

Bericht

zum Forschungsprojekt

Einfluss der Saatzeit auf Ertrag und Qualität von Winterweizen im ökologischen Landbau auf leichten Standorten in Niedersachsen [Kurztitel: Weizensaatzeitversuch]



Laufzeit: 01-08-2004 bis 30-11-2006

Berichtszeitraum: 01-08-2004 bis 31-08-2006



Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Landes Niedersachsen, Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz gefördert

vorgelegt von

Martin Timmermann

Anschrift:

Getreidezüchtungsforschung Darzau

29490 Neu Darchau, Darzau Hof

Fon: 05853-1319 Fax: -1394

1	EINLEITUNG	1
2	MATERIAL UND METHODEN	1
2.1	VERSUCHSSTANDORTE	1
2.2	VERSUCHSDESIGN	1
2.3	BODENPROBEN.....	3
2.4	BONITUREN, ERFASSUNG DER ERTRAGSSTRUKTUR, ERNTE	3
2.5	QUALITÄTSANALYSEN	4
2.6	STATISTIK	5
2.7	WITTERUNGSVERLAUF.....	5
3	ERGEBNISSE.....	6
3.1	BEOBACHTUNGEN WÄHREND DER VEGETATION	7
3.1.1	Feldaufgang.....	7
3.1.2	Bestockung und Triebreduktion zur Ernte.....	8
3.1.3	Bodenbedeckung und Beikraut.....	9
3.1.4	Standfestigkeit	10
3.2	SAATZEITOPTIMIERUNG	11
3.2.1	Der Einfluss von Aussaattermin und Aussaatstärke auf den Ertrag.....	11
3.2.2	Der Einfluss des Aussaattermins auf den Strohertrag und das Korn/Strohverhältnis ...	13
3.2.3	Stickstoff-Dynamik	16
3.2.4	Der Einfluss von Aussaattermin und Aussaatstärke auf die Ertragsstruktur	18
3.2.5	Der Einfluss von Aussaattermin und Aussaatstärke auf die Verarbeitungsqualität.....	22
3.2.6	Feuchtkleberertrag.....	25
4	DISKUSSION DER ERGEBNISSE.....	27
5	ZUSAMMENFASSUNG	31
	ANHANG.....	35

1 Einleitung

Auf den leichten und trockengefährdeten Standorten Niedersachsens ist es unter ökologischen Anbaubedingungen nach wie vor schwierig, Winterweizen zu produzieren, der durch seine Verarbeitungsqualität als Brotweizen geeignet ist. Auf diesen Standorten besteht nicht nur das Problem eines sehr geringen Ertragsniveaus, sondern auch das Problem das notwendige Qualitätsniveau, das verarbeitungstechnisch erforderlich ist, überhaupt zu erreichen. Für den Verarbeiter ist der Gehalt an Klebereiweiß einer der entscheidenden verarbeitungstechnischen Inhaltsstoffe. Die Menge des Klebereiweißes wird begrenzt zum einen durch das Angebot an Stickstoff, und zum anderen durch das genetisch fixierte Eiweißaneignungsvermögen der zur Verfügung stehenden Weizensorten. Anbaumanagement und Sortenwahl sind für diese Standorte von besonderer Bedeutung, da gerade durch das geringe Ertragsniveau eine regionale Vermarktung zu relativ hohen Preisen unabdingbare Voraussetzung für einen auch wirtschaftlich erfolgreichen Landwirtschaftsbetrieb ist.

Über zwei Anbauperioden an zwei unterschiedlichen Standorten wurde untersucht, wie mit der Wahl des Aussaattermins, der Sorte und der Aussaatstärke der Kornertrag und die verarbeitungstechnischen Parameter beeinflusst werden können. Die hier dargestellten Ergebnisse können dem Landwirt als Hilfestellung für seine in Abhängigkeit von seinem Standort zu ergreifenden Maßnahmen dienen.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchsstandorte

Die Versuchsstandorte beider Versuchsjahre liegen bei Köhlingen im östlichen Niedersachsen zwischen Lüneburg und Dannenberg auf einer Höhe von ca. 60 m ü. NN. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt hier 8,9°C. Im langjährigen Mittel fallen circa 600 mm Niederschlag. Die Flächen beider Versuchsjahre hatten A-Status gemäß EU-Bio-VO und wurden biologisch-organisch bewirtschaftet (Bioland). Gleichwohl die Versuchsstandorte nur rund 500m Luftlinie von einander entfernt waren, unterschieden sich beide Standorte stark. Die Bodenart im ersten Jahr war lehmiger Sand (circa 45 Bodenpunkte). Der Sandanteil des auf einer Anhöhe liegenden Versuchstandorts im zweiten Versuchsjahr war deutlich höher. Die Bodengüte wurde hier mit 32 Bodenpunkten angegeben.

2.2 Versuchsdesign

2004/2005

Im Herbst 2004 wurden die Winterweizensorten Capo, Bussard, Ludwig, Naturastar, Wenga und Sandomir in zwei Saatstärken mit je drei Wiederholungen an fünf Saatterminen ausgesät. Bis auf Sandomir sind alle Sorten in der aktuellen beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes aufgeführt. Die in der Getreidezüchtung Darzau entwickelte Sorte

Sandomir wurde im Versuch dazugestellt, da sie sich durch ein hohes Vermögen der Klebereiweißbildung auszeichnet, und daher als Vergleichssorte gerade für die besondere Problematik auf leichten Standorten von Bedeutung sein kann. Sandomir wird ab der Herbstaussaat 2007 für den Vertragsanbau in Niedersachsen zur Verfügung stehen. Die Aussaat erfolgte ab Anfang September im Abstand von circa zwei Wochen. Sorten und Saatstärken wurden für jeden Termin randomisiert und die Wiederholungen als Blöcke angelegt. Insgesamt wurden 180 Parzellen mit einer Größe von je 12m² angelegt. Der Versuch wurde streifenweise auf einem weitgehend homogenen Acker angelegt. Für jeden Saattermin wurde extra gepflügt, so dass der zeitliche Abstand zwischen Saatbettvorbereitung und Aussaat mehr oder weniger gleich groß war (siehe Tabelle 1). Die größte Zeitspanne zwischen Pflügen und Drillen war drei Tage (4. Aussaattermin). Es wurden zwei Saatstärken ausgewählt: 250 keimfähige Körner und 350 keimfähige Körner pro m². Das Saatgut wurde von Öko-Korn-Nord w.V. bezogen und stammte aus einer Saatgut-Vermehrung aus ökologischem Landbau. Als Vorfrucht waren Körnererbsen angebaut worden.

BODENBEARBEITUNG UND AUSSAAT 2004	1.TERMIN	2.TERMIN	3.TERMIN	4.TERMIN	5.TERMIN
Bearbeitung der gesamten Fläche mit Grubber am	27.08.2004	27.08.2004	27.08.2004	27.08.2004	27.08.2004
Bearbeitung mit Grubber zum zweiten Mal am	-	-	-	11.10.2004	11.10.2004
Gepflügt am	02.09.2004	13.09.2004	01.10.2004	11.10.2004	27.10.2004
gewalzt mit Crosskill-Walze am	02.09.2004	13.09.2004	01.10.2004	13.10.2004	27.10.2004
Gesät am	02.09.2004	14.09.2004	01.10.2004	14.10.2004	28.10.2004

Tabelle 1: Bodenbearbeitungs- und Aussaattermine 2004

2005/2006

Es wurde die gleichen Winterweizensorten verwendet. Das Saatgut stammte aus der Ernte des Saatzeitversuchs 2004/05. Der Versuch wurde diesmal in vier Wiederholungen angelegt. Die Parzellengröße wurde auf 6m² reduziert. Um die Effekte durch die Aussaatstärke besser

BODENBEARBEITUNG UND AUSSAAT 2005	1.TERMIN	2.TERMIN	3.TERMIN	4.TERMIN	5.TERMIN
Bearbeitung der gesamten Fläche mit Scheibenegge am	31.08.2005	31.08.2005	31.08.2005	31.08.2005	31.08.2005
Gepflügt am	31.08.2005	13.09.2005	27.09.2005	12.10.2005	28.10.2005
gewalzt mit Crosskill-Walze am	31.08.2005	14.09.2005			
Gesät am	01.09.2005	14.09.2005	30.09.2005	14.10.2005	31.10.2005

Tabelle 2: Bodenbearbeitungs- und Aussaattermine 2005

beurteilen zu können, wurden die Abstände zwischen den Saatstärken vergrößert: 200 keimfähige Körner und 350 keimfähige Körner. Ansonsten entsprach die Versuchsanlage der des Vorjahres. Der größte Abstand zwischen Pflügen und Aussaat waren im zweiten Jahr drei Tage (3. und 5.Termin).

Als Vorfrucht standen in beiden Jahren Sommererbsen. Die Grünmasse der Erntereste wurde für die Versuchsfläche jeweils an einem Termin vor der ersten Aussaat eingearbeitet (vgl. Tabelle 1 und 2). In beiden Jahren war ein Wiederaufwuchs nach diesem Einarbeitungsarbeitsgang zu verzeichnen, der im ersten Jahr so groß war, dass ein zweiter Arbeitsgang vor dem vierten Aussaattermin erforderlich war. Hinsichtlich Umsetzungsprozesse und Stickstoffverfügbarkeit sind Effekte nicht auszuschließen (vgl. dazu Stickstoffdynamik 3.2.3).

2.3 Bodenproben

In beiden Jahren wurden für jeden Saattermin zunächst zwei Wochen nach der Saat, im Dezember, zum Vegetationsbeginn und zum Schossen, je Aussaattermin und Jahr vier Beprobungen durchgeführt. Die Probennahme erfolgte jeweils über drei Schichten (0-90 cm) um die N-min-Gehalte zu bestimmen. Alle Proben wurden vom gleichen Labor untersucht. Die Probenziehung erfolgte im ersten Jahr zwei Wochen nach der Saat und dann am 20. Dezember 2004, am 1. April und am 6. Mai 2005 und im zweiten Jahr zwei Wochen nach der Aussaat und dann am 15. Dezember, am 10. April und am 9. Mai.

2.4 Bonituren, Erfassung der Ertragsstruktur, Ernte

Für beide Jahre wurde nach dem Auflaufen der Saat (BBCH10) dreimal 1 m - lange diagonal über die Parzelle verteilte Drillreihen markiert und die Anzahl der ausgetriebenen Pflanzen (Keimlinge) bestimmt. Bei einem Reihenabstand von 20 cm entsprach die damit erfasste Fläche 0,6m² pro Parzelle. Vor der Mähdruschernte wurden diese Metermarkierungen bei allen Sorten von Hand geerntet (Meterschnitte). Es wurden die Ähren (= ährentragende Halme) ausgezählt, das Tausendkorngewicht bestimmt und der Ertrag ausgewogen (siehe Tabelle 3 und 4).

Im ersten Jahr wurde am 30.März 2005 der Bodenbedeckungsgrad für die Sorte Capo

SAATZEITVERSUCH	1.TERMIN	2.TERMIN	3.TERMIN	4.TERMIN	5.TERMIN
Keimlinge gezählt (BBCH 10)	10.09.2004	27.09.2004	18.10.2004	09.11.2004	23.11.2004
Triebe (Sorte Capo) gezählt am	07.04.2005	07.04.2005	07.04.2005	07.04.2005	07.04.2005
Ernte Meterschnitte	25.07.2005	25.07.2005	28.07.2005	28.07.2005	01.08.2005
Ernte Drusch	29.07.2005	29.07.2005	03.08.2005	03.08.2005	03.08.2005

Tabelle 3: Erhebungs- und Erntezeitpunkte erste Versuchsperiode 2004/2005

mittels eines Schätzrahmens erfasst. Ferner wurde für die Sorte Capo am 7. April 2005 für die Metermarkierungen die Anzahl der Triebe ausgezählt.

Im zweiten Jahr wurde am 12. April 2006 die Winterhärte bonitiert. Am 30. Juni wurde die Höhe für alle Parzellen gemessen. Kurz vor der Ernte wurde der Deckungsgrad für die Sorte Capo geschätzt.

Der Zeitraum der Handernte der Meterschnitte erstreckte sich auf Grund der wechselhaften Witterung im ersten Jahr über sechs Tage. Im zweiten Jahr konnte sie innerhalb von zwei Tagen abgeschlossen werden. Danach erfolgte jeweils die Ernte mit dem Mähdrusch. Der Mähdrusch konnte im ersten Jahr auf Grund des Wetters zu zwei Terminen im Abstand von fünf Tagen erledigt werden. Im zweiten Jahr konnte der Mähdrusch an einem Tag abgeschlossen werden.

SAATZEITVERSUCH	1.TERMIN	2.TERMIN	3.TERMIN	4.TERMIN	5.TERMIN
Keimlinge gezählt (BBCH 10)	12.09.2005	27.09.2005	12.10.2005	31.10.2005	06.12.2005
Ernte Meterschnitte	24.07.2006	24.07.2006	24.07.2006	24.07.2006	25.07.2006
Ernte Drusch	25.07.2006	25.07.2006	25.07.2006	25.07.2006	25.07.2006

Tabelle 4: Erhebungs- und Erntezeitpunkte zweite Versuchsperiode 2005/2006

2.5 Qualitätsanalysen

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 Centrifuge 2015, Firma Perten) zur Bestimmung der Kleberkonsistenz; die SDS-Sedimentation nach MCDONALD (1985) zur Bestimmung des Quellvermögens und der Aggregatbildung der Eiweiße; die Stirringnumber (Fallzahl, Firma Newport, RVA Super3) zur Bestimmung der Enzymaktivität der Stärke.

Statt der in der Regel üblichen Bestimmung des Feuchtklebergehaltes mit Auszugsmehl (ICC-Standard 137) wird für schwache, N-Mangelstandorte die Feuchtkleberbestimmung mit Feinschrot bevorzugt. Diese Methode bietet den Vorteil, dass sie im unteren Feuchtkleberbereich eine größere Differenzierung ermöglicht (vgl. MÜLLER 1998), wie es auf leichteren Standorten zu erwarten ist.

Im ersten Jahr wurden aus den Wiederholungen der Sorten sowohl aus den Meterschnitten als auch aus den Druschparzellen für jeden Termin und für jede Saatstärke eine Mischprobe aus den drei Wiederholungen erstellt und anschließend analysiert. Im zweiten Versuchsjahr erfolgte die Bestimmung des Feuchtklebergehalts und des Kleberindex für jede Parzelle, also für jede der vier Wiederholungen extra. Die SDS-Sedimentations- und die Stirringnumber-Bestimmung erfolgten wie im Vorjahr aus einer Mischproben je Termin und Aussaatstärke der vier Wiederholung.

2.6 Statistik

Die statistische Verrechnung der Ergebnisse erfolgte mittels Plabstat (Utz 2001). Für die Varianzanalyse wurden die Faktoren als fixiert betrachtet. Als Signifikanzniveau sind im Text die „+“ für 10%ige, „*“ für 5%ige und „**“ für 1%ige Irrtumswahrscheinlichkeit angegeben. Sofern ein statistisch signifikant abgesicherter Zusammenhang festgestellt wurde, ist er in den Abbildungen unter Angabe der Grenzdifferenz bei 5%iger Irrtumswahrscheinlichkeit (LSD5%) notiert.

2.7 Witterungsverlauf

In der gesamten Vegetationsperiode 2004/2005 fielen 571 mm Regen. Die Niederschläge lagen damit unter dem langjährigen Mittel von circa 600 mm. Die gute Wasserversorgung im Herbst führte zunächst zu guten Auflaufbedingungen für alle Termine und einer üppigen Bestandesentwicklung der ersten beiden Aussaattermine. Kahlfröste mit wärmeren Zwischenperioden dominierte das Wetter im Dezember und Januar. Von Mitte Februar bis Mitte März sanken die Temperaturen unter Null. Niederschläge führten in dieser Zeit zu einer geschlossenen Schneedecke. Es folgte ein abrupter Temperaturanstieg und ein sehr trockener April, der den Beginn des Frühjahrswachstums hinauszögerte. Die Monate Mai bis Mitte August waren im Jahresvergleich überdurchschnittlich nasse Monate mit ausgeprägten Kälteperioden Mitte Mai und Anfang Juni.

Die Vegetationsperiode 2005/2006 war im Wetterverlauf noch extremer als der vorherige Vegetationszyklus. Es wurden lediglich 515 mm Niederschläge (von August bis August) verzeichnet und lag damit weit unter dem langjährigen Durchschnitt von ca. 600mm. Die Vegetationsperiode war gekennzeichnet durch einen relativ harten Winter, ein kaltes Frühjahr mit Spätfrösten und einen extrem heißen und trockenen Sommer. Von Ende November bis Ende März lagen bis auf wenige Tage im Dezember und Mitte Februar die Temperaturen unter 0°C. Der Januar war extrem kalt und schneereich mit Temperaturen bis minus 20°C Ende Januar. Mitte März wurden noch einmal minus 20°C erreicht. Bis in den Mai hinein waren Spätfröste zu verzeichnen. Entsprachen die Niederschläge im Winter bis einschließlich Mai weitgehend dem langjährigen Durchschnitt, waren der Juni und Juli unterdurchschnittlich trocken und außergewöhnlich warm (vgl. auch die Wetterdaten im Anhang).

3 Ergebnisse

Die Auswertung der Datenerhebungen des Saatzeitversuchs 2004/05 war dominiert durch das Totallager der beiden ersten Saattermine, die sich auf dem besseren Standort während eines relativ milden Winters am üppigsten entwickelt hatten. Verstärkt wurden die Effekte



Foto1: Der üppige Pflanzenbestand führte im ersten Jahr (Ernte 2005) bei Aussaat Anfang und Mitte September zu vollständigen Lager. Erster Aussaattermin.

durch zum Teil starke Wühlmausschäden, gefördert durch eine längere Schneedecke Anfang März 2005. In Folge dieser Frohwüchsigkeit gingen die ersten beiden Aussaattermine ab Mitte Juni vollständig ins Lager. Obwohl alle Arbeiten wie vorgesehen durchgeführt werden konnten, sind die Ergebnisse für das erste

Versuchsjahr vor diesem Hintergrund zu lesen.

