

(Aus der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Sadowo, Bulgarien.)

## Genetische Untersuchungen an der Erdnuß (*Arachis hypogaea* L.). Bohnenfarbe- und Fruchtgrößenvererbung.

Von **Peter Ilieff**.

### Die Kreuzung der Erdnüsse.

#### Methode und Technik.

Die Erdnuß gehört zu den sich ausschließlich selbstbefruchtenden Pflanzen. Ihre Blüte hat die Beschaffenheit der Schmetterlingsblütler. Die Erdnußblüten sind sehr klein, und während der Blüte bleiben die Staubblätter und der Griffel stets in der Fahne eingeschlossen. Einige der ersten Blüten bleiben sogar im Boden, ohne ihre Fruchtbarkeit einzubüßen.

Die Blüten entwickeln sich in den Blattachsen zwischen den Nebenblättern. Sie stehen nicht vereinzelt, sondern in Blütenständen von 2 bis 8 und mehr Blüten. Die Achse des Blütenstandes ist jedoch derart kurz, daß der ganze Blütenstand in den Blattachsen versteckt bleibt, weshalb sich die Blüten vor ihrer Entfaltung voneinander kaum unterscheiden lassen. Diese beginnt bei den untersten Blüten des Blütenstandes, wobei stets eine oder zwei Blüten nacheinander erblühen.

Der Bau der Blüten ist demjenigen der übrigen Schmetterlingsblütler ähnlich. Die Krone ist fünfblättrig und gelborange gefärbt. Diese Tönung wird hauptsächlich durch die Fahne bedingt, welche den größten Teil der Blüte darstellt. Die beiden Flügel sind hellgelb und das Schiffchen weist eine weißliche Farbe auf. In dem Schiffchen liegen die Staubblätter und der Griffel. Es hat eine halbrunde Form und endet mit einer hornförmigen Spitze, in der die Staubblätter und der Griffel liegen. Die Anzahl der Staubblätter beträgt gewöhnlich 8. Sie sind an der Basis verwachsen und in zwei Etagen um den Griffel angeordnet. Vier davon stehen bedeutend höher, die übrigen vier sind kürzer. Die Pollensäcke der längeren Staubblätter sind länglich, die niedrigeren stellen kleine Kügelchen dar.

Zunächst beginnt die Blüte der unteren Blütenstände. Innerhalb eines Tages vergrößert sich die Knospe sehr schnell. Der fünfblättrige Kelch verlängert sich und erlangt eine mittlere Länge von etwa 4 cm; auf den ersten Blick macht er den Eindruck eines gewöhnlichen Blattstieles. Das Blühen beginnt am Morgen des nächsten Tages, wobei sich nur die Fahne öffnet — die beiden Flügel umschließen nach

wie vor das Schiffchen. Die reifen Pollensäcke platzen, und der Staub gelangt auf die Narbe. Dann verwelkt die Blütenkrone und fällt bis zum Abend oder am nächsten Morgen ab.

Ich habe das Kastrieren der Blüten am Vorabend des Blühens vorgenommen, als sich dieselben noch im Knospenzustand befanden. Die Knospen wurden vorsichtig mit der Pinzette geöffnet, worauf durch einen Druck der Pin-

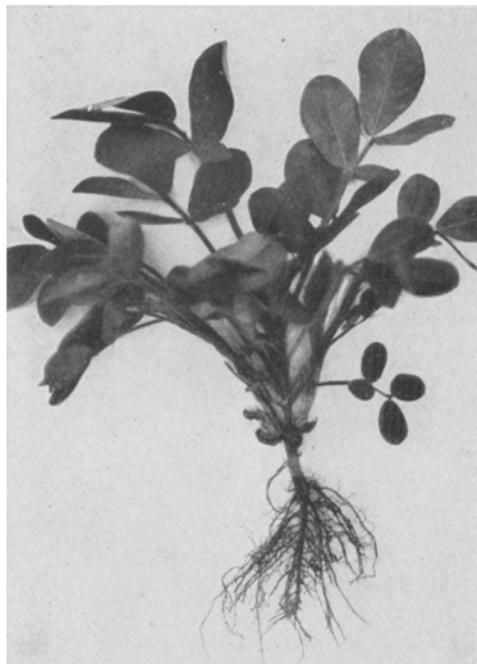


Abb. 1. Erdnuß-Einzelpflanze.

zette auf den unteren Teil des Schiffchens die Staubblätter und der Griffel freigelegt wurden. Ohne den letzteren zu berühren, wurden die Staubblätter mit der Pinzette entfernt und dann der Griffel wieder in das Schiffchen eingeschlossen.

