

Klimmek, Alexander

Der Rauswurf der Milbe

Züchtung varroaresistenter Bienen

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	1
2. Varroa-Toleranz	2
3. Gotland Projekt	2
4. Vererbung	4
4.1 Zellteilung	4
4.2 Zellverschmelzung	4
4.3 Reifeteilung	5
4.4 Vererbung des Geschlechts	5
5. Vererbungsgesetze und -begriffe	6
5.1 Mendelsche Regeln	7
5.1.1 Uniformitätsgesetz.....	7
5.1.2 Spaltungsgesetz	9
5.1.3 Unabhängigkeitsgesetz.....	11
6. Züchtung	11
6.1 Heterosis /Heterosiseffekt	12
6.2 Heterosiszüchtung	13
6.2.1 Rekurrente Selektion	13
6.2.2 Rekurrente reziproke Selektion.....	14
7. Künstliche Besamung	15
8. Quellen- und Literaturverzeichnis	18
Bücher	18
Webseiten	18
Bilder	20
9. Thesenpapier	Fehler! Textmarke nicht definiert.
10. Erklärung zur Urheberschaft	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1. Vorwort

Die Honigbiene ist ein überaus faszinierendes und komplexes Insekt.

Jedoch sterben jährlich tausende Bienenvölker, auf Grund des Bienenstaatsfeindes Nummer 1: die Varroa-Milbe (*Varroa destructor*).

Dieser Parasit stammt ursprünglich aus Südostasien, wo die östlichen Bienen seit Jahren ohne Probleme mit ihm lebten. Als sie aber durch weiträumige Bientransporte auch nach Europa kamen, starben hierzulande viele Bienenvölker. Durch diese rasche globale Verbreitung der Milbe konnte keine langfristige Lösung zur Bekämpfung gefunden werden. Es wurden zwar Methoden entwickelt diesen Parasiten chemisch zu behandeln, jedoch hat dies womöglich dauerhafte Folgen auf die Honigbienen und deren Produkte, welche bisher noch unerforscht sind. Einige Imker versuchten deshalb Bienen zu züchten, die resistent gegen die Varroa-Milbe sind. Hierbei gab es unterschiedlichste Ansätze. Man sagt ja nicht umsonst: „2 Imker, 3 Meinungen“. Ein Ansatz der natürlichen Selektion wurde im sogenannten „Gotland Projekt“ auf einer schwedischen Insel vertieft.

Im Rahmen meiner Facharbeit möchte ich genauer auf die Züchtung varroaresistenter und ertragreicher Honigbienen eingehen.

Da ich selber eine kleine Imkerei habe, liegen mir bereits praktische Erfahrungen zu verschiedenen Züchtungsmethoden vor, welche aber auf der Züchtung leistungsstärkerer Bienen in der Honigproduktion basieren.

2. Varroa-Toleranz

Das beste Beispiel für ein stabiles Parasit-Wirt-Gleichgewicht zwischen Varroa-Milben und Honigbienen ist die östliche Honigbiene. Sie hat es durch spezifische Wirtsfaktoren geschafft, die Milbenpopulation ausreichend zu kontrollieren, sodass die Schäden der Milbe im Bereich des Erträglichen liegen. Der Parasit pflanzt sich dort nur erfolgreich in Drohnenbrut fort, jedoch nicht in Arbeiterinnenbrut. Somit ist die Varroa-Reproduktion nur auf die Drohnenbrut begrenzt. Außerdem werden von der Varrose befallene Zellen erkannt und „eingesargt“, so dass die Puppe und die Varroa-Milbe dauerhaft in der Brutzelle eingeschlossen werden. Auf diese Weise wird ein Großteil der Milbenpopulation beseitigt. In Völkern von östlichen Honigbienen beobachtete man auch das effektive Hygieneverhalten namens Grooming. Hierrunter versteht man das Beseitigen von Milben, durch gegenseitiges Putzen der adulten Bienen. Ein weiteres Hygieneverhalten ist das VSH-Verhalten (Varroa Sensible Hygiene), wo die befallenen Drohnenzellen durch Arbeiterinnen bestimmt, geöffnet und nach draußen gebracht werden.

Alle diese Eigenschaften fehlen der europäische Honigbiene ganz oder sind nur ansatzweise vorhanden. Um dies zu ändern, wurden bereits mehrere Versuche unternommen, unsere Bienenvölker daraufhin zu selektieren und gezielt zu züchten.

Auch auf der Basis natürlicher Selektion wurde versucht resistente Bienen zu finden, wie z.B. in Schweden im sogenannten Gotland-Projekt.

3. Gotland Projekt

Im Normalfall werden Bienenvölker jährlich chemisch behandelt, damit die Varroa-Population unter der Schadensschwelle gehalten wird. Jedoch wird beim chemischen Behandeln den Bienenvölkern die Möglichkeit genommen, eine natürlichen Selektion zu bilden. Die Selektion sollte zu einem langfristigen Ausgleich zwischen Wirt und Parasit

führen. Diese Theorie wurde (1999-2008) in einer Langzeituntersuchung auf der Insel Gotland in Schweden bestätigt.

