

# Selektion

## Allgemeines

Einführende Beispiele

Grundlagen

Natürliche Selektion

## Selektion bei Selbstbefruchtern

Spaltende Generationen nach einer Kreuzung

Selektion auf mehrere Merkmale

# Selektionsentscheidungen

Wahl des Ausgangsmaterials

Auswahl von Kreuzungseltern

Selektion in Nachkommenschaften

Selektion von Linien / Zuchtstämmen

Auswahl von Stämmen für Wertprüfung

Auswahl von Stämmen für die Eintragung ins Zuchtbuch

Sortenwahl des Landwirtes

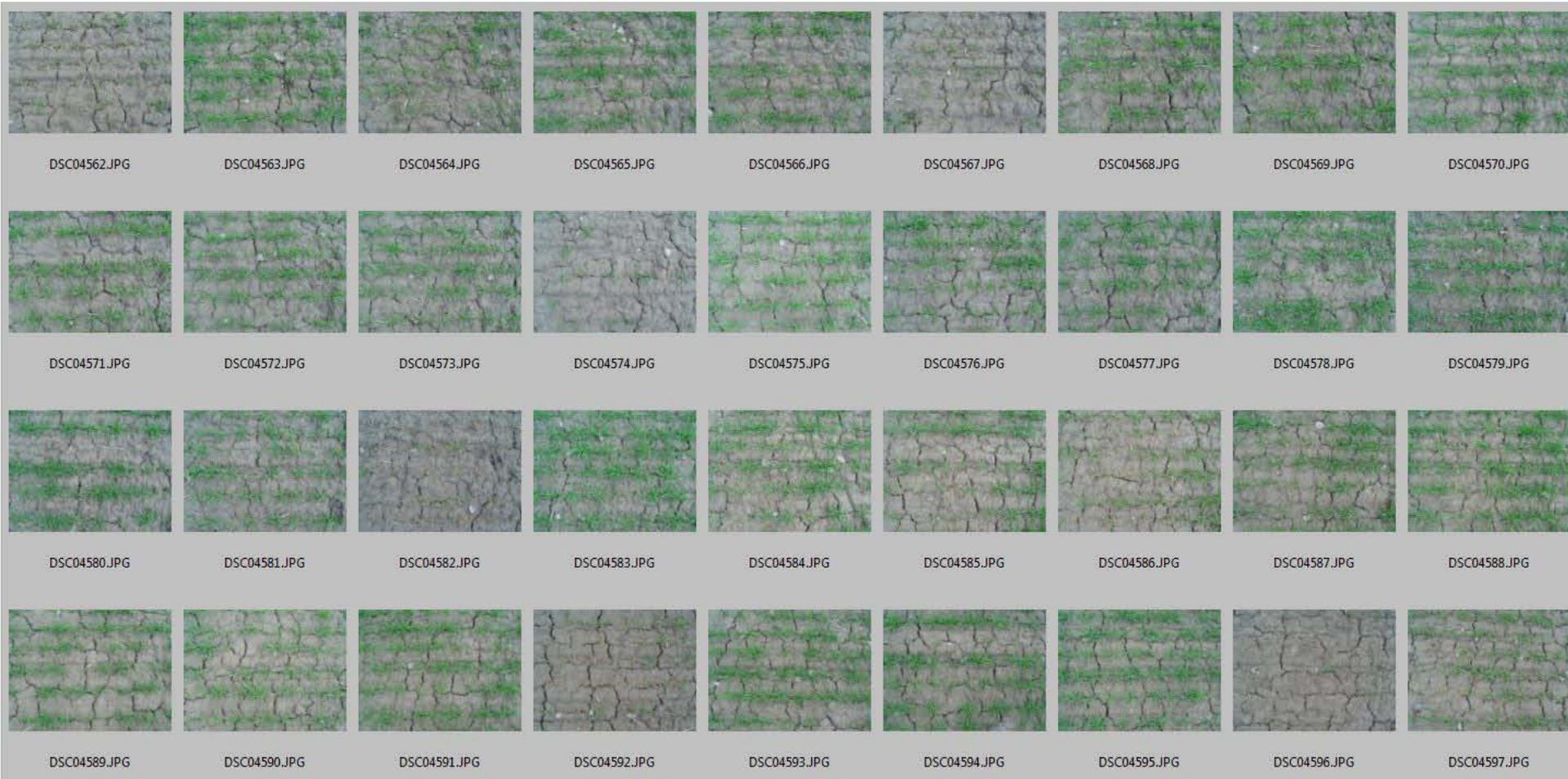
# Einführende Beispiele

Soja-Kreuzungspopulation

Selektion phänotypisch – genotypisch

MAS

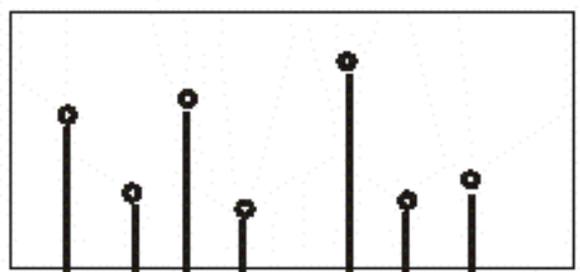
Weizen-Zuchtgarten: Überwinterung



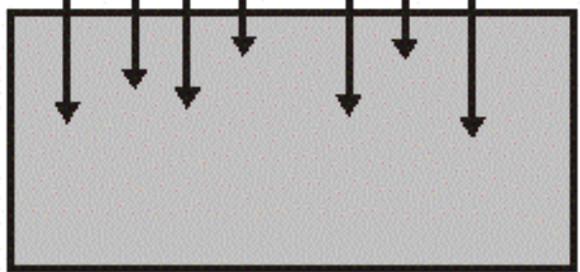
# Weizen-Zuchtgarten: Überwinterungsbonitur

# Massenauslese

Ausgangs-  
population

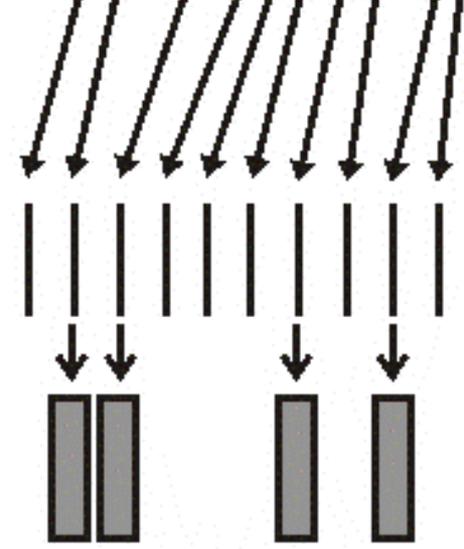
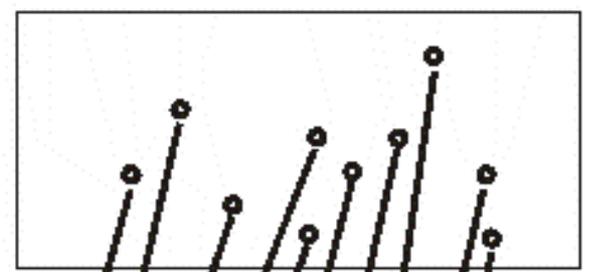


Verbesserte  
Population



# Individualauslese

Nachkommen-  
schaftsprüfung



Selektierte Nach-  
kommensschaften

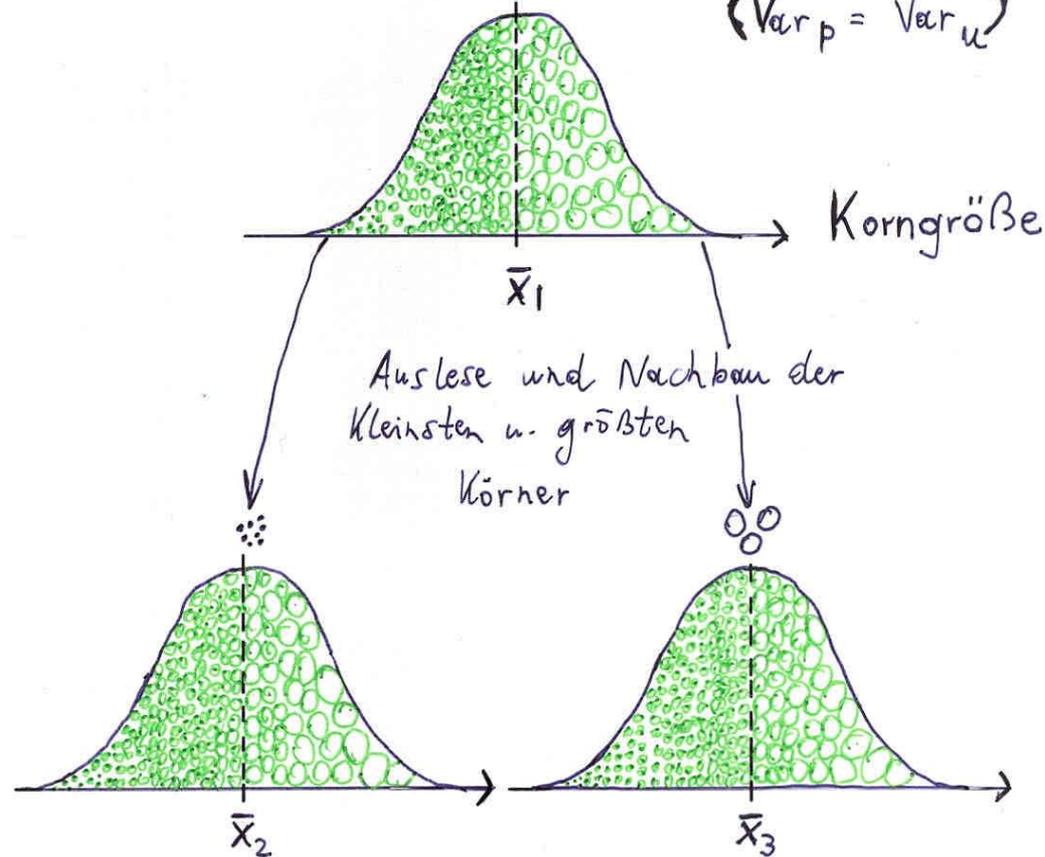
Massenauslese und Individualauslese

# JOHANNSEN - Experiment

Genetisch homogene Population: **Reine Linie**

Varianz nur umweltbedingt

$$(Var_p = Var_u)$$



$\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3$  → kein Selektionserfolg

Selektion ohne genetische Variabilität  
ist wirkungslos.

