

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab.

Biologiske Meddelelser. I, 12.

---

ÜBER  
HOMODROMIE UND ANTIDROMIE  
INSBESONDERE BEI GRAMINEEN

VON

C. RAUNKIÆR



KØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1919

Pris: Kr. 0.70



Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs videnskabelige Meddelelser udkommer fra 1917 indtil videre i følgende 4 Rækker:

Historisk-filologiske Meddelelser,

Filosofiske Meddelelser,

Mathematisk-fysiske Meddelelser,

Biologiske Meddelelser.

Prisen for de enkelte Hefter er 35 Øre pr. Ark med et Tillæg af 35 Øre for hver Tavle eller 50 Øre for hver Dobbelttavle. Hele Bind sælges dog til en billigere Pris (ca. 25 Øre pr. Ark med Tillæg af Prisen for Tavlerne).

Selskabets Hovedkommissionær er *Andr. Fred. Høst & Søn*, Kgl. Hof-Boghandel, København.

---

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab.

Biologiske Meddelelser. I, 12.

---

ÜBER  
HOMODROMIE UND ANTIDROMIE  
INSBESONDERE BEI GRAMINEEN

VON

C. RAUNKIÆR



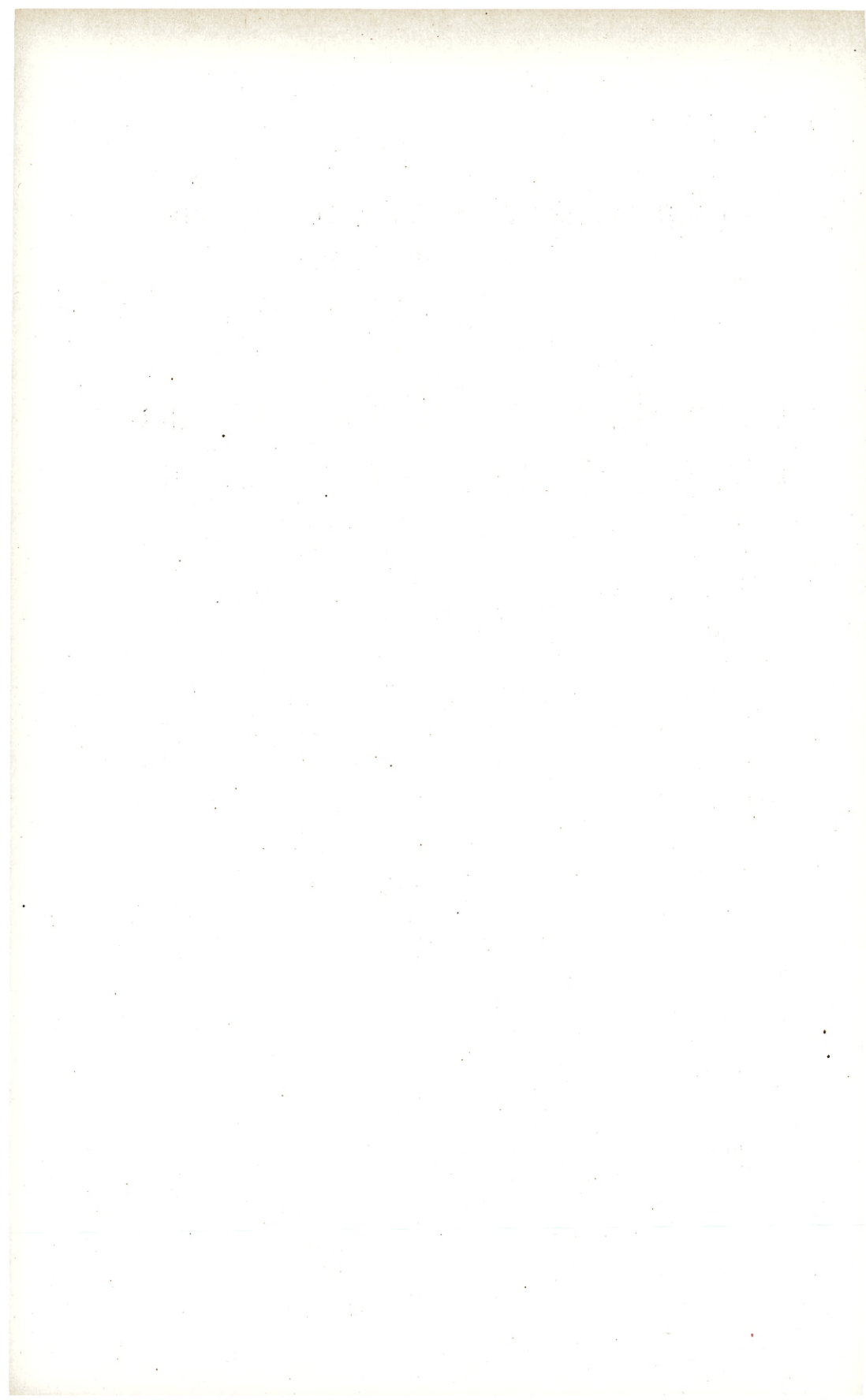
KØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1919







**B**EI den höheren Pflanzen kann man bezüglich der Architektur der Sprosse in der Regel zweierlei Sprosse unterscheiden: »rechte« und »linke«; besonders leicht lässt sich dies bei allen den Arten durchführen, die zerstreute, spiralgige Blattstellung haben, indem man hier auf den ersten Blick erkennen kann, ob die Grundspirale nach rechts oder nach links verläuft. Untersucht man bei solchen Pflanzen eine grössere Anzahl aufs Geratewohl ausgewählter Sprosse, so wird man meistens finden, dass ungefähr gleichviele rechte wie linke Sprosse vorkommen. Man ersieht dies deutlich aus Tab. 1, die das Resultat der Untersuchung der fraglichen

Tab. 1.

	Sprosse	% rechte	% linke
<i>Carex acutiformis</i> .....	200	48	52
<i>Populus nigra</i> .....	500	50	50
» <i>tremula</i> .....	500	47	53
» <i>virginiana</i> .....	500	48	52
<i>Salix capraea</i> .....	500	50	50
» <i>cinerea</i> .....	500	50	50
» <i>pentandra</i> .....	100	53	47
» <i>purpurea</i> .....	400	48	52
<i>Alnus glutinosa</i> .....	100	53	47
» <i>incana</i> .....	500	49	51
<i>Betula pubescens</i> .....	500	45	55
<i>Quercus pedunculata</i> .....	500	54	46
<i>Anemone nemorosa</i> .....	500	51	49
<i>Ribes nigrum</i> .....	100	45	55
<i>Rubus idaeus</i> .....	1000	52	48
<i>Crataegus monogyna</i> .....	200	54	46
<i>Pyrus malus</i> .....	100	57	43
<i>Prunus padus</i> .....	1000	52	48
<i>Galium boreale</i> (Knospenspiral).....	200	48	52
<i>Tussilago farfarus</i> .....	500	52	48

Verhältnisse bei 20 Arten wiedergibt, die sehr verschiedenen Stellen des Systems angehören; nehmen wir z. B. die Prozentzahlen der Sprosse mit rechtsgewendeter Blattstellung, so zeigt es sich, dass diese Zahlen um 50 herum schwanken, nämlich von 45 bis zu 57; und der Durchschnittsprozentsatz der 20 Arten ist für »rechte« und »linke« Sprosse 50,5 resp. 49,5. Noch besser illustriert diese Verhältnisse Tab. 2, die die Richtung von 10000 aufs Geratewohl ausgewählter Blattspiralen angibt; die Untersuchung ging derart vor sich, dass die Sprosse in Gruppen zu je 100 untersucht wurden, wodurch die durch Abzählung ermittelte Anzahl der rechten resp. linken Sprosse direkt den Prozentsatz ergab; nehmen wir nur die mit rechtsläufiger Blattspirale versehenen, also die »rechten« Sprosse, so bewegten sich die 100 auf eben beschriebene Art ermittelten Prozentzahlen zwischen 38 und 63; werden diese Zahlen in Höhenstufen zu je drei Einheiten gruppiert — die geringe Anzahl der vorhandenen Gruppen, 100, lässt eine feinere Einteilung nicht zu — so dass eine von diesen Gruppen die Mitte zwischen 0 und 100, also die Zahlen 49 bis 51 umfasst, so erhalten wir die in Tab. 2

Tab. 2.

