

Gesetzmässigkeiten der Standweite und Bestockung.

Von FRITZ GRAU (Königsberg Pr.).

In neuerer Zeit wird die Frage der Aussaat-Menge wieder aufgerollt. Es wird besonders aus Züchterkreisen eine Herabsetzung der Saatmenge empfohlen und im allgemeinen behauptet, dass infolge der Bestockungsfähigkeit der Getreidepflanzen mit einer geringeren Aussaat-Menge nicht allein derselbe Ertrag, sondern sogar ein viel höherer erzielt werden kann.

Die eingehenden Untersuchungen von MITSCHERLICH (1) über die Standweite und d. Ertrag haben jedoch einwandfrei festgestellt, dass der Flächenertrag mit der Aussaat-Menge nach dem Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren steigt.

Es wäre auch sonst in der Tat sehr merkwürdig, dass die Bestockung unserer hauptsächlichsten Getreidearten nach meinen Untersuchungen, die ich an feldmässigen Beständen verschiedentlich angestellt habe, bei Wintergetreide-Pflanzen auf 2 - 3 Halme, bei Sommergetreide-Pflanzen auf 1 - 2 Halme gesunken ist, und nicht zu verstehen, warum sie von den Getreidezüchtern schon seit langen Zeiten auf diesem Stand gehalten wird, während von Natur aus die Gräser, zu denen unsere Getreidepflanzen alle gehören, eine ganz ausserordentlich grosse Neigung zur Bestockung zeigen (2). So weist NOVACKI auf einen Fall hin. Er fand eine Weizenstaude, die nicht weniger als 122 Halme hatte. Auch SHIREFF, der Nestor der englischen Getreidezüchter, fand in Schottland eine Weizenpflanze, die 63 Ähren mit 2473 Körnern enthielt (3). Er wählte diese Pflanze als Stamm-pflanze für die von ihm gezüchtete Weizensorte, die in England später eine grosse Rolle spielt. Noch auffallender sind die Angaben HABERLANDTs. Auf dem Boden Dalmatiens hatte ein Korn bei frühzeitiger Aussaat und starker Düngung 130 Halme mit Ähren abgegeben.

Wenn diese Eigenschaft der Cerealien von unsern Züchtern absichtlich vernachlässigt wurde, so geschah dieses aus dem einfachen Grunde, weil man infolge der dünnen Aussaat (nur bei dieser kann sich die Pflanze gut und gleichmässig bestocken) einerseits eine Verunkrautung der Schläge, andererseits eine ungleichmässige Ausbildung der einzelnen Halme und natürlich auch der Ähren befürchtete und verhüten wollte.

Hierzu trug auch die Behauptung von SCHRIBAUX viel bei, der festgestellt haben wollte, dass der Korn-Ertrag der sekundären und tertiären Halme dem des primären nachsteht, und die Getreidezüchter aus diesem Grunde vor zu starker Bestockung der Getreidepflanzen warnte.

Diese Behauptungen sind von LIPPOLDES (4) und RIMPAU widerlegt worden. Beide sehen den Wert der Bestockung darin, dass Fehlstellen, die durch Auswintern oder durch mechanische Beschädigungen der Pflanzen entstanden sind, durch die Natur in günstiger Weise infolge stärkerer Bestockung ausgeglichen werden.

Die Bestockung ist nicht eine rein individuelle Erscheinung; sie ist in erster Linie abhängig von der Menge derjenigen Wachstumsfaktoren, die das Wachstum der Pflanze im allgemeinen bedingen. Somit spielen die im Boden vorhandenen chemischen und physikalischen Wachstumsfaktoren für die Höhe der Bestockung eine grosse Rolle.

Die natürlichen Vegetationsbedingungen, Licht, Wärme, Bodenfeuchtigkeit und die Nährstoffe wirken im freien Feld mit und nebeneinander; dabei lässt sich die Wirkung des einen Faktors von dem des andern schlecht trennen. Ich möchte hier nur kurz hervorheben, in welchem Sinne ein jeder zur Geltung kommt.

Das Licht wirkt hemmend auf das Längenwachstum des Haupttriebes der Pflanze und regt daher die Bildung von Seitentrieben an. Durch einen Versuch kann man sich hiervon leicht überzeugen. Wird der Pflanze das Licht künstlich entzogen, so entwickelt sich der Hauptspross übermässig lang und zieht sämtliche Nahrung an sich, während die übrigen Triebe überhaupt nicht zur Ausbildung gelangen können. Auch

muss die Pflanze genügend assimilieren, damit sie eine grosse Anzahl von Halmen bilden kann.

Ferner spielen die Bodenfeuchtigkeit und die Nährstoffe bei der Halmvermehrung eine grosse Rolle. Nährstoff-Armut und Wassermangel wirken hemmend, eine Tatsache, die allgemein bekannt ist.

Welchen Wert die physikalischen Eigenschaften des Bodens, die ja die Energie erzeugen, für die Bestockung haben, brauche ich wohl nicht hervorzuheben.

