

Allgemeines.

Ueber Seidenzucht.

Von Professor Dr. W. Jesca.

Die Seide, die edelste unter den tierischen Fasern, ist das Gespinnst der Seiden Spinner. Unter diesen nimmt der Maulbeerspinner (*Bombyx mori*) bei weitem die erste Stelle ein, alle übrigen Spinner, wie die Eichenspinner Chinas und Japans, der Milanthus Spinner Chinas u. a. sind von weit geringerer Bedeutung, weil sie nicht nur meist quantitativ geringere Erträge, sondern auch Seide von geringerer Qualität und beschränkterem Gebrauchswerte liefern.

Die Seide ist das Secret der als vielfach gewundener Schlauch an beiden Seiten der Raupe liegenden Seidendrüse, welche die flüssige, honigdicke Seidenmasse absondert, die durch an der Unterlippe gelegene feine Oeffnungen (Spinnwarzen) austritt und sich zu einem Faden vereinigt, der an der Luft sofort erhärtet. Die Raupe bildet den Cocon, die Schutzhülle, in welcher sie sich verpuppt, aus einem einzigen bis 3000 m langen Faden, von welchem jedoch wegen Ungleichheit des Gespinnstes nur 300 bis 600 m, selten mehr Haspelseide gewonnen wird. Die Außenschicht des Cocons, welche die Raupe zuerst erzeugt, ist ein loses Fadengewir, welches zur Anheftung des Cocons an das Spinnlager dient und die Flock- oder Floretseide liefert, die innere Schicht ist von pergamentartiger Beschaffenheit und vollständig wertlos, nur die mittlere Schicht besteht aus brauchbarer Haspelseide.

Der Maulbeerspinner, von welchem hier nur die Rade sein soll, nährt sich ausschließlich von den Blättern der weißen Maulbeere (*Morus alba*); inwieweit der schwarze Haserwurz (*Scorzonera hispanica*) die Maulbeere zu ersetzen vermag, dürfte wohl erst durch weitere Versuche festzustellen sein. Jedenfalls ist die Maulbeere das beste und beförmlichste Futter für Seidenraupen; die erfolgreiche Seidenzucht ist daher von dem Gedeihen der Maulbeere in erster Linie abhängig.

Die Maulbeere ist ziemlich winterhart, bedarf aber eines hinreichend warmen Sommers. Für die Tropen ist die Maulbeere nicht besonders geeignet, sie bedarf entschieden der Winterruhe, um mit dem Eintritt der Temperaturzunahme größere Mengen saftiger Blätter zu erzeugen. Da auch die Eier des Seiden Spinners winterhart sind und die kühle Jahreszeit das Auskriechen der Raupen verhindert, welches dann bei der Temperaturzunahme im Frühjahr gleichzeitig mit der Neubelaubung der Maulbeere erfolgt, so sind die subtropischen, sowie die wärmeren Länder der gemäßigten Zone besonders für die Seidenzucht geeignet. Japan und China, ferner die Mittelmeer-

länder, unter ihnen besonders Italien und das südliche Frankreich, sind denn auch in erster Linie die Seide produzierenden Länder, welche $\frac{7}{8}$ der Gesamtproduktion von etwa 25 Millionen Kilogramm Rohseide liefern. Subtropisch Indien liefert etwa 1500 kg, Oesterreich-Ungarn 250 kg pro Jahr.

Besonders schädlich sind der Seidenzucht Spätfröste, welche die jungen Maulbeerblätter zerstören; die jungen Raupen gehen dann an Nahrungsmangel zu Grunde. Wegen der häufig eintretenden Spätfröste hat denn auch die Seidenzucht in Deutschland wenig Eingang gefunden, dagegen dürfte sich dieselbe für das subtropische Südwestafrika recht wohl eignen. In der Provinz Schantung, dem Hinterlande unseres chinesischen Schutzgebietes, wird dieselbe bereits von Alters her betrieben, aber längst noch nicht in der Ausdehnung, die diesem einträglichen und für den chinesischen Bauern vorzüglich geeigneten Produktionszweige zukommt, und sollte daher daselbst möglichst gefördert werden.

