

# **Bericht**

zum Forschungsprojekt

**Verbesserung der Verarbeitungsqualität von Winterweizen**

**durch Misanbau von Sorten in Niedersachsen**

**[Kurztitel: Weizensortenmischversuch]**

Laufzeit & Berichtszeitraum: 01-08-2006 bis 30-11-2009



Dieses Projekt wird aus Mitteln des Landes Niedersachsen gefördert vom Niedersächsischen Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

vorgelegt von

**Karl-Josef Müller**

im Dezember 2009

Anschrift:

Getreidezüchtungs-forschung Darzau

29490 Neu Darchau, Darzau Hof

Fon: 05853-1397 Fax: -1394

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN.....</b>	<b>3</b>
2.1	VERSUCHSSTANDORTE.....	3
2.2	SORTENWAHL UND VERSUCHSDESIGN .....	4
2.3	WITTERUNG, AUSSAAT, BONITUREN, ERNTE .....	5
2.4	QUALITÄTSANALYSEN.....	7
2.5	STATISTIK .....	8
<b>3</b>	<b>ERTRAGS- UND QUALITÄTSOPTIMIERUNG DURCH MISCHANBAU .....</b>	<b>9</b>
3.1	ALLGEMEINE KRITERIEN FÜR DIE GESTALTUNG VON WEIZENSORTENMISCHUNGEN.....	9
3.2	ERGEBNIS DER VARIANZANALYSEN .....	10
3.3	ERTRAGS- UND QUALITÄTSWIRKUNG IM MITTEL DER STANDORTE .....	11
3.4	ERTRAGS- UND QUALITÄTSWIRKUNG IN ABHÄNGIGKEIT DER VIER STANDORTE.....	11
3.5	ERTRAGS- UND QUALITÄTSWIRKUNG DER HOCHQUALITÄTSSORTEN .....	14
3.6	UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN EINZELNEN SORTENPAAREN .....	18
<b>4</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>23</b>

# 1 Einleitung

Die Produktion von Winterweizen mit hohen Backqualitäten ist für den ökologisch wirtschaftenden Landwirt auf leichten und trockengefährdeten Böden in Niedersachsen eine Herausforderung. Auf diesen Standorten ist das Nährstoffnachlieferungsvermögen der Böden im Frühjahr eng begrenzt. Einseitigkeiten in der Witterung lassen das Qualitätsniveau schnell unter das für eine Verarbeitung minimal erforderliche Niveau fallen. Wird ein hoher Ertrag angestrebt, kann dies den Gehalt an Kleberproteinen leicht ins Defizit treiben. Das mit der Anbauplanung gesetzte Ziel eines Qualitätsweizens bei zufrieden stellendem Ertrag wird zu einem Balanceakt. Mit den im Handel erhältlichen Sorten kann auf diesen Standorten das erforderliche Feuchtkleberniveau nicht immer sicher erreicht werden. Inzwischen stehen zwar neue Weizensorten aus ökologischer Züchtung zur Verfügung, mit denen eine hohe Qualitätssicherheit erreicht werden kann, jedoch unter zum Teil erheblichen Ertragseinbussen. Es wurde daher untersucht, ob und wie mittels bereits vor der Saat erfolgter Mischungen von Weizensorten unterschiedlichen Qualitätsniveaus die Produktion von Qualitätsweizen insbesondere auf sandigeren Standorten in der Weise durchgeführt werden kann, dass die erforderlichen Qualitätsparameter bei möglichst geringer Ertragsminderung erreicht werden.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Versuchsstandorte

#### 2006/2007

Die beiden Versuchsstandorte der ersten Vegetationsperiode lagen in Köhlingen (betreut durch die Getreidezüchtungsforschung Darzau) und Oldendorf II/Natendorf (betreut durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen). Beide Flächen lagen im östlichen Niedersachsen. Die Versuchsflächen hatten A-Status gemäß EU-Bio-VO. Beide Standorte wurden biologisch-organisch bewirtschaftet (Bioland).

Köhlingen: Der Standort Köhlingen liegt auf einer Höhe von ca. 60 m ü. NN. Die Jahresdurchschnittstemperatur betrug 8,9°C. Im langjährigen Mittel fielen 630 mm Niederschlag. Die Bodenart war IS, humos (2,3% Humus), die Bodengüte war mit 50 Bodenpunkten angegeben. Die Bodenbearbeitung erfolgte im Auftrag durch den landwirtschaftlichen Betrieb. Als Vorfrucht waren Ackerbohnen angebaut worden.

Oldendorf II/Natendorf: Der Versuchsstandort Oldendorf II – ca. 40km westlich von Köhlingen – liegt ebenfalls auf einer Höhe von 60m ü NN mit einem langjährigen Niederschlagsmittel von 650mm (Natendorf). Dieser Standort wurde von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen betreut.

## 2007/2008

Im Herbst 2007 wurde der Versuch erneut an zwei Standorten ausgesät.

Köhlingen: Der Standort in der Gemarkung Köhlingen lag ca. 500m Luftlinie vom vorjährigen Standort entfernt (sL,h). (Vgl. Standortdaten des Vorjahres).

Wallenhorst: Der zweite Versuchsstandort wurde in größerer räumlicher Distanz in Wallenhorst angelegt, betreut durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen und die FH Osnabrück. Der Standort liegt auf einer Höhe von ca. 100m ü NN. Die Bodenart in Wallenhorst war sL bis IS mit 35-38 Bodenpunkten. Im langjährigen Durchschnitt fielen 760mm Niederschlag. Die Jahresdurchschnittstemperatur betrug 9,1°C,.

## 2008/2009

Der Versuch wurde in der dritten Vegetationsperiode erneut in Köhlingen und Wallenhorst ausgesät. Aufgrund erheblicher Fehler bei der Aussaat am Standort Wallenhorst musste dieser Versuchsstandort aber bereits im November 2008 vollständig aufgegeben werden.

## **2.2 Sortenwahl und Versuchsdesign**

Als Sorten wurden einerseits solche verwendet, die nach Auskunft von Öko-Korn-Nord/Betzendorf im ökologischen Landbau Niedersachsens Bedeutung haben. Die Wahl fiel diesbezüglich auf die sechs Backweizen-Sorten (im Folgenden auch als Handelssorten bezeichnet): Achat, Akteur, Bussard, Capo als E-Weizen und die beiden A-Weizen Naturastar und Ludwig. Ludwig musste mangels Verfügbarkeit in der dritten Vegetationsperiode durch Pegassos ersetzt werden.

Als Aufmischweizen (im Folgenden auch Hochqualitätsweizen genannt) wurden andererseits ökologisch gezüchtete Sorten mit besonders hohen Feuchtklebergehalten ausgewählt. Die Sorte Aszita vom Züchter Peter Kunz in der Schweiz wird in der Beschreibenden Sortenliste aufgeführt. Ferner wurden zwei Sorten der Getreidezüchtungsforschung Darzau, Sandomir (zur Verwendung außerhalb der Vertragsstaaten bestimmt) und Goldblumenweizen (Erhaltungssorte), in die Versuche mit einbezogen. Alle drei Aufmischweizen hatten in vorhergehenden Versuchen bereits mehrfach hohe Feuchtklebergehalte gezeigt. Die höchsten Feuchtklebergehalte konnten mit der Sorte Goldblumenweizen erzeugt werden, gefolgt von Aszita und Sandomir.

Vor der Aussaat wurde das Saatgut der sechs Backweizen mit den Hochqualitätssorten in jeweils drei Stufen (15, 30, 45% der Hochqualitätssorte) gemischt und in je zwei Wiederholungen randomisiert in einer Gitteranlage ausgesät. Dazu kam der Reinanbau der einzelnen Sorten als Kontrolle plus einer Triple-Mix-Variante (insgesamt 128 Parzellen, 8x8x2 Gitter). Die Mischungen wurden auf der Basis der Anteile an der Gesamtzahl der vorgesehenen keimfähigen Körner berechnet (bspw. 15% von 350 keimfähigen Körnern/m<sup>2</sup> der Hochqualitätssorte + 85% von 350 keimfähigen Körnern/m<sup>2</sup> des Backweizen). Die Mischungen wurden in Köhlingen in allen Jahren in 6m<sup>2</sup>-Parzellen mit 350 keimfähigen Körnern/m<sup>2</sup> ausgesät. Von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen wurde der Versuch in 12m<sup>2</sup> großen Parzellen mit 400 keimfähigen Körnern/m<sup>2</sup> ausgesät.

## 2.3 Witterung, Aussaat, Bonituren, Ernte

### 2006/2007

Auf gute Aussaatbedingungen (trockene zweite Septemberhälfte) folgte ein sehr warmer und feuchter Winter. Erst Ende Januar setzte eine kurze Frostphase mit Temperaturen bis -10°C ein. Im Vegetationsjahr (August 2006 bis Juli 2007) fielen insgesamt 759mm Regen. Die Niederschlagsmenge lag damit deutlich über dem langjährigen Mittel von 630 mm Niederschlag. Lediglich der April 2007 war mit nur 3mm Regen extrem trocken.

### Köhlingen

Die Aussaat erfolgte auf dem Standort Köhlingen am 21. September unter sehr guten Bedingungen. Am 28.03.2007 wurde für den Standort Köhlingen eine Bodenprobe (0-30cm) gezogen (vgl. Tabelle 2). Es wurde in den oberen 30 cm 20 Kg Nmin festgestellt. Es wurde ein leichte Unterversorgung mit Phosphor (Stufe B) und eine optimale Versorgung mit K und Mg (Stufe C) festgestellt. Im Laufe des Frühjahrs wurden Blattkrankheiten und Standfestigkeit bonitiert. Die Ernte erfolgte auf dem Standort Köhlingen unter guten Bedingungen bereits am 19.7.2007.

