

(Aus dem Institut für Zierpflanzenbau Berlin-Köpenick der Humboldt-Universität Berlin)

Experimentelle Mutationsauslösung durch Röntgenstrahlen bei *Chrysanthemum indicum*

Von H. JANK

Mit 4 Textabbildungen

Spontane somatische Mutationen, gärtnerisch als „Sporte“ bekannt, sind unter den Sorten der Gartenform des *Chrysanthemum indicum* weit verbreitet. Meist handelt es sich hierbei um Blütenfarbsporte, die für den Zierpflanzenbau eine besondere wirtschaftliche Bedeutung haben.

Diese Bedeutung ist u. a. darin begründet, daß die durch Aussaat gewonnenen Sorten großblumiger Chrysanthemen in der Kultur häufig die Beachtung unterschiedlicher Vermehrungszeiten, Stutztermine, Knospwahl, Krankheits- und Witterungswiderstandsfähigkeit usw. verlangen. Besitzt man jedoch von bestimmten Sorten durch Farbmутanten die Hauptfarben, z. B. weiß, gelb, bronze und rosa, so sind nur die Stammsorteneigentümlichkeiten zu beachten, da in den überwiegenden Fällen die Eigenschaften außer der Farbe unverändert bleiben. Diese Tatsache vermag den Anbau dieser wichtigen und bekannten gärtnerischen Marktpflanze wesentlich rentabler zu gestalten. Das fällt besonders dann ins Gewicht, wenn es sich um die Farbsportgruppe einer Standardsorte handelt. Deshalb besteht der Wunsch, von Sorten, die besondere wirtschaftlich wertvolle Eigenschaften haben, Farbsporte zu besitzen.

Die vorhandene natürliche Mutationsrate liefert solche Sporte in Abhängigkeit von der Mutabilität der betreffenden Sorte, dem Umfang der vegetativen Vermehrung, dem Alter der Sorte bzw. des Klons und den wirksamen Umwelteinflüssen. Das Ziel der vorliegenden Versuche war, diese von Zufällen abhängige spontane Mutationsrate durch Röntgenbestrahlung experimentell zu erhöhen sowie Wege zur Auslese einer möglichst hohen Zahl praktisch brauchbarer Mutanten zu finden.

Nach unserer Auffassung waren zu diesem Zwecke folgende Fragen zu klären:

1. Welche die optimale Bestrahlungsdosis ist,
2. ob sich alle Sorten für solche Versuche gleich gut eignen,
3. wie bestrahlte Pflanzen weiterbehandelt werden müssen, damit die induzierten Mutationen sich zu einem hohen Prozentsatz phänotypisch manifestieren können.

Vorversuch zur Feststellung der geeigneten Bestrahlungsdosis

Für den Vorversuch, der die in Frage kommende Röntgendosis abgrenzen sollte, wurden je Variante 8 in 8 cm weiten Tontöpfen stehende Stecklingsjungpflanzen der Sorten ‚Indianapolis‘, ‚bronze‘ und ‚Gloriosa, bronze‘ gewählt. Das ergab bei 7 Dosierungsvarianten je Sorte insgesamt 56 Pflanzen. Die technischen Möglichkeiten ließen eine größere Zahl an Pflanzen nicht zu, die Versuchsfrage machte dies auch nicht nötig. Zur Zeit der Behandlung waren die Pflanzen etwa 10 bis 15 cm hoch und besaßen durchschnittlich je 7 Seitenknospen und etwa 8 Blätter. Die Bestrahlung wurde am 1. 4. 1954 durchgeführt. Apparat: Universal Stabilivolt Siemens, kV 200, mA 15, Al-Filter 5 mm, Fokus-Objektstand 40 cm ab Mitte Pflanzenstengel gerechnet. Die Pflanzen wurden von oben bestrahlt und die Erde um die Stengel

herum zur Schonung der Wurzeln mit Blei abgedeckt. Der Strahlenszufluß betrug 150 r/min Einfallsdosis. Die Tubus-Feldgröße war 20 × 24 cm, so daß jeweils 12 Stck. 8-cm-Töpfe gleichzeitig zur Bestrahlung aufgestellt werden konnten. Der Strahlungsabfall zu den am Rande stehenden Töpfen betrug 10%. Dies wurde dadurch ausgeglichen, daß die in der Mitte stehenden 3 Töpfe die volle Zeit erhielten und die Randtöpfe dann $\frac{1}{10}$ der Zeit zugeschlagen bekamen. Die Dosierung erfolgte bei den einzelnen Varianten durch die Variation der Bestrahlungsdauer.

Die Pflanzen wurden nach der Bestrahlung unter möglichst günstigen Wachstumsbedingungen weiterkultiviert und am 18. 5. in das Grundbeet eines Gewächshauses ausgepflanzt. Die laufenden Beobachtungen erstreckten sich vor allem auf Feststellungen über den Einfluß der einzelnen Röntgendosen auf das Wachstum.

Tabelle 1. Einfluß der gewählten Röntgendosen auf das Wachstum.

Dosierung in r	Beobachtungen am 3. 5.	Beobachtungen am 14. 6.
1000	Wuchsdepressionen	Sproßverdickungen, normaler Durchtrieb von Seitenknospen
2000	starke Wuchsdepressionen, geringer Durchtrieb, Blätter hellgrün	Nur Durchtrieb tiefer liegender Seitenknospen
3000	wie vorige	Schäden zu groß, nur noch schwacher Durchtrieb tiefer liegender Augen
4000	wie vorige	wie vorige. Ein Bodentrieb der Sorte ‚Indianapolis‘ zeigt weitgehende Chlorophyllschäden
5000	wie vorige	wie bei 3000 r
6000	wie vorige	wie bei 3000 r
7000	wie vorige	wie bei 3000 r

Trotz wiederholten Stutzens der unterirdisch austretenden Bodentriebe war es ab 3000 r im Verlaufe der weiteren Kultur nicht möglich, deren Wachstum zugunsten der oberirdischen Pflanzenteile aufzuhalten, so daß sie sich schließlich durchsetzten und die oberirdischen Teile abzusterben begannen. Nachdem die Pflanzen der Variante 1000 r, 2000 r und eines Teiles der Variante 3000 r zur Blüte gekommen waren, ohne — außer einigen Chlorophyllschäden und Formveränderungen der Laubblätter — Farbsporte zu zeigen, wurde der Versuch abgebrochen.

Der Vorversuch hatte ergeben, daß die in Frage kommende Bestrahlungsdosis mit hoher Wahrscheinlichkeit zwischen 1000 r und 2000 r liegen dürfte.

Die Mutationsneigung der Sorten

Wenn sich bei Bestrahlung die Mutationsrate linear proportional der Ionisation im Gewebe verändert, kann es im Interesse einer möglichst hohen Mutationsausbeute bei einer unterschiedlichen Mutabilität der Sorten nicht gleich sein, welche Sorten für solche Versuche herangezogen werden. Wenn die bei einer Farb-

sorte auftretenden mutativen Farbänderungen vorwiegend eine bestimmte Richtung innerhalb der Reihe der entsprechenden multiplen Allele aufweisen, kann es bei der unspezifischen Wirkungsweise der mutationsauslösenden Agenzien und der Tatsache, daß die experimentell erzeugten Mutanten grundsätzlich nicht von den spontan auftretenden verschieden sind, ebenfalls nicht gleich sein, welche Farbsorten für solche Versuche gewählt werden.