Im zweiten Versuchsjahr führten die extrem mageren Standortbedingungen zu einer deutlichen Differenzierung der Saattermine. Die Pflanzenbestände der ersten beiden Termine gingen gut entwickelt in den Winter. Vor allem der letzte Aussaattermin Ende Oktober konnte sich vor dem Winter nur noch sehr schlecht entwickeln. Der ausgeprägte Winter mit Dauerfrost und Schnee führte zu einem weitgehenden Stillstand im Pflanzenwachstum. Wiederum konnten in den ersten beiden Terminen Wühlmausschäden festgestellt werden, die allerdings nicht so ausgeprägt waren, wie im Vorjahr. Als besondere Effekte konnte eine vom Rand her eindringende Mehltäuepedemie verzeichnet werden, die die ohnehin schwache Entwicklung der ersten Parzellenreihe in den letzten beiden Terminen weiter schwächten. Am 3. Juli wurde die letzte Parzellenzeile des gesamten Versuchs (jeweils eine Parzellenreihe der vierten Wiederholung) bei der Feldbewässerung des Nachbarfeldes mitbewässert. Ein Effekt auf Ertrag und Qualität konnte allerdings nicht festgestellt werden.

Besonders auffallend war in diesem Jahr die Sorte Wenga. Auf Grund eines relativ geringen Feldaufgangs und auf Grund von Auswinterungsschäden fielen die Erträge (im Mittel 10,0 dt/ha zum Gesamtsortenmittel 13,7dt/ha) weit unterdurchschnittlich und in der Folge die Qualitätsanalysen weit überdurchschnittlich aus. Die Ergebnisse zur Sorte Wenga müssen jeweils vor diesem Hintergrund gelesen werden.

3.1 Beobachtungen während der Vegetation

3.1.1 Feldaufgang

Im Einblattstadium wurde für jeden Saattermin der Feldaufgang (Anzahl Keimlinge) erfasst.

Im ersten Jahr wurde der dritte Aussattermin auf Grund eines Bearbeitungsfehlers bei der Aussaat (Walzen des zu feuchten Bodens vor der Saat) stark durch einen Regenschauer beeinflusst, der zu einer starken Verschlammung und Verkrustung des Bodens führte. Entsprechend fiel die Anzahl von Keimlingen bei diesem Termin deutlich niedriger (10% weniger Keimlinge) aus als bei den anderen Terminen. Abgesehen von diesem besonderen Regenereignis war die Anzahl der erfassten Keimlinge bis auf den letzten Termin auf gleichem Niveau. Erst im fünften Termin (vgl. Abb.1). konnte ein deutliches Abfallen des Feldaufgangs festgestellt werden. Beim letzten und spätesten Saattermin liefen infolge einer sehr langen Keimungsphase 15% weniger Keimlinge auf. Die Varianzanalyse über die Anzahl der Pflanzen pro Parzelle ergab einen signifikant abgesicherten Unterschied für die Saattermine (**, LSD5%: 9,95). Wie zu erwarten war, führte auch eine erhöhte Aussaatstärke zu einer erhöhten Anzahl von Keimlingen (**;LSD5%: 16,19).

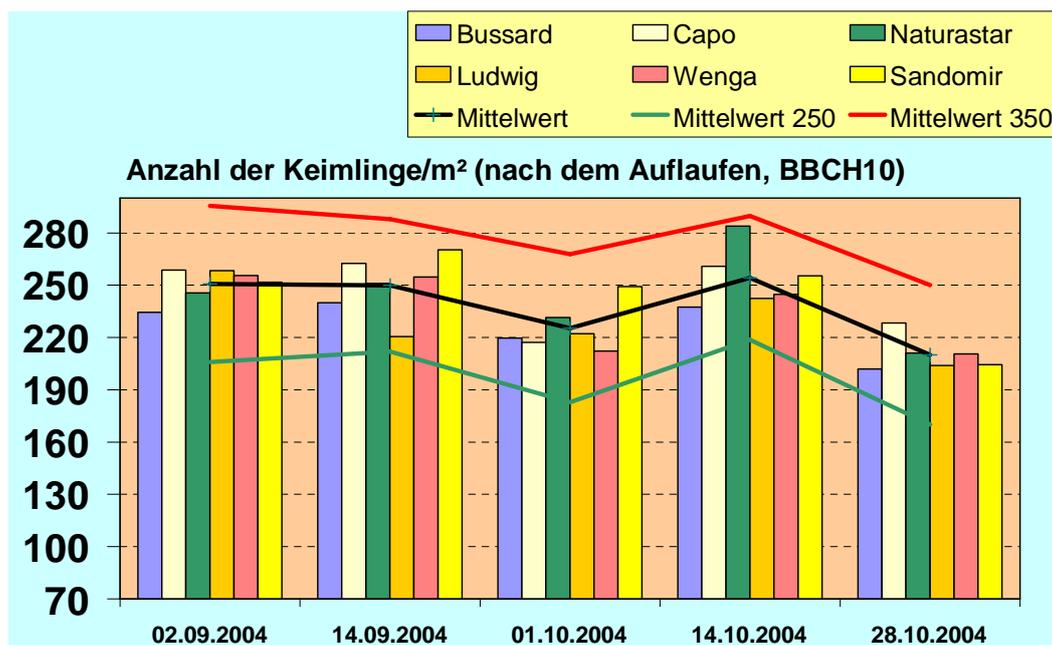


Abb. 1: Die Anzahl der Keimlinge (Einblatt-Stadium, BBCH 10) für sechs Weizensorten und fünf Aussattermine. Angeben sind auch die Termin-Mittelwerte der Aussaatstärken 250 und 350 keimfähige Körner pro m² für die jeweiligen Aussattermine. 1. Versuchsjahr

Im zweiten Versuchsjahr verstärkten sich auf Grund der Erhöhung der Differenz in den beiden Stufen der Aussaatstärken von 250 bzw. 350 keimfähigen Körnern im ersten Jahr auf 200 bzw. 350 keimfähigen Körnern im zweiten Jahr die Unterschiede in der Anzahl der ausgezählten Keimlinge. Die Anzahl der Keimlinge reichte von 90 Keimlingen/m² bis zu knapp über 250 Keimlingen/m² und zeigte damit gegenüber dem Vorjahr (200-280

Keimlinge/m²) eine deutlich größere Spannweite der Werte. Sind die Mittelwerte der Termine hinsichtlich der Anzahl der Keimlinge in den ersten drei Aussaatterminen nahe zu identisch, steigt sie zum vierten Aussaattermin stark an, um zum fünften wieder abzufallen. Die Unterschiede der Termine waren statistisch signifikant (**;LSD5%: 18,90).

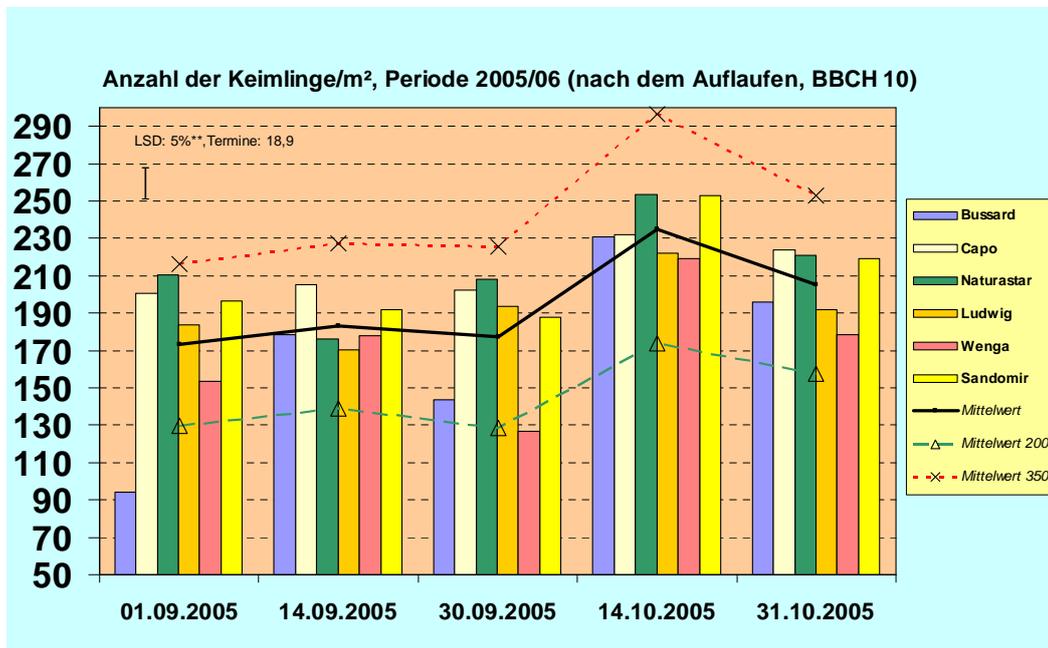


Abb. 2: Die Anzahl der Keimlinge (Einblatt-Stadium, BBCH 10) für sechs Weizensorten und fünf Aussaattermine. Angegeben sind auch die Termin-Mittelwerte der Aussaatstärken 200 und 350 keimfähige Körner pro m² für die jeweiligen Aussaattermine. 2.Versuchsjahr

Die Sorten Bussard und Wenga fielen gerade im ersten und dritten Termin durch sehr niedrige Keimlingszahlen auf. Da zwischen Ernte des Saatguts und Aussaat gerade mal vier Wochen lagen, kann dieser Effekt auf eine ausgeprägte Keimruhe zurückzuführen sein. Gerade bei der Sorte Bussard konnte dieser Effekt schon mehrmals beobachtet werden. Dies führte zu großen Unterschieden in der Anzahl der Keimlinge.

3.1.2 Bestockung und Triebreduktion zur Ernte

Im Frühjahr des ersten Jahres wurden zusätzlich in den Parzellen der Sorte Capo die Triebe auf den markierten Meterstücken ausgezählt. Zur Ernte wurden die ährentragenden Triebe gezählt, so dass ein Bild von Keimung über Bestockung bis zur Reduktion der Triebe zur Ernte gewonnen werden konnte. Die hohe Bestockungsleistung der ersten Termine mit 1000 Trieben/m² verdeutlichte die üppigen Bestände im Frühjahr bei den beiden ersten Aussaatterminen (vgl. Abb.3). Überraschend war zunächst die geringere Bestockung beim ersten Termin (Verhältnis von Keimlingen zu Trieben im Frühjahr). Dieser Unterschied konnte aber mit der bereits eingesetzten Reduktion der Triebe erklärt werden. Am 7.4.2005 wurden beim ersten Termin 5 Blätter/Trieb gefunden, wobei die ersten beiden Blätter bereits abgestorben waren. Auch beim zweiten Aussaattermin waren bereits abgestorbene Blätter zu beobachten (vgl. Tabelle 5). Diese hohe Bestockungsleistung im Frühjahr führte zu einer

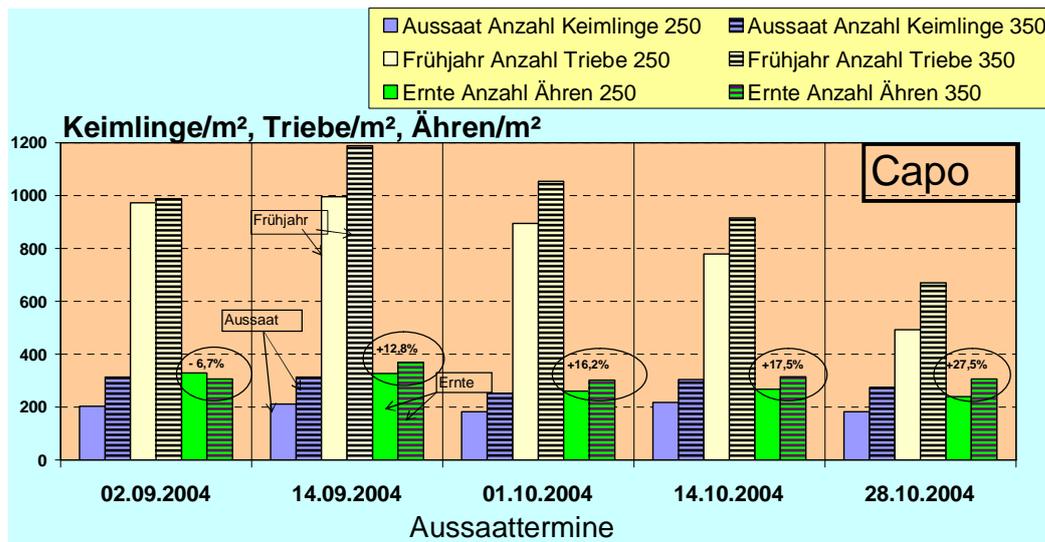


Abb. 3: Die Anzahl Keimlinge im Herbst nach dem Auflaufen, die Anzahl der Triebe im Frühjahr (7.4.2005) und die Anzahl der Triebe zum Zeitpunkt der Ernte in Abhängigkeit von fünf Aussaatterminen für die Sorte Capo. Je später die Aussaat umso größer ist die Bedeutung der Aussaatstärke im Hinblick auf die Anzahl der Triebe zur Ernte (siehe Prozentangaben).

deutlich höheren Anzahl von ährentragenden Trieben zum Zeitpunkt der Ernte, die aber letztlich auf Grund des Lagers nicht in Ertrag umgesetzt werden konnten.

Je später die Aussaat erfolgte, umso größer war die Bedeutung der Aussaatstärke. Bestand im ersten Termin kein oder sogar ein negativer Unterschied zwischen den Saatstärken im Hinblick auf die ährentragenden Halme, so führte die hohe Aussaatstärke des letzten Aussaattermins zu 27% mehr ährentragenden Halmen zum Zeitpunkt der Ernte.

1. Aussaattermin	5 Blätter/Trieb, 1. und 2. Blatt abgestorben, 6. Blatt erscheint
2. Aussaattermin	5 Blätter/Trieb, 1. und 2. Blatt abgestorben
3. Aussaattermin	4 Blätter/Trieb, 1. Blatt stirbt ab
4. Aussaattermin	3 Blätter/Trieb
5. Aussaattermin	2 Blätter/Trieb, 3. Blatt kommt

Tabelle 5: Das Entwicklungsstadium der verschiedenen Termine, die Anzahl Blättern pro Triebe am 7.4.2005

3.1.3 Bodenbedeckung und Beikraut

Im März 2005 wurde der Bodenbedeckungsgrad für die Sorte Capo erfasst. Dabei wurde nur der Deckungsgrad des Getreidebestandes erfasst. Die Bodenbedeckung durch das Beikraut blieb bei der Bonitur unberücksichtigt. Diese Bonitur führte zu einer eindeutigen Differenzierung. Der Boden war im März zwischen 66% beim ersten Termin und 21% beim letzten Termin mit Getreide bedeckt (vgl. Tabelle 6). Es fiel auf, dass die gesamte Bodenbedeckung des zweiten Termins genauso hoch wie beim ersten Termin war, wenn neben dem Getreidebestand der Bestand an Beikraut berücksichtigt wird. Beim ersten

Aussaattermin war kaum Beikraut vorhanden, wohingegen beim zweiten Termin der Unkrautbestand gut ausgeprägt war. Ferner konnte im Juni beobachtet werden, dass von den ersten drei Aussaatterminen der zweite und dritte Termin einen ausgeprägten Bestand an Hirtentäschel zeigte. Im ersten Termin konnte sich auf Grund des hohen Getreidedeckungsgrads kein Hirtentäschel durchsetzen. Eine Bodenbearbeitung ab Mitte Oktober schien aber in den beiden letzten Aussaatterminen die Etablierung von Hirtentäschel behindert zu haben.

Deckungsgrad in %	1.Termin	2.Termin	3.Termin	4.Termin	5.Termin
Capo 30.3.2005	66	54	38	29	21
Capo 21.7.2006	90	80	47	45	sehr unterschiedlich

Tabelle 6: Schätzung der Bodenbedeckung in % bei der Sorte Capo.

Die schwache vegetative Entwicklung im zweiten Jahr umfasste auch das Beikraut, es war genauso schwach entwickelt wie das Getreide. Hinsichtlich der Bodenbedeckung war im zweiten Vegetationszyklus ein ähnliches Bild zu verzeichnen. Wieder zeigte sich ein eindeutiger Bruch zwischen zweitem und drittem Termin. Der 5.Termin war in seiner Entwicklung sehr heterogen. Fielen die Pflanzenbestände in der ersten Parzellenzeile auf Grund einer Mehltaupepidemie fast voll aus, stieg die Bodenbedeckung auf teilweise 75% an. Dies ist lokalen Bodeneffekten geschuldet.



Foto 2: Bodenbedeckung am 8.April 2005, jeweils Sorte Capo; von links gesehen Aussaat Anfang September bis Aussaat Ende Oktober ganz rechts;

3.1.4 Standfestigkeit

Die erste Versuchsperiode war gekennzeichnet durch eine sehr üppige Bestandsbildung der ersten beiden Termine. Dies konnte aber nicht in die Ertragsbildung umgesetzt werden, da diese Termine im Laufe des Juni vollständig ins Lager gegangen waren. Die Sorte Sandomir war dabei die erste Sorte, die ins Lager gegangen war. Die Sorte Naturastar war beim zweiten Aussaattermin am meisten standfest und konnte teilweise noch stehend geerntet werden, was sich auch ertraglich auswirkte. Bei den späteren Terminen blieben alle Sorten stehen. Als Ursache für das Lager konnte Halmbruch (*Pseudocercospora sp.*) festgestellt werden.

Im zweiten Jahr blieben alle Sorten und Termine bis zur Ernte stehen. Die Pflanzenbestände im ersten Aussaattermin waren gut entwickelt. Die Parzellen mit niedriger Aussaatstärke zeigten dort eine leicht bessere Standfestigkeit, vor allem für die wüchsige Sorte Sandomir. Es konnte kein Lager festgestellt werden.

