

2. *Origanum vulgare*, der Dosten, ist eine ausdauernde Staude mit ausgesprochenem Breitenwuchs. Die primäre Achse bleibt gestaucht und erzeugt schon im ersten Jahre reichlich Adventivsprosse, die sich ausläuferartig dem Boden dicht anlegen. Erst die Achsen dritter Ordnung, die von den Ausläufern abzweigen, wachsen im zweiten Jahre zu Infloreszenzen heran. Diese sind schräg aufsteigend oder aus aufsteigendem Grunde aufrecht und etwa doppelt so hoch als bei *O. Majorana*. Der Stengel ist lang und locker behaart. Die Blätter sind fast kahl und nur am Grunde mit einigen langen groben Borsten versehen. Die Blattspreite ist seltener spärlich und grob behaart. Die Blätter sind oval. Die braunrote Färbung des Stengels nimmt vom Stengelknoten nach abwärts ab und ist an den Kanten intensiver. Die Spicastra sind länglich. Die Brakteen sind spatelig bis lanzettlich, meist kahl und braunrot gefärbt. Der Kelch ist ein regelmässiger fünfzähliger geschlossener Labiatenkelch von glockenförmiger Form mit zusammenneigenden Zähnen und Haarleiste im Schlunde. Die Äste der Infloreszenzen sind lang und setzen sich zu pyramidenförmigen bis trugdoldigen Rispen zusammen. Die Vaterpflanze gehörte dem letzteren Typus an. Die Blüten sind rot gefärbt.

3. Der Bastard ist in jeder Beziehung intermediär, d. h. es findet keine ausgesprochene Dominanz irgend eines Merkmals statt. Die Primärachse wächst zwar schon im ersten Jahre zur Infloreszenz heran, jedoch später als bei *O. majorana*. Am Grund der Achse ziemlich reiche Adventivsprossbildung. Adventivsprosse in bezug auf ihre Stellung intermediär, entweder schwach aufsteigend oder wagrecht oder sich zu Boden neigend und an den Knoten wurzelnd. Der Bastard überdauert mittelmässige Winter ohne Schutz im Freien, in strengen Wintern erfriert er jedoch. Der Wuchs ist intermediär, zeigt im ersten Jahre Höhen- und Breitenwuchs zugleich. Stengel und Blätter sind mittelmässig dicht behaart, mehr dem *O. majorana* genähert. Haare stärker und länger als bei *O. majorana*. Blätter oval-elliptisch. Brakteen spatelig, ziemlich dicht behaart, gerötet, aber weniger als bei *O. vulgare*. Spicastra länglich. Kelch fünfzählig, geschlossen und grob behaart, aber zum Unterschied von *O. vulgare* mit verbreiterter Oberlippe. Blüte rot, aber nur  $\frac{1}{2}$  der Farbenintensität des *O. vulgare*. Äste der Infloreszenz lang, nach oben allmählich kürzer werdend, daher Infloreszenz pyramidenförmige Rispe. Stengel fast gleichmässig rot gefärbt.

### Die $F_2$ -Bastardgeneration.

Die Spaltungserscheinungen wurden bisher an folgenden Eigenschaften eingehender studiert: 1. Wuchsform, 2. Blütenfarbe, 3. Stengelfarbe, 4. Kelchform, 5. Behaarung, 6. Winterfestigkeit, 7. Astlänge, 8. Spicasterlänge.

#### 1. Die Wuchsform.

Bezeichnung für Höhenwuchs = H

Bezeichnung für Breitenwuchs = B

Die entsprechenden kleinen Buchstaben deuten das Fehlen der betreffenden Eigenschaft an.