Fälle einer solchen Tendenz sind bekannt. So wissen wir, daß beispielsweise bei Äpfeln spontane wie auch experimentell ausgelöste Sproßmutationen sehr häufig aus Sorten mit heller Fruchtschale rotfrüchtige Sorten herausmutieren lassen. Die Obstzüchtung hat darin einen Weg gesehen, wenig ansehnliche Sorten unter Beibehaltung ihrer sonstigen Eigenschaften farblich ansprechender zu verändern. Bekannt sind auch die überwiegenden Mutationen von „Blau“ aus „Nichtblau“ bei den Früchten der Edelrebe. RUPPRECHT wies 1955 auf die Richtung der sportiven Veränderung der Blütenfarbe bei Rosen hin, die z. B. häufig von hellgelb nach dunkelgelb oder von hellrosa nach dunkelrot verläuft. Um der Klärung dieser Frage beim *Chrysanthemum* näher zu kommen, wurden rund 2300 meist großblumige Sorten aus den Jahren 1843 bis 1954 überprüft. Festgestellt wurde:

1. Wie viele dieser Sorten gärtnerisch bekannte Sporte brachten.

2. Wieviel Farbsporte insgesamt die sportenden Sorten im Laufe ihrer Anbauzeit brachten.

3. Welche Farben hierbei auftraten.

4. Welche Farben die sportenden Sorten besaßen.

Leider muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß gerade Kataloge und gärtnerische Fachzeitschriften, die man für solche Untersuchungen heranziehen muß, nicht die zuverlässigsten Quellen darstellen. Oft sind an verschiedenen Stellen unter verschiedenen Namen aufgeführte Sporte miteinander identisch. Häufig sind die Beschreibungen in mancherlei Hinsicht ungenau, sei es aus mangelnden botanischen, genetischen, farbkundlichen oder entwicklungsphysiologischen Kenntnissen, sei es aus „werbetechnischen“ Gründen. Über weitere Mängel solcher Untersuchungen, wie über einige Ergebnisse wurde bereits an anderer Stelle berichtet (JANK 1955). Soviel sei hier wiederholt, daß beispielsweise von 37 der besten und am weitesten verbreiteten Sorten des überprüften Sortimentes 30, d. s. 81,1%, sporteten und 122, d. s. rund 329,7%, Farbsporte während ihrer Anbauzeit brachten.

Dabei ist besonders interessant, daß die Zahl der Sorten, die lange im Anbau waren und genügende Verbreitung und Vermehrung erfuhren und trotzdem keine brauchbaren Sporte brachten, außerordentlich gering ist und sich offensichtlich fast ausnahmslos auf die gelben Sorten beschränkt. Andererseits zeigt die Farbenzusammensetzung der entstandenen Sporte das zahlreiche Auftreten gelber Sporte; rund 35% aller Sporte sind gelb. Zudem war schon vor diesen Untersuchungen aus Praxis und Literatur bekannt, daß rosa Sorten besonders gern sporteten, jedoch rosa Sporte relativ selten sind. Das erweckt den Eindruck einer bestimmten Richtung der Farbmutationen mit Rosa als Ausgangspunkt über die anderen Farben hinweg nach Gelb.

Ohne hier näher auf Einzelheiten der Richtung der Farbsporte beim *Chrysanthemum* eingehen zu wollen

— das sei einer in Kürze folgenden Veröffentlichung überlassen — sind jedoch zur Beurteilung der hier aufgeworfenen Frage folgende Zahlen interessant.

Tabelle 2. Mutabilität der 2300 Farbsorten des überprüften *Chrysanthemumsortimentes*.

Farbe	Anzahl der erfaßten Sorten	davon sporteten	in %	Anzahl der Sporte	Anteil in % an den Sporten des Gesamt-sortimentes
rosa	535	55	10,28	148	46,54
weiß	348	55	15,80	89	27,99
bronze	76	9	11,84	22	6,92
rot	490	21	4,29	21	6,60
violett	146	14	9,59	13	4,09
gelb	356	10	2,81	10	3,14
lachs	33	3	9,09	8	2,52
altgold-orange	48	3	6,25	7	2,20
rot, Unterseite					
gelb-bronze	196	—	—	—	—
gelb mit rot	27	—	—	—	—
braun	39	—	—	—	—
grünlich	6	—	—	—	—

Zur Untersuchung der Frage, welche Sorten am meisten sporteten, zeigt die Tabelle 3 die entsprechenden Zahlenverhältnisse der 37 verbreitetsten Standard-sorten.

Tabelle 3. Mutabilität der 37 Standard-sorten des überprüften *Chrysanthemumsortimentes*.

Farbe	Anzahl der erfaßten Sorten	davon sporteten	in %	Anzahl der Sporte	Anteil in % an den Sporten der Standard-sorten
rosa	10	10	100,00	74	60,66
weiß	13	13	100,00	31	25,41
bronze	6	6	100,00	15	12,30
altgold	1	1	100,00	2	1,64
gelb	6	—	—	—	—
rot, Unterseite					
altgold	1	—	—	—	—

Von den überprüften Sorten des gesamten Sortimentes sporteten 170 Sorten. Davon brachten 51, d. s. 30,00%, mehr als einen in den Handel gelangten und durch die vorgenommene Überprüfung erfaßten Farbsport.

Unter diesen 51 Sorten befanden sich

- 23 oder 45,1% rosa Sorten
- 14 oder 27,5% weiße Sorten
- 4 oder 7,8% rote Sorten
- 4 oder 7,8% bronze Sorten
- 2 oder 3,9% lachsfarbene Sorten
- 2 oder 3,9% gelbe Sorten
- 1 oder 2,0% altgoldene Sorten
- 1 oder 2,0% violette Sorten.

Von diesen Sorten brachten die

rosa Sorten	109	Sporte, d. s.	56,2%	der Sporte
weißen	45		23,2%	aus mehr
bronze	14		7,2%	als einmal
roten	10		5,2%	sportenden
lachsfarbenen	8		4,1%	Sorten
gelben	4		2,1%	
altgoldenen	2		1,0%	
violetten	2		1,0%	

Bis die so gewonnenen Zahlen auch auf ihre Gültigkeit unter den Bedingungen der experimentellen Mutationsauslösung überprüft worden sind, können infolge der nachgewiesenen unterschiedlichen Mutationsneigung rosa Sorten als besonders geeignet für Versuche angesehen werden, die die experimentelle Auslösung von Farbsporten zum

Ziele haben. Kaum geeignet erscheinen hingegen violette, lachsfarbene, gelbe oder altgoldene Sorten.

Nach diesen deutlichen quantitativen Sortenunterschieden war die Frage qualitativer Unterschiede zu klären.

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, brachten die 170 sportenden Sorten des gesamten Sortimentes 318 Farbsorte. Tabelle 4 gibt eine Übersicht, welche Farben unter den Sorten der einzelnen Farbsorten-Gruppen auftraten.

Tabelle 4. Die Farben der Sorte des überprüften *Chrysanthemum*-Sortimentes in ihrer Abhängigkeit von der Farbe ihrer Ausgangssorten.

