

## 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**

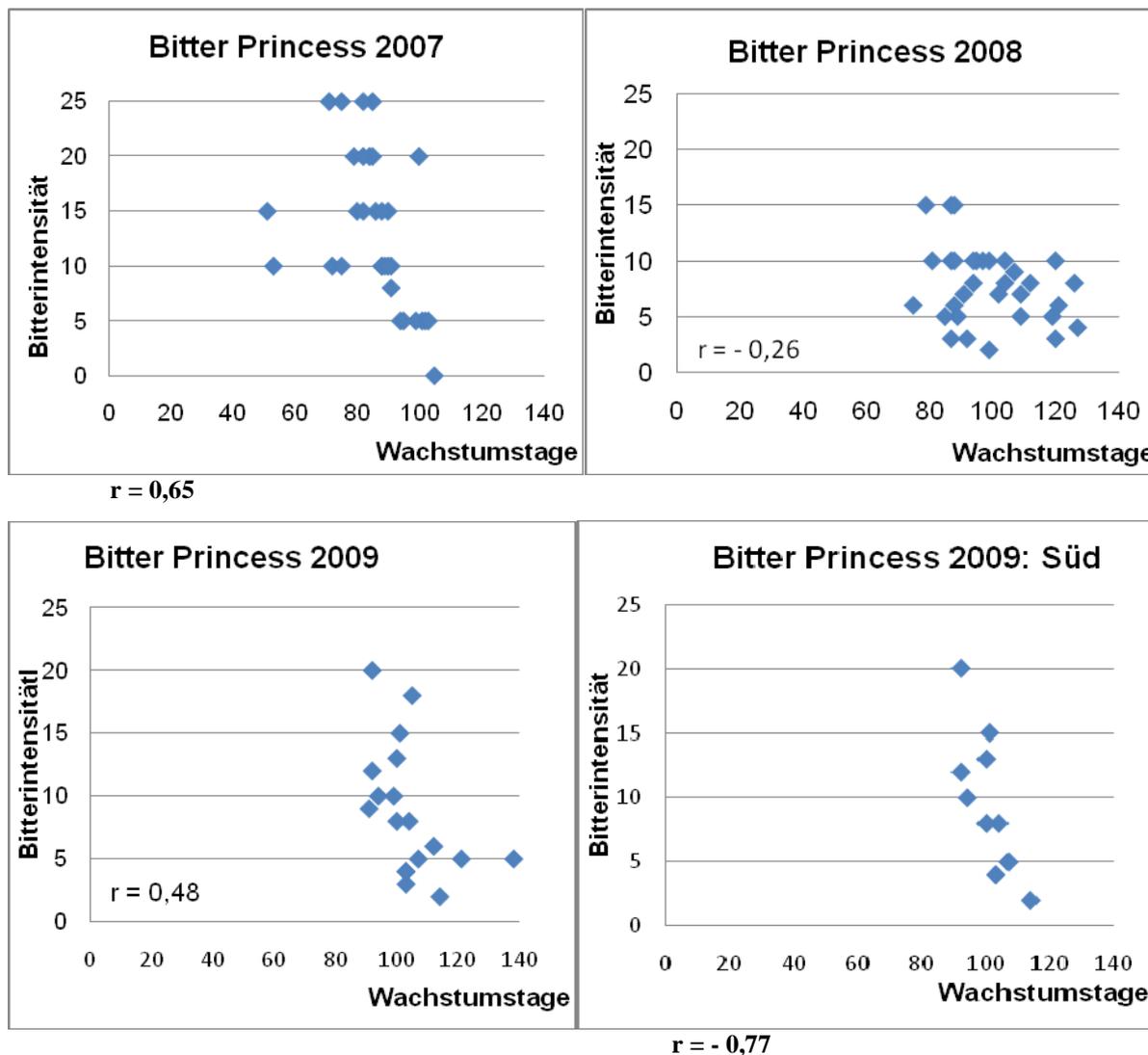
In Norddeutschland ist dieser Zusammenhang besonders deutlich geworden, wo es durch starke Niederschläge Ende Mai 2007 zu einer flächendeckenden Krautfäule-Infektion kam, was zu deutlichen Ertragseinbußen führte. Im Norden lag die durchschnittliche Summe der Wachstumstage bei 88 im Gegensatz zu Süddeutschland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

