

Züchtungsverfahren im Pflanzenbau

-Ein Überblick-

Unterrichtsleitfaden an der
Technikerschule für Agrarwirtschaft
Triesdorf 2015
(Unterricht Februar/März)

Quellennachweis und weiterführende Links s. Text
Herzlichen Dank an die Quellenautoren!

Autor und Kopierrechte:
Helmut Rogler

Inhaltsverzeichnis:

GRUNDLAGEN	3
1. Blütenbau und Befruchtung der Bedecktsamer	3
2. Meiose (Reifeteilung).....	4
2.1 Erste Reifeteilung	4
2.2 Zweite Reifeteilung	4
3. Vorgang der doppelten Befruchtung	5
ZÜCHTUNGSVERFAHREN	6
1. Überblick (Tafelanschrift)	6
2. Kreuzungszüchtung selbstbefruchtender Getreidearten	6
2.1 Kastration der Mutterähre.....	6
2.2 Nachbau, Selektion und Leistungsprüfung.....	7
3. Populationszüchtung und Polycross-Verfahren	8

HYBRIDZÜCHTUNG.....	9
1. Allgemeiner Verfahrensablauf.....	9
2. Wie wird Roggen zum Selbstbefruchter?.....	10
3. Inzuchtdepression bei Fremdbefruchter	10
4. Kastration der mütterlichen Inzuchtlinie.....	11
4.1 Genetische Kastration.....	11
4.2 Chemische Kastration bei Weizen.....	12
5. Heterosiseffekt und Praxisanbau 2014	13
5.1 Hybrid- Wintergerste.....	13
5.1.1 Pflanzenbauliche Besonderheiten.....	13
5.1.2 Versuchsergebnisse Wintergerste.....	14
5.2 Hybrid-Winterweizen.....	14
5.3 Hybrid-Winterroggen	15
6. Problem Pollenschüttung bei Hybridroggen.....	15
7. Saatguterzeugung in der Hybridzüchtung.....	16
7.1 Beispiel Roggen	16
7.2 Beispiel Raps.....	17
7.3 Beispiel Mais.....	18

[Zurück](#)

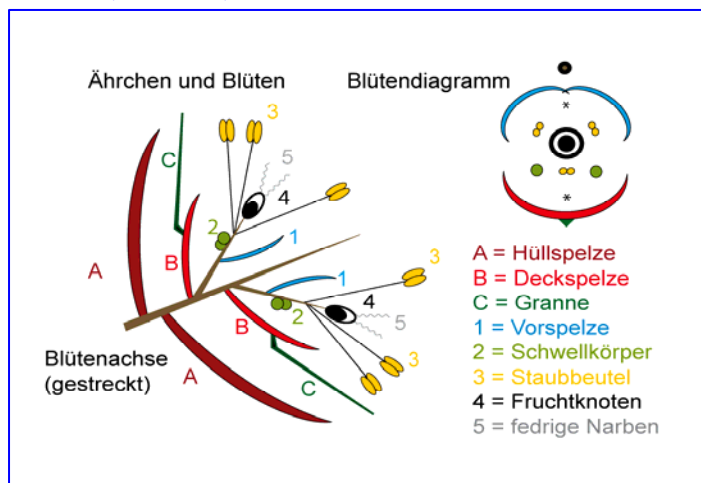
Grundlagen

1. Blütenbau und Befruchtung der Bedecktsamer

Die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen gehören zu...

- a) Nacktsamer oder [Gymnospermen](#) (z.B. Nadelbäume...) und
- b) Bedecktsamer ([Angiospermen](#)), dies sind insbesondere
 - Einkeimblättrige oder [Monokotyledonen](#) (z.B. Getreide, Gräser, Mais)
 - Zweikeimblättrige oder [Dikotyledonen](#) (z.B. Raps, Zuckerrüben, Kartoffeln...)

Gräser (Getreide):



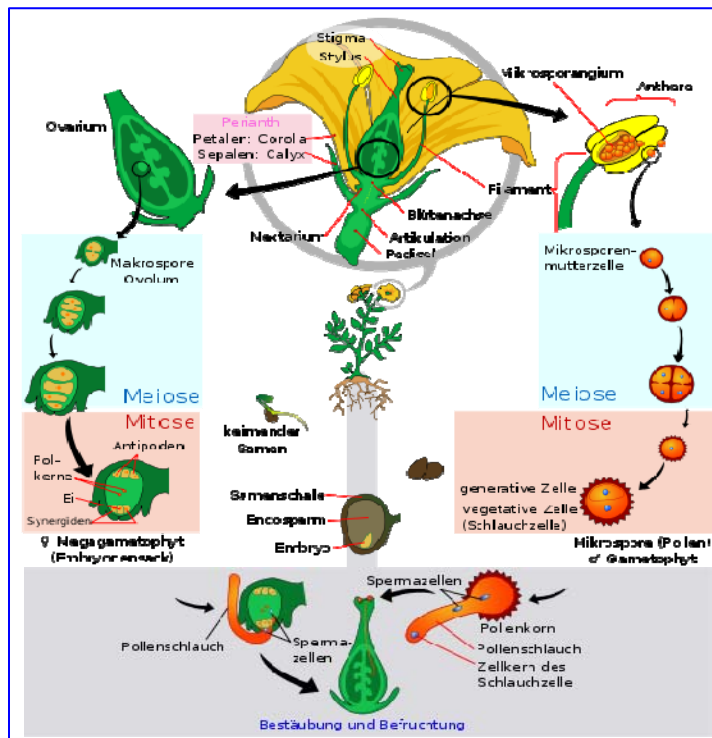
Männlicher Blütenteil:

Staubblätter, bestehend aus

- **Filament** (=Stielchen) und
- **Anthere** (= Pollensack), darin enthalten sind die Pollenkörner (= haploide Geschlechtszellen, entstanden aus einer Meiose, s. unten)

Quelle: [Wikipedia](#)

Raps:



Weiblicher Blütenteil:

- **Narbe** (Stigma) und **Griffel** (Stylus)
Auf der Narbe keimt der Pollen zum Keimschlauch aus und wächst durch die Narbe (Griffel) in den Fruchtknoten.
- **Fruchtknoten** (Ovarium) dieser besteht aus
 - einem oder aus mehreren **Fruchtblättern** darin enthalten sind
 - **Eizelle** und **Embryosack**

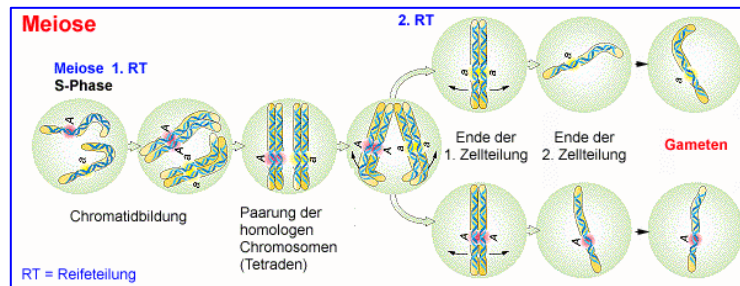
Quelle: [Wikipedia](#)

[Zurück](#)

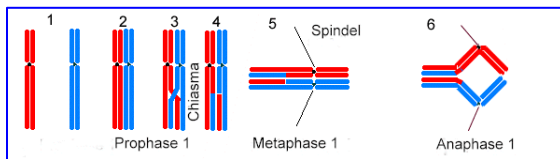
2. Meiose (Reifeteilung)

Quellen: [ZUM](#), [Beck](#), Quicktime-[Video](#), [Scheffel.org](#)

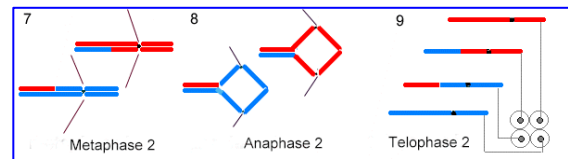
Überblick:



1. Reifeteilung:



2. Reifeteilung:



2.1 Erste Reifeteilung

Prophase 1: Schon am Anfang der Reifeteilung...

