Schlussbericht

zum Vorhaben

Thema:

Optimierung der Hybridgerstenzüchtung für die energetische Nutzung als Ganzpflanzensilage (GPS) unter Berücksichtigung des Stay-Green Effekts (HybGPS)

Zuwendungsempfänger:

Deutsche Saatveredelung AG (DSV)

Förderkennzeichen:

22400812

Laufzeit:

01.09.2013 bis **31.08.2016**

Monat der Erstellung:

12/2016

Datum der Veröffentlichung:

28.06.2017

Gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMEL für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Schlussbericht

I. Ziele

Im Verbundprojekt HybGPS galt es Wintergerstenhybriden zur Nutzung als Ganzpflanzensilage in Verbindung mit vorteilhaften Eigenschaften unter Stressbedingungen zu entwickeln. Hierzu sollten Elternkomponenten ausgewählt und Hybriden, basierend auf dem System der cytoplasmatisch männlichen Sterilität, erstellt werden.

Zur Zeit wird Wintergerste in Mitteleuropa hauptsächlich zur Kornnutzung und damit für Fütterungszwecke angebaut und gezüchtet. Deswegen sollte vor allem der Zusammenhang zwischen dem Biomasseertrag und dem Kornertrag ermittelt werden. Die Selektion etwaiger Zweinutzungssorten zielt dabei auf eine Flexibilisierung des Gerstenanbaus ab. Gemeinsam mit den Elternkomponenten und weiteren konventionellen Linien wurden die Hybriden in mehrortigen und mehrjährigen Versuchen evaluiert.

Mit der Verwendung der Gerste als Ganzpflanzensilage geht ein verfrühter Erntetermin des noch grünen Gerstenbestandes einher. Eine Reifeverzögerung der Pflanzen zur Gewährleistung eines variablen Erntetermins wäre deshalb von Vorteil. Diese Anforderungen stehen allerdings im Widerspruch zu den gängigen Erwartungen an eine Wintergerstensorte, die früh abreifen soll um der engen Fruchtfolge gerecht zu werden. Der Effekt des bei Reis beschriebenen „Stay Green“ Gens, das den Anstieg des Trockensubstanzgehalt in der Gesamtpflanze steuert, sollte deshalb bei konventionellen Linien und spaltenden DH Populationen der Gerste beschrieben und als Kandidatengen kartiert werden.

Das Verhalten der Wintergerste bei sich verändernden Anforderungen und Klimabedingungen, unter besonderer Betrachtung der Trockentoleranz, stand außerdem im Fokus des Projekts. Vor allem durch die Nutzung des Heterosiseffekts wird eine Überlegenheit der F1-Hybriden im Vergleich zu den Elternkomponenten und konventionellen Linien erwartet. Hybriden können somit einen erheblichen Beitrag zur Sicherung von Erträgen bei schwankenden und veränderten Umweltbedingungen darstellen.

Die Projektziele können nach den fünf Teilprojekten wie folgt zusammengefasst werden:

Teilprojekt 1: Erstellung der F1-Testhybriden und spaltenden DH-Populationen

Teilprojekt 2: Evaluierung der Gerstenhybriden zur Nutzung als Ganzpflanzensilage und hinsichtlich Kornnutzung

Teilprojekt 3: Phänotypisierung und Genotypisierung der Abreife (Stay-Green-Effekt) im Core-Set und in den spaltenden DH-Populationen

Teilprojekt 4: Evaluierung der Elternkomponenten und Testhybriden unter Trockenstressbedingungen

Teilprojekt 5: Auswertung der phänotypischen Daten aus den Felddaten, Datenauswertung

Ergänzend wurde mit dem Änderungsbescheid vom 26.01.2016 die Untersuchungen zur Instabilität der cytoplasmatisch männlichen Sterilität in das Vorhaben eingeführt. Die CMS-Instabilität wurde bereits während der Erstellung der F1-Hybriden beobachtet. In der praktischen Züchtung kann ein instabiles CMS System die Produktion von Gersten-Mutterlinien gefährden. Die Untersuchung dieses Merkmals ist somit von hoher Bedeutung für eine gesicherte Erzeugung kommerzieller Hybriden.

1. Aufgabenstellung

Teilprojekt 1: Erstellen der F1-Testhybriden und spaltenden DH-Populationen; Partner DSV, ACK, NS, WvB

Genetische Hybridsysteme bei der Gerste wurden erstmals in den Forschungsarbeiten von Ahokas (1979 a, b) beschrieben. Insgesamt sind zwei Cytoplasmen-Gene, die die männliche Sterilität induzieren, und vier kerngenetische Restorationsgene, die diese wieder aufheben, bekannt. In der Gerstenzüchtung wird die Kombination msm1 im Plasma und Rfm1 im Kern zur Erzeugung kommerzieller Hybriden verwendet. Die mütterliche Komponente der Hybride wird somit als cytoplasmatisch männlich sterile Linie (CMS-Linie, msm1) und die väterlich Komponente als Restorer (Rfm1) bezeichnet.

Potenzielles Ausgangsmaterial zur Erstellung von Mutter- und Vaterlinien mit oben genannten Eigenschaften lag bereits vor Projektbeginn bei den beteiligten Züchterhäusern vor. Eine systematische Produktion von F1-Hybriden zur Körnernutzung und als Ganzpflanzensilage, unter

Trockenstressbedingungen sowie in Hinblick auf die Reifeverzögerung des Gerstenstrohs, wurde bis dato jedoch nicht durchgeführt. Die Auswahl geeigneter Elternkomponenten für die Erstellung der Hybriden war daher besonders wichtig für das Gelingen des Projekts.

Durch die Berechnung der genetischen Distanzen konnten genotypische Daten der Elternkomponenten für eine Einteilung in divergente Pools genutzt werden. Zur Selektion lagen außerdem mehrjährige und mehrortige Versuchsdaten zur Eigenleistung aus den jeweiligen Zuchtprogrammen vor. Die Selektion der Elternkomponenten sollte zwischen den Projektpartnern abgestimmt erfolgen.

