

Aus der Saatzucht- und Versuchsanstalt der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark, Gleisdorf

Ertragssteigerung durch Reciprocal Recurrent Selection mit einem Zahnmais- und einem Hartmaispartner*

Von F. MAYERL und K. ROHRINGER

Einleitung

Betrachtet man die Entwicklung der Maiszüchtung in Amerika, so kann folgendes festgestellt werden: Die erste Periode war durch klassische Züchtungsmethoden gekennzeichnet. Die Züchtungserfolge am Anfang dieser Periode können als einmalig bezeichnet werden; gegen das Ende jedoch haben sie mehr und mehr an Bedeutung verloren. Der Wert eines Hybriden hängt von seinen Eltern, den Inzuchtlinien, ab, deren Zuchtwert wiederum durch das Ausgangsmaterial bestimmt wird.

HULL (5) hat daher eine Methode entwickelt, mit der man in der Lage ist, das Ausgangsmaterial zu beeinflussen. Im vorliegenden Fall wurde die spezifische Kombinationsfähigkeit durch einen wiederholbaren Selektionszyklus (recurrent selection) gesteigert.

COMSTOCK et al. (3) haben diese Methode auf reziproker Basis weiterentwickelt (reciprocal recurrent selection). Man ist dadurch in der Lage, nicht nur die Ausgangsbasis einer Seite zu heben. Während bei HULL (5) der Gegenseite die reine Rolle des Testers zukommt, hat man nach der neuen Idee die Möglichkeit, beim Tester ebenfalls das Niveau zu heben. Nach dem reziproken Konzept kommt beiden Partnern dieselbe Stellung zu, einmal als zu verbesserndes Ausgangsmaterial und gleichzeitig als Tester der Gegenseite.

Durch das Grundkonzept der vorher genannten Arbeiten ergaben sich viele Anwendungsmöglichkeiten, wie sie von SPRAGUE (18) genauer beschrieben werden. So haben SPRAGUE und BRIMHALL (15) und SPRAGUE et al. (16) den Ölgehalt bei Mais durch diese Methode erfolgreich gesteigert. Auch die Resistenzzüchtung hat sich dieses Züchtungsverfahrens bedient, wie der Artikel von JENKINS et al. (7) beweist. Daß die Möglichkeiten nicht nur auf Mais beschränkt sind, sondern auch bei anderen Kulturpflanzen Anwendung finden, zeigen die Beiträge von JOHNSON (8), JOHNSON (9), JOHNSON und EL BANNA (10) sowie CHRISTIE und KALTON (2). Selbstverständlich sind auch grundlegende Betrachtungen, die den genetischen Zusammenhang beleuchten, angestellt worden, wie sie bei SPRAGUE (17), HULL (6), CAUDERON (1) und SCHNELL (14) zu finden sind.

Nach wie vor besteht ein reges Interesse bei den praktischen Pflanzenzüchtern, die Ergebnisse und die Züchtungserfolge, die auf Grund der Methode erhalten werden, zu analysieren, speziell wenn es sich um Steigerung des Ertrages handelt. Dies ersieht man auch aus den Artikeln von MCGILL und LONNQUIST (13), LASCOLS (11) oder DOUGLAS et al. (4), die sich mit der Kombinationsfähigkeit und deren Weiterentwicklung in verschiedenen Stadien befaßten. Auch der nachfolgende Beitrag möge in dieser Richtung betrachtet und gewertet werden.

* Herrn Professor Dr. OBERDORF zum 65. Geburtstag gewidmet.

Material und Methode

Als Ausgangsmaterial für die reciprocal recurrent selection wurden Zahnmais- und Hartmaisvarietäten verwendet. Als Zahnmaispartner wurden 2 Hybriden amerikanischer Herkunft (Kat. Nr. 1674 und 1675) herangezogen.

Von ersterem wurde das Saatgut von 15 Kolben (1674a—p) und vom zweiten das Saatgut von 12 Kolben (1675d—p) kolbenweise getrennt angebaut. Als Hartmaispartner wurde eine aus 4 geprüften Lokalvarietäten (Kat. Nr. 114, 135, 179 und 242) erzeugte synthetische Varietät unter der Bezeichnung S 3 angebaut.

Die beiden Partner wurden vor Beginn der eigentlichen Züchtungsarbeiten geprüft und zeigten bereits als Ausgangsvarietäten eine gute Kombinationsfähigkeit. Durch diese Prüfung kann mit größerer Wahrscheinlichkeit mit einem Erfolg gerechnet und Zeit und Kosten gespart werden.

