

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Frankfurt a. M.).

## BEITRÄGE ZUR PHYSIOLOGIE UND PSYCHOLOGIE DER SPRINGSPINNEN<sup>1</sup>.

Von

KARL HUBERT HEIL.

Mit 7 Textabbildungen (15 Einzelbildern).

(Eingegangen am 2. Dezember 1935.)

Inhaltsverzeichnis.		Seite
Einleitung . . . . .		1
Material und Methodisches . . . . .		2
A. Instinkte der Salticiden . . . . .		2
1. Instinkte des Beutefangs . . . . .		2
2. Sicherungsinstinkte . . . . .		3
3. Begattungsinstinkte . . . . .		3
B. Die Reaktionen der Salticiden auf Reize der Umwelt . . . . .		4
1. Taktile Reize . . . . .		4
2. Chemische Reize . . . . .		6
3. Optische Reize . . . . .		7
a) Größe S. 8. — b) Bewegung S. 9. — c) Form S. 10.		
I. Die Reaktionen auf bewegte flächenhafte Muster . . . . .		11
II. Das Verhalten gegenüber körperlichen Attrappen, die sich in Bewegung befinden . . . . .		13
III. Bewegungslose Dinge als Beuteobjekte und Geschlechtspartner . . . . .		14
4. Versuche über die maximale Sprungweite und Ergänzungen zur Frage der Entfernungslokalisation . . . . .		15
5. Das Verhalten der geblendeten Spinnen . . . . .		17
C. Höhere Leistungen der Salticiden . . . . .		19
D. Ökologie . . . . .		22
Zusammenfassung . . . . .		24
Literaturverzeichnis . . . . .		25

### Einleitung.

DAHL (1884) und PECKHAM (1887), denen wir die ersten eingehenderen Studien über das Verhalten der *Springspinnen* oder *Salticiden* verdanken, standen noch unter dem Einfluß der anthropomorphistischen Denkweise. Mit aller Selbstverständlichkeit schrieben sie ihren Versuchstieren Intelligenz, Bewußtsein und Gefühle zu, ohne nur den Versuch zu machen, die beobachteten Reaktionen auf einfachere, ökonomischere Weise zu erklären. Ihre rein sinnesphysiologischen Ergebnisse sind allerdings zum Teil noch heute von Wichtigkeit.

Mit dem Aufblühen der Sinnesphysiologie lernte man die Fehler der anthropomorphistischen Darstellungsweise zu vermeiden, schoß nun aber

<sup>1</sup> Dissertation der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt a. M.

vielfach über das Ziel hinaus, indem man behauptete, die Tiere seien weiter nichts als Reflexmaschinen. Demgegenüber zeigte ZUR STRASSEN (1908), daß das Verhalten der Springspinnen zwar aus Gründen der Denkökonomie viel einfacher zu erklären sei, als DAHL es getan hatte, andererseits aber auch nicht im Sinne einfacher Automatismen gedeutet werden könne.

Da die genannte Arbeit ZUR STRASSENS noch mancherlei Probleme offen ließ, habe ich auf seinen Rat<sup>1</sup> die Psychologie der Springspinnen nochmals auf breiter Basis in Angriff genommen. Hierbei dienten die sinnesphysiologischen Studien von HOMANN (1922—1934) als wertvoller Unterbau.

### Material und Methodisches.

Im ganzen wurden etwa 450 Tiere verwendet, wovon 435 zu der Gattung *Evarcha* gehörten. Es waren die Arten *Evarcha blancardi* (SCOP.) und *Evarcha marcgravi* (SCOP.). Bemerkenswerte Unterschiede in ihrem Verhalten wurden nicht beobachtet. An sonnigen Lichtungen und Eisenbahndämmen findet man von April bis September die lebhaften Spinnchen, die mit dem Käscher leicht eingefangen werden können. Bestimmte Pflanzen werden anscheinend nicht als Aufenthaltsort bevorzugt. Ich sah die Spinnen sowohl auf Grashalmen, als auch auf den Blättern niedriger Gewächse auf ihre Beute lauern und ihre Liebesspiele aufführen. Kannibalismus ist bei den untersuchten Arten gang und gäbe, weshalb der Transport in Einzelkästen geschehen mußte. Im Laboratorium wurden die Tiere dann in besondere geräumige und lichte Käfige gesetzt. Sie gewöhnten sich sehr rasch an die neue Umgebung, da ihnen genügend Bewegungsfreiheit geboten war.

Neben der eingehenden Beobachtung der Tiere in ihrer natürlichen Umgebung und in großen Behältern mit annähernd normalen Lebensbedingungen wurden eine erhebliche Anzahl von Versuchen (1300) angestellt. Um hierbei subjektive Einflüsse nach Möglichkeit auszuschließen, wurden die Versuchsanordnungen weitgehend mechanisiert.

## A. Die Instinkte der Salticiden.

### 1. Instinkte des Beutefangs.

Über das Verhalten der Salticiden bei der Jagd nach Beutetieren sind wir durch die Schilderungen von PECKHAM (1887, 1894), RAINBOW (1898) und HOMANN (1922) zum Teil schon recht gut unterrichtet.

Bemerkt eine hungrige *Evarcha* aus einer gewissen Entfernung ein Beutetier, etwa eine Stubenfliege, so dreht sie die Körperachse sofort in die Richtung nach dem Objekt und läuft darauf zu. Das Laufen geht in Schleichen über, um so langsamer und vorsichtiger, je näher die Spinne dem Ziel kommt. Ist sie schließlich auf Sprungdistanz heran, so bleibt sie einen Moment ruhig sitzen, um den Überfall vorzubereiten. Unter zitternden Bewegungen scheiden die Spinnwarzen ein Tröpfchen Sekret aus, mit dem sich das Tier an der Unterlage festheftet. Gleichzeitig mit dem Anheften werden die Beine in eine charakteristische

<sup>1</sup> Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. O. ZUR STRASSEN möchte ich auch an dieser Stelle herzlich danken.

Sprungstellung gebracht<sup>1</sup>. Nach dem Sprung erfolgt, wenn es sich um eine genießbare Beute handelt, sofort das Aussaugen. Anders ungenießbaren Objekten gegenüber: sind solche besprungen worden, so werden sie alsbald wieder verlassen. In diesem Punkte scheinen aber bei den Salticiden Unterschiede zu bestehen. ZUR STRASSEN, der seine Versuche mit Tieren der Gattungen *Ergane*, *Aelurillus* und *Epiblemum* machte, gibt an, daß die Spinnen von den nicht genießbaren Beuteobjekten blitzschnell wieder zurückspringen, während die von mir untersuchten *Evarcha*-Arten mindestens einige Augenblicke darauf sitzen blieben. Ein blitzschnelles Zurückspringen wurde nie beobachtet.

### 2. Sicherungsinстинkte.

Über Flucht- und Schreckbewegungen der Salticiden finden sich in der Literatur wenig Angaben, doch ist ihre Bedeutung keineswegs gering.

Die einfachste Sicherung bei nahender Gefahr ist das „Sich-Totstellen“. Dabei kauert sich die Spinne zusammen, zieht die Extremitäten eng an den Körper und verharrt als kleines Klümpchen, das sich kaum von der Umgebung unterscheidet, völlig regungslos. Eine andere Form ist der „weite Sprung“. Von ihrem Lauerplatz aus springt die Spinne bei drohender Gefahr weit hinaus in den Raum und landet dann meist im Grase oder dürren Laube, wo sie den Blicken des Verfolgers entzogen ist. Ein Sicherheitsfaden, der ja die Wucht des Sprunges hemmen würde, wird in diesem Falle nicht produziert. Auch durch rasches Weglaufen können sich die behenden Tierchen in Sicherheit bringen.

Außer diesen einfachen Reaktionen zeigen die *Evarcha*-Arten zuweilen noch ein sehr merkwürdiges und kompliziertes Verhalten, das vielleicht als Abschreckungs- oder primitiver Verteidigungsinstinkt gedeutet werden kann. Es kommt nämlich vor, daß ein Tier vor einem herannahenden Feind nicht sofort die Flucht ergreift, sondern sich hoch aufrichtet, das 1. Beinpaar fast senkrecht in die Luft streckt, die Chelizeren spreizt und in dieser Haltung stehen bleibt. Kommt dann der Feind noch näher, so erfolgt schleunige Flucht.

### 3. Begattungsinстинkte.

Die Liebestänze der reifen Männchen beginnen damit, daß das 1. Beinpaar erhoben und winkend bewegt wird. Bei starker geschlechtlicher

<sup>1</sup> Das kräftige und wehrhaft bestachelte 1. Beinpaar, das niemals zum eigentlichen Sprung benutzt wird, wird hierbei nach vorwärts gestreckt. Das 2. Paar hat wohl, genau wie das 4., lediglich die Aufgabe, den Körper in der halb aufgerichteten Stellung im Gleichgewicht zu halten. Der eigentliche Sprung wird von dem 3. Beinpaar ausgeführt. Das Femur etwas nach oben oder gar nach hinten gerichtet, Patella, Tibia, Metatarsus und Tarsus im spitzen Winkel gegen die Unterlage gestemmt, wirken diese Extremitäten wie gespannte Federn, die auf einen Druck hin ihre größte Schnellkraft entwickeln können. Vielleicht funktioniert das 2. Beinpaar auch als Widerlager für die Sprungbeine, denn es wird immer, leicht nach vorne gerichtet, direkt vor die Tarsen der 3. Beine gestellt. Sind die Absprungsverhältnisse ungünstig, so wird erst längere Zeit probiert, bis die richtige Stellung erreicht ist.

Erregung wird schließlich der ganze Körper des Tieres bald nach der einen, bald nach der anderen Seite gebeugt, so daß oft die ausgestreckten Beine den Boden erreichen. Das eigentliche Tanzen geschieht in der von HOMANN angegebenen Art und Weise.

Nicht immer findet sogleich ein Näherkommen statt, zumeist dann, wenn das unworbene Weibchen noch nicht genügend geschlechtlich erregt ist. Normalerweise wird das letzte Stück Wegs in gerader Richtung auf die Partnerin zurückgelegt, oft tanzen die Männchen aber auch so lange, bis sie ihr Ziel berühren. In einer Anzahl von Fällen wurde beobachtet, daß die Tanzbewegungen ganz unterblieben: es geschieht dies dann, wenn das Männchen das Weibchen erst aus nächster Nähe bemerken konnte. In einem Falle betrug z. B. die Entfernung 3 cm. Das Männchen hob das 1. Beinpaar und stürzte sogleich mit großer Schnelligkeit auf die Partnerin. Es kam aber auch vor, daß Männchen in der gleichen Situation zunächst einige Schritte zurückwichen und dann erst balzten.