MISCHVERSUCH	KÖHLINGEN	OLDENDORF II	KÖHLINGEN	WALLENHORST	KÖHLINGEN
<b>Aussaat</b>	21.09.2006	20.10.2006	27.09.2007	16.10.2007	20.09.2008
<b>Ernte Drusch</b>	19.07.2007	Vor 07.08.2007	25.07.2008	30.07.2008	27.07.2009

**Tabelle 1: Aussaat- und Erntezeitpunkte**

### Natendorf

Auf dem Standort Oldendorf/Natendorf erfolgte am 20.Oktober die Aussaat in einer anderen als der geplanten Reihenfolge, so dass die ursprünglich geplante statistische Auswertung mittels einer Positions-Trend-Analyse (ASREML) nicht mehr möglich war. Die Parzellengröße zur Ernte betrug 10,5 m<sup>2</sup>. Es waren 400 keimfähigen Körnern/m<sup>2</sup> ausgesät worden. Bodenuntersuchungsergebnisse wurden nicht übermittelt. Ende Mai fand eine Feldbegehung statt. Es fanden sich sehr üppige und gesunde Bestände. Eine Bonitur auf Blattkrankheiten konnte nicht durchgeführt werden, da die Differenzierung im Befall nicht ausreichend war. Ein genaues Erntedatum für den Standort Oldendorf II wurde nicht übermittelt. Für einige Parzellen wurden sehr geringe Erträge (ein Viertel des Ertragsmittels) angegeben, die auf Erntefehler hinwiesen. Da die Erträge nur auf 100g genau abgewogen wurden, war insgesamt eine sehr geringe Ertragsdifferenzierung festzustellen. Schließlich wurden bei der Probenübergabe von den 136 Proben (128 + 8 ursprüngliche Randparzellen in der Mitte des Versuchs, die auf Grund der spontan veränderten Versuchsanordnung mit untersucht werden mussten) nur 128 Proben geliefert. Es fehlten somit für 10 Parzellen Analyseergebnisse. Schließlich deuteten die Qualitätsanalysen daraufhin, dass Proben verwechselt wurden. Dies ließ sich aus den zu erwartenden Ertrags-/Qualitätsrelationen auf

Grund der Qualitätsanalysen schließen. Diese Vermutung konnte durch einen Parzellennachbau von Körnern aus den zugesandten Proben bestätigt werden. Eine Rekonstruktion der Fehler war allerdings nicht möglich.

### 2007/2008

Herbst und Winter waren sehr feucht und warm mit nur wenigen Frosttagen bis Ende März bis maximal minus 8°C. Der Mai und Juni waren außergewöhnlich trocken. Ab Mitte Juni wurden die Witterungsverhältnisse wieder feuchter. Von August 2007 bis Juli 2008 fielen in der Region Köhlingen 758mm Regen.

### Köhlingen

Für die zweite Versuchsperiode erfolgte die Aussaat am Standort Köhlingen am 27.9.2007 unter relativ feuchten Bedingungen. Aussaatstärke und Parzellengröße entsprachen denen des Vorjahres. In Folge der sehr trockenen Monate Mai und Juni entwickelten sich zwar sehr gesunde, krankheitsfreie Pflanzenbeständen, die aber deutliche Trockenheitsschäden aufzeigten und zu notreifeähnlichen Bedingungen führten. Zusammen mit Ende Juni einsetzenden Niederschlägen führte dies zu ausgeprägter Auswuchsneigung. Die Feuchtklebergehalte waren relativ niedrig.

### Wallenhorst

Am Standort Wallenhorst (FH Osnabrück) erfolgte die Aussaat am 16. Oktober 2007. Die Parzellengröße zur Ernte war 12m<sup>2</sup>. Als Aussaatstärke waren 400 Körner/m<sup>2</sup> geplant. Infolge einer fehlerhaften Mitteilung der angestrebten Bruttosaatfläche (12m<sup>2</sup> mitgeteilt, 15m<sup>2</sup> gesät) wurden letztlich nur 320 Körner/m<sup>2</sup> gesät. Der Winterweizen entwickelte sich bis zur Vegetationsruhe recht verhalten. Bis Ende November hatten alle Varianten etwa das 2-Blattstadium erreicht. Vor Winter bzw. nach der Saat standen einige Parzellen etwas lückig und ungleichmäßig, was aber nicht auf die Prüfglieder zurückzuführen war, sondern eher auf die Aussaatbedingungen (verschleppte Grasklumpen). Nach Winter wurde der unregelmäßige Stand etwas deutlicher, es waren aber keine großen Lücken zu erkennen, welche eine Auswertung zweifelhaft erscheinen ließen. Es erfolgte eine Beikrautregulierung mit dem Striegel. Die Parzellen waren die gesamte Vegetationsdauer über relativ unkrautfrei. An Krankheiten wurde etwas Braunrost festgestellt. Dieser Befall trat aber sehr spät auf und differenzierte zu wenig. Auch der leichte Mehltaubefall, der im Frühjahr beobachtet wurde, verschwand bei der warmen und trockenen Witterung bis zur Abreife völlig. Generell litt der Weizen stark unter der Trockenheit in diesem Jahr, so dass die Blätter sehr rasch vertrockneten bzw. abreiften. Kurz vor der Ernte trat leichte Lagerneigung auf, allerdings nur in den langstrohigen Varianten. Vier Proben nicht geliefert.

Auch im zweiten Jahr zeigten die Bodenanalysen auf beiden Standorte eine sehr geringe Stickstoffversorgung. Auf dem Standort Wallenhorst fiel die gute Phosphorversorgung auf.

	KÖHLINGEN	KÖHLINGEN	WALLENHORST	KÖHLINGEN
<b>Beprobung</b>	28.03.2007	10.04.2008	Nov. 2007	17.04.2009
<b>pH-Wert</b>	6,06	5,97	6	6,33
<b>Nmin-Versorgung in Kg/ha (30cm)</b>	20	15	17	-
<b>P CAL[mg/100g]</b>	4,1 /B	5,3 /C	12 /D	6,3 /C
<b>K CAL[mg/100g]</b>	9 /C	7,5 /B	5 /B	7,6 /B
<b>CaCl<sub>2</sub> CAL[mg/100g]</b>	4,1 /C	4,8 /B	5 /C	4,6 /B

**Tab. 2: Ergebnisse der Bodenproben**

#### 2008/2009

Von November bis Januar waren die Niederschläge etwas unterdurchschnittlich. Der Winter war mit Frost bis -17°C Mitte Januar und bis -11°C Mitte Februar etwas kälter. April und Mai waren in dieser Vegetationsperiode außergewöhnlich trocken. Juni und Juli waren wieder feuchter. Von August 2008 bis Juli 2009 fielen in der Region Köhlingen 603mm Regen.

#### Köhlingen

Für die dritte Versuchsperiode erfolgte die Aussaat am Standort Köhlingen am 20.9.2008. Aussaatstärke und Parzellengröße entsprachen denen des Vorjahres. Insbesondere die Trockenheit im Frühjahr setzte den Versuchen sehr zu und beschränkte die Bestockung. Die Differenzierung hinsichtlich Blattkrankheiten blieb auf einem sehr niedrigen Niveau. Bei insgesamt unterdurchschnittlichen Wuchshöhen trat kein Lager auf.

## **2.4 Qualitätsanalysen**

Alle Parzellen wurden beprobt und analytisch untersucht. Es wurden vier Qualitätsparameter erhoben. Der Feuchtklebergehalt zur Bestimmung der Klebermenge (ICC-Standard 155: Feinschrot; Glutomatic, Firma Perten); der Kleberindex (ICC-Standard 155: Feinschrot-Feuchtkleber zentrifugiert in der Zentrifuge 2015, Firma Perten) zur Bestimmung der Kleberkonsistenz; die SDS-Sedimentation nach McDonald (1985) zur Bestimmung des Quellvermögens und der Aggregatbildung der Eiweiße; die Stirringnumber (Firma Newport Scientific, RVA Super3) als Ersatz für die Fallzahl zur Bestimmung des Stärkeabbaus bzw. der Auswuchsneigung. Gegenüber der Feuchtkleberbestimmung mit Auszugsmehl (ICC-Standard 137) bietet die Feinschrotmethode (ICC-Standard 155) den Vorteil, dass sie im unteren Feuchtkleberbereich eine bessere Differenzierung ermöglicht (vgl. Müller 1998) und durch den Kleberindex ergänzt werden kann.

## 2.5 Statistik

Für den Kornertrag und dem Feuchtklebergehalt wurden mittels Nächstnachbaranalyse (NNA) gewogene Mittelwerte errechnet (Schwarzbach 1985). Um den gewogenen Feuchtklebergehalt zu ermitteln, wurde zunächst der Parzellenrohertrag mit dem Feuchtklebergehalt der Parzellenprobe zum Parzellen-Feuchtkleberertrag multipliziert. Dieser wurde über die Nächstnachbaranalyse korrigiert und durch Division mit dem gewogenen Ertragsmittel der gewogene Feuchtklebergehalt errechnet.

Um die Aufmischeffekte statistisch abzusichern, wurden die Orte als Wiederholungen betrachtet, wobei letztendlich auf den Standort Natendorf verzichtet werden musste. Die varianzanalytische Verrechnung der Ergebnisse erfolgte mittels Plabstat (Utz 2001). Statistisch signifikant abgesicherte Zusammenhänge werden in den Abbildungen durch die Grenzdifferenz bei 5%iger Irrtumswahrscheinlichkeit (LSD5%) mit Buchstaben gekennzeichnet. Gleiche Buchstaben bedeuten, dass statistisch gesehen kein Unterschied besteht.