Das Ausgangssaatgut der Elternkomponenten für die Produktion des Faktorials wurde noch vor Projektbeginn erstellt. Zur Aussaat 2014 sollte entsprechendes Hybridsaatgut der F1-Hybriden für die mehrortigen und mehrjährigen Ergebnisse vorliegen. Etwaige Nachproduktionen sollten zur darauf folgenden Aussaat verfügbar sein. Entsprechende Testhybridproduktion in so genannten Restorer-Quartieren wurden beim Projektpartner WvB angelegt.

Für die Prüfung der Stay-Green Eigenschaften im Material, hinsichtlich einer Verbesserung der Eignung der Hybridgerste als Energiepflanze, wurden außerdem DH-Kartierungspopulationen erstellt und anschließend genotypisiert. Die Wechselwirkung zwischen genetischen Faktoren sollten quantitativ genetisch untersucht werden. Dazu wurden vier Kreuzungen mit der etablierten Sorte ‚Lomerit' erstellt, bei der eine Reifeverzögerung mehrfach beschrieben wurde, und in die DH Entwicklung gegeben.

Teilprojekt 2: Evaluierung der Gerstenhybriden zur Nutzung als Ganzpflanzensilage und hinsichtlich Kornnutzung; Partner IPZ, DSV, ACK, NS, WvB

In den Jahren 2013/14 und 2014/15 wurden die Feldversuche zur GPS- und Kornnutzung mit dem CoreSet durchgeführt. Die Feldversuche mit den Testhybriden wurden entsprechend der nachgegliederten Materialerstellung in den Jahren 2014/15 und 2015/16 angelegt. Die Erfassung des GPS-Ertrags erfolgte mit je zwei Wiederholungen an zwei Standorten am IPZ. In den Leistungsprüfungen zur GPS-Nutzung wurden Frischmasse- und Trockenmasseertrag, Wuchshöhe, Blattflächenindex, sowie der Trockensubstanzgehalt erhoben. Zur Kornnutzung wurde das Material an jeweils vier Standorten der Züchter mit je einer Wiederholung angebaut. An den Züchterstandorten wurden außerdem die agronomischen Merkmale Ährenschieben, Wuchshöhe, Lager, Halm- und Ährenknicken sowie ährentragende Halme/m² erfasst.

Teilprojekt 3: Phänotypisierung und Genotypisierung der Abreife (Stay-Green-Effekt) im Core-Set und in den spaltenden DH-Populationen; Partner IPZ, DSV, ACK, NS, WvB

Die als ‚Stay-Green' beschriebene Sorte ‚Olbori' (Vaezi et al. 2010) und das Core Set wurden unter Spätsaatbedingungen im Jahr 2013/14 angebaut. Die phänologischen Merkmale Blühzeitpunkt, Abreife, Reifeverzögerung des Strohs sowie die physiologischen Merkmale Chlorophyllgehalt, Akkumulation von freiem Prolin, Akkumulation von löslichem Zucker und Osmolalität im Zellsaft wurden an dem Material erfasst.

Darüber hinaus wurde das CoreSet, die Sorte ‚Olbori' und fünf ‚Olbori'-Wildsorten in zwei Klimakammerversuch für 11 Tage bei völliger Dunkelheit kultiviert. Dadurch sollte eine durch Dunkelheit induzierte Seneszenz bei dem konventionellen Material und der Stay-Green-Effekt bei den ‚Olbori'-Linien beobachtet werden. Die oben beschriebenen phänologischen und physiologischen Merkmale wurden auch in den Klimakammern erfasst.

Das CoreSet inklusive Elternkomponenten sowie die oben genannten Linien mit Stay Green Eigenschaften sollten in Teilprojekt 3 umfassend mit dem 9k iSelect Chip (Perovic et al. 2012) genotypisiert werden.

QTL-Analysen sollten darauf hin neue Erkenntnisse über das genetische Zusammenspiel der an der verzögerten Abreife beteiligten genetischen Faktoren geben.

Abschließend sollte basierend auf der aus ‚Olbori' bekannten Sequenz des Stay-Green Gens geprüft werden, inwieweit das Gen im Core-Set vorhanden ist, um gegebenenfalls in einem nächsten Schritt mittels vergleichender Sequenzierung allelische Varianten des Stay-Green Gens zu beschreiben.

Teilprojekt 4: Evaluierung der Elternkomponenten und Testhybriden unter Trockenstressbedingungen; Partner JKI, DSV, ACK, NS, WvB

Das CoreSet einschließlich Elternkomponenten wurde im ersten Projektjahr in Gefäßversuchen in klimatisierten Gewächshauszellen des JKI evaluiert. Jeder Genotyp wurde unter zwei Trockenstressvarianten sowie bei optimaler Bewässerung mit je drei Wiederholungen angebaut. Die umfangreiche Merkmalserfassung beinhaltete die phänologischen Merkmale Datum der Blüte und Abreife, die physiologischen Merkmale Chlorophyllgehalt, Akkumulation von freiem Prolin, Akkumulation von löslichem Zucker, Osmolalität im Zellsaft, die Ertragsmerkmale Biomasse, Kornertrag, Ertragsstrukturparameter, Relativertrag, Harvest Index, sowie die Qualitätsmerkmale Proteingehalt und Stärkegehalt.

Beide Trockenstressvarianten zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Linien auf. Analog zu dem Test des CoreSets wurden die Testhybriden im zweiten und dritten Projektjahr untersucht. Als weiteres Merkmal sollte bei ausgewählten Hybriden die Wurzelbildung bei früher Trockenheit exemplarisch im Gefäßversuch beschrieben werden.

Die Genotypisierung des Core-Sets mit dem 9K-Chip wurde im Rahmen des Projektes von den Züchtungsunternehmen durchgeführt. Die Daten standen der in Teilprojekt 4 angestrebten Assoziationsstudie zur Verfügung.