3.2 Saatzeitoptimierung

3.2.1 Der Einfluss von Aussattermin und Aussaatstärke auf den Ertrag

Das Ertragsniveau beider Jahre war sehr unterschiedlich. Wurden im Versuchsmittel im ersten Jahr 31,2 dt/ha geerntet, waren es im zweiten Jahre nur 13,7 dt/ha. Die höchsten Kornerträge wurden im ersten Versuchsjahr mit Aussaaten Anfang und Mitte Oktober erzielt mit im Mittel 37 bzw. 38,2dt/ha und waren damit den anderen Terminen des gleichen Jahres ertraglich deutlich überlegen (1.Termin 22,4dt/ha, 2.Termin 26,3 dt/ha, 3.Termin 31,8dt/ha) (vgl.Abb.5). Die Ertragsbildung der beiden ersten Saattermine stoppte, als infolge der sehr üppigen Pflanzenbestände beide Termine vollständig ins Lager gingen. Im zweiten Versuchsjahr zeigte sich eine eindeutige Abhängigkeit von Ertrag und Aussattermin. Konnten mit einer Aussaat Anfang September im Mittel 22,1dt/ha geerntet werden, waren es mit einer Aussaat Mitte September nur noch 17,6 dt/ha. Die letzten drei Termine fielen in den Erträgen auf 10 dt/ha ab (9,9dt/ha, 10,5dt/ha, 8,5dt/ha) und erreichten damit ein Ertragsniveau, dass für einen Getreidebau nicht mehr befriedigt. Die Ergebnisse des zweiten Versuchsjahres unterstreichen die Bedeutung der Wahl des Saattermins auf sehr leichten Standorten. Durch die Wahl des Aussaatzeitpunktes konnten die Erträge weit mehr beeinflusst werden als durch die Sorte.

Ertragreichste Sorte war in beiden Versuchsjahren die Sorte Ludwig. Sie erzielte durchschnittlich einen Ertrag von 34,1dt/ha im ersten und 15,8dt/ha im zweiten Jahr mit den jeweiligen Versuchsspitzenwerten von 42,0 dt/ha (3. und 4.Termin) im ersten Versuchsjahr und 25,3 dt/ha (1.Termin) im zweiten Jahr (vgl.Abb.6). Die Sorte Sandomir war im ersten Versuchsjahr ertraglich die schlechteste (26,3 dt/ha) und im zweiten Versuchsjahr sowohl im Versuchsdurchschnitt mit 15,5 dt/ha wie auch im Spitzenertrag mit 24,9 dt/ha fast gleich auf mit Ludwig. Dies deutet auf eine besondere Eignung von Sandomir für sehr leichte Standorte hin. Den zweitbesten Kornertrag erzielte im ersten Jahr die Sorte Naturastar mit 33,7dt/ha, gefolgt von einer Mittelgruppe mit den Sorten Capo (31,6 dt/ha), Wenga (31,2 dt/ha) und Bussard (30,1 dt/ha) und Schlusslicht Sandomir (26,3 dt/ha). Im zweiten Jahr folgte den Spitzenreitern Ludwig und Sandomir eine Mittelgruppe mit den Sorten Bussard (13,8 dt/ha), Capo (13,5 dt/ha) und Naturastar (13,9 dt/ha) und Schlusslicht Wenga mit 10 dt/ha. Die weit unterdurchschnittlichen Erträge der Sorte Wenga können zum einen auf einen bereits geringeren Feldaufgang zurückgeführt werden (vgl. Abb.2), zum anderen war bei Wenga im Vergleich zu den anderen Sorten eine Empfindlichkeit gegenüber dem ausprägt langen Winter mit einer nicht immer geschlossenen Schneedecke zu beobachten.

Die Sorte Ludwig lag unabhängig vom Saattermin in beiden Jahren immer über dem jeweiligen Terminmittelwert. Im ersten Jahr erreichte dies zusätzlich noch die Sorte Naturastar, im zweiten Jahr die Sorte Sandomir. Eine signifikante Wechselwirkung zwischen Sorten und Aussaatterminen konnte nur im zweiten Jahr festgestellt werden (**, LSD5%: 2,92), wobei hinsichtlich einer spezifischen Sortenabhängigkeit vom Saattermin zwei Gruppen unterschieden werden konnten. Die Gruppe Ludwig, Sandomir, Naturastar und Capo, die auf den Aussaattermin relativ zur Mittelwerttrendlinie stärker reagierten als die zweite Gruppe mit Bussard und Wenga, die eine deutlich geringere Reaktion (weniger steiler

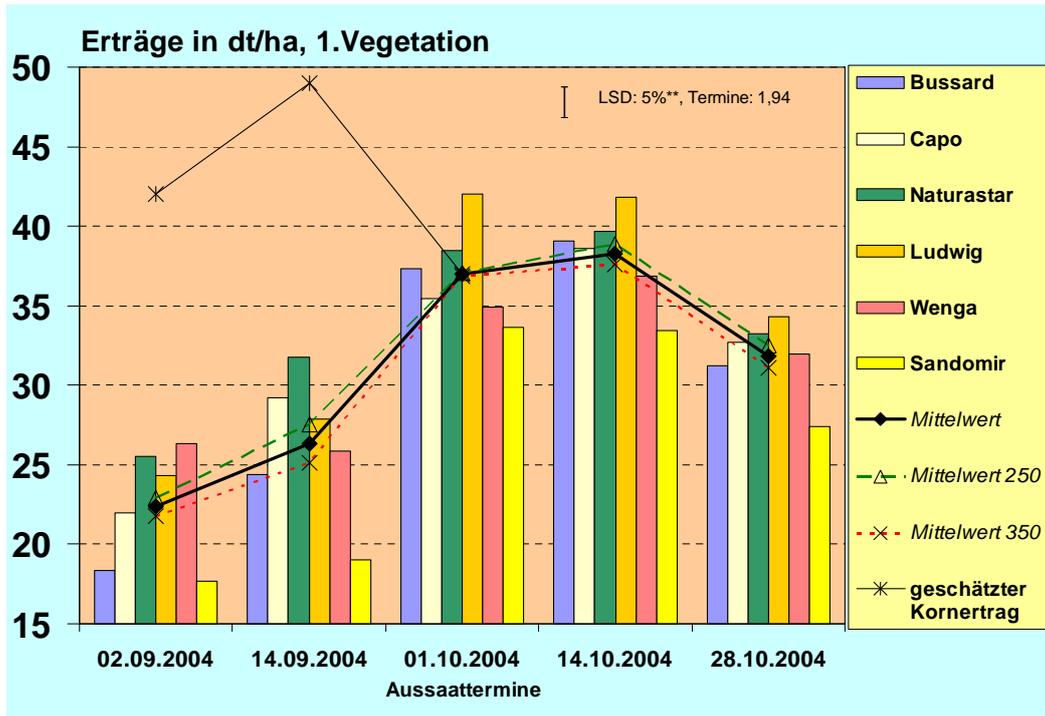


Abb.4: Ertragsmittel in dt/ha von sechs Winterweizensorten über fünf Saattermine am Standort Köhlingen: Pferdekoppel 2004/05. Über den Stohrertrag wurde für die beiden ersten Termine der Kornertrag geschätzt (vgl. Kapitel 3.2.2.)

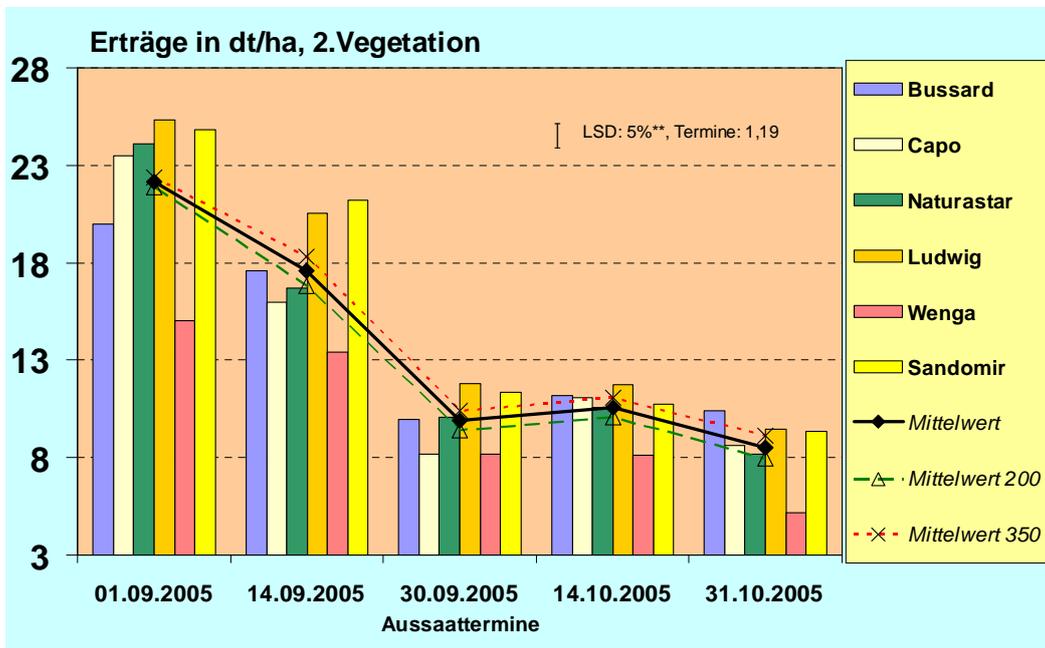


Abb.5: Ertragsmittel in dt/ha von sechs Winterweizensorten in Köhlingen: Flugwache 2005/06.

Verlauf der Trendlinie) hinsichtlich des Saattermins zeigten (vgl.Abb.6). Dies kann auf die lange Keimruhe dieser Sorten hindeuten, da gerade der Feldaufgang dieser Sorten bei den frühen Terminen relativ am geringsten war.

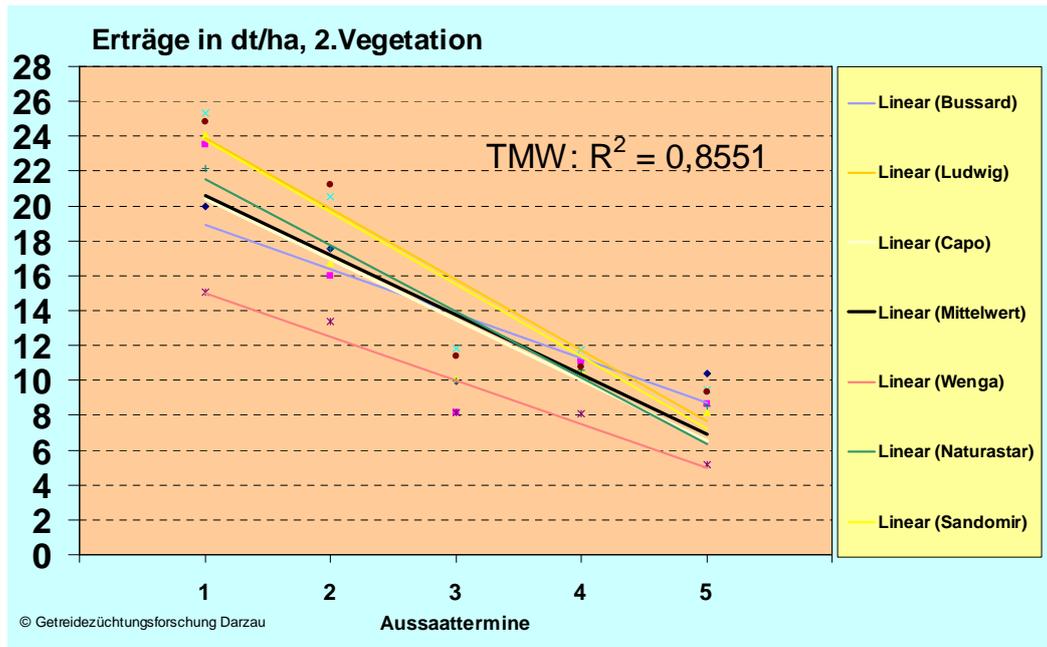


Abb. 6: Sortentrendlinien über die Sortenterminmittelwerte im Vergleich zur Terminmittelwerttrendlinie (TMW) mit Bestimmtheitsmaß.

Die Aussaatstärke hatte in beiden Jahren einen geringen aber signifikanten Einfluss auf die Ertragsbildung (erstes Jahr: *, LSD5%: 1,23; zweites Jahr: **, LSD5%: 0,75;), wobei die Aussaatstärke jeweils verschieden auf den Kornertrag einwirkte. Zeigten im ersten Jahr die niedrigen Aussaatstärken leicht höhere Ergebnisse (31,8 dt/ha bei 250kfKörnern zu 30,5 dt/ha bei 350 kfKörnern), waren es im zweiten Jahr – wie eigentlich zu erwarten - die hohen Aussaatstärken (13,2 dt/ha bei 200 kfKörnern zu 14,3 dt/ha bei 350 kfKörnern). Zu berücksichtigen ist dabei der größere Unterschied in den Aussaatstärken im zweiten Jahr mit 200 und 350 keimfähigen Körnern statt zuvor 250 und 350 keimfähigen Körnern. Das Ergebnis des ersten Jahres könnte darauf hin deuten, dass bei den ersten beiden Terminen die geringere Aussaatstärke zu weniger üppigen Beständen führte, die dadurch etwas später ins Lager gingen und im Lager sich weniger stark reduzierten. Allerdings konnte dies im Feld nicht beobachtet werden. Betrachtet man in beiden Jahren den ersten Aussaattermin, zeigte sich jeweils der geringste bzw. kein Ertragsunterschied hinsichtlich der Aussaatstärke. Dies deutet daraufhin, dass bei einer frühen Saat eher geringere Saatstärken zu bevorzugen sind, da hiermit auch die Lagergefahr reduziert werden kann (vgl. dazu auch den Strohertrag 3.2.2). Allerdings konnte keine signifikante Wechselbeziehung zwischen Aussaatstärken und Aussaatterminen festgestellt werden.

3.2.2 Der Einfluss des Aussaattermins auf den Strohertrag und das Korn/Strohverhältnis

Die Entwicklung des Strohertrags in Abhängigkeit vom Aussaattermin ist in beiden Jahren sehr ähnlich (vgl. Abb.7 und 8). Die beiden ersten Termine bildeten jeweils die höchsten Strohmenngen (2005: 50-65dt/ha; 2006: 22,8-38dt/ha), wobei im ersten Jahr zum zweiten

Aussaattermin die höchste Strohmenge geerntet werden konnte. Je später gesät wurde, umso geringer war der Strohertrag (erstes Jahr: **, LSD5%: 3,33; zweites Jahr: **, LSD5%: 1,34). Lagen die Sortenmittelwerte im ersten Jahr in einer sehr engen Spanne von 39,7dt/ha

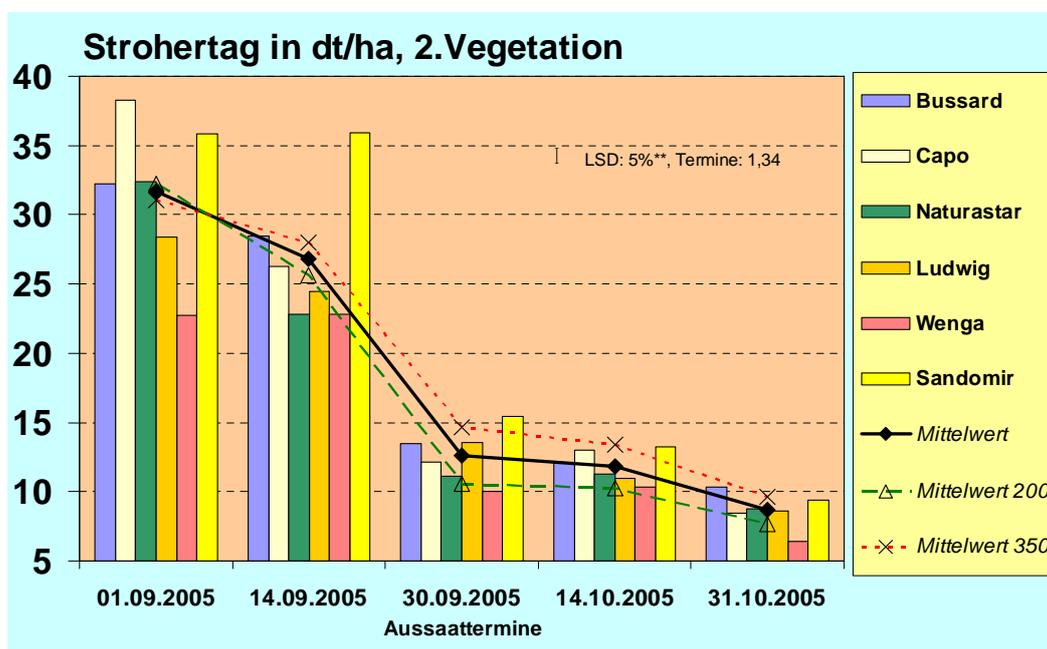
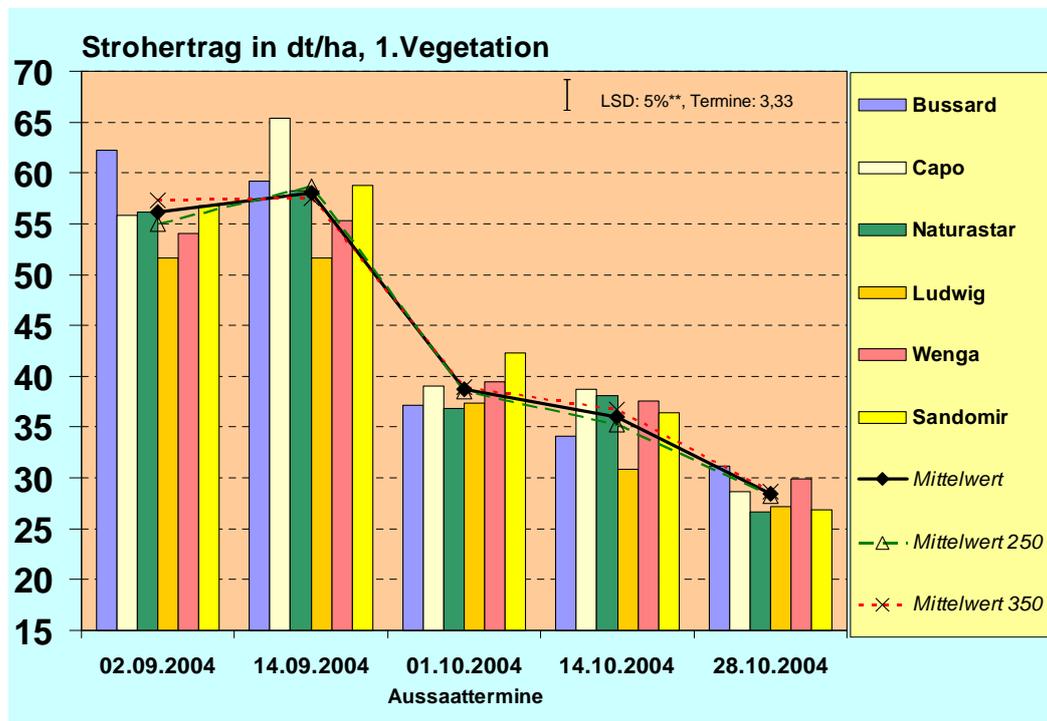