Identische Reduplikation der Chromosomen.

- Die gleichen Chromosomen (Chromatide!) legen sich in der Mitte der Zelle aneinander
- Es kommt zur Überkreuzung der väterlichen und mütterlichen Chromatiden (hier rot und blau dargestellt) und zum

Crossing over.

Durch das Crossing-over werden das väterliche und mütterliche Erbgut zufällig gemischt. Die Meiose ist eine der natürlichen Ursachen für die

genetische Vielfalt und Neukombination der Gene.

Metaphase 1: Es bilden sich Spindelfasern aus

Anaphase 1: Die Spindelfasern ziehen die (durch Crossing over gemischten) Chromatiden auseinander

Austausch der Chromatid-Stücke

Telophase 1: Zwei neue Kernmembranen bilden sich. Die Spindelfasern werden abgebaut.

2.2 Zweite Reifeteilung

Hier erfolgt vor der Teilung keine identische Reduplikation, dadurch entstehen haploide Tochterzellen.

Prophase 2: Die Chromosomen in jedem Zellkern wandern in die Mitte der Zelle („Äquatorialebene“).

Metaphase 2: Spindelfasern bilden sich in jeder neuen Zelle aus.

Anaphase 2: Die Chromatiden der Chromosomen werden zu den jeweiligen Polen gezogen

Telophase 2: Kernmembranen werden gebildet. Die Spindelfasern verschwinden.

Es sind vier haploide Zellen entstanden.

Mit der Meiose entstehen aus einer diploiden Gewebezelle vier haploide Geschlechtszellen (Gameten).

Im Fruchtknoten sind es die Eizellen und im Pollensack (Antheren) die Pollenzellen

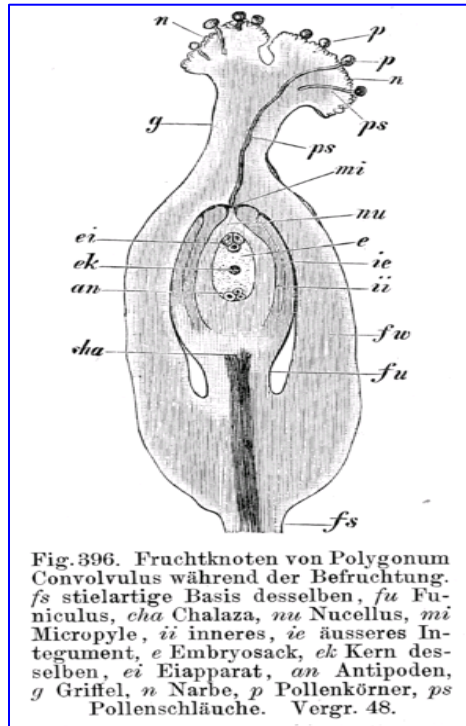
[Zurück](#)

3. Vorgang der doppelten Befruchtung

Quelle: [Wiki](#), Film: [YouTube](#)

Wesentliches Merkmal der Angiospermen ist eine doppelte Befruchtung. Damit ist die Befruchtung von zwei (Ei-)zellen im gleichen Fruchtknoten gemeint:

- aus einer befruchteten Eizelle erwächst der Keimling (Embryo)
- aus einer zweiten befruchteten „Eizelle“ erwächst der Mehlkörper (Endosperm)



Der Pollen...

- bildet Enzyme,
- welche das Gewebe des Griffels auflösen können.
- Es bildet sich ein

Pollenschlauch

In der Pollenzelle (Spermazelle)...

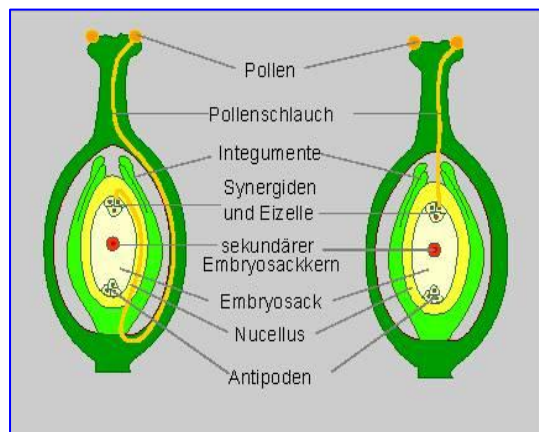
- teilt sich der Zellkern in zwei Kerne
- diese wandern durch den Pollenschlauch in den

Fruchtknoten

Frage:

- Warum kann sich der Roggen normalerweise nicht selbst befruchten?
- Und warum gibt es in der Roggen-Hybridzüchtung dann doch selbstbefruchtende Inzuchtlinien?

Im Fruchtknoten vereinigt sich...



eine erste Spermazelle...

- mit einer Eizelle
- zu einer diploide Stammzelle

Daraus erwächst der Keimling (Embryo)

eine zweite Spermazelle...

- mit einer diploiden (oder tetraploiden) „Eizelle“ (Polkern)
- zu einer tri- oder pentaploiden Zelle

Daraus erwächst der Mehlkörper (Endosperm)

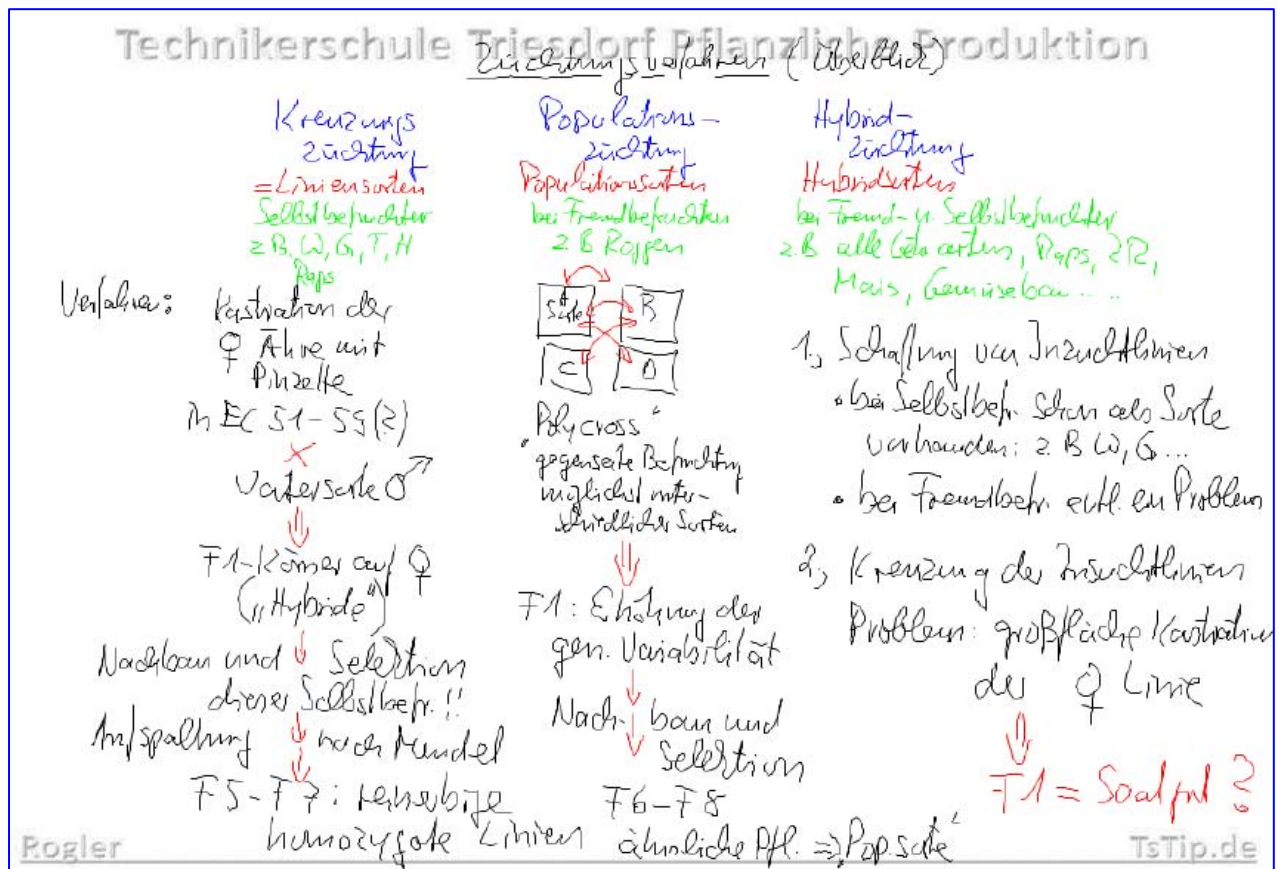
**Ein Getreidekorn besteht aus einem Keimling und einem Mehlkörper.
Beide sind aus getrennt ablaufenden Befruchtungsvorgängen hervor gegangen.**