Teilprojekt 5: Auswertung der phänotypischen Daten aus den Felddaten, Datenauswertung; Partner IPZ

Der Projektpartner IPZ führte die statistische Verrechnung aller Versuchsdaten durch. Dies beinhaltete die Daten aus den Feldversuchen zur Körner- und GPS-Nutzung, den Gewächshaus- und Klimakammertests zu Stay-Green und Trockentoleranz, sowie den Untersuchungen zur CMS-Instabilität.

Die phänotypischen Daten dienten der Schätzung der Varianzkomponenten Genotyp, Umwelt, deren Interaktion, der Berechnung der allgemeinen und speziellen Kombinationseignung der Hybriden, als auch der Heritabilität und Korrelation zwischen den erfassten Merkmalen. Die genotypische Daten wurden neben der Berechnung der genetischen Distanzen zwischen den Linien des CoreSets außerdem für die Identifizierung von QTL für die beschriebenen Merkmale genutzt.

Die Gesamtheit der Ergebnisse sollte finale Aussagen zu den Zweinutzungsrichtungen GPS und Kornertrag ermöglichen und die Überlegenheit der Hybriden unter sich ändernden Umweltbedingungen herausstellen.

2. Stand der Technik

Die Hybridzüchtung bei der Gerste wurde maßgeblich durch die Forschungsarbeiten von Ahokas (1979 a, b) ermöglicht. Er veröffentlichte ein CMS-Hybridsystem, das zwei sterilitätsbedingende Cytoplasmen (msm1 und msm2) und vier Restorergene beinhaltet. Praktisch genutzt wird bisher die Kombination Cytoplasma/Restorergen msm1/Rfm1.

Zur Erfassung der genetischen Diversität der Elternkomponenten der Hybriden wurde der 9k iSelect Chip (Perovic et al. 2012) genutzt. Eine grobe Einteilung der Hybridkomponenten mittels Berechnung der genetischen Distanzen konnte durch die Einbeziehung einer bereits vorliegenden Genotypisierung mit dem 384-plex VeraCode-Chip erfolgen.

Die Untersuchungen zur Eignung der Hybridgerste als GPS wurden in Gießen am IPZ durchgeführt. Informationen über eine systematische Prüfung von Testhybriden der Gerste im Hinblick auf die Kombination von Trockenstresstoleranz und Stay-Green zur Nutzung im Energiepflanzenbereich existierten bis dato nicht. Das IPZ verfügt über die technische Ausstattung, das notwendige Know-how und Zugriff auf Versuchsstandorte, um die mehrortigen Feldversuche durchführen zu können. Am Institut wurden zuvor bereits vergleichbare Fragestellungen mit Weizen und Sorghum bearbeitet (vgl. Shiringani u. Friedt, 2011).

Des Weiteren verfügt das IPZ über das Know-how die vergleichenden Sequenzierungen hinsichtlich des Stay-Green Effekts (Krupinska et al. 2011; Park et al. 2007), bzw. die Genotypisierung und Phänotypisierung der BC1S1-Population bezüglich der CMS-Instabilität durchzuführen (Abdel-Ghani et al. 2013).

Die Durchführung von Gefäßversuchen zur Ermittlung der Trockentoleranz ist für verschiedene Kulturpflanzen am JKI etabliert. Dabei stellen Fragestellungen, bei denen es um die Verrechnung von

phänotypischen Daten, z.B. Resistenzen, mit genotypischen Marker- oder Sequenzdaten, eine Kernkompetenz dar (z.B. Rode et al. 2012). Studien zur genotypischen Variabilität in der Trockenstresstoleranz unter mitteleuropäischen Bedingungen waren bislang nicht vorhanden.

Es bestehen unseres Wissens nach keinerlei Patentrechte, die bei der Durchführung dieses Projektes relevant waren. Neue Sortenkandidaten mit einer verbesserten Trockenstresstoleranz, erhöhtem Ertrags- sowie GPS-Potential sollen zum Sortenschutz bzw. zur Sortenzulassung angemeldet werden.

Verwendete Fachliteratur:

Abdel-Ghani, A. H., F. P. Frey, and H. K. Parzies, (2013) Effect of temperature on the expression of cytoplasmic male sterility in cultivated barley (Hordeum vulgare L.). Plant Breeding 132(1), 42-47

Ahokas H. (1979a) Cytoplasmic male sterility in barley. Acta Agric. Scand. 29, 219-224

Ahokas H. (1979b) Cytoplasmic male sterility in barley. III. Maintenance of sterility and restoration of fertility in the msm1 cytoplasm, Euphytica 28, 409-419

Allard R.W. and A.D. Bradshaw (1964) Implications of genotype x environment interactions in applied plant breeding. Crop Sci. 4: 503-508

Baenziger M, Edmeades GO, Lafitte HR (1999) Selection for drought tolerance increases maize yields across a range of nitrogen levels. Crop Sci 39:1035–1040

Benbella M, Paulsen GM (1998) Efficacy of treatments for delaying senescence of wheat leaves: II. Senescence and grain yield under field conditions. Agron J 90:332–338

Borrell AK, Hammer GL, Henzell RG (2000) Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. Crop Sci 40:1037–1048

Einfeldt C.H.P, S. Ceccarelli, S. Grando, A. Gland-Zwerger and H. H. Geiger (2005) Heterosis and mixing effects in barley under drought stress. Plant Breeding 124:350-355

Friedt W (2011) Barley Breeding History, Progress, Objectives, and Technology (Europe). In: Ullrich SE (ed) Barley: Production, Improvement, and Uses, Chapter 8, pp. 160-171. Wiley Blackwell.

