

Züchtungspraxis - die Suche nach Korrelationsbrechern

Breeding practice - the search for outliers of correlation

Franziska Löschenberger^{1*}

Abstract

Correlation analysis can be useful in several ways for practical breeding: scatter plots of important traits like grain yield and protein content in wheat can serve for finding appropriate parental lines for crossing; lines that are situated at the border zones of correlation fields can be regarded as 'outliers', the reason for their position is worth to be further analyzed. Regression residuals can be utilized for that purpose. Regression residuals of national list scores are a simple means of identifying outstanding germplasm. In the Austrian Descriptive National Variety List, scores for yield and protein content are negatively correlated ($R^2=0.42$), the correlation for yield and baking volume is weaker ($R^2=0.23$). Baking volume and protein content have a pronounced positive relationship ($R^2=0.62$). Varieties with the highest positive regression residual of protein content on baking value are often cultivated in organic farming in Austria. Protein yield per ha is one of the most important breeding goals in Austria. Apart from this criterion, regression residuals can be used in breeding trial series to find outstanding germplasm. In breeding experiments of Saatzucht Donau grain yield, protein content and protein yield were compared for closely located conventional and organic sites in the Pannonian growing region. In 10 out of 14 cases, grain yield and also protein yield per ha was higher on the organic than on the conventional field, but protein content was higher on the conventional site in 9 out of 14 cases. Quality discussion should not be restricted to the importance of protein content and baking volume. In the Austrian National List, wheat quality is well described by scores for 19 quality parameters.

Keywords

Breeding, correlation, organic farming, quality, *Triticum aestivum*, wheat, yield

Einleitung

Prof. Hermann Hänsel ist vor fünf Jahren, am 28. Dezember 2005, 87jährig von uns gegangen. Die Züchtung in Probstdorf stand bis dahin mit ihm in Kontakt, seine Ideen fließen immer noch ein, werden weitergeführt und dienen hier als Ausgangspunkt meiner Darstellungen. Korrelationen und Regressionen wurden gemeinsam oftmals thematisiert, sie sind sehr einfach zu berechnen und vielfältig einsetzbar. Hänsel hat gerne Berechnungen anhand von Wertprüfungs-

daten angestellt (HÄNSEL und FLECK 1990; HÄNSEL und FISCHER 1992) oder die Ausprägungsstufen (APS) aus der Österreichischen Beschreibenden Sortenliste analysiert.

Methodik

Streudiagramm von Ausprägungsstufen (APS) der Beschreibenden Sortenliste für die Kreuzungsplanung

Kreuzungsplanung ist der Wichtigkeit nach eine Hauptarbeit in der Züchtung. Eine wesentliche Grundlage dafür bilden Einstufungen aus der Beschreibenden Sortenliste. Die APS von zwei Elternsorten können als XY-Diagramm aufgetragen werden. Es wird optisch ersichtlich, auf welche Merkmale das Augenmerk bei der Selektion gerichtet werden muss. Die an den Korrelationsrändern gelegenen Merkmale verdienen besondere Beachtung, wie in *Abbildung 1* anhand der Kreuzung Altos x Astaro ersichtlich ist. Betreffend Backvolumen, Sedimentationswert und Energie im Extensogramm sind beide Sorten mit Note 2 ident eingestuft, auch Reife und Ertrag sind mit Note 5 jeweils ident. Altos ist schwächer in der Braunrostresistenz, in der Mehlausbeute, im Protein- und Klebergehalt sowie in der Dehnlänge im Extensogramm. In allen diesen Merkmalen zeigt Astaro Stärken, er ist hingegen bei Auswinterung, Neigung zu Auswuchs und großer Wuchshöhe deutlich ungünstiger eingestuft. In diesen Merkmalen kann Altos den Ausgleich bringen. Mehrere Linien aus dieser Kreuzung sind in Wertprüfung, es wird soeben mehrjährig überprüft, ob eine optimale Kombination zum Ausgleich sämtlicher Schwächen beider Sorten - womöglich mit gleichzeitiger Steigerung des Ertrages - gelungen ist.

Anwendungen der Regressions-Residuen-Methode (RRM)

In seiner in Gumpenstein vorgetragenen Arbeit hat HÄNSEL (1976) die Randzonen intervartietaler Korrelationsfelder zwischen Teil- und Komplexeigenschaften interpretiert. Später wurde dieser Ansatz zur Regressions-Residuen-Methode weiterentwickelt, welche beispielsweise zur Schätzung des Ertragspotentials bereinigt vom Einfluss des Krankheitsbefalles dienen kann (HÄNSEL 2001). HÄNSEL und HUSS (2007) berechneten damit *Ramularia*-Boniturwerte aus dem Zusammenhang mit der Zeitigkeit des Ährenschiebens. Voraussetzungen für die Anwendung der RRM sind eine signifikante intervartietale Regression, der Nachweis des