1956 wurde mit dem ersten Zyklus der reciprocal recurrent selection in Kornberg, dem seinerzeitigen Sitz der Saatzucht- und Versuchsanstalt, begonnen.

Bei der Zahnmais Komponente wurden 98 Pflanzen geselbstet und mit dem restlichen Pollen der geselbsteten Pflanzen je 5 Pflanzen der Varietät S 3 ausgekreuzt. Von den Pflanzen des S 3-Partners wurden 86 Pflanzen geselbstet und mit je 5 Pflanzen der Zahnmaispartner 1674 und 1675 ausgekreuzt.

Die Selektion der geselbsteten Pflanzen erfolgte nach phänotypischen Gesichtspunkten, wobei besonders ein proportionierter Wuchs, Standfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Frühreife Berücksichtigung fanden. Die Selbstungen wurden in der Kühlanlage überlagert. Das Saatgut der 5 mit dem Pollen der Selbstungen erzeugten Kreuzungen wurde zu gleichen Teilen gemischt.

1957 kamen 98 Kreuzungen S 3 \times 1674 und 1675 und 86 Kreuzungen 1674 und 1675 \times S 3 mit 2 Kontrollsorten in Gleisdorf zur Prüfung.

Gleisdorf liegt im Übergangsgebiet vom illyrischen zum pannonischen Klima.

Seehöhe: 365 m ü. d. M.
Geographische Länge: 15°40' E
Geographische Breite: 47°05' N

Witterungsdaten 1957:

Durchschnittstemperatur der Vegetationsmonate	15,6 °C
Langjähriger Durchschnitt	15,7 °C
Niederschlagssumme während der Vegetationsmonate	517,9 mm
Langjähriger Durchschnitt	510 mm

Versuchsdaten:

200 Versuchsglieder
8 Versuche mit je 25 Versuchsgliedern
dreifache Wiederholung
Versuchsanlage: Ungeordneter Block
Parzellenlänge: 3 m, Parzellenbreite: 1,50 m
Horstpflanzung: 75 \times 75 cm, 3 Pflanzen pro Horst
Saattag: 29. 4.

Als Kontrollsorten wurden die beiden Wisconsin-Hybriden 355 A und 416 AA herangezogen, da diese beiden Hybriden seinerzeit in Österreich die größte Verbreitung hatten und auch in allen anderen Prüfungen der Anstalt als Kontrollsorten dienten. Ihr durchschnittlicher Ertrag war als Niveau gedacht, mit dem die Ergebnisse dieser Arbeit verglichen werden sollten. Die Resultate der 8 Versuche im einzelnen anzuführen, würde zuviel Raum beanspruchen. Es wurde deshalb davon abgesehen. Sowohl vom Zahnmais- als auch vom Hartmaispartner wurden die 10 wertvollsten Ergebnisse ermittelt. Im Relativwert (Durchschnitt der beiden Kontrollsorten = 100) ausgedrückt, hatten sie nachstehende Ergebnisse:

Für den Zahnmaispartner

Kreuzung	Relativwert %	neue Kreuzungsnummer
S 3 × 1674 g	108,7	1
S 3 × 1675 c	112,5	5
S 3 × 1675 d	120,4	10
S 3 × 1674 b	113,2	24
S 3 × 1675 c	111,7	25
S 3 × 1675 f	111,2	49
S 3 × 1675 f	118,8	57
S 3 × 1675 d	114,1	62
S 3 × 1674 n	114,2	79
S 3 × 1674 k	109,1	82
Durchschnitt	113,4	

Für den Hartmaispartner

Kreuzung	Relativwert %	neue Kreuzungsnummer
1675 n × S 3	138,2	136
1675 c × S 3	127,3	138
1675 e × S 3	124,0	139
1674 m × S 3	121,3	143
1675 h × S 3	134,5	145
1675 o × S 3	120,7	148
1674 g × S 3	123,6	151
1675 a × S 3	122,5	154
1675 c × S 3	119,0	155
1675 p × S 3	131,8	156
Durchschnitt	126,3	

1958. Der nächste Schritt war die genetische Durchmischung des 1956 erzeugten Inzuchtmaterials, das in der Prüfung die 10 wertvollsten Ergebnisse gebracht hatte. Zu diesem Zweck wurden die in der Kühlanlage überlagerten S₁ angebaut und innerhalb der beiden Partner diallel ausgekreuzt. Auf ein freies Abblühen wurde verzichtet, um alle Möglichkeiten der Auskreuzung zu erschöpfen und gleichzeitig eine Selektion von Pflanzen mit wertvollen Charakteren vor der Auskreuzung durchführen zu können. Bei jeder der 45 Möglichkeiten innerhalb eines Partners wurden 4 bis 6 Kreuzungen gemacht und das Saatgut nach der Ernte gemischt. Mit der diallelen Auskreuzung wurde der erste Zyklus der recurrent reciprocal selection abgeschlossen.