Für die Durchführung des Projekts wurden 150 Bienenvölker, verschiedenster nordeuropäischer Bienenrassen gewählt, welche unter einem Ausgangs-Varroa-Befall von 3% (3 Varroen je 100 Bienen) litten.

Innerhalb von drei Jahren reduzierte sich die Anzahl der Völker durch hohe Winterverluste extrem. Von den 150 Bienenvölkern lebten nach drei Jahren nur noch 23 Völker. Seitdem hält sich die Anzahl der Bienenvölker auf einem niedrigen, jedoch stabilen Niveau. Man untersuchte daraufhin diese Völker genauer. Dabei wurde festgestellt, dass jene Völker, die eine relativ geringe Anzahl von Bienen aufweisen, überwintern. Somit werden die Überwinterungschancen der Milben reduziert. Darüberhinaus ist das Reproduktionsvermögen der Milbe in den Projektvölkern deutlich eingeschränkt. Allerdings sind diese „Gotlandbienen“ aufgrund eines geringen Honigertrages und deren unerwünschte Verhaltensweisen (z.B.: Stechfreudigkeit) keine nachhaltige Lösung für die Imkerei.

Es wurde genetisches Material an die Martin-Luther-Universität in Halle weitergegeben, um dort genauere genetische Untersuchungen durchzuführen. Diese Untersuchungen waren erfolgreich. Es konnte im Genom QTL's (Quantitative Trait Locus = „*Ort im Genom, der ein oder mehrere Gene enthält, die an der Ausprägung eines quantitativen Merkmals beteiligt sind.*“¹) auf drei Chromosomen identifiziert werden, die zur Herleitung eines Zuchtprogramms hilfreich sein könnten. Jedoch bedarf es hier noch weiterer Forschungen.

Diese erfolgen auf der Grundlage von gewonnenen Kenntnissen aus der Imkerei. Nachfolgend möchte ich daher auf die Regeln der Vererbung, deren Anwendung bei der Züchtung und die künstliche Besamung der Honigbiene näher eingehen.

¹ <http://www.transgen.de/lexikon/1823.quantitative-trait-locus-ctl.html>

4. Vererbung

„Vererbung ist die Übertragung bestimmter Merkmale und Eigenschaften von den Vorfahren auf die Nachkommen“²

Die Lehre von der Vererbung und der Veränderlichkeit der Lebewesen wird als Genetik bezeichnet. Die ererbten Eigenschaften beruhen auf Genen oder Erbanlagen, deren Kombination und Wirkung bestimmten Gesetzmäßigkeiten unterliegen.

4.1 Zellteilung

Bei der Zellteilung verdichten sich die Chromatinfäden und gehen von der Funktionsform in die Transportform über. Es bilden sich die Chromosomen, deren Anzahl und Form für jede Tierart charakteristisch ist. Die Chromosomen liegen paarig vor – bei der Biene sind das 16 Chromosomenpaare. Jeweils ein Teil von den 16 stammen vom Vater und der andere von der Mutter ab. So bestehen auch die Gene als Genpaare oder Allele. Beide Partner können eine andere Ausprägung des betreffenden Merkmals haben. Zum Beispiel kann das väterliche Gen, bezüglich der Farbe die Anlage braun, das mütterliche die Anlage schwarz, vererben. Daraufhin reproduzieren die Chromosomenpaare jeweils ein weiteres identisches Chromosomenpaar. So dass nach der Teilung die Zellkerne der Tochterzelle die gleiche Anzahl von Chromosomenpaaren aufweisen, wie die der Mutterzelle.

4.2 Zellverschmelzung

Zellverschmelzung ist die Voraussetzung für die Entstehung eines neuen Lebewesens. Dabei verschmelzen zwei Geschlechtszellen verschiedenen Geschlechtes, die durch das Zusammentreffen von Ei und Spermium vollzogen wird (Befruchtung). Das Spermium besteht aus Hals, Kopf und Schwanz. Das Ei besteht hingegen neben dem Erbgut aus nährstoffreichem Plasma, welches zum Entwickeln des Embryos benötigt wird. Die

² „Das Imkerbuch“ von Gisela Droege (S. 190)

Samenzelle dringt ohne Schwanz in das Ei ein und verschmilzt anschließend mit ihm. Bei der Biene geschieht dies etwa 3 bis 4 Stunden nach der Eiablage.

4.3 Reifeteilung

Bei der diploiden weiblichen Geschlechtszelle wird während des Reifeteilungsprozesses der Geschlechtszellen die Chromosomenzahl auf die Hälfte reduziert. Hierbei bleibt es dem Zufall überlassen, wie viel und welche Chromosomen aus dem mütterlichen und aus dem väterlichen Chromosomensatz kommen.

Die aus unbefruchteten Eiern entstehenden Drohnen sind von immer haploid, besitzen also 16 Einzelchromosomen. Hier findet keine Reifeteilung statt. Deshalb sind auch alle Spermien, die ein Drohn erzeugt, einander gleich und reinerbig: sie haben alle die gleichen Erbanlagen wie die Eizellen, aus der der Drohn entstanden ist.