Die Formel für *O. vulgare* ist demnach BBhh

Die Formel für *O. majorana* ist demnach bbHH

Die Formel für den Bastard ist demnach BbHh

Aus der Kombination dieser Eigenschaften resultieren 9 verschiedene Genotypenklassen, die zugleich auch Phänotypenklassen sind, da keine absolute Dominanz vorhanden ist, sondern intermediäre Vererbung herrscht. Der Einfachheit halber wurden die Spaltlinge in vier Phänotypenklassen zusammengefasst, welche die ähnlichen Typen enthalten. Es sind dies die Klassen BH bH Bh bh, welche in dem Zahlenverhältnis 9 : 3 : 3 : 1 vorhanden sein müssen. Die Auszählung der 2113 Pflanzen der Kultur des Jahres 1927 ergab die folgenden Verhältniszahlen:

	gefunden	gefordert
BH	1184	1188
Bh	452	396
bH	371	396
bh	109	132

Die Pflanzen der Formel BH kommen nach ihrer Wuchsform dem Bastard am nächsten, die der Formel Bh dem Dosten, die der Formel bH dem Gartenmajoran, während die Pflanzen der Formel bh eine neue Wuchsform, den Zwergwuchs vorstellen, d. h. weder Höhen- noch Breitenwuchs aufweisen und während der ganzen Vegetationsperiode fast keinen Zuwachs zeigen. Diese Pflanzen sind oft nur  $\frac{1}{2}$  cm hoch und weisen an einer sehr kurzen gestauchten Achse nur einige wenige Blätter auf. Die Pflanzen mit ausgeprägtem Breitenwuchs blühen in der Regel im ersten Jahre nicht, sondern bestehen aus mehr oder weniger dem Boden angeschmiegten Ausläufern, welche oft mehr oder weniger gewölbte, halbkugelige Polster bilden.

## 2. Die Blütenfarbe.

Die Auszählung wurde bei den  $F_2$ -Individuen erst im zweiten Jahre vorgenommen, weil im ersten Jahre blosz etwa  $\frac{1}{4}$  der Pflanzen blühte und die weiszblühenden offenbar einen Vorsprung hatten, denn es entfielen im ersten Jahre auf 703 weiszblühende 910 rotblühende Pflanzen. Im zweiten Jahre blühten die meisten Pflanzen und die Auszählung ergab das folgende Zahlenverhältnis:

weisz	hellrot	dunkelrot	
972	1945	901	gefunden
955	1909	954	gefordert

Die Aufspaltung der Blütenfarbe nach Mendel im Verhältnis von drei gefärbten zu einer ungefärbten ist daher eine augenfällige, wobei das  $\frac{1}{4}$  weisz und das  $\frac{1}{4}$  dunkelroter bezüglich der Blütenfarbe konstant bleiben sollen, während die zwei Viertel hellrot blühenden weiter im Verhältnis 1 : 2 : 1 spalten sollen. Erwähnt sei noch die wichtige Tatsache, dass rote Blütenfarbe stets mit Rotfärbung der Brakteen und mit der für den Dosten charakteristischen Stengelfärbung gekoppelt ist, während die rote Stengelfärbung des Gartenmajorans unabhängig von der Blütenfarbe mendelt.

## 3. Die Aufspaltung der Stengelfärbung.

Das Wesentliche wurde schon im Punkt 2. gesagt.

Bezeichnung für die Stengelfärbung des Dostens = Kr

Bezeichnung für die Stengelfärbung des Gartenmajorans = Rk

Die Kombination dieser Merkmale ergibt nun das folgende Zahlenverhältnis, wobei wir ähnlich wie bei der Wuchsform nur die vier wichtigsten Phänotypen unterscheiden:

$$RK : Rk : rK : rk$$

$$9 : 3 : 3 : 1$$

Die auffälligste Neukombination ist rk, d. h. das Fehlen beider Farbfaktoren. Die Pflanzen dieser Gruppe haben grüne Stengel, grüne Brakteen und weisz. Blüten. Diese Kombination sollte unter 16 Individuen einmal auftreten. Tatsächlich wurden im Jahre 1926 unter 8569 Individuen 206 ungefärbte Pflanzen, d. h. 2'46% und im Jahre 1927 unter 2109 Pflanzen 57 ungefärbte Individuen, d. h. 2'7% gezählt. Das ist noch nicht ganz die Hälfte der geforderten 6'25%. Diese Unstimmigkeit findet ihre beste Erklärung durch die Annahme, dass die Gameten  $RK : Rk : rK : rk$  nicht im Verhältnis 1 : 1 : 1 : 1 sondern im Verhältnis 1 : 2 : 2 : 1 gebildet werden. In diesem Falle müssten die Verhältniszahlen der Zygoten  $RK : Rk : Rk : rk = 19 : 8 : 8 : 1$  sein, d. h. die Individuen, welchen der rote Farbstoff ganz fehlt, sollten zu 2'78% vorhanden sein, welche Zahl im Jahre 1927, wo die Auszählung genauer war, da das Material übersichtlicher angeordnet war, näherungsweise erreicht wurde.