1959 wurde mit dem genetisch bereits merklich eingeschränkten Material der zweite Zyklus begonnen. Von den jeweils 45 diallelen Kreuzungen beider Partner wurden ca. 35 Pflanzen, d. s. pro Partner ca. 1500 Pflanzen, angebaut. Von einer Mischung des Saatgutes der 45 Kreuzungen wurde Abstand genommen, um zwischen den einzelnen Kreuzungen

und innerhalb derselben bessere Selektionsmöglichkeiten zu haben.

Sowohl beim Zahnmais- als auch beim Hartmaispartner wurden über hundert Selbstungen durchgeführt und mit dem Restpollen dieser Pflanzen wiederum 5 Kolben des anderen Partners ausgekreuzt. Bei der Aufarbeitung des geernteten Materials wurde das Saatgut dieser 5 Kolben zu gleichen Teilen gemischt.

1960 wurden vom Zahnmais- und Hartmaispartner je 92 Kreuzungen geprüft, u. zw. in 8 Versuchen mit je 23 Kreuzungen und den beiden Kontrollsorten Wisconsin 355 A und Wisconsin 416 AA.

Witterungsdaten 1960:

Durchschnittstemperatur während der

Vegetationsmonate 15,3 °C

Langjähriger Durchschnitt 15,7 °C

Niederschlagssumme während der

Vegetationsmonate 463,7 mm

Langjähriger Durchschnitt 510 mm

Versuchsdaten:

Versuchsanlage: Ungeordneter Block mit 25 Versuchsgliedern

Wiederholungen: 4

Parzellenlänge: 5,60 m, Parzellenbreite:

0,70 m = 3,92 m²

Horstpflanzung: 70 × 70 cm, 3 Pflanzen pro Horst

Saattag: 19. April

Auch bei diesen Prüfungen muß wegen Raumman-gels auf eine detaillierte Wiedergabe der Ergebnisse verzichtet werden. Bei beiden Partnern wurden nach bestimmten Gesichtspunkten die 10 wertvollsten Ergebnisse ausgewählt. Für die Zahnmaiskomponente waren dies

Kreuzung siehe 1. Zyklus	Relativwert %	neue Kreuzungsnummer
10 × 5	150,8	P 8
1 × 79	175,5	P 50
10 × 5	162,0	P 21
10 × 82	162,0	P 29
10 × 57	175,2	P 87
25 × 57	242,8	P 150
10 × 49	217,2	P 182
10 × 57	130,8	P 30
5 × 82	153,9	P 145
10 × 25	112,6	P 24
Durchschnitt	168,3	

Für die Hartmaiskomponente waren es

Kreuzung siehe 1. Zyklus	Relativwert %	neue Kreuzungsnummer
136 × 139	116,2	H 3
139 × 156	146,9	H 72
148 × 156	213,5	H 162
154 × 145	157,8	H 171
148 × 145	153,1	H 100
145 × 156	168,1	H 115
154 × 151	164,3	H 112
154 × 151	154,7	H 105
154 × 151	141,5	H 113
148 × 151	166,3	H 99
Durchschnitt	158,2	

1961 wurden die 10 wertvollsten der 1959 erzeugten S₁ der beiden Partner durch dialleles Auskreuzen genetisch durchmischt und damit der 2. Zyklus abgeschlossen.

1962 wurde durch Anbau der 45 diallelen Kreuzungen beider Partner und der Selbstung von hundert

ausgewählten Pflanzen mit gleichzeitiger Auskreuzung von 5 Pflanzen des zweiten Partners mit dem 3. Zyklus begonnen.

