

Genetische Studien an Gerste.

I. Zur Frage der Brüchigkeit der Gerste.

Von Elisabeth Schiemann, Potsdam.

(Mit 23 Tabellen.)

(Eingegangen 26. September 1920.)

Im Jahre 1915 veröffentlichte G. v. Ubisch unter dem Titel „Analyse eines Falles von Bastardatavismus und Faktorenkoppelung bei Gerste“¹⁾ Untersuchungen über die Brüchigkeit der Gerste. Es ist bekannt, daß die primitiven Formen unserer Getreidearten, wie das Einkorn und der Emmer und die Wildformen, die man als die Stammformen unserer kultivierten Getreide ansieht, eine brüchige Ährenspindel haben, d. h. es trennen sich nicht die einzelnen Körner an ihrer Basis von der Ährenachse, die dann als Ganzes stehen bleibt, sondern die Körner haften fest an ihrer Ährchenachse, dem Spindelglied, und bei der Reife zerfällt die Ähre in diese einzelnen Ährchen, die sie aufbauen; man bezeichnet sie als Veesen. Bei Kreuzung von Wildgerste mit Kulturgerste erwies sich die Brüchigkeit der Wildform als dominant, und in F_2 war eine Aufspaltung in brüchige und nichtbrüchige im Verhältnis 3:1 auszuzählen, d. h. die Kulturgersten sind von der Wildgerste durch einen Faktor unterschieden. Daneben hat es aber schon früher überrascht, daß gelegentlich bei der Kreuzung zweier Kulturgersten mit zäher Spindel der Bastard brüchig war in einem Grade, der demjenigen der Wildgerste mehr oder weniger nahe kam und in F_2 wieder brüchige in der Überzahl auftraten. Während man diese Erscheinung früher als Atavismus auffaßte — wie insbesondere Liebscher in seinen 1889 veröffentlichten Kreuzungsergebnissen²⁾

¹⁾ Ds. Ztschr. 14, 1915, S. 226—237.

²⁾ Liebscher, G., 1889. Die Erscheinungen der Vererbung bei einem Kreuzungsprodukt zweier Varietäten von *Hordeum sativum*. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 23, S. 215.

ausführt — konnte G. v. Ubisch zeigen, daß dieser „Atavismus“ auf Bastardierung zurückzuführen ist. Nach ihren Untersuchungen beruht die Brüchigkeit der Wildgerste, *Hordeum spontaneum*, auf zwei Faktoren, B und R, die beide, wenn auch nur heterozygot, vertreten sein müssen, damit Brüchigkeit zustande kommt. Ein Unterschied in der Wirkung der beiden Faktoren konnte bisher nicht nachgewiesen werden. Im Laufe der Phylogenie müssen nun die Gersten teils den einen, teils den anderen Faktor verloren haben, so daß ihre Formeln nunmehr entweder BBrr oder bbRR heißen; phänotypisch sind sie nichtbrüchig. Kreuzt man zwei solche Gersten miteinander, so muß $F_1 = BbRr$ Brüchig sein und in F_2 bekommt man das Verhältnis 9 br. : 7 nbr., nach der bekannten Gruppierung der Phänotypen bei einer auf zwei sich ergänzenden Faktoren beruhenden Eigenschaft. In F_3 sind die Brüchigen entweder konstant oder sie spalten auf, teils nach 9 : 7, teils nach 3 : 1; die nichtbrüchigen sind alle konstant, z. T. mit Faktor R, z. T. mit B, z. T. ($1/16$) ohne R und B. Bei Kreuzung mit *Hordeum spontaneum* müssen diese zähspindeligen Kulturgersten im Verhältnis 3 : 1 aufspalten, da sie sich von ihm nur durch einen Faktor unterscheiden.

Diese Tatsachen hat G. v. Ubisch durch ein großes Zahlenmaterial sichergestellt, das eine spätere Arbeit¹⁾ über die bis F_4 fortgesetzte Analyse bringt. Die untersuchten Gersten, bei denen über Brüchigkeit berichtet wird, gehören den verschiedensten Typen an; es sind teils einheimische Braugersten, teils ausländische Kapuzen- und Grannengersten, sowohl zwei- als mehrzeilige. Nach den letztangestellten Formeln²⁾, die einige Änderungen gegen die erste Liste enthalten, besitzen unter Gersten, die sich in der Sammlung des Instituts für Vererbungsforschung in Potsdam befinden, den Faktor B, sind also BBrr

- die 6zeiligen japanischen Gersten . . H34 und H37
- die 6zeiligen Kapuzengersten . . . H15 (?), H20
- die samarischen Gersten . . . H10 (2zeil.), H11 (4zeil.)
- eine 4zeilige Mandschureigerste . . . H3
- eine nackte nordafrikanische Grannen-
gerste H41³⁾

¹⁾ Ds. Ztschr. 20, 1919 S. 69 pp.

²⁾ a. a. O. S. 117.

³⁾ Bei v. Ubisch ist diese als H40 bezeichnet, während H40 in unserer Institutsammlung die Nummer von *Hordeum spontaneum* ist und so auch in der vorliegenden Arbeit von mir verwendet wird.

den Faktor R, sind also bbRR

die Chevallier-Braugerster H4, H6

die 4zeilige norwegische Gerste . . . H9 (Amble)

die 4zeilige schwarze algerische Gerste H13

die 2zeiligen Kapuzengerster H23 (?), H27 und H29

Nach diesen Erbformeln muß sich das Verhalten bei Kreuzung leicht vorausbestimmen lassen. Ich habe seit 1914 mit denselben und anderen Gersten der Institutssammlung Kreuzungen ausgeführt und als Analysator vor allem die Wildgerste H40 benutzt.

Die im Laufe der Arbeit außerdem noch genannten Sorten sind folgende:

H 1 6zeilige Nacktgerste

H32 6zeilige japanische Gerste (*Sekitori*, ähnlich H34)

H62 Fruwirths frühe Goldthorpe, 2zeilige *erectum*-Gerste

H66 Bethges Nr. 12, 2zeilige *nutans*-Gerste

H70 Fuchsverbesserte Pfälzer, 2zeilige *nutans*-Gerste

H76 Schliephackes 2zeilige Wintergerste

H77 Friedrichswerther 4zeilige Wintergerste.

Dabei hat sich nun gezeigt, daß in fast allen Fällen die Formel versagte, die Kreuzung ganz andere Verhältniszahlen lieferte. Aus meinen Versuchen, deren erste F₂-Generationen vom Jahre 1916 stammen, kann ich zu den von v. Ubisch gewonnenen Aufspaltungen nach 3:1 nur einen hinzufügen — nämlich die Kreuzung *Hordeum spontaneum* × 6zeilige Kapuzengerste, H40 × H15. Alle meine anderen Kreuzungen, die zum größten Teil 1916 und 1917 in F₂ gezogen sind, haben dagegen andere Zahlenverhältnisse gegeben. Ich habe auf Grund der ersten Ergebnisse in einem zusammenfassenden Vortrag über Bastardierungen bei Gerste in der Gesellschaft Naturforschender Freunde 1917 in Berlin¹⁾ auf diese Abweichungen unter Angabe der ersten, damals in F₂ vorliegenden Zahlen hingewiesen und betont, daß ihnen noch andere genetische Ursachen zugrunde liegen müßten, da sie sich der obigen Formel nicht fügten. In meine Zahlen in den Sitzungsberichten der Ges. Nat. Frd. hat sich (auf S. 395) ein Druckfehler — nichtbrüchig statt Brüchig — eingeschlichen. Daraufhin hat G. v. Ubisch die Schlußfolgerungen, die ich aus den Zahlen gezogen habe, angefochten und die sehr beträchtlichen Abweichungen von dem nach der Theorie zu erwartenden Verhältnis 3:1 bzw. 9:7 durch Modifikationen in-

¹⁾ Sitz.ber. Ges. naturforsch. Freunde 1917, S. 395—403.

folge von Witterung und in physiologischer Korrelation mit der Dichte der Ähre, sowie durch Unsicherheit in der Unterscheidung der brüchigen und nichtbrüchigen Ähren erklären wollen¹⁾. — Ich habe demgegenüber in einer kurzen Notiz²⁾ den Druckfehler unter Veröffentlichung einiger Zahlenangaben aus meinen Versuchsprotokollen berichtigt, an einer genetischen Grundlage festgehalten, dieser weiter nachgeforscht, und kann heute mit Sicherheit den Nachweis bringen, daß es sich in der Tat um eine genetisch bedingte Erscheinung handelt. Die F_3 - und F_4 -Kulturen 1917 und 1918, aus denen ich die Klärung bereits zu gewinnen dachte, haben in Potsdam jedoch derart unter der Fritfliege gelitten, daß sie zum größten Teil wegen zu geringer Zahl (bis 50—80% Ausfall) nicht zu brauchen waren und keine sichere Antwort lieferten³⁾. Da ich durch äußere Umstände seit dem Sommer 1919 nicht mehr in der Lage gewesen bin, durch weitere Kreuzungen die Analyse auszubauen und experimentell an der Kreuzung weiterzuarbeiten, so habe ich mich darauf beschränken müssen, den Rest der F_1 - und F_2 -Samen von 1916 auszusäen und durch größere Zahl das vorhandene Zahlenmaterial sicherer zu gestalten. Aus dem gleichen Grunde bringe ich, obgleich noch manches ungeklärt ist und der Plan für die Weiterarbeit gewissermaßen offen daliegt, meine Beobachtungen zur Veröffentlichung, nachdem, was mir das Wesentlichste ist, das Resultat soweit gefördert ist, daß die genotypische Grundlage einer verschiedenartigen Vererbungsweise der Brüchigkeit der Ähren mit Sicherheit nachgewiesen ist und wenigstens in einigen Fällen auch im besonderen analysiert werden konnte.

Damit kehre ich zur Sache zurück.

Zunächst mußte auffallen, daß das Verhältnis brüchig zu nichtbrüchig (br:nbr) bald positiv, bald negativ war; d. h. bald waren die brüchigen, bald die nichtbrüchigen im Überschuß; dabei handelt es sich aber nicht um einen Wechsel der Dominanz; F_1 , das beide Faktoren nur einmal (BbRr) enthält, ist in allen Fällen brüchig, wenn auch dem Grade nach sehr verschieden, was übrigens auch v. Ubisch für die von ihr untersuchten Kreuzungen angibt. Wir haben es also hier mit mehr Faktoren zu tun als den beiden genannten B und R; wenn man das Verhältnis brüchig : nichtbrüchig (br:nbr) vergleichsweise auf 4, 16

¹⁾ a. a. O. 1919 S. 74 pp.

²⁾ Ds. Ztschr. 21, 1919 S. 53.

³⁾ Beispielsweise kamen in F_3 einer beliebig herausgegriffenen Serie von 30 Saatummern von 1264 ausgesäten Pflanzen nur 773 (= 66,1%) zur Ährenbildung und Reife. Manche Nummern waren vollständig zerstört.

oder 64 Individuen berechnet, so ergeben sich in erster Annäherung folgende Gruppen von Aufspaltungen:

Tabelle 1.

a) brüchig überwiegt	b) nichtbrüchig überwiegt
<p>br: nbr 3:1</p> <p>1. H40 (<i>spont.</i>) × H13 2. × H 6 (v. Ubisch) 3. × H37 (v. Ubisch) 4. H76 × H1</p>	<p>br: nbr 1:3</p> <p>11. H41 × H45 12. H 1 × H66</p>
<p>9:7</p> <p>5. H40 × H41 6. H 9 × H20 (v. Ubisch) 7. H11 × H29 (v. Ubisch) 8. H37 × H 6 (v. Ubisch) 9. H38 × H 4 (v. Ubisch)</p>	<p>7:9</p> <p>13. H10 × H13 14. × H23 15. × H62 [16. H34 × H27 (v. Ubisch) (?)] [17. H77 × H41 (?)]</p>
<p>54:10</p> <p>10. H40 × H 1</p>	<p>10:54</p> <p>18. H41 × H70 19. H10 × H70</p>
<p>13:3</p> <p>[4. H76 × H 1]¹⁾</p>	<p>3:13</p> <p>[18. H41 × H70] [19. H10 × H70]</p>
	<p>1:15 oder 1:63</p> <p>20. H41 × H66</p>

Die dieser Tabelle zugrunde liegende Tabelle 2 gibt die beobachteten Zahlen mit Fehlerangabe.

Für die so verschiedenartigen Zahlenverhältnisse haben wir nun die Erklärung zu suchen. Genauer analysiert sind durch v. Ubisch die Kreuzungen: 2 3 6 7 8 und 9 und durch mich: 1 5 10 13 14 und 15. Die Hauptkreuzungen, mit denen ich gearbeitet habe, sind die drei *spontaneum*-Kreuzungen 1, 5 und 10 und H10 × H13, 2zeilige samarische × 4zeilige ägyptische Gerste, Kreuzung 13.