Friedt W, Ordon F (2012) Barley production and breeding in Europe: Modern cultivars combine disease resistance, quality and high yield. Proc. 11th Int. Barley Genetics Symp., Hangzhou (China)

Guo P., Baum, M. Varshney, Rajeev K., Graner, A., Grando, S. Ceccarelli, S. (2008) QTLs for chlorophyll and chlorophyll fluorescence parameters in barley under post-flowering drought. Euphytica 163: 203–214

Haussmann BIG, Mahalakshmi V, Reddy BVS, Seetharama N, Hash CT, Geiger HH (2002) QTL mapping of stay-green in two sorghum recombinant inbred populations. Theor. Appl. Genet. 106: 133–142

Krupinska K., Mulisch, M., Hollmann, J., Tokarz, K., Zschiesche, W., Kage, H., Humbeck, K., Bilger, W. (2011) An alternative strategy of dismantling of the chloroplasts during leaf senescence observed in a high-yield variety of barley. Physiol. Plantarum 144 (2), 189-200

Ordon F., Ahlemeyer J., Werner K., Köhler W., Friedt W. (2005) Molecular assessment of genetic diversity in barley and its use in breeding. Euphytica 146: 21-28

Park S., Yu J-W, Park J-S, Li J., Yoo S-C, Lee n-Y, Lee S-K, Jeong S-W, Seo HS, Koh H-J, Jeon J-S, Park Y-I, Paek N-C (2007) The senescence-induced staygreen protein regulates chlorophyll degradation. The Plant Cell 19, 1649-1664

Perovic D, Kopahnke D, Steffenson B-J, Förster J, König J, Kilian B, Plieske J, Durstewitz G, Korzun V, Kraemer I, Habekuss A, Johnston P, Pickering R, Ordon F (2009) Genetic fine mapping of a novel leaf rust resistance gene and a Barley yellow dwarf virus tolerance (BYDV) introgressed from Hordeum bulbosum by the use of the 9K iSelect chip (in press)

Rode J, Ahlemeyer J, Friedt W, Ordon F (2012) Genome wide association studies in a set of German winter barley (Hordeum vulgare L.) cultivars using the Diversity Array Technology (DArTs). Plant Breeding (submitted)

Roux S.R., Wortmann H., Schlathölter M. (2010) Züchterisches Potential von Roggen (Secale cereale L.) für die Biogaserzeugung. Journal für Kulturpflanzen 62 (5): 173-182

Shiringani A, Friedt W 2011. QTL for fibre-related traits in grain x sweet sorghum as a tool for the enhancement of sorghum as a biomass crop. Theor Appl Genet 123: 999-1011

Verma V, Foulkes MJ, Worland AJ, Sylvester-Bradley R, Caligari PDS, Snape JW (2004) Mapping quantitative trait loci for flag leaf senescence as a yield determinant in winter wheat under optimal and drought-stressed environments. Euphytica 135:255–263

3. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die erforderliche Genotypisierung mit dem 9k iSelect SNP-Chip wurde als Unterauftrag von der Firma TraitGenetics GmbH, Gatersleben durchgeführt.

II. Ergebnisse

1. Erzielte Ergebnisse

Teilprojekt 1: Erstellen der F1-Testhybriden und spaltenden DH-Populationen; Projektpartner DSV

Die 120 Wintergerstenlinien des CoreSets wurden von den Projektpartnern gemeinschaftlich für die anstehenden Feldversuche zusammengestellt (Tab. 1). Die Unterteilung des Materials in verschiedene Pools erfolgte anhand genomischer und phänotypischer Daten sowie der Herkunft des Materials. Das CoreSet wurden in Feldversuchen der Jahre 2013/14 und 2014/15 an den Versuchsstandorten der Universität Gießen und der Züchterhäuser angebaut.

Tab. 1: Überblick der 120 Zuchtstämme des Core-Sets.

Feld-Nr. 2014	Feld-Nr. 2015	Herkunft	Herkunft-Nr	Stamm
3701	8601	VRN-Sorte	1	KWS Meridian
3702	8602	VRN-Sorte	2	Souleyka
3703		VRN-Sorte	3	Hobbit
3704	8604	CMS-Pool	1	ACK07/142/36
3705	8605	CMS-Pool	2	AMRAI
3706	8606	CMS-Pool	3	ANTOINETTE*
3707	8607	CMS-Pool	4	ANTONELLA*
3708	8608	CMS-Pool	5	AVANTGARDE
3709	8609	CMS-Pool	6	BAGHERA
3710	8610	CMS-Pool	7	CHRISTELLE*
3711	8611	CMS-Pool	8	DSV 3107*
3712	8612	CMS-Pool	9	LAVERDA*
3713	8613	CMS-Pool	10	LOCAMAS*
3714	8614	CMS-Pool	11	MERLOT
3715	8615	CMS-Pool	12	METAXA
3716	8616	CMS-Pool	13	NORD2853
3717	8617	CMS-Pool	14	Henriette*
3718	8618	CMS-Pool	15	Loreley*
3719	8619	CMS-Pool	16	NORD3037
3720	8620	CMS-Pool	17	NORD3038*
3721	8621	CMS-Pool	18	SPECTACLE*
3722	8622	CMS-Pool	19	TITUS*
3723	8623	CMS-Pool	20	WvB 3114

Feld-Nr. 2014	Feld-Nr. 2015	Herkunft	Herkunft-Nr	Stamm
3724	8624	CMS-Pool	21	Sylva
3725		CMS-Pool	22	Adlon
3726	8625	CMS-Pool	23	Lomo
3727	8626	CMS-Pool	24	Otto
3728	8627	CMS-Pool	25	KWS Keeper
3729	8628	Restorer-Pool	1	11/040
3730	8629	Restorer-Pool	2	11/043
3731	8630	Restorer-Pool	3	11/041
3732	8631	Restorer-Pool	4	11/049
3733	8632	Restorer-Pool	5	11/050
3734	8633	Restorer-Pool	6	11/054
3735	8634	Restorer-Pool	7	11/055
3736	8635	Restorer-Pool	8	11/058-13
3737	8636	Restorer-Pool	9	11/061-5
3738	8637	Restorer-Pool	10	11/062-20
3739	8638	Restorer-Pool	11	11/046
3740	8639	Restorer-Pool	12	11/048
3741	8640	Restorer-Pool	13	11/052
3742	8641	Restorer-Pool	14	10/170/10
3743	8642	Restorer-Pool	15	10/175/106
3744	8651	WVB-Pool	1	BE 2008037004D
3745	8652	WVB-Pool	2	BE 2008039007D
3746	8653	WVB-Pool	3	BE 2008087018D
3747	8654	WVB-Pool	4	BE 2008123006D
3748	8655	WVB-Pool	5	BE 2008128005D
3749	8656	WVB-Pool	6	BE 2008211001D
3750	8657	WVB-Pool	7	BE 2008218005D
3751	8658	WVB-Pool	8	BE 2009009003D
3752	8659	WVB-Pool	9	BE 2009019001D
3753	8660	WVB-Pool	10	BE 2009048008D
3754	8661	WVB-Pool	11	BE 2009070013D
3755	8662	WVB-Pool	12	BE 2009070021D
3756	8663	WVB-Pool	13	BE 2009082007D
3757	8664	WVB-Pool	14	BE 2009099004D
3758	8665	WVB-Pool	15	BE 2008003001
3759	8666	WVB-Pool	16	BE 2008069001
3760	8667	WVB-Pool	17	BE 2008048018D
3761	8668	WVB-Pool	18	BE 2008080014D
3762	8669	WVB-Pool	19	BE 2008085006D