# Wirkung der natürlichen Selektion

Gemisch von 10 Gerstensorten zu gleichen Anteilen

4-12-jähriger Anbau an versch. Standorten

Anbaugesbiet (US-Bundesstaaten)

Sorte	VA	NY	MN	ND	NE	MT	ID	WA	OR	CA
C&T	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Gatami	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Sm.Awn	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Lion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Meloy	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Wh.Smyrna	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Hannchen	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Svanhals	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Deficiens	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Manchuria	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Ausgangspopulation

# Wirkung der natürlichen Selektion

Gemisch von 10 Gerstensorten zu gleichen Anteilen

4-12-jähriger Anbau an versch. Standorten

Anbaugebiet (US-Bundesstaaten)

Sorte	VA	NY	MN	ND	NE	MT	ID	WA	OR	CA
C&T	446	57	83	156	224	87	210	150	6	362
Gatami	13	9	15	20	7	58	10	1	0	1
Sm.Awn	6	52	14	23	12	25	0	5	1	0
Lion	11	3	27	14	13	37	2	3	0	8
Meloy	4	0	0	0	7	4	8	6	0	27
Wh.Smyrna	4	0	4	17	194	241	157	276	489	65
Hannchen	4	34	305	152	13	19	90	30	4	34
Svanhals	11	2	50	80	26	8	18	23	0	2
Deficiens	0	0	0	1	3	0	2	5	0	1
Manchuria	1	343	2	37	1	21	3	1	0	0

4-12 Jahre später

# Natürliche Selektion

## Wirkung

über die Vermehrungsrate (reprod. Fitness)

## Selektionsrichtung

allgemein: Resistenz, Winterhärte ...

Getreide: kleines Korn, große Halmlänge

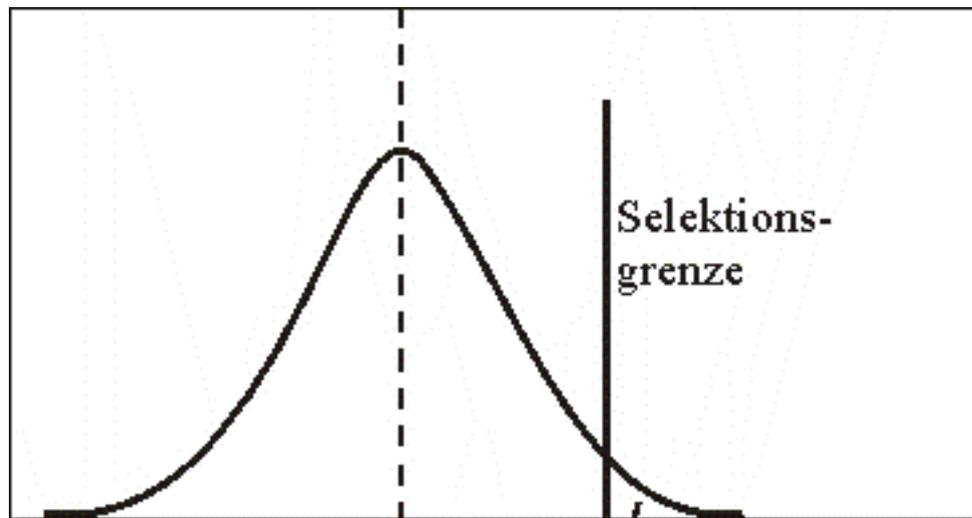
Sojabohne: späte Reifezeit, kleines Korn

# Begriffe

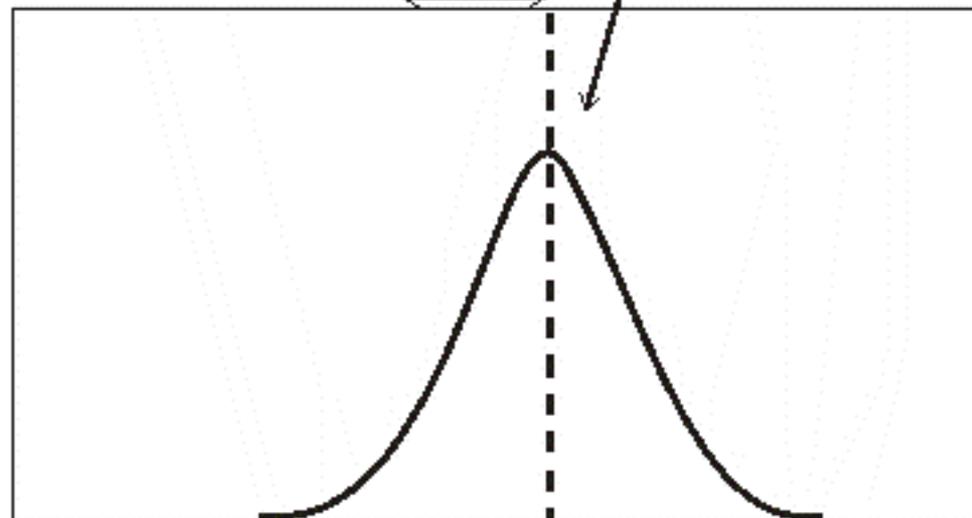
Stabilisierende Selektion (Erhaltungszüchtung)

Disruptive Selektion (Extremtypen)

Gerichtete Selektion (Verschiebung des Pop.mittels)



