

Artbarrieren bei Gerste und ihre Überwindung

von
Gisela Szigat

Die Gattung *Hordeum* (Gerste) ist in der Welt weit verbreitet. Sie umfasst annähernd 30 Arten mit unterschiedlichem Habitus: es gibt großsamige und kleinsamige, einjährige und perennierende Arten, Selbst- und Fremdbestäuber mit unterschiedlichen Chromosomenzahlen (diploid, tetraploid, hexaploid). Die Ähren können zweizeilig und mehrzeilig sein.

Am wichtigsten ist die großsamige Kulturgerste, die als Winter- und Sommerform angebaut und landwirtschaftlich genutzt wird. Ihre Körner finden vielfältige Verwendung in der menschlichen und tierischen Ernährung. Mit ihr nahe verwandt und gut kreuzbar ist die großsamige Wildgerste *H. spontaneum*. Ebenfalls zum näheren Verwandtschaftskreis rechnet man die kleinsamige Wildgerste *H. bulbosum* (Zwiebelgerste genannt, wegen der zwiebförmigen Verdickung an der Halmbasis), obwohl sie sich in verschiedenen Merkmalen von *H. vulgare* deutlich unterscheidet. Sie kommt tetraploid und diploid vor und wird in einigen Ländern als Grünfutter-Pflanze genutzt (s. Abb. 1).



Abb. 1: *Hordeum bulbosum*

In neuerer Zeit ist man bestrebt, einige Merkmale, insbesondere Resistenz gegen Krankheiten aus den Wildarten in die Kulturform zu übertragen. Dabei stößt man meistens auf Artbarrieren.

Die Art als Teil der nächsthöheren Gruppe, der Gattung, wird biologisch folgendermaßen bestimmt: sie ist der engste Kreis von ähnlichen Einzelwesen, die sich durch kennzeichnende Erbmerkmale von allen anderen abheben, sich untereinander paaren und elterngleiche Nachkommen zeugen können, sich jedoch im allgemeinen nicht mit Angehörigen anderer Arten fruchtbar kreuzen lassen.

Innerhalb der Art zeigen Kreuzungen also Verträglichkeit und bei Pflanzen die Ausbildung normaler lebensfähiger Samen. Bei entfernten Kreuzungen erfolgt meistens durch Unverträglichkeit keine Samenbildung. Es gibt auch eine geringe Verträglichkeit; bei der die Samenentwicklung zwar beginnt der Embryo aber zugrunde geht. Es werden geschrumpfte, nicht keimfähige Körner gebildet.

Die Artbarrieren können in allen Etappen des Befruchtungsprozesses und der Embryonalentwicklung auftreten und sich bis zur Sterilität der F1 erstrecken. Sie können mit der Hemmung des Pollenschlauchwachstums auf der Narbe oder im Griffel beginnen. Ist jedoch eine Befruchtung noch zustande gekommen, dann können ein Zusammenbruch des Endosperms, Chromosomeninstabilität oder geringe Chromosomenpaarung die weitere Entwicklung hemmen.

Am Beispiel der Artkreuzung *H. vulgare* X *H. bulbosum* sollen einige Artbarrieren dargestellt werden. Der erste lebensfähige Bastard zwischen Kulturgerste und tetraploidem *H. bulbosum* entstand bereits 1931 in Deutschland (KUCKUCK 1934). Ausgedrückt in Genomsymbolen hatte die Pflanze die Konstitution VV (*H. vulgare* diploid) X BBBB (*H. bulbosum* tetraploid) → VBB. Der Bastard blieb steril. Weitere, auch in anderen Ländern durchgeführte Versuche waren ebenfalls ohne oder nur mit geringem Erfolg.