Abb. 7 und 8: Durchschnittlicher Strohertrag in dt/ha von sechs Weizensorten über fünf Aussaattermine und zwei Saatstärken, für zwei Versuchsjahre.

für die Sorte Ludwig und 43,2-45,5dt/ha für die anderen Sorten, waren die Stroherträge im zweiten wesentlich heterogener. Die höchsten Stroherträge erzielte die Sorte Sandomir (22dt/ha), gefolgt von den Sorten Bussard (19,3dt/ha), Capo (19,6dt/ha), Naturastar (17,3 dt/ha) und Ludwig (17,2 dt/ha) und Schlusslicht Wenga (14,5dt/ha). Im zweiten Jahr konnte

wohl auf Grund der größeren Differenz der Aussaatstufen (200 und 350 kfKörner/m² im Vergleich zu 250 und 350 kfKörnern im Vorjahr) auch ein Einfluss der Aussaatstärke auf die Strohertragsbildung festgestellt werden (**LSD:0,85). Ferner konnte eine Wechselbeziehung von Aussaatstärke und Aussaattermin festgestellt werden (**LSD5%:3,29). Vor allem im ersten Aussaattermin des zweiten Jahres spielte die Aussaatstärke keine Rolle, im Gegensatz zum dritten Aussaattermin. Dort führt die hohe Aussaatstärke zu deutlich höheren Erträgen (10,6 zu 14,6dt/ha).

Auch das Verhältnis von Stroh- und Kornenertrag veränderte sich mit späterer Aussaat zugunsten des Kornanteils (vgl. Tab.7). Je später ausgesät, umso geringer war der relative Strohanteil an der oberirdischen Biomasse. Das Korn-Stroh-Verhältnis fiel von 1,14 aus 0,75 im ersten und von 0,98 auf 0,70 im zweiten Versuchsjahr. In Gegenüberstellung der beiden Jahre bezüglich des Korn/Stroh-Quotient fällt das höhere Niveau des Quotienten im ersten gegenüber dem zweiten Jahr auf. Der Strohanteil an der Biomasseproduktion war damit im zweiten Jahr höher.

Berücksichtigt man die Erträge des Strohs (vgl. Abb.7) kann verdeutlicht werden, wie der Kornenertrag des 1. und 2. Termins durch das Lager beeinflusst wurde. Über die Korn/Stroh-Quotienten der bis zur Ernte stehen gebliebenen letzten drei Aussaattermine im ersten Versuchsjahr konnte ein korrigierter Kornenertrag für die ersten beiden Termine errechnet werden (vgl. geschätzter Kornenertrag in Abb.4). In den bereits im Winter beobachteten Mülhmausschäden vor allem beim ersten Termin und dem später dazukommenden Lager für die beiden ersten Termine (verbunden mit jeweils hoher Wühlmausaktivität) sind die Ursachen für die hohen ertragsdrückenden Kornverluste im ersten Versuchsjahr zu sehen.

Saattermin	Korn in dt/ha real/ <i>geschätzt</i>		Stroh in dt/ha		Korn/Stroh-Quotient real/ <i>geschätzt</i>			
	2005	2006	2005	2006	2005	2006		
1.Termin	22	<i>42</i>	22,1	56	31,6	0,39	<i>0,75</i>	0,70
2.Termin	26	<i>49</i>	17,6	58	26,8	0,45	<i>0,85</i>	0,66
3.Termin	37	9,9	39	12,6	0,95		0,79	
4.Termin	38	10,6	36	11,8	1,06		0,90	
5.Termin	32	8,5	28	8,7	1,14		0,98	

Tabelle 7: Terminmittelwerte für die Korn- und Stroherträge, sowie die Korn/Stroh-Quotient für beide Versuchsjahre. Die Korn/Stroh-Quotienten der ersten beiden Termine des ersten Versuchsjahres wurden geschätzt an Hand der Quotienten der letzten drei Termine (abzüglich 0,1/Saattermin), durch Multiplikation mit dem Strohertrag ergibt sich der geschätzte Kornenertrag (rot).

3.2.3 Stickstoff-Dynamik

Über beide Jahre wurden zu jedem Aussaattermin vier Bodenproben über 90cm gezogen und auf Nmin untersucht. Die Probenziehung erfolgte jeweils zwei Wochen nach der Saat, zum Jahresende (20. bzw. 15. Dezember), zum Wachstumsbeginn im Frühjahr (1. bzw. 10. April) und zum Schossen (6. bzw. 9. Mai).

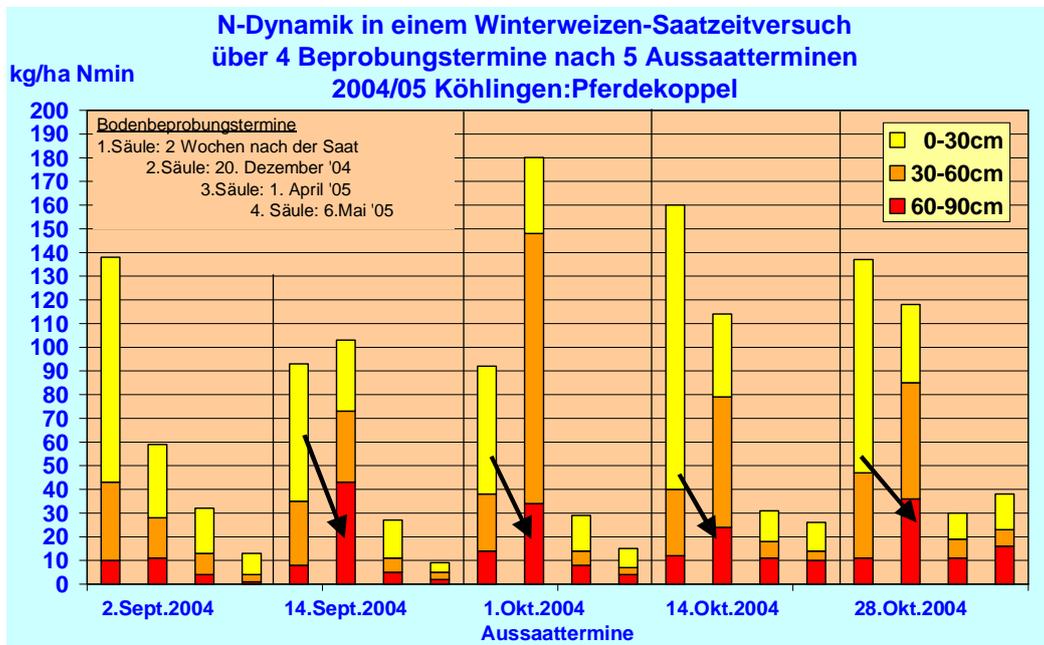


Abb. 9: N-Dynamik im Boden im Verlauf der Vegetationsperiode in Abhängigkeit vom Aussaattermin, 1.Versuchsperiode.

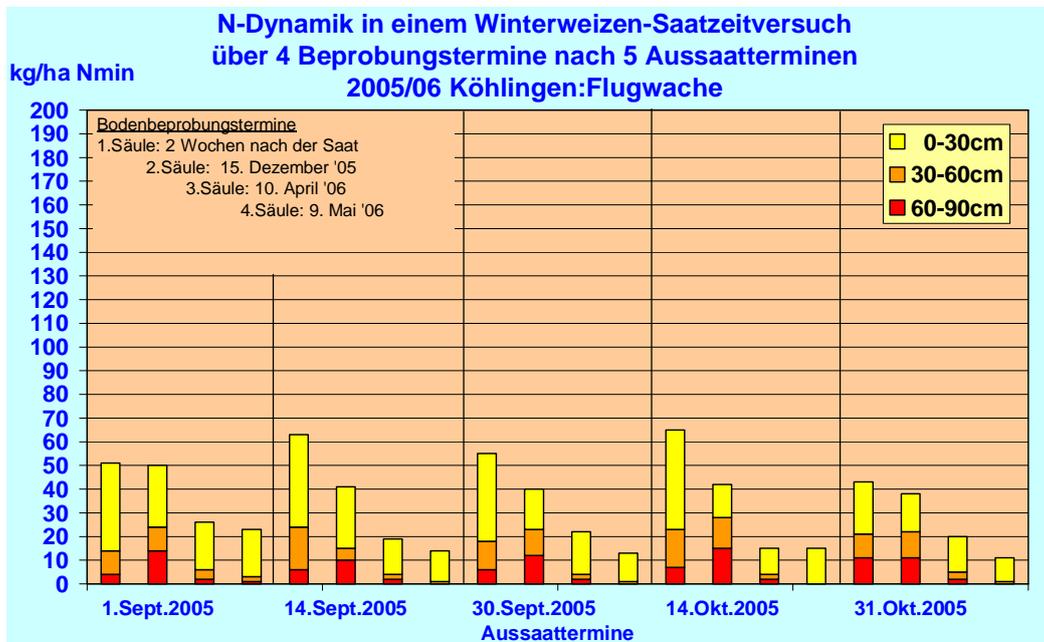


Abb. 10: N-Dynamik im Boden im Verlauf der Vegetationsperiode in Abhängigkeit vom Aussaattermin, 2.Versuchsperiode.

Die beiden Standorte unterschieden sich stark in den Stickstoffgehalten im Herbst. Die Nmin-Gehalte der Vorwinterbeprobung lagen im ersten Jahr mit 60 bis 180 kg Nmin deutlich über

den Vorwinterwerten des zweiten Jahres mit 38 bis 65 Kg N_{min}. Die N_{min}-Gehalte im Frühjahr unterschieden sich hingegen nicht mehr so deutlich und waren mit 30Kg bzw. 20 Kg N_{min} sehr ähnlich. Vergleicht man nur die 0-30cm Werte sind keine Unterschiede mehr zu finden, da im zweiten Jahr im Unterboden (30-90cm) so gut wie kein Stickstoff mehr nachgewiesen werden konnte. Dieses Ergebnis ist insofern erstaunlich, als die geringen Unterschiede der beiden Jahre hinsichtlich der N_{min}-Gehalte im Frühjahr nicht die sehr unterschiedlichen Pflanzenbestände und die daraus folgenden sehr unterschiedlichen Korn- und Stroherträge erklären können.

Im ersten Jahr zeigte die N-Dynamik insbesondere für den ersten Saattermin die geringsten Verluste durch Auswaschung. Bei dem ersten und zweiten Saattermin waren die feststellbaren N_{min}-Gesamtwerte am niedrigsten. Zu berücksichtigen ist, dass das Eingrubbern der Vorfrucht Sommererbsen einmalig vor dem Pflügen des ersten Saattermins erfolgte. Bei den anderen Terminen war bereits ein Wiederaufwuchs der Sommererbsen zu verzeichnen, der im ersten Jahr vor dem vierten Aussaattermin nochmals mit dem Grubber eingearbeitet wurde. Die geringen N_{min}-Gehalte der ersten beiden Termine deuten zum einen auf eine direkte Nutzung des verfügbaren Stickstoffs einer gerade erst einsetzenden Mineralisierung durch den Weizen hin, zum anderen können die höheren N_{min}-Gehalte des dritten und vierten Termins durch den Neubestand an Sommererbsen – Luftstickstofffixierung und Erhalt des Stickstoffs in der Biomasse - erklärt werden. Hingegen waren die Bestände der Aussaattermine ab Oktober noch nicht so stark entwickelt, dass im Herbst nur relativ wenig Stickstoff aufgenommen werden konnte und als Folge ein Großteil des N_{min} in von den Wurzeln nicht mehr erreichbare tiefere Bodenschichten ausgewaschen wurde. Die zweite Säule (Beprobung Mitte Dezember, vgl. Abb.9) des 3.-5.Termins zeigte bereits hohe N-Verlagerungen in die tieferen Schichten ab 30cm Bodentiefe an. Im Frühjahr konnte in den ersten drei Terminen gerade noch 10-15kg N/ha nachgewiesen werden.

Im zweiten Jahr kann ähnliches auf sehr viel geringerem Niveau beobachtet werden. Wiederum war die Vorfrucht Sommererbsen an einem Termin, vor der ersten Aussaat, eingearbeitet worden. Durch den Wiederaufwuchs können die leicht höheren N-Gehalte des zweiten bis vierten Aussaattermins erklärt werden und wieder findet sich eine Erhöhung der N_{min}-Gehalte in den Unterbodenschichten bei der zweiten Beprobung (siehe jeweils rote Säule Beprobung Mitte Dezember, vgl. Abb.10). Insgesamt sind die Verlagerungstendenzen allerdings wesentlich geringer als im ersten Jahr.

3.2.4 Der Einfluss von Aussaattermin und Aussaatstärke auf die Ertragsstruktur



Aussaat: 1. September



Aussaat: 14. September



Aussaat: 30. September

Foto 3: Bodenbedeckung vor der Ernte, Sorte Capo. 2. Versuchsjahr

Der Kornertrag setzt sich aus unterschiedlichen Ertragskomponenten zusammen. Diese Ertragsstruktur wird bestimmt durch das Tausendkorngewicht, die Anzahl Körner pro Ähre und die Höhe der Bestockung (Ähren/m²). In Gegenüberstellung beider Jahre waren im ersten Jahr leicht höhere Durchschnittswerte im Tausendkorngewicht (41,3 zu 39,6 g) und der Bestandesdichte (für die Aussaatstärke 350 keimfähige Körner: 286 zu 253 Ähren/m²) festzustellen. Die Anzahl der Körner pro Ähre im Vergleich der Jahre war aber doppelt so hoch (33,1 zu 16,5 Körner pro Ähre). Die höheren Erträge im ersten Jahr sind folglich vor allem auf die wesentlich höhere Anzahl von Körnern pro Ähre zurückzuführen, verstärkt jeweils noch von den beiden anderen Faktoren TKG und Bestandesdichte. Das sehr niedrige Ertragsniveau im zweiten Jahr ist auf Grund der Mangel- und Trockenbedingungen auf eine starke Reduktion der Ährenanlage und damit auf eine deutlich niedrigere Kornanzahl pro Ähre zurückzuführen.

Betrachtet man die Entwicklung der einzelnen Faktoren in Abhängigkeit des Aussaattermins über beide Jahre ist das Bild nicht einheitlich. Dabei ist wiederum das stark beeinflussende Lager der ersten beiden Termine im ersten Jahr zu berücksichtigen. Im ersten Jahr blieb ab dem dritten Aussaattermin das TKG konstant bei ca. 44g (**, LSD5%: Termine05: 0,91). Im zweiten Jahr nahm das TKG nach dem zweiten Aussaattermin ab und erreichte im fünften Termin nur noch durchschnittlich 30,9g (**, LSD5%: Termine06: 1,50). In den jeweils besten Aussaatterminen –

Anfang und Mitte Oktober im ersten Jahr und Anfang und Mitte September im zweiten Jahr – lag das jeweilige durchschnittliche TKG bei 44 g.

Auch bei der Kornanzahl pro Ähre stieg im ersten Jahr mit dem späteren Aussaattermin die Kornzahl an (**, LSD5%: Termine05: 1,94). Im zweiten Jahr war die Entwicklung wiederum umgekehrt. Die höchste Kornanzahl fand sich in den ersten Terminen und fiel dann mit den späteren Aussaatterminen ab (**, LSD5%: Termine06: 1,19).

Bei der Bestandesdichte (Ähren/m²) waren die Werte im ersten Jahr recht konstant um nur beim letzten Termin leicht abzufallen (**, LSD5%: Termine05: 18,58). Im zweiten Jahr fielen die Bestandesdichten mit dem Aussaattermin ab (**, LSD5%: Termine06: 13,2). Beim Vergleich der absoluten Werte ist zu berücksichtigen, dass die niedrige Saatstärke mit 250 keimfähigen Körnern im zweiten Jahr auf 200 keimfähige Körner reduziert wurde. Vergleicht man nur die absoluten Werte der Aussaatstärke 350 keimfähige Körner wichen die ertraglich

jeweils besten Termine um ca. 10% von einander ab – 303 bzw. 304 Ähren/m² im dritten und vierten Termin im ersten Jahr zu 272 und 263 Ähren/m² im ersten und zweiten Termin im zweiten Jahr.