Schon aus diesen Gründen kann die Bestockung nicht allein individuell sein. Sie ist von dem jeweiligen Standraum, welcher der Pflanze zur Verfügung steht, in erster Linie abhängig. Variiert man die Standweite, so ändert sich auch die Menge der physikalischen und chemischen Wachstumsfaktoren, die der Pflanze zur Verfügung stehen und von diesen ist die Intensität der Bestockung abhängig.

Um den Einfluss, den die Standweite auf die Bestockung unserer Getreidepflanzen ausübt, festzustellen, sind von mir zwei verschiedene Versuche angestellt worden:

Versuch I.

Im allgemeinen ist man der Ansicht, dass sich das Wintergetreide stärker bestockt als das Sommergetreide. Aus diesem Grunde hatte ich zuerst die Absicht, meine Beobachtungen insbesondere bei diesen Cerealien zu machen. Es wurden für die Versuche folgende Roggen- und Weizensorten verwendet: **MITSCHERLICHs** Winterroggen, **MITSCHERLICHs** Winterweizen, **BENSINGs** Trotzkopfweizen, **Criewener 104**, **General v. STOCKEN**, **HEINEs** begrannter Teverson, **LEMBKEs** Obotritenweizen, **SVALÖFFs** Squarhead.

Als Aussaat wurde beste auf Reinheit und Keimfähigkeit geprüfte Original-Saat gewählt, die mir von den Züchtern selbst und vom Versuchsgut Hasenberg der Landwirtschaftskammer zur Verfügung gestellt wurden. Als Versuchsfeld wurde mir ca. 50 qm Gartenboden im Versuchsgarten des landwirtschaftlichen Instituts von Herrn Prof. **MITSCHERLICH** freundlichst überlassen.

Der Roggen wurde am 10. September eingesät und zwar wurden die Körner einzeln mit der Hand in einer Saat-Tiefe von 2 cm und in Standweiten:

4,4 cm, 6,6 cm, 8,8 cm, 10,10 cm, 12,12 cm und 15,15 cm ausgelegt. Es wurden von mir absichtlich quadratische Standweiten, die mit dazu besonders angefertigten Massen festgelegt waren, gewählt, um einerseits die Standweiten genau einhalten zu können, andererseits die Bestockung der einzelnen Pflanzen besser feststellen zu können, da bei Drillreihen-Saat die Pflanzen sehr eng stehen und sich ihre Wurzeln derart verflechten, dass später eine strenge Scheidung der Pflanzen sehr schwer möglich ist und daher bei der Feststellung der Bestockung Fehler fast unvermeidlich sind.

Für jeden Versuch der oben angeführten Getreidesorten wurden je 6 qm genommen; somit fiel auf jede Standweite 1 qm.

Die Weizensorten wurden in der Zeit vom 5. - 12. Oktober unter genau denselben Bedingungen in einer Saattiefe von 3,5 cm gesät.

Nachdem die Saat aufgelaufen, wurden die Fehlstellen, die dadurch entstanden waren, dass einige Körner nicht keimten, durch Einsetzen von Reservepflanzen auf die Zahl der ausgelegten Körner gebracht.

Der Roggen grünte sehr gut ein, jedoch bestockte er sich im Herbst sehr wenig.

Infolge der schlechten Witterung und der schwierigen Saatbeschaffung konnte d. Weizen erst verhältnismässig spät eingesät werden. Er grünte im Herbst wenig ein, war jedoch gut aufgelaufen. Sämtliche Sorten haben sich im Herbst überhaupt nicht bestockt. Die Behauptung, dass sich die Winterpflanzen hauptsächlich im Herbst bestocken, stimmt daher für unser rauhes Klima nicht, zumal der Winter hier recht früh einsetzt.

Infolge des starken Frostes und des geringen Schneeschatzes hatten die Versuche sehr gelitten. Es waren ausgewintert: Roggen 30%, **MITSCHERLICH** Weizen 35%, **BENSING** Trotzkopf-Weizen 43%. Die übrigen Weizensorten, die noch weniger winterfest sind, waren teils vollständig ausgewintert, teils hatten sie durch späte Nachfröste im April derart gelitten, dass sie für weitere Beobachtungen nicht mehr infrage kamen.

Es wurde von mir hierbei festgestellt, dass die Pflanzen mit verschiedenen Standweiten zu gleichen Teilen ausgewintert waren. Ob dieses auch auf dem freien Feld der Fall ist, möchte ich bezweifeln, da das Versuchsfeld vor scharfen Winden durch den umgebenden Häuserblock geschützt lag. Es ist vielmehr wahrscheinlich, dass im freien Felde die Pflanzen mit grösserer Standweite sich gegenseitig weniger vor scharfen Winden schützen können als die mit geringerer Standweite.

Die ausgewinterten Pflanzen wurden durch Reservepflanzen wiederum ersetzt.

Die Bestockungsperiode setzte im April ein und dauerte bis Ende Mai.

