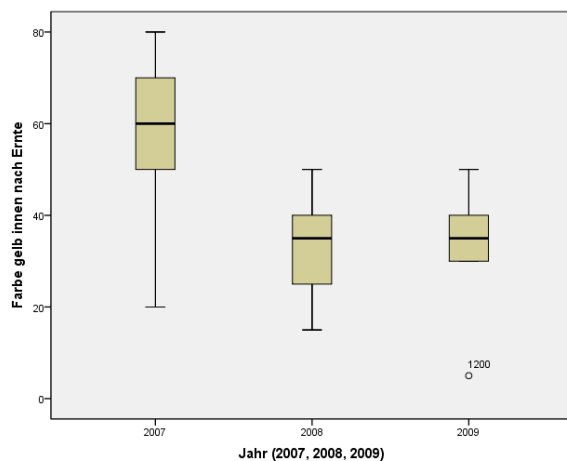
**Tabelle 1:** Ergebnisse des Datenabgleichs der Extremwerte/Ausreißer für die Pellfähigkeit mit ausgewählten Parametern

Extremwerte/ Ausreißer	Princess	Nicola	Ditta
Nitrat	1x -, 1x ↑	1x ↓, 1x -	1x ↓, 2x -
Stärke	1x -, 1x ↑	1x ↓, 1x -	1x ↓, 2x -
Anz. Tage Pflanzung bis Krautsterben	2x -	1x -, 1x ↑	1x ↓, 1x ↑, 1x -
Schorf	2x -	2x -	1x ↑, 2x -
Rhizoctonia	2x -	1x -, 1x ↑	3x -
Drahtwurm	2x -	2x -	1x ↑, 2x -
Beschädigung	2x -	1x ↑, 1x -	3x -

Eine Betrachtung der Extremwerte zeigt keine eindeutige Tendenz für mögliche Ursachen, die die niedrigere Pellfähigkeit erklären könnte (Tab. 1).

### Attribut Gelbintensität der Fleischfarbe nach der Ernte

#### Princess



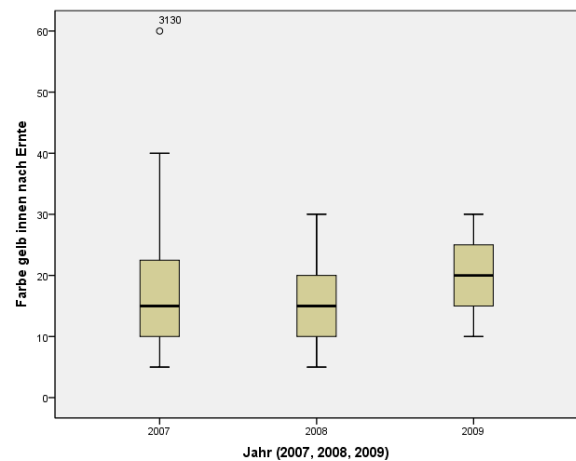
**Abbildung 5:** Gelbintensität der Sorte Princess in Abhängigkeit nach Anbaujahren

Bei der Sorte Princess gab es im Jahr 2007 eine sehr hohe Gelbintensität (Abb. 5). Die Lage der Boxplots zeigt, dass diese in den

Jahren 2008 und 2009 deutlich geringer ausfiel. Insbesondere im Anbaujahr 2008 zeigt die Lage der Box und insbesondere des 1. Quartils, dass eine deutlich geringere Pellfähigkeit vorlag. Das 3. Quartil liegt noch unterhalb des 1. Quartils des Boxplots aus 2007.

Im Jahr 2009 war die Streuung deutlich geringer als in den vorherigen Anbaujahren. Bei diesem Attribut gab es nur einen Extremwert mit niedriger Gelbintensität im Jahr 2009.

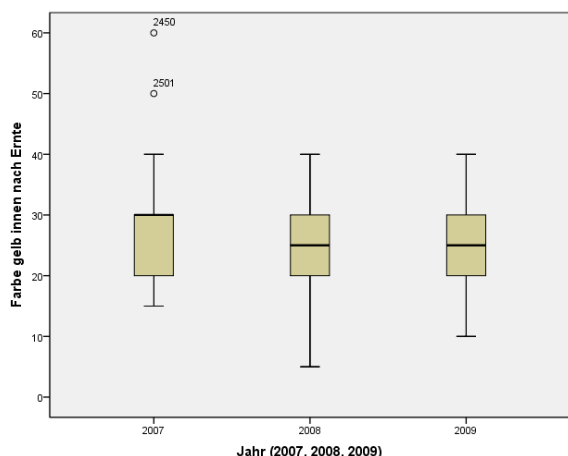
#### Nicola



**Abbildung 6:** Gelbintensität der Sorte Nicola in Abhängigkeit nach Anbaujahren

Die Gelbintensität von Nicola war – wie bereits im Beitrag von Buchecker et al. (2011a) beschrieben, deutlich geringer als bei Princess (Abb. 6). Die Lage der Boxplots zeigt für 2007 die größte Streubreite. In den Jahren 2007 und 2008 lag die untere Grenze der Box (1. Quartil) auf dem gleichen Niveau. Im Jahr 2007 wurden bei einigen Schlägen höhere Intensitäten gemessen als im Jahr 2008 erreicht wurden. Im Jahr 2009 zeigt die Lage der Box etwas höhere Werte als in den vorherigen Jahren. Im Jahr 2007 wurde ein Extremwert ermittelt.

### Ditta



**Abbildung 7:** Gelbintensität der Sorte Ditta in Abhängigkeit nach Anbaujahren

Bei der Sorte Ditta sind die Streubreiten über die Jahre betrachtet ungefähr gleich (Abb. 7). Zwei Schläge in 2007 zeigen extreme Werte oberhalb der Box.

**Tabelle 2:** Ergebnisse des Datenabgleichs der Extremwerte/Ausreißer für die Gelbintensität der Fleischfarbe mit ausgewählten Parametern

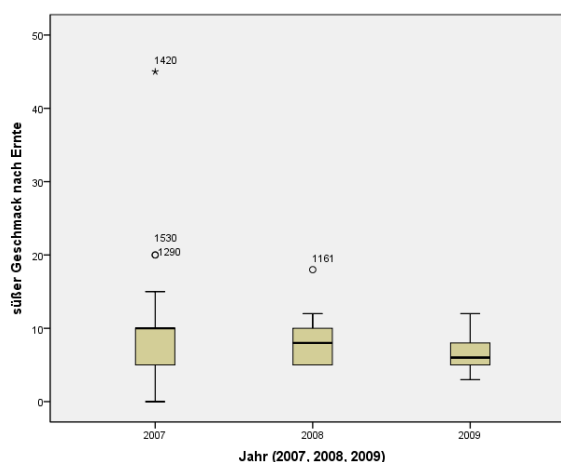
Extremwerte/ Ausreißer	Princess	Nicola	Ditta
Nitrat	1x -	1x -	1x -, 1x ↓
Stärke	1x -	1x -	2x -
Anz. Tage Pflanzung bis Krautsterben	1x -	1x-, 1x ↑	2x -
Schorf	1x -	2x -	2 x -
Rhizoctonia	1x -	1x-, 1x↑	1x ↑, 1x -
Drahtwurm	1x ↑	2x -	2x -
Beschädigung	1x -	1x ↑, 1x -	2x -

Der Abgleich mit den ausgewählten Parametern (Tab. 2) zeigt kein einheitliches Bild bzw. keine Erklärungsansätze für die Extremwerte.

### Attribut Geschmack süß nach der Ernte

#### Princess

Die Süße war bei Princess von allen untersuchten Sorten am geringsten ausgeprägt und die Streuung der Werte geringer als bei den anderen Sorten (Abb. 8). Im Jahr 2007 liegen die meisten Werte unterhalb des Medians, der bei der Intensität 10 liegt. Es gibt zwei Schläge mit Extremwerten und einen Ausreißer, der durch eine zu kühle Temperatur bei der Einlagerung direkt nach der Ernte identifiziert wurde. Im Jahr 2009 ist die Streuung am geringsten.



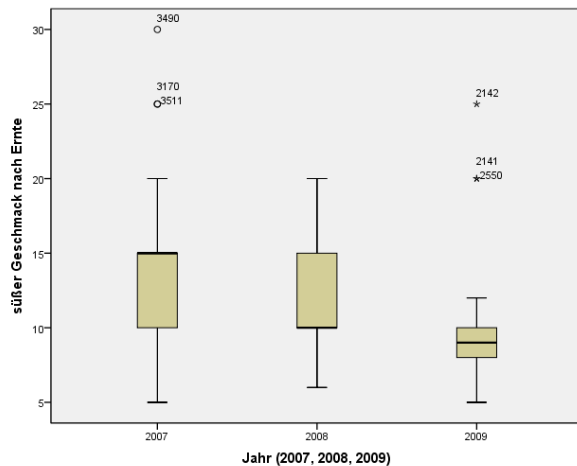
**Abbildung 8:** Geschmack süß der Sorte Princess in Abhängigkeit nach Anbaujahren

Die Süße war bei Princess von allen untersuchten Sorten am geringsten ausgeprägt und die Streuung der Werte geringer als bei den anderen Sorten (Abb. 8). Im Jahr 2007 liegen die meisten Werte unterhalb des Medians, der bei der Intensität 10 liegt. Es gibt zwei Schläge mit Extremwerten und einen Ausreißer, der durch eine zu kühle Temperatur bei der Einlagerung direkt nach der Ernte identifiziert wurde. Im Jahr 2009 ist die Streuung am geringsten.

#### Nicola

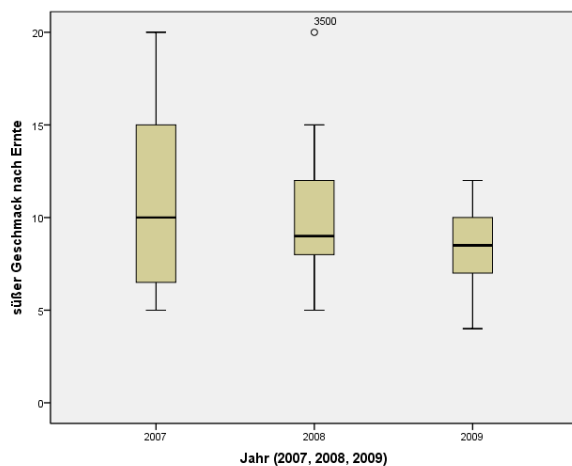
Bei Nicola bestätigt die Lage der Boxen, dass eine höhere Süßintensität als bei Prin-

cess vorliegt. Die Streuung der Werte ist auch höher als bei Princess (Abb. 9). Im Jahr 2009 fällt die Süßintensität deutlich geringer aus, als in den Jahren 2007 und 2008. Im Jahr 2007 liegen viele Werte unterhalb des Medians (langsamer Kurvenanstieg). Es gibt drei Ausreißer, die mit ihren Werten nach oben abweichen.



**Abbildung 9:** Geschmack süß der Sorte Nicola in Abhängigkeit nach Anbaujahren

### Ditta



**Abbildung 10:** Geschmack süß der Sorte Ditta in Abhängigkeit nach Anbaujahren

Die Sorte Ditta zeigte eine breitere Streuung der Werte im Jahr 2007 als die anderen Sorten und als in den anderen analysierten An-

baujahren (Abb. 10). Hier ist auch die breiteste Streuung innerhalb der Sorte zu verzeichnen. Im Jahr 2009 liegen die Süßintensitäten niedriger als in den anderen beiden Jahren. Ein möglicher Erklärungsansatz wären unterschiedlich hohe Stärkegehalte sein. Diese lagen jedoch in 2008 und 2009 mit 14,1 % auf vergleichbarem Niveau und waren in 2007 mit 13,3 % am geringsten.

### Fazit Geschmack süß

Bei allen Sorten ist zu sehen, dass die Süßintensität im Jahr 2009 geringer war, als in den Anbaujahren 2007 und 2008. Ditta zeigte die größten Auffälligkeiten bei dem Vergleich zwischen den Jahren. Hier gibt es insbesondere im Jahr 2007 die breiteste Streuung. Hierauf wird im Nord-Süd-Vergleich noch genauer eingegangen. Der Extremwertabgleich (Tab. 3) führte zu keinen einheitlichen und interpretierbaren Erklärungsansätzen.

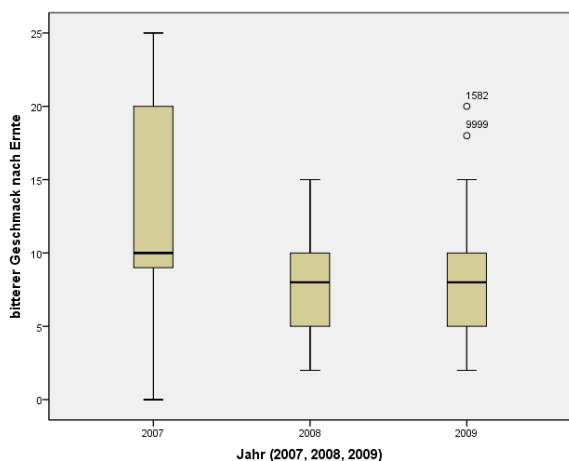
**Tabelle 3:** Ergebnisse des Datenabgleichs der Ausreißer für den Geschmack süß mit ausgewählten Parametern

Extremwerte/ Ausreißer	Princess	Nicola	Ditta
Nitrat	1x ↓, 2x -	4x ↓, 2x -	1x ↓
Stärke	1x ↓, 3x -	1x ↑, 5x -	1x ↓
Anz. Tage Pflanzung bis Krautsterben	1x -, 3x ↓	5x -, 1x ↓	1x -
Schorf	4x -	6x -	1x ↑
Rhizoctonia	3x -, 1x ↑	3x ↑, 3x -	1x -
Drahtwurm	4x -	5x -, 1x ↑	1x -
Beschädigung	2x -, 2x ↑	6x -	1x -

### Attribut Geschmack bitter nach der Ernte Princess

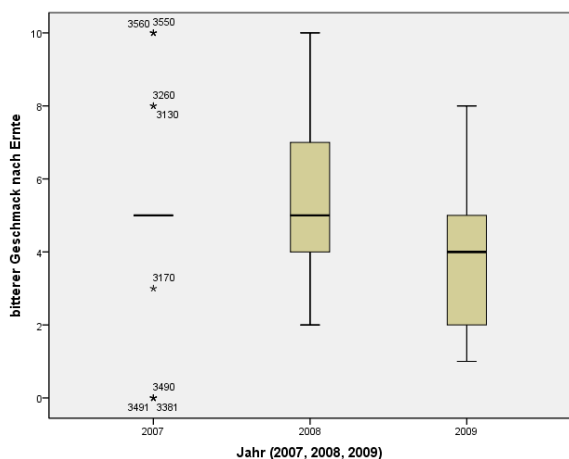
Das 2007er Boxplot zeigt sehr deutlich die breite Streuung der Werte und die hohe Lage der begrenzenden Quartile gegenüber den anderen analysierten Anbaujahren (Abb. 11).

Extremwerte oder Ausreißer sind nicht zu verzeichnen. Ein Erklärungsansatz ist, dass der sehr feuchte Sommer in Norddeutschland im Jahr 2007, aus dem die überwiegende Zahl der Princess-Partien stammt (80 %) die Ausprägung der Bitternote beeinflusst hat. Im Jahr 2008 und 2009 lagen die Werte deutlich niedriger und die Streuung der Werte war wesentlich geringer. Im Jahr 2009 gab es zwei Schläge mit Extremwerten nach oben.



**Abbildung 11:** Geschmack bitter Princess nach Jahren sortiert

**Nicola**

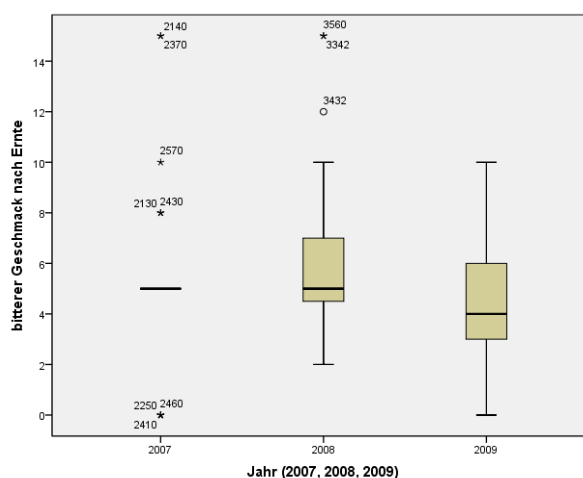


**Abbildung 12:** Geschmack bitter der Sorte Nicola in Abhängigkeit nach Anbaujahren

Bei der Sorte Nicola lagen im Jahr 2007 fast alle Schläge bei der Intensität 5 (Abb. 12).

Die Box zeigt keine Streuung der Werte. Fünf Schläge haben Ausreißerwerte oberhalb des oberen Zaunes, 4 Schläge liegen unterhalb. Im Jahr 2008 ist die Streubreite sehr viel größer. Der Median liegt etwas unterhalb der Boxmitte, d.h. der Kurvenverlauf ist flacher im höheren Wertebereich. 2009 ist die Lage der Box niedriger als im Jahr 2008. Die größere Anzahl von Schlägen liegt im unteren Wertebereich der Box.

**Ditta**



**Abbildung 13:** Geschmack bitter der Sorte Ditta nach Jahren sortiert

Die Sorte Ditta (Abb. 13) zeigte im Jahr 2007 ein fast identisches Bild wie die Sorte Nicola (Abb. 12). Fast alle Schläge hatten die Intensität 5. Es liegt keine Streuung der Werte innerhalb der Box vor. 5 Schläge haben Ausreißerwerte oberhalb des oberen inneren Zauns. Vier Schläge haben Ausreißerwerte unterhalb des unteren inneren Zaunes.

Im Jahr 2008 wies die Bitternote eine stärkere Streubreite auf. Die Lage des Medians zeigt, dass die meisten Werte oberhalb liegen. Ein Schlag zeigte einen Extremwert, zwei weitere Schläge Ausreißerwerte. 2009 liegt die Box etwas niedriger und es sind keine Extrem- oder Ausreißerwerte zu sehen.

### Fazit Geschmack bitter

Princess hatte die höchsten Bitterintensitäten. Dies zeigte sich insbesondere im Jahr 2007. Bei den anderen Sorten war die Bitternote in dem Jahr nicht besonders intensiv ausgeprägt. Im Anbaujahr 2008 stieg die Bitterintensität für Nicola und für Ditta gegenüber 2007.

Extremwerte und Ausreißer traten für die Geschmacksausprägung Bitter häufiger als bei Süße und Gelbausprägung der Fleischfarbe auf, insbesondere bei den Sorten Nicola und Ditta im Jahr 2007, wobei diese sowohl im niedrigen als auch im hohen Bereich vorlagen.

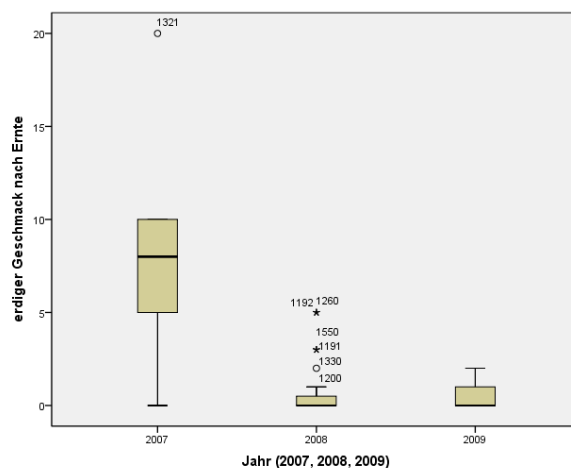
**Tabelle 4:** Ergebnisse des Datenabgleichs der Extremwerte/Ausreißer für den Geschmack bitter mit ausgewählten Parametern

Extremwerte/ Ausreißer	Princess	Nicola	Ditta
Nitrat	1x ↓, 1x -	8x -	Niedrige Bitterintensitäten: 3x ↓ (sehr niedrige Werte). Hohe Intensitäten: 2x ↓, 5x -, 1x ↑
Stärke	2x -	Niedrige Intensitäten: 4x ↑ Hohe Intensitäten: 4x -	Niedrige Intensitäten: 3x ↓, 2x -, 1x ↑ Hohe Intensitäten: 2x ↓, 2x -, 1x ↑
Anz. Tage Pflanzung bis Krautsterben	1x ↓, 1x -	6x -, 2x ↓	4x ↓, 6x -, 1x ↑
Schorf	2x -	8x -	11x -
Rhizoctonia	1x ↑, 1x -	6x ↑, 2x -	2x ↑, 9x -
Drahtwurm	2x -	8x -	8x -, 3x ↑
Beschädigung	1x-, 1x ↑	2x ↑, 6x -	10x -, 1x ↑ (bei niedriger Intensität)

Die Analyse der Extremwerte ist am interessantesten bei Ditta (Tab. 4). Es lässt sich nicht die Hypothese ableiten, dass hohe Nitratwerte höhere Bitternoten verursachen,

dennoch lag bei den Partien mit extrem niedrigen Bitternoten ein sehr niedriger Nitratgehalt vor. Dies ist eine interessante Auffälligkeit, die bei der Sorte Nicola so nicht zu sehen ist. Es wäre interessant, diesen Zusammenhang wissenschaftlich weiter zu untersuchen.

