

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Göttingen.

ÜBER DIE WIRKUNG DER TAGESLÄNGE
VOR DER KURZTAGINDUKTION AUF DIE BLÜTENBILDUNG
VON KALANCHOË BLOSSFELDIANA.

Von

RICHARD HARDER und ROBERT BÜNSOW.

Mit 5 Textabbildungen.

(Eingegangen am 9. Dezember 1953.)

In den Arbeiten über das Zustandekommen des Blühens der Pflanzen stehen 2 Gesichtspunkte im Vordergrund: der Nachweis stofflicher Veränderungen, die das Blühen auslösen, also die Suche nach dem „Blüh-hormon“, und andererseits das Bestreben, die inneren Bedingungen in den Pflanzen zu erkennen, die die Voraussetzung für das Zustandekommen dieser ausschlaggebenden stofflichen Vorgänge bilden. Das zweite Ziel strebt besonders BÜNNING (1953) seit einer Reihe von Jahren in seinen groß angelegten Gedankengängen und Versuchen an (endogene Rhythmik, photophile und skotophile Phase). Die nachstehend geschilderten Versuche wollen keinen Beitrag in letzterer Richtung bringen, sondern suchen nach Belegen für die am Zustandekommen des Blühens selbst beteiligten stofflichen Vorgänge.

Bei den Kurztagpflanzen wirkt bekanntlich langer Tag hemmend auf das Blühen. Unsere Versuche beschäftigen sich mit diesem hemmenden Einfluß, und zwar speziell mit der Frage, ob der lange Tag nur dann hemmend auf die Blütenbildung wirkt, wenn er während oder nach der Kurztaginduktion gegeben wird, oder ob eine ungünstige Beeinflussung des Blühens auch schon aus Zeiten stammen kann, die vor der Kurztaginduktion liegen.

Es handelt sich also um die Entscheidung, ob die hemmende Wirkung des Langtags das Vorhandensein des blütenbildenden Prinzips zur Voraussetzung hat, oder ob sich auch unabhängig vom „Blüh-hormon“ ein der reproduktiven Tendenz antagonistischer Vorgang in den Pflanzen vollzieht.

Versuchs-anordnung.

Die Pflanzen wurden zur Blütenbildung 9stündigem Kurztag ausgesetzt, und zwar während 2, 3, 4 und 8 Tagen; Kontrollgruppen blieben ohne Kurztag. Vor der Kurztagbehandlung, die im Juni stattfand, bekamen die Pflanzen während 4 Wochen Langtag, und zwar in 7 Abstufungen (12, 12 $\frac{1}{2}$, 13, 14, 16, 20 und 24 Std, also von Null bzw. sehr

schwach bis sehr stark). Nach Beendigung der Kurztaginduktion kamen sie in 13stündigen Tag, also in eine Tageslänge, die für unser Versuchsobjekt nur wenig oberhalb der kritischen Tageslänge liegt. Hier blieben sie fast 2 Monate und erhielten dann — es war inzwischen Herbst geworden — natürliche Tageslänge; als diese sich immer mehr einem Kurztag näherte, wurde in der Mitte der Nacht 1 Std Störlicht eingeschaltet.

Der Versuch wurde in einem großen Kalthaus, das hinten und an einer Seite eine Mauer hatte, auf einer Grundfläche von 5×10 m aufgestellt. Die Belichtung war im großen ganzen gleichmäßig, einige Gruppen von Pflanzen, die nahe der Mauer standen, erhielten aber etwas schwächeres Licht.

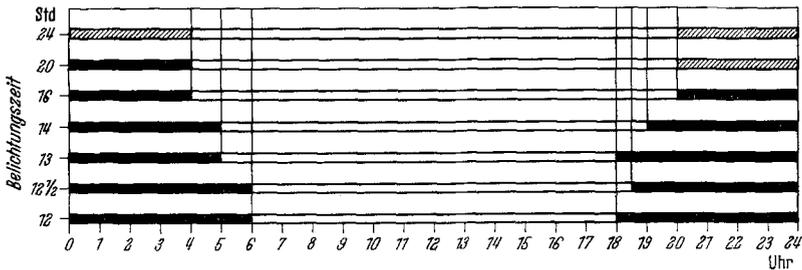


Abb. 1. Verteilung der Licht- und Dunkelstunden während der Vorbildung. Schwarze Füllung: dunkel, gestrichelte Füllung: elektrisches Licht, ungefüllt: Tageslicht.

