

et Steinw.), der als 1,2 mm langes, schwarzbraunes Vollinsekt oder bleichgelbe Larve auf den geschädigten Teilen zu finden ist. Dieser Blasenfuß ist als Gladiolenschädling hauptsächlich aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika bekannt, wo er seit 1929 vielerorts in den Gladiolenkulturen große Verheerungen angerichtet hat. Er ist sonst noch beobachtet worden in Australien (dort 1928 entdeckt), Neuseeland, Afrika, Südamerika, auf den Bahama- und den Hawaii-Inseln, in Kanada und seit einiger Zeit auch in Europa (Schweiz 1936, Frankreich 1946, Holland seit 1947).

Der Schädling wandert im Herbst auf die Gladiolenknollen über, wenn sie nach dem Aufnehmen auf dem Feld zum Trocknen ausgebreitet werden, und wird mit ihnen in die Lagerräume gebracht, wo er durch Saugen an den Knollen weiteren Schaden verursacht. Die Knollen werden braunfleckig und schrumpfen ein. Sie treiben dann im Frühjahr mangelhaft oder — bei starker Schädigung — gar nicht aus. Mit den Knollen wird der Blasenfuß leicht verschleppt. Wahrscheinlich ist er mit aus Nordamerika eingeführten Gladiolenknollen nach Europa gelangt. Die Vermutung, daß er auch nach Deutschland mit Gladiolenknollen eingeschleppt worden ist, und zwar aus Holland, von wo deutsche Gartenbaubetriebe, in denen der Blasenfuß jetzt erstmalig aufgetreten ist, Knollen bezogen haben, ist nicht von der Hand zu weisen, obwohl in Holland die Behandlung aller zur Lieferung kommenden Gladiolenknollen

zur Abtötung etwa an ihnen vorhandener Blasenfüße mit Naphtalin vorgeschrieben ist.

Über die Bekämpfung dieses für Deutschland neuen Zierpflanzenschädlings soll besonders berichtet werden.



Abb. 2. Durch den Gladiolenblasenfuß geschädigte Blütenstände von Gladiolen. (Nach Bailey).

Zur Frage der Ertragssteigerung bei Winterraps und Winterrüben durch Einsatz von Honigbienen

Von Dr. A. Härle, Braunschweig

A. Einleitung.

Die Bekämpfung der Ölfruchtschädlinge, die zur Zeit der Blüte von Raps und Rüben ihre Zerstörungen an diesen Ölfrüchten anrichten (Rapsglanzkäfer und Kohlschotenrüßler) führt häufig zu Kollisionen mit den Bienenzüchtern. Obgleich eine Bekämpfung des Rapsglanzkäfers während der Blüte meist unnötig oder gar sinnlos ist, da der Käfer schon die jungen Knospen zerstört und in der offenen Blüte keinen Schaden mehr anrichtet, kann doch bei unregelmäßigem Abblühen ausnahmsweise auch einmal ein Stäuben oder Spritzen in die offene Blüte notwendig werden und bei starkem Auftreten des Kohlschotenrüßlers (*Ceutorrhynchus assimilis*) läßt sich eine solche Maßnahme kaum umgehen. Um rücksichtslose Bekämpfungsmaßnahmen und dadurch große Bienenverluste zu verhindern, wurde die Bundesverordnung über bienenschädliche Pflanzenschutzmittel vom 25. 5. 1950 erlassen. Abgesehen davon, daß die Bienenzüchter natürlich ein Recht auf Schutz ihrer Bienen gegen „gemeinschaftliche Sachbeschädigung“ haben (vgl. Hötte, 1950), wird von ihnen immer wieder auf die Vorteile hingewiesen, die der Landwirtschaft und insbesondere dem Obst- und Ölfruchtbau durch die Bienenzucht erwachsen. Untersuchungen über die Frage, welche Bedeutung die Honigbienen für den Ölfruchtbau haben und ob die Ausschaltung bzw. Vermehrung des Bienenflugs den Samenertrag der Ölfrüchte beeinflußt, sind daher auch heute noch von Interesse.

