

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

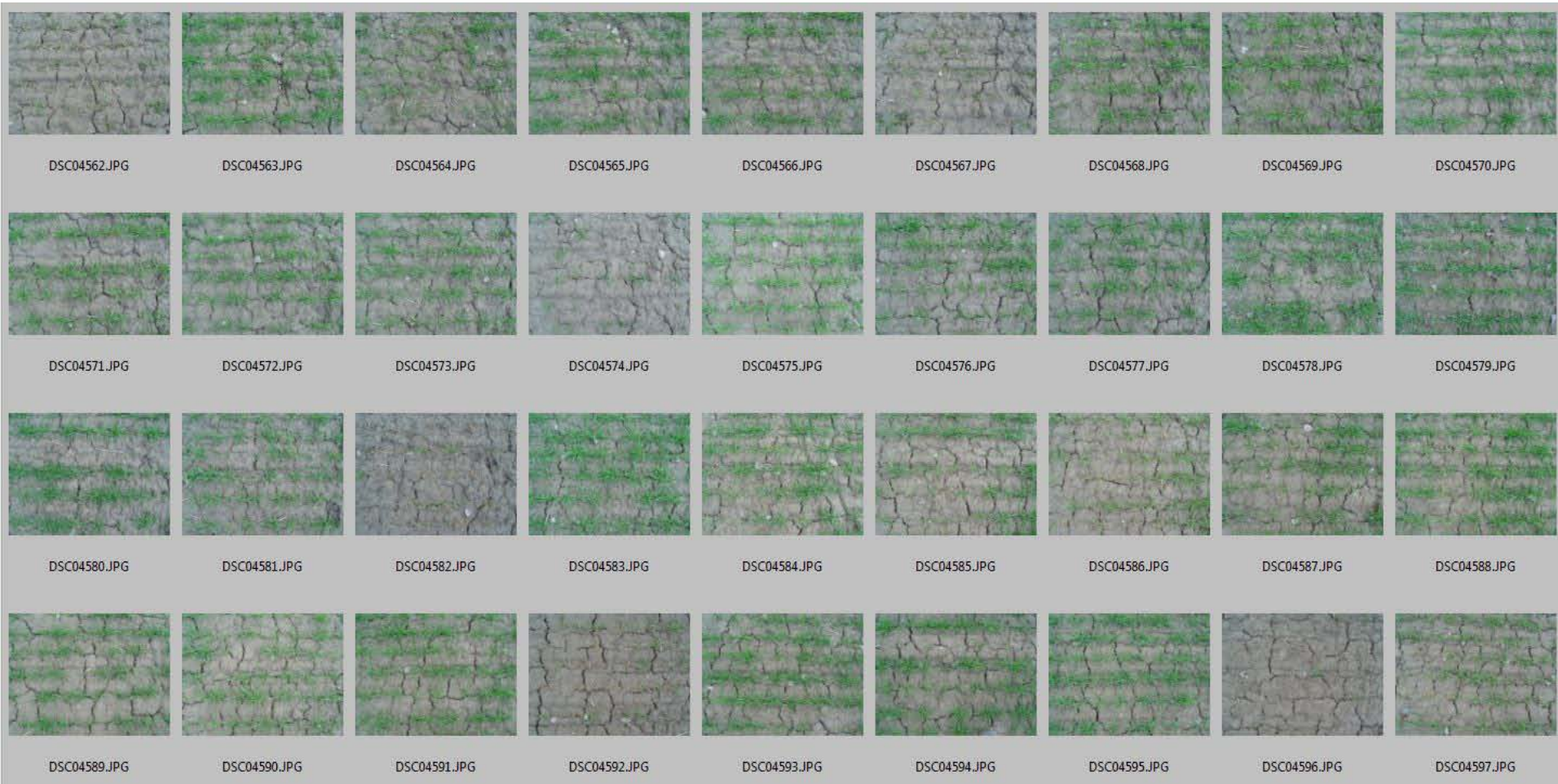
Einführende Beispiele

Soja-Kreuzungspopulation

Selektion phänotypisch – genotypisch

MAS

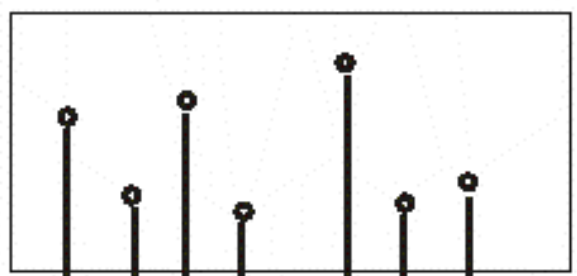
Weizen-Zuchtgarten: Überwinterung



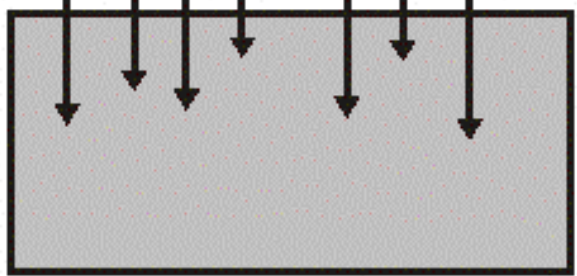
Weizen-Zuchtgarten: Überwinterungsbonitur

Massenauslese

Ausgangs-
population

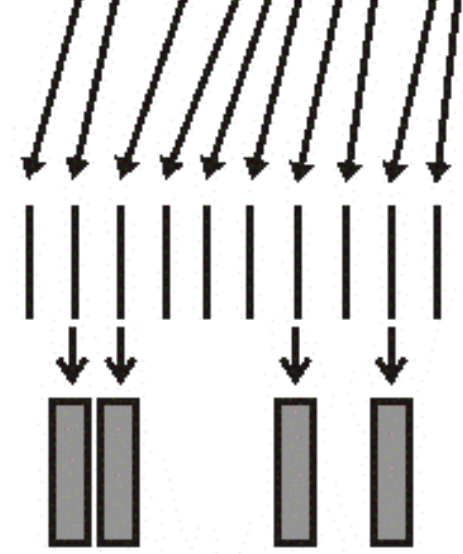
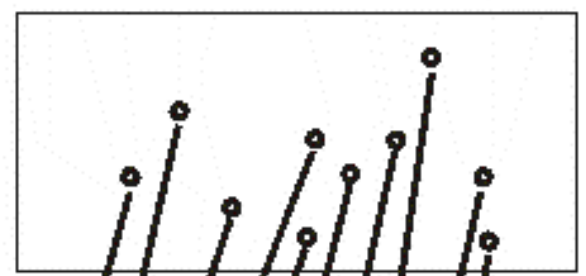