### **3 Ertrags- und Qualitätsoptimierung durch Mischanbau**

#### **3.1 Allgemeine Kriterien für die Gestaltung von Weizensortenmischungen**

Das aktuelle Sortenspektrum beim Winterweizen ist auf konventionelle Intensiv-Landwirtschaft ausgelegt. Unter diesen Bedingungen hat Stickstoff keine limitierende Bedeutung für die Eiweißbildung. Unter bodenstoffwechselbedingtem Stickstoffangebot im ökologischen Landbau ist das Eiweißbildungsvermögen moderner Handelsorten daher oft unzureichend. Unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus und verstärkt auf den leichten und trockengefährdeten Standorten Niedersachsens wird das minimal verarbeitungstechnisch erforderliche Niveau mit den zur Verfügung stehenden E- und A-Weizensorten nicht sicher erreicht (Heyden 2004, Müller 1998, 1999). Für die Backqualität beim Winterweizen sind vor allem die Klebereiweiße verantwortlich (vgl. Baresel 2006). Das mit der Anbauplanung eines Qualitätsweizens gesetzte Ziel wird daher allzu leicht verfehlt.

Mittlerweile sind zwei für den ökologischen Landbau gezüchtete Winterweizensorten in der Beschreibenden Sorteliste aufgeführt (Aszita und Wenga). Beide zeigen allerdings ein deutlich niedrigeres Ertragsniveau. Da die aktuell bestehenden QualitätSENTLOHnungssysteme nicht ausreichend sind, um das Weniger an Ertrag monetär zu kompensieren (vgl. Timmermann 2005), setzen Landwirte nach wie vor auf ertragsbetontere E- und A-Winterweizen, mit denen das Produktionsziel „Backweizen“ allerdings verfehlt werden kann.

Die Untersuchung der Auswirkung von Sorten in Mischungen auf backtechnologische Parameter bietet daher eine Möglichkeit, bereits zur Aussaat qualitätssichernd einzugreifen. Es wurde für den ökologischen Landbau bereits in ersten Ansätzen untersucht (Vogt-Kaute 2006, Flamm 2009). Die Untersuchungen bezogen im einen Fall lediglich die Wirkung auf den Ertrag und den für die Verarbeitung weniger aussagekräftigen Proteingehalt ein, im anderen Falle waren die Unterschiede zwischen den Sorten schon im Reinanbau beim Feuchtklebergehalt nahe Null (Flamm 2009). Der für die Weizenverarbeitung relevante Feuchtklebergehalt und vor allem die Konsistenz der Klebereiweiße sind berücksichtigungswert. Letztere wird hier mit dem Kleberindex und SDS-Sedimentationswert beurteilt. Unter bodenstoffwechselbedingter Nährstoffversorgung im ökologischen Landbau neigen konventionell gezüchtete Sorten zur Bildung allzu fester Kleber, da das weichere Gliadin-Eiweiß nicht mehr ausreichend gebildet wird (Baresel 2006). Dieser Effekt wird auf leichten Böden noch weiter verstärkt (Müller 1998). Bezüglich der Eiweißqualität wird ferner dem Sedimentationswert eine hohe Bedeutung zugemessen. Er beschreibt die Aggregatbildung und das Quellvermögen der Eiweiße in einer Mehlsuspension.

Ein weiterer wichtiger Parameter betrifft die Viskosität der Stärke. Sie wird in der Regel mit der Fallzahl gemessen und als Enzymaktivität angesprochen. In der vorliegenden Untersuchung wird ersatzweise die Stirringnumber verwendet. Mit diesem Verfahren kann die Viskosität einer Mehlsuspension bei 90°C in einem 3-Minuten-Amylogramm gemessen werden.

Eine Weizenmischung sollte folgende Kriterien erfüllen:

- Der mit einer Qualitätssteigerung einhergehende, unverzichtbare Ertragsverlust sollte möglichst gering, aber gegenüber dem Ertrag der Hochqualitätssorten in Reinsaat deutlich höher ausfallen.
- Der anzustrebende Feuchtklebergehalt sollte gerade noch ausreichend sicher über der Schwelle der Backweizenqualität liegen, die hier bei 21% Feuchtklebergehalt (Feinschrotmethode) angenommen wurde.
- Die in dieser Untersuchung mit dem Kleberindex bestimmte Kleberkonsistenz sollte optimalerweise Werte zwischen 75-90 erreichen, da Werte über 90 zu sehr trockenem Teig und sehr niedrige Werte zu zerfließendem Teig führen können.
- Im Vergleich zur Reinsaat der Komponenten sollte der Sedimentationswert nicht unter dem zu erwartenden Mittelwert liegen.
- Die Viskosität der Stärke (Stirringnumber oder Fallzahl) des schwächeren Partners sollte verbessert sein.

### 3.2 Ergebnis der Varianzanalysen

Die statistische Verrechnung über alle fünf Orte ergab für den Standort Natendorf ein Dutzend Ausreißermeldungen im Merkmal Feuchtkleber. Für die weitere Auswertung wurde dieser Standort daher eliminiert und nur vier Orte ausgewertet (s. a. Standorte).

Beim Merkmal Ertrag konnte die Nullhypothese zur Unterscheidung der Handelssorten, der Aufmischpartner und der Mischungsanteile hoch signifikant abgelehnt werden.

Beim Merkmal Feuchtklebergehalt konnte die Nullhypothese zur Unterscheidung der Handelssorten, der Aufmischpartner hoch signifikant und der Mischungsanteile signifikant abgelehnt werden.

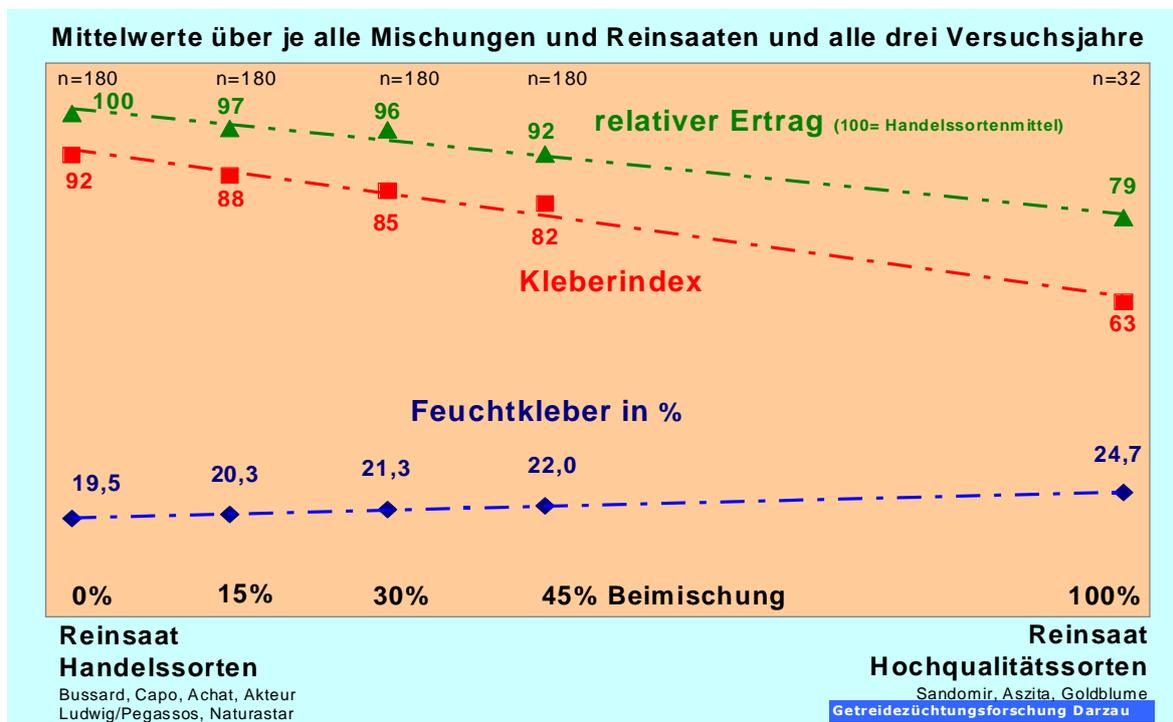
Beim Merkmal Kleberindex konnte die Nullhypothese zur Unterscheidung der Handelssorten, der Aufmischpartner und der Mischungsanteile hoch signifikant abgelehnt werden. Beim Kleberindex fand sich darüber hinaus eine hoch signifikante Wechselwirkung zwischen Aufmischpartner und Mischungsanteil.

Beim Merkmal SDS-Sedimentation konnte die Nullhypothese nur zur Unterscheidung der Handelssorten und der Aufmischpartner hoch signifikant abgelehnt werden. Für die Mischungsanteile konnte kein Effekt auf den SDS-Sedimentationswert festgestellt werden.

Beim Merkmal Stirringnumber konnte die Nullhypothese nur zur Unterscheidung der Handelssorten und der Aufmischpartner hoch signifikant abgelehnt werden. Für die Mischungsanteile konnte kein Effekt auf die Stirringnumber festgestellt werden. Darüber hinaus fand sich eine hoch signifikante Wechselwirkung zwischen Handelssorten und Aufmischpartnern. Dies ist auf den Umstand zurückzuführen, dass die Unterschiede in diesem Merkmal zwischen den Handelssorten und zwischen den Aufmischpartnern größer waren als zwischen den Mittelwerten der beiden Gruppen. Die Unterteilung der Gruppen in Handelssorten und Aufmischpartner war nach dem Feuchtklebergehalt vorgenommen worden und nicht nach der Stärkeviskosität.

