

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien.)

# Über den Wasserhaushalt einiger Spinnen, mit besonderer Berücksichtigung der Transpiration.

Von

H. Nemenz, Wien.

Mit 7 Textabbildungen.

## Einleitung.

Bei Untersuchungen über die Verteilung der Tierarten in der Natur kann man feststellen, daß neben der Temperatur, deren Bedeutung schon frühzeitig erkannt wurde, auch die An- oder Abwesenheit von Wasser für die meisten Tiere eine bedeutende Rolle spielt. Während aber die die Temperatur betreffenden Verhältnisse schon des öfteren und bei einer größeren Anzahl von Arten untersucht wurden, ist das beim Wasserhaushalt nicht in solchem Maße der Fall.

In erster Linie wurden von den Wirbellosen solche Tiere untersucht, die als Nutztiere oder Schädlinge eine wirtschaftliche Bedeutung für den Menschen aufweisen, also meist Insekten (Eder 1942, Hochrainer 1942, Koidsumi 1934, Kühnelt 1934, 1936, 1939, Mellanby 1932, 1936, Uvarov 1931, Wigglesworth 1947 und andere). Das Gebiet der Spinnentiere ist diesbezüglich aber fast reines Neuland. Bei diesen kommen als Schädlinge die Zecken in Frage, die Lees seit 1946 auf ihren Wasserhaushalt untersuchte. Vereinzelt finden sich jedoch auch andere Arbeiten, die in irgend einer Weise das Problem des Wasserhaushaltes bei Spinnen streifen. So hat Shelford 1933 Beobachtungen über die Verhaltensweise verschiedener Tiere angestellt, wenn sie gezwungen werden, sich in künstlich getrockneter Luft aufzuhalten. Unter anderen Tieren untersuchte er auch zwei amerikanische Lycosiden: *Geolycosa wrightii* Em. und *G. pikei* Marx. Millot und Fontaine (1937) veröffentlichten eine Untersuchung über den Wassergehalt einiger

Spinnen, wobei sie auch einige Beobachtungen über das Trinken mitteilten. 1941 untersuchte Jones den Einfluß der Feuchtigkeit und der Temperatur auf den Lebensablauf von *Agelena naevia* Walck. Die bis jetzt eingehendste Untersuchung über den Wasserhaushalt einer Spinne hat Palmgren (1939) an *Dolomedes fimbriatus* geliefert.

Eine Anzahl verschiedener Spinnenarten aus mehreren Familien wird hier erstmalig auf ihren Wasserhaushalt untersucht. Es wurde mehr Wert darauf gelegt, zu untersuchen, welche Faktoren den Wasserhaushalt der Spinnen beeinflussen, als ein Teilgebiet, losgelöst von allen anderen herauszugreifen \*).

### Material und Methoden.

Eine besondere Auswahl der Familien wurde nicht durchgeführt; es wurden solche Arten bevorzugt, die infolge ihrer Körpergröße Ergebnisse lieferten, die nicht zu nahe an der Genauigkeitsgrenze der verwendeten Geräte lagen. So wurden z. B. die *Micryphantidae*, von allem Anfang an ausgeschieden und bei den *Salticidae*, von denen wohl interessante Werte zu erwarten gewesen wären, lag die Gewichtsabnahme so nahe der Fehlergrenze, daß die Werte mit bis zu 70% Fehler behaftet gewesen wären. Auch wurde darauf geachtet, keine zu seltenen Arten zu verwenden, und möglichst solche, die infolge ihrer Lebensweise interessante Ergebnisse vermuten ließen. Die Tiere wurden meist in der Umgebung Wiens gesammelt.

Die Wasserabgabe wurde gravimetrisch durch Feststellung der Gewichtsabnahme ermittelt. Dafür standen mir eine Goldwaage mit einer Genauigkeit bis 2 mg und eine Torsionswaage mit einer Ablesegenauigkeit von 0,1 mg zur Verfügung. Auf der Torsionswaage wurden fast alle Wägungen durchgeführt. Die Tiere wurden in Säckchen aus Cellophan gewogen, in denen sich die Tiere auch während des Aufenthaltes im Exsiccator befanden. Die Säckchen waren an Drahtlitzen aufgehängt und perforiert, so daß eine genügende

---

\*) Es ist mir eine angenehme Pflicht, all denen zu danken, die mich bei der Durchführung meiner Arbeit förderten. Besonders zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Prof. W. Kühnelt, Vorstand der II. zoologischen Lehrkanzel der Universität, der mich zur Bearbeitung dieses Themas veranlaßte, mir jederzeit freundlich zur Seite stand und auch das Manuskript einer gründlichen Durchsicht unterzog.

Luftzirkulation gewährleistet war. Das Gewicht der Säckchen war nach 48 stündigem Aufenthalt im Exsiccator praktisch konstant. Während des Wägens einer Serie, was etwa 10 Minuten dauerte, änderte sich das Gewicht der Säckchen nicht merklich.

Als Exsiccator wurde ein hohes Standglas verwendet, welches am Boden angefeuchtetes NaOH zur Konstanthaltung der Luftfeuchtigkeit enthielt und in welches die Säckchen derart eingehängt wurden, daß sie sich knapp über dem NaOH befanden. Das ganze Gefäß war mit einer Glasplatte bedeckt und stand in einem Thermostaten, der die Temperatur von 25° C auf 2° C konstant hielt. Die Wägungen wurden, je nach der Größe des Gewichtsverlustes, im Abstand von 2 bis 24 Stunden durchgeführt. Die Luftfeuchtigkeit im Exsiccator betrug durch das NaOH 30% relativer Feuchte (nach Friedrichs 1930). Die relative Feuchtigkeit war ziemlich gering gewählt worden, da dadurch Verschiedenheiten in der Wasserabgabe deutlicher hervortreten.