Verbesserte
Population



Individualauslese

Nachkommen-
schaftsprüfung



Selektierte Nach-
kommenschaften

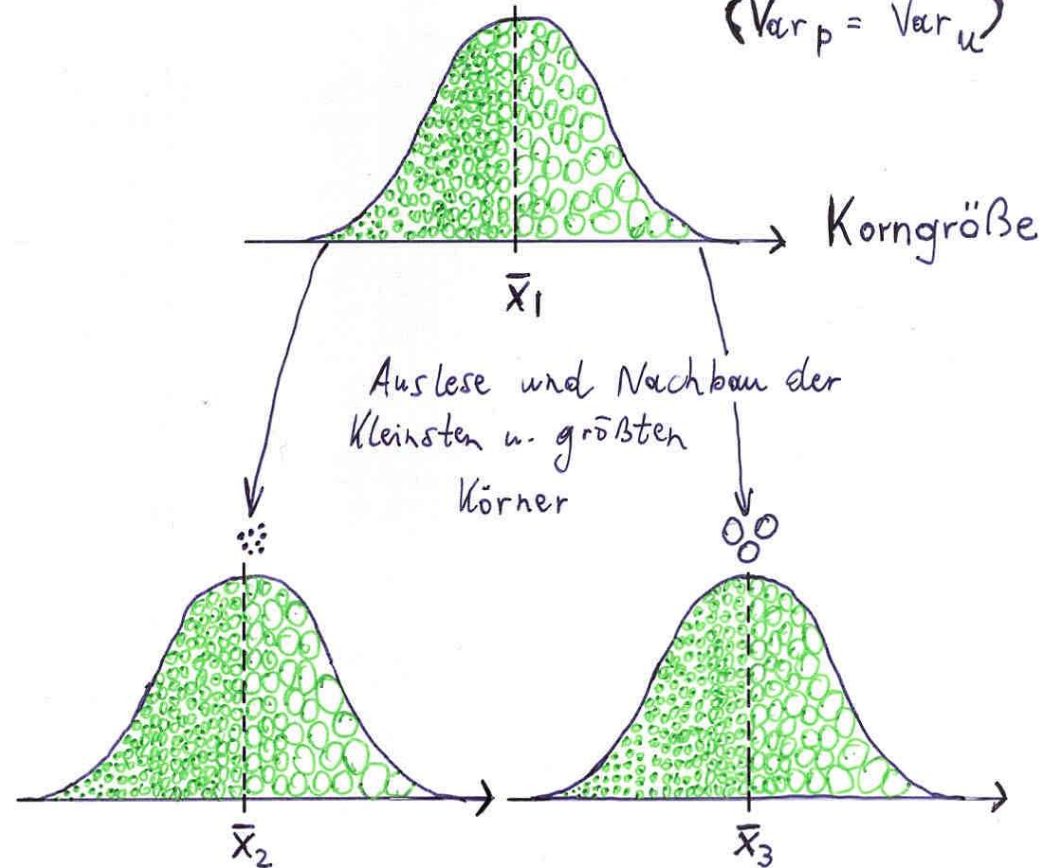
Massenauslese und Individualauslese

JOHANNSEN - Experiment

Genetisch homogene Population: **Reine Linie**

Varianz nur umweltbedingt

$$(Var_p = Var_u)$$



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

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

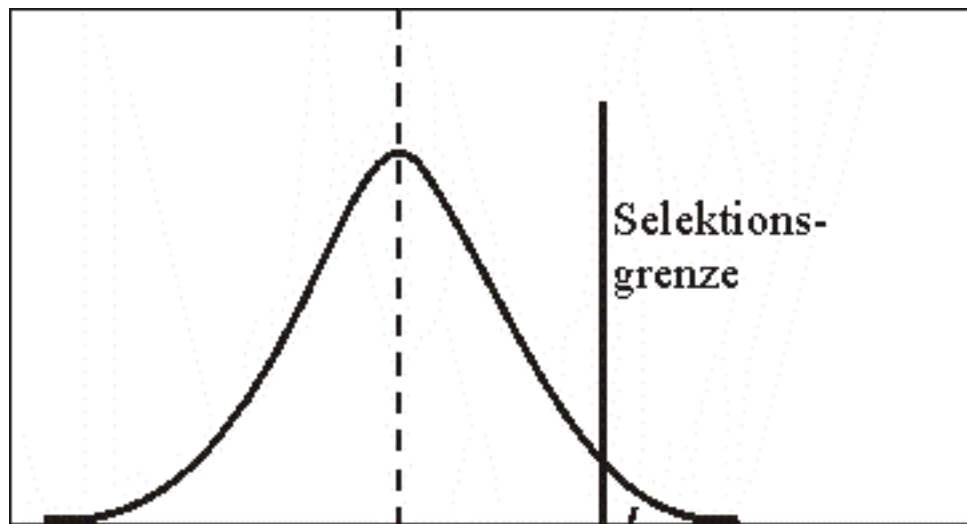
Sojabohne: späte Reifezeit, kleines Korn

Begriffe

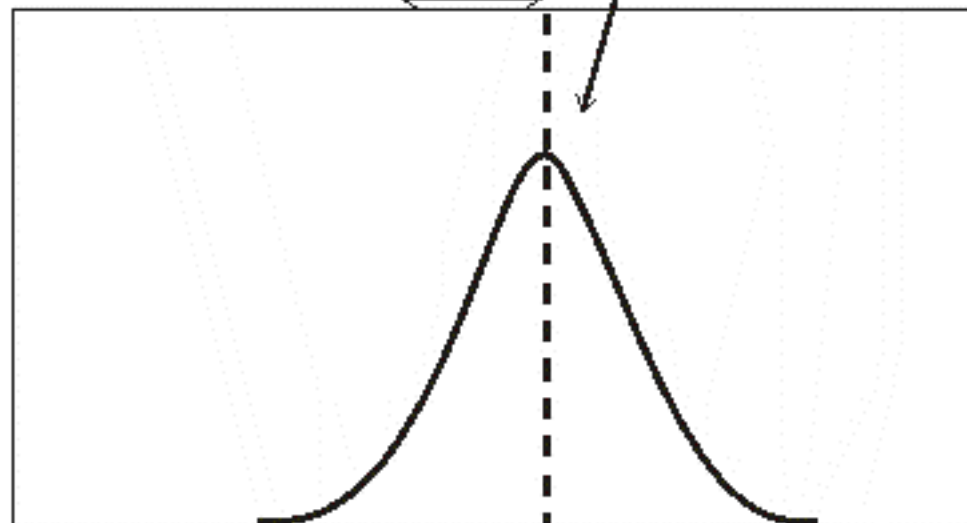
Stabilisierende Selektion (Erhaltungszüchtung)

Disruptive Selektion (Extremtypen)

Gerichtete Selektion (Verschiebung des Pop.mittels)



