

Züchtung auf Ertrag und Qualität bei Hafer (*Avena sativa* L.) - Entwicklung und Perspektiven

Breeding for yield and quality in oats (*Avena sativa* L.) - development and perspectives

Steffen Beuch^{1*}

Abstract

Oats have been decreased dramatically in cultivation world-wide over the last 50 years. The grain yield of oats often has been increased during the same period but there were remarkable differences country by country and region by region. Presently in Europe oat cropping is dominated by elder varieties. Furthermore, regional preferences of the growers widen the necessary range of varieties. There is clear scientific evidence that in spring oats location and year have the highest impact for yield beneath all cereals. Consequently, extensive well-balanced official national trial systems are required to release the best adapted oat varieties. In Germany the grain yield of spring oats in the VCU trials over the last 25 years have been increased annually by 0.56 dt.ha⁻¹ but only by 0.14 dt.ha⁻¹ in farming. In spite of stagnating grain yields in the German VCU trials and a strong decreased number of oat breeders since the mid 1990s a genetic increase of the grain yield of 0.8 % per year still has been reached between 1995 and 2009. Parallel a lot of oat grain quality traits have been influenced positively. Today oat breeding at Nordsaat is focussed to the whole area of Europe. Bulking for day length insensitivity is an important instrument in this concept but requires local adaptation. The prognosticated climate change will cause further pressure on oat cropping. It can be a chance too if in the future a longer growing season is used for creating higher and more stable yields and better grain quality.

Keywords

Avena sativa, breeding progress, climate change, cultivation, variety testing

Einleitung

Hafer (*Avena sativa* L.) gehörte ursprünglich zu den bedeutendsten Kulturen in der landwirtschaftlichen Anbaupraxis Europas. So war Hafer mit über 4 Mio. ha um 1900 im Deutschen Reich im Anbau nach Roggen das am weitesten verbreitete Getreide. Die zunehmende Mechanisierung der Landwirtschaft und die damit verbundene starke Reduzierung des Bedarfs an Leistungsfutter für Zugpferde sorgten

jedoch neben aufkommenden ökonomisch attraktiveren Anbaualternativen wie Winterraps und verstärktem chemischen Pflanzenschutz für eine Verdrängung des Hafers aus den Fruchtfolgen (FUNKE 2008). Auch weltweit gesehen haben sich die Anbauflächen meist mehr oder weniger verringert, obwohl seit 1961 ein Teil des Flächenrückgangs durch gestiegene Kornerträge kompensiert oder sogar überkompensiert wurde (*Tabelle 1*). Mit einem weniger starken Anbaurückgang war dabei in exportorientierten Ländern wie Kanada, Finnland und Australien häufig ein vergleichsweise stärkerer Ertragsanstieg zu beobachten. In Hafer importierenden Länder wie den USA und Deutschland verringerten sich dagegen die Anbauflächen sehr deutlich, ohne dass eine volle Kompensation über Ertragsanstiege erfolgte.

Die besten Bedingungen für die Haferproduktion scheinen bei Winteranbau in Westeuropa vorzuliegen, dort war der Ertragsanstieg in den letzten Jahren auch am größten. Die weltweit höchsten Hafererträge werden in Irland und Großbritannien erzielt, und obwohl der Anbaurückgang in dieser Region am ausgeprägtesten ist, wird dort heute per Saldo mehr Hafer erzeugt als vor 50 Jahren. Bedenklich ist aber, dass in vielen europäischen Ländern vereinzelt schon seit Mitte der 1980er Jahre der Haferertrag stagniert (Schweden, Norwegen, Frankreich, Großbritannien, Rumänien, Italien) oder in der Tendenz sogar rückläufig ist (Polen, Finnland, Deutschland, Tschechische Republik, Slowakei). Einen wesentlichen Einfluss darauf dürfte der in vielen europäischen Regionen dominierende Anbau älterer Hafersorten haben (*Abbildung 1*). Haferanbauer in Europa sind häufig konservativ, und der Sortenwechsel erfolgt langsamer als bei anderen Kulturen. So kommt es, dass mit Shakun (Russland, Ukraine), Prevision (Spanien, Italien), Barra (Irland), Gerald (Großbritannien) und Belinda (Schweden, Finnland, Norwegen) in wichtigen Haferanbauländern gegenwärtig Sorten führend sind, die zum überwiegenden Teil schon vor 15-20 Jahren oder sogar noch früher gezüchtet wurden.