Die Anzucht der Pflanzen hatte im Winter im Gewächshaus im natürlichen Kurztag mit nächtlichem Störlicht, später im natürlichen sommerlichen Langtag stattgefunden. Während des Versuchs wurde die Tageslänge durch Überstülpen von lichtdichten Dunkelkästen (mit Papier bespannte Holzrahmen) geregelt; die Dunkelstürze wurden an den aus Abb. 1 ersichtlichen Morgen- bzw. Abendstunden abgenommen (je nach Erfordernis zwischen 4 und 6 Uhr) bzw. übergesetzt (zwischen 18 und 20 Uhr). Für den 20stündigen Langtag wurde elektrisches Zusatzlicht von 20—24 Uhr (Ausschaltung durch eine Schaltuhr) und für den 24stündigen Langtag bis morgens 4 Uhr gegeben. Die elektrischen Birnen (100 Watt, mattiert) hingen in den Dunkelstürzen, die innen mit weißem Papier ausgekleidet waren, in 45 cm Abstand über dem obersten Laubblattpaar der Pflanzen. Die Dunkelstürze (40×40 cm Grundfläche und 80 cm Höhe) hatten oben und unten Lüftungsklappen, die so konstruiert waren, daß kein Licht durch sie einfallen konnte, aber gute Luftdurchströmung stattfand.

Versuchsdaten: Aussaat am 1. 12. 52; Größe der Pflanzen bei Versuchsbeginn etwa 18 cm (10 Blattpaare, 11. Blattpaar eben sichtbar). Bis zum Versuchsbeginn wurden die Pflanzen durch frühzeitiges Ausbrechen der Achselknospen unverzweigt gehalten. Beginn der Vor-

behandlung mit dem 12—24stündigen Langtag am 8. 6. 53 um 20 Uhr (Versuchsbeginn). Erster Kurztag (9stündig) am 7. Juli; Nachbehandlung mit 13stündigem Tag 2—8 Tage später bis zum 4. September; vom 5.—13. September in natürlicher Tageslänge; vom 14. September bis Ende November (Versuchsende) in natürlicher Tageslänge mit natürlichem Störlicht.

Jede Gruppe bestand aus 9 Pflanzen; die wichtigeren Gruppen wurden doppelt (13- und 20stündiger Langtag) bzw. dreifach (12 $\frac{1}{2}$ - und 24stündiger Langtag) besetzt, um sicherere Mittelwerte zu erhalten. Im ganzen kamen 65 Gruppen mit zusammen 585 Pflanzen in den Versuch.

Ergebnisse.

Durch besondere Verhältnisse, deren Schilderung sich hier erübrigt, kamen auch die Kontrollpflanzen in geringem Maße zum Blühen. Für das Versuchsergebnis ist das ohne Bedeutung, da die schwache Blüh-tendenz bei sämtlichen Pflanzen des gesamten Bestandes vorlag und der Einfluß der Langtagvorbehandlung daher trotzdem durch den Vergleich der Versuchspflanzen mit den Kontrollen und der einzelnen Versuchsgruppen untereinander einwandfrei ermittelt werden konnte.

Wie nicht anders zu erwarten, traten die Infloreszenzen umso früher auf, je mehr 9stündige Kurztage die Pflanzen erhalten hatten (Zahlenfolge von links nach rechts in Tabelle 1); für unsere Ziele ist das ohne Bedeutung. Liest man die Tabelle von oben nach unten, so ergibt sich, daß die Blütenstände um so später sichtbar wurden, je länger der Tag während der 4wöchigen Vorbehandlung vor der Kurztageinduktion war. Dabei treten zwar einige kleine Unregelmäßigkeiten auf und vor allem fallen die Werte mit dem 16stündigen Langtag gänzlich aus der Reihe; letzteres hat seinen Grund sehr wahrscheinlich darin, daß die ganze Gruppe den schlechtest beleuchteten Platz im ganzen Gewächshaus hatte. Die kleinen Unregelmäßigkeiten gleichen sich aus, wenn man die Einzelwerte bei der 2-, 3-, 4- und 8tägigen Kurztageinduktion unberücksichtigt läßt und aus ihrer Gesamtheit den Mittelwert für jede Langtagdauer herstellt. Diese Werte sind in Abb. 2 graphisch dargestellt (unter Weglassung des Wertes nach dem 16stündigen Langtag); die Blüten wurden um so später sichtbar, je länger der Langtag vor der Kurztage-

Tabelle 1. Zeit vom Beginn der Kurztageinduktion (7. 7. 53) bis zum ersten Sichtbarwerden der Blütenstandsanlage in Tagen.

