

(Aus dem Institut für Agrobiologie der Universität Greifswald)

Über das Zusammenwirken von Jarowisation und Photoperiodismus bei einigen Leguminosen, insbesondere bei *Vicia villosa* Roth

Von HEINZ KURTH

Mit 14 Textabbildungen

Einleitung

Es ist bekannt, daß bei Langtagpflanzen zunehmende Tageslänge den Entwicklungsablauf beschleunigt. Darüberhinaus kann durch Behandlung des Saatgutes mit niedrigen Keimtemperaturen oder durch entsprechende Temperaturbehandlung der Jungpflanzen (Jarowisation) eine weitere Entwicklungsbeschleunigung ausgelöst werden. Bei manchen Langtagpflanzen ist es sogar möglich, durch Jarowisation das photoperiodische Reaktionsvermögen weitgehend zu überdecken. HARDER, STÖRMER und v. DENFFER (1, 5, 6) fanden an Senf und Kornrade, daß die durch Jarowisation ausgelöste Entwicklungsbeschleunigung mit abnehmender Tageslänge relativ zunimmt. Bei gleichbehandelter Wintergerste traten dagegen keine Veränderungen ein. Ähnliche Feststellungen trafen auch LAROSE und VANDERVALLE (12) an westeuropäischen Winterweizensorten. Sie fanden, daß nach Jarowisation im Langtag das Ährenschieben eintrat, während es im neunstündigen Kurztag unterblieb. Dagegen zeigten jarowisierte und mit Kurztag induzierte Winterweizenpflanzen eine erhöhte Entwicklungsbeschleunigung. Die Verfasser schlossen aus diesem Verhalten auf Zusammenhänge zwischen Jarowisation und Photoperiodismus. PURVIS und GREGORY (3, 15) stellten weiterhin fest, daß Petkuser-Winterroggen nach Jarowisation auch bei Kurztagbedingungen Ährenschob. Von VOSS (16) wurde in seinen entwicklungsphysiologischen Untersuchungen mit Wintergetreide ebenfalls auf Beziehungen hingewiesen, die zwischen Jarowisation und Photoperiodismus bestehen. Versuche, die HARTISCH (7) mit jarowisierten Lupinen bei verschiedenen Tageslängen durchführte, lassen gleichfalls erkennen, daß die durch Jarowisation ausgelöste Erblühbeschleunigung im Kurztag relativ größer als bei normaler Tageslänge ist. HACKBARTH und TROLL (4) äußerten sich dahingehend, daß bei allen Lupinenarten der Einfluß der Tageslänge durch den Einfluß der Temperatur zur Zeit der Keimung weitgehend überdeckt wird.

Eigene Untersuchungen sollten über die unterschiedliche Wirkung einer Jarowisation unter Lang- und Kurztagbedingungen weitere Aufschlüsse bringen. Als Versuchspflanze diente dabei vor allem die Zottelwicke.

Material

Die Untersuchungen wurden an folgenden Leguminosenarten und -sorten durchgeführt:

Zottelwicke (*Vicia villosa* Roth)

Auslese aus einer Landsorte

Saatwicke (*Vicia sativa* L.)

Handelssaatgut bodenständiger Herkunft

Ackerbohnen (*Vicia faba* L.)

Dornburger Ackerbohne

Rastatter Ackerbohne

Weiße Süßlupine (*Lupinus albus* L.)

Gülzower weiße Süßlupine

Nährquell

Peluschken (*Pisum arvense* L.)

Handelssaatgut

Inkarnatklée (*Trifolium incarnatum* L.)

Handelssaatgut ungarischer Herkunft

Edelwicke (*Lathyrus odoratus* L.)

Spencer-Mischung

Zu Vergleichsversuchen wurde außerdem benutzt:

Senf (*Sinapis alba* L.)

Maleksberger Gelb

Versuchsmethodik

Das Saatgut wurde nach der Jarowisationsmethode LYSSENKOS behandelt. Zur Quellung erwiesen sich folgende Wassergaben als optimal:

Art:	Menge des zur Anquellung notwendigen Wassers in Gewichtsprozenten (bezogen auf lufttrockene Samen)
<i>Vicia villosa</i>	50
<i>Vicia sativa</i>	55
<i>Vicia faba</i>	80
<i>Lathyrus odoratus</i>	50
<i>Lupinus albus</i>	70
<i>Pisum arvense</i>	60
<i>Trifolium incarnatum</i>	70
<i>Sinapis alba</i>	

Das entsprechend angefeuchtete Saatgut wurde nach 24stündiger Quellung bei Zimmertemperatur in einem Kühlschranks Temperaturen von $+1^{\circ}$ bis $+5^{\circ}$ ausgesetzt. Für Winterwicke war in entsprechenden Vorversuchen mit verschiedenen Jarowisationszeiten eine 30—35tägige Temperaturbehandlung als ausreichend ermittelt worden. Die sommerannuellen Pflanzen wurden hingegen alle einheitlich 14 Tage jarowisiert.

Die Aussaaten erfolgten im Freiland und in im Freiland stehenden Mitscherlichgefäßen. In jedem Gefäß befanden sich 5 Pflanzen. Jede Gefäßversuchsreihe bestand aus 15 Pflanzen. Die täglichen Belichtungszeiten betragen 8 Stunden (von 8^h bis 16^h), 10 Stunden (von 8^h bis 18^h), 12 Stunden (von 7^h bis 19^h), 14 Stunden (von 6^h bis 20^h) und 16 Stunden (von 5^h bis 21^h = volle Tageslänge). Zur Verdunkelung wurden die Pflanzen mit Kästen abgedeckt. Diese Kästen waren aus mit Dachpappe überspannten Holzgestellen ($90 \times 80 \times 120$ cm) hergestellt, deren Außenseiten zur Minderung der Wärmeabsorption mit weißer Kalkfarbe angestrichen waren.

Zur Ermittlung der durch Jarowisation ausgelösten Entwicklungsbeschleunigung in Abhängigkeit von den natürlichen Tageslängen wurden die bereits genannten Futterpflanzen zu verschiedenen Terminen ausgesät. 1952 beschränkten sich die Untersuchungen auf Feststellungen des Blühtermines bei nur einer Aussaatzeit; die Ende Juli erfolgte. 1953 wurden die Aussaatzeiten im Abstand von 15 Tagen von April bis September auf Parzellen von je 4 qm Größe durchgeführt und dienten zur Erfassung der Erblühbeschleunigung und der Wuchshöhe. Die Erträge konnten wegen Hasenfraßschäden nicht exakt festgestellt werden.

