

## Ertragsstabilität und Qualität von Weizensortenmischungen im Ökologischen Anbau

### Yield stability and baking quality of wheat cultivar mixtures in organic farming

M.R. Finckh<sup>1</sup>, A. Butz<sup>1</sup>, K. Lützkendorf<sup>1</sup>, E. Greiner<sup>1</sup>, G. Schulze-Schilddorf<sup>1</sup>

**Key words:** baking quality, yield stability, cultivar mixtures, regression analysis

**Schlüsselwörter:** Backqualität, Ertragsstabilität, Sortenmischungen, Regressionsanalyse

#### Abstract:

*Disease development, yield and baking quality were assessed on the winter wheat cultivars Arina and Capo and their 1:1 mixture in a total of 12 sites on-farm in 2002/2003. Due to a severe drought disease severities were very low and probably had little effect on the plants. The more drought tolerant variety Capo over-yielded in mixtures on average by 21% while Arina yielded in mixtures as expected. Protein and gluten contents and baking volume in pure stands of Arina were usually higher than for Capo. Both varieties changed their quality parameters in mixtures. However, the parameters of the mixtures were not equal to the mean of the pure stands indicating some unknown interactions. The quality parameters of each variety or mixture were compared to the mean of all treatments in a given site allowing for regression analysis across sites. Capo was least able to improve its quality in reaction to improved site potential (expressed as mean baking volume) (slope: 0.64) while the mixtures reacted strongest (slope: 1.47). This indicates that mixtures might be better able to profit from good growing conditions than pure stands.*

#### Einleitung und Zielsetzung:

Um eine hohe Backqualität zu erreichen, muss der Weizen optimal mit Nährstoffen versorgt werden. Dies bedeutet im ökologischen Landbau, dass das N-Angebot erhöht werden muss. Während dies einerseits Erträge und/oder Qualität steigern kann, erhöht es andererseits auch die Anfälligkeit des Bestandes, vor allem gegenüber obligaten Pathogenen wie Rost und Mehltau. Außerdem nimmt der Fusariumbefall bei erhöhtem N-Angebot deutlich zu. Fusariumbefall beeinflusst die Qualität durch die Produktion von Mykotoxinen sowie durch eine unmittelbare Verminderung der Backqualität.

Getreidemischungen sind in der Lage, effektiv den Befall mit Rost und Mehltau zu regulieren und können sich unter Umständen auch auf Fusariumbefall auswirken (VILICH-MELLER, 1992). Erste eigene Ergebnisse haben gezeigt, dass grundsätzlich die Produktion von Qualitätsweizen in Mischungen möglich ist und verschiedene Ökobetriebe produzieren Backweizen in Sortenmischungen allerdings meist für die eigene Verarbeitung. Die meisten Mühlen stehen dem Ankauf von Getreidesortenmischungen skeptisch gegenüber, da Unsicherheit über deren Qualität besteht.

Ziel der Untersuchungen war es, die Ertragsstabilität, den Krankheitsbefall und Backqualitätsparameter von Mischungen in Abhängigkeit von den Standortbedingungen im Vergleich zu Reinbeständen zu ermitteln.

---

<sup>1</sup> Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen. E-mail: mfinckh@wiz.uni-kassel.de

### Methoden:

Auf insgesamt zehn hessischen Praxisbetrieben (550-700 mm Niederschlag, 52-90 Bodenpunkte) wurden die Winterweizensorten Arina (unbegrannt) und Capo (begrannt) (beides E-Klasse) und ihre Mischung in Großparzellen von mindestens 50 m Länge und zwei Sämaschinenbreiten ohne echte Wiederholung angelegt. Jede Langparzelle wurde an vier Stellen auf Krankheiten und Entwicklung bonitiert und an acht Stellen beerntet. Zusätzlich wurden dieselben Behandlungen auf dem Versuchsbetrieb Neu-Eichenberg der Universität Kassel in vier Wiederholungen nach Vorfrucht Kartoffel und Vorfrucht Klee gras angelegt. Die Versuchsdurchführung richtete sich nach den betriebsüblichen Anbauverfahren der beteiligten Betriebe. Die Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung erfolgte auf allen Betrieben unmittelbar vor der Saat im Oktober 2002. Auf den meisten Standorten wurde als Grundbodenbearbeitung gepflügt. Das Jahr 2003 war extrem trocken (DWD, 2004).