Im Frühjahr wurden von mir folgende Sommergetreide-Sorten gesät: Trommter kleine Gerste, SVALOFs Siegeshafer, Petkuser Gelbhafer, STRUWEs Schlandtedter Sommerweizen, BENSINGs Findlings-Hafer.

Die Aussaat erfolgte unter genau denselben Bedingungen wie im Herbst, und zwar in einer Saat-Tiefe von 3 cm.

Düngung. - Das Versuchsfeld hatte als Vorfrucht Kartoffel und wurde im Herbst nicht gedüngt. Im Frühjahr wurden 100 kg schwefelsaures Ammoniak pro ha ausgestreut und als genügend erachtet, zumal der verwendete Gartenboden, wie durch Düngungsversuche festgestellt worden ist, sehr wenig auf Stickstoff reagiert.

Pflanzenkrankheiten. - Von den Pflanzenkrankheiten traten beim Gelbhafer und der grossen Gerste nur *Helminthosporium graminum* auf. Dieser Pilz war jedoch gleichmässig bei sämtlichen Standweiten verteilt, sodass aus diesem Grunde die Versuche verwertet werden konnten.

Tierische Schädlinge. - Obwohl sämtliche Versuche mit Netzen überspannt waren, konnte man sie doch nicht vollständig vor Vogelfrass schützen; daher sind die Ziffern für die Körner-Erträge zweifellos sehr ungenau.

Schädigende Witterungs-Einflüsse. - Infolge des strengen Winters und des geringen Schneefalls waren die Winterpflanzen besonders stark dem Frost ausgesetzt. Daher sind von ihnen prozentual sehr viel ausgewintert. Ferner wirkten die ausserordentlich grossen Regenmengen während der Wachstumsperiode und der Blüte besonders schädigend auf den Ertrag. Sämtliche Getreidepflanzen, auch die mit grosser Standweite, waren ausser dem Roggen infolge der starken Regenfälle schon kurz nach der Blüte gelagert. Obwohl die Ernte absichtlich recht spät vorgenommen wurde, war die Reife bei den einzelnen Ähren infolge des ungünstigen Wetters recht ungleichmässig. Ganz besonders war dies bei den Pflanzen mit starker Bestockung der Fall.

Ernte. - Die einzelnen Sorten wurden, sobald sie reif waren, mit den Wurzeln herausgezogen, im Gewächshaus getrocknet und dann die Zahl der Halme und Pflanzen festgestellt. Randpflanzen und diejenigen, welche um Fehlstellen standen, wurden bei der Feststellung der Bestockung nicht berücksichtigt.

Bestockungstabelle 1. Mitscherlich-Roggen.

Standweite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen												Summe der		Mittlere Bestockung		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	Halme	Pflz.	gefunden ± R		berechnet	
4,4	241	33	8	1	-	-	-	-	-	-	-	335	283	1,18	± 0,02	1,10	
6,6	96	40	19	10	5	1	1	-	-	-	-	311	172	1,81	± 0,07	2,21	
8,8	22	21	18	22	10	4	2	1	-	-	-	302	100	3,02	± 0,11	3,34	
10,10	3	8	19	13	11	4	3	3	-	-	-	252	64	3,94	± 0,14	4,44	
12,12	-	3	3	8	5	6	5	3	1	-	-	176	34	5,18	± 0,23	5,26	
15,15	-	-	-	7	-	6	2	-	6	3	1	174	25	6,96	± 0,36	6,01	

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich, steigt die Bestockung des Roggens nach dem Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren mit der Standweite.

Ich bezeichne die Standweite mit x und die mittlere Bestockung mit y , so kann ich folgende Gleichung aufstellen:

$$\log(A - y) = \log A - c x.$$

Hierbei bedeutet A die höchstmögliche Halmzahl und c den Wirkungsfaktor. Die

Gleichung lautet endlogarithmiert und nach y hin aufgelöst:

$$y = A (1 - e^{-cx})$$

Nun setze ich unter Benützung der BRIGGSchen Logarithmen mit der Basis 10 die Werte für den Roggen ein und bekomme folgende Gleichung:

$$y = 6,5 (1 - 10^{-0,005 \cdot x})$$

Wenn ich die berechneten Werte für y mit den gefundenen vergleiche, so stimmen sie abgesehen von der Standweite 6 x 6 cm innerhalb der Fehlergrenzen gut überein. Dieses ist ein Beweis dafür, dass die Gleichung richtig ist.

Der Wert für die Standweite 4,4 cm ist bei verschiedenen Getreidearten (BENSINGS Trotskopfweizen, Petkuser Gelbhafer, Siegerhafer, Trommter kl. Gerste und bei Schlanstedter Sommerweizen) zu hoch gefunden. Der Grund für diese Unstimmigkeit ist zweifellos darin zu suchen, dass von den dicht gestellten Pflanzen einige vor und während der Bestockungsperiode eingegangen sind und somit die Standweite für die übrigen Pflanzen auch grösser war als angegeben ist. Bedauerlicher Weise ist dieses von mir bei der Feststellung der Bestockung nicht berücksichtigt worden.

