

Beiträge zur Sinnesphysiologie und Psychologie der Webspinnen

Autor(en): **Baltzer, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern**

Band (Jahr): - **(1923)**

PDF erstellt am: **08.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-319310>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

F. Baltzer.

Beiträge zur Sinnesphysiologie und Psychologie der Webspinnen.

(Mit vier Figuren im Text.)

INHALT:

Einige Beobachtungen über die Fanghandlung der Kreuzspinne. — Versuche über die Sinnesfunktionen der Kreuzspinne. — Gedächtnisversuche. — Das Verhalten der Kreuzspinne ohne Netz. Der Volkeltsche Versuch. — Ueber Automatismus und Plastizität im Verhalten der Kreuzspinne.

Der schöne Sommer 1923 und ein Aufenthalt in Adelboden (Bernser Oberland), einem an Netzspinnen reichgesegneten Ort, boten eine verführerische Gelegenheit zu Experimenten über das Verhalten einiger Webspinnen. Ueberdies ist die tierpsychologische und -physiologische Literatur an Arbeiten über die Spinnen — trotz den Schriften von Dahl, G. und E. Peckham, Mc Cook, Fabre, Porter, Gerhardt und Rabaud u. A. — relativ nicht so reich, wie es diese exquisit unsozialen und leicht zu untersuchenden Tiere wohl verdienen. So lockte es, Experimente anzustellen, über die hier vorläufig berichtet werden soll. Die Lockung war um so grösser, als Volkelt (1914) in einer anregenden und vielbeachteten Studie gerade aus Beobachtungen an Spinnen weittragende Schlüsse über die Vorstellungen der Tiere überhaupt gezogen hatte — Schlüsse, denen allerdings in den letzten Jahren Demoll (1921) und Bierens de Haan (1923) entgegengetreten waren. —

Das von uns bewohnte Häuschen besass eine verglaste, nach Südosten gerichtete sog. Laube, die als Versuchsraum für Kreuzspinnen sehr geeignet war. Als Versuchstiere¹⁾ dienten vor allem *Epeira diademata* (*Araneus diadematus*) mit ihrem grossen, allseitig gleichartig ausgebildeten Radnetz, ferner *Epeira umbratica*, dann *Zilla montana*, eine kleinere Form, deren Radnetz einen freien Sektor

¹⁾ Ich erfreute mich bei allen Versuchen der Mithilfe meiner Frau und meines 15jährigen Neffen R. Henze.

besitzt, in welchem ein Signalfaden verläuft, der den Netzmittelpunkt mit dem Schlupfwinkel der Spinne verbindet. Endlich diene noch eine Hausspinnen-Art, *Tegenaria derhami*, als Versuchstier, die keine Radnetze baut, sondern die bekannten winkelförmigen Gewebe in den Ecken von Kellermauern und ähnlichen Orten anfertigt.

Ich möchte an dieser Stelle Herrn Kollegen Dr. R. de Lessert für die Nachprüfung der Bestimmung obenerwähnter Arten meinen besten Dank aussprechen.

1. Einige Beobachtungen über die Fanghandlung der Kreuzspinne (*Epeira diademata*).

Die Fanghandlung der Kreuzspinne ist schon seit den trefflichen Schilderungen Mc Cooks (1889) gut bekannt. Wenn sie hier trotzdem mit einigen Worten berührt wird, so geschieht es, weil die Spinnen in ihren Handlungen variieren, ferner, weil ich die letzte Phase der Handlung, den «Rundgang», bei keinem Autor näher beschrieben fand und gerade er bei den folgenden Experimenten eine Rolle spielt.

Die Kreuzspinne lauert meistens, vor allem bei guter Witterung, in dem dichtgesponnenen Zentrum ihres Netzes, der «Warte». Bringt man eine lebende Fliege an der Spitze einer feinen Insektennadel mit dem Netz in Berührung, so stürzt sie herbei und packt die Beute, die man nun von der Nadel abstreifen kann, ohne die Spinne zu stören. Sie wickelt sie — bei den hier beschriebenen Experimenten waren es fast immer Fliegen — mit den Beinen in die Netzfäden und in frisch gesponnenen Faden ein und versetzt gleichzeitig ihrem Opfer zu verschiedenen Malen einen Biss mit den Kiefern. Bekanntlich wird durch den Biss die Beute vergiftet. Endlich wird das Paket aus dem Netz herausgelöst durch Abreißen der zuführenden Fäden mittelst der Beinklauen. Dann wird es, meistens zwischen den Kiefern, in die Warte getragen. Dort aber spielte sich regelmässig folgender Vorgang ab: Die Spinne umwickelt ihre Beute noch einmal und heftet dann das Paket mit dem Wickelfaden an der Warte an. Da das Netz fast immer etwas schräg steht und die Spinne immer an der Unterseite des Netzes arbeitet, hängt nun die Beute wie ein kleines freies Pendelchen an seinem ca. $\frac{1}{2}$ cm langen Aufhängefaden frei herunter. Nun macht die Spinne an der Warte hin einen kleinen Rundgang und

kehrt dann von oben her zu ihrer Beute zurück. Jetzt erst beginnt sie das Aussaugen.

In Fig. 1 ist ein solches angeheftetes freihängendes Beutepaket abgebildet und der «Rundgang» oder «Spaziergang» der Spinne durch den Pfeil schematisch dargestellt. Biologisch ist diese Befestigungsweise, die schon Mc Cook (1889) als gelegentliches Vorkommnis erwähnt, hier aber die Regel bildet, deshalb von Bedeutung, weil jetzt die Spinne ihr Sauggeschäft unterbrechen und zu jedem weiteren Beutetier hinstürzen kann, ohne die erste Beute zu verlieren. Für den Experimentator aber ist der Rundgang sehr erwünscht. Er braucht nur, während die Spinne den Rücken dreht, den Aufhänge-Faden durchzuschneiden und das Beutepaket fällt ohne jede weitere Störung oder Verletzung des Netzes herunter.

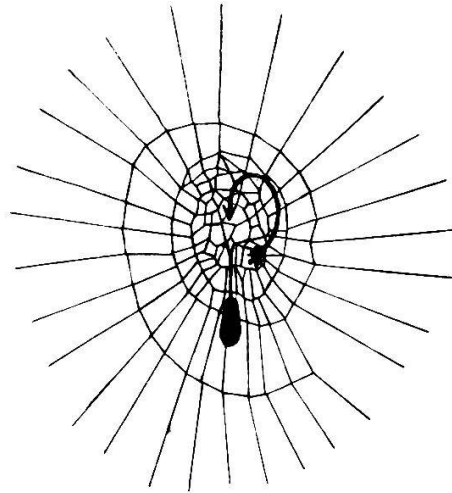


Fig. 1. *Epeira diademata*. Zentraler Teil des Netzes: Die Warte mit ansetzenden Radiärfäden. An der Warte ist das (schematisierte) Beutepaket an einem Faden frei aufgehängt. Mit dem Pfeil ist der «Rundgang» der Spinne bezeichnet.

2. Versuche über die Sinnesfunktionen der Kreuzspinne (*Epeira diademata*).

Lichtsinn.

Ueber den Gesichtssinn der Spinnen bestehen schon eine grössere Zahl von Beobachtungen, die in Gerhardt (1923)¹⁾ zusammengefasst sind. Dahl, Fabre, Porter und vor allem Peckham haben gezeigt, dass dieser Sinn bei den Netzspinnen nur eine geringe Rolle spielt, eine Tatsache, die in interessantem Gegensatz steht zu den Sehleistungen der Springspinnen. Diese haben eine Sehweite von ca. 35 cm für sich bewegende, von 15 cm für ruhig sitzende Fliegen (Peckham, 1894). Sie müssen ausserdem ein scharfes Gegenstandssehen auf mindestens 2,5 cm Entfernung besitzen, da sie auf solche Distanz ihre Beute anspringen. —

¹⁾ Diese Arbeit enthält eine kurze Zusammenstellung des bisher Bekannten über Sinnesleistungen und psychische Fähigkeiten der echten Spinnen.