Feld-Nr. 2014	Feld-Nr. 2015	Herkunft	Herkunft-Nr	Stamm
3763	8670	WVB-Pool	20	BE 2008087019D
3764	8671	NORD-Pool	1	11002/8 - 2601
3765	8672	NORD-Pool	2	11009/14 - 2604
3766	8673	NORD-Pool	3	11012/1 - 2607
3767	8674	NORD-Pool	4	11016/13 - 2608
3768	8675	NORD-Pool	5	11016/19 - 2609
3769	8676	NORD-Pool	6	11016/75 - 2610
3770	8677	NORD-Pool	7	11023/20 - 2614
3771	8678	NORD-Pool	8	11025/28 - 2615
3772	8679	NORD-Pool	9	11026/3 - 2617
3773	8680	NORD-Pool	10	11077/4 - 2620
3774	8681	NORD-Pool	11	11079/41 - 2623
3775	8682	NORD-Pool	12	11105/7 - 2629
3776	8683	NORD-Pool	13	11105/12 - 2630
3777	8684	NORD-Pool	14	11107/11 - 2632
3778	8685	NORD-Pool	15	11108/31 - 2634
3779	8686	NORD-Pool	16	11114/23 - 2640
3780	8687	NORD-Pool	17	11115/3 - 2641
3781	8688	NORD-Pool	18	11116/8 - 2642
3782	8689	NORD-Pool	19	11118/64 - 2661
3783	8690	NORD-Pool	20	11078/1 - 2662
3784	8691	DSV-Pool	1	LEU32222
3785	8692	DSV-Pool	2	LEU33306
3786	8693	DSV-Pool	3	LEU33324
3787	8694	DSV-Pool	4	LEU33404
3788	8695	DSV-Pool	5	LEU33414
3789	8696	DSV-Pool	6	LEU33419
3790	8697	DSV-Pool	7	LEU23218= Leu 3309
3791	8698	DSV-Pool	8	LEU23320= Leu 3311
3792	8699	DSV-Pool	9	LEU33108
3793	8700	DSV-Pool	10	LEU33113
3794	8701	DSV-Pool	11	LEU33210
3795	8702	DSV-Pool	12	LEU33217
3796	8703	DSV-Pool	13	LEU33222
3797	8704	DSV-Pool	14	LEU03407 = Tamina
3798	8705	DSV-Pool	15	LEU3013-1= Highlight
3799	8706	DSV-Pool	16	LEU03217 = Charisma
3800	8707	DSV-Pool	17	LEU31620
3801	8708	DSV-Pool	18	LEU31817

Feld-Nr. 2014	Feld-Nr. 2015	Herkunft	Herkunft-Nr	Stamm
3802	8709	DSV-Pool	19	LEU31821
3803	8710	DSV-Pool	20	LEU30624
3804	8711	ACK-Pool	1	11/002/14
3805	8712	ACK-Pool	2	11/002/20
3806	8713	ACK-Pool	3	09/301/6
3807	8714	ACK-Pool	4	09/307/17
3808	8715	ACK-Pool	5	09/309/9
3809	8716	ACK-Pool	6	09/313/23
3810	8717	ACK-Pool	7	10/122/2
3811	8718	ACK-Pool	8	10/069/88
3812	8719	ACK-Pool	9	10/119/5
3813	8720	ACK-Pool	10	10/123/3
3814	8721	ACK-Pool	11	10/064/3
3815	8722	ACK-Pool	12	10/078/8
3816	8723	ACK-Pool	13	10/079/3
3817	8724	ACK-Pool	14	10/082/32
3818	8725	ACK-Pool	15	09/031/8
3819	8726	ACK-Pool	16	09/031/11
3820	8727	ACK-Pool	17	09/043/3
3821	8728	ACK-Pool	18	09/043/6
3822	8729	ACK-Pool	19	09/043/12
3823	8730	ACK-Pool	20	09/043/28
3824	8601	VRN-Sorte	1	KWS Meridian
3825	8602	VRN-Sorte	2	Souleyka
3826		VRN-Sorte	3	Hobbit
3827	8622	CMS-Pool	19	TITUS
3828		CMS-Pool	22	Adlon
3829	8626	CMS-Pool	24	Otto
3830	8603	CMS-Pool	25	Lomerit
	8643	aus Factorial	1	10PR170D002*
	8644	aus Factorial	2	10PR175D020*
	8645	aus Factorial	3	11PR044005*
	8646	aus Factorial	4	11PR048003*
	8647	aus Factorial	5	11PR049007*
	8648	aus Factorial	6	11PR051012*
	8649	aus Factorial	7	11PR054011*
	8650	aus Factorial	8	11PR056009*

*Selektierte Elternkomponente für das Factorial.

Basierend auf der Eigenleistung und der genetischen Distanz wurden die Elternkomponenten für die Erstellung der Testhybriden selektiert. Durch faktorielle Kreuzungen von 12 männlich-sterilen Mutterlinien mit 8 sterilitäts-restaurierenden Vaterlinien wurden in 2013/14 96 F1-Testhybriden erstellt. Das so genannte Faktorial wurde anschließend in den Jahren 2014/15 und 2015/16 an den Versuchsstandorten der Universität Gießen und Züchterhäuser angebaut.