I. H. 40 × H. 15, *Hordeum spontaneum* × 6zeilige Kapuzengerste, erledigt sich einfach; es folgt der Erklärung von v. Ubisch und spaltet, wie ich bereits erwähnte, i. V. 3:1 auf; die beiden Sorten unterscheiden

¹⁾ Die in Klammer gesetzten Kreuzungen sind noch nicht sichergestellt.

Tabelle 2.

Sorte	F ₂		be- rech- net auf	br : nbr	Exper. Fehler	Theor. Fehler	wahr- scheinl. Ver- hältnis	
	An- zahl	Verhältnis br : nbr						
1. H40 × H15	1135	877 : 258	4	3,09 : 0,91	± 0,09	± 0,06	3 : 1	
2. × H 6	34	25 : 9	4	2,94 : 1,06	± 0,06	± 0,30	3 : 1	(v. U.)
3. × H37	62	49 : 13	4	3,16 : 0,84	± 0,16	± 0,22	3 : 1	(v. U.)
4. H76 × H 1	39	32 : 7	4	3,24 : 0,76	± 0,24	± 0,28	3 : 1	
			16	13,12 : 2,88	± 0,12	± 0,10	13 : 3	
5. H40 × H41	55	31 : 24	16	9,03 : 6,97	± 0,03	± 1,07	9 : 7	
					± 1,03	± 1,07	10 : 6	
6. H 9 × H20	772	428 : 344	16	8,88 : 7,12	± 0,12	± 0,29	9 : 7	(v. U.)
7. H11 × H29	147	83 : 64	16	9,03 : 6,97	± 0,03	± 0,66	9 : 7	(v. U.)
8. H37 × H 6	223	120 : 103	16	8,62 : 7,38	± 0,38	± 0,53	9 : 7	(v. U.)
9. H38 × H 4	78	43 : 35	16	8,84 : 7,16	± 0,16	± 0,86	9 : 7	(v. U.)
10. H40 × H 1	575	487 : 88	64	54,2 : 9,8	± 0,2	± 0,97	54 : 10	
			4	3,50 : 0,50	± 0,5	± 0,07	—	
11. H41 × H45	145	38 : 107	4	1,05 : 2,95	± 0,05	± 0,14	1 : 3	
12. H 1 × H66	62	19 : 43	4	1,23 : 2,77	± 0,23	± 0,22	1 : 3	
13. H10 × H13	633	281 : 352	16	7,12 : 8,88	± 0,12	± 0,31	7 : 9	
14. H10 × H23	202	86 : 116	16	6,80 : 9,20	± 0,20	± 0,56	7 : 9	
15. H10 × H62	62	24 : 38	16	6,20 : 9,80	± 0,80	± 1,01	7 : 9	
17. H77 × H41	52	17 : 35	16	5,23 : 10,77	± 1,77	± 1,10	7 : 9 ?	
18. H41 × H70	67	12 : 55	16	2,87 : 13,13	± 0,13	± 0,76	3 : 13	
			64	11,45 : 52,55	± 1,45	± 2,84	10 : 54	
19. H10 × H70	132	23 : 109	16	2,79 : 13,21	± 0,21	± 0,47	3 : 13	
				11,15 : 53,85	± 1,15	± 2,32	10 : 54	
20. H41 × H66	46	1 : 45	}	?			1 : 63	
		oder						
		4 : 42					1 : 15	

sich also in 1 Faktor. H. 40 ist BBRR, H. 15 also BBrr oder bbRR. F₂ gab

$$S. 16, 6-17 \quad 524 \text{ br} : 141 \text{ nbr} = 3,15 : 0,85 \pm 0,15 \pm 0,07$$

$$S. 20, 83 \quad 353 \text{ br} : 117 \text{ nbr} = 3,00 : 1,00$$

$$877 \text{ br} : 258 \text{ nbr} = 3,09 : 0,91 \pm 0,09 \pm 0,06$$

. v. U. setzt für die 6zeiligen Kapuzengersten den Faktor B; für die 2zeilige H. 23 den Faktor R. Nach meinen Kreuzungen muß H 23 der Faktor R zugesprochen werden. Da aber die Kreuzung H. 15 × H. 23 nichtbrüchig in F₁ und F₂ ist, müßte auch H. 15 den Faktor R besitzen. Die Form würde sich also von der 6zeiligen H. 20, mit der

v. U. gearbeitet hat, unterscheiden, falls für diese die Formel BBrr sich bestätigte. Ich habe weitere Kreuzungen mit H. 15 nicht gemacht, kenne daher ihr Verhalten andern Gersten gegenüber nicht.

II. H. 40 \times H. 41, *H. spont.* \times nordafrikanische Nacktgerste, spaltet i. Verh. 31 br. : 24 nbr. = $9,03 : 6,97 \pm 0,03 \pm 1,07$, würde sich also mit dem Verh. 9 : 7 in das Ubische Schema einreihen, unter der Voraussetzung, daß H. 41, die nordafrik. 2zl. Gerste bbrr ist; das ist nun aber nicht der Fall. Denn unter 8 Kreuzungen von H. 41 mit nichtbrüchigen Gersten waren zwar 4 in F_1 und F_2 konstant nichtbrüchig; alle andern (vgl. Tab. 3 u. 2) waren in F_1 Brüchig, und spalteten in

Tabelle 3.

		F_2 Anzahl	Verhältnis	Auf 416 (64) Individuen berechnet	Experi- mentelle Fehler	Theo- retische Fehler	Wahr- schein- liches Ver- hältnis
5	H. 41 \times H. 40	55	31 br : 24 nbr	9,03 : 6,97	$\pm 0,03$ $\pm 1,03$	$\pm 1,07$ $\pm 1,04$	9 : 7 10 : 6
11	\times H. 45	145	38 : 107	1,05 : 2,95	$\pm 0,05$	$\pm 0,14$	1 : 3
17	\times H. 77	52	17 : 35	5,23 : 10,77	$\pm 1,77$	$\pm 1,10$	7 : 9?
18	\times H. 70	67	12 : 55	2,87 : 13,13 11,45 : 52,55	$\pm 0,13$ $\pm 1,45$	$\pm 0,76$ $\pm 2,84$	3 : 13 10 : 54
20	\times H. 66	46	1 : 45 4 : 42				1 : 63? 1 : 15?
	\times H. 10	589	0 : 589				
	\times H. 1	244	0 : 244				
	\times H. 32	100	0 : 100				
	\times H. 90	F_1 nbr					

wechselnden Verhältnissen (1 : 3, 7 : 9, 3 : 13 oder 1 : 15). H. 41 muß also einen Faktor für Brüchigkeit besitzen, was mit nicht veröffentlichten Beobachtungen von v. U. übereinstimmt, da sie dieser Gerste in ihrer Faktorentabelle die Formel BBrr gibt. Dann aber müßte sie bei Kreuzung mit H. 40, wie vorhin gezeigt, nach 3 : 1 aufspalten; es sind aber viel zu viel nichtbrüchige Individuen vorhanden, nämlich 1,9 br : 1 nbr; und das gleiche in noch stärkerem Maße zeigen sämtliche Kreuzungen von H. 41 mit anderen nichtbrüchigen Sorten, in denen durchgehends das Verhältnis im Vergleich zu dem erwarteten umgekehrt ist, bis zu einem z. T. sehr starken Überschuß an nichtbrüchigen Indi-

viduen. Ich nehme deshalb an, daß H. 41 einen Hemmungsfaktor besitzt, der *H. spontaneum* fehlt und den ich X nenne. Dieser wirkt aber nur homozygot: F_1 mit H. 40 von der Formel $BbRrXx$ ist brüchig; sie hat die volle Brüchigkeit der Wildgerste, so daß die Ähren am Halm spontan bis zum Grunde zerfallen.

Das durch Zusammenwirken der 2 Brüchigkeitsfaktoren $BBRR \times BBrr$ in F_2 auftretende Verhältnis 3 : 1 oder 12 br : 4 nbr wird durch den Hemmungsfaktor X in 9 : 7 bzw. 10 : 6 umgewandelt nach folgendem Schema:

Tabelle 4.

12 br	4 nbr
$= 3 \cdot (1 XX + 2 Xx + 1 xx)$	$1 \cdot (1 XX + 2 Xx + 1 xx)$
$= 3$ brüchig gehemmt $= 3$ nbr	1 nbr mit Hemmungsfaktor homozygot
$= 6$ brüchig ungehemmt $= 6$ br	2 " " " heterozygot
$= 3$ " " $= 3$ br	1 " ohne "
$= 9$ br :	7 nbr

Durch die Kreuzung (20.) $H. 41 \times H. 66$ bin ich, wie später gezeigt werden soll¹⁾, genötigt anzunehmen, daß der Hemmungsfaktor, auch wenn er homozygot auftritt, dann wirkungslos ist, wenn die beiden Brüchigkeitsfaktoren B und R homozygot vorhanden sind, so daß also die Kombination $BBRRXX$, die 1 mal unter 16 auftritt, trotz XX konstant nichtbrüchig ist. Wahrscheinlich, worauf ich gleich eingehen werde, ist die Wirkung des Hemmungsfaktors doch spürbar, die Kombination mit XX ist nur schwach brüchig. Damit wandelt sich das Verh. 9 : 7 in 10 : 6 um $= 1,67 : 1$. Für F_2 ist die Übereinstimmung dadurch schlechter, die Abweichung jedoch noch innerhalb der Fehlergrenzen; für F_3 dagegen besser. Die Zahlen sind aber zu klein (Ausfall durch Fritfliege) — die Kreuzung müßte daraufhin wiederholt werden; sie spaltete im Versuch in folgender Weise auf (Tab. 5):

16 nichtbrüchige F_2 -Pflanzen wurden 1917 in F_3 weitergezogen und gaben in summa 459 [jeweils 10—66] nichtbrüchige F_3 Pflanzen; von diesen sind 12 Familien 1918 gezogen, die nichtbrüchig waren, mit einer Ausnahme in S. 18, 753. Eine weitere Abweichung zeigt Familie S. 20, 88 mit dem Verh. 24 : 29, also einen starken Überschuß an nichtbrüchigen Individuen. Die Zahlen, bei 2zeiligem Material überhaupt nur gering, sind wiederum durch die Fritfliege stark beeinträchtigt, doch

¹⁾ Vergl. S. 142.

Tabelle 5.

Saat Nr.	Eltern- pflanzen	Generation	Anzahl	br : nbr	Berechnet auf 4 Individuen	Exper. Fehler	Theoretische Fehler	Berechnet auf 16 Individuen	Exper. Fehler	Theoretische Fehler	Wahr- scheinliches Verhältnis
S. 15, 18	br × nbr	F ₁	2	2 : 0							
16, 18—19	br	F ₂	55	31 : 24				9,03 : 6,97	+ 0,03	+ 1,07	[9 : 7]
17, 211	"	F ₂	26	17 : 9				10,46 : 5,64	+ 0,97	+ 1,04	10 : 6
17, 212	"	F ₂	41	29 : 12	2,83 : 1,17	+ 0,17	+ 0,27	11,30 : 4,70	+ 0,46	+ 2,31	10 : 6
20, 86	"	F ₂	80	62 : 18	3,10 : 0,90	+ 0,10	+ 0,19		+ 1,30	+ 1,21	10 : 6 (siehe Tab. 8)
20, 203	"	F ₂	4	3 : 1							3 : 1
20, 88 u. 205	schwach br	F ₂	53	24 : 29	!						3 : 1
20, 89	br	F ₂	37	29 : 8	3,13 : 0,87	+ 0,13	+ 0,29				3 : 1
17, 241	"	F ₂	15	10 : 5				10,65 : 5,35	+ 0,65	+ 0,40	10 : 6
17, 213	"	F ₂	10	9 : 1							
17, 239	"	F ₂	22	15 : 7	2,73 : 1,27	+ 0,27	+ 0,37	10,90 : 5,10	+ 0,90	+ 1,65	3 : 1(?)
17, 214	"	F ₂	16	11 : 5	2,75 : 1,25	+ 0,25	+ 0,45	11,0 : 5,0	+ 1,00	+ 1,93	3 : 1(?)
17, 219	"	F ₂	54	23 : 11	2,71 : 1,29	+ 0,29	+ 0,30	10,82 : 5,18	+ 0,82	+ 1,05	3 : 1(?)
20, 90	"	F ₂	20	21 : 8	2,89 : 1,11	+ 0,11	+ 0,32				3 : 1
17, 220	"	F ₂	32	16 : 16				8,0 : 8,0	+ 2,0	+ 1,87	10 : 6(?)
17, 215	"	F ₂	10	5 : 5	?						
17, 242	"	F ₂	15	9 : 6				9,61 : 6,39	+ 0,39	+ 0,40	10 : 6
17, 218	"	F ₂	50	40 : 10	?						3 : 1

Tabelle 6.