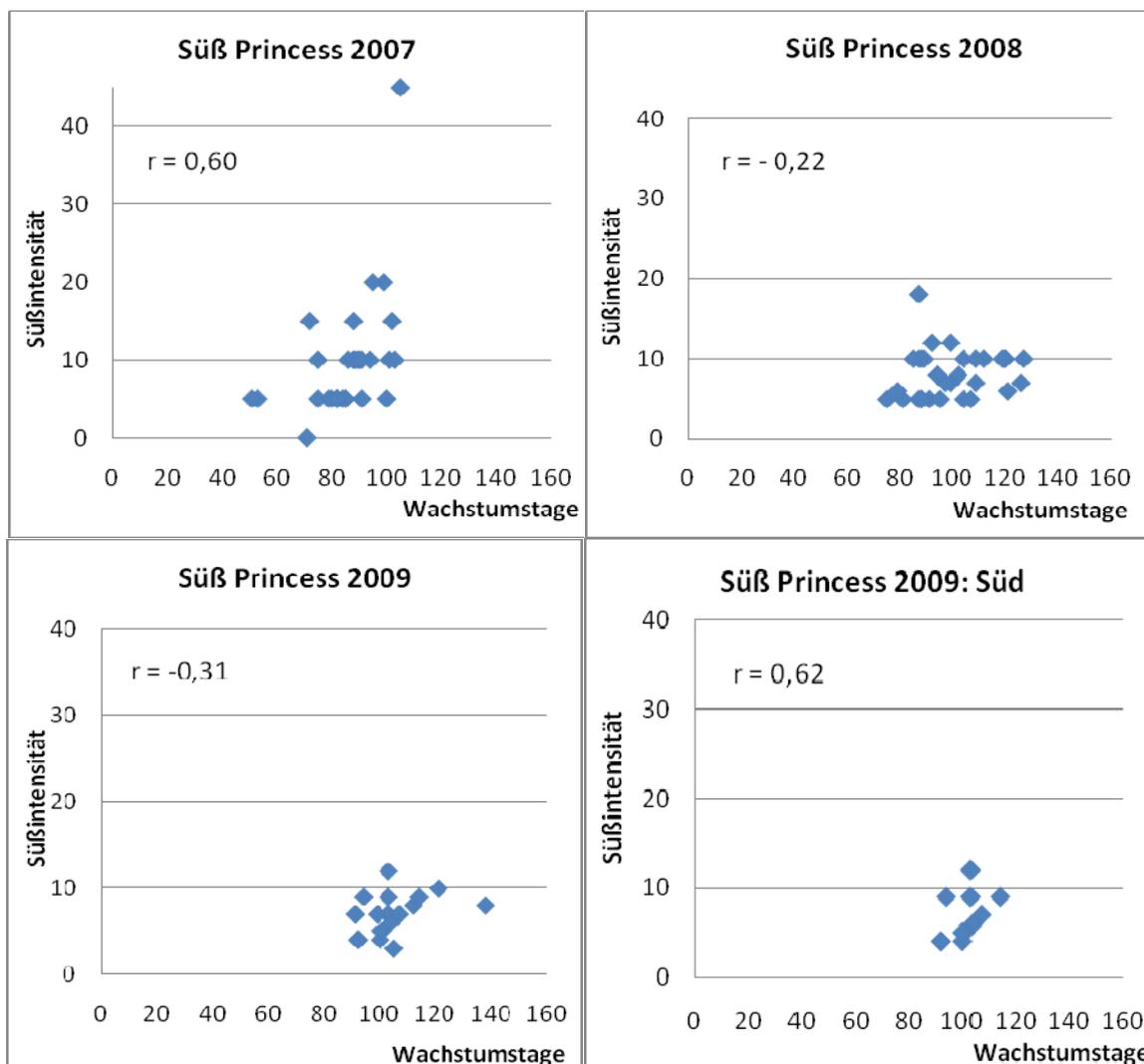
Stichprobenartig wurde der Alkaloidgehalt von besonders hohen und niedrigen Bitterwerten von Princess in den Jahren 2008 und 2009 untersucht. Zwar hatte die Bitterintensität 20 auch den höchsten Wert an Solanin und Chaconin, ein genereller Zu-

