

Wie sieht eine Weizensorte in 5-10 Jahren aus? Wie stellt sich die Pflanzenzüchtung auf kommende Veränderungen ein? How will a wheat variety look in 5 to 10 years? How will wheat breeding cope with future challenges?

Ebrahim Kazman^{1*} und Andre Innemann¹

Abstract

Wheat is a major food crop world-wide. In order to cope with the future increase in global population, increasing urbanization, changes in food habits and increasing demand due to increased consumption, wheat production must be drastically increased. Climatic changes and changes in cultivation practices due to tight rotations and limitation in the application of chemicals create additional challenges for the global wheat production. Since cultivation area and resources are limited only an increase in yield per unit area appears to be a practical solution. Wheat breeding has led to major progress in increasing yield world-wide and will remain a major driver in increasing yield per unit area. Developing a new wheat variety is a long-lasting and costly process which takes more than 10-13 years and requires an investment of at least 2-3 million Euros per variety. Certified seed exchange is the only way to finance such a 'micro-evolution', i.e. the development of a new high performing variety. The decreasing use of certified seed in Europe and the absence of a well-functioning seed and intellectual property law system in most of the member states are major threats to future investment in breeding which is necessary to handle the challenge from continuing changes and increasing world demands.

Keywords

Bread making quality, climate change, protein, royalty, seed exchange, *Triticum aestivum*, variety development

zu erwartenden Veränderungen kann man in drei Faktoren zusammenfassen.

Globale klimatische Veränderungen

Nach derzeitigem Erkenntnisstand werden sich die klimatischen Veränderungen vor allem in zunehmender Häufigkeit extremer Witterungssituationen zeigen. Für die Landwirtschaft und damit auch für die Züchtung sind dabei entscheidend:

- Zunahme der mittleren Jahrestemperatur (mildere Winter, wärmere Sommer: Verfrühung bzw. Verlängerung der Vegetationsperiode)
- Zunahme von Witterungsextremen (starke Temperaturstürze und Kahlfröste, Hitze, Starkniederschläge)
- Veränderungen der jährlichen Niederschlagsverteilung (Trockenheit in unterschiedlichen Entwicklungsstadien, verlängerte Trocken- bzw. Feuchtperioden)
- Veränderung des Auftretens von Weizenkrankheiten.

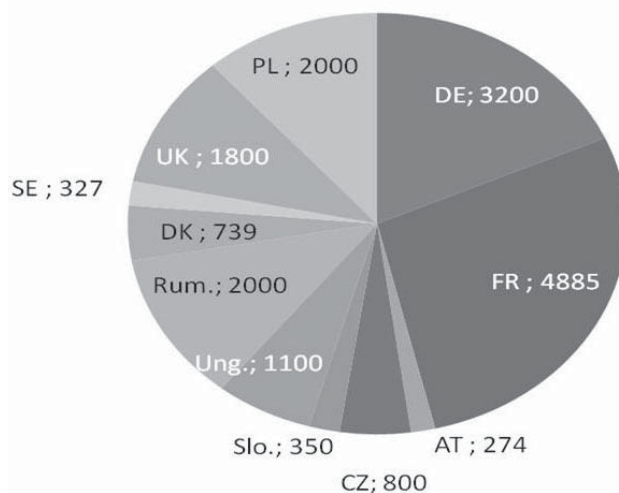


Abbildung 1: Winterweizen Anbaufläche Europa 2009 (in 1000 ha; Quelle: AMI, Coceral)

Figure 1: Winter wheat acreage in Europe 2009 (in 1000 ha; source: AMI, Coceral) (AT, Austria; CZ, Czech Republic; DE, Germany; DK, Denmark; FR, France; PL, Poland; Rum, Romania; SE, Sweden; Slo, Slovakia; UK, United Kingdom; Ung, Hungary)