Als Begründung für die Ansicht, daß die Honigbiene für die Befruchtung von Raps und Rüben eine wesentliche Rolle spiele, werden von Seiten der Imker immer wieder die Versuche von Ewert (1926, 1929) und Fechner (1927) angeführt. Ewert arbeitete mit großen Gazekäfigen, die über Rapsparzellen gesetzt wurden, und eingezwängten Bienen. Er fand, daß die Bestäubung der Rapsblüte durch die Honigbiene eine

Verkürzung der Blütezeit und dadurch ein einheitliches Abblühen der ganzen Parzelle bewirke, und daß vor allem die Schotenlänge und damit, da längere Schoten mehr Samen enthalten als kürzere, der Samenertrag wesentlich gesteigert würde. Fechner kam mit ähnlicher Versuchsanordnung zu gleichartigen Ergebnissen. Er setzte nicht nur Honigbienen, sondern als Vertreter der „Wildbienen“ auch Hummeln in einen über einer Rapsparzelle aufgestellten Gazekasten. Im Vergleich zum Freibeet = 100 errechnete Fechner einen Ertrag für das Bienenbeet von 120,8, für das Hummelbeet von 98,9 und für das insektenfreie Beet von 67,4. Das Tausendkorngewicht erreichte im Freibeet 3,67 g, im Bienenbeet 3,70 g, im Hummelbeet 3,30 g und ohne Bestäuber 3,375 g.

Als Ursache für die dem Anschein nach durch die Bienen herbeigeführte günstigere Entwicklung des Rapses nehmen sowohl Ewert wie Fechner an, daß durch die Bienen hauptsächlich Fremdbestäubung (Xenogamie) bewirkt würde, welche bei Raps schnelleres Abblühen, raschere Entwicklung der Frucht und reichlicheren Samenansatz herbeiführen sollte als die Selbstbestäubung (Autogamie). Sie stützen sich dabei auf Angaben von Giltay (s. Fruwirth, 1924), wonach Nachbarbestäubung, d. h. Übertragung des Blütenstaubes von einer Blüte auf die Narbe einer anderen Blüte derselben Pflanze (Geitonogamie), vorteilhafter wäre als Selbstbestäubung, während Fremdbestäubung noch günstiger wirken sollte als Nachbarbestäubung, sowie auf einen an je 25 Rapsblüten durchgeführten Versuch von Fechner. Eigene Beobachtungen deuteten aber darauf hin, daß bei Raps zwischen Fremd- und Selbstbestäubung kein Unterschied besteht hinsichtlich des Samenertrages, im Gegensatz zum Rüben, bei dem die Fremdbestäubung offensichtlich günstiger wirkte. Durch blütenbiologische Ver-

suche, die in den Jahren 1940—43 an der früheren Zweigstelle Kiel-Kitzeberg der Biologischen Reichsanstalt im Rahmen der dort durchgeführten Ölfrucht-Forschungsarbeiten ausgeführt wurden, sollten u. a. auch diese Fragen geklärt werden.

B. Eigene blütenbiologische Untersuchungen.

Die Versuche wurden z. T. in Gemeinschaft mit der Lehr- und Versuchsanstalt für Bienenzucht in Bad Segeberg durchgeführt. Sie erbrachten nicht in allem eine Bestätigung der Ergebnisse von Ewert und Fehner. Rapsparzellen, die durch Drahtgazekästen von entsprechender Maschenweite gegen Beflug durch Honigbienen geschützt waren, während kleinere Wildinsekten Zutritt hatten und auch die Windwirkung nur wenig gehemmt war, standen in bezug auf Schotenlänge und Samenertrag nicht hinter denen zurück, die normal von Bienen befliegen wurden. Nach unseren Feststellungen genügt wenigstens bei Raps normalerweise bereits die Bestäubung der Blüten durch Wildinsekten und Wind zur Erzielung eines vollen Ertrages. Bei dem \pm selbststerilen Rübse n schien dagegen der Ernteertrag durch Bienenflug gesteigert zu werden, wenn dies im Freilandversuch auch nicht so klar zum Ausdruck kam wie in den bereits früher beschriebenen Gewächshausversuchen (Härle, 1948).

