Mitteilungen

Mindestens zwei Jahre anhaltende Modifikationen bei Tulpen, verursacht durch Röntgenbestrahlung

Von

W. E. DE MOL VAN OUD LOOSDRECHT (Amsterdam)

(Mit 5 Abbildungen im Text)

1. Einleitung

Um erbliche Veränderungen während des Zellteilungsprozesses zu erzielen, wurden seit 1918 verschiedene Methoden angewendet. Dabei wurde mit hohen und niedrigen Temperaturen begonnen; darauf folgte Röntgenbestrahlung; dann Colchicin und Acenaphten; danach Kurzwellenbehandlung und schliesslich Hochdruck mit Gasen.

Im Jahre 1922 wurde mit der Röntgenbestrahlung von Hyazinthenzwiebeln begonnen (diploide und triploide Varietät, Coolidgeröhre, Abstand 50 cm, Parallelfunkenbahn 38 cm, 2 Milliampere, keine Filter). Die Zwiebeln wurden zwei Jahre lang weitergezüchtet. Damals zeigte sich zum ersten Male, dass die Pflanzen sehr geschwächt wurden und bedeutend langsamer wuchsen als in normalen Fällen. Bei einer triploiden Varietät *(Grand Maître)* erschienen kleine rosa Sektoren im Blauen. Hier trat die erste Mutationserscheinung an den Tag, welche durch Röntgenmutation hervorgerufen worden war. Bei *Hyacinthus orientalis* ist die Röntgenmutation eher hervorgerufen worden als bei *Drosophila melanogaster*.

Im Jahre 1928 wurde mit der Röntgenbestrahlung von Tulpen ein Anfang gemacht. Schon nach kurzer Zeit ergab sich, dass nicht allein im Laufe des Reduktionsteilungsprozesses Unregelmässigkeiten auftraten, sondern dass ausserdem somatische Mutationen entstanden, worunter auch solche, die für die Praxis von Bedeutung waren. Die Bestrahlungen wurden dann planmässig fortgesetzt. Siehe DE MOL, 1952.

2. Bestrahlungsexperimente 1938, 1939 und 1940; die Blüte nach einem, nach zwei und nach drei Jahren

Ich habe wohl bereits einmal beiläufig auf eine interessante Erscheinung hingewiesen, welche nach der Röntgenbestrahlung auftrat, besonders bei *Mendel Krelage's Triumph*. Dort war am auffallendsten, dass sich der Blumenstengel und die Blume überhaupt nicht, oder nicht vollständig, entwikkelten. Der Stengel blieb oft kurz und die Blume kam nicht zum Auswachsen, oder sie kam mit eingeschnittenen oder sägerandigen Blumendeckblättern zum Vorschein. Dieses Bild zeigte sich jedoch nicht nur im ersten Jahre; auch im zweiten Jahre wiederholte sich diese Erscheinung.

Nachstehende Angaben (Tabelle 1) zeigen, wie die Bestrahlungen in den Jahren 1938, 1939 und 1940 erfolgten.

Tabelle 1

Nr. des Experiments	Jahr	Anzahl Zwiebeln	Bestrahlungsdatum	Spannung	Röhrenstrom	Filter	Fokus-Abstand	Dosis r
1	1938	323	7.—9. IX.	56 kV	3 mA	kein	30 cm	540 r
2	1939	242	20.-21. IX.	56 kV	3 mA	kein	30 cm	540 r
3	1940	52	25. IX.	56 kV	3 mA	kein	30 cm	810 r
4	1940	50	7. XI.	200 kV	30 mA	kein	80 cm	400 r
5	1940	10	30. IX.	850 kV	1 mA	kein	125 cm	200 r

Exp. 1. Im Jahre 1939 und 1940 war die Anzahl der Blumen, welche zur Blüte kamen, sehr gering. 1941 war der Stand der Gewächse wieder normal; alle Pflanzen blühten.

Exp. 2. Wegen des Krieges wurden diese Pflanzen im Jahre 1940 nicht genügend kontrolliert. Im Jahre 1941 stellte sich heraus, dass die grössten Zwiebeln am schlechtesten blühten. Von diesen dicken Zwiebeln blühte nur der vierte Teil, 50 Pflanzen von 200. Die übrigen brachten nur ein grosses Stengelblatt oder zwei derselben zur Entwicklung. 1942 blühten wieder alle Pflanzen normal.

Exp. 3. 1941 brachten die über 50 Zwiebeln nur 9 Blumen hervor. 1942 ist der Stand der Gewächse noch schlecht. Es sind jetzt schon 12 Reihen Zwiebeln. (In eine Reihe werden 8 ausgewachsene Zwiebeln gepflanzt.) Von den kleinen Zwiebeln haben 100 keine Blume, nur 10 eine Blume. Von den 40 grossen Zwiebeln blüht keine einzige.

Exp. 4. Im Jahre 1941 stellt sich heraus, dass die Pflanzen stark beschädigt sind; von den 50 blühen nur 3. Der Blumenstengel ist kurz geblieben. 1942 sind die Pflanzen noch so sehr mitgenommen, dass von einer normalen Blüte keine Rede sein kann. Eine Gruppe von 5 unbeschädigten Pflanzen bringt nur eine Blume hervor. Der Rest der Pflanzen ist klein geblieben und verunstaltet.

Exp. 5. Keine einzige der 8 übriggebliebenen Pflanzen hat im Jahre 1941 eine Blume entwickelt. Der Stengel trägt nur ein oder zwei Laubblätter. 1942 sind es 3 Reihen Zwiebeln. Der Stand der Gewächse ist nicht besonders gut. 15 Pflanzen blühen nicht, 18 blühen wohl. Die grossen Zwiebeln bringen wiederum keine Blume hervor.

Aus den Beschreibungen geht deutlich hervor, dass die Pflanzen den Einfluss der Bestrahlung zwei Jahre lang stark empfunden haben. Auffallend ist dabei, dass die Pflanzen der Experimente 4 und 5 so sehr gelitten haben, obschon die Dosen nicht höher waren als 400 r und 200 r. Aller Wahrscheinlichkeit nach, muss dies der Härte zugeschrieben werden (200 kV, 850 kV). Dass bei einer geringeren Spannung (56 kV), doch nach Verabreichung einer grösseren Dosis (810 r), die Pflanzen ebensoviel oder sogar noch mehr zu leiden gehabt haben, zeigt uns Experiment 3.

Aus den Experimenten 3 und 4 lässt sich schliessen, dass die Blüte im zweiten Jahre nach der Bestrahlung noch schlechter sein kann als im ersten Jahre nach derselben. Es hat sich ergeben, dass während der Bestrahlung nicht nur die vollständige Knospe vorhanden ist, welche im darauffolgenden Frühjahr blühen wird, sondern auch die erste Anlage der jungen Zwiebel, die ein Jahr später blühen soll. Der Vegetationspunkt mit der ersten Abspaltung der Zwiebelröcke ist dann bereits sichtbar. Siehe Abschnitt 4.

Im Juli wurden die Zwiebeln der Experimente 3, 4 und 5 ausgegraben. Im darauffolgenden September wurden diese Zwiebeln wieder gepflanzt. Während der Blütezeit, im Frühjahr 1943, wurden diese Pflanzen aufs neue kontrolliert. Sie zeigten nun — also im dritten Jahre nach der Bestrahlung — keine Abnormitäten mehr.