Nach der Befruchtung der Eizelle entsteht aus dem Fruchtknoten die Frucht (=Same):

- Leguminosen: Fruchtknoten besteht aus einem Fruchtblatt, es entsteht eine Hülse
- Raps: Fruchtknoten besteht aus zwei Fruchtblättern, es entsteht eine Schote

Züchtungsverfahren

1. Überblick (Tafelanschrift)



2. Kreuzungszüchtung selbstbefruchtender Getreidearten

2.1 Kastration der Mutterähre

Bildquelle: [Züchtungsmethoden](#) (pdf),



Vorgehensweise:

- **Kastration** der Mutterähre in EC 51-59
 - ☐ Mit Pinzette die Antheren entfernen
 - ☐ bei allen Blütchen einer Mutterähre
- danach Schutz der Ähre vor ungewollter Fremdbefruchtung...

„Tüte drüber“

Nach Ausreifung der Ähre...

- **Bestäubung** mit Antheren einer Vaterlinie:
 - ☐ Die Äntheren werden in die kastrierte Blüte der Mutterpflanze übertragen

[Zurück](#)

2.2 Nachbau, Selektion und Leistungsprüfung

Quelle: LfL [Bayern](#)

Uniformitätsgesetz:

Auf der bestäubten Mutterpflanze erwachsen die Körner der F1-Generation. Nach Aussaat der F1-Körner einer Ähre zeigen sich völlig gleiche F1-Pflanzen.

Spaltungsgesetze:

In der F1- und den nächsten Generationen kommt es durch die natürliche Selbstbefruchtung zu einer zunehmenden Homozygotie und damit Aufspaltung, dadurch...

Selektion und Leistungsprüfungen möglich.

2006 F₁ Alle Pflanzen gleich Handsaat, ca. 20 Pflanzen pro Kreuzung
2007 F₂ Spaltungsgeneration Einzelkornsaat ca. 800 Pflanzen pro Kreuzung
2008 F₃ Reihensaat 40 – 60 Nachkommen von selektierten Einzelpflanzen pro Kreuzung 1 Reihe je selektierter Pflanzen
2009 F₄ Reihensaat 4 – 6 Nachkommen pro Kreuzung aus den 40 – 60 F ₃ en
2010 F₅ Reihensaat und Parzellensaat Pro selektierter Reihe in F ₄ werden 12 Reihen in F ₅ angebaut; parallel 1. Ertragsprüfung mit 1 – 5 Kandidaten pro verbliebener Kreuzung
2011 F₆ Reihensaat ähnlich F₅ Parallel dazu mehrortiger Anbau in Parzellen
2012 F₇ – F₈ ähnlich F₆ bis 2013 Zunehmende Zahl von Prüferten, Erfassung aller Ertrags-, Qualitäts- und Resistenzeigenschaften, weitere Einschränkung der Sortenkandidaten

Erzwungene
Fremdbefruchtung
erzeugt hohe genetische
Variabilität
(Heterozygotie)

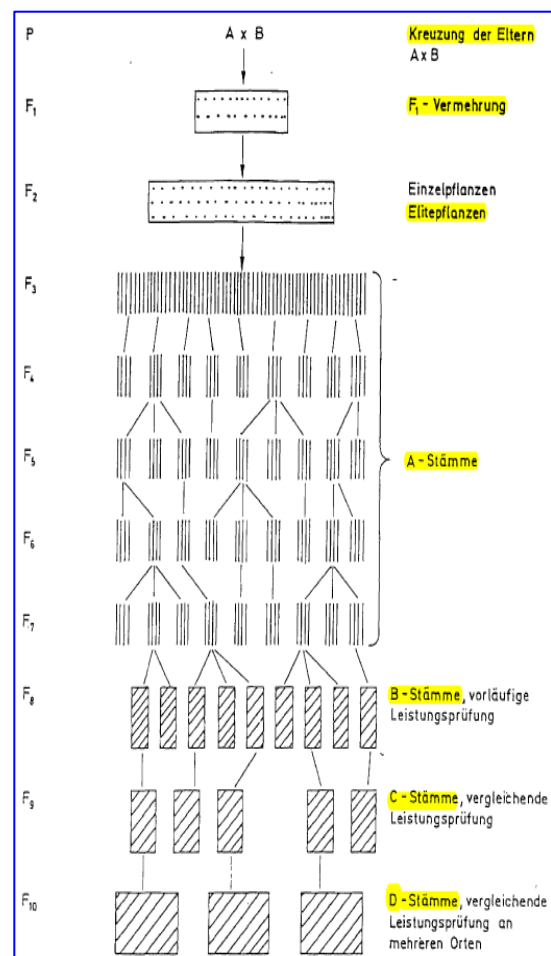
F1 ist in dem Sinne eine
Hybride

Durch Nachbau
(Selbstbefruchtung!)
zunehmende
Reinerbigkeit
(Homozygotie)

Selektion nach
phänotypischen und
genotypischen
Leistungsmerkmalen
(Leistungsprüfungen)

Reinerbige, homogene
und beständige Linien

Antrag auf
Sortenzulassung



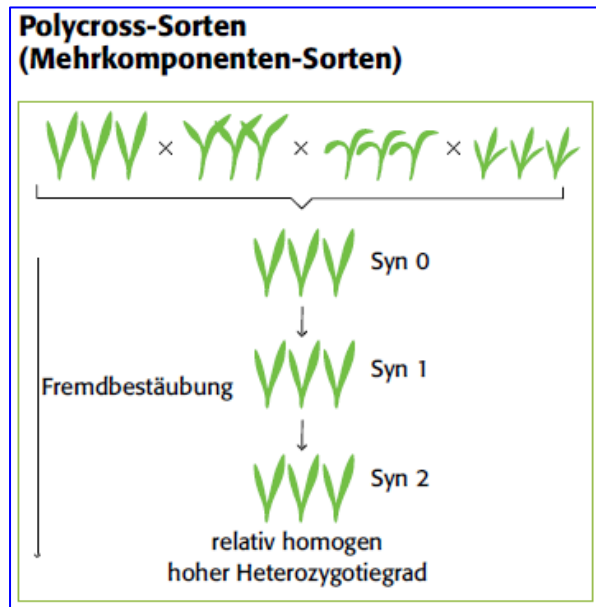
[Zurück](#)

3. Populationszüchtung und Polycross-Verfahren

Quelle: [FibL.org](#) ([pdf, Seite 41](#))

Das Polycross- Verfahren...

ist bei Fremdbefruchtern eine eigenständige Methode zur Erzeugung einer neuen Sorte mit einem hohen Grad an Heterozygotie (genetische Variabilität).



