

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien.)

## Die Bedeutung des Tageslängenfaktors für die Beurteilung der Blühreife sommerannueller Pflanzen.

Von **L. M. Kopetz.**

Die engen Wechselbeziehungen, welche zwischen Tageslänge und Pflanzenwachstum bestehen und in ihren Auswirkungen zur Einteilung unserer höheren Kulturpflanzen in Langtag-, Kurztag- und tagneutrale Pflanzen geführt haben, drängen die Frage auf, inwieweit die Frühreife oder Spätreife einer Sorte als absolutes Bewertungsmoment aufrechtzuerhalten ist. Gerade vom züchterischen Standpunkt aus muß diesem Problem besondere Beachtung beigemessen werden, da das Streben nach Verfrühung unserer Sorten in vielen Fällen das Zuchtziel schlechthin vorstellt.

In den folgenden Ausführungen soll versucht werden, zu dieser Frage Stellung zu nehmen. Allerdings kann sich diese Stellungnahme nur auf das Verhalten von sommerannuellen Pflanzen erstrecken, da diese allein bisher in den Kreis meiner Untersuchungen, welche zum besseren Verständnis in Kürze wiedergegeben werden sollen, einbezogen wurden.

Nach den Ergebnissen dieser Untersuchungen (1, 2) sind sowohl sommerannuelle Langtag- als auch Kurztagpflanzen zu gewissen Zeiten des Jahres mit einer Entwicklungshemmung (Blühemmung) belastet, deren Beseitigung an eine bestimmte Tageslänge, ich bezeichne sie als „kritische Tageslänge“, geknüpft ist. Dementsprechend schwankt die vegetative Entwicklungszeit einer sommerannuellen Langtag- oder Kurztagpflanze von einem Maximalwert bis zu einem Minimalwert, der durch die Formel  $V$  (vegetative Entwicklungszeit) =  $v_r + v_1$ , wobei  $v_1 = \text{Maximum} - \text{Null}$  und  $v_r = \text{Minimum} = \text{konstant}$  ausgedrückt erscheint.

In diesem Ausdruck bezeichne ich als  $v_r$  die sogenannte „reine vegetative Entwicklung“, welche bis zum Blühen unbedingt notwendig ist und als  $v_1$  die sogenannte „vegetative Luxusentwicklung“, welche eine über das Ausmaß der „reinen, vegetativen Entwicklung“ hinausgehende Entwicklung vorstellt und durch das Vorhandensein einer Entwicklungshemmung bedingt ist.

Je nach dem Zeitpunkt der Aussaat bzw. des Aufganges wird sich die vegetative Entwicklungszeit einer sommerannuellen Pflanze wie folgt verändern (Abb. 1):

a) *Langtagpflanzen.* Fällt der Aufgang einer Langtagpflanze in eine Zeit, in welcher die „kritische Tageslänge“ erreicht (1. Grenzgebiet)

oder schon überschritten ( $A_3A_4$ ) aber noch nicht unterschritten ist ( $A_5$ ), so stellt die vegetative Entwicklungszeit einen Minimalwert vor ( $V = v_r$ ), der bei einer Aussaat bzw. Aufgang innerhalb des Intervalles 1.—2. Grenzgebiet unter Annahme *gleichbleibender Außenverhältnisse* konstant ist.

Fällt der Aufgang einer Langtagpflanze in eine Zeit, in welcher die „kritische Tageslänge“ noch nicht erreicht ( $A_1A_2$ ) oder schon unterschritten ist ( $A_5$ ), so schwankt die vegetative Entwicklungszeit je nach dem Zeitpunkt des Aufganges von einem Maximalwert (nahezu bei  $A_5$  erreicht) bis zu einem Minimalwert ( $V = v_r + v_1$ ,  $v_1 = \text{Maximum} - \text{Null}$ ).