Zahl und Farbe der Ausgangssorten	Farbe und Zahl ihrer Sorte									Insgesamt Sorte
	gelb	weiß	rot	bronze	rosa	lachs	rot, Unters. gelb	altgold bis orange	violett	
55 Rosa	39	40	17	27	19	4	—	2	—	148
55 Weiß	57	10	3	5	9	2	—	2	1	89
9 Bronze	8	1	9	2	1	—	1	—	—	22
21 Rot	6	2	6	3	3	—	1	—	—	21
14 Violett	—	2	8	—	—	—	1	—	2	13
10 Gelb	4	1	—	4	—	—	—	1	—	10
3 Lachs	3	—	2	2	—	1	—	—	—	8
3 Altgold bis Orange	4	—	—	—	—	—	3	—	—	7
	121	56	45	43	32	7	6	5	3	318

Die entsprechenden Zahlen bei 122 Farbsorten der 30 sportenden Sorten der unter dem Gesichtspunkt der Anbaubreite ausgewählten 37 Standardsorten bringt Tabelle 5. Die Abhängigkeit tritt hier noch deutlicher hervor.

Tabelle 5. Die Farben der Sorte der Standardsorten in ihrer Abhängigkeit von der Farbe ihrer Ausgangssorten.

Zahl und Farbe der Standardsorten	Farbe und Zahl ihrer Sorte							Insgesamt Sorte
	gelb	rosa	rot	weiß	bronze	altgold	lachs	
10 Rosa	16	13	9	16	17	2	1	74
13 Weiß	18	8	2	3	—	—	—	31
6 Bronze	5	1	8	—	1	—	—	15
1 Altgold	1	—	1	—	—	—	—	2
	40	22	20	19	18	2	1	122

Mutationen innerhalb einer Farbe, beispielsweise von Rosa nach Rosa, bedeuten in den allermeisten Fällen eine Intensivierung des betreffenden Farbtönen.

Die Untersuchungen ergeben also eine eindeutige quantitative und qualitative Überlegenheit der rosafarbenen *Chrysanthemum*-Sorten bei somatischen Mutationen der Farbmerkmale unter natürlichen Verhältnissen.

Während aus einer altgoldfarbenen Sorte anscheinend nur noch Gelb und Rot herausmutieren können, scheint sich die Variationsbreite der von einer rosa Sorte abstammenden Farbmутanten über die ganze bei *Chrysanthemen* bekannte Farbskala erstrecken zu können.

Hauptversuch

Für den Hauptversuch wurden folgerichtig drei rosablühende Sorten gewählt, die sich zudem in den am hiesigen Institut alljährlich durchgeführten Vergleichsanbau und Neuheitenprüfungen auch wirtschaftlich bewährt haben. Hierbei handelte es sich erstens um die Sorte 'Day Dream', in den weiteren

Ausführungen nur noch mit dem Buchstaben D bezeichnet. Diese weitverbreitete, meist mittelblumig gezogene Sorte, Blütezeit August—September, Blütenfarbe hellachrosa, hat schon eine Anzahl Sorte hervorgebracht und sollte deshalb zu Vergleichszwecken in ihrer Stammform bestrahlt werden. Es gibt von ihr dunkelrosa, karminrosa, chromgelbe und cremefarbene Sorte, sowie zwei mit späterer Blütezeit und wahrscheinlich daraus resultierendem kräftigerem Wuchs und intensiverer Farbe als bei der Stammsorte.

Als zweite wurde die Sorte 'Vogue', Kurzzeichen V, gewählt. Blütezeit September—Oktober, Blume lachsrosa mit orange Mitte und magentarosa Rand. Die Sorte hatte unseres Wissens noch keine Sorte hervorgebracht. Infolge der guten Eigenschaften dieser mittelblumigen Sorte war eine Bereicherung der Farbskala innerhalb der anderen Sorteneigenschaften erwünscht.

Die dritte Sorte war 'Brenda-Talbot', Kurzzeichen B, ebenfalls eine „Mittelblumige“, Blütezeit September bis Oktober, Blume leuchtend rosarosa mit etwas hellerem Rand. Auch von dieser Sorte gab es unseres Wissens noch keine Sorte, sie wurden aber auch hier aus oben angeführten Gründen angestrebt.

Die Wahl der Sorten war im Hauptversuch der des Vorversuches überlegen. Im Vorversuch war eine sortenbedingte niedrige Mutationsrate zu erwarten gewesen. Dazu kam noch eine ungeeignete Behandlung der Pflanzen nach der Bestrahlung. Die Pflanzen wuchsen ohne besondere Einflußnahme auf die Entwicklung des Sproßes auf. Das konnte dazu führen, daß die vielleicht nur geringe Zahl röntgeninduzierter Mutationen bzw. die aus mutierten Zellen mit ggf. herabgeminderter Teilungsquote entstandenen Zellgruppen der Konkurrenz der unbeeinflussten und normal sich teilenden Gewebe unterliegen konnten. Die Aussicht, am Ende an der Bildung eines Blütenstandes teilzunehmen und damit phänotypisch manifest zu werden, war für solche abgeänderten Gewebepartien verhältnismäßig gering. Es mußte damit gerechnet werden, daß ggf. solche veränderten Zellgewebe als Streifen und Flecken inselartig im Sproßteil, mehr oder weniger weit hinter der Stelle, auf die die mutagenen Reize einwirkten, zurückgeblieben waren, ohne sich manifestieren zu können. Um diesen Auswirkungen der intraindividuellen Selektion, auf die nach KAPLAN (1953) unter anderem ZWINTZSCHER (1955) im Zusammenhang mit röntgeninduzierten Mutationen bei Obstgehölzen hinwies, etwas begegnen zu können und um den vermutlich entstehenden überwiegenden Sektoralchimärencharakter der bestrahlten Pflanzen im für den Versuch günstigen Sinne wenigstens zum Teil auflösen zu können, war diesmal die Verklonung jeder einzelnen bestrahlten Pflanze, möglichst nicht unter dem Verhältnis 1:10, vorgesehen. Das beschränkte aus technischen Gründen den Umfang des Ausgangsmaterials.

Die Stecklinge der drei Sorten wurden am 22. 2. 1956 geschnitten und nach ihrer Bewurzelung am 14. 3. in 8-cm-

Töpfe getopft. Am 18. 3. 1956 wurden die Pflanzen entspitzt, um nach Möglichkeit durchtreibende Augen bestrahlen zu können. Die Bestrahlung erfolgte am 6. 4. 1956. Die vom Vorversuch 1954 abweichenden technischen Daten sind:

mA 16
0,5 mm Cu- und 1 mm Al-Filter
Der Strahlungszufluß des verwendeten Isovolt I betrug 78 r/min Einfalldosis in 40 cm Abstand.

Um dem so störenden ungehemmten Durchtrieb von Bodentrieben etwas entgegenzuarbeiten, wurde diesmal von der Bleiabdeckung als Wurzelschutz bewußt abgesehen.

Der Versuchsplan sah folgende Varianten vor:

Tabelle 6. *Versuchsübersicht.*

Sorte	Nr.	Röntgendosis	je Sorte Stück Pflanzen
D, B und V	1	unbehandelt	12
D, B und V	2	1000 r	12
D, B und V	3	1500 r	12
D, B und V	4	2000 r	12

Die Pflanzen waren z. Zt. der Bestrahlung bei D 5—8 cm, bei B 7—10 cm und bei V 7—11 cm hoch, besaßen durchschnittlich 6—8 Blätter und bei D 4—8, bei B 5—6 und bei V 3—5 durchtreibende Augen. In der weiteren Kultur zeigte sich bei den Sorten mit der steigenden Bestrahlungsdosis eine unterschiedliche Zunahme der Merkmale der erfolgten Röntgenbehandlung.