¹ Saatzucht Donau GmbH&CoKG, Saatzuchtstraße 11, A-2301 PROBSTDORF

* Ansprechpartner: Franziska LÖSCHENBERGER, franziska.loeschenberger@saatzucht-donau.at

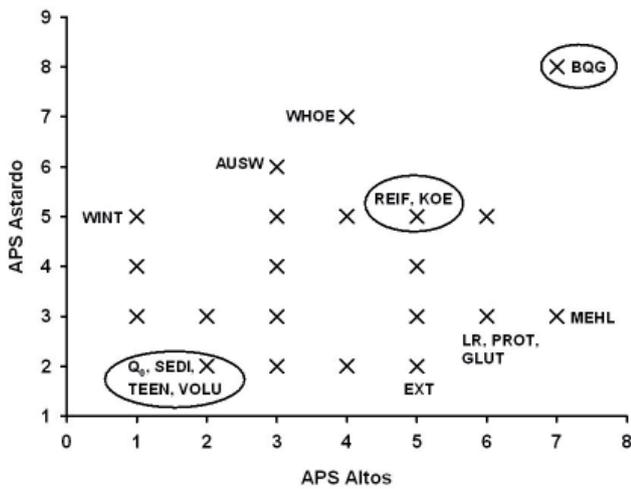


Abbildung 1: Kreuzungsplanung mit Ausprägungsstufen der Beschreibenden Sortenliste am Beispiel Altos x Astaro (AUSW, Auswuchs; BQG, Backqualitätsgruppe; EXT, Teigdehnlänge Extensograph, GLUT, Feuchtklebergehalt; KOE, Kornertrag; LR, Braunrost; MEHL, Mehlausbeute; PROT, Proteingehalt; Q₀, Quellzahl; REIF, Gelbreife; SEDI, Sedimentationswert; TEEN, Teigenergie Extensograph; VOLU, Backvolumen; WHOE, Wuchshöhe; WINT, Auswinterung)

Figure 1: Planning of crosses using a scatter plot of trait scores from the Austrian National Descriptive Variety List for two parental varieties, e.g. Altos x Astaro (AUSW, pre-harvest sprouting; BQG, baking quality; EXT, dough extensibility extensograph, GLUT, wet gluten content; KOE, grain yield; LR, leaf rust; MEHL, flour yield; PROT, protein content; Q₀, gluten swelling number; REIF, yellow ripening; SEDI, sedimentation value; TEEN, dough energy extensograph; VOLU, baking volume; WHOE, plant height; WINT, winter hardiness)

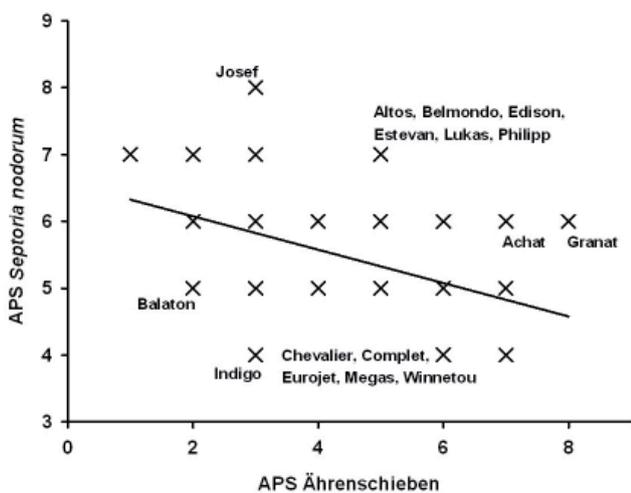


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Ährenschieben und Septoria nodorum APS entsprechend der Österr. Beschreibenden Sortenliste (r = -0,44**, n = 72)

Figure 2: Relationship between heading date and Septoria nodorum score according to the Austrian National Descriptive Variety List (r = 0.44**, n = 72)

grundsätzlichen Vorhandenseins dieses Zusammenhanges auch innerhalb der Sorten, sowie ein kausaler Einfluss.