Ertragskomponenten und Backqualitätsparameter wurden sowohl in den drei Behandlungen als auch für die Mischungskomponenten einzeln ermittelt. Es wurden Vollkornbacktests ohne Zusatz von Ascorbinsäure durchgeführt. Die Daten wurden über die Betriebe varianzanalytisch verrechnet.

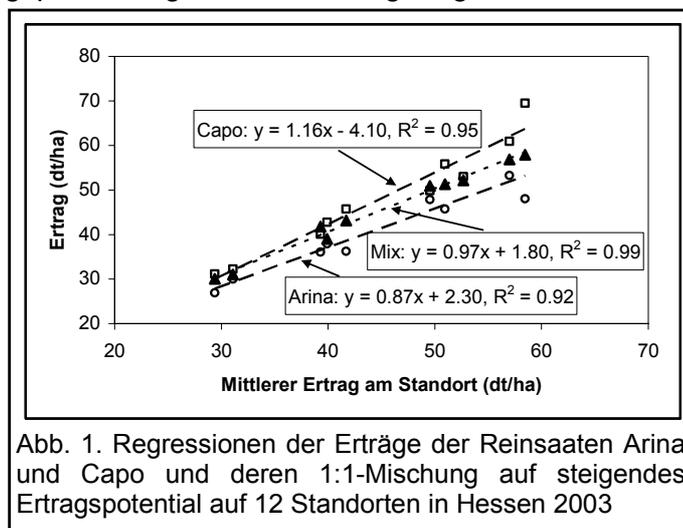
### Ergebnisse und Diskussion:

Späte Kahlfröste resultierten in durchschnittlich 26 % Auswinterungsschäden. Der Befall mit Blatt und Ährenkrankheiten übertraf in keinem Fall 15 %. Am meisten trugen vier Krankheiten: *Septoria nodorum*, *Septoria tritici*, *P. recondita* und *DTR* zum Befall bei. In neun von zehn Fällen war die nekrotisierte Blattfläche über die Zeit in den Mischungen geringer als im Durchschnitt der Reinbestände. Die Reduktion war in drei Fällen statistisch signifikant ( $P < 0.05$ , linearer Kontrast).

**Ertrag:** Die Analyse über die Betriebe ergab bei Arina einen mittleren Ertrag von 38,8 dt/ha, signifikant niedriger als der Ertrag von Capo (44 dt/ha) und der Mischung (42,4 dt/ha) ( $P < 0,01$ ). Die Mischung und Capo unterschieden sich nicht signifikant. Arina war auf elf der zwölf Standorte am ertragschwächsten. Der trockenresistentere Capo dagegen hatte auf acht Standorten den höchsten Ertrag. Die Mischung lag ertragsmäßig auf sieben Standorten zwischen den Reinsorten, auf drei Standorten übertraf sie sogar Capo.

**Ertragsstabilität:** Nach dem Regressionsmodell (FINCKH et al., 2000) ist der Ertrag einer Sorte stabil, wenn die Steigung der Regressionsgeraden bei einer Korrelation der Erträge mit dem Standortertragspotential gleich 1 ist. Je geringer die einzelnen Ertragswerte von der Regressionsgeraden abweichen, umso höher ist die Vorhersagbarkeit der Lage der Datenpunkte im Diagramm und umso sicherer ist die Vorhersagbarkeit der Erträge.

Der Ertrag der Mischung stieg parallel zum Ertragspotential der Standorte an (Abb. 1). Die Steigungen für Arina (0.87) und Capo (1.16) wichen jedoch signifikant ( $P < 0,05$ ) von 1 ab. Arina reagierte damit auf eine Erhöhung des Ertragspotentials



nicht so stark wie Capo. Umgekehrt sanken ihre Erträge relativ weniger stark ab, wenn sich das Ertragspotential verringerte. Die mittlere Abweichung (MSE) von der Regressionsgeraden war bei den Reinsaatena nahezu gleich (MSE 2,49 und 2,79) bei der Mischung jedoch viel geringer (1,34). Die Mischung der Sorten reagierte also sehr stabil und ohne große Schwankungen auf das steigende Ertragspotential und ist damit am ertragstabilsten einzu-  
stufen. Besonders im Bereich hoher Erträge kam es zu Instabilitäten im Ertrag der Reinsaatena