Dauer des Langtages Std	Anzahl der Kurztage			
	2	3	4	8
12	~15			
12,5	26	23	18	15
13	35	31	27	23
14	38	38	25	24
16	43	37	36	27
20	38	35	37	24
24	38	41	36	25
Mittel	36	34	30	23

induktion war. Sehr deutlich wird der hemmende Einfluß des Langtags auch bei Gegenüberstellung der „Blühtermine“ nach Behandlung mit dem 12 $\frac{1}{2}$ - und 24stündigen Langtag (Abb. 3): Das Sichtbarwerden der Blütenstände war um 10—18 Tage verzögert.

Auch noch Monate später (November), als die Infloreszenzen sich entwickelt und die Blüten sich geöffnet hatten (Abb. 5), war die Hemmung durch den Langtag noch unverkennbar. Die graphische Darstellung in Abb. 4 zeigt — wie es auch nicht anders möglich sein konnte —, daß die Blütenzahl je Pflanze am 11. Oktober nach

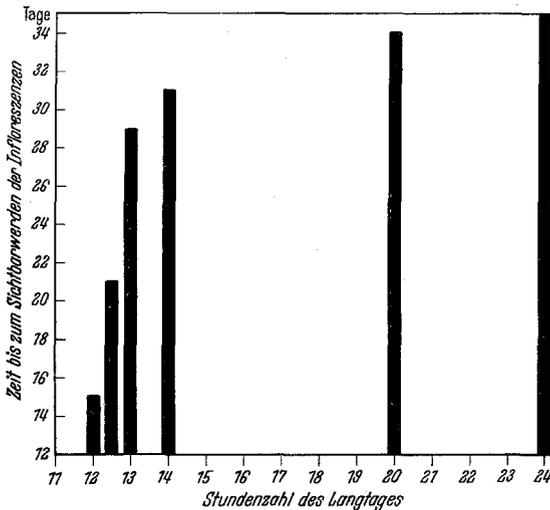


Abb. 2.

Abb. 2. Tage bis zum Sichtbarwerden der Infloreszenzen nach Vorbehandlung mit 12- bis 24stündigem Tag. Mittelwerte aus den Versuchen mit 2- bis Stägiger Kurztaginduktion.

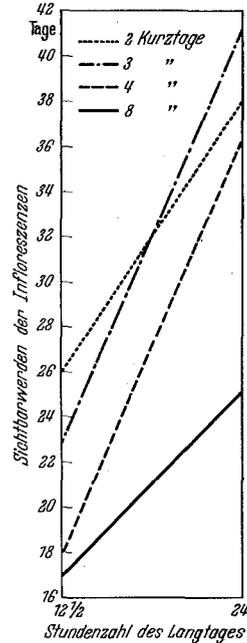


Abb. 3.

Abb. 3. Sichtbarwerden der Infloreszenzen (Tage nach Versuchsbeginn) nach Vorbehandlung mit 12 $\frac{1}{2}$ - und 24stündigem Langtag.

Stägiger Kurztaginduktion zwischen nahe an 300 und fast 500 betrug (obere Kurve); bei den anderen Expositionsdauern (4, 3, 2 und 0 Tage) war sie um so geringer, je weniger Kurztage die Pflanzen erhalten hatten. Daß auch ohne Kurztaginduktion (Kontrolle, unterste Kurve) Blüten auftraten, liegt, wie eingangs schon gesagt, daran, daß durch die besonderen Verhältnisse beim Gesamtversuch auch ohne eigentliche Versuchsreizung schon schwache Blühtendenz vorhanden war. Das für unsere Fragestellung Wesentliche ist, daß die Blütenzahlen bei sämtlichen Reihen (0—8 Kurztage) um so niedriger waren, je länger der Tag war, mit dem die Pflanzen während der 4 Wochen vor der Kurztaginduktion vorbehandelt worden waren. Die Werte bei Behandlung

