

(Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Hochschule für Bodenkultur, Wien.)

# Photoperiodische Untersuchungen an Kartoffelsämlingen.

Von L. M. KOPETZ und O. STEINECK.

Mit 8 Textabbildungen.

## I. Einleitung.

Die Ertragsleistung von Kartoffelsämlingen, die bei Selbstung oder Kreuzung von Kultursorten erhalten werden, unterliegt großen Schwankungen. Neben Pflanzen, die eine äußerst starke Kraut- und Stolonenentwicklung zeigen und überhaupt keine oder nur wenige, unschön geformte Knollen in weiter Lage ausbilden, findet man Sämlinge, die bereits im ersten Jahr wohlgeformte Knollen in wünschenswerter Anzahl und enger Lage mit entsprechendem Gewicht hervorbringen. Zwischen diesen beiden extremen Typen finden sich fließend alle Übergänge vor. SALAMAN (9) teilt auf Grund eingehender genanalytischer Untersuchungen des Ertrages die Sämlinge in fünf Klassen. Als Maßstab zur Beurteilung wird nicht allein das Knollengewicht, sondern das Kraut-Knollenverhältnis herangezogen. Die erste Ertragsklasse umfaßt Sämlinge mit höchster Knollenproduktion, die fünfte Klasse alle jene Pflanzen, die keine Knollen ausbilden.

Die zur letzten Gruppe gehörenden Pflanzen sind also durch üppige Krautentwicklung, vielfach übermäßige Ausbildung von langen Stolonen und Unterbleiben des Knollenansatzes gekennzeichnet. Ihr Verhalten gibt zweifellos Berechtigung zu der Annahme, daß es sich bei diesen Sämlingen um Kurztagtypen handelt. Auf Grund dieser Vermutung wurde in einem eigenen Versuch die erste vegetative Vermehrung einer Reihe von Sämlingen, die im ersten Jahr ein weites Kraut-Knollenverhältnis aufwiesen, unter verschiedenen Tageslängen herangezogen. Zweck dieser Untersuchung war es, festzustellen, inwieweit die Annahme, daß es sich bei Sämlingen dieser Art um Kurztagtypen handelt, zu Recht besteht.

Photoperiodische Untersuchungen über Kartoffelsämlinge von europäischen Kultursorten liegen, soweit das einschlägige Schrifttum überblickt werden kann, nicht vor. Zahlreiche Wildformen und Kultursorten wurden bereits hinsichtlich ihrer Tageslängenreaktion geprüft, wobei nach GARNER und ALLARD (1) nicht die Blüte, sondern die Knollenbildung als Maß für ihr photoperiodisches Verhalten herangezogen wurde.

Im weiteren seien die Untersuchungen von RASUMOV (8) erwähnt. Er konnte feststellen, daß sich Pflanzen von *Solanum tuberosum* gegenüber verschiedener Belichtungszeit indifferent verhalten, während *Solanum andigenum* unter Langtagbedingungen nur wenig Knollen ausbildet. Bei *Solanum acaule* und *Solanum demissum* unterbleibt im Langtag die Knollenbildung. Unter künstlichem Kurztag erfuhr bei den Wildformen die oberirdische Pflanzenmasse eine Verringerung, der Knollenertrag aber eine bedeutsame Steigerung. Diese Ergebnisse fanden durch die Versuche von SCHICK (10, 12) eine Bestätigung. Eine Verkürzung der täglichen Belichtung auf 12 Stunden war auf den Knollenertrag von vier deutschen Sorten ohne Einfluß. Dagegen zeigten drei südamerikanische Kulturkartoffeln unter diesen Bedingungen eine deutliche Steigerung des Knollenertrages. HACKBARTH (2) untersuchte eine größere Anzahl südamerikanischer Kartoffelklone auf ihr Verhalten gegenüber der täglichen Belichtungszeit. Er konnte zwischen geographischer Breite des Herkunftsortes und photo-

periodischer Reaktion positive Beziehungen feststellen. Nach STELZNER und TORKA (14) setzen die meisten Wildkartoffeln im Kurztag Knollen an, ohne vorher zu blühen. Sämlinge mancher Wildkartoffeln zeigen unter dem Einfluß der Tageslänge ein verschiedenes Verhalten hinsichtlich Knollenbildung, ebenso die einzelnen Wildformen.

SCHICK (10) und TINKER (16) zählen die europäischen Sorten von *Solanum tuberosum* zur Gruppe der tagneutralen Pflanzen. In Untersuchungen von McCLELLAND (6) und von GARNER und ALLARD (1) hingegen zeigen einige Kultursorten von *Solanum tuberosum* eindeutig Kurztagcharakter. Es scheinen daher auch im Verhalten gegenüber der Tageslänge zwischen den einzelnen Kultursorten Unterschiede zu bestehen.

## II. Eigene Versuche.

Im Jahre 1953 erfolgte die Durchführung eines Versuches, bei welchem eine Reihe zweijähriger Sämlinge unter verschiedenen Tageslängen herangezogen wurden. Die Auswahl der Versuchspflanzen erfolgte aus der Ernte von einjährigen Sämlingen, und zwar wurden nur solche mit einem weiten Kraut-Knollenverhältnis genommen, die eine genügende Anzahl saatfähiger Knollen ausgebildet hatten. In die Untersuchung wurden einbezogen: 4 Sämlinge aus der Kreuzungsnachkommenschaft der Sorten Bintje × Flava, 4 Sämlinge aus einer Selbstungsnachkommenschaft der Sorte Sieglinde und 8 Sämlinge aus der Kreuzung der Sorten Sieglinde × Flava.

Die Anlage des Versuches erfolgte am 30. III. 1953, nach der Standardmethode in zweifacher Wiederholung. Die Parzellengröße betrug 4 m<sup>2</sup> (4 × 1 m), die Gesamtversuchsfläche somit 20 m<sup>2</sup> (St. 1 × 2 + St.). Auf jedes Teilstück wurde von jedem Sämling eine Knolle ausgepflanzt. Standardparzellen waren die unter normaler Tageslänge belassenen Teilstücke, die übrigen Versuchsglieder erhielten einen Kurztag von 10 Stunden. Von jedem Sämling wuchsen demnach 2 Pflanzen unter Kurztagbedingungen und 3 Pflanzen im Normaltag. Ausgepflanzt wurde in einem Abstand von 50 × 50 cm, pro Parzelle also insgesamt 16 Pflanzen. Dieser Standraum wurde deshalb gewählt, weil mit den zur Verdunkelung verwendeten Aluminiumblechkästen im Ausmaß von 2 × 1 m eine Fläche von 2 m<sup>2</sup> abgedeckt werden konnte, pro Parzelle also zwei Verdunkelungskästen erforderlich waren. Unter den zwangsläufig gegebenen Abmessungen der Parzellen von 1 × 4 m ist die Verteilung der Pflanzen bei dem angegebenen Standraum am günstigsten. Die Stauden sind vom Rand genügend weit entfernt, und eine Beschädigung der Triebe beim Abdecken ist dann kaum möglich.

Der Aufgang der mit Dunkelkeimen vorgetriebenen Knollen erfolgte ziemlich gleichmäßig am 15. April. Von diesem Zeitpunkt an wurde mit der Verdunkelung der Pflanzen auf den dafür vorgesehenen Teilstücken begonnen und bis zur Ernte am 7. Juli fortgesetzt.

### 1. Die Technik der Verdunkelung.

Zur künstlichen Verringerung der täglichen Belichtung bei Freilandversuchen wurden verschiedene Wege beschritten. SCHICK (10) deckte die Stauden bei einer Verkürzung der Tageslänge auf 12 Stunden mit einer aus Latten und Dachpappe angefertigten Kiste mit dem Ausmaß von 80 × 80 × 200 cm von 18 Uhr bis 6 Uhr ab.

HACKBARTH (2) verwendete dachartige Holzgerüste, die mit Rollen aus Isolierpapier gedeckt wurden. Auch berichtet der gleiche Autor über Holzkästen, die auf Schienen fahrbar um 18 Uhr über die Pflanzen geschoben und um 6 Uhr wieder entfernt wurden. KOPETZ (3) benützte zur künstlichen Verkürzung der täglichen Belichtungszeit bei Freilandversuchen Aluminiumblechkästen mit einem Ausmaß von  $2 \times 1$  m und 80 cm Höhe. Diese sind mit innen abgeblendeten Lüftungsschlitzten versehen, so daß ein Ausgleich zwischen Innen- und Außentemperatur möglich ist. Eine Erwärmung im Kasteninneren wird außerdem durch die stark reflektierende Wirkung des Aluminiumbleches weitgehend verhindert.