Sobald die Befruchtung stattgefunden hat, ist der diploide Chromosomensatz wieder hergestellt. Jeder weibliche Nachkomme der Biene hat die eine Hälfte der Erbanlagen von der Mutter und die andere Hälfte vom Vater erhalten.

4.4 Vererbung des Geschlechts

In der Bienenzucht wird das Geschlecht nicht durch unterschiedliche Geschlechtschromosomen (X- bzw. Y-Chromosomen), sondern durch ein Geschlechtsgen oder Sexallel bestimmt. Denn das Y-Chromosom, welches meist entscheidend für das männliche Geschlecht ist, fehlt bei den Bienen.

Ein weibliches Tier (Arbeitsbiene oder Weisel) entsteht, wenn im Zellkern zwei X-Chromosomen vorhanden sind (diploider Chromosomensatz). Dies ist bei befruchteten Eiern der Fall: sie enthalten von beiden Elternteilen ein X-Chromosom.

Aus dem unbefruchteten Ei, mit nur einem X-Chromosom, entsteht eine Drohne.

Voraussetzung für die Entwicklung eines weiblichen Tiers ist allerdings, dass sich die beiden X-Chromosomen teilweise unterscheiden (multiple Allelie). Jedoch ist die Wahrscheinlichkeit hierfür relativ gering, dass bei der Befruchtung vollkommen gleiche X-Chromosomen zusammentreffen. Bei wiederholter und enger Verwandtschaftspaarung tritt

dieser Fall häufiger auf. Infolgedessen entstehen Drohnenmaden mit einem diploiden Chromosomensatz, der durch die fehlende Unterschiedlichkeit der Sexallele zustandekommt. Diese Drohnenmaden werden schon im jüngsten Stadium von den Bienen aufgefressen. Durch die Inzucht kann es zu Brutaussfällen kommen, welche bis zu 50% der Brut betreffen können. Dadurch wird, neben den Inzuchtdepressionen, durch mangelnde Volksstärke, die Leistungsfähigkeit eines Bienenvolkes stark eingeschränkt. Unter der Inzuchtdepression versteht man „*die Reduktion der Leistung von ingezüchteten Populationen.*“³

5. Vererbungsgesetze und -begriffe

Bei allen Lebewesen erfolgt die Vererbung nach denselben Grundgesetzen. Diese Grundsätze notierte *Gregor Mendel* Mitte des 19. Jahrhunderts in den nach ihm benannten Mendelschen Regeln. Sie weisen auch heute noch Gültigkeit auf, obwohl inzwischen weitere neue Kenntnisse in der Genetik getroffen wurden.

In der Bienengenetik gibt es eine Reihe von biologischen Besonderheiten, die zu berücksichtigen sind:

- Die Königin paart sich mit mehreren Drohnen. Dadurch tritt, außer bei der künstlichen Besamung mit Sperma von nur einem Drohn, eine stärkere Streuung der Merkmale auf.
- Da die Drohnen nur aus unbefruchteten Eiern bestehen, geben sie folglich nur mütterliches Erbgut weiter. Sie sind somit genetisch der Mutter gleichzusetzen. Es tritt auch keine Neukombination von Chromosomen ein, da bei der Spermareife die Reduktionsteilung unterbleibt.
- Die Drohnen haben nur einen halben (haploiden) Chromosomensatz, daher kann es nicht zu einer Überdeckung der Gene kommen (Dominanz). Deshalb kann ein Drohn nicht mischerbig sein.
- Arbeitsbienen haben einen diploiden Chromosomensatz, weshalb sie nur die Hälfte ihrer Erbanlage mit den haploiden Drohnen gemeinsam haben. Um den Drohn

³ <https://de.wikipedia.org/wiki/Inzuchtdepression>

züchterisch zu beurteilen, ist deshalb nicht die Leistung des eigenen Volkes, sondern desjenigen Volkes ausschlaggebend, dem die Mutter entspringt.

- Es gibt bei der Honigbiene zwei verschiedene weibliche Tiere. Die weibliche Larve kann sich auf derselben erblichen Grundlage unter Einfluss der Ernährung zur Königin oder zur Arbeiterin entwickeln.
- Das weitergegebene Erbgut von der Weisel⁴ an die Arbeiterinnen tritt bei ihr größtenteils nicht in Erscheinung. Also können die Erbeigenschaften erst an deren Nachkommen untersucht werden.

5.1 Mendelsche Regeln

5.1.1 Uniformitätsgesetz

Bei der Verpaarung von zwei reinerbigen Lebewesen, die sich in bestimmten Merkmalen unterscheiden, sind die Nachkommen in diesem Merkmal untereinander gleich (uniform). Die Merkmale nehmen dabei entweder eine Zwischenstellung zu den Eltern ein (intermediärer Erbgang) oder gleichen einem Elternteil (dominanter Erbgang). Bei der intermediären Vererbung sind die Merkmale beider Partner gleich stark ausgeprägt. Demnach sind Bastarde im intermediärem Erbgang leicht zu erkennen. Jedoch wirken die Allele eines Gens nicht immer gleich stark. Ein Allel kann durch seine Dominanz das andere überdecken. Die schwächere, überdeckte Merkmalsprägung wird als rezessiv und die stärkere als dominant bezeichnet. Am Phänotyp lässt sich nicht erkennen, ob es in der F₁-Generation (in Bezug auf das Merkmal) reinerbig ist.