Einleitung

Weltweit ist Weizen eine der bedeutendsten Kulturarten für die menschliche Ernährung. Die Bedeutung des Winterweizenanbaus in Europa wird in *Abbildung 1* verdeutlicht. Die flächenmäßig führenden Länder sind Frankreich, Deutschland, Polen, Großbritannien sowie Rumänien. In Deutschland liegt der Anteil von Winterweizen an der Getreideanbaufläche bei ca. 50%. Um die Weizenversorgung auch in Zukunft zu sichern, müssen die Auswirkungen globaler Entwicklungsprozesse rechtzeitig erkannt und ganz besonders von der Züchtung berücksichtigt werden. Diese

¹ Lantmännen SW Seed Hadmersleben GmbH, Kroppenstedter Straße 4, D-39398 HADMERSLEBEN

* Ansprechpartner: Dr. Ebrahim KAZMAN, ebrahim.kazman@swseed.com

Künftig werden Weizensorten gefordert, die auch unter verschiedenen Stresssituationen hohe und stabile Erträge realisieren. Zur Selektion der gewünschten unterschiedlichen Sortentypen wird das Winterweizen-Zuchtmaterial der Züchtungsunternehmen europaweit unter optimalen Stressbedingungen selektiert und geprüft. Daraus resultieren nach einem mehrstufigen Prüfungsverfahren Sortenkandidaten für unterschiedliche Anbaugebiete, z.B. für Hohertragsregionen oder für Gebiete mit geringerem Ertragsniveau. Bevorzugt werden solche Stämme weitergeführt, die sich unter unterschiedlichsten Prüfungsbedingungen als relativ ertragsstabil erweisen. Zur Sicherung stabiler Erträge bei längerer Vorsommertrockenheit wird die Züchtung von frühreifen Sorten intensiviert. Dabei werden auch verstärkt begrenzte Weizen einbezogen.

Markt- und Nachfrageentwicklungen

Neben den sich ändernden natürlichen Anbaubedingungen führen die sich vollziehenden gesellschaftlichen Entwicklungen zu teilweise neuen Marktanforderungen an die Züchtung und die Erzeugung des Weizens. Folgende Faktoren sind dabei zu erwähnen:

- Zunahme der Weltbevölkerung bedingt wachsenden Weizenbedarf für die menschliche Ernährung
- wachsender Wohlstand führt zu höherem Verbrauch (z.B. Fleischverzehr)
- Veränderung der Verzehrgeohnheiten
- vermehrter Anbau von „Energiepflanzen“.

Nach UNO-Schätzungen (World Population Prospects, <http://esa.un.org/unpp/>) wird sich die Weltbevölkerung von gegenwärtig ca. 6,7 Mrd. auf ca. 9,2 Mrd. Menschen im Jahr 2050 erhöhen. Die höchsten Zuwachsraten werden für Afrika (+1 Mrd. was einer Verdopplung der gegenwärtigen Bevölkerung entspricht) und Asien (+1,2 Mrd.) erwartet. Dieses Bevölkerungswachstum in Kombination mit zunehmendem Wohlstand, insbesondere in China und Indien (derzeit 33% der Weltbevölkerung) führt global zu einem steigenden Weizenbedarf. Es ist deshalb mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erwarten, dass zur Deckung des wachsenden Nahrungsmittelbedarfs der Weltweizenhandel deutlich zunehmen wird. Damit ergeben sich künftig auch für Deutschland gute Möglichkeiten weiter steigende Weizenmengen zu vermarkten. Es sind in der Zukunft auch Umstellungen der Verzehrgeohnheiten der Erdbevölkerung denkbar, die neue Anforderungen an die Weizenqualität stellen werden. Der zunehmende Bedarf an speziellen Broten, wie Fladenbrot/Flachbrot oder Nachfrage nach weißkörnigem Vollkornbrot sind als Beispiele zu nennen. Ein helles Vollkornbrot aus weißkörnigem (hard-white) Weizen weist gegenüber dem dunkleren Vollkornbrot Vorteile auf. Es enthält z.B. weniger Bitterstoffe und erfordert deshalb keinen Fett- oder Zuckerzusatz. Unter der Berücksichtigung des global stark steigenden Nahrungsbedarfs ist die Nutzung von Weizen als Rohstoff für die Energiegewinnung kritisch zu betrachten.