Zur Verkürzung der Tageslänge wurden bei dem eigenen Versuch Aluminiumblechkästen in der von KOPETZ (3) vorgeschlagenen Ausführung verwendet. Ihre Ausmaße betrugen  $2 \times 1$  m und 60 cm Höhe. Die an beiden Schmalseiten des Kastens angebrachten und innen abgeblendeten Lüftungsschlitzte haben eine Länge von 20 cm und eine Breite von 5 cm (Abb. 1).

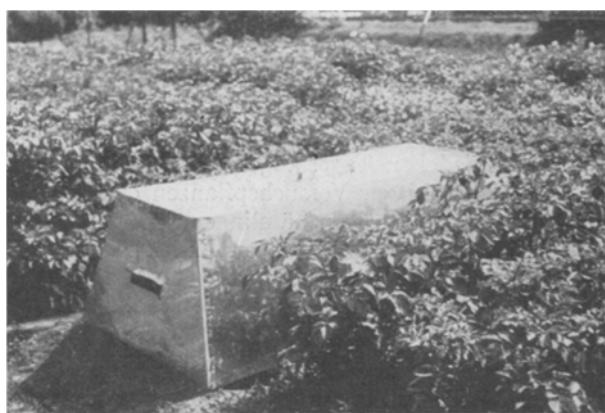


Abb. 1. Verdunkelungskasten aus Aluminiumblech.

Die Verringerung der täglichen Belichtungsdauer auf 10 Stunden wurde bei dem eigenen Versuch, von der bisher üblichen Art abweichend, vorgenommen. Die Pflanzen wurden nicht, wie das bisher bei Freilandversuchen der Fall war, die ganzen 14 Stunden vom Abend des einen Tages bis zum Morgen des anderen Tages zugedeckt. Die künstliche Verdunkelung erstreckte sich lediglich über eine Anzahl von Stunden während des Tages, die bei der jeweiligen Tageslänge zur Verkürzung auf 10 Stunden Belichtungsdauer erforderlich war. Mit Eintritt der Nacht wurden die Kästen entfernt und so die Pflanzen wieder den natürlichen Verhältnissen ausgesetzt. Es erfolgte also auf diese Weise lediglich eine künstliche Verlängerung der Nacht auf 14 Stunden. Die kürzeste Nacht beträgt in Wien 8 Stunden, die Stauden waren also im Höchstfall nur 6 Stunden zugedeckt, gegenüber 14 Stunden nach der bisher üblichen Durchführung der Verdunkelung.

Diese Art der künstlichen Verkürzung der Tageslänge weist gegenüber einer ständigen Bedeckung der Pflanzen durch 14 Stunden ganz entschieden manche Vorteile auf. Versuchstechnisch ist es sicherlich von großem Wert, wenn die Kurztagbehandelten Pflanzen so wenig wie möglich unter Wachstumsbedingungen gehalten werden, die von jenen der unter Langtag wachsenden Vergleichspflanzen abweichen. Während der Nacht fallende Niederschläge sind in ihrer Wirkung zweifellos anders zu beurteilen, als die künstliche Zugabe von Wasser bei Tag. Ebenso wird durch ein Bedekthalten während der ganzen Nacht das in Form

von Tau fallende Wasser von den Pflanzen abgehalten. Nach STEPHAN (15) ist aber der Tau im gemäßigten Klima, insbesondere für landwirtschaftliche Kulturpflanzen, in regenlosen Perioden von geradezu vitaler Bedeutung. MERKENSCHLAGER und KLINKOWSKI (7) bezeichnen die Kartoffel als nebel- und tauliebend. Es erscheint daher speziell bei Verdunkelungsversuchen mit Kartoffeln von größter Bedeutung, die Stauden während der Nacht unbedeckt zu lassen und sie so der natürlichen Betaubung auszusetzen.

Während einer 14stündigen Bedeckung der Pflanzen ist der Temperaturverlauf im Kasteninnern ein anderer als jener der Außentemperatur, wie die täglich vorgenommenen Messungen mit Thermographen zeigten. Eine Erwärmung durch Sonnenbestrahlung in den verwendeten Aluminiumblechkästen tritt praktisch nicht ein. So betrug beispielsweise die Außentemperatur und die unter der Bedeckung um 18 Uhr an warmen Tagen in beiden Fällen  $23^{\circ}\text{C}$  (3. V.),  $26^{\circ}\text{C}$  (17. V.) und  $22^{\circ}\text{C}$  (7.6.). Differenzen von mehr als  $1^{\circ}\text{C}$  konnten um 18 Uhr nicht festgestellt werden.

Wesentlich anders gestaltet sich aber der Temperaturverlauf in der Nacht im Verdunkelungskasten bei 14ständiger Bedeckung der Pflanzen, und zwar in der Art, daß die Außentemperatur stärker absinkt als die Temperatur im Kasteninneren. Nach warmen Tagen war die Außentemperatur um 0 Uhr und 4 Uhr um  $2-6^{\circ}\text{C}$  niedriger als unter der künstlichen Verdunkelung. Wenngleich nach GARNER und ALLARD (1) diese Temperaturunterschiede vernachlässigt werden können, ist es doch im Sinne einer exakten Versuchsdurchführung gelegen, diesen, wenn auch vielleicht nur kleinen Fehler nach Möglichkeit auszuschalten.

## 2. Versuchsbeobachtungen.

In den ersten Wochen der Entwicklung zeigten sich zwischen Kurztagbehandelten und unter normalen Wachstumsbedingungen gehaltenen Pflanzen keine Unterschiede. Später jedoch blieben die Stauden bei verkürzter Tageslänge in ihrer Entwicklung zurück. Von manchen Sämlingen waren die Blätter gelblich-grün, nahmen aber nach und nach wieder eine normalgrüne Färbung an. Mit fortschreitendem Wachstum traten die Unterschiede in der Staudenentwicklung immer deutlicher in Erscheinung. Die Mehrzahl der im Langtag wachsenden Stauden zeigte ein üppiges Krautwachstum. Sehr verschieden war bei manchen Sämlingen die Blattausbildung. Die im Kurztag wachsenden Stauden hatten größere Blätter mit breiten Fiederblättern, die unter Normaltag kleinere, mit schmalen Fiederblättern.

Sämlinge, die auf Kurztagbehandlung mit einer bedeutsamen Verringerung der Krautentwicklung reagierten, blühten im Langtag reichlich und setzten spontan zahlreiche Beeren an. Auch zeigte sich bei diesen eine starke Seitentriebbildung im Langtag, im Kurztag nur wenig oder überhaupt nicht. Zur Zeit der Blüte war bei den unter Normaltag belassenen Stauden vielfach ein Herauswachsen der Stolonen aus dem Boden festzustellen, an deren ergrünten Spitzen sich später Blätter bildeten. Diese Stolonen erreichten oft eine beträchtliche Länge und traten oft in einem Abstand bis zu 60 cm von der Pflanze aus dem Boden heraus. Diese Erscheinung konnte bei den im Zehnstundentag wachsenden Vergleichspflanzen nicht beobachtet werden. Die Mehrzahl der Sämlinge

blühte nur im Langtag, jedoch einige auch im gleichen Ausmaß im Kurztag (Blühdaten siehe Tab. I).

### 3. Die Versuchsergebnisse.

Wie bereits erwähnt, erfolgte die Ernte von allen Sämlingen am 7. Juli 1953. Zu diesem Zeitpunkte waren die Pflanzen noch alle grün. Anzeichen von Reife konnten bei keinem Sämling unter den verschiedenen Tageslängen beobachtet werden.