Die RRM wurde hier in simplifizierender Weise mit den APS der österreichischen Sortenliste für den Befall mit *Septoria nodorum* in Abhängigkeit vom Ährenschieben angewandt. Mit $r = -0,44^{**}$ ist die Regression signifikant, wenn auch nicht sehr stark ausgeprägt. Je später die Sorten, umso weniger wurden sie mit *S. nodorum* befallen (Abbildung 2). Ein intervarietaler und kausaler Zusammenhang dieser beiden Merkmale ist darin begründet, dass *S. nodorum* in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium zunimmt, die Bonituren jedoch für alle Sorten zugleich zu definierten Zeitpunkten erfolgen. Die Sorten Balaton und Indigo werden trotz frühen Ährenschiebens relativ weniger mit *S. nodorum* befallen, während die Bonitur von Josef deutlich über der Regressionsgeraden liegt. Werden die österreichischen Qualitätsweizen alleine betrachtet, so konnte keine intervarietale Korrelation zwischen Ährenschieben und Anfälligkeit für *S. nodorum* beobachtet werden ($n = 37, r = 0,13$ n.s.). Der Zusammenhang zwischen Ährenschieben und Septoriabefall ist wesentlich vom genetischen Hintergrund der Sorten beeinflusst und der Großteil der österreichischen Qualitätsweizen weist einen hohen Verwandtschaftsgrad auf. Für alle Sorten, welche für das Merkmal Ertrag im Trockengebiet eine Einstufung besitzen, wurde diese Ertragsnote (APS) zum Mittel aus den Noten (APS) für Lagerneigung, Mehltau-, Braunrost-, *Septoria nodorum* und Ährenfusariosebefall in Beziehung gesetzt (Abbildung 3). Auch hier sind die gesunden Schwestersorten Antonius, Pireneo und Astaro im gleichen Bereich des Korrelationsfeldes angesiedelt. Die Sorten Lukullus, Toras, Fulvio, Fidelius und Midas bilden das Segment mit dem höchstem Ertrag und gleichzeitig guten Resistenzeinstufungen in den genannten Merkmalen. Ähnliche grafische Darstellungen werden jährlich von Oberforster in der Österreichischen Beschreibenden Sortenliste publiziert (AGES 2010).

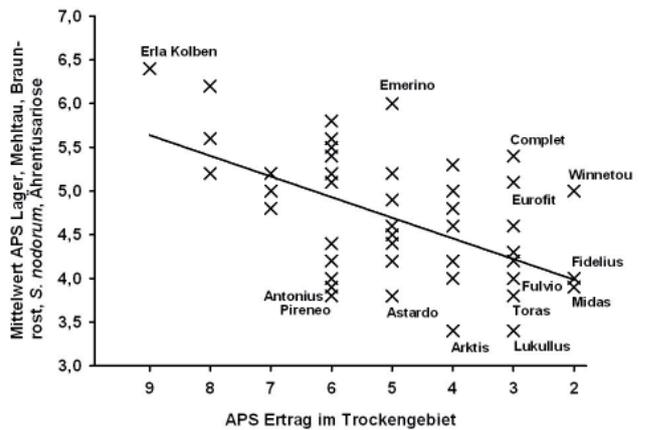


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Kornertrag im Trockengebiet (1= hoch) und der mittleren Anfälligkeit gegenüber Lagerung, Mehltau, Braunrost, Septoria nodorum und Ährenfusariose (1= niedrig) (r = -0,56***; n = 56)

Figure 3: Relationship between grain yield in Austrian dry areas (1= high yield) and mean score of susceptibility to lodging, powdery mildew, leaf rust, *Septoria nodorum* and Fusarium head blight (1= resistant) according to the Austrian National Descriptive Variety List (r = -0.56***; n = 56)

Ertrag - Proteingehalt - Backvolumen

Eine negative Beziehung zwischen Ertrag und Proteingehalt gilt als allgemein bekannt, hier soll zusätzlich das Backvolumen betrachtet werden. *Abbildung 4* stellt die Beziehung zwischen Kornertrag und Proteingehalt in den APS der Österreichischen Sortenliste dar. Dabei fällt auf, dass nun eine Reihe von Sorten vorliegen, welche bei einer APS 6 wie Capo einen deutlich höheren Proteingehalt zeigen, besonders hervorzuheben ist hier Arnold, die einzige Sorte mit der APS 1 im Proteingehalt. Wie Arnold sind auch Saturnus und Pireneo neben Capo im europäischen Ausland als Bioweizen im Anbau. Weiter rechts am Korrelationsrand befinden sich die Sorten Energo, Lukullus, Fulvio, Vulcanus und Midas. Sie alle weisen trotz hoher Ertragsfähigkeit mit Noten drei oder zwei einen über der Regressionsgeraden liegenden Proteingehalt auf. In absteigender Reihenfolge haben Energo, Arnold, Lukullus, Fulvio, Vulcanus, Pireneo und Saturnus gefolgt von Midas die größten Residuen während Capo nahe der Regressionsgeraden liegt (Daten nicht gezeigt). Die Sorten Jenga, Papageno, Manhattan und Balaton zeigten die größten negativen Abweichungen im Proteingehalt, allesamt Sorten, welche als Ethanolweizen diskutiert werden.

Während die Einstufungen für Kornertrag im Trockengebiet und Proteingehalt mit $r = -0,64^{***}$ deutlich negativ korreliert sind, ist diese Beziehung im Fall des Backvolumens mit $r = -0,48^{***}$ etwas weniger klar ausgeprägt. Die Sorten mit den größten Residuen des Backvolumens gegenüber der Regressionsgerade zum Kornertrag waren absteigend sortiert die Sorten Eurojet, Impulsiv, Altos, Energo, Fulvio, Lukullus, Vulcanus, Astaro, Element und Midas. Die Sorte Capo liegt exakt auf der Regressionsgeraden (nicht beschriftet).

