

Zur Physiologie der Spermatheka der Bienenkönigin
(Apis mellifica)

Gudrun Koeniger (Institut für Bienenkunde, an der Universität Frankfurt am Main, 637 Oberursel, Im Rosengärtchen)

Die Königin der Honigbiene nimmt während ihres Hochzeitsfluges Spermatozoen in die Ovidukte auf. Etwa 6 Millionen von ihnen gelangen danach in die Spermatheka, in der sie bis zu 6 Jahren gespeichert werden können, sodaß die Königin in der Lage ist, während dieses Zeitraumes befruchtete Eier zu legen.

Bisher blieb die Frage offen, wie die Spermatozoen in die Spermatheka gelangen. Sie könnten sowohl aktiv einwandern, als auch passiv von der Muskulatur der Königin hineintransportiert werden. Auch konnte noch nicht geklärt werden, ob die Spermatozoen während der Speicherung inaktiviert werden, oder ob sie weiterhin einen Stoffwechsel haben. Wenn ein Stoffwechsel vorhanden ist, könnte er entweder durch spermaeigene Reservestoffe oder durch Nahrungszufuhr von der Königin aufrecht erhalten werden. Für die Abscheidung von Nahrungsstoffen in die Spermatheka kämen entweder die Spermathekaldrüse oder das einschichtige Epithel, das die Spermatheka umschließt, in Frage. Das außerordentlich dichte Tracheennetz würde für ausreichende Sauerstoff-Zufuhr sorgen.

Um zu untersuchen, welche Bedeutung die Spermathekaldrüse und die Tracheenhülle für die Füllung der Spermatheka und die Speicherung der Spermatozoen haben, wurden diese Organe operativ bei der lebenden Königin entfernt.

Während der Operation wurde die Königin in einem umgebauten Besamungsapparat (Mackensen-Roberts) mit CO_2 betäubt und so fixiert, daß das Abdomen gedehnt war (Abb.1).

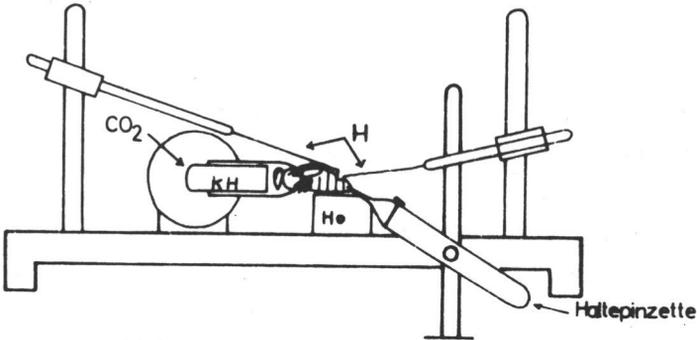


Abb.1. Schema der Operationsapparatur

$\text{CO}_2 = \text{CO}_2$ -Strom zur Narkose; H = Haken zur Fixierung des Operationsfensters; Ho = Holzblock zur Unterstützung des Abdomens; KH = Königinnenhalter; Haltepinzette = Pinzette mit Schraubverschluß zur Streckung des Abdomens

Darauf wurde das Abdomen mit 96% Alkohol desinfiziert und nach dessen völliger Verdunstung wurde mit einem Rasierklingensplitter ein Fenster in das vorletzte Tergit geschnitten. Da dabei die Intersegmentalmembran und das Rückengefäß nicht verletzt werden dürfen, wurde die Öffnung links neben dem Rückengefäß innerhalb des festen Chitins angelegt und hatte maximal eine Größe von $2 \times 2 \text{ mm}$. Das gelöste Chitinstück wurde an der Antecosta nach vorn geklappt und fixiert. Die Spermatheka, die genau unter der Öffnung liegen muß, wurde frei präpariert und durch Zusammenpressen des Abdomens ein wenig aus der Öffnung herausgehoben. In dieser Stellung wurden entweder ein

Teil der Tracheenhülle oder die Spermathekaldrüse entfernt. Danach wurde die Wunde einfach durch Zurückklappen des Chitinstückes geschlossen.

Die Dauer der Operation betrug zwischen 10 und 20min. Sobald sich die Königinnen nach der Narkose auf senkrechten Wänden halten konnten, wurden sie direkt ins Volk zurück gesetzt.

Zu den Versuchen wurden Königinnen der Rassen *Apis mellifica carnica*, *ligustica* und *fasciata* benutzt. Sie ^{wurden} in kleinen Beobachtungskästen (EWK) gehalten, sodaß eine ständige Kontrolle der Königin und ihrer Eilegetätigkeit möglich war. In verschiedenen Zeitabständen nach der Operation wurden die Königinnen getötet und sorgfältig präpariert, um zu kontrollieren, ob der Eingriff gelungen war. Die Aktivität der Spermien wurde in physiologischer Kochsalzlösung untersucht. Als erfolgreiche Operation wurde gewertet, wenn die Königinnen nach dem Eingriff wieder in Eiablage bzw. auf Hochzeitsflug gingen. Nach der Entwicklung der eben beschriebenen Technik waren etwa 60% der Operationen erfolgreich.