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-Verzehrsfähigkeit 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

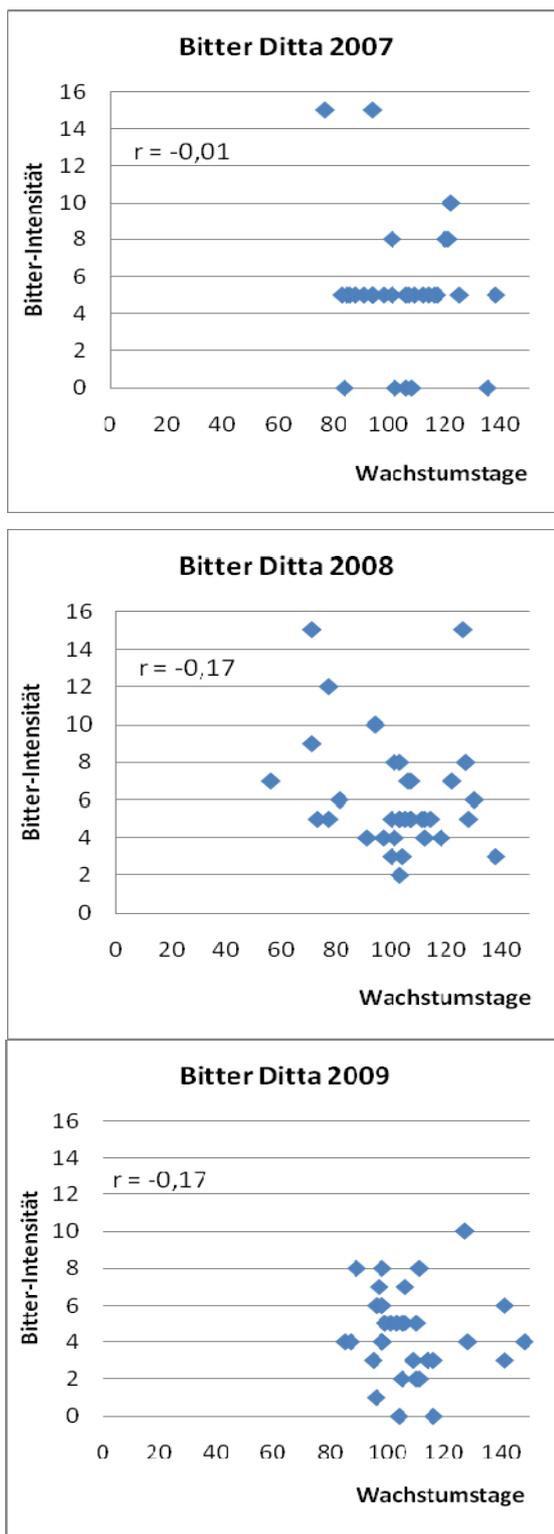
Region/Anbaujahr	2007	2008	2009
Norddeutschland	12	11	12
Süddeutschland	16	20	22
übrige Regionen	3	4	0
Schläge insgesamt	31	35	34