Die oben angeführte Gleichung setze ich auch für alle übrigen Versuche ein und berechne nach ihr die mittlere Bestockung y (siehe Tabellen 1 - 9).

Tabelle 2. Mitscherlich-Weizen.

Standweite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen														Summe der		Mittlere Bestockung	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Halme	Pfl.	gefunden ± R	berechnet
4,4	172	18	1	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	225	194	1,16 ± 0,02	1,10
6,6	38	22	14	5	-	-	3	1	1	-	-	-	-	-	160	81	1,98 ± 0,09	2,21
8,8	17	12	19	14	8	4	4	1	-	-	-	-	-	-	247	78	3,17 ± 0,13	3,39
10,10	4	9	12	9	13	8	7	3	1	1	1	-	-	-	285	64	4,45 ± 0,19	4,44
12,12	1	4	3	7	5	4	1	2	1	1	1	1	1	-	237	40	5,92 ± 0,32	5,26
15,15	-	-	2	5	3	3	-	-	3	1	-	-	-	-	130	21	6,19 ± 0,43	6,01

Die Gleichung für die Bestockung des Mitscherlich-Weizens lautet:

$$y = 6,5 (1 - 10^{-0,005 \cdot x}).$$

Tabelle 3. Bensings Trotskopf-Weizen.

Standweite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen										Summe der		Mittlere Bestockung	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Halme	Pfl.	gefunden ± R	berechn.	
4,4	87	7	1	-	-	-	-	-	-	104	95	1,19 ± 0,01	0,92	
6,6	47	19	12	2	2	-	-	-	-	139	92	1,69 ± 0,08	1,87	
8,8	14	19	24	10	2	2	-	-	-	186	71	2,62 ± 0,10	2,87	
10,10	7	6	12	20	8	1	1	-	-	188	55	3,42 ± 0,13	3,76	
12,12	1	3	11	9	7	5	1	1	1	165	39	4,23 ± 0,16	4,45	
15,15	-	1	1	5	2	1	3	1	2	88	16	5,50 ± 0,40	5,09	

Die Gleichung für die Bestockung des Bensings Trotskopf-Weizens lautet:

$$y = 5, (1 - 10^{-0,005 \cdot x}).$$

Tabelle 6. Heines Hanna Gerste.

Stand- weite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4,4 cm	128	130	31	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,6	25	28	50	44	13	1	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,8	9	11	13	19	17	13	9	2	4	2	1	-	-	1	-	-	-	-
10,10	-	2	8	5	12	6	13	5	4	2	1	2	-	1	1	-	-	-
12,12	-	2	4	2	3	-	3	11	8	5	7	-	1	1	-	-	-	-
15,15	-	-	-	1	1	1	-	4	-	3	7	3	3	1	1	-	-	1

Die Gleichung für die Bestockung von Heines Hanna Gerste lautet:
 $y = 10 (1 - 10^{-0,005 \cdot x})$.

Tabelle 4. Petkuser Gelbhafer.

Stand- weite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen					Summe der		Mittlere Bestockung			
	1	2	3	4	5	Halme	Pfl.	gefunden $\pm R$		berechnet	
4,4 cm	139	-	-	-	-	139	139	1,0	± 0	0,64	
6,6	65	31	1	-	-	130	97	1,34	$\pm 0,04$	1,29	
8,8	13	48	17	-	1	165	79	2,09	$\pm 0,04$	1,98	
10,10	9	17	25	4	1	139	56	2,48	$\pm 0,09$	2,60	
12,12	-	14	22	7	1	127	44	2,89	$\pm 0,08$	3,08	
15,15	-	7	10	16	4	128	37	3,46	$\pm 0,11$	3,59	

Die Gleichung für die Bestockung des Petkuser Gelbhafers lautet:
 $y = 3,8 (1 - 10^{-0,005 \cdot x})$.

Tabelle 5. Svalofs Siegeshafer.

Stand- weite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen						Summe der		Mittlere Bestockung			
	1	2	3	4	5	6	Halme	Pfl.	gefunden $\pm R$		berechn.	
4,4 cm	223	2	-	-	-	-	227	225	1,01	$\pm 0,0$	0,57	
6,6	106	21	-	-	-	-	148	127	1,16	$\pm 0,02$	1,15	
8,8	41	36	6	2	-	-	139	85	1,63	$\pm 0,06$	1,77	
10,10	5	34	12	1	1	-	118	53	2,23	$\pm 0,06$	2,32	
12,12	1	17	6	9	-	1	95	34	2,79	$\pm 0,13$	2,75	
15,15	-	2	16	5	1	-	77	24	3,21	$\pm 0,08$	3,15	

Die Gleichung für die Bestockung des Siegeshafers lautet:
 $y = 3,40 (1 - 10^{-0,005 \cdot x})$.

Tabelle 6. cont.