3. Bestrahlungsexperimente 1941; gleiche Dosen, verschiedene Daten

Im Jahre 1941 wurde nun bei *Krelage's Triumph* noch einmal dieselbe Bestrahlung angewendet wie in den Jahren 1938 und 1939 (56 kV, 3 mA, kein Filter, 30 cm, 540 r), und zwar in der Weise, dass achtmal (von Juli bis September) jedesmal 50 Zwiebeln bestrahlt wurden. Von diesen je 50 Zwiebeln wurden 3 in einen Topf gepflanzt und die übrigen im freien Felde, mit Ausnahme der zerlegten Zwiebeln. Über diese im September 1941 zerlegten Zwiebeln kann folgendes gesagt werden. In der Zwiebel befindet sich die Endknospe, welche meistens im Juli und August eine Blume entwickelt. Es ist diese Blume, welche 1942 blühen wird. Ausser der Endknospe ist auch noch ein neuer Vegetationspunkt sichtbar. Dieser Vegetationspunkt wird sich wieder zu einer Zwiebel mit einer Endknospe entwickeln, welche im Jahre 1943 blühen wird. Er befindet sich unmittelbar neben der Endknospe, von der er also nicht durch einen Zwiebelrock getrennt ist. Diesen neuen Vegetationspunkt nennt man — zum Unterschied von anderen Knospen in der Zwiebel —: Hauptknospe.

Als nun im Jahre 1941 die Bestrahlung erfolgte (an acht verschiedenen Daten), wurden gleichzeitig einige Zwiebeln zerlegt, um festzustellen, ob sich die Blume bereits entwickelt hatte und wie es mit der Haupt-

knospe stehe. Das Resultat war folgendes (Tabelle 2).

Tabelle 2

Datum der Untersuchung	Endknospe	Hauptknospe
25. VII. 1941	Blume	2½ mm
1. VIII. 1941	Blume	7½ mm
8. VIII. 1941	Blume	3 mm
15. VIII. 1941	Blume	3½ mm
22. VIII. 1941	Blume	2 mm
29. VIII. 1941	Blume	2 mm
5. IX. 1941	Blume	2 mm
12. IX. 1941	Blume	2½ mm

Man sieht, dass in der Grösse der Hauptknospe nur wenig Unterschied besteht. Nur die zweite Knospe macht eine Ausnahme. Von Juli bis September wächst dieser Vegetationspunkt, aus welchem sich die neue Zwiebel entwickelt, also nicht stark.

In der Hauptsache handelte es sich also darum, zu konstatieren, ob dieser Vegetationspunkt der jungen Zwiebel, welche im Jahre 1943 blühen wird, bereits während der Bestrahlung vorhanden war. In der Tat wurden also damals die Endknospe (Blüte 1942) und auch die Anlage der Hauptknospe (Blüte 1943) angetroffen.

4. Nähere Angaben über das Aussehen und über die Entwicklung der Endknospe und der Hauptknospe

Selbst bei früher und bei später blühenden Varietäten von Tulpen, welche verschiedenen Abteilungen angehören, besteht in der Grösse dieses Vegetationspunktes kein grosser Unterschied. Bei den folgenden Sorten, welche entsprechend ihrer Blütezeit der Reihe nach erwähnt sind, wurde dies am 23. Oktober 1942 untersucht: *Duc van Tol Scarlet, Duc van Tol Yellow maxima, Einfache Frühe Brilliant Star, Mendel Weber, Gefüllte Frühe Murillo, Triumph Hindenburg, Darwin City of Haarlem, Darwin Roi d'Islande, Cottage Gesneriana spathulata, Cottage Ellen Wilmott* und *Cottage Columbus*. Nur der Vegetationspunkt von *Gesneriana spathulata* war deutlich grösser als derjenige aller übrigen Sorten. Ausser Endknospe und Hauptknospe (in der Achsel des innersten Zwiebelrockes) sind in den Achseln der übrigen Zwiebelröcke öfter auch noch Knospen zur Entwicklung gekommen, die ebenso bestrahlt sein werden (Juli bis September 1941). Diese Achselknospen oder Nebenvegetationspunkte wachsen zu kleineren oder grösseren Zwiebeln aus. Es können auch Seitenknospen anwesend sein — von innen ausgehend fanden wir dieselben in den Achseln —, die im Jahre 1942 (zugleich mit der Endknospe) oder 1943 (zugleich mit der Hauptknospe) oder 1944 (1943 e i n Blatt hervorbringend) blühen werden (Abb. 1).

Ebenso können Aussenknospen (in der Achsel des äussersten Zwiebelrockes, also der braunen Schale) zur Entwicklung gekommen sein, welche 1943 oder 1944 blühen.

Nach der Bestrahlung werden jedoch auch in der dann weiter entwickelten Hauptknospe und in anderen Knospen noch Knospen entstanden sein; diese werden 1943, 1944 und 1945 blühen.

Die während der Zerlegung (1941) angetroffenen Knospen liefern also im Jahre 1942 Hauptzwiebeln und Nebenzwiebeln.

5. Kontrolle der in Töpfe und im Freien gepflanzten Zwiebeln (Frühjahr 1942)

Die erste Kontrolle der in Töpfe gepflanzten Zwiebeln erfolgte am 17. April. Den schlechtesten Eindruck machten die Pflanzen der ersten Serie. Die Laubblätter waren stark gespalten; es waren keine Blumen wahrzunehmen. Die Pflanzen der achten Serie kamen in ihrer Entwicklung den unbehandelten Kontrollpflanzen am nächsten. Mit dem Steigen der Seriennummer (spätere Bestrahlung) wurden die Pflanzen besser. Gleichzeitig wurden auch die im Freien gepflanzten Zwiebeln kontrolliert. Die Pflanzen der ersten Serie machten einen schlechten Eindruck; einige davon hatten sich jedoch normal entwickelt. Die Pflanzen der zweiten, dritten und vierten Serie waren sehr schlecht zur Entwicklung gekommen. Diejenigen der fünften und der sechsten Serie sahen etwas besser aus. Bei der siebenten und der achten Serie war die Entwicklung ziemlich normal.

Nachstehend eine Wiedergabe des Bildes, welches die Pflanzen am 25. April 1942 ergaben. In den Kolonnen sind nebeneinander die Seriennummern der Pflanzen, das Bestrahlungsdatum, und dann die Wahrnehmungen in Amsterdam und Lisse angegeben (Tabelle 3).