Ergebnisse:

Die unbegatteten Königinnen wurden im Alter von 1-4 Tagen operiert, und zwar wurde bei 3 Königinnen ein Ast der Drüse, bei 9 dagegen die ganze Drüse entfernt. Einige Tage nachdem die Königinnen mit einem Begattungszeichen vom Hochzeitsflug zurückgekehrt waren, wurden die Spermien, die in die Spermatheka gelangt waren, ausgezählt. Während jedoch im ersten Fall, wenn den Königinnen nur ein Ast der Drüse fehlte, die Spermatheka etwa normal gefüllt war, enthielt die Spermatheka nach Entfernung beider Drüsenäste nur 1-2% der normalen Spermienmenge und war häufig eingedellt.

Die Entfernung der Drüse bei 16 begatteten Königinnen bewirkte, daß diese ohne Ausnahme nach etwa 14 Tagen drohenbrütig wurden. Bei der Untersuchung der Spermatheken erwies sich, daß sich die Spermatozoen in physiologischer Kochsalzlösung meist normal verhielten, selbst bei einer Königin, bei der 77 Tage vorher die Drüse entfernt worden war. Um zu prüfen, ob keine Schädigung der Spermatozoen vorlag, wurden Spermien von 4 operierten, drohenbrütigen Königinnen aus der Spermatheka gewonnen und jeweils in eine intakte, junge Königin inseminiert.[†] Bei 3 Königinnen gelangten überhaupt keine Spermien in die Spermatheka, bei der 4. Königin wurden 2% der Spermienmenge gezählt, die bei dem Kontrollversuch die Spermatheka erreicht hatte. \sqrt Auch bei diesem Versuch waren 4 Königinnen vorhanden, denen nur 1 Drüsenast entfernt wurde und die danach nur befruchtete Eier legten.

In einer 3. Versuchsserie wurde bei 12 Königinnen die Tracheenhülle zu 50-70% entfernt. Auch diese Königinnen wurden spätestens 14 Tage nach der Operation drohenbrütig. Die Spermien wurden ebenfalls in physiologischer Kochsalzlösung untersucht, sie waren etwa 3 Wochen nach der Operation bewegungslos.

Tab.1

3	unbeg.♀♀: -1 Drüsenast	—	Füllung d. Spth. normal
9	" ♀♀: -ganze Drüse	—	1-2% d. norm. Füllung
4	beg.♀♀: -1 Drüsenast	—	befruchtete Eier
16	" ♀♀: -ganze Drüse	—	unbefruchtete Eier
12	beg.♀♀: - 50-70% d. Tracheenhülle:		
			nach 14 Tg. unbefruchtete Eier;
			nach 21 Tg. Spermien unbeweglich

[†]Die Insemination wurde von Prof. Dr. F. Ruttner ausgeführt.

Diskussion:

Mit Kontrollversuchen - den Königinnen wurde nur 1 Ast der Drüse entfernt - konnte gezeigt werden, daß bei der Operation keine für die Befruchtung der Eier wichtigen Organe verletzt oder in ihrer Funktion gestört wurden, da alle diese Königinnen befruchtete Eier legten bzw. ihre Spermatheken normal gefüllt waren.

Nach Entfernung beider Drüsenäste bei unbegatteten Königinnen gelangte nach erfolgreichem Hochzeitsflug nur 1-2% der normalen Spermienmenge in die Spermatheka. Daher scheint die Füllung der Spermatheka vor allem auf der aktiven Lokomotion der Spermatozoen zu beruhen. Da durch den Eingriff mehrere Faktoren, die der Orientierung der Spermatozoen dienen könnten, ausgeschaltet wurden, kann über dieses Problem noch nichts ausgesagt werden.

Nach Entfernung beider Drüsenäste bei begatteten Königinnen wurden nur noch unbefruchtete Eier abgelegt. Wie durch die künstliche Besamung intakter Königinnen mit Spermien aus operierten Königinnen nachgewiesen werden konnte, werden die Spermien durch das Fehlen der Drüse so geschädigt, daß nur wenige in die Spermatheka gelangen. Dieses Ergebnis spricht ebenfalls dafür, daß die Spermien aktiv in die Spermatheka einwandern. Die offene Verbindung des Spermathekalraumes mit der Hämolymphe kann die Schädigung der Spermatozoen nicht hervorgerufen haben, da die Königinnen mit nur einem Drüsenast befruchtete Eier erzeugten.

Durch die Entfernung von nur 50-70% des Tracheennetzes wurden die Spermien so geschädigt, daß sie nach etwa 3 Wochen bewegungslos waren. Die Spermatozoen scheinen also in der Spermatheka auf Sauerstoff-Versorgung angewiesen zu sein, d.h. sie haben während der Speicherung einen Stoffwechsel. Woher die Nahrungsstoffe stammen ist noch

nicht geklärt. In dieser Frage muss die Rolle der Spermathekaldrüse noch eingehender untersucht werden.