Zusammenbruch des Endosperms und Anwendung der Embryokultur

Weit verbreitet bei Artbastardierungen ist der Zusammenbruch des Endosperms. Der Embryo wird nicht mehr ernährt und "verhungert" auf der Mutterpflanze. Diese Barriere kann überwunden werden, wenn der Embryo weit genug entwickelt ist, so dass er herauspräpariert und auf künstliches Nährmedium gesetzt werden kann. Diese Methode der Embryokultur ist als Hilfsmittel für die Pflanzenzüchtung seit langem bekannt. 1925 wendete LAIBACH das Verfahren erstmals zur Erhaltung von Pflanzen an, die unter natürlichen Verhältnissen absterben würden. Seitdem wurde die Technik ständig weiterentwickelt. Heute wird die Methode der Embryokultur in der Pflanzenzüchtung vielfältig angewendet, nicht nur zur Beschleunigung von Zuchtarbeiten. Für die Durchführung schwieriger Kreuzungen wurde sie in vielen Fällen zur unentbehrlichen Methode. Mit Hilfe der Embryokultur gelang es, Hybriden von wirtschaftlichem Nutzen zu züchten. Dazu gehören Artbastarde bei Lein sowie Bastarde bei Schwertlilien, Orchideen und Alpenveilchen, aber auch Bastarde zwischen amerikanischer

und asiatischer Baumwolle, solche bei Obst, bei Kürbisgewächsen, Tomaten und Klee.

Kreuzungen zwischen *H. vulgare* und *H. bulbosum* mit der gleichen Chromosomenzahl machen die Aufzucht der Embryonen auf künstlichen Nährböden erforderlich, wenn *H. vulgare* Mutter ist (Abb. 2-4).

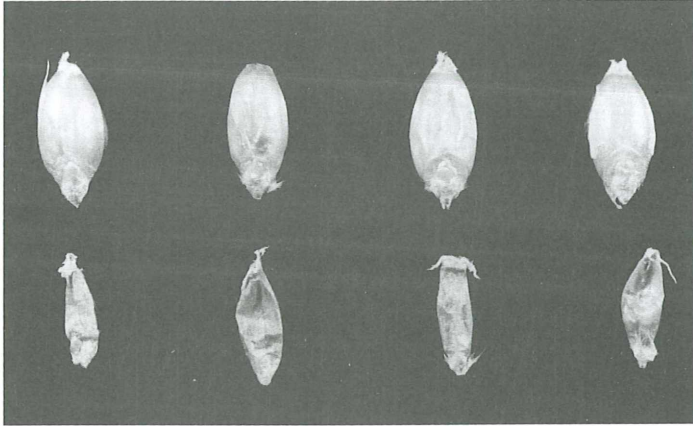


Abb.2: *H. vulgare* X *H. vulgare*, *H. vulgare* X *H. bulbosum*, Karyopsenenentwicklung