Hinzu kommt, dass die Anforderungen an Hafersorten in den einzelnen europäischen Regionen sehr unterschiedlich sind. Dazu gehören u.a. Trockentoleranz, die Anpassung an Tageslängen, Winteranbaueignung, der Anbau ohne Wachstumsregler oder die Bevorzugung bestimmter Spelzenfarben, obwohl diese keinen Einfluss auf sonstige innere

¹ Nordsaat Saatzeit GmbH, Zuchtstation Granskevitiz, Granskevitiz 3, D-18569 GRANSKEVITZ

* Ansprechpartner: Steffen BEUCH, nord.granskevitiz@t-online.de

Ertrag, GenotypxUmwelt Interaktion und Zulassungsverfahren

Der Kornertrag von Hafer hängt in deutlich stärkerem Maße als bei anderen Getreidearten von Umweltfaktoren wie Ort und Jahr ab (PANAYOTOVA 2004), während der Genotyp im Vergleich dazu weniger von Bedeutung ist. LAIDIG et al. (2008) geben für die amtlichen Zulassungsversuche verschiedener Ackerfrüchte in Deutschland im Zeitraum 1991 bis 2006 Variationskoeffizienten von verschiedenen Parametern und deren Wechselwirkungen an, die Einfluss auf den Kornertrag haben können. Dabei wurde für Hafer die Variabilität der Erträge an den Einzelorten unter allen getesteten Getreidearten am höchsten bewertet. Auch der Jahreseinfluss auf die Kornerträge war bei Hafer zusammen mit Wintergerste am höchsten, wobei aber einschränkend hinzu gefügt wird, dass bei Wintergerste das Ergebnis durch Auswinterungsjahre verzerrt wird. Darauf weist auch der sehr niedrige Variationskoeffizient beim Jahreseinfluss für Winterroggen hin. Auch die Interaktion OrtXJahr war in diesen Berechnungen für Sommergetreide (Sommerweizen, Sommergerste, Hafer) am größten. Hingegen verzeichnete der Genotyp bei Hafer die geringste Variabilität im Kornertrag unter allen getesteten Getreidearten.

Ein weiteres Beispiel für die vergleichsweise starke Umweltabhängigkeit der Hafererträge liegt von YAN et al. (2010) für Haferzüchtung in Ostkanada vor. Hier gab es in den Jahren 2006 und 2007 eine starke Clusterbildung für die Kornerträge verschiedener Sorten bei Anbauversuchen in den ostkanadischen Provinzen Ontario, Quebec und Atlantic Canada. In Ontario gezüchtete Hafersorten erwiesen sich als nicht geeignet für den Anbau in den weiter nördlich und östlich von Ontario gelegenen kanadischen Provinzen. YAN et al. (2010) führen diese Effekte in der Sortenvariation zum einen auf den Einfluss des Befalls mit Kronenrost (*Puccinia coronata*) zurück, der in Ontario eine Sortenresistenz zwingend erfordert, weiter nördlich und östlich von Ontario aber nicht von Bedeutung ist. Zum anderen spielt die Anpassung an Langtagsbedingungen in Quebec und Atlantic Canada eine deutlich größere Rolle als im südlicher gelegenen Ontario. Eine erfolgreiche Züchtung adaptierter Hafersorten muss diese Effekte berücksichtigen. Im Zulassungsverfahren für neue Sorten stellt somit die Qualität des jeweiligen amtlichen Prüfsystems eine entscheidende Größe dar. Die möglichst breite Auswahl repräsentativer Orte ist dabei sehr wichtig, um die Kornertragsleistung einschätzen

zu können, während aufgrund der höheren Heritabilität für die Merkmale der Kornqualität deren Stichprobenanzahl niedriger sein darf (FRÉGEAU-REID et al. 2008).

Die für den Kornertrag in den Zulassungsverfahren verschiedener europäischer Länder gewonnene Anzahl Datenpunkte unterscheidet sich in Abhängigkeit von der einbezogenen Anzahl der Standorte, Prüffahre und Behandlungsstufen jedoch z.T. erheblich. Größeren Ländern mit einer hohen Anzahl gewonnener Ertragswerte (vor allem Deutschland, auch Frankreich und Polen) stehen kleinere Länder (z.B. im Baltikum) gegenüber, die Hafer weniger umfangreich prüfen. Unter zusätzlicher Berücksichtigung des Umfangs der Haferanbaufläche in den einzelnen Ländern wird eine vergleichsweise intensive amtliche Zulassungsprüfung z.B. in Irland, Österreich, Deutschland und der Tschechischen Republik durchgeführt, während bedeutende Haferanbauländer wie Finnland und Polen in einer derartigen Bewertung abfallen. Im Ergebnis haben in Deutschland gezüchtete Sommerhafersorten mit einem Anbauanteil von etwa 30% gegenwärtig die größte Verbreitung in Europa, während in Polen und Finnland erstmalig zugelassene Hafersorten nahezu ausschließlich auf nationaler Ebene kultiviert werden.