Abbildung 5 zeigt, dass der Züchtung sowohl die Verbesserung des Ertrages bei Halten der Backqualität, als auch eine Erhöhung des Backvolumens bei gleichbleibend ho-

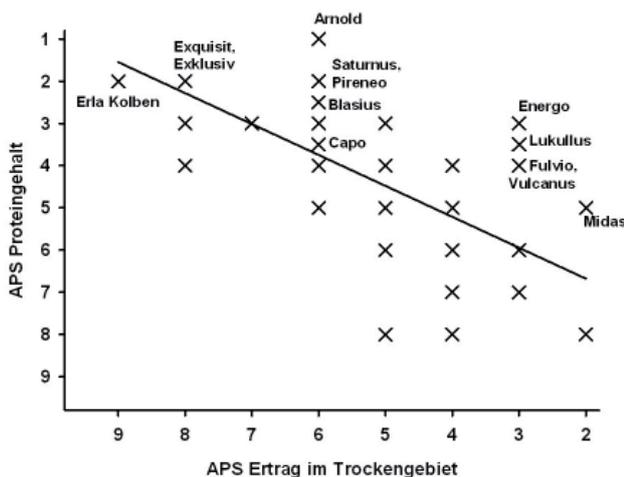


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen Kornertrag im Trockengebiet (1= hoch) und Proteingehalt (1= hoch) ($R^2 = 0,42$; $n = 56$)

*Figure 4: Relationship between grain yield in Austrian dry areas (1= high yield) and protein content (1= high) according to the Austrian National Descriptive Variety List scores ($r = -0,64^{***}$; $n = 56$)*

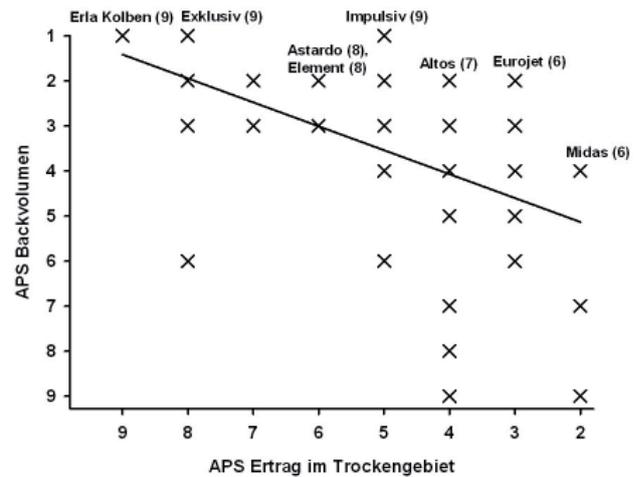


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Kornertrag im Trockengebiet (1= hoch) und Backvolumen (1= hoch) ($R^2 = 0,23$; $n = 56$)

*Figure 5: Relationship between grain yield in Austrian dry areas (1= high yield) and baking volume (1= high) according to the Austrian National Descriptive Variety List ($r = -0,48^{***}$; $n = 56$)*

hem Ertrag gelungen ist. Als die Sorte Capo im Jahr 1989 zugelassen wurde, war Capo unter den Qualitätsweizen ein alleine am Korrelationsrand liegender Ausreißer oder Korrelationsbrecher. Dies wird in der ÖSL (AGES 2010) in einer Grafik zum Zuchtfortschritt im Kornertrag nach Zulassungsjahren eindrucksvoll dargestellt. Erst beinahe zehn Jahre später kam mit Ludwig wiederum eine Ausnahmesorte. Zwanzig Jahre nach Capo sind mit den Sorten Fulvio, Vulcanus und Lukullus neue Korrelationsbrecher als Qualitätsweizen in die Sortenliste aufgenommen worden.

Unter den österreichischen Sorten mit einer Ertragseinstufung im Trockengebiet herrscht mit $r = 0,79^{***}$ eine starke Beziehung zwischen Backvolumen und Proteingehalt. Auch für diesen Zusammenhang erscheint es lohnenswert, die Ausreißersorten näher zu betrachten (*Abbildung 6*). Wiederum liegt eine Reihe von Sorten im Proteingehalt weit oberhalb der Regressionsgeraden, dies sind Sorten mit besonderem Potential im Biolandbau, die Proteingehalte sind häufig der limitierende Faktor für den Erfolg des Bioweizenanbaus. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass Weizen aus biologischem Anbau bei gleichem Proteingehalt oftmals ein höheres Backvolumen aufweist als Weizen aus konventionellem Anbau (eigene Untersuchungen, Daten nicht gezeigt). LU et al. (2005) fanden eine deutlich unterschiedliche Genexpression zwischen organischem und anorganisch gedüngtem Weizen. Aus der Art und auch aus der zeitlichen Dynamik der N-Versorgung resultiert ein Einfluss auf die Proteinqualität.