#### 4. Die Aufspaltung der Kelchform.

**F** bedeutet Fünfzähligkeit, **V** Verbreiterung der Oberlippe, **S** Zusitzung der Kelchzähne, also die dominanten Merkmale, während die entsprechenden kleinen Buchstaben das Fehlen dieser Merkmale andeuten. Die Kombination dieser Merkmale ergibt 8 Phänotypen, wenn wir reine Dominanz annehmen, was allerdings nicht ganz richtig ist, aber die Arbeit sehr erleichtert. Diese 8 Phänotypen sollen im folgenden Verhältnis vorhanden sein:

$$FVS : FVs : FvS : fVS : Fvs : fVs : fvS : fvs$$

$$27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1$$

Die Lösung dieser Aufgabe wurde dadurch ermöglicht, dass die Kelchformen der Versuchspflanzen von Hand aus gezeichnet wurden. Die Auszählung ergab die folgenden Verhältniszahlen:

$$FVS : FVs : FvS : fVS : Fvs : fVs : fvS : fvs$$

295	117	88	81	30	15	19	6	weiszblühende
-----	-----	----	----	----	----	----	---	---------------

352	91	107	99	31	27	32	5	hellrote
-----	----	-----	----	----	----	----	---	----------

77	15	30	24	2	—	4	—	dunklerrote
----	----	----	----	---	---	---	---	-------------

Sa	724	223	225	204	63	42	55	11	gefunden
----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----------

	648	216	216	216	72	72	72	24	gefordert
--	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	-----------

Die Übereinstimmung mit den geforderten Zahlen ist zwar keine besonders gute, was durch die Schwierigkeit der Einteilung der Unzahl von verschiedenen Kelchformen erklärlieb ist, das Spaltungsprinzip jedoch scheint genügend bestätigt.

tigt. Es sei noch bemerkt, dasz die Auszählung bei den im ersten Jahre blühenden Pflanzen, bei denen das Mengenverhältnis von weiszblühenden zu rotblühenden etwa 7 : 9 war, vorgenommen wurde.

### 5 . Die Aufspaltung der Behaarung.

**K** bedeutet kurze Behaarung, **D** dichte Behaarung, also die dominanten Merkmale, während **k** lange und **d** lockere Behaarung bedeutet, also die rezessiven Merkmale. Das Kombinationsviereck lautet daher:

	KD	Kd	kD	kd
KD	KD	Kd	kD	kd
	KD	KD	KD	KD
Kd	KD	Kd	kD	kd
	Kd	Kd	Kd	KD
kD	KD	Kd	kD	kd
	kD	kD	kD	kD
kd	KD	Kd	kD	kd
	kd	kd	kd	kd
		kd		kd

Bei vollkommener Dominanz sollten die vier Phänotypenklassen:

KD : Kd : kD : kd im Verhältnis von

9 : 3 : 3 : 1 vorhanden sein. Die Dominanz

ist jedoch keine vollkommene.

Interessant ist insbesondere die dritte Gruppe mit langer und dichter Behaarung, die ebenso wie die zweite eine Neukombination vorstellt. Lange und dichte Behaarung verraten sich durch silberweiszen seidigen Glanz. Die Auszählung der Pflanzen mit silberglänzenden Blättern ergab tatsächlich im Jahre 1926 die Zahl 1379 unter etwas mehr als 8000 Individuen, d. h. etwa  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{6}$  der Gesamtzahl, darunter 494, also fast genau  $\frac{1}{3}$  typische, was in guter Übereinstimmung mit der Spaltungsregel ist.