Für Netzspinnen wird die geringe Bedeutung des Gesichtssinnes beim Nahrungserwerb schon dadurch wahrscheinlich gemacht, dass Kreuzspinnen ihr lebendiges Beuteobjekt im Netz bei Dunkelheit ebensogut finden wie bei Tageslicht; und zwar gilt dies auch für Formen wie *Epeira diademata*, die sonst am Tage ihre Nahrung zu erbeuten pflegen. Wir haben selbst wiederholt (15 mal) unsere Kreuzspinnen bei Nacht, oft bei vollkommener Dunkelheit, gefüttert. Die Spinnen waren in 2 bis 9 Sekunden von der Warte oder vom Schlupfwinkel her bei der zappelnden Fliege angelangt, Zeitmasse, die mit denjenigen der Tagesfütterung völlig übereinstimmen. — Trotzdem sind die Sehleistungen verschiedener Netzspinnen nicht so gering, wie man erwarten sollte. Die Angaben verschiedener Autoren gehen allerdings auseinander. Eine junge Zilla soll nach Dahl eine grosse; 2 cm entfernte (unbewegliche) Fliege nicht deutlich sehen. Dagegen haben nach Peckham, Cambridge und Hentz manche Radnetzspinnen ein deutliches Sehvermögen für ruhende Objekte auf 5—10 cm (Peckham, 1894). Nach Porter endlich ist die normale Sehweite bei *Epeira trifolium* 2,5 cm. Sie ist u. U. bei erhöhter Aufmerksamkeit wesentlich grösser, nämlich dann, wenn durch einen ersten Versuch die Spinne aufgeweckt wurde.

Von besonderem Interesse endlich sind die speziellen Angaben G. und E. Peckhams (1887 und 1894): Lycosiden, z. B. *Pardosa* oder *Pirata*, dem Wasserjäger, wurde das Cocon mit den Eiern weggenommen, das diese Formen am Abdomen herumtragen und nach Peckham (1887) mit dem Gesichtssinn überhaupt nicht kennen. Das Tier suchte darnach, war aber nicht imstande, es mit dem Gesichtssinn zu finden, auch wenn es nur 2 mm von ihr entfernt war. Sie findet es aber sofort auf Berührung. — Einer anderen Spinne, *Theridion*, die zu den Kugelspinnen gehört, wurde ebenfalls das Cocon weggenommen. Sie pflegt dasselbe jedoch nicht mit sich herumzutragen, sondern es zu bewachen. Dies ist ohne Zweifel der Grund, weshalb bei dieser Form die Kenntnis des Cocons mit dem Gesichtssinn verknüpft ist, und damit hängt zusammen, dass *Theridion* ihr Cocon mittelst des Gesichtssinnes auf 7,5—10 cm Entfernung zu finden vermag. Aus diesen Angaben geht sehr klar hervor, welche Bedeutung die besonderen biologischen Gewohnheiten der einzelnen Spezies haben, und in welchem Mass gerade durch sie bei relativ nahe verwandten Formen divergente Sinnesleistungen zustande kommen.

Wir verwendeten zu unseren Versuchen Kreuzspinnen, die in ihrer neuen Wohnung noch keine Netze gesponnen hatten, sondern ohne Gespinnst an der Zimmer- oder Laubendecke sassen. Zur Prüfung ihrer Sehleistungen wurde wiederholt der folgende Versuch ausgeführt: Es wurden dicht vor der Spinne, aber doch ausserhalb der Reichweite der Klauen eine oder mehrere lebendige Fliegen an Insektennadeln aufgepflanzt. In keinem Fall wurden die Beutetiere, obgleich sie sich lebhaft bewegten, an der Nadel krabbelten, ja mit den Flügeln schwirrten, von der Spinne ergriffen. Die einzige Reaktion waren hie und da Aufmerksamkeitsbewegungen (Heben der Vorderbeine). Brachte man nun aber eine solche Fliege mit einem Bein der Spinne in Berührung, so packte diese mit Beinen und Kiefern zu und sog das Opfer aus.

Von den zahlreichen Versuchen, die dieses Ergebnis hatten, sei der folgende an Hand der Fig. 2 genauer beschrieben. Vor der Kreuzspinne waren drei lebendige Fliegen an Insektennadeln aufgepflanzt. Die Distanz von den Augen der Spinne bis zu den Fliegen betrug 1,5—2 cm. Die Entfernung der angenadelten Tiere bis zu den Klauen der Spinne war ca. 3 mm. Trotz der Bewegungen der Fliegen, die von den Nadeln loszukommen suchten, und obgleich sich die «Beutetiere» zufolge den Angaben der oben genannten Autoren mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit innerhalb der Sehweite der Spinne befanden — trotz alledem blieb die Spinne 15 Minuten und in ähnlichen Fällen bis zu 50 Minuten vor den Fliegen sitzen. Brachten wir dann zur Kontrolle eine der Fliegen mit einem Bein der Spinne in Berührung, so wurde sie gepackt, oft bei der ersten und fast ausnahmslos bei einer wiederholten Berührung.

Aus diesen Versuchen scheint mit Wahrscheinlichkeit hervorzugehen, dass bei der Kreuzspinne der Gesichtssinn zum Ergreifen der Nahrung bedeutungslos ist, auch dann, wenn die Spinne, woran nicht zu zweifeln ist, ein Sehvermögen besitzt.

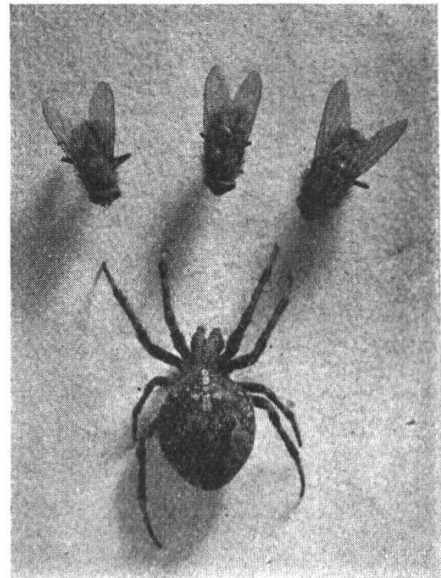


Fig. 2. *Epeira diademata*. Natürliche Grösse. Stellt schematisch die Versuchsanordnung zur Prüfung der Sehleistung beim Nahrungserwerb dar. (Die Photographie wurde so hergestellt, dass eine tote *Epeira diademata* und drei tote Fliegen an Nadeln in einer mit der Versuchsanordnung identischen Weise aufgestellt und photographiert wurden.)

Es wird notwendig sein, die Versuche mit Variationen und bei noch geringeren Entfernungen der «Beute» von den Augen der Spinne zu wiederholen, um jeden Einwand hinfällig zu machen, es könnten sich die Fliegen doch nicht in Sehweite der Spinne befunden haben. Offenbar haben wir es hier mit einer Spezialisierung zu tun, ähnlich wie sie in dem Peckham'schen Experiment mit *Pardosa*, *Pirata* und *Theridion* vorliegt. Der Nahrungserwerb wäre darnach bei der Kreuzspinne völlig auf Tasteindrücke spezialisiert und damit der Gesichtssinn ausgeschaltet.

Wir werden im dritten Abschnitt bei Besprechung der Volkelt'schen Anschauungen nochmals auf das hier besprochene Experiment zurückkommen.

Geruchssinn und Geschmackssinn.

Ueber den Geruchssinn seien nur der Orientierung wegen einige Beobachtungen anderer Autoren angeführt. Ich selbst habe über die Leistungen dieses Sinnes keine Experimente gemacht. Dass Spinnen riechen, haben Dahl und vor allem G. und E. Peckham (1887) durch Versuche mit Terpentin und verschiedenen ätherischen Oelen gezeigt. Dahl misst dem Geruchssinn beim Nahrungserwerb der Spinnen eine Bedeutung bei. Dass dies in gewissem Grade zutrifft, wird auch durch biologische Beobachtungen wahrscheinlich gemacht: Wanzen, bekanntlich stark riechende Tiere, werden verschmäht.

Ueber die Leistungen der chemischen Sinne gibt Rabaud neuerdings eine wichtige Beobachtung. Er fütterte Individuen der Gattung *Argiope*, einer nahen Verwandten unserer Kreuzspinne, mit Papierröllchen. Diese Objekte wurden verschmäht. Bestreicht man sie jedoch mit Fleisch einer zerdrückten Fliege, so werden sie angenommen und ausgesogen. Der Autor nimmt auf Grund dieser Beobachtung an, dass die Spinne Geruchs- oder Geschmacksreize erhält, wenn sie ihr Opfer beisst. — Wir werden weiter unten über ähnliche eigene Beobachtungen berichten.

Tastsinn.