#### a) Der Ertrag.

Bei der Ernte wurde von jeder Pflanze Staudenfrischgewicht, Knollengewicht und Knollenzahl festgehalten. Da es sich nur um eine geringe Pflanzenzahl je Sämling handelt, wurde von einer fehlerkritischen Auswertung des Versuchsmaterials Abstand genommen. Die Ergebnisse sind jedoch so eindeutig, daß sie dadurch kaum in ihrer Beweiskraft eine Beeinträchtigung erfahren. Versuchstechnisch war eine Untersuchung mehrerer Einzelpflanzen je Wiederholung von jedem Sämling nicht möglich, da von jenen Typen mit einem weiten Kraut-Knollenverhältnis nur 6—8 saatfähige Knollen zur Verfügung standen. Außerdem sollten mit den vorhandenen Behelfen viele verschiedene Sämlinge untersucht werden, weshalb von jedem Sämling nur 5 Knollen ausgepflanzt wurden. Die Ergebnisse sind in Tab. I angegeben.

Wie die Zahlen in Tab. I erkennen lassen, trat bei allen kurztagbehandelten Pflanzen eine deutliche Verringerung des Krautgewichtes ein. In keinem einzigen Fall erreichte das Staudenfrischgewicht der bei verkürzter Tageslänge gewachsenen Pflanzen jenes der unter Normaltag behaltenen Kontrollstauden.

Was das Knollengewicht anlangt, zeigen hinsichtlich dieser Eigenschaft nicht alle Sämlinge im Kurztag eine gleichsinnige Reaktion. Zwei Gruppen können unterschieden werden, und zwar:

**Gruppe I:** Diese umfaßt alle jene Sämlinge, die auf eine Verkürzung der täglichen Belichtungszeit mit einer mehr oder weniger deutlichen Minderung des Knollenertrages antworten. Es sind dies die Sämlinge Nr. 19, 150, 155, 194, 1134.

**Gruppe II:** Zu dieser gehören alle Sämlinge, deren Knollenertrag im Zehnstundentag gegenüber jenen der Kontrollpflanzen wesentlich höher liegt. Allerdings ist das Ausmaß der Ertragserhöhung durch Kurztagbehandlung nicht gleich.

Von den untersuchten Sämlingen haben also bezüglich der Knollenbildung 11 auf eine Verkürzung der Tageslänge positiv reagiert, davon 6 mit einem sehr deutlichen Ausschlag. Fünf Sämlinge zeigen eine mehr oder weniger stark ausgeprägte negative Reaktion bei einer täglichen Belichtungsdauer von 10 Stunden.

Die Knollenzahl läßt ebenfalls eine, allerdings nicht so eindeutige Beeinflussung durch Verkürzung der täglichen Belichtungszeit erkennen. Die Sämlinge der Gruppe I zeigen folgendes Verhalten: Bei Sämling Nr. 19 und 1134 ist die Knollenzahl in beiden Fällen praktisch gleich, während bei den übrigen Sämlingen dieser Gruppe eine beachtliche Verringerung bei den kurztagbehandelten Pflanzen festzustellen ist. Bei der Gruppe II ist bei den Sämlingen Nr. 581, 676, 795, 1082, 2, 64 und 842 die Knollenzahl bei verkürzter Tageslänge bedeutend höher als im Normaltag. Praktisch gleich ist sie bei den Sämlingen Nr. 278 und 692 und nur bei Nr. 330 und 46 im Kurztag geringer als bei den Kontrollpflanzen. Im großen und ganzen läßt sich sagen, daß die Mehrzahl der Sämlinge der Gruppe II eine Steigerung der Knollenzahl und die der Gruppe I eine Verringerung im Zehnstundentag zeigen.

#### b) Die Blüte.

Hinsichtlich der Blüte ist festzustellen, daß die Sämlinge Nr. 19, 155 und 1134 sowohl im Langtag als auch im Kurztag blühen. Beiden übrigen Pflanzen erfolgt die Blütenbildung und zum Teil auch Fruchtbildung nur im Normaltag, mit Ausnahme von Sämling Nr. 842, der weder im Kurztag noch im Langtag Blüten hervorbrachte.

Tabelle I.  
Kraut- und Knollengewicht, Knollenzahl und Blüte der untersuchten Sämlinge..

Sämling Nr. *)	Normaltag				Kurztag (10 St.)			
	Stauden- gewicht g	Knollen- gewicht g	Knollen- zahl	Blüte	Stauden- gewicht g	Knollen- gewicht g	Knollen- zahl	Blüte
2	436	63	8,0	blüht	261	125	18,5	blüht nicht
19	673	460	6,3	blüht	486	220	7,5	blüht
46	394	193	20,7	blüht	233	223	16,5	blüht nicht
64	1013	320	22,0	blüht	415	518	29,5	blüht nicht
150	773	510	40,7	blüht	138	130	11,5	blüht nicht
155	364	300	17,5	blüht	165	230	9,0	blüht
194	607	214	18,0	blüht	62	122	5,5	blüht nicht
278	934	117	26,5	blüht	434	337	24,0	blüht nicht
330	1318	395	17,0	blüht	702	726	12,5	blüht nicht
581	733	133	15,0	blüht	330	400	39,5	blüht nicht
676	590	33	8,0	blüht	535	420	28,5	blüht nicht
692	850	280	30,3	blüht	220	255	17,5	blüht nicht
795	425	35	12,5	blüht	220	255	17,5	blüht nicht
842	296	156	9,0	blüht nicht	150	220	19,5	blüht nicht
1082	420	55	6,5	blüht	295	237	19,0	blüht nicht
1134	606	350	32,0	blüht	255	310	31,0	blüht

\* Die Sämlinge Nr. 2—64 entstammen einer Kreuzung der Sorten Bintje × Flava, Nr. 150—278 einer Selbstung der Sorte Sieglinde und 330 bis 1134 einer Kreuzung der Sorten Sieglinde × Flava.

Um die unterschiedliche Entwicklung bei verschiedenen Tageslängen deutlich sichtbar festzuhalten, wurden einige Pflanzen, welche die Kurztagreaktion besonders deutlich erkennen ließen, bei der Ernte fotografiert (Abb. 2 und 3).

Zahlreiche lange Stolonen ohne Knollenansatz, wenig und unschön geformte, bucklige und vielfach durchwachsene Knollen sowie üppiges Krautwachstum sind die Kennzeichen der im Normaltag gewachsenen Pflanze. Im Gegensatz dazu zeichnet sich die kurztagbehandelte Staude durch reichliche Produktion wohlgeformter, engliegender Knollen und geringes Krautwachstum aus. Dieses Verhalten zeigten in gleicher Weise alle Sämlinge, die auf eine Kurztagbehandlung positiv reagierten.



Abb. 2. Knollenbildung bei Sämling Nr. 1082 im Normaltag (links) und im Kurztag (rechts).

### c) Die Knollenform.

Bereits bei der Ernte konnte eine deutliche Beeinflussung der Knollenform bei der Mehrzahl der Sämlinge durch eine künstliche Verkürzung der Tageslänge festgestellt werden. Der Einfluß äußerte sich nicht nur in einer Formverbesserung, sondern auch vielfach in einer Änderung der Dimensionen.

Zur zahlenmäßigen Erfassung der Formänderung wurde von allen Knollen mit normaler Größe Länge und Breite gemessen. Um vergleichbare Werte zu erhalten, wurde von jeder Knolle die Länge gleich 100 gesetzt und die Breite in Prozent der Länge ausgedrückt. Die auf diese Weise erhaltenen Zahlen bringen die Form deutlich zum Ausdruck.

Tabelle 2. Breite der Knollen in Prozent der Länge.