Teilprojekt 2: Durchführung mehrjähriger und mehrortiger Feldversuche mit den Testhybriden, sowie der Elternkomponenten; Projektpartner DSV

Das CoreSet wurde am Standort Leutewitz zur Ernte 2014 und 2015 hinsichtlich Ertrag (rel. zu den Verrechnungssorten), Datum Ähreschieben (Tag im Jahr), Pflanzenlänge (in cm), Lager sowie Halm- und Ährenknicken (Boniturnoten 1-9) evaluiert werden. Die Ergebnisse des zweijährigen Feldversuchs am Standort Leutewitz und der Kornertrag sind in Abb. 1 dargestellt.

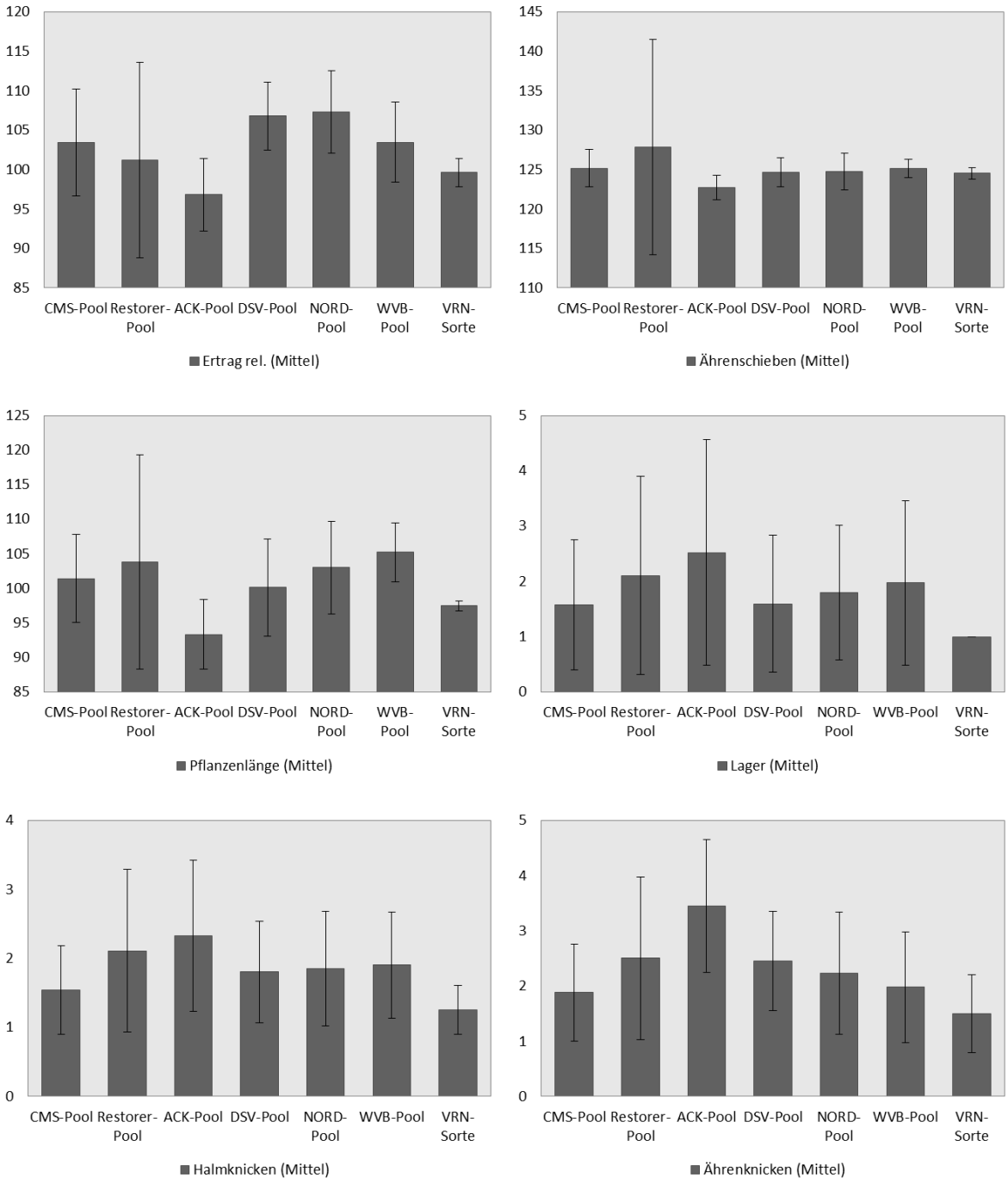

Abb. 1: Ergebnisse der Evaluierung des Core-Sets am Standort Leutewitz, gemittelt über die Jahre 2014 und 2015.

Tab. 2: Ergebnisse des relativen Kornertrags des Faktorials am Standort Leutewitz, gemittelt über die Jahre 2015 und 2016.

Ertrag rel. (Mittel)	**Vaterlinie**								
Mutterlinie	10ER170002	10ER175020	11ER044005	11ER048003	11ER049007	11ER051012	11ER054011	11ER056009	**Mittel der Mutterlinie**
Antoinette	103	100	96	97	102	102	101	98	**100**
Antonella	101	96	100	102	108	98	103	96	**100**
Christelle	101	101	97	98	102	102	97	101	**100**
DSV 3107	104	93	100	96	99	104	95	97	**98**
Henriette	107	101	102	101	97	100	100	99	**101**
Laverda	102	100	100	98	102	102	97	107	**101**
Locamas	95	97	103	98	94	99	99	100	**98**
Loreley	98	98	98	101	103	96	103	104	**100**
NORD3037	106	101	96	99	103	100	104	106	**102**
NORD3038	100	99	98	95	97	98	101	105	**99**
Spectacle	102	101	98	102	98	99	100	95	**99**
Titus	103	101	100	100	99	101	100	106	**101**
Mittel der Vaterlinie	**102**	**99**	**99**	**99**	**100**	**100**	**100**	**101**	**100**

Tab. 3: Ergebnisse des Ährenschiebens des Faktorials am Standort Leutewitz, gemittelt über die Jahre 2015 und 2016.