Zusammengekauert und regungslos sitzt das geschlechtlich erregte Weibchen da und beobachtet den Tanz des Männchens. Nach dem Bespringen verfällt es in völlige Apathie und leistet keinen ernsthaften Widerstand. Ist es nicht zur Begattung bereit, so flieht es entweder schon bei den ersten Balzbewegungen des Partners, oder aber dann, wenn derselbe näher herangekommen ist.

In bestimmten Fällen erkennen die männlichen Spinnen offenbar an dem Verhalten der Weibchen, daß es nicht zur Begattung kommt und stellen ihre Werbungen ein. Hochgradig geschlechtlich erregte Tiere allerdings balzen auch noch vor der fliehenden Partnerin.

## B. Die Reaktionen der Salticiden auf Reize der Umwelt.

### 1. Taktile Reize.

HOMANN hat bereits richtig erkannt, daß auch den Springspinnen ein ausgeprägter, feiner Tastsinn zukommt. Ein gespanntes Gewebe als Überträger von Erschütterungs- und Vibrationsreizen besitzen zwar die Salticiden normalerweise nicht, doch habe ich in engen Käfigen einige Male folgendes beobachten können: Die Spinnen hatten an der dem Lichte zugekehrten Wand durch ihre zahlreichen Sprünge nach Futtertieren so viele Sicherungsfäden gezogen, daß schließlich ein richtiges Netzwerk entstanden war. Dieses wirkte, ähnlich den Geweben anderer Spinnen, als Fangvorrichtung und meldete den Salticiden die zappelnden Opfer. Unter natürlichen Bedingungen wird aber niemals ein solches Gebilde zustande kommen.

Hin und wieder geschieht es, daß ein umherlaufendes Beutetier die ruhende Spinne *berührt*. Im selben Augenblick, also offenbar auf taktilen Reiz, dreht sich diese um. So schnell nun aber auf diese Reaktion das Ergreifen der Beute erfolgt, so vergeht doch zwischen den beiden Bewegungen eine gewisse Zeitspanne, in der die Beute auf optischem Wege erkannt worden sein könnte.

Ein entsprechendes Verhalten zeigten die geschlechtsreifen Männchen bei zufälliger Berührung mit einem Weibchen. Meist sieht das Tier nach rascher Umdrehung die Partnerin einen Augenblick an, weicht dann einige Schritte zurück und beginnt mit dem Balztanz. Daneben wurden aber einige Fälle beobachtet, in denen *unmittelbar nach der Berührung* Begattungsversuche unternommen wurden. Ohne bemerkbare Pause und ohne jedes Vorbereitungsspiel hielt das Männchen das weibliche Tier fest, um es zu besteigen, und man könnte geneigt sein anzunehmen, hier sei das Erkennen des Weibchens nicht auf optischem, sondern auf taktilem Wege geschehen. Durch reine Beobachtung war diese Frage nicht zu klären, es mußte zu Versuchen gegriffen werden. Zunächst galt es, die optischen Reize auszuschalten. Die einfachste Methode, nämlich die Spinnen durch Lackieren der Augen völlig zu blenden, führte zu überhaupt keinem Ergebnis. Offenbar bewirkt die Ausschaltung eines so wichtigen und lebensnotwendigen Organsystems eine weitgehende Störung des gesamten Nervenapparates. Die Lösung des Problems wurde auf andere Weise versucht.

Das Aussehen der Versuchsobjekte — Fliegen oder Weibchen — wurde so verändert, daß sie in ihrer Gestalt nicht mehr an lebende normale Tiere erinnerten. Oder es wurden getrocknete Körperteile der genannten Objekte mit Hilfe von Plastilin an einem dünnen Draht befestigt und damit vorsichtig an die Spinne herangeschoben, bis sie diese berührten, worauf der Draht losgelassen wurde, damit nicht die Vibration desselben die Ursache einer Reaktion sein könnte. In beiden Fällen wurde die Möglichkeit eines Erkennens chemischer Reize durch starkes Austrocknen der Versuchsobjekte mittels großer Hitze (von ZUR STRASSEN zuerst angewandt) ausgeschlossen. Die Resultate dieser Versuche waren alle eindeutig. Auf den Berührungsreiz hin erfolgte jedesmal ein schnelles Umdrehen, jede weitere spezifische Reaktion unterblieb. Erfolgte die Berührung etwas unsanft, so beantworteten die Tiere den Reiz mit Flucht- und Schreckbewegungen. Das Experiment zeigt uns also deutlich, daß den Tastreizen bei der Auslösung der Beutefang- und Begattungsinstinkte nur eine bescheidene Rolle zukommt. Aus den Versuchen läßt sich weiter schließen, daß selbst da, wo unmittelbar nach der Berührung das Weibchen bzw. die Beute gepackt wurden, der Tastreiz nicht die eigentliche Handlung, sondern nur die Umdrehreaktion hervorrief.

Bei der Auslösung der Fluchtreaktionen spielen Tastreize eine größere Rolle. Nähert man sich ohne die nötige Vorsicht einer Stelle, wo sich Springspinnen aufhalten, so sind sie längst verschwunden, ehe man herangekommen ist. Erschütterungsreize wirken dabei als Warnsignale, die die Tiere veranlassen, nach der Gefahr zu sehen. In vielen meiner Versuche fand ich diese Annahme bestätigt.

Als Beispiel sei hier nur ein einziger erwähnt: Vor einer Spinne wurde mit Hilfe eines Drahtes eine Attrappe hin- und hergeführt. Da sich die Fördereinrichtung

etwas geklemmt hatte, gab es plötzlich einen Ruck, durch den der Kasten erschüttert und die Attrappe gleichzeitig fortgeschneit wurde. Die Spinne fuhr aus ihrer Ruhestellung auf, sah, durch die Bewegung des Objektes aufmerksam gemacht, nach diesem hin und floh in weiten Sätzen. Die eigentliche Erschütterung bewirkte nur die Alarmierung des Tieres; erst die Bewegung der Attrappe verursachte die Fluchtreaktion. In zahlreichen anderen Versuchen wurde genau das gleiche festgestellt.

Setzt man eine Spinne auf den Tisch und erzeugt durch Kratzen oder Schlagen starke Vibrationen, so reagiert das Tier immer mit Zusammenzucken und Anziehen der Extremitäten, nie mit eigentlicher Flucht. Auf stärkere Berührungsreize hin springt eine Salticidae meist in großen Sätzen davon; in einer Anzahl von Versuchen stellten sich die Tiere aber auch für einige Zeit tot. Schwächere direkte Berührungen, wie sie etwa kleine Verfolger und angreifende Artgenossen hervorbringen, werden durch Einnehmen der beschriebenen Abwehr- und Schreckstellung beantwortet. Der optische Eindruck scheint dabei keine Rolle zu spielen. Es gelang mir nämlich, mit einem Bleistift die gleiche Wirkung zu erzielen. Durch gelindes Stoßen mit der Spitze wurde eine Spinne gereizt. Sie wendet sich sogleich um, hebt das 1. Beinpaar, spreizt die Chelizeren und wedelt heftig mit den Pedipalpen. Bei erneutem Stoßen wird der „Feind“ angegriffen. Die Spinne flieht, sobald die Reize heftiger werden oder öfters hintereinander erfolgen. Zieht sich der Angreifer zurück, so kommt es nicht selten vor, daß er verfolgt wird.

Es läßt sich also aus den Versuchen und Beobachtungen schließen: Die von Artgenossen und Futtertieren ausgehenden Vibrationen sind viel zu schwach, als daß sie die entsprechenden Instinkte auf Entfernung hin auslösen könnten. Lediglich direkte Berührungen veranlassen die Umdrehreaktion und bringen dadurch die Reizquelle in den Prüfungsbereich anderer Sinnesorgane. Bei der Auslösung der Flucht-, Schreck- und Abwehrbewegungen spielen Tastreize eine etwas größere Rolle.

## 2. Chemische Reize.

Die von manchen Forschern [DAHL, PECKHAM, PRITCHET (1904), zum Teil auch PETERS] angewandte Methode zur Untersuchung der Chemo-rezeption der Spinnen, nämlich die Reizung mit ätherischen Ölen und ähnlichen Substanzen, ist aus Gründen, auf die bereits FOREL (1888) hingewiesen hatte, abzulehnen. FOREL vertritt, wie auch ZUR STRASSEN, den Standpunkt, daß zur Prüfung des Geruchs nur solche Substanzen verwandt werden dürfen, die von Beutetieren und Geschlechtspartnern ausgehen, d. h. den Sinnesorganen der Spinnen adäquat sind.

Um zu prüfen, ob die Salticiden, wie DAHL behauptet hatte, imstande sind, Fliegen und Wespen optisch zu unterscheiden, legte ZUR STRASSEN seinen Spinnen sowohl Fliegen als auch stechende Insekten, in *Glasröhrchen eingeschlossen*, vor. Beide wurden, solange sie sich bewegten, trotz Ausschaltung chemischer Reize eifrig verfolgt. Der Autor schließt daraus, daß Salticiden Fliegen und Wespen, wenn überhaupt, jedenfalls nicht auf optischem Wege, sondern höchstens an ihrem Geruche unterscheiden können. Diese Experimente wurden von mir in 45 Versuchen dahingehend erweitert, daß ich den Spinnen auch tote Fliegen in einer

abgedichteten Glaskugel eingeschlossen vorsetzte. Alle Versuche verliefen positiv. Verschiedenheiten der Reaktion, die durch den Ausfall chemischer Reize erklärt werden könnten, waren nie zu beobachten. Ebenso wurden mit Fliegenpreßsaft getränkte und in die Nähe der Tiere gebrachte Wattebäusche nie beachtet. Entsprechende Ergebnisse erhielt ich, als ich geschlechtsreifen Männchen ein in hermetisch geschlossenem Glaskasten sitzendes Weibchen darbot, oder Wattebäusche mit Saft aus frisch getöteten Weibchen den Spinnen näherte.