Pflanz. mit Halmen					Summe der		Mittlere Bestockung			
19	20	21	22	23	Halme	Pflanzen	gefunden ± R		berechnet	
-	-	-	-	-	492	291	1,69	± 0,03	1,68	
-	-	-	-	-	515	166	3,10	± 0,07	3,39	
-	-	-	-	-	469	101	4,64	± 0,16	5,21	
-	-	-	-	-	395	62	6,37	± 0,23	6,84	
1	-	-	-	-	393	48	8,18	± 0,29	8,09	
-	2	-	-	1	339	29	11,69	± 0,49	9,25	

Tabelle 7. Trommter kleine Gerste.

Standweite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen								Summe der		Mittlere Bestockung		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Halme	Pfl.	gefunden ± R		berechnet
4,4 cm	74	20	3	-	-	-	-	-	123	97	1,27	± 0,04	0,76
6,6	45	45	8	2	-	-	-	-	167	100	1,67	± 0,05	1,53
8,8	12	8	21	2	2	-	-	-	110	46	2,39	± 0,12	2,35
10,10	2	18	16	12	4	1	-	-	160	53	3,02	± 0,10	3,08
12,12	3	5	6	9	1	2	2	1	106	29	3,66	± 0,25	4,16

Die Gleichung für die Bestockung der kleinen Gerste lautet:
 $y = 4,5 (1 - 10^{-0,005 \cdot x})$.

Tabelle 8. Struwes Schlanstedter Sommerweizen.

Standweite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen									Summe der		Mittlere Bestockung		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Halme	Pfl.	gefunden ± R		berechnet
4,4 cm	87	7	1	-	-	-	-	-	-	104	95	1,09	± 0,01	0,76
6,6	41	36	6	2	-	-	-	-	-	139	85	1,66	± 0,06	1,53
8,8	13	8	2	2	2	-	-	-	-	53	27	1,96	± 0,15	2,35
10,10	2	18	16	12	4	1	-	-	-	160	53	3,02	± 0,10	3,03
12,12	1	3	11	9	1	5	1	1	1	135	33	4,09	± 0,20	4,16

Die Gleichung für die Bestockung des Struwes Schlanstedter Sommerweizen lautet:
 $y = 4,5 (1 - 10^{-0,005 \cdot x})$.

Wie aus den Tabellen ersichtlich ist, stimmt die Gleichung $y = A (1 - 10^{-cx})$ für sämtliche Getreidearten. Der Wirkungsfaktor c ist bei allen gleich gross, nämlich 0,005, da sie auf einer und derselben Bodenart angebaut sind.

Ich habe aber bereits erwähnt, dass die Bestockung von den physikalischen und chemischen Wachstumsfaktoren abhängig ist, daher muss der Wirkungsfaktor c bei allen Bodenarten verschieden gross sein, d.h. die Bestockung einer und derselben Getreideart ist auf den verschiedenen Bodenarten verschieden gross. Um dies zu beweisen habe ich die Versuche II. angestellt.

Versuch 2.

In etwa 1,05 m tiefe, gebrannte Tonröhren, die einen Durchmesser von 50 cm

hatten, wurden 6 verschiedene Bodenarten gefüllt, und zwar: a. Sandboden; b. lehmiger Sandboden; c. sandiger Lehmboden; d. Gartenboden; e. Hochmoor; f. Gartenboden + Hochmoor.

In 48 dieser Röhren wurde STRUWEs Schlanstedter Sommerweizen in einer Tiefe von 3 cm eingesät und zwar wurde die Standweite wie folgt variiert: 4,4, 6,6, 8,8, 10,10 cm.

Um die Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit auf die Bestockung festzustellen, wurde der Wassergehalt des Bodens in 24 Tonröhren, die als Parallel-Versuche gelten sollten, durch tägliches Giessen erhöht.

Nachdem die Saat aufgelaufen war, wurde sie durch Verziehen auf die vorgeschriebene Anzahl von Pflanzen gebracht.

Nachdem die Bestockungsperiode beendet war, wurden sämtliche Pflanzen mit Wurzeln herausgezogen und die Bestockung durch Zählen der einzelnen Halme festgestellt. Das Resultat ist aus den Tabellen 1 - 6 ersichtlich.

Ich möchte nur vorausschicken, dass die Pflanzen auf dem Moorboden infolge der grossen Niederschläge und der Undurchlässigkeit, die zur Säurebildung führten, in ihrer Entwicklung und daher natürlich auch in ihrer Bestockung zurückgeblieben waren.

**Die Bestockung des Struwes Schlanstedter Sommerweizens
auf 6 verschiedenen Bodenarten.**

a. Sandboden.

Standweite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen			Summe der		Mittlere Bestockung		berechnet
	1	2	3	Halme	Pflanz.	gefunden \pm R		
4,4 cm	67	2	-	71	69	1,03	\pm 0,01	0,49
6,6	25	4	-	33	29	1,14	\pm 0,04	0,98
8,8	10	1	2	18	13	1,38	\pm 0,14	1,51
10,10	10	6	1	25	17	1,47	\pm 0,14	1,98

Die Gleichung für die Bestockung des Sommerweizens auf dem Sandboden lautet:
 $y = 2,9 (1 - 10^{-0,005 \cdot x})$.