% rechte Sprosse	Gruppen à 100 Sprosse
37—39	1
40—42	5
43—45	11
46—48	14
49—51	32
52—54	19
55—57	13
58—60	4
61—63	1

angegebene Verteilung, die eine regelmässige Schwankung um 50% herum aufweist, ganz wie sie der Kurve einer fluktuierenden Variabilität entspricht. Von den 10000 Sprossen waren 5014 rechte, 4986 linke — also praktisch genommen gleich viele jeder Art.



Nach diesen Untersuchungen scheint es also, dass in der Tat gleich viele rechte wie linke Sprosse vorkommen.

Die nächstliegende Frage war, ob sich im Aufbau der Pflanze irgend eine Gesetzmässigkeit in der Verteilung dieser zwei Arten von Sprossen geltend macht. Untersucht man diese Frage näher, so kommt man nicht bei allen Pflanzen zu dem gleichen Resultat.

In manchen Fällen findet man überhaupt keine ausgesprochene Gesetzmässigkeit, indem sich z. B. auf einem rechtsläufigen Muttersprosse ungefähr gleichviele rechte, also dem Muttersprosse homodrome, als linke d. h. dem Muttersprosse antidrome Seitensprosse vorfinden; und natürlich ähnlicherweise, wenn man die Seitensprosse linker Muttersprosse untersucht; doch dürfte es im Allgemeinen sicher etwas mehr in bezug auf den Mutterspross antidrome als homodrome Seitensprosse geben. Tab. 3 gibt einige Beispiele dieser Verhältnisse:

Tab. 3.

	Anzahl unter- suchter Seiten- sprosse	Bezüglich der Mutterachse	
		antidrom %	homodrom %
Salix pentandra.....	100	44	56
Populus nigra.....	100	45	55
Populus italica.....	100	61	39
Prunus padus.....	100	63	37

Bei vielen Arten wird man unterdes eine bestimmte Verteilungsregel feststellen können, und zwar namentlich, dass die Seitentriebe, die Tochttersprosse, in der mehr oder weniger überwiegenden Mehrzahl von Fällen der Mutterachse antidrom sind. In Tab. 4 ist ein Beispiel dafür gegeben, und zwar *Crataegus monogyna*. An einer Anzahl von Muttersprossen wurde die Richtung der Blattspiralen der Tochttersprosse bestimmt und mit der Blattspirale des Muttersprosses verglichen; es wurden 3 Gruppen Seitensprosse untersucht,

Tab. 4.  
*Crataegus monogyna.*

Seitensprosse	Dem Mutterspross		rechte	linke
	antidrom	homodrom		
100.....	93	7	62	38
100.....	92	8	36	64
100.....	97	3	58	42
300.....	282	18	156	144
%.....	94	6	52	48

in jeder Gruppe 100, im ganzen also 300; das Resultat ergibt sich aus der Tabelle: die Anzahl rechter und linker Sprosse im wesentlichen gleich, 52 resp. 48 %; dagegen 94 % der Sprosse dem Mutterspross antidrom und nur 6 % demselben homodrom.

Bei einer Reihe anderer Pflanzen ist dieses bei *Crataegus* beschriebene Verhältnis noch ausgeprägter, und zwar kann Antidromie mit Sprossdimorphismus verbunden sein; so z. B. bei *Sarothamnus scoparius*; wir haben hier lange

Tab. 5.  
*Sarothamnus scoparius.*

Sommersprosse	Dem Mutterspross	
	antidrom	homodrom
100.....	98	2
100.....	93	7
100.....	100	
100.....	100	
100.....	96	4
100.....	96	4
100.....	95	5
100.....	96	4
100.....	99	1
100.....	89	11
1000.....	962	38
%.....	c. 96	4



Frühjahrstriebe, von denen in der nämlichen Wachstumsperiode kürzere Sommertriebe ausgehen; diese letzteren sind fast ohne Ausnahme ihrem Mutterspross antidrom; wie aus Tab. 5 hervorgeht, waren von 1000 untersuchten Sommertrieben ca. 96 % in bezug auf den Mutterspross antidrom und nur ca. 4 % homodrom.

Besonders interessant liegen die Verhältnisse bei *Prunus spinosa*, da wir hier zwei Typen repräsentiert finden: einen, der oben durch Arten von *Populus* etc. illustriert wurde, und einen anderen, der demjenigen nahe steht, den wir bei *Sarothamnus* (Tab. 5) vorgefunden haben. Bei *Prunus spinosa* haben wir Langtriebe und Kurztriebe, oft mit allmählichen Übergängen zwischen diesen zwei Sprosstypen. Wo die Pflanze auf sonnigen Plätzen sich selbst überlassen wächst, sind die Langtriebe ziemlich kurz; die vom vorhergehenden Jahre stammenden haben oft eine auf einer mehr oder weniger langen Strecke abgestorbene Spitze; unterhalb derselben entwickeln sich ein oder mehrere neue Langtriebe, weiter abwärts dagegen eine Anzahl Kurztriebe; von den letzteren sind die untersten ganz kurze Zweigdorne; weiter aufwärts werden sie zu dornspitzigen kurzen Zweigen, die allmählich in die nicht dornspitzigen Langtriebe übergehen.

Ich habe nun an Standorten eben bezeichneter Art bei 500 Langtrieben und 500 Kurztrieben die Richtung der Blattspirale bestimmt und dieselbe mit der Blattspirale des Muttersprosses verglichen; an einem jeden Mutter-Langtriebe wurden 4 Seitensprosse, und zwar zwei Langtriebe und zwei Kurztriebe in Betracht gezogen. Das Resultat geben wir in Tab. 6, die zeigt, dass Lang- wie Kurztriebe sich in Beziehung zum Muttersprosse in der Hauptsache gleich verhalten; betrachten wir die 500 Langtriebe für sich, so bekommen wir 58,2 % in bezug auf die Mutterachse antidrome und 41,8 % homodrome, während die entsprechenden Zahlen

Tab. 6.  
*Prunus spinosa.*

		Dem Mutter- spross											Zus.
Lang- triebe	antidrom	31	32	24	16	23	41	31	31	28	34	291	
	homodr.	19	18	26	34	27	9	19	19	22	16	209	
Kurz- triebe	antidrom	37	21	33	33	31	38	32	29	24	36	313	
	homodr.	13	29	17	17	19	12	18	21	26	14	187	
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000	

für die 500 Kurztriebe 62,6 resp. 37,4 sind; das ganze Material zusammen gibt 60 % antidrome und 40 % homodrome Seitensprosse.

Ganz anderen Verhältnissen begegnen wir dort, wo *Prunus spinosa* abgehauen wurde, was oft dann geschieht, wenn die Pflanze eine Hecke bildet und sich zu stark seitwärts ausbreitet; nach einer solchen Stützung treibt der Stumpf zahlreiche, kräftige, bis über 1 Meter lange, negativ geotropische Sprosse hervor, die ihrerseits zahlreiche Seitensprosse entwickeln; im Gegensatz zu den gewöhnlichen Langtrieben sind hier die untersten Seitenzweige am längsten, oft bogenförmig abwärts gekrümmt und oft gar nicht dornspitzig; weiter aufwärts werden die Seitensprosse immer kürzer, deutlich dornspitzig und wagerecht abstehend; zuletzt läuft der Langtrieb in eine mehr oder weniger lange, immer dichter mit Blättern besetzte, aber keine Seitenzweige tragende Gerte aus. Untersucht man nun an diesen langen Stumpfsprossen die Blattspiralen der Seitensprosse und vergleicht man ihre Richtung mit der des Muttersprosses, so findet man, dass in weitaus den meisten Fällen die Seitensprosse in bezug auf die Mutterachse antidrom sind. Ich habe 1000 solche Seitensprosse untersucht, je 100 auf einmal, mit dem Ergebnis, dass, wie dies aus Tab. 7 ersichtlich ist, nur



4,5 % Seitensprosse mit der Mutterachse homodrom, dagegen 95,5 % antidrom waren.

Tab. 7.  
*Prunus spinosa.*

Seitensprosse dem Mutter- spross											Zus.	%
	antidrom....	95	95	97	96	96	95	93	96	97	95	955
homodrom ..	5	5	3	4	4	5	7	4	3	5	45	4,5

In gewissen speziellen Verhältnissen haben wir also hier bei *Prunus spinosa* wie bei *Sarothamnus scoparius* eine ausgesprochene Antidromie zwischen Mutterspross und Seitenspross.