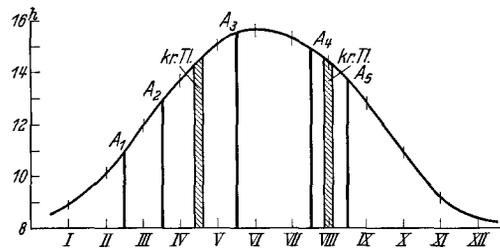


Abb. 1.

b) *Kurztagpflanzen.* Ihr Verhalten ist völlig entgegengesetzt. Graphisch dargestellt ergibt sich wohl äußerlich ein ähnliches Bild wie bei Langtagpflanzen, doch ist der Zeitpunkt des Erreichens der „kritischen Tageslänge“ wesentlich anders zu beurteilen, da die Beseitigung der Entwicklungshemmung nur dann stattfindet, wenn die „kritische Tageslänge“ nicht überschritten (1. Grenzgebiet) oder erreicht (2. Grenzgebiet) bzw. schon unterschritten ist. Wohl gilt auch für Kurztagpflanzen der Ausdruck  $V = v_r + v_1$ , doch liegt die Entwicklungsbereitschaft von Kurztagpflanzen ( $V = v_r$ ,  $v_1 = 0$ ) zwischen dem 2. und 1. Grenzgebiet (Herbst, Winter, Frühjahr) und nicht wie bei Langtagpflanzen zwischen dem 1. und 2. Grenzgebiet (Frühjahr, Sommer, Herbst).

Im Rahmen dieser Arbeit ist es nicht möglich, auf die Ursachen einzugehen, welche die Wirkung der „kritischen Tageslänge“ bedingen, d. h. für den Übergang von der vegetativen zur reproduktiven Entwicklungsphase verantwortlich sind (mutmaßlich die Veränderung von „Entwicklungsstoffen“, welche in der wachsenden Pflanze oder schon im Samen vorhanden sind und durch die Wirkung bestimmter Tageslängen oder richtiger ausgedrückt

Strahlungsenergiesummen entweder mittelbar oder unmittelbar, total oder partiell aktiviert [„gestimmt“] werden). Ebenso können auch Grenzfälle (partielle Aktivierungen) nicht in Erwägung gezogen werden. Dessenungeachtet bieten aber diese Darlegungen doch die Möglichkeit, jene Beziehungen zu erfassen, welche zwischen Aussaat bzw. Aufgang sommerannueller Langtag- oder Kurztagpflanzen und ihrer vegetativen Entwicklung, d. i. Aufgang bis Blüten bestehen.

Wie ist nun auf Grund dieser Beziehungen die frühere oder spätere Reife einer Sorte, soweit sie überhaupt nach der Blühreife beurteilt werden soll, zu bewerten?

Ehe auf die Beantwortung dieser Frage eingegangen werden kann, muß zunächst festgehalten werden, daß die Blühreife einer Sorte nur durch einen Vergleich mit einer anderen Sorte der gleichen Art auf Grund etwa vorhandener Blühdifferenzen zu *charakterisieren* ist. So wird z. B. die Pflückerbsensorte „Expresß“ darum als frühblühend (frühreif) bezeichnet, weil andere Pflückerbsensorten bekannt sind, welche eine bedeutend längere vegetative Entwicklungszeit (Aufgang — Blüten) aufweisen. Fehlt hingegen eine solche Vergleichsmöglichkeit, d. h. ist keine Vergleichssorte vorhanden, dann muß auf eine nähere Umschreibung der Blühreife im Sinne der Bewertung früh, mittel oder spät verzichtet werden.

Für die praktische Züchtungsarbeit mögen diese Überlegungen vielleicht als überflüssig erscheinen, da eben nur der absolute Effekt (frühes Blühen) ausschlaggebend ist. Wenn man aber bedenkt, daß gerade die vegetative Entwicklungszeit (Aufgang — Blüten) großen, durch die Tageslänge beeinflussbaren Schwankungen unterworfen ist, dann kann man die Begriffsbestimmungen früh, mittel, spät usw. nicht entbehren, da nur diese ein Urteil über den Zuchtwert der betreffenden Sorte, soweit die Blühreife in Frage steht, zulassen.

Unter diesen Gesichtspunkten ergeben sich daher in Anlehnung an die bisherigen Ausführungen über die Wirkung bestimmter Tageslängen hinsichtlich der Beurteilung der Blühreife einer Sorte, folgende Möglichkeiten:

1. Die „kritische Tageslänge“ beider Sorten (der zu beurteilenden und der Vergleichssorte) ist gleich.

2. Die „kritische Tageslänge“ beider Sorten ist verschieden.

I. Die Beurteilung von Blühdifferenzen bei gleicher „kritischer Tageslänge“.

Nach den bisherigen Darlegungen müssen sich Sorten, welche die gleiche „kritische Tageslänge“ besitzen, zum gleichen Zeitpunkt von der Ent-

wicklungshemmung (Blühhemmung) befreien. Zeigen sich daher bei einem Vergleich solcher Sorten Blühunterschiede, so bezeichne ich dieselben als „absolute Blühunterschiede“, da sie durch den Entwicklungsrhythmus der einzelnen Sorte bedingt erscheinen. Nach meinen bisherigen Untersuchungen stellen solche Blühdifferenzen unter der Annahme gleichbleibender Außenverhältnisse eine konstante Größe vor, die vom Zeitpunkt der Aussaat bzw. des Aufganges, also der Einwirkung des Tageslängenfaktors, völlig unabhängig ist.