Diskussion

Aus der Literatur sind verschiedene Arbeiten über reciprocal recurrent selection bekannt. Die Saatzucht- und Versuchsanstalt in Gleisdorf befaßt sich mit der Züchtung von Hybriden, die als Kreuzungspartner Hartmais- und Zahnmaiseinfachkreuzungen haben, da sich gezeigt hat, daß Kreuzungen zwischen Hartmais- und Zahnmaiseinfachkreuzungen im Ertrag durchschnittlich um 9,7% höher liegen als nicht verwandte Hartmais- × Hartmaiskreuzungen (siehe Heft 3 der Veröffentlichungen der Saatzucht- und Versuchsanstalt Gleisdorf vom November 1958). Es lag daher nahe, den Versuch zu unternehmen, durch reciprocal recurrent selection das Ertragsniveau guter Hartmais- und Zahnmaisausgangsvarietäten zu verbessern. Der Zweck dieser Arbeit ist letzten Endes die Züchtung von Inzuchtlinien mit vermutlich guter gegenseitiger Kombinationseignung.

Als Zahnmaispartner wurden 2 Doppelhybriden amerikanischer Provenienz (Kat. Nr. 1674 und 1675) und als Hartmaispartner eine synthetische Varietät aus 4 frei abblühenden Lokalvarietäten mit gutem Ertrag (Kat. Nr. 114, 135, 179 und 242) verwendet. Der Hartmaispartner wurde mit S 3 bezeichnet.

Bei Beginn des 1. (1956) und des 2. (1959) Zyklus wurden je Partner ungefähr 100 Pflanzen für die Selbstung ausgewählt, wobei Pflanzentyp, Standfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten, Frühreife usw. berücksichtigt wurden. Bei Beginn des zweiten Zyklus wurde auch der Aufwuchs einzelner dialleler Kreuzungen von einer züchterischen Weiterverwendung gänzlich ausgeschlossen, da er in bestimmten Charakteren nicht entsprach. In anderen diallelen Kreuzungen wurde eine größere Anzahl Selbstungen gemacht, weil sie die wichtigsten wertvollen Eigenschaften in sich vereinigt hatten. Mit dem Restpollen der geselbsteten Pflanzen wurden jeweils 5 Pflanzen der Partnervarietät ausgekreuzt.

Die Prüfungen des ausgekreuzten Materials fanden 1957 und 1960 statt. Es wurde darauf verzichtet, auf die einzelnen Versuchsergebnisse näher einzugehen, weil dies zu viel Raum beanspruchen würde. Als Kontrollsorten wurden die beiden Wisconsin-Hybriden 355 A und 416 AA verwendet, da diese beiden Hybriden in Österreich seinerzeit die größte Verbreitung hatten und auch in allen anderen Versuchen der Anstalt als Kontrollsorten dienten.

Von den 92 Prüfgliedern je Partner wurden die 10 wertvollsten festgestellt, wobei nicht allein der Relativwert entscheidend war, sondern auch während der Vegetation bonitierte wichtige Merkmale.

Ein Vergleich der Relativwerte der 10 wertvollsten Kreuzungen der beiden Partner in den Prüfungsjahren des ersten und zweiten Zyklus läßt erkennen, daß die allgemeine Kombinationseignung auf Ertrag sehr stark stieg.

Zyklus	Zahnmaispartner Relativwert %	Hartmaispartner Relativwert %
1	126,3	113,4
2	168,3	158,2

Gleichzeitig damit verbunden war jedoch eine starke Einengung des Materials in genetischer Hinsicht, was aus dem Stammbaum der Kreuzungen ersehen werden kann.

Den Abschluß der beiden Zyklen bildet die neuerliche genetische Durchmischung des in der Kühlanlage überlagerten S₁-Materials. In beiden Fällen geschah dies durch dialleles Auskreuzen jener 10 S₁ beider Partner, die bei der Prüfung die wertvollsten Ergebnisse brachten. Durch das diallele Auskreuzen sollte

1. eine möglichst korrekte Durchmischung erzielt werden und
2. die Möglichkeit einer Selektion der für die Verkreuzung verwendeten Pflanzen gegeben sein.

Aus diesen Gründen wurde vorläufig von einer genetischen Durchmischung durch freies Abblühen abgesehen. Geplant ist dies im 3. Zyklus.

Zusammenfassung

Für die Anwendung der reciprocal recurrent selection wurden als Partner Zahn- und Hartmaisausgangsvarietäten verwendet, weil bei Zahn-Hartmaiskreuzungen erfahrungsgemäß ein beachtlicher Heterosiseffekt bezüglich Ertrag zu erwarten ist und die Vermutung nahe liegt, daß Inzuchtlinien, die aus den verbesserten beiden Ausgangsvarietäten gezüchtet werden, eine gegenseitig gut ausgeprägte Kombinationsfähigkeit haben werden.