Sig. Nr.	Normaltag $M \pm m$	Kurztag $M \pm m$	$D \pm m_D$	P
19	72,9 ± 3,68	89,4 ± 6,85	16,5 ± 7,77	< 0,05
46	81,0 ± 3,13	72,9 ± 2,40	8,1 ± 3,94	< 0,05
64	72,7 ± 2,07	89,4 ± 2,18	16,7 ± 3,00	< 0,001
155	77,9 ± 2,53	96,1 ± 4,70	18,2 ± 5,33	< 0,01
278	112,7 ± 5,98	116,2 ± 2,38	3,5 ± 6,43	> 0,30
676	65,8 ± 3,41	89,6 ± 1,81	23,8 ± 3,86	< 0,001
692	75,6 ± 2,19	94,5 ± 1,96	18,9 ± 2,93	< 0,001
842	66,7 ± 1,66	72,5 ± 1,55	5,8 ± 2,27	< 0,02
1082	92,4 ± 5,85	79,4 ± 1,67	13,0 ± 6,08	< 0,05
1134	104,6 ± 2,06	112,1 ± 2,89	7,5 ± 3,54	< 0,05

In vorstehender Tabelle ist ein Teil der Sämlinge angeführt, die den verschiedenartigen Einfluß der Kurztagbehandlung auf die Knollenform erkennen lassen. Die Knollen der Sämlinge Nr. 46 und 1082 sind bei den unter verkürzter Tageslänge gewachsenen Pflanzen deutlich länger als jene der Vergleichspflanzen im Normaltag. Bei Sämling Nr. 278 blieb die Behandlung auf die Knollenform ohne Einfluß. Alle übrigen Sämlinge aber zeigen eine deutliche Formänderung. Die Knollen der im Kurztag gezogenen Stauden sind im Vergleich zur Kontrolle breiter und damit ihre Form mehr rund. Das Ausmaß der Abänderung ist oft recht beträchtlich, wie aus Tab. 2 ersehen werden kann.

Die Ausbildung der Knollen war bei allen Sämlingen im Kurztag wesentlich besser als im Normaltag. Besonders deutlich zeigte sich dies bei jenen Sämlingen, die mit einer erheblichen Ertragssteigerung bei Verkürzung der Tageslänge reagierten (Abb. 4).

Die Knollen der im Normaltag gewachsenen Stauden sind buckelig, unschön geformt, und ihre Augen liegen sehr tief. Im Gegensatz dazu sind die Knollen der



Abb. 3. Knollenbildung bei Sämling Nr. 64 im Normaltag (links) und im Kurztag (rechts).

unter Kurztag gehaltenen Pflanze formschön und flächäugig. Die Kurztagbehandlung bewirkte somit nicht nur eine Änderung der Abmessungen, sondern auch eine auffallende Verbesserung der Form.

### III. Diskussion.

Aus der Tatsache, daß sich unter Kreuzungs- und Selbstungsnachkommenschaften bestimmter europäischer Kartoffelsorten Sämlinge befinden, die hinsichtlich ihrer photoperiodischen Reaktion als Kurztagtypen anzusprechen sind, ergeben sich für die Kartoffelzüchtung wertvolle Rückschlüsse. Dieselben betreffen einerseits die Selektionsmethode, andererseits die Beurteilung gewisser Eigenschaften und Merkmale, die bisher zweifellos eine andere Deutung erfahren haben. Um diese Folgerungen richtig verstehen zu können, sei kurz auf die Arbeitshypothese von KOPETZ (3, 4, 5, 17) hingewiesen, welche Erscheinungen photoperiodischer Natur bei sommerannuellen Pflanzen wie folgt zu deuten versucht:

Sowohl Langtagpflanzen als auch Kurztagpflanzen sind im Gegensatz zu tagneutralen Pflanzen zu gewissen Zeiten des Jahres mit einer Entwicklungshemmung (Blühemmung) belastet. Diese Belastung äußert sich in der Weise, daß

Langtagpflanzen ihre Blühemmung nur beseitigen können, wenn sie eine bestimmte „kritische Tageslänge“ erreichen oder überschreiten, während

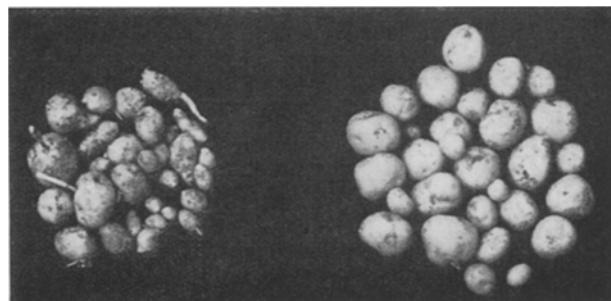


Abb. 4. Ausbildung der Knollen bei Sämling Nr. 330 im Normaltag (links) und im Kurztag (rechts).

Kurztagpflanzen nur dann reproduktiv werden können, wenn eine bestimmte „kritische Tageslänge“ erreicht oder unterschritten wird (Abb. 5).

Da diese „kritische Tageslänge“, welche der Wirkung einer Summe von „kritischen Tagen“ gleichzusetzen ist (daher die Darstellung als Fläche und nicht als Linie), zweimal im Jahr passiert werden kann, (kritische Tageslänge 1 und kritische Tageslänge 2) liegt das für Langtagpflanzen „hemmungslose Lichtklima“ in den Sommermonaten, für Kurztagpflanzen hingegen in den Herbst-, Winter- und Frühjahrsmonaten. Das Wesen einer Langtagpflanze oder einer Kurztagpflanze ist daher nicht durch eine bestimmte Tageslänge zu charakterisieren, sondern einzig und allein durch die Tatsache, daß die „kritische Tageslänge“, welche innerhalb einer Art große Schwankungen zeigen kann, erreicht bzw. unterschritten (Kurztagpflanze) oder erreicht bzw. überschritten (Langtagpflanze) werden muß.

Das Verhalten einer sommerannuellen Kurztagpflanze wird daher in folgender Weise (Abb. 6) zu beurteilen sein:

Stellen kr. TL<sub>1</sub> und kr. TL<sub>2</sub> die beiden Tageslängenschwellwerte dar und A<sub>1</sub> bis A<sub>5</sub> die jeweiligen Zeitpunkte des Aufgangs, dann werden sich die Saatstufen, welche dem Aufgang A<sub>1</sub> und A<sub>2</sub> entsprechen, in einem ihnen zusagenden Lichtklima, nämlich im Kurztag, befinden. Es besteht keinerlei Hemmung durch die Tageslänge, der Weg zur Reproduktion ist freigegeben und wird nach einer Entwicklungszeit, die als v<sub>r</sub> („reine vegetative Entwicklung“) Bezeichnung findet, erreicht. Dasselbe gilt auch für die Saatstufe A<sub>5</sub>, die unter den gleichen Lichtbedingungen erwachsen kann.

Anders verhält es sich mit den Saatstufen A<sub>3</sub> und A<sub>4</sub>. In diesen Fällen ist die Pflanze mit einer Blühhemmung belastet, welche den Weg zur Reproduktion versperrt, und zwar so lange, bis die „kritische Tageslänge<sub>2</sub>“ erreicht bzw. unterschritten wird. Die Pflanze wird sich daher bis dahin nur vegetativ entwickeln können, und zwar in einem umso stärkeren Maße, je länger die Einwirkung des Langtagklimas andauert. Die daraus resultierende „vegetative Luxusentwicklung“, als v<sub>v</sub> bezeichnet, stellt daher keine konstante Größe wie v<sub>r</sub>, sondern eine variierende Größe dar.

Wie zahlreiche Untersuchungen ergeben haben, spielt aber nicht nur das Lichtklima, unter dem die Pflanze aufwächst, eine ausschlaggebende Rolle, sondern auch die Dauer seiner Wirkung. Je länger sich die Pflanze unter dem ihrer Reproduktion zugesagendem Lichtklima befindet, als Kurztagpflanze unter Kurztagklima und als Langtagpflanze unter Langtagklima, umso größer und nachhaltiger ist der Effekt dieser Lichtklimawirkung. Nicht ein Tag, auch nicht zwei oder drei Tage, sondern eine Summe von „kritischen Tagen“ ist notwendig, um eine „Stimmung“ zu erreichen, das heißt, den Entwicklungsmechanismus so zu steuern, daß eine Reproduktion eintritt. Ist aber diese Zeitspanne zu kurz, weil die Pflanze erst knapp vor dem Überschreiten der „kritischen Tageslänge“ (Kurztagpflanze) bzw. vor dem Unterschreiten der „kritischen Tageslänge“ (Langtagpflanze) in den Lichtgenuss gelangt ist, dann bleibt die „Stimmung“ überhaupt aus oder ist nur als „Teilstimmung“ wirksam. Zusammenfassend ist daher zu bemerken, daß eine photoperiodische Nachwirkung im Sinne einer „Stimmung“ nur dann eintritt, wenn Kurztagpflanzen unter Kurztagklima stehen und die

Dauer der Wirkung dieses Lichtklimas eine entsprechend lange ist. Tagneutrale Pflanzen fallen aus dem Rahmen dieser Betrachtungen heraus, da sie vom Einfluß der Tageslänge, photoperiodisch betrachtet, weitestgehend unabhängig sind.