Als letztes Glied dieser Reihe kann endlich der sehr verbreitete Fall angeführt werden, dass gewisse Sprosse, die eine ganz bestimmte morphologische Stellung einnehmen, regelmässig dem Mutterspross antidrom sind; dies ist ja der Fall bei cymösen Blütenständen, wo der Spross in der Achsel des 2. Vorblattes dem Mutterspross antidrom ist und in der Regel kräftiger entwickelt wird als der in der Achsel des 1. Vorblattes sitzende, der Mutterachse homodrome Spross; vielfach wird dieser homodrome Spross in der Achsel des 1. Vorblattes ganz unterdrückt (Wickel); seltener wird der dem Mutterspross antidrome Seitenspross unterdrückt, sodass die sympodial aneinandergereihten Sprosse alle homodrom sind (Schraubel). Entsprechende Verhältnisse kommen bei vielen Pflanzen auch im vegetativen System vor, und zwar namentlich so, dass eine bestimmte Seitenknospe, in der Regel in einer auch zahlenmässig ganz bestimmten Blattachsel, weit kräftiger als die übrigen Seitenknospen angelegt wird und ihnen auch in der Entwicklung vorauseilt; der aus einer solchen Kraftknospe entwickelte

Seitenspross ist so gut wie immer antidrom im Verhältnis zum Muttersprosse.

Es gibt also eine grosse Anzahl Beispiele für eine gesetzmässige Anordnung rechter und linker Sprosse; und da im allgemeinen die Richtung der Blattspirale schon durch die Stellung des ersten, des untersten Blattes festgelegt ist, diese Stellung aber von den Platzverhältnissen jedenfalls teilweise abhängt, d. h. mitbestimmt wird, so muss angenommen werden, dass hier wenigstens eine Möglichkeit vorliegt, eine der bestimmenden Ursachen der Blattspiralenrichtung eines Seitensprosses experimentell zu untersuchen.

Weit schwieriger und rätselhafter ist die Frage nach der Ursache der Erscheinung, dass bei Organismen, Tieren sowohl als Pflanzen, manche Individuen in bezug auf gewisse bestimmte Verhältnisse rechtsorientiert, andere linksorientiert sind. Da jedes neue Individuum aus einer Eizelle entsteht, bietet das Problem einer gesetzmässigen Abhängigkeit vom Mutterorganismus ganz andere Schwierigkeiten dar, als wo es sich um Seitensprosse handelt, die auf einem Muttersprosse durch Wachstum entstehen, und zwar auf einem Punkte, der auf eine bestimmte Weise von vorher gebildeten Organen bestimmt und begrenzt ist.

Im Tierreiche gibt es eine Menge Arten, bei denen in bezug auf die vorliegende Frage zweierlei Individuen auftreten, rechte und linke, bei einer Art durch diesen, bei einer anderen durch jenen Umstand charakterisiert; als Beispiele mögen genannt werden: Kreuzschnabel (*Loxia*: Unterschnabel rechts oder links gebogen), *Anableps anableps*, ein Cyprinodont (Richtung der Afterflosse), Plattfische (namentlich *Pleuronectes flesus*), Schnecken (Windung des Gehäuses), gewisse Krabben (*Gelasimus*: Klauenscheren) und Insekten (Flügelhaltung); auch beim Menschen findet sich manches,



was zur Einteilung in rechte und linke Individuen dienen könnte, so z. B. die Art, die Hände zu falten (rechter oder linker Daumen zu oberst). Hier wollen wir uns jedoch ausschliesslich an Pflanzen halten, wo das fragliche Phänomen bei allen Arten mit spiralständigen Blättern sehr deutlich in Erscheinung tritt, aber auch bei Arten mit anderer Blattstellung nachgewiesen werden kann.

Untersucht man nun eine grössere Anzahl junger Pflanzen irgend welcher Art, so wird man finden, dass die Blattspirale der primären Achse bei einigen Individuen rechtsläufig, bei anderen linksläufig ist; zahlenmässig ist das Ver-

Tab. 8.

	Indi- vi- duen	rechte	linke	%	
				rechte	linke
1. <i>Atrichum undulatum</i> .....	400	204	196	51	49
2. <i>Polytrichum commune</i> .....	300	153	147	51	49
3. <i>Polygonum hydropiper</i> .....	1000	519	481	51,9	48,1
4. <i>Chenopodium album</i> .....	400	204	196	51	49
5. <i>Amaranthus melancholicus</i> .....	200	92	108	46	54
6. <i>Camelina sativa</i> .....	500	265	235	53	47
7. <i>Erysimum Petroskianum</i> .....	100	51	49	51	49
8. <i>Malcolmia chia</i> .....	100	46	54	46	54
9. » <i>maritima</i> .....	100	45	55	45	55
10. <i>Sinapis alba</i> .....	500	245	255	49	51
11. » <i>arvensis</i> .....	500	245	255	49	51
12. <i>Sisymbrium sophia</i> .....	100	51	49	51	49
13. <i>Linum usitatissimum</i> .....	200	103	97	51,5	48,5
14. <i>Cosmanthus viscidus</i> .....	100	50	50	50	50
15. <i>Echinosperrnum consanguineum</i>	100	49	51	49	51
16. <i>Schizanthus pinnatus</i> .....	100	52	48	52	48
17. <i>Veronica hederifolia</i> .....	300	150	150	50	50
18. <i>Anthemis altissima</i> .....	100	49	51	49	51
19. <i>Centaurea cyanus</i> .....	500	260	240	52	48
20. <i>Chrysanthemum segetum</i> .....	300	147	153	49	51
21. <i>Senecio vulgaris</i> .....	1000	482	518	48,2	51,8
	6900	3462	3438		
%...	....	50,17	49,83		

hältnis in der Regel immer das gleiche: gleich viele Individuen jeder Art. In Tab. 8 geben wir das Resultat einer Untersuchung von 6200 Pflanzen aus 19 verschiedenen phanerogamen Arten nebst 700 Exemplaren zweier Moosarten; die aus einem Protonema hervorgehenden Moospflanzen können in diesem Zusammenhange gewiss mit der primären Achse der Phanerogamen zusammengestellt werden; jedenfalls ist es bemerkenswert, dass die zwei Moose hinsichtlich des Vorkommens rechter und linker Individuen vollständig mit den Phanerogamen übereinstimmen, sodass in diesem Punkte zwischen Haplophyten und Diplophyten kein Unterschied besteht.

Der Durchschnitt der in Tab. 8 angeführten für 21 Arten gültigen Prozentzahlen gibt ersichtlich das Resultat, dass rechte und linke Individuen wesentlich gleichgestellt sind, nämlich mit 50,17 resp. 49,83 %.

Hier kann hinzugefügt werden, dass bezüglich der vorliegenden Frage die apogamen Arten, soweit meine Erfahrungen reichen, dasselbe Verhalten an den Tag legen wie die geschlechtlichen. Auch bei Adventivsprossen ist keinerlei Abweichung zu beobachten; an einem und demselben Individuum wurden sowohl rechte als linke Adventivsprosse festgestellt (*Taraxacum*; *Populus*; *Rumex acetosella*).

Zuvörderst galt es, zu untersuchen, ob die Blattspiralenrichtung der Keimpflanzen erblich ist; die zu diesem Zwecke angestellten Versuche ergaben jedoch ein negatives Resultat; Pflanzen, deren primäre Achsen rechtsläufig waren, gaben Sprösslinge, von denen ungefähr die Hälfte rechtsläufig, die andere Hälfte linksläufig war; so z. B. *Sinapis arvensis*; auch bei apogamen *Taraxacum*-Arten war dies der Fall.

Demnächst habe ich untersucht, ob die Blattspiralenrichtung der Keimpflanzen möglicherweise mit der Lage der Samen in der Frucht im Zusammenhang steht, z. B. damit,



ob sie sich an dem rechten oder an dem linken Fruchtblattrande befinden; aber auch diese Untersuchungen führten zu keinem positiven Resultat. In diesem Zusammenhange sei jedoch erwähnt, dass ein amerikanischer Autor, MACLOSKIE (1895), zu einem positiven Resultat gelangt zu sein angibt, indem er unter anderem behauptet, dass die Keimpflanzen der Lima-Bohne rechtsläufig oder linksläufig sind, je nachdem die Samen an dem einen oder an dem anderen Rande der Schote sitzen; und er erhebt diesen Befund zu einer allgemein gültigen Regel. Ich habe *Phaseolus vulgaris* speziell daraufhin untersucht — aber, gleichwie in den anderen Fällen, mit einem negativen Resultat. Die Angaben MACLOSKIES sind überhaupt in mehreren Punkten unrichtig, zum Teil offenbar weil er seine Schlussfolgerungen auf Grund einer allzu geringfügigen Zahlengrundlage gezogen hat; auch ist seine Behandlung des Stoffes viel zu knapp und summarisch.