In den einzelnen Seidenzucht treibenden Ländern sind verschiedene Rassen des Maulbeerspinners in größerer Anzahl gezüchtet worden, und man unterscheidet namentlich französische, italienische, japanische und chinesische Rassen. Im übrigen werden die Rassen nach der Größe, Zeichnung und Farbe der Raupe, besonders des Cocons unterschieden. Ein wichtiger Rasseunterschied ist auch der Generationswechsel, je nachdem derselbe nur einmal im Jahre stattfindet oder sich des öfteren wiederholt, unterscheidet man die folgenden vier Rassengruppen:

1) Monovoltini oder Annuali mit einmaligem Generationswechsel im Jahre, gewöhnlich im April, Mai bis Juni.

2) Bivoltini mit zweimaligem Generationswechsel im Jahre, im Mai und Juli.

3) Trivoltini mit dreimaligem Generationswechsel, im Mai, Juli und August.

4) Polyvoltini mit viermaligem Generationswechsel, im Mai, Ende Juni, August und September.

Die Monovoltini sind die geschätztesten Rassen, da ihre Cocons die größte Menge Seide liefern; die Seidenfäden sind länger und stärker als bei den Rassen mit mehrmaligem Generationswechsel, besonders wenn die Zucht rechtzeitig im Frühjahr betrieben wird, zu einer Zeit, wo die Temperatur in den Subtropen eine noch nicht zu hohe ist und die zur Nahrung dienenden Maulbeerblätter noch jung und saftig sind.

Nach der Farbe der Cocons unterscheidet man Weißspinner, Gelbspinner, Goldspinner etc.

Die wesentlichen Bedingungen für die erfolgreiche Seidenzucht sind 1) Verwendung gesunder Eier, 2) größte Reinlichkeit im Zuchttraume, 3) frische Luft, 4) genügend hohe, gleichmäßige

Temperatur, 5) reichliche Ernährung mit frischen, gesunden Maulbeerblättern.

Die Zucht beginnt im Frühjahr gleichzeitig mit der Neubelaubung der Maulbeeren, welche in der subtropischen Zone der nördlichen Halbkugel frühestens Anfang's April, spätestens Ende Mai erfolgt. Von den kleinen Seidenzüchtern werden vielfach die eigenen Wohnräume zur Zucht benützt, selbstredend verdient die Benutzung besonderer heizbarer und ventilirbarer Zuchtträume den Vorzug. In einen solchen Zuchttraum bringt man die Eier, welche man zuvor in einem kühlen vor Motten geschützten Raume aufbewahrt hat; sie werden auf Hürden gelegt, deren Boden aus Leinwand oder besser aus starkem Papier besteht, und die neben und übereinander auf geeigneten Holzgestellen untergebracht werden. Für die älteren Raupen benützt man auch wohl Hürden aus Bambusgeflecht oder Strohlager. Man läßt die Temperatur in dem Zuchttraume auf 18 bis 20 ° C. steigen, viele Züchter halten im Zuchttraum sogar eine Temperatur von 25 ° C.; wichtig ist, für Gleichmäßigkeit der Temperatur und durch Aufstellung von Wassergefäßen oder in sonst geeigneter Weise für mäßige Luftfeuchtigkeit zu sorgen und durch Ventilation ständig frische Luft zuzuführen. Zuweilen bringt man auch die Eier in Brutöfen und führt die jungen Raupen sofort nach dem Ausschlüpfen auf Hürden über. Das Ausschlüpfen erfolgt je nach Klasse und Temperatur nach 3 bis 7 Tagen.

Die jungen Raupen müssen sofort mit feingehackten Maulbeerblättern gefüttert werden, welche man auf den Boden der Hürde streut. Die zur Fütterung verwandten Blätter müssen stets frisch, dürfen aber nicht von Regen oder Tau benetzt sein. Man giebt den Raupen 4—7 Fütterungen pro Tag; nur während der Häutung fressen die Raupen nicht; bis zur dritten Häutung dürfen nur feingehackte Blätter verwandt werden. Die Fütterung erfolgt in der Weise, daß man ein Netz oder durchlöcheretes Papier mit frischem Futter auf die mit Raupen besetzte Hürde bringt; die Raupen kriechen dann durch die Oeffnungen auf das frische Futter. Auf diese Weise kann man auch das Lager wechseln, und ein Wechsel des Lagers ist aus Reinlichkeitsrückichten mindestens einmal täglich erforderlich.

Nach 5 bis 6 Tagen häuten sich die Raupen zum ersten Male; sie verfallen in Schlaf, entfärben sich und werfen nach ihrem Erwachen nach 18 bis 36 Stunden die alte Haut ab. Die Häutung wiederholt sich dreimal (4 Häutungen), der Schlaf während der Häutung verlängert sich allmählich bis zu 66 Stunden, auch liegen zwischen der dritten und vierten Häutung etwa 9 Tage. Eine Woche nach der letzten Häutung beginnen die Raupen sich einzuspinnen, und man führt daher die spinnreifen Raupen auf Hürden über, welche mit aus Stroh oder sonst geeignetem Materiale gefertigten Spinnlagern versehen sind.