Veränderungen im Pflanzenbau

Im Bereich des Pflanzenbaus sind angesichts von Klima- und Marktveränderungen, zahlreiche Umstellungen zu erwarten.

Dazu zählen die frühe Aussaat, nicht-wendende Bodenbearbeitung, enger werdende Fruchtfolgen sowie zunehmende Mais-Weizen-Fruchtfolgen. Solche Umstände werden mit Sicherheit zu verstärkten biotischen sowie abiotischen Stress führen. Weitere Anpassungen werden durch EU-weite Anwendungsbeschränkungen von Agrochemikalien notwendig werden. Daraus ergeben sich zusätzliche Herausforderungen für die Züchtung.

Ertragssteigerung und Ertragsicherheit

Da die Weizenanbaufläche nur sehr begrenzt ausgedehnt werden kann, ist eine wachsende Weizenerzeugung fast ausschließlich durch steigende Flächenerträge zu realisieren. Wir gehen davon aus, dass sich die langfristige nachgewiesene Entwicklung der Weizenerträge (*Abbildung 2*) auch künftig fortsetzen wird. Berücksichtigt man, dass in den letzten Jahren der Anteil der Sorten mit A-Qualität stetig angewachsen ist, die ein dem B-Weizen vergleichbares Ertragsniveau erreicht haben, fällt der jährliche Zuchtfortschritt noch höher aus. Gegenwärtig ist noch nicht mit Sicherheit abzusehen, ob die langjährigen intensiven Züchtungsaktivitäten zum großflächigen Anbau von Hybridsorten führen werden. Bisher erreichten die zugelassenen Hybridsorten europaweit gegenüber den konventionell gezüchteten Weizensorten nicht die erforderlichen Mehrerträge und werden deshalb nur in einem begrenzten Umfang angebaut. Den konventionell züchtenden Unternehmen gelang es immer wieder, das Ertragspotential des Weizens zu steigern. Unter Hohertragsbedingungen wurden zur Ernte 2009 in Schleswig-Holstein beispielsweise schon 14 t ha^{-1} in amtlichen Sortenprüfungen erreicht. Ein Ende der Ertragssteigerungen ist gegenwärtig noch nicht abzusehen. Die Leistungsfähigkeit der moderneren Sorten zeigt, dass sich der Züchtungsfortschritt nicht nur im Kornertrag dokumentiert, sondern auch in der Resistenz, den agronomischen Eigenschaften und seit den 1970er Jahren auch in den Backeigenschaften. Für einen weiteren züchterischen Fortschritt im Ertrag sind die Intensität der Resistenzzüchtung sowie die Kombinationsmöglichkeiten von Ertrag und Qualität unter Berücksichtigung des Rohproteingehaltes von großer Bedeutung.

Wie viele Resistenzen sind nötig?

Durch die schon erwähnten Klimaveränderungen wird der Druck von bestimmten feuchtigkeitsliebenden Krankheiten (z.B. Septoria) abnehmen. Dafür werden verschiedene Rostkrankheiten (einschließlich Schwarzrost) mit höheren Temperatur- bzw. geringeren Feuchtigkeitsansprüchen sowie Viruskrankheiten, die durch mildere Winter begünstigt werden, zunehmen. Darauf haben sich die Weizenzüchter bereits jetzt eingestellt. Bezüglich der toxinbildenden Fusariosen werden die züchterischen Aktivitäten nach wie vor mit großer Intensität weiter geführt. Ziel ist es eine stabile allgemeine Toleranz gegenüber den wichtigsten Krankheitserregern zu erreichen. Bezüglich der weiteren Ertragssteigerung muss festgestellt werden, dass mit Ausnahme der Fusariosen alle anderen wichtigen Krankheiten mit dem Ertrag nicht negativ aber auch nicht eindeutig positiv korrelieren (*Tabelle 1*). So können bei ausreichender Krankheitstoleranz (geringer bis mittlerer Krankheitsdruck) mit minimaler Fungizidapplikation möglichst hohe De-