Die Sorte Midas liegt in *Abbildung 6* in der Mitte und nahe an der Regressionsgeraden. Wenn diese Sorte nun durch die richtige Stellung in der Fruchtfolge und durch Düngung im Proteingehalt erhöht wird, so kann auch eine deutliche Steigerung des Backvolumens erwartet werden, womit er den Qualitätsweizen Fulvio und Vulcanus in der Qualität ebenbürtig wird, welche etwas weiter oben auf der Regressionsgeraden zu finden sind. Im Hinblick auf eine

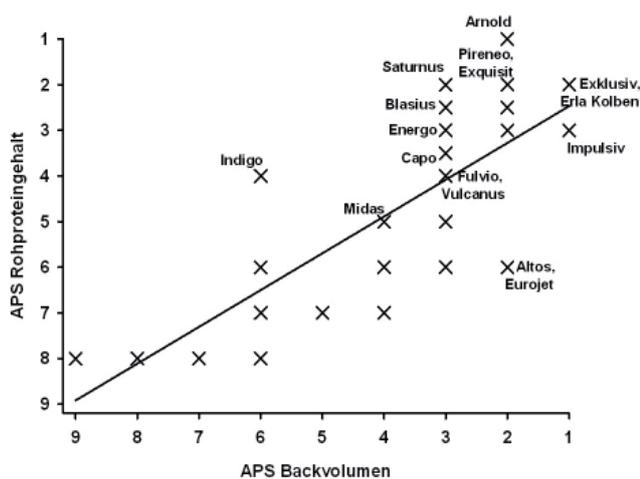


Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Rohproteingehalt (1= hoch) und Backvolumen (1= hoch) ($R^2 = 0,62$; $n = 56$)

Figure 6: Relationship between baking volume and protein content (1= high) in Austrian dry areas according to the Austrian National Descriptive Variety List ($r = 0,79^{***}$; $n = 56$)

weitere Ertragserhöhung kommen außer auf die Züchtung auch auf den Pflanzenbau große Herausforderungen zu. Gerade im Bereich von Fruchtfolge und Bodenverbesserung, zum Beispiel im Hinblick auf das Wasserhaltevermögen

Tabelle 1: Ertrag (dt ha^{-1}), Proteingehalt (% TS) und Proteinерtrag (dt ha^{-1}) von drei ausgewählten Sorten an den Standorten Weikendorf (WEI, konventionell) und Dörfles (DOE, biologisch)

Table 1: Grain yield (dt ha^{-1}), protein content (% dm) and protein yield (dt ha^{-1}) of three check varieties on the nearby locations Weikendorf (WEI, conventional) and Dörfles (DOE, organic)

Jahr	Sorte	Ertrag		Proteingehalt		Proteinерtrag	
		WEI	DOE	WEI	DOE	WEI	DOE
2010	Astardo	65,3	56,1	13,3	12,6	8,68	7,07
	Midas	73,0	63,7	12,4	11,6	9,05	7,39
	Bitop	58,8	54,5	14,8	13,2	8,70	7,19
2009	Astardo	64,3	72,2	15,3	15,6	9,84	11,26
	Midas	72,7	81,0	14,8	14,1	10,76	11,42
	Bitop	64,7	76,9	15,3	14,4	9,90	11,07
2008	Astardo	64,4	71,6	12,6	13,9	8,11	9,95
	Midas	70,4	76,9	11,9	12,9	8,38	9,92
	Bitop	65,2	71,6	14,9	14,2	9,71	10,17
2007	Astardo	50,0	59,7	14,4	15,0	7,20	8,96
	Midas	46,8	60,5	12,3	13,2	5,76	7,99
	Bitop	41,3	55,4	15,9	14,0	6,57	7,76
2006	Astardo	58,8	55,6	16,7	15,1	9,82	8,40
	Bitop	52,8	58,1	16,0	15,1	8,45	8,77
Mittelwert		60,6	65,3	14,3	13,9	8,6	9,1
Standardabweichung		9,7	9,4	1,6	1,1	1,4	1,5

Tabelle 2: Korrelationsanalyse zwischen Merkmalen in einem Bioversuch (Dörfles 2007, $n = 18$) welcher deutlich im Proteingehalt differenzierte

Table 2: Correlation analysis in an organic trial (Dörfles 2007, $n = 18$) showing a good differentiation in protein content

	Ertrag	Proteingehalt	Sedimentationswert	Proteinерtrag	Residuen Proteinерtrag
Proteingehalt	-0,70***				
Sedimentationswert	-0,55*	0,57*			
Proteinерtrag	n.s.	0,39	n.s.		
Residuen Proteinерtrag	n.s.	0,75***	n.s.	0,90***	
Non-Proteinерtrag	0,99***	-0,77***	-0,57*	n.s.	n.s.

und damit auf Ertragsstabilität, kann der Biolandbau als Vorreiter dienen.

Vergleiche Bio vs. konventionell

In Experimenten der Saatzucht Donau wurden Kornertrag, Proteingehalt und Proteinерtrag für 3 Standardsorten von 2006-2010 für die nahe gelegenen Standorte Weikendorf (konventionell) und Dörfles (Bio) im Trockengebiet Ostösterreichs verglichen (Tabelle 1). In 10 von 14 Vergleichen waren der Kornertrag und auch der Proteinерtrag auf der biologisch bewirtschafteten Versuchsfläche höher als auf der konventionellen, der Proteingehalt jedoch war am konventionellen Standort in neun von 14 Fällen höher.