### Attribut Geschmack erdig nach der Ernte Princess

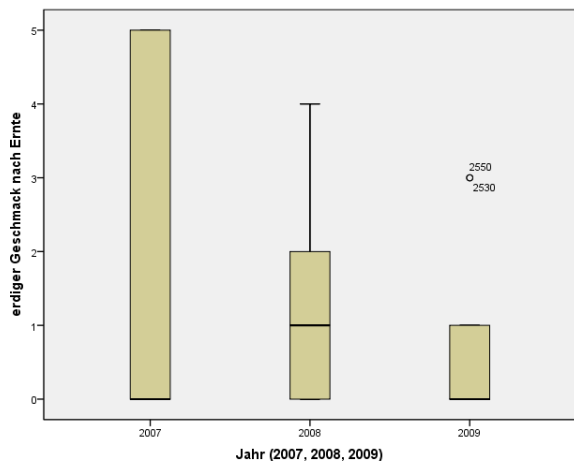


**Abbildung 14:** Geschmack erdig der Sorte Princess in Abhängigkeit nach Anbaujahren

Princess hat im Jahr 2007 die höchste Streubreite (Tab. 14). Die Lage der Box zeigt, dass die Werte höher lagen als in den Jahren 2008 und 2009. Die geringste Streubreite und die niedrigsten Werte gab es im Jahr 2008, in dem es andererseits am meisten Extremwerte und Ausreißer auftraten. Diese lagen aber immer noch niedriger als die meisten Werte im Jahr 2007.

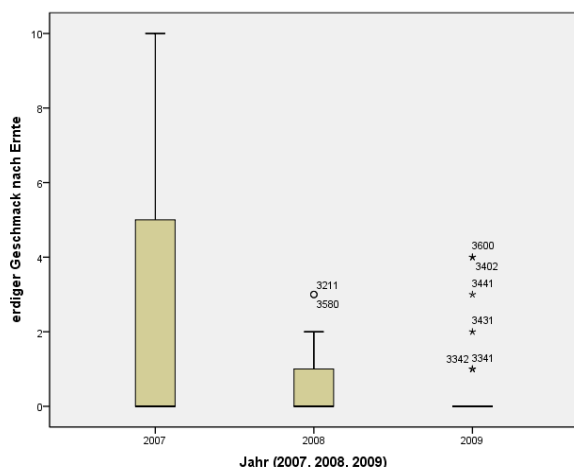
### Nicola

Die Intensitäten der Note erdig für Nicola (Skalierung hier nur von 0 bis 5) lagen deutlich geringer als für Princess. Im Jahr 2007 wies Nicola die größte, in 2009 die geringste Streuung auf bei gleichzeitig sehr niedrigen Werten. Doch zeigten in diesem Jahr zwei Schläge Extremwerte.



**Abbildung 15:** Geschmack erdig der Sorte Nicola in Abhängigkeit nach Anbaujahren

**Ditta**



**Abbildung 16:** Geschmack erdig der Sorte Ditta in Abhängigkeit nach Anbaujahren

**Fazit Geschmack erdig**

Im Jahr 2007 war die erdige Note bei allen Sorten am stärksten ausgeprägt und die Streuung besonders stark. Die Boxplots zeigen deutlich, dass Princess im Anbaujahr 2007 eine besonders intensive erdige Note aufwies. Im Jahr 2008 war diese wesentliche geringer ausgeprägt

Die Ergebnisse des Abgleichs zeigen, dass kaum Einflüsse der untersuchten Parameter auf den erdigen Geschmack zu verzeichnen sind (Tab. 5). Im Jahre 2008 hatten bei Ditta

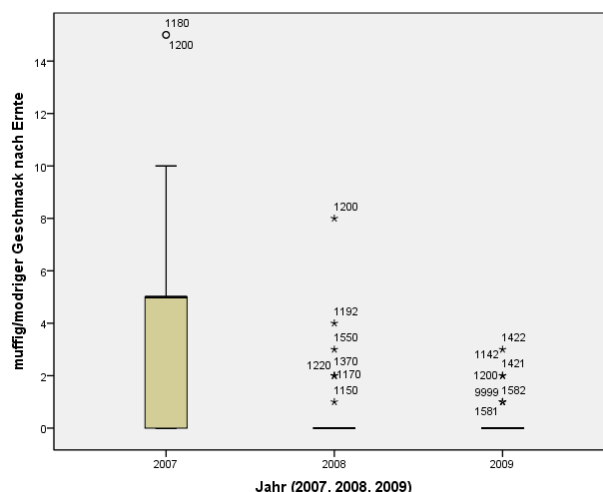
die Extremwerte mit erdiger Geschmacksausprägung sehr niedrige Nitratwerte und hohe Stärkegehalte. Im Jahr 2009 hat sich dieses Muster nicht wiederholt.

**Tabelle 5:** Ergebnisse des Datenabgleichs der Extremwerte/Ausreißer für den Geschmack erdig mit ausgewählten Parametern

Extremwerte/ Ausreißer	Princess	Nicola	Ditta
Nitrat	1x ↓, 6x -	2x -	4x ↓, 4x -
Stärke	1x ↑, 6x -	2x -	3x ↑, 4x -
Anz. Tage Pflanzung bis Krautsterben	4x ↓, 3x -	1x -, 1x ↓	3x -, 5x ↓
Schorf	7x -	2x -	8x -
Rhizoctonia	2x ↑, 5x -	1x ↑, 1x -	7x -, 1x ↑
Drahtwurm	2x ↑, 5x -	1x ↑, 1x -	6x -, 2x ↑
Beschädigung	4 x -, 3x ↑	1x ↑, 1x -	6x -, 2x ↑

**Attribut Geschmack muffig/modrig nach der Ernte**

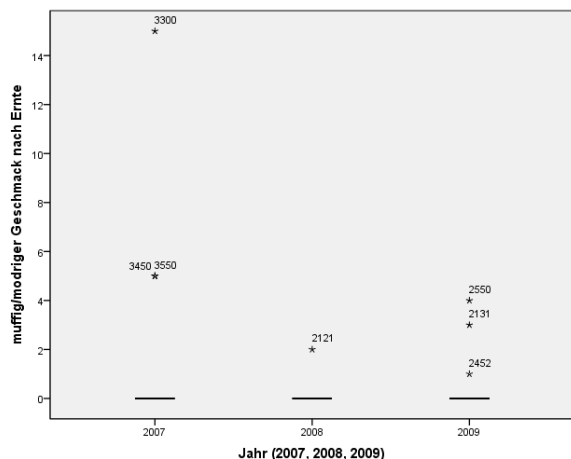
**Princess**



**Abbildung 17:** Geschmack muffig/modrig der Sorte Princess in Abhängigkeit nach Anbaujahren

Im Jahr 2007 ist gegenüber den anderen Jahren die größte Streubreite innerhalb der Box zu beobachten (Abb. 17), wobei zwei Schläge Extremwerte aufwies. In den Jahren 2008 und 2009 lag der Median bei dem Wert Null. Es existieren jeweils 7 Ausreißerwerte im oberen Bereich.

### Nicola

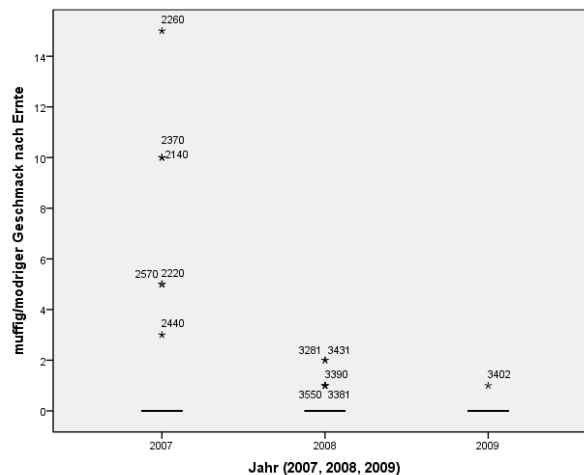


**Abbildung 18:** Geschmack muffig/modrig der Sorte Nicola in Abhängigkeit nach Anbaujahren

Bei der Nicola liegen die Mediane für alle Jahre bei der Intensität 0 (Abb. 18). In allen drei Erntejahren gab es Ausreißer mit sehr starker muffig/modriger Ausprägung. Die Anzahl pro Jahr war aber geringer als bei Princess.

### Ditta

Auch bei Ditta lagen die Mediane für alle drei Jahre bei dem Wert Null (Abb. 19). Im Jahr 2007 streuten die Ausreißerwerte am stärksten. Im Jahr 2009 gab es nur einen Ausreißerwert.



**Abbildung 19:** Geschmack muffig/modrig der Sorte Ditta in Abhängigkeit nach Anbaujahren

### Fazit muffig/modrig

Princess hatte im Jahr 2007 die stärkste Schwankungsbreite. Ab 2008 lagen die Mediane wie bei den übrigen Produkten bei der Intensität Null. Bei Nicola ist die Anzahl der Ausreißer am geringsten. Daraus könnte geschlossen werden, dass die Sorte weniger anfällig ist für die Ausprägung muffiger Noten.

**Tabelle 6:** Ergebnisse des Datenabgleichs der Extremwerte/Ausreißer für den Geschmack muffig/modrig mit ausgewählten Parametern

Extremwerte/ Ausreißer	Princess	Nicola	Ditta
Nitrat	14x -, 2x ↓	3x ↓, 4x -	7x ↓ (4x 2008), 5x -
Stärke	2x ↓ (beide 2007), 14x -	4x ↑, 3x -	3x ↓ (2007), 12x -
Anz. Tage Pflanzung bis Krautsterben	9x ↓, 7x -	7x -	6x -, 6x ↓
Schorf	16x -	7x -	12x -
Rhizoctonia	9x -, 7x ↑	4x -, 3x ↑	10x -, 2x ↑
Drahtwurm	13x -, 3x ↑	4x -, 3x ↑	9x -, 3x ↑
Beschädigung	10x -, 6x ↑	4x -, 3x ↑	10x -, 2x ↑

Bei Nicola und Ditta gab es die leichte Tendenz, dass niedrige Nitratwerte zu einer höheren Anfälligkeit für muffige Noten in der Kartoffel führten (Tab. 6). Diese These bedarf jedoch einer weitergehenden Untersuchung. Bei Princess und Ditta zeigte sich eine Tendenz, dass eine niedrige Anzahl von Tagen zwischen Pflanzung und Krautsterben die Ausbildung muffiger Noten begünstigt. In stark mit Krautfäule befallenen Kartoffelbeständen können die Kartoffeln während der weiteren Abreife mit der Knollenbraunfäule befallen werden, so dass benachbarte Knollen eine stärkere muffig/modrige Ausprägung annehmen.

### **Danksagung**

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes "Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion" durchgeführt, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert wurde (FKZ 06OE125, FKZ 06OE149 und FKZ 06OE295).

### **Literatur**

- Böhm H, Dreyer, Dresow JF, Landzettel C, Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011): Forschungsprojekt zur Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion – Hintergrund und Projektbeschreibung. Landbauforschung SH 348:1-13
- Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011): Sensorische Sortenprofile. Landbauforschung SH 348:87-97
- Bartholomew DJ, Steele F, Galbraith JJ, Moustaki I (2002): The Analysis and Interpretation of Multivariate Data for Social Scientists, Chapman & Hall/CRC
- Jöreskog KG, Sorbom, D (1988): PRELIS, a program for multivariate data screening and data summarization. Scientific Software, Mooresville
- Mahnke-Plesker S, Buchecker K, Böhm H, Westhues F (2011): Zusammenhang zwischen Sensorik und Anbauparametern von Bio-Kartoffeln nach Ernte und Lagerung. Landbauforschung SH 348:111-128
- Satistik4you (2011): [http://www. Statistik4you.de](http://www.Satistik4you.de). [zitiert am 30.06.2011]

## Zusammenhang zwischen Sensorik und Anbauparametern von Bio-Kartoffeln nach Ernte und Lagerung

SYLVIA MAHNKE-PLESKER<sup>1</sup>, KIRSTEN BUCHECKER<sup>2</sup>, HERWART BÖHM<sup>3</sup> UND FRANZ WESTHUES<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Qualitäts-Management-Beratung für Öko-Produkte, Niddastr. 41, 63329 Egelsbach  
mahnke-plesker@t-online.de

<sup>2</sup> ttz-Bremerhaven  
Lengstraße 3, 27572 Bremerhaven, kbuch@ttz-bremerhaven.de

<sup>3</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32,  
23847 Westerau, herwart.boehm@vti.bund.de

<sup>4</sup> Marktgenossenschaft der Naturland-Bauern e.G., Rommersch 13  
59510 Lippetal-Lippborg, f.westhues@marktgenossenschaft.de

### Zusammenfassung

Über einen Zeitraum von drei Jahren (2007-2009) wurde der Zusammenhang zwischen sensorischen Attributen, Anbauparametern sowie Stärke, Nitrat und Alkaloiden bei den Sorten Princess, Ditta und Nicola untersucht. Es konnte bei der Sorte Princess ein Zusammenhang zwischen der Wachstumsphase (Anzahl der Tage zwischen Pflanzung und Absterben) mit der Ausprägung süß, sauer, erdig und muffig/modrig festgestellt werden. Bei der Sorte Ditta konnte keine Korrelation zu der Länge der Wachstumsphase und sensorischen Attributen festgestellt werden, wahrscheinlich dadurch bedingt, dass sie ihre Geschmacksausbildung durch die besseren Witterungsbedingungen abschließen konnte.

Die Sorte Princess reagiert auf die schlechten Wetterbedingungen mit erhöhten Bitternoten, während sich bei Ditta eher höhere Süßwerte ausbilden. D.h., dass die Reaktion auf schlechte Wachstumsbedingun-

gen genetisch fixiert ist und sich unterschiedlich bei den Kartoffelsorten in den sensorischen Parameter auswirkt.

Auch bei der Sorte Nicola konnte kein Zusammenhang zwischen sensorischen Parametern und der Wachstumsphase festgestellt werden. Dies könnte damit zusammenhängen, dass die Sorte Nicola eine schnellere Jugendentwicklung als die Sorte Princess aufweist und dadurch die Geschmacksausbildung früher abgeschlossen ist.

Bei allen drei Sorten konnte über alle drei Jahre beobachtet werden, dass umso ausgeprägter die Bitternote war, desto geringer das Attribut süß wahrgenommen wurde. Keinen Zusammenhang gab es über alle drei Jahre bei allen drei Sorten zwischen den sensorischen Eigenschaften und Drahtwurmschaden bzw. Befall mit Drycore.

*Schlüsselwörter: Bio-Kartoffeln, Sensorik, Geschmack, Anbauparameter*

## Abstract

### **Correlation between sensory attributes and cultivation parameters of organic potatoes after harvest and storage**

Over a period of three years (2007 - 2009) the correlation between different sensory attributes, cultivation parameters as well as starch, nitrate and alkaloids for the varieties Princess, Ditta and Nicola were examined. Princess responds to a shortened growth-period with increased intensity of bitterness. Furthermore, there is a correlation between the number of days between planting and withering with the characteristics sweet, sour, earthy and moldy/musty. No correlation between the growth-period and sensory parameters could be ascertained for the variety Ditta, probably due to the fact that its taste-development could be completed as a result of better weather conditions.

The variety Princes reacted to inferior weather conditions with increased bitterness, whereas Ditta developed increased sweetness. This means that the reaction to inferior weather conditions is fixed genetically and affects the sensory parameters differently for each variety.

No correlation between the growth-period and sensory parameters could be ascertained for the variety Nicola, either. This might be due to the fact that the variety Nicola shows a faster early development than the variety Princess, which is why the taste-development is completed earlier.

It could be ascertained for all three varieties over the three year period that the more pronounced the bitterness was, the less discernible the attribute sweet became.

There was no correlation for all three varieties over the three year period between the sensory attributes and damage caused by wireworms or infestation with drycore.

*Keywords: organic potatoes, flavour sensory quality, cultivation parameters*

## Einleitung

Eine Vielzahl von Untersuchungen gibt es zur Sensorik von Bio-Kartoffeln insbesondere wie sich die verschiedenen Stärke- und Nitratgehalte auf den Geschmack auswirken. Jedoch werden immer wieder sensorische Mängel insbesondere auch nach der Lagerung festgestellt. Zu hohe Nitratwerte oder zu niedrige Stärkegehalte können die sensorischen Fehler oftmals nicht erklären. Daher wurde erstmals in einer umfangreichen Studie versucht, betriebs-spezifische Daten zu Anbau und Lagerung, Nährstoffversorgung, Inhaltsstoffen sowie zur phytopathologischen Situation mit den Ergebnissen der sensorischen Analyse zu verknüpfen, um mit den Ergebnissen Optimierungspotentiale für Anbau und Lagerung von Bio-Kartoffeln abzuleiten.

## Material und Methoden

Über einen Zeitraum von drei Jahren wurden die sensorischen Eigenschaften der Kartoffelsorten Princess, Ditta und Nicola nach der Ernte und einer fünfmonatigen Lagerung erfasst. Die gewonnenen Daten wurden mit Anbauparametern korreliert, um Zusammenhänge zwischen Wachstumszeit, Drahtwurmschaden, Ertrag etc. einerseits und Nitrat-, Stärke- und Alkaloidgehalt andererseits zu erfassen. Korreliert wurde nach den Anbaujahren 2007, 2008 und 2009, nach Sorte sowie alle Jahre und alle Sorten zusammen. Die Auswertung der Ergebnisse ergab, dass die drei Kartoffelsorten Princess, Ditta und Nicola unterschiedlich in ihren sensorischen Eigenschaften auf Stresssituationen, wie z.B. frühzeitiges Krautabsterben durch *P. infestans*, reagieren. Daher werden im Folgenden die Sorten separat betrachtet.

Für die Wachstumszeit wurde als Maßstab die Anzahl der Tage zwischen Pflanzung und Beginn Krautabsterben genommen. Für den Ertrag wurde als Parameter der Rohwarenertrag (dt/ha) ausgewählt. Zur Berechnung der Korrelationen wurde das Rangkorrelationsverfahren nach Spearman

angewandt, das in SAS 9.1 mit der Prozedur PROC CORR berechnet wurde. Das Rangfolgekorrelationsverfahren wurde ausgewählt, weil es als robust gegenüber Ausreißern gilt. Die Rangkorrelationskoeffizienten wurden folgendermaßen interpretiert, wobei die Zusammenhänge sowohl für positive als auch negative Zahlen gelten:

$$0,0 \geq r < 0,2$$

= kein bis geringer Zusammenhang

$$0,2 \geq r < 0,5$$

= schwacher bis mäßiger Zusammenhang

$$0,5 \geq r < 0,8$$

= deutlicher Zusammenhang

$$0,8 \geq r \leq 1,0$$

= starker bis perfekter Zusammenhang.

Die Abbildungen wurden mit Excel erstellt. Für die Auswertung wurden Korrelationen ab 0,5 betrachtet. Ein Überblick über alle relevanten Korrelationen geben die Tabellen 4-6 im Anhang.

Insgesamt wurden 47 sensorische Parameter mittels der deskriptiven Analyse (Konsensprofil) bestimmt (Beschreibung der Methode siehe Beitrag „Entwicklung einer Methode zur Sensorischen Analyse von Bio-Kartoffel“ von Mahnke-Plesker et al. (2011), in diesem Heft). Von den sensorischen Attributen wurden folgende in die Korrelationsberechnung einbezogen: Pellfähigkeit, Feuchtigkeit innen, gelb außen und innen, fest, breiig, mehlig, süß, bitter, sauer, erdig, muffig/modrig, maronig jeweils nach der Ernte und nach der Lagerung.

Die Witterungsbedingungen in den Anbaujahren 2007 bis 2008 werden ausführlich im Beitrag „Hintergrund und Projektbeschreibung“ in diesem Heft beschrieben (Böhm et al. 2011a). Im Folgenden wird das Wichtigste für die einzelnen Jahre zusammengefasst.