mit 12stündigem Tag sind in Abb. 4 nicht mit eingetragen, weil diese Tageslänge für *Kalanchoë Bloßfeldiana* noch blütenauslösender Kurztag ist; sie lagen in allen Gruppen zwischen ungefähr 500 und ungefähr 600 und wurden nur geschätzt, nicht genau gezählt¹. Bei den schwachen Induktionen (2—4 Kurztage) wirkte schon der 13stündige Langtag sehr stark hemmend gegenüber dem 12 $\frac{1}{2}$ stündigen (höchstens 142 Blüten gegenüber 352), bei Verlängerung der Vorbehandlungstageslänge auf 14 Std sank sie auf 40 und weniger, bei 16 und mehr Stunden trat nur noch weniger als eine Blüte je Pflanze auf, so daß sich diese Werte in der Abb. 4 überhaupt nicht mehr darstellen lassen. Bildet man das Mittel aus sämtlichen Versuchen mit gleicher Tageslänge der Vorbehandlung, so erhält man folgende Reihe:

12 Std	500—600 Blüten,
12 $\frac{1}{2}$ Std	305 Blüten,
13 Std	109 Blüten,
14 Std	84 Blüten,
16 Std	(49) Blüten,
20 Std	57 Blüten,
24 Std	58 Blüten.

Bei Werten des Langtages in der Nähe der kritischen Tageslänge ist also die hemmende Wirkung relativ am stärksten, von etwa 16 Std an bis zum Dauerlicht trat kaum noch eine Verstärkung der Wirkung ein².

Die in der Abb. 4 zum Ausdruck kommende Wirkung war auch in früheren Entwicklungsstadien schon in gleicher Weise zu erkennen. Auch am 6. August und 1. September waren die Blüten schon durchgezählt worden; ihre Zahl war dabei natürlich noch nicht so hoch. Von den dabei erhaltenen Werten seien hier, willkürlich herausgegriffen, aus der Zählung vom 1. September genannt: Nach zweimaliger Kurztagbehandlung im Anschluß an 12 $\frac{1}{2}$ stündigen Langtag 51 Blüten je Pflanze, nach 13stündigem 6,9 und nach 24stündigem 0,9; nach achtmaliger

¹ Bei einer nach Abschluß des Manuskriptes vorgenommenen Zählung am 24. November ergaben sich für die Vorbehandlung mit 12stündigem Tag folgende Blütenzahlen für die Induktion mit 0, 2, 3, 4 und 8 Kurztagen: 475, 544, 564, 587 und 611. Daß die Zahlen so glatt den Erwartungen entsprechen, ist natürlich Zufall.

² Nach Abschluß des Manuskriptes wurden am 24. November folgende Blütenzahlen ermittelt:

Tagesdauer bei der Vor- behandlung	Kurztage				
	0	2	3	4	8
12 $\frac{1}{2}$	159	377	451	489	549
13	1,8	20	100	253	419

Der Charakter der Kurven war also völlig der gleiche wie in Abb. 4, nur lagen alle Werte infolge der inzwischen noch hinzugekommenen Blüten höher.

nach $12\frac{1}{2}$ stündigem Langtag 96 Blüten, nach 13stündigem 61 und nach 24stündigem 31.

Auch ohne Zählungen waren die Folgen der verschiedenen Tageslängen vor der Kurztagbehandlung völlig eindeutig zu erkennen. Deshalb sind in Abb. 5 einige Photographien von Versuchspflanzen zusammengestellt. Die Unterschiede kommen nicht nur in der Zahl der Blüten