Bei D: Mit der steigenden Dosis war ein abnehmendes Längenwachstum der austreibenden Triebe festzustellen. Später glichen sich jedoch diese Unterschiede allmählich mehr oder minder aus. Die jungen Blätter des Austriebs (30. 4. 56) waren dickfleischig, beinahe sukkulent und eigentümlich rau, in der Farbe gelblich und moosgrün gesprenkelt. Die Veränderungen nahmen im Laufe des Wachstums noch zu und zeigten sich am 9. 5. 56 in a) Veränderung der Blattoberfläche. Diese wirkte grobkörnig, grobporig, auch blasig. b) Veränderung der Blattform. Die Oberfläche der Blattspreite nahm in vielen Fällen deutlich ab, zog sich mitunter bis auf schmale Zonen beiderseits der Hauptblattadern zurück. Ein solches Blatt wirkte dadurch tief eingeschnitten, fiederspaltig, lief mitunter in spitze Zipfel aus. Ab D 3 zeigten sich bei den älteren Blättern (29. 5. 56) rötliche Verfärbungen, die bei D 4 stärker auftraten und hier eine violettrote bis braunrote Tönung annahmen. Sie waren als einzelne getrennte Flecken oder Sprenkel über die Blattfläche verteilt. In einzelnen Fällen betrafen diese Verfärbungen auch jüngere und jüngste Blätter. Am 25. 7. 56 war in der Wüchsigkeit noch immer eine deutlich abfallende Tendenz mit zunehmender Röntgendosis festzustellen. Verhältnismäßig wenig Blätter waren abgestorben, auch die letzten Knospen trieben an den bestrahlten Sproßteilen durch. Ein besonders starker Durchtrieb erfolgte naturgemäß aus den tiefer liegenden Stengelpartien. Im weiteren Wachstum überwand die Pflanzen jedoch die meisten der angeführten Erscheinungen und bekamen durchweg wieder normal gefärbte und in fast allen Fällen wieder normal geformte Blätter. Totalverluste traten nicht ein.

Bei B zeigten sich ähnliche Erscheinungen mit dem Unterschied der wesentlich stärkeren Ausprägung. Während bei D 2000 r richtig bemessen zu sein schienen, war diese Röntgendosis bei B offensichtlich schon zu hoch. Die bei D 3 und D 4 am 29. 5. 56 beobachteten Blattverfärbungen waren bei B wesentlich intensiver und zogen sich mitunter derart über die ganze Blatt-

spreite, daß nur noch der Blattstiel bzw. der Blattgrund normal grün oder auch gelblichgrün gefärbt war. Der junge Austrieb der behandelten Pflanzen war dunkelgrün, der der unbehandelten hellgelblichgrün. Totalverluste traten ein (B 4/1, B 4/6 und B 4/11). Bei B 4 schien die Dosis deutlich schon zu stark gewesen zu sein. Die Pflanzen dieser Variante trieben am bestrahlten oberirdischen Stengelstück nicht mehr durch. Die Blätter waren braun und abgestorben. Die Sproßspitze endete mit einem kleinen, verkümmerten, stark verdickten, gelblichgrünen Blättchen, Lediglich mehr oder weniger normal aussehende Bodentriebe trieben zögernd durch (25. 5. 56). Bei B 3 zeigten sich ähnliche Auswirkungen, allerdings kamen die Bodentriebe hier wesentlich stärker und schneller zum Austrieb.

Bei V fanden sich die gleichen Merkmale der Röntgenbestrahlung. Die rötliche Verfärbung der Blätter war von der gleichen Ausdehnung wie bei B, jedoch noch intensiver violettrot. Schäden traten nicht so deutlich auf wie bei B. Im allgemeinen trieben aber die bestrahlten Sproßteile ab V 3 nicht mehr aus, dafür aber sehr stark tiefer liegende Augen und Bodentriebe. Dadurch wurde eine ausreichende Verklonung möglich. In keinem Fall trat Totalverlust ein.

Bei der weiteren Kultur der bestrahlten Pflanzen wurde eine ausreichende Verzweigung derselben angestrebt, um eine hohe Blumenzahl zu erzielen. Sie wurden deshalb nicht, ihrem Sortencharakter entsprechend, als „Mittelblumige“ herangezogen, sondern als vieltriebige „Kleinblumige“, wobei anfangs durch wiederholtes Entspitzen oder Stutzen die Verzweigung gefördert wird und später jede erscheinende Knospe zur Entwicklung kommt. So wurden die aus der bestrahlten Region austreibenden Sprosse nach dem 1. Nodium gestutzt, so daß die in der vermutlich am stärksten beeinflussten Zone ruhenden Augen der betreffenden Blattachsen zum Austrieb angeregt wurden. Dabei haben sich folgende sieben Stutztermine ergeben:

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. am 30. 4. 56, | 5. am 29. 5. 56, |
| 2. am 9. 5. 56, | 6. am 8. 6. 56, |
| 3. am 16. 5. 56, | 7. am 18. 6. 56. |
| 4. am 19. 5. 56, | |

Danach wuchsen die Pflanzen, wie es sich ergab. Auf diese Weise kamen viele Triebe zur Knospenbildung und damit sehr viele Blumen zur Blüte. Das bedeutete, daß so viel mehr beteiligtes Gewebe auf Farbsorte kontrolliert werden konnte, als bei dem sonst üblichen Kulturverfahren. Alle beim Stutzen und Entspitzen anfallenden Triebenden dienten gleichzeitig als Kopfstecklinge zur Verklonung der Pflanzen. Nach ihrer Bewurzelung wurden sie ebenfalls wiederholt entspitzt und wie die Mutterpflanzen weiterbehandelt. Die Abkömmlinge bildeten mit der Mutterpflanze einen nummerierten und gemeinsam kontrollierten Klon. Alle Sprosse, die aus den unter der Hauptzone liegenden Blattachsen austrieben, auch die unterirdisch erscheinenden, wurden wie die Haupttriebe behandelt, da sie als eine Variante der gegebenen Röntgendosis angesehen wurden.

Dadurch wurden aus den 48 D Pflanzen 433 Stück
48 B Pflanzen 294 Stück
48 V Pflanzen 487 Stück
einschließlich der unbehandelten Vergleichspflanzen.
Ab 1. 6. 56 wurden die Pflanzen je nach Entwicklung in kräftige Erde in 14-cm-Töpfe getopft und in einem

geeigneten Gewächshaus in feuchten Düngertorfmoos eingefüttert. Bei den Stecklingen konnte die Beobachtung gemacht werden, daß die mit den ausgeprägtesten Blattanomalien auch am schlechtesten Wurzeln ausbildeten.

Ergebnisse des Hauptversuches

Die drei Sorten kamen Mitte Oktober 1956 mit fast allen Pflanzen nahezu gleichzeitig zur Blüte. Eine große Zahl von Anomalien der verschiedensten Art konnte beobachtet werden. D 2/3, D 3/6, D 4/10 und B 3/6 zeigten Chlorophyllschäden in Form gelbgrün panaschierter Blätter. Chlorotische Erscheinungen über der gesamten Blattspreite waren weit verbreitet, verloren sich jedoch später meist wieder, so daß sie im Gegensatz zu den deutlich abgesetzten Panaschierungen wohl nur auf physiologische Störungen zurückzuführen sind.