Andererseits ist gewiß, daß die Spinnen beim *Berühren* eines Objektes die davon ausgehenden chemischen Reize perzipieren können. Nach ZUR STRASSEN unterscheiden die Salticiden nach dem Bespringen sehr wohl zwischen einem alten Fliegenleichen und einer frisch durch Hitze getöteten Fliege. Da nun in beiden Fällen die Objekte die gleichen Tastreize hervorrufen, sind für das verschiedene Verhalten — Aussaugen in einem, sofortiges Verlassen im anderen Falle — nach seiner Meinung ungleiche chemische Reize verantwortlich zu machen. Ich selbst stellte fest, daß mit Fliegenpreßsaft getränkte Wattebäusche sogleich als genießbar erkannt wurden, wenn eine Berührung mit der Spinne zustande kam. Über den *Sitz* der Chemorezeptoren ist noch nichts bekannt. Ebenso wie BARTELS hatte ich mit Amputationsversuchen keinen Erfolg. Folgende Beobachtungen geben vielleicht einen Hinweis, wo derartige Sinnesorgane sitzen können: Einige Tropfen Fliegenpreßsaft wurden auf den Boden einer Petrischale gebracht und mit feuchtem Fließpapier überdeckt. Nach dem Einsetzen des Versuchstieres wurde die Schale mit einer Glasplatte verschlossen und mit der Fernrohrlupe von der Seite her beobachtet. Die Spinnen begannen alsbald mit ihren Suchexkursionen und kamen dabei sowohl an Stellen, die nur mit Wasser befeuchtet waren, als auch an solche, wo eine Diffusion des Fliegensaftes stattgefunden hatte. In den meisten Fällen nahmen die Tiere den letzteren wahr und versuchten an dem Papier zu saugen. Es war deutlich zu bemerken, wie die Spinnen beim Vorwärtslaufen über den feuchten Untergrund mit Beinen und Pedipalpen das Fließpapier betasteten, bis sie in die Gegend kamen, wo die Nährstoffe durchdiffundiert waren. Es ist wohl kaum anzunehmen, daß andere als chemische Reize das beschriebene Verhalten hervorgerufen haben. In diesem Zusammenhange sei an die Versuche an *Pyrameis atalanta* und Fliegen erinnert, die WEIS (1930) und MINNICH (1921, 1926) angestellt haben. Tatsächlich wurden dort Chemorezeptoren an den Tarsen entdeckt. Es ist zu hoffen, daß spätere histologische Untersuchungen hierüber Klarheit schaffen werden.

### 3. Optische Reize.

Wesentlich wichtiger als die eben besprochenen Reizarten sind die optischen Reize. HOMANN erwähnt bereits in seiner Arbeit über die

Augen der Salticiden, daß die Springspinnen eine leichte positive Phototaxis zeigten. Eine solche konnte ich ebenfalls feststellen, und zwar sowohl bei den Spinnen, die in den Käfigen lebten, als auch bei solchen, die sich frei im Zimmer bewegten. Letztere brauchte ich nach einer gewissen Zeit nur an hellen Stellen zu suchen. Dabei wurden besonders die Grenzgebiete zwischen Hell und Dunkel bevorzugt.

Bei gewissen Gelegenheiten und in bestimmten Lebenslagen kann sich auch eine ausgesprochen *negative Phototaxis* bemerkbar machen. Gelegentlich der Beschreibung der Fluchtreaktionen wurde erwähnt, daß sich die Tiere bei der Annäherung eines Feindes schleunigst auf die Unterseite eines Blattes zurückziehen. Ganz sicher spielt dabei negative Phototaxis eine wesentliche Rolle. Noch auffälliger erscheint ihre Wirkung bei ausgedehnteren Fluchtbewegungen. Wenn z. B. eine Spinne auf einem Grashalm sitzt und einen sich nähernden Gegenstand, der eine Gefahr für sie darstellen könnte, bemerkt, läuft sie an dem Stengel herab nach dem Boden. Jedesmal werden dabei die dunklen Stellen aufgesucht, bis der Feind nicht mehr zu bemerken ist.

Aber auch noch bei anderen Gelegenheiten zeigen die Springspinnen ein negativ phototaktisches Verhalten. Schreiten die begatteten Weibchen zur Eiablage, so werden wiederum dunkle, geschützte Stellen aufgesucht, an denen der Eikokon abgelegt wird. Endlich ist noch zu erwähnen, daß zuzeiten des Wasser- und Nahrungsmangels die Spinnen sich ebenfalls vorwiegend in dunkle Ecken und Verstecke zurückziehen. Gleiches gilt für altersschwache und kranke Tiere.

Auf einen Wechsel zwischen starker Helligkeit und Verdunkelung erfolgen keine besonders charakteristischen Reaktionen.

Zum Erkennen von *Gegenständen* sind andere optische Sinneseindrücke notwendig, und zwar wirken hierbei vor allem Größe, Bewegung und Form als Reiz.

*Größe.* Daß die wirkliche Größe von Objekten und die Entfernung, in der dieselben erscheinen, von Bedeutung für das Verhalten der Springspinnen sind, geht bereits aus den Untersuchungen von HOMANN hervor. Eigene Versuche und Beobachtungen sollten darüber Klarheit schaffen, welche Rolle die Größe bei der Auslösung der Instinkte spielt. Experiment und Beobachtung der natürlichen Verhältnisse müssen auch hierbei in gleichem Maße berücksichtigt werden.

Die Größe der *Beutetiere* ist im ganzen ziemlich einheitlich und schwankt nur innerhalb gewisser Grenzen, deren unterste jedoch sehr unsicher ist. So konnte ich beobachten, daß die Tiere frisch geschlüpfte Junge der eigenen Art und kleine Häufchen von Fliegen- und Spinnenkot besprangen. Versuche mit Attrappen verschiedenster Größe zeigten dieselben Ergebnisse. Schwarz ausgefüllte Kreise von 3, 2 und 1 mm Durchmesser wurden noch regelmäßig besprungen. Einige Tiere beschlichen sogar, allerdings aus ganz geringer Entfernung, einen mit spitzem Bleistift auf weißes Papier gemalten winzigen Punkt.

Der obere Reizschwellenwert liegt bei der Größenordnung von Calliphora, worauf Beobachtungen bei Fütterungen schon hinwiesen. Auch dies wurde durch Experimente bestätigt, aus denen hervorging, daß Gegenstände von 8—10 mm Durchmesser noch öfters besprungen, größere

jedoch niemals mehr als Beuteobjekte betrachtet und verfolgt wurden. Das Erscheinen solcher Objekte im Blickfelde der Spinnen hat vielmehr Schreck- und Fluchtreaktionen zur Folge oder wenigstens die Bereitschaft zur schnellen Flucht.

Sehr eindeutig sind die *Geschlechtspartner* der Größe nach bestimmt. Die Variationsbreite ist hier nur gering, da ja ausschließlich geschlechtsreife, ausgewachsene Tiere in Frage kommen. So ist auch der ganze Sinnesapparat nur auf jene wenig veränderliche Größe abgestimmt, wodurch ein Erkennen der Geschlechter sehr erleichtert wird. Der Begattunginstinkt wird nur dann ausgelöst, wenn die räumliche Ausdehnung des Geschlechtspartners oder einer als solchen fungierenden Attrappe in die natürlich bedingte Größenklasse hineinfällt. Die Darbietung zu großer oder zu kleiner Objekte wurde stets mit anderen Reaktionen beantwortet.

*Bewegung.* Daß Reize, die von bewegten Gegenständen ausgehen, von größter Bedeutung für das Verhalten der Springspinnen sind, wurde von anderen Autoren schon immer wieder hervorgehoben. Aus zahlreichen meiner Beobachtungen ging deutlich hervor, daß es gerade die *Art* der Bewegung ist, die bei der Auslösung der Instinkte bestimmend wirkt. Selbst beim Beutefang läßt sich der Einfluß der Bewegungsart, obwohl die Beutetiere hierin eine große Mannigfaltigkeit zeigen, einwandfrei feststellen. Es ist keineswegs gleichgültig, wie ein Objekt vor den Augen der Spinne vorbeigeführt wird. Wohl findet in allen Fällen ein aufmerksames Beobachten statt, zum Näherlaufen und Bespringen kommt es aber hauptsächlich nur dann, wenn der Gegenstand in seiner Bewegungsart etwas Fliegenähnliches zeigt, wozu meiner Meinung nach die ruckweise Art der Fortbewegung und kleine zitternde Bewegungen an Ort und Stelle gehören, wie sie Fliegen häufig ausführen. Wohl werden auch öfters Objekte besprungen, die nicht jene Eigenart der Bewegung zeigen, auf Grund von vielen Hundert Versuchen konnte aber unverkennbar eine Abhängigkeit der Beutefangreaktionen von der Bewegungsart festgestellt werden.

In viel höherem Maße sind die *Spinnen selbst* zur Zeit der Geschlechtsreife an Besonderheiten der Bewegungsart erkennbar. Gerade die Tänze der Männchen sind so charakteristisch, daß hierdurch allein ein Erkennen möglich sein dürfte. Typisch sind dabei die winkenden Bewegungen mit den Vorderextremitäten, das Hin- und Herwippen mit dem ganzen Körper und das Herankommen in bogenförmigen Bahnen. Bereits aus großen Abständen werden diese auffallenden Bewegungen bemerkt und können einen Einfluß auf das Verhalten des Partners ausüben. Oft schließt die Entfernung, in der die Reaktionen erfolgen, die Wahrscheinlichkeit der Formwahrnehmung aus. Da aber so gut wie niemals ein in dem gleichen Abstand daherlaufendes Beutetier geschlechtliche Erregung hervorrufen kann, bleibt nur die Möglichkeit, daß in solchen

Fällen die Bewegungsart als auslösender Reiz gewirkt hat. Das Gebaren eines geschlechtlich erregten Weibchens wurde bereits beschrieben. Verharrt es in der charakteristischen Kauerstellung, so ist dies ein Reiz für das werbende Männchen, seine Tätigkeit fortzusetzen; flieht es aber, oder beginnt es gar anzuschleichen, so bewirkt dies wiederum ganz andere Reaktionen. Maßgebend ist also auch hier die Art der Bewegung des Geschlechtspartners. Recht verwickelt wird die Angelegenheit noch dadurch, daß auch Männchen vor Männchen tanzen und Weibchen ebenfalls beim Anblick eines anderen Zeichen von geschlechtlicher Erregung von sich geben. PECKHAM berichtet von sog. Scheinkämpfen der Männchen, die im Beisein der Weibchen erfolgen sollen, letztere sollen höchst interessiert den Verlauf der Kämpfe beobachten. Wie ich mich selbst viele Male überzeugen konnte, ist dies aber bestimmt nicht der Fall. Bemerkenswert ist es aber, daß nicht nur eine, sondern zwei ganz verschiedene Bewegungsarten für das gegenseitige Erkennen der Salticiden wichtig sind.