Als Einteilungsgrundlage wählte ich die Wasserabgabe nach 24 Stunden, ausgedrückt in Prozenten des Anfangsgewichtes der Spinne. Ich fand nämlich, daß nach 1 bis 2 Stunden, wie es manche Autoren angeben, die Wasserabgabe starken unregelmäßigen Schwankungen unterworfen ist, die sich erst nach 5 bis 6 Stunden ausgeglichen haben. In den Tabellen werden die Werte der Wasserabgabe nach 24 Stunden und 48 Stunden berücksichtigt, in den Diagrammen meist auch noch die Werte von 72 Stunden, um eine Vorstellung über den weiteren Verlauf der Wasserabgabe zu geben. Von Bedeutung sind in erster Linie die Anfangswerte, da die späteren Werte eventuell durch die Wasserabgabe am Beginn des Versuches beeinflußt werden.

Um die Wasserabgabe durch die Kutikula genauer lokalisieren zu können, wurden auch Versuche mit der von Eder (1942) angegebenen Lösung von wasserfreiem Kobaltchlorür in wasserfreiem Celloidin durchgeführt, doch gelang es nicht, zu brauchbaren Ergebnissen zu kommen, da die Behaarung der Tiere das Arbeiten mit dieser Methode vereitelte.

### **Problemstellung.**

Von der großen Anzahl der Einzelprobleme, die bei der Untersuchung des Wasserhaushaltes auftauchen, sollen nur einzelne wesentliche herausgegriffen werden. Als wichtigstes, da ausschlag-

gebend, erschien mir die Wasserabgabe. Dieser Faktor nimmt meiner Meinung nach deshalb eine so dominierende Stellung ein, da sich von ihm sowohl die Wasseraufnahme, als auch, teilweise auf dem Umweg über die letztere, die ökologische Verbreitung einer Tierart ableiten läßt. Eine Art, die nicht im Stande ist, ihre Wasserabgabe in irgend einer Form zu reduzieren, ist immer mehr oder weniger an Orte gebunden, welche eine ziemlich gleichmäßige, meist recht hohe Feuchtigkeit aufweisen, oder in der Nähe von Wasser gelegen sind. Bei einem Absinken der Luftfeuchtigkeit kann es sonst zu Schädigungen des Tieres kommen, wenn dieses seinen Wasserverlust nicht zu ersetzen vermag. Auch hierbei gibt es Ausnahmen, wie etwa die Acridiiden, welche sich auch in Wüstengebieten Wasser in ausreichender Menge zu verschaffen wissen. Vermag allerdings eine Art ihre Wasserabgabe so einzuschränken, sei es, daß sie sich der sie umgebenden geringeren Luftfeuchtigkeit durch eine Herabsetzung der Transpiration anpaßt oder sei es, daß ihre Wasserabgabe schon von Anbeginn an sehr gering war, sie also im Stande ist, mit dem zur Verfügung stehenden Wasser sparsam umzugehen, so ist sie jederzeit im Stande, auch Orte mit nur geringer Luftfeuchtigkeit zu besiedeln. Die anderen Formen dagegen sind meist darauf angewiesen, Wasser in irgend einer Form in Reichweite zu haben, damit sie ihre Verdunstungsverluste leicht wieder ersetzen können. Es kann dies Wasser im landläufigen Sinn sein, das dauernd vorliegt, oder in der Nacht gefallener Tau; es ist aber auch möglich, daß die Tiere es aus der Nahrung gewinnen. Dieses Verfahren wenden die Acridiiden in den Trockengebieten an (Kühnelt 1936), die im Bedarfsfall große Nahrungsmengen verzehren, ohne sie aber richtig zu verdauen, sondern nur das Wasser daraus entziehen (Husain & Taskhir 1936).

Als Hauptverdunstungsflächen kommen bei den Spinnen in erster Linie die Körperoberfläche und zweitens die Atmungsorgane in Frage. Eine dritte Möglichkeit besteht in einer Ausscheidung von Wasser durch den Verdauungstrakt. Diese drei Möglichkeiten werden weiter unten einzeln abgehandelt.

Als Voraussetzung für die Wasserabgabe ist es nötig, Wasser aufzunehmen. Im Anschluß an Buxton (1932) möchte ich die Wasseraufnahme folgendermaßen gliedern: 1. Wasseraufnahme aus der hochgesättigten Atmosphäre, 2. durch Trinken, 3. Auf-

nahme des Wassers mit der Nahrung, 4. durch die Oxydation von Reservestoffen. Für den normalen Lebensablauf kommen in erster Linie die Punkte 2 und 3 in Frage.

#### A. Wasseraufnahme.

##### a) Aufnahme durch die Körperoberfläche.

Angaben über die Wasseraufnahme durch die Körperoberfläche sind in der Literatur nur vereinzelt anzutreffen. Sie beruhen meist auf der Beobachtung, daß hungernde Tiere nicht nur kein Gewicht verlieren, sondern sogar an Gewicht zunehmen, falls der Versuch in praktisch feuchtigkeitsgesättigter Atmosphäre durchgeführt wird. Nun muß diese Gewichtszunahme nicht notwendig so erklärt werden, daß Wasser aufgenommen wird. Bei der Oxydation der Reservestoffe wird gewichtsmäßig mehr Wasser und  $\text{CO}_2$  gebildet als anfänglich Reservestoffe vorhanden waren, so daß also auch eine Verhinderung der Abgabe der Oxydationsprodukte zu einer Gewichtsvermehrung führen muß. Mellanby (1932), Buxton (1932), und Lees (1947) erklären ihre Versuchsergebnisse durch die Aufnahme von Wasser, während schon Koidsumi (1934) an eine schubweise Verbrennung von Reservestoffen denkt.