Versuchsergebnisse

a) Zottelwicken und Saatwicken

Die Untersuchungen hatten zunächst das Ziel, den Entwicklungsverlauf jarowisierter und unbehandelter Zottelwicken unter dem Einfluß von drei verschiedenen Tageslängen zu ermitteln, nämlich im Langtag (ca. 16 Stunden), bei 12 Stunden Tageslänge und im extremen Kurztag (8 Stunden). Die Saatwicken dienten vorläufig nur als Kontrolle. In Tab. 1 sind die Ergebnisse dieser Versuchsreihe zusammengestellt.

Tabelle 1. Entwicklung und Ertrag von jarowisierten und unbehandelten Zottelwicken bei verschiedenen Tageslängen.

Art:	Behandlung	Tageslänge	Aussaat am	Tage bis		Ertrag in g pro Pflanze	
				Blühbeg.	Reife	Korn	Stroh
<i>V. villosa</i>	jar.	16 Std.	20. 4.	72	123	2,68	3,69
<i>V. villosa</i>	unb.	16 Std.	20. 4.	79	133	2,16	4,40
<i>V. sativa</i>	unb.	16 Std.	20. 4.	77	128	2,69	4,18
<i>V. villosa</i>	jar.	12 Std.	20. 4.	81	133	0,93	4,18
<i>V. villosa</i>	unb.	12 Std.	20. 4.	132	—	—	—
<i>V. sativa</i>	unb.	12 Std.	20. 4.	96	149	0,60	7,69
<i>V. villosa</i>	jar.	8 Std.	20. 4.	—	—	—	—
<i>V. villosa</i>	unb.	8 Std.	20. 4.	—	—	—	—
<i>V. sativa</i>	unb.	8 Std.	20. 4.	—	—	—	—

Aus der Tabelle geht hervor, daß durch Jarowisation der Blühbeginn verfrüht wird und daß die jarowisierten Pflanzen auch früher reifen. Bei 12 Stunden Tageslänge reiften nur noch die jarowisierten Zottelwicken, und bei 8 Stunden Tageslänge blieb die Jarowisation ohne sichtbare Wirkung. Nachdem ein Teil der Pflanzen 90 Tage der jeweiligen photoperiodischen Behandlungszeit unterworfen worden waren, wurden sie der vollen Tageslänge ausgesetzt. Wie aus Tabelle 2 zu erkennen ist, gelangten dann alle jarowisierten und unbehandelten Pflanzen zur Blüte.

Eine 90tägige Induktion der Langtagpflanze Zottelwicke mit Kurztag zeigte also keine entsprechende Nachwirkungen, denn auch die mit 8 Stunden Tageslänge induzierten Pflanzen gelangten unter anschließenden Langtagbedingungen zur Blüte. Infolge der kühlen und regnerischen Herbstwitterung des Jahres 1952 reiften jedoch die angesetzten Hülsen nicht mehr aus. Bis zum Abbruch des Versuches am 31. Oktober waren die nichtausgereiften Pflanzen im Gegensatz zu den reifen noch völlig belaubt. Demzufolge wurde von einer Gegenüberstellung der Stroherträge abgesehen.

Tabelle 3. Wuchshöhe von *Vicia villosa* und *V. sativa* nach Jarowisation des Saatgutes und bei verschiedener photoperiodischer Behandlung der Pflanzen.

a) *Vicia villosa*

Behandlung:	1. 5.		15. 5.		1. 6.		15. 6.		1. 7.		15. 7.		1. 8.		15. 8.		1. 9.		cm
	o.	j.	o.	j.	o.	j.	o.	j.	o.	j.	o.	j.	o.	j.	o.	j.	o.	j.	
16 Std. Tageslicht	2	3	3	6	15	22	30	40	90	100	120	100	—	—	—	—	—	—	—
14 Std. Tageslicht	2	3	3	5	15	18	20	30	80	90	90	100	110	100	110	100	—	—	—
12 Std. Tageslicht	2	3	3	5	12	15	18	25	40	35	70	80	130	110	140	115	—	—	—
10 Std. Tageslicht	2	2	2	3	8	12	10	18	20	30	50	30	75	60	90	100	100	120	—
8 Std. Tageslicht	2	2	3	3	5	6	10	15	15	20	20	25	30	35	30	40	60	60	—

b) *Vicia sativa*

16 Std. Tageslicht	2	3	8	10	15	20	35	40	90	90	90	90	—	—	—	—	—	—	—
14 Std. Tageslicht	2	3	5	8	15	18	25	28	60	65	80	80	80	80	80	80	—	—	—
12 Std. Tageslicht	2	3	5	8	10	15	20	25	40	40	60	60	70	70	80	80	—	—	—
10 Std. Tageslicht	2	3	5	8	8	12	15	20	25	30	50	50	55	60	60	65	65	70	—
8 Std. Tageslicht	2	2	4	6	5	8	10	12	15	20	20	20	30	40	40	40	50	50	—

o = unbehandelt, j = jarowisiert

Tabelle 2. Entwicklung und Ertrag von jarowisierten und unbehandelten Zottelwicken nach 90tägiger photoperiodischer Induktion.

Art:	Behandlung	Tageslänge (90 Tage)	Aussaat am	Tage bis		Ertrag pro Pflanze	
				Blühbeg.	Reife	Korn	Stroh
<i>V. villosa</i>	jar.	12 Std.	20. 4.	81	133	1,23	8,51
<i>V. villosa</i>	unb.	12 Std.	20. 4.	112	—	—	—
<i>V. sativa</i>	unb.	12 Std.	20. 4.	96	149	2,02	11,14
<i>V. villosa</i>	jar.	8 Std.	20. 4.	122	—	—	—
<i>V. villosa</i>	unb.	8 Std.	20. 4.	131	—	—	—
<i>V. sativa</i>	unb.	8 Std.	20. 4.	125	—	—	—

Während die Saatwicken in den bisherigen Versuchen lediglich als Kontrolle dienten, wurden in den weiteren Untersuchungen auch jarowisierte Saatwicken ausgesät, um die durch Jarowisation ausgelösten Veränderungen im Entwicklungsverlauf bei winter- und sommerannuellen Arten der Gattung *Vicia* bei verschiedenen Tageslängen zu ermitteln.

Das angequollene Saatgut der Zottelwicken wurde wieder 30 Tage und das der Saatwicken 14 Tage in einem Kühlschranks Temperaturen von +1° bis +5° ausgesetzt. Die Aussaat erfolgte am 1. April im im Freiland stehenden Mitscherlichgefäßen. Zur Verdunkelung dienten wieder die bereits erwähnten Kästen. Während sich im Vorjahr die Variation der Tageslänge nur auf 16, 12 und 8 Stunden beschränkte, erstreckte sich in den weiteren Untersuchungen die Variation der Belichtungsdauer über 16, 14, 12, 10 und 8 Stunden.