Zuchtfortschritt

Aufgrund der Bedeutung der in Deutschland gezüchteten Hafersorten für den europäischen Haferanbau lohnt es sich, den nationalen Zuchtfortschritt hier näher zu betrachten. Die Entwicklung der Kornerträge in den vergangenen 25 Jahren bei Hafer zeigt für Deutschland im Vergleich der amtlichen Zulassungsversuche und der Praxiserträge ein unterschiedliches Bild (*Abbildung 2*). Der Kornertrag stieg in den Zulassungsversuchen jährlich um 0,56 dt.ha⁻¹ an. In der Praxis erreichte der Anstieg der Kornerträge im gleichen Zeitraum jedoch nur 0,14 dt.ha⁻¹ - das entspricht lediglich 24% des in den amtlichen Versuchen ermittelten Ertragsanstieges. Hauptgründe für diese Diskrepanz dürften neben einem vergleichsweise langsamen Sortenwechsel die Verdrängung des Hafers auf weniger für den Anbau geeignete Standorte sowie der zunehmende Verlust an Wissen und Engagement für den Haferanbau in der landwirtschaftlichen Praxis sein.

In der *Abbildung 2* ist jedoch auch zu erkennen, dass die Kornerträge bei Hafer in Deutschland seit Mitte der 1990er Jahre stagnieren (Zulassungsversuche) oder rückläufig sind (Praxis). Da parallel ein starker Rückgang in der Intensität

Tabelle 2: Hafer in Deutschland - Zuchtfortschritt 1995-2009 (Stichprobe: 42 Spelzhafersorten im Vergleich mit der Sorte Jumbo, * = ohne zwei Extremwerte)

Table 2: Oats in Germany - breeding progress 1995-2009 (sample size: 42 hulled spring oat varieties in comparison with Jumbo, * = without two extreme values)

Score	Annual breeding progress (relative)	Annual breeding progress (absolute)	Breeding progress (over 15 years)
Grain yield (untreated)	+0.8%	+0.53 dt.ha ⁻¹	+8.0 dt.ha ⁻¹
Hull content	-0.22%	-0.06%	-0.9%
De-hullability (Content of non-dehulled grains)	+2.6% (-0.6%)*	+0.15 % (-0.04%)*	-0.6%*
Grading (Sieving >2.0 mm)	+0.05%	+0.05%	+0.75%
1000 grain weight	+0.65%	+0.24 g	+3.6 g
Plant length	+0.005%	+0.005 cm	+0.08 cm
Yellow ripening	-0.02%	-0.04 days	-0.6 days

der Haferzüchtung zu beobachten ist (Abbildung 3), kann nicht ausgeschlossen werden, dass in gleichem Ausmaß auch der Zuchtfortschritt in neuen Sorten rückläufig war.

Eine Überprüfung dieser These zeigt jedoch, dass der genetisch bedingte Ertragsanstieg auch in diesem Zeitraum deutlich war und etwa 0,8% jährlich erreichte (Tabelle 2). Neben dem Kornertrag wurden auch verschiedene Parameter der Haferkornqualität im gleichen Zeitraum züchterisch weiter verbessert (Tabelle 2). Dazu gehört die Tausendkornmasse, deren starke Erhöhung im Zusammenhang mit den gestiegenen Kornerträgen gesehen werden muss. Auch Entspelzbarkeit und Spelzenghalt entwickelten sich positiv, wobei die Schälmillerei in Deutschland im Vergleich mit 1995 heute allein durch den genetisch bedingt gesunkenen Spelzenghalt jährlich einen finanziellen Vorteil von etwa 2 Mio. € hat. Selbst in der Sortierung >2,0 mm, die in modernen deutschen Hafersorten mittlerweile ein sehr hohes Niveau erreicht hat, ist immer noch Zuchtfortschritt zu beobachten.

Agronomische Parameter wie die Pflanzenlänge und die Reifezeit wurden im gleichen Zeitraum weniger stark züchterisch verändert. In der deutschen Nationalen Sortenliste gibt es jedoch heute eine stärkere Diversität in der Pflanzenlänge, da neben mittel bis langstrohigen Hafersorten mittlerweile auch Zwerghafersorten gelistet sind (Beschreibende Sortenliste, BSA 2010). Zudem summiert sich der Zuchtfortschritt in der Vorverlegung des Reifetermins über 15 Jahre. Hafersorten in Deutschland weisen somit heute neben einem um etwa 8,0 dt.ha⁻¹ gestiegenen Ertragspotenzial eine um mehr als einen halben Tag frühere Reifezeit auf.