Auch die *Feinde* der Springspinnen zeigen in ihrer Bewegungsart gewisse Besonderheiten, die als auslösende Reize für Fluchtreaktionen wirken können. Experimentell wurde folgendes festgestellt: Große Flächen in weiter Entfernung wurden, wenn sie sich *senkrecht* zur Körperachse bewegten, meist nur fixiert und dabei die Bereitschaftstellung eingenommen. Dies war z. B. der Fall, wenn der Beobachter selbst in 1—2 m Entfernung vor den Käfigen erschien oder die Hand in geringeren Abständen (bis zu 50 cm) an den Tieren vorbeigeführt wurde. Es gelang bis jetzt noch nicht, durch Verwendung von Pappscheiben und anderen genau gemessenen Gegenständen einwandfreie Zahlenwerte für die Reaktionsentfernungen zu erhalten. Erfolgte eine *schnelle* Bewegung *auf das Tier zu*, so wurde sogleich die Flucht ergriffen. Auch wenn sich kleine Gegenstände in ähnlicher Weise den Spinnen näherten, durch das *schnelle* Herankommen also eine *plötzliche starke Vergrößerung des Flächenwertes* stattfand, wurde der Fluchtinstinkt ausgelöst, oder, wenn der Reiz weniger stark war, das Einnehmen der Abwehrstellung veranlaßt. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß beim Darreichen großer Futtertiere, wie z. B. *Calliphora*, häufig ein Umschlag von Beutefanginstinkt zu Fluchtinstinkt und umgekehrt zu bemerken war, wobei sicher auch die Art der Bewegung eine mitbestimmende Rolle spielte.

*Form.* Eines der Hauptziele der vorliegenden Untersuchungen war es, zu ergründen, ob auch die *Form* der Objekte die Auslösung der Instinkte wirksam beeinflusst.

Histologische und physikalische Untersuchungen von HOMANN, PETRUNKEVITCH u. a. haben ergeben, daß die Hauptaugen der Salticiden mit ihrer großen Brennweite und ihren geringen Rhabdomabstand sehr wohl für ein Bildsehen geeignet sind; ob nun aber die Form tatsächlich rezipiert wird, kann erst aus dem Verhalten der lebenden Tiere geschlossen

werden. Es liegen schon vereinzelte Beobachtungen hierüber vor (DAHL, ZUR STRASSEN, PECKHAM, RAINBOW), planmäßige Untersuchungen sind jedoch noch nicht angestellt worden. GRENACHER, SCHEURING und DEMOLL sprechen sich nicht eindeutig darüber aus, ob sie den Springspinnen ein Formsehen zuschreiben. HOMANN hat diese Frage auf Grund seiner anatomisch-physikalischen Befunde bejaht, unternahm aber keine speziellen Versuche mit lebenden Tieren.

In annähernd 950 Experimenten bot ich den Spinnen allerlei indifferenten Objekte und Attrappen dar, die in *verschieden hohem Grade fliegen- bzw. spinnenähnlich* waren, um zu sehen, ob die *Form* dieser Dinge einen Einfluß auf das Verhalten der Tiere ausübt.

I. Zunächst sollen die Versuche mit *flächenhaften* Mustern beschrieben werden, die mit dem in Abb. 1 abgebildeten Apparat ausgeführt wurden. Spinnen, die längere Zeit gehungert hatten, wurde eine Anzahl ruhender gemalter Muster vorgesetzt, wie sie Abb. 2a—f zeigt. Auf ihren Erkundungsgängen kamen die Tiere häufig in die Nähe der Objekte, ohne sie weiter zu beachten. Erst wenn die Muster etwas hin- und herbewegt wurden, wandten sich die Spinnen nach diesen hin, begannen anzuschleichen und besprangen sie. Eine Abhängigkeit der Reaktionen von dem Grad der Ähnlichkeit des Musters mit Beutetieren konnte bei *bewegten* Zeichnungen nicht festgestellt werden.

Wurde die Bewegung (ZUR STRASSEN 1908) kurz nach dem Beginn des Heranlaufens abgebremst, so blieben die Spinnen entweder sogleich still sitzen, oder sie liefen nur noch einige Schritte, um dann in regungsloser Haltung das wahrgenommene Objekt zu fixieren. Später wandten sie sich dann regelmäßig ab. *Bilder von Fliegen* (Abb. 2e und f) wurden nicht länger beachtet als solche von anderen Dingen. Auch reichlich gefütterten geschlechtsreifen Männchen, die in Kontrollversuchen vor

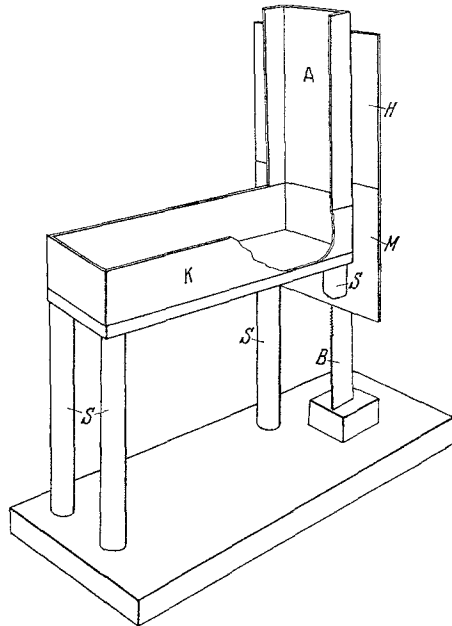


Abb. 1. Versuchsanordnung zur Darbietung flächenhafter Muster. An dem auf Holzsäulen *S* stehenden Versuchskasten *K* ist eine Schmalwand entfernt und an ihrer Stelle eine bewegliche Wand *H* an dem Stahlband *B* angebracht. Die Blätter mit den gemalten Mustern werden bei *M* befestigt. *A* Abschirmvorrichtung. (Zur besseren Übersicht ist ein Stück einer Seitenwand herausgeschnitten und eine Säule nur zum Teil dargestellt.)

jedem Weibchen tanzten, wurden solche einfachen Zeichnungen (Abb. 2a bis d) vorgesetzt. Bei Bewegungen derselben erfolgte sofort ein Hinwenden nach der Reizquelle und in 14 von 45 Versuchen wurden Beutefangreaktionen unternommen; irgendwelche Anzeichen geschlechtlicher Erregung waren nicht zu bemerken. Ein einziges Männchen tanzte vor einer *gemalten Fliege* (Abb. 2e), die sich in Bewegung befand.

Sodann wurden noch andere flächenhafte Bilder angefertigt und den Tieren vorgesetzt, die auf Abb. 3 abgebildet sind, und die in vereinfachter Form den Anblick eines *Weibchens* darstellen sollen. Das Muster 1 hat



Abb. 2a-f. Flächenhafte Muster, die als Beuteobjekte verwandt wurden. Natürliche Größe.

mit einer normalen Spinne die geringste Ähnlichkeit. Die beiden seitwärts herausstehenden Striche deuten ganz grob die Stellung der Extremitäten an. Es unterscheidet sich dadurch wesentlich von den glatten Kreis- und Fleckmustern. Die Ähnlichkeit mit einer Spinne ist bei Muster 2 noch etwas größer und steigert sich noch bei Muster 3 und 4.



Abb. 3. Die den geschlechtsreifen Männchen vorgesetzten Bilder von wechselnder Spinnenähnlichkeit. Natürliche Größe.

Wenn diese Attrappen sich in Bewegung befanden, wandten ihnen die Spinnen sofort ihre Aufmerksamkeit zu, und es erfolgte entweder ein Tanz, Sprung oder keine spezifische Reaktion, wie es in den Kurven auf Abb. 4 zahlenmäßig wiedergegeben ist. Durch die große Zahl der Versuche (von jeder Reihe 100) und die besonders ausprobierte Methodik sind Fehler soweit wie möglich ausgeschaltet, so daß die Zahlen als einigermaßen sicher angenommen werden können.

Von den insgesamt 100 Versuchen mit der Attrappe 1 fielen 9 positiv aus, d. h. die Tiere gerieten beim Anblick des bewegten Musters in geschlechtliche Erregung. 35mal wurde die Attrappe als Beute verfolgt, in weiteren 56 Fällen wurden keine charakteristischen Reaktionen ausgeführt.

Bei der Verwendung des Musters 2 tanzten die Tiere in 47 Versuchen vor der Attrappe, der Beutefanginstinkt wurde 30mal ausgelöst, während 23 Experimente ohne sichere Resultate verliefen.

Die Zahl der positiv ausgefallenen Versuche mit dem Muster 3 ist weiterhin wesentlich erhöht, offenbar weil die Spinnenähnlichkeit größer geworden ist. 84 Tiere reagierten mit Tanzen, 9 mit Anschleichen und Bespringen und 7 verhielten sich indifferent.

Noch stärker kommt die Abhängigkeit der Reaktionen von dem Grad der Spinnenähnlichkeit der Attrappe bei der nächsten Versuchsreihe mit dem Muster 4 zum Ausdruck, in der 96 von 100 Fällen als positiv zu bezeichnen sind.

II. Nun haben aber die Beuteobjekte und Artgenossen der Salticiden nicht nur flächenhafte, sondern auch *körperliche* Ausdehnung, und es ist nicht ausgeschlossen, daß zum Erkennen der Geschlechtspartner und Futtertiere auch gewisse räumliche Eindrücke gehören.

Zunächst soll dies in bezug auf die Beutefanginstinkte näher geprüft werden. Als Beutetiere fungierten eine Anzahl geeignet großer Gegenstände aus Plastilin, Holz und Wattedäusche.

Beutefangreaktionen lösten alle Objekte aus, die in Größe und Bewegungsart den normalen Futtertieren gleichen. Bei *bewegten* körperlichen Gegenständen spielt also die Form ebensowenig eine Rolle wie bei flächenhaften.

Wie verhalten sich aber nun die Tiere, wenn sie durch eine Bewegung zum Heranlaufen veranlaßt worden waren, dann aber das Objekt in völliger Ruhe verblieb? Nach dem Aufhören der Vibrationen blieben die Spinnen zunächst ruhig sitzen,

ohne ihr Ziel aus den Augen zu lassen. Erfolgte dann kein weiterer Bewegungsreiz, so wandten sich viele der Versuchstiere einfach ab, andere drehten nach einiger Zeit den Cephalothorax hin und her, als ob sie die Umgebung und das Objekt mit den Augen abtasten wollten. Nur in einer geringen Anzahl von Versuchen konnte beobachtet werden, daß Plastilinkügelchen, Holzstückchen oder Wattedäusche auch nach dem Aufhören der Bewegung weiter verfolgt wurden.