D 2/12, D 3/4, D 3/5, D 3/6, D 3/7, D 3/10, D 3/11, D 3/12, D 4/8, und D 4/12; B 2/2, B 2/4, B 2/5, B 2/7, B 2/10, B 2/12, B 3/1, B 3/7, B 3/12 und B 4/10 sowie V 2/1, V 2/5, V 4/1 und V 4/3 zeigten teilweise recht ausgeprägte Verbänderungen der Sprosse und der Blütenstände. Das ist auffallend viel und in Verbindung mit den erzielten Farbänderungen sowie den Vegetationsbeobachtungen scheint es so, als ob Verbänderungen bei bestrahlten Chrysanthemen als Indikator der erfolgreichen Behandlung benutzt werden dürften. Die Verbänderungen verteilen sich auf die einzelnen Röntgendosen wie in Tabelle 7 angegeben.

Tabelle 7. Anzahl der festgestellten Verbänderungen je Sorte und Röntgendosis.

Sorte	1 Kontrolle	2 1000 r	3 1500 r	4 2000 r
D	0	1	7	2
B	0	6	3	1
V	0	2	0	2

Die hier auftretende Tendenz deckt sich verhältnismäßig gut mit anderen Beobachtungen. So liegt die günstigste Bestrahlungsdosis für B, wie aus allen Beobachtungen hervorgeht, tatsächlich eher bei 1000 r als bei der nächsthöheren Dosis, während es bei D gerade umgekehrt ist. Gut stimmt die Tendenz der Tabelle 7 auch mit den Zahlen der bei den einzelnen Bestrahlungsdosen aufgetretenen unterschiedlichen Farbänderungen (Tabelle 9) überein. Weitere Versuche werden klären müssen, ob die vorgetragene Annahme zu Recht besteht und praktisch ausgenutzt werden kann.

Bei allen drei Sorten, besonders stark bei B, fanden sich an den bestrahlten Pflanzen Blätter, die mehr oder minder von der sortentypischen Form abwichen. Inwieweit diese Blattformveränderungen erblich bedingt sind, können erst weitere Beobachtungen ergeben.

Eine geringe Anzahl Pflanzen der drei Sorten kam entweder überhaupt nicht bzw. mehr oder weniger verspätet zur Blüte. Eine späte Blütezeit (Dezember) gehört bei wertvollen Sorten zu

den erstrebten Zuchtzielen. Die aufgefundenen Spätblüher, von denen sich im Augenblick noch nicht sagen läßt, ob es sich um Mutanten handelt, werden deshalb einer eingehenden Prüfung unterzogen.



Abb. 1. Sproßverbänderung bei der Sorte 'Day Dream'.

Eine Reihe von Pflanzen zeigte teilweise stark verküppelte Blütenstände, andere eine veränderte Anordnung der Blütenstutze, unterschiedliche Blumengrößen, einen veränderten Blumenfüllungsgrad oder andere Blumenformen. Auch diese Merkmalsänderungen dürften sich nur zum geringen Teil als erblich erweisen. Auf ihr Verhalten wird zur gegebenen Zeit eingegangen.

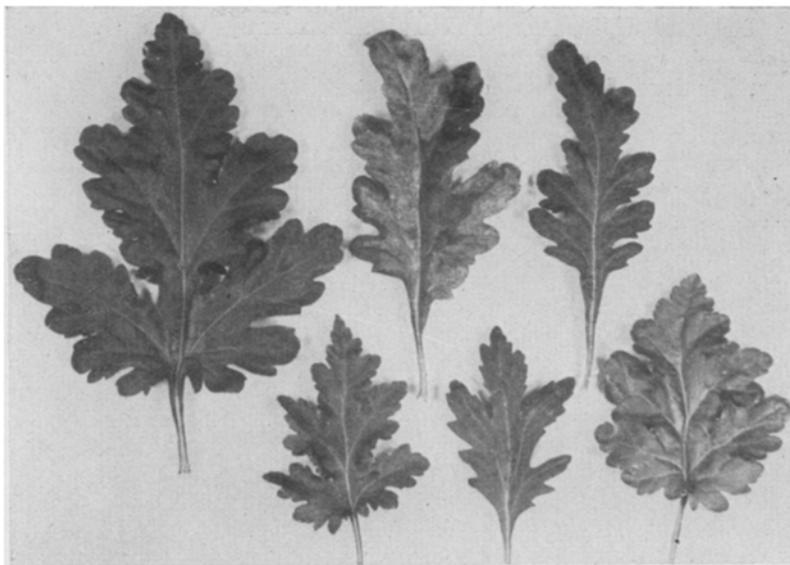


Abb. 2. Blattformveränderungen bei der Sorte 'Brenda Talbot'. Die Blätter wurden ungefähr der gleichen Stelle sechs verschiedener Pflanzen entnommen. Links ein normales, sortentypisches Laubblatt. Die Blätter zeigen unterschiedliche Grünfärbung. Das mittlere Blatt der oberen Reihe ist auf der linken unteren Seite dunkelgrün gerandet. Auf der rechten Blattseite ist ein deutlich begrenzter dunkelgrüner Sektor zu sehen. Die restliche Blattspreite ist hellgrün bzw. grünlichgelb gefärbt. Man beachte die unterschiedlichen Längen- und Breitenverhältnisse sowie die verschiedenen Blattformen.

Als sichere erbliche Veränderungen werden auf Grund ihres besonderen Auftretens zur Zeit nur bestimmte Veränderungen der Blütenfarbe betrachtet. Sie waren sehr zahlreich aufgetreten und sollen nachfolgend näher behandelt werden.

Die Farbänderungen traten in drei großen Gruppen auf:

1. Sämtliche Blumen einer Pflanze blühten in einer von der Stammform deutlich abweichenden Farbe.
2. Eine Blume blühte in deutlich abweichender Farbe innerhalb eines Blütenstutzes, oder die Blumen eines Triebes einer mehrtriebigen Pflanze blühten abweichend, oder es fanden sich verschieden große deutlich abweichend gefärbte Sektoren innerhalb einer Blume.



Abb. 3 Sorte 'Vogue'. Die linke Blume ist zu dreiviertel nach cremefarbig abgeändert. Rechts von dieser Blume befindet sich eine nach dieser Farbe völlig abgeänderte, noch nicht voll aufgeblühte Knospe.

3. Die deutlich abweichende Farbe trat in mehr oder minder breiten Strichen oder Streifen in den der Stammform entsprechend gefärbten Blütenblättern auf.

An deutlich abweichenden neuen Farbtönen manifestierten sich:

- intensiv rosa
- fleischfarben bis fleischrosa
- hellrosa bis zartrosa
- kupferrosa
- kupferfarben
- cremegelb, rosa überhaucht bis cremerosa
- creme
- gelb
- bronze
- braun
- rot
- violett.

Ehe auf das zahlenmäßige Auftreten der Farbmutanten eingegangen wird, sei eine interessante Beobachtung angeführt, die bei genauer Betrachtung der unbehandelten Kontrollpflanzen gemacht wurde.

So wurde bei D 1/1, D 1/5, D 1/7 festgestellt, daß einige Blütenblätter feine gelbe Striche trugen. Bei B 1/3 wurde in einem Falle ein intensiv rosa Sektor neben einem hellrosa Sektor beobachtet. V 1/1 besaß in einer Blume Blütenblätter mit feinen roten und bronze Strichen. Unserer Meinung nach handelt es sich hierbei um innerhalb der spontanen Mutationsrate entstandenes mutiertes Gewebe, welches die Voraussage gestattet, daß in absehbarer Zeit Spore dieser Färbung spontan in der Praxis auftreten und gefunden werden. Sobald eine Zelle aus solchem mutiertem Gewebestreifen zufällig als Scheitelzelle im Sproßkegel eines neuen Austriebs gleichmäßig nach allen Seiten abgeänderte Zellen abgliedernd die äußere Zellschicht für einen wachsenden Sproß liefert, wird beispielsweise die rote oder bronze 'Vogue' gefunden werden.