Die Pflanzen des jarowisierten Saatgutes liefen bei beiden Wickenarten einige Tage früher auf als die unbehandelten Kontrollen. In der Wachstumsintensität traten unter dem Einfluß der einzelnen Tageslängen deutliche Unterschiede auf. Es wuchsen diejenigen Pflanzen am schnellsten und üppigsten, die der größten Tageslänge ausgesetzt waren. Darüber hinaus wurde bei beiden Wickenarten durch Jarowisation das Längenwachstum bis zum Blühbeginn gefördert. Bei den Zottelwicken trat nach Blühbeginn wiederum die bereits aus früheren Versuchen bekannte Wachstumsbeschleunigung der unbehandelten Pflanzen ein. Im allgemeinen waren die durch Jarowisation unter dem Einfluß der einzelnen Tageslängen hervorgerufenen Wachstumsunterschiede bei den Zottelwicken deutlicher ausgeprägt als bei den Saatwicken. (Vgl. Abb. 1a, b, c, d, e und 2a, b, c, d, e sowie Tab. 3).

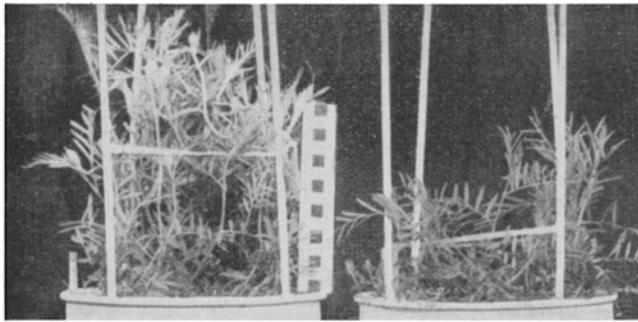


Abb. 1a.

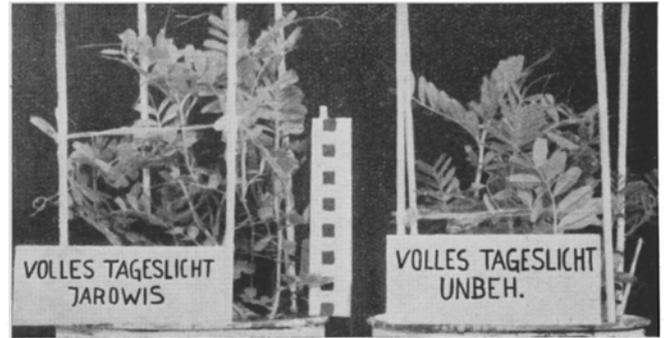


Abb. 2a.

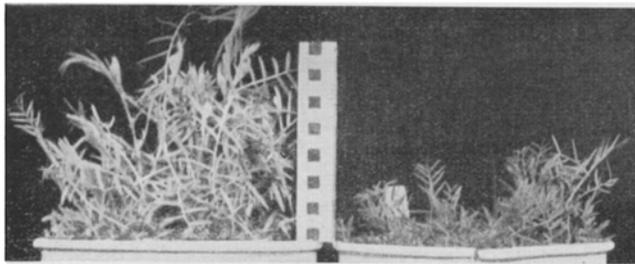


Abb. 1b.

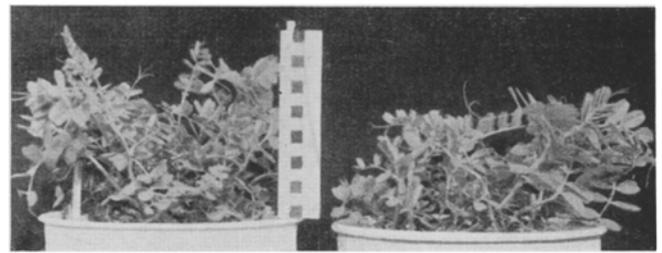


Abb. 2b.

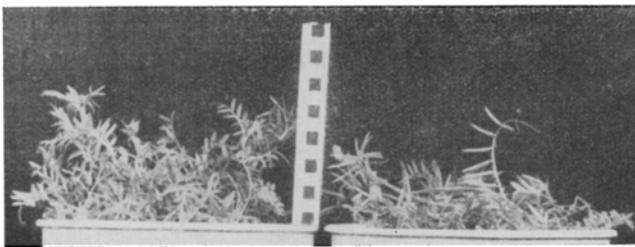


Abb. 1c.

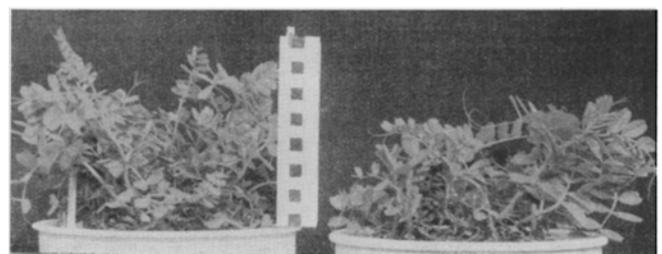


Abb. 2c.

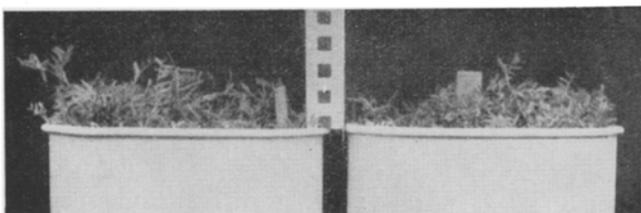


Abb. 1d.



Abb. 2d.

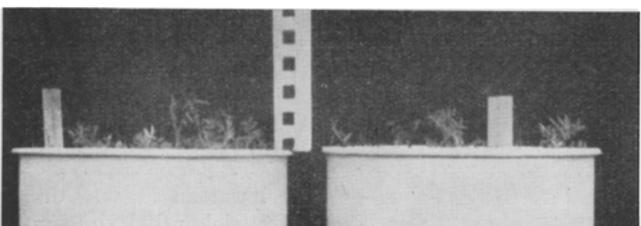


Abb. 1e.



Abb. 2e.

Abb. 1 a—e und 2 a—e.

Sechs Wochen alte Zottelwicken und Saatwicken, links jarowisiert, rechts unbehandelt. (Das beige gesteckte Maß ist 15 cm hoch). — a) volle Tageslänge (entspricht 16 Stunden); b) 14 Stunden Tageslänge; c) 12 Stunden Tageslänge; d) 10 Stunden Tageslänge; e) 8 Stunden Tageslänge.

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß die winterannuelle Zottelwicke auf Jarowisation entschieden stärker reagiert als die sommerannuelle Saatwicke. (Vgl. Tab. 4.)