F ₂		F ₃			F ₄					F ₃
Stamm Nr.	Brüchigkeit	Saat Nr.	Anzahl	br : nbr	Saat Nr.	Anzahl von F ₂ Familien			Spaltungsverhältnisse	Spaltung
						br	spal- tend	nbr		
179	br	17, 216	19	19 : 0	18, 733—736	3	1(?)		Rest durch Fritfl. zerstört	siehe Tab. 8
182	"	17, 217	31	31 : 0	18, 737—741	2				
	"	20, 201	12	12 : 0						
185	"	17, 221	83	83 : 0						
150	"	17, 212	41	29 : 12	18, 748—759	4	4	1 8 : 7 ; 7 : 6 ; 6 : 18!		
172	"	17, 214	16		18, 760—764	4	3	6 : 5 ; 12 : 2 ; 3 : 1		
184	"	17, 218	50	40 : 10	18, 944—948	1		4 0 : 46 ; 0 : 17 ; 0 : 25 ; 0 : 12		

lassen sie über die Art der Spaltung keinen Zweifel; wir wollen versuchen, sie uns zu erklären. In F_3 bekommen wir folgende theoretische Aufspaltung:

Tabelle 7.

$$H. 40 \times H. 41 = BBRR_{xx} \times BBrrXX.$$

alle BB	F_2	F_3
BBRRXX (a)	br ungehemmt = 1 br	1 konstant br
2 RrXX (b)	„ gehemmt = 2 nbr	2 $\begin{cases} RR \\ Rr \\ rr \end{cases}$ spaltend in 1 br : 3 nbr = (1 br : 2 nbr tb : 1 nbr)
rrXX (c)	nbr „ = 1 „	1 konstant nbr
2 BBRRXx (d)	br ungehemmt = 2 br	2 $\begin{cases} XX \\ Xx \\ xx \end{cases}$ spaltend in 3 br : 1 nbr
4 RrXx (e)	„ „ = 4 „	4 $\begin{cases} Xx \\ xX \\ xx \end{cases}$ spaltend wie F_2 in 10 br : 6 nbr
2 rrXx (f)	nbr „ = 2 nbr	2 $\begin{cases} XX \\ Xx \\ xx \end{cases}$ konstant nbr
BBRRxx (g)	br ungehemmt = 1 br	1 konstant br
2 Rrxx (h)	„ „ = 2 „	2 $\begin{cases} RR \\ Rr \\ rr \end{cases}$ spaltend in 3 br : 1 nbr
rrxx (i)	nbr „ = 1 nbr	1 konstant br
	10 br : 6 nbr	

d. h. von den 10 brüchigen sind

2 konstant brüchig (BBRRXX und BBRRxx),

4 spalten wie F_1 im Verh. 10 : 6 (die 4 doppelt Heterozygoten),

von den 6 nichtbrüchigen sind

4 konstant nichtbrüchig,

2 spalten i. V. 1 br : 3 nbr (nämlich BBrrXX).

Wir sehen hier einerseits einen konstant brüchigen Typus auftreten, der den Hemmungsfaktor homozygot enthält (a), und es ist anzunehmen, daß dieser mit den beiden Brüchigkeitsfaktoren in Konkurrenz tritt und daher die Ähre spontan nur schwach brüchig ist, dagegen sich mechanisch leicht teilen läßt; solche schwach brüchigen sind mithin zu den brüchigen zu stellen.

Andererseits finden wir das unerwartete Resultat, daß die nichtbrüchigen nicht alle konstant sind, wie man bisher angenommen hat, sondern z. T. mit einem Überschuß an nichtbrüchigen aufspalten.

In der Tat sind entgegen den üblichen Voraussetzungen solche spaltende Nichtbrüchige gelegentlich beobachtet, und man hat sie allermeist als Beobachtungsfehler gedeutet. Ich fand sie zumeist in Verbindung mit der Abspaltung von Typen, die ich als nichtbrüchig-teilbar bezeichnet und zu den nichtbrüchigen gezählt habe.

Ich gebe nach dem eben Gesagten diesem nichtbrüchigen Typus die Formel: BBRrXX(b). Dem entsprechen die Beobachtungen, die in dieser und anderen Kreuzungen gemacht sind: nämlich daß gerade die Deszendenz der nichtbrüchig-teilbaren, die naturgemäß schwer gegen schwachbrüchig abzugrenzen sind, die meiste Unsicherheit verursacht; bald war die Nachkommenschaft der Elternpflanze gleich, bald schwachbrüchig, bald nichtbrüchig, so daß ich gerade hier zunächst stets an einen Einordnungsfehler glaubte, wenn die Erwartung nicht erfüllt wurde. Hat aber die nichtbrüchig-teilbare (nbr-tb) Pflanze die Form BBRrXX, so muß sie aufspalten in

- 1 BBRrXX, also schwachbrüchig konstant mit Hemm.,
- 2 BBRrXX, „ nbr-tb (und weiterhin spaltend nach 1 : 3),
- 1 BBrrXX, „ nbr, wahrscheinlich mit typisch zäher Spindel.

Tabelle 8.

F₂ S. 16, 18/7 = Stammpflanze 150
brüchig

F₃ S. 17, 212
29 br : 12 nbr (= 10 : 6).

F ₃ Pflanzen	1 br	2 br	3 br	4 nbr	5 br	6 br	7 br	8 br	9 br
F ₄ in S. 18,	748	749	750	751	752	753	756	757	759
	1 nbr	7 br : 6 nbr	8 br : 7 nbr	40 nbr	7 br	6 br : 18 nbr z. T. vom Typus nbr., ++ tb.	4 br	3 br.	alle nbr, ++ tb

In F_3 und F_4 von $H. 40 \times H. 41$ waren mir die beiden Familien: S. 20, 88 u. 205 = Deszendenz einer als nichtbrüchig notierten F_2 -Pflanze (S. 16, 18/15), die in F_3 i. V. 24 : 30 aufspaltete und S. 18, 753 in der Deszendenz einer als nbr bezeichneten F_3 -Pflanze mit der Aufspaltung 6 : 18 bisher unverständlich gewesen. Da mich speziell das Verhalten dieser Familie zum Verständnis der Sachlage geführt hat, gebe ich kurz die Analyse durch einen Stammbaum (Tab. 8).

Da in F_4 das Verhältnis 1 : 3 auftritt, muß die F_3 -Pflanze Nr. 6 die Formel $BBRrXX$ gehabt haben. Eine F_3 Pflanze von dieser Formel kann aber außer von einer ihr genotypisch gleichen nichtbrüchigen Pflanze (Tab. 7 (b)) nur noch von einer Brüchigen $BBRrXx$ Pflanze vom Typus e stammen, die i. V. 10 : 6 aufspaltet. Da die F_2 -Stammpflanze Nr. 150 Brüchig war, so kommt nur die 2. Formel in Frage: Nr. 150 war also $BBRrXx$. Prüfen wir daraufhin die Zahlen: F_3 spaltet in 29 : 12 = 11,3 : 4,7 \pm 1,3 \pm 1,21. Die Übereinstimmung ist nicht schön; aber in Anbetracht der kleinen Zahlen noch zulässig und hat sich in andern Kreuzungen bestätigt. Das Wesentliche ist, ob die F_4 die theoretisch geforderte Aufspaltung zeigt; wir finden:

1. von Brüchigen F_3 konstant Brüchige F_4 Familien (5, 7, 8),
2. " " F_3 nach 10 : 6 aufspaltende F_4 Familien (2,3) } event.
3. " " F_3 " 3 : 1 " F_4 " } 1
4. " nichtbrüchigen F_3 konstant nichtbrüchige F_4 Familien (4,9),
5. " " F_3 nach 1 : 3 aufspaltende F_4 " (6).

Die Erwartungen werden also erfüllt. Was die Familie 9 betrifft, so haben wir es hier wohl mit dem Typus nichtbrüchig, stark teilbar (nbr, ++ tb) zu tun, von dem S. 119 die Rede war. Dieser Typ ist, wie erwähnt, am ehesten einer Unsicherheit in der Beurteilung ausgesetzt, da er die Formen: 1 schwach Brüchig : 2 nichtbrüchig teilbar : 1 nichtbrüchig abspaltet; es ist wohl möglich, daß solch eine Familie von mir als durchweg schwach Brüchig oder durchweg nichtbrüchig-teilbar bezeichnet worden ist, ehe ich auf dieses Spaltungsverhältnis aufmerksam wurde. Und damit erklärt sich auch das relativ selten bemerkte Auftreten spaltender Nichtbrüchiger; wir haben es in $BBRrXX$ eben mit einem Intermediärtypus zu tun, der leicht zu Brüchig gestellt werden kann, den man erst mit zunehmender Übung und Kenntnis der Formen sicher einordnet. Andererseits wird so überhaupt erst das wenn auch seltene Vorkommen von Spaltungen mit Überschuß an Nichtbrüchigen verständlich. Die gleiche Erklärung findet auch die F_3 -Familie S. 20, 88 mit Spaltung in 24 : 29.

Ich komme damit auf die Frage über die größere oder geringere Unsicherheit in der Einreihung der Individuen unter die brüchigen, bzw. die nichtbrüchigen, auf deren Konto G. v. Ubisch einen Teil der abweichenden Zahlen meiner Kreuzungen glaubt setzen zu können.

Die Verf. hat bereits 1915 darauf hingewiesen, daß die beiden Faktoren B und R nicht durchaus gleichwertig sind, weil die Kombinationen BBrr und bbRR nichtbrüchig sind; BbRr dagegen, das auch nur 2 mal den dominanten Faktor besitzt, brüchig. Ein Unterschied zwischen den B und R tragenden Individuen konnte indes bisher nicht nachgewiesen werden.

F₂ bildet eine fließende Reihe in bezug auf Brüchigkeit. Es gibt Ähren, die spontan bis zum Grunde der Ähre zerfallen, wie *H. spontaneum*, andere, die im unteren Drittel zäh sind, wieder andere, bei denen nur die Spitzen leicht abfallen, und endlich solche, die man heil ernten und aufbewahren kann¹⁾, die aber bei der Analyse beim geringsten Druck ebenso stark zerfallen, wie andere am Halm; diese Gruppe habe ich als nichtbrüchig-teilbar bezeichnet (es war von ihr schon die Rede). Daneben stehen dann endlich die als nichtbrüchig schlechthin oder nichtbrüchig-zäh bezeichneten Individuen, deren Ährchen auch beim Rückbiegen oder Ziehen an den Grannen in Zusammenhang bleiben. Es verhalten sich auch in dieser Beziehung verschiedene Kreuzungen sehr verschieden. Die Kreuzung H. 10 × H. 13 z. B. spaltet ziemlich rein; die brüchigen zerfallen fast durchgehends spontan am Halm; alle nichtbrüchigen sind außerordentlich zäh; die Analyse ist daher dort sehr einfach; H. 40 × H. 41 und besonders H. 40 × H. 1, von der später die Rede ist, zeigen dagegen eine kontinuierliche Reihe aller eben geschilderten Abstufungen, die, wenn es sich um ein quantitativ meßbares Merkmal handelte, eine typische Modifikationskurve, aber eine genotypisch bedingte, geben würde, so wie Nilsson-Ehle und Tammes sie bei Weizen und Linum gefunden haben²⁾. Ich gebe ohne weiteres zu, daß sie schwer, z. T. nur nach F₃ zu erfassen sind; aber speziell der Typus nbr—tb z. B. ist außerordentlich charakteristisch. Meine Kreuzungen haben in all den Jahren innerhalb des gleichen, nicht sehr ausgedehnten Areals bald auf dieser, bald auf jener Stelle gestanden und sich stets innerhalb der einzelnen Kreuzung gleichartig, von Kreuzung

¹⁾ Ich habe sie bis zu 4 Jahren in Sträußen gehalten, vielfach hin- und hergepackt, ohne daß sie brachen.