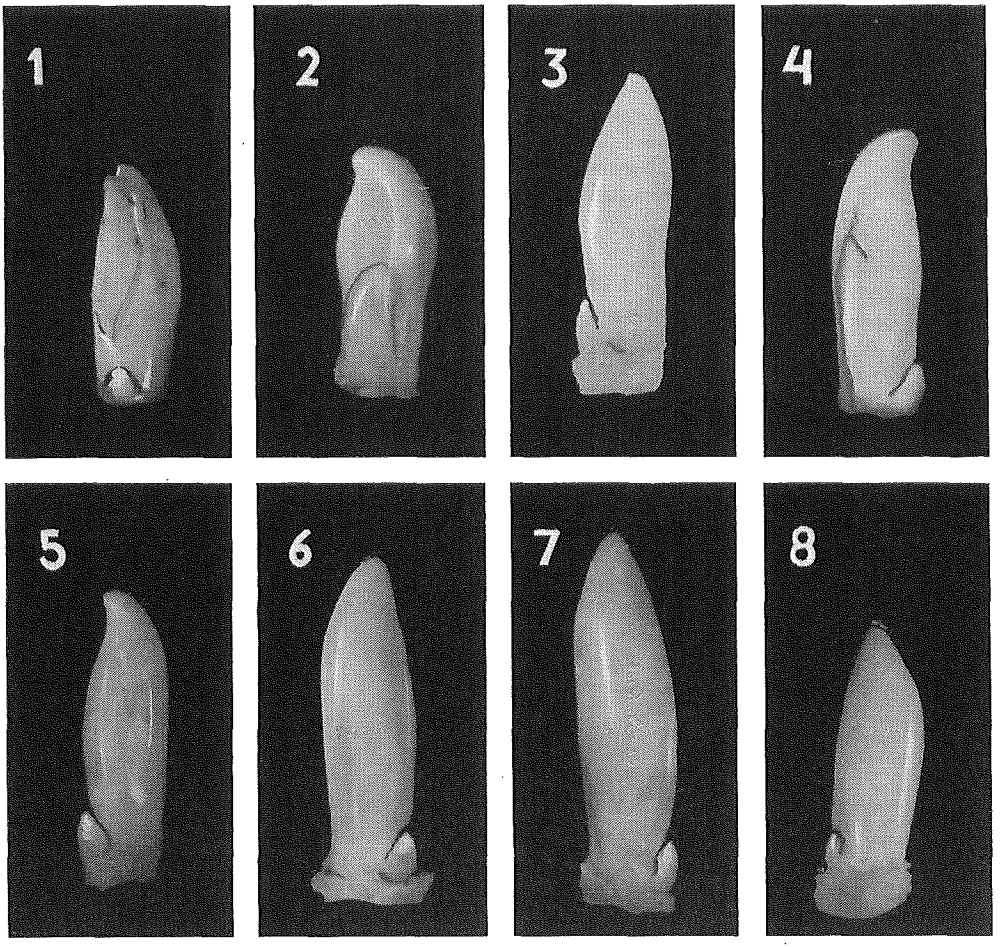


Abb. 1 Endknospe und Hauptknospe von 8 verschiedenen Varietäten am 23. Oktober 1942; 1: *Duc van Tol Scarlet*, 2: *Cottage Gesneriana spathulata*, 3: *Mendel Weber*, 4: *Gefüllte frühe Murillo*, 5: *Einfache frühe Brilliant Star*, 6: *Darwin City of Haarlem*, 7: *Triumph Hindenburg*, 8: *Darwin Roi d'Islande*.

Aus diesen Beschreibungen geht deutlich hervor, dass die Pflanzen, welche am frühesten bestrahlt worden sind, am meisten gelitten haben.

Eine Dosis von 540 r, bei einer Spannung von 56 kV, verursachte noch nicht, dass in diesem ersten Jahre nach der Bestrahlung eine grössere Anzahl der Pflanzen ohne Blume blieb. Bei den Versuchen 4 und 5 der vorigen Serie (400 r — 200 kV und 200 r — 850 kV) war dies anders.

6. Kontrolle der im Freien gepflanzten Zwiebeln (Frühjahr 1943)

Im Juli 1942 wurden ausser den in Amsterdam in Töpfe gepflanzten Zwiebeln auch die im Jahre 1941 bestrahlten und in Lisse gepflanzten Zwiebeln ausgegraben. Im September wurden sie wieder gepflanzt und während der Blüte (im Frühjahr 1943) kontrolliert.

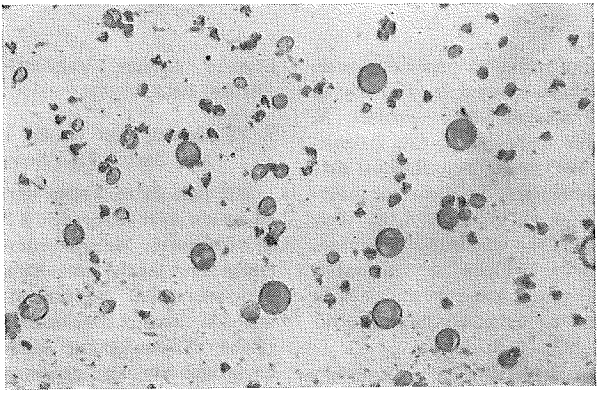
Über den Zustand dieser im Jahre 1941

Tabelle 3

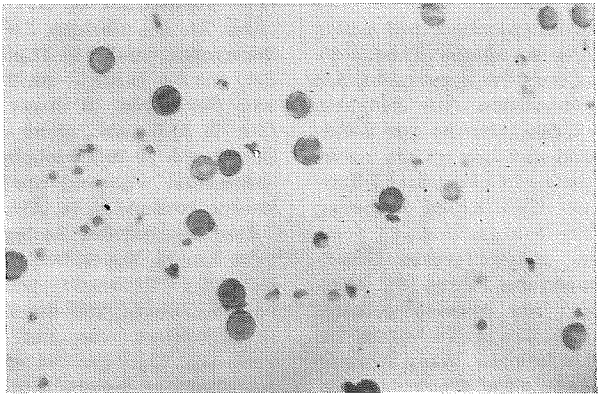
Serienummer	Bestrahlungsdatum 1941	Pflanzen in Töpfen (Amsterdam, 1942)	Pflanzen im Freien (Lisse, 1942)
1	25. VII.	Keine der 3 Pflanzen hat eine Blume entwickelt. Da der Stengel kurz geblieben ist, stehen die Laubblätter dicht aufeinander; sie sind stark gespalten	Sechs Pflanzen haben keine Blume entwickelt; dagegen sind 11 Pflanzen als normal zu bezeichnen: Eine Gruppe von 5 Zwiebeln ist nicht aufgekommen. Die übrigen Pflanzen zeigen ein Bild, welches zwischen «schlecht» und «normal» steht
2	1. VIII.	Alle 3 Pflanzen brachten aus der Hauptzwiebel eine Blume zur Entwicklung. Der Stengel ist so kurz, dass die Knospe sich dicht über dem Boden befindet. An jeder Hauptzwiebel kommt ein Nebenzwiebelchen vor, mit einer Blume auf einem langem Stengel	Zwei Zwiebeln sind nicht aufgekommen. Von den übrigen ist der Blumenstengel anomal kurz geblieben. Es kommt nicht vor, dass die Blume ganz ausgeblieben ist, aber wohl, dass sich dieselbe nicht weiter als zu einer Knospe entwickelt hat. Die Blumendeckblätter sind eingeschnitten oder gezackt
3	8. VIII.	Die 3 Pflanzen blühen, eine mit kurzem, zwei mit langem Stengel; nur eine geringe Anzahl der Pollenkörner ist zur normalen Entwicklung gekommen (Abb. 2)	Von 3 Zwiebeln ist keine Pflanze aufgekommen. Von 2 Zwiebeln ist die Blume normal. Ferner kommen, wie bei Nr. 2, Pflanzen vor, deren Blume zur Blüte kommt oder deren Knospe grün über dem Boden stecken bleibt
4	15. VIII.	Die 3 Pflanzen blühen, eine mit kurzem, eine mit mittelmässig langem und eine mit langem Stengel	Bei 4 Pflanzen ist die Blume weggeblieben. Die Zwiebel ist aber in diesen Fällen nicht abgestorben. Eine normale, gute Blume kommt vor. Die übrigen Blumen zeigen das bekannte Bild
5	22. VIII.	Alle 3 Exemplare sind zur Blüte gekommen. Die Stengel sind ziemlich kurz, der Rand der Blumendeckblätter ist sägeförmig	Alle Pflanzen sind aufgekommen. Bei einer Pflanze ist die Blume ausgeblieben. Die Pflanzen mit einer Blume sind besser zur Entwicklung gekommen als in den vorigen Fällen
6	29. VIII.	Alle 3 Exemplare haben eine Blume. Der Stengel derselben ist ziemlich kurz	Alle Pflanzen sind aufgekommen und keine Blume ist weggeblieben. Die Pflanzen haben sich noch besser entwickelt als die vorigen
7	5. IX.	Wie 6	Dgl.; noch besser als 6
8	12. IX.	Alle 3 Exemplare blühen; eine Pflanze mit einem langen, zwei Pflanzen mit einem mittelmässig langen Stengel	Genau wie 7

Tabelle 4

Serienummer	Bestrahlungsdatum (1941)	Anzahl der Reihen	Anzahl der nicht blühenden Pflanzen	Gewicht der		
				Zwiebeln von 10 cm und darüber g	Zwiebeln unter 10 cm g	Zwiebeln total g
1	25. VII.	8	0	3000	1300	4300
2	1. VIII.	8	3	2600	1400	4000
3	8. VIII.	7	4	2200	1400	3600
4	15. VIII.	7	3	1900	1000	2900
5	22. VIII.	10	23	2600	1600	4200
6	29. VIII.	10	30	2700	1500	4200
7	5. IX.	10	32	2000	1400	3400
8	12. IX.	8	22	2200	1500	3700



a



b

Abb. 2 Mikrofotos von dem Pollen der ersten (a) und der zweiten Blume (b), beide mit langem Stengel, aus in Töpfe gepflanzten Zwiebeln; bestrahlt am 8. August 1941.