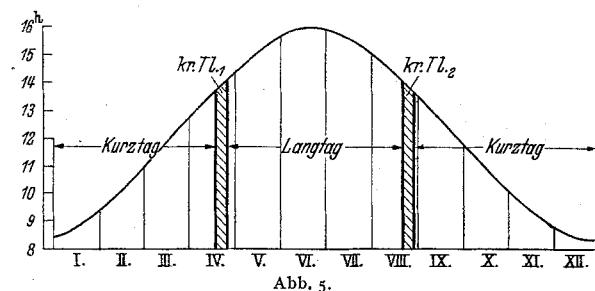


Abb. 5.

Übertragen auf die Verhältnisse der Kartoffelzüchtung, lassen sich auf Grund bisheriger Untersuchungen und Beobachtungen im Sinne dieser Arbeitshypothese auch die Wechselbeziehungen zwischen Lichtklima und äußeren Erscheinungsformen erklären. Zunächst ist jedoch festzuhalten, daß nach GARNER und ALLARD (1) die photoperiodische Reaktion bei Kartoffeln anders beurteilt wird und zwar insofern, als

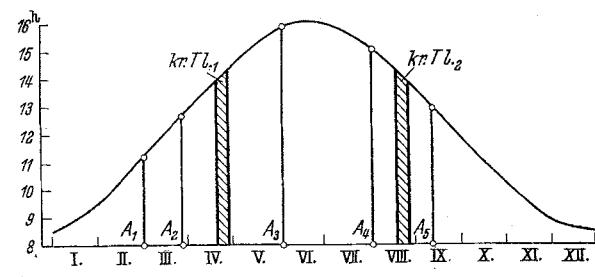


Abb. 6.

nicht der Eintritt in die generative Phase als Reaktion auf eine bestimmte Tageslänge gewertet wird, sondern die Knollenbildung. Kurztagtypen werden daher nur unter Kurztagverhältnissen eine reichliche Knollenproduktion zeigen, während tagneutrale Typen in dieser Beziehung indifferent sind.

Hinsichtlich der Knollenproduktion im Normaltag und bei rostündiger täglicher Belichtung zeigen jene Sämlinge, die deutlich auf die Kurztagbehandlung angesprochen haben, folgendes Verhalten.

Tabelle 4. Knollenertrag im Normaltag und Kurztag.

Sig. Nr.	Knollenertrag g		Kurztagsertrag in % vom Lang- tagertrag
	Normaltag	Kurztag	
64	320	518	161
278	117	337	288
330	395	726	184
581	133	400	300
676	33	265	800
692	280	420	150
795	35	255	729
1082	55	237	430

Die Kurztagbehandlung führte bei den in obiger Tabelle angegebenen Sämlingen zu einer namhaften Ertragssteigerung. Sie schwankt von 150% bis 800%, was eindeutig ihren Kurztagcharakter erkennen läßt. Vergleicht man aber die Krautentwicklung im Normaltag und Kurztag bei diesen Sämlingen, dann ergibt sich folgendes Bild:

Tabelle 5. Krautentwicklung im Normaltag und Kurztag.

Sig. Nr.	Krautgewicht in g		Kurztagertrag in % vom Lang- tagertrag
	Normaltag	Kurztag	
64	1013	415	41,0
278	934	434	46,5
330	1318	702	53,6
581	733	330	45,1
676	590	408	69,0
692	850	535	63,0
795	425	220	52,0
1082	420	295	70,0

Wie aus obiger Tabelle ersichtlich, ist bei allen kurztagbehandelten Pflanzen das Krautgewicht beträchtlich geringer, als bei den im Normaltag gewachsenen Stauden. Die Tatsache, daß trotz erhöhter Knollenbildung die Produktion an oberirdischer Pflanzenmasse bei den unter Kurztag gehaltenen Stauden wesentlich zurückgegangen ist, muß besonders hervorgehoben werden. Durch photosynthetische Überlegungen allein läßt sich diese Erscheinung in keiner Weise erklären, denn viel nahe liegender wäre die Annahme, daß eine verstärkte Ausbildung des assimilierenden Blattapparates mit erhöhter Knollenbildung Hand in Hand geht. Gerade aber das Gegenteil ist der Fall, so daß vielmehr ein anderes wirksames Prinzip angenommen werden muß, welches die Entwicklung in verschiedenen Lichtklimaten in ganz bestimmter Richtung steuert. Das verschiedenartige Verhalten der angeführten Sämlinge läßt sich nur durch Überlegungen photoperiodischer Art erklären.

Die übermäßige Krautentwicklung und die geringe Knollenbildung bei den im Normaltag gewachsenen Stauden sind ein Hinweis dafür, daß das gebotene Lichtklima für die Knollenbildung ungünstig war. Vor dem Erreichen bzw. Überschreiten der „kritischen Tageslänge“ gelangen einige Knollen zur Ausbildung, während nachher lediglich eine verstärkte Krautentwicklung einsetzt. Die Stauden waren also nach dem Überschreiten der „kritischen Tageslänge“ mit einer Hemmung der Knollenbildung belastet.

Ganz anders ist das Verhalten der unter künstlichem Kurztag gehaltenen Pflanzen zu erklären. Durch die Verkürzung der Tageslänge wurde das Überschreiten der „kritischen Tageslänge“ verhindert und so künstlich ein für die Knollenbildung günstiges Lichtklima geschaffen. Die erhöhte Knollenbildung bei gleichzeitig verringelter Krautentwicklung ist als eindeutiger Beweis dafür anzusehen.

Die Wechselbeziehungen zwischen Lichtklima und der Entwicklung von Kurztagtypen bei Kartoffelsämlingen lassen sich daher wie folgt darstellen:

**Langtagklima (hemmendes Lichtklima):** Verstärktes Krautwachstum als Ausdruck einer „vegetativen Luxusentwicklung“.

**Kurztagklima (hemmungsloses Lichtklima):** Verringerte Staudenentwicklung als Ausdruck einer „reinen vegetativen Entwicklung“ und höchste Knollenproduktion.

Die Verteilung der gebildeten Pflanzenmasse auf Kraut und Knollen wird also durch den Faktor „Tageslänge“ bei Kurztagsämlingen maßgeblich beeinflußt.

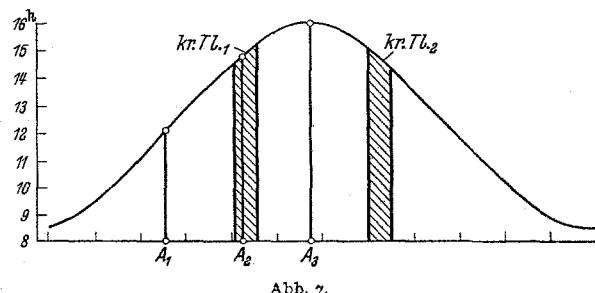
Unterlegt man den Versuchsergebnissen das in Abb. 7 dargestellte Schema, dann ergibt sich für den

Aufgang eines Kurztagsämlings zu verschiedenen Zeitpunkten folgendes Bild (Abb. 7).

Fällt der Aufgang auf den Zeitpunkt  $A_1$ , also in das „hemmungslose“ Lichtklima und ist dieses von entsprechender Dauer, dann erfolgt eine „vollkommene Stimmung“. Nach Durchlaufen der „reinen vegetativen Entwicklung“ setzt normale Knollenbildung ein. Erfolgt der Aufgang aber zum Zeitpunkt  $A_2$ , also in der „kritischen Tageslänge“, dann ist die Zeitspanne für eine „vollkommene Stimmung“ zu kurz, und es wird nur eine „Teilstimmung“ erreicht. Es werden wohl einige Knollen ausgebildet, nach Überschreiten der „kritischen Tageslänge“ aber gelangen keine Knollen mehr zum Ansatz. Von diesem Zeitpunkt an setzt die „vegetative Luxusentwicklung“ ein, also üppiges Krautwachstum, verbunden mit reicher Blütenbildung und vielfach spontanem Beerenansatz, sowie übermäßigem Ansatz von Stolonen ohne Knollen. Bei einem Aufgang zum Zeitpunkt  $A_3$  bleibt die „Stimmung“ überhaupt aus. Der Sämling ist von Anbeginn seines Wachstums mit einer Hemmung der Knollenbildung belastet und wird alle Anzeichen der „vegetativen Luxusentwicklung“ zeigen.