### 3.3 Ertrags- und Qualitätswirkung im Mittel der Standorte

Durch die Beimischung von Hochqualitätssorten wurde der Feuchtklebergehalt signifikant erhöht, der Kleberindex und der Ertrag signifikant vermindert (Abb.1). Der Ertrag der drei Hochqualitätssorten lag im Vergleich zu den sechs Handelssorten im Mittel um 21% niedriger, der Feuchtklebergehalt um 5,2%-Punkte höher und der Kleberindex um 29 Punkte niedriger (vgl. Tabelle 3). Die drei Parameter Ertrag, Feuchtkleber und Kleberindex zeigten einen linearen Verlauf in Abhängigkeit der Beimischungsmenge (Abb.1). Damit bestätigte sich die Annahme, dass eine gezielte Beeinflussung möglich ist. Die SDS-Sedimentation bleibt konstant, da sich die Mischungspartner unter den Testbedingungen kaum unterschieden. Die Viskosität der Stärke (Stirringnumber) hing vom Einzelfall ab, da sowohl Handelssorten als auch Aufmischsorten hohe und niedrige Ausprägungen aufwiesen.



**Abb. 1: Relativer Kornertrag, Kleberindex und Feuchtklebergehalt in Abhängigkeit von der Beimischung über alle drei Versuchsjahre im Mittel aller Handelssorten, Qualitätssorten und Beimischungsstufen.**

### 3.4 Ertrags- und Qualitätswirkung in Abhängigkeit der vier Standorte

#### 2007: Standort Köhlingen

Der warme Winter führte auf dem Standort Köhlingen zu Durchwuchs der Vorfrucht Ackerbohnen, die erst mit Frost Ende Januar eingingen. Dadurch waren ausgeprägte Fehlstellen in den Parzellen zu beobachten. Die Fehlstellen wurden vermessen und bei der Ertragsermittlung berücksichtigt. Der Durchschnittsertrag lag mit 16,4 dt/ha dennoch auf sehr niedrigem Niveau. Entsprechend hoch fiel der durchschnittliche Feuchtklebergehalt (24,6%) aus. Schon in Reinsaat erzielten die Handelssorten eine gute Backqualität (22,6 %

Feuchtkleber bei einem optimalen Kleberindex von 86). Bei 45% Beimischung fiel der Ertrag um 10% und der Feuchtklebergehalt stieg um 2,8%-Punkte an.

#### 2007: Standort Oldendorf II/Natendorf

Auf dem von der Landwirtschaftskammer betreuten Standort Natendorf waren bis zur Ernte sehr schöne Bestände festzustellen. Dies führte zu insgesamt sehr hohen Erträgen (Versuchsmittel bei 41,7 dt/ha). Ungeachtet der Versuchsfehler zeigte sich auch für den Versuchsstandort Natendorf ein eindeutiges Bild. Der Ertrag fiel von 45,5dt/ha (Reinsaat Handelssorten) auf 40,1 dt/ha (45% Beimischung), also um 12%. Das Mittel der Handelssorten entwickelte in Reinsaat eine knapp ausreichende Qualität (Feuchtkleber 20,8%), wobei je nach Sorte sehr unterschiedliche Werte erzielt wurden. Die ertragsbetonte Sorte Ludwig erzielte nur einen Feuchtklebergehalt von 12,3%. Das Mittel aller Handelssorten zeigte eine feste Kleberausbildung (Kleberindex 92). Durch die Beimischung von 45% einer Hochqualitätssorte konnte der Klebergehalt um 4,2% Punkte (auf 25%) erhöht werden. Zugleich wurde die Kleberkonsistenz optimiert.

#### 2008: Standort Köhlingen

Die extreme Trockenheit verbunden mit nassen Bedingungen vor der Ernte führte zu insgesamt niedrigen Erträgen und Qualitäten (Feuchtkleber und Stirlingnumber). Im Vergleich zum ca. 500m entfernten Standort des Vorjahres lagen die Erträge allerdings deutlich höher (26,5dt/ha). Die Handelssorten erzielten in Reinsaat 27,7 dt/ha. Mit 45% Beimischung fiel der Ertrag auf 26,2 dt/ha. Die 30%-Stufe zeigte dabei einen leicht höheren Ertrag im Vergleich zur 15%-Variante. Der Feuchtklebergehalt konnte im Mittel des Versuchs durch Beimischung kaum angehoben werden (von 16,3% bei den Handelssorten auf 17,8% bei der 45%-Variante). Grund dafür war das schwache Abschneiden der Hochqualitätssorten Sandomir und Aszita. Die Qualitätsbildung der Hochqualitätssorten (Reinsaat 21,8% Feuchtkleber) wirkte sich nur geringfügig qualitätserhöhend aus. Lediglich die Sorte Goldblumenweizen führte zu einer deutlichen Erhöhung des Feuchtklebergehalts um 3,2%-Punkte auf 19,5% Feuchtkleber bei der 45%-Variante.

#### 2008: Standort Wallenhorst

Auf dem von der FH Osnabrück betreuten Standort erzielten die Handelssorten in Reinsaat im Mittel 31,7dt/ha. Bei der 45%-Variante reduzierte sich der Ertrag auf 29,5dt/ha. Überraschend war die 30%-Variante. Der Ertrag lag hier bei 32,6 dt/ha und damit über der Ertragsleistung bei Reinsaat. Auf dem Standort Köhlingen etwas schwächer ausgeprägt, war dieser Effekt bei allen drei Hochqualitätssorten zu beobachten. Der Feuchtklebergehalt der Handelssorten in Reinsaat lag bei 20,4%. Die 45%-Variante lag um 2,5%-Punkte höher.

#### 2009: Standort Köhlingen

Die Versuchsfläche lag ca. 100m entfernt vom Standort Köhlingen 2007. Obwohl der Ertrag mit 25,3 dt/ha auf dem Niveau von Köhlingen 2008 lag, waren die Feuchtklebergehalte mit durchschnittlich 19,2% dem Niveau von Köhlingen 2007 angenähert. Mit 45% Beimischung fiel der Ertrag gegenüber den Handelssorten (26,3 dt/ha) um 6% auf 24,7 dt/ha. Die 30%-Stufe mit 26,7dt/ha und die 15%-Stufe mit 27,0 dt/ha zeigten einen höheren Ertrag gegenüber der 45%-Stufe aber einen statistisch nicht signifikant höheren Ertrag gegenüber den Handelssorten. Der Feuchtklebergehalt konnte im Mittel des Versuchs von 17,5% bei

den Handelssorten durch Beimischung nur auf 19,1% bei der 45%-Variante angehoben werden. Von den Hochqualitätssorten konnte lediglich mit der Sorte Goldblumenweizen der Feuchtklebergehalt im Mittel über alle Handelssorten auf 20,1% deutlich angehoben werden.

**Tab. 3: Ertrags- und Qualitätsdaten über vier Standorte in Abhängigkeit der Beimischung von Hochqualitätssorten im Mittel über aller Handelssorten und Qualitätssorten. Gleiche Buchstaben lassen sich nicht von einander unterscheiden (LSD5%).**

	Jahr	Ort	0%	15%	30%	45%	100%	MITTEL
			Handels-sorten in Reinsaat				Qualitäts- sorten	
<b>ERTRAG</b> dt/ha	2007	Köhligen1	17,8	17,2	16,3	15,9	12,4	16,4
	2008	Köhligen2	27,7	26,6	26,8	26,2	22,7	26,5
		Wallenhorst	31,7	30,2	32,6	29,5	25,5	30,6
	2009	Köhligen3	26,3	27,0	26,7	24,7	21,6	25,3
	<b>Mittel</b>		<b>25,9 a</b>	<b>25,3 a</b>	<b>25,6 a</b>	<b>24,1 b</b>	<b>20,6 c</b>	LSD5%:1,0
<b>ERTRAG</b> <b>RELATIV</b> (100%= Handels- sorten)	2007	Köhligen1	100	97	92	90	70	92
	2008	Köhligen2	100	96	97	95	82	95
		Wallenhorst	100	95	103	93	81	97
	2009	Köhligen3	100	103	101	94	82	96
	<b>Mittel</b>		<b>100 a</b>	<b>98 a</b>	<b>98 a</b>	<b>93 b</b>	<b>79c</b>	LSD5%:4
<b>% FEUCHT- KLEBER</b>	2007	Köhligen1	22,6	23,4	24,7	25,4	29,2	24,6
	2008	Köhligen2	16,3	16,3	17,9	17,8	21,8	17,4
		Wallenhorst	20,4	21,1	22,2	22,9	24,9	22,3
	2009	Köhligen3	17,5	18,1	18,7	19,1	22,5	19,2
	<b>Mittel</b>		<b>19,2 a</b>	<b>19,7 b</b>	<b>20,9 c</b>	<b>21,3 c</b>	<b>24,6 d</b>	LSD5%:0,4
<b>KLEBER- INDEX</b>	2007	Köhligen1	86	86	80	78	52	81
	2008	Köhligen2	94	94	91	89	65	91
		Wallenhorst	93	83	81	80	65	82
	2009	Köhligen3	94	89	86	85	65	84
	<b>Mittel</b>		<b>92 a</b>	<b>88 b</b>	<b>85 c</b>	<b>83 c</b>	<b>62 d</b>	LSD5%:2,4
<b>SDS- SEDIMEN- TATION</b>	2007	Köhligen1	65	65	65	65	64	65
	2008	Köhligen2	54	51	52	52	54	52
		Wallenhorst	58	56	57	56	55	56
	2009	Köhligen3	55	54	55	54	54	54
	<b>Mittel</b>		<b>58</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	n.s.
<b>STIRRING- NUMBER</b>	2007	Köhligen1	75	71	75	74	89	74
	2008	Köhligen2	56	47	50	40	63	47
		Wallenhorst	122	110	108	109	118	111
	2009	Köhligen3	79	83	84	89	96	86
	<b>Mittel</b>		<b>83</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>78</b>	<b>92</b>	n.s.