Mit dem Beispiel der Cordovan-Biene lässt sich die dominante Vererbung gut darstellen. Diese Rasse ist eine Mutation der Carnica-Biene, deren Chitin des Körperpanzers lederbraun aufgehellt ist. Das Merkmal der Cordovan-Biene ist rezessiv, das der Carnica hingegen ist dunkelbraun und dominant. Bei einer Kreuzung der Rassen sind die

⁴ die Weisel=Königin

Nachkommen dunkelbraun. Nur die Drohnen die aus unbefruchteten Eiern einer Cordovan-Weisel entstanden sind, haben demnach einen lederbraun aufgehellten Chitin Panzer.

Allgemein gilt:

„Kreuzt man Lebewesen einer Art, die sich in einem Merkmal unterscheiden, für das sie reinerbig sind, so sind die Nachkommen in der F_1 -Generation in Bezug auf dieses Merkmal untereinander gleich (=uniform).“⁵

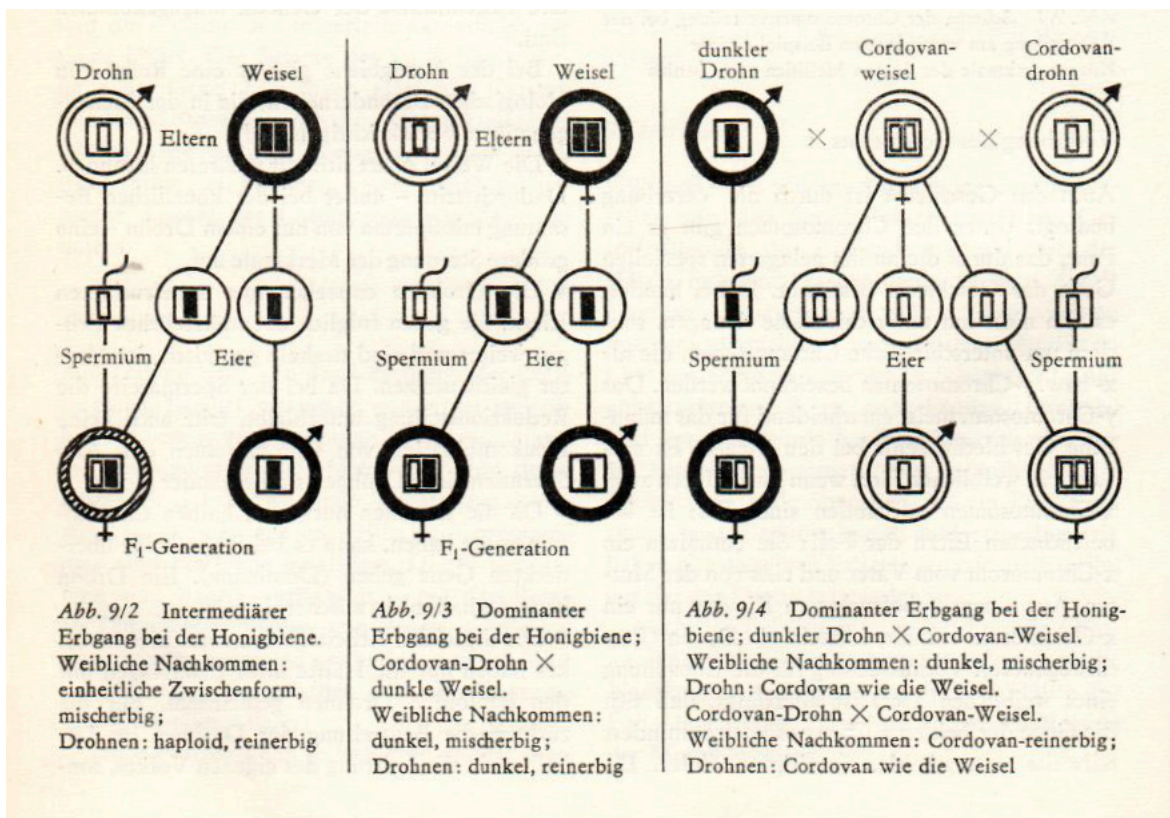


Abbildung 1

⁵ „Netzwerk Biologie“ von Antje Starke (S. 10)

5.1.2 Spaltungsgesetz

Bei einer Kreuzung der F_1 -Tiere untereinander spalten die weiblichen Nachkommen der folgenden F_2 -Generation bei intermediärem Erbgang im Verhältnis 1:2:1 auf, das bedeutet:

- 25% der weiblichen Nachkommen sind reinerbig und gleichen dem einen Großelternteil
- 50% der weiblichen Nachkommen sind mischerbig und gleichen den Eltern (Zwischenstellung)
- 25% der weiblichen Nachkommen sind reinerbig und gleichen dem anderen Großelternteil

Demnach sind je 50% der weiblichen Nachkommen reinerbig und mischerbig.