Im Jahr **2007** gab es sehr unterschiedliche Wachstumsbedingung in Nord- und Süddeutschland. Im Norden traten starke Niederschläge Ende Mai auf, die zu einer flächendeckenden Krautfäule-Infektion der

Bio-Kartoffeln mit stark verkürzter Wachstumszeit und hohen Ertragseinbußen führten. Im Norden lag die durchschnittliche Summe der Wachstumstage bei 88 im Gegensatz zu Süddeutschland mit 111 Tagen. Obwohl es auch im Süden 2007 zu hohen Niederschlagsmengen kam, hat die Niederschlagsverteilung dazu geführt, dass es keinen flächendeckenden Befall mit Krautfäule gab. Somit konnte das Jahr 2007 für Süddeutschland bei der Ernte und bei der Qualitätssituation als ein normales Jahr angesehen werden.

Das Anbaujahr **2008** kann als ein recht durchschnittliches Kartoffeljahr eingeordnet werden mit ausreichend Feuchtigkeit während der Wachstumsperiode, weder zu nass noch zu trocken zur Ernte.

Im Mai und Juni **2009** kam es in Süddeutschland durch die hohen Niederschläge zu einem frühen und starken Auftreten der Krautfäule, die zu deutlichen Mindererträgen führte. In Norddeutschland war es dagegen sehr trocken, die Krautfäule trat nur in geringem Umfang auf und hatte in den meisten Fällen keinen Einfluss auf den Ertrag. 2009 gab es überproportional viele beschädigte Knollen sowie Drahtwurmschäden.

## Ergebnisse und Diskussion

### Princess

Die Sorte Princess ist etwas bitterer als die Sorten Ditta und Nicola, was genetisch bedingt ist. In 2007 war die Bitterkeit stärker ausgeprägt als in den Jahren 2008 und 2009 (Abb.1). Die Schwankungsbreite der einzelnen sensorischen Attribute kann dem Beitrag „Sensorische Sortenprofile“ in diesem Heft (Buchecker et al. (2011) entnommen werden.

Die Aufteilung der Sorte Princess auf die Anbauregionen ist aus der Tabelle 1 ersichtlich:

**Tabelle 1:** Regionale Aufteilung der Partien der Anbaujahre 2007-2009 der Sorte Princess

Region/Anbaujahr	2007	2008	2009
Norddeutschland	25	21	23
Süddeutschland	4	8	11
übrige Regionen	2	2	0
Schläge insgesamt	31	32	34

### **Zusammenhang zwischen Wachstumszeit, Ertrag, Geschmacksattributen und Inhaltsstoffen**

Der Ertrag wird im wesentlichen bestimmt durch den Standort (Bodenart und Witterung), die zur Verfügung stehende Wachstumsphase (Anzahl Tage bis zum Befall mit *Phytophthora infestans*), der Beregnungsmenge und der Nährstoffversorgung der Böden sowie der Bodenbearbeitung (siehe Beitrag Böhm et al. (2011b) „Multiple Regressionsanalysen als Instrument einer tiefergehenden Datenanalyse“ in diesem Heft, Thybo et al. 2002 und 2006, ). Entscheidend ist jedoch die effektiv zur Verfügung stehende Vegetationszeit. Diese bedingt auch die Geschmacksausbildung der Sorte Princess. 2007 zeigte sich ein recht deutlicher Zusammenhang zwischen der Zahl der Wachstumstage (Abb. 1) und dem Rohwarenertrag sowie den sensorischen Attributen bitter, süß, sauer, erdig, muffig/modrig und Nitrat und Stärke. Es verblieb der Kartoffelpflanze zu wenig Zeit, Nitrat in Proteine einzubauen und ausreichend Stärke in die Knollen einzulagern.

### **Geschmacksattribut Bitter**

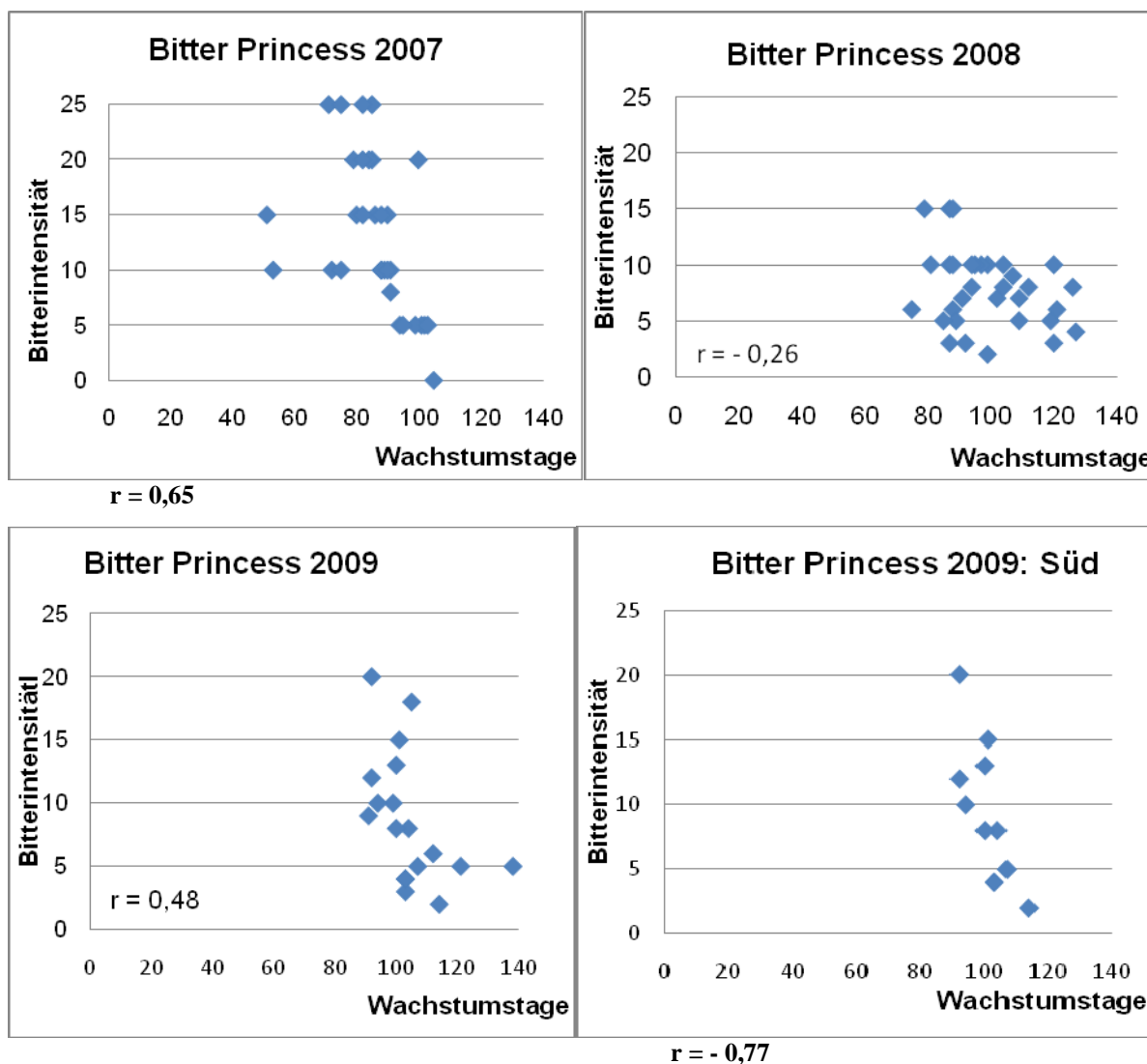
In Norddeutschland ist dieser Zusammenhang besonders deutlich geworden, wo es durch starke Niederschläge Ende Mai 2007 zu einer flächendeckenden Krautfäule-Infektion kam, was zu deutlichen Ertragseinbußen führte. Im Norden lag die durchschnittliche Summe der Wachstumstage bei 88 im Gegensatz zu Süddeutschland mit 111 Tagen. Die Bio-Kartoffeln

wiesen unterdurchschnittlich niedrige Stärkegehalte und relativ hohe Nitratgehalte auf. Dazu kamen bei der Sorte Princess relativ hohe Bitterwerte. Daher lag der Schluss nahe, dass der Bittergehalt bedingt durch die kurze Vegetationsperiode auf den hohen Nitratgehalt zurückzuführen war.

Diese These stellte sich jedoch in den Folgejahren als falsch heraus. Weder 2008 noch 2009 gab es einen Zusammenhang bei der Sorte Princess zwischen bitter und Nitrat (2008:  $r = 0,17$ , 2009:  $r = -0,20$  nach Ernte). Einen ähnlichen Verlauf der Korrelation gab es zwischen bitter und dem Rohertrag: Im Jahr 2007 gab es einen deutlichen Zusammenhang, in 2008 war er nur noch mäßig und 2009 war er gar nicht mehr gegeben.

In 2007 war die Bitterintensität umso intensiver je kürzer die Wachstumszeit war. Dieser Zusammenhang war in 2008 nur noch schwach ausgeprägt, in 2009 nahm er dagegen wieder zu, erreichte aber nicht die deutliche Korrelation von 2007. Die Wachstumsbedingungen 2009 im Süden ähnelten denen im Norden 2007. Betrachtet man daher nur die Werte aus Süddeutschland von 2009, so ergibt sich eine noch deutlichere Korrelation von bitter und Wachstumstagen als in 2007 ( $r = 0,77$ , Abb.1). Die Datengrundlage basierte jedoch nur auf 11 Partien aus dem Süden 2009.

Durch die fünfmonatige Lagerung konnte über die drei Jahre kein einheitlicher Trend auf die Intensität von bitter ausgemacht werden. 2007 kam es bei 10 Partien zu einer Zunahme, bei 10 Partien nahm sie ab und bei 11 Partien blieb sie gleich. In 2008 blieb nach der Lagerung nur bei 3 Partien die Bitterintensität gleich, bei 11 nahm sie ab und bei 18 nahm sie zu. In 2009 nahm die Bitterintensität nach der fünfmonatigen Lagerung in der überwiegenden Anzahl der Partien ab (26 von 34). Interessanterweise war das Lager mit den geschlossenen Kisten 2009 überproportional vertreten.



**Abbildung 1:** Zusammenhang zwischen Bitterkeit und Wachstumszeit bei der Sorte Princess 2007-2009

Die Ab- oder Zunahme bestimmter Inhaltsstoffe der Kartoffel während der Lagerung ist von der Temperatur, Lagerdauer und der Sorte abhängig (Morris et al 2007, Taylor 2007). Einige der Sorten, insbesondere mittelfrühe Sorten, werden nach einer gewissen Lagerzeit geschmacklich besser beurteilt (Möller 2003, Leisen et al. 2002, Peine und Leisen 2004).

In 2007 war eine leichte Tendenz erkennbar, dass bei geringeren Bitterwerten bis 10 die Intensität zunahm (bei 8 von 11 Partien), während sie bei hohen Werten (z.B. 25) eher abnahm. In 2008 war es genau umgekehrt: Bei Werten von unter 10 nahm die Intensität zu (16 von 18 Partien), wäh-

rend die Intensität bei Werten von größer gleich 10 gleich blieb bzw. abnahm (10 von 14 Partien). Ein Zusammenhang mit der unterschiedlichen Lagerart konnte nicht festgestellt werden.

In 2008 gab es deutliche Korrelationen zwischen bitter sowie sauer, erdig und muffig/modrig. Trotzdem kann nicht auf einen unmittelbaren Zusammenhang der jeweiligen sensorischen Eigenschaften mit bitter geschlossen werden, da sie mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Beziehung miteinander haben. Der ursächliche Zusammenhang ist die Wachstumszeit, die mit jedem einzelnen Parameter deutlich korreliert. Des Weiteren kann bei der Korrela-

tion von bitter mit erdig und muffig/modrig in 2009 ( $r = 0,5$ ) nicht von einem Zusammenhang gesprochen werden, da in 2009 beide sensorischen Eigenschaften nicht oder nur kaum ausgeprägt waren. Daher sollten diese zur Bestätigung des Zusammenhangs nicht herangezogen werden.

Über alle drei Jahre konnte der deutliche Zusammenhang festgestellt werden ( $r = -0,7 - -0,8$ ), dass die Süßintensität abnimmt, wenn die Bitterintensität ansteigt. Bitter und Süße korrelieren negativ miteinander, was nachzuvollziehen ist, da bei höheren Bitternoten der süße Eindruck überdeckt wird. Dies konnte sowohl nach der Ernte als auch nach der Lagerung beobachtet werden.

Es gab über alle drei Jahre keinen Zusammenhang zwischen bitter und Drahtwurmschaden bzw. Befall mit Drycore (Tab. 4).

Wie die Ergebnisse zeigen, ist die Intensität der Bitternote nicht vom Nitratgehalt abhängig. Eine in der Literatur geäußerte These lautet, dass höhere Gehalte an Alkaloide (Solanin und Chaconin) für die Bitterkeit der Kartoffel verantwortlich sind (Sinden et al 1976, Ross et al 1978 zit. von Taylor et al. 2007). Alkaloidgehalte zwischen 0,76 und 4,98 mg/kg korrelieren dagegen nicht mit dem Geschmack. Das könnte auch der Grund dafür sein, dass in Studien mit normal ausgereiften Kartoffeln kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Alkaloidgehalt und Geschmack feststellbar war (Wünsch und Munzert 1994). Literaturrecherchen ergaben, dass der unterschiedlich hohe Solaningehalt in der Schale den Geschmack beeinflussen kann (Paffrath 2006). Diskutiert wird auch, dass neben den Glycoalkaloiden Phenole für abstringierend und bitter verantwortlich sein sollen (Thylbo 2002).

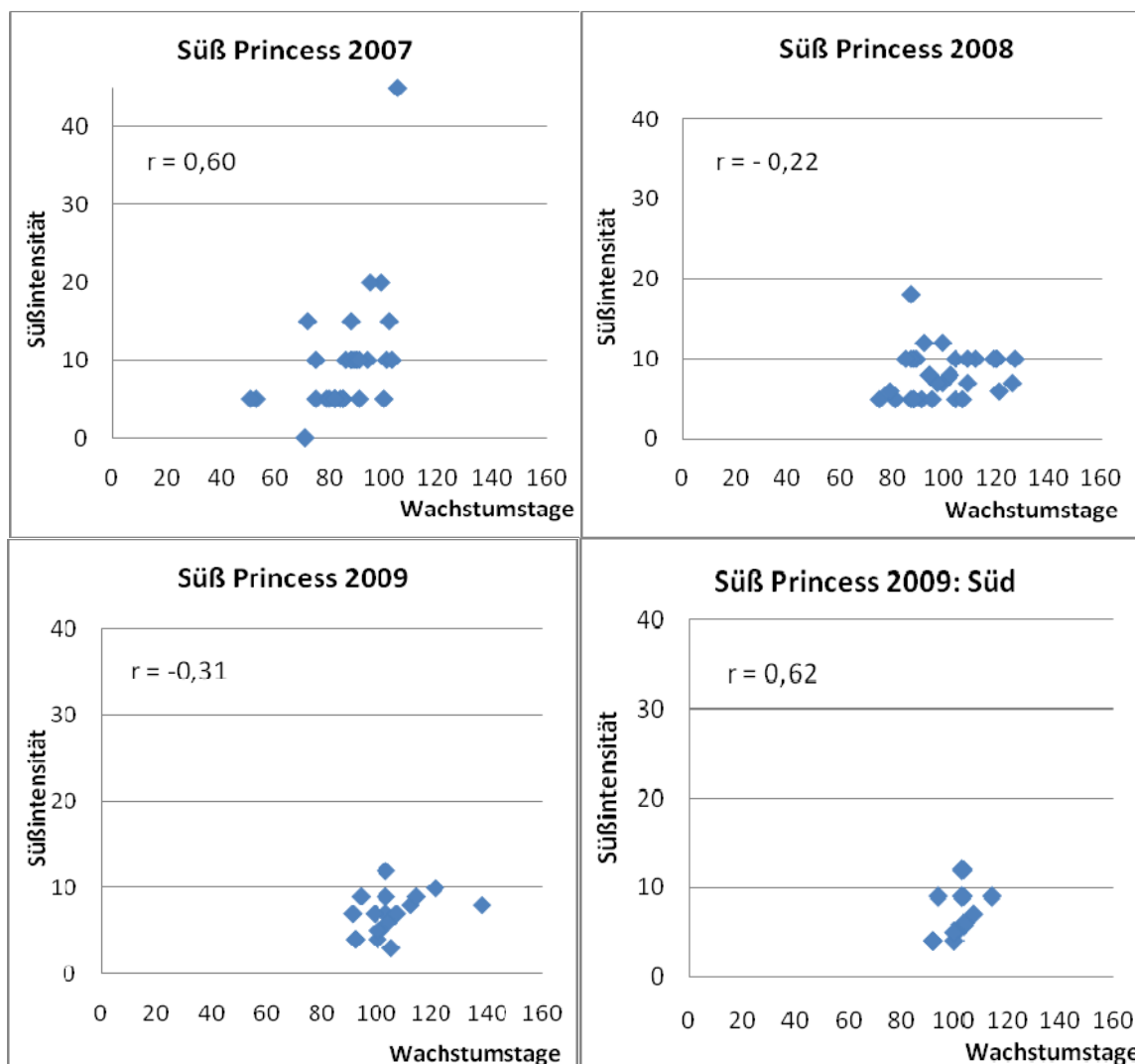
Stichprobenartig wurde der Alkaloidgehalt von besonders hohen und niedrigen Bitterwerten von Princess in den Jahren 2008 und 2009 untersucht. Zwar hatte die Bitterintensität 20 auch den höchsten Wert an Solanin und Chaconin, ein genereller Zu-

sammenhang konnte jedoch nicht abgeleitet werden, was neben der geringen Datengrundlage auch an den geringen Gehalten gelegen haben könnte. Es wurden keine Werte über 10 mg/kg gefunden, die für Fehlmerkmale, wie bitter, brennig, brandig verantwortlich sein sollen (Sinden et al 1976, Ross et al 1978 zit. von Taylor et al. 2007).

### **Geschmacksattribut Süß**

Mit zunehmender Anzahl Tage vom Pflanzen bis zum Beginn des Befalls mit *P. infestans* kam es 2007 auch zu einem deutlich wahrnehmbaren süßen Geschmacksindruck ( $r = 0,60$  nach Ernte,  $0,54$  nach Lagerung). 2008 gab es nur einen schwachen Zusammenhang zwischen der Wachstumszeit und der Süßintensität ( $r = 0,22$  nach Ernte). Die Korrelation zwischen süß und der Wachstumszeit wurde 2009 wieder besser, kann aber nur als mäßig eingestuft werden. Berechnet man aber den Rangkorrelationskoeffizienten nur von den Schlägen in Süddeutschland, wo ähnliche Wetterverhältnisse waren wie im Norden in 2007, so kommt es zum gleichen deutlichen Zusammenhang ( $r = 0,77$ ). Genau derselbe Verlauf bzw. Zusammenhang trat auch bei bitter und der Wachstumszeit über die drei Jahre auf.

Bei der Lagerung war kein einheitlicher Trend zur Zu- oder Abnahme der Süßintensität feststellbar. Nach der Lagerung blieb bei einer Hälfte der Partien aus 2007 die Süßkonzentration gleich, bei der anderen Hälfte nahm sie ab, mit Ausnahme einer Partie, wo es zu einer leichten Zunahme kam, ab. Interessanterweise fiel nach fünfmonatiger Lagerung in der überwiegenden Anzahl der Partien (12 von 16) die Süßintensität auf dasselbe Niveau, das bei 5 lag. Bei den Partien, wo der Süßwert gleich geblieben war, war dies ebenfalls 5 (12 von 14 Partien). Bei der einzigen Zunahme, die zu verzeichnen war, stieg ebenfalls der Wert auf 5 nach der Lagerung an.



**Abbildung 2:**

Zusammenhang zwischen süß und Wachstumszeit bei der Sorte Princess 2007-2009  
(Der hohe Wert von 45 in 2007 ist ein Ausreißer, da diese Partie nach der Ernte falsch gelagert wurde.)

Nach der fünfmonatigen Lagerung nahm bei 17 Partien aus 2008 die Süßintensität ab, bei 7 blieb sie gleich und bei 8 Partien kam es zu einer Zunahme. Eine Korrelation mit den Lagerarten ergab keinen Zusammenhang. Bei den Partien aus 2009 nahm nach fünfmonatiger Lagerung bei 2/3 die Süßintensität zu.

Interessant ist, dass die Hälfte der Bio-Kartoffeln aus 2008, die nach der Lagerung süßer wurden, im Lager mit den geschlossenen Kisten bei 4°C gelagert wurde. Auch 2009 war es auffällig, dass fast alle Partien, die in geschlossenen Kisten gelagert wurden, an Süße zunahmen.