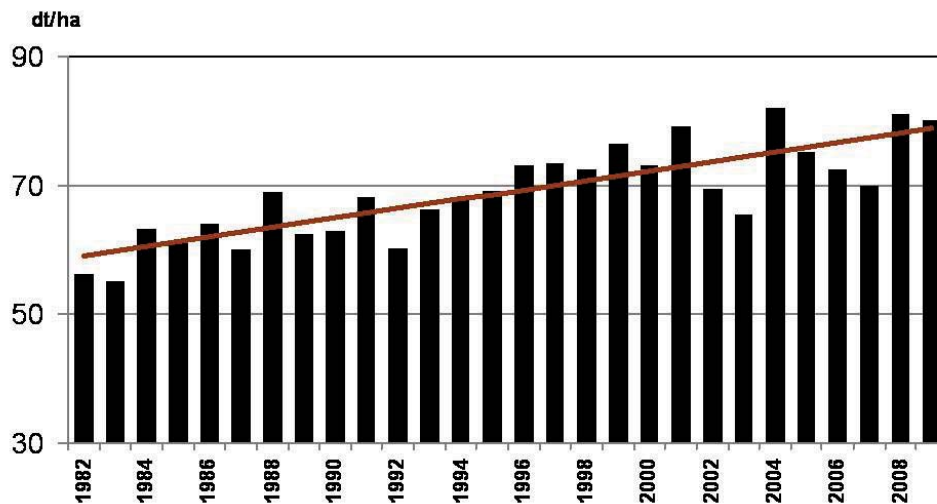


Abbildung 2: Erträge von Winterweichweizen in Deutschland 1982-2009 (Quelle: BSL 2008, 2009 = Schätzung) (2002: sehr feucht mit Auswinterung; 2003: durchgehend trocken; 2006: trocken in Kornfüllungsphase; 2007: trocken in Jugendentwicklungsphase)

Figure 2: Winter wheat yield in Germany, 1982-2009 (Source: German Variety List, 2008, 2009 = Forecast) (2002: very moist with winter damage; 2003: continuous drought; 2006: drought during grain filling; 2007: drought during early crop development)

Tabelle 1: Korrelation zwischen Anfälligkeit und Ertrag in den 340 WP1-Stämmen (2005-2007)

Table 1: Correlation between susceptibility for lodging, powdery mildew, Septoria, DTR wheat blight, yellow rust, leaf rust and Fusarium head blight and yield in 340 lines of the first official trial in Germany (2005-2007)

Merkmale	Ertrag St1	Ertrag St2
Lager	0,09	-0,23
Mehltau	-0,01	-0,11
Septoria	-0,07	0,03
DTR	-0,39	0,05
Gelbrost	-0,28	-0,06
Braunrost	-0,08	-0,07
Fusarium BBA	0,45	0,17

ckungsbeiträge der Landwirtschaftsbetriebe gesichert werden. Absolut-Resistenzen sind z.T. Nichtertragsmerkmale, die eventuell den Zuchtfortschritt im Ertrag verlangsamen und den Zuchtvorgang verteuern können.

Kombinationsmöglichkeiten von Ertrag und Qualität

Für die weitere Erhöhung des Ertragspotenzials von Brotweizen erweisen sich die gegenwärtig festgelegten Mindestnormen des Proteingehaltes für die verschiedenen Qualitätsgruppen des Weizens als hemmend. In Tabelle 2 sind die Korrelationen zwischen Qualitätsparametern (Protein, Sedimentationswert und Backvolumen) mit dem Kornertrag von 459 WP1-Stämmen der Jahre 1999-2008 dargestellt. Wie zu entnehmen ist, weist der Proteingehalt eine engere negative Beziehung mit dem Ertrag auf als der Sedimentationswert oder das Backvolumen. Die geringere Korrelation zwischen Backvolumen und Ertrag deutet darauf hin, dass ein höherer Proteingehalt nicht unbedingt höhere Backvolumina erzeugt. Umfangreiche Untersuchungen haben bislang gezeigt, dass Proteingehalt und Backvolumen