Man weiss von alters her, dass der Tastsinn bei den Webspinnen einen ganz erstaunlichen Ausbildungsgrad erreicht. Auch weiss man, dass Tastreize zustande kommen nicht nur bei der Erschütterung des Netzes durch ein darin verwickeltes und strampelndes oder schwirrendes Insekt, sondern auch dann, wenn ein

unbewegliches Objekt an irgend einer Netzstelle die entsprechenden Radiärfäden stärker belastet als den übrigen Netzbereich. Darauf beruht die schon vielfach festgestellte Tatsache, dass eine Spinne auf Fütterung mit toten Fliegen reagiert. Sie findet sie unter Umständen ebenso rasch wie lebendige Beutetiere, umwickelt sie und verzehrt sie in gleicher Weise wie diese. — Ausser den Tastreizen, die durch Erschütterung oder Belastung des Netzes zustande kommen, entstehen aber noch Tasteindrücke anderer Art, nämlich dann, wenn die Spinne ihre Beute direkt mit den Klauen berührt. Wir können sie als Betastungsreize bezeichnen oder als direkte Tastreize gegenüber den indirekten, die durch die Netzfäden vermittelt werden.

Ihnen und speziell der Frage, welche Bedeutung sie für die Spinne beim Nahrungserwerb haben, sind die folgenden Versuche gewidmet. Da sich dabei und ausserdem schon durch das oben erwähnte Rabaud'sche Experiment gezeigt hat, dass das Verhalten der Spinne auch von Geruchs- oder Geschmacksreizen bestimmt wird, müssen wir unser Augenmerk zugleich diesen beiden Sinnen nochmals zuwenden.

Zusammenwirken von Betastungsreizen und Geschmacks- oder Geruchsreizen.

Schon Beobachtungen Dahls, Fabres und späterer Autoren zeigen, dass Betastungsreize für das Verhalten der Netzspinne beim Nahrungserwerb von Bedeutung sind, eine Bedeutung, die allerdings von Rabaud (1921) wieder sehr stark zurückgesetzt wird. Wirft man (Dahl, Porter, Rabaud) einer Spinne Papierschnitzel ins Netz, so kommt sie, betastet und beisst. Dann reisst sie das Papierchen, ohne es zu umspinnen, aus den Netzfäden heraus und lässt es fallen. Dies geschieht nach meinen eigenen Versuchen auch dann, wenn man das Papierchen etwa durch ein hineingewickelttes Lehmkügelchen beschwert und damit sein Gewicht dem einer Fliege annähert.

Aehnlich, aber schon etwas typischer, verhalten sich nach Fabre *Epeira* (*Argiope*) *fasciata* und *Ep. sericea* gegenüber einer aus Wolle gefertigten Attrappe. Sie wird von der Spinne — wenigstens von manchen Individuen dieser Arten — gepackt und eingesponnen. Endlich berichtet Porter, dass *Argiope riparia* Stücke der behaarten Aehre des Fuchsschwanzgrases, die ins Netz geworfen werden, aufsucht und umwickelt. In beiden Fällen geschieht das Einspinnen wohl deshalb, weil ein Betastungsreiz entsteht, der demjenigen eines

behaarten Insekts ähnlich ist. Immer aber wurde auch hier, wie beim gewöhnlichen Papierschnitzel-Versuch, das Objekt nach weiterer Untersuchung von der Spinne aus dem Netz entfernt.

Massgebend für diese Ablehnung können zwei Sinnesempfindungen sein: die Tastempfindung beim Berühren mit Beinen und Tastern, ausserdem aber auch eine Geruchs- oder Geschmacksempfindung beim Beissen, perzipiert entweder durch die Taster oder durch die Kiefer selbst.

Ein ähnliches Ergebnis wie die Versuche mit Papierschnitzeln und vor allem diejenigen mit Wolle und Fuchsschwanzgras haben «Fütterungen» mit scharf gedörrten Fliegen, wie folgt (Versuch vom 28. August 1923): Einer getrockneten Fliege wurde das Abdomen entfernt und dann das dürre Kopf-Bruststück einer *Epeira* ins Netz geworfen. Die Spinne wurde durch mehrfaches Zupfen an der «Fliege» herangelockt. Sie umspinnnt die Beute, beisst während des Umspinnens und nachher mit den Kiefern an verschiedenen Stellen des Opfers ein, reisst dann das Objekt aus den Netzfäden heraus und lässt es fallen. Der ganze Vorgang dauert etwa drei Minuten. Der Versuch wurde noch zweimal mit dem gleichen, allerdings nun schon umwickelten Fliegenfragment wiederholt, mit nämlichem Erfolg.

Ein ähnlicher Versuch (8. September) mit einem anderen Versuchstier hatte ein ähnliches Resultat: Eine seit sechs Tagen getrocknete und der Flügel beraubte Schwebefliege mit ganz ausgedörrtem Abdomen wurde von der Spinne umwickelt, gebissen, weiter umwickelt, nochmals gebissen und zuletzt, nach einer Bearbeitung von im ganzen zehn Minuten aus dem Netz geworfen. — Man vergleiche dieses Resultat mit den Kontrollversuchen: ähnliche Fragmente frischgetöteter Fliegen wurden stets behandelt wie die frischen, lebenden, ganzen Fliegen. Sie wurden umspinnen, in die Warte getragen und ausgesogen.

Es war die Behandlung der gedörrten Fliegen jedoch nicht immer die eben geschilderte. In anderen Fällen werden solche Objekte wie Papierschnitzel behandelt und ohne Umspinnen aus dem Netz entfernt (zwei Versuche). In wieder anderen Fällen konnte die Spinne die eingetrockneten Fleischteile des Beute-Objekts wieder verflüssigen. Dann sog sie das Objekt wie eine gewöhnliche Fliege aus (zwei Versuche).

Es ist einerseits die Variabilität im Verhalten dieser Kreuzspinnen gegenüber dem ungewohnten Objekt bemerkenswert. Ausser-

dem aber — und darauf kommt es hier zunächst an — geben die beiden ersten Experimente dieser Versuchsreihe, ähnlich wie die oben zitierten Versuche mit Wolle oder Fuchsschwanzgras, Aufschluss über die Bedeutung des Betastens der Beute durch die Spinne. Netzvibrationen, wie sie durch eine lebendige Fliege hervorgerufen werden, und die — Rabaud folgend — für das Umspinnen verantwortlich gemacht werden könnten, kommen hier nicht in Betracht. In der Belastung des Netzsektors durch die dürre Fliege kommt dieser Versuch einem Papierschnitzelversuch gleich. Wir haben aber gesehen, dass ein Papierschnitzel, wie auch Kontrollversuche mit den gleichen Tieren zeigten, zur Auslösung des Umspinnens nicht genügt. Darnach muss wohl angenommen werden, dass es der spezifische Betastungsreiz ist, der das Umspinnen auslöst, der Betastungsreiz, den die dürre Fliege mit ihrer hehaarten Oberfläche bei der Spinne hervorruft. Die Wirkung einer Geschmacks- oder Geruchsempfindung ist allerdings nicht ganz auszuschliessen, bei dem ausgetrockneten Objekt jedoch nicht wahrscheinlich, zumal ja diese «Beutestücke» im weiteren Verlauf der Handlung als unverarbeitbar aus dem Netz entfernt wurden. Die zitierten Beobachtungen Fabres und Porters geben hierüber klareren Aufschluss. Bei ihnen sind Wirkungen der chemischen Sinne ausgeschlossen.

In ähnlicher Weise wie die direkten Tastreize kann man auch die Wirkung der Geschmacks- und Geruchsreize isolieren. Dies hat Rabaud (1921) zuerst in dem oben erwähnten Versuch mit Papierrollchen getan. Das mit Fliegenfleisch beschmierte Rollchen wird von der Spinne (*Argiope*) gepackt. «Elle demeure immobile pendant 4 ou 5 secondes, puis le fait tourner 5 ou 6 fois d'un mouvement lent, tout en l'entourant d'un fil de soie ténue, après quoi elle se met à le sucer.»

Ich stellte, ohne Kenntnis der Rabaud'schen Arbeit, eine Reihe ähnlicher Experimente an, die das Resultat dieses Autors bestätigen und zugleich noch etwas weiterführen. Als Beutepräparate dienten mir Seidenpapierchen von 1,5—2,0 cm Länge, möglichst dick mit Fleisch von Schwebefliegen bestrichen. In zwei Versuchen mit verschiedenen Tieren wurde das beschmierte Papier mit den Klauen betastet, mit den Kiefern an verschiedenen Stellen gebissen und dann normal umspinnen. Dann wird die Beute in die Warte getragen, dort angeheftet und nach dem üblichen Rundgang eine bis mehrere Stunden lang ausgesogen. Hier ist also, wie bei Rabaud, das Verhalten der Kreuzspinne ganz normal. Sie behandelt das

Beuteobjekt wie eine Fliege, obgleich der Betastungsreiz ein ganz atypischer ist, wie der Kontrollversuch mit dem Seidenpapierchen allein zeigt, der nicht zum Umspinnen führt.