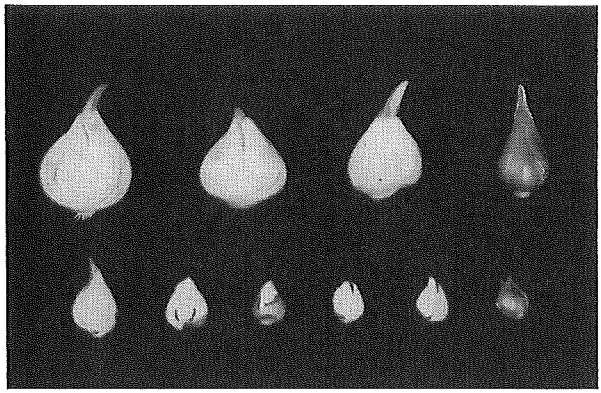


Abb. 3 10 von den 19 Zwiebeln, die am 12. November 1943 zerlegt worden sind; geordnet von der grössten bis zur kleinsten Zwiebel.

bestrahlten Pflanzen berichtet untenstehende Tabelle. Die Zwiebeln waren in Reihen in die Pflanzenbeete ausgepflanzt worden. In der 3. Kolonne der Tabelle ist die Anzahl der im Frühjahr 1943 gezählten Reihen angegeben. Es ist praktisch beinahe unmöglich die Zwiebeln genau zu zählen, da sich zuviel kleine Exemplare darunter befinden. Diejenigen Zwiebeln, welche in normalen Fällen wohl eine Blume hervorgebracht hätten, dies aber jetzt unterlassen haben, sind gezählt worden; siehe 4. Kolonne.

Nach dem Ausgraben sind die Zwiebeln getrocknet worden. Danach wurde das Gewicht in Gramm festgestellt; zuerst von den Zwiebeln mit einem Umfang von 10 cm oder mehr und dann von denjenigen mit einem Umfang von weniger als 10 cm (Tabelle 4).

Wie aus dieser Übersicht hervorgeht, hat Nr. 1 am wenigsten gelitten. Alle Zwiebeln haben geblüht und das Gewicht der Zwiebeln von 10 cm und darüber ist am höchsten. Hinsichtlich der nicht blühenden Pflanzen ist der grosse Unterschied zwischen Nr. 1—4 und Nr. 5—8 auffallend.

Diese Ergebnisse zeigen grosse Unterschiede mit denjenigen des Jahres 1942. Damals hatte Nr. 1 am meisten gelitten, jetzt am wenigsten. Damals waren bei Nr. 5—8 keine oder beinahe keine Blumen ausgeblieben, jetzt viele.

Hieraus geht deutlich der korrelative Zusammenhang zwischen dem Wachsen der Endknospe (Blüte 1942) und der Hauptknospe (neuer Vegetationspunkt) hervor (Blüte 1943).

7. Zerlegung von 19 der in Töpfe gepflanzten Zwiebeln (November 1942)

Mit den 24 in Töpfe gepflanzten Zwiebeln (3 Stück von jeder der 8 Serien, siehe oben) wurde nach der Kontrolle, während der Blüte und nach dem Ausgraben (1942) folgendermassen verfahren. Im September wurden die aus diesen Zwiebeln durch vegetative Vermehrung entstandenen jungen Zwiebeln von der grössten bis zur kleinsten geordnet. Eine Serie von 19 Zwiebeln (Nr. 1, 3, 5 usw.) wurde nicht gepflanzt. Diese Zwiebeln wurden am 12. November 1942 zerlegt (Abb. 3). Die übrigen Zwiebeln wurden im September wieder in Töpfe gepflanzt. Einige Zeit vor der Blüte — im März 1943 — wurde eine Serie von 19 dieser Zwiebeln zerlegt (Nr. 2, 4, 6 usw., siehe oben). Die beiden Serien von je 19 Zwiebeln waren bereits im Jahre 1941 während der Blüte als Hauptknospe vorhanden (s. Abb. 4a und b).

Das Resultat der Zerlegung der 19 Zwiebeln, am 12. November 1942, wird in nachstehender Übersicht wiedergegeben (Tabelle 5). Darin sind die Zwiebeln von 1 bis 19 numeriert, von der grössten bis zur kleinsten. Daneben ist unter I angegeben: das Mass der Zwiebeln in Millimeter, Länge × Breite. In den dann folgenden Kolonnen werden die Organe angeführt, die angetroffen worden sind, sowie einige Masse

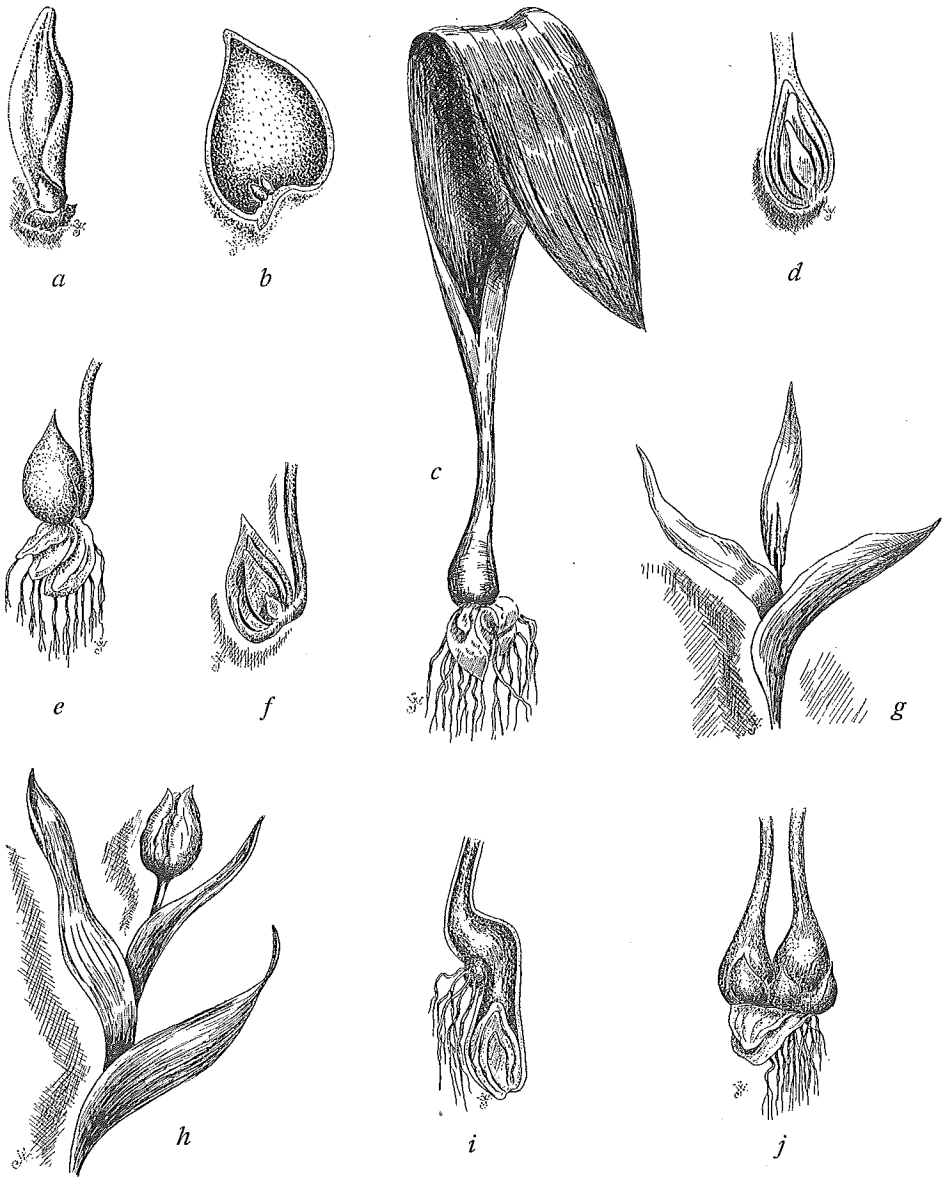


Abb. 4 Zerlegung der Zwiebeln, November 1942 (a, b); März 1943 (c—j).