Die in den Abbildungen 3 und 4 dargestellten Kurven, welche die Vegetationszeit bis zum Blühbeginn bei jarowisierten und unbehandelten Wicken angeben, zeigen besonders deutlich, daß die durch Temperaturbehandlung ausgelöste Entwicklungsbeschleunigung nur bis zu einer unteren Grenze der Tageslänge relativ

zunimmt, während unterhalb dieser Grenze die Jarowisation ohne sichtbare Wirkung bleibt. Für *Vicia villosa* lag die untere Grenze der Erblühbeschleunigung bei 10 Stunden Tageslänge, für *Vicia sativa* bei 12 Stunden Tageslänge.

Die Zottelwicken und Saatwicken zeigten, wie auch im Vorjahr, die durch Jarowisation ausgelöste Entwicklungsbeschleunigung bei photoperiodischer Induktion ebenfalls. (Vgl. Tab. 5.)

Tabelle 4. Vegetationszeit bis zum Blühbeginn bei jarowisierten und unbehandelten Zottel- und Saatwicken unter dem Einfluß verschiedener Tageslängen.

Tageslänge:	Vegetationszeit in Tagen					
	Zottelwicke			Saatwicke		
	unbeh.	jarow.	Förderung d. Jarow.	unbeh.	jarow.	Förderung d. Jarow.
16 Std.	78	73	5	80	78	2
14 Std.	93	79	13	89	86	3
12 Std.	104	83	21	103	98	5
10 Std.	160	111	49	—	—	—
8 Std.	—	—	—	—	—	—

Tabelle 5. Vegetationszeit bis zum Blühbeginn bei jarowisierten und unbehandelten Zottel- und Saatwicken nach gotägiger photoperiodischer Induktion.

gotägige Belichtungsdauer	Vegetationszeit in Tagen					
	Zottelwicke			Saatwicke		
	unbeh.	jarow.	Förderung d. Jarow.	unbeh.	jarow.	Förderung d. Jarow.
14 Std.	93	86	7	89	86	3
12 Std.	106	101	5	101	96	5
10 Std.	137	127	10	111	106	5
8 Std.	148	142	6	129	121	8

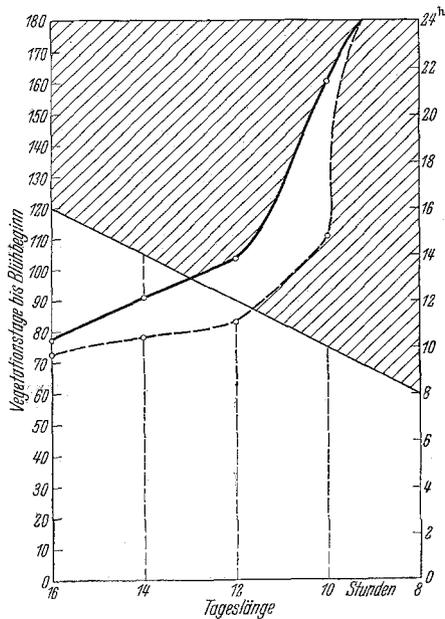


Abb. 3. Veränderung der Vegetationszeit bis zum Blühbeginn durch Jarowisation und photoperiodischer Behandlung bei *Vicia villosa*. --- jarowisiert, — unbehandelt.

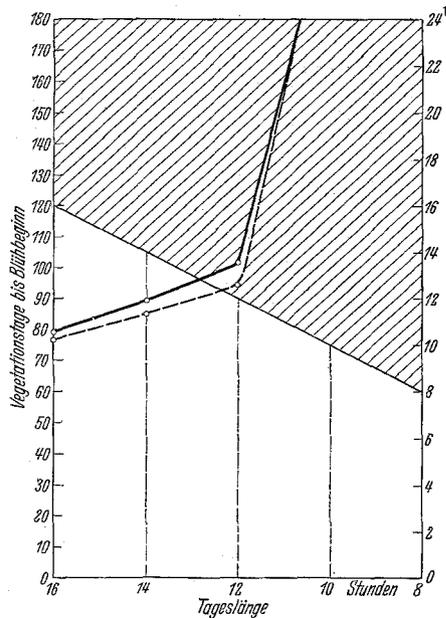


Abb. 4. Veränderung der Vegetationszeit bis zum Blühbeginn durch Jarowisation und photoperiodische Behandlung bei *Vicia sativa*. --- jarowisiert, — unbehandelt.

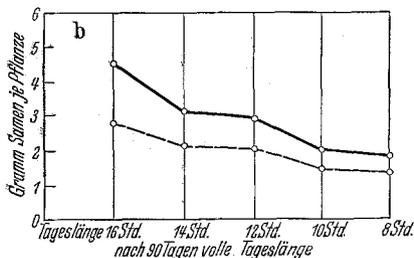
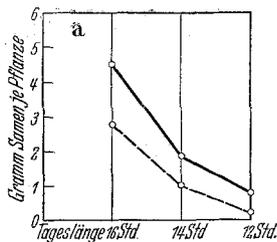


Abb. 5. Veränderung des Samenertrages durch Jarowisation und photoperiodische Behandlung bei *Vicia villosa*. --- jarowisiert, — unbehandelt.

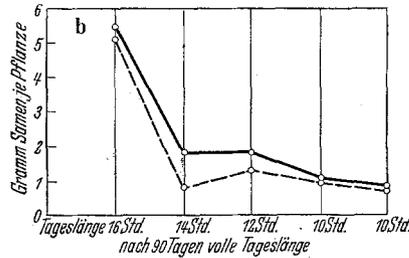
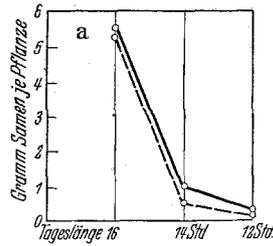


Abb. 6. Veränderung des Samenertrages durch Jarowisation und photoperiodische Behandlung bei *Vicia sativa*. --- jarowisiert, — unbehandelt.

Die bei photoperiodisch ungünstiger Belichtungsdauer durch Jarowisation hervorgerufenen Entwicklungsveränderungen bei Zottel- und Saatwicken kommen noch deutlicher in den Samenerträgen zum Ausdruck. Mit abnehmender Tageslänge sanken bei den Zottelwicken die Samenerträge allmählich, während bei den gleichbehandelten Saatwicken die Samenerträge stark abfielen (Abb. 5 u. 6). Dabei war die Wirkung der Jarowisation auf den Samenmehrertrag

bei den Zottelwicken wiederum größer als bei Saatwicken.

Die in den Abbildungen 7 und 8 dargestellten Stroherträge lassen erkennen, daß bei beiden Wickenarten die jarowisierten Pflanzen weniger Stroh bringen als die unbehandelten. Dieses Ergebnis entspricht der allgemeinen Regel, daß durch Jarowisation die reproduktive Phase der Pflanzen auf Kosten der vegetativen Phase gefördert wird, und beruht darauf, daß nach Blühbeginn die unbehandelten Pflanzen die jarowisierten in der Wachstumsintensität überreffen.