**Ertragskomponenten:**

Die auseinandersortierten Mischungskomponenten ermöglichten die Analyse des Einflusses des Mischbaus auf die Sorten Arina und Capo. Während Arina im Mischbestand dieselbe Anzahl Ähren/m<sup>2</sup> bildete, war das TKG gegenüber den Reinbeständen signifikant erhöht und die Körnerzahl pro Ähre reduziert. Im Gegensatz zu Arina reagierte Capo mit erhöhter Ährendichte und Kornzahl pro Ähre im Mischbestand, allerdings bei verringertem TKG. Der Ertrag von Arina war somit wie erwartet, während Capo in der Mischung mit 21 %iger Erhöhung des Ertrages zu profitieren schien (Tab. 1).

Tab.1 Körner/Ähre, TKG, Ähren/m<sup>2</sup> und Relativertrag der Sorten im Reinbestand und als Einzelkomponente aus der Mischung herausortiert (ArinaMix und CapoMix) (Mittel über die Betriebe)

Sorte	Ähren/m <sup>2</sup>	K/Ä	TKG	Relativertrag
Arina	505	32,7	38,7	1,00
ArinaMix	503	30,3*	39,7*	0,97 <sup>1</sup>
Capo	494	33,7	41,2	1,00
CapoMix	568*	34,6	40,6	1,21*

\* signifikanter Unterschied zwischen dem Sortenwert im Misch- u. Reinbestand P=0,05

<sup>1</sup> Ertrag (errechnet aus der Ährendichte, K/Ä, TKG) der Sorte im Mischbestand relativ zum erwarteten Ertrag (errechnet aus der Ährendichte, K/Ä, TKG) der Sorte im Reinbestand

**Qualitätseigenschaften:**

Trockenheitsbedingt waren die Qualitätseigenschaften im Jahr 2003 nicht sehr gut mit Feuchtklebergehalten meist deutlich unter 30 %. Arina übertraf Capo im Backvolumen, Feuchtkleber- und Rohproteingehalt (Tab.2). Die Mischung wich nicht signifikant vom Mittel der Reinbestände ab.

Trotz erheblicher Standorteffekte wurde durch den gemischten Anbau das Verhalten der Sorten in einigen Parametern signifikant verändert. So erzielte Arina im Mittel 0,4 % höhere Proteingehalte und 1,1 % höhere Feuchtklebergehalte mit reduzierter Fallzahl (Tab.2). Bei Capo wurde nur die Fallzahl durch den Anbau in Mischung signifikant reduziert.

Tab.2 Backqualitätsparameter der Sorten Arina und Capo in Reinbestand und in Mischung und als Einzelkomponenten aus der Mischung herausortiert (ArinaMix und CapoMix) über 12 Standorte gemittelt.

Sorte	Backvolumen(ml)	% Rohprotein	% Feuchtkleber	Fallzahl (s)
Arina	264 A <sup>3</sup>	12,9 A	29,8 A	390 A
Capo	237 B	12,2 B	25,3 C	406 A
Mix	244 B	12,5 AB	27,4 B	399 A
ArinaMix	255	13,3 **	30,9	366 **
CapoMix	238	12,1	25,5	382 *
LSD <sup>2</sup>	12,8	0,35	1,64	16,9

<sup>1</sup>Mittlere quadratische Abweichung

<sup>2</sup>Kleinste signifikante Differenz

<sup>3</sup>Zahlen, die vom gleichen Buchstaben gefolgt sind, unterscheiden sich nicht signifikant (LSD)

\*,\*\* : Sorten wichen in Mischung signifikant vom Reinbestand ab, P<0.05 bzw P<0.01 (linearer Kontrast)

Auffällig ist, dass die Analyse der Mischung jedoch nicht den Mittelwert der beiden aussortierten Reinsorten ergab, obwohl mitunter sowohl der Feuchtklebergehalt als auch der Proteingehalt der beiden Sorten in der Mischung erhöht war, wenn sie allei-

ne getestet wurden. Auch im Backvolumen der Mischung wurde diese Veränderung nicht reflektiert.