Ährenschieben (Mittel)	**Vaterlinie**								
Mutterlinie	10ER170002	10ER175020	11ER044005	11ER048003	11ER049007	11ER051012	11ER054011	11ER056009	**Mittel der Mutterlinie**
Antoinette	131	132	133	133	131	132	132	133	**132**
Antonella	131	132	133	133	131	132	132	131	**132**
Christelle	131	132	133	132	131	132	132	132	**132**
DSV 3107	132	133	133	133	131	131	132	132	**132**
Henriette	131	132	133	132	131	131	132	132	**132**
Laverda	130	132	132	133	131	131	132	132	**131**
Locamas	130	133	133	132	132	133	132	132	**132**
Loreley	132	134	134	134	133	134	134	133	**133**
NORD3037	131	134	133	133	131	132	132	132	**132**
NORD3038	131	133	134	133	132	132	133	132	**132**
Spectacle	132	134	133	133	132	132	133	133	**132**
Titus	132	133	134	133	131	133	133	132	**132**
Mittel der Vaterlinie	**131**	**133**	**133**	**133**	**131**	**132**	**132**	**132**	**132**

Tab. 4: Ergebnisse der Pflanzenlänge des Faktorials am Standort Leutewitz, gemittelt über die Jahre 2015 und 2016.

Pflanzenlänge (Mittel)	**Vaterlinie**								
Mutterlinie	10ER170002	10ER175020	11ER044005	11ER048003	11ER049007	11ER051012	11ER054011	11ER056009	**Mittel der Mutterlinie**
Antoinette	117	108	107	104	107	107	106	112	**108**
Antonella	112	112	105	107	110	100	103	111	**107**
Christelle	119	114	111	102	108	111	108	106	**110**
DSV 3107	117	110	109	107	108	110	108	113	**110**
Henriette	117	114	107	109	103	105	104	107	**108**
Laverda	113	112	110	113	110	111	110	115	**112**
Locamas	111	110	104	105	99	103	101	105	**105**
Loreley	111	114	105	102	109	109	110	109	**108**
NORD3037	117	117	106	108	108	106	106	111	**110**
NORD3038	113	112	111	105	105	106	112	112	**109**
Spectacle	108	114	99	100	98	109	106	109	**105**
Titus	118	118	109	111	106	110	109	119	**112**
Mittel der Vaterlinie	**114**	**113**	**107**	**106**	**106**	**107**	**107**	**110**	**109**

Das Faktorial wurde zur Ernte 2015 und 2016 in einem behandelten Versuch in Leutewitz angebaut. Entsprechend der Merkmalserfassung im CoreSet wurde auch hier das Ährenschieben (Tag im Jahr), die Pflanzenlänge (in cm), Lager, sowie Halm- und Ährenknicken (Boniturnoten 1-9) beschrieben. Die Ergebnisse des relativen Ertrags im Vergleich zu den Verrechnungssorten, des Ährenschiebens als Tag im Jahr und der Pflanzenlänge (cm) sind in Tab. 2 bis 4 dargestellt. Entsprechend der faktoriellen Kreuzungen sind neben den zweijährigen Mittelwerten der jeweiligen F1-Testhybriden auch die Mittelwerte der entsprechenden Mutter- bzw. Vaterlinie dargestellt. So lässt sich die generelle und spezielle Kombinationseignung der mütterlichen und väterlichen Komponente für verschiedene Merkmale berechnen.

2. Verwertung

Die in den Feldversuchen erzielten Ergebnisse konnten bereits in der kommerziellen Züchtung Anwendung finden. Dies betrifft besonders die direkte Selektion leistungsstarker Hybriden für die Körner und GPS Nutzung. Darüber hinaus werden die erzielten Erkenntnisse über die generelle und spezielle Kombinationseignung der mütterlichen und väterlichen Linien genutzt um diese als Elternkomponenten in den laufenden Zuchtprogramme zu selektieren.

Das Phänomen der CMS-Instabilität wurde in den im Projekt durchgeführten Versuchen näher beschrieben. Das Auftreten von instabilen CMS Linien in den untersuchten BC1S1 Population zeigte weitere interessante zu weiteren Fragestellung die im Projekt SpeedBarley beantwortet werden sollen.

3. Erkenntnisse von Dritten

Während der Durchführung des Vorhabens ist dem Zuwendungsempfänger kein Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen bekannt geworden.

4. Veröffentlichungen

Bernhard T, Friedt W, Snowdon R J, Wittkop B. New insights into genotypic thermos-dependency of cytoplasmic male sterility for hybrid barley breeding. submitted

Bernhard T, Friedt W, Snowdon R J, Wittkop B. Heterosis for biomass and grain yield facilitates breeding of productive dual-purpose winter barley hybrids. submitted

Erfolgskontrollbericht

Zuwendungsempfänger:	Förderkennzeichen:
Deutsche Saatveredelung AG	22400812
Vorhabenbezeichnung: Optimierung der Hybridgerstenzüchtung für die energetische Nutzung als Ganzpflanzensilage (GPS) unter Berücksichtigung des Stay-Green Effektes; Teilvorhaben 1: Produktion von Testhybriden; Feldversuche	
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2013 bis 31.08.2016	
Berichtszeitraum: 01.09.2013 bis 31.08.2016	

1. Beitrag zu den förderpolitischen Zielen

Die Einbindung von Wintergerste in Biogas-Fruchtfolgen führt zu einer Auflockerung von teilweise einseitigen, stark maislastigen Fruchtfolgen und ermöglicht nach der GPS-Ernte im zeitigen Frühjahr den Anbau einer Zweitfrucht. Verglichen mit Mais hat Wintergersten-GPS eine ähnlich hohe Methanausbeute pro Kilogramm Trockenmasse. Für den Einsatz von Wintergerste in Biogasfruchtfolgen gilt es den Trockenmasseertrag zu erhöhen. Mit den im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Arbeiten konnte gezeigt werden, dass der Trockenmasse-Ertrag von Wintergerste-Hybriden im Mittel deutlich über dem ihrer Komponenten liegt. Gleichzeitig konnte ein Zusammenhang zwischen einem hoher Trockenmasse-Ertrag und einem hohen Kornertrag gezeigt werden. Demnach ist es möglich Gersten-Hybriden zu entwickeln, die einen gegenüber Linien-Sorten deutlich erhöhten Trockenmasse-Ertrag mit gleichzeitig erhöhtem Kornertrag bieten und damit spezifisch an Biogasfruchtfolgen angepasst sind.