30 Versuche mit *geschnitzten Fliegen*, die dunkel angemalt und mit Papierflügeln versehen waren, zeitigten wesentlich andere Ergebnisse. Wurden diese Objekte auch nur 1—3 Sek. bewegt und dann stillgestellt, so erfolgte trotzdem in 30% der Fälle die Beutefangreaktion; hieraus ist zu erkennen, daß die Form bei der Auslösung des Instinktes beteiligt ist, wenn andere Reize (Bewegung) nach Beginn der 1. Phase der Fanghandlung ausgeschaltet werden.

Im Anschluß daran sei nochmals auf die Versuche von ZUR STRASSEN hingewiesen, der als Beuteobjekte tote Fliegen verwandte. Er bewegte sie mit Hilfe eines Drahtes so lange hin und her, bis die Spinne mit dem Anschleichen begann, worauf die Bewegung sofort abgebrems

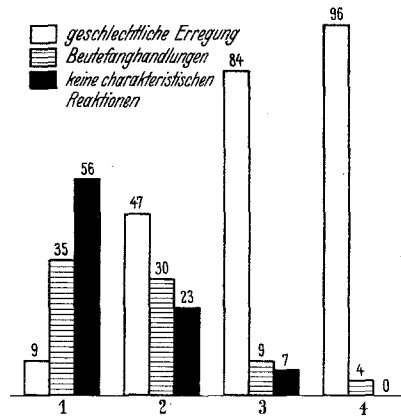


Abb. 4. Ergebnisse der Versuche mit den Spinnenbildern von Abb. 3. 1—4.

wurde. In allen Fällen behielten die Tiere ihr Ziel im Auge, und es gelang ihnen, die Beute zu ergreifen.

III. Zeigen die oben geschilderten Versuche schon deutlich einen Einfluß der Form auf die Reaktionen der Spinnen, so war damit aber noch nicht bewiesen, ob Form und Größe *allein*, ohne Mitwirkung anderer Faktoren (Bewegung) die Instinkte auszulösen vermögen. Um diese Frage zu klären, wurden den Tieren alle schon beschriebenen Objekte in *völliger Ruhe* dargeboten.

Sprünge auf bewegungslose einfache Muster (Abb. 2) wurden nie beobachtet. Desgleichen wurden sie, solange sie unbewegt waren, von geschlechtsreifen Männchen niemals beachtet. Selbst die Bilder von Weibchen (Abb. 3) riefen keine geschlechtliche Erregung hervor.

Kaum anders war das Verhalten der Spinnen einfachen körperlichen Attrappen gegenüber. Lediglich geschnitzte Korkfliegen wurden in vereinzelten Fällen auch bei völligem Fehlen der Bewegung beschlichen und besprungen.

Endlich wurden noch Versuche mit toten Fliegen als Beuteobjekte ausgeführt; sie verliefen *alle* wie das hier geschilderte erste Experiment: Als die Spinne in den Kasten gesetzt worden war, machte sie zuerst einen kleinen Erkundungsgang und bemerkte dabei aus 12 cm Entfernung die völlig bewegungslose tote Fliege. Sofort begann sie heranzulaufen und besprang nach kurzem Zögern die Beute.

In der Literatur finden sich gelegentlich Angaben, wonach auch „ruhig dasitzende“ Fliegen besprungen werden. ZUR STRASSEN macht aber schon mit Recht darauf aufmerksam, daß lebende Beutetiere, auch wenn sie sich anscheinend ganz ruhig verhalten, doch immer kleine Bewegungen ausführen, die unter Umständen von den Spinnen wahrgenommen werden können, derartige Versuche also keinen sicheren Beweis für ein Formsehen darstellen würden. Eben deshalb führte er für diese Experimente die Verwendung toter Fliegen ein. HOMANN schreibt, daß tote Fliegen vermutlich „nur selten“ angesprungen würden. Demgegenüber ist festzustellen, daß von 90 von mir angestellten Versuchen keiner negativ ausfiel. Das Heranlaufen geschah allerdings vorsichtiger, manchmal zögernd, und ging schon auf größere Entfernung in Schleichen über. Oft dauerte es 20—30 Min., ehe die normale Sprungdistanz erreicht war. Dann konnte gelegentlich nochmals längere Zeit vergehen, bis der Sprung unternommen wurde. Sehr häufig war wiederum zu beobachten, wie die Spinnen ab und zu sitzen blieben und beim Fixieren ihres Zieles den Cephalothorax bald nach der einen, bald nach der anderen Seite bewegten. Solche seitlichen Wendungen wurden nicht nur an Ort und Stelle unternommen, vielmehr wurden oft durch Hin- und Herlaufen vor dem Objekt Kreisbögen beschrieben. Offenbar dienen diese Bewegungen dazu, den Gegenstand von verschiedenen Seiten auf seine Eigenart zu prüfen. Sehr auffallend war in vielen dieser Versuche

auch die Haltung der Vorderextremitäten. Das erste Beinpaar wurde manchmal wie tastend in die Luft gestreckt, und mit den Pedipalpen wurden ähnliche Greifbewegungen nach oben gemacht. Über den Zweck dieser Bewegungen besteht noch keine Klarheit.

In den oben beschriebenen Versuchen mit der toten Fliege in der Glaskugel, die genau so verliefen wie jene, in denen den Spinnen die gleichen Beuteobjekte *direkt* dargeboten wurden, war eine chemische Reizung gänzlich ausgeschaltet. Es kann daher für die Auslösung des Beutefanginstinktes außer der Größe nur die *Form* verantwortlich gemacht werden. Aus den bisher erhaltenen Resultaten geht sogar hervor, daß das Formunterscheidungsvermögen der Salticiden sehr gut sein muß.

Für die Auslösung der Begattunginstinkte ist offenbar die Formwahrnehmung von noch größerer Bedeutung als beim Beutefang. Dies zeigen bereits die Versuche mit flächenhaften Mustern. Statt der zweidimensionalen Zeichnungen wurden nun geschlechtsreifen Männchen *tote Springspinnen* vorgesetzt, die auf einer Torfplatte festgesteckt waren. Die Ergebnisse dieser 30 Versuche sind ganz erstaunlich: Nicht weniger als 22 Tiere bemerkten die tote Spinne schon aus größerer Entfernung (bis 15 cm) und tanzten mehr oder minder intensiv. Nur ein einziges Mal wurde die tote Spinne als Beute besprungen.

Die Art und das Geschlecht des toten Tieres wurden mit Sicherheit nicht erkannt. Sowohl Männchen von *Evarcha marcgravi* als auch solche von *Evarcha blancardi* tanzten vor dem getrockneten Männchen der ersten Art. Es können nur optische Eindrücke das Verhalten der Tiere bestimmt haben, und da Bewegung völlig ausgeschaltet war, so kommen als auslösende Reize nur Größe und Form der Objekte in Betracht.

#### 4. Versuche über die maximale Sprungweite und Ergänzungen zur Frage der Entfernunglokalisation.

Ob die Springspinnen *beim Beutefang* den Sprung auch aus größeren Abständen wie gewöhnlich unternehmen, ist bisher noch nicht beschrieben worden. Bereits bei den Versuchen mit toten Fliegen konnte ich mehrfach beobachten, wie Spinnen aus 5, 5,5 und 6 cm Entfernung Sprünge unternahmen, die auch größtenteils glückten. Im Sommer 1933 wurden dann noch weitere 52 Experimente unternommen, um die maximale Sprungweite nach gewöhnlichen Beutetieren festzustellen. In Abb. 5 ist die Versuchsanordnung, die auch für andere Untersuchungen sehr geeignet war, abgebildet.

Die Spinnen, die in den Wagenteil des Apparates gebracht wurden, liefen schnell bis zum Rande des Abgrundes heran, sobald sie das bewegte Objekt vor der Bühne bemerkten. Von dort aus wurde dieses aufmerksam fixiert und meist schon nach wenigen Sekunden der Sprung

nach ihm unternommen. 4—5 cm Abstand wurde von fast allen Spinnen sicher geschätzt, aber auch über Abgründe von 7—9 cm sprangen sehr viele Tiere (12 von 20) genau auf die Fliege. Eine Spinne traf das Ziel aus 10 cm Entfernung. Sprünge über größere Abstände fielen zu kurz aus, wahrscheinlich nur deshalb, weil die Kraft der Sprungmuskulatur nicht ausreichte.

Die Tiefenperzeption der Spinnen kann nach HOMANN sowohl durch Querdisparation, als auch auf Grund der parallaktischen Verschiebung der Bilder bewegter Objekte erfolgen. Während die Vorderseitenaugen durch ihr großes gemeinsames Gesichtsfeld allein die Voraussetzungen für ein binokulares Sehen erfüllen, scheinen die Hauptaugen nur befähigt

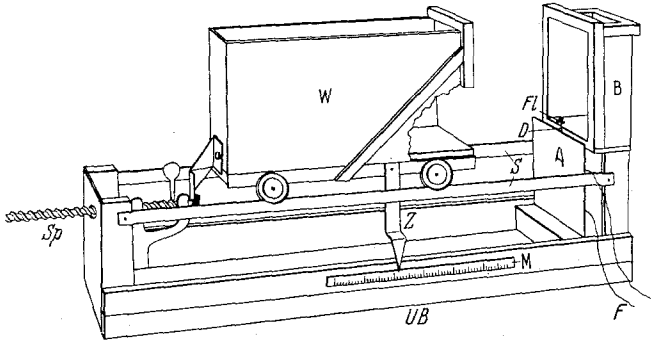


Abb. 5. Apparat zur Messung der maximalen Sprungweite. UB Unterbau, S Blechschiene, W Wagen, Z Zeiger, B Bühne, Sp Spindel, A Pappwand, M Maßstab, D Kupferdraht, Fl Fliege, F Garnfäden.

zu sein, auf die letztgenannte Art und Weise eine Entfernungslokalisation zu ermöglichen. Hierin leisten sie meiner Meinung nach mehr, als HOMANN angenommen hat; denn, ob bei 6—10 cm Abstand schon ein binokulares Sehen mit den schlecht auflösenden Vorderseitenaugen möglich ist, erscheint von vornherein fraglich. Zudem ist zu bemerken, daß in den Versuchen, in denen die Tiere über den Abgrund sprangen, das Ziel stets bewegt wurde. Scheinbar im Gegensatz dazu stehen diejenigen Beobachtungen, die eingangs dieses Abschnittes erwähnt wurden. Es waren ja *bewegungslose* tote Fliegen, die in diesen Fällen aus großen Entfernungen besprungen wurden. Nun ist aber zu bedenken, daß durch gewisse Eigenbewegungen der Spinne, bogenförmiges Herankommen, Drehen des Cephalothorax oder auch nur kleine Lageveränderungen des Augenhintergrundes mit Hilfe der Muskeln parallaktische Verschiebungen auftreten, durch die das Tier über die Entfernung zum Ziel unterrichtet wird. Eine deutliche Trennung der beiden Arten der Entfernungslokalisation ist aber offenbar nicht vorhanden, vielmehr werden Vorderseitenaugen und Hauptaugen auch in dieser Hinsicht eng zusammenarbeiten und ihre Leistungen sich weitgehend ergänzen.