a Endknospe; an der Basis die Anlage der Hauptknospe.
b Zwiebelrock; an der Basis zwei nebeneinander vorkommende kleine Knospen.
c Ein Blatt, dessen Basis der äusserste (braune) Rock der Zwiebel bildet.
d Die drei fleischigen Röcke der unter c erwähnten Zwiebel.
e Unteres Ende eines Blumenstengels; die Hauptzwiebel nun an der Basis desselben.
f Die drei fleischigen Röcke der unter e erwähnten Hauptzwiebel.
g Pflanze mit drei Stengelblättern; die Blume ist nicht zur Entwicklung gekommen.
h Pflanze mit drei Stengelblättern; Blume beschädigt.
i Sinker; innerhalb des zu einem Beutel ausgewachsenen Blattes befindet sich eine Zwiebel mit drei fleischigen Röcken.
j Starke vegetative Vermehrung; zwei Zwiebeln, jede ein Blatt bildend; in der Achsel eines alten Zwiebelrockes drei junge Zwiebelchen.

Tabelle 5

Nr. der Zwiebeln	I Masse der Zwiebeln in mm	II Trockener Rock	III Masse der Aussenknospe in mm	II Rock	IV Seitenknospe	II Rock	IV Seitenknospe	II Rock	V Masse der Endknospe in mm	VI Entwicklungszustand	VII Hauptknospe in mm
1	40×26	tr. Rock	—	Rock	sehr klein	Rock	sehr klein	Rock	40×5	Blume, normal	3×3
2	40×25	tr. Rock	8×6 3×1½	Rock	sehr klein	Rock	sehr klein	Rock	40×5	Blume, normal	4×4
3	35×27	tr. Rock	5½×4	Rock	sehr klein	Rock	Anlage	Rock	35×5	Blume, normal	3×3
4	35×25	tr. Rock	2×1½	Rock	2 Knöspchen	Rock	Anlage	Rock	35×4	Blume	3×2
5	30×22	tr. Rock	—	Rock	2×1½	Rock	—	—	30×4	ein Blatt	Anlage
6	30×22	tr. Rock	2×1	Rock	—	Rock	Anlage	Rock	30×5	Blume, normal	1×2
7	30×20	tr. Rock	3×2	Rock	—	—	—	—	—	—	—
8	30×23	tr. Rock	1½×1	Rock	sehr klein	Rock	—	Rock	29×5	Blume, normal	2×2½
9	30×20	tr. Rock	zwei, sehr klein	Rock	—	—	—	—	—	—	—
10	30×20	tr. Rock	sehr klein	Rock	sehr klein	Rock	—	Rock	25×4	ein Blatt	—
11	28×22	tr. Rock	sehr klein	Rock	sehr klein	Rock	—	—	sehr schmal	2 Blättchen	sehr klein
12	28×20	tr. Rock	—	Rock	sehr klein	—	—	—	28×3	Blume, normal	—
13	27×15	tr. Rock	sehr klein	Rock	sehr klein	Rock	—	Rock	20×3½	ein Blatt	Anlage
14	25×22	tr. Rock	sehr klein	Rock	sehr klein	Rock	—	—	26×5	Blume, normal	2×3
15	25×21	tr. Rock	—	Rock	2 Knöspchen, sehr klein	—	—	—	—	—	—
16	25×19	tr. Rock	sehr klein	Rock	—	—	—	—	25×5	ein Blatt	—
17	20×20	tr. Rock	sehr klein	Rock	—	Rock	—	—	19×3½	Blume, normal	Anlage
18	20×18	tr. Rock	sehr klein	Rock	sehr klein	—	—	—	—	—	—
19	17×14	tr. Rock	—	Rock	—	—	—	—	15×2½	ein Blatt	—

derselben. Die Zwiebelröcke sind stets unter II erwähnt, die Aussenknospen (wenn möglich, auch ihre Dimensionen) unter III, die Seitenknospen (wenn möglich, auch ihre Dimensionen) unter IV, diejenigen der Endknospen unter V, der Entwicklungszustand dieser Endknospen unter VI und der Zustand der Hauptknospen unter VII.

Aus dieser Übersicht geht folgendes hervor. Unter den 19 Zwiebeln befinden sich 8 Exemplare, welche eine normale Anlage der Blume zeigen (Endknospe mit Hauptknospe), nämlich Nr. 1, 2, 3, 4, 6, 8, 14 und 17. 1943 und 1944 war hier demnach eine Blume zu erwarten; es muss jedoch dahingestellt bleiben, ob dieselbe normal oder abnorm geformt gewesen wäre. In einem Falle würde 1943 eine Blume entstanden sein, 1944 jedoch vielleicht nicht, da die Hauptknospe fehlt (12). In einem anderen Falle sehen wir zwei Blättchen und eine sehr kleine Hauptknospe (11). In 5 Fällen nur ein Blatt und keine Blume für 1943; die Hauptknospe manifestiert sich nur noch als eine Anlage (5, 13) oder ist nicht zu entdecken (10, 16, 19). In 4 Fällen keine Endknospe und keine Hauptknospe (7, 9, 15, 18). Während in normalen Fällen im Jahre 1943 19 Blumen geblüht hätten und im Jahre 1944 ebenfalls 19, würden in diesem Falle (Röntgenbestrahlung und Topfkultur) 1943 vielleicht nur 9 und 1944 nur 8 Blumen geblüht haben. Durch die Bestrahlung waren die Pflanzen in ihrem Wachstum bereits stark gehemmt. Dadurch, dass sie in Töpfen gezüchtet worden sind, waren sie noch schwächer geworden; daher auch noch eine schlechte Blüte im Jahre 1944, dem dritten Jahre nach der Bestrahlung.

Aus alledem ergibt sich wohl, dass wir die zweijährige Modifikation, welche bei den bestrahlten Pflanzen auf dem Felde so stark ins Auge fällt, nicht als etwas sehr Spezifisches betrachten dürfen, das ausschliesslich durch die Röntgenbestrahlung verursacht werden kann. Die Bestrahlung ist die Ursache einer allgemeinen Schwächung des Pflanzenkörpers. Der Wachstumsprozess kann in jeder Hinsicht gehemmt werden. Jede Varietät reagiert jedoch auf eine bestimmte Dosis Röntgenstrahlen nach ihrer eigenen Veranlagung. Siehe Abschnitt 9.

Ausser im Stadium der Vegetationspunkte (Hauptknospe) geben Nr. 7, 9, 15, 16, 18 und 19 gleichzeitig ein abweichendes Bild in Bezug auf den Bau der Zwiebel. An Stelle der normalen Zwiebel finden wir nur einen ersten fleischigen Rock, den einzigen, der sich entwickelt hat. Dieser ist aussergewöhnlich dick. In demselben sehen wir einen leeren Raum, bzw. einen Raum, in dem sich ein oder mehrere Vegetationspunkte befinden, welche noch in einem sehr frühen Stadium sind. Nur Nr. 16 und 19, bei welchen die gebildete Knospe bereits ein Blatt entwickelt hat, machen eine Ausnahme. Dieser Zwiebeltyp zeigt oft eine Vegetationszone statt eines Vegetationspunktes wie bei Nr. 15 (2 Knöspchen von gleicher Grösse) und bei Nr. 9 (2 Knöspchen von etwas verschiedener Grösse). Wenn die «Zwiebel» in ihrer Entwicklung nicht weiter als bis zu diesem Stadium gekommen ist, dann ist meistens — wie wir erfahren haben — von der Anlage einer Hauptknospe am Fuss der Endknospe nichts zu bemerken.