I. Die Blühdauer.

Nach einer allgemein verbreiteten Meinung, die auch in der blütenbiologischen Literatur immer wieder zum Ausdruck kommt (s. Roßner, 1923), halten sich Blüten, die nicht befruchtet worden sind, länger frisch als befruchtete. Roßner fand, daß entgegen dieser Meinung wenigstens bei Zwitterblüten die Blühdauer durch die Bestäubung meist nicht beeinflusst wird. Aus der Familie der Cruciferen untersuchte er *Sinapis alba* und fand keinerlei Abhängigkeit des Blühverlaufs von der Bestäubung.

Bei Raps und Rübse n ist ein rascher Blühverlauf wegen der Gefährdung durch den Rapsglanzkäfer erwünscht. Da der Rapsglanzkäfer der offenen Blüte nicht mehr gefährlich wird, kommt es dabei weniger auf die Dauer der Einzelblüte, als auf das rasche Durchblühen der ganzen Pflanze an. Eine günstigere Entwicklung des Blühverlaufs durch die Bestäubungstätigkeit der Honigbiene, wie Ewert sie annimmt, könnte also nur erwartet werden, wenn eine Beschleunigung der Postfloration der Einzelblüte zugleich ein rascheres Aufblühen der jüngeren Knospen bewirken würde. Um festzustellen, wie weit überhaupt die Abblühfolge bei W.-Raps durch die verschiedenartige Bestäubung verändert werden kann, wurden an eingetopften Rapspflanzen (Lembkes W.-Raps) im Gewächshaus die Blüten autogam, geitonogam oder xenogam bestäubt, oder die Bestäubung unterlassen. Die noch geschlossenen Staubgefäße wurden in jedem Fall entfernt; die Kastration hatte, wie besondere Versuche ergaben, auf den zeitlichen Ablauf der Anthese keinen Einfluß. Die am Haupttrieb einer Pflanze stehenden Blüten wurden in der Reihenfolge des Aufblühens verschiedenartig bestäubt, z. B. die 1., 4., 7. usw. Blüte autogam, die 2., 5., 8. usw. Blüte geitonogam, die 3., 6., 9. usw. Blüte xenogam. Die Blüten der Seitentriebe wurden z. T. in der gleichen Weise meist aber am ganzen Trieb einheitlich behandelt, z. B. der 1., 4., 7. Seitentrieb autogam usw. bzw. nur abwechselnd xenogam und autogam oder xenogam und nicht bestäubt. An 6 Rapspflanzen wurden zusammen 485 Blüten auf diese Weise bestäubt, mit dem Ergebnis, daß in keinem Falle größere Abweichungen zwischen den verschiedenen Bestäubungsarten gefunden wurden.

Die absolute Blühdauer ist die Zeit zwischen dem völligen Öffnen einer Blüte (vollständigen Entfal-