---

Wir mussten also noch weiter zurückgehen, und zwar musste geprüft werden, inwiefern das Zahlenverhältnis zwischen rechten und linken Individuen sich beeinflussen lässt, und namentlich, wie sich dieses Verhältnis bei Kreuzungen von Formen gestalten wird, die sich darin unterscheiden. Dazu war aber vorerst nötig, innerhalb so enger Verwandtschaftskreise, in denen Kreuzung möglich wäre, Formen aufzufinden, die bezüglich des genannten Verhältnisses voneinander verschieden sind.

Obgleich sich die Gramineen meistens nicht sehr zu Kreuzungsversuchen eignen, wurde ich doch durch andere Gründe bewogen, mich bei meinen Versuchen, innerhalb Linnéscher Arten Elementararten aufzufinden, die sich in bezug auf das Vorkommen rechter und linker Individuen verschieden verhalten, in erster Linie mit dieser Familie zu

befassen; es handelte sich ja auch vorläufig nur darum, zu wissen, ob eine solche Verschiedenheit überhaupt existiert; und diese Untersuchungen sind es, über die ich nun berichten werde.

Die Arten von Gräsern, die freie, einander deckende Scheidenränder besitzen, zeigen bekanntlich die Eigentümlichkeit, dass alle Blätter jeder der beiden einander gegen-

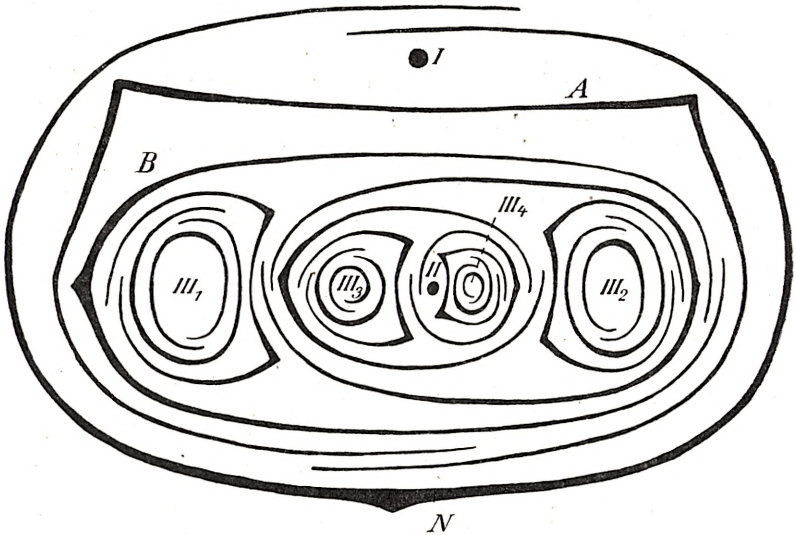


Fig. 1.

überstehenden Blattrihen homodrom und den Blättern der anderen Reihe antidrom sind; der deckende Blattrand ist also bei allen Blättern nach derselben Seite gerichtet und weist immer vorwärts, d. h. in der Richtung von der Mutterachse weg; morphologisch gesprochen wird der Spross auf diese Weise ausgesprochen dorsiventral. Die Sache ist am leichtesten mit Hilfe der Fig. 1 zu übersehen, die die Struktur des Sprosses von *Panicum imbecile* im Diagramm darstellt.



Auf dem Sprosse I sitzt, in der Achsel des Stützblattes N, der Spross II, der seinerseits die vier Seitensprosse III<sub>1</sub>, III<sub>2</sub>, III<sub>3</sub> und III<sub>4</sub> trägt. Der linke Rand des Stützblattes N deckt den anderen. Im vorliegenden Falle ist das Vorblatt A am Grunde offen mit übereinander greifenden Rändern, und es ist dem Stützblatt gegenüber homodrom. Bei gewissen anderen Arten ist es aber antidrom, und es gibt auch Arten, bei denen das Vorblatt am Grunde geschlossen ist.

Das dem Vorblatte folgende Laubblatt (B in Fig. 1) steht auf der Seite, nach welcher der deckende Rand des Stützblattes gerichtet ist<sup>1</sup>; damit ist der ganze folgende Aufbau des Sprosses gegeben, gleichwie der Bau aller folgenden Sprossgenerationen. Ebenso wie die Blätter derselben Reihe homodrom sind, sind alle auf derselben Seite eines Mutter sprosses stehenden Seitensprosse homodrom, da sie alle ihr erstes seitwärts stehende Blatt, das erste nach dem Vorblatte folgende Laubblatt, nach der nämlichen Seite wenden: in allen Seitensprossen einer nach rechts gewendeten Reihe ist das erste seitwärtsstehende Blatt nach links gerichtet, und sein rechter Rand ist deckend, und in allen Seitensprossen einer nach links gewendeten Reihe ist das betreffende Blatt nach rechts gerichtet und sein linker Rand deckend; die eine Seite eines Sprosskomplexes ist das Spiegelbild der anderen.

In der Achsel des Vorblattes kann zuweilen eine Knospe liegen und diese ist dann, wie ich schon früher gezeigt habe (Raunkiær 1899), oft seitwärts verschoben, und zwar immer nach der Seite, die dem folgenden Blatte entgegengesetzt ist; so z. B. bei *Anthoxanthum odoratum*; SCHOUTE (1910) hat dasselbe Verhalten bei *Hordeum* nachgewiesen.

<sup>1</sup> Für die Gerste gibt SCHOUTE (1910) das Gegenteil an, nämlich, dass des Seitensprosses erstes Laubblatt, das erste Blatt nach dem Vorblatte, auf derselben Seite steht wie der bedeckte Rand des Stützblattes. Ich habe diesen Befund bei der Gerste nicht selber untersucht.

Da die Blätter der Gräser abwechselnd auf zwei antidrome Reihen verteilt sind, so sind je zwei aufeinanderfolgenden Blätter antidrom<sup>1</sup>: das eine ist »rechts«, d. h. sein rechter Rand deckt, das andere »links«, also mit einem linken deckenden Rande; dadurch ist auch die Möglichkeit gegeben, »rechte« von »linken« Sprossen zu unterscheiden, je nachdem das auf das Vorblatt folgende Blatt ein »rechtes« oder ein »linkes« ist, was wiederum, wie vorhin ausgeführt, davon abhängt, ob der Spross auf der rechten oder auf der linken Seite der Mutterachse steht. Dadurch wird es weiter möglich, »rechte« und »linke« Individuen zu unterscheiden, je nachdem das erste auf die scheidenförmige Koleoptile folgende Blatt ein »rechtes« oder ein »linkes« ist. Statt aber das Über-einandergreifen der Scheidenränder als Merkmal rechter resp. linker Individuen zu benutzen, werde ich mich im Folgenden immer der Rollung der Blattspreite in der Knospenlage bedienen, die in allen von mir untersuchten Fällen regelmässig in demselben Sinne verläuft wie die Rollung der Scheide des betreffenden Blattes; auch sind die Scheiden oft geschlossen, und selbst wo sie offen sind und die Ränder übergreifen, ist die Art der Deckung oft recht schwierig wahrzunehmen; dagegen ist die Blattrollung bei einer grossen Anzahl von Arten vorhanden und ihre Richtung sehr leicht zu konstatieren.

Unter »rechten« Individuen sind also im Folgenden solche Individuen zu verstehen, bei denen das erste Laubblatt der primären Achse eine rechts gerollte Knospenlage hat (Fig. 2, a), und unter »linken« Individuen diejenigen, bei denen die Knospenlage des betreffenden Blattes linksgerollt ist (Fig. 2, b). Das Blatt wird untersucht, sobald es aus der Koleoptile herauszuwachsen beginnt; man kann dann in der Regel leicht sehen, wie es gerollt ist; es ist aber sicherer, die Rollung an demjenigen Teile des Blattes zu untersuchen, der noch in

<sup>1</sup> Eine Ausnahme bei *Avena sativa*: siehe Seite 25.



der Koleoptile steckt, was auf die Weise geschieht, dass man die Koleoptile zusammen mit dem in ihr befindlichen 1. Laubblatte in der Mitte durchschneidet und am Querschnitte die Rollung bestimmt. Ausser den beiden genannten Formen der Knospenlage kann bei Gräsern mit normalerweise zusammengerollter Knospenlage auch mehr oder we-

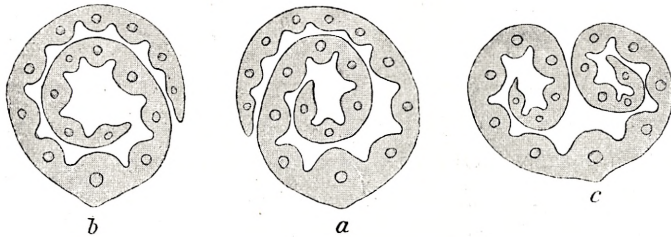


Fig. 2.