Die 2. Mendelsche Regel gilt auch für den dominanten Erbgang. Die Aufspaltung geht genetisch ebenfalls im Verhältnis 1:2:1 vor sich. Jedoch spalten die weiblichen Nachkommen im Phänotyp im Verhältnis 1:3 auf. Während die Drohnen der mischerbigen Königin am Beispiel Cordovan teils reinerbig dunkel, teils reinerbig cordovan sind, zeigen sich unter den weiblichen Nachkommen 75% dunkel und 25% hell. Unter den Dunklen sind 50% mischerbig, 25% reinerbig genotypisch. Aufgrund der Reinerbigkeit der Drohnen lässt sich an der männlichen Nachkommenschaft prüfen, ob eine Weisel reinerbig oder mischerbig ist. Eine reinerbige Weisel bringt einheitliche Drohnen, eine mischerbige hingegen bringt unterschiedliche Drohnen hervor.

Allgemein gilt:

„Kreuzt man die Mischlinge der F_1 - Generation (Tochtergeneration) untereinander, so spaltet sich die F_2 - Generation (Enkelgeneration) in einem bestimmten Zahlenverhältnis auf. Dabei treten auch die Merkmale der Elterngeneration wieder auf.“⁶

⁶ <http://www.frustfrei-lernen.de/biologie/gregor-johann-mendel-mendelsche-gesetze.html>

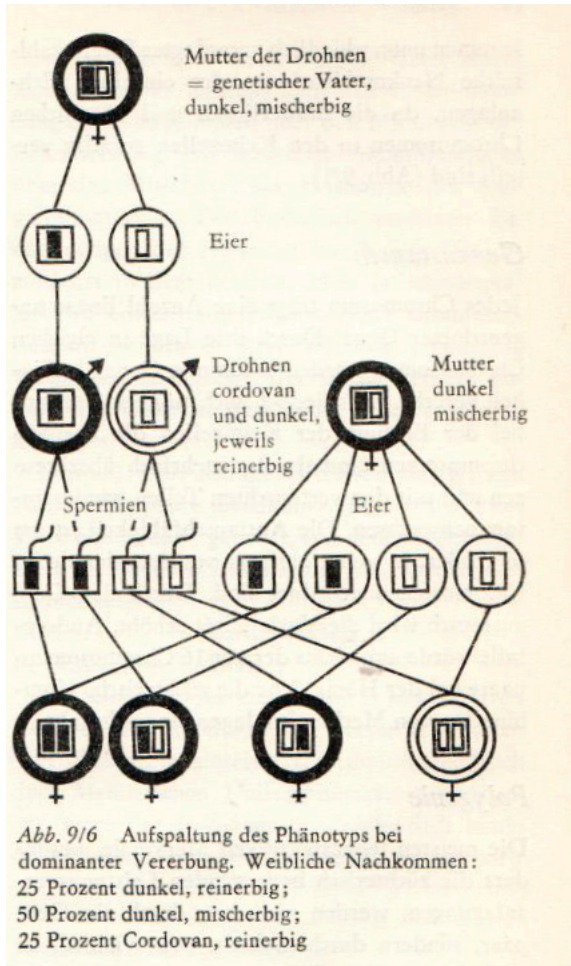


Abbildung 2

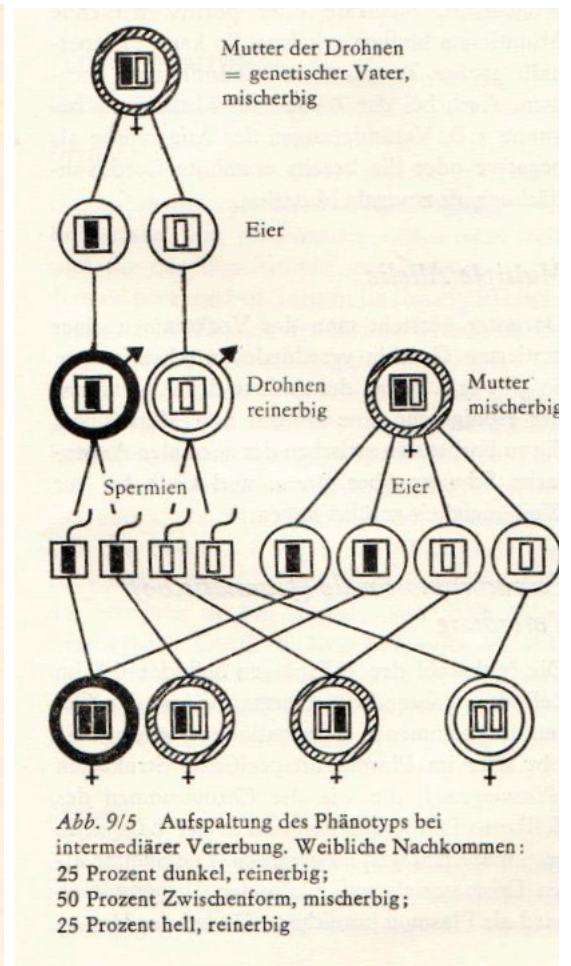


Abbildung 3

5.1.3 Unabhängigkeitsgesetz

Bei der Bildung von Geschlechtszellen spalten sich die Gene in verschiedenen Chromosomen unabhängig voneinander auf. So entstehen bei den Nachkommen unterschiedlich veranlagter Partner zahlreiche Neukombinationen der einzelnen Erbanlagen, da die mütterlichen und väterlichen Chromosomen in den Keimzellen zufällig verteilt sind.