Tabelle 2: Beziehung zwischen Ertrag und Qualitätsmerkmalen der WP-Stämme in zwei Jahren (2003 = trocken und 2004 = optimal)

Table 2: Correlation between quality traits (protein content, sedimentation value, baking volume from Rapid Mix Test) and yield in lines of the official trials in Germany (2003 = dry, 2004 = normal)

Merkmalskorrelationen	Korrelationskoeffizient
Protein 03 - Ertrag 03	-0,63
Protein 04 - Ertrag 04	-0,91
Protein 03+04 - Ertrag 03+04	-0,83
Sedi 03 - Ertrag 03	-0,41
Sedi 04 - Ertrag 04	-0,38
Sedi 03 + 04-Ertrag 03+04	-0,52
RMT 03 - Ertrag 03	-0,49
RMT 04 - Ertrag 04	-0,51
RMT 03+04 - Ertrag 03+04	-0,75

sortenspezifisch in Beziehung stehen (Abbildung 3). Es sind durchaus Sorten vorhanden, die mit relativ geringem Proteingehalt ein vergleichbar höheres Backvolumen erbringen. Bei solchen Sorten ist eine qualitätsbetonte N-Spätdüngung sehr wahrscheinlich weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll. Es gibt in Deutschland bei der Qualitäts-Klassifizierung des Weizens mehrere Beispiele dafür, dass spezielle Sorten wegen geringerer Proteingehalte nicht in die ihrer Backqualität entsprechenden Qualitätsgruppe zugeordnet werden. Mit der Änderung der zurzeit existierenden Gewichtung des Proteingehaltes wird einerseits die Züchtung auf ertragreichen Qualitätsweizen erleichtert, andererseits wird unnötige N-Düngung vermieden.

Wie wird eine Weizensorte in 5-10 Jahren aussehen?

Eine Weizenpflanze im klassischen Trockengebiet ist gewöhnlich lang und begrannt um unter den gegebenen Be-

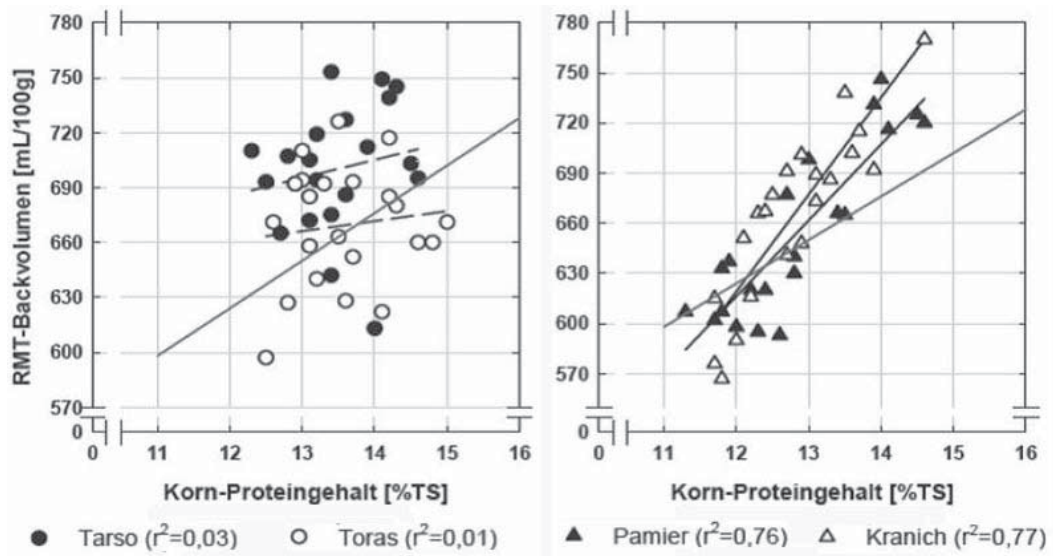


Abbildung 3: Beziehung zwischen Kornproteingehalt und Backvolumen in zwei unterschiedlichen Sortentypen (Quelle: Frau S. SELING, MRI, Detmold)