### 6 . Die Aufspaltung der Winterfestigkeit.

Der Gartenmajoran ist, wie bereits bemerkt wurde, bei uns eine einjährige Pflanze, da er im Freien auch in milden Wintern stets erfriert. Der Dosten dagegen verträgt auch die strengsten Winter ohne Schaden. Seine Winterfestigkeit verdankt er vor allem dem Umstande, dasz die Ausläufer in den Boden einkriechen und dadurch vor allzuraschem Temperaturwechsel geschützt sind, während die oberirdischen beblätterten Teile, auch die der Ausläufer, in strengen Wintern erfrieren. Der Bastard nimmt in bezug auf die Winterfestigkeit eine Mittelstellung zwischen seinen beiden Elternformen ein. Auch bei ihm erfrieren

sämtliche oberirdischen Teile im Winter. Nur die Teile des Wurzelstocks, die sich unter der Erde befinden, bleiben in mittelmäszigen Wintern lebend und treiben im kommenden Frühjahr Adventivsprosse. So blieben sämtliche 50 Pflanzen, die aus Stecklingen der Bastardpflanze erwachsen waren, in dem mittelmäszigen Winter der Jahre 1924 und 1925 lebend, während sie in dem strengen Winter 1926 bis auf drei Pflanzen auswinterten.

Die  $F_2$ -Generation des Bastards zählte im Herbst 1926 14.629 Pflanzen. Von diesen trieben im Frühjahr nur mehr 3964 Pflanzen aus, also  $27\frac{1}{2}\%$ . Das ist natürlich kein absolutes Kriterium der Winterfestigkeit, da diese Zahl je nach der Strenge des Winters groszen Schwankungen unterliegen wird. Nach der mendelschen Spaltungsregel sollten in der zweiten Generation  $\frac{1}{4}$  der Pflanzen die Winterfestigkeit des Dostens zeigen, zwei Viertel die des Bastards  $F_1$ . Da nun die Zahl der überwinternten Pflanzen nur um etwas grösser ist als  $\frac{1}{4}$ , so würde dieses Resultat besagen, dasz fast nur die Pflanzen mit dem abgespaltenen Dostencharakter den Winter überdauerten, die mit dem Bastard  $F_1$ -Charakter dagegen nur zu einem verschwindenden Teil, während die mit vorwiegendem Majorancharakter durchwegs erfroren. Diese Annahme deckt sich auch mit der Beobachtung, dasz auch die  $F_1$ -Pflanzen bis auf einige wenige erfroren waren.