Allgemein gilt:

„Kreuzt man Lebewesen einer Art, die sich in mehreren Merkmalen reinerbig unterscheiden, so werden die einzelnen Gene bei der Bildung der Geschlechtszellen unabhängig voneinander verteilt. Bei der Befruchtung können die Gene dann in neuen Kombinationen zusammentreten.“⁷

Diese beschriebenen Gesetzmäßigkeiten finden bei der Züchtung der Honigbiene ihre Anwendung.

6. Züchtung

„Die Züchtung ist das zielgerichtete Anwenden genetischer Erkenntnisse zur Steigerung der Leistungen.“⁸

In der Imkerei ist man bestrebt eine Steigerung der Honig- und Wachsleistung der Biene sowie der Bestäubungsaktivität zu erreichen. Es wird versucht die Widerstandsfähigkeit der Honigbiene gegen Krankheiten und Parasiten, wie der Varroa-Milbe, zu stärken.

Sanftmütige, wabenstete und schwarmträge Bienen ermöglichen die Imkerei effizienter zu betreiben. Deshalb ist neben einer guten Trachtgrundlage und der optimalen Technologie die Züchtung einer leistungsstarken Biene die Grundvoraussetzung für eine funktionierende Bienenwirtschaft.

⁷ „Netzwerk Biologie“ von Antje Starke (S. 13)

⁸ „Das Imkerbuch“ von Gisela Droege (S. 198)

Für die gezielte Züchtung von leistungsstarken Bienen eignet sich die Form der Heterosiszüchtung.

6.1 Heterosis /Heterosiseffekt

„Unter Heterosis wird die genetisch bedingte Leistungsüberlegenheit von Kreuzungsprodukten gegenüber dem Ausgangsmaterial verstanden.“ Dieser von Schull (1914) geprägte und definierte Begriff gilt als Abkürzung für „Stimulus der Heterozygotie“.⁹

Durch planmäßige Kombinationen verschiedenster Erbanlagen können auf Basis der Reinerbigkeit bedeutende Leistungssteigerungen erzielt werden. Unter dieser Leistungssteigerung, auch Heterosiseffekt genannt, versteht man den Leistungsanstieg der Nachkommen über den Mittelwert der Elternleistung. Viele positive Erscheinungen der Heterosis haben ihre Ursache im heterozygoten (mischerbigem) Erbgut. Ein Individuum ist heterozygot, wenn ein Gen in den diploiden Chromosomensätzen in zwei verschiedenen Ausprägungen (Allelen) vorliegt. Des Weiteren ist es möglich, dass Gene zusammentreffen, die sich in ihrer Wirkung verstärken. Das Vorhandensein dominanter Gene kann zu noch stärkeren Effekten führen.

Beispiel: Es werden zwei reinerbige Tiere gekreuzt von denen jedes eine andere Ausprägung der betreffenden Anlage nachweist.

Eltern: AbAb x aBaB
 F₁-Generation: AbaB

Es entsteht eine Überdominanz, da die Gene A des einen und B des anderen Elternteile dominant sind und sich somit gegenseitig verstärken. Laut dem Mendelschen Uniformitätsgesetz besitzt die F₁-Generation einheitlich beide dominanten Gene. Demnach

⁹ „Lexikon der Bienenkunde“ von Johannes Otto Hüsing/Joachim Nitschmann (S. 166)

wird die betreffende Anlage bei den Nachkommen stärker ausgeprägt, als bei den Eltern. Es können so auch Gene in ihrer Wirkung verstärkt werden.

Nicht bei allen Kreuzungen von reinerbigen Tieren wird ein Heterosiseffekt hervorgerufen. Der Züchter ermittelt die zueinander passenden Partner, indem er die jeweiligen Kombinationen testet (Passertests).

Allerdings geht in den Folgegenerationen der Heterosiseffekt durch Aufspaltung der Gene verloren.

6.2 Heterosiszüchtung

„Heterosiszüchtung ist die Anwendung von Zuchtverfahren zur Ausnutzung von Heterosis“¹⁰

Um den Heterosiseffekt zu erzielen, werden mehrere Linien einer Rasse in Inzucht gehalten. Voraussetzung hierfür ist die kontrollierte Verpaarung, bestenfalls auf dem Wege der künstlichen Besamung. Einige Linien fallen infolge der Inzuchtdepressionen aus.

Die Kreuzungen der Inzuchtlinien werden aufgrund der Ergebnisse von Passertests ermittelt. Für die Ausnutzung von Heterosis in der Bienenzüchtung gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten, die rekurrente Selektion und die rekurrente reziproke Selektion.