Tabelle 8. Übersicht über den Bestahlungserfolg.

Sorte	Anzahl der bestrahlten Pflanzen	davon mutierten innerhalb ihres Klones	diese brachten Farbänderungen	durch die Bestahlung eingegangen
D	36	35	100	—
B	36	28	60	3
V	36	35	121	—

Um die tatsächliche Zahl der sich irgendwann während der Verklonung an irgendeinem Steckling zum ersten Mal manifestierenden Farbmutationen festzustellen, wurden die Farbmutationen, die sich durch die Stecklingsvermehrung innerhalb des Klones wiederholten, nicht berücksichtigt.

Die Farbänderungen verteilen sich anteilmäßig auf die einzelnen Bestahlungsdosen, wie in Tabelle 9 angegeben.

Tabelle 9. Verteilung der eingetretenen Farbänderungen auf die verabreichten Röntgendosen.

Sorte	2 1000 r	3 1500 r	4 2000 r
D	40 (8) *	37 (9)	23 (8)
B	31 (8)	19 (7)	10 (4)
V	40 (10)	47 (8)	34 (9)

* Die Zahl in den Klammern gibt die Anzahl der aufgetretenen unterschiedlichen Farbtöne an.

Keine Spore brachten

D 4/4

B 2/1, B 3/4, B 3/8, B 4/3.

B 4/4

und die eingegangenen

Pflanzen B 4/1, B 4/6, B 4/11

V 4/7.

Offensichtlich reagieren die Sorten gegenüber Röntgenbestrahlung unterschiedlich. Schon während der Vegetationsbeobachtungen wurde deutlich, daß 'Brenda Talbot' zu stark geschädigt worden war, sie überwand die Wachstumsdepressionen nur schwer, lieferte deshalb weniger Stecklinge und schließlich auch weniger manifestierte Mutationen. Als optimale Bestahlungsdosis soll im vorliegenden Falle diejenige angesehen werden, die die meisten praktisch auswertbaren, manifestierten Farbmutationen und innerhalb dieser Zahlen die meisten unterschiedlichen Farbmutanten bringt. Das ist bei den hier überprüften Dosen offensichtlich die Dosis 1000 r bzw. 1500 r. Die höhere Dosis fällt dagegen ab. Tabelle 10 zeigt deutlich, daß die höhere Bestahlungsdosis die Vermehrungsmöglichkeit stark einschränkt, was sich ungünstig auf die sich manifestie-

rende absolute Zahl feststellbarer Farbmутanten auswirkt.

Tabelle 10. *Abhängigkeit der manifestierten Farbmутationen von der Verklonungsfähigkeit im Zusammenhang mit der Bestrahlungsdosis.*

Sorte	1000 r			1500 r			2000 r		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
D	161	40	24,84	142	37	26,05	76	23	30,26
B	140	31	22,14	80	19	23,75	22	10	45,45
V	179	40	22,34	156	47	30,12	96	34	35,41

a = Zahl der durch Verklonung insgesamt erzielten Pflanzen.
 b = Zahl der innerhalb der einzelnen Klone einer Bestrahlungsdosis das erste Mal beobachteten Farbänderungen
 c = in Prozent.

Während die Verhältniszahlen mit steigender Bestrahlungsdosis ansteigen, fallen die praktisch wichtigeren absoluten Zahlen stark. Mit der höheren Vermehrungsmöglichkeit steigt die Zahl der sich manifestierenden Mutationen. Deshalb sind mittlere Bestrahlungsdosen zugunsten einer uneingeschränkten Vermehrungsfähigkeit angebracht, als höhere Dosen mit höherem prozentualen Mutationsanteil. Was die Zahl der zu bestrahlenden Pflanzen anbelangt, ist es nach den vorliegenden Ergebnissen, den jeweiligen technischen Möglichkeiten entsprechend, wohl auch richtiger, weniger Pflanzen nach der Bestrahlung ausreichend zu verklonen als umgekehrt. Im übrigen zeigte sich bei der Überprüfung der Klone der einzelnen Ausgangspflanzen, daß sich die oft beträchtlichen Unterschiede der Ergebnisse zwischen den Klonen auf die gleichen, oben angeführten, Ursachen zurückführen lassen. Denn auch hier zeigten häufig gerade diejenigen Pflanzen, die sich am schlechtesten verklonen ließen und die niedrigsten absoluten Zahlen aufwiesen, die höchsten Prozentzahlen. Hierbei gab es Klone mit niedriger Pflanzenzahl, bei denen aber fast jede Stecklingspflanze wenigstens eine, mitunter auch mehrere Farbänderungen aufzuweisen hatte. Das läßt die Vermutung zu, daß bei solchen Pflanzen die tatsächliche Zahl der Mutationen wesentlich höher liegt, als sie sich infolge der aufgetretenen Wachstumsdepressionen manifestieren können. Diese Pflanzen dürften mit hoher Wahrscheinlichkeit noch in den kommenden Jahren bei entsprechender Verklonung weitere Mutationen phänotypisch zeigen. Deshalb ist die möglichst lange Verwendung der in Betracht kommenden Mutterpflanzen als Quelle noch nicht erschlossener Mutationen auf Jahre hinaus von besonderer Bedeutung. Aus gleichem Grund kann es aber auch der Nachteil zu hoher Bestrahlungsdosen sein, daß sie u. U. das Gewebe solcher vegetativ vermehrter Pflanzen derart mit Mutationen durchsetzt haben, daß

ausgelesene Sorten über Jahre hinweg nicht „rein“ bleiben, sondern ständig „Nachmutationen“ hervorbringen. Das Erbgut solcher Sorten scheint dann labil zu sein, während in Wirklichkeit nur noch ständig längst vorhandene und bisher phänotypisch unsichtbar mitgeschleppte Mutationen manifest werden. Meist sind solche auf diese Weise auftretenden Abänderungen erst einmal infolge ihres Sektorialchimärencharakters praktisch unbrauchbar. Die amerikanische Sorte ‚Gloriosa‘, die auffälligerweise z. Zt. ihrer Einführung gleich in 4 Farben auf dem Markt erschien, zeigt diese Eigenschaft, ohne allerdings hier mit Sicherheit sagen zu können, weshalb sie ständig mutative Farbänderungen zeigt.