niger oft der Fall auftreten, dass das 1. Laubblatt eingerollt ist (Fig. 2, c); in meinen Untersuchungen sind diese Fälle natürlich vermerkt; doch habe ich bei der Bestimmung des zahlenmässigen Vorkommens rechter und linker Individuen von diesen Fällen abgesehen; mag sein, dass man durch Bestimmung der Rollung nächstfolgender Laubblätter feststellen könnte, inwiefern diese Individuen als »rechte« oder »linke« zu rechnen waren; denn, wie oben erörtert, liegt ja die Sache in der Regel so, dass jedes zweite Blatt rechts, das nächste links gerollt ist; wenn also die nach dem ersten, im vorliegenden Falle eingerollten, Laubblatte folgenden Blätter zusammengerollt waren, so konnte man regressiv feststellen, ob das erste Laubblatt seinem Platze nach als ein rechts- oder linksgerolltes zu gelten hätte; doch würde dadurch die Arbeit bedeutend vergrössert worden sein ohne wesentlichen Nutzen für die Sicherheit der Resultate; wir haben keinen Grund, anzunehmen, dass das Vorkommen eines

engerollten ersten Blattes mehr oder weniger daran gebunden sein sollte, ob das betreffende Blatt den Platz eines rechts übergerollten oder eines links übergerollten Blattes einnimmt.

*Hordeum distichum.*

Schon im J. 1905 nahm ich die Bestimmung des zahlenmässigen Vorkommens rechter und linker Individuen bei einer Reihe von Gräsern vor, in grösstem Massstabe aber bei *Hordeum distichum*, da ich hier Gelegenheit hatte, die fraglichen Verhältnisse an einer Reihe »reiner Linien« zu studieren, von denen mir Prof. W. JOHANNSEN Untersuchungsmaterial überliess. Unterdes wurden damals die Resultate nicht publiziert, da für mich diese Versuche bloss ein Glied in einer Reihe anderer Untersuchungen waren, die das Vorkommen »rechter« und »linker« Individuen sowie »rechter« und »linker« homologer Organe bei Organismen überhaupt zum Gegenstand hatten.

Inzwischen veröffentlichte COMPTON (s. Literaturverzeichnis) im J. 1910 und später im J. 1913 eine Reihe Untersuchungen über das Vorkommen rechter und linker Individuen bei einigen Gräsern und speziell bei *Hordeum distichum*. Da die Güte der Resultate mit der Grösse des Materials wächst, und da ausserdem meine Untersuchungen in einigen Punkten diejenigen COMPTONS vervollständigen, will ich hier meine Zahlen vom J. 1905 anführen und sie mit den Zahlen COMPTONS vergleichen; ausserdem habe ich im J. 1917 wieder einige von W. JOHANNSENS reinen Linien von *Hordeum distichum* untersuchen können, sodass nunmehr das untersuchte Material recht gross ist.

Da frühere Versuche mit anderen Pflanzen übereinstimmend ergeben hatten, dass unter der Nachkommenschaft einer »rechten« Pflanze nicht mehr »rechte« Individuen vorkommen als unter den Nachkommen einer »linken« Pflanze, habe ich in bezug auf diesen Punkt mit *Hordeum distichum*



keine Versuche mehr angestellt; derartige Versuche wurden übrigens später von COMPTON gemacht, und zwar, wie zu erwarten war, mit negativem Resultat. Was ich mit meinen Versuchen mit *Hordeum* besonders erstrebte, war vielmehr, innerhalb der Artgrenze womöglich Elementararten zu finden, die sich hinsichtlich der Häufigkeit des Vorkommens rechter und linker Individuen in ausgesprochenem Masse voneinander unterschieden; denn sollte dies glücken, so war eine Möglichkeit vorhanden, zu erforschen, wie dieses Vorkommen durch eine Kreuzung zwischen derartigen unterschiedlichen Elementararten beeinflusst wird.

Zu meinen Versuchen sammelte ich in einem zufällig entstandenen Bestande 100 Ähren; die Körner einer jeden wurden für sich gesät. Die Anzahl von Körnern in den Ähren schwankte zwischen 13 und 26; zusammen gaben die 100 Ähren 2051 keimfähige Samen, also durchschnittlich 20,51 Körner pro Ähre. Unter 2051 Keimlingen waren 5, deren 1. Laubblatt in der Knospenlage eingerollt war; der Rest, 2046 Keimpflanzen, ergab 848 rechte, 1198 linke Individuen, also resp. 41,446 und 58,553 %.

Berechnet man das Prozentverhältnis zwischen rechten und linken Individuen für die Keimlinge einer jeden Ähre besonders, so schwanken die erhaltenen Prozentsätze der rechten Individuen zwischen 15 und 63. Wir haben hier diese Einzelprocente in grössere Gruppen geordnet (Tab. 9):

Tab. 9.

Gruppe	I	II	III	IV	V	VI
	% 6—15	16—25	26—35	36—45	46—55	56—65 %
Anzahl Ähren (= %)	1	5	19	40	25	10

Wie ersichtlich, entfällt die grösste Anzahl auf die Gruppe IV, die die Prozentzahlen 36 — 45 umfasst, was auch mit dem Durchschnittsprozentsatz des ganzen Materials stimmt, der für rechte Individuen zwischen 41 und 42 lag.

Der Umstand, dass wir es hier mit einer Art zu tun haben, bei der die Anzahl rechter und linker Individuen eine deutliche Ungleichheit aufweist, und dass zu gleicher Zeit die untersuchten Ähren in bezug auf diese Anzahl erhebliche Differenzen zeigten, forderte dazu auf, der Frage durch das Studium einer Reihe reiner Linien nachzugehen, um womöglich Elementararten mit ausgesprochener Verschiedenheit des fraglichen Zahlenverhältnisses erhalten zu können.

Es wurden 21 solche »Linien« untersucht und wir geben das Resultat in Tab. 10. Im ganzen wurden 8127 Keimlinge der Untersuchung unterzogen, von denen 23 das erste

Tab. 10.

»Linie«	Individuen	rechte	linke	% rechte
Lerchenborg A.....	488	147	341	30
Prentice A.....	219	66	153	30
Prentice B.....	438	153	285	35
Prentice D.....	259	96	163	36
Hallet E.....	372	144	228	38
Prentice E.....	596	228	368	38
Prentice D.....	290	110	180	38
Prentice F.....	340	129	211	38
Goldthorpe 84.....	520	205	315	39
Goldthorpe 24.....	493	194	299	39
Glorup B (168).....	290	112	178	39
Goldthorpe 1.....	348	141	207	41
Hallet D.....	363	153	210	42
Hallet C.....	450	190	260	42
Goldhorpe 43.....	359	144	210	42
Hallet A.....	430	185	245	43
Goldthorpe 26.....	536	234	302	44
Goldthorpe 6.....	344	152	192	44
Goldthorpe 64.....	349	158	191	45
Glorup A (151).....	230	105	125	46
Goldthorpe 29.....	390	185	205	48
	8104	3236	4868	40



Laubblatt eingerollt hatten; der Rest, 8104, verteilte sich auf die einzelnen »Linien« in der in Tab. 10 angegebenen Weise, aus der zu entnehmen ist, dass die Individuenzahl der einzelnen »Linien« von 219 bis 596 betrug; die Tabelle gibt weiter an, wie viele rechte resp. linke Individuen in jeder Linie konstatiert wurden; schliesslich sind die Zahlen der rechten Individuen in Prozent umgerechnet (Kolumne 5); die »Linien« sind so geordnet, dass die Tabelle mit dem niedrigsten »rechts«-Prozentsatz beginnt und mit dem grössten schliesst: die stark schwankenden Prozentzahlen beweisen, dass wir hier innerhalb der Art *Hordeum distichum* ziemlich sicher Elementararten haben, die hinsichtlich des Prozentsatzes rechter Individuen beträchtliche Differenzen zeigen; der Unterschied zwischen den 30% von »Lerchenborg A« und den 48% von »Goldthorpe 29« ist so gross, dass er in diesem Falle, wo nicht weniger als 488 resp. 390 Individuen untersucht worden waren, kaum zufällig gewesen sein dürfte. Bedauerlicherweise eignet sich *Hordeum distichum* nicht zu Kreuzungsversuchen, da es zu schwierig ist, bei dieser Pflanze in grösserem Massstabe künstliche Bestäubung vorzunehmen. Hoffentlich gelingt es aber, ähnliche Differenzen im Vorkommen rechter und linker Individuen bei anderen Arten zu finden, die sich besser als die Gerste zu Kreuzungsversuchen eignen.