Zuchtkonzept

Wesentlich stärker als bei Hafer entwickelte sich der Zuchtfortschritt im Kornertrag in Deutschland im gleichen Zeitraum auch bei anderen Getreidearten wie Winterweizen nicht (SCHACHSCHNEIDER, pers. Mitt.). SLAFER und PELTONEN-SAINIO (2001) geben für den Zuchtfortschritt im Kornertrag finnischer Hafersorten einen deutlich niedrigeren Wert von 0,3% jährlich an. NEDOMOVA (2008) verglich von 2003 bis 2006 den Zuchtfortschritt im Kornertrag bei 115 Hafersorten (78 Landrassen, 37 moderne Liniensorten) im Anbauraum der früheren Tschechoslowakei und teilte dabei die Sorten in zwei Gruppen (vor 1945, nach 1945). Vergleichsweise starke Anstiege im Vergleich dieser beiden

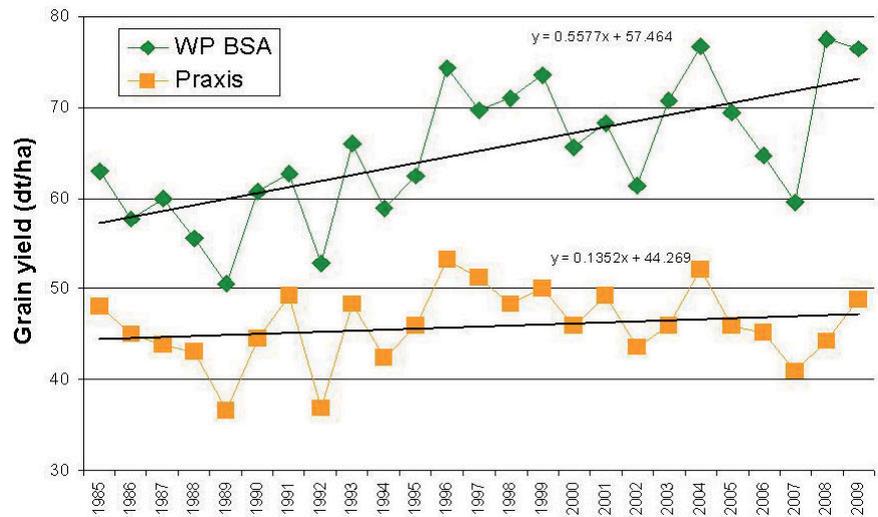


Abbildung 2: Hafer in Deutschland - Entwicklungen im Kornertrag seit 1985 (Quelle: Bundessortenamt)

Figure 2: Oats in Germany - developments in grain yield since 1985 (diamonds: VCU trials; squares: practice) (Source: German National Plant Variety Office)

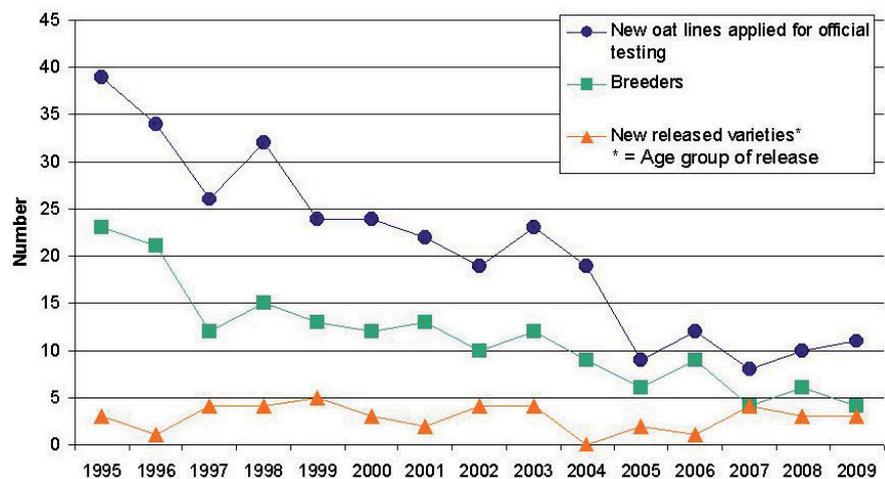


Abbildung 3: Haferzüchtung in Deutschland

Figure 3: Oat breeding in Germany

Gruppen wurden dabei ebenfalls im Kornertrag (+21,3%), der Tausendkornmasse (+7,4%), der Sortierung >2,0 mm (+28,0%) und dem Spelzenghalt (-2,9%) beobachtet. Die Pflanzenlänge verringerte sich deutlich (-17,5%), und auch die Reifezeit wurde um einen Tag vorverlegt.

Aufgrund des zunehmend begrenzten nationalen Saatgutmarktes für Hafer ist die Haferzüchtung der Nordsaat heute auf den gesamten europäischen Anbauraum ausgerichtet. Um jedoch dabei den Problemen der starken GenotypxUmwelt Interaktion im Kornertrag und der äußerst diversen Anforderungen an Hafersorten in Europa begegnen zu können, musste ein spezielles Züchtungskonzept entwickelt werden, das in der Lage ist, regionale Aspekte des Haferanbaus mit einer möglichst breiten ökologischen Anpassungsfähigkeit der gezüchteten Sorten zu kombinieren (Abbildung 4).