6.2.1 Rekurrente Selektion

Bei der rekurrenten Selektion wird eine Anzahl von Weiseln einer Linie an eine konstante Prüfungslinie, den Tester, in der Bienenzucht an die Vaterlinie einer Belegstelle, angepaart. Als Eltern für die Aufzucht der nächsten Generation werden dann von Generation zu Generation immer wieder solche Tiere gewählt, die mit der Prüfungslinie die besten

¹⁰ „Lexikon der Bienenkunde“ von Johannes Otto Hüsing/Joachim Nitschmann (S.166, 167)

Kombinationen ergeben. Die Eltern werden also nicht nach ihrem Phänotyp (Eigenleistung), sondern nach der Leistung der Nachkommenschaft selektiert.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Nachkommenschaftsprüfung ist hierbei die ausreichende Langlebigkeit der zu prüfenden Weiseln. Auch Kurzleistungstests in der Frühtracht, Saugtests (Futteraufnahmegeschwindigkeit bei Jungbienen) und die Ermittlung der Brutentwicklung können die rechtzeitige Zuchtwertschätzung ermöglichen.

6.2.2 Rekurrente reziproke Selektion

Für die rekurrente reziproke Selektion werden zwei Linien wechselseitig auf Kombinationseignung gezüchtet. Die Selektion wird in beiden Linien nach den Ergebnissen der Kreuzung durchgeführt. Beide Linien werden reziproke, also A-Weiseln x B-Drohnen und A-Drohnen x B-Weiseln, miteinander verpaart. Aufgrund der Kreuzung werden die besten Eltern selektiert und innerhalb der Linie gepaart, also A-Weiseln x A-Drohnen und B-Weiseln x B-Drohnen.

Auch hier ist die Nachkommenschaftsprüfung eine wichtige Voraussetzung. Mit den Kreuzungsprodukten wird, wie auch bei der rekurrenten Selektion nicht weitergezüchtet. Um die erforderliche Anzahl von Vatertieren testen zu können, kann diese Methode nur im Zusammenhang mit der künstlichen Besamung erfolgen.

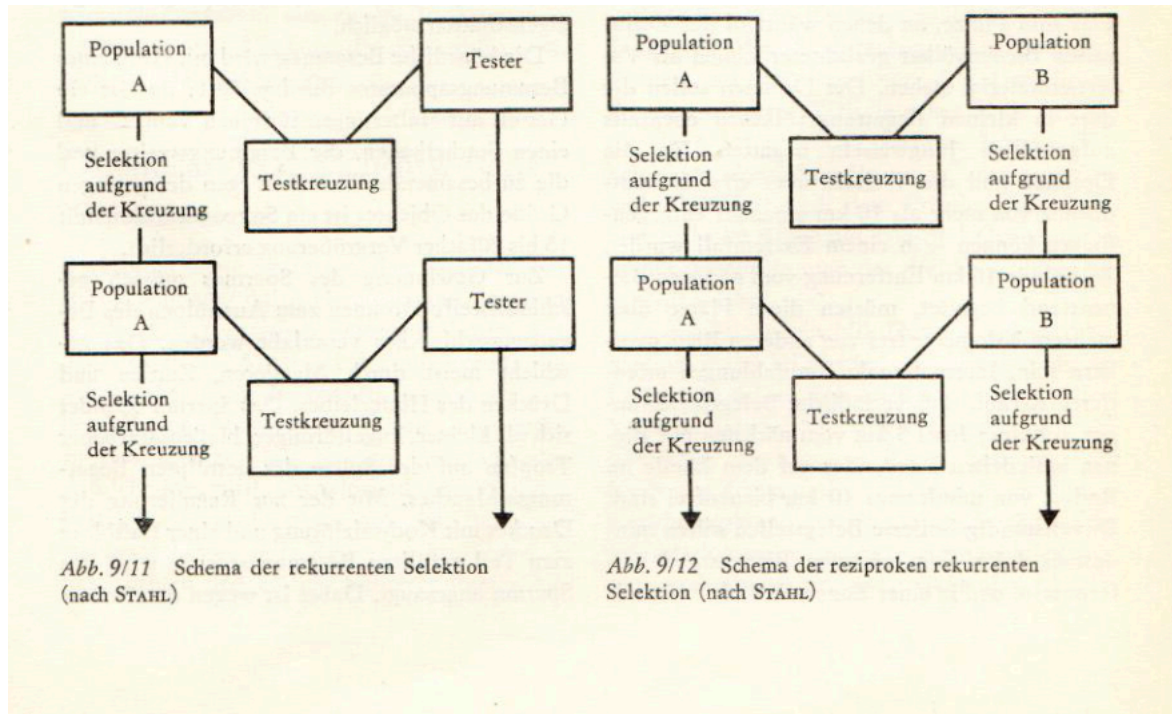


Abbildung 4

7. Künstliche Besamung

Bei der natürlichen Paarung fliegt die Weisel zu einem Drohnensammelplatz und wird dort im Durchschnitt von 8 Drohnen im freien Flug unkontrolliert begattet. Jedoch ist ohne kontrollierte Paarung die Zuchtarbeit sehr erschwert. Dies bezieht sich nicht nur auf den Honigertrag und die Schwarmträgheit, sondern auch auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Parasiten z.B. gegen die Varrose. Deshalb ist die künstliche Besamung der Königin für das gezielte Züchten am effektivsten, denn sie ist die einzige Methode, wo die Zuchtarbeit kontrolliert und sicher vor äußeren Einflüssen abläuft.