In zwei anderen Versuchen wurde das Beutepräparat wie in den beiden vorher erwähnten Fällen mit den Beinen betastet, mit den Kiefern an verschiedenen Stellen gebissen, dann aber ohne Umspinnen mit den Kiefern ins Zentrum getragen, dort unwickelt, angeheftet und ausgesogen. Eines der beiden hier verwendeten Versuchstiere hatte schon zu einem der beiden Experimente der ersten Gruppe gedient.

In einem fünften Fall endlich wurde das Beutepräparat an Ort und Stelle im Netz und ohne Umspinnen $\frac{5}{4}$ Stunden lang ausgesogen. Es wurde also nicht in die Warte getragen.

Das für alle fünf Experimente gemeinsame Resultat ist, zusammen mit demjenigen Rabauds, folgendes: In allen Fällen wird das Fliegenfleisch-Präparat ausgesogen. Manchmal wird es unwickelt und ins Zentrum getragen, kurzum wie eine Fliege behandelt, obgleich die typischen Tastreize der Fliegenoberfläche fehlen. Wir werden damit, wenn wir uns daran erinnern, dass einfache Papierschnitzel ohne Komplikation aus dem Netz herausgeworfen werden, mit Rabaud zu der Annahme geführt, dass ausser dem Tastsinn noch weitere Sinne die Handlungen des Nahrungserwerbs der Kreuzspinne bestimmen, sei es der Geruchs- oder der Geschmacksinn. Welcher von diesen beiden hier in Betracht kommt, ist vor derhand unentschieden. Wenn man beobachtet, mit welcher Ausdauer eine Spinne ihre Beute beisst, so wird man allerdings leicht zu der Vermutung geführt, dass gerade mit diesem Beissen, abgesehen von seiner vergiftenden Wirkung, Geschmacksempfindungen verknüpft sind.

In Zusammenhang mit diesen Experimenten sind eine Anzahl anderer Fütterungsversuche von Interesse, bei denen dünne Rindfleischfasern von 1—1,5 cm Länge verfüttert wurden. Solche Fasern werden oft ausgesogen. Sie werden aber fast niemals umspinnen und fallen deshalb der Spinne beim Saugen sehr leicht wieder aus den Kiefern. Sie werden auch nur selten in die Warte getragen, was sonst bei den Versuchstieren ohne Ausnahme zur normalen Handlung der Nahrungsaufnahme gehörte.

Von besonderem Interesse als Vergleichsversuche zu den Fütterungen mit «Fliegenfleisch-Papierchen» seien endlich noch die

folgenden Fütterungen mit besonderen Rindfleisch-Präparaten kurz geschildert. Wir stellten mehrfach besondere Präparate her durch Ankleben der Rindfleischklümpchen an ganze oder zerschlossene Seidenpapierchen oder durch Zusammenkleben des Rindfleischklümpchens mit Flügeln von Schwebefliegen. Letztere, die durch ihre Flügel einer wirklichen Fliege besser entsprachen, wurden in zwei Fällen nach Betasten und Beissen mit den Kiefern umwickelt, wie eine Fliege weiterbehandelt und ausgesogen. In einem Fall wurde das Präparat zuerst umspinnen und dann aus dem Netz ohne Aussaugen entfernt. Wiederholt aber wurden solche Objekte nach Betasten und Beissen mit den Kiefern ohne Umspinnen aus dem Netz herausgeworfen.

Die Behandlung der Präparate aus Seidenpapier und Rindfleisch ist, wie man erwarten kann, stärker negativ. Meistens wird das Objekt direkt herausgeworfen, manchmal wird es umspinnen. Nur in einem Fall wurde es wie eine Fliege behandelt. Die Variabilität im Verhalten der Spinne ist, wie man schon aus diesen kurzen Angaben entnehmen kann, gegenüber solchen atypischen Objekten, wiederum sehr gross.

Deutung der sinnesphysiologischen Versuche.

Die Interpretation aller dieser Experimente, die weiter geführt werden sollen, kann wohl nur die folgende sein: Für das Verhalten der Kreuzspinne [*Epeira diademata*],¹⁾ gegenüber einem ins Netz geratenen Objekt sind verschiedene Sinnesreize bestimmend. Zunächst wirkt naturgemäss die Erschütterung oder Belastung der Radien und löst das Herbeieilen der Spinne zur Beute aus. Dann wirken Betastungsreize, die durch die spezifische Oberfläche des Körpers der Beute hervorgebracht werden. In zweiter Linie wirken Geruchs- oder, wie ich eher glauben möchte, Geschmacksreize oder wenigstens ein Sinneseindruck, der vermittelt der Kiefer die Spinne über die Verarbeitungsfähigkeit der Beute «aufklärt». In der Regel wirken diese verschiedenen Reize zusammen und bestimmen dadurch den typischen Handlungsverlauf, speziell auch das Umspinnen der Beute, sowie ihren Transport nach der Warte. Vielfach — auch im normalen Leben — genügt zur Auslösung der Umwicklung der Reiz durch die Erschütterung der Netzfäden und

¹⁾ Die verschiedenen Arten verhalten sich nicht ganz gleich: *Epeira trifolium* pflegt nach Porter ihre Beute regelmässig erst zu umspinnen und dann zu beissen.

die Vibration der Beute,¹⁾ vielfach genügt auch der durch die Oberfläche des Beutetieres gegebene Betastungsreiz. Beide genügen aber nicht, um die weiteren Handlungsabschnitte in Gang zu setzen. Hiefür bedarf es noch des Reizes aus der Geschmacks- oder Geruchskategorie. Andererseits genügen diese Empfindungen oder der durch den Kieferbiss vermittelte Sinneseindruck ebenfalls zur Auslösung der typischen Handlung und zwar unter Umständen der ganzen Handlung, aber nur dann, wenn es sich um typische Beutematerie handelt. Fliegenfleisch und Rindfleisch werden durch die Prüfung aus der Kategorie der chemischen Sinne meistens deutlich unterschieden.

3. Gedächtnis-Versuche.

Versuche über Gedächtnisleistungen hat schon Dahl (1885) für Springspinnen mitgeteilt. Darnach hat eine Springspinne (*Attus arcuatus*) eine Gedächtnisfähigkeit von einigen Stunden. Sie erinnert sich über diese Zeit des chemischen Sinneseindrucks von Terpentin. Besonders schön konnten dann G. und E. Peckham den Nachweis für Gedächtnisvorgänge bei den Springspinnen erbringen und zwar durch Dressur auf Farbpapiere. Endlich hat auch Volkelt eine, allerdings vereinzelt, Beobachtung mitgeteilt, die für das Vorhandensein eines Gedächtnisses gedeutet werden kann und die in gleicher Richtung liegt wie die hier mitzuteilenden Versuche: Er schnitt einer Zilla (?) eine schon eingesponnene Mücke aus dem Netz heraus, während die Spinne an einer schon früher gemachten Beute sog. Nachdem das Tier seine Mahlzeit vollendet hatte, tastete es das Netz nach der entfernten Beute ab. Gegen diese Deutung lässt sich allerdings einwenden, dass durch das Herausschneiden das Netz stark abgeändert wurde und dadurch das abweichende Verhalten der Spinne verursacht sein kann.

Im Folgenden sind die Ergebnisse einiger ähnlicher Versuche geschildert, die die Wirkung des Gedächtnisses sehr deutlich hervortreten lassen. Der Hergang ist mit Varianten stets folgender: Wir liessen die Spinne an einer exzentrischen Stelle des Netzes eine

¹⁾ Es sei daran erinnert, dass eine an das Netz gehaltene vibrierende Stimmgabel von der Spinne (*Argiope*) nicht nur aufgesucht, sondern unter Umständen auch umwickelt wird (Boys, Rabaud), ferner, dass verschiedene *Epeira*-Arten lebhaft sich bewegende (und gefährliche?) Objekte einwickeln, ohne sie vorher zu beißen.

Fliege fangen, sie in die Warte tragen und dort anheften. Dann aber schnitten wir den Aufhängefaden des Beutepakets durch und entfernten auf diese Weise das Beuteobjekt sehr schonend und ohne dass die Spinne beim Entfernen selbst eine Reaktion gezeigt hätte. — Nun folgte eine kurze Pause, während der sich die Spinne in der Warte ruhig verhielt. Dann fing sie an nach der entwendeten Beute zu suchen.

Die folgende Darstellung gibt einen Versuch vom 25. August 1923 genauer wieder (vergl. Fig. 3).