Das Konzept berücksichtigt daher neben der Herausbildung verschiedener Genpools den schon von BURROWS (1986) gemachten Vorschlag, in der Haferzüchtung wie bei Weizen

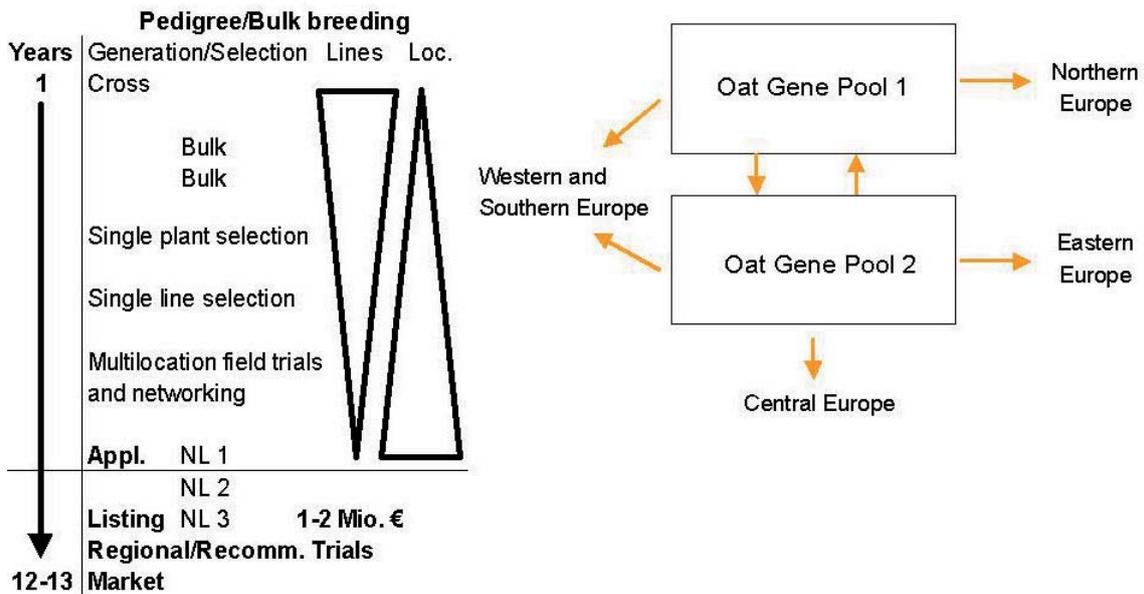
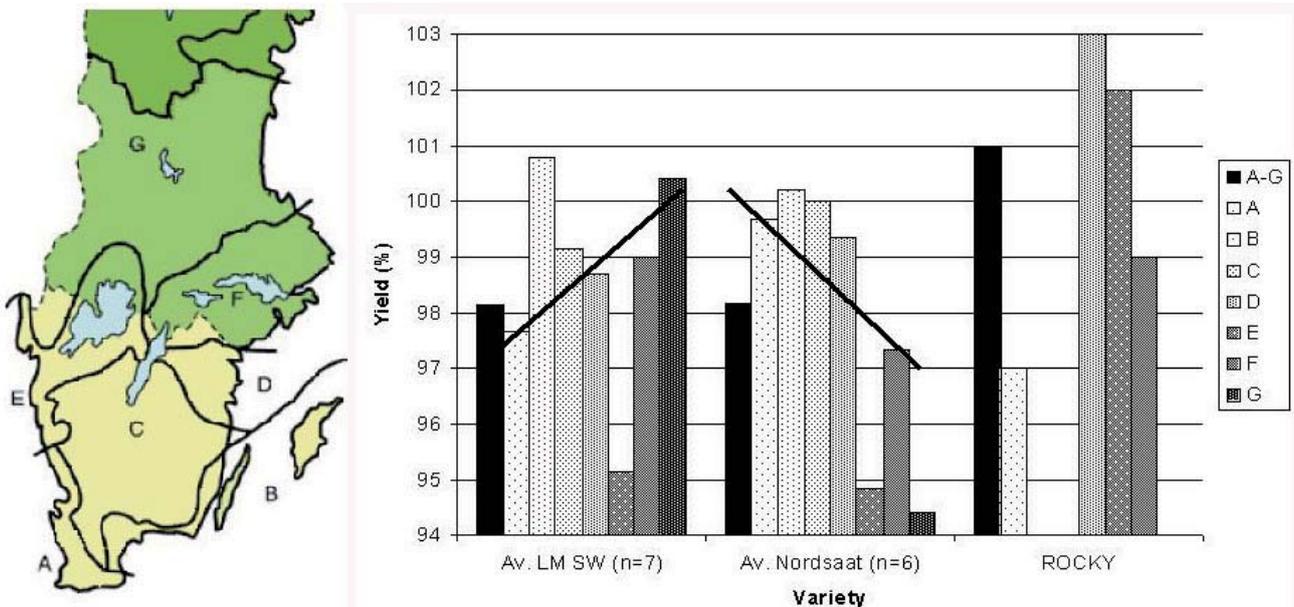