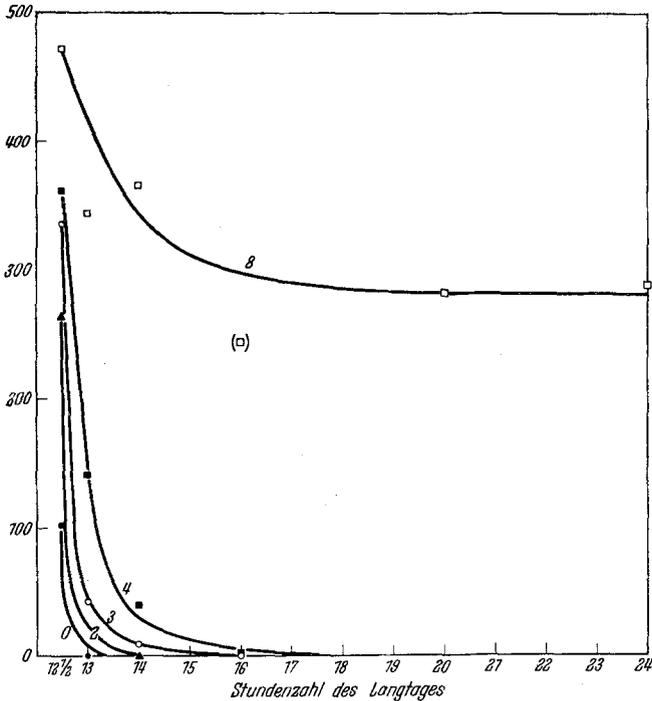


Abb. 4. Mittlere Blütenzahl je Pflanze (0—500, Ordinate) am 11. Oktober in Abhängigkeit von der Anzahl der Kurztag (0—8) und der Stundenanzahl des Langtags ($12\frac{1}{2}$ —24) während der Vorbehandlung.

zum Ausdruck, sondern auch im Grade der Verlaubung der Brakteen. Während nach der Vorbehandlung mit relativ geringer Tageslänge die mit hunderten von Blüten ausgestatteten Infloreszenzen völlig unverlaubte Brakteen hatten (Abb. 5, vordere senkrechte Reihe), waren bei den durch den Langtag gehemmten armblütigen Blütenständen die Brakteen um so stärker verlaubt, je stärker die Hemmung war (von links nach rechts wie von oben nach unten gegen die untere rechte Ecke der Abbildung).

In der oberen Reihe der Abb. 5 handelt es sich um Pflanzen, die alle 8 9stündige Kurztag erhalten hatten. Das linke Exemplar wurde vorher mit 12stündigem Tag behandelt; es blüht sehr reichlich, alle Blüten sind geöffnet. Bei Vorbehandlung mit $12\frac{1}{2}$ stündigem Tag (rechts anschließendes Bild der oberen Reihe) war bei

dieser langen Kurztaginduktion noch keine sehr starke Hemmung zu bemerken; die Blüten waren aber weniger zahlreich und weniger weit entwickelt. Der 13stündige Tag ergab dann schon eine sehr deutliche Hemmung sowohl in der Zahl der Blüten

Tageslänge bei der Vorbehandlung (Stunden)



Abb. 5. Blütenentwicklung und Brakteenverlaubung in Abhängigkeit von der Tageslänge (12—24 Std) vor der Kurztaginduktion (0—8 Tage).

wie in ihrer Entwicklungsgeschwindigkeit. Die Pflanzen waren auch sehr viel niedriger als die in den ersten beiden Gruppen, weil die Streckung der Infloreszenzstiele noch relativ schwach war; in Abb. 5 kommt das leider nicht sehr stark zum Ausdruck, weil aus Platzersparnisgründen bei den vollentwickelten Blütenständen der untere Teil in der Reproduktion weggeblieben ist. Wesentlich deutlicher tritt

beim rechten Bild der oberen Reihe, das von einem Exemplar stammt, das vor der Kurztagbehandlung Dauerlicht erhalten hatte, die sehr starke Verminderung in der Zahl und im Öffnungszustand der Blüten sowie die noch schwache Streckung der Blütenstandsstiele hervor. Die verabfolgten 8 Kurztagzyklen waren in allen Fällen in ihrer Wirkung noch stark genug, um eine Verlaubung der Brakteen zu unterdrücken.

Anders bei nur zweimaliger Kurztaginduktion (mittlere Querreihe der Abb. 5). Bei voraufgegangenem 12stündigem Tag war zwar, wie nicht anders zu erwarten, volle Blütenstands- und Blütenentwicklung vorhanden. Der 12¹/₂stündige Vortag rief aber schon eine sehr starke Reduktion in der Blütenzahl hervor und die Brakteen zeigen in der Abbildung eine deutliche Verlängerung und geringe Verbreiterung. Im 13stündigen Tag (3. Bild der mittleren Reihe) liegt dann neben der sehr starken Verminderung der Blütenzahl und Verkürzung der Achsen eindeutige Verlaubung der Brakteen vor, so daß die Infloreszenz ein — wenigstens in der Abbildung — unübersichtliches und kompaktes Knäuel bildet. Nach Vorbehandlung mit Dauerlicht waren dann kaum noch Blüten vorhanden und die Brakteen wiesen sehr starke Verlaubung auf (4. Bild der Reihe).