Je stärkereicher und mehligere die Sorte Princess war, umso süßer wurde sie empfunden. Nach der Ernte war die Parallelität zwischen süß und dem Stärkegehalt schwächer ausgeprägt ( $r = 0,47$ ) als nach der Lagerung. Dieser Zusammenhang trat 2007 und 2008 auf, bestätigte sich aber nicht in 2009. Eine Erklärung dafür konnte nicht gefunden werden.

Über alle drei Jahre gab es einen umgekehrt proportionalen Zusammenhang zwischen süß und sauer, der am stärksten ausgeprägt in 2007 war.

Keinen Zusammenhang gab es über alle drei Jahre zwischen süß und Drahtwurmschaden bzw. Befall mit Drycore (s. Tab. 4).

### **Geschmacksattribut sauer**

Auch beim Geschmack sauer gab es 2007 einen deutlichen Zusammenhang mit der Wachstumszeit ( $r = 0,5$ ). Gegenläufige Korrelationen zeigten sich mit der Süße. Je saurer eine Partie bewertet wurde, umso stärker war auch der muffig/modrige Geschmackseindruck. Der gegenläufige Zusammenhang zwischen Anzahl der Tage nach Pflanzung bis zum Absterben der Pflanze war in 2008 nur noch mäßig ( $r = -0,15$ ), stieg in 2009 jedoch wieder an ( $r = 0,39$ ). Rechnet man hier auch wieder nur mit den südlichen Partien, ergibt sich die gleiche Korrelation wie im Norden 2007. Das gleiche Phänomen trat sowohl bei bitter und süß auf.

Bei der Lagerung war kein einheitlicher Trend zur Zu- oder Abnahme der sensorischen Eigenschaft „sauer“ über die drei Jahre zu erkennen. In der überwiegenden Anzahl der Partien aus 2007 nahm der saure Eindruck nach der Lagerung zu - im Durchschnitt um das Doppelte. Bei den Partien aus 2008 konnte nach der fünfmonatigen Lagerung kein einheitlicher Trend beim Geschmacksattribut sauer festgestellt werden: Bei 15 Partien nahm die Intensität ab, bei 6 blieb sie gleich und bei 11 nahm sie zu. Wenn die Intensität des sauren Geschmacksattributs abnahm, fiel sie auf einen Wert zwischen 4-6 (Durchschnitt 5,9). Ein Zusammenhang zwischen der Lagerart war nicht erkennbar. Bei den Partien aus 2009 kam es bei der einen Hälfte der Bio-Kartoffeln zu einer Abnahme von sauer, 9 Partien blieben gleich und bei 6 sank die Intensität ab. Ein Einfluss der Lagerart war nicht erkennbar.

Der in 2007 deutliche Zusammenhang zwischen sauer und muffig/modrig trat 2009 wieder auf. Jedoch darf er nicht als solcher gewertet werden, da die Datengrundlage hierzu nicht ausreicht. 2008 korrelierten sie nur mäßig.

Es gab über alle drei Jahre keinen Zusammenhang zwischen sauer und Drahtwurmschaden bzw. Befall mit Drycore.

### **Geschmacksattribut Erdig**

Der erdige Geschmack korrelierte bei der Sorte Princess in 2007 nicht so stark wie bitter oder sauer mit der Anzahl der Wachstumstage ( $r = -0,46$  nach Ernte). In 2008 gab es gar keine Korrelation mehr, da der erdige Geschmackseindruck bei der Sorte Princess in 2008 in der überwiegenden Anzahl der Bio-Kartoffeln nicht vorhanden war: Von 32 Partien war nach der Ernte bei 24 kein erdiger Geschmack feststellbar. Bei acht Partien lag das Geschmacksattribut zwischen 1 und 5 und ging bei allen 8 Partien nach der Lagerung auf null zurück. In 2009 betrug die Korrelation  $-0,36$  (nach der Ernte), jedoch war der erdige Geschmackseindruck nicht oder nur sehr gering festgestellt worden. Durch die hohe Anzahl der Partien, bei denen kein erdiger Geschmack feststellbar war, ist eine Berechnung von Korrelationen nicht sinnvoll.

Ein deutlicher Zusammenhang zeigte sich bei den Bio-Kartoffeln aus 2008 zwischen erdig und muffig/modrig ( $r = -0,56$  nach Ernte,  $-0,57$  nach Lagerung). Bis auf 4 Partien blieb die Intensität gleich bzw. nahm ab. In der überwiegenden Anzahl der Schläge war der erdige Geschmack nicht mehr feststellbar.

### **Geschmacksattribut Muffig/Modrig**

Muffig/modrig als Geschmackseindruck korrelierte 2008 deutlich mit der Wachstumszeit: Je kürzer die Anzahl der Tage zwischen Pflanzung und Absterben war, desto ausgeprägter waren die muffig/modrigen Noten. Dieser Zusammenhang wäre noch deutlicher ausgefallen, wenn die muffig/modrigen Kartoffeln berücksichtigt worden wären, die vorher wegen Nicht-Verzehrfähigkeit aussortiert worden sind. In 2008 und 2009 traten kaum muffig/modrige Noten auf, daher kann in diesen Jahren keine Aussage dazu getroffen werden.

Die Lagerung hatte keinen einheitlichen Einfluss auf muffig/modrig. Bei 9 Kartoffelpartien nahm der der muffig/modrige Ge-

schmack ab, bei 11 nahm er zu und bei 11 Partien blieb die Intensität gleich. Jedoch muss auch hier berücksichtigt werden, dass die nicht-verzehrsfähigen muffig/modrigen Kartoffeln bei der deskriptiven Analyse nicht berücksichtigt wurden. Ein Einfluss der Lagerart war nicht erkennbar.

### **Diskussion**

Die Ergebnisse bei der Sorte Princess zeigen deutlich den Zusammenhang zwischen der Wachstumszeit und der Ausbildung der Geschmacksattribute bitter, süß, sauer, erdig und muffig/modrig. Je kürzer die Anzahl der Tage desto weniger kann der typische Kartoffelgeschmack ausgebildet werden. Dieser Trend, der besonders deutlich in 2007 ausfiel, konnte in 2009 bestätigt werden, wenn nur die Partien mit ähnlichen Wetterverhältnissen wie 2007 in Norddeutschland berücksichtigt werden.

Insbesondere die bitteren und muffig/modrigen Noten nehmen zu, wenn die Wachstumszeit sich verkürzt. In Jahren, in denen die Sorte Princess Zeit genug hatte auszureifen und wo es zu keinen größeren Witterungseinflüssen kam (Bsp. 2008), ist sowohl der erdige als auch der muffig/modrige Geschmack nicht oder nur sehr gering ausgeprägt.

In 2008 fielen die Korrelationen zur Wachstumszeit nur gering bis mäßig aus. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass ab einer gewissen Anzahl von Wachstumstagen die Kartoffel zwar weiter abreift, aber die Geschmacksattribute bereits voll ausgebildet sind. Die Kartoffelpflanze kann bei optimalen Bedingungen nur bis zum vorbestimmten genetischen Maximalwert ihre sensorischen Eigenschaften ausbilden. Danach erhöht oder erniedrigt sich der Geschmackseindruck nicht mehr auch wenn noch Zeit bis zur Schalenfestigkeit der Kartoffel benötigt wird. Die Hypothese, die noch in weiteren Untersuchungen verifiziert werden müsste, lautet demnach: Es gibt eine Phase in der

Kartoffelentwicklung, in der der Geschmack mangelhaft wegen der Kürze der Wachstumszeit ist, dann erreicht die Kartoffel (innerhalb einer kurzen Zeit) ihre Optimalwerte und danach gibt es keinen linearen Zusammenhang mehr zwischen Wachstumszeit und Geschmack.

Über alle drei Jahre zeigt der Rangkorrelationskoeffizient eine eindeutige Tendenz zu weniger Ertrag je kürzer die Wachstumsphase ist ( $r = 0,49$ ). In 2007 fiel der Zusammenhang besonders deutlich aus ( $r = 0,69$ ) bei durchschnittlich 97 Wachstumstagen und einem Rohertrag von 208 dt/ha. Auch wenn die Rangkorrelationskoeffizienten zwischen Rohwarenertrag und sensorischen Attributen in 2007, teilweise auch in 2008, relativ hoch ausfielen, darf nicht auf einen unmittelbaren Zusammenhang geschlossen werden. Ursächlich sind die Variablen statistisch unabhängig voneinander, der kausale Zusammenhang besteht zur mit der Anzahl der Tage zwischen der Pflanzung und dem Absterben aufgrund der Krautfäule.

### **Ditta**

Die Sorte Ditta ist im Geschmack eher süß ausgeprägt mit einer leicht maronigen, frisch-grüne Note. Charakteristisch ist für sie, dass sie nur wenig bitter und etwas säuerlich ist. Im Erntejahr 2007 war die Süßnote besonders stark ausgeprägt, während 2008 die maronige und die frischgrüne Note stärker hervortraten. Die Schwankungsbreite der einzelnen sensorischen Attribute kann dem Beitrag „Sensorische Sortenprofile“ (Buchecker et al. 2011) in diesem Heft entnommen werden. Die Verteilung der Sorte Ditta auf die Anbauregionen ist aus der Tab. 2 ersichtlich:

**Tabelle 2:** Regionale Aufteilung der Partien der Anbaujahre 2007-2009 der Sorte Ditta

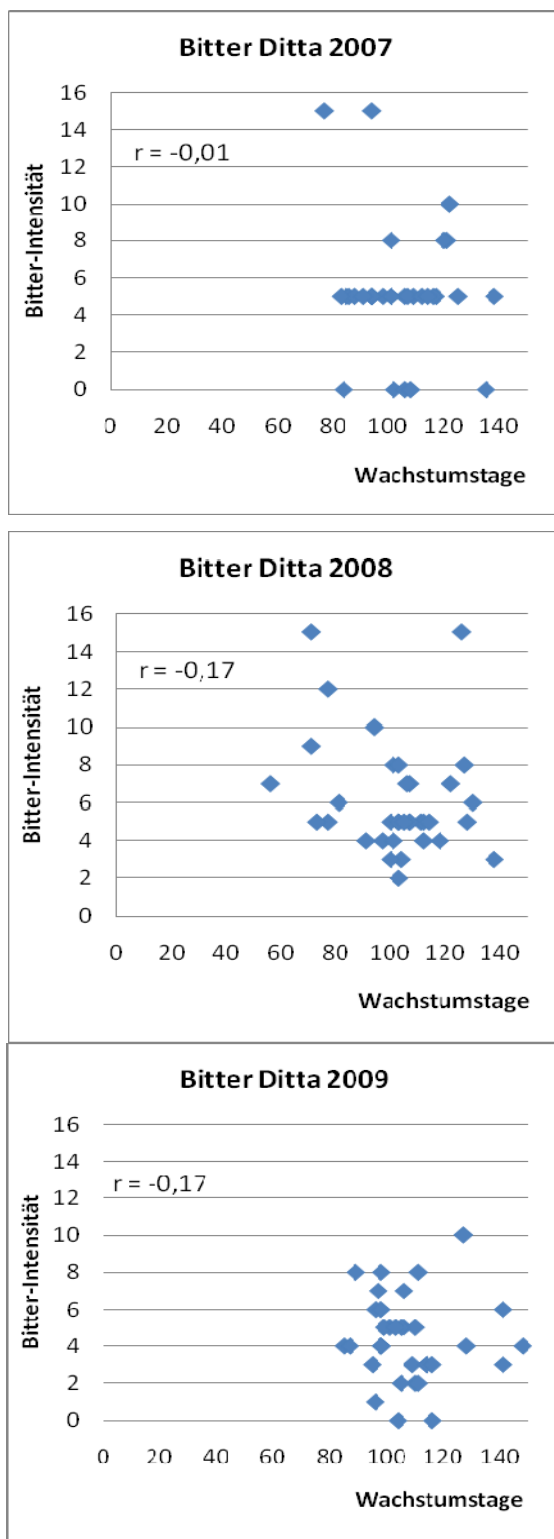
Region/Anbaujahr	2007	2008	2009
Norddeutschland	12	11	12
Süddeutschland	16	20	22
übrige Regionen	3	4	0
Schläge insgesamt	31	35	34

### Geschmacksattribut Bitter

Die Sorte Ditta ist deutlich niedriger in der Bitterintensität als die Sorte Princess, in 2007 und 2009 um die Hälfte. 2008 war das Attribut bitter in etwa gleich stark wie bei der Sorte Princess ausgeprägt. Über alle drei Jahre gab es im Gegensatz zu Princess keinen Zusammenhang mit der Wachstumsphase. Der Sorte Ditta stand aber auch im Durchschnitt eine längere Wachstumsphase zur Verfügung als der Sorte Princess (siehe Tab. 2). Wie aus Abb. 3 deutlich ersichtlich ist, verändert sich der Bittergehalt nach dem 80. Wachstumstag nur noch wenig. Dies unterstützt die These, dass ab einem bestimmten Reifestadium, die maximale Geschmacksausprägung erreicht ist und nicht weiter durch die Abreife erhöht wird.

Nach der fünfmonatigen Lagerung war keine einheitliche Tendenz über die drei Jahre bei bitter zu erkennen. Die eine Hälfte der Partien aus 2007 nahm in der Bitterintensität zu, die andere blieb gleich. Partien aus dem Anbaujahr 2008 und 2009 nahmen dagegen überwiegend in der Bitterausprägung ab. Ein Einfluss der Lagerart war nicht auf die Zu- oder Abnahme der Bitterkeit erkennbar.

Bei der Sorte Princess kam über alle drei Jahre zu einem ausgeprägten gegenläufigen Trend von bitter und süß. Bei Ditta war dies nur bei höheren Bitterwerten zu beobachten.



**Abbildung 3:** Zusammenhang zwischen Bitterkeit und Wachstumszeit bei der Sorte Ditta 2007-2009

2007 nach der Ernte waren die Bitternoten sehr niedrig, stiegen aber im Laufe der Lagerung an. Die Korrelation veränderte sich von  $r = -0,16$  zu  $-0,66$ . In 2008 lagen die Bitterwerte höher als in 2007, hier gab es eine deutliche Korrelation ( $r = 0,71$ ). Bei der Lagerung nahmen die Werte ab, was auch zu einer niedrigeren Korrelation führte. Einen ähnlichen Verlauf gab es auch in 2009. Diese Tendenz ist gut nachvollziehbar, da bei niedrigen Bitterwerten die Intensität nicht ausreicht, um die Süßintensität zu beeinflussen.

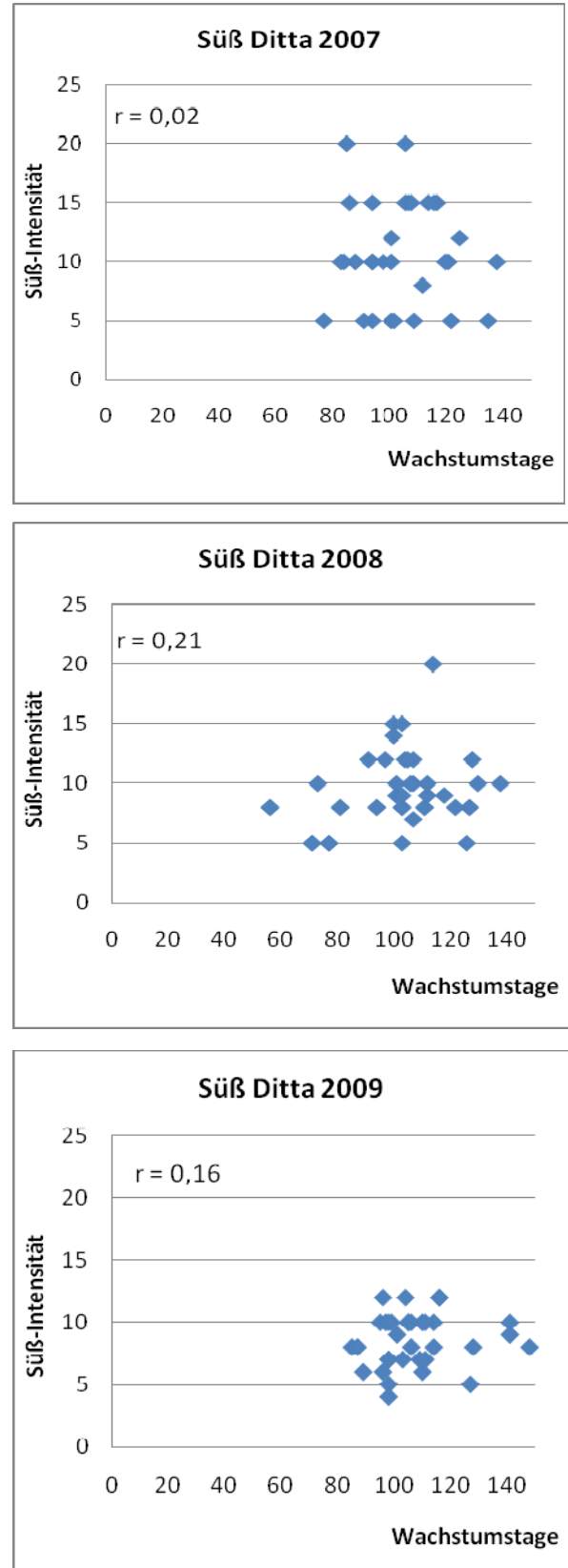
Zwischen bitter und sauer kam es in 2007 zu einem sehr deutlichen Zusammenhang, 2009 war er etwas weniger ausgeprägt, 2008 jedoch nur gering.

Es gab über alle drei Jahre keinen Zusammenhang zwischen bitter und Drahtwurmschaden bzw. Befall mit Drycore (Tab. 5).

Aus Kostengründen konnte nur stichprobenhaft auf den Alkaloidgehalt (Solanin, Chacocin) untersucht werden. Es konnte keine Korrelation mit den Bitternoten festgestellt werden.

### Geschmacksattribut Süß

Ähnlich wie bei bitter kam es auch bei der Süßausprägung zu keiner bzw. nur geringen Korrelation mit der Länge der Wachstumsphase. Der Sorte Ditta stand aber auch im Durchschnitt eine längere Wachstumsphase zur Verfügung als der Sorte Princess (siehe Tab. 2). Wie auch bei bitter, verändert sich die Süßintensität nach dem 80. Wachstumstag nur noch wenig. Die Entwicklung des süßen Geschmacks ist wahrscheinlich dann abgeschlossen. Im Jahr 2007 weicht die Verteilung der Süßwerte etwas von denen in 2008 und 2009 ab. Dies kann mit den anderen Witterungsbedingungen in 2007 erklärt werden. Dadurch bedingt ist auch die etwas höhere Süßintensität in 2007 (Abb. 4). Interessant dabei ist, dass die Princess auf die schlechten Witterungsbedingungen mit erhöhten Bitternoten reagiert hat, während sich bei Ditta eher höhere Süßwerte ausbildeten. D.h., dass die Reaktion auf schlechte Wachs-



**Abbildung 4:** Zusammenhang zwischen Süßintensität und Wachstumszeit bei der Sorte Ditta 2007-2009

tumsbedingungen genetisch fixiert ist und sich unterschiedlich bei den Kartoffelsorten in den sensorischen Parameter auswirkt.

Nach der fünfmonatigen Lagerung war kein einheitlicher Trend beim Verlauf der Süßintensität erkennbar. Die Partien aus 2007 und 2009 nahmen überwiegend ab, die aus 2008 nahmen in der Süßnote zu. Ein Einfluss der Lagerart konnte nicht festgestellt werden.

Die Korrelation süß/Stärke fiel über die drei Jahre gesehen nur schwach aus, die von süß zu sauer war mäßig.

Es gab über alle drei Jahre keinen Zusammenhang zwischen süß und Drahtwurmschaden bzw. Befall mit Drycore (Tab. 5).

### Geschmacksattribut Sauer

Genau wie bei der Sorte Princess verlief die sensorische Entwicklung bei sauer parallel zu der von bitter und süß. Es gibt keine bzw. nur eine schwache Korrelation zu der Länge der Wachstumsphase (Tab. 5).

Nach der fünfmonatigen Lagerung konnte kein einheitlicher Trend beim Verlauf der säuerlichen Note festgestellt werden. Die Partien aus 2007 nahmen überwiegend in der Sauerintensität zu, die aus 2009 nahmen ab und bei den Partien aus dem Anbaujahr 2008 nahmen genauso viel zu wie ab bzw. blieben in der Intensität gleich. Ein Einfluss der Lagerart war nicht feststellbar. Interessant war bei den Chargen aus 2007, dass sie bis auf drei Ausnahmen alle auf 10 in der Intensität anstiegen bzw. 10 beibehielten. Ein Grund für die deutlicher wahrnehmbare saure Note nach der Lagerung könnte sein, dass die Partien aus 2007 überwiegend nach den fünf Monaten in der Süße abgenommen hatten.