An den Saatwicken war auffällig, daß bei 14 Stunden Tageslänge die jarowisierten Pflanzen mehr Stroh als die unbehandelten brachten. Bei den gleichbehandelten Zottelwicken unterblieb dagegen eine durch Jarowisation hervorgerufene Förderung der vegetativen Gesamtmasse. Weiterhin war für die Saatwicken charakteristisch, daß mit abnehmender Belichtungsdauer die Stroherträge stiegen, während die Samenerträge gleichzeitig stark fielen.

Diese Erscheinungen lassen darauf schließen, daß bei Saatwicken der „Langtagcharakter“ stärker ausgeprägt ist als bei Zottelwicken. Das geht auch daraus hervor, daß die Zottelwicken bei 10 Stunden Tageslänge noch blühen. Dieses unterschiedliche Reaktionsvermögen der beiden Wickenarten kann mit den ver-

schiedenen Tageslängen zusammenhängen, unter denen die Arten ihre Entwicklung beginnen. Die winterannuelle Zottelwicke beginnt ihre Entwicklung normalerweise im Kurztag und schließt sie erst im nächsten Jahr im Langtag ab. Dagegen vollzieht die sommerannuelle Saatwicke ihre Entwicklung normalerweise nur im Langtag.

Untersuchungen über den äußeren Wert des Saatgutes ergaben, daß sich die Qualität mit abnehmender

Tabelle 6. Kornzahl pro Pflanze von jarowisierten und unbehandelten, bei verschiedenen Tageslängen kultivierten Wicken.

Tageslänge:	Zottelwicke			Saatwicke		
	jarow.	unbeh.	Förderung d. Jarow.	jarow.	unbeh.	Förderung d. Jarow.
16 Std.	169	105	64	106	101	5
14 Std.	129	89	40	16	11	5
12 Std.	59	32	27	8	4	4
10 Std.	—	—	—	—	—	—

Nach 90 Tagen photoperiodischer Induktion

14 Std.	99	64	35	35	15	20
12 Std.	93	67	26	36	25	11
10 Std.	71	49	22	21	19	2
8 Std.	66	43	23	14	12	2

Tageslänge verschlechterte. Bei 12 Stunden Tageslänge waren in den meisten Hülsen kaum ausgebildete Körner enthalten, und die wenigen reifen waren Schmachtkörner. Über die pro Pflanze geerntete Kornzahl gibt Tabelle 6 Auskunft.

Ein Vergleich der Samenerträge in g pro Pflanze und der Kornzahl pro Pflanze zeigt, daß die durch Jarowisation bewirkten Ertragsveränderungen im wesentlichen auf einer höheren Kornzahl pro Pflanze beruhen. Im Mittel vierjähriger Feldversuche (1951 bis 1954), die mit jarowisierten und unbehandelten Zottelwicken zum Zwecke der schnelleren und besseren Samengewinnung durchgeführt worden waren, betrugen die Tausendkorngewichte des Erntegutes:

Saatgut von:	T.K.G.
	g
jarowisiert	27,8
unbehandelt	24,6

b) Andere Futterpflanzen

Weitere Ergebnisse, die auf eine durch Jarowisation bewirkte relative

Zunahme der Entwicklungsbeschleunigung unter photoperiodisch ungünstigen Verhältnissen bei Langtagpflanzen schließen lassen, lieferten im Freiland durchgeführte Aussaatzeitenversuche mit jarowisiertem und unbehandeltem Futterpflanzensaatgut, das von April bis September monatlich zweimal zur Aussaat gelangte.

Bereits PAMMER (14) fand an von April bis September ausgesäten Grünfutterpflanzen, daß die Entwicklungszeit bis zum Blühbeginn ebenso wie die Grünmasseerträge bei gleichen Wachstumsbedingungen, aber verschiedenen Aussaatzeiten schwanken. Mit zunehmender Tageslänge verkürzte sich die Entwicklungszeit und sanken die Grünmasseerträge; mit abnehmender Tageslänge nahm die Entwicklungszeit zu, aber die Grünmasseerträge stiegen dabei nicht entsprechend an.

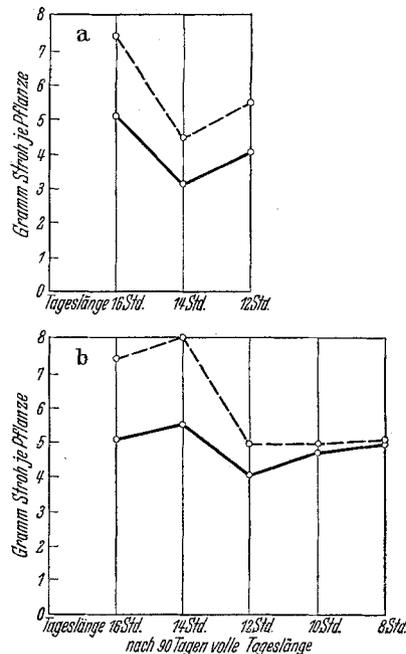


Abb. 7. Veränderung des Strohertrages durch Jarowisation und photoperiodische Behandlung bei *Vicia villosa*. — jarowisiert, --- unbehandelt.

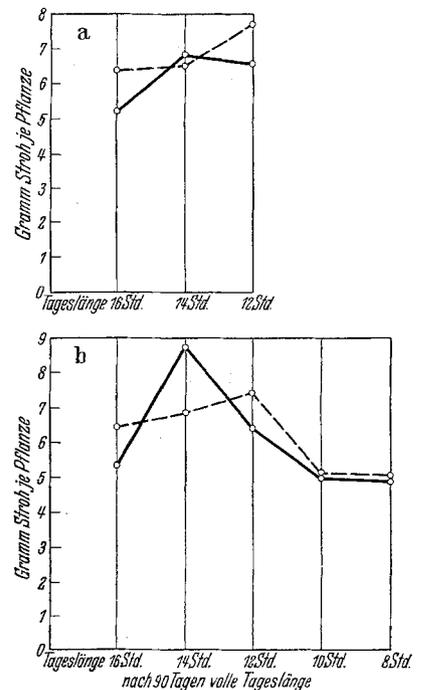


Abb. 8. Veränderung des Strohertrages durch Jarowisation und photoperiodische Behandlung bei *Vicia sativa*. — jarowisiert, --- unbehandelt.



Abb. 9. Bei 10 Stunden Tageslänge kultivierte Zottelwicken. Die jarowisierten Pflanzen blühen, die unbehandelten bringen aus ihren Blattachsen statt Blüten zunächst vegetative Sprosse.