²⁾ Daß diese Kurve genotypisch bedingt ist, geht aus F₃ hervor, in der die verschiedenen Typen des Brüchigkeitsgrades herauspalten.

zu Kreuzung dagegen verschiedenartig benommen — es liegt der Erscheinung also das zu Grunde, was Baur als die genotypisch verschiedene Reaktionsweise bezeichnet. Ich kann die verschiedenen Abstufungen der Brüchigkeit, selbstverständlich unter Berücksichtigung einer gewissen Modifikationsbreite daher nicht als Modifikationen, sondern nur als genotypisch bedingt ansprechen. Daß neben der Beobachtungsgabe auch die Erfahrung in der Beurteilung eine Rolle spielt, ist selbstverständlich zuzugeben. So hat sich im Laufe der Zeit gezeigt, daß die Beurteilung der Brüchigkeit wesentlich von dem Reifegrad der Pflanzen abhängt — auch dies allerdings wieder mit einem genotypisch bedingten Einschlag: *Hordeum spontaneum* zerfällt bereits an der Spitze, wenn der untere Teil der Ähre noch grün ist; andere Typen müssen aber völlig ausreifen, ehe es zum Zerfall kommt; dann erst kann man mit Sicherheit sagen, ob man es mit einer wirklich nichtbrüchigen Pflanze zu tun hat. Ich habe daher in den letzten Jahren bei der Ernte die brüchigen Pflanzen gleich entfernt, die als nichtbrüchig notierten aber noch etwa 2—3 Wochen stehen lassen und dann nochmals kontrolliert. Dabei finden sich immer einige, die nun bei der „Totreife“ sich doch noch als brüchig erweisen¹⁾. So zeigen die Zahlen der Jahre 1919 und 1920 für sich genommen gewöhnlich geringere Fehler als die früheren. Endlich habe ich das Material der alten Kreuzungen zum größten Teil noch liegen gehabt und mit der größeren Erfahrung ausgerüstet, das nunmehr völlig ausgetrocknete Material nochmals durchanalysieren können.

Wenn nun auch Kreuzungen, denen man die gleiche Formel bezüglich der Brüchigkeit zuschreiben muß, Unterschiede im Grade der Brüchigkeit, beispielsweise schon in F₁ aufweisen, so ist das sicherlich auf den Einfluß der andern in der Zygote vorhandenen Faktoren zurückzuführen, der auf die Spindelkonsistenz ausgeübt wird. G. v. U. macht vor allem die Ährendichte dafür verantwortlich; bei der Kreuzung H. 40 × H. 41, deren abweichende Zahlen 31 : 24 sie auf dadurch bedingte Beurteilungsfehler zurückführte, kann indessen diese Ursache keine Rolle spielen, da beide Formen sehr lockerährig sind²⁾.

¹⁾ Es handelt sich mithin hierbei nicht so sehr um eine Übung in Beurteilung des Brüchigkeitsgrades, als des Zeitpunktes der Ernte, also um eine technische Frage.

²⁾ Ich messe die Dichte etwas abweichend von v. U., nämlich als Länge von 10 Spindelgliedern auf einer Seite der Ähre; v. U. mißt den Raum, den 10 Körner einnehmen. Dadurch kommen 2 Größen herein, die mit der Lockerkeit wenig zu tun haben, nämlich die Korngröße und der Winkel, in dem das Korn von der Achse absteht, was durch meine Methode vermieden wird. Der Unterschied ist gering, kommt aber beim Vergleich der absoluten Zahlen unserer Messungen in Frage, weshalb ich ihn überhaupt nur hier erwähne.

Ich bin deshalb bei der zweiten von mir damals angeführten Kreuzung H. 40 \times H. 1 der Frage nachgegangen und habe H. 40 \times H. 15 hinzugezogen. Beide Kreuzungen sind für eine Beantwortung deswegen günstig, weil sich die P-Pflanzen in der Dichte wesentlich unterscheiden, und in F₂ die oben geschilderte Mannigfaltigkeit geben. H. 40 ist die lockerährigste, mir bekannte reine Linie — H. 15 sowohl wie H. 1 sind sehr dichte mehrzeilige Sorten, die man beide als 6zeilig bezeichnen könnte.

Ich bin nun in der Weise vorgegangen, daß ich die 10-Gliederzahl für die in den Protokollen als stark brüchig (I), brüchig (II), schwach brüchig oder Spitze brüchig (III) und nichtbrüchig (IV) bezeichneten Pflanzen nach Zehn-Gliederlänge in mm gesondert bestimmt habe, und erhalte die Werte der Tabelle 9.

Tabelle 9.

Beziehung zwischen Dichte (gemessen als 10-Gliederlänge in mm) und Brüchigkeit (nach Graden I—IV) von H 40 \times H 15.

10-Gliederlänge in mm	—110	—105	—100	—95	—90	—85	—80	—75	—70	—65	—60	—55	—50
1916 I		1	1	3	7	7	7	6	1	2	1	1	
II	1	2	10	20	47	46	65	42	33	16	5	1	
III			1	7	13	19	10	7	8	1	1	1	
IV	2	1	3	10	22	23	34	13	12	3	2		
Phänotypus	extrem locker			locker		zieml. locker		dicht		sehr dicht		extrem dicht	
I	2			10		14		7		3		1	
II	13			67		111		75		21		1	
III	1			20		29		15		2		1	
IV	6			32		57		25		5			
1920 I						6	17	18	11	3	1	2	
II					1	8	15	42	23	6	1		
III							2	4	1				
IV					2	4	5	14	10	6			
H 15							1	4	16	17	21	18	43
H 40	2	5	22	21	4								
Phänotypus	extrem locker			locker		zieml. locker		dicht		sehr dicht		extrem dicht	
I						23		29		4		2	
II				1		23		66		7			
III						2		5					
IV				2		9		24		6			
H 15						1		20		38		61	
H 40	29			25									

Tabelle 11.

Beziehung zwischen Dichte und Brüchigkeit von H. 1 \times H. 40; 1920.

Dichte als 10 Gliederlänge in mm	1920	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55
Anzahl Individuen in F ₂ 1920	I II III IV H. 1 H. 41 Phäno- typus	2	5	5	12	13	18	10	11	2	1		
				1	1	2	3	2	1	2			
			2		1	5	2	1					
		2	5	22	21	4			1	3	16	28	1
		extrem locker			locker		zieml. locker		dicht		sehr dicht		
Dieselben, in Gruppen zusammengefaßt	I II III IV H. 1 H. 40		12			1	11	13				1	
				1	3	5	5	1					
			2		6	3	2						
							4	45					
		29			25								

Beide Erwartungen sind nicht erfüllt. Vielmehr ist in allen 4 Brüchigkeitsgruppen die Verteilung der Individuen nach der 10-Gliederzahl gleichmäßig — eine einfache Modifikationskurve mit dem Gipfel 1916 bei 80 mm, 1920 bei 70–75 mm (Tab. 9). Die Verteilung innerhalb der 4 Gruppen ist gleichmäßig, obwohl die Ähren 1920 durchweg dichter sind. Dieser Jahresunterschied ist besonders lehrreich. Er zeigt nämlich im Gegensatz zu der Voraussetzung von v. Ubisch eine gewisse Unabhängigkeit der Brüchigkeit von den Außenbedingungen, welche es auch immer sein mögen, die die Ährendichte in starker Weise beeinflusst haben¹⁾.

Um die Verteilung in den Gruppen besser vergleichen zu können, habe ich die Anzahl in Prozenten ausgedrückt und zwar einmal innerhalb der Brüchigkeitsgruppen nach Prozenten der Dichte (Tabelle 12 und 13); zum Vergleich sind die Tabellen in der Richtung des Pfeils

¹⁾ Die Kulturen des Jahres 1916 standen in Potsdam auf jungfräulichem Boden und haben in allen Ausmaßen eine nie wieder erreichte Üppigkeit erlangt; die bessere Ernährung bewirkt also ein Lockererwerden der Ähren, was ja, da es sich um einen Wachstumsvorgang handelt, nicht wunderbar ist, während die Brüchigkeit dadurch nicht beeinflusst wurde.

Tabelle 12.
H. 15 × H. 40.

		extrem locker	locker	zieml. locker	dicht	sehr dicht	extrem-dicht	Sa.
1916	I	5,4	27	37,9	18,9	8,1	2,7	100 %
	II	4,4	22,5	37,3	25,2	25,2	3,6	100 "
	III	1,5	29,4	42,7	22,1	3,0	1,5	100 "
	IV	4,8	25,6	45,6	20	4,0		100 "
1920	I			39,6	50	6,9	3,5	100 %
	II		1,1	23,7	68	7,2		100 "
	III			28,6	71,4			100 "
	IV		4,9	21,9	58,6	14,6		100 "
H. 15				0,8	16,7	31,7	50,8	100 %
H. 40		53,7	46,3					100 "

Tabelle 13.
H. 1 × H. 40.

		extrem locker	locker	zieml. locker	leicht	sehr leicht	extrem leicht	Sa.
1916	I	13,8	37,2	32,4	18,6			100 %
	II	6,1	37,2	34,2	16,4	6,1		100 "
	III	13,0	37,2	34,8	15,2			100 "
	IV	7,2	38,1	39,3	10,7	10,7		100 "
H. 1					8,1	24,1	67,8	100 %
H. 41			57,7	36,1	5,2	1,0		100 "
1920	I		4	44	52			100 %
	II	15	33,8	35	15	1,2		100 "
	III	10	30	50	10			100 "
	IV	15,4	46,2	23	15,4			100 "
H. 1					8,2	91,8		100 %
H. 40		53,7	46,3					

Tabelle 12 und 13 geordnet nach % der Dichte, innerhalb der Brüchigkeitsgruppen.

von oben nach unten zu lesen; und zweitens innerhalb der Dichtegruppen nach Prozents der Brüchigkeitstypen (Tabelle 14 u. 15); die Tabellen sind von links nach rechts zu vergleichen.

Faßt man endlich die lockeren und die dichten zusammen, so erhält man, auf eine nichtbrüchige berechnet, die Werte der Tabelle 16, also nur in einem Falle überwiegen die brüchigen bei den lockeren, wie in den drei von G. v. Ubisch angeführten Beeten. Ich erwähnte schon, daß diese Beete wahrscheinlich auch eine genotypische Erklärung (unter unserer Rubrik 7:9) finden könnten. In allen anderen Fällen sind umgekehrt bei den dichteren die brüchigen im Überschuß vorhanden. Ich schiebe diese Unterschiede auf die starke Modifizierbarkeit der Ährendichte, von der ich soeben gesprochen habe. Aus diesen Tabellen geht wohl mit Sicherheit hervor, daß von einer physiologischen Korrelation zwischen Ährendichte und Brüchigkeit nicht gesprochen werden kann. Es führt also auch dieses negative Resultat wiederum darauf hin, daß die gefundenen Spaltungszahlen genotypisch bedingt sind.

Tabelle 14.
H. 1 \times H. 40.

		extrem dicht	locker	zieml. locker	dicht	sehr dicht	extrem dicht
1916	I	9,1	7,8	6,6	5,7	9,7	[33,3]
	II	59,1	51,9	32,6	60,5	67,8	[33,3]
	III	4,5	15,5	13,8	12,3	6,4	[33,3]
	IV	27,3	24,8	27,0	20,5	16,1	
	Sa.	100 %	100 %	190 %	100 %	100 %	
1920	I			40,3	23,4	23,5	
	II		33,3	40,3	53,2	41,2	
	III			3,6	4,1		
	IV		36,6	15,8	19,4	35,3	
	Sa.		100 %	100 %	100 %	100 %	
H. 1				0,8	16,7	3,7	50,8
H. 40		53,7	46,3				

Tabelle 15.
H. 1 \times H. 40.

		extrem locker	locker	zieml. locker	dicht	sehr dicht	extrem dicht
1916	I	21,4	12,5	10,9	14,3		
	II	50	67,2	66,5	67,8	82,4	
	III	21,4	13,3	13,4	12,5		
	IV	7,2	7,0	9,2	5,4	17,6	
	Sa.	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	
H. 7					8,1	24,1	67,8
H. 40			57,7	36,1	5,2	1,0	
1920	I		2,4	23,4	46,5		
	II	80,0		59,6	42,8	100	
	III	6,67	8,1	10,6	3,57		
	IV	13,3	12,2	6,4	7,13		
	Sa.	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	
H. 1					8,2	91,8	
H. 40		53,7	46,3				

Tabelle 14 und 15 geordnet nach % der Brüchigkeit innerhalb der Dichtegruppen.

Tabelle 16.