Für die jungen aus 30 g Eiern ausschlüpfenden Raupen (etwa 40 000 Stück) ist zunächst ein Hürdenraum von 0,4 bis 0,5 qm Fläche erforderlich, dem ungemeinen Wachstum der Raupen entsprechend nimmt auch die notwendige Hürdenfläche zu; nach der ersten Häutung ist 1 qm, nach der zweiten sind 3 qm, nach der dritten 9 qm, nach der vierten 20 qm und bei der Spinnreife 70 qm Hürdenfläche erforderlich.

Die Entwicklung vom Ausschlüpfen bis zum Einspinnen währt bei der Monovoltini meist 34 bis 38, im Mittel 35 Tage, bei den wiederholt fliegenden Rassen ist sie in 30 Tagen oder auch in noch kürzerer Zeit beendet; jedoch ändert die Dauer der Entwicklung sowie auch die Länge der Häutungsperioden bis zu gewissem Grade je nach Rasse, Pflege und Ernährung.

Bei niedriger Temperatur sowie bei unzureichender Ernährung verlängert sich nicht nur die Entwicklungsperiode, sondern es geht auch die Häutung bei den einzelnen Individuen ungleichmäßiger vor sich, und es gehen eine größere Anzahl von Raupen zu Grunde. Versuche über die Ernährung der Seidenraupen (Monovoltini, Gelbspinner), welche D. Kellner in Japan ausführte, ergaben, daß bei hinreichender Ernährung die Entwicklung der Raupen in 35 Tagen beendet war und die Sterblichkeit nur 1,85 % betrug, während sich bei unzureichender Ernährung die Entwicklungsperiode auf 38 bis 39 Tage verlängerte und die Sterblichkeit auf 5,2 bis 6,35 % stieg. Nach Versuchen japanischer Seidenzüchter war die Spinnreife bei Beobachtung einer gleichmäßigen Temperatur von 25 ° C. bereits in 28 Tagen erreicht, während die Raupen bei ungleichmäßiger Temperatur erst nach 38 Tagen spinnreif wurden und dabei fast die doppelte Menge Maulbeerblätter zu ihrer Ernährung bedurften.

Das Nahrungsbedürfnis der Seidenraupen ist ein sehr großes, wie dies schon die ungemein große Gewichtszunahme der Raupen erklärlich macht. Es beträgt das Lebendgewicht von 1000 soeben ausgeschlüpfen Raupen nur 0,414 g, das von 1000 ausgewachsenen Raupen 5364,7 g; die Trockengewichte betragen 0,098 g resp. 4457,7 g. Der Futterbedarf der Raupen ist aber ein noch weit größerer als er in der ungemein hohen Gewichtszunahme zum Ausdruck gelangt, da nach Kellners' Untersuchungen bei hinreichender Fütterung nur $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6}$ des Futters zur Verdauung gelangt. Eine reichliche Fütterung ist aber schon deswegen unbedingt erforderlich, weil das Verdauungsvermögen der Raupen für die einzelnen in den Maulbeerblättern enthaltenen Nährstoffe ein sehr verschiedenes ist.

Die Seidenraupen sind sehr wasserreiche Tiere, die jungen Nüppchen enthalten über 75 % Wasser, etwa ebensoviel wie junge saftige Maulbeerblätter. Der Wassergehalt der Raupen steigt während ihres Wachstums zunächst rasch, er erreicht sein Maximum mit der vierten Häutung (88 %) und geht in der spinn-

reifen Raupe auf 80% zurück, die Puppe enthält 78,9%, der Schmetterling 71,3% und der Cocon 12,5% Wasser. Da der Wassergehalt der Maulbeerblätter sich mit dem Alter derselben etwas verringert, dieselben also wasserärmer sind als die Raupen, so müssen die Letzteren, die ja auch noch Wasser durch Perspiration verbrauchen, aus der Nahrung Wasser in höherem Prozentverhältnisse aufnehmen wie Trockensubstanz. Eiweiß und Fett werden etwa in gleichem Umfange verdaut wie von den Wiederkäuern, dagegen werden Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur (Amide zc.) nur in verschwindend kleinen Mengen von den Raupen resorbiert. Für Rohfaser, von welcher die Maulbeerblätter je nach Alter und Varietät 10—11,5% enthalten, haben die Seidenraupen überhaupt kein Verdauungsvermögen! Die übrigen stickstofffreien Nährstoffe werden in geringerem Umfange verdaut als von den Wiederkäuern und dienen, soweit sie verdaut werden, in hohem Grade der Fettbildung.