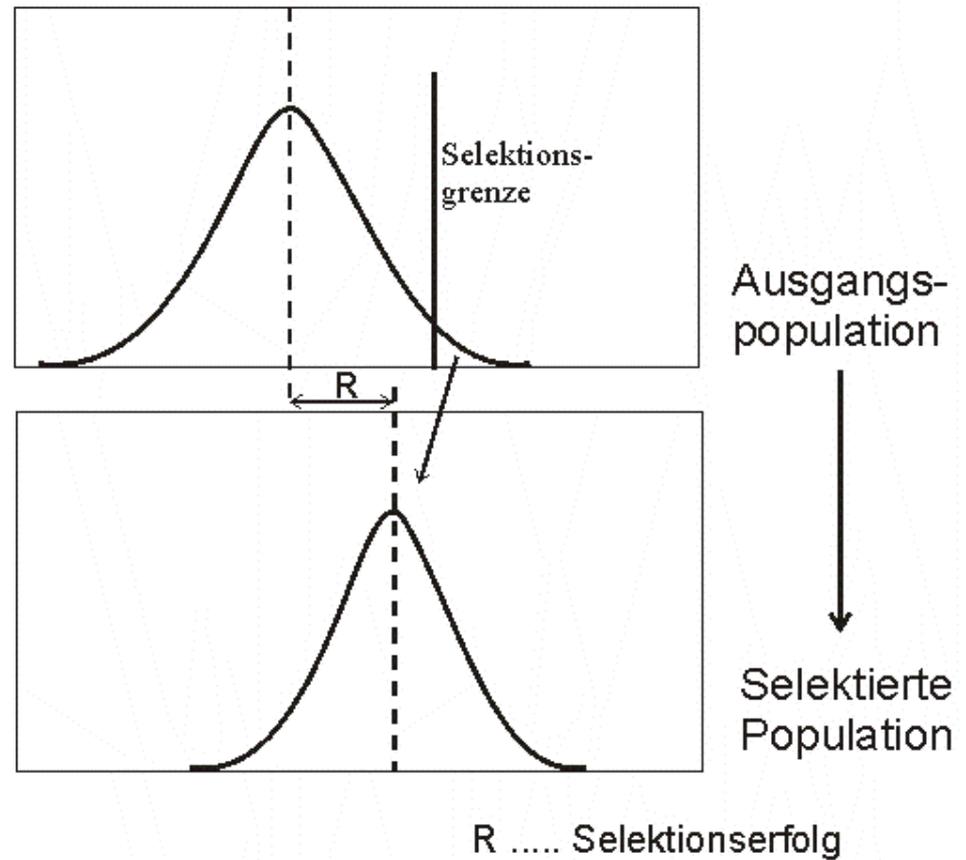
Ausgangs-  
population



↓  
Selektierte  
Population

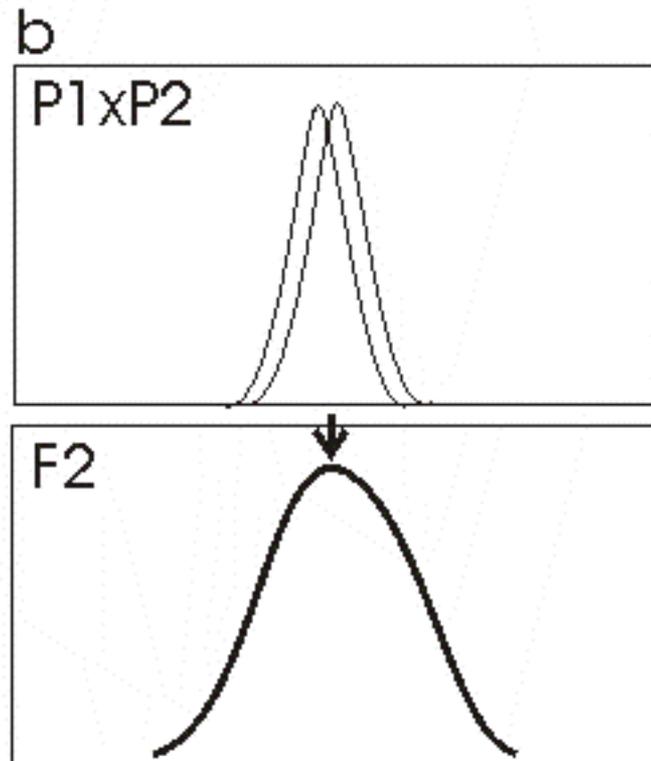
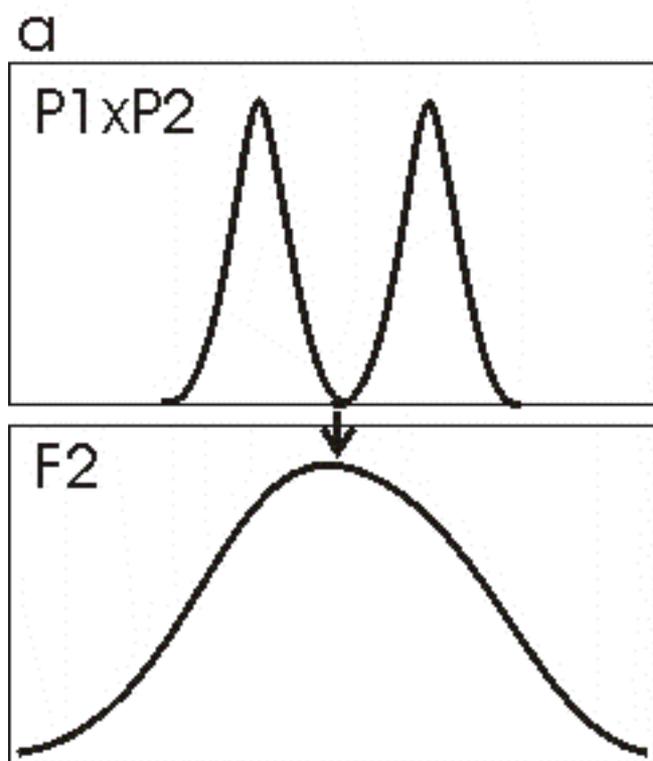
R ..... Selektionserfolg

# SELEKTION und SELEKTIONSERFOLG



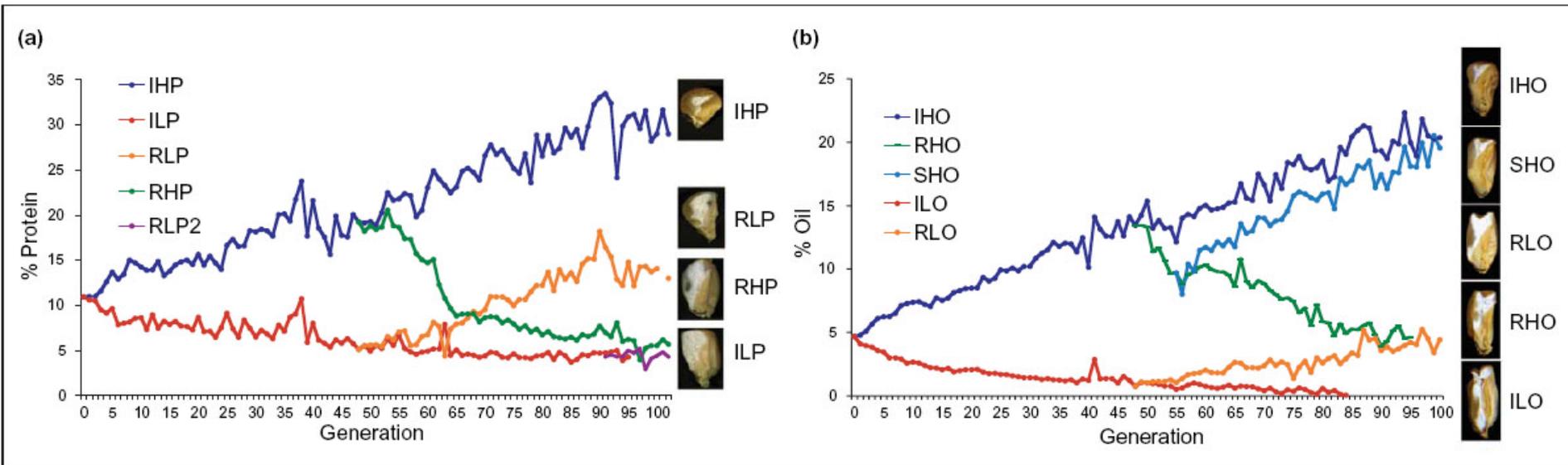
Der Selektionserfolg ist die Differenz zw. den Mittelwerten der selektierten Population und der Ausgangspopulation.

- Der Selektionserfolg hängt ab von
- der Selektionsgrenze (Sel.intensität)
  - der genet. Variabilität der Ausg.pop. und
  - der Heritabilität des Merkmals.



Kreuzung zwischen 2 Eltern P1 und P2

- a: Eltern genetisch unterschiedlich: große Variation in F2
- b: Eltern genetisch sehr ähnlich: geringe Variation in F2



**Figure 1.** Selection responses in the Illinois Protein Strains (a) and Illinois Oil Strains (b). Selection has been performed for 103 cycles in each of the Illinois High Protein (IHP), Illinois Low Protein (ILP), Illinois High Oil (IHO) and Illinois Low Oil (ILO) strains. Selection was reversed in each of these four strains beginning at cycle 48 to produce the Reverse High Protein (RHP), Reverse Low Protein (RLP), Reverse High Oil (RHO) and Reverse Low Oil (RLO) strains. The Switchback High Oil (SHO) strain was initiated from RLO at cycle 55 and Reverse Low Protein 2 (RLP2) was initiated from ILP at cycle 90. Each cycle measured grain from 60–120 plants, with seeds from the highest or lowest 20% (depending on the direction of selection) selected to form the next generation. Grain was produced by controlled pollinations among sibling plants to minimize inbreeding. Cross-sections of mature kernels from cycle 100 of nine strains (all except RLP2) show phenotypic differences in protein (largely localized in tan areas at the periphery of kernels), starch (white areas), seed size and scutellum size (yellow tissue at right in each kernel). The selection response graphs are adapted from Ref. [3].

## Maize selection passes the century mark: a unique resource for 21st century genomics

Stephen P. Moose, John W. Dudley and Torbert R. Rocheford

*TRENDS in Plant Science* Vol.9 No.7 July 2004

## Mais

Beispiel für kontinuierliche Selektion über 100 Jahre

# Selektion bei Selbstbefruchtern

## Spaltende Generationen nach einer Kreuzung

Bulkmethode

Pedigreemethode

Single-Seed-Descent - Methode

Doppelhaploiden - Methode

## Selektion auf mehrere Merkmale

Rangreihung

Mindestleistungsselektion (Sel. nach fixen Grenzen)

Tandemselektion

Index-Selektion (z.B. ökonomischer Index)

Abstandsmaß-Index

# Monohybride Kreuzung

bei Selbstbefruchtern

Aufspaltung in verschiedenen Generationen

Eltern: P1 (AA), P2 (aa)

Kreuzung P1 x P2

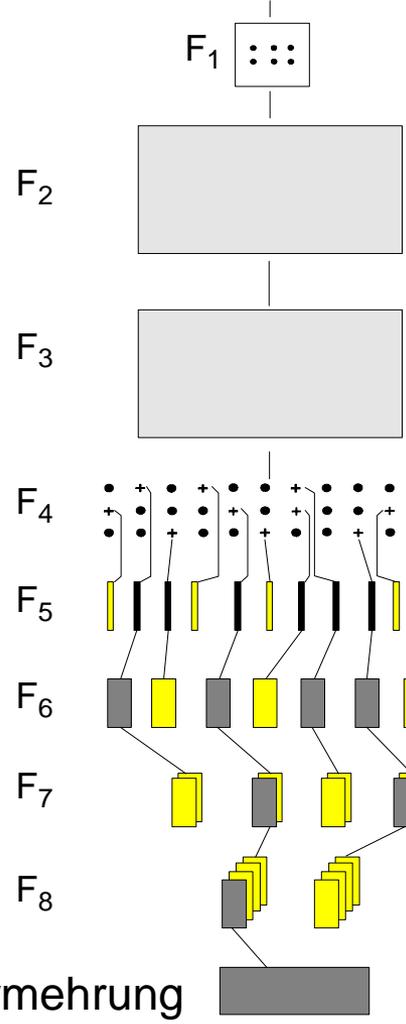
## Prozentanteile einzelner Genotypen

	homozygot wie P1	hetero- zygot	homozygot wie P2	homoz. insge- samt
F				
1	0	100	0	0
2	25	50	25	50
3	37.5	25	37.5	75
4	43.75	12.5	43.75	87.5
5	46.875	6.25	46.875	93.75
6	48.4375	3.125	48.4375	96.875
7	49.2188	1.5625	49.2188	98.4375
8	49.6094	0.7813	49.6094	99.2188
9	49.8047	0.3906	49.8047	99.6094
10	49.9023	0.1953	49.9023	99.8047