	H 15 \times H 40		H 1 \times H 40		
	1916	1920	1916	1920	
locker	2,38	4,27	4,82	3,34	} br auf 1 nbr
dicht	4,20	3,27	7,33	5,5	

Was endlich die Zahlen von Liebscher anbetrifft, so haben v. Ubisch nur die Zahlen nach einem Referat im Bot. Centralbl. vorgelegen; da die Arbeit nicht leicht zugänglich ist, füge ich den Text bei. Liebscher schreibt¹⁾:

„In der ersten von Rimpau gezogenen Bastardgeneration war die Spindel von der für die Elternformen charakteristischen und bei beiden ungefähr gleichen Brüchigkeit resp. Zähigkeit, die nicht geringer ist

¹⁾ A. a. O., S. 217.

als bei den bekannteren Formen der Saatgerste. 1887¹⁾ fielen mir jedoch einige Ähren, namentlich von der schwarzen, zweizeiligen bespelzten Löffelgerste durch größere Brüchigkeit der Spindel auf. Die Nachzucht einer (!) solchen Ähre brachte in dem Jahre 1888 im ganzen 65 Ähren (!), von denen 54 diese Eigenschaft geerbt hatten. Daneben fanden sich aber auch in der Nachzucht anderer Formen vereinzelte oder größere Mengen von Ähren, die schon bei ganz geringem Drucke an ein Korn in derselben Weise auseinanderbrechen, wie der Spelz oder wie die in Asien wildwachsende Gerste, *H. spontaneum* Koch. Wie bei diesen sitzen dagegen die Scheinfrüchte ziemlich fest an ihrem Spindelgliede, so daß beim Ausreiben der Ähren nur Veesen, nicht aber einzelne Körner zu erhalten sind. Etwas derartiges findet sich weder bei den Elternpflanzen noch bei einer anderen Kulturform der Gerste und muß wohl als Rückschlag auf eine Stammform mit brüchiger Spindel, als atavistische Erscheinung gedeutet werden.“

Aus diesen Worten geht aber hervor, daß Liebscher²⁾ nicht die Pflanzen, sondern die Ähren gezählt hat; andernfalls könnte er nicht von der 2zeiligen (bespelzten, schwarzen Kapuzen-F₁) Gerste von einer Ähre 65 Nachkommen zählen. Da er bei jeder Ähre einen in seiner Ursache damals völlig unerkannten Atavismus voraussetzte, so war ihm die Tatsache, daß es sich bei ihm nicht um 65 Individuen handelte, unwesentlich. Sein Verhältnis 54 brüchig : 11 nichtbrüchig scheidet damit für unser Problem ganz aus.

III. Das Verhältnis 9 : 7 bzw. 10 : 6 der Kreuzung *H. spontaneum* × H41 erklärt sich somit in anderer Weise als das der Kulturgerstenkreuzungen, mit denen v. Ubisch gearbeitet hat: es tritt zu den beiden Brüchigkeitsfaktoren noch ein Hemmungsfaktor; diese Erklärung liefert uns aber zugleich den Schlüssel für das in meinen anderen Kreuzungen beobachtete umgekehrte Verhältnis 7 br : 9 nbr, das sich somit schnell erledigt. Es wurde in drei Fällen in F₂ gefunden, wo mit einer 2zeiligen samarischen Gerste H10 gekreuzt wurde, und kommt in zahlreichen Fällen in späteren Generationen vor. Mit H10 wurden gekreuzt (s. Tab. 17):

Vergleichen wir die mit H10 ausgeführten Kreuzungen mit denen mit H41. (Tabelle 3), so fällt ohne weiteres auf, daß 1. beide in allen Fällen einen Überschuß an nichtbrüchigen aufweisen; 2. die beiden

¹⁾ D. h. in F₂!

²⁾ Es handelt sich nicht um eine Kreuzung mit *H. spontaneum*, sondern um die Analyse einer von Rimpau 1885 ausgeführten Kreuzung: *H. distichum Steudelii* Kcke. × *H. tetrastichum trifurcatum* Schl.

Tabelle 17.

		An- zahl	F ₂ br : nbr	Experim. Fehler	Theor. Fehler
H 10 × H 13	Verh. 7 : 9	633	281 : 352 = 7,12 : 8,88	± 0,12	± 0,31
× H 62	7 : 9	62	24 : 38 = 6,20 : 9,80	± 0,8	± 1,01
× H 23	7 : 9	202	86 : 116 = 6,80 : 9,20	± 0,20	± 0,56
× H 70	3 : 13				
	oder				
	10 : 54				
× H 41	589 nbr				
× H 11	200 nbr				
× H 32	400 nbr				
× H 42	200 nbr				

gemeinsame Kreuzung mit H 70 als Pollenpflanze genau das gleiche Resultat (3 : 13 oder 10 : 54) gibt, und 3. die Kreuzung beider miteinander eine einheitlich zähspindlige Nachkommenschaft (589 F₂-Individuen) liefert. Ich nehme daher an, daß H 10 dieselbe genetische Konstitution hat, wie H 41, also BBrrXX.

Wie kommt nun das Verhältnis 7 : 9 dieser drei Kreuzungen mit sehr verschiedenen Pollenpflanzen (H 13 ist eine 4zeilige schwarze algerische, H 62 eine Goldthorpe-Braugerste und H 23 eine 2zeilige Kapuzengerste) zustande? Wir berechnen die Kreuzung H 10 × H 13 (Tab. 1 Nr. 13).

H 10 ist BBrr, H 13 ist bbRR. Kreuzung gibt 9 br : 7 nbr; oder auf 64 Individuen berechnet 36 br : 28 nbr. Dazu tritt nun der Hemmungsfaktor X, der durch H 10 eingeführt wird und nur homozygot wirksam ist. Infolgedessen ist F₁ wieder brüchig und in F₂ erhalten wir folgendes:

Tabelle 18.

B und R {		9 br	7 nbr
		36 br	28 nbr
X {	$\frac{1}{4} = 9 \text{ XX d. h. br gehemmt} = \text{nbr}$	$\frac{1}{4} = 7 \text{ XX d. h. nbr mit Hemm.faktor hom.}$	
	$\frac{2}{4} = 18 \text{ Xx d. h. br ungehemmt} = \text{br}$	$\frac{2}{4} = 18 \text{ Xx d. h. nbr mit Hemm.faktor het.}$	
	$\frac{1}{4} = 9 \text{ xx d. h. br ungehemmt} = \text{hr}$	$\frac{1}{4} = 7 \text{ xx d. h. nbr ohne Hemmungsfaktor}$	
d. h. 27 br		:	37 nbr auf 64 Individuen

Nehmen wir wiederum an, XX sei gegenüber BBRR wirkungslos, so erhalten wir statt 27 br : 37 nbr — 28 br : 36 nbr = 7 : 9.

Prüfen wir danach die Zahlen Tabelle 17, so sehen wir, die Übereinstimmung ist gut. Für diese Gruppe steht mir die F_3 nur für die Kreuzung $H10 \times H13$ zur Verfügung. Nach der Theorie ist die F_3 folgendermaßen konstituiert (Tabelle 19).

Tabelle 19.
Spaltung in F_3 der Kreuzung $BrX \times bRx$.

	F_2	F_3		
1.	mit XX	1 ungehemmt : 15 gehemmt		
		$RRBBXX = 1$ br konstant		
		$2 RrBBXX = 2$ nbr; \times^1 in 1 br : 3 nbr		
		$rrBBXX = 1$ nbr konstant		
		$RRBbXX = 2$ nbr; \times in 1 br : 3 nbr		
	2	$\left\{ \begin{array}{l} 2 RrBbXX = 4 \text{ nbr; } \times \text{ in 1 br : 15 nbr} \\ rrBbXX = 2 \text{ nbr konstant} \end{array} \right.$		
		RR		
		$2 Rr \left. \begin{array}{l} \\ rr \end{array} \right\} bBXX = 4$ nbr konstant		
2.	2 mal mit Xx	= ungehemmt	auf 64 Ind.	auf 16 Ind.
		$RRBBXx = 4$ br konstant	4 br konstant	1
		$2 RrBBXx = 4$ br; \times in 3 br : 1 nbr	12 br; \times 3 : 1	3
		$rrBBXx = 2$ nbr konstant	4 br; \times 9 : 7	1
		$RRBbXx = 4$ br; \times in 3 br : 1 nbr	8 br; \times 7 : 9	2
	2	$\left\{ \begin{array}{l} 2 RrBbXx = 8 \text{ br; } \times \text{ in 7 br : 9 nbr} \\ rrBbXx = 4 \text{ nbr konstant} \end{array} \right.$	28 br	7 br
		RR	28 nbr konstant	7
		$Rr \left. \begin{array}{l} \\ rr \end{array} \right\} bBx = 8$ nbr konstant	4 nbr; \times 1 : 3	1
			4 nbr; \times 1 : 15	1
			36 nbr	9 nbr
3.	mit xx	= ungehemmt		
		$RRBBxx = 1$ br konstant		
		$2 RrBBxx = 2$ br; \times in 3 br : 1 nbr		
		$rrBBxx = 1$ nbr konstant		
		$RRBbxx = 2$ br; \times in 3 br : 1 nbr		
	2	$\left\{ \begin{array}{l} 2 RrBbxx = 4 \text{ br; } \times \text{ in 9 br : 7 nbr} \\ rrBbxx = 2 \text{ nbr konstant} \end{array} \right.$		
		$RRbbxx =$		
		$2 Rrbbxx =$		
		$rrbbxx =$		
		$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} 4$ nbr konstant		

Es müssen also sein

1. von den 7 brüchigen: 1 konstant,
- 3 spaltend i. V. 3 : 1,
- 1 spaltend i. V. 9 : 7,
- 2 spaltend i. V. 7 : 9;

¹⁾ \times bedeutet spaltend.

2. von den 9 nichtbrüchigen: 7 konstant,
 1 spaltend i. V. 1 : 3,
 1 spaltend i. V. 1 : 15.

Wir haben hier wiederum den Fall, daß nichtbrüchige Pflanzen bei Selbstbefruchtung Brüchige abspalten.

Das Ergebnis der F_3 , die einerseits ganz besonders stark unter der Fritfliege zu leiden hatte, andererseits wegen des in ihr steckenden Faktors für Wintercharakter z. T. nicht zum Schossen kam, und daher sehr kleine Zahlen aufweist, steht mit diesen Forderungen nicht in Widerspruch, zeigt vielmehr Familien aller Kategorien.

Von nichtbrüchigen F_2 -Familien erhielt ich in F_3 konstant nichtbrüchig 19 Familien mit insgesamt 483 Individuen. 11 Familien von nichtbrüchiger F_2 stammend, spalteten in Zahlen, die sich auf die theo-

Tabelle 20.
 Aufspaltung in F_3 von $H. 10 \times H. 13$.

Saat-Nr. 1917	F_2	F_3		Wahrscheinliches Verhältnis
		Anzahl	br : nbr	
142	nbr.	25	2 : 23	1 : 15
146/147	"	50	11 : 39	1 : 3
150	"	9	3 : 6	1 : 3
154/155	"	41	11 : 30	1 : 3
156/157	"	26	19 : 7	—
169	"	13	6 : 7	? (1 : 3)
173	"	31	7 : 24	1 : 3
182/183	"	21	7 : 14	1 : 3
184	"	29	3 : 26	1 : 15
195	"	36	6 : 30	1 : 3
196	"	47	3 : 44	1 : 15
158	schwach br.	21	6 : 15	7 : 9
160/161	"	21	14 : 27	7 : 9
166/167	"	32	8 : 24	1 : 3 (?)
192	"	27	9 : 18	7 : 9
138/139	br.	23	27 : 6	3 : 1
148/149	"	10	7 : 3	3 : 1 (9 : 7 ?)
168	"	16	4 : 12	1 : 3 (7 : 9 ?)
171	"	34	15 : 19	7 : 9
189	"	29	13 : 16	7 : 9
201	"	25	13 : 12	7 : 9 (9 : 7 ?)
205/205	"	47	23 : 24	7 : 9 (9 : 7 ?)

retisch geforderten Verhältnisse 1 : 3 bzw. 1 : 15 zurückführen lassen. Von den in F_2 brüchigen spalteten alle (Tabelle 20) in wechselnden Verhältnissen, woraus wegen der geringen Zahlen nur zu entnehmen ist, daß bald die brüchigen überwiegen, bald die nichtbrüchigen (vgl. Tab. 20).

Die beiden abweichenden Familien 156/157 und 166/167 vermag ich ohne weitere Analyse nicht zu erklären.

Ich möchte an dieser Stelle noch einige Beobachtungen und Überlegungen einschalten, die noch weiterer Nachprüfung bedürfen:

a) Wahrscheinlich gehört in diese Gruppe auch die Kreuzung (Nr. 17 Tab. 2) $H77 \times H41$ aus einer Kreuzung Wintergerste \times Sommergerste, deren Zahlen durch starke Auswinterung der Herbstsaaten und teilweises Sitzenbleiben der Sommersaaten, wie sie für Kreuzungen von Winter- und Sommerformen charakteristisch sind, nicht zur Entscheidung ausreichen.

b) Vielleicht gehört hierher auch die Kreuzung $H34 \times H27$ von v. Ubisch, wie ich bei Erörterung der Dichtebeziehungen schon erwähnte. Die Kreuzung ist 1915 als Beispiel für die Spaltung nach 9 : 7 genannt; Zahlen für F_2 sind aber in keiner der beiden Arbeiten gegeben, wohl aber für 3 Beete aus F_3 , nämlich (S. 72):

das gibt nach 7 : 9 berechnet:

0361	34 : 37 = 71	7,67 : 8,33 \pm 0,67 \pm 0,94
0362	78 : 120 = 198	6,30 : 8,70 \pm 0,70 \pm 0,56
0363	91 : 91 = 182	8,01 : 8,00 \pm 1,00 \pm 0,44

Wenn auch die Übereinstimmung viel zu wünschen übrig läßt, so ist doch auf diesem Wege — aus den 3 Beeten allein kann man nicht urteilen — vielleicht die Erklärung finden.

c) Aus der Kreuzung Nr. 14, $H10 \times H23$ geht hervor, daß die beiden Sippen nicht denselben Brüchigkeitsfaktor besitzen; da wir $H10$ die Formel $BBrr$ zuschreiben müssen, so muß $H23$ $bbRR$ sein. Da nun, wie bereits erwähnt, $H23$ (2zeilige Kapuzengerste) \times $H15$ (6zeilige Kapuzengerste) eine nichtbrüchige F_1 und F_2 liefert, so muß $H15$, das sich (siehe S. 114) von *Hordeum spontaneum* nur durch einen Faktor unterscheidet, also bezüglich der Brüchigkeit einfach konstituiert ist, auch $bbRR$ sein und wir hätten das auffallende Ergebnis, daß die beiden 4zeiligen Kapuzengersten $H15$, mit der ich, und $H20$, mit der G. v. Ubisch gearbeitet hat, verschiedene Brüchigkeitsfaktoren be-

sitzen, was einer Prüfung etwa durch Kreuzung zwischen H15, H29 und H20 bedürfte.