2. Erzielte Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes waren wir in erster Linie für die Bereitstellung und Prüfung von Wintergersten-Linien und Hybriden verantwortlich. Bezüglich der detaillierten Betrachtung der wissenschaftlich-technischen Ergebnisse verweisen wir daher auf die Berichte der Projektpartner aus den beiden wissenschaftlichen Einrichtungen.

3. Fortschreibung des Verwertungsplans

3.1. Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte

Die im Rahmen des Projektes erstellten und beschriebenen Wintergeste-Linien und Hybriden sind potenziell für die Beantragung der Sortenzulassung bei offiziellen Prüfämtern geeignet.

3.2. Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont)

s. 3.1.

3.3. Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont)

Die gesammelten phänotypischen und genotypischen Daten gehen direkt in die Sortenentwicklung ein.

3.4. Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Innerhalb des Projektes ergaben sich weitere interessante Fragestellungen bezüglich des Phänomens der CMS-Instabilität. In der praktischen Züchtung kann ein instabiles CMS System die Produktion von Gersten-Mutterlinien gefährden. Die Untersuchung dieses Merkmals ist somit von hoher Bedeutung

für eine gesicherte Erzeugung kommerzieller Hybriden und ist im Rahmen des bei der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung zur Förderung beantragten Projektes SpeedBarley geplant.

4. Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Wie im Antrag auf Änderung des Arbeitsplans vom 13.01.2016 eingehend dargestellt, konnte weder in den Linien des Core-Sets noch in den Wildgersten eine Differenzierung bezüglich des Stay-Green-Effekts festgestellt werden.

5. Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Auch an dieser Stelle sei auf die Berichte der Projektpartner aus den wissenschaftlichen Einrichtungen verwiesen.

6. Ausgaben- und Zeitplanung

Die Kosten- und Zeitplanung wurde eingehalten.

Berichtsblatt - Kurzfassung des Vorhabens

Zuwendungsempfänger:	Förderkennzeichen:
Deutsche Saatveredelung AG	22400812

Thema:

Optimierung der Hybridgerstenzüchtung für die energetische Nutzung als Ganzpflanzensilage (GPS) unter Berücksichtigung des Stay-Green Effektes; Teilvorhaben 1: Produktion von Testhybriden; Feldversuche

Laufzeit des Vorhabens:

01.09.2013 bis 31.08.2016

Projektbeschreibung:

Ziel des Verbundprojekt HybGPS war es Wintergerstenhybriden zur Nutzung als Ganzpflanzensilage in Verbindung mit vorteilhaften Eigenschaften unter Trockenstressbedingungen zu entwickeln. Hierzu sollten Elternkomponenten ausgewählt und Hybriden, basierend auf dem System der cytoplasmatisch männlichen Sterilität, erstellt werden. Gemeinsam mit den Elternkomponenten und weiteren konventionellen Linien wurden die Hybriden in mehrortigen und mehrjährigen Versuchen evaluiert.

Projektergebnisse:

Das sogenannte Core-Set bestehend aus 120 Wintergerstenlinien wurde in den Versuchsjahren 2013/14 und 2014/15 an dem DSV-Standort Leutewitz nahe Meissen angebaut. Durch faktorielle Kreuzung von 12 männlich sterilen Mutterlinen mit 8 sterilitäts-restaurierenden Vaterlinen wurden 96 F1-Testhybriden erstellt, die in den Versuchsjahren 2014/15 und 2015/16 ebenfalls am Standort Leutewitz abgeprüft wurden. In den Feldversuchen wurden die Merkmale Ertrag (rel. zu den Verrechnungssorten), Datum Ährenschieben (Tag im Jahr), Pflanzenlänge (in cm), Lager sowie Halm- und Ährenknicken (Boniturnoten 1-9) erfasst. Die Daten wurden zur weiteren Analyse hinsichtlich der generellen und spezifischen Kombinationseignung, der relativen Hybridleistung und Heterosis dem Projektpartner Universität Giessen übermittelt.

Short Project Description Fehler! Textmarke nicht definiert.

Beneficiary:	Project number:
Deutsche Saatveredelung AG	22400812
Project title: Optimierung der Hybridgerstenzüchtung für die energetische Nutzung als Ganzpflanzensilage (GPS) unter Berücksichtigung des Stay-Green Effekts (HybGPS)	
Project : 13/09/01 until 16/08/31	

Project objective:

The project HybGPS aimed at the establishment of winter barley hybrids for the use of whole plant silage and advantageous properties under drought stress. Parental components had to be selected to develop F1-hybrids on basis of a cytoplasmatic male sterile system. The hybrids, their respective parents and further conventional winter barley lines were evaluated in multi-locational field trials over two years.

Project results:

The CoreSet consisting of 120 winter barley lines was tested in field trials in 2013/14 and 2014/15 at the DSV station Leutewitz near Meissen. We thus selected 12 cytoplasmatic male sterile mother lines and 8 sterility restoring father lines for factorial crossings, resulting in 96 test hybrids that were also grown in Leutewitz in the years 2014/15 and 2015/16. The traits yield, heading date, plant height, lodging, as well as stem and ear stability, were evaluated for both test sets. An overall statistical analysis of the field data regarding general and specific combining ability of the hybrid component, heterosis and hybrid performance, was conducted by project partner University of Giessen and will be presented in their final project report.