Die Bestäubung wurde am Morgen nach dem Kastrieren zwischen 7 und 8 Uhr vorgenommen. Um diese Zeit ist der Pollen der nichtkastrierten Blüten bereits in die Spitze des Schiffchens gelangt. Es ist daher zweckmäßig, die Pinzetten- spitze in diesen Teil des Schiffchens einzubohren, um den Pollenstaub zu gewinnen. Mit der Pin-

zette wird er auf den Griffel der kastrierten Blüten übertragen, welche erst unmittelbar davor geöffnet wurden. Die Bestäubung soll sehr vorsichtig vor sich gehen, ohne den Griffel mit der Pinzette zu verletzen. Nachdem der Pollenstaub haften geblieben ist (was sich mit der Lupe fest-

bis 20. Juli. In einigen Fällen betrug der Prozentsatz der gelungenen Kreuzungen etwa 40, in anderen Fällen etwa 90%. Gewöhnlich schwankt er zwischen 50 und 60%.

Da die Erdnußpflanzen relativ klein und niedrig sind und ihre Blüten sehr nahe am Boden



Abb. 2. Erdnuß-Einzelpflanze und -Kultur, Sadowo.



Abb. 3. Erdnußernte, Nähe Sadowo.

stellen läßt), wird das Schiffchen wiederum nach vorn herangezogen und der Griffel in dem Schiffchen eingeschlossen. Weder nach dem Kastrieren

liegen, kann das Kastrieren bzw. das Bestäuben nur in liegendem Zustand ausgeführt werden, was nicht besonders bequem ist. Um dies zu vermeiden, habe ich die Mutterpflanzen in größeren, etwa 50—60 cm hohen Holzgefäßen ausgesät (Abb. 3).

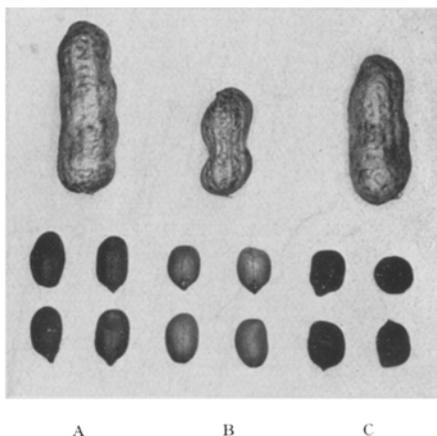


Abb. 4. A = Einheimische stehende Erdnuß. B = Spanische weiße Erdnuß. C = *Porto alegre*.

noch nach dem Bestäuben ist bei den Erdnüssen die Benutzung von Isolatoren erforderlich.

Die Kreuzungsarbeiten dauerten bei meinen Versuchen etwa einen Monat: etwa vom 20. Juni

#### Genetische Untersuchungen.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden an folgenden drei Erdnußsorten ausgeführt:

1. Einheimische stehende Erdnuß (Subv. *rubra* A. CHEV.) Abb. 4A.
2. Spanische weiße Erdnuß (Subv. *pallida* A. CHEV.) Abb. 4B.
3. *Porto alegre* (Subv. *violaceae* A. CHEV.) Abb. 4C.

Sämtliche drei Sorten gehören zur Varietät *communis* der Unterart *oleifera* A. CHEV.

Die Untersuchung erstreckte sich auf die Vererbung der Bohnenfarbe und der Fruchtgröße. In diesen Merkmalen weisen die drei Sorten bedeutende Unterschiede auf. Bei der erstgenannten Sorte ist die Bohnenschale fleischrot gefärbt. Die Früchte sind mittelgroß und das 100-Korngewicht beträgt im Mittel 165—175 g.

Bei der zweiten Sorte ist die Bohnenschale creme- bis gelbrosafarbig. Die Früchte dieser Sorte sind sehr klein mit einem mittleren Hundertkorngewicht von 95—105 g.