Die Spinne war im Schlupfwinkel (S) mit dem Aussaugen einer früher gefütterten Fliege beschäftigt. Wir brachten nun eine weitere lebendige Beute, wiederum eine Fliege, an der Stelle * ins Netz. Die Spinne kommt sofort mit dem Rest der ersten Mahlzeit zwischen den Kiefern herunter, wickelt die neue Beute mit dem Rest zusammen in ein Paket und trägt es ins Zentrum. Wir schnitten, während die Spinne ihren Rundgang machte, die Beute ab (9.45 Uhr). Zuerst blieb nun das Tier kurze Zeit, kaum eine Minute, ruhig. Dann aber fing es an, mit den Vorderbeinen durch kurzes Rupfen an den Radiärfäden den ganzen Netzbereich von der Warte aus nach allen Seiten hin abzusuchen. Es ist dies die typische, schon von McCook anschaulich beschriebene Handlung der Spinne, wenn sie die Radien auf

Belastung durch ein Beuteobjekt ausprobiert. Dann lief das Tier in den Schlupfwinkel S hinauf, der 45 cm von der Warte entfernt war, tastete ihn ab, kehrte wieder ins Zentrum zurück, wiederholte das Rupfen an den Radien, lief dann noch einmal in den Schlupfwinkel hinauf, von dort seitwärts an der Decke hin nach dem anderen Befestigungspunkt a des Netzes, kehrte dann nach S und von dort wieder in die Warte zurück. Hier wiederholte sie das gleiche Abtasten der Radien. Dann lief sie nochmals nach S und a, kehrte

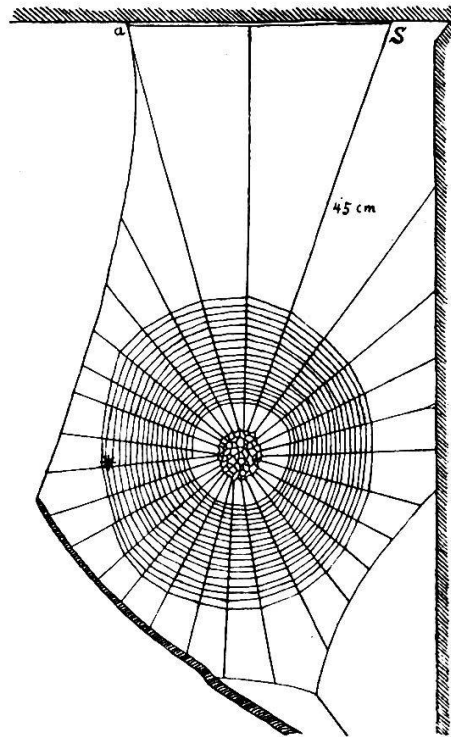


Fig. 3. *Epeira diademata*. Etwas schematisierte Darstellung eines Gedächtnisversuchs. Das Netz ist zwischen Decke und Seitenwand des Versuchsaums und einem Ast ausgespannt. S = Schlupfwinkel der Spinne oben an der Decke, 45 cm von der Warte des Netzes entfernt. * = Netzstelle, wo die Fliege, nach der die Spinne im darauffolgenden Experiment 26 Minuten lang suchte, erbeutet wurde.

wieder nach der Warte zurück, kletterte dann im Bereich der ursprünglichen Fangstelle * herum usw.

Diese Vorgänge, die ein offenkundiges Absuchen der Warte, des Netzes und einzelner besonderer Punkte desselben erkennen lassen, wiederholten sich noch mehrmals. Erst nach 26 Minuten (10.12 Uhr) wurde die Spinne wieder ruhig und nahm die typische Lauerstellung in der Warte ein.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse von sechs Versuchen an vier Tieren zusammengestellt, welche sowohl den typischen Hergang, als auch das Mass der Variabilität im Verhalten der verschiedenen Individuen erkennen lassen.

Versuch Nr.	Gesamtdauer des Suchens	Suchen im Zentrum	Suchen im Schlupfwinkel	Suchen an Fangstelle	Bemerkungen
1	26 Minuten	5 mal	5 mal	2 mal	Ist der oben ausführlich beschriebene Versuch.
2a	11 »	2 »	—	1 »	} Gleiches Tier in zwei direkt aufeinander folgenden Versuchen.
2b	4 »	2 »	1 mal	—	
3a	47 »	21 »	13 »	2 mal	} Gleiches Tier an zwei aufeinander folgenden Tagen.
3b	38 »	12 »	2 »	an anderer Netzstelle 1 mal	
4	30 »	15 »	zusammen 15 mal		Schlupfwinkel und Fangstelle liegen in gleicher Richtung und sind deshalb nicht auseinander gehalten.

Bei einem siebenten Versuch trat eine interessante Komplikation dadurch ein, dass ein wanderndes Männchen während des Suchens der weiblichen Spinne den Rand des Netzes besuchte. Das Weibchen lief ihm entgegen, vertrieb es mehrfach, kehrte dann ins Zentrum des Netzes zurück und suchte weiter. Eine Begattung fand nicht statt. Der Gedächtniseindruck der verlorenen Beute wurde also durch das Intermezzo mit dem Männchen nicht verdrängt.

4. Das Verhalten der Kreuzspinne ohne Netz. Der Volkeltsche Versuch.

Volkelt beschrieb 1914 das folgende mit einer Radnetzspinne¹⁾ gemachte Experiment: Er liess eine Mücke direkt in die Wohnröhre der Spinne hineinkriechen und sah zu seinem Erstaunen, dass die nachweislich hungrige Spinne nicht etwa die Mücke packte und

¹⁾ Volkelt gibt die Art nicht an. Wahrscheinlich handelt es sich um eine Zilla. Das Netz hat den oben erwähnten Signalfaden, der von der Warte aus in einem freien Netzsektor nach dem Schlupfwinkel führt, wo die Spinne lauert.

frass, sondern sie abwehrte und bei ihrem weiteren Vordringen die Flucht ergriff. Sogar, wenn sich die Mücke direkt unter den Kiefern der Spinne befand, biss diese nicht zu, auch dann nicht, wenn die Mücke an ein Vorderbein der Spinne anstiess.

Aus dieser Beobachtung zog Volkelt den Schluss, die Spinne könne die Mücke in einer ungewohnten Situation überhaupt nicht als Mücke, als Beuteobjekt erkennen. Sie besitze von ihr nicht eine gesonderte dinghafte Vorstellung, sondern sie könne sie nur mit dem Netz zusammen als zitterndes Objekt erkennen. Die Spinne habe, dies ist Volkelts Folgerung, Vorstellungen komplexer Art, im geschilderten Falle «Mücke im zitternden Netz». Sie sei nicht imstande, die beiden Komponenten voneinander zu trennen und könne infolgedessen eine Mücke für sich allein nicht erkennen. Nach Volkelt sollen die Vorstellungen aller Tiere und in hohem Grade auch diejenigen des primitiven Menschen von komplexer Art sein. Er zieht zur Beweisführung eine Reihe bekannter tierpsychologischer Beobachtungen heran, auf die ich hier nicht eingehen möchte.

Gegen die Volkeltsche Hypothese haben bereits Demoll (1921) und Bierens de Haan (1922) Einwände allgemeinerer Art erhoben, die sich aus dem Verhalten zahlreicher Tiere ergeben. Jedoch haben die beiden Autoren dabei die Richtigkeit der Volkeltschen Beobachtung vorausgesetzt. Diese Gültigkeit wird aber, wie die hier folgenden Versuche zeigen, widerlegt und ausserdem durch mehrere Stellen in der Literatur erschüttert. Romanes berichtet (zitiert nach Mc Cook, 1889, der allerdings diese Angabe nicht bestätigen konnte), dass eine verstümmelte Webespinne unter Umständen zur Jägerin werden könne. Hentz beobachtete, dass *Epeira prompta* zuweilen eine Beute nach Art der Springspinnen fängt, eine Beobachtung, die von dem Ehepaar G. und E. Peckham bestätigt wird. Dies ist natürlich nur möglich, wenn die *Epeira* ihre Beute auch als Einzelobjekt sieht — wir treffen hier mit den Einwänden Demolls und B. de Haans zusammen — wenn die Netzspinne also nicht nur unauflösbare Komplexvorstellungen wie «Beute und Netz» besitzt. Endlich berichtet auch Rabaud 1921, dass Kreuzspinnen ihre Beute direkt packen können.

Angesichts dieser Literaturangaben können meine eigenen Versuche kurz abgehandelt werden. Sie beziehen sich auf zwei *Epeira*-Arten, ausserdem auf *Tegenaria* und auf *Zilla*, wobei die Versuche mit der zuletzt genannten Form deshalb ein besonderes Interesse

haben, weil zu dieser Gattung auch die Volkeltsche Signalfaden-Spinne gehören dürfte.