Bei den Spinnen konnte diese Erscheinung noch nicht beobachtet werden. Sowohl Palmgren (1939) als der Verfasser fanden auch in feuchtigkeitsgesättigter Atmosphäre eine deutliche Gewichtsabnahme der Versuchstiere, die zwischen 2,5 bis 10% in 24 Stunden schwankt. Die Gewichtsabnahme ist wohl kleiner als bei trockener Atmosphäre, zeigt aber doch eine deutliche Wasserabgabe an. Eine Wasseraufnahme durch die Körperoberfläche aus feuchtigkeitsgesättigter Atmosphäre konnte in keinem Fall bewiesen werden.

##### b) Wasseraufnahme durch Trinken.

Wie schon Millot und Fontaine (1937) und Gerhardt (1923) angeben, kann man Spinnen relativ häufig beim Trinken beobachten. Die Verfasser berichten, daß sich z. B. *Heteropoda* gierig auf Wasser stürzten. Einige Exemplare von *Mygale* tranken einmal nach einer Reise von Amerika nach Frankreich  $\frac{1}{2}$  Stunde lang; auch *Segestria* lebt sichtlich auf, wenn man ihr, nachdem sie schon stark ausgetrocknet gewesen, Wasser zum Trinken reicht.

Einige Arten schienen allerdings nach diesen Beobachtungen nicht zu trinken. Die Autoren erwähnen z. B., daß *Filistata* nicht einmal nach einmonatigem Fasten trinkt. Leider geben die Verfasser nicht an, welche Mengen Wasser von den Versuchstieren aufgenommen wurden. Gerhardt schreibt wörtlich: „Lycosiden, Segestrien, Ageleniden und *Dolomedes* trinken oft und gern Wasser, wobei Maxillen samt den Tastern wie beim Kauen gespreizt und vereinigt werden. *Segestria*-Männchen, die halbtot und geschrumpft waren, konnten durch Verabreichung von Wasser wieder voll lebensfähig gemacht werden. Netzspinnen sah ich niemals trinken, ebensowenig Krabbenspinnen. Es ist wohl anzunehmen, daß ihnen die Körpersäfte ihrer Beutetiere zur Bestreitung ihres Bedarfes an Flüssigkeit genügen, obwohl ich für die Laterigraden nicht anzugeben weiß, ob sie etwa im Freien trinken.“

Meine eigenen Untersuchungsergebnisse gehen dahin, daß alle von mir daraufhin untersuchten Arten zu trinken vermögen, es aber nicht immer und in sehr verschiedenem Umfang tun. Wenn ein Tier einige Zeit hungern mußte und keinen Zugang zu Wasser hatte, trank es, sobald ihm dazu Gelegenheit geboten wurde. Nun genügt also der Hunger allein nicht, um das Tier zum Trinken zu veranlassen. Einige *Theridiidae*, die ich ca. zwei Monate ohne Nahrung, aber in ziemlich feuchter Atmosphäre gehalten hatte, tranken nicht, ja wichen dem Wassertropfen sogar aus, wenn sie auf ihn stießen; während andere, die sich nur 5 Tage über NaOH befunden hatten und ausgetrocknet waren, tranken und einen Großteil des bis dahin verlorenen Gewichtes durch Wasser ersetzten. Daraus ist zu schließen, daß die Tiere sich nicht etwa aus einem Hungergefühl heraus den Darm mit Wasser anfüllen, sondern daß wirklich nur dann getrunken wird, wenn ein Bedürfnis nach Wasser besteht.

Beim Trinken schiebt sich das Tier mit dem ganzen Körper über den Tropfen, betrillert (wahrscheinlich prüft es mit den Tarsalorganen der Palpen das Wasser auf seine genießbarkeit) in schnellem Rhythmus mit den Palpen die Wasseroberfläche, und spreizt etwas die Chelizeren. Dann berühren die Kauladen die Wasseroberfläche und das Tier beginnt Wasser einzusaugen, wobei es gelegentlich zu Bewegungen der Kauladen und Chelizeren kommt.

Bei einer *Aranea diadema* konnte ich einmal beobachten, wie sie, rückenabwärts hängend, einen sich lösenden Wassertropfen mit

dem ersten Beinpaar, den Palpen und den Chelizeren umklammert hielt und langsam einsog, wobei die Oberlippe sich in schwingender Bewegung befand. Als der Tropfen abzugleiten drohte, streckte sie sich nach unten (dorsad) und verbesserte derart die Lage des Tropfens. Nachdem das Wasser eingesaugt war, wischten die Palpen die Feuchtigkeit vom Körper ab, und wurden dann, teils einzeln, teils gemeinsam, in die Mundöffnung eingeführt und die Feuchtigkeit herausgesogen. Dabei werden die Palpen bis etwa zur Mitte des Tarsus in die Mundöffnung eingeführt. Ähnlich wurden auch die Tarsen des ersten Beinpaares vom anhaftenden Wasser gereinigt.

In vereinzeltten Fällen nahm die Spinne den Wassertropfen direkt von der Pipette, indem sie sich aufrichtete, zuerst mit zwei, später mit drei bis vier vorderen Beinen die Pipette faßte, während die sechs, bzw. vier hinteren Beine auf der Unterlage blieben, und wie sonst üblich trank (an einer *Aranea diadema* und einer *Tegenaria* beobachtet). Wenn ich auch nie eine Netzspinne im Freien beim Trinken sah, in der Gefangenschaft tat sie es oft.