Figure 3: Relationship between protein content and Rapid Mix Test loaf volume in two differently reacting group of winter wheat varieties (Source: S. SELING, MRI, Detmold)

dingungen Ertrag bilden zu können. Spelzen-Behaarung ist ein weiteres Merkmal, das wahrscheinlich zu Stresstoleranz (Kälte und Trockenheit) führt. Diese Eigenschaften sind jedoch in klassischen Feuchtgebieten von Nachteil. Hier sind die Weizenpflanzen eher kurz, unbegrennt und standfest. Da wir es aber in der Zukunft weder mit klassischen Feucht- noch mit Trockenregionen zu tun haben werden, kann man die folgenden Eigenschaften für die zukünftigen Weizensorten hervorheben:

- Frühreife
- Standfestigkeit
- Stresstoleranz, Wasser-Effizienz, Umlagerungseffizienz
- Anpassung an aktuelle Verfahrensentwicklungen im Pflanzenbau und Restriktionen in der Agrarchemie-Anwendung
- Ertrag und gute Qualität (mit geringeren Eiweißgehalten?).

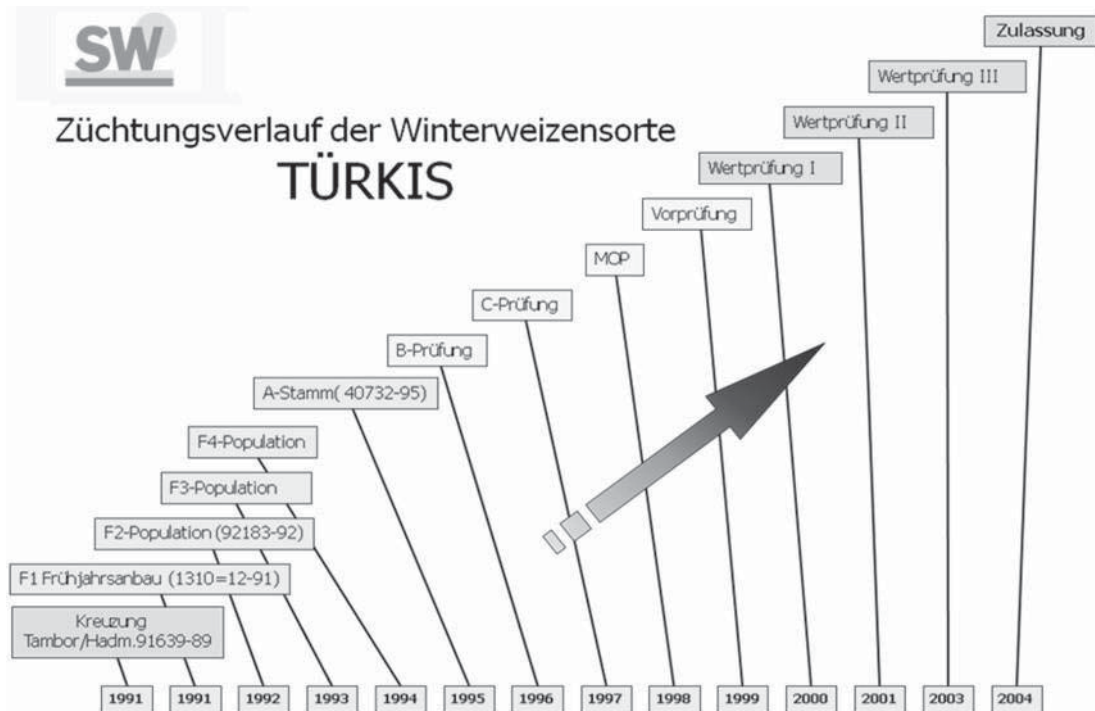


Abbildung 4: Züchtungsverlauf der Winterweizensorte Türkis

Figure 4: Development of winter wheat variety Türkis

Tabelle 3: Winterweizen-Anbaufläche, Saatgutbedarf und Saatgutwechsel in einigen europäischen Ländern (Quelle: AMI, Coceral, eigene Berechnung)