Parallelversuch.

Standweite	Anzahl der Pflanz. mit Halmen					Summe der		Mittlere Bestockung		berechnet
	1	2	3	4	5	Halme	Pflanz.	gefunden \pm R		
4,4 cm	58	2	-	-	-	62	60	1,03	\pm 0,01	0,55
6,6	25	4	-	1	-	37	30	1,23	\pm 0,04	1,12
8,8	10	4	2	-	-	24	16	1,50	\pm 0,15	1,72
10,10	10	6	1	-	1	30	18	1,67	\pm 0,15	2,25

Die Gleichung lautet:
 $y = 1,75 (1 - 10^{-0,05 \cdot x})$.

b. Gartenboden.

Standweite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen										Summe der		Mittl. Bestockung	
	1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	Halme	Pfl.	gefunden ±	berechn.
4,4 cm	60	8	4	-	-	-	-	-	-	-	88	72	1,22 ± 0,04	1,22
6,6	10	6	4	3	2	1	1	-	-	-	69	27	2,55 ± 0,23	2,54
8,8	1	1	2	3	1	2	1	-	-	-	46	11	4,09 ± 0,37	4,09
10,10	-	-	1	2	2	1	1	2	-	-	50	9	5,56 ± 0,45	5,56

$$y = 10,0 (1 - 10^{-0,005 \cdot x})$$

Parallelversuch.

4,4	45	16	7	-	-	-	-	-	-	-	98	68	1,44 ± 0,08	1,34
6,6	7	6	1	5	1	-	2	-	-	-	61	22	2,77 ± 0,25	2,71
8,8	-	3	3	1	3	2	-	1	-	-	54	13	4,15 ± 0,38	4,17
10,10	2	-	-	1	1	2	1	1	-	1	48	9	5,33 ± 0,69	5,47

$$y = 8 (1 - 10^{-0,005 \cdot x})$$

c. Lehmiger Sandboden.

Standweite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen							Summe der		Mittl. Bestockung	
	1	2	3	4	5	6	7	Halme	Pfl.	gefunden ± R	Berechn.
4,4 cm	74	7	-	-	-	-	-	88	81	1,09 ± 0,02	0,76
6,6	16	4	1	2	-	-	-	35	23	1,57 ± 0,11	1,53
8,8	4	4	2	3	-	-	-	30	13	2,31 ± 0,24	2,35
10,10	-	4	4	-	-	-	1	27	9	3,00 ± 0,27	3,08

$$y = 4,5 (1 - 10^{-0,005 \cdot x})$$

Parallelversuch.

4,4 cm	43	11	3	-	-	-	-	74	57	1,29 ± 0,05	0,92
6,6	12	10	5	3	2	-	-	69	32	2,15 ± 0,15	1,87
8,8	3	4	1	3	1	1	-	37	13	2,85 ± 0,33	2,87
10,10	1	3	2	1	1	-	1	29	9	3,22 ± 0,42	3,76

$$y = 5,5 (1 - 10^{-0,005 \cdot x})$$

d. Sandiger Lehmboden.

Standweite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen							Summe der		Mittl. Bestockung	
	1	2	3	4	5	6	7	Halme	Pfl.	gefunden ± R	berechn.
4,4 cm	35	27	-	-	-	-	-	89	62	1,44 ± 0,05	0,85
6,6	-	8	-	2	-	-	-	24	10	2,40 ± 0,29	1,70
8,8	1	5	4	-	1	-	1	35	12	2,92 ± 0,25	2,61
10,10	-	3	4	1	-	1	-	28	9	3,11 ± 0,13	3,42

$$y = 5 (1 - 10^{-0,005 \cdot x})$$

d. Sandiger Lehmboden, Parallelversuch.

Standweite	Anzahl der Pfl. mit Halmen						Summe der		Mittl. Bestockung		
	1	2	3	4	5	6	Halme	Pfl.	gefunden ± R		berechn.
4,4 cm	40	13	4	-	-	-	83	58	1,43	± 0,07	0,85
6,6	8	10	3	3	1	-	54	25	2,16	± 0,15	1,70
8,8	4	3	5	2	1	-	38	15	2,53	± 0,23	2,61
10,10	1	4	3	-	-	1	24	9	2,67	± 0,31	3,42

$$y = 5 (1 - 10^{-0,005 \cdot x}).$$

e. Hochmoor.

Standweite	Anzahl der Pfl. mit Halmen						Summe der		Mittl. Bestockung		
	1	2	3	4	5	6	Halme	Pfl.	gefunden ± R		berechn.
4,4 cm	55	7	1	-	-	-	72	63	1,14	± 0,03	1,01
6,6	12	5	7	3	1	-	60	28	2,10	± 0,16	2,03
8,8	1	6	2	1	2	-	39	13	3,00	± 0,30	3,13
10,10	-	2	1	1	2	1	21	6	3,50	± 0,44	4,10

$$y = 6 (1 - 10^{-0,005 \cdot x}).$$

Parallelversuch.