Die Trockensubstanz der jungen Raupen besteht zu 75% aus Eiweiß und zu 16% aus Fett; in den spinnreifen Raupen sinkt der Eiweißgehalt auf 59%, der Fettgehalt hält sich mit einigen Schwankungen auf gleicher Höhe. Bei der Verpuppung wird der größte Teil des Eiweiß zum Aufbau des Cocon verbraucht, welcher zu 12,5% aus Wasser besteht und in der Trockensubstanz 17,98% Stickstoff enthält, also den gleichen Stickstoffgehalt wie die stickstoffreichsten Eiweißkörper besitzt, die Puppe enthält nur 55,8%, der Schmetterling nur 56,6% Rohprotein.

Besonders beachtenswerth ist der Stoffverbrauch bei der Metamorphose der Verpuppung, der je nach den Ernährungsverhältnissen ein verschiedener ist. Nach Kellner's Untersuchungen lieferten 100 g wasserfreie spinnreife Raupen:

	gut ernährt	unzureichend ernährt	schlecht ernährt
Schmetterling	34,2 g	32,2 g	30,6 g
Cocon	32,1 g	28,8 g	23,8 g
Verlust (Stoffverbrauch bei der Verpuppung)	33,7 g	39,0 g	45,6 g

Der Stoffverbrauch bei der Verpuppung beträgt demnach bei guter Ernährung etwa $\frac{1}{3}$ der Trockensubstanz der spinnreifen Raupen, bei schlechter Ernährung kann nahezu die Hälfte der Trockensubstanz hierzu verbraucht werden, das Gewicht des Schmetterlings beträgt bei guter wie schlechter Ernährung ungefähr $\frac{1}{3}$ der Trockensubstanz der Raupen, dagegen liefert die schlecht ernährte Raupe weniger Cocon, kaum $\frac{1}{4}$ der Trockensubstanz, während die gut ernährte Raupe nahezu $\frac{1}{3}$ ihrer Trockensubstanz zum Aufbau des Cocon verbraucht. Beim Abhaspeln lieferte der Cocon der gut ernährten Raupen einen Faden von 488,7 m Länge, der der schlecht ernährten nur einen 346,0 m langen Faden.

In Folge schlechter Ernährung ist also nicht nur die Entwicklungsperiode der Raupen eine längere und ungleichmäßigere

und die Sterblichkeit eine größere, sondern es wird auch von dem überlebenden Individuen eine weit geringere Menge Seide gewonnen; es ist somit für die Rentabilität der Seidenzucht die ausreichende Ernährung der Raupen eine der ersten Bedingungen.

Da nun die Raupen nicht sämtliche in den Maulbeerblättern enthaltenen Nährstoffe gleichmäßig verdauen, so ist es leichtverständlich, daß denselben weit mehr Futter gereicht werden muß als sie verzehren, damit sie sich das saftigste rohfasernärmste Futter auswählen können.

Nach den angeführten Versuchen waren zur ausreichenden Ernährung von 1000 Raupen 5126,6 g wasserfreie Blattsubstanz erforderlich, wovon jedoch nur 222,7 g verzehrt wurden. Bei einem mittleren Wassergehalte von 72% würden demnach 18,300 kg frische Maulbeerblätter pro 1000 Raupen benötigt. Für die Zucht von 30 g Eiern, welche bei geringer Sterblichkeit etwa 40 000 Cocon liefern können, würden demnach 730 bis 740 kg Blätter guter Qualität erforderlich sein.

Die Cocons werden etwa eine Woche nach dem Einspinnen geerntet, und soweit nicht Schmetterlinge zur Zucht gezogen werden sollen, binnen 5 bis 6 Tagen die Puppen getötet, indem man dieselben längere Zeit starker Sonnenhitze oder heißen Wasserdämpfen oder heißer trockener Luft von 50 bis 75° C. aussetzt. Die vom Schmetterlinge durchbohrten Cocons sind minderwertig, sie lassen sich nicht in gleicher Weise abhaspeln wie die nicht durchbohrten.