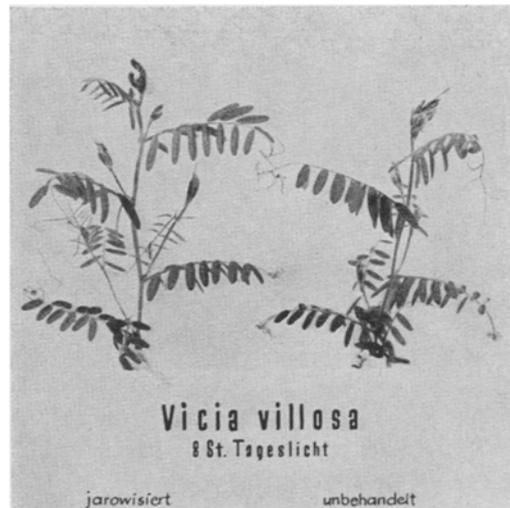


Abb. 10. Bei 8 Stunden Tageslänge kultivierte Zottelwicken. Die Jarowisation blieb ohne sichtbare Wirkung, denn bei den jarowisierten Pflanzen unterblieb die Blütenbildung.

Tabelle 7. Wuchshöhe von Futterpflanzen bei verschiedenen Aussaatzeiten.

a) Wuchshöhe bei Blühbeginn

	15. IV.		I. V.		15. V.		I. VI.		15. VI.		I. VII.		15. VII.		I. VIII.		15. VIII.		I. IX.	
	o	j	o	j	o	j	o	j	o	j	o	j	o	j	o	j	o	j	o	j
Senf	55	65	30	40	20	20	60	65	50	60	55	58	34	36	43	49	16	23	—	—
Gülz. w. Süßlupine	25	30	15	20	20	20	25	30	20	22	24	28	25	27	16	18	12	16	—	—
Nährquell	40	45	25	29	20	25	30	35	20	25	30	28	25	28	18	22	14	21	—	—
Ackerbohne	40	46	25	30	40	45	50	60	80	85	45	55	90	100	55	60	50	58	—	—
Saatwicke	20	25	20	28	22	25	35	40	30	30	25	26	30	35	25	30	—	—	—	—
Peluschke	29	32	31	40	25	30	35	40	60	60	65	70	50	60	30	35	—	—	—	—
Inkarnatklee	25	20	20	20	15	20	40	45	40	42	60	65	58	62	14	16	—	—	—	—

b) Wuchshöhe 100 Tage nach Aussaat

Senf	100	100	80	90	80	90	100	110	95	100	100	100	100	110	60	80	40	50	30	40
Gülz. w. Süßlupine	40	35	50	50	35	30	50	50	60	60	60	60	60	110	50	25	20	30	25	30
Nährquell	60	55	60	50	50	40	60	60	80	80	86	75	75	75	25	20	35	25	30	20
Ackerbohne	100	110	90	100	80	90	80	85	100	110	120	140	140	160	60	70	50	60	25	35
Saatwicke	80	90	100	100	90	90	100	100	70	75	80	80	80	100	40	60	30	40	20	20
Peluschke	100	100	100	100	100	100	125	130	100	100	80	100	80	100	40	65	30	40	25	30
Inkarnatklee	50	50	50	55	50	50	70	70	70	70	70	70	60	60	15	15	15	15	5	5

= unbehandelt j = jarowisiert

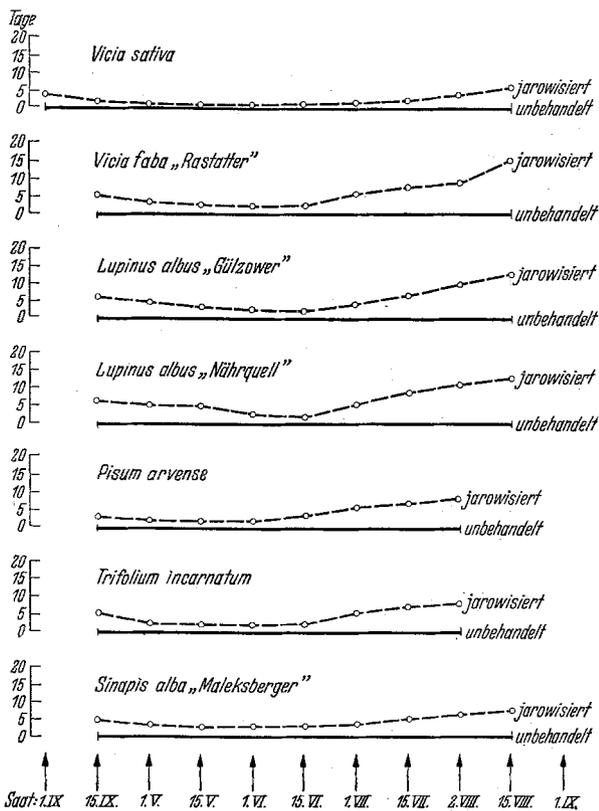


Abb. 11. Durch Jarowisation ausgelöste Erblühbeschleunigung bei verschiedenen Aussaatzeiten. Tage = Erblühbeschleunigung in Tagen vor den unbehandelten Pflanzen.



Abb. 12. *Lupinus albus* „Gülzower weiße Süßlupine“, die Pflanzen aus jarowisiertem Saatgut blühen vor denen aus vorgequollnem und aus unbehandeltem Samen.

In Greifswald zeigte sich zunächst bei einer Ende Juli 1952 erfolgten Aussaat, daß die durch Jarowisation ausgelöste Entwicklungsbeschleunigung bei einigen Futterpflanzen im Kurztag deutlicher in Erscheinung trat als im Langtag. Die Erfahrungen des Vorjahres gaben zu den über die Vegetationszeit ausgedehnten Aussaatzeitenversuchen Anlaß, deren Ergebnisse in Abbildung 11 dargestellt sind. Aus den Kurven ist zu erkennen, daß die durch Jarowisation ausgelöste Entwicklungsbeschleunigung mit zunehmender Tageslänge abnimmt und mit abnehmender Tageslänge zunimmt.

Durch die Temperaturbehandlung des Saatgutes wurde aber nicht nur die Entwicklung, sondern außerdem auch die Wachstumsintensität der Pflanzen beeinflußt.

Messungen ergaben, daß bei Lupinen, Winterwicken und Edelwicken das Längenwachstum jarowisierter Pflanzen bis zum Blühbeginn gefördert wird. Dagegen war bei Saatwicken, Ackerbohnen, Peluschken und Senf die durch Jarowisation ausgelöste Wachstumsförderung auch noch nach Blühbeginn wirksam. (Vgl. Tab. 7).

Zu weiteren Untersuchungen der Beziehungen zwischen Jarowisation und Photoperiodismus unter natürlichen Kurztagbedingungen wurde außerdem im Februar 1953 und 1954 jarowisiertes, vorgequollenes und unbehandeltes Saatgut von Edelwicken (*Lathyrus odoratus*) im Gewächshaus ausgesät. Hierzu war das Saatgut im Kühlschrank 30 Tage bei +1° bis +5° jarowisiert worden. Die Vorquellung des Saatgutes erfolgte 24 Stunden bei +15°. Die Wicken waren zu je 10 Pflanzen in Mitscherlichgefäßen kultiviert worden. Jede Versuchsreihe bestand aus drei Wiederholungen. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 8 und 9 zusammengefaßt und in der Abbildung 13 dargestellt.