Im J. 1917 nahm ich die Untersuchungen über das Zahlenverhältnis zwischen rechten und linken Individuen der Gerste wieder auf. Leider konnte ich das Studium der im J. 1905 untersuchten Linien nicht fortsetzen, da dieselben nicht mehr in Kultur waren. Statt dessen bekam ich von Prof. W. JOHANNSEN Material aus zwei anderen Linien, nämlich »Lerchenborg 1914 a« und »Glorup A, 1914, 26«.

Von »Lerchenborg 1914 a« wurden von 55 Mutterpflanzen die Körner einer jeden für sich gesät und die Keimlinge untersucht. Die Anzahl der Nachkommenschaft lag für die einzelnen Mutterindividuen zwischen 25 und 105; die Ge-

samtzahl betrug 2962; davon hatten verhältnismässig viele, nämlich 39, das 1. Laubblatt eingerollt; in Tab. 11 sind sie in der die Individuenzahl angehenden Kolumne in

Tab. 11.

Stammpflanze Nr.	Brut				Stammpflanze Nr.	Brut				Stammpflanze Nr.	Brut			
	Indi- vi- duen	r	l	% r		Indi- vi- duen	r	l	% r		Indi- vi- duen	r	l	% r
1	33(+2)	8	25	24	20	48(+1)	19	29	40	39	58	26	32	45
2	25(+2)	6	19	24	21	48	19	29	40	40	51(+1)	23	28	45
3	58(+3)	15	43	26	22	30	12	18	40	41	55	25	30	45
4	31	9	22	29	23	65(+3)	26	39	40	42	44	20	24	45,5
5	73	23	50	32	24	60(+2)	24	36	40	43	35	16	19	46
6	60	19	41	32	25	57(+1)	23	34	40	44	73	34	34	47
7	49(+1)	16	33	33	26	52	21	31	40	45	30	14	16	47
8	33(+4)	11	22	33	27	86(+2)	35	51	41	46	75	35	40	47
9	38(+2)	13	25	34	28	59	24	35	41	47	27(+1)	13	14	48
10	64	22	42	34	29	105	43	62	41	48	49	24	25	49
11	49	17	32	35	30	39(+1)	16	23	41	49	70	35	35	50
12	46(+3)	16	30	35	31	48	20	28	42	50	30	16	14	53
13	59(+1)	21	38	36	32	57	24	33	42	51	41	22	19	54
14	65(+2)	24	41	37	33	85(+2)	36	49	42	52	25	14	11	56
15	102	38	64	37	34	82(+2)	35	47	43	53	39	22	17	56
16	67	25	42	37	35	77	33	44	43	54	49	28	21	57
17	34	13	21	35	36	65(+1)	28	37	43	55	55	32	23	58
18	54(+1)	21	33	39	37	48	21	27	44					
19	28	11	17	39	38	38(+1)	17	21	45		2923	1203	1720	41,156

Klammern vermerkt. Der Rest, 2923, hatte das 1. Laubblatt zusammengerollt; der »rechts«-Prozentsatz bewegte sich hier zwischen 24 und 58. Wegen Einzelheiten verweisen wir auf die Tabelle (Tab. 11), wo die Mutterpflanzen nach der Höhe des »rechts«-Prozentsatzes ihrer Nachkommenschaft geordnet sind, und zwar beginnt die Tabelle mit dem niedrigsten und endet mit dem höchsten »rechts«-Prozentsatze. Werden diese Zahlen in aufsteigende Klassen geordnet,



ähnlich wie oben die Resultate aus dem J. 1905, so erhält man die Tab. 12, die gleichsam wie die oben erwähnte

Tab. 12.

	I	II	III	IV	V
»Rechts«-Prozent . . .	16—25	26—35	36—45	46—55	56—65
Mutterpflanzen . . . .	2	10	29	10	4
% . . . .	4	18	53	18	7

Tab. 9 in der Gruppe 36—45 das Maximum aufweist. Der durchschnittliche »rechts«-Prozentsatz des ganzen Materials war 41,156. Die Abweichungen der einzelnen »rechts«-Prozentsätze von diesem Durchschnitt sind recht erheblich, nämlich 17 nach jeder Seite; sie fallen jedoch — infolge der verhältnismässig geringen Anzahl der Sprösslinge der einzelnen Mutterpflanzen — noch innerhalb des Bereiches der fluktuierenden Variabilität.

Von »Glorup A, 1914, 26« habe ich 990 Keimpflanzen untersucht, wovon verhältnismässig noch mehr als bei »Lerchenborg 1914 a«, nämlich 32, das erste Laubblatt eingerollt hatten. Unter den übrigen 958 waren 399 rechte und 559 linke, der »rechts«-Prozentsatz also 41,438, demjenigen von »Lerchenborg 1914 a« und dem Durchschnittsprozent für das ganze *Hordeum distichum* fast gleich.

In Tab. 13 habe ich das ganze von COMPTON und mir untersuchte Material zusammengestellt.

Tab. 13.

	Individuen	rechte	linke	r %
Compton (1913) . . . . .	19165	7980	11185	41,638
Raunkjær (1905; 1917)	14031	5686	8345	40,525
	33196	13666	19530	41,168

Was die Windung der entfalteten Laubblätter anbelangt, scheint *Hordeum distichum* sehr konstant zu sein, da alle daraufhin geprüften Blätter nach rechts gewunden

waren. Von »Lerchenborg 1914 a« wurden an 105 jungen Pflanzen 126 Blätter untersucht, die alle rechtsgewunden waren, und von »Glorup A, 1914, 26« wurde bei 230 Pflanzen die Windung des 2. Laubblattes notiert und ausnahmslos rechtsläufig befunden.

*Hordeum polystichum.*

Von 571 Keimpflanzen hatten nur 2 das erste Laubblatt eingerollt; von den übrigen 569 erwiesen sich 237 als rechte, 332 als linke in bezug auf die Rollung des 1. Laubblattes. Untenstehend sind meine und COMPTONS Zählungen zusammengestellt; im ganzen wurden 957 Keimpflanzen untersucht, ihr »rechts«-Prozent ist 42,53, folglich nicht weit von dem Verhältnisse bei *Hordeum distichum*.

Tab. 14.

	Pflanzen	rechtsgerollt	linksgerollt	% rechtsgerollt
Compton.....	388	170	218	43,81
Raunkjær.....	569	237	332	41,65
Zus. ...	957	407	550	
% .....		42,53	57,47	

*Secale cereale.*

Bei einer sehr grossen Anzahl Pflanzen hatte das 1. Blatt eingerollte Knospenlage; und zwar von 2800 Keimpflanzen etwas mehr als die Hälfte, nämlich 1438, also 51,357 %, von den übrigen 1362 Pflanzen waren 602 nach rechts, 760 nach links gerollt, d. h. 44,2 % rechte, 55,8 % linke.

*Triticum vulgare.*

Von 400 Keimpflanzen hatten 197 das 1. Laubblatt nach rechts übergerollt, 203 nach links, also 49 % nach rechts, 51 % nach links. Eingerollte Knospenlage wurde in keinem Falle beobachtet.



*Agropyrum caninum.*

Untersucht 84 Keimpflanzen; eingerollte Lage nicht beobachtet; bei 43 1. Blatt rechtsgerollt, bei 41 linksgerollt, also 51 % rechte, 49 % linke Pflanzen.

*Avena sativa.*

Benützt man auch hier die Rollung des 1. Laubblattes zur Unterscheidung rechter und linker Individuen, so scheinen etwas mehr rechte als linke Pflanzen vorzukommen. Hier das Resultat COMPTONS und meiner Untersuchungen:

Tab. 15.

	Individuen	Rollung des 1. Blattes		% rechts
		rechts	links	
Compton.....	1045	576	469	55,12
Raunkjær.....	1077	593	484	55,06
	2122	1169	953	
		55,09 %	44,91 %	

Bei einer Anzahl Keimpflanzen habe ich auch die Rollungsrichtung der zwei ersten Laubblätter verglichen; man sieht (Tab.16), dass diese beiden Richtungen nur bei  $\frac{3}{5}$  der untersuchten Pflanzen antidrom waren.

Tab. 16.