IV. Ich komme nun auf die Kreuzung Nr. 10, $H40 \times H1$ *Hordeum spontaneum* \times 6zeilige Nacktgerste, die in F_2 auf 1 nichtbrüchiges Individuum statt 3 brüchiger etwa je 5 brüchige Individuen lieferte. Fasse ich die gesamte F_2 , die in den Jahren 1916, 1919 und 1920 ausgesät ist, zusammen, so erhalte ich

575 Individuen 487 br:88 nbr = 54,2:9,8 berechnet auf 64 Individuen
d. i. das Verhältnis $54:10 \pm 0,8 \pm 0,97$.

Danach unterscheiden sich H40 und H1 durch 3 Faktoren; je 2 Faktoren genügen, wenn auch nur heterozygot, um Brüchigkeit hervorzurufen; nichtbrüchig sind die Kombinationen mit nur einem dominierenden Faktor, auch wenn dieser homozygot auftritt, also die homozygoten Kombinationen bbRRcc, BBrrcc, brrrCC, brrrcc und die heterozygoten bbRrcc Bbrrcc brrrCc je zweimal auftretend. Von den übrigen 54 Kombinationen enthalten 27 alle drei dominanten Faktoren doppelt oder einfach und je 27 zwei dominante Faktoren doppelt oder einfach, nämlich je 9 B u. R, 9 B u. C und 9 R u. C.

Von den brüchigen sind, wie leicht zu berechnen ist:

10 konstant brüchig und zwar:

1 brüchig konstant trifaktoriell (III)

3 „ „ bifaktoriell (II)

6 „ spaltend in III und II.

44 sind Spalter in brüchig und nichtbrüchig, und zwar spalten in F_3 :

12 im Verhältnis 15:1

8 „ „ 54:10 (die 8 dreifachen Heterozygoten = F_1)

12 „ „ 3:1

12 „ „ 9:7

Von den 10 nichtbrüchigen sind in F_3 :

3 konstant nichtbrüchig mit 1 Faktor B, R oder C = I	} d. h. alle phänotypisch nichtbrüchig
1 „ „ ohne Faktor f. Brüchigkeit = 0	
6 spaltend in Typus I und 0 im Verhältnis 1:2:1	

Diese Zahlen sind in F_3 und F_4 in folgender Weise vertreten (Tabelle 21).

Tabelle 21.

Aufspaltung der F_3 von $H 40 \times H 1$ 1917, 1918 und 1920.Abkürzungen: br = brüchig, nbr = nichtbrüchig; Phänotypus F_2 : + = brüchig, | = schwachbrüchig, - = nichtbrüchig, ++ = stark brüchig.

Saat Nr F_2 1916	Phäno- typus F_2	An- zahl F_3	br: nbr	% br	$\frac{br}{nbr}$	Wahr- schein- liches Ver- hältnis	Auf dieses berechnet	Exper. Fehler	Theor. Fehler
A. theoretisch				84,4	5,4	54:10			
1,3	+	30	25:5	83,3	5,0	54:10	53,4:10,6	$\pm 0,6$	$\pm 4,24$
4	+	44	38:6	86,3	6,33	54:10	55,3:8,7	$\pm 1,3$	$\pm 3,50$
22	+	39	32:7	82,0	4,57	54:10	52,5:7,5	$\pm 1,5$	$\pm 3,72$
26	++	106	86:20	81,1	4,3	54:10	51,9:12,1	$\pm 2,1$	$\pm 2,20$
39		83	71:12	85,5	5,92	54:10	54,7:9,3	$\pm 0,7$	$\pm 2,53$
44	+	84	74:10	88,2	7,4	{ 54:10 15:1	{ 56,4:7,6 14,1:1,9	{ $\pm 2,4$ $\pm 0,9$	{ $\pm 2,54$ $\pm 0,42$
49	-	136	115:21	84,6	5,48	54:10	54,1:9,9	$\pm 0,1$	$\pm 1,99$
50	++	84	75:9	89,5	8,33	54:10	57,2:6,8	$\pm 3,2$	$\pm 2,54$?
55	+	24	20:4	83,3	5,0	54:10	53,3:10,7	$\pm 0,7$	$\pm 4,75$
57	+	102	89:13	87,2	6,85	54:10	55,8:8,2	$\pm 1,8$	$\pm 2,30$
61	+	69	55:14	79,7	3,93	54:10	51,1:12,9	$\pm 2,9$	$\pm 2,80$?
72	++	48	41:7	85,5	5,86	54:10	54,6:9,4	$\pm 0,6$	$\pm 3,35$
2,1	+	23	19:4	82,7	4,75	54:10	52,9:11,1	$\pm 1,1$	$\pm 4,75$
31	+	48	42:6	87,6	7,0	54:10	56,0:8,0	$\pm 2,0$	$\pm 3,35$
35	+	117	96:21	82,0	4,57	54:10	52,5:11,5	$\pm 1,5$	$\pm 2,15$
55	+	193	161:32	83,7	5,14	54:10	53,4:10,6	$\pm 0,6$	$\pm 1,67$
63	+	10	10:2	83,3	8,0	54:10			
65	+	16	14:2	87,5	7,0	54:10			
69	+	102	85:17	83,3	5,0	54:10	53,3:10,7	$\pm 0,7$	$\pm 2,30$
82	+	167	135:32	80,8	4,22	54:10	51,8:12,2	$\pm 2,2$	$\pm 1,80$
89	+	129	112:17	86,8	6,58	54:10	55,5:8,5	$\pm 1,5$	$\pm 2,04$
94	+	58	52:6	89,7	8,67	{ 54:10 15:1	{ 57,4:6,6 14,3:1,7	{ $\pm 3,4$ $\pm 0,7$	{ $\pm 3,25$ $\pm 0,5$ } ?
105	+	91	75:16	82,4	4,68	54:10	52,7:11,3	$\pm 1,3$	$\pm 2,4$
3,4	+	104	91:13	87,5	7,0	54:10	36,0:8,0	$\pm 2,0$	$\pm 2,28$
23		198	161:37	81,3	4,35	54:10	52,0:12,0	$\pm 2,0$	$\pm 1,65$
37	+	30	26:4	86,7	6,5	54:10	55,4:8,6	$\pm 1,4$	$\pm 4,25$
4,7	+	59	49:10	83,0	4,9	54:10	53,2:10,8	$\pm 0,8$	$\pm 3,12$
12	+	39	33:6	84,7	5,5	54:10	54,2:9,8	$\pm 0,2$	$\pm 3,72$
17	+	23	20:3	87,0	6,67	54:10	55,6:8,4	$\pm 1,6$	$\pm 4,85$
27	+	80	70:10	87,5	7,0	54:10	56,0:8,0	$\pm 2,0$	$\pm 2,60$
43	+	61	51:10	83,6	5,1	54:10	53,5:10,5	$\pm 0,5$	$\pm 2,85$
51	+	34	30:4	88,3	7,5	54:10	56,5:7,5	$\pm 2,5$	$\pm 3,48$
85	+	63	52:11	82,5	4,73	54:10	52,8:11,2	$\pm 1,2$	$\pm 2,93$
90		55	45:10	81,8	4,5	54:10	52,5:11,5	$\pm 1,5$	$\pm 3,13$

Zu Tabelle 21. (Fortsetzung von S. 134.)

Saat Nr. F ₁ 1916	Phäno- typus F ₂	An- zahl F ₂	br: nbr	% br	$\frac{br}{nbr}$	Wahr- schein- liches Ver- hältnis	Auf dieses berechnet	Exper. Fehler	Theor. Fehler
B. theoretisch				75	3	3:1			
1,12	+	118	87:31	73,7	2,71	3:1	2,95:1,05	+ 0,05	+ 0,16
13	+	198	139:59	70,2	2,36	3:1	2,81:1,19	+ 0,19	+ 0,13
25	++	33	25:8	75,7	3,12	3:1	3,03:0,97	+ 0,03	+ 0,31
40	+	138	96:42	69,6	2,28	3:1	2,78:1,22	+ 0,22	+ 0,15
51	+	54	39:15	72,2	2,60	3:1	2,89:1,11	+ 0,11	+ 0,24
59	+	119	83:36	69,7	2,32	3:1	2,79:1,21	+ 0,21	+ 0,16
67	+	187	143:44	76,5	3,25	3:1	3,06:0,94	+ 0,06	+ 0,13
75	++	137	104:33	75,9	3,15	3:1	3,09:0,96	+ 0,04	+ 0,15
2,5	+	93	74:19	79,6	2,9	3:1	3,18:0,82	+ 0,18	+ 0,19
9	+	169	133:36	78,7	3,7	3:1	3,15:0,85	+ 0,15	+ 0,14
16	+	68	46:22	67,7	2,45	3:1	2,71:1,29	+ 0,29	+ 0,21
26	+	14	11:3	78,7	3,67	3:1	3,14:0,86	+ 0,14	+ 0,46
29	+	28	20:8	71,5	2,5	3:1	2,86:1,14	+ 0,14	+ 0,33
33	+	53	37:16	69,8	2,31	3:1	2,79:1,21	+ 0,21	+ 0,24
39	+	76	56:20	73,7	2,8	3:1	2,95:1,05	+ 0,05	+ 0,20
46	+	98	74:24	75,5	3,08	3:1	3,02:0,98	+ 0,02	+ 0,17
53	+	53	41:12	77,4	3,41	3:1	3,09:0,91	+ 0,09	+ 0,24
104	+spät	174	133:41	76,5	3,24	3:1	3,05:0,95	+ 0,05	+ 0,13
107	+	192	154:38	80,3	4,11	3:1	3,20:0,80	+ 0,20	+ 0,13?
113	+	42	29:13	69,1	2,23	3:1	2,76:1,24	+ 0,24	+ 0,27
117	+	72	52:20	72,2	2,60	3:1	2,89:1,11	+ 0,11	+ 0,20
120	++	37	27:10	73,0	2,70	3:1	2,92:1,08	+ 0,08	+ 0,29
126	+	253	189:64	74,7	2,95	3:1	2,99:1,01	+ 0,01	+ 0,11
129	++	117	91:26	77,7	3,50	3:1	3,11:0,89	+ 0,11	+ 0,16
3,20	+	226	158:68	70,0	2,31	3:1	2,80:1,20	+ 0,20	+ 0,12?
21	+	31	22:9	71,0	2,45	3:1	2,84:1,16	+ 0,16	+ 0,31
29	+	33	23:10	69,7	2,3	3:1	2,79:1,21	+ 0,21	+ 0,30
42	+	38	27:10	73,0	2,7	3:1	2,84:1,16	+ 0,16	+ 0,29
46	++	89	66:23	74,2	2,87	3:1	3,01:0,99	+ 0,01	+ 0,18
4,8	+	95	73:22	76,8	3,31	3:1	3,07:0,93	+ 0,07	+ 0,18
18	+	109	80:29	73,3	2,76	3:1	2,93:1,07	+ 0,07	+ 0,16
48	+	57	42:15	73,7	2,8	3:1	2,95:1,05	+ 0,05	+ 0,23
53	+	38	29:9	76,3	3,21	3:1	3,05:0,95	+ 0,05	+ 0,28
67	+	14	11:3	78,6	3,67	3:1	3,14:0,86	+ 0,14	+ 0,46
73	+	57	42:15	73,7	2,80	3:1	2,95:1,05	+ 0,05	+ 0,23
78	+	139	100:39	71,9	2,56	3:1	2,88:1,12	+ 0,12	+ 0,15
83	+	186	135:51	72,6	2,65	3:1	2,90:1,10	+ 0,10	+ 0,13

Zu Tabelle 21. (Fortsetzung von S. 135.)