Es gab über alle drei Jahre keinen Zusammenhang zwischen sauer und Drahtwurmschaden bzw. Befall mit Drycore (Tab. 5).

### Nicola

Die Sorte Nicola ist im Geschmack süßlich ausgeprägt und hat eine leicht maronige und frisch-grüne Note. Sie weist einen niedrigen Bittergehalt und eine leicht säuerliche Note auf. Im Erntejahr 2008 war die maronige und frisch-grüne Note stärker ausgeprägt, als in den Vergleichserntejahren. Die Schwankungsbreite der einzelnen sensorischen Attribute kann dem Beitrag „Sensorische Sortenprofile“ in diesem Heft entnommen werden.

Die Verteilung der Sorte Nicola auf die Anbauregionen ist aus der Tab. 2 ersichtlich:

**Tabelle 2:** Regionale Aufteilung der Partien der Anbaujahre 2007-2009 der Sorte Nicola

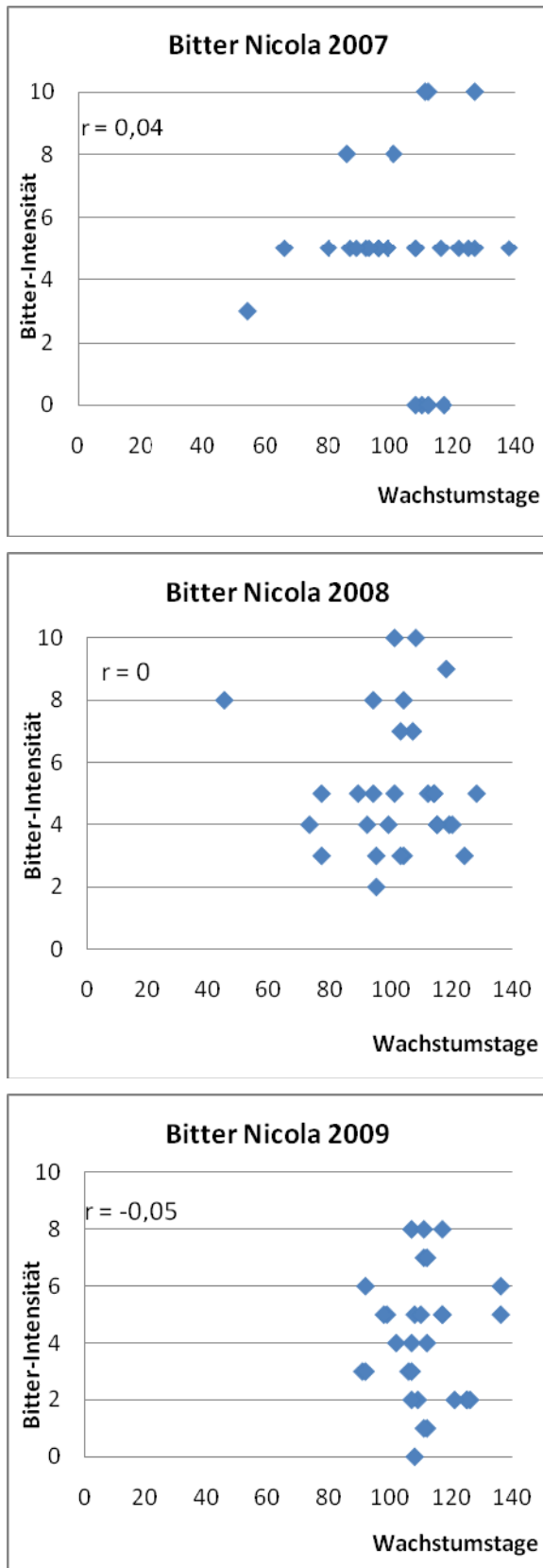
Region/Anbaujahr	2007	2008	2009
Norddeutschland	13	15	14
Süddeutschland	12	12	16
übrige Regionen	3	2	0
Schläge insgesamt	28	29	30

### Geschmacksattribut Bitter

2007 war der Verlauf des Geschmackseindrucks bitter bei Nicola und Ditta fast identisch (Abb. 3, 5). Ab dem 80. Wachstumstag pendelte sich bei der überwiegenden Anzahl der Partien die Bitterintensität bei ca. 5 ein.

In 2008 zeigte sich der Trend nicht so deutlich, aber der überwiegende Anteil der Partien lag zwischen Werten von 3-5 in der Bitterintensität. In 2009 war ebenfalls kein Zusammenhang zwischen der Wachstumszeit und bitter feststellbar. Im Gegensatz zu den vorherigen Jahren war die zur Verfügung stehende Wachstumszeit deutlich länger, dafür die Schwankungsbreite der Bitterintensität stärker.

Nach der fünfmonatigen Lagerung sanken mit Ausnahme von drei Partien alle aus 2009 deutlich in der Bitterintensität ab. In den beiden anderen Jahren teilte sich Zu- und Ab-



**Abbildung 5:** Zusammenhang zwischen Bitterintensität und Wachstumszeit bei der Sorte Nicola 2007-2009

nahme gleichmäßiger auf. Aus der Lagerart konnte kein Rückschluss gezogen werden.

Über alle drei Jahre konnte bei der Sorte Nicola beobachtet werden, dass sie umso weniger bitter schmeckte je intensiver die Süßnote war.

Mit der Ausprägung sauer, erdig und muffig/modrig gab es in den Anbaujahren 2007 - 2009 keinen eindeutigen Zusammenhang (Tab. 6).

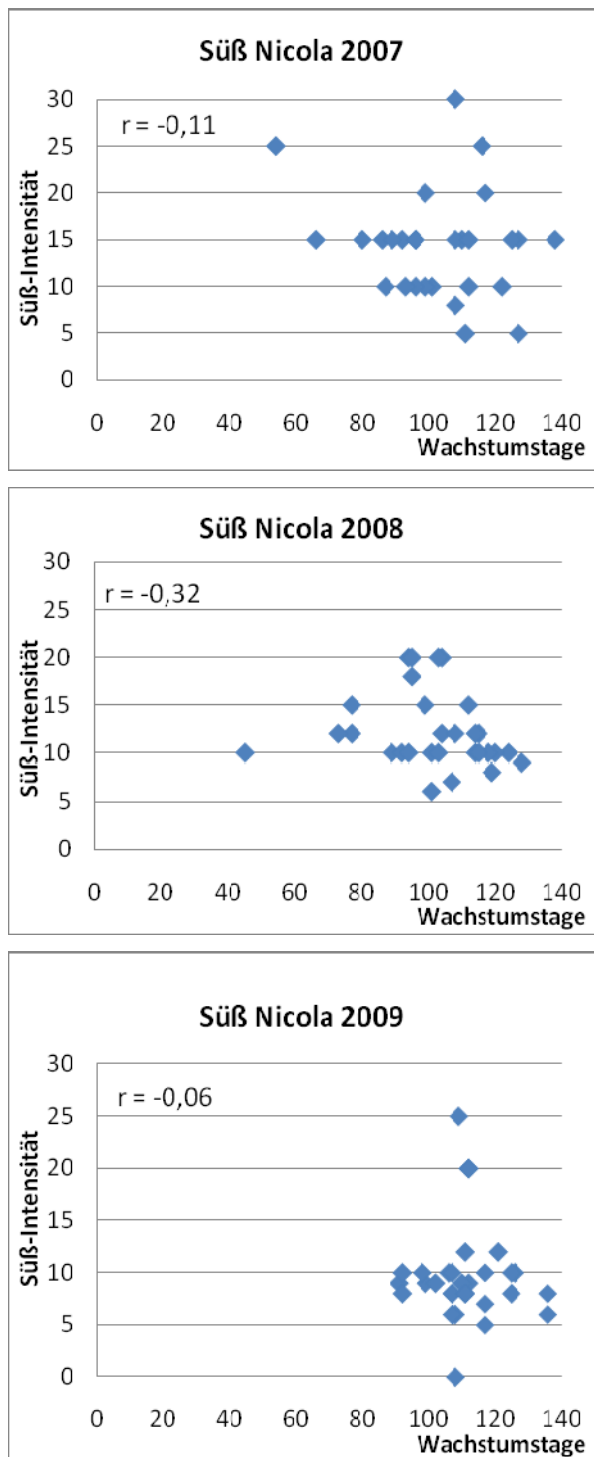
Es gab keine Parallelität zwischen dem Alkaloidgehalt und der Ausprägung bitter. In 2008 hatte die Bitterintensität 3 den höchsten Alkaloidgehalt während die Intensität 8 den niedrigsten Wert hatte. In 2009 blieb der Alkaloidgehalt ungefähr gleich egal wie gering oder stark die Bitternote war. Eine allgemeingültige Aussage kann aber nicht getroffen werden, da die Datenbasis mit 15 Partien relativ gering war.

Keinen Zusammenhang gab es auch über alle drei Jahre zwischen bitter und Drahtwurmschaden bzw. Befall mit Drycore (Tab. 6).

### Geschmacksattribut Süß

In allen drei Jahren gab es bei der Sorte Nicola keine deutliche Korrelation zwischen süß und der Länge der Wachstumsphase (Tab. 6). Die Sorte Nicola hat eine schnellere Jugendentwicklung als die Sorte Princess, daher ist sie nicht so abhängig von der Dauer der Wachstumsphase. Als die Krautfäule in 2007 kam, war Nicola weiter als die Princess. Von der Sorte Nicola hatten die Landwirte eher eine marktfähige Sortierung als bei Princess. Vergleicht man die Partien in 2007 und 2009, denen weniger Wachstumstage zur Verfügung standen, so weisen sie im Durchschnitt dieselbe Süßintensität auf wie die restlichen Partien (Abb. 6).

Nach der fünfmonatigen Lagerung kam es über alle drei Jahre zu keinem einheitlichen Trend. Partien aus 2007 nahmen nur wenig in ihrer Süßintensität ab, der größte Teil nahm zu bzw. blieb gleich. Partien aus 2008 nahmen genauso häufig zu wie ab bzw.



**Abbildung 6:** Zusammenhang zwischen Süßintensität und Wachstumszeit bei der Sorte Nicola 2007-2009

blieben gleich. Bei den Partien aus 2009 nahmen mehr Chargen in der Süßnote zu als ab. Ein Einfluss der Lagerart konnte nicht festgestellt werden.

Zwischen süß und dem Stärkegehalt sowie süß und mehlig gab es nur eine schwache Korrelation. Deutlich war sie jedoch zwischen dem Stärkegehalt und mehlig.

Es gab über alle drei Jahre keinen Zusammenhang zwischen süß und Drahtwurmschaden bzw. Befall mit Drycore (Tab. 6).

### Geschmacksattribut Sauer

Genau wie bei bitter und süß gab es auch bei sauer keine oder nur eine schwache Korrelation mit der Anzahl der Wachstumsstage (Tab. 6). Die Verteilung und der Verlauf sind ähnlich wie bei der Süßausprägung und damit vergleichbar.

Bei den Partien aus 2007 kam es in der überwiegenden Anzahl zu einer Zunahme der säuerlichen Note nach der fünfmonatigen Lagerung. Bei den Partien aus 2008 verteilte sich die Zu- bzw. Abnahme bzw. das Gleichbleiben gleichmäßig. Die säuerliche Note nahm dagegen bei den Chargen aus 2009 in der überwiegenden Anzahl zu. Es waren daher über die drei Jahre gesehen kein einheitlicher Trend ausmachbar. Ein Einfluss der Lagerart konnte nicht festgestellt werden.

### Lagerung

Betrachtet man einzeln jede der drei Sorten über die drei Jahre, so konnte keine einheitliche Tendenz bei der Zu- oder Abnahme der Intensität der sensorischen Attribute festgestellt werden.

Wertet man die sensorische Intensitäten nach Jahren aus, so konnte nur bei sauer ein einheitlicher Trend festgestellt werden. Bei allen drei Sorten verliefen die Änderungen jeweils in den Jahren 2007, 2008 und 2009 parallel. In 2009 war jedoch bei Princess die Abnahme der säuerlichen Note nicht so ausgeprägt wie bei Ditta und Princess. Die Ergebnisse könnten darauf hindeuten, dass die Anbaubedingungen und die daraus resultierende Zusammensetzung der Kartoffel einen größeren Einfluss haben als die Höhe der Intensität oder die Lagerart.

In einigen Jahren kam es unabhängig von der Sorte zu einer überwiegenden Abnahme oder Zunahme der sensorischen Intensität. Auch wurde festgestellt, dass sich bei einem Teil der sensorischen Attribute eine gleichbleibende Intensität einstellt. Zur Lagerart konnte kein Zusammenhang festgestellt werden. Hierzu müssten noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

## Schlussfolgerungen

Krautfäule ist in fast allen Jahren ein Problem im ökologischen Kartoffelanbau insbesondere in Gebieten mit erhöhten Niederschlagsmengen. Ein optimaler Abstand zwischen Pflanzung und Krautabsterben wird oft nicht erreicht (Nitsch 2003). Daher ist es umso wichtiger Sorten einzusetzen, die auf verkürzte Wachstumszeiten sensorisch unauffällig reagieren. Die Sorte Princess ist dafür nicht so geeignet, da sie genetisch bedingt bereits höhere Bitterwerte aufweist, die nicht abgebaut werden, wenn die Wachstumsphase zu kurz ist. Die Sorte Ditta reagiert bei diesen Witterungsbedingungen eher mit einer Zunahme der Süßnote. Relativ stabil in ihren sensorischen Eigenschaften bleibt die Sorte Nicola und ist damit gut für nicht so günstige Standorte von Bio-Kartoffeln geeignet.

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes "Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion" durchgeführt, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert wurde (FKZ 06OE125, FKZ 06OE149 und FKZ 06OE295).

## Literatur

Böhm H, Dreyer W, Dresow J, Landzettel C, Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011a): Forschungsprojekt zur Optimierung der ökologi-

schen Kartoffelproduktion – Hintergrund und Projektbeschreibung. *Landbauforschung SH 348*:1-13

Böhm H, Gronle A, Dreyer W, Landzettel C, Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011b): Bestimmungsfaktoren für den Ertrag sowie die Qualitätsausbildung von ökologisch erzeugten Kartoffeln unter Verwendung der multiplen Regressionsanalyse. *Landbauforschung SH 348*:129-139

Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011): Sensorische Sortenprofile. *Landbauforschung SH 348*:87-97

Leisen E, Peine A und Vorländer C (2002): Einfluss von Sorte und Vorkeimung, Lagerdauer und Lagerbedingungen auf den Geschmack und die Gesamtbewertung von Öko-Kartoffeln. *Leitbetriebe Ökologischer Landbau Nordrhein-Westfalen*:67-70

Mahnke-Plesker S, Buchecker K, Westhues F (2011): Entwicklung einer Methode zur Sensorischen Analyse von Bio-Kartoffel. *Landbauforschung SH 348*: 79-85

Möller K (2003): Sortenwahl in: Möller K, Kolbe H und Böhm H (Hrsg.): *Handbuch Ökologischer Kartoffelbau*, Österreichischer Agrarverlag, Wien: 67-76

Morris W, Ross H, Ducreux L, Bradshaw J, Bryan G and Taylor M (2007): Umanie compounds are determinant of the flavour of potato. *J Agric Fd Chem 55* (23): 9627-9633

Nitsch A (2003): *Kartoffelbau*. Bergen-Dumme, Verlag Agrimedia, 306 f

Paffrath A (2006): *Degustation Kartoffeln*. Leitbetriebe Ökologischer Landbau Nordrhein-Westfalen: 65-69

Peine A und Leisen E (2004): Geschmackstests zeigten deutliche Sortenunterschiede bei Öko-Kartoffeln. <http://orgprints.org/4776/1>

Taylor M, McDougall G, Stewart S (2007): *Potato Flavour and Texture*. In: Vreugdenhil (ed.): *Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives*. Elsevier B.V.: 525-540

Thybo A, Molgaard J, Kidmose U (2002): Effect of different organic growing conditions on quality of cooked potatoes. *J Sc Fd Agric 82* (1): 12-18

Thybo A, Christiansen J, Kaack K, Petersen M (2006): Effect of cultivars, wound healing and storage on sensory quality and chemical compounds in pre-peeled potatoes. *Lwt-Fd Sc Tec 39* (2): 166-176

Wünsch A, Munzert M (1994): Einfluss von Lagerung und Sorte auf die Verteilung der Glykoalkaloide in der Kartoffelknolle. *Potato Res* (37) 3-10

**Tabelle 4:** Rangkorrelationskoeffizienten (r) zwischen sensorischen Attributen und Anbauparametern bei der Sorte **Princess** 2007-2009

Sensorisches Attribut	2007		2008		2009	
	nach Ernte	nach Lagerung	nach Ernte	nach Lagerung	nach Ernte	nach Lagerung
bitter/Rohwarenertrag	-0,57	-0,47	-0,41	-0,30	-0,06	-0,07
bitter/Wachstumszeit	-0,65	-0,34	-0,26	-0,18	-0,48	0,06
bitter/Nitratgehalt	0,45	0,50	0,17	0,03	-0,20	-0,20
bitter/Stärkegehalt	-0,58	-0,56	-0,34	-0,22	-0,29	-0,31
bitter/Drahtwurmschaden	0,37	0,40	0,13	-0,04	0,10	0,27
bitter/Drycore-Befall	-0,01	0,11	0,20	0,04	0,28	0,35
bitter/süß	-0,80	-0,61	-0,67	-0,70	-0,74	-0,60
bitter/sauer	0,62	0,55	0,62	0,63	0,36	0,36
bitter/erdig	0,46	0,50	0,16	0,21	0,45	0,48
bitter/muffig-modrig	0,51	0,65	0,39	0,46	0,53	0,10
süß/Rohwarenertrag	0,59	0,34	0,40	0,29	0,13	0,19
süß/Wachstumszeit	0,60	0,54	0,22	-0,21	-0,31	-0,03
süß/Nitratgehalt	-0,45	-0,16	0,06	0,08	0,10	0,21
süß/Stärkegehalt	0,66	0,47	0,50	-0,32	0,21	0,11
süß/mehlig	0,61	0,44	0,66	0,50	0,28	0,05
süß/Drahtwurmschaden	-0,37	-0,15	0,04	0,20	-0,07	-0,08
süß/Drycore-Befall	-0,14	0,04	0,03	0,12	-0,29	-0,13
süß/sauer	-0,63	-0,57	-0,42	-0,53	-0,43	-0,27
süß/erdig	-0,58	-0,16	0,20	-0,17	-0,23	-0,10
süß/muffig-modrig	-0,56	-0,44	-0,24	-0,58	-0,43	0,17
Stärke/mehlig	0,66	0,38	0,30	0,24	0,27	-0,09
sauer/Rohwarenertrag	-0,59	-0,67	-0,28	-0,19	0,11	-0,13
sauer/Wachstumszeit	-0,50	-0,76	-0,15	-0,21	-0,39	-0,22
sauer/Nitratgehalt	0,38	0,36	0,19	0,01	0,19	-0,11
sauer/Stärkegehalt	-0,54	-0,58	-0,47	-0,16	-0,30	-0,09
sauer/Drahtwurmschaden	0,35	0,17	0,11	0,07	0,07	0,11
sauer/Drycore-Befall	-0,02	-0,04	0,04	-0,09	0,22	0,40
sauer/erdig	0,22	0,30	0,30	0,02	0,22	0,19
sauer/muffig-modrig	0,50	0,52	0,33	0,42	0,51	0,11
erdig/Rohwarenertrag	-0,15	-0,31	0,11	0,05	0,02	0,33
erdig /Wachstumszeit	-0,46	-0,30	0,00	-0,09	-0,36	0,08
erdig /Nitratgehalt	0,19	0,37	0,05	0,18	0,00	-0,40
erdig /Stärkegehalt	-0,40	-0,36	0,06	0,08	-0,14	0,05
erdig /Drahtwurmschaden	0,16	0,33	0,51	-0,09	0,29	0,00
erdig /Drycore-Befall	0,11	0,14	0,11	0,46	0,21	0,02
erdig /muffig-modrig	0,56	0,57	0,27	0,43	0,43	0,16
muffig-modrig/Rohwarenertrag	-0,38	-0,31	-0,23	-0,16	-0,07	0,28
muffig- modrig /Wachstumszeit	-0,52	-0,39	-0,09	-0,26	-0,35	0,19
muffig- modrig /Nitratgehalt	0,16	0,49	-0,27	0,34	0,01	0,08
muffig- modrig /Stärkegehalt	-0,39	-0,39	-0,14	-0,36	-0,30	-0,08
muffig-odrig/Drahtwurmschaden	0,27	0,09	0,40	-0,14	0,29	0,12
muffig- modrig /Drycorebefall	0,04	-0,01	0,35	-0,05	0,40	0,37