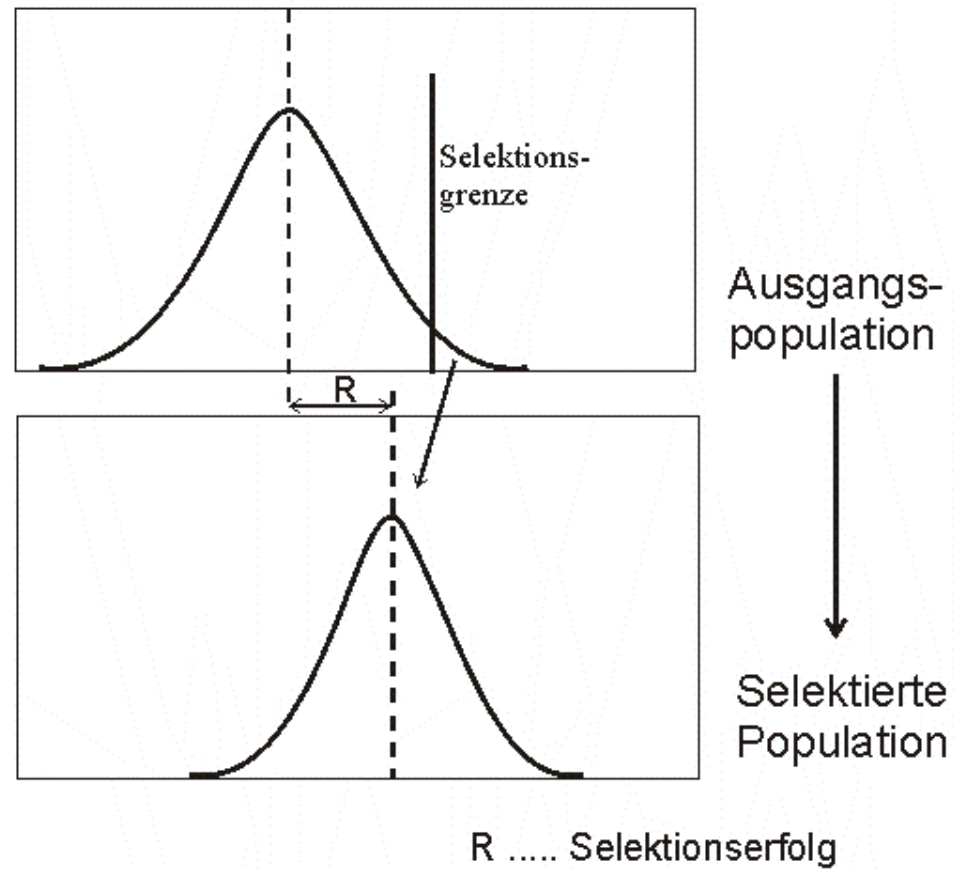
Ausgangs-
population



↓
Selektierte
Population

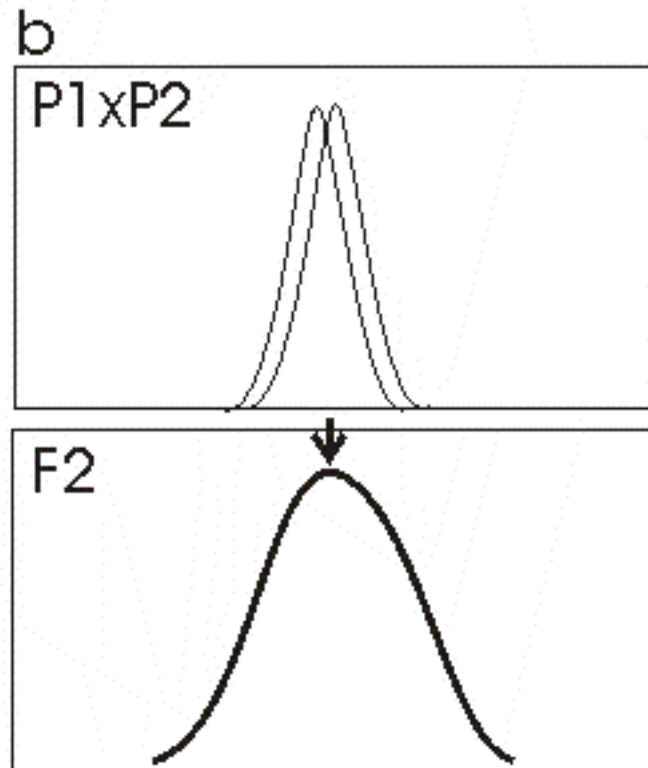
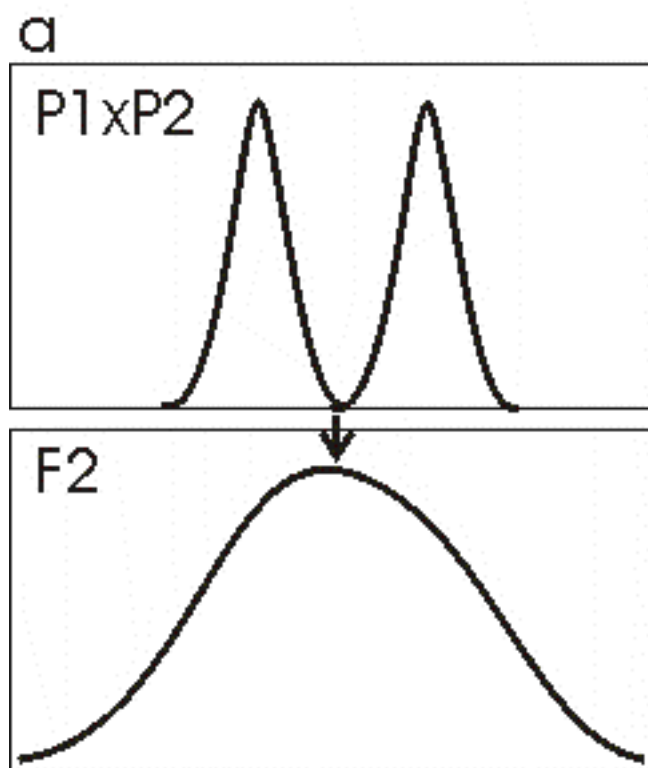
R Selektionserfolg

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

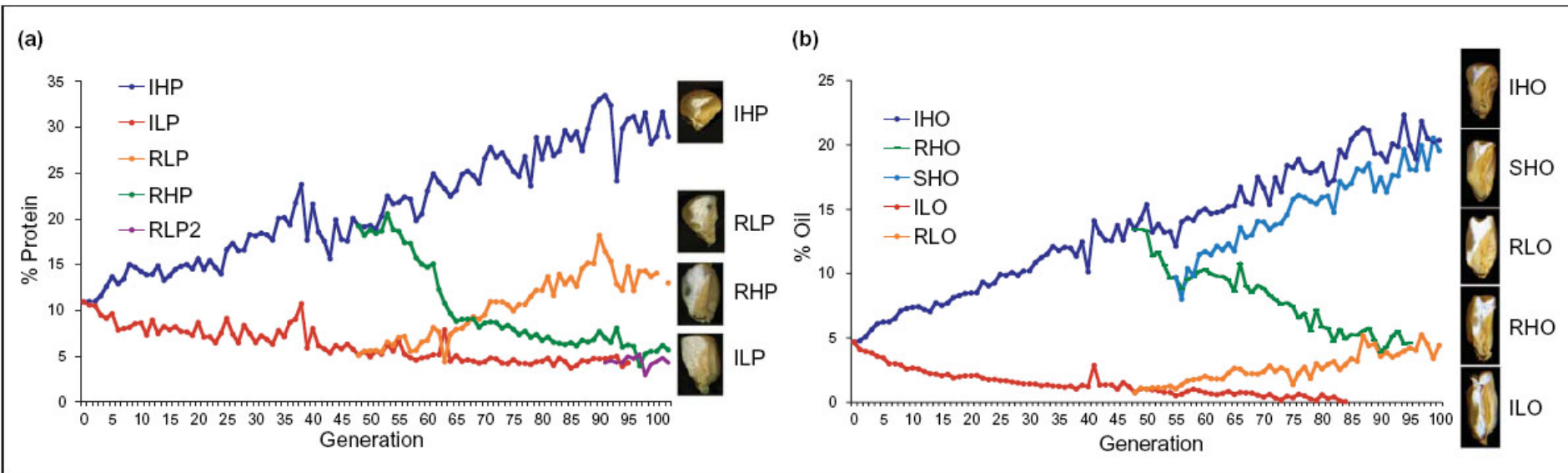


Figure 1. Selection responses in the Illinois Protein Strains (a) and Illinois Oil Strains (b). Selection has been performed for 103 cycles in each of the Illinois High Protein (IHP), Illinois Low Protein (ILP), Illinois High Oil (IHO) and Illinois Low Oil (ILO) strains. Selection was reversed in each 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