Die Tabelle 11 weist nach, daß einige Farben nicht hätten gefunden werden können, wenn eine Verklonung nicht oder ungenügend erfolgt wäre. In dieser Tabelle werden als ausreichendes Beispiel lediglich die

Tabelle 11. *Die Abhängigkeit des Auffindens von Mutationen von der fortgesetzten Verklonung. (Gezeigt am Beispiel der Röntgendosis 1000 r).*

Klon	Ausgangspflanze	Vermehrungszeiten						
		30. 4.	9. 5.	16. 5.	19. 5.	29. 5.	8. 6.	18. 6.
D 2/1	hb	g—	c	—	—	—	—	—
2/2	rh	—	—	—	—	—	—	—
2/3	bg	—	c	—	—	gv—	—	brg—
2/4	—	—	—	—	vg	gv—	—	—
2/5	g	—	rh—	—	—	vg—	—	c—
2/6	crh	gh	—	—	—	r—	—	c
2/7	—	b	—	—	—	—	—	rgd—
2/8	c	—	—	rg	—	—	—	—
2/9	b	—	—	—	—	v—	e	—
2/10	—	—	—	—	—	g—	—	rv—
2/11	gc	—	—	—	—	—	—	—
2/12	h	—	—	gb	—	—	—	—
Insgesamt erzielte Pflanzen je Vermehrung	12	8	19	4	7	46	9	56
B 2/1	—	—	—	e	—	rgc—	—	r—
2/2	—	—	—	—	—	rgc—	—	—
2/3	—	—	—	—	—	—	—	—
2/4	—	—	b—	—	—	—	v—	—
2/5	—	—	r	—	—	rh—	—	—
2/6	—	—	—	b	—	k—	—	—
2/7	c	—	cv—	—	—	c—	—	—
2/8	—	—	—	—	—	br—	—	—
2/9	—	—	—	—	vg	—	e	—
2/10	b	—	—	—	—	cb—	r	—
2/11	r	—	r	—	—	rhe—	—	—
2/12	—	—	ge	—	—	grhc—	—	h
Insgesamt erzielte Pflanzen je Vermehrung	12	7	15	3	4	69	19	11
V 2/1	—	—	—	rh—	—	—	—	f—
2/2	g	—	—	—	—	—	—	—
2/3	—	b	rf—	—	—	—	hrv—	—
2/4	—	—	vr	—	—	—	g—	—
2/5	—	—	—	—	—	—	b—	k—
2/6	—	—	—	—	—	—	h—	—
2/7	r	—	brfg	k	—	h—	rf	fh—
2/8	—	—	fb	—	—	—	hae—	—
2/9	—	—	f—	—	—	—	—	—
2/10	—	—	—	—	—	rf—	—	v—
2/11	cg	—	rh	—	—	—	—	f—
2/12	b	—	—	—	—	h—	f—	eab—
Insgesamt erzielte Pflanzen je Vermehrung	12	10	23	5	0	35	36	58

r = intensiv rosa
 h = hellrosa, zartrosa
 b = bronz
 g = gelb
 c = creme
 e = cremegelb, rosa überhaucht
 cremerosa
 — = Pflanze oder Pflanzen ohne Farbänderungen
 k = kupferfarben
 p = kupferrosa
 f = fleischfarben, fleischrosa
 v = violett
 a = braun
 d = rot

Wegen der besseren Übersicht sind innerhalb der gleichen Vermehrungszeit ohne Rücksicht auf die wirklichen Zahlenverhältnisse Angaben der Wiederholung gleicher Beobachtungen vermieden worden.

Klone der drei Sorten der Dosis 1000 r angeführt. Bei den anderen beiden Röntgendosen lagen die Verhältnisse ähnlich.

Die Abhängigkeit des Auftretens verschiedener Farben vom Grad der durchgeführten Verklonung kommt besonders deutlich bei den Sorten B und V zum Ausdruck. Die je Vermehrungsdatum erzielte Anzahl von Pflanzen zeigt wiederum den Einfluß des Vermehrungsumfanges auf die Zahl der manifestierten Mutationen. Allein darin liegt beispielsweise das auffallend zahlreiche Auftreten von Farbänderungen bei B unter dem Vermehrungsdatum vom 29. 5. begründet.



Abb. 4. Blumen einer Pflanze der Sorte 'Day Dream'. Die obere Blume ist unverändert. Die Blume links unten ist bronzefarbig und trägt auf ihren Zungenblüten auf der rechten Seite dunkelrote Streifen. Die rechte Blume besitzt im unteren Viertel, dem Beschauer zugekehrt, einen bronzefarbenen Sektor, dessen Zungenblüten rechts bräunlichrote Streifen tragen, und auf dessen linker Seite sich noch ein dunkelroter Sektor mit etwa 5 Zungenblüten befindet. Darunter, in der mittleren Blume, zahlreiche rotgestreifte Zungenblüten.

Die Verklonung hat aber nicht nur Einfluß auf die Zahl und die Verschiedenartigkeit der sich manifestierenden Mutationen, sie hat auch Einfluß auf den Grad der Auflösung der sektorialen und meriklinen Chimären in Periklinalchimären im günstigen Falle. Das ist von großer Bedeutung. Alle aufgetretenen neuen klaren Farben haben direkten praktischen Wert für den Zierpflanzenbau. Das aber nur, wenn sie zumindest als Periklinalchimären isoliert und fixiert werden können. Es wurde schon weiter oben darauf hingewiesen, in welcher Weise die neuen Farben auftraten. Der nächste Schritt muß also die Isolierung und Fixierung der somatischen Mutanten durch Auflösung des sektorialen oder meriklinen Chimärencharakters des vorhandenen Materials sein. Das kann nur durch entsprechende Methoden der Verklonung geschehen. Welchen Einfluß dieselbe hat, ergibt sich deutlich aus der Tabelle 12. Besonders bei V, aber

auch bei D, verschiebt sich mit den letzten, umfangreicheren Vermehrungen das Verhältnis der in der Farbe gänzlich abgeänderten Pflanzen zu den nur teilweise abgeänderten zu Gunsten ersterer. Bei der sowieso ungünstiger abschneidenden Sorte B ist das zwar nicht der Fall, trotzdem steht aus der Vermehrung vom 29. 5. die beachtliche Zahl von 10 farblich vollständig abgeänderten Pflanzen für die weitere Prüfung zur Verfügung.

Damit ist ein Weg für die experimentelle Arbeit zur planmäßigen Schaffung von neuen Sorten mit bekannten wertvollen Eigenschaften beim *Chrysanthemum indicum* im Prinzip aufgezeigt. Inwieweit quantitative Merkmale für die sehr notwendige und wichtige Sortenverbesserung hinsichtlich der Leistung aufgefunden werden können, muß die Zukunft zeigen. Ebenso, wie weit es gelingt durch noch intensivere Verklonungsmethoden die einzelnen Farben tatsächlich zu isolieren und zu fixieren.

Tabelle 12. Abhängigkeit der vollkommenen Blütenfarbenänderung vom Umfang der fortgesetzten Verklonung.

Vermehrungsdatum	Farbänderungen betreffen:			Zahl der erzielten Pflanzen
	die ganze Pflanze	Sektoren	Streifen	
Ausgangspflanzen	1	23	14	36
30. 4.	—	3	9	23
9. 5.	1	7	1	29
16. 5.	—	6	3	17
19. 5.	—	2	4	13
29. 5.	10	6	22	108
8. 6.	—	—	1	14
18. 6.	9	12	14	139
Sorte: Day Dream				
Ausgangspflanzen	3 *)	6	4	36
30. 4.	—	—	1	8
9. 5.	4	5	4	25
16. 5.	1	1	—	5
19. 5.	—	1	2	10
29. 5.	10	22	12	125
8. 6.	2	1	2	21
18. 6.	1	2	—	12
Sorte: Brenda Talbot				
Ausgangspflanzen	—	11	4	36
30. 4.	1	—	3	22
9. 5.	—	15	3	27
16. 5.	3	9	—	17
19. 5.	2	7	2	8
29. 5.	17	4	2	92
8. 6.	15	9	9	72
18. 6.	40	5	6	157
Sorte: Vogue				

*) Bei dieser stärker geschädigten Sorte trieben einzelne Ausgangspflanzen nur sehr zögernd aus einer einzigen tiefer sitzenden Blattknope einen Sproß, dessen Blüten sich später als in der Farbe gänzlich abgeändert erwiesen.