Ein Beispiel dieser Art bilden die im Jahre 1936 auf dem Versuchsfeld für Gemüsebau in Neusiedl am See, Burgenland, durchgeführten Zeitstufenversuche mit Pflückerbsen. So sind z. B. bei den Sorten „Wunder von England“ (Markerbse) und „Konservenkönigin“ (Pahlerbse) folgende Blühdifferenzen festzustellen:

Saatstufe		Entwicklungszeiten in Tagen		Blühdifferenzen in Tagen
Anbau am	Aufgang am	Wunder v. England	Konservenkönigin	
3./III.	25./III.	47	56	9
14./III.	29./III.	46	54	8
1./IV.	11./IV.	40	48	8
15./IV.	28./IV.	33	41	8
1./V.	7./V.	36	42	6
16./V.	25./V.	28	34	6
2./VI.	9./VI.	26	32	6
17./VI.	25./VI.	26	33	7
1./VIII.	8./VIII.	28	36	8
15./VIII.	23./VIII.	29	36	7
1./VIII.	7./VIII.	29	36	7

Vergleicht man die erhaltenen Zahlenwerte, so bieten sie das Bild einer weitestgehenden Konstanz der Blühreife-differenzen. Diese Konstanz ist um so auffälliger, als die Außenverhältnisse (Temperatur usw.) durchaus nicht gleichbleibend waren, sondern starken saisonmäßig bedingten Schwankungen unterlagen. Aus dieser Tatsache läßt sich daher zweifelsohne der Schluß ziehen, daß die beobachteten Blühreifeunterschiede „absoluter“ Natur sind und nicht auf einer Verschiedenheit der „kritischen Tageslängen“ beruhen. Wenn daher die Sorte „Wunder von England“ gegenüber der Sorte „Konservenkönigin“ als frühblühender (frühreifer) bezeichnet wird, so entspricht diese Bezeichnung einer absoluten Bewertung.

2. Die Beurteilung von Blühdifferenzen bei verschiedener „kritischer Tageslänge“.

Wesentlich anders ist die Blühreife jener Sorten zu beurteilen, welche an die „kritische Tageslänge“ verschiedene Anforderungen stellen. Auch

in diesem Falle können Blühdifferenzen wahrgenommen werden, doch sind sie nicht konstant, sondern verändern sich je nach der Zeit der Aussaat bzw. des Aufganges. Aus diesem Grunde bezeichne ich sie als „relative Blühunterschiede“. Schematisch dargestellt, ergibt sich folgendes Bild (Abb. 2):

a) *Langtagpflanzen*. Bezeichnet *kr.Tl.* die „kritische Tageslänge“, in der Darstellung für die Sorte X durch *x* und für die Sorte Y durch *y* gekennzeichnet, dann wird bei einem Aufgang zum Zeitpunkt  $A_1$  die Sorte X früher die Blühhemmung beseitigen als die Sorte Y und demnach auch früher zur Blüte kommen. Findet hingegen der Aufgang zum Zeitpunkt  $A_2$  statt, dann fallen diese Blühunterschiede weg, da beide Sorten unmittelbar nach dem Aufgang von der Blühhemmung befreit werden.

Während also bei  $A_1$  eine bedeutende Blühdifferenz festzustellen ist, wird sich diese Blühdifferenz bei fortschreitender Annäherung an  $A_2$  ständig verringern, um schließlich nach Überschreiten der „kritischen Tageslänge“ der Sorte Y den Nullwert zu erreichen. Praktisch wird dieser Fall allerdings kaum eintreten, um so häufiger ist aber die Beobachtung zu machen, daß „relative“ und „absolute“ Blühdifferenzen gemeinsam bestehen.

b) *Kurztagpflanzen*. Handelt es sich um einen Vergleich von Kurztagpflanzen, so ist dieses Schema derart auszulegen, daß bei einem Aufgang zum Zeitpunkt  $A_1$  keine Blühdifferenzen auftreten, während bei einem Aufgang zum Zeitpunkt  $A_2$  solche festzustellen sind.