In Tabelle 2 werden Korrelationen zwischen Ertrag und Qualitätsparametern in einem Bioversuch aus Dörfles 2007 gezeigt, welcher besonders gut im Proteingehalt differenzierte. Eine bessere Differenzierung von Qualität unter Bio-Bedingungen wurde mehrfach beobachtet (LÖSCHENBERGER 2009) und wird für die Züchtung genutzt. Der Ertrag könnte zwecks genauere Analyse in den Proteinерtrag und in den Non-Proteinерtrag unterteilt werden (Hänsel, pers. Mitt.), was in unserem Beispiel jedoch keine zusätzliche Aussage bringt, da dieser hier maßgeblich mit dem Kornertrag einhergeht. Interessant ist die Korrelation von $r=0,90^{***}$ zwischen den Residuen der Korrelation von Protein und Ertrag und dem errechneten Proteinерtrag, welcher sich aus der einfachen Multiplikation von Ertrag und

Proteingehalt ergibt und damit noch einfacher zu ermitteln ist als die Residuen der Regression. Für die züchterische Praxis genügt es, zur Selektion den Proteinertrag zu rechnen. Mithilfe einer grafischen Darstellung und mit der Ermittlung von Residuen können herausragende Genotypen sicher angesprochen werden.

In *Abbildung 7* sind die Residuen für den Versuch von *Tabelle 2* dargestellt. Hier wie auch in den oben angeführten Analysen aufgrund der APS haben Midas und auch Capo geringe Residuen, sie liegen nahe der Regressionsgerade. Astaro und Arnold sowie ein Zuchstamm zeigen ihre herausragende Position hinsichtlich hoher Proteingehalt und guter Ertrag. Balaton hingegen zeigt einen deutlich unter der Regressionsgeraden liegenden Proteingehalt, die spätreife Sorte Achat war an den ostösterreichischen Standort nicht optimal angepasst und dürfte daher nicht genügend Zeit für die finale Proteineinlagerung gehabt haben. Nach DUPONT und ALTENBACH (2003) beginnt die Kornfüllungsphase zuerst mit einer Proteineinlagerung, gefolgt von der Stärke. Die Stärkeeinlagerung endet jedoch früher vor der physiologischen Reife, während die Proteineinlagerung noch weitergeht.

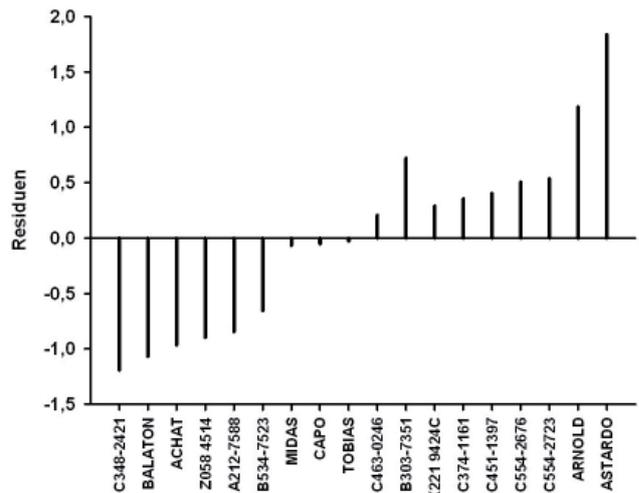
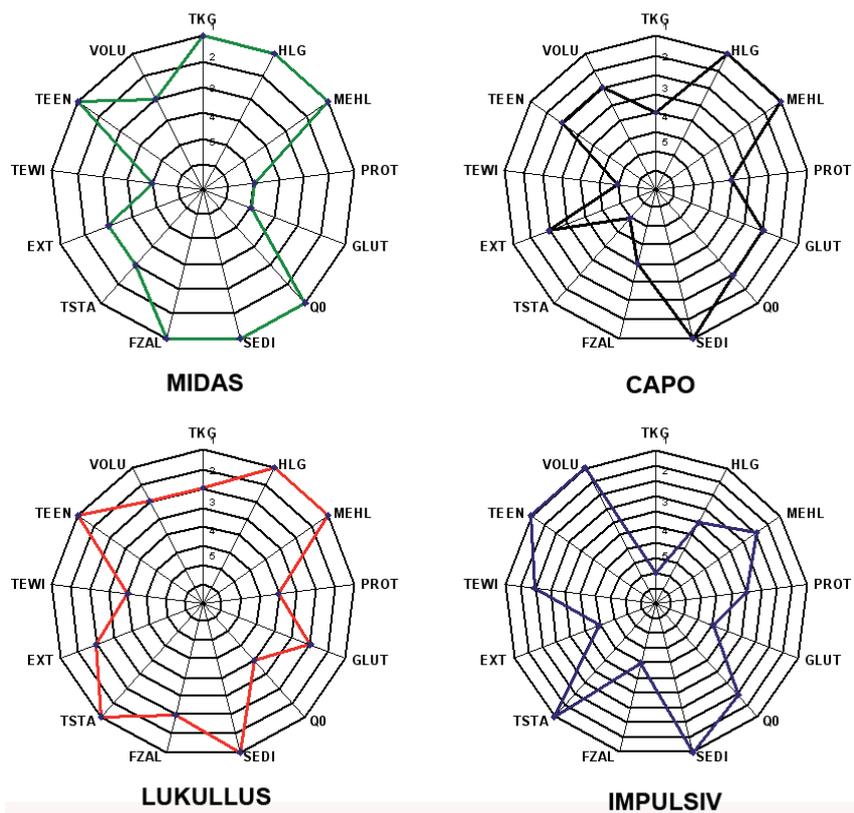