Es erhebt sich noch die Frage, wie weit sich die experimentell erzielte Variation des Farbmerkmals mit der durch spontane Mutationen bei rosa Sorten auftretenden deckt. Die Tabelle 13 gibt eine Übersicht über die entstandene Variation.

Tabelle 13. Die prozentuale Verteilung der beobachteten Farbänderungen.

Sorte	Anzahl Spore	gelb	creme	intensiv rosa	fleischfarben	bronze	violett	hellrosa	creme gelb bis cremerosa	rot	kupferfarben	braun
D	100	28,0	12,0	14,0	—	9,0	12,0	14,0	7,0	2,0	1,0	1,0
B	60	16,7	21,7	20,0	—	11,7	6,7	11,7	6,7	—	1,7	3,3
V	121	6,6	1,7	17,4	22,3	5,0	5,8	17,4	9,9	1,7	3,3	9,1
Gesamt	281	16,4	9,6	16,7	9,6	7,8	8,2	15,0	8,2	1,4	2,1	5,0

Es muß auffallen, daß reines Weiß fehlt und daß der Prozentsatz der hellrosa und intensivrosa Farben verhältnismäßig hoch ist. Das legt die Vermutung nahe, daß ein Teil der Farbänderungen gerade dieser etwas schwierig zu beurteilenden Farbtöne vielleicht doch nur phänotypisch bedingt sein könnte. Im übrigen haben die gewählten Sorten, entsprechend den Beobachtungen an spontan aufgetretenen Mutationen des Merkmals Farbe, im vorliegenden Falle eine ausreichende Streuung der induzierten Mutationen innerhalb der bei Chrysanthemen überhaupt zu erwartenden Farbskala gezeigt.

Hervorgehoben soll werden, daß die in der Farbe deutlich abgeänderten Pflanzen in fast allen Fällen eine unveränderte Wuchskraft besaßen. Das gilt auch für die mit allen Blumen andersfarbig Blühenden. Die anfangs beobachteten Wuchsdepressionen wurden von den Pflanzen fast ausnahmslos bis zum Blühbeginn überwunden. Die Beobachtungen ergaben nicht, daß mit der Farbänderung eine Schwächung des Gesamtorganismus verbunden ist.

Zusammenfassung

In den Jahren 1954 und 1956 wurden Versuche zur experimentellen Mutationsauslösung mittels Röntgenstrahlen an Gartenformen des *Chrysanthemum indicum* durchgeführt.

Diese Frage hat für den praktischen Zierpflanzenbau wirtschaftliche Bedeutung.

Ein Vorversuch zeigte an Hand der beobachteten Wuchsdepressionen, daß die optimale Bestrahlungsdosis bei der beschriebenen Versuchsanordnung für Stecklingsjungpflanzen unter 2000 r zu suchen ist.

1955 durchgeführte Untersuchungen zur Frage der spontanen somatischen Mutabilität und der natürlichen mutativen Variationsbreite der einzelnen Farbsorten ergaben hinsichtlich Farbveränderungen eine eindeutige Überlegenheit der rosa Sorten für die experimentelle Mutationsauslösung.

Im Hauptversuch traten nach der Röntgenbestrahlung bei 3 nach diesem Gesichtspunkt ausgewählten Sorten zahlreiche Farbveränderungen auf, die sich fast über die ganze bei Chrysanthemen bekannte Farbskala erstreckten.

Die Abänderungen haben den Charakter von Sektorial- und Meriklinal- sowie wahrscheinlich auch den von Periklinalchimären.

Die eingetretenen Farbänderungen sind nur im letzten Falle direkt zu verwerten. Die Isolierung und Fixierung der neuen Farben durch Auflösung der Sektorial- und Meriklinalchimärennatur der Pflanzen ist deshalb erforderlich.

Von den überprüften Röntgendosen, 1000 r, 1500 r und 2000 r ergaben die ersten beiden in Verbindung mit einer ausreichenden Verklonung die höchste absolute Zahl an Farbänderungen.

Die Abhängigkeit dieses Befundes von der Verklonungsmöglichkeit der bestrahlten Pflanzen konnte nachgewiesen werden.

Die Verklonung wurde als eine wichtige Maßnahme nach der erfolgreichen experimentellen Mutationsaus-

lösung erkannt. Sie beeinflusst nicht nur die Zahl der sich manifestierenden Mutationen, sondern damit auch die Zahl der unterschiedlichen Farbänderungen und die Art des Chimärencharakters.

Deshalb ist bei den Pflanzen, die direkt dem mutagenen Reiz ausgesetzt waren, wie bei den daraus gewonnenen Klonen im Gefolge weiterer Vermehrungen und Verklonungen noch auf Jahre hinaus, besonders bei den Klonen der höheren Bestrahlungsdosis, mit „Nachmutationen“ zu rechnen.

Es wird im Interesse der Manifestierung eingetretener Mutationen empfohlen, erstens mit Röntgendosen zu arbeiten, die die Triebkraft der Pflanzen nicht zu stark einschränken, und zweitens eine starke Verklonung anzustreben.

Die in der Farbe abgeänderten Pflanzen scheinen durch die Mutationen nicht in ihrer Vitalität geschwächt zu sein.

Hinsichtlich der Reaktion gegenüber der Röntgenbestrahlung wurden Sortenunterschiede festgestellt.

Verbänderungen scheinen im Gefolge der Bestrahlung als Indikator für erfolgreiche Behandlung angesehen werden zu können.

Zahlreiche andere Veränderungen werden z. Zt. noch überprüft.

Die experimentelle Mutationsauslösung mittels Röntgenstrahlen wird als ein sicherer Weg zur Schaffung neuer Farbsorten beim *Chrysanthemum indicum* betrachtet.

Herr Prof. Dr. RUPPRECHT, Direktor des Institutes für Zierpflanzenbau der Humboldt-Universität zu Berlin, machte mir die Bearbeitung dieses Themas möglich und widmete dem Fortgang der Arbeiten großes Interesse. Ich bin ihm sehr zu Dank verpflichtet.

Die Bestrahlungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Röntgeninstitut der Chirurgischen Klinik und der Geschwulst-Poliklinik der Berliner Charité durchgeführt. Sie wurden durch das Entgegenkommen und die Vermittlung des an den Auswirkungen der Röntgenbestrahlung bei Pflanzen sehr interessierten dortigen Oberarztes, Herrn Dr. DÖRFFEL, ermöglicht. Ihm sei dafür an dieser Stelle herzlichst gedankt.

Dank schulde ich auch meinen Mitarbeiterinnen, Fr. HOFFMANN, die die umfangreichen Sortenzusammenstellungen zur Ermittlung der Mutabilität durchführte und rechnerisch durcharbeitete und der Saatzucht-Assistentin Fr. ENKE, der die Betreuung und Verklonung des Pflanzenmaterials oblag.

Die Abbildungen fertigte Fr. SRIE, Color-Labor der Geschwulst-Poliklinik der Berliner Charité, an und wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Literatur

1. JANK, H.: Zur Frage des „Sportens“ beim *Chrysanthemum indicum*. Über den Umfang und die Auswirkungen der Farbspote im Chrysanthemum-Sortiment. Der Deutsche Gartenbau 2, 265—268 (1955). — 2. RUPPRECHT, H.: Rosen zur Kultur unter Glas. Deutsche Gärtner-Post 7, Nr. 25, 3—4 (1955). — 3. ZWINTZSCHER, M.: Die Auslösung von Mutationen als Methode der Obstzüchtung. I. Die Isolierung von Mutanten in Anlehnung an primäre Veränderungen. Der Züchter 25, 290—302 (1955).