Die Prüfungsergebnisse des zweiten Zyklus zeigten ein besonderes rasches Ansteigen der allgemeinen Kombinationsfähigkeit.

Gleichzeitig erfolgte eine starke genetische Einengung des Materials, was in einer rigorosen Eliminierung nicht entsprechenden Materials begründet liegt.

Eine genetische Durchmischung durch freies Abblühen wurde im ersten und zweiten Zyklus absichtlich vermieden, um die Möglichkeit einer strengen Selektion in Händen zu haben.

Reciprocal recurrent selection auf die Kombinationseignung ist eine Züchtungsmethode, die sehr viel Zeit und Kosten verursacht. Die Auswahl geeigneter Partner durch vorangehende Prüfung scheint deshalb von größter Wichtigkeit.

Literatur

1. CAUDERON, A.: Hétérosis et sélection réciproque chez le maïs. In: Eucarpia, 2. Kongreß, Köln. S. 256–264 (1959). — 2. CHRISTIE, B. R., and R. R. KALTON: Recurrent selection for seed weight in bromegrass, *Bromus inermis* Leyss. Amer. Soc. Agron. 52, 575–579 (1960). — 3. COMSTOCK, R. E., H. F. ROBINSON, and P. H. HARVEY: A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. Amer. Soc. Agron. 41, 360–367 (1949). — 4. DOUGLAS, A. G., J. W. COLLIER, M. F. EL EBRASHY, and J. S. ROGERS: An evaluation of three cycles of reciprocal recurrent selection in a corn improvement program. Amer. Soc. Agron. 1, 157–162 (1961). — 5. HULL, F. H.: Recurrent Selection for specific combining ability in corn. Amer. Soc. Agron. 37, 134–145 (1945). — 6. HULL, F. H.: Recurrent selection and overdominance. Kapitel 28 im Buch Heterosis von J. W. Gowen, Iowa State College Press 1952. — 7. JENKINS, M. T., A. L. ROBERTS, and W. R. FINDLEY, jr.: Recurrent selection as a method for concentrating genes for resistance to *Helminthosporium turcicum* leaf blight in corn. Amer. Soc. Agron. 46, 89–94 (1954). — 8. JOHNSON, I. J.: Recurrent selection

for combining ability in sweetclover *Melilotus officinalis*. Amer. Soc. Agron. 44, 476–481 (1952). — 9. JOHNSON, I. J.: Further progress in recurrent selection for general combining ability in sweetclover. Amer. Soc. Agron. 48, 242–243 (1956). — 10. JOHNSON, I. J., and A. S. EL BANNA: Effectiveness of successive cycles of phenotypic recurrent selection in sweetclover. Amer. Soc. Agron. 49, 120–125 (1957). — 11. LASCOLS, X.: Sélection réciproque et maïs hybrides précoces francoaméricains. Annales de l'Amélioration des Plantes 9, 377–401 (1959). — 12. LONNGUIST, J. H.: Recurrent selection as a means of modifying combining ability in corn. Amer. Soc. Agron. 43, 311–315 (1951). — 13. MCGILL, D. P., and J. H. LONNGUIST: Effects of two cycles of recurrent selection for combining ability in an open-pollinated variety of corn. Amer. Soc. Agron. 47, 319–323 (1955). — 14. SCHNELL, F. W.: On some aspects of reciprocal

recurrent selection. Euphytica 10, 24–30 (1961). — 15. SPRAGUE, G. F., and B. BRIMHALL: Relative effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn kernel. Amer. Soc. Agron. 42, 83–88 (1950). — 16. SPRAGUE, G. F., P. A. MILLER, and B. BRIMHALL: Additional studies of the relative effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn kernel. Amer. Soc. Agron. 44, 329–331 (1952). — 17. SPRAGUE, G. F.: Early testing and recurrent selection. Kapitel 26 in: J. W. Gowen, Heterosis. Iowa State College Press 1952. — 18. SPRAGUE, G. F.: Recurrent Selection. Kapitel V/9 in: Corn and Corn Improvement. Academic Press Inc. N. Y. 1955. — 19. SPRAGUE, G. F., W. A. RUSSELL, and L. H. PENNY: Recurrent selection for specific combining ability and type of gene action involved in yield heterosis in corn. Amer. Soc. Agron. 51, 392–395 (1959).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Krakow