Saat Nr. F ₂ 1916	Phäno- typus F ₂	An- zahl F ₂	br : nbr	% br	br nbr	Wahr- schein- liches Ver- hältnis	Auf dieses berechnet	Exper. Fehler	Theor. Fehler
C. theoretisch				93,8	15,0	15 : 1			
1,93	+	16	15 : 1	93,8	15,0	15 : 1	15,0 : 1,0	± 0,0	
2,79	+	63	59 : 4	93,6	14,7	15 : 1	14,97 : 1,03	± 0,03	± 0,49
94	+	58	52 : 6	89,7	8,67	15 : 1	14,33 : 1,67	± 0,67	± 0,51 ?
100	+	59	55 : 4	93,3	13,7	15 : 1	14,91 : 1,09	± 0,09	± 0,50
125	+	52	49 : 3	94,2	16,6	15 : 1	15,07 : 0,93	± 0,07	± 0,54
3,36	+	103	97 : 6	94,2	16,2	15 : 1	15,06 : 0,94	± 0,06	± 0,39
4,29	+	34	33 : 1	97,0	33,0	15 : 1 ?			
92	+	24	21 : 2	91,3	10,5	15 : 1 ?			
D. theoretisch				56,2	1,26	9 : 7			
			oder	62,5	1,67	10 : 6			
1,63	+	31	17 : 14	54,8	1,21	9 : 7	9,17 : 6,83	± 0,17	± 1,42
2,19	+	52	29 : 23	55,8	1,26	9 : 7	8,92 : 7,08	± 0,08	± 0,10
85	+	39	23 : 16	59,0	1,47	9 : 7	9,44 : 6,56	± 0,44	± 1,27
3,27	+	13	7 : 6	53,8	1,17	9 : 7	8,62 : 7,38	± 0,38	± 2,20
56	+	26	14 : 12	53,8	1,17	9 : 7	8,62 : 7,38	± 0,38	± 1,56
4,65	+	31	18 : 13	58,1	1,38	9 : 7	9,29 : 6,71	± 0,29	± 1,42
1,11	+	55	35 : 20	63,7	1,75	9 : 7	10,18 : 5,82	± 1,18	± 1,07
						10 : 6		± 0,18	± 1,04
23	+	134	86 : 48	64,2	1,79	9 : 7	10,26 : 5,74	± 1,26	± 0,69
						10 : 6		± 0,26	± 0,66
56	+spät	111	74 : 37	66,7	2,0	9 : 7	10,66 : 5,34	± 1,66	± 0,75
						10 : 6		± 0,66	± 0,73
2,17	+	26	17 : 9	65,4	1,89	9 : 7	10,46 : 5,54	± 1,54	± 1,56
						10 : 6		± 0,54	± 1,52
124	+	36	24 : 12	66,6	2,0	9 : 7	10,66 : 5,34	± 1,66	± 1,32
						10 : 6		± 0,66	± 1,29
3,9		19	12 : 7	63,2	1,71	9 : 7	10,10 : 5,90	± 1,10	± 1,82
						10 : 6		± 0,10	± 1,78
18	+	153	103 : 50	67,4	2,16	9 : 7	10,76 : 5,24	± 1,76	± 0,64
						10 : 6		± 0,76	± 0,63
31	+	33	22 : 11	66,6	2,0	9 : 7	10,66 : 5,34	± 1,66	± 1,38
						10 : 6		± 0,66	± 1,35
4,54	+	36	23 : 13	64,0	1,77	9 : 7	10,22 : 5,78	± 1,22	± 1,32
						10 : 6		± 0,22	± 1,29
64	+	53	34 : 19	64,2	1,79	9 : 7	10,27 : 5,73	± 1,27	± 1,09
						10 : 6		± 0,27	± 1,06

Zu Tabelle 21. (Fortsetzung von S. 136.)

Saat Nr. F_2 1916	Phäno- typus F_2	An- zahl F_3	br : nbr	% br	br nbr	Wahr- schein- liches Ver- hältnis	Auf dieses berechnet	Exper. Fehler	Theor. Fehler
------------------------------	--------------------------	----------------------	----------	------	-----------	--	-------------------------	------------------	------------------

E. Mit Überschuß an Nichtbrüchigen spalten in F_3 auf:

a) theoretisch				43,8	0,78	7 : 9			
2,75	+	16	7 : 9	43,8	0,78	7 : 9	7,0 : 9,0	0,0	
4,2	+	42	18 : 24	42,8	0,75	7 : 9	6,86 : 9,14	+ 0,14	+ 1,50
b) theoretisch				37,5	0,60	6 : 10			
2,13	+	53	21 : 32	39,7	0,65	7 : 9 6 : 10	6,34 : 9,66	$\begin{cases} \pm 0,66 \\ \pm 0,34 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 1,09 \\ \pm 1,06 \end{cases}$
3,35		155	63 : 92	40,7	0,69	7 : 9 6 : 10	6,50 : 9,50	$\begin{cases} \pm 0,50 \\ \pm 0,50 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 0,64 \\ \pm 0,62 \end{cases}$
1,5	+	53	17 : 36	32,0	0,47	7 : 9 6 : 10	5,13 : 10,87	$\begin{cases} \pm 1,87 \\ \pm 0,87 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 1,09 \\ \pm 1,06 \end{cases}$
38	+	110	38 : 72	34,5	0,48	7 : 9 6 : 10	5,52 : 10,48	$\begin{cases} \pm 1,48 \\ \pm 0,48 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 0,76 \\ \pm 0,74 \end{cases}$
4,61	+	42	13 : 29	31,0	0,45	7 : 9 6 : 10	4,96 : 11,04	$\begin{cases} \pm 2,04 \\ \pm 1,04 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 1,22 \\ \pm 1,19 \end{cases}$
69	+	25	8 : 17	32,0	0,47	7 : 9 6 : 10	5,12 : 10,88	$\begin{cases} \pm 1,88 \\ \pm 0,88 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 1,59 \\ \pm 1,55 \end{cases}$
71		77	26 : 51	33,8	0,51	7 : 9 6 : 10 3 : 13	4,16 : 11,84	$\begin{cases} \pm 2,84 \\ \pm 1,84 \\ \pm 1,16 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 0,90 \\ \pm 0,88 \\ \pm 0,81 \end{cases} \}$
c) theoretisch				18,6	0,23	3 : 13			
1,8	+ od.	27	8 : 19	29,6	0,42	3 : 13	4,74 : 11,26	+ 1,74	+ 1,20
4,38	+	55	10 : 45	18,2	0,22	3 : 13	2,91 : 13,09	+ 0,09	+ 0,84
d) theoretisch				15,6	0,19	10 : 54			
1,60	- od.	36	6 : 30	16,7	0,20	$\begin{cases} 3 : 13 \\ 10 : 54 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,67 : 13,33 \\ 10,67 : 53,33 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 0,33 \\ \pm 0,67 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 1,04 \\ \pm 3,87 \end{cases}$
2,124	+	20	3 : 17	17,6	0,17	$\begin{cases} 3 : 13 \\ 10 : 54 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,40 : 13,60 \\ 9,30 : 54,40 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 0,60 \\ \pm 0,40 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 1,39 \\ \pm 5,20 \end{cases}$
4,91		52	8 : 44	15,4	0,15	$\begin{cases} 3 : 13 \\ 10 : 54 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,46 : 13,54 \\ 9,85 : 54,15 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 0,54 \\ \pm 0,15 \end{cases}$	$\begin{cases} \pm 0,75 \\ \pm 3,22 \end{cases}$
2,111	+ od.	17	2 : 15	11,7	0,13	?			

F. F_2 als nbr notiert, F_3 spaltend.

1,49	—	136	115 : 21	84,6	5,48	54 : 10	54,10 : 9,90	+ 0,10	+ 1,99
2,68	—	32	27 : 5	84,4	5,40	54 : 10	54,0 : 10,0	+ 0,0	
4,14	spät. +	35	28 : 7	80,0	4,00	$\begin{cases} 54 : 10 \\ 3 : 1 \end{cases}$			

Zu Tabelle 21. (Fortsetzung von S. 137.)

Saat Nr. F ₂ 1916	Phäno- typus F ₂	An- zahl F ₂	br : nbr	% br	$\frac{br}{nbr}$	Wahr- schein- liches Ver- hältnis	Auf dieses berechnet	Exper. Fehler	Theor. Fehler
4,31	—	43	24 : 19	55,8	1,26	9 : 7	8,94 : 7,06	+ 0,06	± 1,21
2,67	— oben	8	7 : 1	87,5					
2,6	— oben	20	19 : 1	95,0		15 : 1			
4,6	— spät. +	12	9 : 3	75,0		3 : 1			
1,65	—	38	14 : 24	35,9	0,58	$\left\{ \begin{array}{l} 7 : 9 \\ 6 : 10 \end{array} \right\}$	5,89 : 10,11	$\pm 1,11$ $\pm 0,11$	$\pm 1,29$ $\pm 1,25$
4,22	— oben schw. tb.	25	5 : 20	20,0	0,25	3 : 13			
1,60	— (ob.)	36	6 : 30	16,7	0,20	$\left\{ \begin{array}{l} 3 : 13 \\ 10 : 54 \end{array} \right\}$	2,67 : 13,33 10,59 : 53,41	$\pm 0,33$ $\pm 0,59$	$\pm 1,04$ $\pm 3,87$

G. F₂ als + od. | notiert, F₂ nbr.

2,32	+ (oben)	208	0 : 208
2,40	+	44	0 : 44
3,3		211	0 : 211
3,44	(tb.)	18	0 : 18 (tb.)
4,1		15	0 : 15
4,24	(oben)	98	0 : 98

H. F₂ als — notiert, F₂ br.

2,18	— (ob. tb.)	18	18 : 0
4,16	— (spät. +)	105	105 : 0

Aus Tabelle 21, A—D ersehen wir folgende Verteilung:

1. F₃ brüchig konstant 70 Familien mit im ganzen 5081 Individuen
F₄ " " 37 " " " " 329 "

Summa: 110 Familien mit im ganzen 5410 Individuen.

2. F₃ spaltend i. Verh. 54 : 10 36 Fam. (davon 2 vielleicht 15 : 1) (+ 3)
(1 vielleicht 3 : 1)
i. Verh. 3 : 1 37 Fam. (davon 2 vielleicht 9 : 7) (+ 1)
i. Verh. 9 : 7 17 Fam. (davon 2 vielleicht 3 : 1) (+ 1)
i. Verh. 15 : 1 9 Fam. (davon 2 vielleicht 54 : 10) (+ 1)

F₂ notiert als brüchig, oben z. T. schwach brüchig, spaltet in gleicher Weise, so daß die Zahlen in Klammern noch dazu kommen. F₄ ist durch Fritfliege unverwertbar.

3. F₂ nbr; F₃ nbr 13 Familien mit 1072 Individuen nbr konst.
F₂ ×; F₃ nbr; F₄ nbr 59 " " 754 "

72 Familien mit 1826 Individuen nbr konst.

Im Gegensatz zu den vorigen Kreuzungen haben wir es also hier mit einem Unterschied von drei gleichsinnig wirkenden Faktoren zu tun; davon sind zwei die uns schon bekannten B und R des *Hordeum spontaneum*. Der dritte Faktor, den ich C nenne, wirkt wenigstens qualitativ wie B und R, weil er sowohl mit B wie mit R, schon wenn nur heterozygot vorhanden, Brüchigkeit hervorruft. Ob er auch quantitativ ebenso wirkt, soll später untersucht werden. Man könnte auch diesen Faktor *Hordeum spontaneum* zuschreiben unter der Voraussetzung, daß er in den bisher untersuchten Kreuzungen aus irgend einem Grunde nicht manifest wird. Es geht aber aus anderen Kreuzungen mit H1 hervor, daß H1 einen Brüchigkeitsfaktor besitzt (Tabelle 22). Ich nehme daher an, daß der Faktor C durch H1 eingeführt ist, die Kreuzung mithin die Form hat: BRc × brC.

Tabelle 22.

H1 × H40 . .	575	487 : 88	54,2 : 9,8	± 0,8	± 0,97	54 : 10
× H76 . .	39	32 : 7	3,24 : 0,76	± 0,24	± 0,28	3 : 1
× H66 . .	62	$\frac{9+10}{19} : 43$	1,23 : 2,77	± 0,23	± 0,22	1 : 3
× H41 . .	244	0 : 244				

Soweit wäre diese Kreuzung und Aufspaltung verhältnismäßig einfach zu verstehen; es ist aber die Sache damit nicht erledigt; vielmehr fanden sich noch folgende Abweichungen (Tabelle 21, E—H):

1. 16 F₃-Familien spalteten im Verhältnis 7 : 9 oder 3 : 13 auf; auch in F₄, wo die Zahlen jedoch meist zu klein sind, gibt es Fälle mit einem Überschuß an nichtbrüchigen Individuen.
2. 11 als nichtbrüchig notierte F₂-Pflanzen gaben in F₃ eine Aufspaltung im Verhältnis 3 : 1, 54 : 10, 9 : 7, 15 : 1 und in die Umkehrungen 7 : 9, 3 : 13.
3. 6 als Brüchig oder schwach Brüchig bezeichnete F₂-Pflanzen dagegen hatten eine einheitlich nichtbrüchige Descendenz.