Ganz besonders stark trat die mit zunehmender Länge des Langtages immer größer werdende Hemmung bei den Kontrollgruppen zutage, die überhaupt keine Kurztagbehandlung während des Versuchs erhalten hatten; sie alle hatten aber infolge der besonderen Verhältnisse bei dem Gesamtmaterial eine gewisse Blüh-tendenz (untere Reihe der Abb. 5). Erhielten diese Pflanzen als Vorbehandlung 12stündigen Tag, so blühten sie natürlich reichlich, da 12stündiger Tag bei Kalanchoë ja noch blühauslösend wirkt. Schon nach 12¹/₂stündigem Vortag waren aber die Brakteen stark verlaubt (neben starker Reduktion der Blütenzahl); als Folge des 13stündigen Vortages war die Blütenbildung dann fast unterdrückt bei noch stärkerer Verlaubung der Brakteen, und nach Dauerlicht war das Aussehen der Pflanzen etwa ebenso.

Besprechung.

Aus den vorstehenden Versuchen ergibt sich eindeutig, daß die Intensität der Blütenbildung bei Kalanchoë Bloßfeldiana nicht nur von der Kurztaginduktion abhängt, sondern daß auch die Tageslänge vor der Kurztagbehandlung wichtig ist. Je länger diese war, desto stärker wurde die Blütenbildung gehemmt.

Daraus muß gefolgert werden, daß für das Blühen nicht nur solche Vorgänge für die Pflanze von Bedeutung sind, die sich während oder nach (HARDER 1953) der Induktion zur Blütenbildung abspielen, sondern daß auch die Verhältnisse vor der Reizung eine Rolle spielen. Offenbar müssen sich im Laubblatt (das ja den Herd für diejenigen stofflichen Vorgänge darstellt, die zum Blühen führen) auch schon vor der Kurztaginduktion Stoffe bilden, die bei Belichtungsdauern oberhalb der kritischen Tageslänge der Blütenbildung entgegenarbeiten und auf die später erfolgende Blühinduktion hemmend wirken. Die bekannte hemmende Wirkung des Langtags auf die Blütenbildung beruht also nicht (oder nicht nur) auf einer Reaktion von Langtagstoffen mit bereits vorhandenem „Blühhormon“ (oder wie man das Prinzip nennen mag), sondern auch vor Vorhandensein von „Blühhormon“ müssen sich unter der

Wirkung von Langtag schon Prozesse vollziehen, die die erst später erfolgende Blühinduktion zu stören vermögen. Auch gänzlich ohne Blühimpuls geht also im Langtag schon etwas vor sich, das sich als „Blühhemmstoff“ auswirkt.

Welcher Art diese Stoffe sind, bleibt durch die vorstehend geschilderten Versuche natürlich noch völlig ungeklärt; Aufschlüsse in dieser Richtung wurden auch zunächst noch nicht angestrebt.

Ob es sich um die gleichen Stoffe handelt, die die Hemmung des Blühens bewirken, wenn man *während* oder *nach* der Kurztagbehandlung Langtag einwirken läßt, erscheint zweifelhaft. Bei derartigen Versuchen hat sich ja der eigenartige Befund ergeben (HARDER, WESTPHAL und BEHRENS 1949), daß die Hemmung nur dann eintritt, wenn sich der dem Langtag ausgesetzte Teil der Pflanze zwischen dem kurztagexponierten und dem später die Blüten entwickelnden Teil, also dem Vegetationspunkt, befindet. Die Langtagblätter müssen also oberhalb der Kurztagblätter stehen. Wird der Versuch mit einem einzelnen Blatt an der Pflanze gemacht und zwar so, daß dessen endständige und basale Hälfte mit verschiedenen Tageslängen behandelt wird, so muß, wenn eine Hemmung zustandekommen soll, die untere Hälfte in den Langtag und die Spitze in den Kurztag gebracht werden; bei umgekehrter Anordnung bleibt der Langtag ohne hemmenden Einfluß. Aus derartigen Versuchen gewinnt man also den Eindruck, daß primär das „Blühormon“ vorhanden sein muß, das dann sekundär auf seinem Weg vom bildenden Laubblatt zum Gipfel der Pflanze durch den im Langtag gebildeten Stoff mehr oder weniger unwirksam gemacht wird. In den vorstehend geschilderten Versuchen muß ja aber der „Langtagstoff“ zeitlich früher als das blütenbildende Prinzip entstanden sein und trotzdem wirkte er später hemmend auf die Blütenbildung. Die Verhältnisse sind also recht verwickelt und noch nicht endgültig geklärt.