## 7. Die Aufspaltung der Astlänge.

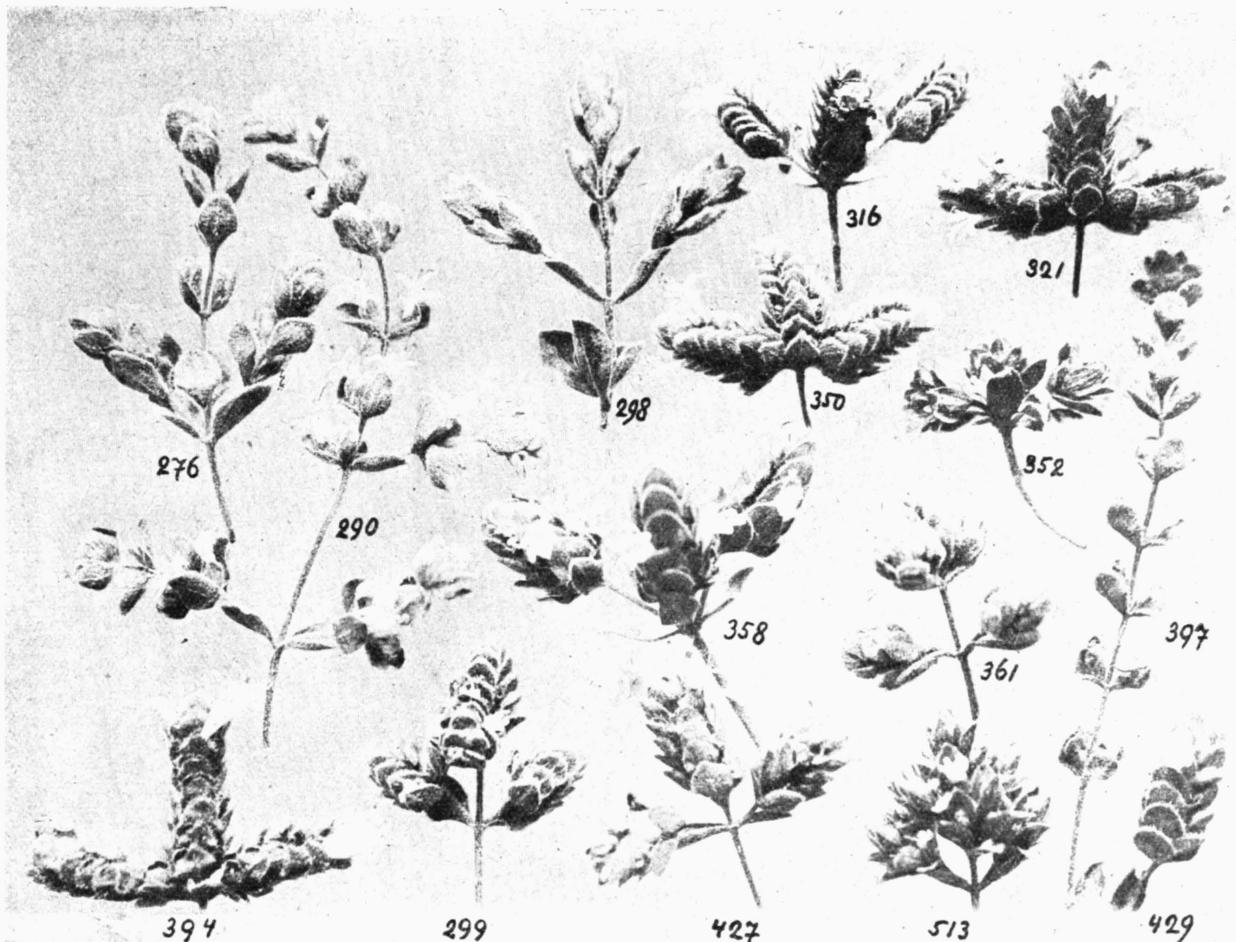
*Origanum vulgare* hat lange, *Origanum majorana* dagegen sehr kurze Äste. Die Verkürzung der Äste sowie der Ährenspindel bei der letzteren Art muss als eine Anpassungserscheinung an ein Trockenklima betrachtet werden, da sie eine Verkleinerung der Verdunstungsfläche hervorruft. Der Bastard weist eine intermediäre Astlänge auf. Bei der zweiten Generation tritt eine Aufspaltung in  $\frac{1}{4}$  mit langen Ästen,  $\frac{2}{4}$  mit mittellangen und  $\frac{1}{4}$  mit kurzen Ästen ein. Das gelingt leicht nachzuweisen, wenn man die Pflanzen der zweiten Generation nach der Astlänge sortiert.

## 8. Die Aufspaltung der Länge der Spicasträ.

Eine der auffälligsten Erscheinungen bei den Pflanzen der zweiten Generation ist das häufige Auftreten von Pflanzen mit stark verlängerten Spicastris. Die Ursache dieser auffälligen Erscheinung ist nicht ohne weiters klar, da beide Elternformen kurze Spicastra besitzen. Die Beobachtung jedoch, dasz gerade bei den Pflanzen mit besonders verlängerten Spicastris das Verhältnis von Spicasterlänge und Astlänge dem bei *Origanum majorana* herrschenden entspricht, lässt es als sehr wahrscheinlich erscheinen, dasz das Verhältnis von Spicasterlänge zu Astlänge ein selbständiger Faktor ist. Mit dieser Annahme können wir nun tatsächlich die in der  $F_2$ -Generation auftretenden Spicastralängen restlos erklären. Das Verhältnis von Spicasterlänge zu Astlänge ist