Ich fütterte 15mal Individuen der *Epeira diademata* direkt mit lebenden, zweimal mit toten Fliegen, die an einer Insektennadel oder mit einer Pinzette dargeboten wurden. Sie wurden oft augenblicklich, sobald die Fliege ein Bein der Spinne berührte, gepackt und dann ausgesogen. Manchmal lief die Spinne zunächst davon und nahm die Beute erst bei Wiederholung des Versuchs. Unerlässlich ist dabei in allen Fällen, dass die Fliege, wie schon bei den Versuchen über die Sehleistungen hervorgehoben wurde, mit der Spinne in Berührung kommt.

Tegenaria wurde sechsmal, *Zilla* ungefähr ein dutzendmal mit Erfolg zu solchen direkten Fütterungen benützt. Bei beiden Gattungen aber waren die Fluchtreaktionen häufiger und in vielen Fällen wurden die Fliegen erst nach oft wiederholter Darbietung gepackt. Aehnlich verhält sich auch *Epeira umbratica*. Allen drei Formen ist gemeinsam, dass sie nicht, wie *Epeira diademata*, im Zentrum ihres Netzes, in der Warte, sondern immer in ihrem Schlupfwinkel (z. B. in einer Ritze im Holzgebälk) lauern und erst bei Erschütterungen des Gewebes hervorstürzen. Mit dieser biologischen Eigentümlichkeit dürfte das schlechtere Ergebnis direkter Fütterung zusammenhängen: Diese Spinnen sind scheuer als die an den offenen Nahrungserwerb schon ohnehin gewöhnten gewöhnlichen Kreuzspinnen.

Das für uns wesentliche Ergebnis liegt jedoch nicht in den negativen Fällen, die nur geeignet sind, das Zustandekommen der Volkeltschen Beobachtung zu erklären, sondern es liegt in den zahlreichen positiven Fällen. Sie wären nach der Volkeltschen Hypothese nicht möglich. Volkelts Satz: «Die Spinne schickt sich nur dann an, eine Fliege, mit der sie zusammentrifft, zu verzehren, wenn sie die Fliege nach typischer Spinnenart im Netze gefangen hat» — dieser Satz trifft nicht zu. Es ist damit wenigstens für die Spinne die Beweisführung Volkelts widerlegt, gleichgültig, wie man im übrigen die Frage nach den psychischen Vorstellungen, die die Tiere von den Objekten ihrer Umwelt haben, beantworten mag, eine schwierige Erörterung, die ich hier, wo es sich mehr um die Darstellung von Tatsachen handelt, nicht unternehmen möchte.

Die hier geschilderten direkten Fütterungen haben aber noch zu einer weiteren Beobachtung Anlass gegeben. Die an der Nadel oder mit der Pinzette dargebotenen Fliegen werden, nachdem sie

gepackt worden, verschieden weiter behandelt. Entweder werden sie ohne weitere Komplikation ausgesogen oder aber vorher noch umspinnen. Das erste Verfahren konnte ich bei den Epeira-Fütterungen neunmal, bei Zilla zehnmal beobachten, das zweite Verfahren bei Epeira acht-, bei Zilla viermal. Es ist nun von Interesse zu sehen, dass das Umspinnen zu dem Handlungsablauf führt, der auch für die Spinne im Netz typisch ist, wo Umwickeln, Anheften, Spaziergang und Saugakt die normale Reihenfolge bilden. Auch in der vorliegenden Situation ohne Netz heftet die Spinne die Beute nach dem Umwickeln an der Unterlage, meistens der Zimmerdecke, fest und macht dann ihren Spaziergang, wie wir es im ersten Kapitel dieser Mitteilung für die Spinne im Netz kennen gelernt haben. D. h., sie läuft an der Unterlage bis 4 cm weit von ihrer Beute weg, spinnt dabei, wie es für die Webespinnen bei jeder Fortbewegung charakteristisch ist, einen Faden hinter sich her, heftet diesen vor der Umkehr an der Unterlage an und kehrt dann wieder zu ihrer Beute zurück. Das Wiederfinden wird dann offenbar durch den selbstgesponnenen Ariadne-Faden erleichtert. Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass dieser Spaziergang, der unter normalen Verhältnissen in der Warte des Netzes das Erlangen der normalen Saugstellung mit abwärtsgerichtetem Kopf zur Folge hat, hier keinen Sinn hat. Dass er trotzdem ausgeführt wird, darf wohl als Beispiel automatischen Verhaltens angesehen werden, zugleich auch als Beweis dafür, dass der Rundgang ein integrierender Teil der normalen Fanghandlung ist.

5. Ueber Automatismus und Plastizität im Verhalten der Kreuzspinne.

Forel (1901, 1910) unterscheidet in sehr klarer Weise zwischen automatischer und plastischer Arbeit des tierischen Zentralnervensystems. Bei plastischer Arbeit sind die Handlungen des Tieres anpassungsfähig an unerwartete, ungewohnte Verhältnisse. Die Handlungen können ihnen entsprechend abgeändert und es können neue Kombinationen bewerkstelligt werden. Beim automatischen Typus aber verlaufen die Handlungen stets sehr ähnlich und den besonderen Umständen des Einzelfalles wenig angepasst. — Bekanntlich sind die wirbellosen Tiere, auch die hochorganisierten Insekten, in höherem Grade automatisch als die Wirbeltiere, speziell deren höhere Gruppen. Uebrigens ist der Gegensatz

zwischen automatisch und plastisch, wie Forel selbst hervorhebt, nur relativ.

Im Folgenden sind eine Anzahl Versuche geschildert, welche die Frage von Automatismus und Plastizität für die Kreuzspinne beleuchten, mit dem Ergebnis, dass diese Netzspinne bei ihrem Nahrungserwerb eine relativ hohe Plastizität besitzt, ein Resultat, das übereinstimmt mit den Erfahrungen Porters für den Netzbau dieser Formen. Andererseits steht es in ziemlich starkem Gegensatz zu der Auffassung, die Rabaud in der schon öfter zitierten Schrift vor drei Jahren vertrat. Es geht auch wohl über den Plastizitätsgrad, den Gerhardt (1923) annimmt, hinaus.

Fütterung der Spinne mit schon umspinnenen Fliegen.

Wir warfen einigen Spinnen eine Anzahl Fliegen ins Netz, liessen sie umspinnen und nahmen dann den Spinnen die umwickelte Beute wieder weg, um sie zu den eigentlichen Versuchen zu benützen. Das folgende Experiment (vom 14. September 1923) möge als Beispiel dienen. Einer *Epeira diademata* wurden kurz nacheinander zwei schon umspinnene Fliegen ins Netz geworfen. Die Spinne kam in beiden Fällen herbei, betastete, packte die Fliege mit den Kiefern, riss sie, ohne sie zu umwickeln, aus den Netzfäden los, trug sie in die Warte und begann dort nach den typischen Vorbereitungen den Saugakt. Dann wurde, während die Spinne an dem zweiten dieser Beutestücke sog, eine weitere schon umwickelte Fliege ins Netz geworfen. Die Spinne kam wieder herbei, packte mit den Kiefern und kehrte dann, ohne das Objekt zu umspinnen, in die Warte zu ihrer früheren Mahlzeit zurück. Dasselbe wiederholte sich dreimal, so oft die Spinne durch die Vibrationen einer Nadelfliege zu dem hingengelassenen Objekt zurückgelockt wurde: sie kam, betastete, biss mit den Kiefern, liess jedoch das Beutepaket ohne Umspinnen hängen.

Als Kontrollversuch wurden dem gleichen Tier kurz nachher zwei frisch getötete, aber nicht schon umwickelte Fliegen ins Netz geworfen. Sie wurden beide eingesponnen, ebenso zwei trockene Schwebefliegen.

Es wird also, dies ist das Resultat, eine Fliege nicht mehr umspinnen, wenn dies schon durch eine andere Spinne getan wurde. Mit anderen Worten: das Verhalten der Spinne ist plastisch. Die Reihe der Handlungen beim Fliegenfang ist anpassungsfähig. Jedoch

verläuft der Versuch nicht immer gleich. Von zwölf bereits umwickelten Fliegen, die wir verschiedenen *Epeira*-Individuen ins Netz warfen, wurden zwar zehn nicht mehr umspinnen, zwei aber wurden noch einmal eingehüllt. In diesem Fall ist das Verhalten des Tieres starrer; es gleicht der bekannten von Fabre und dem Ehepaar Peckham (1905) geschilderten, die Bruthöhle inspizierenden Grabwespe *Spex flavipennis*, der man die Beute vom Höhleneingang ein wenig entfernt hatte. Als Ursache für den Wegfall des Einspinnens der schon umwickelten Fliege müssen wir wohl die Veränderung des Tasteindrucks betrachten, den die schon umwickelte Fliege auf die betastende Spinne macht. Die Situation hat übrigens eine normal-biologische Parallele: Die schon umwickelte Fliege gleicht ja durchaus einer von der Netzeigentümerin selbst eingesponnenen Beute, die regelmässig hängen gelassen wird, wenn die Spinne noch mit dem Aussaugen einer früheren Beute beschäftigt ist und zu der sie nach Beendigung der ersten Mahlzeit zurückkehrt.