8. Zerlegung von 19 der in Töpfe gepflanzten Zwiebeln (März 1943)

Nachstehende Aufstellung gibt das Resultat der im März 1943 erfolgten Zerlegung der 19 gepflanzten Zwiebeln wieder, als sich die Blume noch in der Knospe befand. Wenn eine Zwiebel in dieser Jahreszeit zerlegt wird, dann ist die Endknospe vom Herbst (1942, siehe die vorige Übersicht) zu einer Pflanze mit Stengel, Blättern und Blume ausgewachsen, siehe unter I. Wir finden dann in der Zwiebel eine Anzahl Röcke (II) und den Stengel der blühenden Pflanze (III), während sich die Hauptknospe vom Herbst zu einer Zwiebel entwickelt hat (die Hauptzwiebel). Dieselbe wird unter V noch als Hauptknospe erwähnt. Darin sind eine Anzahl Röcke bereits abgespalten (V). Eine Endknospe ist dann in der neuen Hauptzwiebel noch nicht sichtbar. Diese entsteht erst im Juli (Tabelle 6). Siehe Abb. 4, c—j.

Aus der Übersicht geht hervor, dass sich aus der Zwiebel in 12 Fällen ein sogenanntes Einblatt statt einer Blume entwickelt hat (Nr. 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 16, 17, 18 und 19). Durch die Anmerkung: (Blatt) wird angegeben, an welchem Zwiebelrock sich ein Blatt entwickelt hat.

Aus den 7 übrigen Zwiebeln (Nr. 4, 6, 8, 10, 12, 14 und 15) ist eine normal oder abnorm geformte Blume entsprossen. Ferner sind diese Zwiebeln normal geformt, d. h.

Tabelle 6

Nr. der Zwiebeln	I	II	II	II	II	II	II	II	III	IV	V	V	V	V	V
1	ein Blatt	tr. Rock	Rock	Rock	Rock (Blatt)	Rock	Rock	Rock	—	—	—	—	—	—	—
2	ein Blatt	—	Rock (Blatt)	Rock	Rock	Rock	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	ein Blatt	tr. Rock	Rock	Rock (Blatt)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Blume, 3 Blätter	tr. Rock	Rock	Rock	—	—	—	—	Stengel	Hauptknospe	Rock	Rock	Rock	Rock	Rock
5	ein Blatt	tr. Rock	Rock	Rock (Blatt)	Rock	Rock	Rock	—	—	—	—	—	—	—	—
6	Blume, 3 Blätter	tr. Rock	Rock	Rock	Rock	—	—	—	Stengel	Hauptknospe	Rock	Rock	Rock	Rock	—
7	ein Blatt	tr. Rock	Rock	Rock (Blatt)	Rock	Rock	Rock	Rock	—	—	—	—	—	—	—
8	Blume, 4 Blätter	tr. Rock	tr. Rock	tr. Rock	—	—	—	—	Stengel	Hauptknospe	Rock	Rock	Rock	—	—
9	ein Blatt	tr. Rock	Rock	Rock (Blatt)	Rock	Rock	Rock	Rock	—	—	—	—	—	—	—
10	Blume, 3 Blätter	—	Rock	—	—	—	—	—	Stengel	Hauptknospe	Rock	Rock	Rock	Rock	—
11	ein Blatt	—	tr. Rock	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	Blume, 4 Blätter	tr. Rock	Rock	Rock	Rock	Rock	Rock	Rock	Stengel	Hauptknospe	Rock	Rock	Rock	Rock	Rock
13	ein Blatt	tr. Rock	Rock	Rock	Rock	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	Blume, 4 Blätter	tr. Rock	Rock	Rock	—	—	—	—	Stengel	Hauptknospe	Rock	Rock	Rock	Rock	Rock
15	Blume, 3 Blätter	tr. Rock	Rock	tr. Rock	tr. Rock	—	—	—	Stengel	Hauptknospe	Rock	Rock	Rock	Rock	Rock
16	ein Blatt	tr. Rock	Rock	Rock (Blatt)	Rock	Rock	Rock	—	—	—	—	—	—	—	—
17	ein Blatt	tr. Rock	Rock	Rock (Blatt)	Rock	Rock	Rock	—	—	—	—	—	—	—	—
18	ein Blatt	tr. Rock	Rock	tr. Rock	Rock (Blatt)	Rock	Rock	Rock	—	—	—	—	—	—	—
19	Hauptknospe mit einem Blatt und Seitenknospe mit einem Blatt	tr. Rock	Rock	Rock (Blatt)	Rock (Blatt)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

neben dem Stengel befindet sich die zu einer neuen Zwiebel ausgewachsene Hauptknospe des Jahres 1942, welche also im Jahre 1944 blühen kann.

Neben der Endknospe, welche die ausgewachsene Pflanze lieferte, wurden in einzelnen Fällen eine oder mehrere Seitenknospen wahrgenommen. Nur bei Nr. 19 hat eine derartige Seitenknospe, ebenso wie die Hauptknospe, ein Blatt zur Entwicklung gebracht. Siehe Abb. 5.

Die Zwiebeln von Nr. 3 und 11 zeigten einen Sinker, d. h., dass ein Teil der Zwiebelscheibe mit einem Blatt zu einem Beutel ausgewachsen ist, welcher die Achselknospe in sich schliesst.

Durch die Zerlegung der 38 Zwiebeln (November 1942, März 1943) ist demnach zutage getreten, dass 22 Zwiebeln ohne Blume waren (1943).

Im Jahre 1944 würden von den im März zerlegten Zwiebeln nur die 7 Pflanzen geblüht haben, die eine Hauptknospe zeigten (bei Nr. 4, 6, 8, 10, 12, 14 und 15, welche im Jahre 1943 eine Blume hervorbrachten). Wir stossen hier also wieder auf dieselbe Erscheinung, wie bei den im November zerlegten Zwiebeln: eine durch die Bestrahlung hervorgerufene Hemmung des Wachstums, welche durch das Züchten in Töpfen noch erhöht wurde.

9. Auch durch andere Mittel als durch die Röntgenbestrahlung verursachte zweijährige Modifikationen

Wenn wir nunmehr alle Experimente der Jahre 1938 bis 1941 noch einmal nachprüfen, dann ergibt sich wohl deutlich, dass Wachstumsstörungen und Beschädigungen nicht nur im ersten, sondern auch im zweiten Jahre nach der Bestrahlung auftreten können. Je nach der Spannung (kV) und der Stärke der Bestrahlung (r) können die Modifikationen grösser oder kleiner sein. Vielleicht macht die Bestrahlung ihren Einfluss auch noch später geltend.

Jedoch auch bei anderen Mitteln, welche die Pflanze schwächen können, macht sich der schlechte Einfluss derselben noch zwei Jahre lang — oder auch noch länger — geltend.

1. So wurden bei Tulpenzwiebeln Düngemittel verwendet, die verschiedene Gifte enthalten (Herbst 1941, Herbst 1942). Im Jahre 1942 wurden die Zwiebeln ausgegraben und wieder gepflanzt, jedoch nicht aufs neue gedüngt. Trotzdem bemerkten wir im Jahre 1943 in der Entwicklung die gleichen Unterschiede wie 1942, welche im Erntegewicht ebenfalls zum Ausdruck kamen.

2. Auch die Treibtulpen, welche dadurch, dass sie früh zum Blühen gebracht werden, natürlich viel gelitten haben, zeigen bei weiterer Fortzüchtung die gleichen Erscheinungen.