Table 3: Winter wheat in major European countries: acreage, seed demand, seed exchange, farm-saved seed (Source: AMI, Coceral, own estimation)

	DE	FR	AT	CZ	SK	HU	RO	DK	SE	UK	PL
Anbaufläche (1000 ha)	3200	4885	274	800	350	1100	2000	739	327	1800	2300
Saatgutbedarf (1000 t)	560	855	47	152	67	220	400	109	60	311	478
Saatgutwechsel (%)	44	55	40	60	20	12	15	80	70	58	10
Nachbaugebühren (%)	50	-	-	-	-	-	-	50	60	50	
Anzahl Züchter	13	13									

Das Ziel der Zukunft wird sein: immer mehr Nahrungsmittel und gleichzeitig mehr nachwachsende Rohstoffe zu erzeugen und dies mit Umwelt und Ressourcen schonenden Techniken. Um diesen zukünftigen Anforderungen gerecht werden zu können, sind intensivere züchterische Arbeiten notwendig. Hierzu gehören vor allem moderne Züchtungstechniken, wie z.B. die Nutzung von Markern und Laboruntersuchungen. Um die Fixierung gewünschter Merkmale zu beschleunigen, wird zunehmend die Doppelhaploiden/Einkorn-Ramsch-Methode eingesetzt, die zur schnelleren Entwicklung neuer erfolgreicher Sorten führt. Ziel der Weizenzüchtung ist und bleibt - vorausschauend - ertragreiche Sorten mit guten Qualitäten und brauchbaren Resistenzen der Landwirtschaft zur Verfügung zu stellen.

der Züchtungsverlauf einer Winterweizensorte beispielhaft dargestellt. Die Entwicklung neuer Weizensorten von der Kreuzung der Elternlinien bis hin zum kommerziellen Anbau dauert mindestens 11-13 Jahre. Sie wird mit ca. 2-3 Mio. Euro pro Sorte vom jeweiligen Zuchtunternehmen vorfinanziert. In mehreren Schritten werden die Zuchtlinien vielen Resistenz-, Ertrags und Qualitätsprüfungen unterzogen, bis sie zur offiziellen Prüfung angemeldet werden können. Nach den offiziellen 3-jährigen Wertprüfungen beim Bundessortenamt, wird eine dann zugelassene Sorte einer 2-3jährigen Prüfung in Landessortenversuchen unterzogen, bis die Vermarktung der Sorte nennenswerte Lizenzeinnahmen erzielt.

Entwicklung einer Sorte - Die Mikro-Evolution

Eine Weizensorte stellt das Ergebnis einer „Mikro-Evolution“ dar. Im Laufe des Zuchtprozesses haben die neuen Zuchtlinien alle auftretenden Klimaextreme durchlaufen und nur Stämme welche dies erfolgreich bestehen, haben eine Chance am weiteren Selektionsverfahren teilzunehmen und als fertiges Produkt „Sorte“ dem Landwirt zur Verfügung gestellt zu werden. Die Züchtung einer neuen Getreidesorte ist mit hohem zeitlichem und finanziellem Aufwand verbunden. In *Abbildung 4* wird anhand der Sorte Türkis

Wirtschaftlichkeit der Weizenzüchtung

Die Züchtung finanziert sich allein durch Lizenzeinnahmen, die beim Verkauf von zertifiziertem Saatgut fällig werden sowie durch Nachbaugebühren. Die Saatgutvermehrung von Winterweizen umfasste in Deutschland zur Ernte 2009 ein Areal von 53000 ha. Diese Vermehrungsfläche teilen sich ca. 13 verschiedene Zuchtunternehmen. Zu den führenden Zuchtunternehmen gehört Lantmännen SW Seed mit einem Flächenanteil von 12,7%. Betrachtet man die entsprechend dem Anbau von Weizen zu erzielenden Einnahmen (Lizenzen) in Europa, wären in Deutschland bei 100% Saatgutwechsel ca. 40 Mio. € für die Züchtung ver-