Von Interesse ist auch, dass in einem der beiden erwähnten starreren Fälle, in denen nachgewickelt wurde, die Fliege ziemlich locker in den Fäden hingund ausserdem das Netz im Wind schwankte. Vielleicht spielen diese beiden Umstände auch eine Rolle bei der Entscheidung darüber, ob eine Beute nochmals eingesponnen wird.

Ueber die Eingewöhnung einer Kreuzspinne in einem fremden Netz der gleichen *Epeira*-Art.

Schon Fabre hat den Versuch, um den es sich hier handelt, gemacht und zwar ausser mit Individuen der gleichen Art auch mit solchen verschiedener *Epeira*-Spezies. Er tauschte u. a. zwei Individuen der Spezies *Epeira* (*Argiope*) *fasciata* aus. «Aussitôt déposée sur le réseau étranger, chacune gagne l'air centrale (die Warte), s'y installe la tête en bas et plus ne bouge, aussi satisfaite du filet de sa voisine que de son propre filet. L'épeire est donc incapable de reconnaître sa toile.»

Die drei Versuche, die ich anstellen konnte, weichen in ihrem Ergebnis in einigen Punkten von den Fabreschen Beobachtungen ab und sollen aus diesem Grunde hier kurz erwähnt werden. Die im fremden Netz eingesetzten Spinnen (der gleichen Art) begeben sich zunächst überhaupt nicht ins Zentrum und nehmen auch nicht die typische Lauerstellung mit abwärts gerichtetem Kopf an. Ferner: Wenn man sie Fliegen erbeuten lässt, saugen sie diese an der

Fangstelle aus, während sonst die gleichen Spinnen ihre Beute ohne Ausnahme zum Aussaugen in die Warte transportierten. Endlich: Wenn man einer frisch eingesetzten Spinne mehrere Fliegen an verschiedenen exzentrisch gelegenen Stellen ins Netz bringt, so läuft sie direkt von einem Objekt zum andern. Sie macht dabei vielfach nicht den Umweg über die Warte, der bei den Spinnen im eigenen Netz sehr charakteristisch ist und höchstens dann wegfällt, wenn zwei Beutestücke sehr nahe beisammen liegen.

Erst allmählich gewöhnten sich in meinen Versuchen die eingesetzten Spinnen an das fremde Gewebe und begannen nun in typischer Weise zu arbeiten. Dies geschah in einem Fall bereits nach 15 Minuten, in einem anderen aber erst nach einer Stunde. Weitere Versuche werden aufklären müssen, ob diese Resultate typisch sind. Dann würde die Spinne doch ihr Netz, entgegen der Meinung Fabres, als eigenes «erkennen» oder wenigstens in seiner Handhabung eine gewohnheitsmässige Fertigkeit erworben haben. Es wäre aber auch nicht ganz undenkbar, dass das atypische Verhalten auf einer Chockwirkung infolge der Versuchsbehandlung beruhen könnte.

Im ganzen bekräftigen übrigens meine Versuche trotz der Abweichungen im allgemeinen die Erfahrung Fabres, wonach die Netzspinnen auf ihr Netz nicht stark spezialisiert sind.

Fütterung der Kreuzspinnen mit angebundenen Fliegen.

Es wurden lebende Stubenfliegen an lange menschliche Haare angebunden und ins Netz gebracht. Dann wurde, während die herbeigeeilte Spinne ihr Opfer an der Fangstelle umwickelte, das freie Haarende an einem festen Gegenstand, z. B. an der benachbarten Holzwand, fixiert. Die Spinne macht nun oft ganz überraschende Anstrengungen, ihr Beutepaket, das sie durch Abreissen der Fäden aus dem Netz herausgelöst hat, in die Warte zu transportieren, ein Bemühen, das natürlich infolge der Verankerung des Haares vergeblich ist. Sie versucht auch sofort, das Haar mit den Kiefern durchzubeissen, auch dies fast ausnahmslos ohne Erfolg. Erst nach kürzerer oder längerer derartiger Arbeit passt sich die Spinne der ungewohnten Situation an und beginnt die Fliege an Ort und Stelle auszusaugen.

Im Folgenden ist einer dieser Versuche (vom 10. September 1923) genauer beschrieben und in Figur 4 schematisch dargestellt. Die

Fliege wurde 9 Uhr 47 in das Netz geworfen. Die Spinne kam sofort herbei. Sie zog, wie gewöhnlich, den Leitfaden (L-Faden in Fig. 4), durch den sie mit der Warte in Verbindung bleibt. Die Fliege wurde umspinnen und unterdessen klebten wir das Haar, wie die Figur zeigt, an der benachbarten Wand fest. Nun riss die Spinne in üblicher Weise mit ihren Beinklauen die Fäden, an denen das umspinnene Beutepaket im Netz hing, bis auf wenige Verbindungen ab, so dass jetzt die Fliege samt der sie bearbeitenden Spinne an einem fast freien Strang hing, der aus dem Leitfaden einerseits und dem Haar andererseits bestand. Jetzt wurde die Fliege nochmals weiter umspinnen, an das Abdomen angehängt, um auf diese Art, die vorzugsweise bei schwierigen Objekten angewendet wird, in die Warte geschafft zu werden. Der Transport misslingt infolge der Verankerung des Haares. Nun läuft die Spinne auf das Haar. Sie sucht es mit den Beinen durchzureissen. Dies ist das übliche Verfahren beim Zerreißen

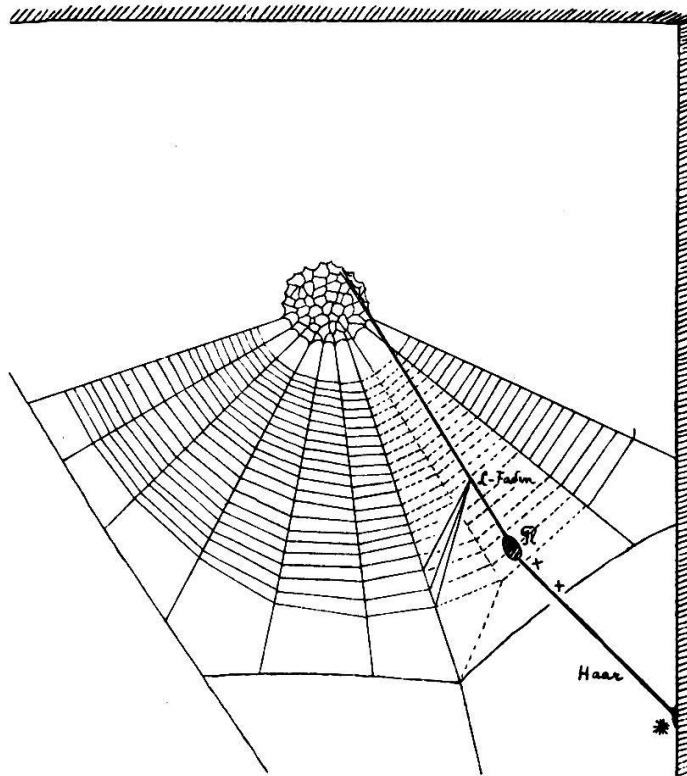


Fig. 4. *Epeira diademata*. Etwas schematisierte Darstellung eines Fütterungsversuchs mit einer Fliege (Fl), die durch ein Haar bei * an der Wand des Versuchsaumes angebunden ist. L-Faden = Leitfaden, den die Spinne beim Hinlaufen zur Beute von der Warte zur Fangstelle gezogen hat. Er bildet zusammen mit dem Haar einen freien Strang ausserhalb der Ebene des Netzes. Der ihm benachbarte Sektor des Netzes ist, um dies kenntlich zu machen, gestrichelt gezeichnet. $\times \times$ bezeichnet die von der Spinne besonders stark bearbeitete Strecke des Haares.

der Netzfäden. Dann geht sie zu einer intensiven Bearbeitung mit den Kiefern über und sucht es durchzubeissen oder durchzuzwicken. Der ganze Vorgang vom Erbeuten der Fliege an bis zu dieser Bearbeitung des Haars dauerte etwa zwei Minuten. Von nun an (9.49) wechselten 13 Minuten lang (bis 10.02) die verschiedenen Tätigkeiten ab, welche die Spinne zur Beseitigung des Hindernisses und der anormalen Situation unternahm: einerseits die Versuche,

das Haar mit den Kiefern durchzubeissen, andererseits wiederholtes Umwickeln der Beute und Versuche, sie am Abdomen in die Warte zu ziehen. Nach 13 Minuten (10.02) beruhigte sich das Tier und fing an, die Fliege an der Fangstelle auszusaugen; 10.43 war der Saugakt beendet. Sie liess den Fliegenrest, der noch immer am Haar hing, fallen und kehrte in die Warte zurück.