Die ausgeprägten Jarowisationseffekte unter natürlichen Kurztagbedingungen und die geringeren unter Langtagbedingungen sprechen für die relative Zunahme der durch Jarowisation ausgelösten Entwicklungsbeschleunigung unter Kurztagbedin-

Tabelle 8. Versuche mit jarowisierten Edelwicken bei verschiedenen Aussaatzeiten.

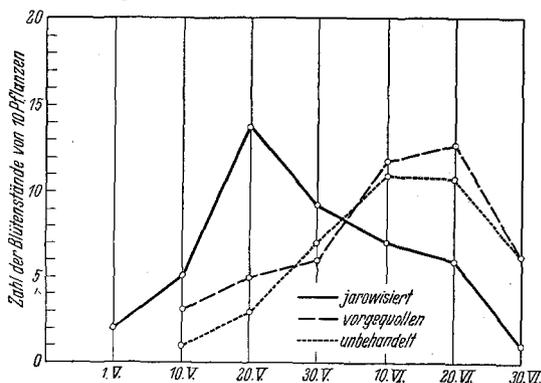
Behandlung:	Aussaat 1953	Beginn der Blüte	Veg.-Zeit bis Blühbeginn	Blütenstände pro Pflanze (gesamt)
Gewächshaus:				
jarowisiert	20. 2.	28. 4.	67	18
vorgequollen	20. 2.	18. 5.	87	12
unbehandelt	20. 2.	18. 5.	87	11
Freiland:				
jarowisiert	2. 4.	18. 6.	76	14
unbehandelt	2. 4.	21. 6.	79	15

Tabelle 9. Versuche mit jarowisierten Edelwicken bei verschiedenen Aussaatzeiten.

Behandlung:	Aussaat 1954	Beginn der Blüte	Veg.-Zeit bis Blühbeginn	Blütenstände pro Pflanze (vom ... bis ...)
Gewächshaus:				
jarowisiert	10. 2.	26. 4.	75	1. 5.—30. 6.
vorgequollen	10. 2.	2. 5.	81	4,6
unbehandelt	10. 2.	8. 5.	87	4,3
Freiland:				
jarowisiert	7. 4.	22. 6.	76	8,1
unbehandelt	7. 4.	24. 6.	78	7,4

ungen. Wie bei *Vicia villosa* und den Lupinenarten erfuhren auch bei den Edelwicken die unbehandelten Pflanzen nach Blühbeginn eine wesentliche Förderung in ihrer Wachstumsintensität und überholten damit die jarowisierten Exemplare.

Trotz der geringeren Grünmassebildung besaßen die jarowisierten Edelwicken eine erhöhte Blühintensität und übertrafen die unbehandelten Pflanzen in der Samenleistung.

Abb. 13. Entwicklungsbeschleunigung und Steigerung der Blühintensität bei *Lathyrus odoratus* durch Jarowisation des Saatgutes bei Anzucht der Pflanzen im natürlichen Kurztag.

Zusammenfassung

1. Jarowisationsversuche ergaben unter Lang- und Kurztagbedingungen, daß die jarowisierten und nicht-jarowisierten Wicken ihre Entwicklung im Langtag wesentlich früher abschlossen und auch höhere Samen-erträge brachten als im Kurztag.

2. Im Langtag erfuhren die jarowisierten Zottelwicken gegenüber den unbehandelten Kontrollpflanzen bei einer geringen Entwicklungsbeschleunigung in ihren Samenerträgen eine Steigerung, während bei Saatwicken die Jarowisation ohne sichtbare Wirkung blieb.

3. Mit abnehmender Tageslänge nahm die durch Jarowisation ausgelöste Entwicklungsbeschleunigung bis zu einer unteren Grenze relativ zu.

Abb. 14. Edelwicken (*Lathyrus odoratus*) nach Jarowisation, Vorgequellung und normaler Aussaat des Saatgutes. Die jarowisierten Pflanzen blühen vor denen aus vorgequollenem und aus unbehandeltem Saatgut.

4. Aussaatzeitenversuche mit jarowisiertem und unbehandeltem Sommerwicken- und anderem Futterpflanzensaatgut bestätigten das unter künstlichen Kurztagbedingungen gewonnene Ergebnis, daß manche Langtagpflanzen durch Jarowisation bei abnehmender Tageslänge in ihrem Entwicklungsablauf eine Beschleunigung erfahren, die im Langtag oftmals nicht in Erscheinung tritt.

5. Vorliegende Untersuchungsbefunde ließen erkennen, daß zwischen Jarowisation einerseits und Photoperiodismus andererseits Beziehungen bestehen, die sich darin äußern, daß durch eine Temperaturbehandlung während der Keimung bei manchen Langtagpflanzen das photoperiodische Reaktionsvermögen weitgehend überdeckt wird.

Literatur

- DENFFER, O. v.: Das Zusammenwirken von Keimstimmung und täglicher Belichtungsdauer auf die Entwicklung von *Sinapis* und *Hordeum*. Jahrb. Bot. 88, 219—224 (1939).
- FUCHS, W. H. u. MÜHLENDYCK, E.: Über den Einfluß der Aussaatzeit und Temperatur auf die Entwicklung von Erbsensorten. Zeitschr. f. Pflzz. 20, 172—187 (1952).
- GOTT, M. B., GREGORY, F. G. and PURVIS, O. N.: Studies in Vernalization of Cereals XIII. Photoperiodic Control of Stages on Flowering between Initiation and Ear Formation in Vernalized and Unvernalized Petkus Winter Rye. Ann. Bot. N. S. Vol. XXI, No. 73, 88—126 (1955).
- HACKBARTH, R. u. TROLL, H. J.: Lupinen (in ROEMER-RUDOLF, Handbuch der Pflanzenzüchtung Bd. 3 (1943).
- HARDER, R. u. DENFFER, O. v.: Über das Zusammenwirken von Jarowisation und Photoperiodismus. Züchter 9, 17—23 (1937).
- HARDER, R. u. STÖRMER, J.: Über Entwicklungsbeschleunigung im Kurztag durch Kälteeinwirkung. Landw. Jahrb. Bd. 83, 461 (1936).
- HARTISCH, J.: Über die Wirkung der Keimstimmung auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen. Pflanzenbau 15, 265—288 (1939).
- KURTH, H.: Versuche zur Steigerung der Zottelwickensamenerträge bei Frühjahrsaussaat durch Jarowisation des Saatgutes. Wiss. Zeitschr. d. Univ. Greifswald III. Math.-nat. Reihe Nr. 4/5, 285—290 (1953/54).
- KURTH, H.: Die Zottelwicke oder Sandwicke. Die Deutsch. Landw. 5, 292—297 (1954).
- KURTH, H.: Die Beeinflussung der Entwicklung und des Ertrages von *Vicia villosa* und anderen Futterpflanzen durch Jarowisation und photoperiodische Behandlung. Diss. Greifswald 1955.
- KURTH, H.: The Vernalization of some Leguminous Plants Especially of the Hairy Vetch. Euphytica, Vol. 5, 1956 (im Druck).