Es werden im Zuchtgarten

mehrere „Elternkomponenten“
(zwischen 4 und 20)

nebeneinander angebaut. Diese blühen offen ab und befruchten sich gegenseitig.

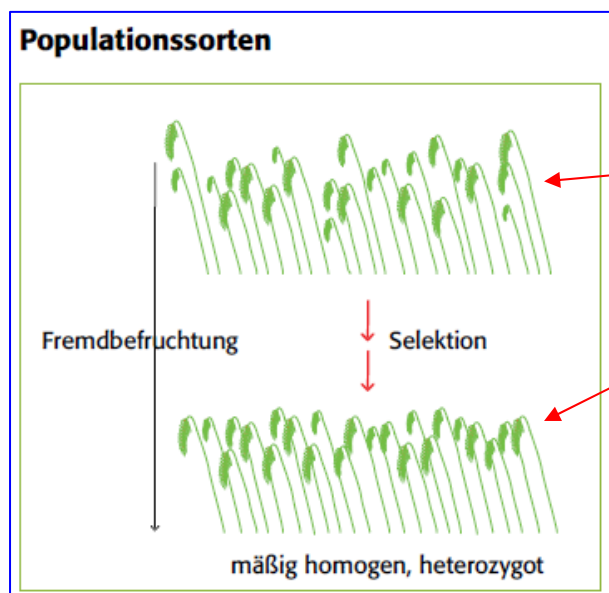
Durch mehrerjährigem Nachbau und gegenseitiger Befruchtung entsteht eine

hohe Heterozygotie
(„Genmischung“)

die zu einer neuen verbesserten Population führt:

Polycross-Sorte

Populationszüchtung...



In der Populationszüchtung erzeugt das Polycross-Verfahren eine

Ausgangspopulation
mit hoher genetischer Variabilität
(Heterozygotie)

Eine neue Populationssorte...

mit verbesserten Leistungseigenschaften entsteht daraus durch mehrjährige Selektionsarbeit, d.h.

Massenauslese

aus dieser stark heterozygoten Ausgangspopulation.

Hybridzüchtung

Die Hybridzüchtung und Hybrid-Saatguterzeugung ist ein sehr bedeutender Wirtschaftsfaktor der großen Saatgutfirmen. Dies gilt insbesondere bei Mais, Zuckerrüben, Raps, Roggen und vor allem auch im Gemüsebau.

Bei der Verwendung von Hybridsaatgut ist zur eigenen Saatguterzeugung ein

Nachbau kaum sinnvoll
(Leistungsdepression durch Aufspaltung)

so dass der Landwirt angehalten ist, jedes Jahr neues Saatgut zu verwenden.

Die derzeitige Bedeutung von Hybridsorten innerhalb der Getreidearten nimmt mit folgender Reihe ab:

Roggen < Gerste = Weizen << Triticale

1. Allgemeiner Verfahrensablauf

s. dazu ein KWS-[Video auf Youtube](#) (Beispiel Roggen)

1. Schaffung reinerbiger (Inzucht-)Linien:

a) Fremdbefruchter (z.B. Roggen):

- sie müssen sich selbst befruchten (wie geht das?)
- dadurch Verringerung der genetischen Variabilität (zunehmende Homozygotie), was eine **Inzuchtdepression** zur Folge hat

b) Selbstbefruchtersorten (z.B. Weizen) sind schon reinerbig (und sehr leistungsfähig!)

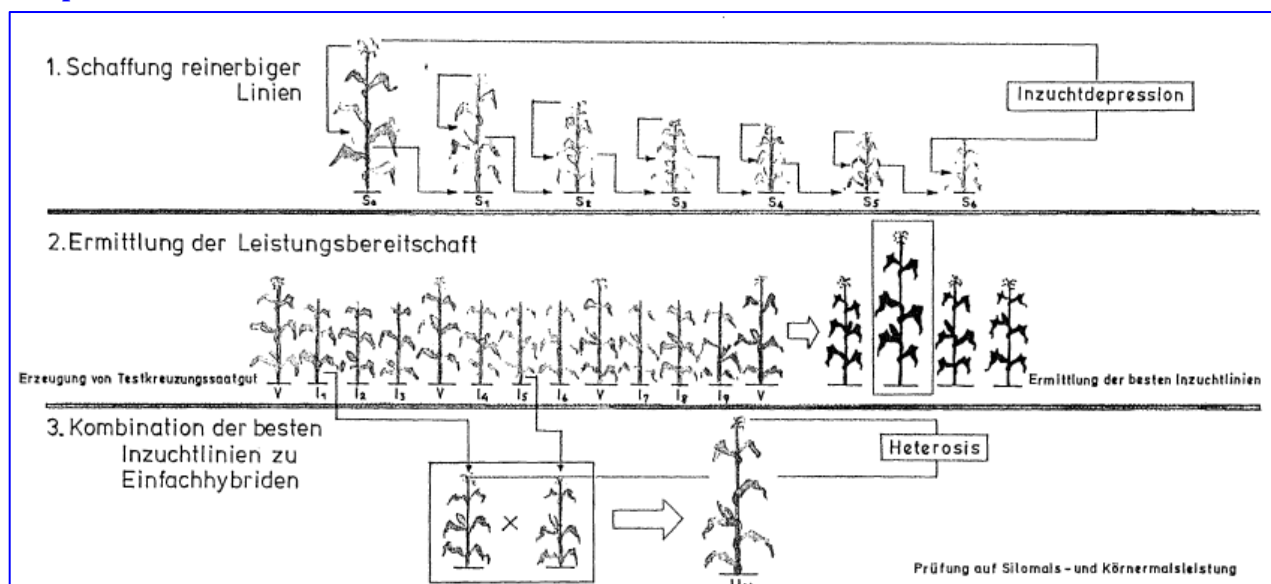
2. Kreuzung der selbstbefruchtenden Inzuchtlinien:

bei Testkreuzungen als auch letztendlich zur Herstellung von Einfachhybriden.

- Vorher **Kastration der selbstbefruchtende Mutterlinie** (wie geht das?)
- Nachkommen haben eine hohe Variabilität von Leistungsgenen (maximale Heterozygotie):

Heterosiseffekt

Beispiel Mais...



[Zurück](#)

2. Wie wird Roggen zum Selbstbefruchter?

Der Roggen besitzt eine „Selbstinkompatibilität“, d.h. er ist deshalb ein Fremdbefruchter, weil in einem Blütchen der eigene Pollen keinen Pollenschlauch in der Narbe ausbilden kann.

Enzyme des eigenen Pollens können Narbengewebe nicht auflösen.