ten der Kronblätter) bis zum Verblühen, d. h. bis die Kronblätter schlaff geworden sind, wobei sie meist etwas zusammenneigen und bei leichter Berührung abfallen. Dieser Zeitpunkt läßt sich natürlich nicht auf die Stunde genau festlegen, aber da die Versuche alle einheitlich beurteilt wurden, sind sie doch vergleichbar. Die Zeit zwischen der Bestäubung und dem Verblühen wurde als relative Blühdauer bezeichnet. Die absolute Blühdauer schwankte zwischen 31 und 37 Stunden, war aber innerhalb der einzelnen Versuchsreihen ganz auffallend konstant. Sie war stets gleich lang, gleichgültig, ob die Blüten fremdbestäubt, selbstbestäubt oder gar nicht bestäubt wurden. Dementsprechend zeigte auch die relative Blühdauer innerhalb der vergleichbaren Reihen keine Unterschiede und war gegenüber der absoluten nur um den zwischen Aufblühen und Bestäubung liegenden Zeitraum kürzer. Eine Beschleunigung der Abblühgeschwindigkeit trat durch die Bestäubung nicht ein. Auch bei Rübse n (Lembkes W.-Rübse n) ist die Blühdauer nicht von der Bestäubung abhängig, obgleich man dies anders hätte erwarten können, da Rübse n im Gegensatz zu dem stets selbstfertilen Raps zum großen Teil selbststeril ist. Berechnet man als kurzen Ausdruck für den Grad des Samenansatzes eine „Fertilitätszahl F“ aus dem Verhältnis der Zahl der angesetzten Schoten zu der Zahl der bestäubten Blüten, vervielfacht mit der durchschnittlichen Samenzahl, so schwankte z. B. bei 70 Rübse npflanzen mit durchschnittlich je 85 selbstbestäubten Blüten die Zahl F von 0,03 bis 17,0 mit einem mittleren Wert von 2,24 während diese Zahl bei Fremdbestäubung bis zu 28,5 betrug (im Mittel aus 127 Kombinationen 10,4) und bei Raps sowohl nach Selbstbestäubung wie Fremdbestäubung selten unter 15 und sehr häufig bei 28—30 lag.

Rübse n zeigt also eine Gruppensterilität, wie sie bei Cruciferen und speziell bei *Brassica* schon mehrfach festgestellt wurde (vgl. Kakizaki, 1931). Auf die Blühdauer hat die Art der Bestäubung keinen Einfluß, gleichgültig, ob eine Befruchtung erfolgt oder nicht und auch unabhängig davon, wie lange der Blütenstaub auf der Narbe gelegen hat. Es wurden offene Blüten und noch geschlossene Knospen bestäubt, wobei die Bestäubung im ersten Falle ungefähr 1 Stunde nach dem völligen Entfalten der Blüte, im zweiten Fall nach vorsichtigem Öffnen der Knospe bis zu 24 Stunden vor diesem Zeitpunkt vorgenommen wurde. Die zu den Versuchen verwendeten Pflanzen waren z. T. weitgehend selbststeril.

Untersuchungen über den Zeitpunkt der Empfängnisreife der Raps- bzw. Rübse nnarben wurden nicht angestellt. Einige Angaben darüber finden sich bei Seeliger (1921a). Sowohl die Raps- wie die Rübse nblüten sind schwach protogyn, wodurch wenigstens zu Beginn des Aufblühens die Fremdbestäubung begünstigt wird. Diese Tatsache ist, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, wohl für den Rübse n von Bedeutung, nicht mehr aber für den Raps, der als allotetraploide Form zweier selbststeriler *Brassica*-Arten (*Brassica campestris*, der Stammform des Rübse ns, und *Br. oleracea*, s. U 1935) durch die (spontan eingetretene) Polyploidisierung selbstfertil geworden ist.

Um Anhaltspunkte für die Wachstumsgeschwindigkeit der Pollenschläuche zu bekommen und festzustellen, ob die fremden Pollenschläuche das Griffelgewebe schneller durchwachsen als die eigenen, bei xenogamer Bestäubung einer Blüte die Befruchtung also schneller erfolgen würde als bei autogamer, wurden die Griffel der abwechselnd fremd- und selbstbestäubten Blüten in bestimmten Zeitabständen nach der Bestäubung in halber Höhe durchschnittlich und beobachtet, nach welcher Zeit noch eine Befruchtung der Samenanlagen stattfand. Unter den herrschenden Versuchsbedingun-

gen (Temp. 20—25 ° C) war nach 8—10 Stunden, teilweise schon nach 7 Stunden die Befruchtung erfolgt bzw. die Pollenschläuche weiter als bis zur Hälfte des Griffels vorgedrungen, und zwar ohne Unterschied, ob die Bestäubung durch eigenen oder fremden Pollen erfolgt war.