Die Bedeutung einfacher taxonomischer Methoden für die Pflanzenselektion*

Von TADEUSZ RUEBENBAUER und STANISLAW WĘGRZYN

A. Einleitung

Die Selektion wertvoller Formen erfolgt in der praktischen Pflanzenzüchtung im allgemeinen nicht nur nach einem Merkmal, sondern man berücksichtigt meist eine größere Anzahl Eigenschaften. Sofern man die Merkmale messen kann, besteht die Möglichkeit, taxonomische Methoden anzuwenden. Die Methode der Diskriminationsfunktionen (discriminant function) ist mathematisch am besten fundiert. Sie besteht in der Ausrechnung der Größe eines gemeinsamen Vektors für die Messung einzelner Merkmale. Diese Methode verlangt jedoch zeitraubende und beschwerliche Rechengänge und erfordert eine umfassende mathematische Vorbereitung.

Anhand von Versuchen mit Maishybriden soll geprüft werden, ob es möglich ist, die Methode der Diskriminationsfunktionen durch eine einfachere und daher leichter anwendbare zu ersetzen. Zu diesem Zweck werden bei der Auswahl von Hybriden und Inzuchtlinien verschiedene taxonomische Methoden miteinander verglichen.

B. Material und Methoden

Die Messungen erfolgten an Maiskolben, die von 64 Hybriden verschiedener Abstammung geerntet worden waren. Es handelte sich dabei in der Mehrzahl um Einfachhybriden. Folgende Merkmale wurden verglichen:

Kornertrag pro Kolben	(X 1)
Tausendkornmasse	(X 2)
Kornreihenanzahl = vertikale Reihen	(X 3)
Kornzahl pro Reihe	(X 4).

Die Einzelwerte wurden mittels folgender taxonomischer Methoden geordnet und bearbeitet:

1. Diskriminationsfunktionen (M 1)
2. Bonitierungsverfahren (M 2)
3. Quotientenmethode (M 3)

Die einfachste taxonomische Methode, die bei der Pflanzenselektion verwendet wird, ist zweifellos die Bonitierungsverfahren, sie beruht auf der Abschätzung des Materials in einer bestimmten Reihenfolge. Das Merkmal der Gesamtwerte des Zuchtmaterials ergibt sich aus der Summierung der Einzelwerte. Diese Methode läßt sich durch folgende Formel definieren:

$$M_i = \sum_{j=1}^k [m_{i1} + m_{i2} + \dots + m_{ik}]$$

m = entsprechende Zahl der Zahlenreihenfolge (sequenze) für das Objekt (i) und Merkmal (j),

wobei $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$j = 1, 2, 3, \dots, k$.

Dem niedrigsten Zahlenwert gibt man den Wert 1, der höchste Zahlenwert entspricht der jeweilig festgesetzten Größenzahl der Zahlenreihenfolge.

Der Vorteil der genannten Methode besteht in ihrer Einfachheit, sie erfordert einen verhältnismäßig kleinen Arbeitsaufwand. Nachteilig ist, daß jedem Wert der Intervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Objekten eines Merkmales gleiche Zahlenwerte zugeschrieben werden, die sich aus den Zahlen der normalen Reihenfolge ergeben. Das kann zur Fehleinschätzung einzelner Objekte beitragen.

Ferner wendet man die Quotientenmethode an, die also nicht auf der Summierung einander folgender Zahlen im Bereich eines Merkmals beruht, sondern die eine Summierung von Quotienten der beobachteten Zahlen, dividiert durch das arithmetische Mittel, darstellt. Die Quotientenmethode wird durch folgende Formel definiert:

$$M_i = \sum_{j=1}^k \left[\frac{X_{ij}}{X_1} + \frac{X_{ij}}{X_2} + \dots + \frac{X_{ij}}{X_k} \right],$$

X_{ij} = der beobachtete Wert für das Objekt (i) und das Merkmal (j), wobei $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$j = 1, 2, 3, \dots, k$.

Bei der Quotientenmethode nimmt man als allgemeinen taxonomischen Wert nicht die Zahlensummen einer Zahlenreihenfolge für ein Merkmal an, sondern man addiert die Quotienten einer Anzahl (k) von Merkmalen eines Objektes (i).

* Herrn Prof. Dr. OBERDORF zum 65. Geburtstag gewidmet.