Standweite	Anzahl der Pflanzen mit Halmen							Summe der		Mittl. Bestockung		
	1	2	3	4	5	6	7	Halme	Pfl.	gefunden ± R		berechn.
4,4 cm	59	5	-	-	-	-	-	69	64	1,08	± 0,02	0,67
6,6	10	6	4	1	-	-	-	38	21	1,80	± 0,15	1,36
8,8	6	5	-	-	1	-	1	28	13	2,15	± 0,29	2,09
10,10	1	1	2	-	-	-	-	9	4	2,45	± 0,38	2,73

$$y = 4 (1 - 10^{-0,005 \cdot x}).$$

f. Moor + Gartenboden.

Standweite	Anzahl d. Pflanzen mit Halmen								Summe der		Mittl. Bestockung		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Halme	Pfl.	gefunden ± R		berechnet
4,4 cm	64	6	1	-	-	-	-	-	79	71	1,12	± 0,01	0,92
6,6	12	11	2	3	1	1	-	-	63	30	2,10	± 0,17	1,87
8,8	3	3	4	1	-	1	-	1	39	13	3,00	± 0,34	2,87
10,10	-	2	2	1	1	2	1	-	38	9	4,22	± 0,53	3,76

$$y = 5,5 (1 - 10^{-0,005 \cdot x}).$$

Parallelversuch.

Standw.	Anzahl d. Pflanzen mit Halmen							Summe der		Mittl. Bestockung		
	1	2	3	4	5	6	7	Halme	Pfl.	gefunden ± R		berechn.
4,4 cm	56	8	3	-	-	-	-	81	67	1,21	± 0,04	1,01
6,6	11	10	-	2	1	1	-	50	25	2,00	± 0,15	2,03
8,8	3	5	1	1	1	-	2	39	13	3,00	± 0,41	3,13
10,10	1	2	2	1	2	1	-	31	9	3,44	± 0,41	4,10

$$y = 6 (1 - 10^{-0,005 \cdot x}).$$

Der Versuch 2 bestätigt somit meine aufgestellte Behauptung, dass der Wirkungsfaktor c bei Verwendung verschiedener Bodenarten keine konstante Grösse, sondern der Bestockung umgekehrt proportional ist. Daher ist er am grössten beim Sandboden und am kleinsten beim Gartenboden.

Wenn bei den Parallelversuchen die Wirkung der Bodenfeuchtigkeit auf die Halmteilung nicht bei allen Versuchen eine positive, sondern bei einigen Bodenarten, wie z.B. dem Moorboden eine negative ist, so ist dies der Beweis dafür, dass infolge von Versuchsfehlern (Säurebildung im Boden) nicht allein das Wachstum der Pflanzen, sondern auch die Bestockung gehemmt wird.

Zum Schluss möchte ich noch kurz auf die Erträge eingehen. Obwohl die Ziffern hierüber, wie bereits erwähnt, sehr ungenau sind, so erscheinen sie mir doch beachtenswert und ich will sie in den folgenden Tabellen wiedergeben.

Flächenerträge. kg/ha.

Roggen.

$$\log(10000 - y) = 4 - 0,0022 \cdot x.$$

Standweite	Aussaat x	Ernte		Stroh	1000-Korngew.
		Korn y	berechnet		
4,4 cm	218,7	8437 kg	6697	8875 kg	33,0 g
6,6	96,2	3850	3856	8682	33,8
8,8	54,6	2418	2416	8580	34,1
10,10	35,0	1650	1625	6870	34,4
12,12	24,1	1204	1149	5396	34,8
15,15	15,5	1152	759	5061	35,5

Mitscherlich Weizen kg/ha.

Standweite	Aussaat	Ernte		1000-Korngewicht
		Korn	Stroh	
4,4 cm	298,1	2410	8740	31,2
6,6	103,7	2384	6571	26,8
8,8	59,4	2945	5639	30,8
10,10	38,1	3649	4927	34,2
12,12	26,4	3661	4783	37,0
15,15	16,8	3083	4037	38,1

Bensings Trotzkopf-Weizen. kg/ha.

Standweite	Aussaat	Ernte		1000-Korngew.
		Korn	Stroh	
4,4 cm	313,5	2416	8250	25,2
6,6	93,5	2477	4620	26,1
8,8	53,0	3323	3229	29,0
10,10	34,0	3064	2340	32,8
12,12	32,7	3611	1762	33,1
15,15	15,1	3204	1419	34,9

Fötkußer Gelbhafer kg/ha.

Standweite	Aussaat	Ernte		1000-Korngew.
		Korn	Stroh	
4,4 cm	139,9	3506	7625	16,8
6,6	61,6	3237	6329	20,2
8,8	34,9	4004	6007	21,45
10,10	22,4	4347	5871	22,43
12,12	14,5	3899	4588	21,02
15,15	9,9	2616	3967	16,45

Svalofs Siegeshafer, kg/ha.