Abbildung 4: Haferzuchtconcept der Nordsaat

Figure 4: Oat breeding concept at Nordsaat

und Reis verstärkt auf eine neutrale Tageslängenreaktion zu selektieren, um eine breitere Adaptation an sehr unterschiedliche Anbaubedingungen zu erreichen. Im Ergebnis gelang es der Nordsaat-Haferzüchtung, mit Ivory eine frühreife, qualitativ äußerst hochwertige und agronomisch ausgewogene Weißhafersorte zu entwickeln, die heute im weltweiten Maßstab die am weitesten verbreitete Hafersorte ist. Ihr Anbau Raum erreicht gegenwärtig vor allem die nördlichen, zentralen und östlichen Haferanbauländer in Europa. Auf der anderen Seite ist allerdings trotzdem eine stärker

regional ausgerichtete Züchtung nach wie vor notwendig, um z.B. der starken Abhängigkeit der Hafersortenreaktion von Langtagsbedingungen in sehr weit nördlich gelegenen Anbauregionen begegnen zu können (BURROWS 1986). In den offiziellen Hafersortenversuchen in Schweden kann bisher langjährig in den nördlicheren Prüfregionen E, F und G eine Ertragsüberlegenheit der lokalen Züchtung beobachtet werden, während in Süd- und Mittelschweden (Prüfregionen A, B, C und D) das von der Nordsaat verfolgte Zuchtconcept durchaus erfolgreich ist. Über



Varieties LM SW: Gunhild, Cilla, SW Kerstin, SW Ingeborg, Aveny, SW Circle, Galant

Varieties Nordsaat: Freddy, Ivory, Scorpion, Buggy, Rocky, Galaxy

Abbildung 5: Kornertrag (ohne Fungizid) in den amtlichen schwedischen Haferversuchen 2005-2009 (Quelle: LARSSON 2010)

Figure 5: Oat yield (without fungicide) in Swedish official variety trials 2005-2009 (Source: LARSSON 2010)

Tabelle 3: Anbau- und Züchtungszonen von Hafer in Europa (ohne Russland)

Table 3: Zones of oat cropping and oat breeding in Europe (without Russia)

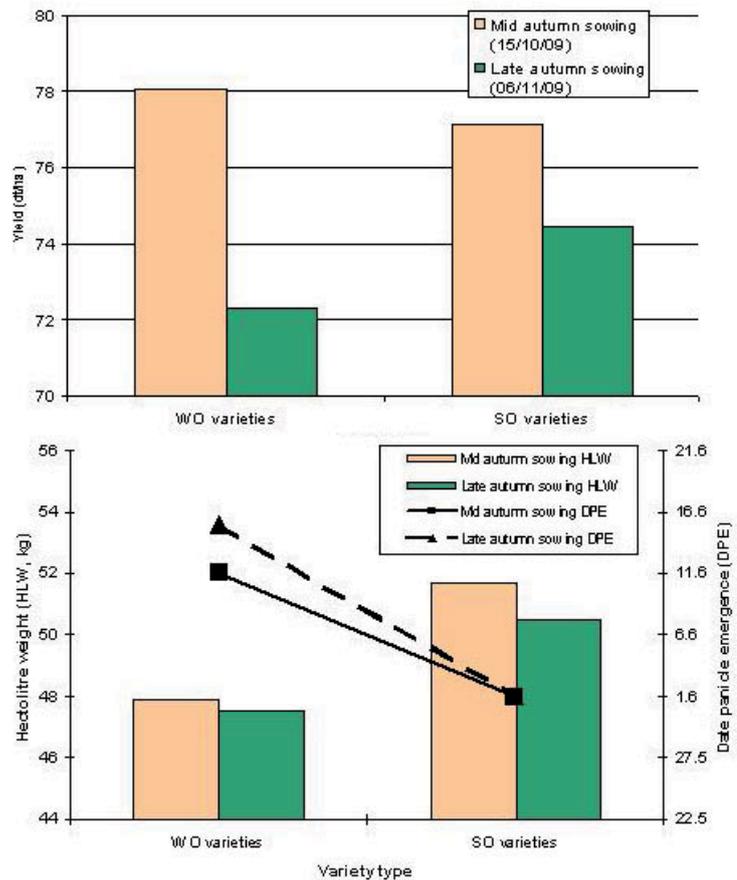
Zone	Region	Description
1. Far North	Northern Scandinavia	very strong dependency from day-length reaction; very early varieties; cropping without plant growth regulators (PGR); white oats
2. Central North	Southern Scandinavia, Northern Baltic countries	less dependency from day-length reaction; medium to late varieties; cropping without PGRs; white oats
3. North East	Continental North Eastern Europe	impact of continental climate; low input cropping; early to medium ripening varieties; yellow oats
4. South East	Continental South Eastern Europe	strong impact of continental climate; low input cropping; early varieties; yellow and white oats
5. Central	Central Europe	continental and maritime climate; higher intensity of cropping; early to medium ripening varieties; yellow oats; few white and naked oats
6. South West	Western Mediterranean countries	winter cropping of spring oats; inclusion of <i>A. byzantina</i> ; fast grain filling; early varieties
7. North West I	Southern UK, Northern France and Benelux	true winter oats; very high grain yields; very high intensity of cropping; late varieties; white, black (France) and naked (UK) oats
8. North West II	Scotland, Ireland	spring oats - partly under autumn sowing (Ireland); very high grain yields; very high intensity of cropping; early and late varieties; white oats