3. Diese Röntgenbestrahlungsexperimente erinnern uns gleichzeitig an das sogenannte «blindstoken» (blind Heizen) der Zwiebeln. Hierbei werden die Zwiebeln — z. B. im Juli 1953 — im Aufbewahrungsraum einer so hohen Temperatur ausgesetzt, dass sich die Endknospe (Zentralsprosse) nicht vollständig entwickeln kann. Die Blume, welche im Jahre 1954 blühen soll, stirbt ab. Die Nahrung dafür wird dann durch die Laubblätter assimiliert und kommt der Zwiebel zugute, die im Jahre 1954 geerntet wird und 1955 zur Blüte kommen soll. Selbstverständlich beeinflussen diese besonderen äusseren Konditionen den Stoffwechselprozess derartig, dass auch die neu angelegte Hauptknospe (Blüte 1956) die Folgen davon empfindet.

4. Ausserdem kann hierbei an die Untersuchung von «verwilderten Formen», «Degenerationen», «Tulpendieben», oder wie man die betreffenden Modifikationen auch nennen will, erinnert werden. Siehe DE MOL 1930, 1949 und 1951.

5. In den letzten Jahren wird besonders auch noch ein anderes Mittel angewandt, um das Wachstum der — z. B. im Jahre 1953 — zu erntenden Zwiebeln zu fördern. Wenn man den Zwiebeln auf dem Felde Wasser verabreicht (sie «beregnet», wie man in der Praxis sagt), bringt man das Absterben der Stengel und der Laubblätter zum Stehen. Der Assimilationsprozess dauert dadurch länger und es werden grössere Zwiebeln geerntet. Die Ergebnisse sind dann wahrscheinlich nicht nur im Jahre 1954 zu konstatieren, sondern auch noch 1955.

6. Schliesslich möchte ich auch noch auf ein Mittel hinweisen, das gegenwärtig zur Verbesserung von Tulpenvarietäten angewandt wird, aber meiner Ansicht nach oft verkehrt, was uns die beschriebenen Röntgenexperimente ebenfalls wieder lehren können.

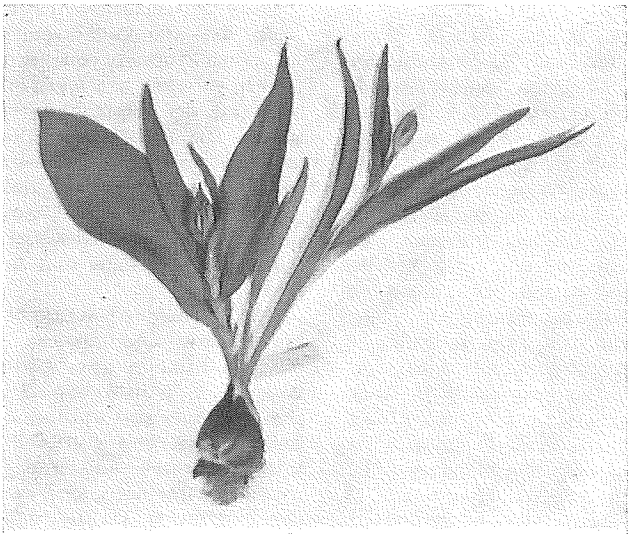
a

a 9 Pflanzen, geordnet von der kürzesten bis zur längsten.

b

b 6 Pflanzen, woran deutlich zu sehen ist, dass die Blumendeckblätter beschädigt und die Blumenstengel nicht ausgewachsen sind; ferner die Blatt- und Blumenform der Seitenknospen.

Abb. 5 Eine Anzahl blühender Pflanzen (März 1943), die sich aus den 19 in Töpfe gepflanzten Zwiebeln entwickelt haben.



c

c Eine Pflanze, bei welcher neben der Zentralsprosse zwei Seitenknospen stark ausgewachsen sind.

Man hat die Pflanzen einer wertvollen Tulpenvarietät auf dem Felde mit der grössten Genauigkeit miteinander verglichen. Hierbei hat man derartige Unterschiede in der Form, in der Grösse, im Wuchs usw. angetroffen, dass man es für nötig hielt, tausende dieser Pflanzen Jahre hintereinander abgesondert zu züchten. Auf diese Weise züchtete man also ebensoviel aparte Klonen weiter, als man anfangs Pflanzen ausgesucht hatte. Man ging hierbei von der Voraussetzung aus, dass man es mit verschiedenen Genotypen zu tun habe. Jedes Jahr wurde dann das Gewicht der durch diese tausende von Klonen erhaltenen Zwiebeln aufs neue festgestellt, wobei sich grosse Unterschiede ergaben. Dadurch gelangte man zu der Schlussfolgerung, dass man bei der Auswahl der ersten Zwiebeln von genetisch verschiedenen Pflanzen ausgegangen sein müsse und dass man daher im Vergleich mit der ursprünglichen Varietät eine grosse Verbesserung erwarten könne, wenn man aus diesen tausenden Klonen diejenigen heraussuche, welche das grösste Gewicht geliefert haben.

Nach demjenigen, was uns die Röntgenexperimente gezeigt haben, scheint mir diese Schlussfolgerung sehr voreilig zu sein. Kleine Unterschiede in den äusseren Konditionen der Zwiebeln, von denen man im Anfang ausgegangen ist, können hier ihren Einfluss auf die Endknospe und dann auch auf die Hauptknospe in derselben Weise geltend gemacht haben, wie dies bei den bestrahlten Zwiebeln der Fall war, bei letzteren natürlich in stärkerem Masse. Die Folgen davon waren Unterschiede im Wuchs und im Ergebnis (Gewicht, Anzahl usw.), was auch im Laufe der Jahre nicht mehr ausgeglichen werden konnte, auch nicht dadurch, dass man die Zwiebeln, soviel es nur eben möglich war, unter den gleichen Konditionen weiterzüchtete. Dieser Unterschied, welcher nach Jahren noch zu konstatieren ist und der natürlich auch oft noch zunimmt, erweckt dann den Eindruck eines konstant anwesenden Faktors, welcher die bleibende Verbesserung verursacht. Es scheint so, als ob man von Anfang an von kleinen somatischen Mutationen ausgegangen ist. Man kann aber so gut wie sicher davon überzeugt sein, dass es sich in den meisten Fällen um Modifikationen handelt. Dies wird sich selbstverständlich herausstellen, wenn man von jeder der jahrelang weitergezüchteten Klonen wieder Zwiebeln derselben Grösse und desselben Gewichts aussucht und davon von neuem Klonen züchtet. Wenn sich die Unterschiede in der Form, in der Grösse, im Wuchs, im Ergebnis usw. dann

nicht mehr weiter zeigen, dann ist es wohl deutlich, dass es sich nicht um Mutationen, sondern um Modifikationen gehandelt hat, genau wie bei den Röntgenbestrahlungsexperimenten. Der Ausdruck «Klonen-Selektion» wurde hier absichtlich weggelassen, denn von einer richtigen Selektion ist hier ja keine Rede, da diese ein apartes Weiterzüchten von verschiedenen Genotypen erfordert. Beiläufig wollen wir hier wohl darauf aufmerksam machen, dass bei der vegetativen Fortpflanzung der Tulpen die Entstehung von Knospenmutationen — auch von kleinen, kaum ins Auge fallenden — keineswegs ausgeschlossen ist. Auch hinsichtlich dieser Erscheinung haben die Röntgenbestrahlungsexperimente zu einer richtigeren Auffassung geführt. Es kommt nun darauf an, dass man die Mutationen von den Modifikationen zu unterscheiden weiss.

Die beschriebenen Röntgenexperimente können unserer Überzeugung nach in den vorstehend als Beispiele angeführten sechs Fällen (1. Düngemittel mit Giften, 2. Weiterzüchten von Treibtulpen, 3. blind Heizen von Zwiebeln, 4. Tulpendiebe usw., 5. Verabreichung von Wasser, 6. Apartes Weiterzüchten von Klonen) zur Lehre dienen. Im 3. und 5. Falle sind die aussergewöhnlichen Konditionen absichtlich verursacht worden.