a

Bulkmethode

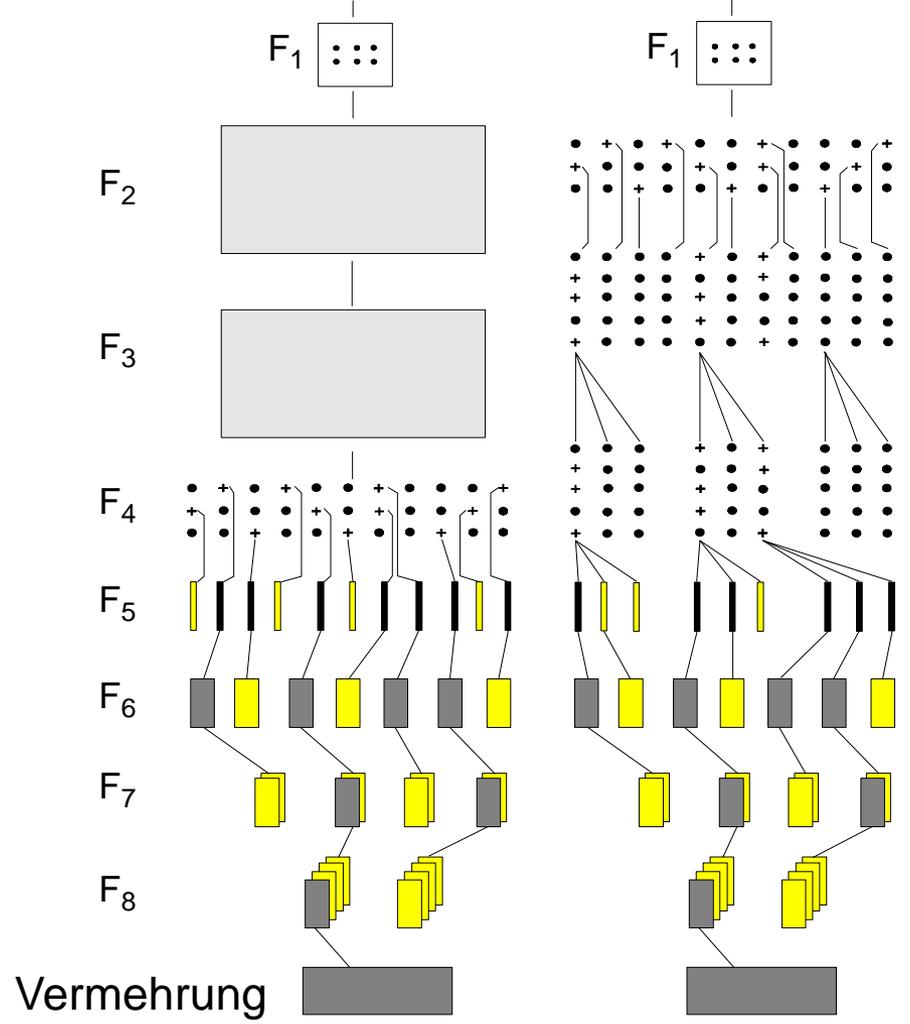
Kreuzung: P1 x P2



b

Pedigreemethode

P1 x P2



# Selbstbefruchter

Spaltende Generationen  
nach Kreuzung

# LINIENZÜCHTUNG

# Generelles zur Schreibweise:

**F** mit Index ( $F_1$ ,  $F_2$  usw.) bezeichnet die Filial- oder Bastardgeneration nach einer Kreuzung.

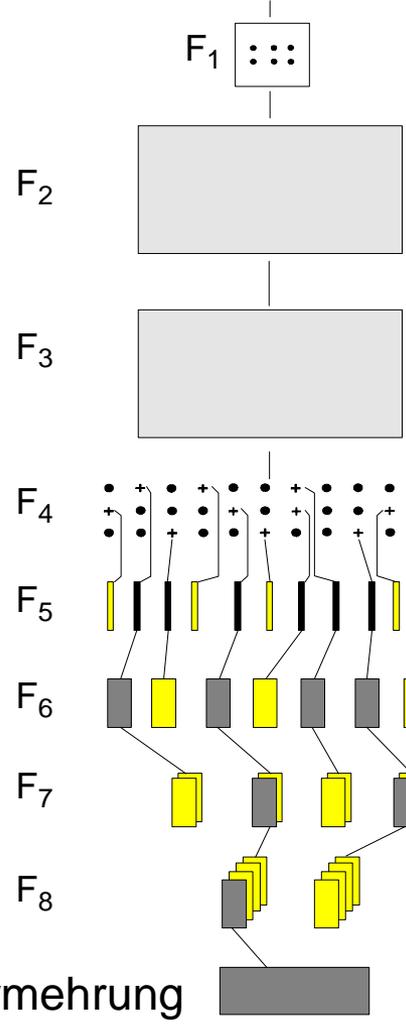
**Linie** bezeichnet die Nachkommenschaft einer Einzelpflanze. Alle Linien, die von einer Mutterpflanze (Elitepflanze) abstammen, werden als **Familie** bezeichnet.

<b>F<sub>2</sub></b>	$F_2$ -Generation
<b>F<sub>2:3</sub></b>	$F_2$ -abgeleitete Linie in der $F_3$ (= $F_2$ -Nachkommenschaft)
<b>F<sub>2:4</sub></b>	$F_2$ -abgeleitete Linie in der $F_4$ -Generation, alle $F_4$ -Pflanzen dieser Linie stammen von derselben $F_2$ -Pflanze ab
<b>F<sub>2:4:5</sub></b>	Von einer $F_4$ -Einzelpflanze abgeleitete Linie in der $F_5$ -Generation, wobei die selektierte $F_4$ -Pflanze ihrerseits aus einer $F_{2:4}$ -Linie stammt. Unterschiedliche $F_{2:4:5}$ -Linien, die alle von derselben $F_2$ -Pflanze abstammen, bezeichnet man als $F_2$ -Familie.