Manche Tiere zeigen im Versuch, wenn man ihnen Wasser anbietet, eine deutliche Abneigung, die sich in einer Fluchtreaktion äußert, z. B. *Tegenaria derhami*. Die Arten dieser Gattung scheinen ein sehr geringes Bedürfnis nach Wasser zu haben, denn Blumenthal führt eine Bemerkung Bonnet's an, daß dieser eine *Tegenaria parietina* etwa zwei bis drei Jahre ohne Wasser gehalten habe. Im Gegensatz dazu konnte ich bei einer *Tegenaria derhami* feststellen, daß diese sehr wohl trank, nachdem sie sich zwei Monate ohne Nahrung in mäßig feuchter Zimmerluft befunden hatte. Es dauerte einige Minuten, bis das Tier den in etwa ein Zentimeter Entfernung befindlichen Wassertropfen bemerkte, sich darauf stürzte und vier Minuten lang trank. Bei einigen *Theridiidae*, die sich zur selben Zeit und unter gleichen Bedingungen wie die *Tegenaria* im Raum befunden hatten, war hingegen eine deutliche Fluchtreaktion vor dem Wasser zu bemerken. Ein *Theridion tepidariorum*, der bei einem Austrocknungsversuch 19% seines Anfangsgewichtes verloren hatte (und zwar in der Zeit von fünf Tagen), nahm einen dargebotenen Wassertropfen willig an und trank 5,7 mg, das entspricht 8,3% des Anfangsgewichtes, d. s. 44% der abgegebenen Gewichtsmenge. Dabei ist es wesentlich, festzu-

stellen, daß es sich hierbei um die einzige Spinne handelt, die nicht einmal die Hälfte des abgegebenen Gewichtes ersetzte. Bei den anderen Arten betrug die aufgenommene Wassermenge 89 bis 94%, wie z. B. bei *Aranea raji* und anderen.

Entgegen den Beobachtungen anderer Autoren (z. B. Gerhard) sah ich, wie erwähnt, auch Netzspinnen trinken. Eine *Aranea raji*, die ich längere Zeit hielt, weigerte sich sogar manchmal, eine Fliege anzunehmen, wenn sie längere Zeit kein Wasser erhalten hatte. Das Tier befand sich in einem sehr trockenen zentralgeheizten Raum, was vielleicht die Ursache dafür sein mag.

Eine arten- oder gattungsmäßige Verschiedenheit, welche Spinnen im Stande sind, zu trinken, besteht augenscheinlich nicht. Soweit sich die Sache überblicken läßt, spielt der Austrocknungszustand, also der Wasserverlust, eine dominierende Rolle. Dieselbe Art, die, wenn sie noch genug Feuchtigkeit hat, vor Wasser flieht, trinkt, wenn sie mehr ausgetrocknet ist.

Dessenungeachtet mag eine Spinne jahrelang ohne Wasser auskommen können, auch wenn ein Trinkbedürfnis vorhanden ist. Ich konnte eine *Tegenaria* monatelang ohne Wasser lassen, ohne daß es zu Schädigungen kam, Bonnet sogar jahrelang. Eine andere aber, die unter sonst gleichen Bedingungen gehalten wurde, trank alle 8 bis 14 Tage. Dabei war im Verhalten der Tiere nicht der geringste Unterschied zu bemerken, die eine ohne Wasser schien sich genau so „wohl zu fühlen“, wie die andere, die Wasser erhielt. Das Bedürfnis zu trinken führt also nicht dazu, daß die Tiere nach Wasser suchen, im Anfang der Durstperiode ist es wohl nicht mehr, als daß die maximale Wassersättigung nicht mehr vorhanden ist, ohne daß es aber lebensnotwendig wird, zu trinken. (Unter Anfang verstehe ich in diesem Falle nicht eine bestimmte Zeitspanne, sondern ganz allgemein den Beginn des Austrocknens, das bei den verschiedenen Arten verschieden lange dauert.) Ein Tier, welches genügend Wasser hat, zeigt vor dem Wassertropfen eine Fluchtreaktion. Je geringer der Wasservorrat, desto schwächer wird die Fluchtreaktion vor dem Wasser, bis sie endlich ganz ausbleibt. Von diesem Zeitpunkt an kann Wasser aufgenommen werden. Wann das geschieht, ist weitgehend verschieden. Bei weitergehender Austrocknung wird ein Punkt erreicht, wo an Stelle der Fluchtreaktion eine positive Reaktion eintritt, die, zuerst schwächer, später stärker, das Tier zum Trinken veranlaßt. Wasserzufuhr wird

mehr oder weniger lebensnotwendig. Diese Aufeinanderfolge der Stadien — Flucht, Gleichgültigkeit, Bedürfnis — läßt sich beobachten; die Grenzen sind allerdings fließend. Wann die einzelnen Stadien eintreten, ist sehr verschieden, sowohl artenmäßig, als auch individuell. Dies mag an einem Beispiel kurz erläutert werden.

*Tegenaria* kann, wie oben erwähnt, ohne Schädigung bis mehrere Jahre ohne Wasserzufuhr leben, ganz bestimmt aber einige Monate. Andererseits ist die Fluchtreaktion nach meinen Beobachtungen (die in diesem Fall mit denen Blumenthal's nicht übereinstimmen) nach 8 bis 14 Tagen nicht mehr zu beobachten. Diese Variationsbreite (8 bis 14 Tage) kann nun sowohl als individuelle physiologische Verschiedenheit, wie auch als Gleichgültigkeitsstadium von individueller Länge interpretiert werden. Von diesem Zeitpunkt an hat das Tier Bedürfnis, Wasser aufzunehmen. Es dauert aber noch sehr lange, bis das Feuchtigkeitsdefizit lebensgefährlich wird.

Bei *Theridion* dagegen ist das erste Stadium wesentlich länger, es dauert viel länger, bis diese Spinne die Fluchtreaktion verliert. Vielleicht verschwindet sie beim adulten Tier unter normalen Umständen überhaupt nicht, ich konnte erwachsene Individuen jedenfalls nur dann zum Trinken bringen, wenn deren Feuchtigkeitsdefizit vorher künstlich erhöht worden war, d. h. die Tiere in sehr trockener Atmosphäre ausgetrocknet worden waren.