alle schwedischen Prüfregionen (A-G) sind die Kornerträge allerdings im Durchschnitt nahezu identisch. Die Einbeziehung lokal angepasster Genetik verspricht hier für die Zukunft eine weiter verbesserte Anpassung der Sortenleistung der Nordsaat-Hafersorten, die sich z.B. schon sehr klar in den Kornerträgen der Nordsaat-Sorte Rocky manifestiert (Abbildung 5).

Für den europäischen Haferanbau und die Haferzüchtung lassen sich daher acht einzelne Regionen definieren, die im Ergebnis der spezifischen Anbaubedingungen ohne Berücksichtigung nationaler Grenzen eine etwa ähnliche Sortenreaktion erwarten lassen (Tabelle 3).

Eine ähnliche Einteilung nahmen auch YAN et al. (2007) für einige nordamerikanische Anbauregionen von Sommerhafer vor. Sie unterschieden dabei zwei Hauptregionen. Die Nordregion umfasste die kanadischen Prärien, Nord Dakota und Idaho, während die Südregion auf Minnesota, Süd Dakota und Ontario ausgedehnt wurde.

Die in der Tabelle 3 für Europa beschriebenen Anbaubedingungen der Großregionen werden aber sehr wahrscheinlich in Zukunft von vergleichsweise starken Änderungen betroffen sein, die aus dem prognostizierten Klimawandel herrühren. Möglicherweise ist ein Teil der in Europa beobachteten Ertragsrückgänge oder -stagnationen bei Hafer schon auf diese Auswirkungen zurückzuführen. SEELEY (2008) sieht negative Effekte für den zukünftigen Haferanbau in mittleren Breitengraden vor allem aufgrund stärkerer Temperaturschwankungen, mehr Hitzetagen, höherem Wasserstress (sowohl als Trockenheit als auch als Überstau) und verstärktem Auftreten verschiedener Krankheiten, die höhere Kosten im Anbau verursachen können. Auch die Bevorzugung von C4-Pflanzen (wie Mais) durch



Winter oat (WO) varieties: Gerald, SW Dalguise, Balado
Spring oat (SO) varieties: Husky, Canyon, Melody

Abbildung 6: Spätsaatversuch Hafer Großbritannien 2010 (Quelle: Saaten-Union UK Ltd., Versuchsstation Cowlinge, Newmarket, Suffolk, Ostengland)

Figure 6: Late drilled oats in the UK 2010 (Source: Saaten-Union UK Ltd., trial site Cowlinge, Newmarket, Suffolk, East England)

klimate Änderungen könnte das Verdrängen von Hafer aus den europäischen Fruchtfolgen weiter beschleunigen. Auf der anderen Seite könnten eine verlängerte Vegetationsperiode durch höhere Minimumtemperaturen im Winter und CO₂-Düngung auch zu einer größeren Biomassebildung von Hafer beitragen.

Verschiedene Szenarien zur Verbesserung der Wettbewerbskraft des Haferanbaus favorisieren daher aufgrund höherer und stabilerer Erträge sowie häufig besserer Kornqualität nicht zu unrecht einen Winterhaferanbau in Regionen, in denen dessen Anbau heute noch aufgrund starker Auswinterungsgefahr zu riskant ist (FISCHER und DÖHLER 2010). Die rückläufigen Anbauflächen von Hafer und das für Winterhafer erschließbare Potenzial in der Winterhärte (VEISZ et al. 2000, ONUR OZBAS und CAGIRGAN 2004) verhindern aus Sicht einer rein privatwirtschaftlich ausgerichteten Haferzüchtung allerdings die Etablierung umfangreicher Winterhaferzuchtprogramme in Europa, wenn keine Co-Finanzierung durch staatliche oder private Interessengruppen erfolgt (BEUCH 2010).

Eine Lösung dieses Problems könnte in Zukunft der heute schon in einigen Regionen West- und Südeuropas praktizierte Anbau leistungsstarker Sommerhafersorten im Winteranbau (Tabelle 3) sein, wenn es gelingt, in Sommerhafer Gene für eine deutlich bessere Überwinterung zu identifizieren. Aktuelle Anbauvergleiche von Sommer- und Winterhafersorten zeigten in Ostengland selbst unter moderatem Auswinterungsdruck eine Ertragsüberlegenheit von Sommerhafersorten gegenüber lokal gezüchteten Winterhafersorten bei später Herbstaussaat, die mit deutlich früherer Reife und besserer Kornqualität gekoppelt war (Abbildung 6).