### 5. Das Verhalten der geblendeten Spinnen.

Die Versuche mit teilweise geblendeten Spinnen ergaben zwar nicht die erhofften Resultate, aus denen die genaue Funktionsweise der einzelnen Augentypen erkannt werden könnte, sie scheinen mir jedoch wichtig genug, an dieser Stelle geschildert zu werden, da sie uns einige Ergänzungen zu HOMANNs Befunden zu geben vermögen.

Die Versuchsobjekte wurden nach ihrem physiologischen Zustand sorgfältig ausgewählt und mittels Zaponlack kalt geblendet.

Bei den Tieren, denen *alle Augen der einen Seite* geblendet waren, fiel vor allem die merkwürdige Haltung auf. HOMANN schreibt nur darüber, daß die Spinnen das erste Beinpaar der geblendeten Seite hochheben und damit tastende Bewegungen ausführen. Daneben beobachtete ich aber in allen Fällen, daß der Cephalothorax ganz schief gehalten wird, besonders beim Fixieren von Objekten, wobei der geblendete Teil nach oben zeigt. Den Unterschied im Verhalten von HOMANNs Versuchstieren und den meinigen erkläre ich mir daraus, daß er nur jeweils das Vorderseitenaugen und Hauptauge einer Seite mit Wachs überdeckt hat, während meinen Spinnen *alle Augen der einen Seite* lackiert worden waren. Durch die schiefe Körperhaltung bedingt, liefen die Spinnen immer in Kurven heran. Bei diesen „Manegebewegungen“ befand sich der erhobene geblendete Teil stets an der Außenseite der Kurve.

Alle bewegten Objekte wurden in der geschilderten Art und Weise beschlichen und besprungen. Ruhende Gegenstände bildeten dagegen niemals einen Reiz zu Beutefangreaktionen. Die Bewegungen wurden sehr langsam, fast zögernd ausgeführt. Der Unterschied zwischen Anlaufen und Schleichen war niemals so ausgeprägt wie im Normalfalle, so daß ich es nicht für angebracht halte, dafür bestimmte Zahlenwerte anzugeben. Diese Tatsache tritt ja auch bei normalen Tieren auf, dann nämlich, wenn sich das Beuteobjekt in völliger Ruhe befindet. Es mag dies zum Teil auf eine Unsicherheit in der Entfernungsschätzung zurückzuführen sein, wahrscheinlich spielt aber auch das Fehlen bestimmter Reizkategorien, dort der Bewegung, hier der optischen Eindrücke der einen Seite, eine Rolle, wodurch die einzelnen Instinkte nicht mit der gewöhnlichen Entschiedenheit ausgelöst werden.

Einseitig geblendeten Spinnen ist auch noch auf größere Entfernungen hin eine Entfernungsschätzung möglich. Es wurden noch Abstände von 2, 2,5, 3, 3,5 und 5 cm genau geschätzt und übersprungen.

Bezüglich der Versuche mit Spinnen, denen die *Hauptaugen* ausgeschaltet waren, ist den Ergebnissen HOMANNs nur wenig hinzuzufügen. Eine Behinderung beim Klettern konnte ich allerdings auch hier nicht feststellen. Sollte diese Anormalität vielleicht doch auf nervösen Störungen beruhen, die infolge der Wärmewirkung während der Blendung mit dem geheizten Draht entstanden sein könnten? Ergänzend ist noch

zu bemerken, daß *bewegungslose* Gegenstände nicht beachtet und selbst schmale Abgründe nicht übersprungen wurden.

Sind nun die *Vorderseitenaugen* geblendet, so ist das Verhalten der Tiere gegenüber dem der normalen nicht sehr abweichend. Sogar die Balztänze werden noch mit sehr großer Lebhaftigkeit ausgeführt. Bewegte Objekte aller Art werden eifrig verfolgt und besprungen, wobei sich Fehlsprünge relativ selten ereignen. Ihren Spiegelbildern gegenüber, die von Spinnen mit geblendeten Hauptaugen nicht beachtet wurden, verhielten sie sich ganz normal, nur kam es öfters vor, daß sie erst einige Sekunden, manchmal sogar Minuten, regungslos davorsaßen, ehe der Balztanz begann.

Völlig bewegungslose Fliegen, auch solche, die in der Glaskugel montiert waren, wurden aus beträchtlichen Entfernungen (bis 8 cm) bemerkt und erjagt. Dies geschah ebenfalls wieder sehr langsam und vorsichtig. Schließlich wurden einige an den Vorderseitenaugen geblendete Männchen beider Spinnenarten vor ein totes Männchen von *Evarcha marcgravi* gesetzt. Es war verblüffend, auf welche große Entfernungen hin die Salticidenform schon erkannt wurde. Tänze in 6, 7,5 und 9 cm Abstand wurden dabei mehrfach gemessen. In einem Falle betrug die Entfernung sogar 11,5 cm, doch wurden erst nach langem Fixieren schwache Balzbewegungen unternommen.

Ein ungefähres Maß für die Fähigkeit der Entfernungslokalisation bewegter Objekte kann ich auch hier wieder in den Zahlen für die maximale Sprungweite geben. Die Mittelwerte bewegen sich etwa um 4 cm, aber auch Sprünge von 5 cm Weite waren nicht selten. In einem Versuch wurden sogar noch 6 cm Abgrund genau übersprungen, allerdings wurde dabei die Fliege nicht getroffen.

Das Ausschalten der Hauptaugen hat also die stärksten Wirkungen bezüglich der optischen Wahrnehmungsfähigkeit zur Folge. Offenbar fehlt den Tieren dann völlig die Möglichkeit der Formrezeption, gleichzeitig ist auch die Entfernungslokalisation aufs weitgehendste gestört. Meiner Auffassung nach spricht dies dafür, daß den Hauptaugen in dieser Beziehung doch eine größere Rolle zukommt, als es HOMANN angenommen hat. Die Vorderseitenaugen tragen viel zu einer Steigerung der Leistungsfähigkeit bei, was einwandfrei aus den Resultaten einiger Versuchsreihen hervorgeht. Normale Tiere überspringen noch 8—10 cm, solche mit geblendeten Vorderseitenaugen aber nur etwa 4—5 cm, während nach der Blendung der Hauptaugen keine Distanzsprünge mehr ausgeführt werden.

Recht auffallend ist noch die Fähigkeit *einseitig* geblendeter Spinnen, Abstände bis zu maximal 5 cm zu überspringen, was zu der Annahme führen muß, daß das Zusammenwirken des Hauptauges und Vorderseitenauges *einer* Seite genügt, um eine Entfernungsschätzung zu ermöglichen.

### C. Höhere Leistungen der Salticiden.

Aus den bisher geschilderten Beobachtungen und Versuchsergebnissen geht hervor, daß sich sehr viele Lebenserscheinungen der Springspinnen auf Wechselwirkungen von Reizen und Reaktionen zurückführen lassen, zu deren Deutung keine gewagten Annahmen gemacht zu werden brauchen. Höchst erstaunlich war es daher, als bei den doch immerhin recht tiefstehenden Springspinnen Fähigkeiten entdeckt wurden, die auf höhere Begabungen schließen lassen.

Während der Durchführung der Versuche über die Feststellung der größten Sprungweite wurde am 24. 6. 1933 vormittags folgende Beobachtung registriert: Die beiden Teile des Versuchsapparates sind 8 cm voneinander entfernt. Auf dem Kupferdraht ist eine frisch getötete Fliege festgesteckt. Die Spinne Nr. 222, ein Weibchen von *Evarcha marcgravi*, wird in den fahrbaren Teil gesetzt und nach einiger Zeit die tote Fliege mit Hilfe der Garnfäden bewegt. Sofort reagiert das Tier mit Umdrehen und Anlaufen bis zum Abgrund. Hier stutzt es einen Augenblick, läuft seitwärts an der Kante entlang, den Cephalothorax immer nach dem Objekt gerichtet, das nunmehr in Ruhe ist. Die Spinne sieht sich dann nach allen Seiten um und springt nach der rechten Schiene, wobei sie aber ihr Ziel verfehlt und an dem Sicherheitsfaden wieder hochklettert. Daraufhin wird der Abstand um  $\frac{1}{2}$  cm verringert. Es erfolgt der gleiche Vorgang. Bei 7 cm wird die Erregung der Spinne immer größer, sie läuft sehr schnell hin und her, setzt öfters zum Sprung an, ohne ihn aber zu unternehmen. Das Beuteobjekt wird nach einer kurzen Vibration wieder vollkommen abgebremst. Plötzlich wendet sich die Spinne nach der Schiene zu, springt darauf und von da nach dem Karton A, über dem die Fliege befestigt ist. Mit vorsichtigen Schritten schleicht sie näher und bespringt die Fliege aus normaler Distanz.

Es schien mir nicht eindeutig klar, ob der Umweg, bei dem die Spinne sich einige Zeit ganz von dem Beuteobjekt abwenden mußte, absichtlich gewählt oder nur zufällig gefunden wurde, weswegen dann noch weitere 48 Experimente angestellt wurden. Eine kleine Abänderung der Anordnung erleichterte den Spinnen die Aufgabe. Zwischen den beiden 10 cm voneinander entfernten Teilen des Versuchsapparates wurde in gleicher Höhe des Kastenbodens eine Plattform aus Pappe so angebracht, daß sie zwischen dem Bühnen- und Wagenteil 3 cm seitlich der Mittellinie des Versuchsapparates hing. Der Zwischenlandeplatz lag bei Beginn des Versuches nie in der Blickrichtung Spinne — Beute. In der Mehrzahl der Fälle fixierten die Versuchstiere erst eine Weile die sich bewegende Fliege, liefen auch bisweilen aufgeregt hin und her, ohne das Ziel aus den Augen zu lassen, bis sie ganz plötzlich die Plattform entdeckten und sie als Umweg benutzten. Bisweilen verlief der Versuch in erstaunlich kurzer Zeit, es kam aber auch vor, daß er sich über eine halbe Stunde hinzog. Gelegentlich wurden auch zuerst einige direkte Sprünge probiert.