Sehr aufschlußreich sind in dieser Hinsicht Versuche GARNERS und ALLARDS mit Sojabohnen (3). Auf Grund zahlreicher Zeitstufensaat, welche bei konstanten Temperaturen in einem Glashaus durchgeführt wurden, ergaben sich folgende Zahlenreihen:

Aufgang am	Entwicklungszeiten in Tagen		Blühdifferenzen in Tagen
	Peking	Biloxi	
5./I.	23	28	5
17./I.	24	30	6
29./I.	23	29	6
10./II.	23	29	6
22./II.	24	30	6
6./III.	24	30	6
18./III.	24	32	8
30./III.	24	60	36
11./IV.	23	144	121
23./IV.	24	132	108
5./V.	36	120	84
17./V.	52	114	62
29./V.	66	100	44
10./VI.	52	90	38

Schon diese gekürzte Wiedergabe zeigt die starken Schwankungen der Blühdifferenzen zwischen den Sorten „Peking“ und „Biloxi“. Während bei den ersten sieben Saatstufen die Blühdifferenzen konstant sind („absolute Blühunterschiede“) und dementsprechend einen Minimalwert vorstellen, steigen sie bei den folgenden Saatstufen plötzlich an, um mit 121 Tagen einen Maximalwert zu erreichen. Es handelt sich also in diesen Fällen sowohl um „absolute“ als auch ausgesprochen „relative“ Blühunterschiede, die durch die verschiedenen „kritischen Tageslängen“ der untersuchten Sorten bedingt sein müssen.

Daß diese Annahme tatsächlich zu Recht besteht, beweist das gänzlich verschiedene Verhalten der Sorten „Peking“ und „Biloxi“ hinsichtlich ihrer vegetativen Entwicklungszeiten. Während die Sorte „Peking“ erst mit der Saat-

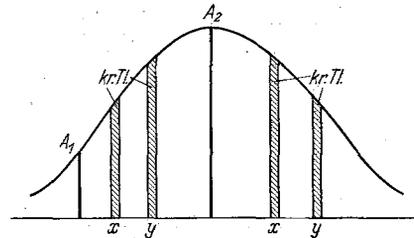


Abb. 2.

stufe vom 5. Mai die „kritische Tageslänge“ erreicht bzw. überschreitet (kenntlich an dem plötzlichen Anstieg der vegetativen Entwicklungszeit, die sich einem Maximalwert nähert, da eine Hemmung eintritt), ist dies bei „Biloxi“ bereits am 30. April bzw. 11. April der Fall. Es entsprechen also die nach diesen Terminen registrierten Entwicklungszeiten einer „vegetativen Luxusentwicklung“ ( $V = v_r + v_1$ , wobei  $v_1 = \text{Maximum} - \text{Null}$ ), während die vorher zu beobachtenden Entwicklungszeiten „reine, vegetative Entwicklungszeiten“ ( $V = v_r$ ) sind.

In ähnlicher Weise können „relative Blühunterschiede“ auch bei einem Vergleich einer tagneutralen Sorte mit einer Langtag- oder Kurztagssorte festgestellt werden. Solange sich die betreffenden Langtag- oder Kurztagpflanzen im Zustand der Entwicklungsbereitschaft befinden ( $V = v_r, v_1 = 0$ ), d. h. keiner Blühhemmung unterliegen, werden etwaige Blühunterschiede „absoluter“ Natur sein, tritt hingegen, durch den Zeitpunkt der Aussaat bzw. des Aufganges verursacht, eine durch den Tageslängenfaktor bedingte Entwicklungshemmung (Blühhemmung) ein, dann sind allfällige Blühdifferenzen nicht

mehr „absoluter“ sondern auch „relativer“ Natur.

Ein diesbezügliches Beispiel liefern gleichfalls im Jahre 1936 auf dem Versuchsfeld „Weidengarten“ in Wien durchgeführte Zeitstufenversuche mit einer tagneutralen (Platter schwarze SS) und einer Kurztagsojabohnensorte (Platter Silo).

Aufgang am	Entwicklungszeit in Tagen		Blühdifferenzen in Tagen
	Platter SS	Platter Silo	
9./V.	45	90	45
22./V.	46	78	32
8./X. <sup>1</sup>	44	48	4
23./XI. <sup>1</sup>	46	49	3

<sup>1</sup> Glashaussaat.