Zur Schaffung von Inzuchtlinien musste ein **Selbstbefruchter-Gen** aus Wildformen gefunden werden.

Dieses wurde in den Kulturroggen eingekreuzt. Die daraus entstandenen selbstbefruchtenden Linien konnten in der Hybridzüchtung weiter verwendet werden.

3. Inzuchtdepression bei Fremdbefruchter

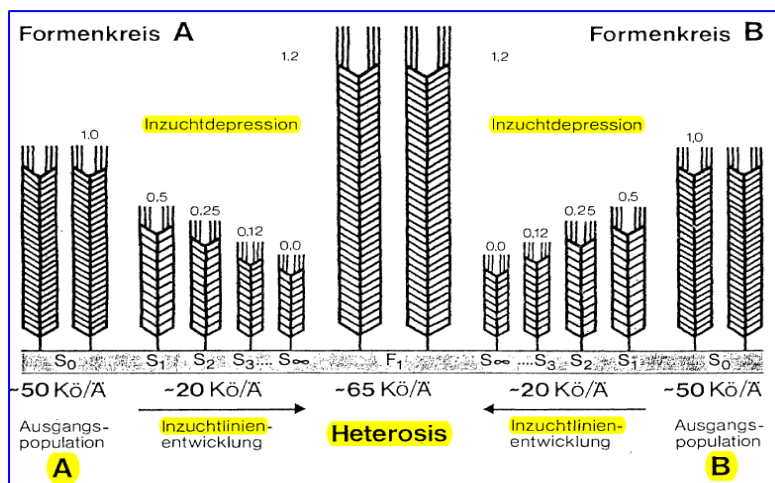
Der Roggen...

hat aufgrund seiner Fremdbefruchteneigenschaft normalerweise eine

hohe genetische Variabilität (Heterozygotie).

Bei der Schaffung von Inzuchtlinien entsteht durch die Selbstbefruchtung eine

zunehmende Homozygotie (s. Mendel)



Im Laufe der Inzucht über 5-7 Jahre...

- spalten schlechte Gene heraus
- bleiben durch Selektion nur noch **Leistungsgene** übrig, dadurch...
- **Zunahme der Homozygotie** von Jahr zu Jahr um jeweils der Hälfte der verbleibenden Heterozygotie

50% → 75% → 87,5%
(s. Mendel!)

Es entstehen reinerbige Linien...

mit homozygoten Leistungsgenen, jedoch geringerer genetischer Variabilität und damit geringerer Gesamtleistung.

**Inzuchtlinien von Fremdbefruchtern zeigen eine
stark verminderte Leistung (Depression)!**

Bei Mais...

gilt die gleiche Aussage. Er ist jedoch kein strenger Fremdbefruchter sondern akzeptiert auch eigenen Pollen. Hier ist eine Selbstbefruchtung rel. einfach:

**Erzwungene Selbstbefruchtung durch
„Tüte drüber“**

Geringer Saatgut-Ertrag bei Einfach-Hybriden:

Bei Einfachhybriden (Inzuchtmutter x Inzuchtvater) erwächst nur ein sehr geringer Saatgutertrag auf der leistungsschwachen Inzuchtmutter.

[Zurück](#)

4. Kastration der mütterlichen Inzuchtlinie

Dies ist generell ein „Problem“ in der Hybridzüchtung. Bei der Kreuzung von selbstbefruchtenden Inzuchtlinien muss die Mutterlinie kastriert werden, damit sie den Pollen der Vaterlinie akzeptiert und sich nicht vorher selbst befruchtet.

Kastrationsverfahren (Übersicht):

Mechanisch (Mais, s. Youtube-Video!)	Genetisch (Roggen, Gerste, Raps, Mais...)	Chemisch (Weizen)
Abschneiden der männlichen Blütenteile („Fahne“)	Einkreuzung eines in den Mitochondrien verankerten Sterilitätsgens (cms)	Verwendung von Gametoziden

4.1 Genetische Kastration

Es wurden in Wildpflanzen Gene gefunden, die während der embryonalen Entwicklung die Ausbildung der männlichen Blütenteile (Antheren) verhindern.

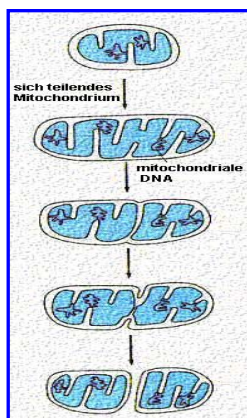
Diese Gene sind in den Mitochondrien lokalisiert. Die Pollenzellen werden von den Mitochondrien nicht mehr mit Energie versorgen und sterben ab.

Verfahrensübersicht

s. auch Kapitel [Saatguterzeugung](#)

1. **Einkreuzung** eines dominant vererbaren...

cytoplasmatischen männlichen Sterilitätsgenes („cms“)



Zur Erinnerung:

Mitochondrien sind...

Selbstteilungskörper mit eigener DNA

- Sie vermehren sich in der Zelle und werden bei der Zellteilung auf die Tochterzellen verteilt.
- Sie geben damit ihre eigene DNA an die Tochterzellen weiter.
- Wenn Sie verbraucht sind, werden sie in Zusammenarbeit von ER, Golgi-Apparat und Lysosomen abgebaut.

2. **Vermehrung** der cms- Inzuchtlinien

Zur Saatguterzeugung muss immer wieder die männlich sterile Mutterlinie bereitgestellt werden. Da sie sich nicht selbst befruchten kann, dient

die gleiche, genetisch identische aber nicht sterile Mutterlinie als Befruchter.

3. **Beseitigung der Dominanz**

Die Dominanz in der Vererbung der cms muss wieder ausgeschaltet (restauriert) werden...

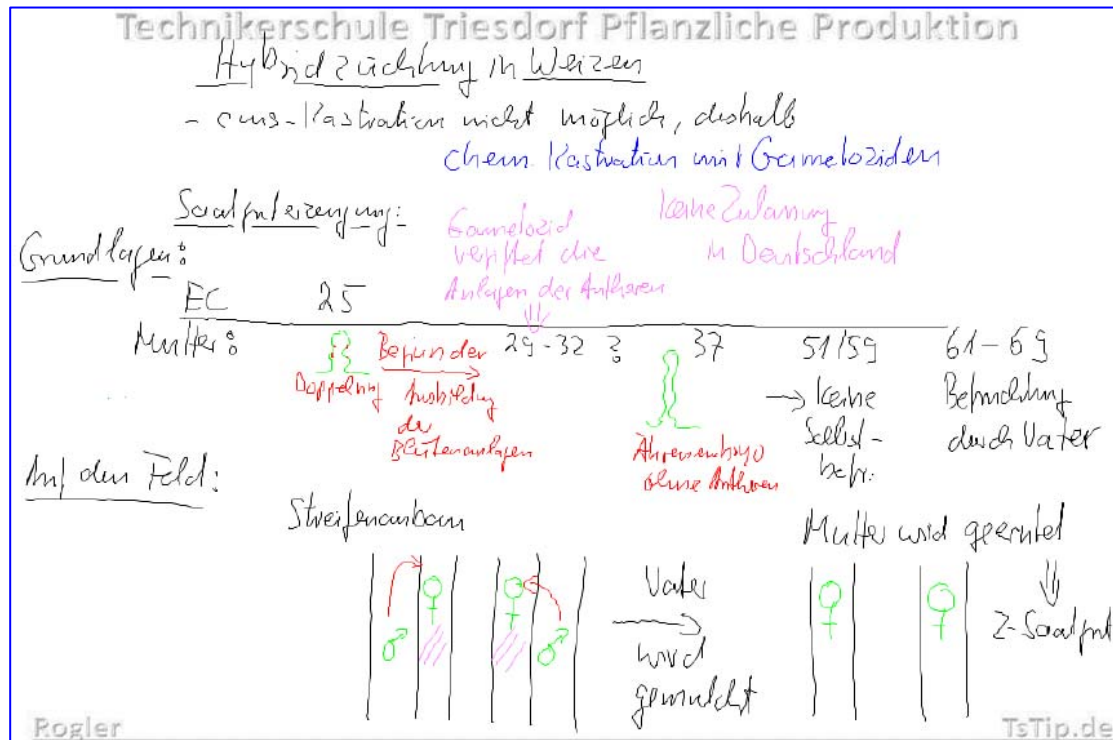
Einkreuzung eines Restorers

- entweder durch die Vaterlinie selbst. Dies geschieht in der Gerstenzüchtung
- oder in der Roggenzüchtung durch eine weitere Kreuzung in der sterilen F1