### 3.5 Ertrags- und Qualitätswirkung der Hochqualitätssorten

Über alle Standorte hinweg war der Effekt einer Zumischung auf Feuchtkleber, Kleberkonsistenz, SDS-Sedimentationswert, Stärkeviskosität und Ertrag je nach zugemischter Sorte verschieden (Abb.2). Angestrebt werden ein Feuchtklebergehalt von über 21% bei einem Kleberindex zwischen 75 und 90.

Sandomir (BSA-Kenn-Nr. WW 4026) verminderte den Ertrag nur gering, aber die Aufmischwirkung war auch unterschiedlich. Der Feuchtklebergehalt der Mischungspartner konnte um 0,5% bis 1,5% angehoben werden, wobei der Ertrag um bis zu 3% reduziert wurde. Hervorzuheben ist, dass Sandomir die Feuchtklebergehalte der Handelssorten durchschnittlich um 0,5% mehr anheben konnte als aufgrund des Mittelwertes zu erwarten gewesen wäre (s.Tab. 4). Der Kleberindex als Ausdruck der Kleberkonsistenz wurde nur geringfügig erniedrigt. Ein Effekt auf den Sedimentationswert konnte im Durchschnitt nicht festgestellt werden. Die Stärkeviskosität wurde teilweise verringert. Eine Zumischung von nur 15% brachte noch keine nutzbaren Effekte.

Aszita (BSA-Kenn-Nr. WW 3148) konnte ähnlich wie Sandomir den Feuchtklebergehalt um 0,5% bis 1,5% anheben, obwohl Aszita gegenüber Sandomir im Reinanbau bei 8% weniger Ertrag 2,4% mehr Feuchtkleber bilden konnte als Sandomir. Gegenüber den Handelssorten fiel der Ertrag bei Zumischung von Aszita um bis zu 7% ab, womit Aszita eine Mittelstellung zwischen Sandomir und Goldblume einnimmt. Der Sedimentationswert wurde durch Aszita geringfügig erniedrigt. Ein Effekt auf die Stärkeviskosität konnte im Durchschnitt nicht festgestellt werden. Bei nur 15% Zumischung war lediglich ein die Kleberkonsistenz erweichender Effekt bemerkbar, der bei höheren Zumischungen den Kleberindex auf im Durchschnitt 80 Punkte absenken konnte. Die Aufmischwirkung hinsichtlich Qualitätsverbesserung war bei Aszita schwächer ausgeprägt als bei Goldblume.

Goldblume (BSA-Kenn-Nr. WW 4357) hatte auch bei nur 15% Zumischung einen Effekt auf den Feuchtklebergehalt, der dabei um durchschnittlich ca. 1% angehoben werden konnte, allerdings mit 5% Ertragsverlust. Mit einer Erhöhung der Zumischung auf 30% und auf 45% ergab sich noch einmal jeweils der gleiche Effekt, so dass bei 45% eine Anhebung des Feuchtklebergehaltes um über 3% mit einer Ertragsdepression von 15% einherging. Allerdings verringerte sich der Ertrag nicht so sehr, wie aufgrund des Ergebnisses in Reinsaat zu erwarten gewesen wäre. Der Kleberindex wurde mit Goldblume ähnlich wie mit Aszita abgesenkt. Dennoch blieb ein deutlicher Effekt der Zumischung von Goldblume auf den Sedimentationswert aus. Die ausgeprägte Auswuchsfestigkeit von Goldblume erhöhte die mittels Stirling Number als Fallzahläquivalent bestimmte Stärkeviskosität in allen Zumischungen. Im Vergleich mit Aszita und Sandomir konnte Goldblume den Feuchtklebergehalt über alle Orte und Mischungspartner hinweg am deutlichsten anheben. Im Durchschnitt wäre eine Zumischung von 30% Goldblume für die Anhebung des Feuchtkleberniveaus auf über 21% ausreichend gewesen. Bei besonders kleberschwachen

Sorten gelang dies im Einzelfall aber nicht einmal mit Goldblume. Da bei der Sorte Goldblume in Reinkultur aufgrund der Wuchshöhe mit hoher Lagerneigung zu rechnen ist, sollte der Anteil von Goldblume unter Praxisbedingungen nicht über 50% gesteigert werden, um den stützenden Effekt der Handelssorte nutzen zu können.

**Tab. 4: Feuchtklebergehalte der Reinsaaten und Mischungen im Durchschnitt über alle Orte. Werte der Mischungen als Mittelwerte aus den drei Varianten 15, 30 und 45% Zumischung.**

%Feuchtkleber	Ludwig/Pegassos	Akteur	Achat	Capo	Naturastar	Bussard	Sandomir	Aszita	Goldblume
Reinsaat	17,2	19,0	18,9	18,9	20,1	21,1	22,7	25,1	26,2
mit Sandomir	18,6	19,8	19,6	20,6	21,1	21,2	22,7		
mit Aszita	18,7	19,8	20,2	20,9	22,3	21,2		25,1	
mit Goldblume	19,8	20,5	21,3	21,6	22,1	21,8			26,2

Pro Anhebung um 1% Feuchtkleber durch Zumischung einer Hochqualitätssorte bei einem Ausgangsniveau von 19-20% muss mit 3-5% Ertragsverlust gerechnet werden. Entscheidend für das Ergebnis der Mischungen ist die Differenz zwischen den Mischungspartnern beim Reinanbau unter vergleichbaren Bedingungen. Über alle Orte und Mischungsvarianten hinweg betrachtet ergab sich als Abschätzung für den Effekt der Mischung bei Ertrag, Feuchtklebergehalt und Sedimentationswert der einfache Mittelwert. Beim Kleberindex fand sich ebenfalls der Mittelwert als zu prognostizierender Wert, obwohl sonst bei Mischungen des Ernteguts von Sorten mit sehr unterschiedlichem Kleberindex aus Reinanbau das Ergebnis deutlich unter dem Mittelwert liegt. Worauf die Angleichung zum Mittelwert beim Kleberindex beim gemischten Anbau beruht, ist nicht bekannt. Hinsichtlich der Stärkeviskosität mittels Stirring Number lag der Wert der Mischungspartner um durchschnittlich 7% unter dem aufgrund einer Mittelwertberechnung zu erwartenden Ergebnis. Je mehr die Werte der Reinsaaten der Mischungspartner auseinander lagen, desto ausgeprägter war die Abweichung der tatsächlich gemessenen Werte vom Erwartungswert zu niedrigeren Stärkeviskositäten.

Obwohl die Sorte Goldblume auf ertragsschwachen Standorten in Relation zu allen bisher untersuchten Sorten den jeweils höchsten Feuchtklebergehalt erreichen konnte, ließen sich Handelssorten wie Ludwig oder Pegassos, die in Reinkultur auf den schwächeren Standorten deutlich weniger als 18% Feuchtkleber erreichten, auch bei einer Zumischung von 45% Goldblume nicht über die Grenze von 21% Feuchtkleber anheben.

Hatte eine Sorte schon von sich aus eine Neigung zur Bildung weicherer Kleber, wie Naturastar oder Bussard, dann führte die Zumischung von Goldblume oder Aszita zu Kleberindizes unter 70 was zu Schwierigkeiten in der technischen Verarbeitbarkeit führen kann.

Nach den vorliegenden Ergebnissen wäre eine Reinsaat von Sandomir vergleichbar mit einer Zumischung von 45% Aszita oder 30% Goldblume. Nur wenn höhere Feuchtkleberwerte als mit Sandomir erzielt werden sollen, wären Zumischungen von 40-50% Goldblume vorzunehmen.