Während also ein Kurztagsämling bei einem Aufgang zum Zeitpunkt  $A_1$  seinen Kurztagcharakter an der Ausbildung der oberirdischen Organe nicht erkennen läßt, ist dies bei Aufgang  $A_2$  erst nach Überschreiten der „kritischen Tageslänge“ der Fall. Beim Aufgang zum Zeitpunkt  $A_3$ , also im langen Tag, müßte ein Erkennen des photoperiodischen Charakters schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit möglich sein, weil die Pflanze bereits vom Beginn ihres Wachstums an mit einer Hemmung der Knollenbildung belastet ist. Wenn diese Annahme sich als richtig erweist, und es spricht vieles dafür, dann müßte es durch eine Anzucht der Sämlinge unter Langtagbedingungen möglich sein, die für europäische Anbauverhältnisse wertlosen Kurztagtypen nach verhältnismäßig kurzer Zeit herauszufinden, so daß nur die tagneutralen Formen behalten werden. Schon STELZNER und LEHMANN (13) weisen darauf hin, daß die Hauptaufgabe der Kartoffelzüchtung im Auffinden der tagneutralen Formen besteht, weil sich bei diesen die Erbanlagen zur Knollenbildung von der Tageslänge unabhängig manifestieren können.

Eine Anzucht der Sämlinge in den Sommermonaten müßte eine Selektion auf tagneutrale Formen bedeutend erleichtern, denn unter Langtagbedingungen werden alle nicht tagneutralen Sämlinge an ihrer „vegetativen Luxusentwicklung“ erkennbar sein, da eine „Stimmung“ unterbleibt. Allerdings bestünde



bei einem Anbau unter natürlichen Langtagverhältnissen immer noch die Möglichkeit, daß nicht nur tagneutrale, sondern auch Kurztagsämlinge, die hinsichtlich der „kritischen Tageslänge“ hohe Anforderungen stellen, mit fortschreitender Abnahme der Tageslänge gegen den Herbst zu mitausgelesen werden. Unterschreiten nämlich solche Sämlinge die „kritische Tageslänge“, dann bilden sie Knollen aus, und alle Anzeichen der Entwicklungshemmung unterbleiben. Es wird allerdings möglich sein, die extremen Kurztagtypen, die nur geringe Anforderungen an die „kritische Tageslänge“ stellen, herauszufinden. Eine scharfe Selektion erscheint auf Grund der Arbeitshypothese demnach nur unter einem ständig gleichbleibendem Langtag durchführbar. Solche Bedingungen können jedoch nur unter Anwendung einer Zusatzbeleuchtung hergestellt werden, vorausgesetzt, daß eine künstliche Lichtquelle verwendet wird, die den photoperiodischen Effekt auszulösen vermag. Unter derartigen Bedingungen müßte eine Selektion auf tagneutrale Formen in vollkommenster Weise gelingen, da eine „Stimmung“ der Sämlinge ausgeschlossen ist.

Weitere Versuche werden noch zu erweisen haben, ob bei Topfkultur im künstlichen Langtag ein Erkennen der photoperiodischen Reaktion der Sämlinge bereits vor dem Auspflanzen möglich ist. Verschiedene bisher gemachte Beobachtungen hinsichtlich der Ausbildung der Stolonen an 5–6 Wochen alten Sämlingen lassen diese Möglichkeit aussichtsreich erscheinen.

Der unverkennbare Einfluß des Lichtklimas auf die Entwicklung von Kartoffelsämlingen mit unterschiedlicher photoperiodischer Reaktion steht damit in starker Abhängigkeit von der geographischen Lage des Anbauortes. Bedingt durch den unterschiedlichen Tageslängenverlauf, — wird die Selektion auf Tagneutralität in 54° nördlicher Breite jedenfalls schärfer sein als bei 48° nördl. Breite (Abb. 8). Angenommen, ein Sämling hätte eine „kritische Tageslänge“ von 15 Stunden 30 Minuten, dann erreicht bzw. überschreitet er diese bei 54° nördl. Breite etwa am 6. V., bei 48° nördl. Breite aber erst am 24. V. Im Norden tritt demnach die Hemmung der Knollenbildung um 17 Tage früher ein und wird erst 17 Tage später beseitigt als in dem um 6 Breitegrade südlicher gelegenen Anbaugebiet. Das gehemmte Lichtklima dauert also bei 54° nördl. Breite um 34 Tage länger als bei 48° nördl. Breite. Die Selektion ist demnach im Norden von Natur aus eine wesentlich schärfere, denn der Sämling wird dort früher und damit deutlicher alle Anzeichen einer „vegetativen Luxusentwicklung“ zeigen.

Wie die Versuchsergebnisse in Tab. I erkennen lassen, reagierte eine bestimmte Anzahl von Sämlingen auf die Kurztagbehandlung mit einer Verkürzung der Kraut- und Knollenbildung. Dieses Verhalten könnte in der Weise erklärt werden, daß es sich bei diesen um tagneutrale Pflanzen handelt, deren Entwicklung durch eine Verkürzung der Tageslänge auf 10 Stunden beeinträchtigt wurde. Es wären also in diesen Fällen Wirkungen rein photosynthetischer Art dafür verantwortlich zu machen. Inwieweit diese Erklärung zutreffend ist, läßt sich nur durch einen Anbauversuch bei verschiedenen Tageslängen feststellen.

Was nun die Frage der Anforderungen an die „kritische Tageslänge“ anlangt, erscheint auf Grund verschiedener Tatsachen die Annahme berechtigt, daß diese nicht bei allen Sämlingen gleich sind. So sind beispielsweise die gebildete Gesamtpflanzenmasse bei den Sämlingen Nr. 795, 676 und 1082 im Kurztag und Normaltag gleich, die Verteilung auf Kraut und Knollen aber verschieden. Anders liegen die Verhältnisse bei den Sämlingen Nr. 330, 581 und 692, bei welchen wohl im Kurztag mehr Knollen als im Normaltag gebildet wurden, die Gesamtpflanzenmasse beträgt aber nur 84,5% von dem im Normaltag gewachsenen Stauden. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Sämlingen Nr. 64 und 278, bei welchen die Gesamtpflanzenmasse der im 10-Stundentag gewachsenen Stauden rund 70% der Kontrollpflanzen erreicht. Durch die Annahme verschiedener Anforderungen an die „kritische Tageslänge“ der genannten Sämlinge läßt sich dieses Verhalten deuten. Während nämlich für die erstgenannte Gruppe von Sämlingen eine „kritische Tageslänge“ von 10 Stunden angenommen werden kann, erkenntlich an der gleich großen Produktion an Gesamtpflanzenmasse im Kurztag und Normaltag, scheinen die Anforderungen der zweiten und dritten Sämlingsgruppe in dieser Hinsicht höher zu liegen. Die Richtigkeit dieser Vermutung kann jedoch nur durch eine Anzucht bei verschiedenen Tageslängen erwiesen werden und bleibt damit weiteren Versuchen vorbehalten.

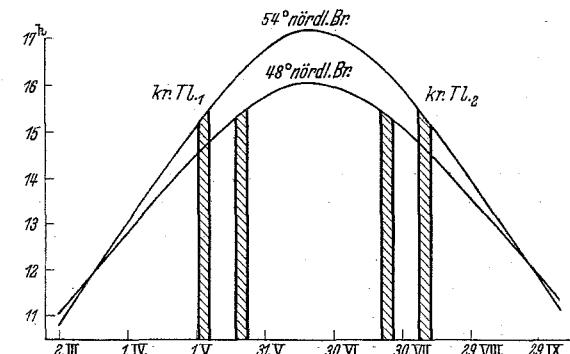


Abb. 8. Gleiche „kritische Tageslängen“ (kr. Tl<sub>1</sub> und kr. Tl<sub>2</sub>) werden an Orten verschiedener geographischer Breite (48° nördl. Breite und 54° nördl. Breite) zu verschiedenen Zeitpunkten erreicht.