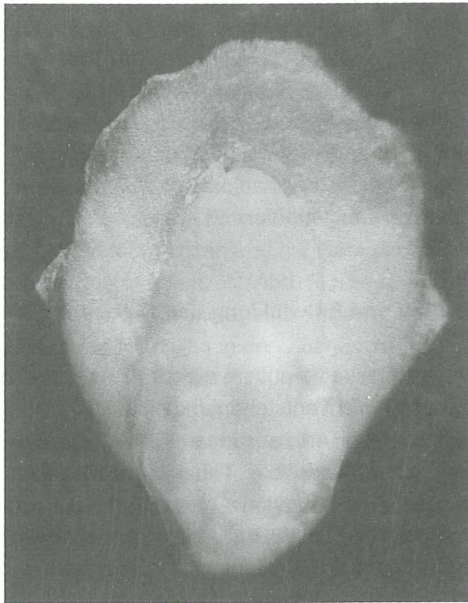


Abb.3: Gerstenembryo mit Schildchen

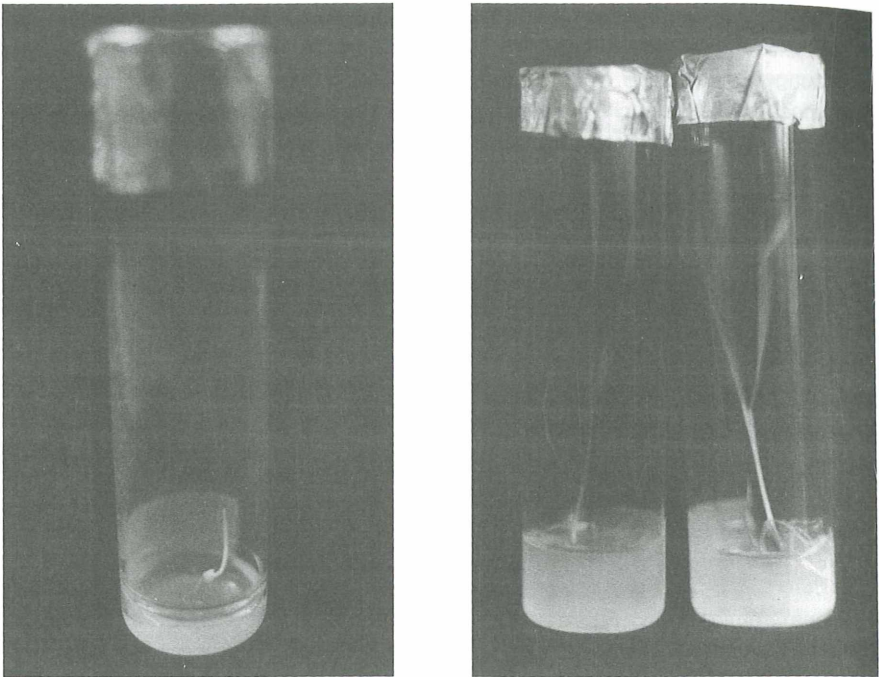


Abb.4: Kultur auf künstlichem Nährboden

Die mit Hilfe der Embryokultur aufgezogenen Pflanzen aus der Kombination *H. vulgare* diploid ($2n=14$) -VV- X *H. bulbosum* diploid ($2n=14$) BB- erwiesen sich als haploid ($n=7$) -V-. Nach Verdrängung des Wildgerstengenoms in den frühen Stadien der Embryonalentwicklung wuchs der haploide *H. vulgare*-Embryo auf dem künstlichen Nährmedium zur lebensfähigen Pflanze heran.

Chromosomeninstabilität und Entwicklung der 'bulbosum'-Technik

Die Chromosomeninstabilität ist eine andere wirksame Artbarriere, denn in der freien Natur würden diese Pflanzen nicht entstehen und nicht konkurrenzfähig sein. Auch in anderen Gattungen wurden bei Artkreuzungen Chromosomenverluste nachgewiesen, wie z.B. bei *Solanaceae* (Kartoffeln, Tabak) und *Cruciferen* (Mitt. Dr. U. DAR-SOW, BAZ Groß Lüsewitz).

Intensive Untersuchungen bei Gerste zur Aufklärung dieses Phänomens (LANGE 1971, SYMKO 1969) schufen die Grundlagen für die Entwicklung einer Haploidenteknik (KASHA & KAO 1970) und machten auf diese Weise die Chromosomeninstabilität für die Züchtung nutzbar. Mit Hilfe von Colchicin wird dann die Chromosomen-

zahl der Haploiden verdoppelt und man erhält auf schnellem Wege homozygote (reinerbige) diploide Pflanzen, die im Zuchtprozess sehr erwünscht sind und sonst nur durch mehrjährige Selbstungen (erzwungene Selbstbestäubung) erhalten werden können. Die 'bulbosum'-Technik behauptet sich weltweit neben anderen Methoden zur Herstellung haploider Pflanzen (DEVAUX u.a. 1996).