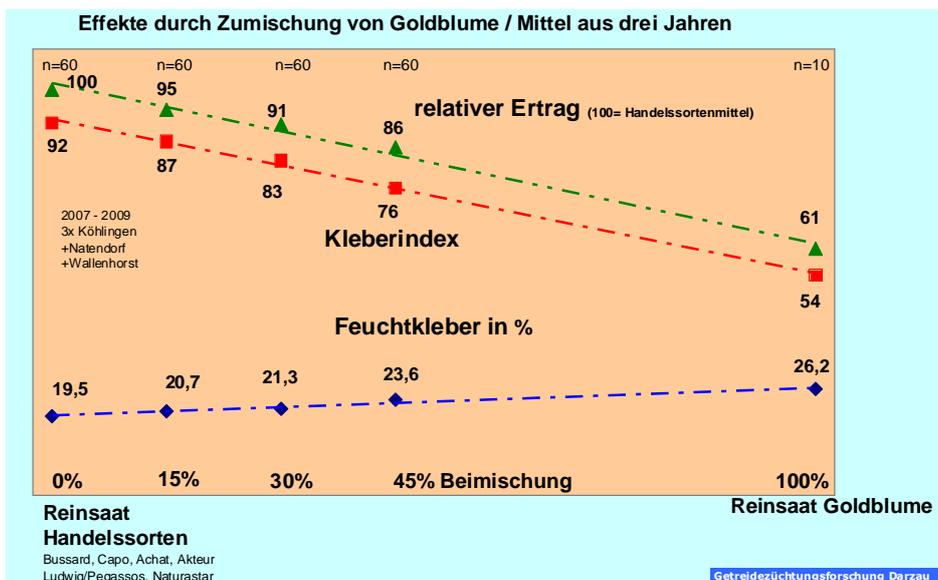
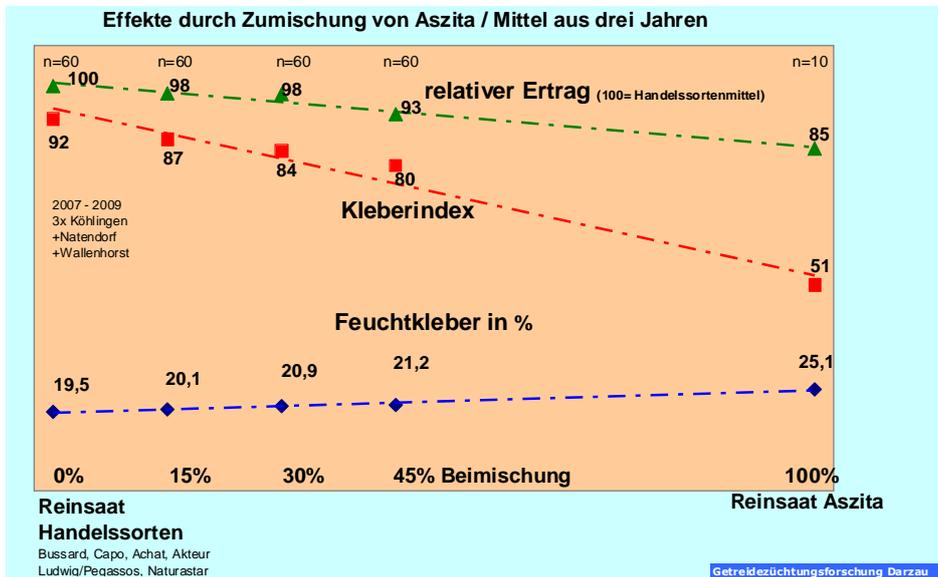
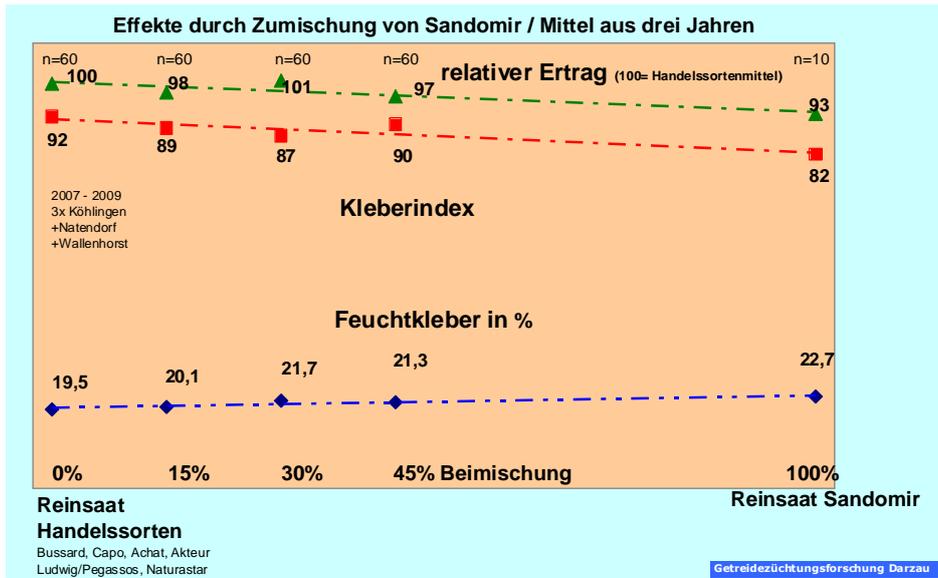
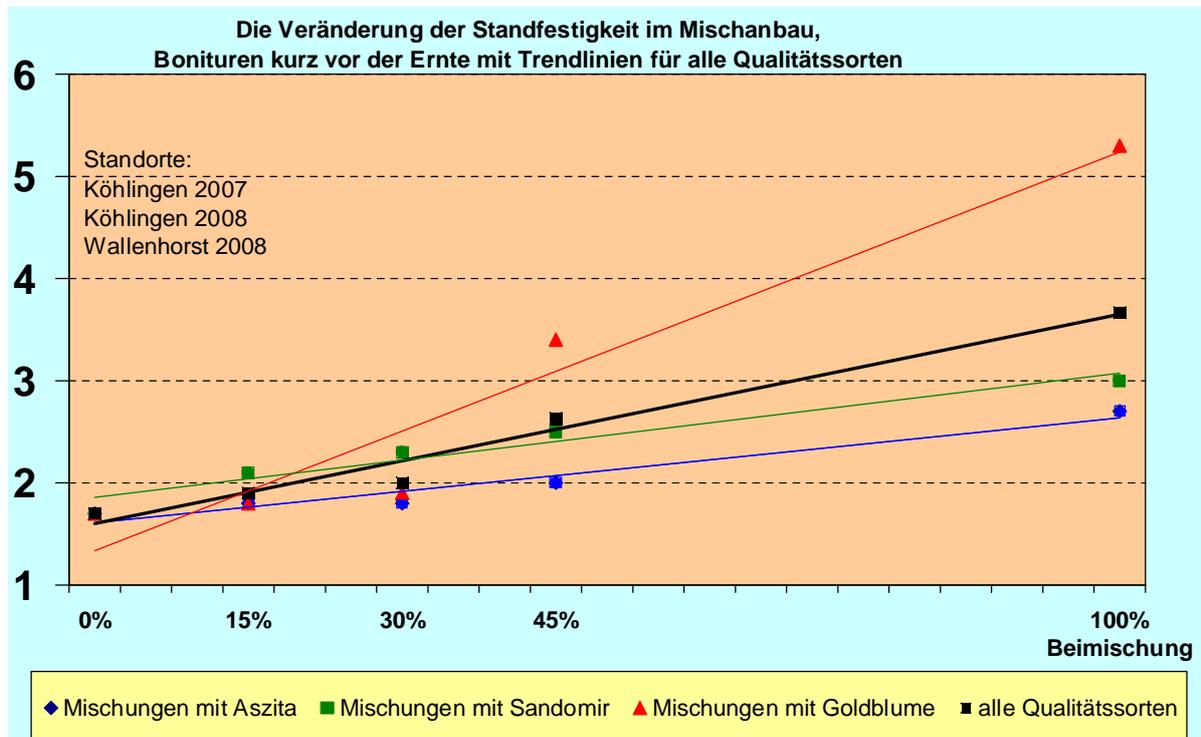


Abb. 2: Die Aufmischwirkung der drei Hochqualitätssorten im Mittel von drei Jahren und in Mischungen mit 6 Handelssorten.

### Wirkung auf die Standfestigkeit

Die Qualitätssorten Aszita, Sandomir und vor allem Goldblumenweizen haben im Vergleich zu den Handelssorten einen vergleichsweise höheren Wuchs. Die Mischbestände zeigten je nach Sortenpaar ein unterschiedlich heterogenes Bild. Bei den Sortenmischungen mit Goldblume waren diese Unterschiede am deutlichsten ausgeprägt. Goldblume ragte zur Gelbreife ca. 20-30 cm über die anderen Sorten hinaus und zeigte auf den differenzierenden



**Abb. 3: Die Veränderung der Standfestigkeit durch Mischanbau, Mittelwert von über drei Standorten**

Standorten die stärkste Lagerneigung. Damit verbunden war auch eine Beeinträchtigung der Standfestigkeit in den verschiedenen Mischungen. Mit zunehmenden Beimischungsgrad konnte auch ein Anstieg in der Lagerneigung festgestellt werden (vgl. Abb.3). Von den Aufmischsorten zeigte Aszita die beste Standfestigkeit. Die Handelssorten wirkten insofern als Stützfrucht für die Qualitätsweizensorten. Damit können durch den Mischanbau die Aufmischeffekte dieser Qualitätssorten auf wesentlich vielfältigeren Standorten genutzt werden als es in Reinsaat aufgrund höherer Lagerneigung möglich wäre.

### Wirkung auf Blattkrankheiten und Abreife

Bei den Bonituren zu den Blattkrankheiten konnten keine Effekte durch die Sortenmischungen festgestellt werden. Unterschiede und Probleme im Hinblick auf eine fehlende gemeinsame, zeitgleiche Abreife der Sortenpaare konnte in beiden Jahren zum Zeitpunkt der Ernte nicht festgestellt werden.

### 3.6 Unterschiede zwischen den einzelnen Sortenpaaren

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Sortenpaare nach Handelssorten wiedergegeben. Die Daten des Standorts Natendorf wurden dafür nicht verwendet. Daher standen für jede Handelssorte und jede Mischungsstufe mit dieser Handelssorte 8 verwertbare Einzelergebnisse zur Verfügung (4 Orte mit je 2 Wiederholungen). Den im Folgenden verwendeten Mittelwerten lagen teilweise große Spannbreiten von Einzelwerten der verschiedenen Standorte zu Grunde. In der jeweils implementierten tabellarischen Darstellung wurden die Relativwerte von Ertrag und Feuchtkleber jeweils auf die Werte der zugrunde gelegten Handelssorte in Reinsaat (=100) bezogen.

Ludwig (A-Weizen) führte in Reinsaat zu hohen Erträgen bei sehr niedrigen, völlig unzureichenden Feuchtklebergehalten, fester Kleberstruktur und einer Stärkeviskosität im mittleren Bereich.