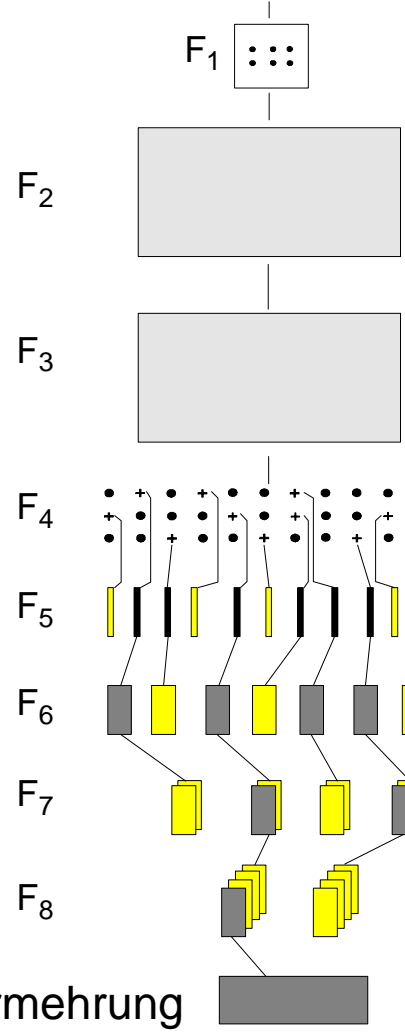
Prozentanteile einzelner Genotypen

| | 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

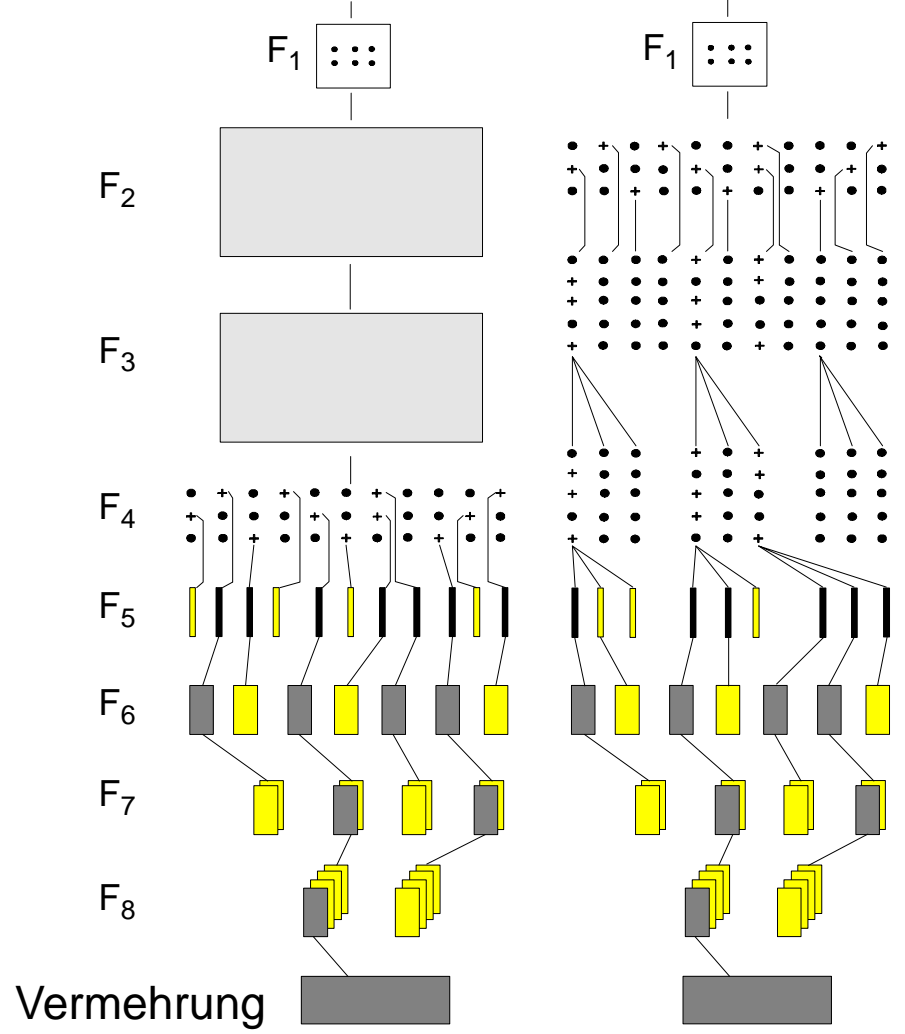
Kreuzung: P1 x P2



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.

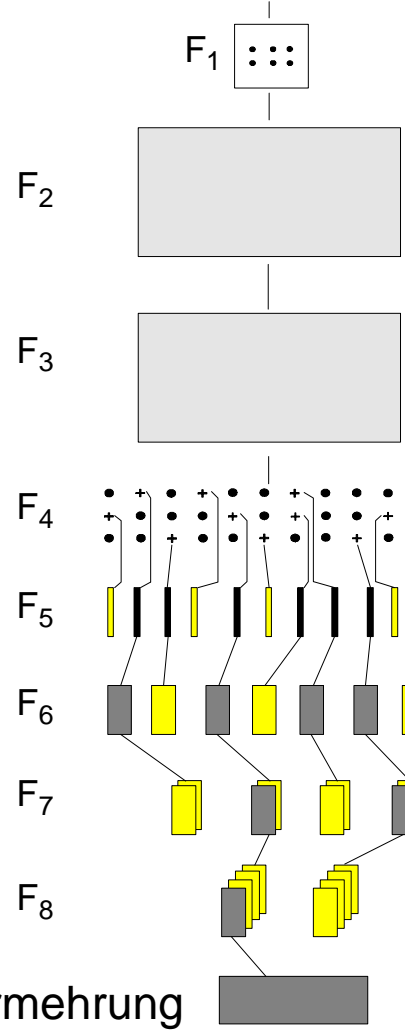
Linie bezeichnet die Nachkommenschaft einer Einzelpflanze. Alle Linien, die von einer Mutterpflanze (Elitepflanze) abstammen, werden als **Familie** bezeichnet.

| | |
|--------------------------|---|
| F₂ | F_2 -Generation |
| F_{2:3} | F_2 -abgeleitete Linie in der F_3 (= F_2 -Nachkommenschaft) |
| F_{2:4} | F_2 -abgeleitete Linie in der F_4 -Generation, alle F_4 -Pflanzen dieser Linie stammen von derselben F_2 -Pflanze ab |
| F_{2:4:5} | 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