Durch die Aussaatstärke konnte das TKG in beiden Jahren nicht beeinflusst werden, wohl aber die Anzahl der Körner/Ähre (LSD5%: Saatstärke 05/06: 1,22**/0,75**) und die Bestandesdichte (LSD5%: Saatstärke 05/06: 11,75**/8,36*). Je früher gesät wurde, umso geringer wirkten sich die Aussaatstärken in der Anzahl der Körner/Ähre (LSD5%: AussaatstärkeTermin 05/06: 2,74+/1,84*) und in der Bestandesdichte (LSD5%: AussaatstärkeTermin 05/06: 26,28*/18,68**) aus. Die niedrige Aussaatstärke konnte durch eine relativ höhere Anzahl von Körnern pro Ähren und Ähren/m² die höhere Aussaatstärke soweit kompensieren, dass im ersten Termin keine Unterschiede mehr im Ertrag feststellbar waren.

Ferner zeigte sich deutlich die sortentypische Struktur der Ertragsbildung. So bildete die Sorte Ludwig ihren Ertrag über ein hohes TKG, eine große Ähre und eine relativ geringe Bestockung (Einzelährentyp). Die Sorte Naturastar bildete den Ertrag mit kleinen Körner (niedriges TKG), einer im ersten Jahr deutlich größeren Ähre und durchschnittlichen Bestandesdichten. Die Sorten Capo und Sandomir bildeten den Ertrag über ein mittleres TKG, eine kleine Ähre und überdurchschnittliche Bestandesdichten (Bestandesdichtetyp). Eindeutige Abhängigkeiten der Ertragsbildungstypen von Standort, Saatzeit und Saatedichten konnten nicht festgestellt werden.

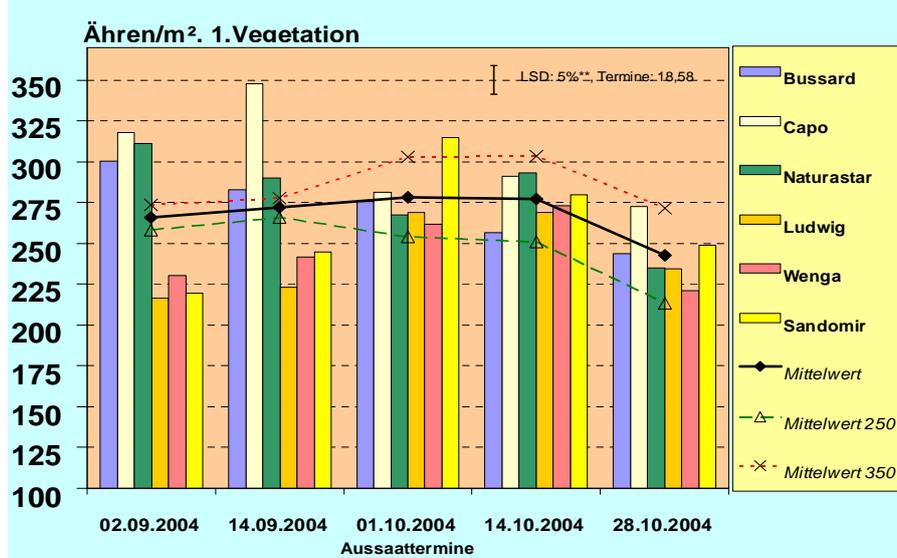
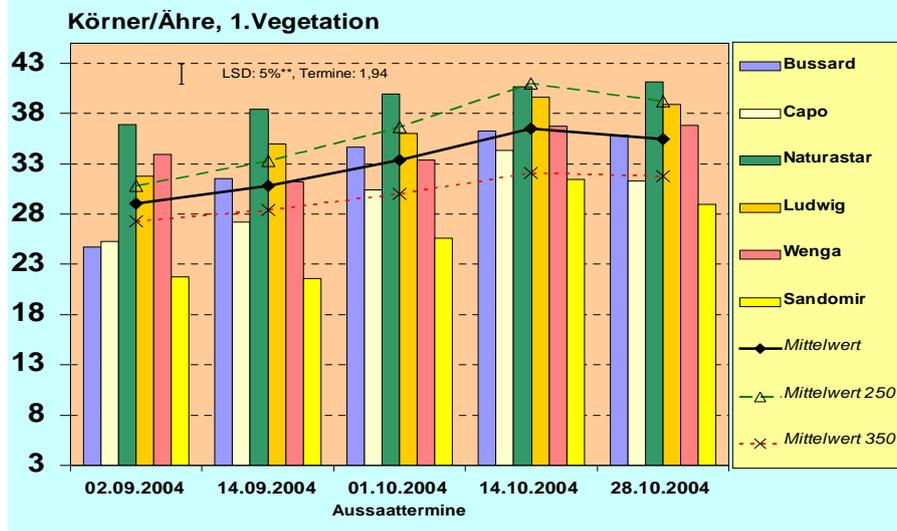
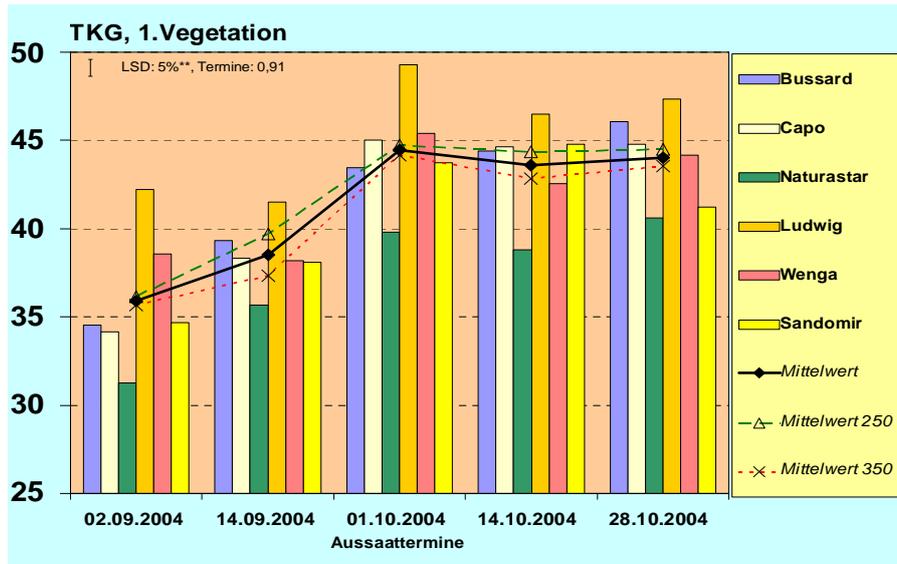


Abb. 11-13: Parameter der Ertragsstruktur im ersten Versuchsjahr von sechs Weizensorten über fünf Aussaattermine: Tausendkorngewicht, die Anzahl der Körner und die Ähren pro m² zum Zeitpunkt der Ernte.

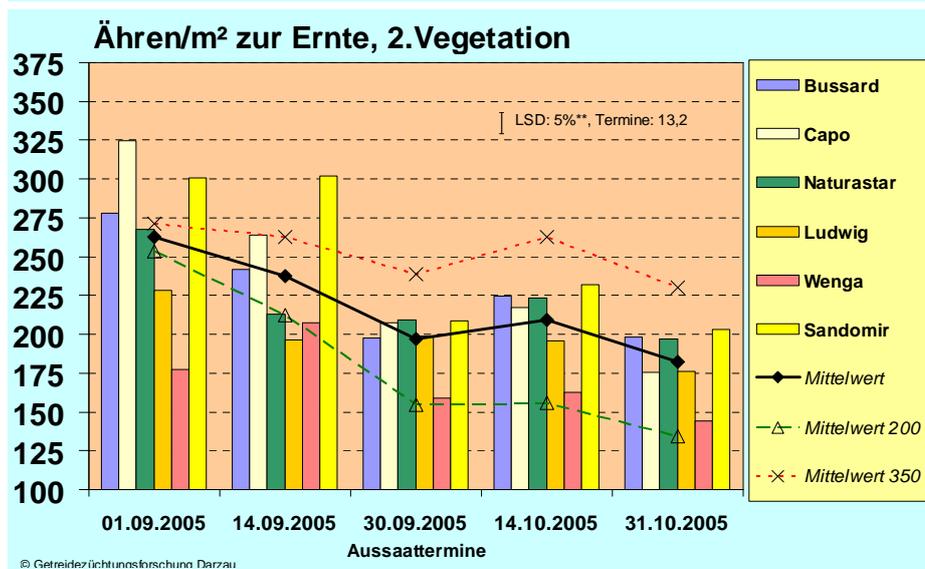
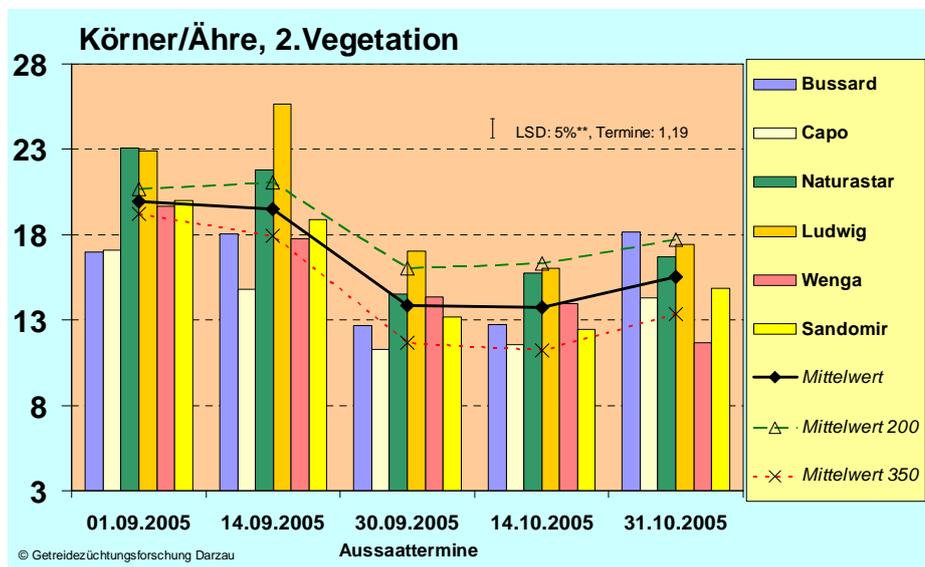
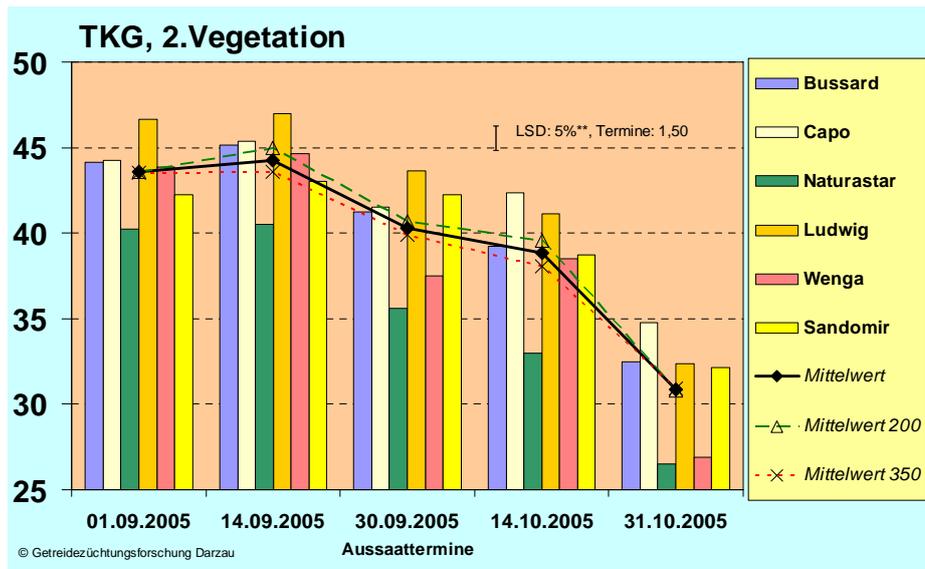


Abb. 14-16: Parameter der Ertragsstruktur im zweiten Jahr: Tausendkorngewicht, die Anzahl der Körner und die Ähren pro m² zum Zeitpunkt der Ernte.

3.2.5 Der Einfluss von Aussattermin und Aussaatstärke auf die Verarbeitungsqualität

Als wichtige verarbeitungstechnische Parameter gelten der Gehalt an Klebereiweiß, gemessen in % Feuchtkleber, die Konsistenz des Klebereiweißes, gemessen durch den Kleberindex, der Sedimentationswert und die Fallzahl. Mit dem Sedimentationswert wird das Eiweißaggregationsvermögen der Mehle gemessen. Mit der Fallzahl wird die Enzymaktivität und die Auswuchsfestigkeit der Stärke gemessen. In Tabelle 8 finden sich Mindestwerte und Optimalbereiche.

Die Qualitätsparameter waren in beiden Jahren teilweise sehr unterschiedlich, sowohl in Gegenüberstellung der Standorte, als auch bei der Betrachtung in Abhängigkeit von

	% FEUCHTKLEBER (FEINSCHROT)	KLEBER- INDEX	SDS- SEDIMENTATION IN ML	STIRRINGNUMBER /FALLZAHLEQUIVALENT
MINDESTWERTE/ OPTIMALBEREICHE	>21	70-85	>60	>100

Tabelle 8: Richtwerte zur Beurteilung wichtiger Qualitätsparameter.

Saattermin und Sorten. Auch bewährte Sorten erreichten im ersten Versuchsjahr das verarbeitungstechnisch erforderliche Mindestniveau von circa 21% Feuchtkleber (Feinschrot) nicht. Über den gesamten Versuch wurden im Mittel 20% Feuchtkleber erzeugt. Die Terminmittelwerte schwankten um diesen Wert, wobei zum ersten Termin im Mittel 22 %Feuchtkleber und zum letzten 18,5% Feuchtkleber erzeugt wurden. Zu berücksichtigen ist hier wiederum das Lager in den ersten beiden Terminen, das die Einlagerung im Korn behinderte. Das sehr niedrige TKG im ersten Termin war verbunden mit relativ höheren Eiweiß- und Feuchtklebergehalten und einer weicheren Kleberkonsistenz. Die Kleberkonsistenz lag im Mittel des ersten Jahres bei 93 (Kleberindex).

Die Feuchtklebergehalte lagen im zweiten Versuchsjahr um 2%-Punkte höher, im Mittel bei 22,3 % Feuchtkleber. Dies war verbunden mit im Vergleich zum Vorjahr deutlich weicheren Kleberkonsistenzen (Kleberindex: 67 zu 93 im Vorjahr). Die Kleberkonsistenz zeigte eine enge Beziehung zwischen dem Gehalt an Feuchtkleber und der Kleberkonsistenz. Hohe Feuchtklebergehalte führten – in beiden Jahren - zur Ausprägung von weichen Klebern. Die Bildung hoher Feuchtklebergehalte ist auf die verstärkte Bildung der weichen Gliadin-Fractionen im Klebereiweiß zurückzuführen. Im zweiten Jahr zeigte sich eine Zunahme der Feuchtkleberwerte mit den ersten drei Aussatterminen, erst mit dem letzten Termin zeigte sich eine deutliche Abnahme der Terminmittelwerte (**, LSD5%: 0,68)¹. Zu berücksichtigen sind im zweiten Jahr die sehr niedrigen Kornerträge um die 10dt/ha ab dem dritten Aussattermin. Auch hier sind die hohen Feuchtkleberwerte auf die äußerst geringe vegetative Entwicklung zurückzuführen.

¹ Da nur im zweiten Versuchsjahr für alle Wiederholungen der Feuchtklebergehalt und der Kleberindex bestimmt wurde, konnte auch nur für das zweite Versuchsjahr eine vollständige Varianzanalyse durchgeführt werden.

Terminmittel Qualitätsdaten	Jahres- mittel		1.Termin		2.Termin		3.Termin		4.Termin		5.Termin	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Feuchtkleber in %	20,0	22,3	22,0	17,7	19,4	19,1	19,3	25,8	20,8	25,1	18,5	23,7
Kleberindex	93,1	67,4	89,7	80,5	94,9	70,8	96,1	52,7	94,7	59,6	96,7	73,2
SDS- Sedimentation	64	60	67	53	61	57	62	63	66	65	63	64
Stirringnumber/ Fallzahl	113	118	115	128	112	113	113	103	121	119	105	128

Tabelle 9: Terminmittelwerte des Feuchtklebergehaltes, des Kleberindexes, der SDS-Sedimentation und der Stirringnumber über fünf Aussaattermine für beide Versuchsjahre.

Betrachtet man die Sortenmittelwerte beider Jahre, zeigten sich nur leichte Verschiebungen im relativen Ranking der Sorten bezüglich des Feuchtklebergehaltes. Die Sorte Sandomir (1. Jahr: 22,4%; 2. Jahr: 23,6% Feuchtkleber) bildete im ersten Jahr die höchsten Werte und wurde im zweiten Jahr nur durch Wenga (1.Jahr: 20%; 2.Jahr: 24,9% Feuchtkleber) übertroffen, die die hohen Werte auf Grund der extrem geringen Ertragsleistung erreichen konnte. Der stark limitierte Faktor Stickstoff als Basis der Eiweiß- und Feuchtkleberbildung wurde bei Wenga nicht durch Pflanzenmasse verdünnt. Es folgte jeweils eine Mittelgruppe mit den Sorten Naturastar (1. Jahr: 20,4%; 2.Jahr: 21,6% Feuchtkleber), Capo (1. Jahr: 20,4%; 2.Jahr: 22,7% Feuchtkleber), Bussard (1. Jahr: 19,2%; 2.Jahr: 22,6% Feuchtkleber). Die geringsten Gehalte erzeugte die Sorte Ludwig, die zu keinem Termin in beiden Jahren das erforderliche Qualitätsniveau von 21% Feuchtkleber erreichen konnte (1. Jahr: 17,6%; 2.Jahr: 18,2% Feuchtkleber). Im zweiten Jahr konnten die Sortenunterschiede hinsichtlich des Feuchtklebergehaltes varianzanalytisch abgesichert werden (**, LSD5%: 0,75).