Abbildung 5: Besamungsgerät nach Winkler

Die künstliche Besamung der Bienenkönigin läuft instrumentell mit einem Besamungsapparat ab. Es handelt sich hierbei um ein Gestell mit Halterungen für einen Ventral- und einen Schachtelhaken, eine Besamungsspritze sowie die zu besamende Weisel. Außerdem wird noch ein Stereomikroskop mit 15 bis 20facher Vergrößerung benötigt, sowie eine Narkosevorrichtung zur Ruhigstellung der Königin.

Bei der Gewinnung des Spermas werden geschlechtsreife Drohnen zum Ausstülpen des Begattungsschlauches gebracht. Dies wird verursacht, indem ihr Hinterleib massiert, gezupft und gedrückt wird. Das sich auf der Spitze des Begattungsschlauches befindende Sperma wird mit der Besamungsspritze angesaugt und für die nächste Besamung aufbewahrt. Um eine Königin künstlich zu begatten wird das Sperma von 8 bis 10 Drohnen benötigt.

Zur Besamung wird die Königin im Weiselhalter befestigt. Der Hinterleib ragt aus dem Halteröhrchen heraus, um später die Königin künstlich zu besamen. Über einen Narkosestöpsel wird die Weisel mit CO₂ narkotisiert. Die Stachelkammer der Weisel wird mit Hilfe der Haken des Besamungsapparates geöffnet und die Besamungsspritze wird in die Scheidenöffnung eingeführt. Eine Spritze drückt die in die Scheide hineinragende Scheidenklappe herunter, um anschließend die Spritze weit genug ins Innere zu befördern. Nach der Besamung wird die Weisel wieder in ihr Volk gesetzt.

8. Quellen- und Literaturverzeichnis

Bücher

Autor/-en	Titel	Jahr	Ort	Verleger
Gisela Droege	Das Imkerbuch	1984	Berlin	VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag (S. 190-193, 195, 198, 200, 201)
Johannes Otto Hüsing, Joachim Nitschmann	Lexikon der Bienenkunde	1987	Leipzig	Grafische Werke Zwickau (S. 166, 167, 200, 228, 220, 291, 359)
Antje Starke	Netzwerk Biologie (Lehrbuch)	2006	Braunschweig	Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH (S. 10-13)

Webseiten

Name der Website	Letzter Zugriff	URL
Uni Hohenheim	10.01.17	https://www.uni-hohenheim.de/bienenkunde/varroabiologie.htm
Imkerforum	10.01.17	https://www.imkerforum.de/showthread.php?t=33125

Landlive	10.01.17	https://www.landlive.de/boards/thread/17339/page/1/
3sat	10.01.17	http://www.3sat.de/mediathek/?mode=play&obj=52887
Apis-mellifera-mellifera	10.01.17	http://www.apis-mellifera-mellifera.de/downloads/mechanismen-der-varroatoleranz.pdf
Aristabeeresearch	10.01.17	https://aristabeeresearch.org/de/varroa-resistenz/
Resistantbees	10.01.17	https://resistantbees.com/blog/?page_id=330
Instrumentelle Besamung	10.01.17	http://www.instrumentelle-besamung.de
Transgen	10.01.17	http://www.transgen.de/lexikon/1823.quantitative-trait-locus-qt1.html
Wikipedia	22.01.17	https://de.wikipedia.org/wiki/Heterosis-Effekt
Wikipedia	28.01.17	https://de.wikipedia.org/wiki/Inzuchtdepression
Frustrfrei lernen	02.02.17	http://www.frustrfrei-lernen.de/biologie/gregor-johann-mendel-mendelsche-gesetze.html
Masterarbeit Eva Frey	04.02.17	https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjgspr9oPbRAhVE2RoKHf8zAL4QFggeMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.uni-hohenheim.de%2Fqisserver%2Ffrds%3Fstate%3Dmedialoader%26objectid%3D4768%26application%3Dlfs&usq=AFQjCNEG9BRwLTj_rHj_U9NDhqwMXUMyOw&s

		ig2=jm-VYrAP2pvPGN4FXRcb7w
Besamungsgerät	04.02.17	http://www.besamungsgeraet.de/_dt/

Bilder

Bezeichnung	Quelle
Abbildung 1	Das Imkerbuch von Gisela Droege (S. 192)
Abbildung 2	Das Imkerbuch von Gisela Droege (S. 193)
Abbildung 3	Das Imkerbuch von Gisela Droege (S. 193)
Abbildung 4	Das Imkerbuch von Gisela Droege (S. 201)
Abbildung 5: Besamungsapparat nach Winkler	http://www.besamungsgeraet.de/_dt/wp-content/uploads/Kompl-2-2-768x511.jpg