Über Chromosomenelimination wird bei 6 interspezifischen *Hordeum*-Kombinationen mit Kulturgerste berichtet. Nur bei der Kombination *H. vulgare* X *H. bulbosum* entstehen haploide Gersten. In allen anderen Kombinationen werden die *H. vulgare*-Chromosomen verdrängt und es verbleiben die Wildgersten-Genome (SUBRAHMANYAM 1978, BOTHMER & HAGBERG 1983, SUBRAHMANYAM & BOTHMER 1987). Es scheint eine Hierarchie der Arten zu geben, in der einige Arten höher stehen, d.h. ihr Genom bleibt erhalten. *H. bulbosum* wird in vielen Fällen eliminiert.

Die Eliminierung wird beeinflusst durch die Temperaturverhältnisse während der Embryonalentwicklung und des nachfolgenden vegetativen Pflanzenwachstums und durch den elterlichen Genotyp. Bei der routinemäßigen Anwendung der Haploidentechnik können daher bei Verwendung unterschiedlicher Genotypen bei veränderten Umweltbedingungen diploide VB - Bastarde entstehen, die aber steril sind (PICKERING 2000)

Überwindung der Sterilität des Bastards und Entstehung von züchterisch wertvollen Ausgangspflanzen

Etwa zur gleichen Zeit (1969/70), in der die Haploidentechnik entwickelt wurde, entstand in Gülzow (Institut für Pflanzenzüchtung der AdL) der erste, relativ stabile Bastard auf tetraploider Stufe. Beim Testen eines Sortimentes auf Kreuzbarkeit mit *H. bulbosum* (diploid und tetraploid) entstanden verschiedene Bastardpflanzen, von denen sich eine durch unvollständige Eliminierung der bulbosum-Chromosomen auszeichnete, also relativ stabil war (SZIGAT & WUSTRACK 1976). Während anfangs die Eliminierung von *H. bulbosum* noch stark wirksam war und daher in den Nachkommenschaften vorwiegend Gerstenpflanzen und nur wenige Bastarde entstanden, gab es ab F5 eine Vielzahl von Bastardpflanzen (Abb. 5). Diese waren mit der Kulturgerste kreuzbar und bildeten somit die Grundlage für ein umfangreiches Ausgangsmaterial für die Züchtung. Es wurde frühzeitig in den Zuchtprozess einbezogen und führte zu leistungsfähigen resistenten Stämmen (WALTHER et al. 2000, SZIGAT 2001).

Eine weitere Möglichkeit für die Übertragung erwünschter Merkmale boten teilfertile triploide VBB-Bastarde in Neuseeland. Sie waren entstanden durch Verdoppelung des Chromosomensatzes von diploiden Genotypen von *H. bulbosum* und Kreuzung (als Vater) mit diploider Gerste (PICKERING 1988). Sie ließen sich ebenfalls mit Kulturgerste rückkreuzen und führten zu züchterisch wertvollen Pflanzen (PICKERING 2000).