Schwankten die Terminmittelwerte der SDS-Sedimentation im ersten Jahr in der Spannbreite 61ml bis 67ml, war im zweiten Jahr diese Spannbreite nur leicht größer (53-65ml). Allerdings konnte im zweiten Jahr eine Zunahme in der SDS-Sedimentation mit den ersten drei Aussaatterminen festgestellt werden. Aussaaten im Oktober führten zu keiner Veränderung bei den Terminmittelwerten.

Bei der Fallzahl, gemessen mit dem Verfahren der Stirringnumber, zeigten sich keine Unterschiede in den Mittelwerten der Jahre (113 zu 118). Die Terminmittelwerte schwankten im ersten Jahr in der Spannbreite 105 und 121 und im zweiten Jahr zwischen 103 und 128, wobei keine eindeutige Abhängigkeit vom Aussaattermin festgestellt werden konnte. Vielmehr zeigte sich eine ausgeprägte Sortencharakteristik. Die Sorte Naturastar (Sortenjahresmittel 133 und 145) konnte über alle Termine in beiden Jahren ähnlich hohe Stirringnumberwerte erzielen. Auch die Sorte Ludwig erzielte konstante Werte, aber auf einem niedrigeren Niveau (Sortenjahresmittel: 111 und 126). Die Sorten Bussard, Capo und Sandomir zeigten in beiden Jahren eine ausgeprägt hohe Varianz hinsichtlich der Stirringnumber, wobei die Sorte Capo (Sortenmittel 2006: 94) die niedrigsten Werte erzielte.

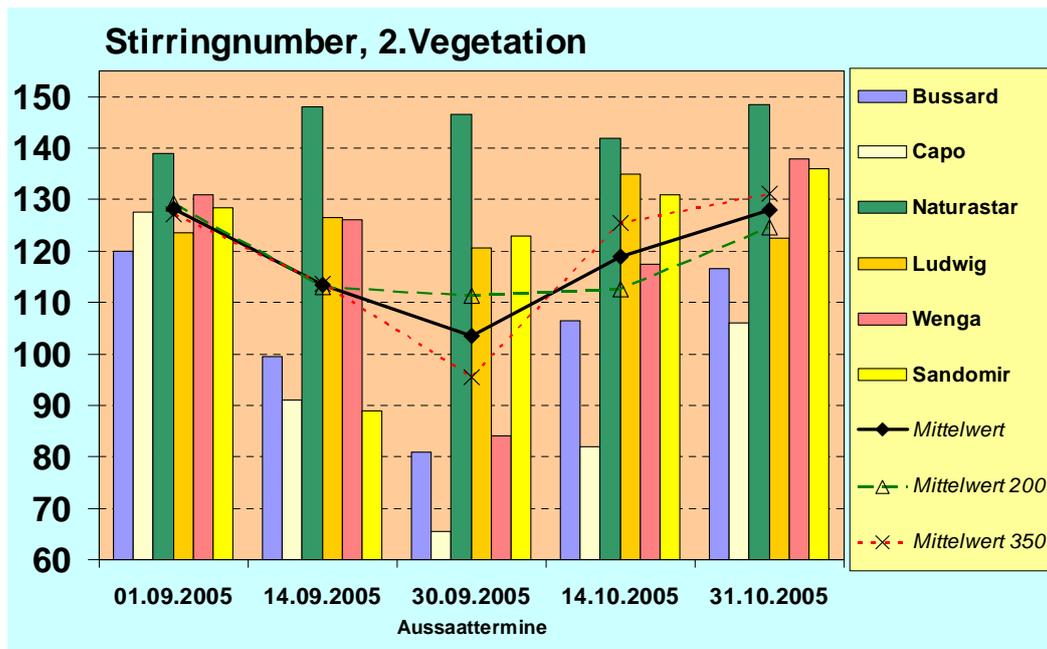


Abb 17: Stirringnumber/Fallzahlequivalent von sechs Winterweizensorten über fünf Aussaattermine für das zweite Versuchsjahr.

Zur Aussaat Anfang Oktober konnten bei Capo gerade noch Werte von 66 festgestellt werden. Betrachtet man beide Jahre ist für die Fahlzahl keine eindeutige Abhängigkeit bezüglich des Aussaattermins feststellbar.

Hinsichtlich der Aussaatstärke konnte für keinen der Parameter eindeutig interpretierbare Unterschiede festgestellt werden.

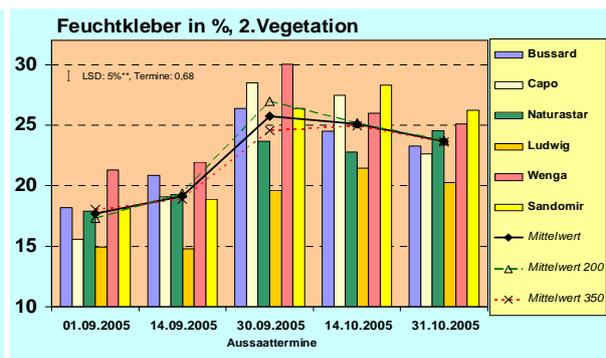
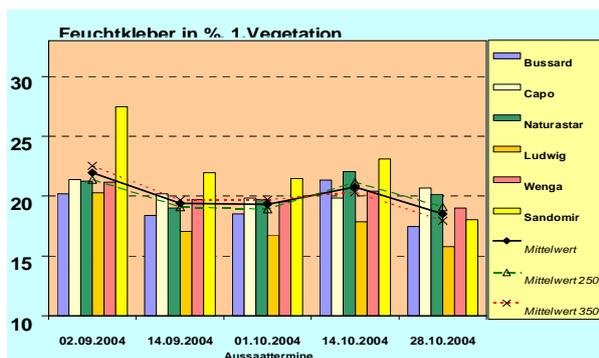


Abb. 18 und 19: Gegenüberstellung der Feuchtklebergehalte für sechs Winterweizensorten zu jeweils fünf Aussaatterminen beider Versuchsjahre.

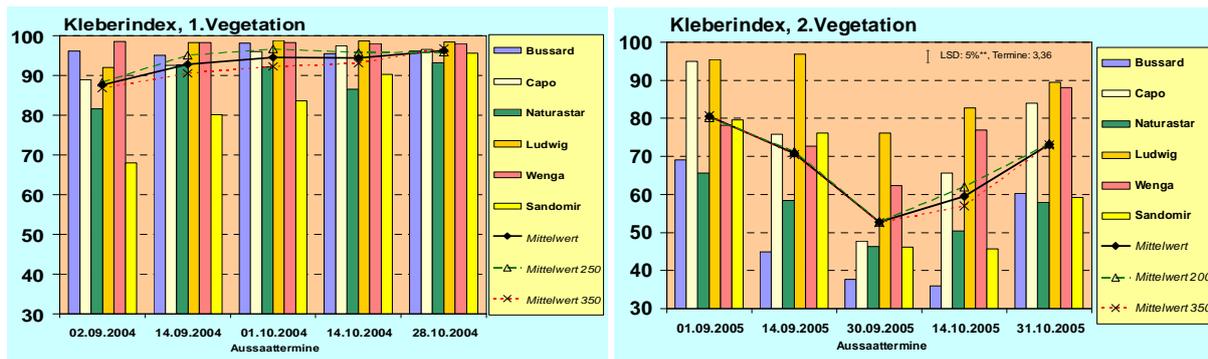


Abb. 20 und 21: Gegenüberstellung des Kleberindex für sechs Winterweizensorten zu jeweils fünf Aussatterminen beider Versuchsjahre.

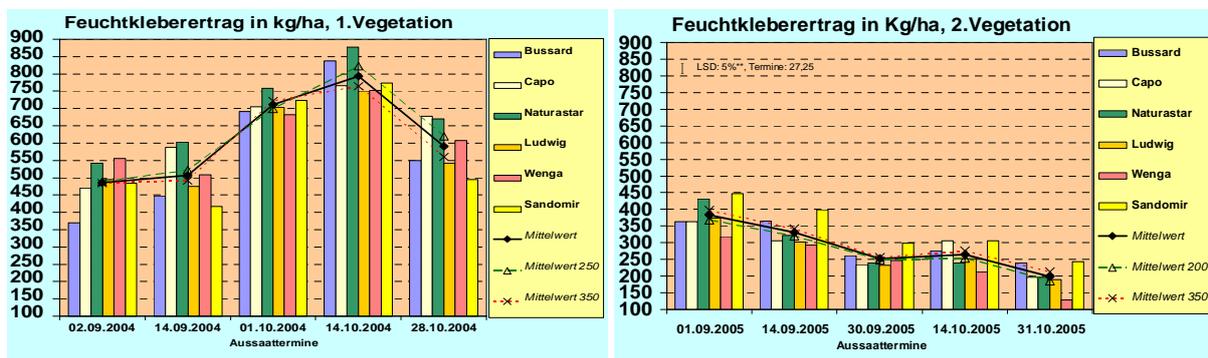


Abb. 22 und 23: Gegenüberstellung des Feuchtkleberertrags in Kg/ha beider Versuchsjahre, errechnet aus dem Feuchtklebergehalt in % und dem Kornertrag in dt/ha.

3.2.6 Feuchtkleberertrag

Interessant ist die Betrachtung des Effizienzparameters Feuchtkleberertrag. Er wird hier dargestellt in Kg pro Hektar und errechnet sich aus der Multiplikation von Kornertrag und Feuchtklebergehalt. Da das Eiweiß des Feuchtklebers direkt proportional mit dem Stickstoffgehalt zusammenhängt, drückt sich im Feuchtkleberertrag auch Stickstoffeffizienz aus.

In Gegenüberstellung der beiden Versuchsjahre unterscheidet sich das Niveau des Feuchtkleberertrags sehr. Im ersten Jahr wurden im Mittel 617 Kg/ha Feuchtkleber geerntet, im zweiten Jahr waren es im Mittel 287Kg/ha, im Vergleich zu den Kornerträgen von im Mittel 31,2 dt/ha (2005) und 13,7 dt/ha (2006) ein ähnliche Differenz. In der zweiten Versuchsperiode wurden 46% des Feuchtklebertrags und 44% des Kornertrags des ersten Jahres geerntet.

Die Veränderung des Feuchtkleberertrags mit dem Aussaattermin ist in beiden Jahren gegenläufig. Nimmt im ersten Jahr der Feuchtkleberertrag mit dem Aussaattermin zu, verhält es sich im zweiten Jahr genau umgekehrt. Die Zunahme im ersten Jahr ist geprägt durch eine Reihe von Sondereffekten. Neben dem frühen Lager der beiden ersten Saattermine sind die Ergebnisse des dritten Termins hinsichtlich Ertrag und Feuchtklebertrag auf einen starken Regenschauer nach der Aussaat zurückzuführen, der auf Grund eines Bearbeitungsfehles bei der Aussaat (zu feucht) zu einer starken Verschlammung des

Bodens und zu einer verzögerten Entwicklung des dritten Aussaattermins führte. Die Aussaat Mitte Oktober (4. Termin) führte folglich zu den höchsten Erträgen. Erst der letzte Termin zeigte eine deutliche Abnahme im Feuchtkleberertrag. Im zweiten Jahr zeigte sich hingegen eine kontinuierliche Abnahme des Feuchtkleberertrags in Abhängigkeit vom Aussaattermin.

In Gegenüberstellung der beiden Jahre zeigte sich eine Verschiebung im Ranking der Sorten. Im ersten Jahr war die Sorte Naturastar (690 Kg/ha) eindeutig Spitzenreiter hinsichtlich des Feuchtkleberertrags, gefolgt von den Sorten Capo (641 Kg/ha), Wenga (621 Kg/ha), Ludwig (593 Kg/ha) und den Schlusslichtern Bussard (579 Kg/ha) und Sandomir (578 Kg/ha). Im zweiten Jahr drehte sich das Ranking um. Die Sorte Sandomir erzielte mit Abstand den höchsten Feuchtkleberertrag (339 Kg/ha), gefolgt von Bussard (301 Kg/ha), einem Mittelfeld mit Naturastar (286 Kg/ha), Capo (281 Kg/ha), Ludwig (270 Kg/ha) und Schlusslicht Wenga (240 Kg/ha).

Bei Betrachtung der Sortentrendlinien (vgl. Abb. 24) über die Aussaattermine (nur für das 2. Jahr abgebildet) fallen wie beim Kornenertrag zwei Gruppen auf. Die Gruppe Naturastar, Sandomir, Wenga zeigten die steilsten Sortentrendlinien und damit für dieses Jahr eine besondere Abhängigkeit hinsichtlich Frühsaat. Die flachsten Sortentrendlinien zeigten die Sorten Capo und Bussard.

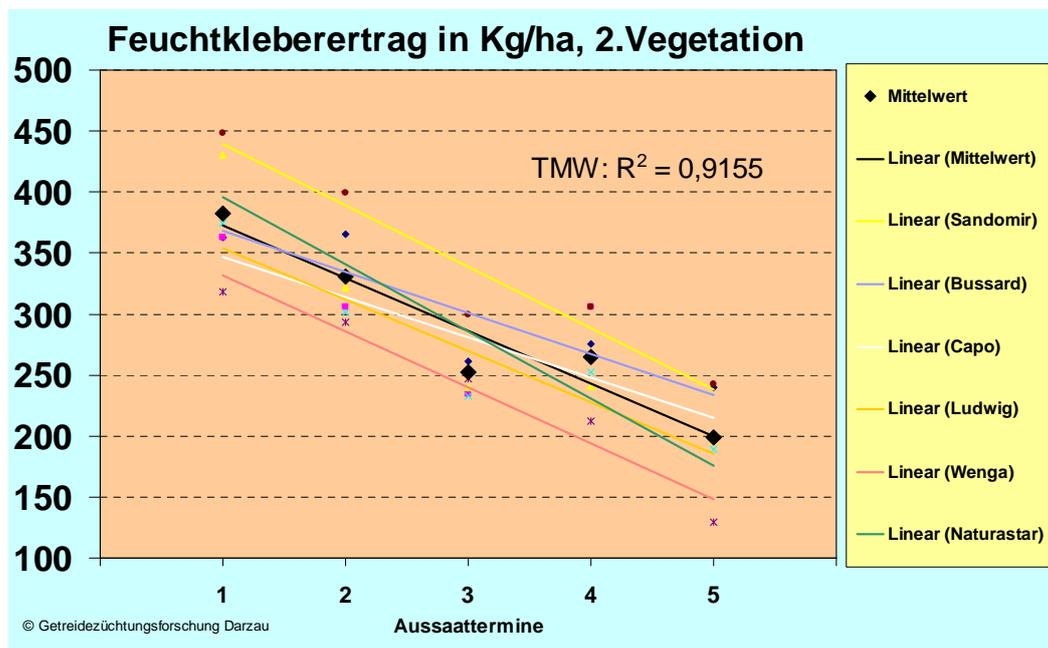


Abb. 24: Sortentrendlinien über die Sortenterminmittelwerte im Vergleich zur Terminmittelwerttrendlinie (TMW) mit Bestimmtheitsmaß.

4 Diskussion der Ergebnisse

Auf ökologisch bewirtschafteten Standorten geringerer Bodengüte, wie sie im nordostdeutschen Raum dominieren, lässt sich bei Winterweizen nicht mit Sicherheit das verarbeitungstechnisch erforderliche Qualitätsniveau erzeugen. Dieses Mindestniveau wird vor allem von der Menge des gebildeten Klebereiweißes bestimmt. Ausgangsfrage des Saatzeitversuches war es daher, wie sich durch Saatzeit und Saatstärke diese qualitätsbestimmenden Inhaltstoffe unter Berücksichtigung des Ertrags beeinflussen lassen.

Die Versuchsauswertung des ersten Versuchsjahrs wurde dominiert von den frühen Saatterminen Anfang und Mitte September, die beide vollständig ins Lager gegangen sind. Auslöser waren äußerst üppige Getreidebestände, die sich durch eine sehr wüchsige Herbstentwicklung etabliert hatten. Schon im November zeigten beide Termine eine sehr gute Bodenbedeckung. Die weitere Entwicklung im Frühjahr führte im Laufe des Juni fast unabhängig von der Sorte zum Lager. Lediglich die Sorte Naturastar konnte sich beim zweiten Aussaattermin hinsichtlich der Standfestigkeit besser behaupten als die anderen Sorten, was sich auch ertraglich deutlich bemerkbar machte. Als Ursache des Lagers konnte Halmbruch (*Pseudocercospora* sp.) festgestellt werden. Alle Sorten, bis auf die als EU-Sorte registrierte Sorte Capo und der Sorte Sandomir (EU:2006/1741), sind in der Beschreibenden Sortenliste mit der Note 5 charakterisiert. Überzeugend waren bei den frühen Saatterminen die festgestellten geringen Stickstoffmengen im Boden und deren geringe Verlagerung in tiefere Bodenregionen, bei insgesamt im Jahresvergleich relativ hohen N_{min}-Werten. Dies könnte auf eine gute Fixierung des Stickstoffs durch die üppigen Getreidebestände hindeuten (vgl. REENTS 1997: 132). Im Frühjahr waren allerdings nur noch etwa 30Kg N_{min} im Boden über 90cm zu messen. Insgesamt musste aber festgestellt werden, dass der Standort Köhlingen/Schlag Pferdekoppel unter den Vegetationsbedingungen des Jahres 2004/05 für die frühen Aussaattermine von zu guter Bonität war. Im Hinblick auf die Möglichkeiten des Saatzeitmanagements auf leichten Standorten ist der Standort Köhlingen/Schlag Pferdekoppel mit 45 Bodenpunkten bereits im oberen Bereich anzusiedeln. Für diesen Standort konnten die mittleren Aussaattermine Anfang und Mitte Oktober die besten Ertragsergebnisse erzielen.