Rollung des 2. Laubblattes:	Rollung des 1. Laubblattes			
	rechts		links	
	rechts	links	rechts	links
	108	168	165	111
	39,13 %	60,87 %	59,78 %	40,22 %

Was die Windung der Laubblätter anbelangt, so ist diese in der Regel linksläufig, jedoch mit ziemlich vielen Ausnahmen; unter 1230 Blättern — den beiden ersten Laubblättern einer Anzahl Individuen — waren 1037 links, 198 rechts gewunden, also 84,31 % nach links und 15,69 % nach rechts.

Wie aus untenstehender Übersicht (Tab. 17) zu entnehmen, haben die meisten rechtsgewundenen Blätter gleichzeitig rechtsgerollte Knospenlage, während fast alle Blätter mit linksgerollter Knospenlage auch linksgewundene Blattspreiten haben.

Tab. 17.

Windung des 1. Laubblattes:	Rollung des 1. Laubblattes			
	rechts		links	
	rechts	links	rechts	links
	70	182	4	274
	27,78 %	72,22 %	1,44 %	98,56 %

Windung der Granne. — Im Anschluss an die Windung der Blattspreite bei Haferarten ist es naheliegend, die Windung der Granne zu besprechen, da ja die Granne als ein der Blattspreite homologes Gebilde angesehen wird.

Tab. 18.

	Rispen	Grannen	
<i>Avena elatior</i> .....	7	368	sämtlich linksgewunden
» <i>fatua</i> .....	8	211	» »
» <i>hirsuta</i> .....	8	200	» »
» <i>hybrida</i> .....	9	249	» »
» <i>pratensis</i> .....	13	200	» »
» <i>pubescens</i> .....	9	238	» »
» <i>sativa</i> .....	15	75	» »
» <i>strigosa</i> .....	8	224	» »
	<hr/> 77	<hr/> 1765	

Aus Tab. 18 geht hervor, dass eine Untersuchung von 1765 an 77 Rispen gesammelten Grannen von 8 Arten der Gattung *Avena* nicht eine einzige Abweichung von linksläufiger Windung an den Tag legte. So ist also hier die Windungsrichtung der Granne konstanter als die der Blattspreite. Andererseits ist die Granne bei Gräsern keineswegs immer linksgewunden. Zum Vergleich mit den *Avena*-Arten wollen wir hier den von uns bei einigen anderen Gräsern festgestellten Befund mitteilen:

Tab. 19.

Grannen		
<i>Alopecurus pratensis</i> . . . . .	110	sämtlich linksgewunden
<i>Anthoxanthum odoratum</i> . . . . .	100	» »
» <i>Puellii</i> . . . . .	10	» »
<i>Deschampsia setacea</i> . . . . .	25	» »
» <i>flexuosa</i> . . . . .	25	sämtlich rechtsgewunden
<i>Aira caryophyllea</i> . . . . .	25	» »
» <i>praecox</i> . . . . .	25	» »

Wir haben hier also bei einigen Arten linksläufige, bei anderen rechtsläufige Windung, aber die Windungsrichtung ist auch hier für jede einzelne Art konstant. Es ist nicht ohne Interesse, zu bemerken, dass *Aira*-Arten die Granne im entgegengesetzten Sinne gewunden haben als die *Avena*-Arten, und dass die beiden *Deschampsia*-Arten sich voneinander durch den Windungssinn der Granne unterscheiden.

*Avena elatior.*

Das 1. Laubblatt hat hier meistens einfachgefaltete Knospenlage; manchmal greift der eine Blattrand ein wenig über den anderen über, und man kann in diesem Falle auch hier zwischen einer rechts-übergerollten und einer links-übergerollten Knospenlage unterscheiden; aber die Sache ist nur bei wenigen Individuen untersucht worden.

Die Laubblätter dieser Species haben Rechtswindung; von 1144 Blättern — 1. und 2. Blatt einer Anzahl Individuen — waren 1140 rechtsgewunden, nur 4 linksgewunden die Windung der Blattspreite ist also hier der Windung der Granne entgegengesetzt; diese letztere ist stets linksläufig.

*Bromus arvensis.*

Unter 400 Keimpflanzen hatten 165, also 41,25%, das 1. Laubblatt eingerollt; der Rest, 235, teilte sich in 114 rechtsgerollte, 121 linksgerollte, d. h. resp. 48,51 und 51,44% — fast gleich viele jeder Art.



*Schedonorus matritensis.*

Unter 400 Keimpflanzen hatten 43 das 1. Laubblatt eingerollt; von den übrigen 357 waren 186 rechtsgerollt, 171 linksgerollt, was 52 bzw. 48 % ergibt, also ungefähr gleich viele jeder Art.

*Schedonorus sterilis.*

Untersucht wurden 360 Keimpflanzen, wovon nur 9 eingerollte Knospenlage hatten. Bei 151 war das 1. Laubblatt rechtsgerollt, bei 200 linksgerollt — also 43,02 bez. 56,98 %.

*Panicum miliaceum.*

Von 1600 Keimpflanzen hatten 814 rechtsgerollte, 786 linksgerollte Knospenlage des 1. Laubblattes — eine ungefähr gleichmässige Verteilung.

*Setaria italica.*

Über diese Art berichtet COMPTON, dass von 475 Pflanzen 217 das 1. Laubblatt nach rechts, 258 nach links zusammengerollt hatten — 45,68 bzw. 54,32 %.

*Setaria glauca.*

Von 340 Pflanzen hatten nur 11 das 1. Laubblatt eingerollt; bei 118 war es rechts, bei 211 links zusammengerollt — d. h. 35,87 resp. 64,23 %; also bedeutend mehr linke als rechte Pflanzen.

*Andropogon sorghum.*

Von 600 untersuchten Pflanzen hatte nur eine das 1. Laubblatt eingerollt; 245 hatten es rechts, 354 links zusammengerollt, also bzw. 40,9 und 59,1 %; dergestalt gibt es auch hier bedeutend mehr linke als rechte Individuen.

*Zea Mais.*

Was den Mais anbelangt, besteht eine nicht geringe Differenz zwischen den Resultaten von COMPTON und den meinigen, wie aus folgender Zusammenstellung erhellt:

Tab. 20.

	Individuen	rechte	linke	r %	l %
Compton.....	6189	3082	3107	49,8	50,2
Raunkjær.....	1016	572	444	56,3	43,7
	7205	3654	3551	50,7	49,3

COMPTON fand also 49,8 % und ich 56,3 % »rechte« Pflanzen; da aber COMPTON weit mehr Individuen untersucht hat als ich, gibt der Durchschnitt sämtlicher 7205 untersuchter Pflanzen ungefährr gleich viele rechte wie linke Individuen.

Beim Mais sitzen die Körner bekanntlich in Doppelreihen; während diese Doppelreihen voneinander durch mehr oder minder gerade Linien getrennt sind, greifen die Körner der beiden eine Doppelreihe bildenden Reihen gegenseitig ineinander; man hat also Grund zur Annahme, dass auf beiden Seiten eines Kernes ungleiche Druck- und Platzverhältnisse bestehen, und zwar so, dass diese Verhältnisse auf der rechten Seite einer rechten Kernreihe und auf der linken Seite einer linken Kernreihe einander gleich sind und ebenso auf der rechten Seite einer linken und auf der linken Seite einer rechten Kernreihe.

MACLOSKIE (1895), der die Rollung des 1. Laubblattes bei Keimpflanzen aus verschiedenen Kernreihen zuerst untersucht hat, kam zu dem Ergebnis, dass die eine Reihe nur rechte, die andere nur linke Pflanzen gibt; in einer anderen Publikation (vgl. COMPTON 1912), die mir nicht zugänglich war, berichtet er jedoch dieses Resultat dahin, dass ca.  $\frac{2}{3}$  der rechten Kernreihe einer Doppelreihe linke Pflanzen geben, dass letzte Drittel rechte Pflanzen — und umgekehrt für die linke Reihe der Doppelreihe.

COMPTON, der später über dieselbe Frage eingehende Untersuchungen angestellt hat, fand zwar auch einen Unterschied zwischen den Keimpflanzen der beiden Körnerreihen; aber dieser Unterschied ist viel kleiner als der von MACLOSKE angegebene, wie dies aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

Tab. 21.

(Compton)	rechte Kernreihe		linke Kernreihe	
Individuen:	rechte	linke	rechte	linke
	1597	1369	1319	1562
in Prozent:	53,8	46,2	45,8	54,2

Da COMPTONS Material so umfangreich ist, kann der nachgewiesene Unterschied kaum auf einem Zufall beruhen; doch wäre hier eine nochmalige Untersuchung erwünscht; wenn eine erneute eingehende Prüfung COMPTONS Resultate bestätigt, haben wir hier vielleicht ein Verhältnis, das uns auf die rechte Spur bringen kann, wodurch, wenigstens in diesem Falle, die Rechtsseitigkeit oder Linksseitigkeit einer Keimpflanze bedingt wird.