[Zurück](#)

4.2 Chemische Kastration bei Weizen

Übersicht (Tafelanschrift):



Verfahrensablauf:



Die Mutterlinie wird während der Entwicklung des Ährenembryos behandelt mit...

Gametoziden

Dies bewirkt...

- keine Ausbildung der männlichen Blütenteile (Staubbeutel, Pollen).



Eine so behandelte Sorte wird zur männlich sterilen Mutterlinie, die durch den Kreuzungspartner befruchtet werden kann.

- Links im Bild: männlich sterile Mutterlinie, Blüte kann sich nicht selbst befruchten und ist deshalb weit geöffnet
- Rechts im Bild: Polenspender (Vaterlinie) vor seiner eigentlichen Blüte

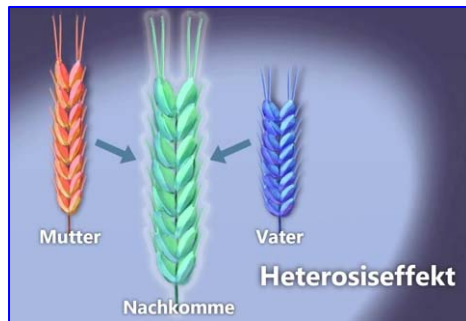
Saatgutherzeugung hauptsächlich in Frankreich!
In Deutschland sind Gametozide nicht zugelassen.

Bildquelle: [Praxisnah \(pdf\)](#)

[Zurück](#)

5. Heterosiseffekt und Praxisanbau 2014

Quelle: KWS ([Video Youtube](#)), [Wikipedia](#)



Eine Neukombination der in den Inzuchteltern homozygot vorhandenen Leistungsgenen führt in der F1-Generation zu einer Leistungsexplosion.

Elterngeneration (diploid): AA x BB

nach Meiose haploid: A x B

F1-Tochtergeneration:

AB
Heterosiseffekt!

Inzuchtdepression und starker Heterosiseffekt zeigen sich insbesondere beim

- Fremdbefruchter Roggen und
- „Gemischtbefruchter“ Mais (und auch Raps)

Die Hybridzüchtung innerhalb der leistungsfähigen Selbstbefruchter Gerste und Weizen...
zeigt nur geringe Heterosiseffekte.

5.1 Hybrid- Wintergerste

Quelle: [Syngenta](#), (s. [BSA](#)), [Beiselen](#) und [Sortenvergleich online](#) (KWS)

Für den Anbau 2014 werden von der Fa. Syngenta folgende „Hyvido-Sorten“ beworben:

[Wotan](#), [Trooper](#), [Leo](#), [Hobbit](#) (Sortenliste), [Zoom](#) (Sortenliste)

5.1.1 Pflanzenbauliche Besonderheiten

Quelle: [Syngenta](#) (pdf: „Hyvido-Technologie“), s. auch Video ([Werbefilm Fa. Syngenta](#))

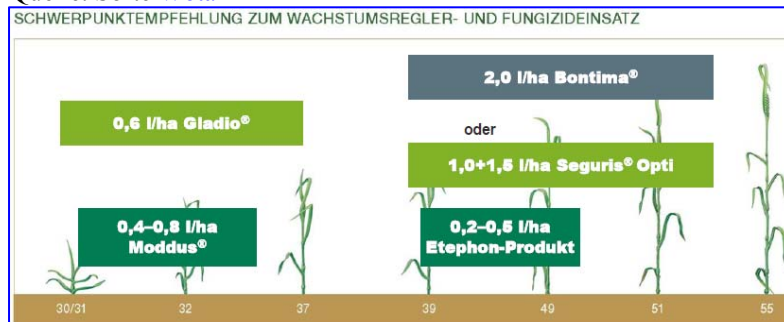
Die mehrzeiligen Hybridsorten haben allgemein eine...

„bessere Vitalität“ mit Betonung der Ährenleistung.

In allen Hybridsorten zeigt sich der **Heterosiseffekt in der Kornzahl!**

Daraus resultieren folgende Besonderheiten...

Quelle: Sorte [Wotan](#)



- **Spätsaatsaatverträglich**
Aussaatfenster 15.9. bis 15.10
- **Dünnere Saat:**
Um 30% verringerte Saatstärke
Mitte September: 150-180
Mitte Oktober: 250-300 Kö/m²

- Umverteilung der N-Düngung:
Reduzierte N1 (Bestockung bremsen), Normale N2 in EC 29/30, vorgezogene N3 in EC 37
- Intensiver Einsatz von Wachstumsregler und Fungizid

[Zurück](#)

5.1.2 Versuchsergebnisse Wintergerste

Wie oben erwähnt, zeigen die selbstbefruchtenden Hybridsorten im Getreidebau (Weizen, Gerste) gegenüber den leistungsstarken Liniensorten

nur geringe Heterosiseffekte.

Baden-Württemberg 2014:

Quelle: [BaWü \(pdf\)](#)

Versuchsberichte Pflanzenproduktion LSV				1/2014 Wintergerste
Tab. 12: Rangfolge der Sorten Baden-Württemberg (Stufe 2) - LSV Wintergerste 2014				
Auswertungszeitraum: 2010 bis 2014				
Sorte	Relativertrag	Anzahl Versuche	SE %	
KWS Glacier	103.3	10	2.3	
KWS Meridian	102.6	29	1.5	
California	102.2	27	1.5	
SY Leoo	102.1	19	1.8	
KWS Tonic	101.7	11	2.2	
Albertine	101.1	19	1.8	
Chalup	101.0	25	1.6	
Captain	100.2	10	2.4	
Anisette	99.6	39	1.4	
Colonia	99.1	19	1.8	
Famosa	99.0	39	1.4	
Zirene	98.7	10	2.4	
Antonella	98.1	19	1.9	
Caribic	97.6	19	1.8	
Sandra	97.5	37	1.4	
SU Vireni	96.1	25	1.7	
Anja	95.9	11	2.3	
Lomerit	95.2	48	1.4	
Fox	94.6	11	2.4	
Duplex	92.9	11	2.4	

Die Hybridsorte SY Leoo (mz.)

zeigt gegenüber der

- mz. Liniensorte KWS Meridian

keinen Mehrertrag!