a

Bulkmethode

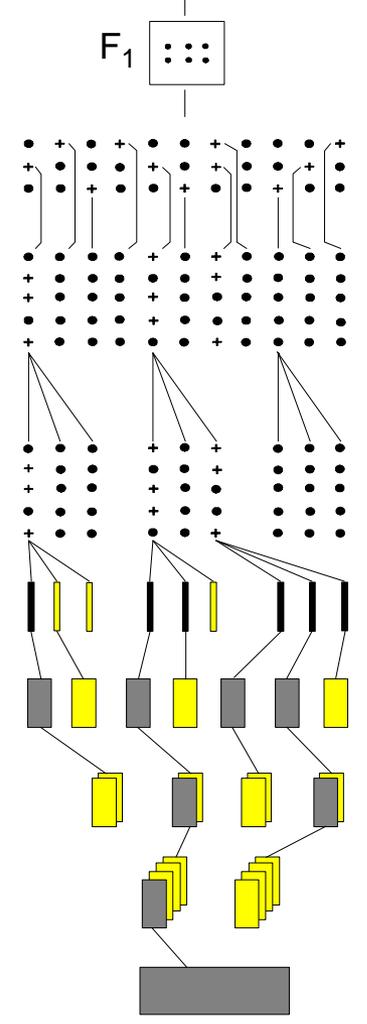
Kreuzung: P 1 x P 2



b

Pedigreemethode

P 1 x P 2



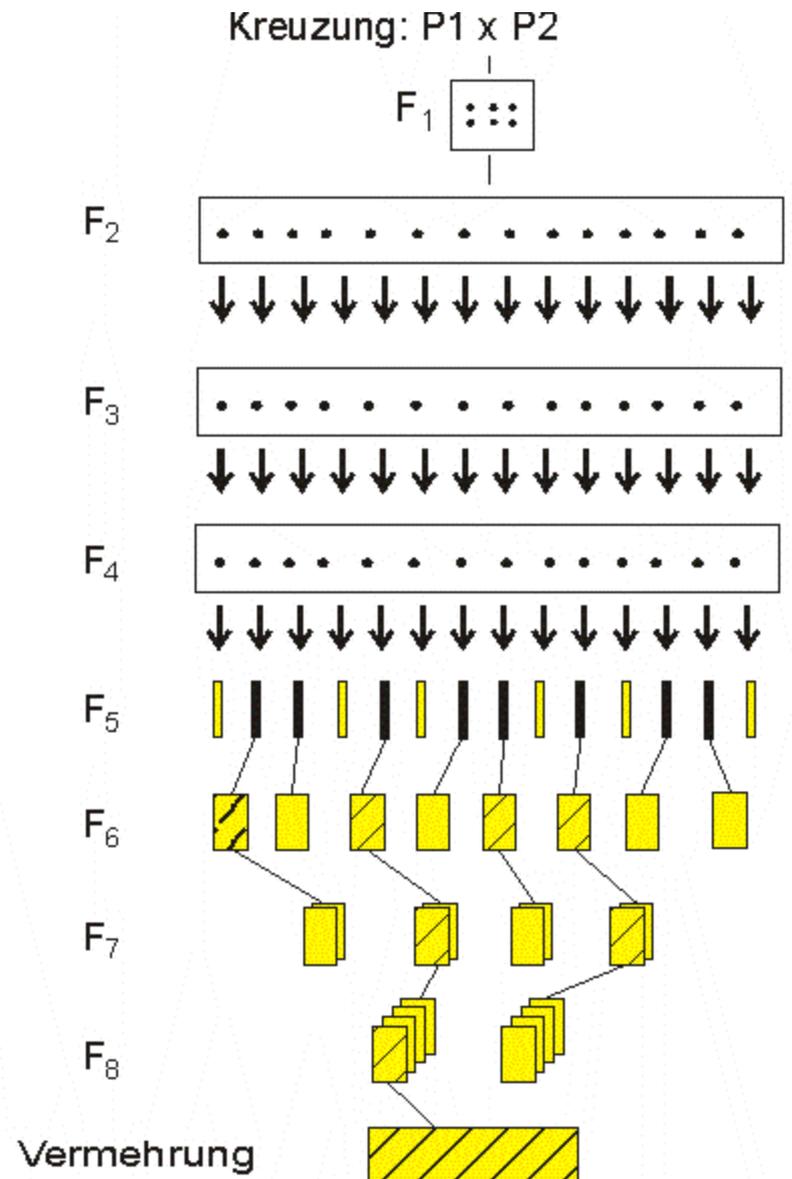
# Selbstbefruchter

Spaltende Generationen  
nach Kreuzung

# LINIENZÜCHTUNG

# Selbstbefruchter

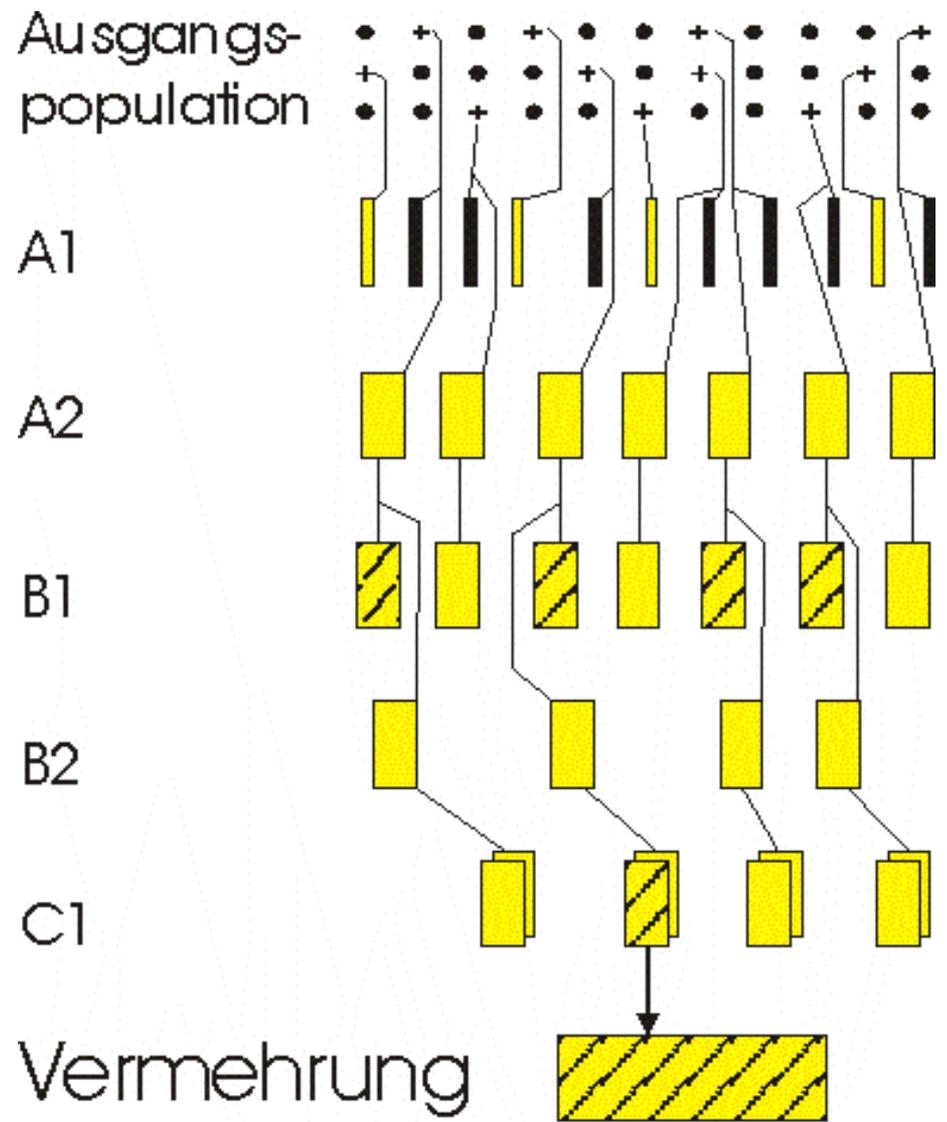
Spaltende Generationen  
nach Kreuzung



Single Seed Descent -Methode (Einkornramsch)

# Fremdbefruchter

Bestäubungslenkung



Restsaatgutmethode

# Selektion bei Selbstbefruchtern

## Spaltende Generationen nach einer Kreuzung

Bulkmethode

Pedigreemethode

Single-Seed-Descent - Methode

Doppelhaploiden - Methode

## Selektion auf mehrere Merkmale

Rangreihung

Mindestleistungsselektion (Sel. nach fixen Grenzen)

Tandemselektion

Index-Selektion (z.B. ökonomischer Index)