II. Der Samen'ertrag.

Zur Nachprüfung der Angaben von Ewert u. a., daß die Fremdbestäubung längere Schoten mit mehr Samen hervorbringe als Selbstbestäubung, wurde bei einer Anzahl Pflanzen die Länge der Schoten nach Heranreifen derselben gemessen und die Samen gezählt, bei einigen auch das Tausendkorngewicht festgestellt. Die Schotenlänge wurde vom Stielansatz bis zum Ansatz des „Schnabels“ (Griffels) gemessen. Die Länge des (sterilen) Schnabels ist verschieden, und zwar unabhängig von der Samenzahl; deshalb ist es vorzuziehen, nur die Klappenlänge zu messen. Wie bei der Blühdauer zeigte sich auch bei der Schotenlänge und der Samenzahl kein statistisch gesicherter Unterschied zwischen Autogamie, Geitonogamie und Xenogamie und ebensowenig waren beim Tausendkorngewicht (durchschnittlich 4,957 g) eindeutige Unterschiede zu erkennen. Wenn Ewert und Fechner festgestellt haben wollen, daß Bienenbestäubung bei Raps höhere Erträge liefert als Bestäubung der Blüten durch andere Pollenüberträger (Wildinsekten oder Wind), so läßt sich nach unseren Versuchen diese Feststellung auf jeden Fall nicht mit der Annahme begründen, daß durch die Bienen vorwiegend Fremdbestäubung besorgt würde, während andere Insekten und Wind hauptsächlich nur Autogamie oder allenfalls Geitonogamie bewirkten. Beim Raps ist es völlig belanglos, durch welche der drei Bestäubungsarten die Befruchtung erfolgt ist. Daß die Honigbiene der eifrigste und „zielbewußteste“ Blütenbesucher ist und bei unseren Ölfrüchten am sichersten das Zustandekommen einer Befruchtung überhaupt garantiert, soll nicht bestritten werden. Über die Rolle, die der Raps glanzkäfer bei der Befruchtung von Raps und Rübsen spielt, ist bereits früher berichtet worden (Härle, 1948). Doch sei hier nochmals darauf hingewiesen, daß — abgesehen von dem Schaden, den er während des Knospens Stadiums des Rapses anrichtet — seine blütenbiologische Bedeutung verhältnismäßig gering ist. Er beteiligt sich zwar an der Übertragung des Blütenstaubs, leistet aber weniger als die Bienen und ist als Blütenbestäuber entbehrlich. Überlegungen, ob er bei Raps vorwiegend Fremd- oder Selbstbestäubung besorgt (Seeliger 1921b), sind nach unseren Befunden über die Wirkung von Autogamie und Xenogamie überflüssig.

C. Schluß.

Die Ergebnisse der im Vorstehenden geschilderten Versuche und Überlegungen fassen wir folgendermaßen zusammen:

1. (Lembkes) Winterraps ist voll selbstfertil. Selbstbestäubung (Autogamie und Geitonogamie) und Fremdbestäubung (Xenogamie) sind in bezug auf Abblühgeschwindigkeit, Schotenlänge, Samenzahl und Tausendkorngewicht völlig gleichwertig. Die Zeitspanne zwischen Bestäubung der Narbe und Befruchtung der Samenanlagen (die Wachstumsgeschwindigkeit der Pollenschläuche im Griffelgewebe) ist bei Selbst- und Fremdbestäubung gleich groß.
2. (Lembkes) W.-Rübsen zeigt bei Selbstbestäubung eine abgestufte Selbststerilität, die von fast normalem Samenansatz bis zur totalen Sterilität gehen kann. Die Blühdauer wird durch die Art der Bestäubung (Selbst- oder Fremdbestäubung) nicht beeinflusst.