**Tabelle 5:** Rangkorrelationskoeffizienten r zwischen sensorischen Attributen und Anbauparametern bei der Sorte **Ditta** 2007-2009

Sensorisches Attribut	2007		2008		2009	
	nach Ernte	nach Lagerung	nach Ernte	nach Lagerung	nach Ernte	nach Lagerung
bitter/Rohwarenertrag	-0,04	-0,37	-0,23	-0,40	-0,47	-0,21
bitter/Wachstumszeit	-0,01	-0,23	-0,17	0,01	-0,17	-0,32
bitter/Nitratgehalt	0,48	0,52	0,26	0,07	0,40	0,00
bitter/Stärkegehalt	-0,36	0,52	-0,27	-0,32	-0,48	-0,11
bitter/Drahtwurmschaden	-0,03	-0,54	0,22	0,03	0,07	0,34
bitter/Drycore-Befall	-0,17	0,04	-0,01	-0,06	-0,15	0,36
bitter/süß	-0,16	-0,66	-0,71	-0,58	-0,63	-0,40
bitter/sauer	0,73	0,20	0,16	0,45	0,43	0,05
bitter/erdig	0,49	0,57	0,10	-0,01	0,01	0,03
bitter/muffig-modrig	0,53	0,64	0,33	0,25	-0,03	0,45
süß/Rohwarenertrag	0,18	0,13	0,07	0,31	0,25	0,29
süß/Wachstumszeit	0,02	0,17	0,21	-0,07	0,16	0,56
süß/Nitratgehalt	-0,20	-0,40	-0,10	-0,21	-0,35	-0,42
süß/Stärkegehalt	0,29	0,28	0,25	0,47	0,40	0,46
süß/mehlig	0,21	0,41	0,34	0,07	0,35	0,53
süß/Drahtwurmschaden	0,03	-0,12	-0,29	-0,18	0,22	-0,05
süß/Drycore-Befall	0,39	0,05	-0,09	-0,17	0,27	0,01
süß/sauer	-0,35	-0,22	-0,17	-0,61	-0,42	-0,26
süß/erdig	-0,21	-0,47	0,16	-0,11	0,07	0,04
süß/muffig-modrig	-0,42	-0,60	-0,31	-0,40	-0,05	-0,37
Stärke/mehlig	0,59	0,89	0,35	0,51	0,36	0,55
sauer/Rohwarenertrag	-0,15	-0,16	-0,42	-0,24	-0,11	-0,21
sauer/Wachstumszeit	-0,04	-0,15	-0,27	0,01	-0,10	-0,44
sauer/Nitratgehalt	0,44	0,24	0,06	0,13	0,19	0,27
sauer/Stärkegehalt	-0,46	0,09	-0,29	-0,47	-0,33	-0,32
sauer/Drahtwurmschaden	-0,03	0,06	0,18	0,29	-0,37	-0,28
sauer/Drycore-Befall	-0,15	0,07	-0,16	0,33	-0,46	-0,20
sauer/erdig	0,44	0,01	-0,14	0,17	0,06	-0,38
sauer/muffig-modrig	0,44	0,33	0,19	0,26	0,24	0,04
erdig/Rohwarenertrag	-0,37	-0,18	0,23	0,07	-0,22	0,36
erdig /Wachstumszeit	-0,40	-0,15	-0,10	0,14	-0,29	0,12
erdig /Nitratgehalt	0,34	0,22	-0,03	0,09	0,23	-0,31
erdig /Stärkegehalt	-0,33	-0,19	0,23	0,11	-0,25	0,17
erdig /Drahtwurmschaden	0,11	0,35	0,16	0,22	0,16	0,31
erdig /Drycore-Befall	-0,05	-0,07	-0,01	0,20	0,05	0,49
erdig /muffig-modrig	0,62	0,52	0,04	0,33	0,40	0,34
muffig-modrig/Rohwarenertrag	-0,01	-0,20	-0,13	-0,01	-0,12	-0,21
muffig-modrig /Wachstumszeit	-0,0	-0,12	0,03	0,11	-0,28	-0,06
muffig-modrig /Nitratgehalt	0,49	0,24	-0,11	-0,08	-0,01	0,12
muffig-modrig /Stärkegehalt	-0,30	-0,25	-0,18	-0,19	-0,20	-0,29
muffig-modrig/ Drahtwurmschaden	0,17	0,38	0,51	0,17	0,06	0,31
muffig-modrig /Drycorebefall	-0,06	0,18	0,29	0,10	0,05	0,49

**Tabelle 6:** Rangkorrelationskoeffizienten  $r$  zwischen sensorischen Attributen und Anbauparametern bei der Sorte **Nicola** 2007-2009

Sensorisches Attribut	2007		2008		2009	
	nach Ernte	nach Lagerung	nach Ernte	nach Lagerung	nach Ernte	nach Lagerung
bitter/Rohwarenertrag	-0,08	-0,44	-0,05	-0,09	-0,06	-0,28
bitter/Wachstumszeit	0,04	-0,43	0,00	-0,21	-0,05	-0,08
bitter/Nitratgehalt	0,39	0,21	0,21	-0,06	0,31	0,38
bitter/Stärkegehalt	-0,18	-0,51	-0,20	-0,15	-0,38	-0,25
bitter/Drahtwurmschaden	0,14	-0,02	-0,12	0,38	0,12	0,35
bitter/Drycore-Befall	-0,40	-0,23	-0,31	0,01	0,25	0,21
bitter/süß	-0,63	-0,73	-0,48	-0,33	-0,56	-0,50
bitter/sauer	0,09	0,51	0,39	0,70	0,18	0,23
bitter/erdig	0,35	-0,03	-0,01	-0,33	0,08	0,53
bitter/muffig-modrig	0,38	0,34	-0,12	-0,02	0,23	0,37
süß/Rohwarenertrag	0,01	0,34	-0,15	0,43	0,04	0,31
süß/Wachstumszeit	-0,11	0,32	-0,32	0,33	-0,06	-0,02
süß/Nitratgehalt	-0,35	-0,36	0,11	-0,25	-0,04	-0,25
süß/Stärkegehalt	0,17	0,55	0,23	0,03	0,11	0,20
süß/mehlig	0,23	0,68	0,24	0,23	0,22	0,00
süß/Drahtwurmschaden	0,04	-0,06	0,39	0,15	0,10	-0,26
süß/Drycore-Befall	0,24	0,18	0,06	0,08	-0,19	0,02
süß/sauer	-0,07	-0,49	-0,35	-0,31	-0,08	-0,18
süß/erdig	-0,23	-0,08	-0,07	-0,30	-0,03	-0,26
süß/muffig-modrig	-0,21	-0,32	-0,28	-0,40	0,19	-0,08
Stärke/mehlig	0,56	0,58	0,46	0,49	0,77	0,49
sauer/Rohwarenertrag	0,13	0,10	0,03	0,11	0,20	-0,01
sauer/Wachstumszeit	-0,02	-0,25	-0,28	-0,01	-0,01	-0,03
sauer/Nitratgehalt	0,03	0,08	-0,07	-0,10	0,08	0,20
sauer/Stärkegehalt	0,04	-0,09	-0,01	-0,32	0,08	-0,33
sauer/Drahtwurmschaden	-0,12	-0,14	-0,05	0,22	0,20	-0,23
sauer/Drycore-Befall	0,16	-0,26	0,36	0,01	0,11	-0,09
sauer/erdig	0,30	0,14	0,24	-0,24	0,26	0,10
sauer/muffig-modrig	0,38	0,32	-0,20	0,09	0,43	0,20
erdig/Rohwarenertrag	-0,10	-0,15	0,28	-0,02	-0,29	-0,11
erdig /Wachstumszeit	0,01	-0,22	0,17	-0,12	-0,21	-0,21
erdig /Nitratgehalt	0,12	0,24	-0,08	0,09	0,10	0,48
erdig /Stärkegehalt	-0,02	-0,19	0,27	0,11	-0,19	-0,20
erdig /Drahtwurmschaden	0,13	-0,11	-0,11	-0,13	0,47	0,23
erdig /Drycore-Befall	-0,02	0,01	0,10	0,22	0,33	0,17
erdig /muffig-modrig	0,46	-0,17	0,16	0,55	0,33	0,02
muffig-modrig/Rohwarenertrag	0,10	0,03	0,32	-0,18	0,10	-0,07
muffig- modrig /Wachstumszeit	0,27	-0,19	0,25	-0,33	-0,04	0,19
muffig- modrig /Nitratgehalt	0,00	0,05	0,11	0,11	-0,12	0,01
muffig- modrig /Stärkegehalt	-0,11	-0,26	-0,07	0,04	-0,09	-0,23
muffig-modrig/Drahtwurmschaden	0,09	0,01	-0,20	0,19	0,40	0,20
muffig- modrig /Drycorebefall	0,24	0,23	-0,25	0,28	0,09	0,22

# Bestimmungsfaktoren für den Ertrag sowie die Qualitätsausbildung von ökologisch erzeugten Kartoffeln unter Verwendung der multiplen Regressionsanalyse

HERWART BÖHM<sup>1</sup>, ANNKATHRIN GRONLE<sup>1</sup>, KIRSTEN BUCHECKER<sup>2</sup>, WILFRIED DREYER<sup>3</sup>,  
CHRISTIAN LANDZETTEL<sup>4</sup>, SYLVIA MAHNKE-PLESKER<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst, 23847 Westerau, herwart.boehm@vti.bund.de

<sup>2</sup> ttz, Sensoriklabor, Lengstr. 3, 27572, Bremerhaven, Kbuch@ttz-bremerhaven.de

<sup>3</sup> Ökoring e.V., Bahnhofstr. 15, 27374, Visselhövede, w.dreyer@oekoring.de

<sup>4</sup> Bioland-Beratung, Auf dem Kreuz 58, 86152, Augsburg, clandzettel@bioland-beratung.de

<sup>5</sup> Qualitäts-Management-Beratung für Öko-Produkte, Niddastr. 41, 63329, Egelsbach, Mahnke-Plesker@t-online.de

## Zusammenfassung

Mit Hilfe multipler Regressionsanalysen wurden die Gesamtdaten des Projektes statistisch analysiert. Hierfür wurde die SAS-Prozedur GLMSELECT eingesetzt, da sie die relativ einfache Einbindung von kategoriellen Variablen bei gleichzeitiger Möglichkeit zur automatischen Variablenselektion erlaubt. Für den Ertrag konnte gezeigt werden, dass dieser wesentlich durch den Standort (Bodenart und Witterung), die zur Verfügung stehende Wachstumsphase (Anzahl Tage bis zum Befall mit *Phytophthora infestans*), die Beregnungsmenge und die Nährstoffversorgung der Böden sowie der Bodenbearbeitung bestimmt wird. Auch für den Stärkegehalt erfolgte eine recht gute Modellanpassung, weniger eindeutig waren die Ergebnisse für die Bestimmungsfaktoren der Sensorik.

*Schlüsselworte: Kartoffeln, multiple Regressionsanalyse, Ertrag, Stärke, Nitrat, Sensorik*

## Abstract

**Factors determining yield and quality of organically produced potatoes using multiple regression analysis**

All project data were statistically analyzed using multiple regression analysis. GLMSELECT, an SAS procedure, was used as this allows relatively easy integration of categorical variables with the simultaneous possibility of automatic variable selection. It was possible to show for the parameter 'yield' that this is determined to a considerable extent by location (soil type and weather), available growth period (number of days until infection by *Phytophthora infestans*), amount of irrigation and nutrient supply in the soil, as well as soil cultivation. Also for the starch content was a quite good fit of the model, less clear were the results for the determinants of sensory quality.

*Keywords: potato, multiple regression analysis, yield, starch, nitrate, sensory quality*

## Einleitung

In den bisherigen Beiträgen sind die Auswertungen in der Regel auf monokausale Zusammenhänge beschränkt gewesen, d.h. es wurde ausgewertet, ob ein Parameter X (z.B. Fruchtfolgestellung der Kartoffel) einen Effekt auf eine Zielgröße Y (z.B. Drahtwurmbefall, Ertrag oder Stärkegehalt) aufweist. Diesen Zusammenhang kann mit der Korrelationsanalyse berechnet werden und der Korrelationskoeffizient gibt an, wie viel Prozent der Varianz erklärt wird. Dies führt zu Ergebnissen und lässt direkte Rückschlüsse zu, aus denen auch Handlungsanweisungen erfolgen können. Allerdings gibt es viele Fälle, die auch in mehreren Beiträgen beschrieben wurden, die einen so deutlichen, monokausalen Zusammenhang nicht zeigen, da z.B. Überlagerungen mit anderen anbautechnischen Maßnahmen (z.B. Düngungsmaßnahmen) bestehen. In diesen Fällen sind weiterführende statistische Auswertungen gefragt. Eine dieser Möglichkeiten ist die Anwendung der multiplen Regression, wobei geschaut wird, welche Faktoren des Anbaumanagements einen Einfluss auf die Zielgröße wie z.B. den Ertrag oder sensorische Parameter aufweisen. Ziel dieser Untersuchung ist es daher herauszufinden, welcher Zusammenhang zwischen mehreren Faktoren des Anbaumanagements und Zielgrößen wie z.B. Ertrag, Inhaltsstoffen oder sensorischen Parametern besteht.

## Material und Methoden

Die Datenauswertung mittels multipler linearer Regressionen erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 9.1 unter Anwendung der Prozedur GLMSELECT. Die Prozedur GLMSELECT hat gegenüber den Prozeduren REG und GLM den Vorteil einer einfachen Einbindung von kategoriellen Variablen bei gleichzeitiger Möglichkeit zur automatischen Variablenselektion (SAS 2006). Vor der Durchführung der Regressionen wurde der lineare Zusammenhang zwischen

abhängigen Variablen und unabhängigen Variablen überprüft. Kategorielle Variablen wurden mit Hilfe einer Dummy-Kodierung in die Auswertung einbezogen. Die Berechnung der Regressionen erfolgte mit dem backward-Selektionsverfahren, wobei als Selektionskriterium die Durchführung auf Basis des Signifikanzniveaus gewählt wurde. Als SLE (significance level for entry) und SLS (significance level for staying) war der Wert 0,15 festgelegt. Ebenso erfolgte eine Überprüfung der Residuen auf Normalverteilung.

Nähere Informationen zur Durchführung des Projektes, der erhobenen Parametern sind bei Böhm et al. (2011) und den anderen Beiträgen des Sonderheftes zu finden.

## Ergebnisse und Diskussion

Für die multiple Regression wurden im ersten Schritt nach fachlichen Gesichtspunkten die Merkmale identifiziert, die einen Einfluss auf den Zielparameter haben könnten. Somit wurde die Regressionsanalyse für die Zielgröße Ertrag mit zum Teil anderen Parametern (Variablen) durchgeführt als z.B. für die die sensorischen Zielgrößen „bitter“ und „süß“.

### Ertrag

Für die Zielgröße Ertrag gingen folgende Variablen in die Prozedur ein:

Bodenart, Bodenpunkte, pH-Wert, Gehalte pflanzenverfügbare Nährstoffe P und K, Bodenbearbeitung zu Kartoffeln, Pflanzgutqualität, Pflanzgutvorbereitung, eingesetzte Pflanzenstärkungsmittel zur Knollenbehandlung (inkl. Kupferbeizung), Vorfruchtkombinationen, Art der Wirtschaftsdünger, Art der organischen Handelsdünger, Gesamtstickstoff (kg N/ha) gedüngt mit Wirtschaftsdüngern bzw. organischen Handelsdüngern, Berechnungsmenge, Kaliumdüngung, Anzahl der Behandlungen gegen Kartoffelkäfer, Anzahl der Tage vom Pflanzen bis zum Beginn des Krautfäulebefalles (*Phytophthora in-*

*festans*), Temperatursumme, Niederschlags-summe, Globalstrahlung (jeweils für den Zeitraum vom 01. Juni bis zum 15. August).

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse zum einen getrennt für die drei Sorten Princess, Ditta und Nicola und zum anderen für alle 3 Sorten unter Berücksichtigung des Sorteneffektes im Modell dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass bei der Verrechnung getrennt nach Sorten das adjustierte  $R^2$  zwischen 0,65 und 0,72 liegt, d.h. durch das Modell können zwischen 65 und 72 % der Varianz erklärt werden. Wird die multiple Regressionsanalyse für alle 3 Sorten durchgeführt, so können nur noch 52 % der Varianz durch das Modell erklärt werden, wobei der Sorteneffekt im Modell berücksichtigt wurde. Den höchsten Ertrag weist demnach die Sorte Nicola auf, im Vergleich dazu ist der Ertrag der Sorte Ditta gegenüber der Referenzsorte Nicola leicht und der Ertrag der Sorte Princess deutlich vermindert. Dies steht in Übereinstimmung mit den Ertragsauswertungen, die für Nicola einen Durchschnittsertrag über alle Jahre und Standorte von 269 dt/ha, für Ditta 261 dt/ha und für Princess 238 dt/ha auswiesen.

Übereinstimmend wurde in allen Modellen die Bodenart als signifikante Variable identifiziert, die einen Einfluss auf den Ertrag hat. Die leichten Standorte (Sand, lehmige Sande) wurden als Referenzgröße gewählt, so dass der Schätzwert für die anderen Bodenarten Auskunft darüber geben, ob der Ertrag bei diesen im Vergleich zu den leichten Standorten zu- oder abnimmt. Es zeigen sich mit Ausnahme der anmoorigen Standorte bei der Sorte Princess stets höhere Erträge gegenüber den leichten Standorten. Der Einfluss der anmoorigen Standorte wird in den Modellen unterschiedlich bewertet, im Gesamtmodell für alle 3 Sorten wird jedoch auch hier ein positiver Effekt ausgewiesen.

In den multiplen Regressionsanalysen für die drei Sorten werden insgesamt mehr Variablen berücksichtigt als in dem Gesamtmodell. So zeigen viele Variablen wie z.B. die

Pflanzgutqualität, der Einsatz von Pflanzenstärkungsmittel, die Vorfruchtkombinationen, die Arten der eingesetzten Wirtschafts- und organischen Handelsdünger und weitere Variablen einen signifikanten Einfluss nur bei einer oder zwei Sorten (Tab. 1). Betrachtet man zudem ihre Wirkung in den Modellen, so treten bei den Vorfruchtcombination der Sorte Ditta gegenüber der gewählten Referenz-Vorfruchtcombination Getreide – Getreide mit einer Ausnahme positive Effekte, während aber bei der Sorte Nicola mit einer Ausnahme alle anderen Vorfruchtcombinationen einen negativen Effekt auf den Ertrag aufweisen. Im Gesamtmodell waren diese Effekte jedoch nicht mehr signifikant und wurden wie auch andere Variablen nicht mehr berücksichtigt.

Daher wird im Folgendem nur noch auf das Ergebnis der multiplen Regressionsanalyse, verrechnet über alle Sorten eingegangen, wengleich die Anzahl der für das Modell signifikanten Variablen entsprechend geringer ausfällt und das adjustierte  $R^2$  mit 0,52 deutlich niedriger ist. Als signifikante Variablen gehen die bereits besprochene Bodenart ein und darüber hinaus die Variablen Phosphorgehalt im Boden, Bodenbearbeitung, Knollenbehandlung, Beregnungsmenge, Anzahl der Kartoffelkäferbehandlungen, Anzahl der Tage zwischen Pflanztermin und Beginn der *Phytophthora*-Infektion sowie alle drei Variablen der Witterung (Tab. 1).

Hinsichtlich der Bewertung der Variablen mit ihren Ausprägungsstufen kann für die Bodenarten festgehalten werden, dass die leichten Sandstandorte die niedrigsten Erträge bedingen. Dies steht in Übereinstimmung mit Angaben aus der Literatur (vgl. Möller et al. 2003).

Die Phosphorversorgung, bzw. der pflanzenverfügbare Gehalt an Phosphor im Boden wurde ebenfalls als signifikante Variable identifiziert. Auf den ersten Blick verwundert dies, doch vor dem Hintergrund das 174 von den insgesamt 284 Schlägen eine Phos-

phorversorgung in der Versorgungsstufe A und B (Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein) aufwies, kann die Phosphorverfügbarkeit durchaus von Bedeutung sein. Die Kaliumversorgung der Böden wurde nicht in das Modell einbezogen. Dies hängt damit zusammen, dass zum einen die Böden mit Kalium besser versorgt waren als mit Phosphor und zum anderen die Mehrzahl der Betriebe, d.h. auf 185 von 284 Schlägen mehr als 50 kg K/ha gedüngt wurde, im Mittel dieser Schläge waren es 140 kg K/ha. Damit wird deutlich, dass den Landwirten die Wichtigkeit einer ausreichenden Kaliumversorgung der Kartoffeln bewusst ist, um entsprechende Qualitäten und eine lagerfähige Ware zu erzeugen.