Abstandsmaß-Index

# Multivariate Selektion

## Einfache Rangreihung

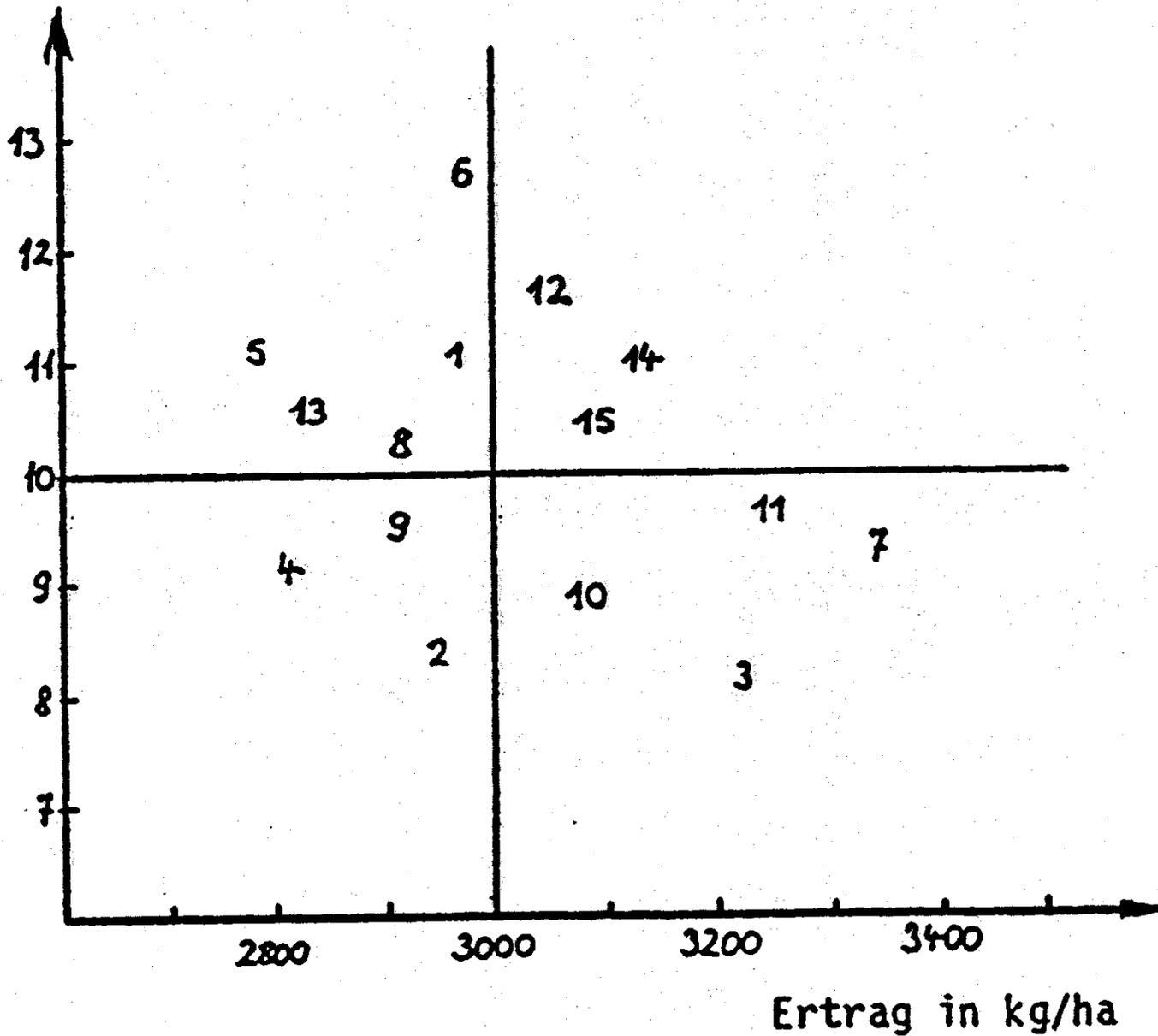
4 Durumweizen-Zuchtstämme

5 Merkmale

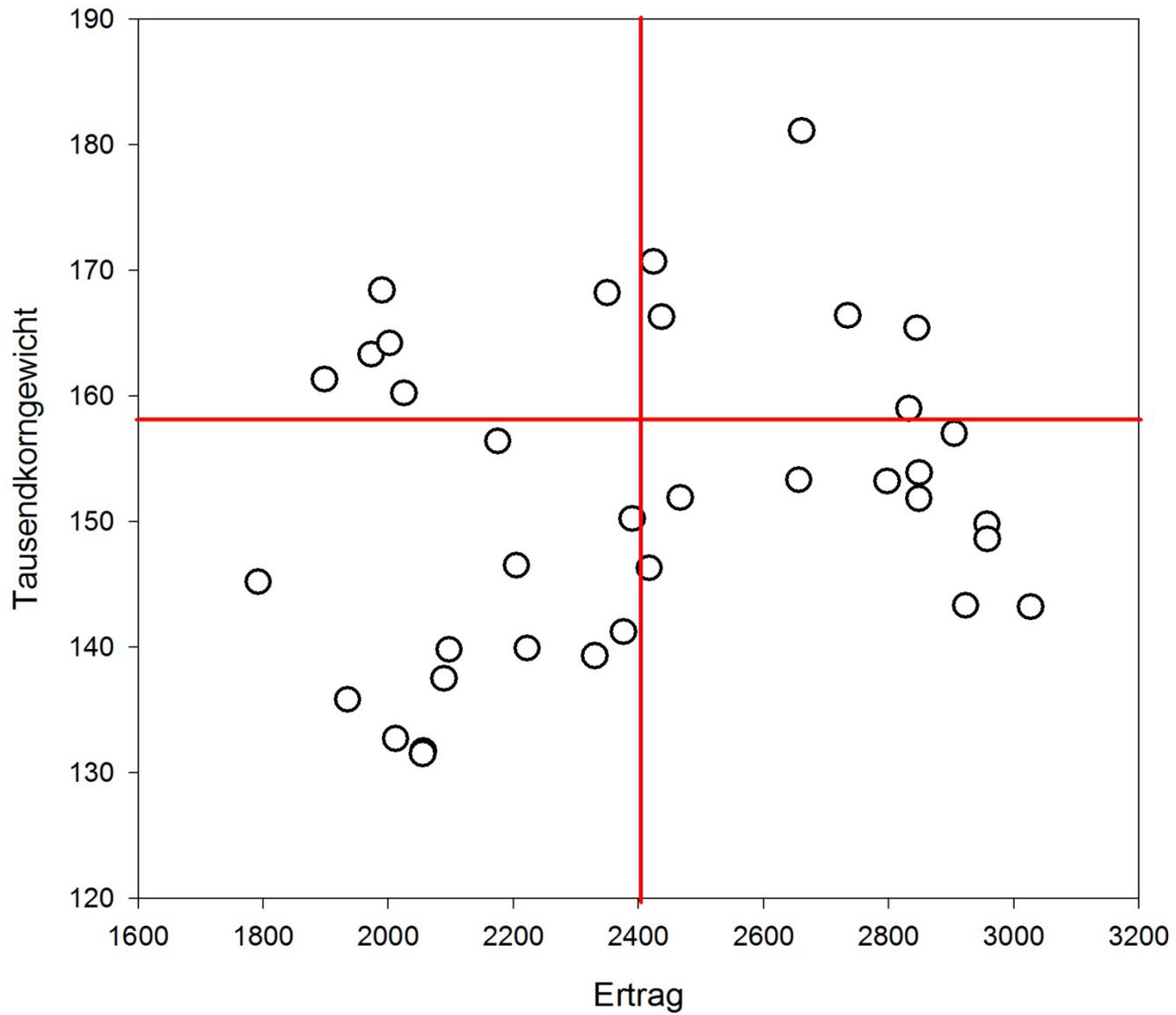
Zuchtstamm	Halm- länge	Lager 1	Lager 2	Reife- zeit	Ertrag kg/5 qm
St 101	70	1	1	3	1.7
St 287	95	1	2	3	1.6
St 202	90	1	2	3	1.5
St 096	105	3	4	2	1.7
Zuchtziel	70	1	1	2	2

Einfache Rangreihung, Bildung der Rangsumme  
als Selektionskriterium

Eiweiß-  
gehalt  
in %



Beispiel für eine **Selektion nach fixen Grenzen**



Beispiel für eine Selektion nach fixen Grenzen

# Index-Selektion (z.B. ökonomischer Index)

**Index:** Wertzahl, die aus mehreren Merkmalen zusammengesetzt ist.

Ertrag

Inhaltsstoffe (Zucker, Faser, Öl usw.)

Preis (ökonomischer Wert)

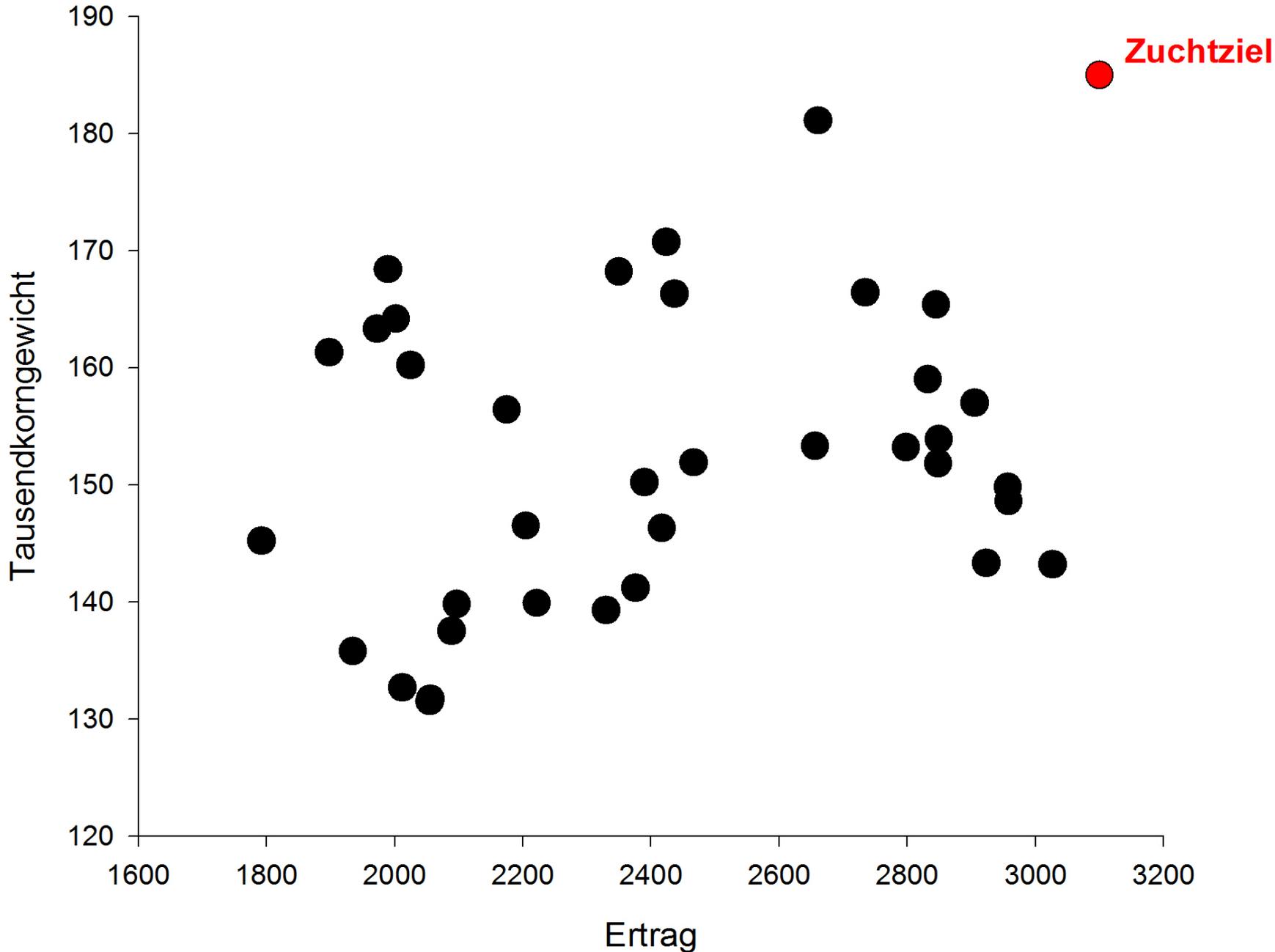
Ertrag x Inhaltsstoffgehalt = Inhaltsstoff-Ertrag