Standweite	Aussaat	Ernte		1000-Korngew.
		Korn	Stroh	
4,4 cm	245,2	7513	8013	37,2
6,6	108,3	6917	7127	37,1
8,8	61,4	5437	5964	37,1
10,10	39,4	5049	5162	33,5
12,12	26,3	4750	4470	34,0
15,15	17,5	4005	3641	28,1

Wie aus den letzten Tabellen ersichtlich, fällt der Stroh-Ertrag mit der Standweite und entspricht somit den Resultaten, die MITSCHERLICH durch seine Versuche festgestellt hat.

Der Korn-Ertrag steigt mit der Aussaatmenge beim Roggen und beim Siegeshafer; bei den übrigen Versuchen fällt er mit der Aussaat-Menge. Zweifellos ist dieses aber darauf zurückzuführen, dass diese Sorten infolge der grossen Regenmenge gelagert waren. Naturgemäss stand daher den Pflanzen mit grossem Standraum mehr Licht zur Verfügung und wirkte bei diesen die gegenseitige Beschattung weniger schädigend auf Qualität und Quantität des Ertrages. Daher steigt das 1000-Korngewicht bei den verschiedenen Standweiten auch in auffällender Weise.

Die Halmstärke steigt ebenfalls mit der Standweite (siehe folgende Tabelle).

Mittlere Halmstärke in mm

Standweite	4,4 cm		6,6 cm		8,8 cm		10,10 cm		12,2 cm		15,15 cm	
	ob.	unt.	ob.	unt.	ob.	unt.	ob.	unt.	ob.	unt.	ob.	unt.
Roggen	22,8	36,6	36,0	36,6	39,4	39,8	39,1	39,4	41,1	40,2	43,1	41,1
Mitscherl. Weizen	31,1	32,1	35,2	33,3	38,8	36,0	37,0	38,8	41,7	40,7	43,8	41,4
Bensings Weizen	37,7	34,4	40,2	38,2	42,0	39,2	43,9	42,0	48,7	43,2	50,9	45,0
Gelbhafer	32,6	32,5	38,7	38,3	40,2	40,1	43,0	40,2	50,5	44,7	53,8	52,5
Siegeshafer	43,1	35,1	38,3	38,7	42,4	43,9	43,0	42,4	46,6	48,7	51,4	51,1
Hanna-Gerste	21,7	27,8	25,6	28,3	26,7	28,8	29,7	26,7	29,1	30,8	32,4	34,3

Die Halmstärke ist in der Mitte des ersten Internodiums (unt.) und des dritten Internodiums (ob.) gemessen.

Hierin liegt m.E. der Hauptwert der Bestockung. Bei einer dünnen Aussaat entwickelt sich der Halm besonders stark und fest, somit kann das Getreide, das beson-

ders zum Lagern neigt, angebaut werden und mit einer grösseren Düngergabe bearbeitet werden.

ZUSAMMENFASSUNG.

1. Die Bestockung der Getreide-Arten steht mit der Standweite nach dem Gesetz der pflanzenphysiologischen Beziehungen in Verknüpfung:

$$y = A (1 - e^{-c \cdot x}).$$

Hierbei bedeutet y = mittlere Bestockung; x = Standweite; A = höchstmögliche Bestockung; c = Wirkungsfaktor.

2. Der Wirkungsfaktor c ist bei einer und derselben Bodenart gleich gross und zwar 0,01.

3. Der Wirkungsfaktor c ist bei verschiedenen Bodenarten verschieden und hängt in seiner Grösse von der chemisch-physikalischen Beschaffenheit des Bodens ab, d. h. die Bestockung der Getreidepflanzen ist bei jeder Bodenart eine andere.

4. Die Halmstärke und das Tausend-Korngewicht steigen mit der Standweite.

5. Der Stroh-Ertrag folgt bei allen Getreidearten dem Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren.

6. Der Korn-Ertrag folgt beim Roggen und beim Siegeshafer dem Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren. Bei den übrigen Getreidearten war dies nicht der Fall, da infolge allzu grosser Regenfälle und der zu geringen Wärmemenge während der Vegetationsperiode 1923 die dicht gesäten Pflanzen infolge allzu grosser gegenseitiger Beschattung im Lager sich nicht genügend entwickeln und nicht genügend ausreifen konnten.

Am Schlusse meiner Arbeit komme ich der angenehmen Pflicht nach, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. MITSCHERLICH, für die Überlassung der Arbeit und für die stetige liebenswürdige Anteilnahme und Unterstützung meinen ergebensten Dank zu sagen.

LITERATUR.

(1) MITSCHERLICH, Ein Beitrag zur Standweite verschiedener Kulturpflanzen. - (2) DEMTSCHINSKY, Die Vervielfachung und Sicherstellung der Ernte. - (3) REITMEYER, Kulturgeschichte der landwirtschaftlichen Getreidepflanzen. - (4) LIPPOLDES, Welchen Wert hat die Bestockung des Getreides?

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Grau Fritz

Artikel/Article: [Gesetzmässigkeiten der Stand weite und Bestockung 386-397](#)