Die Sorte *Porto alegre* hat eine dunkellila gefärbte Bohnenschale. Die Früchte sind etwas kleiner als die der einheimischen aufrechten Erdnußsorte. Das mittlere Hundertkorngewicht liegt zwischen 155 und 165 g. Im Jahre 1936 wurden folgende Kreuzungen durchgeführt:

1. Spanische weiße × Einheimische stehende,
2. Spanische weiße × *Porto alegre* und
3. Einheimische stehende × *Porto alegre*.

Untersucht wurden sowohl die Elternformen als auch die drei Filialgenerationen ( $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$ ). Nur bei der drittgenannten Kreuzung beschränken sich die Beobachtungen auf die  $F_1$ -Generation.

In bezug auf die Bohnenfarbe konnte in der  $F_1$  die Dominanz von Fleischfarbe über Creme- und Dunkellilafarbe beobachtet werden. Bei der zweitgenannten Kreuzung trat bei dieser Generation eine neue Farbe auf, bei der die

Kreuzung konnte eine Spaltung beobachtet werden, bei welcher Pflanzen mit fleischfarbenen und cremefarbenen Bohnen etwa im Verhältnis 3 : 1 zustande kamen. Dieses Verhältnis kenn-

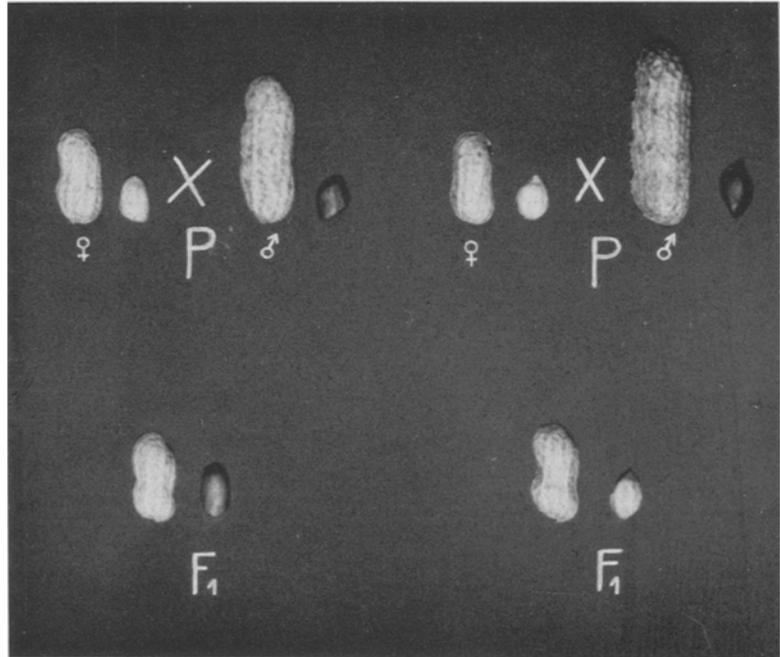


Abb. 5. Samenfarbe und -größe bei der  $F_1$ -Generation der Kreuzungen: Spanische weiße × Einheimische stehende und Spanische weiße × *Porto alegre*.

zeichnet die Vererbung der Bohnenfarbe bei dieser Kreuzung als monohybrid, bei voller Dominanz von Fleischfarbe über Cremefarbe (Tabelle 1).

Bei der Kreuzung Spanische weiße × *Porto alegre* konnte in der  $F_2$  eine Spaltung festgestellt

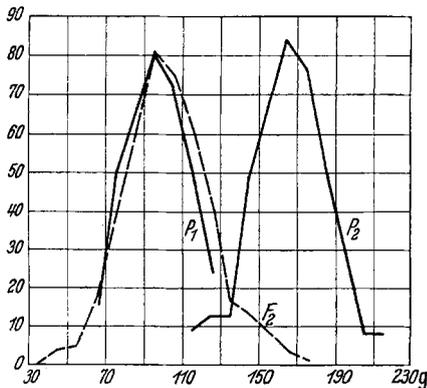


Abb. 6. Spanische weiße × einheimische stehende.