Durch die Bestrahlungsexperimente ist es deutlicher geworden, dass nicht allein die Endknospe auf aussergewöhnliche äussere Umstände sichtbar reagiert, sondern dass auch die Hauptknospe in diese Reaktion einbezogen wird, oder wenigstens einbezogen werden kann, mit dem Ergebnis: Modifikation während zwei oder mehr Jahren.

10. Der durch die Bestrahlung gestörte Wuchs der Endknospe und der Hauptknospe

Alles weist darauf hin, dass die Pflanzen durch die Bestrahlung stark in ihrem Wuchs gehemmt worden sind. Von einem erfolgreichen Metabolismus kann in vielen Fällen keine Rede sein. Eine grosse Anzahl Pflanzen zeigt uns das Bild eines anomalen Katabolismus: wir konstatieren, dass die für das Wachstum erforderliche Energie total fehlt. Man kann bestimmt annehmen, dass dieser Mangel andauernd von einem unter der Norm liegenden Anabolismus begleitet worden ist, also von einer ungenügenden Produktion von Körpersubstanzen für die sich entwickelnden Organe.

Diese Unvollkommenheiten haben verursacht, dass die Endknospe (Zentralsprosse) oft keine Pflanzen von normaler Form und Grösse geliefert hat, wenn auch alle Organe während der Bestrahlung bereits gebildet waren. Die Zellstreckung konnte hier nicht in der Weise vollbracht werden, wie es sein sollte, während die Zellteilungen, welche noch zu erfolgen hatten, ganz oder teilweise unterblieben, was alles auf einen mangelhaften Katabolismus und Anabolismus hinweist.

Der Wuchs der Hauptknospe (Hauptzwiebel) wurde aber ebenso stark gehemmt oder vollständig zum Stillstand gebracht. Auch hier wurde das Gleichgewicht des Stoffwechsels gestört und die Prozesse der Zellvergrösserung und Zellvermehrung erlitten mehrmals eine ebenso starke Hemmung — oder noch eine stärkere — als bei der Endknospe. Da die meisten Organe bei der Bestrahlung noch nicht gebildet waren, oder ihre Anlage selbst noch nicht vorhanden war, müssen dieselben also indirekt beeinflusst worden sein, im Gegensatz zu den Organen der Endknospe, die den Einfluss der Bestrahlung direkt erfahren haben.

11. Zusammenfassung

1. Bei Hyazinthen ist die erste Knospenmutation durch Röntgenbestrahlung im Jahre 1922 erzeugt worden; bei Tulpen war dies im Jahre 1928 der Fall.

2. Röntgenbestrahlungsexperimente mit Tulpen während drei Jahren (1938, 1939 und 1940) haben uns gezeigt, dass Modifikationen zwei Jahre nacheinander entstehen können, nämlich im ersten und zweiten Jahre der Bestrahlung und dass sie in beiden Jahren dieselben Kennzeichen haben.

3. Diese Modifikationen bleiben also nicht auf die Endknospe (Zentralsprosse) beschränkt, welche im ersten Frühjahr nach der Bestrahlung blüht, sondern sie wiederholen sich auch im darauffolgenden Jahre während der Blüte der Hauptknospe (Hauptzwiebel).

4. Im dritten Jahre nach der Bestrahlung wurden keine Modifikationen mehr konstatiert; der Wuchs der Pflanzen war wieder ganz normal.

5. Diese Erscheinung lässt sich bei verschiedenen Varietäten von *Tulipa hortensis* feststellen, am deutlichsten aber bei *Mendel Krelage's Triumph.*

6. Die grössere Härte der Strahlen ist vielleicht die Ursache davon, dass die Pflanzen bei der Verabreichung einer niedrigeren Dosis r ebenso stark gelitten haben wie bei der Anwendung einer niedrigeren Spannung und einer höheren Dosis r.

7. Bei einer Verabreichung der gleichen Dosis r an 8 verschiedenen Daten (von Juli bis September 1941) war die Anlage der Hauptknospe — am Fusse der Endknospe — bereits vorhanden.

8. Die Untersuchung hat erwiesen, dass sie sich dann sowohl bei den früher blühenden Varietäten als auch bei den später blühenden, die verschiedenen Abteilungen angehören, erst wenig entwickelt hat.

9. Je früher die Zwiebeln bestrahlt wurden (1941), desto mehr hatte die Endknospe gelitten (Blüte 1942).

10. Wenn die Endknospe eine stark modifizierte Pflanze hervorbrachte, dann entwickelte sich aus der Hauptknospe eine Pflanze, die nicht so stark vom Normalen abwich (Blüte 1943), und umgekehrt.

11. Daraus lässt sich schliessen, dass zwischen dem Wuchs von Endknospe und Hauptknospe ein korrelativer Zusammenhang besteht.

12. Die zweijährige Modifikation bedeutet keinesfalls eine spezifische, ausschliesslich durch die Röntgenbestrahlung verursachte Erscheinung; wir können 6 verschiedene Fälle anführen, worin diese länger als ein Jahr andauernde Modifikation ebenfalls auftritt.

13. Dieselbe ist dann die Folge einer Schwächung der Pflanzen, wobei sich die eine Varietät als empfindlicher erweist als die andere.

14. Die Bestrahlung hatte zur Folge — was die Endknospe und die Hauptknospe betrifft — dass zwei Jahre lang von einem normal verlaufenen Metabolismus keine Rede war, was in diesem Falle sagen will: weder von einem normalen Anabolismus, noch von einem normalen Katabolismus.

15. Im Gegensatz zu den Organen der Endknospe, die den Einfluss der Bestrahlung direkt erfahren haben, sind die Organe der Hauptknospe indirekt beeinflusst worden.

Literatur des Verfassers

1930 Cytologische onderzoekingen met betrekking tot de vraag naar de oorsprong der z. g. Tulpendieven. Botanisch Jaarboek, Gent, *22*, 40—53.

1949 Het vraagstuk der Tulpendieven in de loop der jaren. Herba Topiaria, Nr. 15, 4—22.

1951 De sleutel tot het Tulpendievenprobleem. Herba Topiaria, Nr. 18, 1—11; Nr. 19, 1—9.

1952 Dreissig Jahre Röntgenbestrahlung von Hyazinthen und Tulpen. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, *97*, 270—277.

Nekrologe

Prof. Dr. LEO WEHRLI

1870—1954

Mit Prof. Dr. Leo Wehrli hat die Naturforschende Gesellschaft in Zürich eines ihrer ältesten Mitglieder verloren, das ihr seit 1895, somit nahezu sechs Jahrzehnte lang angehörte. Ehre solcher Treue! Leo Wehrli wurde am 25. Februar 1870 in Aarau geboren, wo er aufwuchs und die ersten Schulen besuchte. Nach der Erreichung der Maturität an der dortigen Kantonsschule zog er für zwei Semester nach Berlin, um Naturwissenschaften und Musik zu studieren. Nach Zürich übergesiedelt, studierte er an der Eidg. Tech. Hochschule, wandte sich endgültig der Geologie zu und wurde begeisterter Schüler und Assistent von Albert Heim. In seiner Doktorarbeit behandelte er das Dioritgebiet von Schleins und Disentis. Er schrieb auch Abhandlungen über die Entstehung von Tonlagern, über den versteinerten Wald zu Chemnitz und über den interglazialen Kalktuff von Flurlingen. Nach Abschluss seiner Studien- und Assistenzzeit trat er 1896 in den Dienst Argentiniens, um als Geologe während zweier Jahre die damals noch kaum erforschten Anden zwischen Chile und Argentinien fünfmal zu überqueren. Zahlreich sind seine kleineren Aufsätze über die Andenexpeditionen, über