Aus obenstehenden Untersuchungen folgt:

1) Dass die Linnéschen Arten in bezug auf das Zahlenverhältnis zwischen rechten und linken Individuen verschieden beschaffen sein können; der rechts-Prozentsatz schwankt in den untersuchten Fällen zwischen ca. 36 und 55 (Tab. 22).

2) Dass innerhalb einer einzelnen Linnéschen Art Elementararten auftreten können, die sich hinsichtlich des genannten Zahlenverhältnisses voneinander unterscheiden (Tab. 10).

Dies berechtigt zur Hoffnung, dass ähnliche Verhältnisse sich auch bei anderen Familien werden nachweisen lassen, die leichter als die Gräser zu Kreuzungsversuchen benützt werden könnten, so dass es möglich sein wird, zu erforschen, wie das Zahlenverhältnis zwischen rechten und linken Indivi-



Tab. 22.

	Untersuchte Pflanzen	Prozent rechte
<i>Setaria glauca</i> .....	329	35,87
<i>Andropogon sorghum</i> .....	599	40,9
<i>Hordeum distichum</i> .....	33196	41,168
<i>Bromus arvensis</i> .....	235	41,51
<i>Hordeum polystichum</i> .....	957	42,53
<i>Schedonorus sterilis</i> .....	351	43,02
<i>Secale cereale</i> .....	1362	44,2
<i>Setaria italica</i> .....	475	45,68
<i>Triticum vulgare</i> .....	400	49
<i>Zea Mais</i> .....	7205	49,33
<i>Panicum miliaceum</i> .....	1600	50,88
<i>Agropyrum caninum</i> .....	84	51
<i>Schedonorus matritensis</i> .....	357	52
<i>Avena sativa</i> .....	2122	55,09

duen durch eine Kreuzung zwischen Elementararten beeinflusst wird, die in bezug auf dieses Zahlenverhältnis verschieden sind.

Bei dem im J. 1917 vollzogenen Teile obiger Untersuchungen hat mir Hr. Mag. scient. JOHS. GRØNTVED auf verschiedene Weise geholfen, und ich danke ihm mit Freuden für gewissenhaften Beistand.

### Literatur.

1. MACLOSIE, G., (1895), Antidromy of Plants, Bull. of the Torr. Bot. Club. Vol. 22. 1895. Pag. 379—387.
2. RAUNKIÆR, C., (1899), De danske Blomsterplanters Naturhistorie I. Enkimbladede. 1895—1899.
3. SCHOUTE, J. C., (1910), Die Bestockung des Getreides. Verhandlungen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Tweede Sectie. Deel 15. 1910.
4. COMPTON, R. H., (1910), On Right- and Left-Handedness in Barley. Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. Vol. 15. 1910. Pag. 495—506.
5. « (1912), A further contribution to the study of Right- and Left-Handedness. Journal of Genetics. Vol. 2. 1912—1913. Pag. 53—70.



# DET KGL. DANSKE VIDENSKABERNES SELSKABS SKRIFTER

## 8<sup>DE</sup> RÆKKE

### NATURVIDENSKABELIG OG MATHEMATISK AFDELING

	Kr. ø.
I., 1915—1917 .....	10,75
1. PRYTZ, K. og J. N. NIELSEN: Undersøgelser til Fremstilling af Normaler i Metersystemet grundet paa Sammenligning med de danske Rigsprototyper for Kilogrammet og Meteren. 1915 .....	1,55
2. RASMUSSEN, HANS BAGGESGAARD: Om Bestemmelse af Nikotin i Tobak og Tobaksextrakter. En kritisk Undersøgelse. 1916 .....	1,75
3. CHRISTIANSEN, M.: Bakterier af Tyfus-Coligruppen, forekommende i Tarmen hos sunde Spædkalve og ved disses Tarminfektioner. Sammenlignende Undersøgelser. 1916 .....	2,25
4. JUEL, C.: Die elementare Ringfläche vierter Ordnung. 1916 .....	0,60
5. ZEUTHEN, H. G.: Hvorledes Mathematiken i Tiden fra Platon til Euklid blev en rationel Videnskab. Avec un résumé en français. 1917 .....	8,00
II., 1916—1918 (med 4 Tavler) .....	11,50
1. JØRGENSEN, S. M.: Det kemiske Syrebegrebs Udviklingshistorie indtil 1830. Efterladt Manuskript, udgivet af OVE JØRGENSEN og S. P. L. SØRENSEN. 1916 .....	3,45
2. HANSEN-OSTENFELD, CARL: De danske Farvandes Plankton i Aarene 1898—1901. Phytoplankton og Protozoer. 2. Protozoer; Organismer med usikker Stilling; Parasiter i Phytoplanktoner. Med 4 Figurgrupper og 7 Tabeller i Teksten. Avec un résumé en français. 1916 .....	2,75
3. JENSEN, J. L. W. V.: Undersøgelser over en Klasse fundamentale Uligheder i de analytiske Funktioners Theori. I. 1916 .....	0,90
4. PEDERSEN, P. O.: Om Poulsen-Buen og dens Teori. En Experimentalundersøgelse. Med 4 Tavler. 1917 .....	2,90
5. JUEL, C.: Die gewundenen Kurven vom Maximalindex auf einer Regelfläche zweiter Ordnung. 1917 .....	0,75
6. WARMING, EUG.: Om Jordudløbere. With a Résumé in English. 1918 .....	3,65
III., (under Pressen).	
1. WESENBERG-LUND, C.: Furesøstudier. En bathymetrisk-botanisk zoologisk Undersøgelse af Mølleaaens Søer. Under Medvirkning af Oberst M. J. SAND, Mag. J. BOYE PETERSEN, Ffu A. SEIDELIN RAUNKJÆR og Mag. sc. C. M. STEENBERG. Med 7 bathymetriske Kort, 7 Vegetationskort, 8 Tavler og ca. 50 i Teksten trykte Figurer. Avec un résumé en français. 1917 .....	22,00
2. LEHMANN, ALFR.: Stofskifte ved sjælelig Virksomhed. With a Résumé in English. 1918 .....	3,15
V., (under Pressen).	
1. BJERRUM, NIELS u. KIRSCHNER, AAGE: Die Rhodanide des Goldes und das freie Rhodan. Mit einem Anhang über das Goldchlorid. 1918 .....	3,50



# BIOLOGISKE MEDDELELSER

UDGIVNE AF

DET KGL. DANSKE VIDENSKABERNES SELSKAB

## 1. BIND:

	Kr. Ø.
1. KROMAN, K.: Laws of muscular action. 1917.....	0.95
2. BOAS, J. E. V.: Das Gehörn von Antilocapra und sein Verhältnis zu dem anderer Cavicornia und der Hirsche. Mit 2 Tafeln. 1917	1.75
3. RAUNKLÆR, C.: Recherches statistiques sur les formations végétales. 1918 .....	1.75
4. RAUNKLÆR, C.: Über das biologische Normalspektrum. 1918 ..	0.40
5. WALBUM, L. E.: Undersøgelser over Petroleumæthers og nogle rene Kulbrinters Indvirkning paa Tyfus-Coligruppens Bakterier. With a Résumé in English. 1918.....	1.05
6. KROGH, AUG.: Vævenes Forsyning med Ilt og Kapillærkredsløbets Regulering. Med 1 Tavle. 1918.....	1.00
7. RAUNKLÆR, C.: Ueber die verhältnissmässige Anzahl männlicher und weiblicher Individuen bei <i>Rumex thyrsiflorus</i> Fingerh. 1918	0.40
8. BOAS, J. E. V.: Zur Kenntniss des Hinterfusses der Marsupialier. Mit 2 Tafeln. 1918 .....	1.65
9. FIBIGER, JOHANNES: Investigations on the Spiroptera Cancer III. On the transmission of Spiroptera neoplastica (Gongylonema N.) to the rat as a method of producing cancer experimentally. With one plate. 1918.....	1.05
10. FIBIGER, JOHANNES: Investigations on the Spiroptera Cancer IV. Spiroptera cancer of the tongue in rats. With four plates. 1918	2.80
11. FIBIGER, JOHANNES: Investigations on the Spiroptera Cancer V. On the growth of small carcinomata and on predisposition to spiroptera cancer in rats and mice. 1918.....	0.65
12. RAUNKLÆR, C.: Ueber Homodromie und Antidromie insbesondere bei Gramineen. 1919.....	0.70