Cremetönung überwog: der größte Teil der Bohne war Creme gefärbt, die Spitze wies jedoch dunkellila Farbtöne auf, welche allmählich in die Gesamt-Cremetönung übergangen (Abb. 5).

Bei der  $F_2$ -Generation der erstgenannten

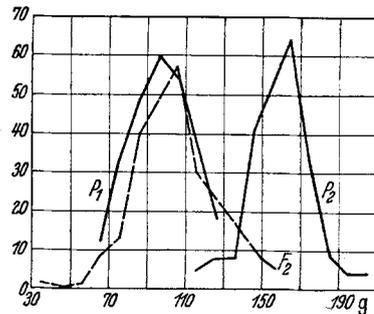


Abb. 7. Spanische weiße × *Porto alegre*.

werden, bei der folgende Phänotypen beobachtet werden konnten: Pflanzen mit cremefarbenen Bohnen, Pflanzen mit cremefarbenen Bohnen, deren Spitzen jedoch dunkellila gefärbt waren, und Pflanzen mit dunkellilafarbenen Bohnen.

Tabelle 1. Einheimische stehende  $\times$  Spanische weiße Erdnuß.

| $F_2$ -Genotypus | $F_2$ -Phänotypus     | Spaltung | Theoret. Verhältnis | Theoretisch zu erwarten | Differenz | M   | D/md |
|------------------|-----------------------|----------|---------------------|-------------------------|-----------|-----|------|
| RR<br>Rr<br>Rr   | Fleischfarbige Bohnen | 339      | 3                   | 338,2                   | 0,8       | 9,2 | 0,08 |
| rr               |                       |          |                     |                         |           |     |      |

Tabelle 2. Spanische weiße Erdnuß  $\times$  Porto alegre.

| $F_2$ -Genotypus | $F_2$ -Phänotypus     | Spaltung | Theoret. Verhältnis | Theoretisch zu erwarten | Differenz | M   | D/md |
|------------------|-----------------------|----------|---------------------|-------------------------|-----------|-----|------|
| VV               | Dunkellila            | 80       | 1                   | 78,5                    | 1,5       | 7,6 | 0,19 |
| Vv<br>Vv         | Creme mit lila Spitze | 166      | 2                   | 157,0                   | 9,0       | 8,8 | 1,02 |
| vv               |                       |          |                     |                         |           |     |      |

Tabelle 3. Einheimische stehende  $\times$  Spanische weiße Erdnuß.

| $F_2$                 |           | $F_3$                    |                                 |       |                          |
|-----------------------|-----------|--------------------------|---------------------------------|-------|--------------------------|
| Phänotypus            | Genotypus | Nr. der Nachkommenschaft | Spaltung hinsichtlich der Farbe |       |                          |
|                       |           |                          | Fleischfarbig                   | Creme | Theoretisches Verhältnis |
| Fleischfarbige Bohnen | RR        | 2—18—4                   | 68                              | —     | konstant                 |
|                       | Rr        | 2—18—27                  | 48                              | 21    |                          |
|                       | Rr        | 2—18—30                  | 64                              | 12    |                          |
| Creme                 | rr        | 2—18—19                  | —                               | 52    | konstant                 |

Tabelle 4. Spanische weiße Erdnuß  $\times$  Porto alegre.

| $F_2$                 |           | $F_3$                    |                                 |                       |       |                     |
|-----------------------|-----------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------|---------------------|
| Phänotypus            | Genotypus | Nr. der Nachkommenschaft | Spaltung hinsichtlich der Farbe |                       |       | Theoret. Verhältnis |
|                       |           |                          | dunkellila                      | Creme mit lila Spitze | Creme |                     |
| Dunkellila            | VV        | 5—5—1                    | 75                              | —                     | —     | konstant            |
| Creme mit lila Spitze | Vv        | 5—1—31                   | 12                              | 28                    | 18    | 1 : 2 : 1           |
|                       | Vv        | 5—1—42                   | 18                              | 36                    | 16    |                     |
| Creme                 | vv        | 5—7—27                   | —                               | —                     | 86    | konstant            |

Das Verhältnis, in welchem diese drei Phänotypen auftraten, war dem theoretischen 1 : 2 : 1 nahe. Eine solche Spaltung bei  $F_2$  kennzeichnet die Bohnenfarbenvererbung dieser Kreuzung als intermediäre monohybride Vererbung (Tab. 2).