Bei der Grundbodenbearbeitung zeigt das Modell, dass die pfluglose Bearbeitung zu Kartoffeln einen den Ertrag mindernden Effekt aufweist. Dies verdeutlicht die besonderen Anforderungen der Kartoffel an einen gut strukturierten und durchwurzelbaren Boden, damit das im Vergleich zu anderen Kulturarten gering ausgeprägte Wurzelwerk der Kartoffel Wasser und Nährstoffe aufnehmen kann. Diese Ergebnisse werden durch Untersuchungen von Kainz (2003) unterstützt, der in mehrjährigen Versuchen ein geringeres Ertragsniveau bei ausschließlich nicht wendender Bodenbearbeitung mit dem Grubber im Vergleich zur Pflugbearbeitung feststellte.

Die eingesetzten Knollenbehandlungen des Pflanzgutes mit Kupfer oder Pflanzenstärkungsmitteln wurden ebenfalls in das Modell einbezogen. Die Ergebnisse überraschen insofern, dass der Kupferbeizung einen negativen Effekt auf den Ertrag zugewiesen wurde. Dies kann derzeit durch andere Literaturquellen nicht bestätigt werden. Keil et al. (2008) sowie Zellner et al. (2007) wiesen nach, dass der Primärbefall mit *P. infestans* von mit Kupfer gebeizten Pflanzgut reduziert wird, wobei weder ein positiver noch negativer Ertragseffekt festgestellt wurde (Zellner et al. 2007).

Eine Behandlung des Pflanzgutes mit den Pflanzenstärkungsmitteln FZB 24 und Proradix wurden im Modell ein positiver Ertragseffekt zugeschrieben, während Rhizovital und EM negativ beurteilt wurden. Allerdings war die Anzahl der Fälle mit EM-Behandlung (Effektive Mikroorganismen) so gering, dass dieser Wert nicht belastbar ist. Eine Auswertung der Literatur ergibt, dass zur Wirkung von Pflanzenstärkungsmitteln als Knollenbehandlung gegensätzliche Ergebnisse vorliegen. So konnten Karalus und Grünbeck (2003) in ihren Untersuchungen bei den geprüften Mitteln FZB 24 und Proradix weder auf den Befall mit *Rhizoctonia solani* noch auf den Ertrag positive Effekte nachweisen. In den Versuchen von Schleuß und Böhm (2005) wurde dagegen in der Mehrzahl der Fälle sowohl eine Reduzierung mit *R. solani* als auch Mehrerträge nachgewiesen. Die Untersuchung von Mayer et al. (2010), in der Effektive Mikroorganismen (EM) auch zu Kartoffeln eingesetzt wurden, allerdings nicht als Knollenbehandlung sondern als Feldspritzung in den wachsenden Bestand bis zur Blüte, zeigten keine signifikanten Mehrerträge.

Einen positiven Effekt auf den Ertrag weist die Beregnung aus. Dies ist in der Literatur vielfach beschrieben (Fricke 2005, 2007) und wird auch durch die Auswertung der Projektdaten bestätigt (Landzettel und Dreyer 2011c). Hier wurde gezeigt, dass auf den beregneten Flächen durchschnittlich ein Mehrertrag von über 20 % realisiert wurde. Ebenso zeigten die Korrelationsberechnungen mit Ausnahme des Jahres 2007 einen Zusammenhang zwischen Ertrag und Beregnungsmenge (2008: 0,493; 2009: 0,304).

Ganz entscheidend ist die effektiv zur Verfügung stehende Vegetationszeit, hier in der Variable Anzahl Tage vom Pflanzen bis zum Beginn des Befalls mit *P. infestans* ausgedrückt. Damit wird gleichzeitig deutlich, dass der Befall mit *P. infestans* eine relevante Einflussgröße hinsichtlich des im Ökolo-

**Tabelle 1:** Berechnung der multiplen Regression mittels der Prozedur GLMSELECT für den Ertrag (dt/ha) getrennt für die drei Sorten und in einem Gesamtmodell mit Berücksichtigung der Sorten (Datenbasis 2007 – 2009)

adj R <sup>2</sup>	Ertrag							
	Princess 0,6634		Ditta 0,6480		Nicola 0,7188		Gesamtmodell 0,5203	
	Schätzwert	t-Wert	Schätzwert	t-Wert	Schätzwert	t-Wert	Schätzwert	t-Wert
Intercept	-242,98	-1,82	610,87	4,00	-159,32	-1,00	94,77	1,31
Sorte								
1 Princess							-31,96	-2,56
2 Ditta							-7,22	-0,57
3 Nicola							0,00	
Bodenart								
1 anmoorig	-28,79	-0,54			333,37	4,99	59,60	1,76
2 schwer	54,21	2,22	36,66	1,39	6,91	0,24	36,45	2,51
3 mittel	24,36	1,35	57,74	2,60	37,88	1,81	42,70	3,43
4 leicht	0,00		0,00		0,00		0,00	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g Boden)			3,96	2,86	4,81	3,03	2,18	2,52
K <sub>2</sub> O (mg/100g Boden)								
Bodenbear- beitung							-28,09	-1,95
1 pfluglos							0,00	
2 Pflug								
Pflanzgut- qualität								
1 Z-Pflanzgut					-57,70	-2,24		
2 Nachbau					0,00			
eingesetzte Mittel zur Knollenbe- handlung								
1 Kupfer			-39,23	-1,37				
2 FZB 24			-55,33	-1,97				
3 Rhizovital			-137,74	-2,75				
4 Proradix			79,72	1,22				
5 ChitoPlant								
6 EM			104,33	-1,61				
7 keine			0,00					
Pflanzgut- vorbereitung								
1 vorgekeimt			-171,80	-2,40				
2 keimgestimmt			-193,07	-2,86				
3 keine			0,00					
Vorfrucht- kombination								
1 KG - KG			26,66	0,59	-35,21	-0,82		
2 KG - GT			28,29	0,75	22,84	0,67		
3 KL - GT			197,77	4,44	-34,64	-1,08		
4 GM - GT			35,05	0,83	-4,39	-0,16		
5 GT - KG			68,31	2,12	-115,09	-3,18		
6 GT - KL			27,96	0,71	-33,15	-0,99		
7 GT - GM			-20,03	-0,54	-40,89	-0,60		
8 Sonstige			29,87	1,09	-28,16	-1,15		
9 GT - GT			0,00		0,00			
Wirtschafts- düngerart (WiDü)								
1 Biogassubstrat	-12,19	-0,49	69,83	1,58	27,12	0,98		
2 Geflügelmist	-43,92	-1,28	32,09	0,76	43,98	1,47		
3 Pferdemit	-39,06	-0,72	-44,60	-0,86	-31,15	-0,62		
4 Rindermist	-112,36	-3,15	101,37	2,11	45,00	1,20		
5 Schafsmist	-158,51	-2,21						
6 (Rinder-)gülle	-54,09	-1,24	111,03	2,45	29,22	0,55		
7 Champignonsubstrat	-20,61	-0,44	-222,57	-1,89				
8 Gülle u. Mist			145,72	1,74	-115,61	2,24		
9 keine WiDü	0,00		0,00		0,00			
Handels- düngerart (HaDü)								
1 Haarmehlpellets			76,15	2,18	14,26	0,57		
2 Bioilsa			89,32	2,35	-49,80	-0,81		
3 PPL			-21,73	-0,49	-197,81	-3,52		
4 PPL + Haarmehl p.			60,93	0,76				
5 Rapsschrot			43,98	1,05	-76,18	-1,04		
6 Grüngutkompost			162,82	3,82	182,53	2,65		
7 keine HaDü			0,00		0,00			
Wirtschaftsdünger (kg N/ha)			-1,25	-2,74				
organische Handelsdünger (kg N/ha)	-0,55	-2,88						
Kaliumdüngung (kg K/ha)	0,35	2,84	0,38	2,31	0,25	1,80		
Beregnungsmenge (mm)					0,86	2,83	0,60	3,79
Anzahl Kartoffelkäferbehandlungen			30,45	2,29	32,66	2,49	-9,22	-1,53
Tage zw. Pflanzen und P.i.-Beginn	2,11	4,28					1,31	4,06
Temperatursumme (01.06.-15.08)	-0,56	-3,66	-0,94	-5,50			-0,39	-4,27
Globalstrahlungssumme (01.06.-15.08)	0,008	5,80	0,007	-1,52	0,004	3,49	0,005	5,89
Niederschlagssumme (01.06.-15.08)			-0,29	4,60	-1,04	-4,90	0,10	-4,66

Abkürzungen: GT = Getreide, KG = Klee gras, KL = Körnerleguminosen, GM = Gemüse,  
Sonstige = Ölpflanzen, Acker gras, Ganzpflanzensilage gemenge etc.  
PPL = Potato Protein Liquid, EM = Effektive Mikroorganismen

Bei den kategoriellen Variablen wurden jeweils Referenzkategorien gewählt, die als Vergleichsbasis (ausgewiesen mit 0,00) für die anderen Kategorien dienen.

**Tabelle 2:** Berechnung der multiplen Regression mittels der Prozedur GLMSELECT für die Parameter Stärke- und Nitratgehalt, die sensorischen Parameter Bitter und Süße zu den Zeitpunkten „nach Ernte“ und „nach Lagerung“ für die Untersuchungsjahre 2007 – 2009

adj R <sup>2</sup>	Stärke 0,7074		Nitrat 0,4265		Bitter (n. Ernte) 0,4633		Bitter (n. Lager) 0,4698		Süße (n. Ernte) 0,2281		Süße (n. Lager) 0,2544		
	Schätz- wert	t-Wert	Schätz- wert	t-Wert	Schätz- wert	t-Wert	Schätz- wert	t-Wert	Schätz- wert	t-Wert	Schätz- wert	t-Wert	
Intercept	8,87	5,41	62,61	0,93	20,33	6,52	-0,78	-0,14	-2,62	-0,68	9,00	1,90	
Sorte	1 Princess	-2,95	-11,98	22,25	1,90			3,25	4,87	0,69	0,59	-3,01	-2,76
	2 Ditta	-1,27	-5,18	-23,47	-2,54			0,08	0,11	-1,94	-2,21	-2,44	-2,90
	3 Nicola	0,00	.	0,00	.			0,00	.	0,00	.	0,00	.
Bodenart	1 anmoorig	-0,03	-0,04	-31,25	-1,15								
	2 schwer	0,96	2,45	20,93	1,37								
	3 mittel	0,87	2,94	43,00	3,78								
	4 leicht	0,00	.	0,00	.								
Bodenpunkte	-0,03	-2,91	-1,09	-3,02	-0,03	-1,97	-0,03	-1,64	0,04	1,77			
pH-Wert (Boden)	0,45	1,95	17,83	2,08									
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g Boden)					0,07	1,75							
K <sub>2</sub> O (mg/100g Boden)													
Bodenbear- beitung	1 pfluglos												
	2 Pflug												
Pflanzgut- qualität	1 Z-Pflanzgut	0,33	1,53										
	2 Nachbau	0,00	.										
eingesetzte Mittel zur Knollenbe- handlung	1 Kupfer												
	2 FZB 24												
	3 Rhizovital												
	4 Proradix												
	5 ChitoPlant												
	6 EM												
	7 keine												
Vorfrucht- kombination	1 KG - KG					2,33	1,63	1,09	0,61				
	2 KG - GT					-0,97	-0,98	-0,07	-0,06				
	3 KL - GT					1,56	1,57	-2,45	-2,23				
	4 GM - GT					-1,65	-1,85	-1,57	-1,74				
	5 GT - KG					-2,18	-2,42	-0,28	-0,25				
	6 GT - KL					-0,19	-0,20	3,35	2,63				
	7 GT - GM					-1,92	-1,76	-1,28	-1,11				
	8 Sonstige					0,14	0,18	0,80	0,89				
	9 GT - GT					0,00	.	0,00	.				
Wirtschafts- düngerart (WiDü)	1 Biogassubstrat							0,03	0,04				
	2 Geflügelmist							-0,77	-0,78				
	3 Pferdemit							-3,07	-1,46				
	4 Rindermist							-1,54	-1,73				
	5 Gülle							-1,69	-1,30				
	6 Champignonsubstrat							-1,81	-0,65				
	7 Gülle + Mist							-4,26	-2,64				
	8 Keine WiDü							0,00	.				
Handels- düngerart (HaDü)	1 Haarmehlpellets	-0,87	-3,07	53,11	2,34					6,53	3,04		
	2 Bioilsa	-0,02	-0,04	29,05	1,40					0,79	0,41		
	3 PPL	-0,59	-1,38	42,60	2,04					4,35	2,27		
	4 PPL + Haarmehlp.	-0,44	-0,57	74,88	2,11					7,42	2,29		
	5 Rapsschrot	-0,52	-1,12	30,49	1,39					3,62	1,79		
	6 Grüngutkompost	1,61	2,58	128,36	4,90					1,76	0,74		
	7 keine HaDü	0,00	.	0,00	.					0,00	.		
Wirtschaftsdünger (kg N/ha)	-0,01	-1,61											
organische Handelsdünger (kg N/ha)			-0,47	-1,95					-0,06	-2,71			
Berechnungsmenge (mm)	-0,005	-1,61	-0,51	-4,38			0,01	1,93					
Anzahl Kartoffelkäferbehandlungen													
Tage zw. Pflanzen und P.i.-Beginn	0,02	4,45					-0,03	-1,91	-0,06	-2,84			
Temperatursumme (01.06.-15.08)			0,08	1,93			0,030	3,37					
Globalstrahlungssumme (01.06.-15.08)	0,00003	2,60			-0,00003	-1,48	-0,0002	-2,76					
Niederschlagssumme (01.06.-15.08)	-0,005	-2,79					0,01	1,94	0,02	2,66			
Tage zw. Krautsterben und Roden	-0,02	-3,32											
Boniturnote	1 Note 0							4,04	1,5			0,27	0,08
	2 Note 1-2							2,39	0,91			-2,11	-0,61
	3 Note 2,5-3,5							3,35	1,26			-2,84	-0,82
	4 Note >3,5							0,00	.			0,00	.
Dry Core (%)													
Drahtwurmbefall (%)	0,04	1,97							-0,23	-3,03			
Schorf (%)													
Nitratgehalt (ppm FM)	-0,008	-4,38			0,02	4,52			-0,01	-2,15			
Stärkegehalt (% FM)			-10,30	-4,68	-0,85	-6,74			1,13	4,64	0,37	1,59	
Lagerart	1 geschlossene Kiste							-0,65	-0,96			-1,39	-1,68
	2 offene Kiste							1,75	2,82			0,21	0,27
	3 mechan. Kühlung							0,00	.			0,00	.

Abkürzungen: GT = Getreide, KG = Klee gras, KL = Körnerleguminosen, GM = Gemüse,  
Sonstige = Ölpflanzen, Acker gras, Ganzpflanzensilage gemenge etc.,  
PPL = Potato Protein Liquid, EM = Effektive Mikroorganismen

Bei den kategoriellen Variablen wurden jeweils Referenzkategorien gewählt, die als Vergleichsbasis (ausgewiesen mit 0,00) für die anderen Kategorien dienen.

gischen Landbau zu realisierenden Ertrages darstellt. Die Korrelationsberechnungen für die im Projekt erhobenen Daten zeigten hier moderate bis gute Beziehungen von 0,560 (2007), 0,633 (2008) und 0,340 (2009).

Dagegen nicht einzuordnen ist das Ergebnis zur Bekämpfung der Kartoffelkäfer, da eindeutig nachgewiesen wurde, dass die auf den beteiligten Projektbetrieben eingesetzten Mittel eine gute Wirkung gegenüber den Kartoffelkäfern besitzen (Kühne 2007, 2009). Eine Überprüfung der Befallsstärke sowie der Wirksamkeit der Behandlungen wurde im Rahmen des Projektes jedoch nicht erhoben, so dass die hier gewählten Ausprägungsstufen der Variable, hier gewählt die Anzahl der durchgeführten Behandlungen, nicht geeignet war. Zum anderen könnte aus diesem Ergebnis aber auch abzuleiten sein, dass es sich bei diesen Kartoffelbeständen ohnehin um bereits geschwächte Bestände gehandelt hat, bei denen der Einsatz der Pflanzenschutzmittel keinen positiven Effekt mehr bewirken konnte.

Die ausgewählten Parameter zur Beschreibung der Witterungsbedingungen haben alle einen Einfluss, dennoch kann hier keine eindeutige Zuordnung und somit keine Interpretation erfolgen.

### **Stärkegehalt**

Für die Inhaltsstoffe Stärke und Nitrat sowie für die sensorischen Parameter Süße und Bitter, jeweils gemessen nach Ernte und Lagerung, wurden neben den für den Ertrag benannten Variablen zusätzlich die äußeren Qualitätsparameter wie die Bonituren auf Rhizoctonia, Dry Core, Schorf und Drahtwurmbefall sowie der Nitratgehalt im Modell für Stärke bzw. der Stärkegehalt im Modell für Nitrat sowie beide Variablen bei den sensorischen Parametern einbezogen. In der multiplen Regressionsanalyse wurde, wie für das Gesamtmodell für den Ertrag, der Sorteneffekt einbezogen (Tab. 2). Für die Untersuchungen nach Lagerung wurde zusätzlich die Variable Lagerungsart aufgenommen,

wobei hier nur die Daten der Jahre 2008 und 2009 einbezogen werden konnten.

Für den Stärkegehalt beträgt das adjustierte  $R^2 = 0,71$  und ist damit deutlich besser als für den Ertrag, d.h. 71 % der Varianz können durch das Modell erklärt werden. Im Modell wurde wiederum der Sorteneffekt berücksichtigt und spiegelt die Verhältnisse der im Projekt gemessenen Stärkegehalte wider. Die Sorte Nicola wies die höchsten Stärkegehalte (13,3 %) gefolgt von Ditta (12,3 %) und Princess (9,8 %). Maßgeblich gehen weiterhin die Bodenart, die Bodenpunkte sowie der pH-Wert, die Pflanzgutqualität, die Art der Handelsdünger, die gedüngte N-Menge über Wirtschaftsdünger, die Beregnungsmenge, die zur Verfügung stehen Vegetationszeit bis zum Befallsbeginn mit *P. infestans*, die Witterungsparameter sowie der Drahtwurmbefall und der Nitratgehalt in den Knollen ein (Tab. 2).

Aus der Literatur (z.B. dargestellt bei Möller et al. 2003) ist bekannt, dass der Stärkegehalt bei schweren Böden in der Regel höher ausfällt als auf leichteren Böden. Dies wird in dem Modell durch die Variable Bodenart und pH-Wert berücksichtigt, die Bodenpunkte zeigen einen leicht reduzierenden Effekt auf.

Der Einfluss der Pflanzgutqualität zeigt an, dass die Partien, die aus Z-Pflanzgut erwachsen sind, einen höheren Stärkegehalt aufwiesen als die aus Nachbaupflanzgut.

Interessant ist die Berücksichtigung der Handelsdüngerart im Modell mit ihrer Wirkung auf den Stärkegehalt. Die eingesetzten Handelsdünger haben mit Ausnahme des eingesetzten Grüngutkompostes eine negative Wirkung auf den Stärkegehalt, genauso wie die über die Wirtschaftsdünger ausgebrachte N-Menge. Die negative Korrelation zwischen N-Düngung und Stärkegehalt ist vielfach, auch unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaues, dokumentiert (Kolbe 2003, Böhm 1997). Auffallend ist insbesondere die Stärke erhöhende Wirkung

des Grüngutkompostes. Hierzu liegen bislang keine Untersuchungen vor. Grüngutkompost kann als Mehrnährstoffdünger mit entsprechenden Gehalten an Spurenelementen, bezeichnet werden, wodurch dieser Effekt gegebenenfalls bedingt sein könnte.

Das Regressionsmodell zeigt, dass mit zunehmender Berechnungsmenge eine gewisse Reduzierung des Stärkegehaltes einhergeht. In der Regel werden die Stärkegehalte durch Berechnung erhöht, allerdings werden in Einzeljahren auch geringere Gehalte gemessen (Fricke 2006).