Zu ähnlichen Schlußfolgerungen wurde Blumenthal bei seiner experimentellen Untersuchung des Feuchtigkeitssinnes geführt. Es zeigte sich bei seinen Versuchen, „daß die Größe des Trinkbedürfnisses eine entscheidende Rolle spielte. . . Der starke Durst veranlaßte die Tiere, alles zu trinken, was überhaupt flüssig ist. So war mehrfach zu beobachten, daß Exemplare von *Tetragnatha extensa* sogar von gesättigter Kochsalzlösung tranken.“ . . . „Hat die Spinne zur Zeit des Versuches kein Trinkbedürfnis, so wird sie auch nicht die Flüssigkeit zu erreichen trachten, sondern es kann im Gegenteil sogar zu negativer Reaktion kommen.“

Wie in dem Abschnitt über die Wasserabgabe noch gezeigt werden soll, gibt es ausgesprochen wassersparende Arten und solche, die Wasser schnell abgeben. Bei letzteren wird sich unter gleichen Bedingungen viel schneller ein Feuchtigkeitsdefizit einstellen, als bei ersteren, daher werden jene auch viel früher ein

Trinkbedürfnis zeigen als diese. So kommt es also bei manchen Arten erst nach Monaten, wenn überhaupt, zu einem Trinkbedürfnis, selbst wenn während dieser Zeit keine Nahrung gereicht wird. Bei *Theridion tepidariorum*, *Aranea raji*, *Aranea diadema*, *Agelena labyrinthica* und gelegentlich auch anderen konnte ich in diesem Fall bemerken, daß die Tiere oft ruhig auf ihrem Platz saßen, tage-, ja selbst wochenlang ihre Stellung nicht veränderten, auch auf Störung wenig reagierten und so den Eindruck erweckten, als ob bereits der Tod eingetreten wäre. Trotz dieses Benehmens und der ziemlich langen Zeit von über zwei Monaten war bei *Theridion tepidariorum* kein Trinkbedürfnis vorhanden, sondern es zeigte sich eine Fluchtreaktion, obwohl die Tiere, die zu diesem Versuch in ein anderes Gefäß gebracht wurden, dort lebhaft herumliefen und keine Anzeichen einer Schädigung erkennen ließen. Ein Einschrumpfen des Abdomens, das ich bei meinen Austrocknungsversuchen immer feststellen konnte und das auch schon von Millot und Fontaine gesehen worden war, war in diesen Fällen nicht zu bemerken. Auch weitere 14 Tage später hatte sich im Aussehen der Versuchstiere nichts geändert und eine Fliege, die einer der Spinnen gereicht wurde, wurde trotz der Enge des Raumes sofort gefressen, also ein Zeichen dafür, daß wohl Hunger, aber kein Durst vorhanden war.

Es ist daher anzunehmen, daß in natürlicher Umgebung und unter natürlichen Verhältnissen viele Spinnen überhaupt kein Trinkbedürfnis haben, es aber unter geeigneten Bedingungen möglich ist, alle Arten zum Trinken zu veranlassen.

### c) Wasseraufnahme mit der Nahrung.

Der Wassergehalt der Nahrung der Spinnen schwankt in weiten Grenzen. Buxton (1932) gibt an, daß der Wassergehalt der Insekten zwischen 46% und 92% des Gesamtgewichtes liegen kann. Hochrainer (1942) findet für Insekten Werte, die zwischen 54% und 80% liegen. Auf die Weichteile bezogen, liegt der Prozentgehalt im allgemeinen noch höher. Da die Spinnen durch die Art ihrer Nahrungsaufnahme selektiv nur die Weichteile der Beuteobjekte aufnehmen, die relativ viel Wasser enthalten, sind die mit der Nahrung aufgenommenen Flüssigkeitsmengen relativ groß. Es ist daher ohne weiteres anzunehmen, daß die in der Nahrung

enthaltene Wassermenge zur Deckung des Bedarfes wassersparender Arten ausreicht. Dies vor allem dann, wenn genügend Nahrung verfügbar ist, und das Tier an und für sich nicht viel Wasser abgibt.

#### d) *Oxydationswasser.*

Daß im Tierkörper durch die Oxydation von Nahrungs- und Reservestoffen Wasser gebildet wird, ist eine allgemein bekannte Tatsache. Dabei ist die Menge des gebildeten Wassers je nach dem verbrannten Stoff verschieden, so entsteht aus Eiweißstoffen am wenigsten, aus Fetten am meisten Wasser. Gewichtsmäßig entsteht aus Fett sogar mehr Wasser als Fett veratmet wurde, d. h. aus je 100 g Fett entstehen je 107 g Wasser.

Das Oxydationswasser („metabolic water“ der englischen Autoren) spielt für den hungernden Organismus eine große Rolle. Da jedes Tier der Verdunstung ausgesetzt ist, verliert es ununterbrochen Wasser. Für das hungernde Tier ist das Oxydationswasser die einzige Möglichkeit, eine lebensgefährliche Eindickung der Körpersäfte zu verhindern. Da Fett bei der Verbrennung sehr große Wassermengen in Freiheit setzt, so ist der Fettkörper vieler Tiere nicht nur ein Energie-, sondern auch ein Wasserspeicher.