Inhaltsstoff-Ertrag x Preis = **Ökonomischer Wert**

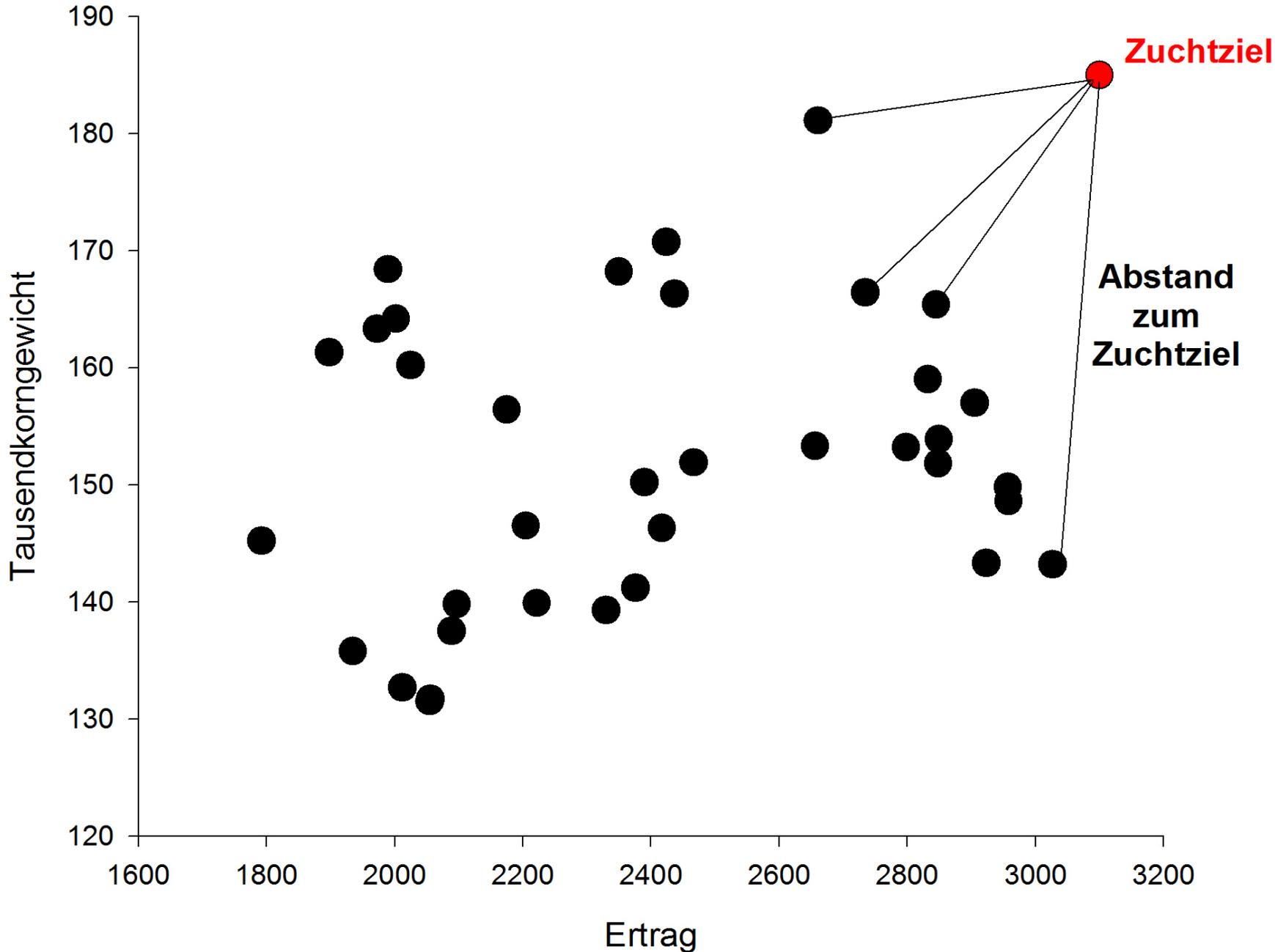
**SOJABOHNE, orthogonaler Versuch 1992, Mittelwerte über 5 Orte**

Nr.	Genotyp	Ertrag kg/ha	Proteingehal g/1000g TM	Index Protein	Index Öl	Ökonomischer Wert-Index	Preise in EUR/kg		Wert-Index in EUR
				Proteinерtrag (kg/ha)	Ölertrag (kg/ha)		Protein	Öl	
							0.662	0.71	
1	M6X-108	2467	426.23	1051.3	468.7	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	696.0	332.7	1028.7
2	M1X-57	1792	451.55	809.3	340.5	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	535.7	241.8	777.5
3	M1X-56	1935	416.55	806.2	367.7	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	533.7	261.1	794.8
4	M6X-97	2012	412.99	831.1	382.4	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	550.2	271.5	821.7
5	M6X-111	2330	393.60	917.2	442.8	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	607.2	314.4	921.6
6	M6X-107	2089	381.55	796.9	396.8	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	527.5	281.7	809.3
7	M6X-103	2376	416.23	988.8	451.3	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	654.6	320.5	975.0
8	M6X-102	2097	400.00	838.6	398.4	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	555.2	282.8	838.0
9	M5X-63	2088	383.61	801.0	396.7	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	530.3	281.7	812.0
10	K1X-11	2390	373.17	892.0	454.2	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	590.5	322.5	913.0
11	M2X-73	2735	382.72	1046.9	519.7	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	693.0	369.0	1062.0
12	M3X-99	2798	388.67	1087.4	531.6	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	719.8	377.4	1097.2
13	M2X-57	2205	415.02	915.2	419.0	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	605.9	297.5	903.4
14	Ultra	2056	432.25	888.5	390.5	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	588.2	277.3	865.5
15	M5X-56	2124	447.91	951.2	403.5	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	629.7	286.5	916.2
16	M5X-55	2175	373.57	812.5	413.3	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	537.9	293.4	831.3
17	M5X-49	1898	450.12	854.3	360.6	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	565.5	256.0	821.6
18	M5X-21	1973	463.61	914.8	374.9	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	605.6	266.2	871.8
19	M5X-40	2025	430.89	872.4	384.7	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	577.5	273.1	850.6
20	M3X-58	2845	385.41	1096.3	540.5	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	725.8	383.7	1109.5
21	M3X-93	3027	409.75	1240.3	575.1	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	821.1	408.3	1229.4
22	M3X-56	2923	395.78	1157.0	555.4	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	765.9	394.4	1160.3
23	M3X-87	2957	417.43	1234.4	561.9	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	817.2	398.9	1216.1
24	M3X-115	2849	388.31	1106.4	541.3	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	732.4	384.4	1116.8
25	M5X-30	1990	420.55	836.7	378.0	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	553.9	268.4	822.3
26	M1X-52	2055	430.86	885.6	390.5	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	586.3	277.3	863.5
27	M5X-46	2002	436.84	874.4	380.3	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	578.8	270.0	848.9
28	M2X-60	2417	375.98	908.9	459.3	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	601.7	326.1	927.8
29	M3X-88	2848	442.73	1260.8	541.1	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	834.7	384.2	1218.9
30	M3X-59	2656	405.37	1076.6	504.6	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	712.7	358.3	1071.0
31	M3X-98	2905	387.52	1125.9	552.0	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	745.3	391.9	1137.2
32	M3X-27	2832	402.11	1138.6	538.0	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	753.7	382.0	1135.7
33	M3X-107	2958	384.65	1137.9	562.1	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	753.3	399.1	1152.4
34	Labrador	2222	417.48	927.8	422.3	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	614.2	299.8	914.0
35	Ceresia	2437	378.28	922.0	463.1	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	610.4	328.8	939.2
36	Apache	2991	409.38	1224.5	568.3	Proteinерtrag x Protein-Preis + Ölertrag x Ölpreis	810.6	403.5	1214.1

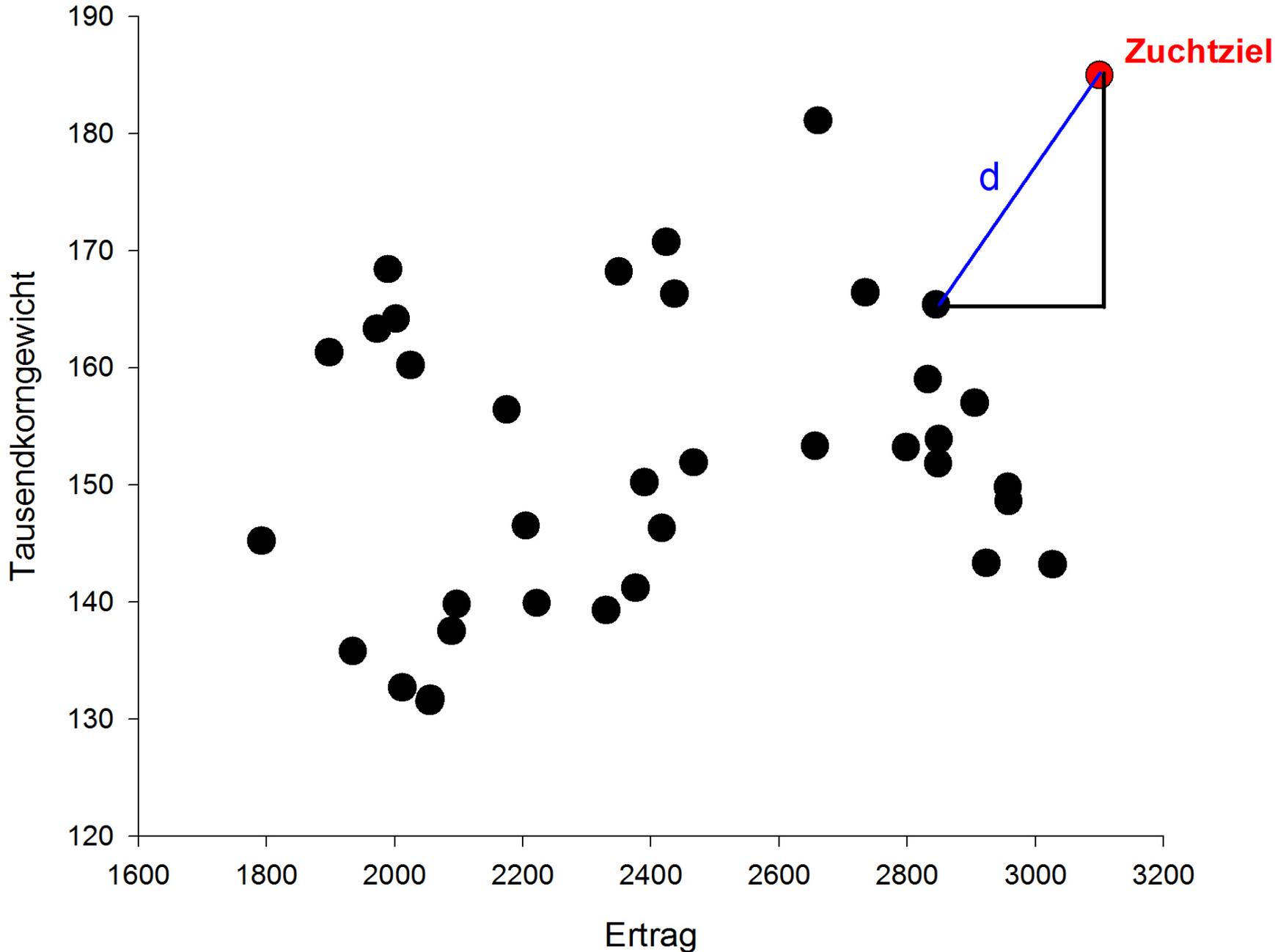
# Abstandsmaß-Index: Abstand zum Zuchtziel