Variante	dt/ha Ertrag	Ertrag relativ	% Feuchtkleber	Feuchtkleber relativ	Kleberindex	SDS Sedimentation	Stirringnumber
Ludwig	27,9	100	17,2	100	95	57	73
LudwigSandomir15	26,3	94	18,4	107	90	57	55
LudwigSandomir30	26,7	96	18,4	107	95	59	61
LudwigSandomir45	25,7	92	19,1	111	94	58	57
LudwigAszita15	25,6	92	17,7	103	91	55	79
LudwigAszita30	26,3	94	19,4	113	89	54	83
LudwigAszita45	24,8	89	19,0	111	86	52	69
LudwigGoldblume15	24,5	88	18,3	106	92	55	71
LudwigGoldblume30	24,6	88	19,9	115	89	58	81
LudwigGoldblume45	23,7	85	21,3	124	77	58	97

Obwohl alle Mischungen den Feuchtklebergehalt erhöhten, konnte nur die 45%-Mischung mit Goldblume den Feuchtkleber über 21% anheben und die Stärkeviskosität noch deutlich erhöhen. Aszita und Goldblume senkten die Kleberfestigkeit in den Bereich von 80-90. Nur in der Kombination mit Goldblume konnte mit entsprechendem Ertragsverzicht (4% mehr Feuchtkleber bei 15% Ertragsminderung) die gewünschte Qualitätsverbesserung erzielt werden.

Akteur (E-Weizen) erzielte in Reinsaat die höchsten Erträge, wobei die erzielten Feuchtkleberwerte für die Backweizenproduktion nicht ausreichend waren. Akteur bildete einen sehr festen Kleber aus und zeigte eine hohe Auswuchsfestigkeit.

Variante	dt/ha Ertrag	Ertrag relativ	% Feuchtkleber	Feuchtkleber relativ	Kleberindex	SDS Sedimentation	Stirring-number
Akteur	28,9	100	19,0	100	97	58	121
AkteurSandomir15	27,7	96	18,9	100	95	60	92
AkteurSandomir30	26,8	93	20,0	106	93	58	81
AkteurSandomir45	25,5	88	20,6	109	94	60	67
AkteurAszita15	28,5	98	19,1	101	96	57	111
AkteurAszita30	27,7	96	20,0	105	95	58	108
AkteurAszita45	27,1	94	20,3	107	92	56	103
AkteurGoldblume15	26,8	92	20,1	106	92	59	132
AkteurGoldblume30	27,4	95	20,2	107	94	59	124
AkteurGoldblume45	24,2	84	21,3	112	92	57	132

Die Feuchtklebergehalte konnten nur in der 45% -Variante mit Goldblume über 21% angehoben werden, wobei zugleich eine starke Ertragsminderung festzustellen war. Der ausgesprochen feste Kleber von Akteur konnte auch mit Aszita und Goldblume nicht unter 90 gesenkt werden. Sandomir reduzierte die Stärkeviskosität sehr deutlich.

Achat (E-Weizen) erzielte in den Versuchen relativ hohe Erträge, wobei die Feuchtklebergehalte für eine Backweizenverwertung nicht ausreichten. Achat bildete in Reinsaat einen festen Kleber und zeichnete sich durch eine hohe Auswuchsfestigkeit aus.

Variante	dt/ha Ertrag	Ertrag relativ	% Feuchtkleber	Feuchtkleber relativ	Kleberindex	SDS Sedimentation	Stirring-number
Achat	25,5	100	18,9	100	94	58	108
AchatSandomir15	27,9	109	18,5	98	94	58	76
AchatSandomir30	28,0	110	20,5	108	90	58	87
AchatSandomir45	26,6	104	20,0	106	89	58	62
AchatAszita15	27,3	107	19,8	105	92	57	90
AchatAszita30	26,6	104	20,2	107	87	57	88
AchatAszita45	24,7	97	20,7	109	80	55	82
AchatGoldblume15	26,5	104	19,9	105	91	56	111
AchatGoldblume30	25,1	98	21,4	113	84	58	97
AchatGoldblume45	23,0	90	22,6	119	76	54	110

Goldblume > Aszita > Sandomir erhöhten den Feuchtklebergehalt und senkten in der 45%-Variante auch den Kleberindex. Aszita und Sandomir reduzierten die Stärkeviskosität. Achat war die einzige Sorte, bei der durchschnittlich in fast allen Mischungen deutlich höhere Erträge erreicht wurden als aufgrund der gewichteten Mittelwerte aus den Reinsaaten zu erwarten gewesen wäre, aber nur in der Mischung mit Goldblume konnte mehr als 21% Feuchtkleber erreicht werden.

Bussard (E-Weizen) war die einzige Handelssorte, die im Mittel noch eine ausreichende Backqualität (hohe Feuchtkleberwerte und Kleberindex unter 90) in Reinsaat erzielte. Die Stärkeviskosität war nur gering ausgeprägt.

Variante	dt/ha Ertrag	Ertrag relativ	% Feuchtkleber	Feuchtkleber relativ	Kleberindex	SDS Sedimentation	Stirring-number
Bussard	24,1	100	21,1	100	87	60	44
BussardSandomir15	24,0	99	21,0	99	82	58	46
BussardSandomir30	26,3	109	21,6	102	81	58	36
BussardSandomir45	24,7	102	21,2	100	87	60	54
BussardAszita15	23,9	99	20,4	97	79	56	40
BussardAszita30	26,0	108	21,3	101	80	56	44
BussardAszita45	24,1	100	21,7	103	76	57	59
BussardGoldblume15	23,8	99	20,5	97	80	58	36
BussardGoldblume30	22,6	94	23,2	110	73	61	67
BussardGoldblume45	22,3	92	21,8	103	77	59	54

Die Einzelwertschwankungen waren bei den Kombinationen mit Bussard verhältnismäßig hoch. Durch Beimischungen von Goldblume, Aszita oder Sandomir zu Bussard konnten keine – auch in den hohen Zumischungen – relevanten Effekte auf den Feuchtklebergehalt beobachtet werden. Nur durch hohe Zumischungen von Goldblume konnte der Feuchtklebergehalt teilweise deutlich erhöht werden. Aszita und Goldblume wirkten leicht senkend auf den Kleberindex, wobei die Senkung aufgrund des in einzelnen Jahren tendenziell weichen Klebers von Bussard zu stark werden konnte, d.h. zu weiche Kleber erzeugt wurden. Die Stärkeviskosität wurde kaum verändert. Selbst die hohe Stärkeviskosität von Goldblume zeigte nur teilweise verbessernde Effekte. Die Ergebnisse lassen Bussard als nur wenig geeignet für eine Aufmischung erscheinen.

Naturastar (A-Weizen) war bei verhältnismäßig weichem Kleber im Feuchtklebergehalt etwas zu knapp. Er zeichnet sich aber bei hoher Auswuchsfestigkeit durch sehr hohe Stärkeviskositäten aus.

Variante	dt/ha Ertrag	Ertrag relativ	% Feuchtkleber	Feuchtkleber relativ	Kleberindex	SDS Sedimentation	Stirring-number
Naturastar	24,6	100	20,1	100	81	56	114
NaturastarSandomir15	23,0	94	20,9	104	78	58	97
NaturastarSandomir30	24,5	100	21,1	105	80	56	91
NaturastarSandomir45	24,9	101	21,4	107	85	59	69
NaturastarAszita15	23,4	95	21,6	107	78	54	104
NaturastarAszita30	24,3	99	22,6	112	67	55	103
NaturastarAszita45	21,3	87	22,8	114	66	51	97
NaturastarGoldblume15	22,8	93	20,7	103	79	54	112
NaturastarGoldblume30	24,2	99	22,0	110	65	58	115
NaturastarGoldblume45	20,5	83	23,6	117	62	56	116

Goldblume > Aszita > Sandomir erhöhten den Feuchtklebergehalt, wobei Aszita und Goldblume den an sich schon niedrigeren Kleberindex von Naturastar noch weiter auf unter 70 absenkten, was zu Problemen in der technischen Verarbeitbarkeit der Teige führen kann.

Aszita und Goldblume minderten den Kornertrag von Naturastar, allerdings weniger als durchschnittlich erwartet. In der hohen Beimischung machte sich die Sedimentationsschwäche von Aszita etwas deutlicher bemerkbar. Sandomir hatte den geringsten Effekt auf den Ertrag, erhöhte den Feuchtklebergehalt aber um durchschnittlich 1% ohne Nachteile für den Kleberindex. Sandomir verringerte die Stärkeviskosität, bei einem insgesamt aber noch ausreichenden Niveau. Nur auf dem Standort Köhlingen 2008 wurden in den Mischungen von Sandomir und Naturastar sehr geringe Stärkeviskositäten festgestellt, die auf Auswuchs hindeuteten. Eine hohe Beimischung mit Sandomir bringt etwas mehr Sicherheit in der Feuchtkleberbildung, ohne die möglichen Nachteile einer weiteren Klebererweichung bei der Zumischung von Goldblume und Aszita.

Capo (E-Weizen) erzielte zu geringe Feuchtklebergehalte bei einer zugleich sehr festen Kleberstruktur. Capo neigte ferner zu Auswuchs bzw. niedrigen Stärkeviskositäten.