Nur in 8 von 49 Experimenten fanden die Spinnen selbst nach langer Zeit den Umweg nicht.

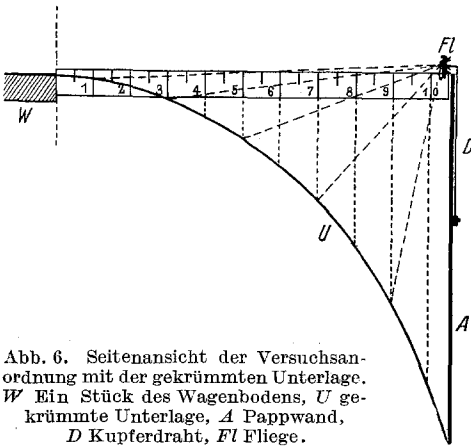
Auch wenn die zwischengeschaltete Plattform 1,5 cm unter dem Niveau des Kastenbodens war, wurde sie als Weg zum Ziel erkannt und benutzt. Außerdem sprangen in drei weiteren Versuchen die Tiere nach der Schiene, um von dort aus die Beute zu erlangen.

Der hohe Prozentsatz der positiv verlaufenen Versuche zeigt klar und eindeutig, daß es sich nicht um Zufallstreffer handelt. Unterschiede im Verhalten von älteren und jüngeren, frisch gefangenen Tieren und solchen, die längere Zeit in den Käfigen gehalten worden waren, waren

nicht festzustellen. Erinnerung an bereits erlebte ähnliche Situationen kommt daher zur Erklärung nicht in Betracht, obwohl ich durchaus nicht anstehe, den Salticiden eine gewisse Befähigung zum Lernen aus Erfahrung zuzuerkennen.

Weiterhin wurde der Abstand Fliege — Wagen auf 10,5 cm vergrößert und dazwischen ein *gekrümmter* Pappstreifen eingeschoben, wie es Abb. 6 im Aufriß wiedergibt.

Abb. 6. Seitenansicht der Versuchsanordnung mit der gekrümmten Unterlage. *W* Ein Stück des Wagenbodens, *U* gekrümmte Unterlage, *A* Pappwand, *D* Kupferdraht, *Fl* Fliege.



rechter Maßstab an der einen Seite des Apparates angebracht, mit dem die verschiedenen Messungen über den Ort, wo die einzelnen Reaktionen sich ereigneten, vorgenommen werden konnten. Zum Verständnis der folgenden Angaben sei noch bemerkt, daß alle angeführten Zahlen sich auf den waagerechten Maßstab beziehen, d. h. als Projektionen von der gekrümmten Unterlage auf die Ebene des Versuchskastenniveaus aufzufassen sind.

Läuft die Spinne von 0 aus in gerader Linie auf das Ziel zu, so verringert sich zunächst der Abstand. An einer ganz bestimmten Stelle ist er am geringsten. Überschreitet das Tier nun diesen Punkt, so *entfernt* es sich wieder von dem Objekt, obwohl es die Anlaufrichtung nicht ändert. Es sollte durch diese Anordnung festgestellt werden, ob die Springspinnen imstande sind, ihr Ziel zu erreichen, selbst wenn sie sich eine Zeitlang von ihm entfernen müssen.

In 6 Fällen liefen die Spinnen geradeaus auf die Fliege zu, auch über den Punkt hinweg, bei dem der Mindestabstand erreicht war. Entweder bewegten sie sich so weit vorwärts, bis sie mit den Vorderextremitäten die Wand *A* berührten, oder sie sprangen kurz vorher

hinauf, um von dort die Beute zu erreichen. 4 Tiere benutzten wiederum die Schiene des Apparates als Umweg, ebenso wurde in einer Reihe von Experimenten der waagerechte Maßstab als Brücke zu dem anderen Teil des Apparates benutzt, und offenbar bereitete die Lösung dieser Aufgabe den Spinnen keine besondere Schwierigkeit, wenn sie sich noch ziemlich weit oben in gleicher Höhe mit dem Maßstab befanden. Waren die Spinnen weiter nach unten gelaufen, so war für sie das Erkennen dieses Umweges zum Ziel viel schwerer; denn um ihn einschlagen zu können, mußten sie nach der Seite abbiegen, oft sogar nach *hinten* zu laufen. Tatsächlich beschrieben die Versuchstiere in 12 Fällen seitliche Wendungen von etwa  $90^\circ$ , in weiteren 12 Fällen aber erfolgte ein *völliges Abwenden* von der Reizquelle und ein *Zurücklaufen* bis an die Stelle, von der aus der Maßstab bequem erreicht werden konnte.

Hervorheben möchte ich noch, daß in all diesen Versuchen die Beutefliege nur zu Anfang ganz kurz benutzt wurde.

Am 28. 8. 1933 wurde folgender Vorgang registriert: Die Spinne Nr. 242 (Männchen von *Evarcha blancardi*) wird auf die Pappunterlage der Versuchsanordnung gebracht, wo sie bei der Marke I mit seitlich gewendetem

Cephalothorax sitzt. Sowie die Fliege bewegt wird, dreht sie sich sofort danach um und läuft bis 5 heran. Unter lebhaftem Hin- und Hertänzeln folgt sie mit den Augen den einzelnen Bewegungsphasen der Beute. Als diese sich dann in Ruhe befindet, wendet sich die Spinne nach der Seite hin, springt auf die Schiene, an der sie schnell entlangläuft. Von hier aus springt sie auf den Rand des Brettchens *Br* (Abb. 7), klettert von da weiter nach der Seitenwand *Sw* des bühnenartigen Aufbaues, läuft an diesem schräg hoch um den Eckpfosten *P* herum, wie es die Abbildung zeigt, bis an dessen Vorderseite, etwa 3 cm über dem Niveau der Fliege. Diese wird sofort wieder gesehen und nach kurzem Zögern besprungen. Der nächste Versuch verlief bis auf einige kleine Unterschiede fast ebenso. Am übernächsten Tag wurden die Ergebnisse durch weitere zwei ganz gleichartige Versuche bestätigt. Von dem ursprünglichen Ausgangspunkt der Spinne konnte nur der bühnenartige Teil mit dem Pfosten *P* als Begrenzung gesehen werden nebst der

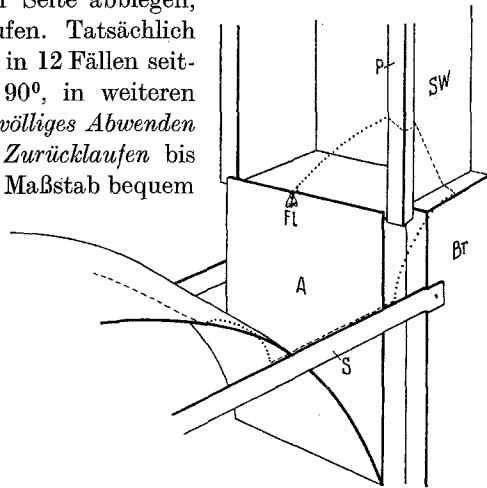


Abb. 7. Umwegversuch Nr. 955. (Der Weg der Spinne ist gestrichelt, im Sprung zurückgelegte Strecken sind punktiert.) *S* Schiene, *Br* Brettchen des Untergestells, *Sw* Seitenwand der Bühne, *P* Eckpfosten, *Fl* Fliege.

darunter befestigten Schiene, während die anderen Stellen des Umwegs erst in dessen weiteren Verlauf in dem Gesichtskreis des Tieres aufgetaucht sind.

Neben einer gewissen Erinnerungsfähigkeit tritt noch in den meisten Experimenten ein Faktor in Erscheinung, auf den bisher noch nicht in genügendem Maße geachtet worden ist, die Orientierung im Raum, oder, nach Hertz, die Raumerfassung. Mochte der Umgehungsweg noch so groß und die dadurch bedingten Körperwendungen noch so mannigfaltig sein, jedesmal wurde von den Tieren, natürlich mit geringen Abweichungen, die Richtung nach dem Ziel wiedergefunden.

Nach den von mir gemachten Beobachtungen neige ich der Ansicht zu, daß hierfür in der Hauptsache wohl kinästhetische Reize verantwortlich zu machen sind, jedoch ist bei diesen ausgesprochenen Augentieren eine Orientierung nach optischen Wegweisern nicht ausgeschlossen. Beide Faktoren werden vermutlich zusammenwirken und sich ergänzen, wobei je nach den vorliegenden Verhältnissen bald der eine, bald der andere eine dominierende Rolle spielt.

Die hier niedergelegten Beobachtungen und Versuchsergebnisse zeigen, wie bei den Salticiden auch schon erstaunlich hoch ausgebildete Fähigkeiten zu erkennen sind, die stark an die von Vögeln und Säugetieren bekannt gewordenen erinnern. Den Leistungen von Vögeln sind die der Spinnen zum Teil sogar voraus (vgl. KÖHLER 1917, S. 14, Abb. a). Es ist nicht daran zu zweifeln, daß es sich in allen beschriebenen Fällen um *echte Leistungen* im KÖHLERSchen Sinne gehandelt hat.

#### D. Ökologie.

Es erhebt sich nun die Frage, in welchem Zusammenhange die durch experimentelle Methoden erforschten Leistungen mit den ökologischen Bedürfnissen der Tiere stehen; denn erst durch ihre Berücksichtigung werden die festgestellten Einzelleistungen verständlich.

Für die Jagd nach der Beute sind die Springspinnen gut ausgerüstet. Auf das Prinzip der Versuchsmethode ist bei ihnen verzichtet und dafür die Leistungsfähigkeit der Sinnesorgane erheblich vergrößert. Sie vermögen schon aus beträchtlichem Abstand die Beute wahrzunehmen, verfügen über ein gutes Entfernungsschätzungsvermögen und können auch die *Form* der Beuteobjekte perzipieren, was uns beim Vergleich mit den Leistungen von Spinnen anderer Familien höchst erstaunlich vorkommen muß. Wieso fehlen nun aber alle jene Fähigkeiten den Lycosiden, Thomisiden und erst recht den Netzspinnen, während sie bei den Salticiden in so hohem Maße ausgebildet sind? Die Betrachtung der ökologischen Verhältnisse verschafft uns darüber Klarheit.