— 12. LAROSE, E. et VANDERVALLE, R.: Jarovisation et Photopériodisme. Extr. du Bull. de l'Institut agr. et. Stat. de Rech. de Gembloux, Belgique, Tome. VII, No. 2, 1938. — 13. LYSSENKO, T. D.: Agrobiologie (russ. 1936) deutsch. 1952. — 14. PAMMER, F.: Ergebnisse von Zeitstufensaaten mit Zwischenfruchtfutterpflanzen. Pflanzenbau 15, 81—99 (1929). — 15. PURVIS, O. N. and

GREGORY, F. G.: Studies in Vernalisation of Cereals I. A comparative Study of Vernalisation of Winter Rye by low Temperature and by short Days. Ann Bot. I, 569—592 (1937). — 16. Voss, J.: Weitere Untersuchungen über Entwicklungsbeschleunigung von Weizensorten, insbesondere Winterweizen. Pflanzenbau 15, 1—49 (1938/9).

(Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus-Liebig-Hochschule in Gießen)

Untersuchungen über die Wirkung der 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D) und α -Naphthyllessigsäure (NES) auf die Blüte und den Samen der Sonnenblume sowie die Nachwirkungen in den folgenden Generationen

Von W. SCHUSTER

Mit 12 Textabbildungen

Unsere Arbeiten mit der Sonnenblume, insbesondere die Untersuchungen über die Inzucht und Heterosis [1], [14] ließen es angebracht erscheinen nach einer Methode zu suchen, den Kreuzungsanteil bei Bestandeskreuzungen zu erhöhen.

Angeregt durch die Untersuchungen von LAIBACH und KRIBBEN [6], [7], [8], die durch Behandlung mit 0,1%iger NES-Lanolinpaste wesentlich mehr ♀ als ♂ Blüten beim Kürbis erzeugen konnten, sollte untersucht werden, ob auch bei der Sonnenblume eine Unterdrückung der männlichen Blütenteile durch Wuchsstoffbehandlung möglich sei. Dabei wurde von der Vorstellung ausgegangen, daß beim Anbau von 2 Inzuchtlinien nebeneinander die als Mutter zu benutzende I-Linie durch Besprühen mit einer Wuchsstofflösung „kastriert“ werden könnte, um so einen 100%igen Kreuzungsanteil für die Ausnutzung der Heterosis in größerem Umfange auch bei der Sonnenblume zu erreichen.

Zu diesem Zwecke wurden 1951 je 15 Pflanzen der Sorte „v. Boguslawski 19/39“ mit drei verschiedenen Wuchsstoffen in 6 bzw. 9 verschiedenen Konzentrationen und in 3 bzw. 4 Wuchsstadien behandelt:

Wuchsstoffe

- I. β -Indolylessigsäure (IES), chemisch rein.
- II. 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D), 80%ig wie Unkrautbekämpfungsmittel.
- III. α -Naphthyllessigsäure (NES), „fast“ chemisch rein.

Konzentrationen (Mengen)

1. 1,000% IES und 2,4-D wurden in 0,3 l Wasser und
2. 0,500% NES in Alkohol geringer Konzentration gelöst =
3. 0,250% 0,02 l je Pflanze.
4. 0,100% Gesprüht wurde bei trockenem Wetter und
5. 0,050% Windstille mit einer kleinen Handdruck-
6. 0,025% Luftspritze auf den Vegetationspunkt und die obersten Blätter.
7. 0,010%
8. 0,005% nur bei „2,4-D“ im Wuchsstadium B,
9. 0,001% C und D.

Wuchsstadien

- A. 20—30 Tage nach dem Aufgang
- B. Beginn des Knospenstadiums

C. Volles Knospenstadium

D. Blühbeginn (Zungenblüten werden sichtbar) — nur bei 2,4-D und NES.

1. β -Indolylessigsäure wirkte in allen Konzentrationen und Wuchsstadien nicht auf die Blüte der Sonnenblumen. Lediglich bei der Behandlung A (20—30 Tage nach Aufgang) machten sich bei stärkeren Konzentrationen Hemmungen im Längenwachstum bemerkbar.

2. 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure zeigte die stärkste Wirkung.

Die Behandlung A (20—30 Tage nach dem Aufgang) hatte in allen 6 Konzentrationen zur Folge, daß die Blätter stark kräuselten, der Herztrieb abstarb, die Stängel aufplatzten, eben die von der Unkrautbekämpfung bekannten Mißbildungen und Auswirkungen — wie sie von FROBERGER [2], HANF [3], [15] und LINSER [12] beschrieben wurden — zeigten. Die mit 1%iger und 0,5%iger Lösung gespritzten Pflanzen starben vollständig ab, während die übrigen zum größten Teil Seitenzweige aus den untersten Blattachsen trieben und somit auch noch zur Blüte kamen. Veränderungen an diesen Blüten waren nicht festzustellen.

Die Behandlung B (Beginn des Knospenstadiums) hatte bei den Konzentrationen 1% bis 0,025% ebenfalls das Absterben des Herztriebes oder so starke Verkrümmungen und Deformationen des Blütenkorbes zur Folge, daß in keinem Falle Früchte ausgebildet wurden. Erst bei der Konzentration 0,01% wurden bei 4 von 15 Pflanzen Samen hervorgebracht. Einige Pflanzen zeigten den gewünschten Effekt. Hier waren die Staubröhren nicht ausgebildet oder stark zurückgebildet (s. Abb. 1). Der Samenansatz war jedoch gering und betrug im Mittel 6,7%. Bei den Konzentrationen 0,005% und 0,001% traten neben den gewünschten Wirkungen — männliche Blütenteile sind nicht ausgebildet oder stark rückgebildet — auch zu 30% bzw. 40% Pflanzen mit normaler Abblüte auf. Die Pflanzen mit starker Rückbildung der männlichen Blütenteile brachten immer nur einen geringeren Samenansatz.

Die Behandlung C (im vollen Knospenstadium) zeigte nur bei den Konzentrationen 0,1% und 0,05% mehrere Pflanzen, bei denen kein Blütenstaub ausgebildet war. Daneben traten bei dieser Konzentration