3. Honigbienen sind die sichersten und zuverlässigsten Pollenüberträger. Sie vermitteln am besten die Fremdbestäubung, die für den Rübsen zur Erzielung eines vollen Ertrages unerlässlich ist. Unter normalen Verhältnissen wird aber durch Wildinsekten und durch Windbewegung die notwendige Bestäubung vollzogen, so daß es nicht unbedingt erforderlich ist, zusätzlich Bienenvölker in die blühenden Ölfruchtschläge einzubringen.

Diese Feststellungen sollen keineswegs dazu dienen, den Landwirt zur Rücksichtslosigkeit bei der Schädlingsbekämpfung oder zu mangelndem Entgegenkommen gegenüber Wanderimkern zu veranlassen. Aber andererseits dürfen auch die Auswüchse, welche die von den Imkern gemachte Propaganda zuweilen angenommen hat, nicht unwidersprochen bleiben. Hier soll auch auf die immer wieder auf Imkerversammlungen und ähnlichen Gelegenheiten erörterte Frage eingegangen werden, wie weit die Bienen zur direkten Bekämpfung des Raps glanzkäfers beitragen. Nach Ansicht vieler Imker stört die dauernde Beunruhigung durch den Bienenbeflug den Raps glanzkäfer in seiner Fraßtätigkeit. Er soll sich angeblich bei jeder Erschütterung zu Boden fallen lassen und hernach gezwungen sein, „mühsam wieder hochzuklettern“. Dem ist zu entgegen, daß die Bienen die Knospen, an denen der Raps glanzkäfer Schaden anrichtet, nicht befliegen und daß außerdem, wie jede einfache Beobachtung lehrt, die in der offenen Blüte sitzenden Käfer sich durch anfliegende Bienen in keiner Weise stören lassen. Wenn eine Bekämpfung notwendig wird, muß sie mit chemischen Mitteln erfolgen. Bei beiderseitigem guten Willen ist eine sachgemäße Schädlingsbekämpfung auf den Ölfruchtschlägen mit deren Ausnutzung durch die Bienenzüchter durchaus vereinbar.

Literatur.

- Ewert, R. (1926): Ergebnisse und Untersuchungen über die Befruchtung der Kulturgewächse durch Bienen. — Wandervers. Bienenwirte dtsh. Zunge. Verl. Leipz. Bienenz. (1926).
- Ewert, R. (1929): Blüten und Früchten. Neudamm 1929.
- Fechner, E. (1927): Untersuchungen über die Einwirkung eines Rückganges der Bienenzucht auf den Samen'ertrag einiger landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. — Arch. f. Bienenkunde. **8**, S. 57.
- Fruwirth, C. (1924): Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Bd. II.
- Härle, A. (1948): Ist der Raps glanzkäfer (*Meligethes aeneus* Fabr.) nur ein Schädling? — Nachr. Bl. f. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienst **2** (N. F.) 40—42.
- Hötte, J. (1950): Strafrechtliche Folgen bei falscher Anwendung von Berührungsgiften zur Bekämpfung des Raps glanzkäfers. — Nachr. Bl. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienstes **2**, 28—29.
- Kakizaki, Y. (1931): Studies on the genetics and physiology of self- and cross-incompatibility in the common cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) — Japan. Journ. Bot. **5**, 133—208.
- Roßner, F. (1923): Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Bestäubung und Blühdauer. — Bot. Arch. **3**, 61—128.
- Seeliger, R. (1921a): Über Dauer und Bedeutung des vorweiblichen Zustandes der Raps- und Rübsenblüte. — Mitt. Biol. Reichsanst. H. 21, S. 219.
- Seeliger, R. (1921b): Zur Frage der Pollenübertragung durch den Raps glanzkäfer vom botanischen Standpunkte. — Mitt. Biol. Reichsanst. H. 21, S. 224.
- U, N. (1935): Genome-analysis in Brassica with special reference to the experimental formation of Brassica napus and peculiar mode of fertilization. — Jap. Journ. of Bot. **7**, 389—452.