Ein anderer Hinweis zur Stützung der Annahme verschiedener Anforderungen an die „kritische Tageslänge“ stellt die Tatsache dar, daß sich unter den Sämlingen von Kultursorten neben Pflanzen mit starker Krautentwicklung und keinerlei Knollenbildung fließend alle Übergänge bis zu Pflanzen mit einem normalen Kraut-Knollenverhältnis vorfinden. Während es sich bei den letztgenannten Pflanzen aller Wahrscheinlichkeit nach um tagneutrale Typen handelt, könnten alle übrigen Sämlinge auf Grund ihrer Ertragsstruktur als Pflanzen mit verschiedenen Anforderungen an die „kritische Tageslänge“ angesehen werden. Unterlegt man nun dieser Vermutung die Einteilung der Sämlinge nach SALAMAN (9) in 5 Ertragsklassen, dann wäre folgende Deutung möglich: Alle Individuen der ersten Ertragsklasse sind als tagneutrale Formen anzusprechen, während es sich bei den der letzten Klasse zugeordneten Sämlingen, die starkes Krautwachstum und keine Knollenbildung zeigen, um extreme Kurztagtypen mit geringen Anforderungen an die „kritische Tageslänge“ handelt.

Die Sämlinge der Klassen 2, 3 und 4 stellen Übergänge zwischen beiden Extremen dar. Der Ertrag nimmt von Klasse 2 nach Klasse 4 ab und wahrscheinlich ebenso die Anforderungen an die „kritische Tageslänge“. Genanalytische Untersuchungen des Ertrages von Kartoffelsämlingen erscheinen bei dieser Betrachtungsweise von fraglichem Wert, weil die Ertragsstruktur stark durch die Tageslängenverhältnisse beeinflußt wird.

Aber noch eine Reihe weiterer Eigenschaften steht in starker Abhängigkeit vom Lichtklima. So wurde, wie aus den Angaben von Tab. 2 hervorgeht, durch die Kurztagbehandlung die Knollenform hinsichtlich ihrer Abmessungen abgeändert und die Form deutlich verbessert. Die Knollen der ersten vegetativen Vermehrung weisen nicht immer die gleiche Form wie die einjährigen Sämlinge auf. Diese Formänderung vom einjährigen zum zweijährigen Sämling könnte durch Erscheinungen photoperiodischer Art bedingt sein.

Sicherlich unterliegt die Knollenlage ebenfalls dem Einfluß des Lichtklimas. Immer wieder kann man Sämlinge antreffen, bei welchen diese Eigenschaft nicht eindeutig beurteilt werden kann. Neben einigen eng liegenden Knollen sind auch vielfach durchwachsene, in mittlerer und weiter Lage, sowie Stolonen, die aus dem Boden herauswachsen, vorhanden. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist dieses Verhalten auf den Einfluß eines ungünstigen Lichtklimas zurückzuführen. Bei den im Kurztag gehaltenen Sämlingen war die Knollenlage ausgesprochen eng, während die im Normaltag gewachsenen Stauden hinsichtlich dieser Eigenschaft keine eindeutige Beurteilung ermöglichen. Ebenso konnte SCHICK (10) bei südamerikanischen Kartoffelklonen durch Kurztagbehandlung eine Verkürzung der Stolonen erzielen.

Hinsichtlich der Blüte ist zu erwähnen, daß alle Sämlinge, die auf eine Kurztagbehandlung mit deutlich erhöhter Knollenproduktion reagierten, nur im Normaltag reichlich blühten und spontan Beeren ansetzen, aber nicht beirostündiger Belichtungsdauer. Dieses Verhalten erinnert zwangsläufig an die Melkmethode, bei der durch Verhinderung der Knollenbildung die Blüten- und Fruchtbildung gefördert wird. In gleicher Weise zeigen Kurztagsämlinge unter Langtagbedingungen keine Knollenbildung, dafür aber reichlichen Blütenansatz.

Bezüglich der Reifezeit ist eine Fehlbeurteilung, durch die Wirkung der Tageslänge bedingt, denkbar. Ein Sämling mit hohen Anforderungen an die „kritische Tageslänge“ ist nach Erreichen bzw. Überschreiten derselben mit einer Hemmung der Knollenbildung belastet. Erst nach Unterschreiten der „kritischen Tageslänge“ setzt wieder die Knollenbildung ein. Die Reifezeit kann nun bei diesem Sämling genetisch viel kürzer sein, durch Hemmung infolge eines ungünstigen Lichtklimas aber wird die Wachstumszeit verlängert und die Knollenbildung verzögert. Der Sämling wird dann hinsichtlich seiner Reifezeit zu Unrecht als spät beurteilt.

Das Studium der Genetik bestimmter Eigenschaften stößt demnach auf große Schwierigkeiten, weil zahlreiche Merkmale durch den Tageslängeneinfluß überdeckt werden. Eine genanalytische Untersuchung der Merkmale Knollenform, Stolonenlänge, Ertrag, usw. wäre nur dann möglich, wenn es gelingt, jeden Sämling

in dem für seine Entwicklung günstigen Lichtklima heranzuziehen. SCHICK (10) weist auf Grund seiner Untersuchungen darauf hin, daß diese Eigenschaften teilweise als eine Komplexreaktion auf ungünstige Beeinflussung durch die tägliche Belichtungsdauer aufzufassen sind.

Selbstverständlich gelten die auf Grund der Arbeitshypothese von KOPETZ gezogenen Rückschlüsse für die Kartoffelzüchtung auch für jene Sämlinge aus Kreuzungen von südamerikanischen Wild- und Kultursorten mit europäischen Kultursorten. Der Kurztagcharakter der untersuchten Sämlinge äußert sich in gleicher Weise, wie bei den von SCHICK (10), HACKBARTH (2) und STELZNER und TORKA (14) untersuchten südamerikanischen Wild- und Kulturförmen.

Es erscheinen damit einige wesentliche Fragen besprochen, die sich aus der Tatsache, daß unter den Sämlingen europäischer Kultursorten ausgesprochene Kurztagtypen vorhanden sind, ergeben. Gleichzeitig muß aber darauf hingewiesen werden, daß noch zahlreiche Versuche durchgeführt werden müssen, um manche Annahme noch zu erhärten und verschiedene Probleme zu klären.

#### IV. Zusammenfassung.

Durch einen Verdunkelungsversuch mit Sämlingen, aus einer Kreuzung der Sorten Bintje × Flava, Sieglinde × Flava und einer Selbstung der Sorte Sieglinde hervorgegangen, konnte eindeutig der Nachweis erbracht werden, daß unter den Sämlingen bestimmter europäischer Kultursorten ausgesprochene Kurztagtypen anzutreffen sind. Die Methodik der Verdunkelung wird eingehend beschrieben, da sie anders als in der bisher üblichen Art gehandhabt wurde. Neben Abänderungen der Blattform konnte bei einer Anzahl von Sämlingen durch eine künstliche Verkürzung der täglichen Belichtungsdauer auf 10 Stunden eine bedeutsame Erhöhung des Knollenertrages bei gleichzeitiger Verringerung des oberirdischen Aufwuchses erzielt werden. Ebenso wurde durch die Kurztagbehandlung eine Formänderung und Formverbesserung der Knollen erzielt. Alle Sämlinge mit deutlicher Kurztagreaktion hinsichtlich der Knollenbildung zeigten im Normaltag starkes Krautwachstum, reichlichen Blüten- und Beerenansatz, übermäßige Ausbildung von Stolonen und geringen Knollenansatz.

Unter Zugrundelegung der Arbeitshypothese von KOPETZ zur Erklärung photoperiodischer Erscheinungen bei sommerannuellen Pflanzen wird das Verhalten der untersuchten Sämlinge zu deuten versucht. Es ergeben sich daraus für die Kartoffelzüchtung wichtige Folgerungen. Auf Grund der genannten Arbeitshypothese erscheint es durch eine Anzucht der Sämlinge unter künstlichen oder natürlichen Langtagbedingungen möglich, tagneutrale Formen frühzeitig von den für europäische Anbauverhältnisse wertlosen Kurztagtypen zu trennen. Verschiedene andere Erscheinungen und Eigenschaften erfahren durch Anwendung dieser Arbeitshypothese eine andere Deutung als bisher. Zweifellos sind viele der besprochenen Fragen noch genauer zu überprüfen. Aufgabe weiterer Versuche wird es daher sein, erst zum Teil gelöste und noch nicht experimentell behandelte Probleme zu klären.