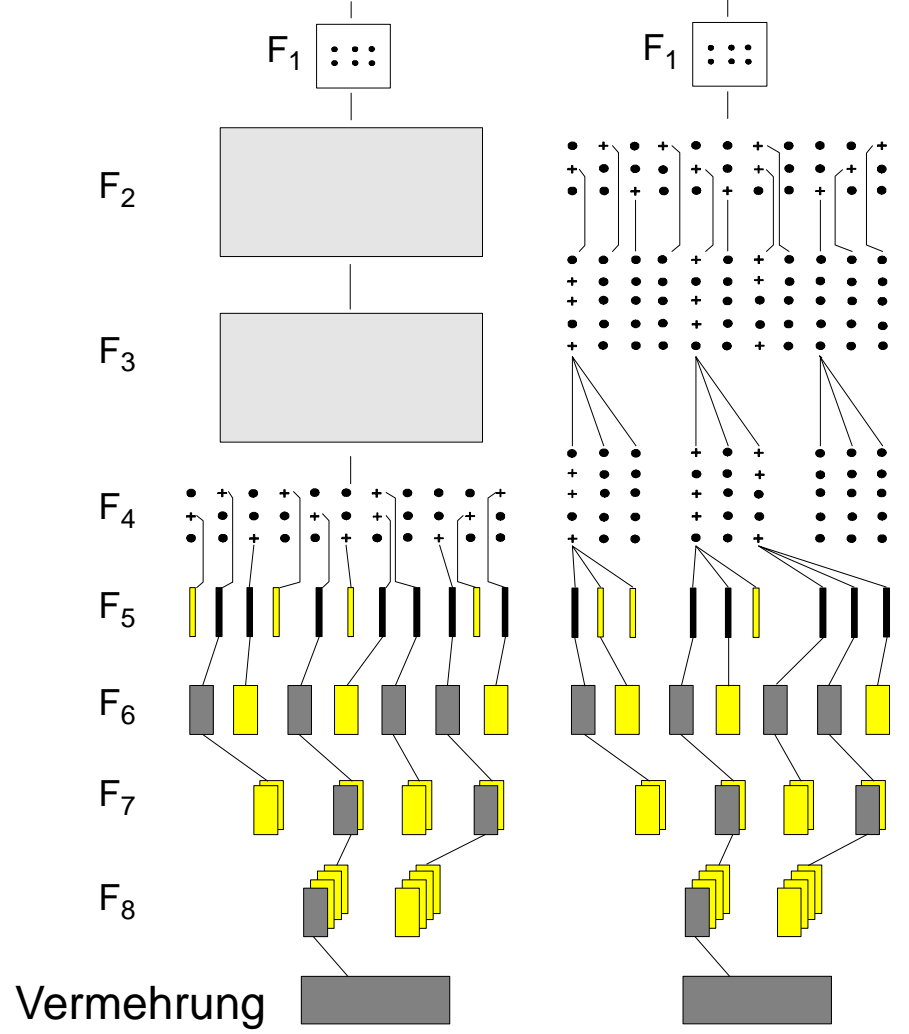
Kreuzung: P1 x P2



b

Pedigreemethode

P1 x P2



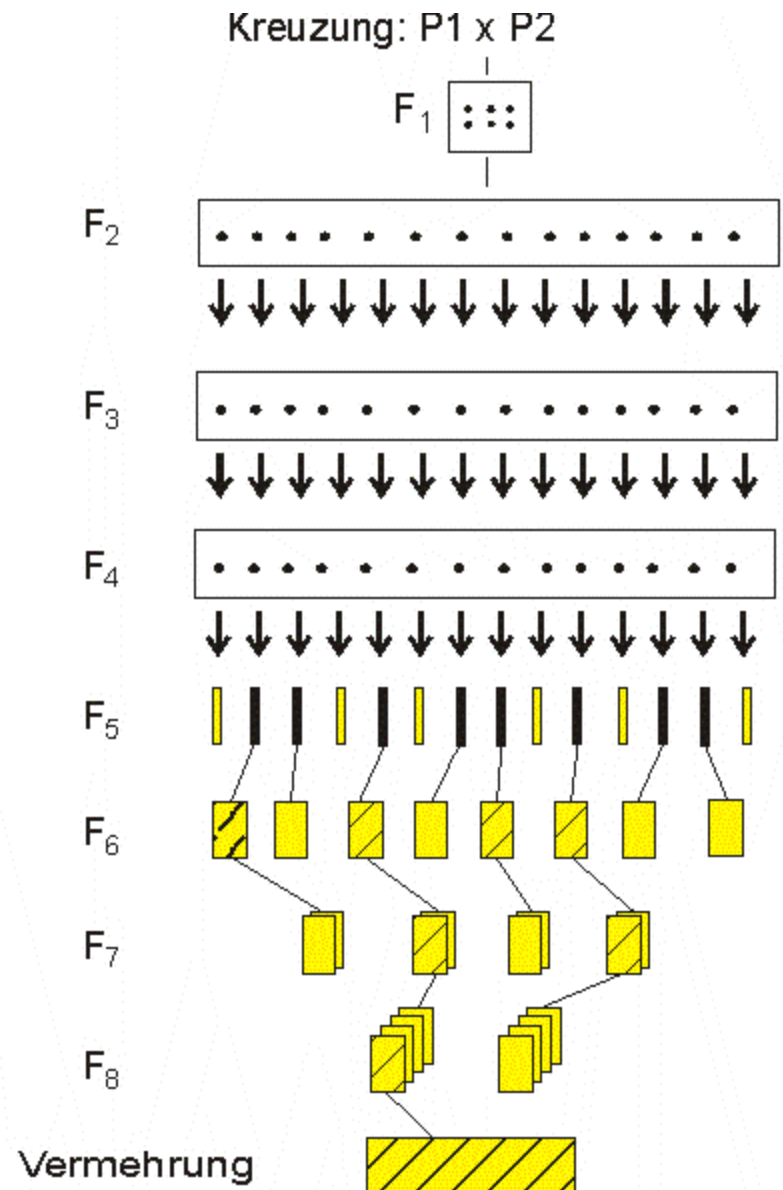
Selbstbefruchter

Spaltende Generationen
nach Kreuzung

LINIENZÜCHTUNG

Selbstbefruchter

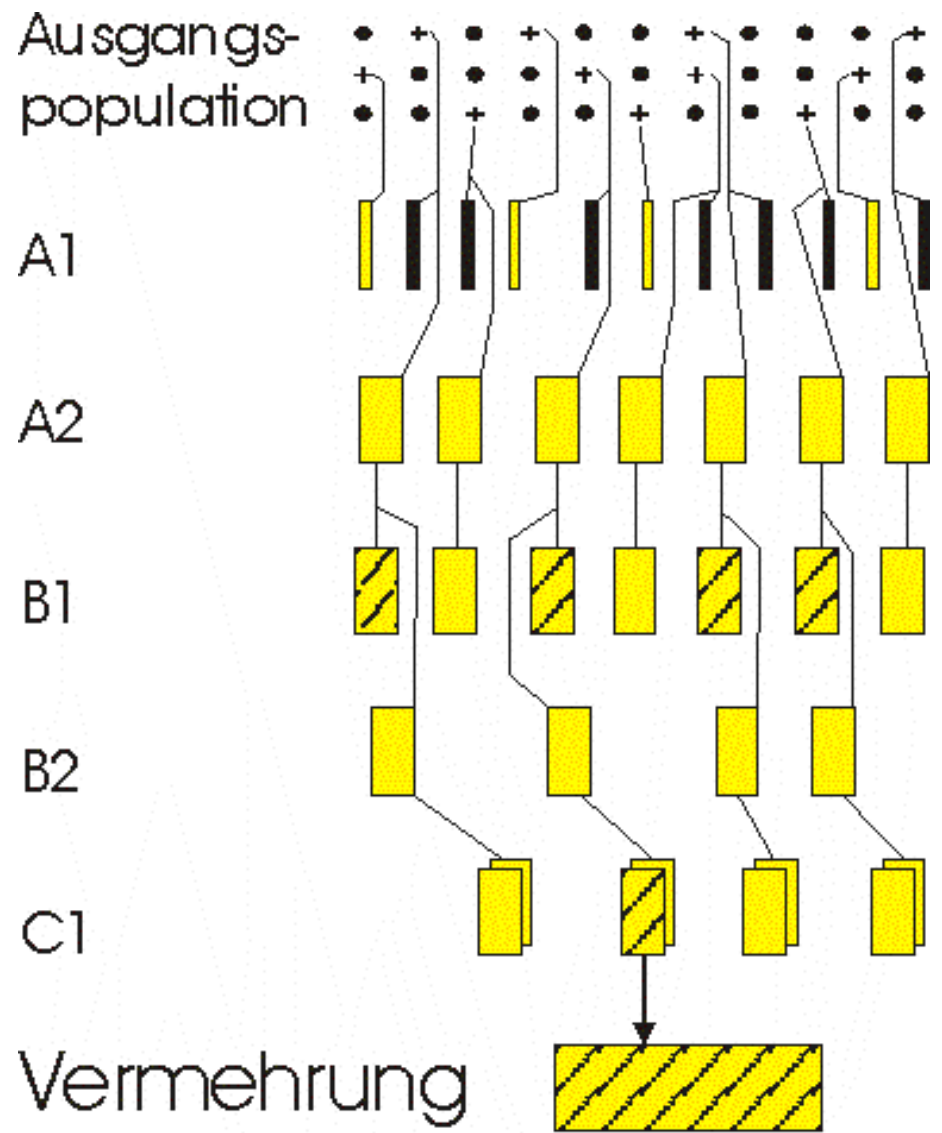
Spaltende Generationen
nach Kreuzung



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

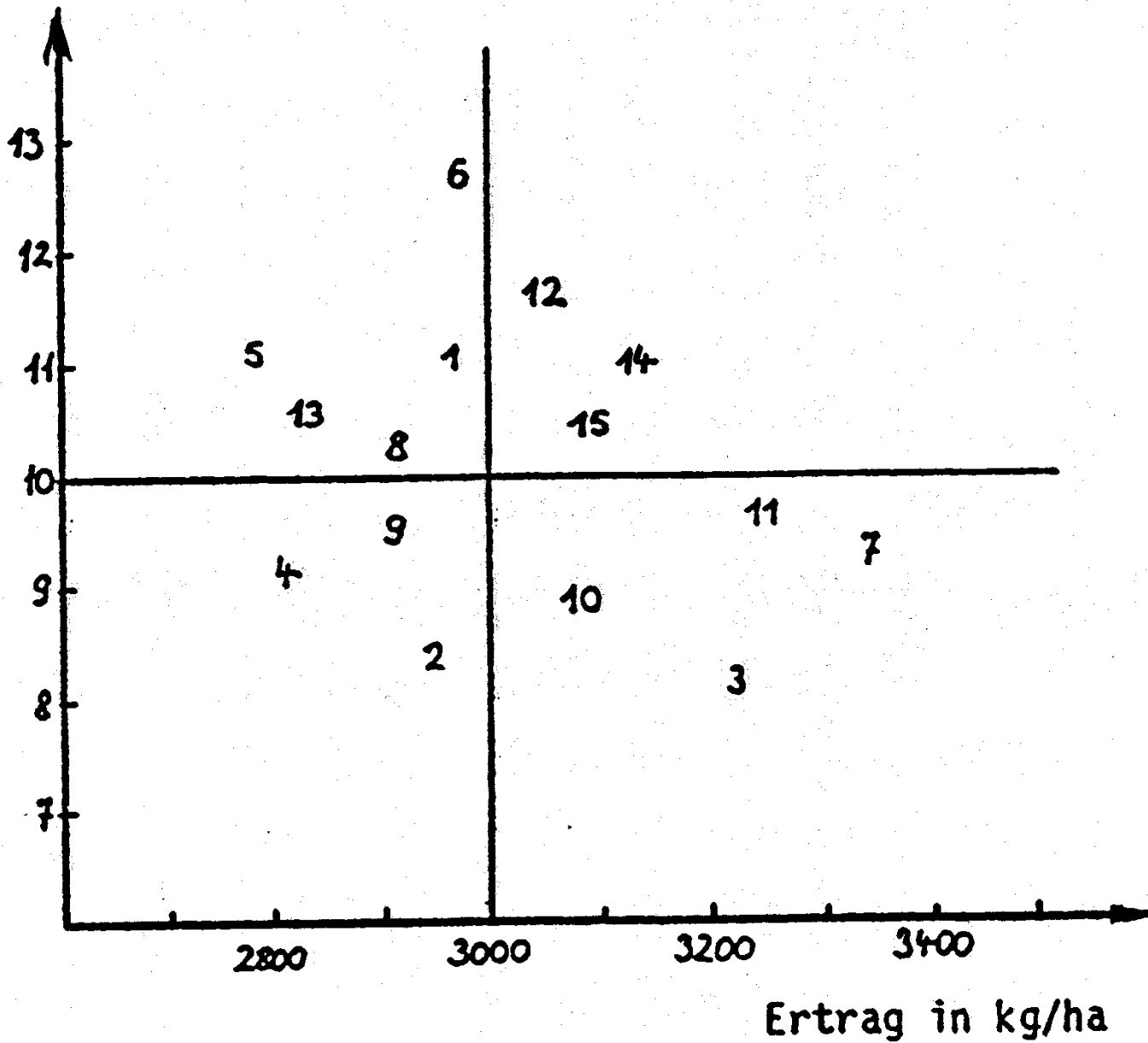
Einfache Rangreihung

4 Durumweizen-Zuchtstämme
5 Merkmale