bei *Origanum vulgare* etwa wie 1 : 3 bis 1 : 5,  
bei *Origanum majorana* etwa wie 2 : 3 bis 1 : 2,

d. h. bei *Origanum vulgare* sind die Äste drei bis fünfmal länger als die Spicastra, bei *Origanum majorana* dagegen blosz  $1\frac{1}{2}$  bis zweimal länger. Als dominant (nicht ganz) kann die Ast- und Spicasterlänge von *Origanum vulgare* angesehen werden. Wir bezeichnen die erstere mit **N**, die letztere mit **O**, die



Verschiedene Formen der Spicastra in der F<sub>2</sub> — Generation des Bastards *Origanum majorana* L. ♀ × *Origanum vulgare* L. ♂.

entsprechenden rezessiven Merkmale des *Origanum majorana* mit **n** und **o**. Das Kombinationsviereck lautet dann:

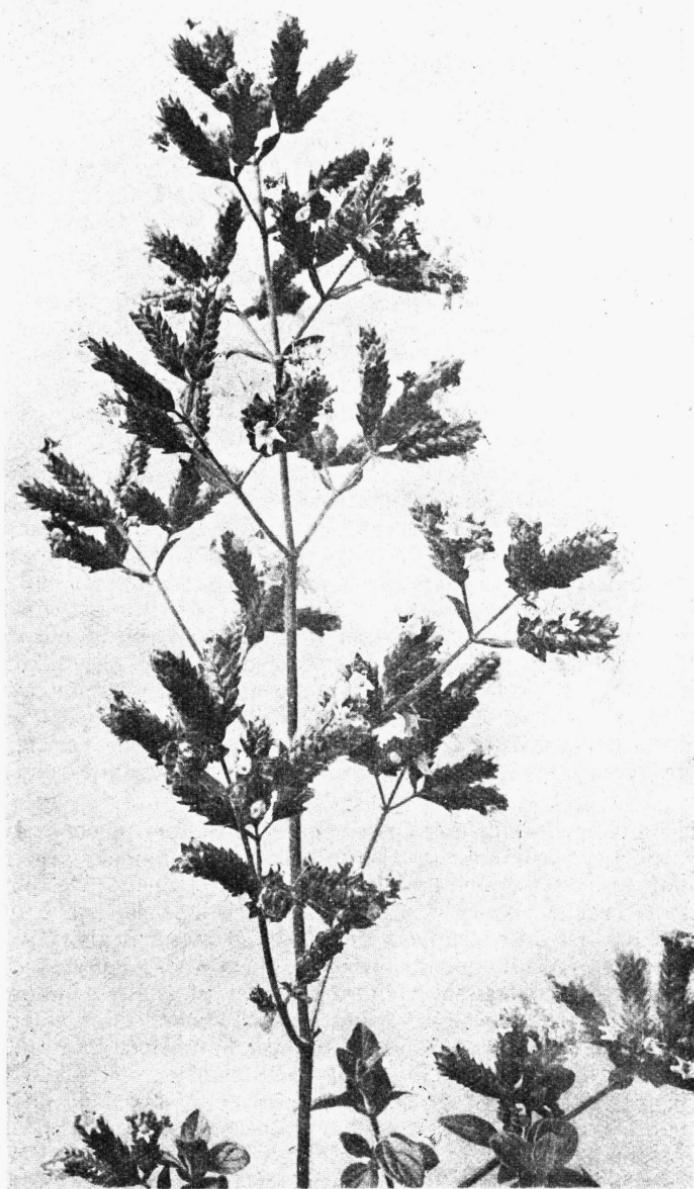
	NO	No	nO	no
NO	NO NO	No NO	nO NO	no NO
No	NO No	No No	nO No	no No
nO	NO nO	No nO	nO nO	no nO
no	NO no	No no	nO no	no no

Die neun Genotypenklassen müssten dann im folgenden Zahlenverhältnis vorhanden sein:

- 1 NNOO = lange Äste, kurze Spicastra wie bei *O. vulgare*
- 2 NNOo = lange Äste, verlängerte Spicastra
- 2 NnOO = mittellange Äste, verkürzte Spicastra
- 1 NNoo = lange Äste, sehr lange Spicastra
- 4 NnOo = mittellange Äste, normale oder etwas verlängerte Spicastra
- 1 nnOO = kurze Äste, sehr kurze Spicastra
- 2 Nnoo = mittellange Äste, verlängerte Spicastra
- 2 nnOo = kurze Äste, verkürzte Spicastra
- 1 nnoo = kurze Äste, kurze Spicastra wie bei *O. majorana*.

Dieses Schema besagt, dasz  $\frac{1}{16}$  der Pflanzen der  $F_2$ -Generation auffallend lange Spicastra besitzen,  $\frac{4}{16}$  nicht auffallend verlängerte  $\frac{4}{16}$  kurze,  $\frac{1}{16}$  auffallend kurze und  $\frac{6}{16}$  normal lange Spicastra. Die Auszählung ergab tatsächlich ähnliche Verhältnisse, obwohl hier die Grenzziehung wegen allmählicher unmerklichre Übergänge sehr erschwert ist.

Wir haben hier einen Fall vor uns, wo durch einen einzigen Kreuzungsakt und durch die Aufspaltung des Bastardes in der zweiten Generation eine kaum zu übersehende Fülle neuer Formen gebildet wurde. Bei Betrachtung eines solchen Falles drängt sich wohl jedem die Frage auf, welche Folgen das Auftreten solcher Bastarde in der Natur für die Genetik, d. h. die Artbildung und die Entwicklung der Organismen haben könne. Da ist es wohl unerlässlich vorerst die Meinung unserer grössten Entwicklungsforscher zu hören. Darwin spricht der Kreuzung keinen besonderen Einflusß bei der Artbildung zu. Er meint, dasz die Aufspaltung des Bastards in den nachfolgenden Generationen eine Unzahl von abweichenden Formen liefert, von denen kaum zwei einander ähneln und die dann bei Rückkreuzung mit den unvermischten Artgenossen bald wieder zum gänzlichen Verlöschen gebracht werden. Wohl müssen wir zugeben, dasz dies das Schicksal der weitaus überwiegenden Mehrzahl von Kreuzungen ist, allein die Natur arbeitet mit ungeheuren Zeiträumen und



Bastard von *Origanum majorana* L. ♀ und *Origanum vulgare* L. ♂.

mit millionenfachen Wiederholungen und da müssen wir bei dem heutigen Stande der Wissenschaft doch die Möglichkeit zulassen, dasz das Resultat der Kreuzung auch anders ausfallen kann als Darwin annahm. Die Schluszfolgerung Darwins konnte allerdings nicht anders ausfallen, da ihm leider die Ergebnisse der mendelschen Vererbungsforschung unbekannt geblieben sind, ob zwar sie zu Darwins Lebzeiten bereits veröffentlicht waren. So blieb ihm auch eines der wichtigsten Resultate der Mendelschen Vererbungslehre unbekannt, nämlich die Tatsache, dasz bereits in der zweiten Bastardgeneration durch Neukombination der Merkmale eine mit der Zahl der mendelnden Faktoren steigende Zahl von konstanten neuen Formen entsteht, die bei Artbastarden die Merkmale guter neuer Arten haben können. Die Zahl dieser bei Selbstbefruchtung konstant bleibenden neuen Formen beträgt  $2^n$ , wobei  $n$  die Zahl der Faktorenpaare bedeutet. Wenn wir z. B. annehmen, dasz bei unserem Majoranbastard beide Elternformen je acht Paare von Chromosomen haben (eine Zahl, die bei Labiaten häufig trifft), dann wäre die Zahl der möglichen konstanten Neukombinationen (Homozygoten) in der zweiten Generation 256. Das gilt natürlich nur unter der Voraussetzung, dasz sämtliche homologen Chromosome beider Eltern verschieden sind, was man bei Arten, wie *Origanum majorana* und *Origanum vulgare*, die sich tatsächlich in allen sichtbaren Merkmalen unterscheiden, als sicher voraussetzen kann.