### Literatur.

1. GARNER, W. und ALLARD, N. A.: Further studies in photoperiodism, the response of the plant to relative length of day and night. *Journ. of agricultural Research* 23, 871—920 (1923). — 2. HACKBARTH, J.: Versuche über Photoperiodismus bei südamerikanischen Kartoffelklonen. *Der Züchter* 7, 95—104 (1935). — 3. KOPETZ, L. M.: Die Bedeutung von Zeitstufensaaten für die Beurteilung der photoperiodischen Reaktion sommerannueller Pflanzen. Ein Beitrag zum Stimmungsproblem. *Pflanzenbau* 13, 387—399 und 417—438 (1937). — 4. KOPETZ, L. M.: Untersuchungen über den Einfluß des Lichtfaktors auf Wachstum und Entwicklung einiger sommerannueller Pflanzen. *Die Gartenbauwissenschaft* 10, 354—379 (1937). — 5. KOPETZ, L. M.: Die Bedeutung des Tageslängenfaktors für die Beurteilung der „Blühreife“ sommerannueller Pflanzen. *Der Züchter* 9, 181 bis 184 (1937). — 6. McCLELLAND, T. B.: Studies of the photoperiodism of some economic plants. *Journal of agricultural Research* 37, 603—628 (1928). — 7. MERKENSCHLAGER, F. und KLINKOWSKI, M.: Pflanzliche Konstitutionslehre. Berlin 1933, 4. — 8. RASUMOV, V.: Influence of alternate day length on tuber formation. *Bull. of Applied Botany, of Genetics and Plant-Breeding*. Lenin-grad. Vol. XVII (5), 46—48 (1931). — 9. SALAMAN, R. N.: The inheritance of cropping in the potato. V. Internationaler Kongreß für Vererbungswissenschaft, Bd. II. 1240—1253. Berlin 1927, 1928. — 10. SCHICK, R.: Der Einfluß der Tageslänge auf die Knollenbildung der Kartoffel. *Der Züchter* 3, 365—369 (1931). — 11. SCHICK, R.: Photoperiodismus (Sammelreferat). *Der Züchter* 4, 122 bis 135 (1932). — 12. SCHICK, R.: Untersuchungen über den Wert von *Solanum andigenum* für die Kartoffelzüchtung. *Der Züchter* 6, 273—280 (1934). — 13. STELZNER, G. und LEHMANN, H.: Kartoffel, *Solanum tuberosum* L. In: ROEMER-RUDORF: Handbuch der Pflanzenzüchtung 4, 110. Berlin 1944. — 14. STELZNER, G. und TORKA, M.: Tageslänge, Temperatur und andere Umweltfaktoren in ihrem Einfluß auf die Knollenbildung der Kartoffel. *Der Züchter* 12, 233—237 (1940). — 15. STEPHAN, J.: Zum Tauproblem. *Biologia generalis*. Bd. XVII, 204—239 (1943). — 16. TINKER, M. A. H.: On the effect of length of daily period of illumination upon the growth of plants. *Journ. Roy. Hort. Soc.* 54, 354—378 (1929). — 17. WHYTE, R. O.: Crops production and environment. *Faber and Faber*, 44—46. London 1946.

## Vergleich der Konstanz verschiedener „Blühzeit“-Maße im Langtag in Hinblick auf Sortencharakteristik und Erbversuch bei *Pisum sativum*.

Von H. HÄNSEL, Wien, Probstdorfer Saatzucht.

Mit 1 Textabbildung.

### I. Einleitung.

Die „Blühzeit“<sup>1</sup> von *Pisum* kann in mehrerer Hinsicht ein quantitatives Merkmal genannt werden. Einerseits bilden die verschiedenen Genotypen und Sorten eine mehr oder minder kontinuierliche Reihe von „früh“- bis „spät“-blühenden Formen (genetisch quantitativ), und andererseits ändert sich die „Blühzeit“ ein und desselben Genotypus je nach Standort oder Saatzeit (modifikatorisch quantitativ). Ebenso modifizieren die kleineren Standortunterschiede von Pflanze zu Pflanze innerhalb eines Bestandes sowie die unterschiedliche Embryonen- und Keimblattausbildung die „Blühzeit“ der Einzelpflanze am „selben“ Standort beträchtlich. Obwohl im allgemeinen am 3. bis 5. Tage nach dem Aufblühen der ersten Pflanze bei einem Bestand von 100—200 Pflanzen 50% einer „reinen Linie“ blühen, dauert es oftmals mehr als 10 Tage, bis alle Pflanzen die erste Blüte geöffnet haben (RASMUSSEN 1935). Oft findet man einzelne Pflanzen, die überhaupt nicht zum Blühen kommen, Verletzungen und Krankheiten können die „Blühzeit“ zusätzlich stark modifizieren.

Diese Tatsachen stellen uns bei der genetischen Analyse der „Blühzeit“ sowie bei einer diesbezüglichen Sortencharakteristik vor eine Reihe von Problemen. Vor allem ist die Art der Messung des Intervall zwischen Ankeimen bzw. Aufgang bis zur Anlage oder Entfaltung der ersten Blüte in gewissem Sinne willkürlich, da dieser Entwicklungsabschnitt sowohl in Form eines Zeitmaßes (Tage), eines Temperatur-Zeitmaßes (Temperatursummen) oder Temperatur-Zeit-Tageslängenmaßes (NUTTONSON 1948), in

Form eines entwicklungsphysiologischen Maßes (Zahl steriler Nodien) oder u. U. in Form eines kalorischen (globale Strahlung) oder das Ausmaß des Metabolismus erfassenden Maßes, gemessen werden kann. Welches dieser Maße man schließlich zur quantitativen Beschreibung der „Blühzeit“ verwendet, wird von seiner Konstanz bei den von der Fragestellung bestimmten Versuchsbedingungen abhängen.

Genetische Untersuchungen der „Blühzeit“ müssen entsprechend ihres Platzanspruches im Freiland und bei nur einmaliger Kreuzung in verschiedenen Jahren zum Vergleich der Eltern und Folgegenerationen durchgeführt werden. Bei der Sortencharakteristik verlangen wir entweder einen reproduzierbaren sortentypischen Wert (KOPETZ 1941, 1942; FUCHS 1943; FUCHS und MÜHLENDYCK 1951), welcher u. U. unter künstlichen Bedingungen gewonnen werden kann (HÄNSEL 1950), oder aber einen Hinweis für die Praxis bezüglich Anbauzeit, Zeit der Blüte, Pflückreife usw. Ein sortentypischer Wert soll bei verschiedenen Standorts- und Witterungsbedingungen die größtmögliche Konstanz aufweisen. Dies bedeutet, daß die Streuung des „Blühzeit“-Maßes (1) innerhalb genetisch einheitlichen Materials, welches unter denselben Umweltbedingungen steht, und (2) bei verschiedenen Umweltbedingungen (Standorten, Jahren, Saatzeiten usw.) möglichst gering sein soll. (3) soll die Maßzahl bei verschiedenen Genotypen möglichst dieselbe Streuung aufweisen. Aus diesen Anforderungen ist zu ersehen, daß nicht nur die Art des Maßes, sondern auch die Art ihrer statistischen Behandlung in Frage gestellt ist.

Eine Konstanz der „Blühzeit“-Maßzahl bei verschiedenen Umweltbedingungen ist schwer zu erreichen, da vor allem Tageslänge (KOPETZ 1938, 1941; RUDORF 1939) und Temperatur (KOPETZ 1938, 1941; HÄNSEL 1950, FUCHS und MÜHLENDYCK 1951) sowie auch Ernährung, Niederschlag und Lichtintensität

<sup>1</sup> Unter „Blühzeit“ wird im folgenden das Intervall zwischen Ankeimen bzw. Aufgehen und Blühen verstanden. Sie entspricht demnach dem Ausmaß des vegetativen Entwicklungsabschnittes. Ohne Anführungszeichen bedeutet Blühzeit ein Zeit-(Tages-) Maß dieses Intervall.