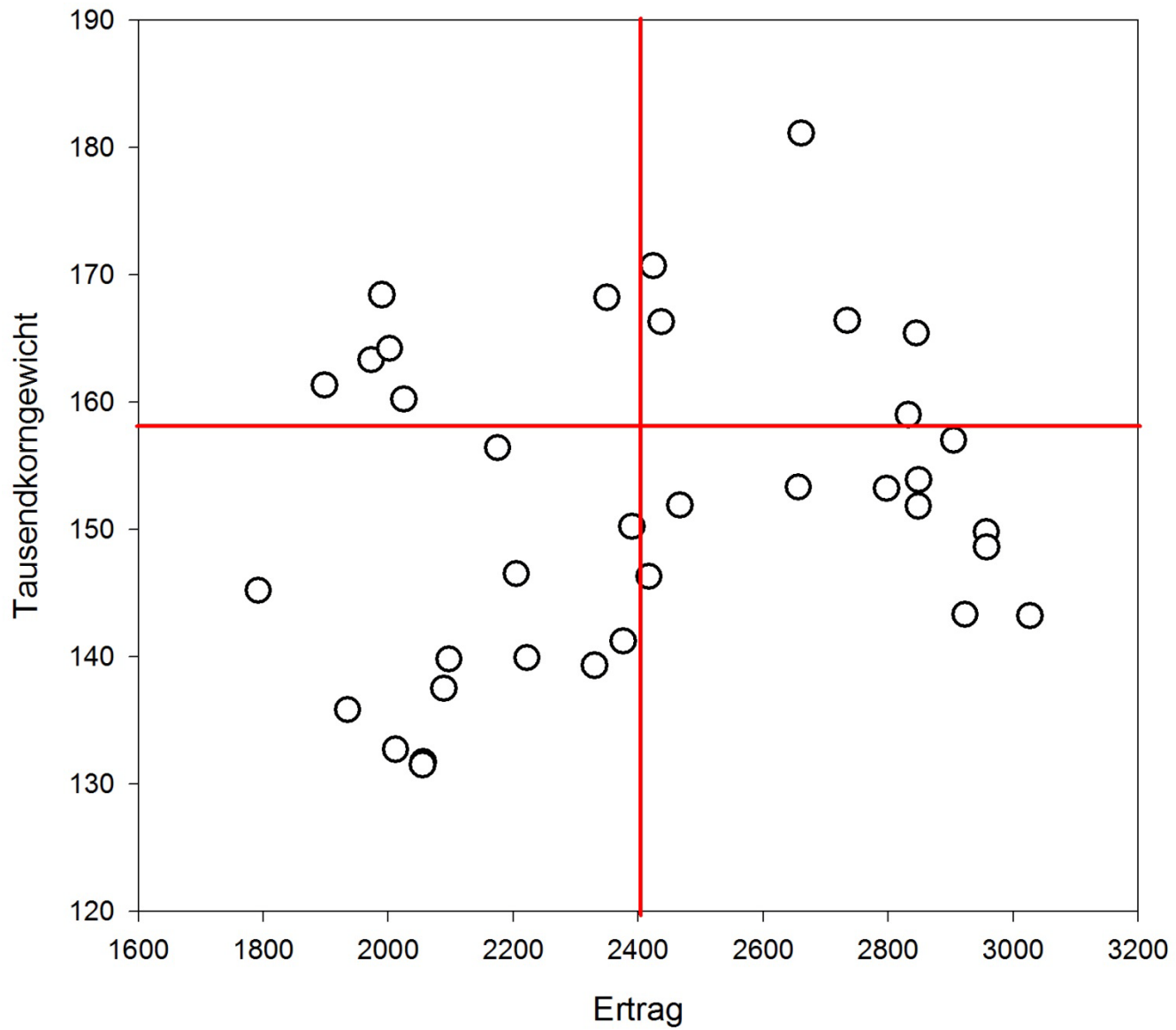
| Zuchtstamm | Halm- länge | Lager 1 | Lager 2 | Reife- zeit | Ertrag kg/5 qm |
|------------|----------------|---------|---------|----------------|-------------------|
| St 101 | 70 | 1 | 1 | 3 | 1.7 |
| St 287 | 95 | 1 | 2 | 3 | 1.6 |
| St 202 | 90 | 1 | 2 | 3 | 1.5 |
| St 096 | 105 | 3 | 4 | 2 | 1.7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

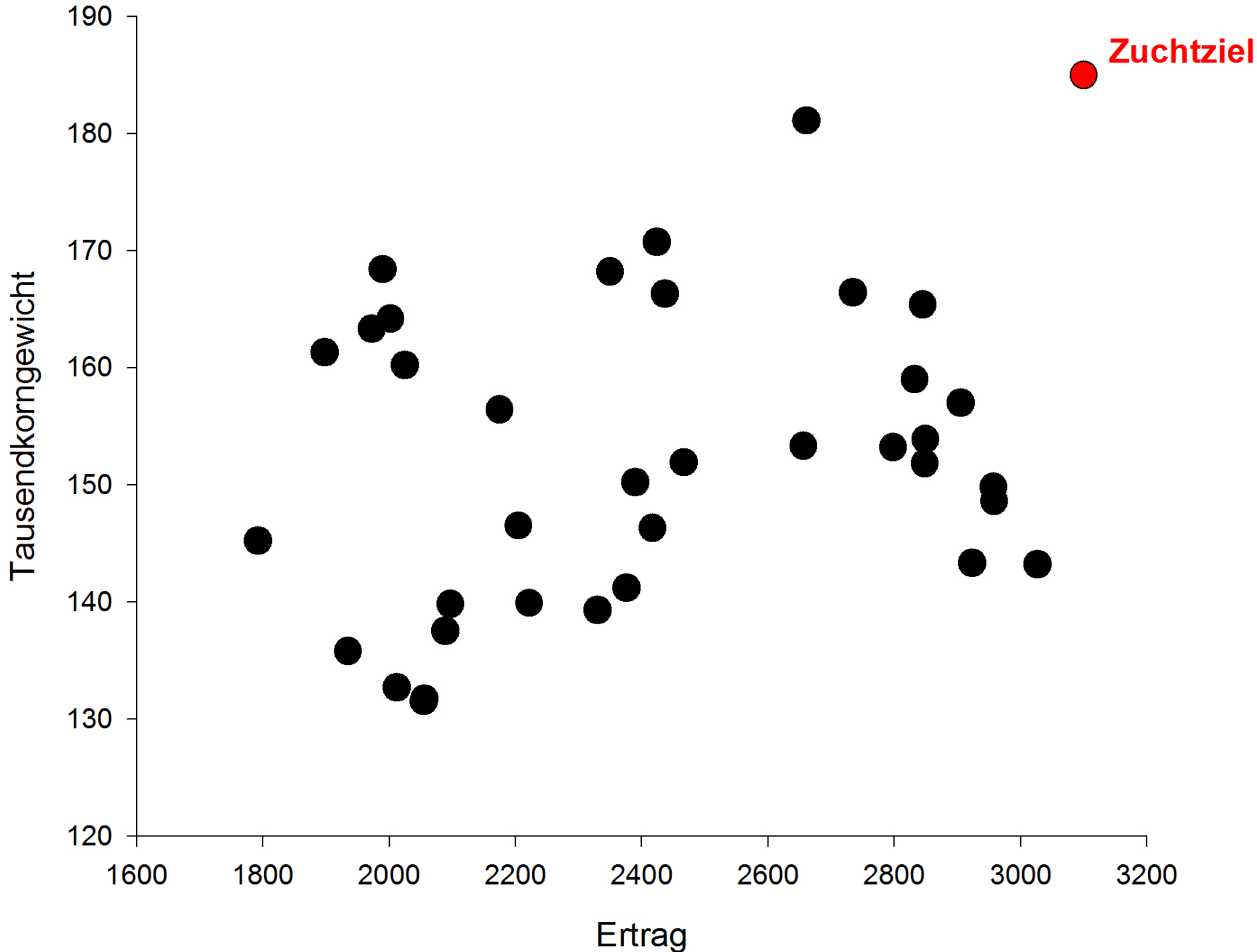
Ertrag x Inhaltsstoffgehalt = Inhaltsstoff-Ertrag