Bei der experimentellen Untersuchung des Wasserhaushaltes erhob sich die Frage, ob es berechtigt ist, die Gewichtsabnahme des hungernden Tieres der Wasserabgabe gleichzusetzen. Dies wurde bis jetzt von allen Autoren angenommen und von Mellanby (1932 b) für Mehlwürmer nachgewiesen. Es ergab sich, daß bei einem Verbrauch an Trockensubstanz (Reservestoffe) von 0,624 g Oxydationswasser im Gewichte von 0,615 g produziert wird. Der tatsächliche Gewichtsschwund, d. h. die Gewichtsmenge, die in Form von Kohlendioxyd ausgeatmet wird, und somit scheinbar verloren geht, betrug bloß 0,009 g. Bezogen auf das Gewicht der Reservestoffe sind das rund 1,5%, also so wenig, daß der Fehler ruhig vernachlässigt werden kann, um so mehr, als ja die Reservestoffe nur einen Teil des Gesamtgewichtes ausmachen. Der Fehler, bezogen auf das Gesamtgewicht, beträgt also nur etwa 0,25 bis 0,5%. Das ist so wenig, daß in den meisten Fällen schon der Wäagefehler wesentlich größere Werte annimmt.

Es war von vornherein anzunehmen, daß die Verhältnisse bei Spinnen genau so liegen würden. Die experimentelle Untersuchung

wurde derart vorgenommen, daß eine Spinne in einem Wägegläschen mit  $\text{CaCl}_2$  in einen Thermostat gestellt wurde und nach einiger Zeit sowohl die Spinne als auch das Wägegläschen, dessen  $\text{CO}_2$ -reiche Luft durch getrocknete normale Luft ersetzt worden war, gewogen wurden. Eine Gewichtsveränderung des Glases mit  $\text{CaCl}_2$  zeigte eine Wasseraufnahme des  $\text{CaCl}_2$  an, Gewichtsabnahme des Tieres die Menge aller abgegebenen Substanzen, und die Differenz der Summe dieser beiden gegenüber dem Gesamtgewicht die Menge des  $\text{CO}_2$ .

In einem Versuch wurden bei einem *Aranea raji*-Weibchen folgende Werte gefunden:

Wägeglas mit $\text{CaCl}_2$ . . . . .	18,862 g
Drahtgestell mit Spinne . . . . .	1,476 g
Summe . . . . .	20,338 g

Nach einem 26stündigen Aufenthalt im Thermostaten bei  $30^\circ \text{C}$  waren die Werte wie folgt verändert:

Wägeglas mit $\text{CaCl}_2$ . . . . .	18,917 g
Drahtgestell mit Spinne . . . . .	1,422 g

Einer Zunahme des Wägeglases von 0,045 g steht eine Abnahme der Spinne von 0,054 g gegenüber, also eine Differenz von 0,009 g in 26 Stunden, die auf Kosten der  $\text{CO}_2$ -Produktion geht. Diese 0,009 g machen aber nur 1,7% des Anfangsgewichtes aus.

Dieses Beispiel, welches die höchsten je von mir gefundenen Werte aufweist, zeigt auch zugleich, wie gering der Fehler selbst im ungünstigsten Falle ist. Bei den anderen Versuchen fanden sich Fehlerwerte unter 1%, am allgemeinen zwischen 0,4 bis 0,8% des Anfangsgewichtes. Bei kleineren Individuen liegen diese Werte unterhalb der Meßgenauigkeit.

Es zeigt sich also, daß auch bei den Spinnen aus der Verbrennung der Reservestoffe fast die gleiche Gewichtsmenge als Oxydationswasser resultiert. Das Gewicht des gebildeten Kohlenoxyds ist so gering, daß es in praktisch allen Fällen vernachlässigt werden darf.

## B. Wasserabgabe.

### a) Abgabe durch die Körperoberfläche.

Wie in den folgenden Kapiteln noch gezeigt werden soll, wird praktisch die gesamte Wassermenge durch die Körperoberfläche abgegeben. Wenn man die Ergebnisse der Versuche vergleicht, so

fällt sofort auf, daß *Argyroneta aquatica* grundsätzlich andere Ergebnisse liefert, als die Gesamtzahl der sonst von mir untersuchten Formen (s. Abb. 1).

Von einer Anzahl untersuchter Individuen einer Art war meist ein sehr schöner Durchschnittswert zu gewinnen, jedoch kamen immer wieder einige „Außenseiter“ vor. Ein äußerer Faktor scheint hier nicht mitzuspielen, denn es ergab sich bei der Auswertung der

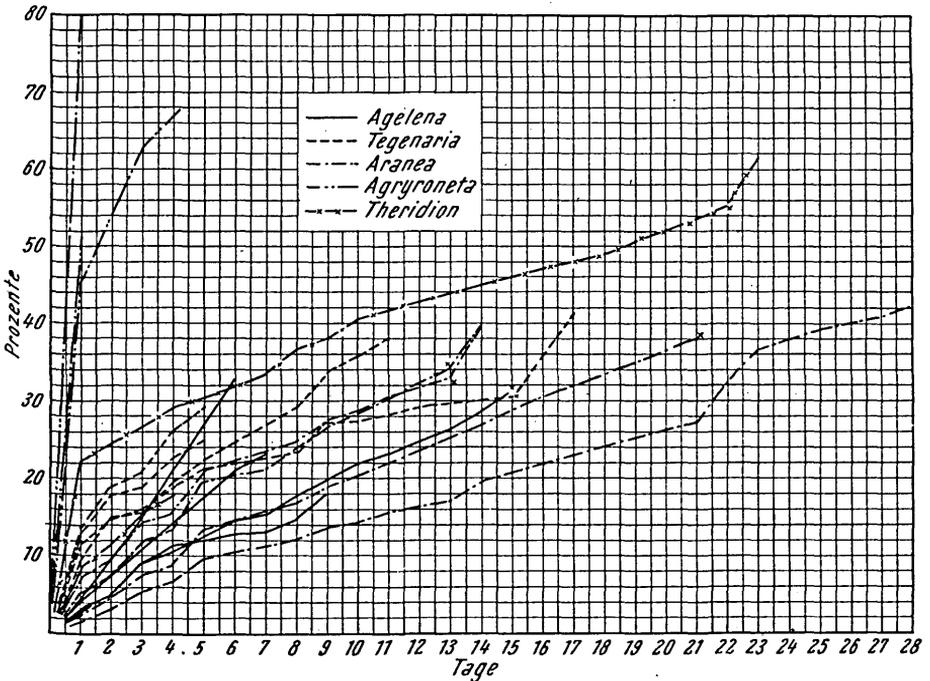


Abb. 1. Gewichtsabnahme einiger Araneen bei längerer Versuchsdauer.