Abbildung 7: Residuen der Regression Kornertrag zu Proteingehalt, Dörfles 2007, Bioversuch

Figure 7: Residuals of the regression grain yield and protein content, Dörfles 2007, organic trial

Diskussion

In der österreichischen Sortenliste sind insgesamt 19 Qualitätsmerkmale mit Ausprägungsstufen bedacht. Das erlaubt eine gute Differenzierung der Qualitätseigenschaften im Hinblick auf vielfältige Marktansprüche. In *Abbildung 8* ist Midas mit seinen beiden Geschwistersorten Impulsiv und Lukullus, sowie mit der Standardsorte Capo hinsichtlich 13 Qualitätseinstufungen aus der Österreichischen Beschreibenden Sortenliste grafisch verglichen. Midas hat einen geringeren Rohprotein- und Klebergehalt sowie Sedimentationswert als Capo, ist diesem jedoch in der Teibstabilität und Fallzahl sogar überlegen. Teigenergie und Dehnwiderstand sind für beide Sorten gleich bewertet. In denselben teigrheologischen Eigenschaften wird ein Unterschied zwischen den Geschwistersorten Midas, Lukullus und Impulsiv mit den Backqualitätgruppen 6, 7 und 9 deutlich. Impulsiv ist eine Sorte der höchsten Qualitätsgruppe 9, welche im Kornertrag über Capo eingestuft wurde. In der Gegenüberstellung von Ertrag und Backvolumen (*Abbildung 5*) wurde Impulsiv als Korrelationsbrecher am Rand des Korrelationsfeldes geortet. Die Qualitätsdiskussion sollte nicht auf die Bedeutung von Proteingehalt und Backvolumen reduziert werden. Vielmehr ist der realisierbare Mehlertrag pro Hektar eine ebenso wichtige



*Abbildung 8: APS von 13 Qualitätsmerkmalen (FZAL, Fallzahl; HLG, Hektolitergewicht; TEWI, Teigwiderstand Extensograph; TKG, 1000 Korngewicht; TSTA, Teigstabilität Farinograph; weitere Abkürzungen siehe *Abbildung 1*) der Geschwistersorten Impulsiv (BGQ 9), Lukullus (7) und Midas (6), sowie von Capo (7) (Quelle: AGES 2010)*

*Figure 8: Star plot of 13 quality traits (FZAL, falling number; HLG, hectolitre weight; TEWI, dough resistance extensograph; TKG, 1000 grain mass; TSTA, dough stability farinograph; other abbreviations see *Figure 1*) for the sister varieties Impulsiv, Lukullus and Midas (quality group 9, 7 and 6, respectively), and Capo (quality group 7) (Data source: AGES 2010)*

Größe für die Wirtschaftlichkeit, in dieser Hinsicht sind Capo, Lukullus und Impulsiv mit der sehr guten Note 2 für Mehlausbente gleich bewertet.

Von den Verarbeitern werden besondere Spezifikationen hinsichtlich Farinogramm, Extensogramm und Alveogramm verlangt, auch in diesen Merkmalen gibt es erhebliche Sortenunterschiede. Der Rapid-Mix Test ist langjährig in die Backqualitätsbeurteilung eingeführt, doch zeigt dieser auch Schwächen hinsichtlich seiner Übertragbarkeit auf die praktische Bäckerei. Wie der Name sagt, wird der Teig in einem schnellen, mechanisch beanspruchenden Mix-Verfahren hergestellt, was im Widerspruch zu praxisüblichen Spiralknettern steht. Diese Aspekte sind methodisch kurzfristig nicht umfassend bearbeitbar. Der Rapid-Mix-Test erlaubt zwar einen langjährigen standardisierten Vergleich, welcher andererseits jedoch auf bestimmte Sortentypen zugeschnitten sein könnte. Eine Wechselwirkung zwischen Mehl- und damit Sorteneigenschaften und optimaler Teigführung ist jedem Bäcker bekannt. Daher ist die Bewertung und der Vergleich einer ganzen Reihe von Korn-, Mehl- und Teigeigenschaften zusätzlich zum Backvolumen unerlässlich für eine umfassende Qualitätsbewertung.