Variante	dt/ha Ertrag	Ertrag relativ	% Feuchtkleber	Feuchtkleber relativ	Kleberindex	SDS Sedimentation	Stirring-number
Capo	24,1	100	18,9	100	97	58	37
CapoSandomir15	23,8	99	19,9	105	91	56	61
CapoSandomir30	26,6	110	21,2	112	86	59	41
CapoSandomir45	24,4	101	20,8	110	92	57	53
CapoAszita15	23,7	99	20,3	107	92	56	42
CapoAszita30	24,2	101	21,4	113	85	54	62
CapoAszita45	23,3	97	21,0	111	88	54	59
CapoGoldblume15	24,4	101	19,3	102	94	56	45
CapoGoldblume30	23,0	95	21,4	113	91	56	57
CapoGoldblume45	22,9	95	24,0	127	78	59	62

Die Erträge wurden in den Mischungen nur geringfügig beeinflusst. Goldblume > Aszita > Sandomir erhöhten den Feuchtklebergehalt mehr oder weniger deutlich und brachten ihn vielfach auf über 21%, wobei der Kleberindex gesenkt wurde. Alle drei Sorten trugen zu einer leichten Erhöhung der Stärkeviskositäten bei. Zur Verbesserung der Verarbeitungsfähigkeit kann die Kombination mit jeder der drei Aufmischsorten in Konzentrationen von 30-45% empfohlen werden.

#### 4 Zusammenfassung

Die Hochqualitätswinterweizen Sandomir, Aszita und Goldblume wurden in Anteilen von jeweils 15, 30 und 45 % mit den Handelssorten Bussard, Capo, Achat, Akteur, Ludwig/Pegassos, Naturastar am Standort Köhlingen, Nord-Ost-Niedersachsen in den Jahren 2007-2009 und am Standort Wallenhorst bei Osnabrück im Jahr 2008 in einer Parzellenversuchsanlage sowohl gemischt als auch alle in Reinsaat ausgesät. Über alle Standorte und Sortenkombinationen hinweg konnte mit den Hochqualitätsweizen der Feuchtklebergehalt von 19,5% im Mittel der Handelssorten auf durchschnittlich 22,0% bei 45%-Mischungsanteilen erhöht werden, wobei der Ertrag gegenüber dem Mittel der Handelssorten um 8% und der Kleberindex von 92 auf 82 verringert wurde. Im Mittel der

Hochqualitätssorten wurden 24,7% Feuchtkleber bei einem um 21% verringerten Ertrag mit einem Kleberindex von 63 erreicht.

Nach den vorliegenden Ergebnissen ist durch den gezielten Mischbau unterschiedlicher Weizensorten eine standortangepasste Optimierung hinsichtlich Ertrag und Verarbeitungsparametern möglich. Die bei allzu hoch angestrebten Feuchtklebergehalten zu erwartende Ertragsminderung beim Reinanbau von Hochqualitätssorten kann im Mischbau verringert werden. Auch für Hochqualitätssorten stellte die Mischung eine Verbesserung dar, wenn Einseitigkeiten in der Kleberbeschaffenheit oder Stärkeviskosität durch gezielte Kombination ausgeglichen wurden.

Mit Sandomir konnte der Feuchtklebergehalt bei Anteilen von 45% in der Mischung um 1,8% bei 3% Ertragsminderung angehoben werden, wobei der Anstieg um 0,5% höher ausfiel als aufgrund des Feuchtklebergehaltes von Sandomir in Reinsaat zu erwarten gewesen wäre. Der Kleberindex wurde von Sandomir nur geringfügig, die Stärkeviskosität aber deutlich erniedrigt. Aszita verbesserte den Feuchtklebergehalt im gleichen Rahmen wie Sandomir allerdings mit bis zu 7% Ertragsminderung und einer deutlichen Absenkung der Kleberindizes. Im Durchschnitt wurde bei einer Zumischung von 30% Goldblume ein ähnlicher Effekt wie bei einer Zumischung von 45% Aszita erreicht. Goldblume hatte insgesamt den deutlichsten Effekt auf eine Anhebung der Feuchtklebergehalte, jedoch wurden bei einer Erhöhung um 1% Feuchtkleber im Durchschnitt 5% Ertragsminderung festgestellt. Goldblume erhöhte darüber hinaus die Stärkeviskosität der Mischungspartner.

Die Handelssorten zeigten unter den gegebenen Anbaubedingungen eine unterschiedliche Eignung für den Qualitätsmischbau. Ludwig (bzw. Pegassos) und Akteur konnten im Mittel über alle Standorte nur mit 45% Goldblume über das Niveau von 21% Feuchtkleber gehoben werden, wobei der feste Kleber von Akteur auch mit Aszita und Goldblume kaum zu erweichen war. Bei Achat reichten auch schon 30% Goldblume für durchschnittliche Werte über 21% Feuchtkleber. Bussard ließ sich durch Zumischung kaum beeinflussen. Planbare Effekte konnten für eine Mischung mit Bussard als Komponente nicht gefunden werden. Aufgrund der oftmals weichen Kleber von Bussard und Naturastar führte die Mischung mit Aszita oder Goldblume bei diesen beiden zu sehr weichen Klebern. Im Feuchtklebergehalt konnte Naturastar mit allen Hochqualitätssorten verbessert werden, wobei Sandomir geringe Auswirkungen auf Feuchtklebererhöhung und Ertragsminderung, Aszita und Goldblume demgegenüber deutlichere Effekte auf beides zeigten. Auch Capo konnte mit 30-45% Anteilen der Sorten Sandomir, Aszita oder Goldblume in der Mischung über den Feuchtklebergrenzwert angehoben werden.

Sofern für die als Mischungspartner in Frage kommenden Sorten bezüglich eines vorgesehenen Standortes Erwartungswerte für Qualität und Ertrag vorliegen, kann das Potential der Mischung aufgrund der vorliegenden Ergebnisse anhand der sich aus den Anteilen der Mischungspartner ergebenden Mittelwerte geschätzt werden. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass die zugrunde gelegten Untersuchungen an Standorten

durchgeführt wurden, deren Winterweizenerntegut üblicherweise im Grenzbereich von 21% Feuchtkleber liegt. Abweichungen vom Mittelwert können sich in Abhängigkeit von den Mischungspartnern im Einzelfall immer ergeben, so wie mit Sandomir die Feuchtklebergehalte und mit Goldblume die Erträge etwas höher ausfielen als aufgrund der Reinsaatergebnisse zu erwarten war. Die Viskosität der Stärke wird in den allermeisten Fällen unter dem erwarteten Mittelwert liegen. Sofern nur eine geringe Anhebung der Feuchtkleberwerte angestrebt wird, wäre zu erwägen, ob Sandomir in Reinkultur angebaut werden kann oder zur Viskositäts- und Ertragsstabilisierung in Mischung mit Bussard, Capo oder Naturastar. Alternativ dazu könnten Akteur, Achat, Naturastar und Capo auch mit 45% Aszita oder 30% Goldblume ausgesät werden. Sofern die insbesondere mit Aszita und Goldblume zu erzielenden Feuchtklebergehalte in Reinsaat nicht erforderlich sind, kann der bei Reinsaat zu erwartende Minderertrag von 20-40% im Rahmen eines gezielten Misanbaus zur Anhebung auf marktkonforme Feuchtklebergehalte auf 5-10% verringert werden. Sortenmischungen erwiesen sich in dieser Untersuchung als ein vergleichsweise einfach zu handhabendes Instrument zur Optimierung der Ertrags-Qualitäts-Relation, mit dem eine kurzfristige Anpassung an die aktuelle Marktsituation vorgenommen werden kann. Es könnte insbesondere ein Instrument für Betriebe mittlerer Größe wie in Niedersachsen sein, die selbst nur wenige Möglichkeiten zur Lagerung unterschiedlicher Sorten und bedarfsgerechter Mischung nach der Ernte haben.

## 5 Literatur

- Baresel JP 2006 Weizenzüchtung für den ökologischen Landbau. Selektionsmöglichkeiten für pflanzenbauliche und Qualitätsmerkmale, Universität Hohenheim, Diss., Köster: Berlin
- Flamm C 2009 Wirkung eines Misanbaus von Weizensorten auf Anbaueigenschaften, Krankheiten, Ertrag und Qualität unter den Bedingungen des Bioanbaus. In: 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zürich, 11.-13. Februar 2009. Band 1: 189-192.
- Heyden B 2004 Bedeutung von Regionalsorten im Getreidebau (020E494), <http://www.orgprints.org/5236>
- Mc Donald 1985 Cereal Foods World 30, 674-677.
- Müller KJ 1998 Strategien zum Qualitätsweizenanbau auf ökologisch bewirtschafteten, leichten Böden in Norddeutschland; Gesellschaft für goetheanistische Forschung (GfgF).
- Müller KJ 1999 Kriterien für die Entwicklung von Qualitätsweizen für leichte Standorte. In: Hoffmann, H; Müller, S. [Hg.]: Vom Rand zur Mitte: Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau; 23.-25. Februar 1999 Berlin: Köster.
- Schwarzbach E 1984 A new approach in the evaluation of field trials: the determination of the most likely genetic ranking of varieties. Vorträge für Pflanzenzüchtung 6, 249-259.
- Timmermann M 2006 Verbesserung der Verarbeitungsqualität von Winterweizen durch Misanbau von Sorten, Projektbericht an Bäuerliche Gesellschaft Norddeutschland, [www.darzau.de](http://www.darzau.de).
- Timmermann M 2005 Mehr Qualität beim Weizen. In: Bioland 12: 8/9
- Utz HF 2001 Plabstat, Institute of Plant Breeding, Seed Science and Population Genetics, University of Hohenheim, Stuttgart.
- Vogt-Kaute W 2006 Baking quality of variety mixtures of organic wheat and acknowledgement by farmers and millers in Germany. In: H. Østergård and L. Fontaine (hg.) Proceedings of the COST SUSVAR workshop on Cereal crop diversity: Implications for production and products, 13-14 June 2006, La Besse, France 33-36