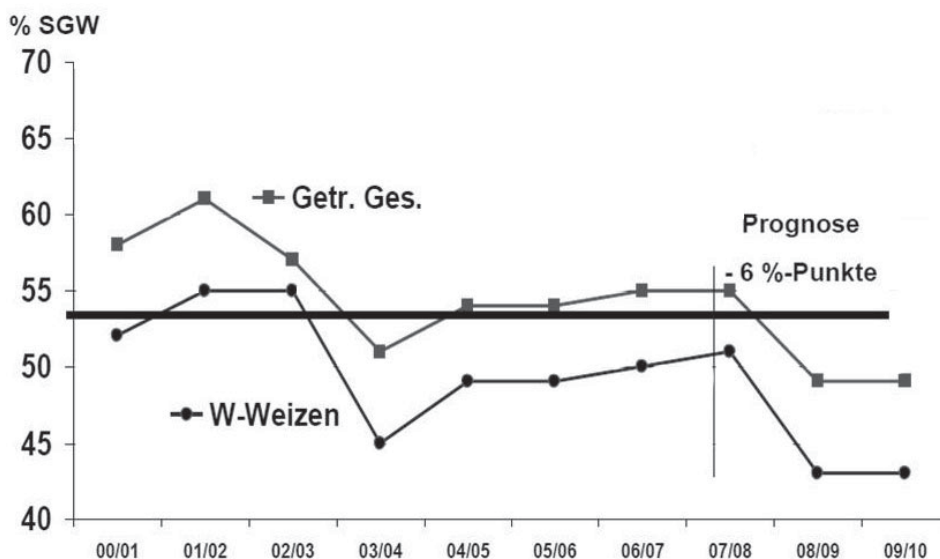


Abbildung 5: Z-Saatgutwechsel (SGW) bei Getreide und Winterweizen 2000-2009 in Deutschland (Quelle: R. MÜLLER, BDP)
Figure 5: Development in certified seed exchange rate in Germany from 2000-2009 (Source: R. MÜLLER, BDP)

füßbar. Beim derzeitigen Saatgutwechsel von 44% (*Tabelle 3*) verbleiben davon 17,6 Mio. € den Züchtern.

Die Züchtung will auch weiterhin ihren Beitrag dazu leisten, den Landwirten sowie allen an der Wertschöpfungskette Beteiligten Sorten zur Verfügung zu stellen, die allen zukünftigen Erwartungen entsprechen. Dafür ist aber ein Finanzierungssystem notwendig, das die Entwicklung einer neuen Sorte langfristig sichert, d.h. dass hier eine „Geben-und-Nehmen-Situation“ zu Stande kommt. Die Praxis indes sieht im Moment anders aus: Die Agrarzeitung vom 2. Oktober 2009 spricht von einem „dramatisch niedrigem

Saatgutwechsel“. Der negative Trend beim Einsatz von zertifiziertem Saatgut (Z-Saatgut) bei Getreide im Allgemeinen, sowie Winterweizen im Speziellen, wird in *Abbildung 5* verdeutlicht. Dieser negative Trend muss beendet werden, da mit den Lizenzeinnahmen aus Z-Saatgut und den Nachbaugebühren der Züchter der Zuchtfortschritt in 10 Jahren vorfinanziert wird. Mit weiterhin abnehmenden Einnahmen der Züchter (bei gleichzeitigen Kostensteigerungen), steht die Zukunft der Pflanzenzüchtung auf einem dünner werdenden Fundament. Diese Entwicklung wird sicherlich tiefgreifende Strukturänderungen in der Züchterlandschaft und der Saatgutwirtschaft mit sich bringen.