Das Experiment zeigte Eigentümlichkeiten, die sich auch in den übrigen Versuchen mit « Haarfliegen » wiederholten: das erstaunlich rasche « Erkennen » des Haares als Hindernis und seine Bearbeitung mit den Kiefern, dazu die immer wiederholten Versuche, das Objekt in die Warte zu transportieren. Bei einem anderen besonders ausdauernden Tier dauerten die « Bemühungen », das Haar durchzubeissen und die Beute ins Zentrum zu tragen, noch bedeutend länger: die unermüdliche Spinne kehrte während 1½ Stunden 15mal auf das Haar zurück und wiederholte dort die Bearbeitung mit den Kiefern. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der 11 Versuche mit Haarfliegen zusammengestellt. Es ergibt sich auch hier wieder eine ausserordentliche Variabilität im Verhalten der einzelnen Tiere gegenüber der ungewöhnlichen Situation. Die Dauer der Anstrengungen, die die Spinnen machen, schwankt von 0 bis 1½ Stunden, Varianten, die sich zum grösseren Teil auf verschiedene Tiere, zum Teil aber auch auf ein und dasselbe Individuum beziehen.

Versuchs-Tier Nr.	Die oft wiederholte Bearbeitung des Haares dauert insgesamt	Bemerkungen
1.	88 Minuten	
2. (1. Versuch)	13 »	Versuche dicht aufeinander folgend.
(2. Versuch)	7 »	
3.	44 »	
4.	9 »	
5.	18 »	
6. (1. Versuch)	6 »	
(2. Versuch)	0 »	» » »
(3. Versuch)	20 »	» » »
7. (1. Versuch)	1 »	
(2. Versuch)	über 20 »	» » »

Von besonderem Interesse ist noch eine Einzelheit des Versuches Nr. 1 der Tabelle: Während die Spinne die am Haar angebundene Fliege an der Fangstelle aussog, flog eine grosse freie Fliege ins Netz. Die Spinne eilte hin, umwickelte die neue Beute, ging dann

in die Warte und von dort zur Haarfliege zurück. Hier nahm sie sofort die unterbrochene Saugetätigkeit wieder auf. Sie bemühte sich jetzt nicht mehr, was sie vorhin so lange getan hatte, das Objekt ins Zentrum des Netzes zu schleppen. Sie hatte sich also entweder in die neue Situation eingewöhnt, sie hatte gelernt, oder aber — dies wäre eine andere Deutung — der Reiz, der von der halb ausgesogenen und infolgedessen stark bespeichelten Fliege ausgeht, ist ein anderer und eliminiert den Trieb, die Beute ins Zentrum zu tragen. Es ist auf Grund der Einzelbeobachtungen nicht möglich, eine Entscheidung zu treffen.

Zusammenfassend können wir die Bedeutung dieser Versuche mit verankerten Fliegen folgendermassen formulieren: es wird ausserordentlich rasch das spezielle Hindernis von der Spinne gefunden und zu beseitigen gesucht. Dass sie hierfür die Kiefer braucht, entspricht jedoch nicht den Gewohnheiten, die sonst bei meinen Versuchstieren zu beobachten waren, welche zum Durchreissen der Netzfäden ausnahmslos die Beinklauen benutzten. Wir müssen jedoch berücksichtigen, dass die Spinne Hartbestandteile mit den Kiefern zu bearbeiten pflegt und nun diese Methode auf das Hindernis im Netz anwendet. Es besteht damit eine, wenn auch sehr naheliegende Anpassung in der Verwendung der Kiefer in einer völlig neuen Situation, eine Plastizität. Die Versuche zeigen ferner sehr deutlich, wie ausserordentlich gross das Bestreben sein kann, die Beute von Fliegengrösse¹⁾ in die Warte zu schleppen. Damit wird in schlagender Weise die neuerdings von Rabaud vertretene Meinung widerlegt, wonach die Radnetzspinnen ihre Beute ebenso leicht an der Fangstelle, wie im Zentrum verzehren können. Zum mindesten trifft dies für die hier verwendeten *Epeirae diadematae* nicht zu. Rabaud ist entgegen früheren Autoren auch der Meinung, das Zentrum des Netzes sei kein mechanisch bevorzugter Ort. Die hier mitgeteilten Beobachtungen lassen aber erkennen, dass die zentrale Warte in der Tat bevorzugt wird. Bei dem radiären Bau des Radnetzes ist das auch ganz verständlich.

Endlich zeigen diese Versuche wieder eine ausserordentliche Variabilität in der Fähigkeit der Spinnen, sich an eine neue Situation anzupassen, die darin besteht, dass die angebundene Beute an der Fangstelle verzehrt werden muss. Von den verschiedenen Indi-

¹⁾ Nur ganz kleine Objekte wurden von meinen Versuchstieren an Ort und Stelle verzehrt, z. B. kleine Mücken.

viduen, die alle sonst ihre Beute in der Warte verzehren, passt sich das eine sofort an den neuen Speiseort an, ein anderes arbeitet 1½ Stunden, um den Transport nach der Warte zu bewerkstelligen und damit der ungewohnten Situation zu entgehen.

Wir möchten im Zusammenhang mit dieser immer wieder beobachteten Instinktvariabilität doch ganz kurz die allgemeine Bedeutung dieser Tatsache berühren. Immer dann, wenn den Tieren eine ungewohnte Situation begegnete, stieg die Variabilität des Verhaltens ganz ausserordentlich, eine Variabilität, die nur auf einer ziemlich grossen psychischen Plastizität dieser Tiere beruhen kann. Das zeigt sich nicht nur in den eben beschriebenen Experimenten mit angebundenen Fliegen, sondern ebenso bei den Gedächtnisversuchen und bei den Fütterungen, handle es sich nun um Fütterung von Spinnen ausserhalb des Netzes oder um Fütterungen im Netz mit Rindfleisch, mit Fliegenfleischpapierchen usw.

Literatur.

- J. A. Bierens de Haan, 1922. Sur les représentations des animaux. Archives de psychologie, T. 18.
- C. V. Boys, 1880. The influence of tuning-fork on the garden spider. Nature, 23.
- F. Dahl, 1885. Versuch einer Darstellung der psychischen Vorgänge in den Spinnen. Vierteljahrsschr. f. wiss. Philosophie, Bd. 9.
- R. Demoll, 1921. Ueber die Vorstellungen der Tiere. Zool. Jahrb., Bd. 38, Abt. f. allg. Zool.
- J. H. Fabre, 1879—1910. Souvenirs entomologiques. Huitième et neuvième série. 4. Ed. Paris, Delagrave.
- A. Forel, 1901. Die psychischen Eigenschaften der Ameisen und einiger anderer Insekten. Verh. V. internat. Zool.-Kongress Berlin (1902).
- 1910. Das Sinnesleben der Insekten. Verlag E. Reinhardt, München.
- U. Gerhardt, 1923. Araneina, echte Spinnen, in: Biologie der Tiere Deutschlands, herausg. v. Dr. P. Schulze. Bornträger, Berlin.
- H. C. McCook. American spiders and their spinning work. Published by the author, Acad. of nat. Sci. Philadelphia. Vol. I, 1889, Vol. II, 1890, Vol. III, 1893.

(25) F. Baltzer. Zur Sinnesphysiologie u. Psychologie d. Webespinnen. 187

G. W. and E. Peckham, 1887. Some observations of the mental powers of spiders. Journ. of Morphology, Vol. 1.

— 1894. The sense of sight in spiders, with some observations in color sense. Trans. of the Wisconsin Acad. of Sci., Vol. X.

— 1905. Wasps social and solitary. Westminster, Constable & Co.

J. P. Porter, 1906. The habits, instincts and mental powers of spiders, Genera Argiope and Epeira. Americ. Journ. of Psychology, Vol. 17.

Et. Rabaud, 1921. Recherches expérimentales sur le comportement de diverses araignées. L'année psychologique, 22. Jahrg.

H. Volkelt, 1914. Ueber die Vorstellungen der Tiere. Arb. z. Entw. psychologie, herausgeg. v. F. Krueger.