Versuche, daß manchmal diese „Außenseiter“ solche Tiere waren, die schon längere Zeit im Laboratorium gehalten worden waren, deren Ernährungszustand etc., ebenso wie die Entwicklungsstufe genau bekannt wären und mit den anderen Individuen, die die Durchschnittswerte lieferten, übereinstimmten. Trotzdem wichen die erhaltenen Werte stärker vom Durchschnitt ab. Auffallend ist es, daß man eine starke Abweichung fast nur nach oben zu, also zur stärkeren Wasserabgabe, und nicht nach unten, der verringerten Wasserabgabe zu beobachten kann. Die Abweichungen nach unten liegen im allgemeinen viel näher dem Durchschnittswert.

135

Durch diese Tatsache wird also die Schwankungsbreite der Versuchsergebnisse vergrößert. Wenn man die entsprechenden Tabellen und Kurven vergleicht, bemerkt man, daß trotz dieser individuellen Variationsbreite fast alle Kurven in einen bestimmten, relativ kleinen Sektor zu liegen kommen. Ich habe es am günstigsten gefunden, wenn man die Wasserabgabe nach 24 Stunden, ausgedrückt in Prozenten des Gesamtgewichtes, als Vergleichsgrundlage wählt. Der erwähnte Sektor erstreckt sich von 1,5% bis etwa 16,5% nach 24 Stunden, also über eine Spanne von 15%. Innerhalb dieses Sektors kann man die einzelnen Arten mehr oder weniger in bestimmte Regionen verweisen.

Bevor jedoch die Ergebnisse der Arbeit vergleichend behandelt werden können, ist es nötig, die einzelnen Versuchstiere genauer zu betrachten. Dies soll derart geschehen, daß die Arten, nach Familie geordnet, einzeln besprochen werden.

#### *Agelenidae.*

Tabelle 1, Abb. 2 ist nach den Prozenten der Gewichtsabnahme nach den ersten 24 Stunden geordnet. Wie man sieht, liegen einige Werte weit abseits. Der Mittelwert der hier angeführten Tiere ist 4,1% in 24 Stunden. Um eine gewisse Schwankungsbreite mit zu berücksichtigen, nahm ich alle Werte zwischen 2,1% und 7,0% als durchschnittlich normal an (siehe die beiden Linien). Das entspricht  $M \pm \sigma$ . Andererseits liegen die Werte von 2,9% bis 4,8% auffallend eng beisammen, ihre Schwankungsbreite beträgt nicht einmal 2%; sie bilden also ein noch geschlosseneres Ganzes gegenüber den zur Betrachtung kommenden Werten  $M \pm \sigma$ .

Nur das Tier Nr. XVI/9 liegt weit abseits, sogar außerhalb der Abweichung von  $3 \sigma$ . Das ist eines jener Tiere, die ich weiter oben als „Außenseiter“ bezeichnet habe, und deren starkes Abweichen vom Durchschnittswert mir durch nichts sicher gerechtfertigt erscheint. Möglicherweise ist es dadurch bedingt, daß es sich, im Gegensatz zu allen übrigen Tieren, um ein Männchen handelt.

Der Durchschnittswert bei *Agelena labyrinthica* liegt im unteren Drittel des Sektors, die Werte selbst liegen recht nahe beisammen. Wenn man die zweite Kolonne (Wasserabgabe nach 48 Stunden) betrachtet, so ergibt sich, daß die Wasserabgabe in relativ dem gleichen Ausmaß vor sich ging, wie in den ersten 24 Stunden, d. h. die Reihung der Versuchstiere bleibt fast unverändert.

(Die Tiere Nr. XV/2 a., 3 a, 4 a, 5 a, wurden zu einem anderen Versuch verwendet, so daß sie bei dieser Betrachtung ausscheiden.) Nur zwei Tierpaare stehen nicht in der richtigen Reihenfolge: XVI/7 bis XV/5 b und XV/11 b—XV/7 a. Wirklich störend ist von diesen vier Werten eigentlich nur XV/5 b, denn er fällt so stark aus der Reihe, daß man ihn, im Vergleich zu den anderen, nicht gut als Individualvariation ansprechen kann, während das bei den anderen Werten

Tabelle 1. *Agelena* (Gewichtsabnahme in Prozenten des Anfangsgewichtes, geordnet nach der Wasserabgabe in den ersten 24 Stunden).