- zz. Liniensorte KWS Glacier

Mindererträge

**Bayern zeigt
ähnliche Versuchsergebnisse!**
LfL [Bayern \(pdf\)](#)

5.2 Hybrid-Winterweizen

Quelle: BaWü ([pdf](#))

Hybridsorten wie z.B. [Hybnos1](#) oder [Hybred](#) werden in der staatlichen Beratung (Bayern, BaWü) aus ökologischen Gründen (Gametozide in Deutschland nicht zugelassen)

nicht empfohlen!

Versuchsergebnisse aus BaWü...

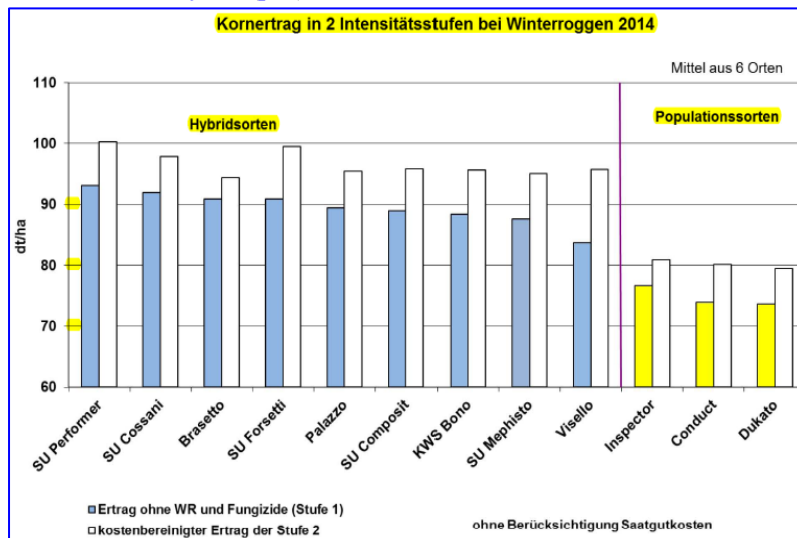
Versuchsberichte Pflanzenproduktion LSV																		4/2014 Winterweizen
Fortsetzung Tab. 28:																		
Ort=Orschweiler																		
Stufe1																		
RANG/SORTE	VGR	ERTR. REL.	ERTR. DT/HA	TS %	PFL. LÄNG	MANG NAWI	MANG NAEH	MANG VERN	MANG NAEH VERN	LAG. VERN	LAG. TAU	MEHL. SEPT	BLAT. ROST	BRN. ROST	GELB. TnAS	AEHS. TnAS	GREI. TnAS	
1 Elixer	116.6	108.7	91.7	100	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.5	204	248	
2 Atomic	115.6	107.7	91.5	93	1.5	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	3.0	203	253	
3 Rumor	113.4	105.7	92.2	100	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	3.0	201	248	
4 Memory	114.5	106.7	91.9	93	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	4.5	204	255	
5 KWS Loft	109.0	101.5	92.5	100	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	5.5	203	253	
6 Apian	109.4	102.0	92.6	90	1.5	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	3.0	206	253	
7 Pionier	109.2	101.8	92.1	100	1.5	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	2.5	206	253	
8 Orcas	109.0	101.5	92.1	100	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	203	253	
9 Desamo	111.1	103.5	92.5	95	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	3.5	207	254	
10 Edward	109.6	102.1	91.6	103	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	4.0	205	255	
11 RGT Reform	105.3	98.1	92.6	93	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	2.5	205	254	
12 Rebell	109.8	102.3	92.6	93	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	2.5	204	251	
13 Avenir	107.0	99.7	91.7	105	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	207	254	
14 Hystar	100.1	93.2	91.6	98	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	6.0	196	253	
15 Gordian	104.9	97.7	91.8	95	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	3.5	205	253	

Heterosiseffekt gegenüber Liniensorten nicht sichtbar!

[Zurück](#)

5.3 Hybrid-Winterroggen

Quelle: LfL [Bayern \(pdf\)](#)



Drei neue Hybridsorten der Saaten-Union...

- SU [Performer](#),
- SU [Cossani](#) und
- SU [Forsetti](#)
(in Bayern 2015 empfohlen)

zeigen Spitzenerträge!

Fremdbefruchter Roggen zeigt sehr hohe Heterosiseffekte!

6. Problem Pollenschüttung bei Hybridroggen

Quelle: [KWS-Lochow](#) (Film „Mutterkorn reduzieren“)

Für die **geringere Pollenschüttung der Hybridsorten** war in der Vergangenheit eine

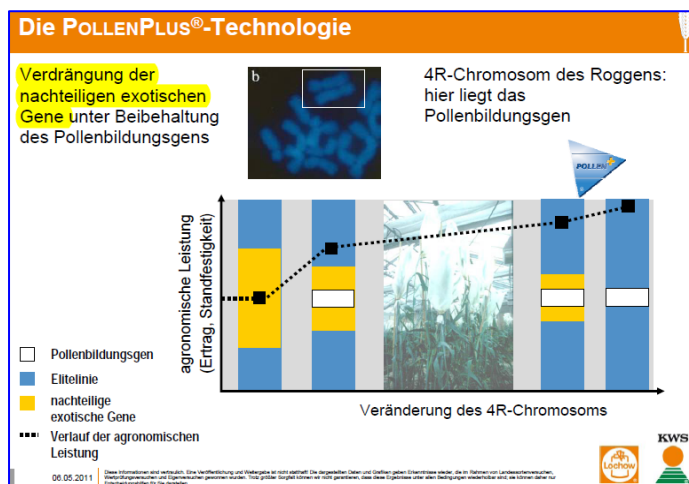
ungenügende Restauration der cms-Sterilität

der Mutterlinie während der Saatgut-Erzeugung verantwortlich.

Dies führte z.B. dazu, dass die Hybridsorte Farino 1998 in ganz Deutschland gravierende Ertragsausfälle wegen fehlender Befruchtung hatte (Quelle: [Agrarzeitung](#)). Die Folge war eine..

**10% Beimischung einer Pop.sorte als Pollenspender
in Hybridsaatgut**

1995 fanden KWS-Lochow in Wildgräsern ein „**Pollenschüttungsgen**“, das in Hybridlinien eingekreuzt werden konnte.



Nach aufwendigen

- Rückkreuzungen (Eliminierung der schlechten Wildeigenschaften, hier gelb dargestellt)

entstanden aus dieser Züchtungsarbeit die auch 2015

- offiziell empfohlenen Sorten von KWS-Lochow:

[Palazzo](#) und [Brasetto](#)
Sorten-Info [KWS Lochow](#)