Die Diskussion zur Bedeutung des Proteingehaltes für Backweizen wird in Deutschland sehr kontroversiell geführt. SELING (2010) zeigte auf, dass sich im deutschen Sortiment die Steigung der Regressionsgeraden mit abnehmender Backfähigkeit verflacht. Elite- (E) und Brotweizen (A) zeigen die deutlichste Beziehung. Sorten mit hoher Backfähigkeit trotz niedrigen Proteingehaltes können ebenso als Korrelationsbrecher bezeichnet werden. Es sollte physiologisch leichter möglich sein, den Ertrag zu erhöhen, wenn auf Proteingehalt verzichtet wird (OBERFORSTER 2011). Backweizen mit niedrigem Proteingehalt könnten bei regionaler Vermarktung in Europa eine Bedeutung haben, unter dem Aspekt eines internationalen Marktes ist dieser Ansatz jedoch sehr kritisch zu hinterfragen. Ein Fünftel der Nahrungskalorien des Menschen wird durch Weizen bereitgestellt, welcher nach Reis an zweiter Stelle kommt. Weizen steht als Quelle von Protein für den Menschen sogar an erster Stelle (BRAUN et al. 2010). Daher muss dem Proteingehalt in der Weizenzüchtung auch langfristig ein hoher Stellenwert beigemessen werden.

Danksagung

Gerhard Hof aus Dörfles sei für die guten Bioversuche gedankt, welche seine langjährig exzellent biologisch bewirtschafteten Flächen ermöglichen.

Literatur

- AGES, 2010: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2010, Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2010.
- BRAUN HJ, ATLIN G, PAYNE T, 2010: Multilocation testing as a tool to identify plant response to global climate change. In: Reynolds CRP (Ed.), Climate change and crop production, pp. 115-138. CABI, London, UK.
- DUPONT FM, ALTENBACH SB, 2003: Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. J. Cereal Sci. 38, 133-146.
- HÄNSEL H, 1976: Zur Interpretation spezifischer Randzonen intervartialer Korrelationsfelder zwischen Teil- und Komplexeigenschaften. I. Zur Verwendung von Teileigenschaften in der Züchtung auf Komplexeigenschaften. Bericht 27. Arbeitstagung der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, 23.-25. Nov., pp. 169-182. BAL Gumpenstein, Irnding.
- HÄNSEL H, 2001: Yield potential of barley corrected for disease infection by regression residuals. Plant Breeding 120, 223-226.
- HÄNSEL H, FISCHER H, 1992: Ertragsdifferenzen zum Sortenmittel und bei paarweisen Sortenvergleichen, innerhalb und zwischen 1- bis 4-jährigen und im Vergleich zu 9-jährigen Wertprüfungsergebnissen von Winterweizen. Bericht 43. Arbeitstagung der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, 24.-26. Nov., pp. 21-28. BAL Gumpenstein, Irnding.
- HÄNSEL H, FLECK A, 1990: Reaktion verschiedener Winterweizen bezüglich Kornertrag, Proteingehalt und Proteintrag auf das Produktivitätsniveau in Versuchen ohne Fungizid- und CCC-Behandlung im Trockengebiet (Ein Beitrag zur Low-input Diskussion). Bericht 41. Arbeitstagung der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, 20.-22. Nov., pp. 145-154. BAL Gumpenstein, Irnding.
- HÄNSEL H, HUSS H, 2007: Ergänzende Untersuchungen zur Abhängigkeit der Symptome der Sprenkelkrankheit (*Ramularia leaf blight*) von der Entwicklung bei Wintergerste (*Hordeum vulgare* L.). Bericht 57. Tagung 2006 der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, pp. 83-86. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding.
- LÖSCHENBERGER F, 2009: Winterweizen für den Biolandbau - Vergleich der Effizienz von Selektionsparametern - inwieweit können konventionelle Versuche für die Bio-Selektion in frühen Generationen herangezogen werden. In: Hartl W, Schweiger P, Hofer M, Petrasek R, Diethart I (Hrsg.), Österreichisches Saatgut-/Sortenprojekt für den Biolandbau 2004-2009, pp. 172-219. Bio Forschung Austria, Wien.
- LU C, HAWKESFORD MJ, BARRACLOUGH PB, POULTON PR, WILSON ID, BARKER G, EDWARDS KJ, 2005: Markedly different gene expression in wheat grown with organic or inorganic fertilizer. Proc. Roy. Soc. B Biol. Sci. 272, 1901-1908.
- OBERFORSTER M, 2011: Inverse und nicht inverse Beziehungen von Kornertrag und Qualität im österreichischen Sortenspektrum von Weizen, Gerste und Roggen. Bericht über die 61. Tagung 2010 der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 9-17. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding.
- SELING S, 2010: Bedeutung des Proteingehaltes von Weizenmalerzeugnissen aus Sicht einer Bäckerei. Getreidetechnologie 2, 103-110.