Im Gegensatz zu Darwins Ansicht von dem geringen selektiven Wert der Kreuzung weist Lotsy auf Grund eines reichen Studienmaterials nicht nur das überaus häufige Vorkommen von Bastarden in der Natur nach, sondern es gelingt ihm auch zu beweisen, dasz sehr häufig die Spaltungsprodukte bestehen bleiben, wenn man sie nur in Ruhe lässt, wie z. B. Bastarde von *Viola arvensis*  $\times$  *tricolor*, *Salix*-, *Rubus*-, Rosabastarde, der Bastard von *Primula auricula*  $\times$  *hirsuta*, welcher zum Ausgangspunkt unserer Gartenaurikel wurde und viele andere. Lotsy kommt auf Grund dieser Untersuchungen zu der festen Überzeugung, „dasz Bastardierung zweifellos, auch wenn sie nicht der ausschließliche Evolutionsfaktor sein sollte, doch ein sehr wichtiger ist“. Dies geht genügend beweiskräftig auch aus der Tatsache hervor, „dasz eine Art nicht variiert, wenn sie die einzige in einer Gegend ist, wohl aber, wenn sie mit anderen zusammentrifft“.

Von *Origanum majorana* und *Origanum vulgare* sind in der Natur vorkommende Bastarde nicht bekannt. Die beiden Arten bewohnen getrennte Gebiete und haben daher nicht Gelegenheit zu bastardieren. *Origanum majorana* gehört nach seinem natürlichen Verbreitungsgebiet der subtropischen Zone an. Sein Verbreitungsgebiet erstreckt sich von Vorderindien durch Arabien und Ägypten bis Tripolis. Im übrigen Mittelmeergebiet ist es durch den Menschen eingebürgert und bei uns kultiviert. *Origanum vulgare* dagegen ist ein Bewohner der nördlichen gemäßigten Zone der alten Welt, dessen Verbreitungsgebiet sich vom Mittelmeer bis Groszbritannien, Holland, Mitteskandinavien, Südfinnland, Nordrussland, Sibirien, Himalayagebiet, Persien und Kleinasien erstreckt. Wir müssen *Origanum vulgare* als die phylogenetisch ältere Form ansehen, da sie die Labiatenmerkmale in reinerer Form enthält, während *O. majorana* durch seine komplizierten, durch ein Trockenklima bedingten Anpassungen: Verkleinerung der Verdunstungsfläche durch gedrängte kugelige Form der Spicastra, rudimentären Kelch und durch dichte samtige Behaarung, Verkürzung der Äste etc. die abgeleitete Form verrät. Auf welchem Wege sich die Umwandlung von einer dem *O. vulgare* ähnlichen Form in die Form des *O. majorana* vollzog, davon sprechen die auf Mittelmeerinseln und in Kleinasien verbreiteten ver-

wandten Formen, die in bezug auf viele Merkmale eine Mittelstellung zwischen den beiden besprochenen Formen einnehmen wie *Amaracus Dictamnus*, *Origanum Onites*, *Origanum Maru*, *Origanum microphyllum*, *Origanum micrantha* etc. Viele von diesen gleichen in wichtigen Merkmalen, wie besonders in der Kelchform häufig vorkommenden Spaltungsprodukten des vom Verfasser beschriebenen Bastards.

### Verwendete Literatur.

1. CHARLES DARWIN: Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl.
2. E. BAUR: Einführung in die experimentelle Vererbungslehre.
3. GOLDSCHMIDT: Einführung in die Vererbungswissenschaft.
4. J. P. LOTSY: Ueber die Häufigkeit der Bastardbildung in der Natur Hereditas Bd. IX. 1927.
5. JOHANNSEN: Elemente der exakten Erblichkeitslehre.
6. CORRENS C.: Die neuen Vererbungsgesetze.
7. ENGLER-PRANTL: Natürliche Pflanzenfamilien.
8. GUSTAV HEGI: Illustrierte Flora von Mitteleuropa.