Vor dem Haspeln werden die Cocons zunächst in kochendem Wasser eingeweicht und dann in Spinnfesseln, die mit Wasser gefüllt sind, durch Bürsten von der äußeren grobfaserigen Schicht befreit. Beim Haspeln vereinigt man dann 3 bis 16 Coconsäden zu einem Seidenfaden, zumeist jedoch 5 bis 7, wobei sich der Titer auf 15 bis 20 Deniers stellt, d. h. ein Faden von 11 400 m Länge 15 bis 20 Deniers à 1,275 g, also 19 bis 25,5 g wiegt; der einfache Coconsfaden wiegt nur 2 bis 3,5 Deniers.

Das Gewicht der Cocons schwankt je nach Rasse, Pflege und Ernährung zwischen 1,2 g und wohl noch etwas weniger bis 1,75 g, im Mittel wiegt ein Cocon etwa 1,5 g. Von einer Unze (30 g) Eier gewinnt man 55 bis 65 kg Cocons, welche 10% Haspelseide und 0,5% Floretseide liefern.

Die aus 30 g Eiern gewonnenen Raupen können von $\frac{1}{10}$ ha Maulbeeren ausreichend ernährt werden.

Zur Zucht wählt man von gesunden Raupen stammende, gut ausgebildete harte Cocons, welche man auf eine Hürde legt und mit durchlöcherter Papier bedeckt. Nach $2\frac{1}{2}$ bis 3 Wochen kriechen die Schmetterlinge aus, sie klettern durch die Löcher auf das Papier, wo sie sich paaren. Die gepaarten Schmetterlinge bringt man auf einem Papierbogen an einen dunklen Ort, nach 4 bis 6 Stunden werden sie getrennt, die Männchen, welche man je

nach Bedarf mit anderen Weibchen paart, vom Papierbogen entfernt und dieser einige Sekunden geschüttelt, damit die Weibchen ihre Excremente entleeren, dann bringt man die Weibchen auf einen Papierkarton, wo sie ihre Eier ablegen. Ein Weibchen legt 300 bis 400 Eier; je nach Rasse sind 120 bis 180, bei den wiederholt fliegenden Rassen 200 Weibchen für 30 g Eier erforderlich.

Die Seidenraupen leiden an verschiedenen Krankheiten, die teils durch Bakterien und Mikrokokken (Schlaffsucht, Gelb- oder Fetzsucht), teils durch parasitische Pilze (Pebrine oder Fleckenkrankheit, Muscardine oder Kalksucht), teils auch durch von Insekten auf die Maulbeerblätter gelegte Eier (Udjifliege Japan's) veranlaßt werden. Schon um diesen Krankheiten vorzubeugen, sind Reinlichkeit und Vorsicht bei der Fütterung unbedingte Erfordernisse, vor Allem aber die Verwendung gesunder Eier. Namentlich ist die durch einen Pilz (*Nosema bombycis*) verursachte Pebrine gefährlich, weil sich bei milderem Grade der Krankheit die Raupe noch verpuppt und der Pilz dann den Schmetterling, die Eierstöcke und Eier befällt, aus denen dann kranke Raupen hervorgehen. Daher soll man die Eier vor ihrer Verwendung mikroskopisch auf Pilzsporen und Bazillen untersuchen. Pasteur hat empfohlen, jedes Schmetterlingspaar nach dem Ausschlüpfen in einem Tüllsäckchen zu isoliren, in welchem sie sich begatten und die Eier ablegen. Nach dem Absterben der Schmetterlinge wird jedes Paar mikroskopisch untersucht; erweisen sich dieselben als gesund, so ist damit auch die Garantie für die Gesundheit der Eier gegeben.

Tropenhygienisches.

Unsere Freunde und Kameraden draußen mache ich besonders aufmerksam auf den für sie beigelegten Aufruf, durch welchen unser verehrter Mitarbeiter Herr Dr. Mense-Cassel, Lehrer für Tropenhygiene, um Sammlung und Einsendung von Steckmücken bittet. Der Aufruf ist ein Abdruck aus dem sehr empfehlenswerthen „Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene“ (Herausgeber Dr. C. Mense-Cassel, erscheint Leipzig, Johann Ambrosius Barth). Ich bitte die lieben Kameraden dringend und herzlich, sich die Sammlung jener interessanten und verhängnisvollen „Zwischenwirte“ der Malariaerreger im Interesse der Wissenschaft, der leidenden Menschheit und der Kulturarbeit in den Tropenländern recht angelegen sein zu lassen.