In der  $F_3$ -Generation der Kreuzung Spanische weiße  $\times$  Einheimische stehende spalteten die Pflanzen der  $F_2$ -Generation mit fleischfarbenen Bohnen in Pflanzen mit fleischfarbenen und solche mit cremefarbenen Bohnen etwa im Verhältnis 3 : 1 auf (Tabelle 3). Einige der Pflanzen der  $F_2$ -Generation mit fleischfarbenen Bohnen und alle Pflanzen der  $F_2$ -Generation, welche cremefarbene Bohnen aufwies, blieben konstant in bezug auf diese Merkmale in der  $F_3$ -Generation.

In der Kreuzung Spanische weiße  $\times$  Porto alegre spalteten in der  $F_3$ -Generation die Nach-

kommenschaften der Pflanzen, deren Bohnen in der  $F_2$  cremefarbig mit dunkellila Spitzen waren, in Pflanzen mit cremefarbenen Bohnen, in solche mit cremefarbenen und dunkellilafarbenen Bohnenspitzen und in andere mit dunkellilafarbenen Bohnen in einem Verhältnis, das dem theoretischen 1 : 2 : 1 nahe lag. Die Abkömmlinge sämtlicher Pflanzen der  $F_2$ -Generation derselben Kreuzung mit rein cremefarbenen und dunkellilafarbenen Bohnen behielten diese Farben konstant auch in der  $F_3$ -Generation (Tab. 4).

In bezug auf die Fruchtgröße konnte in der  $F_1$ -Generation eine deutlich zum Ausdruck kommende Dominanz der kleinfrüchtigen Elternpflanze (Weiße spanische Erdnuß) beobachtet werden (Abb. 5). Diese Dominanz ließ sich sowohl bei der Kreuzung Weiße spanische  $\times$  Ein-

Tab. 5. Einteilung der Elternpflanzen und der  $F_2$ -Pflanzen bezüglich der Größe der Frucht.

| Klassen-<br>grenze<br>K = 10 g                                   | 31<br>bis<br>40 | 41<br>bis<br>50 | 51<br>bis<br>60 | 61<br>bis<br>70 | 71<br>bis<br>80 | 81<br>bis<br>90 | 91<br>bis<br>100 | 101<br>bis<br>110 | 111<br>bis<br>120 | 121<br>bis<br>130 | 131<br>bis<br>140 | 141<br>bis<br>150 | 151<br>bis<br>160 | 161<br>bis<br>170 | 171<br>bis<br>180 | 181<br>bis<br>190 | 191<br>bis<br>200 | 201<br>bis<br>210 | 211<br>bis<br>220 | n   | M ± m     | ± σ    | V. C.<br>% |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----|-----------|--------|------------|
| Mittelwert<br>der Klassen<br>$P_1$ -Spanische<br>Weiße . . . . . | 35              | 45              | 55              | 65              | 75              | 85              | 95               | 105               | 115               | 121               | 135               | 145               | 155               | 165               | 175               | 185               | 195               | 205               | 215               |     |           |        |            |
| $F_2$ . . . . .  | —               | —               | —               | 2               | 6               | 8               | 10               | 9                 | 6                 | 3                 | —                 | —                 | —                 | —                 | —                 | —                 | —                 | —                 | —                 | 44  | 96 ± 2,4  | ± 15,8 | 16,4       |
| $P_2$ -Einheim.  | 1               | 4               | 5               | 19              | 37              | 58              | 81               | 75                | 60                | 39                | 17                | 13                | 8                 | 4                 | 1                 | —                 | —                 | —                 | —                 | 422 | 102 ± 1,1 | ± 22,8 | 22,3       |
|  | —               | —               | —               | —               | —               | —               | —                | —                 | 1                 | 2                 | 2                 | 12                | 16                | 21                | 19                | 12                | 7                 | 2                 | 2                 | 96  | 167 ± 1,9 | ± 18,7 | 11,2       |

Tab. 6. Einteilung der Elternpflanzen und der  $F_2$ -Pflanzen bezüglich der Größe der Frucht.