### 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.

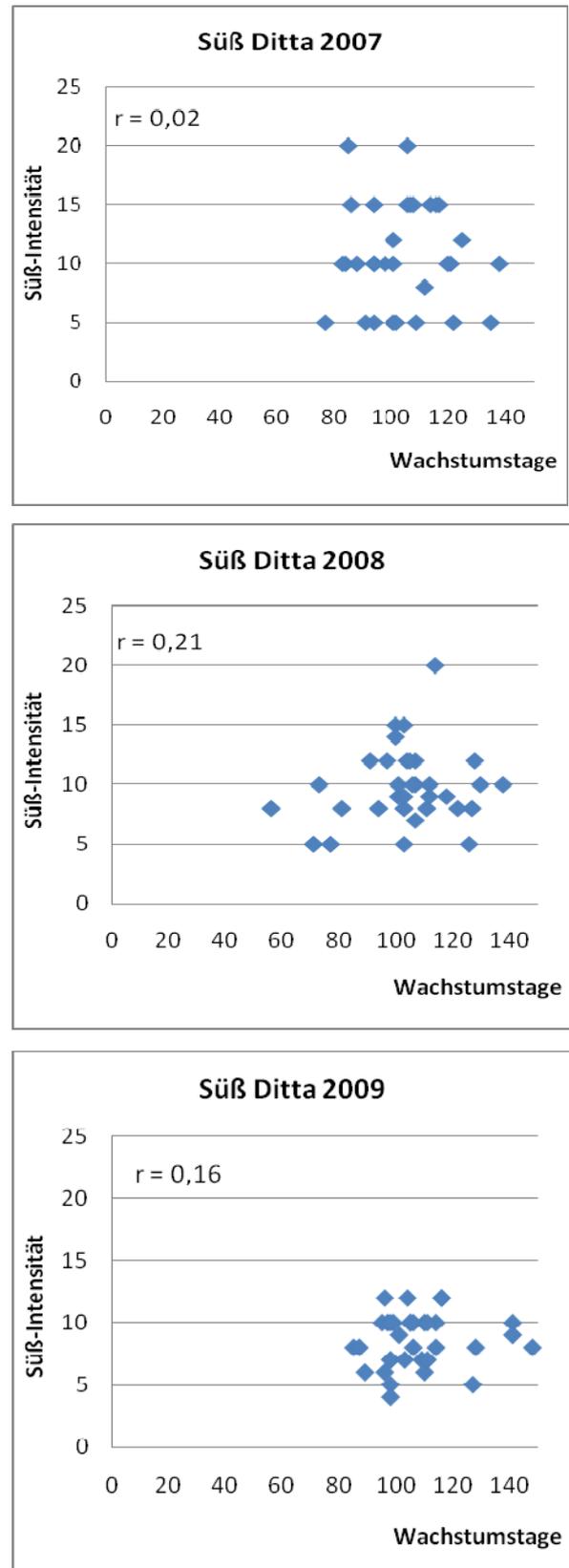
Zwischen bitter und sauer kam es in 2007 zu einem sehr deutlichen Zusammenhang, 2009 war er etwas weniger ausgeprägt, 2008 jedoch nur gering.

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

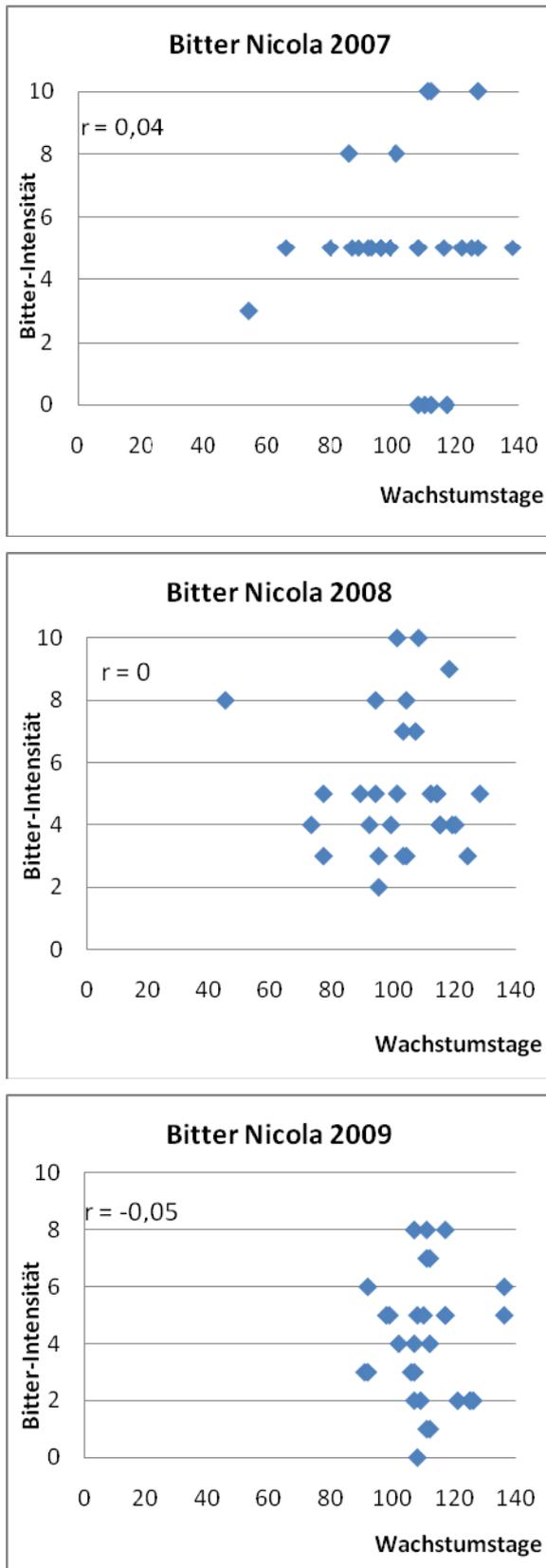
Region/Anbaujahr	2007	2008	2009
Norddeutschland	13	15	14
Süddeutschland	12	12	16
übrige Regionen	3	2	0
Schläge insgesamt	28	29	30