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

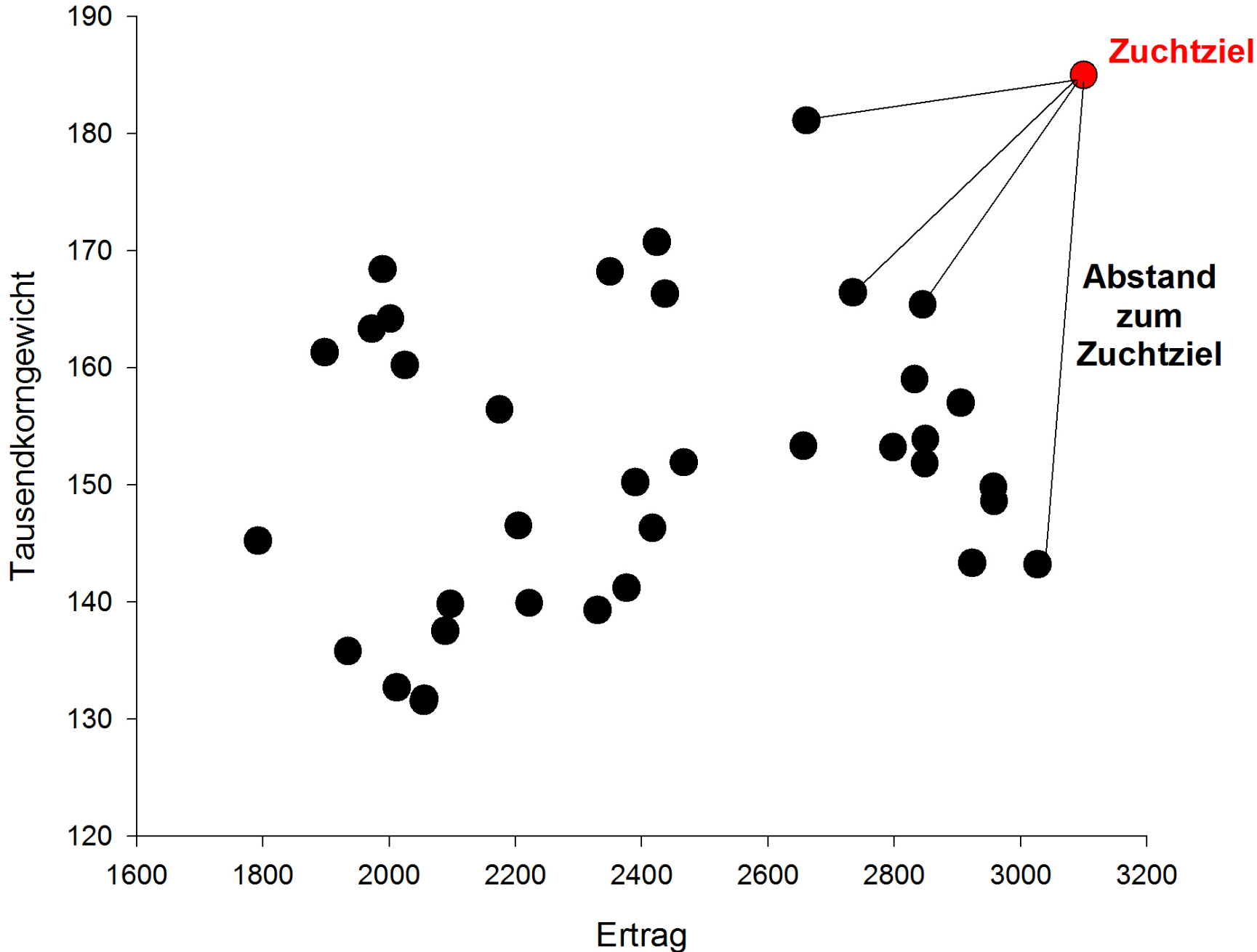
SOJABOHNE, orthogonaler Versuch 1992, Mittelwerte über 5 Orte

| 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 |

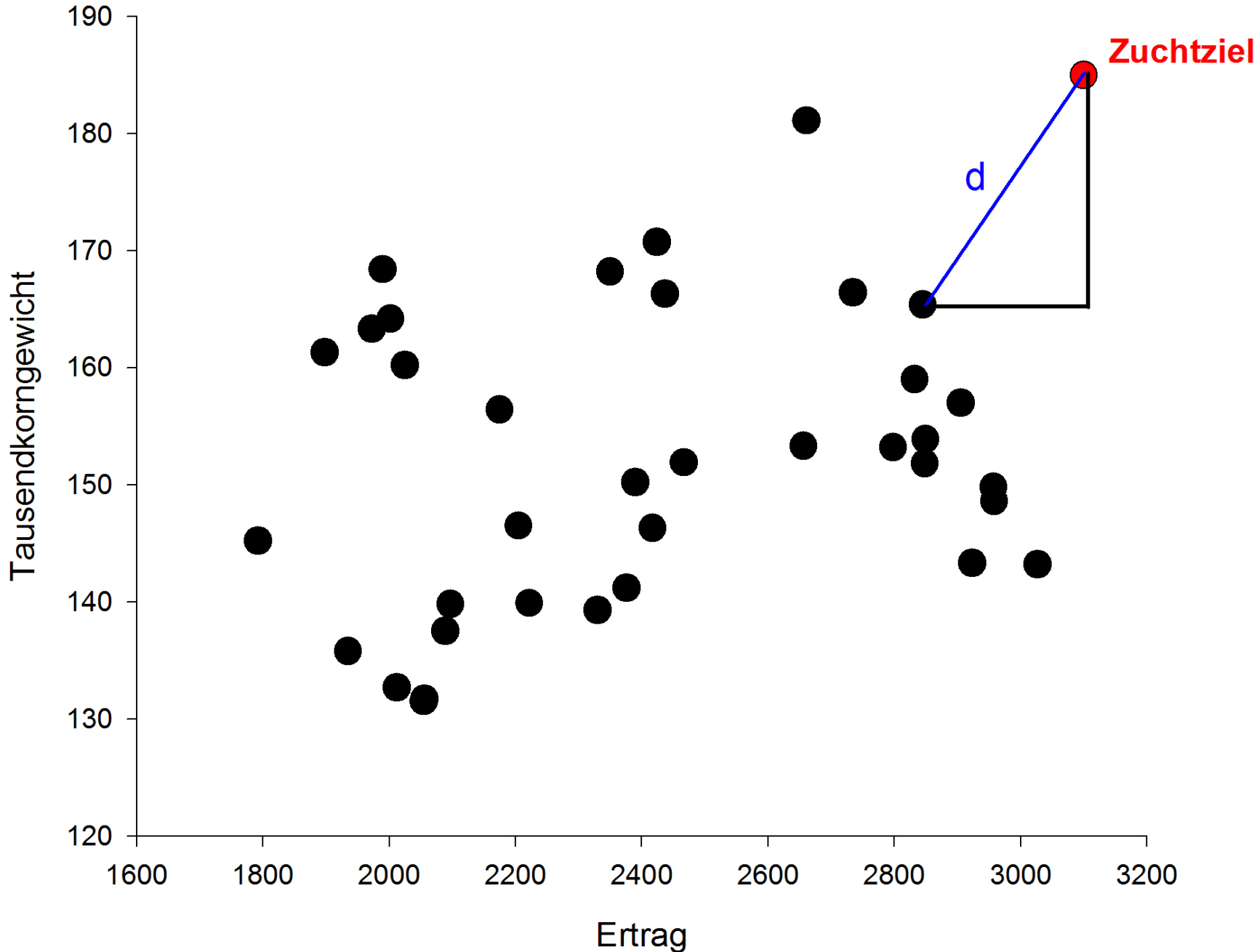
Abstandsmaß-Index: Abstand zum Zuchtziel