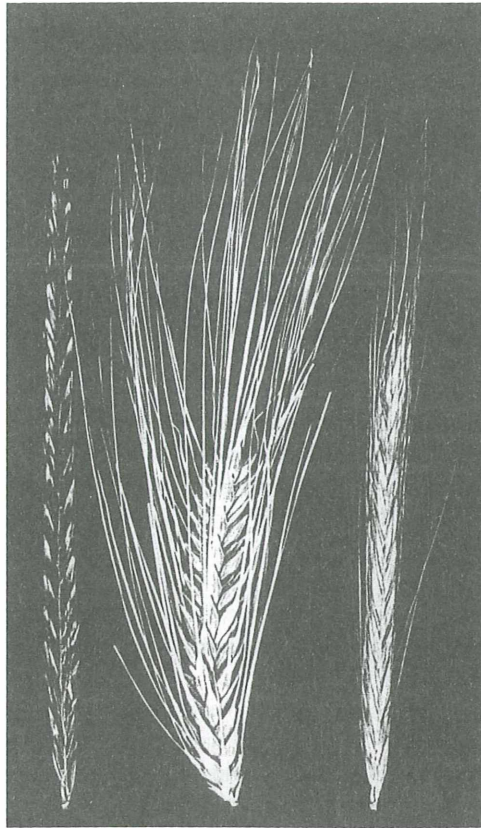


Abb.5: *H. bulbosum* *H. vulgare* Bastard

Zusammenfassend kann festgestellt werden: Die Wildgerste *H. bulbosum* wurde für die Gerstenzüchtung nutzbar gemacht, nicht nur durch Überwindung, sondern darüber hinaus durch direkte Nutzung der Artbarrieren. Das Absterben der Embryonen auf der Mutterpflanze wurde mit Hilfe der Embryokultur umgangen, die Chromosomeninstabilität konnte direkt für die Haploidentechnik genutzt werden, die Suche nach geeigneten Kreuzungspartnern führte zu teilfertilen Bastarden.

Literatur

- BOTHMER, R. VON & HAGBERG, A. (1983): Prebreeding and wide hybridization in barley. - Genetika (Beograd) Suppl. III: 41-53.
- DEVAUX, P., ZIVY M., KILIAN A. & KLEINHOF, A. (1996): Doubled haploids in barley. Proc. V Int. Oat Conf. & VII. Int. Barley Genetics Symp., Univ. Saskatchewan, Saskatoon, Jul.30-Aug.6: 213-222.
- KASHA, K.J. & KAO, K.N. (1970): High frequency haploid production in barley (*Hordeum vulgare*). - Nature (London) 225, Nr 5235: 874-876.
- KUCKUCK, H. (1934): Artkreuzungen bei Gerste. - Züchter 6: 270-273.
- LAIBACH, F. (1925): Das Taubwerden von Bastardsamen und die künstliche Aufzucht frühabsterbender Bastardembryonen. - Ztschr. f. Botanik 417-459.
- LANGE, W. (1971): Crosses between *H. vulgare* and *H. bulbosum* L. -Euphytica 20: 14-29.
- PICKERING, R. (1988): The production of fertile triploid hybrids between *Hordeum vulgare* L. ($2n=2x=14$) and *H. bulbosum* L. ($2n=4x=28$). - Barley Genetics Newsletter 18: 25-29.
- PICKERING, R. (2000): Do the wild relatives of cultivated barley have a place in barley improvement? - 8th Intern. Barley Genetics Symp. 22-27 Okt. Adelaide, South Australia, Vol I.
- SUBRAHMANYAM, N.C. (1978): Haploids and hybrids following interspecific crosses. Barley Genetics Newsletter 8: 97-99.
- SUBRAHMANYAM, N.C. & BOTHMER, R. VON (1987): Interspecific hybridization with *Hordeum bulbosum* and development of hybrids and haploides. Hereditas 106: 119-127
- SYMKO, S. (1969): Haploid barley from crosses of *Hordeum bulbosum* ($2x$) X *Hordeum vulgare* ($2x$). - Canad. J. Genet. Cytol. (Ottawa) 11: 602-608.
- SZIGAT, G. & WUSTRACK, CH. (1976): Fertile Artbastarde bei Gerste (*H. bulbosum* X *H. vulgare*). - Arch. Züchtungsforsch. (Berlin) 6,4: 287-300.
- SZIGAT, G. (2001): Artbastardierung bei Gerste mit *Hordeum bulbosum*. - Pflanzenzüchtung und Züchtergemeinschaften in der DDR, Vorträge f. Pflanzenzüchtung 51: 50-57
- WALTHER, U., RAPKE, H., PROESELER, G. & SZIGAT, G. (2000): *Hordeum bulbosum* - a new source of disease resistance. - Plant Breeding 119: 215-218.

Anschrift der Verfasserin:

Dr. Gisela Szigat
Mühlberg 6
18276 Gülzow-Güstrow

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Bamberg](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [76](#)

Autor(en)/Author(s): Szigat Gisela

Artikel/Article: [Artbarrieren bei Gerste und ihre Überwindung 167-173](#)