Das heißt, wir begegnen hier genau denselben Erscheinungen, wie in den Kreuzungen, in denen ein Hemmungsfaktor beteiligt ist. Während aber dort die Einführung des Hemmungsfaktors uns mit der F₃-Spaltung gleichzeitig die Verhältnisse in F₂ aufhellte, können wir hier die Spaltung in F₂ durch die Annahme der drei Brüchigkeitsfaktoren allein schon mit ausreichender Genauigkeit erklären. Es liegt damit ein ähnliches Verhältnis vor, wie wir es in etwas einfacherer Form aus anderen Spaltungen

bereits kennen — das nämlich erstmalig eine scharfe Grenze zwischen den mit dem dominanten Faktor ausgestatteten Individuen — ich möchte sie als Dominant-Phänotypen bezeichnen — und den Rezessiv-Phänotypen erkennen läßt, das aber, durch dieses gröbere Verhältnis verdeckt, noch eine feinere, durch weitere Faktoren bedingte Unterspaltung voraussetzt. So ist es beispielsweise nach v. Ubisch mit der Ährendichte, die scheinbar monohybrid drei lockere auf eine dichte Ähre gibt, wo aber innerhalb der lockeren nochmal zwei Faktoren auf die Lockerkeit genotypisch modifizierend einwirken. — Ebenso muß hier innerhalb der beiden Gruppen 54 br und 10 nbr, ein Hemmungsfaktor wirksam sein, dessen Aufspaltung in F_3 einerseits Umkehrung des Verhältnisses br:nbr, andererseits auch in der 2. Gruppe der Nichtbrüchigen Abspaltung von Brüchigen hervorbringt. Mein Material reicht zur Lösung dieser Schwierigkeit nicht aus, insbesondere sind Rückkreuzungen und Kreuzungen der Spaltungsprodukte untereinander jetzt erforderlich; da ich aber, wie bereits gesagt, die Versuche 1918 abbrechen mußte, bringe ich trotzdem das Zahlenmaterial zur Veröffentlichung, weil die Frage, insofern es sich um eine Primitiveigenschaft und ihre Vererbungsweise handelt, doch von besonderem und von prinzipiellem Interesse ist.

Ich möchte deshalb zum Schluß diejenigen Punkte zusammenstellen, die durch das von mir gewonnene Zahlenmaterial zum Problem geworden sind, und soweit es aus ihm bereits zu ersehen ist, zeigen, in welcher Weise die Lösung zu suchen ist.

I. Für die recht umfangreiche F_3 und F_4 der Kreuzung $H40 \times H1$ habe ich eine besondere Gruppe aufgestellt von Spaltungen zweifelhaften Ursprungs. Daß es nicht angängig ist, diese Spaltungszahlen auf Modifikationen zurückzuführen, geht einmal aus den vorher mitgeteilten Untersuchungen hervor, andererseits aber aus der Gleichartigkeit, durch die diese abweichenden Typen charakterisiert sind. So ist vor allem der Typus nichtbrüchig-teilbar durch die stets variierende Zahl von nbr und br in der Nachkommenschaft ausgezeichnet, während umgekehrt eine nbr-teilbare Familie in ihrer Aszendenz vielfach auf eine als schwach-br bezeichnete Pflanze zurückgeht. Den Prototyp einer solchen Spaltung stellt die vorhin besprochene Familie aus $H40 \times H41$ (Tabelle 8) dar. Tabelle 23 gibt die Zahlen für $H40 \times H1$.

II. Die zweite Schwierigkeit liegt darin, die in anderen Kreuzungskombinationen mit den gleichen Gerstensorten auftretenden Zahlen mit den erstgewonnenen in Einklang zu bringen.

Tabelle 23.
Aufspaltung des Phänotypus „nichtbrüchig—teilbar“.

Saat Nr 1916	F ₂		F ₃	F ₄
	Stamm Nr.	Phäno- typus		
S. 16, 4/87	143	nbr	a) 30 nbr Spitze tb/zer- brechlich b) 50 nbr	eine Nachkommenschaft (Nk) von F ₃ nbr ergab 11 schwach-br
16, 2/71	116	kaum br	13 nbr tb:22 nbr:3 br	von F ₃ nbr: a) alle nbr und nbr tb b) 1 Nk nbr ++ tb 8 Fam. von F ₃ nbr, darin 5, 2, 7, 5, 8, 5, 5 nbr; 1 Fam.: 3 br:24 nbr von F ₃ nbr: 6 F ₄ -Fam., alle nbr zäh
16, 4/22	132	nbr	a) 5 br:20 nbr b) fast alle nbr, wenige a. d. Spitze schwach br	von F ₃ nbr: 2 F ₄ -Fam., alle nbr oder nbr, schwach tb
16, 2/111	120	schwach br	a) 2 br:6 nbr tb:9 nbr b) alle nbr	von F ₃ nbr } alle gleichartig, nbr " " br } und nbr tb
16, 4/38	134	br	a) 15 nbr b) 10 br:45 nbr	
16, 2/114	149	oben schw. br, leicht tb	a) 26 schwach br, ±, z. T. bes. im ob. Teil leicht tb b) meist nbr, wenige br	von F ₃ br " F ₃ nbr } einheitlich nbr, " F ₃ schw. br } 6, 7, 8 u. 7 Indiv.
16, 1/8	92	schwach br	6 br:3 nbr tb:17 nbr	von F ₃ br: 1 Fam. nbr tb " F ₃ nbr: 3 Fam. nbr + nbr tb + schw. br
16, 1/60	101	nbr	6 br:9 nbr. tb:21 nbr	von F ₃ nbr " F ₃ nbr tb } alle nbr bis nbr tb " F ₃ br }
16, 2/10	109	br	a) 21 br:7 schw. br:5 nbr tb :21 nbr b) alle + br	von F ₃ nbr: 3 Fam.; × in br: nbr-tb: vereinz. nbr von F ₃ br: 2 Fam. einh. nbr, ++tb (38 u. 9 Ind.) von F ₃ br: 1 Fam., × in br: nbr, ++tb von F ₃ schw. br: 1 Fam. einheitl. nbr, ++tb
16, 2/29	110	br	brüchig im Überschuß	von F ₃ br: 1 Fam. nbr, tb " F ₃ nbr: 1 Fam. nbr, tb
16, 2/124	121	br	18 br:6 schw. br:10 nbr	von F ₃ br: 7 Fam. nbr, +tb u. nbr von F ₃ nbr: 3 Fam. nbr.

Besonders auffallend sind die sehr verschiedenartigen Zahlenverhältnisse, die die Kreuzungen mit H41 liefern (Tabelle 3). $H41 \times H40$ nötigte uns mit dem Verhältnis 10:6 H41 die Formel BrX zuzuschreiben.

In allen Kreuzungen mit H41 sehen wir die starke Beschränkung der Brüchigkeit; wir sahen, daß der Faktor X auf B und R hemmend wirkt. Da nun $H41 \times H1$, wo zu B auch der Faktor C noch hinzutritt, völlig nichtbrüchig ist — untersucht wurden 244 F_2 -Pflanzen — so muß H41 auch einen Hemmungsfaktor für C haben, was näher zu untersuchen wäre.

III. Nun spaltet $H41 \times H66$ im Verhältnis 4 br:42 nbr (davon drei brüchige zweifelhaft) auf; das kann sowohl das Verhältnis 1:15 als 1:63 sein. H66 gibt auch mit H1 eine spaltende F_2 ; H66 muß also sowohl zu H41, als zu H1 einen Ergänzungsfaktor besitzen, das kann nur R sein. Geben wir nun H66, das ja mit H1 gekreuzt, auch die starke Hemmungswirkung zeigt, auch den Faktor X, so erhalten wir für $H41 \times H66$ $BrX \times bRX = 9$ br:7 br, alle mit XX also gehemmt, d. h. nbr.

Wenn wir aber annehmen, daß XX gegenüber BBRR unwirksam ist, so kommen auf 16 Individuen 1 br:15 nbr. Dies Resultat nötigt uns das Verhältnis der Kreuzung Nr. 5 in 10:6¹⁾, das der Kreuzungen Nr. 14—16 in 7:9 umzuwandeln.

IV. Wie dagegen das Verhältnis 1:3 oder 3:13 in $H1 \times H66$ und $H41 \times H45$ unter diesen Voraussetzungen zustandekommt, vermag ich einstweilen nicht zu erklären, ebensowenig wie das in den Kreuzungen mit H70 auftretende Verhältnis 10:54 oder 3:13; endlich bedarf auch $H76 \times H1$ mit 3:1 (oder 13:3) noch weiterer Untersuchungen. $H76 \times H62$ und $H76 \times H4$ sind nichtbrüchig in F_1 und F_2 . H62 hat nach Krz. 14 die Formel bRx , H4 nach v. Ubisch (Krz. 9) ebenfalls; H76 muß also wohl die gleiche Formel bRx haben, und wir hätten in $H76 \times H1 = 3:1$ oder 13:3 die Spaltung: $bRc \times brC$, die 9:7 liefern müßte; wie daraus das Verhältnis 3:1, unter Berücksichtigung der übrigen Kreuzungsergebnisse wird, kann ich ohne weitere Experimente nicht sagen.

Daß die durch den Faktor C bedingte Brüchigkeit geringer ist, als die durch B und R bedingte, zeigen die genannten Kreuzungen $H76 \times H1$ und $H1 \times H66$ deutlich. Die Ähre zerfällt spontan nur an der Spitze bis etwa zu $\frac{1}{3}$, sowohl in F_1 als in den brüchigen Kombinationen — in F_2 von $H40 \times H1$ mit seiner kontinuierlichen Reihe von stark Brüchigen bis zu völlig Zähspindigen tritt das nicht deutlich hervor.

¹⁾ Vergl. S. 116.

Ich komme damit zum Schluß: Aus dem Mitgeteilten geht unzweideutig hervor, daß wir es bei der Brüchigkeit mit einer außerordentlich komplizierten Erscheinung zu tun haben und daß es nicht zulässig ist, die in einer kleinen Gruppe gefundenen Tatsachen ohne weiteres zu verallgemeinern. Es ist ja von vornherein gar nicht wahrscheinlich, daß ein so vielseitig bedingter Vorgang, wie der auf Reifeerscheinungen zurückzuführende Abstoßungsprozeß, der teils morphologisch bedingt, wahrscheinlich mechanischer Natur, teils physiologisch bedingt, wahrscheinlich chemischer Natur ist, auf so einfacher Grundlage beruhen sollte, wie es nach den ersten Versuchen von v. Ubisch erschien. Die Theorie, daß *Hordeum spontaneum*, als mutmaßliche Stammpflanze der Kulturgersten, alle Faktoren dominant enthält, die mit der Annahme, daß alle Mutationen Verlustmutationen sind, zusammenfällt, ist nach obigem einzuschränken. Jedenfalls ist es theoretisch durchaus denkbar, daß Mutationen auch zu Neuerwerbungen führen, d. h. daß Faktoren durch Mutation neu entstehen. Schon Nillson-Ehle sagt 1909: „Es gibt bei den Getreidearten einzelne ganz unbestrittene Beispiele dafür, daß Einheiten durch Mutation einzelner Gameten entstehen.“ Unzweifelhaft sind in der Kultur dominante Hemmungsfaktoren entstanden, die *Hordeum spontaneum* nicht besitzt, ebenso wie uns die Kreuzung H40 \times H1 zu der Annahme zwingt, daß auch neben den Brüchigkeitsfaktoren B und R der Wildgerste mindestens ein weiterer gleichsinnig wirkender Brüchigkeitsfaktor existiert. Wenn die Annahme mehrerer, spezifisch, d. h. entweder auf den einen oder auf den anderen Brüchigkeitsfaktor wirkender Hemmungsfaktoren zu kompliziert erscheinen sollte, so sei darauf hingewiesen, daß auch nur durch unterschiedliche Mutation entweder der eine oder der andere Brüchigkeitsfaktor entweder B oder R zum Wegfall kam. Von da ist es nicht mehr weit zu der Annahme, daß eine chemische Veränderung im Gameten Hemmungsstoffe sowohl gegen den einen, als gegen den anderen Faktor ausbilden sollte.

Damit schließe ich meine Darstellungen.

Weitere Kreuzungen mit den noch unverständlichen und mit neuen Sorten können noch andere Resultate bringen und zu einer neuen Erweiterung und Vertiefung der Theorie führen und ich möchte die Hoffnung aussprechen, daß meine Resultate von anderer Seite noch weiter bearbeitet werden bis zur völligen Klärung der Frage.

Potsdam, Institut für Vererbungsforschung.