Hingegen erzielten im zweiten Jahr auf dem Standort Köhlingen/Schlag Flugwache die Frühsaaten Anfang September auf sehr leichten Standorten die üppigsten Pflanzenbestände, die höchsten Kornträge und auch die höchsten Feuchtkleberträge. Je später gesät wurde, umso weniger Ertrag bzw. Feuchtklebertrag wurde erzielt. Das zweite Versuchsjahr - in nur 500 m Entfernung vom ersten Versuchsstandort gelegen - war gekennzeichnet durch andere Bedingungen. Der Boden war äußerst mager (IS, 32BP), was auch durch die niedrigen Stickstoffgehalte im Herbst belegt werden konnte. Die Stickstoffgehalte im Boden waren zur Aussaat im Herbst mit 50-60 Kg - jeweils zwei Wochen nach der Saat gezogen - vergleichsweise gering. Im Dezember konnte bei insgesamt geringeren N-Gehalten eine leichte Zunahme im Unterboden festgestellt werden. Im Frühjahr konnten maximal 20 Kg N im Boden festgestellt werden, wobei sich die Gehalte fast ausschließlich auf die ersten 30 cm beschränkten. Im Unterschied zum ersten Jahr war der Winter im zweiten sehr ausgeprägt mit Dauerfrost und einer nicht immer geschlossenen

Schneedecke und mit Spätfrösten bis in den Mai hinein. Dies führte zu einem weitgehenden Wachstumsstopp zum Winter. Der letzte Termin kam vor dem Winter kaum über das Zweiblattstadium hinaus. Mit Einsetzen des Wachstums im Frühjahr waren die Pflanzenbestände vor allem der letzten Termine nur sehr schwach bestockt. Infolgedessen wurden für die letzten drei Aussattermine ab Anfang Oktober sehr niedrige Kornerträge (8,5 bis 10,6 dt/ha) eingefahren und erreichten damit ein Ertragsniveau, das für eine ökonomische Weizenproduktion kaum mehr vertretbar erscheint. Mit der Aussaat Anfang September konnten die Erträge auf 17,6 dt/ha bzw. 22,1 dt/ha gesteigert werden. Auch dieses Niveau scheint nur für Betriebe akzeptabel zu sein, die das Getreide in einer innerbetrieblichen Wertschöpfungskette – etwa durch eine Hofbäckerei – veredeln und damit den Markterlös deutlich erhöhen können. Zu beachten ist aber auch, dass das beste Ergebnis des zweiten Jahres an das schlechteste Ergebnis mit jeweils 22 dt/ha des letzten Termins im ersten Jahr heranreichte.

AUSSAAT	KORNERTRAG DT/HA		REL.		STROHERTRAG DT/HA		REL.		FEUCHT- KLEBER %		FEUCHT- KLEBERERTRAG KG/HA		REL.	
	2005	2006	05	06	2005	2006	05	06	2005	2006	2005	2006	05	06
Anfang September	22,4	22,1	72	161	56,1	31,6	129	173	22,0	17,7	486	383	79	134
Mitte September	26,3	17,6	84	128	58,1	26,8	134	146	19,4	19,1	507	331	82	116
Anfang Oktober	37,0	9,9	118	72	38,7	12,6	89	68	19,3	25,8	710	253	115	88
Mitte Oktober	38,2	10,6	126	77	36	11,8	83	64	20,8	25,1	793	265	128	92
Anfang Oktober	31,2	8,5	102	62	28,4	8,7	65	47	18,5	23,7	590	199	96	69

Tabelle 10: absolute und relative Terminmittelwerte für fünf Aussattermine für den Kornertrag dt/ha, den Strohertrag dt/ha, den Feuchtklebergehalt in %, in den Feuchtkleberertrag in Kg/ha; 100 = jeweiliger Jahresmittelwert

Es zeigte sich ferner in beiden Jahren eine bessere Beikrautunterdrückung durch die üppigen Pflanzenbestände der frühen Saattermine und der daraus resultierenden höheren Bodenbedeckung. Vor allem die hohe Bodenbedeckung bereits im Herbst bei den frühen Aussatterminen ist auch hinsichtlich Bodenerosion zu bevorzugen. Allerdings war auch zu beobachten, dass mit Spätsaaten nicht nur der Ertrag des Getreides in Stroh und Korn abnahm, sondern auch der Bestand an Beikraut.

Die in den Versuchen festgestellte starke Beeinflussung des Ertrags widerspricht zum Teil den Angaben in der Literatur. MÜLLER (1996) bestätigt die Ergebnisse, als der Ertrag bei Frühsaaten deutlich höher war. REENTS (et al. 1997) hingegen berichtete von geringen Ertragsunterschieden zwischen den September- und Oktoberaussaaten (47,9 dt/ha bzw. 45 dt/ha). Nur bei der Aussaat im November lag der Ertrag deutlich niedriger (28,1 dt/ha). Die geringeren Erträge wurden dabei durch eine geringere Bestandesdichte verursacht, die wiederum auf eine lange Frostperiode zurückgeführt wurde (REENTS et al. 1997; 133). Die Untersuchung von REENTS (ökologischer Standort in Bayern, uIS, sIU bis sL, Vorfrucht

Kartoffeln) im Zusammenhang von Nitratverlagerungen im Boden gibt allerdings nicht an, zu welchem Tag im Monat die Aussaat erfolgte. BACHINGER (et al. 1999, ökologischer Standort, S-sL, Brandenburg) zeigten in einem Versuch mit drei Saatterminen (12.9./2.10./22.10.), dass der Ertrag sich nur leicht veränderte (35,4 dt/ha, 38,9 dt/ha, 41,8 dt/ha), allerdings mit umgekehrter Entwicklung des Ertrags. Der frühe Termin zeigte die geringsten Kornerträge, bei allerdings reduzierten Restnitrat-Mengen in den Bodenschichten bis 90 cm auf Grund deutlich besser entwickelter Pflanzenbestände (Bodenbedeckung). Der frühe Termin lieferte ferner höhere Stroherträge.

Die Struktur der Ertragsbildung in Gegenüberstellung beider Versuchsjahre ist vor allem auf die doppelt so hohe Anzahl der Körner pro Ähre zurückzuführen. Dies deutet zum einen auf die sehr mageren Bedingungen im zweiten Jahr und zum anderen auf den sehr trockenen und heißen Witterungsverlauf ab Ende der Blüte hin. Gleichwohl zu vermuten ist, dass unter den mageren Bodenbedingungen schon im Herbst kleinere Ähren veranlagt wurden, führten die extremen Wetterbedingungen ab der Kornfüllung nach der Getreideblüte zu einer weiteren Reduktion der Blütenanlagen und schließlich zu einer fast gleichzeitigen zum Teil notreifeähnlichen Abreife der Bestände. Erstaunlich ist allerdings, dass die Nmin-Werte im Frühjahr im Oberboden (bis 30 cm) in beiden Jahren nur bei ca. 20 Kg lagen und trotzdem zu so unterschiedlichen Pflanzenbeständen und Erträgen führten. Entscheidend für einen zügigen Wachstumsbeginn im Frühjahr scheint damit eine gute Durchwurzelung des Bodens bereits im Herbst zu sein, die durch gute Wachstumsbedingungen im Herbst (hohe Nmin-Gehalte) entscheidend veranlagt wird und mit frühen Aussaaten zusätzlich gefördert werden kann.

Die einzelnen Parameter – TKG, Kornzahl pro Ähre, Halme pro m²/Bestockung – zeigten über beide Jahre gesehen keine einheitlich Tendenz. Im ersten Jahr wurden die Parameter maßgeblich vom Lager der ersten beiden Saattermine geprägt. Im zweiten Jahr zeigte sich hingegen eine deutliche Abhängigkeit vom Saattermin. Alle drei Parameter nahmen von der Tendenz her mit späteren Aussaaten ab. Die bei den frühen Saatterminen zu erwartende höhere Anzahl von Ähren/m² (vgl. MÜLLER 1998: 11f.) konnte auf Grund des Lagers im ersten Jahr nicht und nur im zweiten Jahr bestätigt werden. REENTS (et al. 1997: 134) stellte zwar eine höhere Bestandesdichte (Ähren/m²) bei Frühsaat fest, konnte bei Spätsaat aber auch eine höhere Anzahl Körner pro Ähre und ein unverändertes TKG feststellen.

Hinsichtlich der Sorten zeigten sich deutliche Unterschiede hinsichtlich der Ertragsbildung (Bestandesdichtetyp vs. Einzelährentyp). Hinsichtlich Ertrag, Qualität und Saatzeit zeigte aber keiner der beiden Typen Vorteile.

Die Aussaatstärke hatte einen Einfluss auf die Anzahl der Körner/Ähre und Ähren/m². Die niedrige Aussaatstärke konnte durch eine relativ höhere Anzahl von Körnern pro Ähren und Ähren/m² die höhere Aussaatstärke soweit kompensieren, dass im ersten Termin keine Unterschiede mehr im Ertrag feststellbar waren. Ob Frühsaaten Anfang September mit reduzierter Aussaatstärke erfolgen sollten ist nicht eindeutig. MÜLLER (1998: 12) zeigte, dass bei Frühsaaten auch die höheren Aussaatstärken zu einem höheren Ertrag führten. Gleichwohl könnte eine reduzierte Aussaatstärke auch die Standfestigkeit bei Frühsaaten verbessern.

In beiden Jahren wurden vergleichsweise geringe Feuchtklebergehalte erzeugt. Diese waren zum Teil so niedrig, dass die Anforderung an Qualitätsweizen nicht mehr erfüllt wurden. Die relativ hohen Feuchtkleberwerte des ersten Termins im ersten Jahr (im Mittel 22% Feuchtkleber) sind auf die niedrigen Erträge in Folge des Lagers zurückzuführen und auf die sehr hohen Werte der Sorte Sandomir (27% Feuchtkleber). Im ersten Jahr bildeten die ersten Termine ein geringes TKG aus, was im Zusammenhang des Lagers auf einen frühen Wachstumsstopp und damit verbunden einer geringeren „Verdünnung“ des bereits gebildeten Eiweißes hindeuten kann. Der Aussaattermin beeinflusste im ersten Jahr die Feuchtklebergehalte nur wenig.

Im zweiten Jahr waren in den Aussaaten ab Oktober deutlich höhere Feuchtkleberwerte zu finden. Dies war wiederum auf die sehr geringe vegetative Entwicklung bei Aussaaten ab Oktober zurückzuführen. Hinsichtlich des Kleberindex zeigte sich, dass hohe Klebergehalte jeweils mit von der Konsistenz weichen Klebern einhergehen. Die höheren Gehalte sind auf einen relativ höheren Gliadinanteil in der Klebereiweißbildung zurückzuführen.

Auch die Unterschiede der genetisch veranlagten Qualitätsbildung bei den Sorten sind groß. Im ersten Jahr wies die Sorte Sandomir bis auf den fünften Termin jeweils die besten Feuchtkleberwerte auf. Im dritten Aussaattermin erreichte nur Sandomir, im vierten Termin Bussard, Naturastar und Sandomir die erforderlichen Mindestwerte an Feuchtkleber (>21% Feuchtkleber). Im fünften Termin erreichte keine Sorte das erforderliche Qualitätsniveau. Im zweiten Jahr ist das Bild nicht so eindeutig. Zwar ist im Sortenmittel wiederum die Sorte

	2005	2006	GEWINN- UND VERLUSTPOTENTIAL
Beste Sorte hinsichtlich Feuchtkleberertrag	Naturastar	Sandomir	
Bestes Sorteterminmittel	877 Kg/ha 4. Termin	448 Kg/ha 1. Termin	
Schlechtester Aussaattermin	2. September 2004	31. Oktober 2005	
Terminmittelwert des schlechtesten Termins	486 Kg/ha	199 Kg/ha	
Gewinn-Verlustpotential	+80% / -45%	+125% / -56%	+ 102,5 % / - 50,5%

Tabelle 11: maximales Gewinn- und Verlustpotential durch die Wahl des Aussaatzeitpunktes und der Sorte aufgezeigt am Kriterium des Feuchtkleberertrags für beide Anbaujahre.

Sandomir die beste hinsichtlich des Feuchtklebergehalts, so liegt aber nur die Sorte Wenga in allen Terminen über dem jeweiligen Terminmittelwert, was aber auf die extrem schwache vegetative Entwicklung von Wenga zurückgeführt werden kann (vgl. die Erträge von Wenga). Die in beiden Jahren ertragsbeste A-Sorte Ludwig erzielte immer die niedrigsten Feuchtklebergehalte.

Die Sortenunterschiede werden besonders offensichtlich, wenn über den Ertrag und den Feuchtklebergehalt der Feuchtkleberertrag in Kg/ha ermittelt wird. Im ersten Jahr schnitt hier die Sorte Naturastar am besten ab und lag als einzige Sorte über allen Terminmittelwerten. Die Sorten Sandomir und Bussard, die im ersten Jahr den geringsten Feuchtkleberertrag lieferten, schnitten im zweiten als beste ab. Nur Sandomir lag hier über allen Terminmittelwerten. Dies kann auf eine besondere Eignung von Naturastar für mittlere Standorte, wie auf eine besondere Eignung von Sandomir für leichte Standorte hinweisen. Hingegen konnte eine besondere Frühsaateignung einer Sorte nicht festgestellt werden. Auch die Aussaatstärke hatte keinen feststellbaren Einfluss auf die qualitätsbildenden Inhaltsstoffe.

5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse dieses zweijährigen und einortigen Versuchs geben einen deutlichen Eindruck davon, welche Bedeutung der Wahl des Saatzeitpunkts gerade auf sehr leichten Standorten zukommt. Allein durch die Wahl des Aussaattermins ließen sich in beiden Jahren die Kornerträge um über 70% bzw. 100% steigern oder andersherum betrachtet, um 40% bzw. 50% senken (vgl. auch maximale Möglichkeiten der Feuchtkleberertragsoptimierung in Tabelle 11). Hinsichtlich der Ertragsoptimierung kommt der Wahl des Saatzeitpunktes vor der Wahl der Sorte und vor der Wahl der Aussaatstärke die größte Bedeutung zu. Der optimale Saatzeitpunkt hängt vor allem vom Standort und dem Witterungsverlauf ab. Die äußerst üppigen Pflanzenbestände im ersten Jahr waren durch den milden Winter noch gefördert worden. Im zweiten Jahr wurden die extremen Standortbedingungen durch den

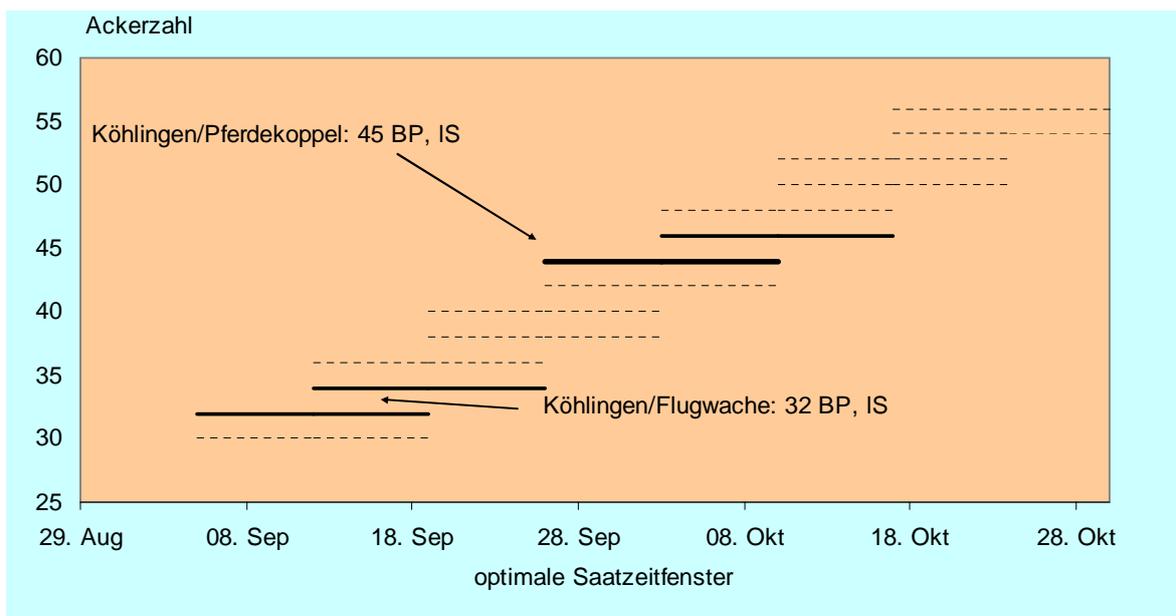


Abb. 25: Zeitfenster für eine standort- und saatzeitbezogene Ertragsoptimierung basierend auf zweijährigen Saatzeitversuchen. Durchgehende Linie: empirisch belegte Saatzeitfenster; gestrichelte Linie: geschätzte Saatzeitfenster;

harten und langen Winter in die entgegengesetzte Richtung noch verstärkt. Gleichwohl der Witterungsverlauf nicht beeinflussbar ist, sollten diese möglichen Wechselwirkungen bei der Wahl des Saattermins berücksichtigt werden und als entsprechende Sicherheitszuschläge durch leicht spätere Aussaaten umgesetzt werden (vgl. Abb.25). Mit der Güte des Standorts verschiebt sich die Zeitspanne der optimalen Aussaat nach hinten. Auf sehr leichten Böden (32 Bodenpunkte) wie im zweiten Jahr wären demnach Aussaaten - unter Einbezug der zunehmenden Lagergefahr - zwischen dem 10.September und 20.September zu bevorzugen. Auf mittleren Böden (45 Bodenpunkte) reicht das Zeitfenster für eine optimale Aussaat vom 25. September bis Mitte Oktober. Jeweils früher gesäte Saaten sind lagergefährdet, später gesäte Saaten ertragsgefährdet. Die Wahl des Saattermins als wirkungsvolle Optimierungsmöglichkeit sollte durch den Landwirt mit Bedacht und in Kenntnis der eigenen verschiedenen Ackerschläge eingesetzt werden.