Es bestand grundsätzlich kaum ein Zusammenhang zwischen Backvolumen, und Fallzahl oder Sedimentationswert. Es konnten jedoch 45 % der Variation des Backvolumens von Arina durch den Rohprotein oder den Feuchtklebergehalt erklärt werden, wohingegen keinerlei Zusammenhang zwischen diesen Parametern für die Sorte Capo bestand.

### Stabilität der Qualitätseigenschaften:

Wie bei der Ertragsstabilität wurde das Verhalten der Sorten und der Mischung hinsichtlich ihres Backvolumens im Verhältnis zum Durchschnittsbackvolumen der Standorte geprüft (Abb.2, Tab.3).

Die Mischung reagierte deutlich positiver mit einer Steigung von 1,47 auf eine Veränderung des Standortpotentials als die beiden Reinbestände (Tab.3). Das heißt, ein gutes Standortpotential wurde durch die Mischung effektiver genutzt als durch die Reinbestände. Allerdings schnitt die Mischung bei schlechten Bedingungen nicht unbedingt gut ab. Kein Unterschied konnte in der Schwankung (mittlere quadratische Abweichung) zwischen den Behandlungen gefunden werden. Dies bedeutet, dass die Mischungen nicht weniger vorhersagbar reagierten als die Reinbestände.

### Schlussfolgerungen:

Die Ertragsstabilität der Mischung war deutlich höher als in den Reinbeständen. Während die Qualitätsparameter in Mischungen nicht aus den Reinbeständen vorhergesagt werden können, reagierten die Mischungen insgesamt stärker auf verbesserte Standortbedingungen. Da für die Qualitätsweizenerzeugung die Standortbedingungen möglichst optimal gestaltet werden, könnte es deshalb sein, dass Mischungen hier deutliche Vorteile bringen. Dies sollte auf entsprechenden Standorten getestet werden.

### Literatur:

DWD (2004) Klimakarten 2003 Deutscher Wetterdienst [http://www.dwd.de/de/FundE/Klima/KLIS/prod/monitoring/abfrage\\_klimakarten.htm](http://www.dwd.de/de/FundE/Klima/KLIS/prod/monitoring/abfrage_klimakarten.htm) Stand: 16-9-2004

Finckh MR, Gacek ES, Goyeau H, Lannou C, Merz U, Mundt CC, Munk L, Nadziak J, Newton AC, de Vallavieille-Pope C, Wolfe MS (2000) Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. *Agronomie* 20:813-837.

Vilich-Meller V (1992) *Pseudocercospora herpotrichoides*, *Fusarium* spp. and *Rhizoctonia cerealis* stem rot in pure stands and interspecific mixtures of cereals. *Crop Prot.* 11:45-50.

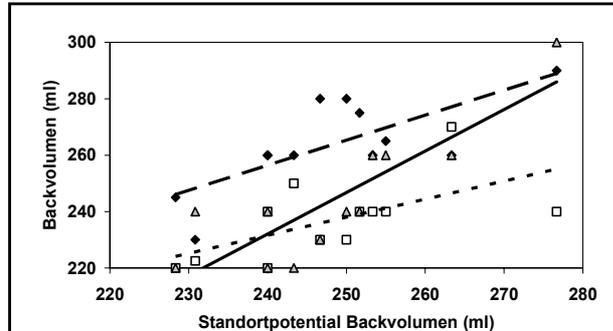


Abb. 2. Backvolumen der Reinbestände Arina (schwarz) und Capo (weiß) und ihrer Mischung (grau) in Reaktion auf das Standortpotential (mittleres Backvolumen am Standort) siehe Tab.3 für Regressionskoeffizienten

Tab.3. Regressionsparameter für die Beziehung des Backvolumens der Reinsorten Arina und Capo und deren Mischung mit dem Standortpotential über 12 Standorte.

Sorte	MSE <sup>1</sup>	m <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	
Arina	134	0.88	0.53	**
Capo	138	0.64	0.37	*
Mischung	159	1.47	0.72	**

<sup>1</sup>MSE= Mittlere quadrat. Abweichung, m=Steigung

\*, \*\*: Die Regressionen waren signifikant mit P<0.05, bzw. P<0.01