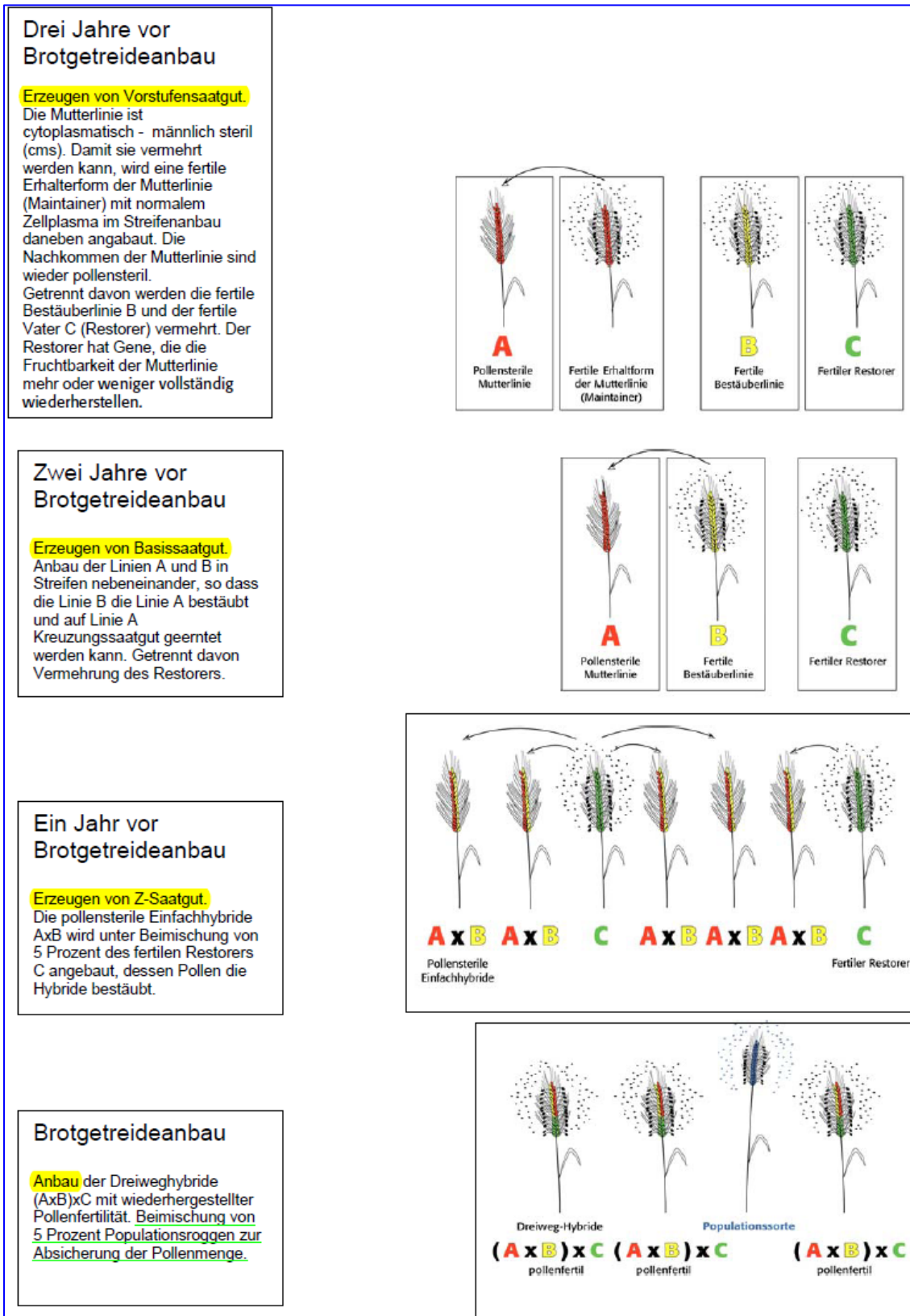
KWS: „Beimischung eines Pollenspenders nicht mehr erforderlich!“

[Zurück](#)

7. Saatguterzeugung in der Hybridzüchtung

7.1 Beispiel Roggen

Bildquelle: [Eco-Pb.org \(pdf\)](#), s. auch Video-Film [KWS](#)

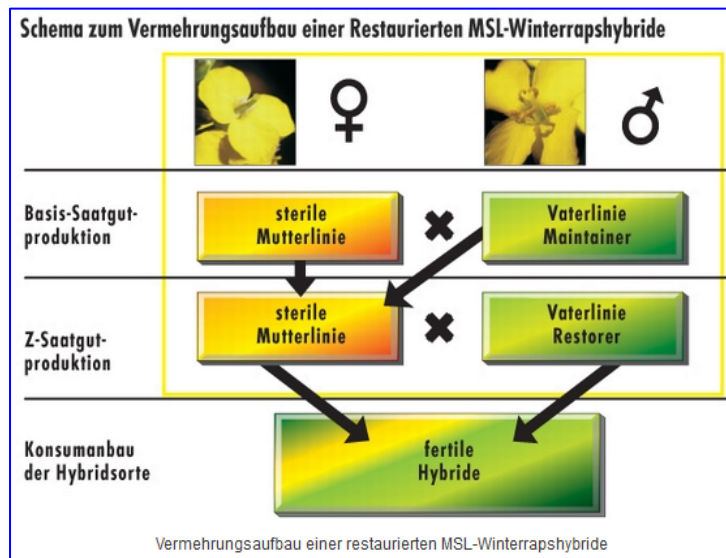


[Zurück](#)

7.2 Beispiel Raps

Quelle: [Rapool](#)

Schema:



Ähnlich wie beim Roggen Erzeugung von...

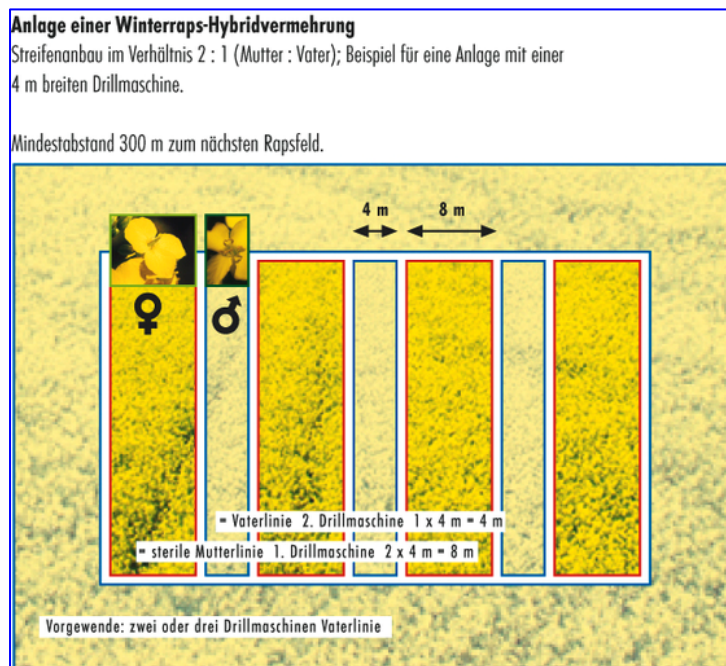
Basissaagut:

- Bestäubung und damit Vermehrung der cms-sterilen Mutterlinie durch ihre fertile Schwester (gleiche Linie ohne cms!) Hier als „Vaterlinie Maintainer“ bezeichnet.

Z-Saatgut:

- Kreuzung der cms-sterilen Mutterlinie mit der Restorer-Vaterlinie, die gleichzeitig das dominant vererbbares cms-Gen abschaltet also restauriert.

Feldmäßige Z-Saatgutproduktion:



- Streifenanbau, getrennt nach pollenbildender Vaterlinie und steriler Mutterlinie.
- zusätzliche manuelle Bereinigung der Mutterlinie (mindestens 98% sterile Pflanzen)
- Vaterlinie wird nach erfolgter Bestäubung mechanisch beseitigt

Bildquelle: [Rapool](#)

[Zurück](#)

7.3 Beispiel Mais

Quelle: AID ([pdf](#)),

Feldanlage:



Abb. 7: Gezielte Bestäubung zur Erzeugung von Mais-Hybridsaatgut (3 Reihen ♀, 1 Reihe ♂)
Quelle: AID, Von Mendel zum Gentransfer

- 3-4 Reihen kastrierte (entfahnte) Mutterpflanzen
- 1 Reihe Vaterpflanzen

Maschinelles Entfahnen:

s. Video [Mais entfahnen](#)



- Die Maisfahnen werden mit Gummiwalzen aus der Pflanze herausgezogen
- evtl. Kontrolle im Nachgang „per Hand“