| Klassen-<br>grenze<br>K = 10 g                  | 31<br>bis<br>40 | 41<br>bis<br>50 | 51<br>bis<br>60 | 61<br>bis<br>70 | 71<br>bis<br>80 | 81<br>bis<br>90 | 91<br>bis<br>100 | 101<br>bis<br>110 | 111<br>bis<br>120 | 121<br>bis<br>130 | 131<br>bis<br>140 | 141<br>bis<br>150 | 151<br>bis<br>160 | 161<br>bis<br>170 | 171<br>bis<br>180 | 181<br>bis<br>190 | 191<br>bis<br>200 | 201<br>bis<br>210 | n | M ± m | ± σ       | V. C.<br>% |      |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|-------|-----------|------------|------|
| Mittelwert<br>der Klassen<br>$P_1$ -Span. Weiße | 35              | 45              | 55              | 65              | 75              | 85              | 95               | 105               | 115               | 125               | 135               | 145               | 155               | 165               | 175               | 185               | 195               | 205               |   |       |           |            |      |
| $F_2$ . . . . .                                 | —               | —               | —               | 1               | 9               | 14              | 40               | 49                | 57                | 32                | 25                | 19                | 11                | 6                 | —                 | —                 | —                 | —                 | — | 264   | 104 ± 1,2 | ± 20,2     | 19,4 |
| $P_2$ -Porto alegre                             | —               | —               | —               | —               | —               | —               | —                | —                 | —                 | 1                 | 2                 | 2                 | 10                | 13                | 16                | 8                 | 2                 | 1                 | 1 | 56    | 159 ± 2,2 | ± 16,2     | 10,2 |

heimische stehende als auch bei der Kreuzung Weiße spanische × *Porto alegre* deutlich beobachten. Nur die Bohnenfarbe verrät die Hybridität der  $F_1$ -Generation.

Bei denselben zwei Kreuzungen variierte in der  $F_2$ -Generation die Fruchtgröße bei bino-

Trotz der starken Spaltung in bezug auf die Fruchtgröße kann die Existenz einer transgressiven Vererbung dieses Merkmals mit Sicherheit nicht nachgewiesen werden. Eine solche Vererbung wurde nur in bezug auf die Fruchtform beobachtet, welche in der  $F_2$ - und  $F_3$ -Ge-

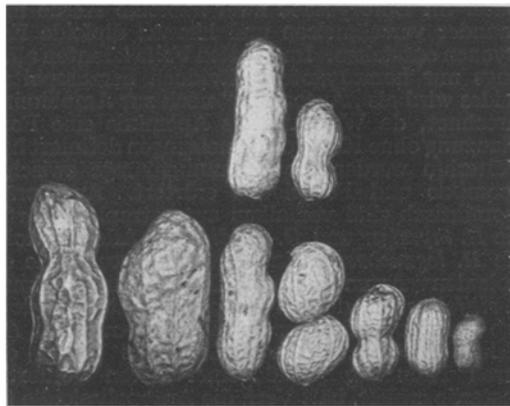


Abb. 8. Spaltung in bezug auf Form und Größe der Früchte der  $F_2$ -Generation der Kreuzung: Einheimische stehende × Spanische weiße Erdnuß.



Abb. 9. Spaltung in bezug auf Form und Größe der Früchte der  $F_2$ -Generation der Kreuzung: Spanische weiße Erdnuß × *Porto alegre*.

mialer Verteilung der Variationen sehr stark, was auf eine polymere Vererbung hindeutet. Die Dominanz der Weißen spanischen Erdnuß kam auch in dieser Generation in der Verschiebung der Variationen nach der Seite dieser Elternpflanze zum Ausdruck (Tab. 5 und 6, Abb. 6 und 7).

Die Analyse der  $F_3$ -Generation bestätigte die bei der  $F_2$  gemachten Beobachtungen.

eneration starke Spaltungen aufwies und über die Variationsamplitude der Elternformen hinausging (Abb. 8 und 9).

In der  $F_2$ -Generation wurden Linien mit großen Früchten abgesondert (Hundertkorngewicht 150—200 g), bei welchen das hohe Gewicht auch in den weiteren Generationen ( $F_3$  und  $F_4$ ) erhalten blieb.