# Abstandsmaß-Index: Abstand zum Zuchtziel

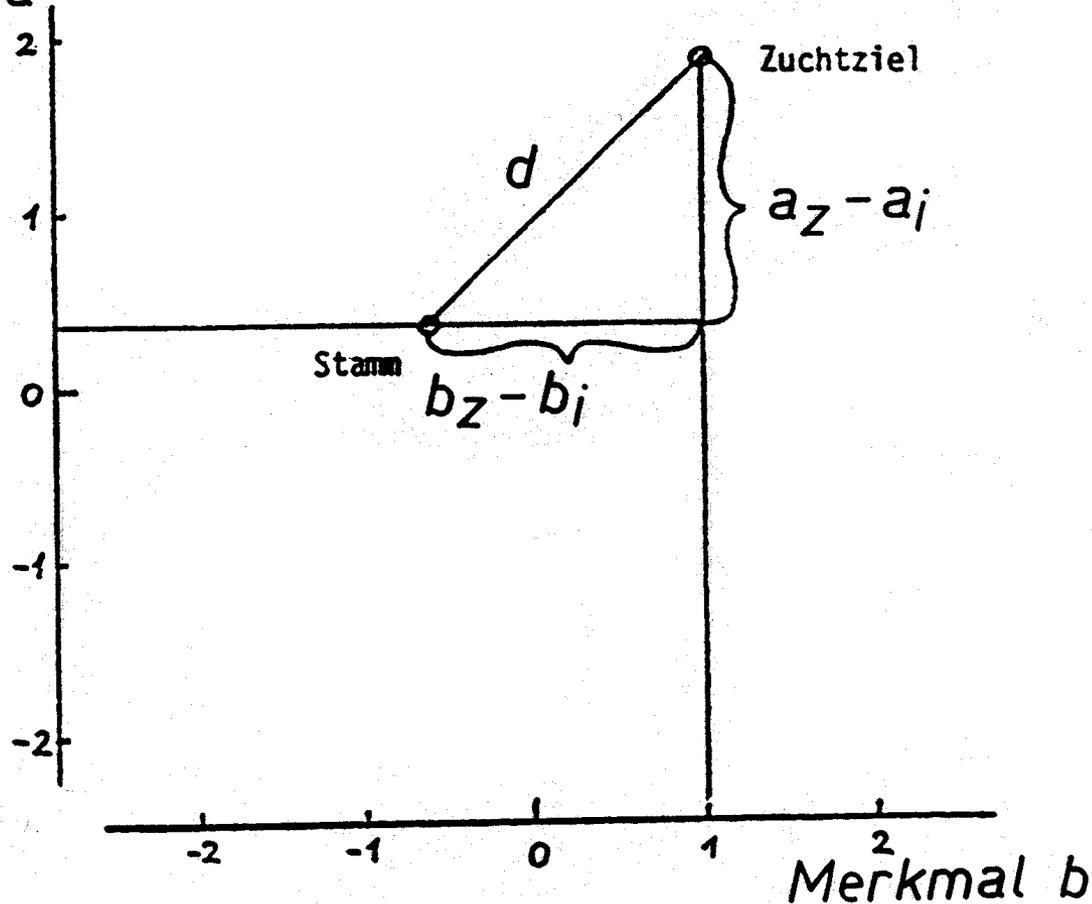


# Abstandsmaß-Index: Abstand zum Zuchtziel



# Abstandsmaß-Index: Abstand zum Zuchtziel

Merkmal a



$$d = \sqrt{(a_z - a_i)^2 + (b_z - b_i)^2}$$

Abstandsmaß-Index: Abstand eines Stammes vom Zuchtziel

## Abstandsmaß-Index: Abstand zum Zuchtziel

$$d = \sqrt{(a_z - a_i)^2 + (b_z - b_i)^2}$$

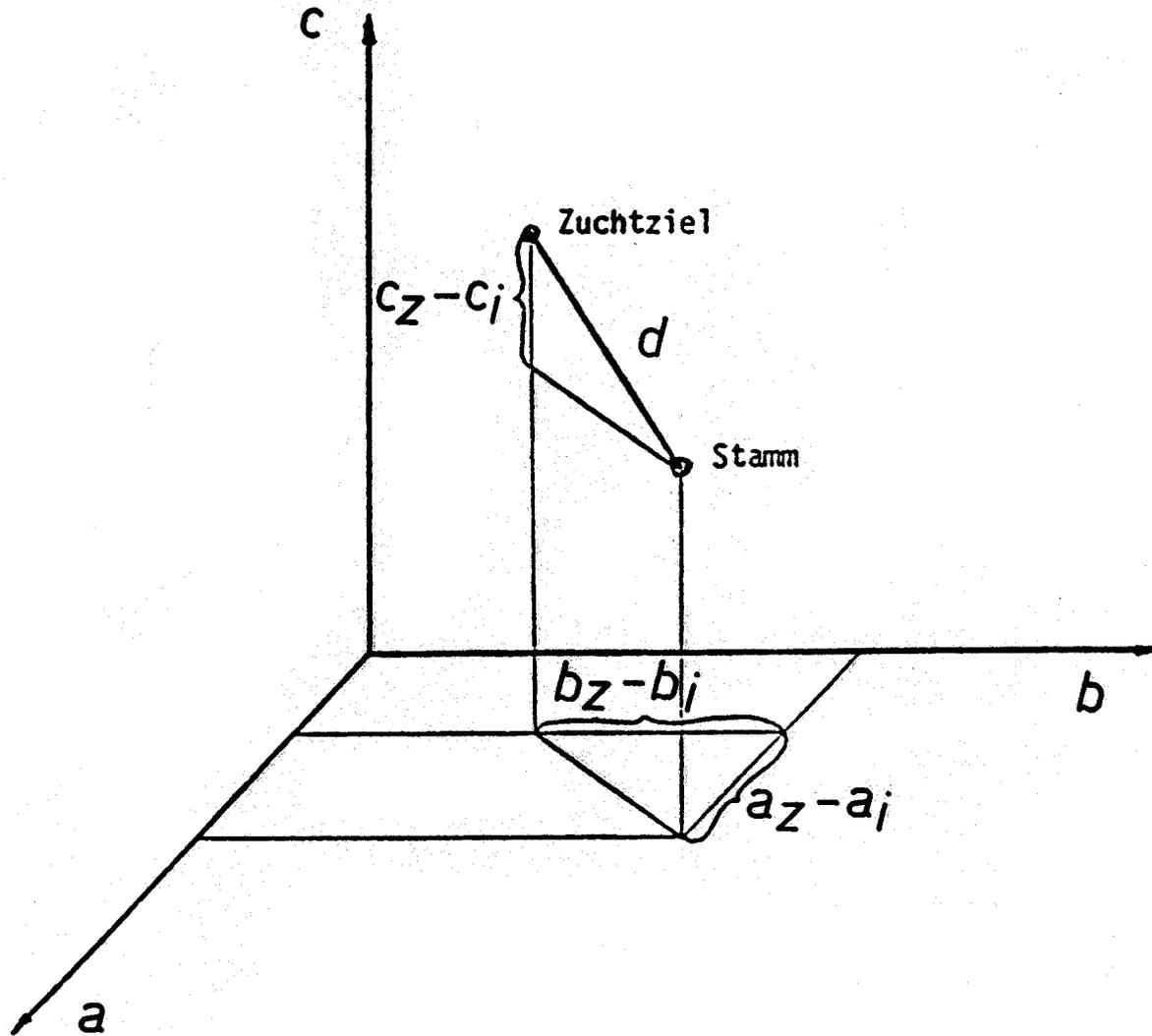
Abstandsmaß-Index: Abstand eines Stammes vom Zuchtziel.

Zwei Merkmale: Satz von Pythagoras

Mehr Merkmale: Beliebige Erweiterung, zB auf 3 Merkmale:

$$d = \sqrt{(a_z - a_i)^2 + (b_z - b_i)^2 + (c_z - c_i)^2}$$

# Abstandsmaß-Index: Abstand zum Zuchtziel



$$d = \sqrt{(a_z - a_j)^2 + (b_z - b_j)^2 + (c_z - c_j)^2}$$

SOJABOHNE, orthogonales		z - Transformation					
Nr.	Genotyp	Ertrag	Reife	TKG		<b>Abstand</b>	
	<b>Zuchtziel</b>	<b>2</b>	<b>-1</b>	<b>2</b>		<b>vom</b>	
						<b>Ziel</b>	
1	M6X-108	0.167	-1.110	0.002		<b>2.714</b>	
2	M1X-57	-1.577	-2.363	-0.549		<b>4.599</b>	
3	M1X-56	-1.207	-2.112	-1.322		<b>4.750</b>	
4	M6X-97	-1.008	-0.859	-1.577		<b>4.676</b>	
5	M6X-111	-0.186	-1.527	-1.035		<b>3.777</b>	
6	M6X-107	-0.811	-1.695	-1.183		<b>4.303</b>	
7	M6X-103	-0.069	-1.193	-0.878		<b>3.550</b>	
8	M6X-102	-0.790	-1.193	-0.993		<b>4.097</b>	
9	M5X-63	-0.812	0.478	1.343		<b>3.244</b>	
10	K1X-11	-0.031	-0.023	-0.138		<b>3.106</b>	

## Abstandsmaß-Index: Beispiel