In der freien Natur sitzen die Springspinnen zumeist ruhig auf ihrem Lauerplatz und warten auf die Opfer. Es wird nur selten vorkommen, daß sich ein Beutetier gerade so vor die Spinne setzt, daß diese nur

zuzupacken braucht; in der Mehrzahl der Fälle wird sich die Beute vielmehr weiter von ihr entfernt niederlassen und wäre somit für sie unerreichbar, fehlte der Spinne die gute optische Wahrnehmungsfähigkeit. Weiterhin *muß* ein Entfernungsschätzungsvermögen ausgebildet sein, da beim Fang der Fliege das letzte Stück Wegs im Sprung zurückgelegt wird, zu dessen Gelingen die Entfernungslokalisation Voraussetzung ist. Ich hatte in den vergangenen Sommern oftmals Gelegenheit, die Tiere in ihrer natürlichen Umgebung zu beobachten. Insekten aller Art schwirrten da umher und ließen sich ab und zu auf den Blättern der Sträucher nieder. Hätten die Spinnen immer warten müssen, bis sich eins davon gerade auf das als Lauerplatz erkorene Blatt setzte, so hätten sie bestimmt nie genug Nahrung erbeuten können. Nun läßt es sich verstehen, warum die Salticiden ein Lokalisationsvermögen besitzen, aus welchem Grunde ihnen eine Formrezeption zukommen muß und weshalb alle jene höheren Begabungen ausgebildet sind, die die Tiere befähigen, auch auf Umwegen ihr Ziel zu erreichen.

Wie kommt es aber, daß gerade die Salticiden in dieser Hinsicht so gut ausgestattet sind, während z. B. die Lycosiden, die doch ebenfalls vagabundierende Spinnen sind und ihre Beute ohne Netz fangen müssen, keine jener besonderen Fähigkeiten aufweisen? Werden nicht an sie ähnliche Anforderungen gestellt? Bis zu einem gewissen Grade trifft dies sicher zu, aber sie können ihnen auf Grund ihrer körperlichen Beschaffenheit in ganz anderer Weise gerecht werden. Die Wolfsspinnen sind schnelle und geschickte Läufer, die an warmen Tagen sehr lebhaft hin- und herhuschen und dabei relativ große Strecken zurücklegen. Durch die Überproduktion der Eigenbewegung wird die Möglichkeit, in die Nähe einer Beute zu kommen, sehr groß, so daß deshalb auf eine bessere Ausbildung des Gesichtssinnes verzichtet werden konnte. Bei den Thomisiden wird der gleiche Effekt, das Erhaschen der Beute, wiederum auf andere Weise erreicht. Sie sitzen auf Blüten und lauern Insekten auf, die dort ihre Nahrung suchen. Die Umgebung selbst lockt die Opfer heran, und die Spinnen brauchen nur zu warten, um im gegebenen Augenblick zuzupacken. All die komplizierten instinktiven und sinnlichen Veranlagungen, die die Salticiden benötigen, sind daher bei den Thomisiden überflüssig und werden nicht ausgebildet.

Auch manche Besonderheiten des Begattungsinstandes werden durch das Studium der natürlichen Verhältnisse besser verständlich.

Von Ausnahmen abgesehen leben die Salticiden in relativ weitläufigen Bezirken, und es muß dafür gesorgt sein, daß sie sich bereits aus großen Entfernungen bemerken und erkennen, was durch die hohe Ausbildung des optischen Wahrnehmungsvermögens gewährleistet ist. Besonders das Erkennen der *Salticidenform* ist dabei von Wichtigkeit. Hat ein Männchen einmal einen Gegenstand ins Auge gefaßt, der dem Anblick einer Springspinne von vorne entspricht, so beginnt es, Balzbewegungen

auszuführen. Dadurch wird erreicht, daß *keine* Gelegenheit versäumt wird, eine Begattung zu vollziehen und damit den Bestand der Art zu garantieren. Eine gewisse Überproduktion wird hier in Anbetracht der Wichtigkeit der Fortpflanzung in Kauf genommen. Zwecklose Reaktionen, also etwa solche gegenüber Springspinnen anderer Art, Männchen oder salticidenähnlichen indifferenten Dingen, werden ja auch schon nach kurzer Zeit abgebrochen, da aus dem Verhalten der Partner hervorgeht, ob eine weitere Bewerbung zum Erfolg führt oder nicht.

### Zusammenfassung.

1. Die Instinkte der Salticiden sind nicht starr, sondern durch äußere Einflüsse modifizierbar.

2. Taktile Reize vermögen anscheinend nicht die Beutefang- und Begattungsinstinkte auszulösen.

3. Von normalen Beutetieren und Artgenossen ausgehende chemische Reize haben auf die Entfernung hin keine Wirkung auf das Verhalten der Springspinnen. Die Genießbarkeit eines *besprungenen* Objektes kann mit Hilfe des chemischen Sinnes erkannt werden.

4. Über das Formunterscheidungsvermögen wurde folgendes festgestellt:

a) Flächenhafte Muster rufen nur dann Beutefanghandlungen hervor, wenn sie sich in Bewegung befinden.

b) Eine Abhängigkeit der Reaktionen von der Form trat nur dann in Erscheinung, wenn Männchen gemalte Muster von wechselnder Spinnenähnlichkeit vorgesetzt wurden.

c) Bei *bewegten körperlichen* Attrappen tritt eine Formunterscheidung erst dann ein, wenn die Bewegung der Objekte abgebremst wird.

d) Von *völlig stillstehenden Objekten* wurden in wenigen Fällen Korkfliegen besprungen, tote Fliegen dagegen *stets* erkannt und bejagt. Männchen tanzen vor einer toten Springspinne.

5. Nach bewegten Fliegen werden Sprünge bis zu 10 cm Entfernung ausgeführt, unbewegte werden noch aus 6 cm Abstand besprungen.

6. Einseitig geblendete Spinnen nehmen eine schiefe Haltung ein und nähern sich dem Ziel auf bogenförmigen Bahnen. Es können noch Entfernungen bis zu 5 cm geschätzt werden.

Die größten Ausfallserscheinungen treten bei Blendung der Hauptaugen auf, eine verminderte Kletterfähigkeit war aber nicht festzustellen.

Das Ausschalten der Vorderseitenaugen hatte keine so große Wirkung. Bewegungslose tote Fliegen werden noch aus großen Entfernungen wahrgenommen und lösen Beutefangreaktionen, tote Spinnen die Begattungsinstinkte aus. Das Entfernungsschätzungsvermögen bleibt bis zu einem gewissen Grade erhalten.

7. Die Spinnen vermögen zur Erreichung ihres Zieles Umwege zu machen. Dabei kann sogar ein völliges Abwenden von der Reizquelle stattfinden.

## Literaturverzeichnis.

1. **Alverdes, F.:** Beobachtungen an Ephemeriden- und Libellenlarven. Biol. Zbl. **43** (1923/24). — 2. **Baldus, K.:** Experimentelle Untersuchungen über die Entfernungslokalisation der Libellen (*Aeschna cyanea*). Z. vergl. Physiol. **3** (1926). — 3. **Baltzer, F.:** Beiträge zur Sinnesphysiologie und -psychologie der Webspinnen. Mitt. Naturforsch. Ges. Bern **1923**. — 4. **Bartels, M.:** Über den Freßmechanismus und den chemischen Sinn einiger Netzspinnen. Rev. Suisse Zool. **37** (1930). — 5. **Dahl, F.:** Versuch einer Darstellung der psychischen Vorgänge in den Spinnen. Vjschr. wiss. Phil. **9** (1884). — 6. **Dahl, F.:** Das Gehör- und Geruchsorgan der Spinnen. Arch. mikrosk. Anat. **24** (1885). — 7. **Forel, A.:** Sensations des Insects. Rec. Zool. Suisse, Geneve **4** (1888). — 8. **Gaffron, M.:** Untersuchungen über das Bewegungssehen bei *Aeschna*-Larven, Fliegen und Fischen. Z. vergl. Physiol. **20** (1934). — 9. **Homann, H.:** Beiträge zur Physiologie der Spinnenaugen. I. Untersuchungsmethoden. II. Das Sehvermögen der Salticiden. Z. vergl. Physiol. **7** (1922). — 10. **Homann, H.:** Beiträge zur Physiologie der Spinnenaugen III. Das Sehvermögen der Lycosiden. Z. vergl. Physiol. **14** (1931). — 11. **Homann, H.:** Beiträge zur Physiologie der Spinnenaugen IV. Das Sehvermögen der Thomisiden. Z. vergl. Physiol. **20** (1932). — 12. **Kafka, G.:** Tierpsychologie. Handbuch der vergleichenden Psychologie, Bd. I. 1922. — 13. **Köhler, W.:** Intelligenzprüfungen an Anthropoiden I. Abh. preuß. Akad. Wiss., Physik.-math. Kl. **1917**. — 14. **Meyer, E.:** Neue sinnesbiologische Beobachtungen an Spinnen. Z. Morph. u. Ökol. Tiere **12** (1928). — 15. **Minnich, D. E.:** An experimental study of the tarsal chemoreceptors of two nymphalid butterflies. J. of exper. Zool. **33** (1921). — 16. **Minnich, D. E.:** The chemical sensitivity of the tarsi of certain muscid flies. Biol. Bull. Mar. biol. Labor. Wood's Hole **51** (1926). — 17. **Peckham, G. W. u. E. G.:** Some observations on the mental power of spiders. J. Morph. a. Physiol. **1** (1887). — 18. **Peckham, G. W. u. E. G.:** The sense of sight in spiders with some observations on the color sense. Trans. Wisc. Acad. Sciens Arts and Letters **10** (1894). — 19. **Peters, H.:** Die Fanghandlung der Kreuzspinne (*Epeira diademata*). Z. vergl. Physiol. **15** (1931). — 20. **Peters, H.:** Experimente über die Orientierung der Kreuzspinne *Epeira diademata* im Netz. Zool. Jb. **51** (1932). — 21. **Peters, H.:** Weitere Untersuchungen über die Fanghandlung der Kreuzspinne *Epeira diademata* Cl. Z. vergl. Physiol. **19** (1933). — 22. **Petrunkevitch, A.:** Studies in adaptation: The sense of sight in spiders. J. of exper. Zool. Baltimore **1907**. — 23. **Pritchett, A. H.:** Observations on hearing and smell in spiders. Amer. Naturalist **38** (1904). — 24. **Rainbow, W. J.:** Notes and observations on the range of vision in some Araneidae. Austr. Ass. f. t. Adv. of Science Sidney **1898**. — 25. **Strassen, O. zur:** Die neuere Tierpsychologie. Leipzig **1907**. — 26. **Strassen, O. zur:** Die Spinnen und die Tierpsychologie. Zool. Anz. **33** (1908). — 27. **Weis, I.:** Versuche über die Geschmacksrezeption durch die Tarsen des Admirals, *Pyrameis atalanta* L. Z. vergl. Physiol. **12** (1930).