Hinsichtlich der Optimierung der Qualitätswinterweizenproduktion sollten zusätzlich Sorten bevorzugt werden, die ein hohes Kleberaneignungsvermögen besitzen. Neben der Beurteilung nach den Feuchtklebergehalten in % treten die Sortenunterschiede im Feuchtkleberertrag pro Hektar besonders deutlich hervor. Im Feuchtkleberertrag drückt sich sowohl die Ertrags- als auch die Qualitätsleistung einer Sorte aus. Je nach Standort lieferten unterschiedliche Sorten die höchsten Erträge. Im ersten Jahr war dies die Sorte Naturstar, im zweiten Jahr die Sorte Sandomir. Es zeigte sich ferner, dass ein sicheres Erreichen der Schwelle der Backqualität von 21% Feuchtkleber von keiner Sorte zu jedem Termin auf jedem Standort sicher erreicht werden konnte. Trotzdem konnte eine deutliche Sortenabhängigkeit festgestellt werden. Die Sorte Ludwig erreichte nur einmal die Schwelle von 21% Feuchtkleber. Ob aber der Landwirt die Produktion hinsichtlich Qualität durch die Sortenwahl optimiert, hängt letztlich davon ab, ob die Erntepartien in Abhängigkeit von den Qualitäten bezahlt werden. Von der abnehmenden Hand wird hier in der Regel der Feuchtklebergehalt herangezogen. Genauso empfiehlt sich eine Entlohnung nach dem Feuchtkleberertrag in Kg/ha. Da die Produktion höherer Qualitäten prinzipiell immer mit geringeren Kornerträgen einhergeht, sollte dieser physiologische Zusammenhang Grundlage der Gestaltung eines Entlohnungssystems sein, wobei die Preisbildung so zu gestaltet ist, dass der Qualitätsertrag vor dem Kornertrag entlohnt wird (vgl. TIMMERMANN 2005).

Die Bodenbedeckung war mit den Frühsaaten wesentlich höher. Schon im Frühjahr waren die Bestände sehr gut etabliert. Es konnte eine geringere Stickstoffverlagerung in tiefere Bodenschichten beobachtet werden. Im Frühjahr war auf Grund höherer Pflanzenbestände die Beikrautunterdrückung im Vergleich deutlich höher. Auch hinsichtlich eines Schutzes gegen Bodenerosion sind Frühsaaten zu bevorzugen.

Frühsaaten sind stark lagergefährdet und sollten nur auf mageren Standorten Verwendung finden.

Mit Frühsaaten konnten sowohl der Strohertrag als auch der Anteil des Stroh an der oberirdischen Biomasse deutlich erhöht werden (Korn/Stroh-Verhältnis).

Die Jahresunterschiede in der Korntragsbildung waren vor allem auf eine deutlich höhere Anzahl von Körnern/Ähre zurückzuführen.

Eine höhere Aussaatstärke führte zu höheren Bestandesdichten (ährentragende Halme/m²), wobei die niedrigen Bestandesdichten jeweils über eine höhere Anzahl Körner/Ähre und ein leicht höheres TKG die Ertragsbildung soweit kompensieren konnten, dass die Kornträge der beiden Saatstärken sich nur noch gering unterschieden. Bei Frühsaat Anfang September war die Kompensation vollständig und es konnte kein Ertragsunterschied mehr festgestellt werden.

Auch wenn die Ergebnisse einen deutlichen Zusammenhang zwischen Saatzeit und Standort auf der einen Seite, und Ertrag und Qualität auf der anderen Seite aufzeigen, sind die Ergebnisse doch mit Vorbehalt zu lesen. Für eine Absicherung der Ergebnisse müssten ähnliche Versuche an mehreren Standorten und über mehrere Jahre durchgeführt werden. Die Ergebnisse zeigen ferner, dass nicht in erster Linie die Region, sondern vor allem die Güte und Ertragsleistung jedes einzelnen Ackerschlags bei der Wahl des Saatzeitpunktes entscheidend ist. Damit bleibt der Landwirt in der Verantwortung, die hier aufgezeigten Zusammenhänge auf seine jeweiligen Standortbedingungen anzupassen.

Darzau, 10. Januar 2007

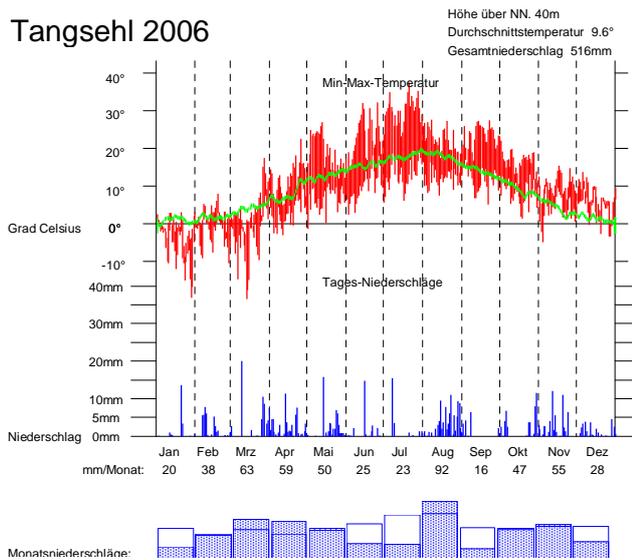
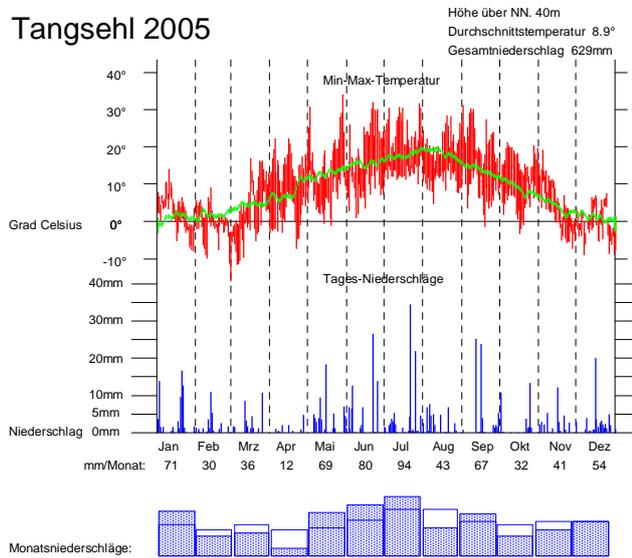
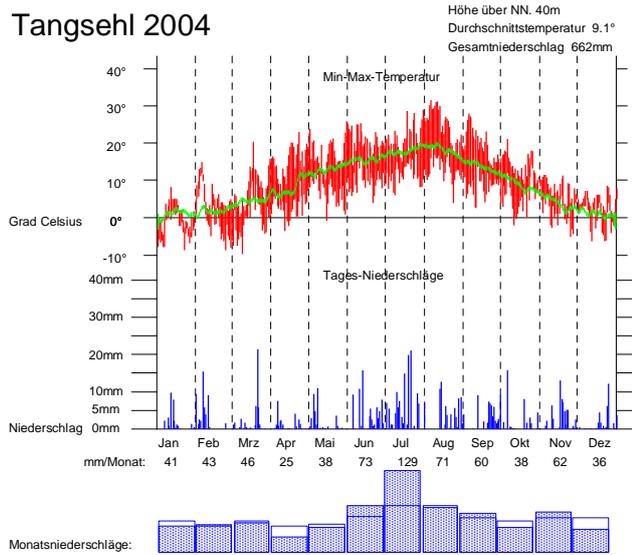
Literatur:

- Bachinger, J.; Frielingshaus, M.; Pauly, J.; Wirth, S., 1999: Entscheidungshilfen zur Planung der Wintergetreideaussaat unter Berücksichtigung von Bodenschutz- und Produktionszielen in ökologisch wirtschaftenden Großbetrieben Nordostdeutschlands. 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Berlin, Tagungsband, 126-129.
- Mc Donald: *Cereal Foods World* 30, 1985, 674-677.
- Müller, Karl-Josef, 1996: Qualitätsweizenanbau auf leichten Standorten. Zeitschrift Lebendige Erde 2/96, 123-132.
- Müller, Karl-Josef, 1998: Strategien zum Qualitätsweizenanbau auf ökologisch bewirtschafteten, leichten Böden in Norddeutschland; Gesellschaft für goetheanistische Forschung (GfgF).
- Reents, Hans-Jürgen; Möller, Kurt; Maindl, Franz Xaver, 1997: Nutzung des Bodennitrats durch differenzierte Anbaustrategien von Getreide als Nachfrucht von Kartoffeln, Beitr. 4. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau, Bonn, 129-135.
- Timmermann, Martin, 2005: Mehr Qualität beim Weizen, Bioland 12/2005: 8-9.
- Utz, H.F., 2001: Plabstat, Institute of Plant Breeding, Seed Science and Population Genetics, University of Hohenheim, Stuttgart.

ANHANG

- Wetterdaten für die Jahre 2004 bis 2006
- Sorteterminmittelwerte

Wetterdaten am Standort Tangsehl für die Jahre 2004 bis 2006:



Sortenterminmittelwerte:

Tabelle 12: Kornertrag in dt/ha

Sorte	Bussard		Capo		Naturastar		Ludwig		Wenga		Sandomir		Terminmittel	
	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06
Anfang Sept	18,3	20,0	22,0	23,5	25,5	24,1	24,3	25,3	26,3	15,0	17,7	24,9	22,4	22,1
Mitte Sept	24,4	17,6	29,2	16,0	31,8	16,7	27,9	20,6	25,9	13,4	19,0	21,2	26,3	17,6
Anfang Okt	37,3	9,9	35,5	8,2	38,5	10,1	42,0	11,8	34,9	8,2	33,7	11,4	37,0	9,9
Mitte Okt	39,1	11,2	38,6	11,1	39,7	10,6	41,8	11,7	36,9	8,1	33,5	10,8	38,2	10,6
Ende Okt	31,2	10,4	32,7	8,7	33,3	8,2	34,3	9,4	32,0	5,2	27,4	9,3	31,8	8,5
Sortenmittel	30,1	13,8	31,6	13,5	33,7	13,9	34,1	15,8	31,2	10,0	26,3	15,5	31,2	13,7

Tabelle 13: Strohertrag in dt/ha

Sorte	Bussard		Capo		Naturastar		Ludwig		Wenga		Sandomir		Terminmittel	
	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06
Anfang Sept	62,2	32,2	55,8	38,3	56,2	32,4	51,6	28,4	54,1	22,8	56,8	35,9	56,1	31,6
Mitte Sept	59,2	28,5	65,3	26,3	58,3	22,8	51,6	24,4	55,3	22,8	58,8	35,9	58,1	26,8
Anfang Okt	37,1	13,5	39,0	12,1	36,8	11,1	37,4	13,5	39,5	10,0	42,3	15,5	38,7	12,6
Mitte Okt	34,1	12,0	38,7	13,0	38,1	11,3	30,9	11,0	37,6	10,4	36,4	13,2	36,0	11,8
Ende Okt	31,1	10,4	28,6	8,4	26,7	8,8	27,2	8,6	29,9	6,4	26,9	9,4	28,4	8,7
Sortenmittel	44,8	19,3	45,5	19,6	43,2	17,3	39,7	17,2	43,3	14,5	44,3	22,0	43,5	18,3

Tabelle 14: Feuchtkleberertrag Kg pro ha

Sorte	Bussard		Capo		Naturastar		Ludwig		Wenga		Sandomir		Terminmittel	
	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06
Anfang Sept	370	363	470	362	542	431	495	375	556	318	485	448	486	383
Mitte Sept	448	365	588	306	604	322	476	301	509	293	417	399	507	331
Anfang Okt	691	262	705	234	758	240	704	233	683	2467	723	300	710	253
Mitte Okt	838	276	767	305	878	240	7054	252	752	212	773	306	793	265
Ende Okt	550	240	677	198	670	196	542	189	608	130	495	243	590	199
Sortenmittel	579	301	641	281	690	286	593	270	621	240	578	339	617	286

Tabelle 15: Feuchtkleber in % (Feinschrot)

Sorte	Bussard		Capo		Naturastar		Ludwig		Wenga		Sandomir		Terminmittel	
	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06
Anfang Sept	20,2	18,2	21,4	15,6	21,2	17,9	20,3	14,9	21,2	21,3	27,5	18,1	22,0	17,7
Mitte Sept	18,4	20,9	20,2	19,1	19,0	19,3	17,1	14,8	19,7	21,9	22,0	18,9	19,4	19,1
Anfang Okt	18,5	26,4	19,9	28,5	19,7	23,7	16,8	19,6	19,6	30,0	21,5	26,4	19,3	25,8
Mitte Okt	21,4	24,5	19,9	27,4	22,1	22,8	17,9	21,4	20,4	26,0	23,1	28,3	20,8	25,1
Ende Okt	17,5	23,3	20,7	22,6	20,2	24,5	15,8	20,3	19,0	25,1	18,1	26,2	18,5	23,7
Sortenmittel	19,2	22,6	20,4	22,7	20,4	21,6	17,6	18,2	20,0	24,9	22,4	23,6	20,0	22,3

Tabelle 16: Kleberindex

Sorte	Bussard		Capo		Naturastar		Ludwig		Wenga		Sandomir		Terminmittel	
	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	6805	06	05	06
Anfang Sept	96	69	89	95	82	66	92	95	99	78	68	80	88	81
Mitte Sept	95	45	93	76	93	59	98	97	98	73	80	76	93	71
Anfang Okt	98	38	96	48	92	46	99	76	98	62	84	46	95	53
Mitte Okt	96	36	98	66	87	51	99	83	98	77	90	46	94	60
Ende Okt	96	60	97	84	93	58	98	90	98	88	96	59	96	73
Sortenmittel	96	50	94	74	89	56	97	88	98	76	84	61	93	67

Tabelle 17: SDS-Sedimentation

Sorte	Bussard		Capo		Naturastar		Ludwig		Wenga		Sandomir		Terminmittel	
	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06
Anfang Sept	68	53	69	51	66	52	66	54	65	58	70	54	67	53
Mitte Sept	62	55	64	58	61	56	58	55	62	61	58	56	61	57
Anfang Okt	65	61	61	60	63	62	60	60	66	70	57	67	62	63
Mitte Okt	71	61	62	69	69	59	64	64	68	67	64	70	66	65
Ende Okt	64	63	63	64	63	62	61	63	65	69	63	66	63	64
Sortenmittel	66	58	64	60	64	58	62	59	65	65	62	63	64	60

Tabelle 18: Stirlingnumber/Fallzahlequivalent

Sorte	Bussard		Capo		Naturastar		Ludwig		Wenga		Sandomir		Terminmittel	
	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06
Anfang Sept	113	120	85	128	132	139	108	124	119	131	136	129	115	128
Mitte Sept	88	100	104	91	133	148	111	127	123	126	117	89	112	113
Anfang Okt	92	81	97	66	136	147	115	121	122	84	115	123	113	103
Mitte Okt	110	107	118	82	142	142	115	135	117	118	129	131	121	119
Ende Okt	93	117	111	106	127	149	109	123	111	138	81	136	105	128
Sortenmittel	99	105	103	94	134	145	111	126	118	119	115	122	113	118

Tabelle 19: Tausendkorngewicht in g

Sorte	Bussard		Capo		Naturastar		Ludwig		Wenga		Sandomir		Terminmittel	
	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06
Anfang Sept	34,6	44,1	34,2	44,3	31,3	40,3	42,2	46,6	38,6	43,9	34,7	42,3	35,9	43,6
Mitte Sept	39,4	45,1	38,3	45,4	35,7	40,5	41,5	47,0	38,2	44,6	38,1	43,0	38,5	44,3
Anfang Okt	43,4	41,3	45,0	41,5	39,8	35,6	49,3	43,6	45,4	37,5	43,7	42,3	44,4	40,3
Mitte Okt	44,4	39,3	44,6	42,4	38,8	33,0	46,5	41,1	42,6	38,5	44,8	38,8	43,6	38,8
Ende Okt	46,1	32,5	44,8	34,8	40,6	26,5	47,4	32,4	44,2	26,9	41,2	32,1	44,0	30,9
Sortenmittel	41,6	40,5	41,4	41,7	37,2	35,2	45,4	42,2	41,8	38,3	40,5	39,7	41,3	39,6

Tabelle 20: Anzahl der Ähren pro m²

Sorte	Bussard		Capo		Naturastar		Ludwig		Wenga		Sandomir		Terminmittel	
	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06
Anfang Sept	301	278	318	324	311	267	216	228	231	177	220	301	266	263
Mitte Sept	283	242	348	264	290	213	223	197	242	208	245	302	272	237
Anfang Okt	276	198	281	208	268	209	269	199	262	159	315	209	278	197
Mitte Okt	257	225	291	218	293	223	269	196	273	163	280	232	277	209
Ende Okt	244	198	273	175	235	197	235	176	221	144	249	203	243	182
Sortenmittel	272	228	302	238	279	222	243	199	246	170	262	249	267	218

Tabelle 21: Anzahl Körner pro Ähre

Sorte	Bussard		Capo		Naturastar		Ludwig		Wenga		Sandomir		Terminmittel	
	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06	05	06
Anfang Sept	24,7	17,0	25,3	17,1	36,9	23,1	31,8	22,9	33,9	19,7	21,7	20,0	29,1	19,9
Mitte Sept	31,5	18,1	27,2	14,8	38,5	21,8	35,0	25,7	31,2	17,8	21,6	18,9	30,8	19,5
Anfang Okt	34,7	12,7	30,4	11,3	40,0	14,5	36,0	17,1	33,4	14,3	25,6	13,2	33,3	13,8
Mitte Okt	36,3	12,7	34,4	11,6	40,7	15,8	39,6	16,0	36,8	14,0	31,5	12,5	36,5	13,8
Ende Okt	35,8	18,2	31,3	14,3	41,1	16,7	38,9	17,4	36,8	11,7	29,0	14,8	35,5	15,5
Sortenmittel	32,6	15,7	29,7	13,8	39,4	18,4	36,3	19,8	34,4	15,5	25,9	15,9	33,1	16,5