Hinzu kommt noch, daß es neben den hemmenden Wirkungen auch noch fördernde gibt. *Verdunklung* der Pflanzen vor der Kurztaginduktion wirkt bei *Kalanchoë Bloßfeldiana* blühbegünstigend (BÜNSOW 1953). Da solche Verdunklungen aber nicht die Blütenbildung an sich auszulösen, sondern nur eine nachträglich erfolgende Kurztaginduktion zu verstärken vermögen, so kann es sich dabei nicht um das „Blühormon“ selbst handeln, sondern nur um einen dessen Wirkung begünstigenden Vorgang. Die Wirkung dauernd verdunkelter Blätter *während* und *nach* der Induktion ist bei *Kalanchoë* noch nicht näher untersucht worden.

Wenn der Langtag in der geschilderten Weise die späteren Reaktionen beeinflußt, dann muß man mit seiner Wirkung aber bei den verschiedensten photoperiodischen Versuchsanstellungen rechnen. Wenn es sich z. B. darum handelt, Stoffe mit nur *geringer* blühfördernder Wirkung nachzuweisen, dann muß man primär eine etwa durch den Aufenthalt

im natürlichen sommerlichen Langtag bereits vorhandene Blühhemmung durch Überführung der Versuchspflanzen in eine möglichst „neutrale“ Tageslänge zunächst wieder abklingen lassen, weil diese Hemmung unter Umständen den ganzen blühfördernden Effekt übertönen kann.

Zusammenfassung.

Kalanchoë Bloßfeldiana-Pflanzen wurden vor der Kurztaginduktion während 4 Wochen dem Langtag ausgesetzt.

Dadurch entstand eine Hemmung in der Blütenbildung. Sie äußerte sich sowohl im Zeitpunkt des Erscheinens der Infloreszenzen wie in der Anzahl der Blüten und in der Stärke der Verlaubung der Brakteen.

Die Hemmung war um so stärker, je größer die Tageslänge (oberhalb der kritischen Tageslänge) während der Langtagbehandlung war. Ohne Langtagvorbehandlung entstanden an den Pflanzen 500—600 Blüten, durch die Vorbehandlung konnte ihre Zahl auf weniger als 1 je Individuum herabgedrückt werden.

Die bekannte Hemmung der Kurztagpflanzen durch den Langtag greift also nicht (oder nicht nur) an dem bereits an der Pflanze vorhandenen oder gleichzeitig während des Langtageinflusses in Bildung begriffenen blütenbildenden Prinzip („Blühormon“) an, sondern es muß sich um einen unabhängig davon entstehenden Komplex handeln, der in der Pflanze auch dann gebildet wird, wenn überhaupt noch keine Blühinduktion vorhanden ist.

Literatur.

BÜNNING, E.: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze, 3. Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1953. — BÜNSOW, R.: Über tages- und jahresrhythmische Änderungen der photoperiodischen Lichtempfindlichkeit bei Kalanchoë. Zeitschr. f. Bot. **41**, 257 (1953). — HARDER, R.: Über den Einfluß der Tageslänge nach der photoperiodischen Induktion auf die Infloreszenzen von Kalanchoë Bloßfeldiana. Planta (Berl.) **42**, 19 (1953). — HARDER, R., M. WESTPHAL u. G. BEHRENS: Hemmung der Infloreszenzbildung durch Langtag bei der Kurztagpflanze Kalanchoë Bloßfeldiana. Planta (Berl.) **36**, 424 (1949).