Obwohl nur vier Zeitstufen wiedergegeben sind, läßt sich deutlich der tagneutrale Charakter der Sorte „Platter schwarze SS“ sowie der ausgesprochene Kurztagcharakter der Sorte „Platter Silo“ feststellen. In gleicher Weise sind auch die auftretenden Blühdifferenzen als „relativ“ + „absolut“ bei den ersten beiden Saaten sowie als „absolut“ bei der dritten und vierten Saatstufe zu charakterisieren.

Zusammenfassend lassen sich daher Blühunterschiede zwischen zwei Sorten hinsichtlich der Wirkung des Tageslängenfaktors wie folgt beurteilen:

*Zeigen sich bei gleicher Aussaat bzw. gleichem Aufgang im Intervall 1. bis 2. Grenzgebiet Blühunterschiede, so können sie bei Vergleichen von Langtagpflanzen oder von Langtagpflanzen mit tagneutralen Pflanzen als „absolute“ Blühunterschiede angesehen werden. Für Kurztagpflanzen gilt sinngemäß die gleiche Auslegung im Intervall 2. bis 1. Grenzgebiet.*

*Zeigen sich bei gleicher Aussaat bzw. gleichem Aufgang im Intervall 2. bis 1. Grenzgebiet Blüh-*

*unterschiede, so können sie bei Langtagpflanzen oder Langtag- und tagneutralen Pflanzen sowohl „absoluter“ als auch „relativer“ oder „absoluter“ und „relativer“ Natur sein. Eine Entscheidung darüber ist nur durch „Stimmung“ oder durch einen Anbau im Intervall 1. bis 2. Grenzgebiet möglich. Für den Vergleich von Kurztagpflanzen oder Kurztag- und tagneutralen Pflanzen gilt sinngemäß die gleiche Auslegung im Intervall 1. bis 2. Grenzgebiet.*

Für die Züchtung ist diese Feststellung insofern von Bedeutung, als die „absolute“ Blühreife einer Sorte nur nach der „reinen vegetativen Entwicklungszeit“ beurteilt werden kann. „Relative“ Blühunterschiede sind kein sicherer Hinweis auf das Bestehen „absoluter“ Blühunterschiede, da selbst „absolut“ gleichblühende Sorten „relativ“ stark differieren können.

Es ist klar, daß mit den vorliegenden Ausführungen dieses Problem noch keineswegs erschöpfend behandelt ist, da auch durch andere Faktoren eine Beeinflussung möglich erscheint. Dies betrifft vor allem den Temperaturfaktor, der insbesondere dann von entscheidender Bedeutung ist, wenn es sich um den Vergleich oder die Prüfung von Sorten handelt, welche, wie ich bereits in einer anderen Arbeit niederlegen konnte (2), imstande sind, Licht durch Wärme zu ersetzen.

#### Literatur.

1. KOPETZ, L.: Untersuchungen über den Einfluß des Lichtfaktors auf Wachstum und Entwicklung einiger sommerannueller Pflanzen. Gartenbauwiss. 10, H. 3.

2. KOPETZ, L.: Die Bedeutung von Zeitstufen-saaten für die Beurteilung der photoperiodischen Reaktion sommerannueller Pflanzen. Ein Beitrag zum Stimmungsproblem. Pflanzenbau. (Im Druck).

3. GARNER u. ALLARD: Photoperiodic Response of Soybeans in Relation to Temperature and other Environmental Factors. J. agricult. Res. 23, H. 11.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung, Wien.)

## Zur zahlenmäßigen Erfassung und schematischen Darstellung des Wurzel- und Schoßbildes.

(Mit besonderer Berücksichtigung von Stecklingspflanzen.)

Von **Friedrich Stellwag-Carion.**

### Wurzelquotient.

Für die Kennzeichnung der physiologischen Leistungsfähigkeit eines Wurzelsystems wird wohl stets der Wurzelquotient M. SCHREIBERS eine unumgängliche Grundlage bieten (2).

Wo es sich aber über diese Kennzeichnung

hinaus um eine ziffernmäßige Erfassung und zeichnerisch konstruktive Darstellung der Anordnungsverhältnisse der Wurzelgruppen sowie der typischen Ausbreitung und der Verankerung eines Wurzelsystems handelt, war auch die Erstellung und ist die Anwendung besonderer