Abstandsmaß-Index: Abstand zum Zuchtziel

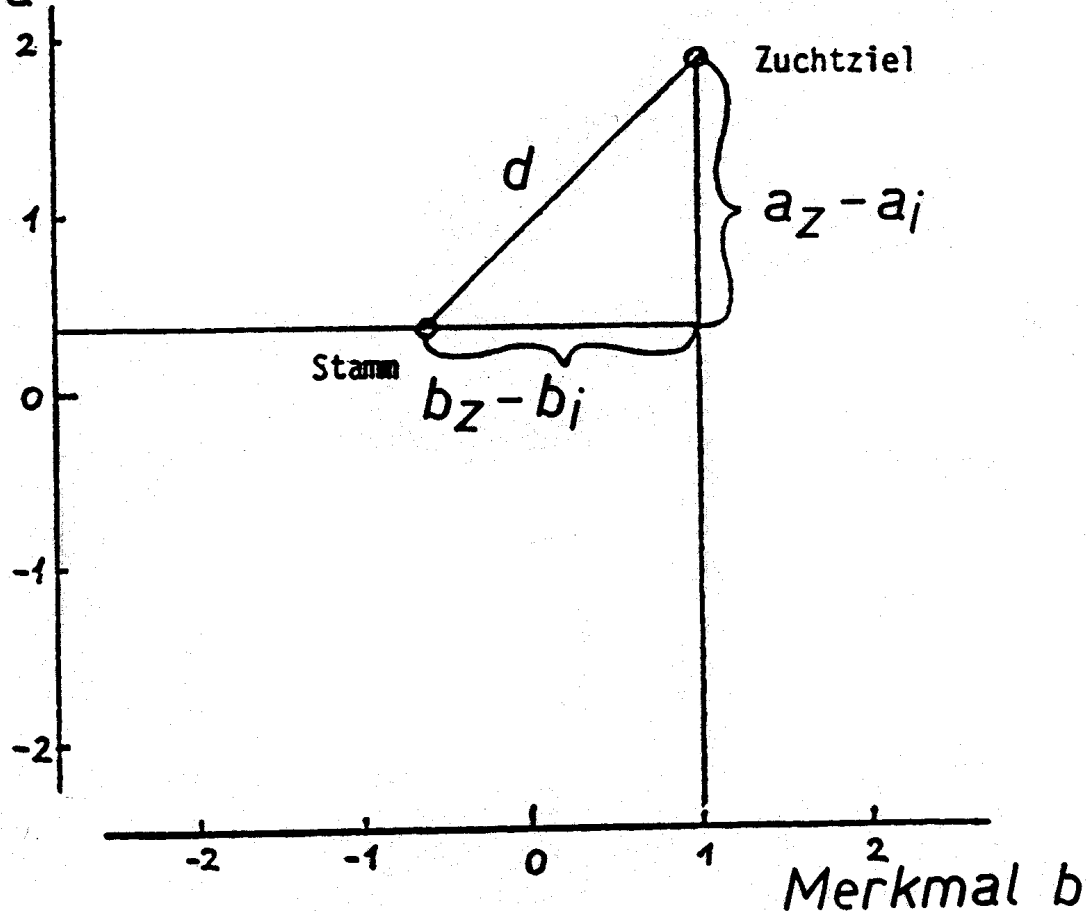


Abstandsmaß-Index: Abstand zum Zuchtziel



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

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

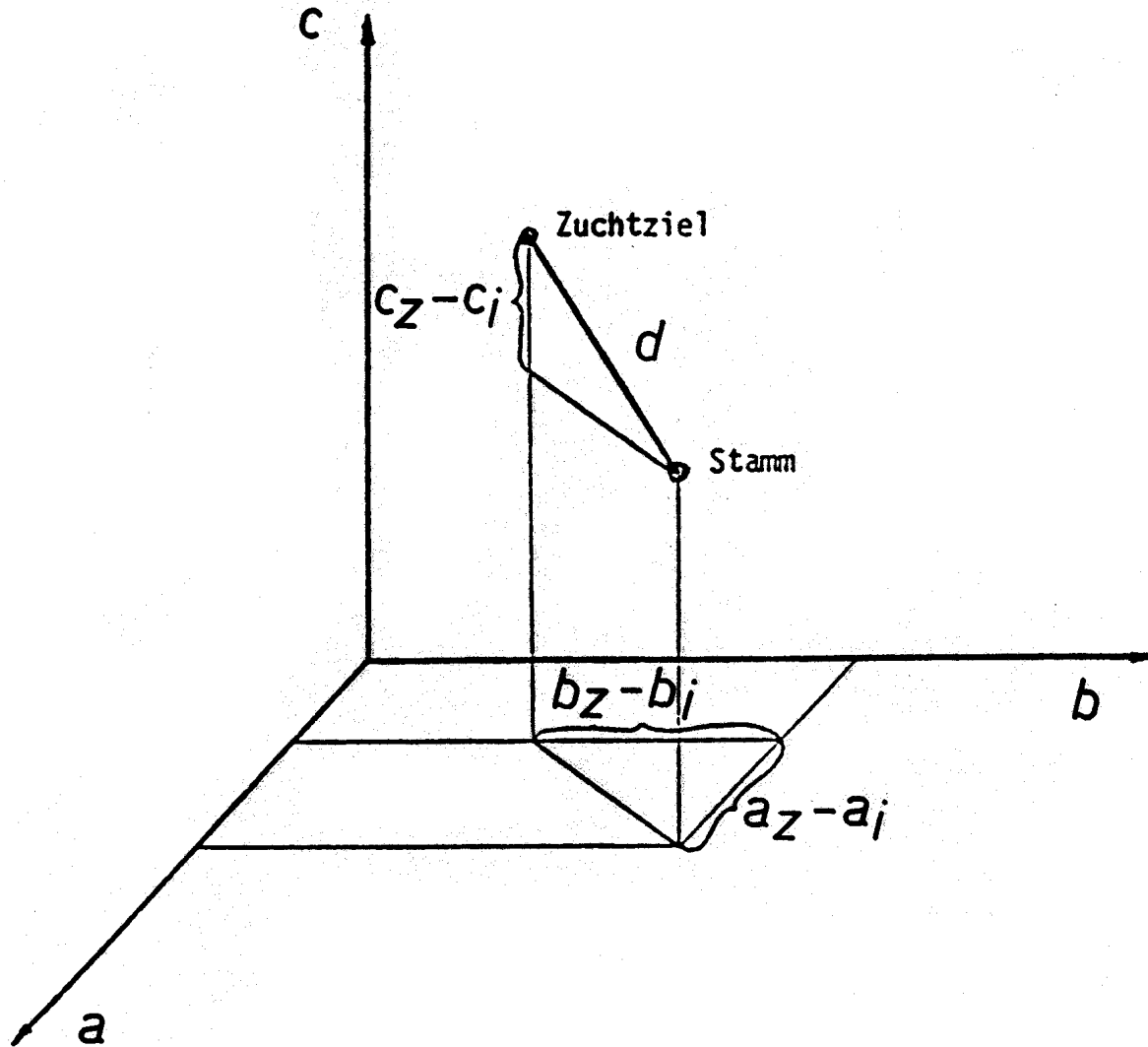
Abstandsmaß-Index: Abstand eines Stammes vom Zuchtziel.

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

Abstandsmaß-Index: Beispiel