### **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).

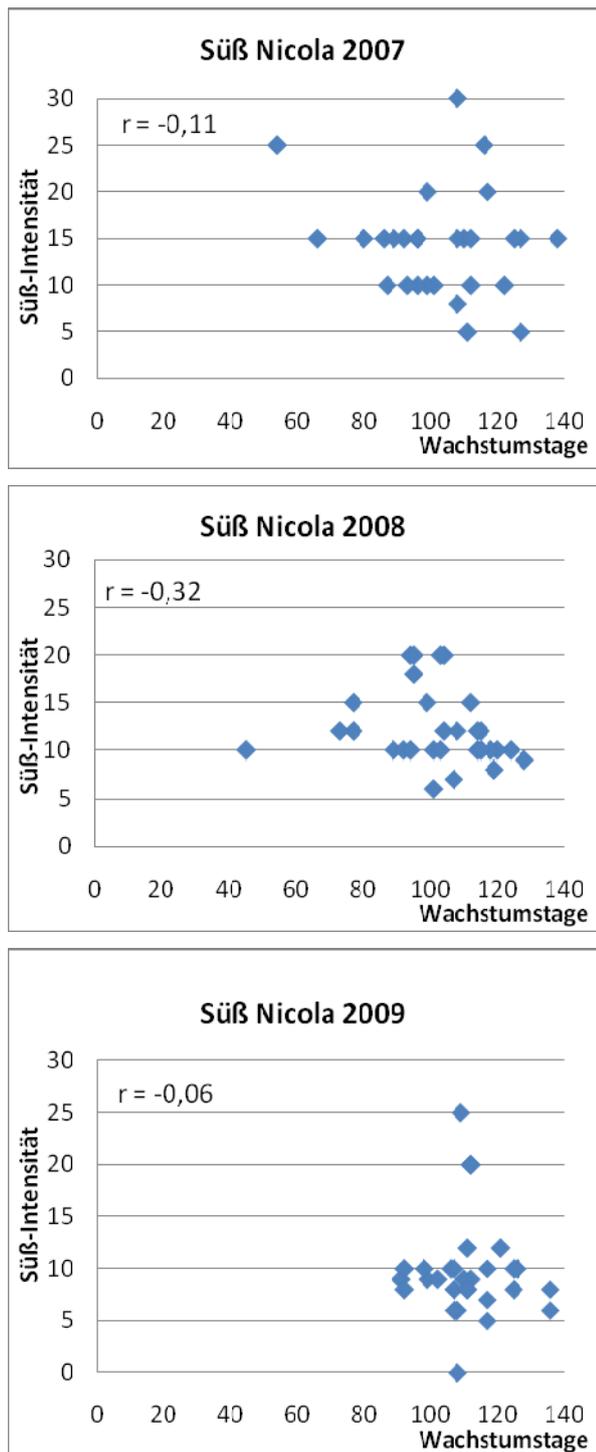
Es gab keine Parallelität zwischen dem Alkaloidgehalt und der Ausprägung bitter. In 2008 hatte die Bitterintensität 3 den höchsten Alkaloidgehalt während die Intensität 8 den niedrigsten Wert hatte. In 2009 blieb der Alkaloidgehalt ungefähr gleich egal wie gering oder stark die Bitternote war. Eine allgemeingültige 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 Drahtwurmschäden 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 Wachstumstage (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