Die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit des zukünftigen Haferanbaus in Europa ist aber unklar. Wahrscheinlich werden Landwirte Weizen, Mais und Ölfrüchte im Anbau bevorzugen. Limitierte Ressourcen für Forschung und Entwicklung in der Haferzüchtung müssen daher sehr gezielt und nutzbringend verwendet werden.

Literatur

- BEUCH S, 2010: Oat breeding for Europe - Impossibility or Challenge? Proc. 5th Europ. Oat Conf., 1-3 September, Ystad, Sweden, p. 29.
- BURROWS V, 1986: Breeding oats for food and feed: conventional and new techniques and materials. In: Webster FH (Ed.), Oats: Chemistry and technology, pp. 13-46. Am. Ass. Cereal Chem., St. Paul.
- FISCHER T, DÖHLER T, 2010: Untersuchungen zur Verbesserung der Wettbewerbsstellung der Haferproduktion auf Lößstandorten. Hochschule Anhalt, Bernburg.
- FRÉGEAU-REID J, YAN W, MITCHELL-FETCH J, PAGEAU D, MARTIN R, LAJEUNESSE J, SIBBITT D, DE HAAN B, CUMMISKEY A, ROWSELL J, SCOTT P, ETIENNE M, SPARRY E, DURAND J, TÉTREAUULT C, 2008: Number of locations and replications for determining oat yield and quality traits in Canada. Proc. 8th Int. Oat Conf., 28 June-2 July, Minneapolis, Poster IV-4. [Available online: <http://wheat.pw.usda.gov/GG2/Avena/event/IOC2008/>; accessed 10 Jan 2011]
- FUNKE C, 2008: Hafer, *Avena sativa* L. - Bemühungen um das ehemals wichtigste Futtergetreide. In: Röbbelen G (Hrsg.), Die Entwicklung der Pflanzenzüchtung in Deutschland (1908-2008), 100 Jahre GFP e.V. - eine Dokumentation. Vorträge für Pflanzenzüchtung 75, 312-320.
- LADIG F, DROBEK T, MEYER U, 2008: Genotypic and environmental variability of yield for cultivars from 30 different crops in German official variety trials. Plant Breeding 127, 541-547.
- LARSSON S, 2010: Sortvalstabeller 2010. Resultat från sortförsök 2005-2009. Sortprovingen SLU, Sveriges lantbruksuniversitet.
- NEDOMOVA L, 2008: Breeding progress in oat cultivars of the Czech and Czechoslovak origin, assessment of their similarity. Proc. 8th Int. Oat Conf., 28 June-2 July, Minneapolis, Poster II-9. [Available online: <http://wheat.pw.usda.gov/GG2/Avena/event/IOC2008/>; accessed 10 Jan 2011]
- ONUR OZBAS M, CAGIRGAN M, 2004: Evaluation of winter-tolerant oat lines for yield and yield components. In: Peltonen-Sainio P, Topi-Hulmi M (Eds.), Proc. 7th Int. Oat Conf., MTT Agrifood Res. Finland, Jokioinen. Agrifood Research Reports 51, 161.
- PANAYOTOVA G, 2004: Evaluation of grain yield potential of oat germplasm in Bulgaria. In: Peltonen-Sainio P, Topi-Hulmi M (Eds.), Proc. 7th Int. Oat Conf., MTT Agrifood Res. Finland, Jokioinen. Agrifood Research Reports 51, 159.
- SEELEY M, 2008: Oat performance under future environmental scenarios. Proc. 8th Int. Oat Conf., 28 June-2 July, Minneapolis, [Available online: <http://wheat.pw.usda.gov/GG2/Avena/event/IOC2008/>; accessed 10 Jan 2011]
- SLAFER G, PELTONEN-SAINIO P, 2001: Yield trends of temperate cereals in high latitude countries from 1940 to 1998. Agric. Food Sci. Finland 10, 121-131.
- VEISZ O, LÁNG L, BEDŐ Z, 2000: Studies on the winter hardiness and frost resistance of winter oat varieties. In: Cross RJ (Ed.), Proc. 6th Int. Oat Conf., 13-19 Nov, Lincoln, New Zealand, pp. 321-325. NZ Inst. Crop Food Res., Christchurch.
- YAN W, MOLNAR S, FRÉGEAU-REID J, MC ELROY A, TINKER N, 2007: Associations among oat traits and their responses to the environment. J. Crop Improvement 20, 1-30.
- YAN W, FRÉGEAU-REID J, PAGEAU D, MARTIN R, MITCHELL-FETCH J, ETIENNE M, ROWSELL J, SCOTT P, PRICE M, DE HAAN B, CUMMISKEY A, LAJEUNESSE J, DURAND J, SPARRY E, 2010: Identifying essential test locations for oat breeding in Eastern Canada. Crop Sci. 50, 504-515.