Entsprechend deutlich ist wiederum der Zusammenhang zwischen der zur Verfügung stehenden Wachstumsdauer und dem Stärkegehalt. Dies wurde im Jahr 2007 sehr deutlich, als die Kartoffeln, vor allem der Sorte Princess, aufgrund des frühzeitigen Befalls mit *P. infestans* sehr niedrige Stärkegehalte aufwiesen, was in diesem Jahr auch durch den Korrelationskoeffizienten von 0,49 zum Ausdruck kam. Dieser Zusammenhang ist auch vielfach in der Literatur beschrieben (Landzettel & Dreyer 2011a, in diesem Heft).

Auch die ausgewiesenen Auswirkungen der Witterung sind in der Literatur beschrieben und belegt (Kolbe 1995, vgl. auch Möller et al. 2003). Die Einstrahlung bewirkt einen Anstieg und Niederschläge können zu einer Reduzierung der Stärkegehalte führen.

Der negative Zusammenhang zwischen Stärke- und Nitratgehalt wird in der Literatur beschrieben und ist eventuell darauf zurückzuführen, dass bei Kartoffelbeständen, deren Blattapparat verletzt oder nicht mehr intakt ist (z.B. durch *P. infestans*) die Photosyntheseleistung verringert wird. Dies kann bewirken, dass die Nitratgehalte nicht durch die eingelagerte Stärke verringert werden (Konzentrationseffekt) (Kolbe 1996).

## Nitratgehalt

Für den Nitratgehalt in den Kartoffeln wurde ein  $\text{adj. } R^2 = 0,43$  errechnet, d.h. nur 43 % der Varianz können durch die im Modell berücksichtigten Faktoren erklärt werden. Damit unterscheidet sich die Aussagekraft deutlich von den zuvor beschriebenen Parametern Ertrag und Stärkegehalt. Der vom Modell berücksichtigte Sorteneinfluss bestätigt die erhobenen Werte, d.h. die geringsten Nitratgehalte wies die Sorte Ditta mit 89,4 mg/kg FM auf, die höchsten die Sorte Princess (165 mg/kg FM) und dazwischen lagen die Nitratgehalte der Sorte Nicola (98 mg/kg FM).

Auch im Modell wurden wiederum die Bodenart und die Bodenpunkte berücksichtigt, allerdings in gegenläufiger Weise. Böden mit hoher N-Nachlieferung, d.h. in der Regel die besseren Böden können sich nachteilig auf die Nitratgehalte der Knollen auswirken (Kolbe 1996).

Die eingesetzten Handelsdünger führen alle zu einer Erhöhung der Nitratgehalte und bestätigen damit den bekannten Zusammenhang, dass die Kartoffel mit zunehmender N-Versorgung mit erhöhten Nitratgehalten reagiert. Dieser Effekt war bei den Wirtschaftsdüngern nicht signifikant und wurde im Modell somit nicht berücksichtigt. Dies kann auch mit der langsameren N-Freisetzung aus den organischen Wirtschaftsdüngern zusammenhängen. Der Einsatz der Berechnung führt dagegen zu geringeren Nitratgehalten und wird durch Untersuchungsergebnisse gestützt (Kolbe 1996).

## Sensorische Ausprägungen im Geschmack

Ebenso wurden multiple Regressionsanalysen für die sensorischen Ausprägungen durchgeführt. Beispielhaft sind in Tabelle 2 die Ergebnisse für die Parameter „Bitter“ und „Süße“ nach Ernte sowie nach Lagerung dargestellt. Für Bitter weist die multiple Regressionsanalyse ein  $\text{adj. } R^2$  von 0,46 (nach Ernte) bzw. 0,47 (nach Lagerung) und für Süße ein  $\text{adj. } R^2$  von 0,23 (nach Ernte)

bzw. 0,25 (nach Lagerung) aus. Somit sind für die geprüften Geschmacksausprägungen nur noch schwache Zusammenhänge abzuleiten. Zudem werden im Modell nur noch wenige Variable berücksichtigt.

Bei der Geschmacksausprägung „Bitter nach Ernte“ war kein signifikanter Sorteneffekt vorhanden, berücksichtigt wurden im Modell nur die Variablen Bodenpunkte, Phosphorgehalt im Boden, Vorfruchtkombinationen sowie die Globalstrahlungssumme, der Nitrat- und Stärkegehalt. Die Bodengüte (Bodenpunkte) wirkt sich auf den Geschmack aus, d.h. mit zunehmender Bodenpunktzahl nimmt die Neigung zu Bitter ab. Dieser Einfluss bleibt auch nach der Lagerungsperiode erhalten. Bei der Süße dagegen nimmt die Ausprägung mit zunehmender Bodengüte zu, allerdings nur bei der Verrechnung nach Ernte.

Bei der Geschmacksnote „Bitter“ wirkte sich ein höherer Stärkegehalt bei der Untersuchung nach Ernte reduzierend, bei der Süßnote entsprechend verstärkend aus. Während der Effekt bei der Süße auch nach der Lagerungsperiode erhalten blieb, war dieser nach der Lagerung für bitter nicht mehr signifikant. Da Stärke oftmals als Geschmacks-träger im positiven Sinne in der Literatur beschrieben wird (z.B. Mica 1978), ist dieser Zusammenhang nachvollziehbar. Ebenso ist bekannt, dass Kartoffeln die physiologisch ausgereift sind oftmals qualitativ besser bewertet werden. Dies könnte sich auch in positiven Geschmacksausprägungen wie der Süße wiederfinden.

Zunehmende Nitratgehalte führten bei der nach Ernte-Untersuchung zu einer Steigerung der Bitternote. Dieser Zusammenhang zeigte sich sehr deutlich im Jahr 2007 (vgl. Mahnke-Plesker et al. 2011, Buchecker et al. 2011), hat sich aber in den beiden weiteren Jahren als nicht so stringent erwiesen. Umgekehrt war der Einfluss des Nitratgehaltes auf die Ausprägung der Süße.

Die Globalstrahlung wird als Bitterkeit reduzierend in dem Modell berücksichtigt. Dies würde die These stützen, dass ausgereifte Kartoffeln physiologisch stabiler und damit auch geschmacklich besser einzustufen sind. Die Auswirkungen der Variablen Vorfruchtkombinationen, Art der Wirtschaftsdünger bzw. Handelsdüngerart können derzeit noch nicht eingeschätzt werden. Die aus den multiplen Regressionsanalysen abgeleiteten Einschätzungen sollten in diesem Zusammenhang eher als Hinweise angesehen werden, die im Weiteren überprüft werden müssen – dies gilt insbesondere auch für die Geschmacksausprägung.

Nach der Ernte wurden Kartoffelproben zusätzlich in unterschiedlichen Lagern gelagert (vgl. Böhm et al. (2011), in diesem Heft). Für die multiplen Regressionsanalysen für die Geschmacksausprägungen bitter und süß wurden diese Lagerarten in das Modell aufgenommen, wobei nur die Daten aus 2008 und 2009 einbezogen werden konnten. Dabei zeigte sich, dass die Lagerung einen signifikanten Einfluss hatte (Tab. 2). Als Referenz wurde bei der Berechnung die mechanische Kühlung (Zieltemperatur 4°C) gewählt, so dass die beiden anderen Lagerungsarten (1 = geschlossenen Kiste, Zieltemperatur 4°C; 2 = offene Kiste, Zieltemperatur 5°C) hierzu verglichen werden können. Das Modell weist aus, dass die Lagerung der Kartoffeln in geschlossenen Kisten im Vergleich zur Lagerung mit mechanischer Kühlung zu einer Verringerung der Geschmacksausprägungen Bitter und Süße führten und in dem Lager mit offenen Kisten eine Verstärkung dieser beiden Geschmacksausprägungen führte. Diese Aussagen werden durch die Auswertungen von Mahnke-Plesker et al. (2011, in diesem Heft) nicht gestützt. Sie fanden keine einheitlichen Reaktionen der Sorten in Abhängigkeit der Lagerung.

## Schlussfolgerungen

Multiple Regressionsanalysen bieten die Möglichkeit die Ursache der Varianz bestimmter Zielgrößen mit Hilfe verschiedener

Variablen zu erklären. Dies bietet Möglichkeiten Zusammenhänge zu erkennen und das Zusammenwirken verschiedener Variablen hinsichtlich der Zielgrößen einzuschätzen. Damit kann den Landwirten eine zusätzliche Hilfestellung gegeben werden, welche pflanzenbaulichen Maßnahmen zu einer Verbesserung der Kartoffelerträge einerseits und gewünschter Qualitäten andererseits führen. Für die Ertragsleistung und den Stärkegehalt zeigten die Modelle der multiplen Regressionsanalyse gute Ergebnisse, mit denen über 70 % der Varianz erklärt werden konnten. Leider sind die Zusammenhänge zwischen Anbaumanagement und insbesondere der Ausbildung der Geschmacksausprägungen bislang noch nicht zufriedenstellend.

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes "Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion" durchgeführt, das durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert wurde (FKZ 06OE125, FKZ 06OE149 und FKZ 06OE295).

## Literatur

- 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. Verlag Dr. Köster, Berlin
- Böhm H, Dreyer, Dresow JF, Landzettel C, Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011): Forschungsprojekt zur Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion – Hintergrund und Projektbeschreibung. Landbauforschung SH 348:1-13
- Buchecker K, Mahnke-Plesker S, Westhues F (2011): Sensorische Sortenprofile. Landbauforschung SH 348:87-97
- Fricke E (2005): Kein Kartoffelanbau ohne gesicherte Wasserversorgung! Kartoffelbau 56(3):86-89
- Fricke E (2006): <http://www.fachverband-feldberegnung.de/pdf/ZusatzwasserfuermehrQualitaet.pdf>. [zitiert am 30.05.2011]
- Fricke E (2007): Beregnung - teuer, aber lohnend. Kartoffelbau 58(3):84-87
- Kainz M (2003): Technik der Grundbodenbearbeitung. In: Möller K, Kolbe H, Böhm H (2003): Handbuch Ökologischer Kartoffelbau: Österreichischer Agrarverlag: 61-66
- Karalus W, Grünbeck A (2003) Helfen Pflanzestärkungsmittel gegen Rhizoctonia? Kartoffelbau 54(1/2/2003):26-27
- Keil S, Benker M, Zellner M (2008): The use of copper seed treatments to control potato late blight in organic farming. In: Neuhoff D et al: Cultivating the future based on science. Volume 1: Organic Crop Production. Proceedings of the Second Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR), 16th IFOAM Organic World Conference in Cooperation with the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) and the Consorzio ModenaBio in Modena, Italy, 18-20 June, 2008, 476-479
- Kolbe H (1990): Kartoffeldüngung unter differenzierten ökologischen Bedingungen. Einfluss von Blatt- und Bodendüngung sowie Sorte und Klima auf Erträge und Inhaltsstoffe der Knollen zur Erntezeit und nach kontrollierter Lagerung. Fachbereich Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität zu Göttingen, 294 pp
- Kolbe H (1995): Einflussfaktoren auf die Inhaltsstoffe der Kartoffel Teil 1: Trockensubstanz und Stärke. Kartoffelbau 46(10):404-411
- Kolbe H (1996): Einflussfaktoren auf die Inhaltsstoffe der Kartoffel. Teil IV: Nitrat. Kartoffelbau 47(7):259-264
- Kühne S (2009): Kampf dem Kartoffelkäfer. Kartoffelbau 60(4):116-117
- Kühne S, Reelfs T, Moll E, Kleinhenz B (2007): Optimierte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zur Regulierung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) im Ökologischen Landbau. Zikeli S, Claupein W, Dabbert S et al (eds). Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau Band 1:337-340, Berlin:Verlag Dr. Köster
- Landzettel C, Dreyer W (2011a): Drahtwurmschäden. Landbauforschung SH 348:67-78
- Landzettel C, Dreyer W (2011b): Herausarbeitung und Bewertung sortenspezifischer Eigenheiten

- hinsichtlich Nitrat- und Stärkegehalte, Missbildungen und Beschädigungen. Landbauforschung SH 348:55-60
- Landzettel C, Dreyer W (2011c): Anbaumanagement auf den untersuchten Projektbetrieben. Landbauforschung SH 348: 31-42
- Mahnke-Plesker S, Buchecker K, Westhues F (2011): Zusammenhang zwischen Sensorik und Anbauparametern nach Ernte und Lagerung. Landbauforschung SH 348:111-128
- Mayer J, Scheid S, Widmer F, Fliessbach A, Oberholzer HR (2010) How effective are 'Effective microorganisms (R) (EM)'? Results from a field study in temperate climate. Applied Soil Ecology 46(2):230-239
- Mica B (1978): Einfluß des Verhältnisses von Stärke zu anderen Inhaltsstoffen auf den Geschmack von Kartoffeln. Stärke 30(9):313-315
- Möller K, Kolbe H, Böhm H (2003): Handbuch Ökologischer Kartoffelbau. 1. Aufl., Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 183 pp
- SAS (2006): The GLMSELECT Procedure (Experimental). SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA, S. 1-102  
Download:  
<http://support.sas.com/rnd/app/da/glmselect.html>
- Schleuß U, Böhm H (2005) Reduzierung von *Rhizoctonia solani* im ökologischen Kartoffelanbau. In: Heß J, Rahmann G (eds). Ende der Nische. Beitr. 8.Wiss.-Tagung Ökol. Landbau, 153-154. Kassel:kassel university press.
- Scholte K (1989): Effects of soil-borne *Rhizoctonia solani* Kühn on yield and quality of ten potato cultivars. Potato Res. 32:367-376
- Zellner M, Keil S, Benker M, Kleinhenz B, Bange mann L (2007): Entwicklung, Überprüfung und Praxiseinführung des Prognosesystems ÖKO-SIMPHYT zur gezielten Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) im ökologischen Kartoffelanbau mit reduzierten Kupferaufwandmengen. BÖL-Abschlußbericht



**Lieferbare Sonderhefte / Special issues available**

- |      |   |         |
|------|---|---------|
| 318  | Yelto Zimmer, Stefan Berenz, Helmut Döhler, Folkhard Isermeyer, Ludwig Leible, Norbert Schmitz, Jörg Schweinle, Thore Toews, Ulrich Tuch, Armin Vetter, Thomas de Witte (2008)<br><b>Klima- und energiepolitische Analyse ausgewählter Bioenergie-Linien</b>                | 14,00 € |
| 319  | Ludger Grünhage and Hans-Dieter Haenel (2008)<br><b>Detailed documentation of the PLATIN (PLant-ATmosphere Interaction) model</b>   | 10,00 € |
| 320  | Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hrsg.) (2008)<br><b>Praxis trifft Forschung — Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2008</b>   | 14,00 € |
| 321  | Bernd Degen (Editor) (2008)<br><b>Proceedings of the international workshop “Fingerprinting methods for the identification of timber origins”, Bonn, October 8-9 2007</b>   | 18,00 € |
| 322  | Wilfried Brade, Gerhard Flachowsky, Lars Schrader (Hrsg) (2008)<br><b>Legehuhnzucht und Eierzeugung - Empfehlungen für die Praxis</b>   | 12,00 € |
| 323  | Christian Dominik Ebmeyer (2008)<br><b>Crop portfolio composition under shifting output price relations – Analyzed for selected locations in Canada and Germany –</b>   | 14,00 € |
| 324  | Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2009)<br><b>Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007</b><br><b>Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2009 für 2007</b> | 8,00 €  |
| 324A | <b>Tables</b><br><b>Tabellen</b>  | 8,00 €  |
| 325  | Frank Offermann, Martina Brockmeier, Horst Gömann, Werner Kleinhanß, Peter Kreins, Oliver von Ledebur, Bernhard Osterburg, Janine Pelikan, Petra Salamon (2009)<br><b>vTI-Baseline 2008</b>   | 8,00 €  |
| 326  | Gerold Rahmann (Hrsg.) (2009)<br><b>Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2008</b>  | 8,00 €  |
| 327  | Björn Seintsch, Matthias Dieter (Hrsg.) (2009)<br><b>Waldstrategie 2020</b><br>Tagungsband zum Symposium des BMELV, 10.-11. Dez. 2008, Berlin   | 18,00 € |
| 328  | Walter Dirksmeyer, Heinz Sourell (Hrsg.) (2009)<br><b>Wasser im Gartenbau –</b> Tagungsband zum Statusseminar am 9. und 10. Februar 2009 im Forum des vTI in Braunschweig. Organisiert im Auftrag des BMELV   | 8,00 €  |
| 329  | Janine Pelikan, Martina Brockmeier, Werner Kleinhanß, Andreas Tietz, Peter Weingarten (2009)<br><b>Auswirkungen eines EU-Beitritts der Türkei</b>   | 8,00 €  |
| 330  | Walter Dirksmeyer (Hrsg.) (2009)<br><b>Status quo und Perspektiven des deutschen Produktionsgartenbaus</b>  | 14,00 € |
| 331  | Frieder Jörg Schwarz, Ulrich Meyer (2009)<br><b>Optimierung des Futterwertes von Mais und Maisprodukten</b>   | 12,00 € |
| 332  | Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hrsg.) (2009)<br><b>Praxis trifft Forschung — Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2009</b>   | 8,00 €  |
| 333  | Frank Offermann, Horst Gömann, Werner Kleinhanß, Peter Kreins, Oliver von Ledebur, Bernhard Osterburg, Janine Pelikan, Petra Salamon, Jörn Sanders (2010)<br><b>vTI-Baseline 2009 – 2019: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland</b>                                 | 10,00 € |

334	Hans-Dieter Haenel (Hrsg.) (2010) <b>Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2010 for 2008</b> <b>Berechnung der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2010 für 2008</b>	12,00 €
335	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2010) <b>Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2009</b>	8,00 €
336	Peter Kreins, Horst Behrendt, Horst Gömann, Claudia Heidecke, Ulrike Hirt, Ralf Kunkel, Kirsten Seidel, Björn Tetzlaff, Frank Wendland (2010) <b>Analyse von Agrar- und Umweltmaßnahmen im Bereich des landwirtschaftlichen Gewässerschutzes vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie in der Flussgebietseinheit Weser</b>	22,00 €
337	Ulrich Dämmgen, Lotti Thöni, Ralf Lump, Kerstin Gilke, Eva Seidler und Marion Bullinger (2010) <b>Feldexperiment zum Methodenvergleich von Ammoniak- und Ammonium-Konzentrationsmessungen in der Umgebungsluft, 2005 bis 2008 in Braunschweig</b>	8,00 €
338	Janine Pelikan, Folkhard Isermeyer, Frank Offermann, Jörn Sanders und Yelto Zimmer (2010) <b>Auswirkungen einer Handelsliberalisierung auf die deutsche und europäische Landwirtschaft</b>	10,00 €
339	Gerald Schwarz, Hiltrud Nieberg und Jörn Sanders (2010) <b>Organic Farming Support Payments in the EU</b>	14,00 €
340	Shrini K. Upadhyaya, D. K. Giles, Silvia Haneklaus, and Ewald Schnug (Editors) (2010) <b>Advanced Engineering Systems for Specialty Crops: A Review of Precision Agriculture for Water, Chemical, and Nutrient - Application, and Yield Monitoring</b>	8,00 €
341	Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hrsg.) (2010) <b>Praxis trifft Forschung — Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2010</b>	8,00 €
342	Claus Rösemann, Hans-Dieter Haenel, Eike Poddey, Ulrich Dämmgen, Helmut Döhler, Brigitte Eurich-Menden, Petra Laubach, Maria Dieterle, Bernhard Osterburg (2011) <b>Calculation of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2009</b> <b>Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 - 2009</b>	12,00 €
343	Katja Oehmichen, Burkhard Demant, Karsten Dunger, Erik Grüneberg, Petra Hennig, Franz Kroiher, Mirko Neubauer, Heino Polley, Thomas Riedel, Joachim Rock, Frank Schwitzgebel, Wolfgang Stümer, Nicole Wellbrock, Daniel Ziche, Andreas Bolte (2011) <b>Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald</b>	16,00 €
344	Dierk Kownatzki, Wolf-Ulrich Kriebitzsch, Andreas Bolte, Heike Liesebach, Uwe Schmitt, Peter Elsasser (2011) <b>Zum Douglasienanbau in Deutschland – Ökologische, waldbauliche, genetische und holzbiologische Gesichtspunkte des Douglasienanbaus in Deutschland und den angrenzenden Staaten aus naturwissenschaftlicher und gesellschaftspolitischer Sicht</b>	10,00 €
345	Daniel Heinrich Brüggemann (2011) <b>Anpassungsmöglichkeiten der deutschen Rindermast an die Liberalisierung der Agrarmärkte</b>	14,00 €
346	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2011) <b>Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2010</b>	8,00 €
347	Hiltrud Nieberg, Heike Kuhnert und Jörn Sanders (2011) <b>Förderung des ökologischen Landbaus in Deutschland – Stand, Entwicklung und internationale Perspektive – 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage</b>	12,00 €
348	Herwart Böhm (Hrsg.) (2011) <b>Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion</b>	12,00 €