Art		24 h	48 h
<i>A. labyrinthica</i>	XVI/9	12,9	18,6
	XV/4 a	8,9	—
	XV/3 a	5,7	—
	XVI/8	4,8	9,7
	XVI/7	4,5	7,1
	XV/3 b	3,69	7,5
	XV/5 b	3,64	8,3
	XV/7 b	3,60	6,9
	XV/11 b	3,54	6,7
	XV/7 a	3,1	6,9
	XV/2 a	2,9	—
	XV/11 a	2,1	4,9
<i>A. similis</i>	VII/11	3,2	4,7
	VII/12	2,8	5,2

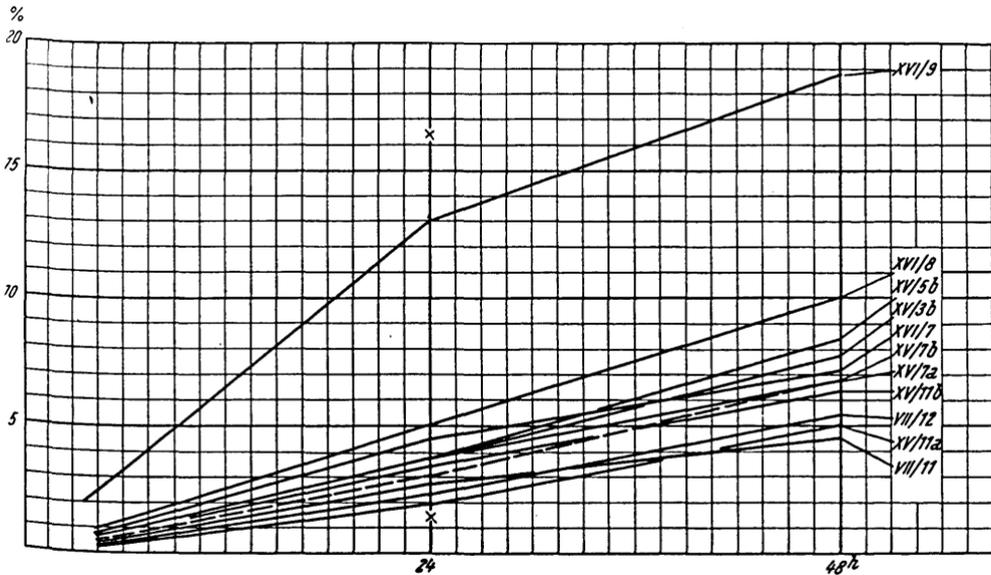


Abb. 2. *Agelena labyrinthica*, *A. similis* (s. Tabelle 1).

leicht möglich ist. Dafür gibt es aber eine andere wahrscheinliche Erklärung: das Versuchstier ist vorher zu einem anderen Versuch verwendet worden, bei dem die Körperoberfläche leicht verletzt worden war. Es schien völlig wieder hergestellt, fraß

und benahm sich ganz normal, auch zeigte eine Versuchswägung eine Zunahme an Körpergewicht und innerhalb 24 Stunden einen normalen Verlauf der Gewichtskurve. Es scheint aber doch eine Schädigung zurückgeblieben zu sein, die erst nach längerer Austrocknung bemerkbar wurde. Dieses Tier war auch schon nach 144 Stunden tot, während die anderen Tiere dieser Versuchsreihe zur gleichen Zeit noch lebten.

Tabelle 2. *Tegenaria* (Gewichtsabnahme in Prozenten des Anfangsgewichtes).

		24 h	48 h
<i>T. derhami</i>	V/3	22,8	—
	V/5	13,4	17,9
	V/6	13,3	18,5
	V/4	11,5	14,5
<i>T. rhaetica</i>	V/7	9,7	14,9
<i>T. parietina</i>	IX/12	4,5	9,7

*Agelena labyrinthica* ist also eine Art, deren Wasserabgabe geringer ist (unterer Teil des Sektors) und im großen und ganzen gut miteinander vergleichbare Werte liefert.

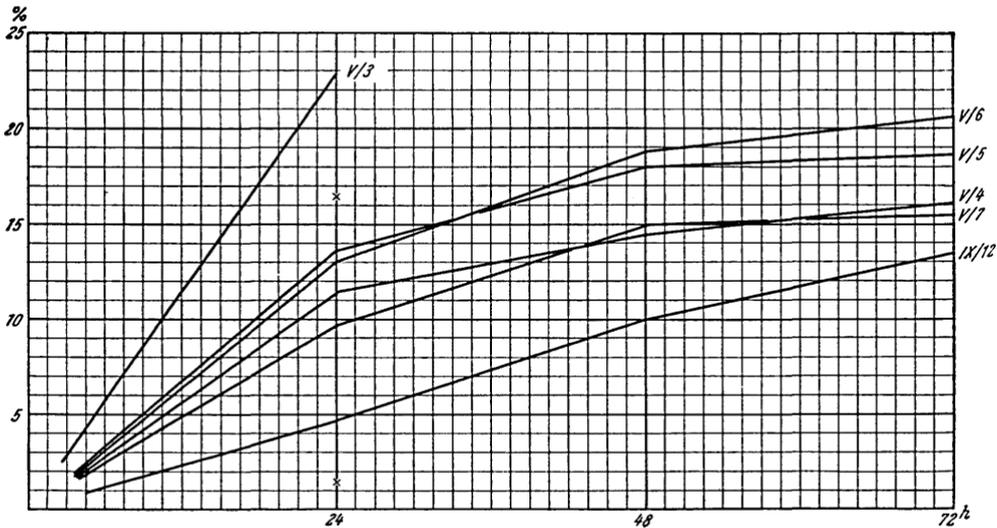


Abb. 3. *Tegenaria derhami*, *T. rhaetica*, *T. parietina* (s. Tabelle 2).

Die beiden von mir untersuchten Exemplare von *Agelena similis* schließen sich gut an *Agelena labyrinthica* an, so daß es sich erübrigt, sie gesondert zu besprechen.

Gen. *Tegenaria*, Tab. 2, Abb. 3. Auch hier stimmen die Werte V/5, V/4 und V/6 gut überein. Das Tier V/3 starb nach einer Ver-

suchsdauer von 44 Stunden, nachdem es 34,3% seines Anfangsgewichtes verloren hatte.

Die Werte um 13,4% liegen also im obersten Teil des Sektors, die Tiere gehören zu den am wenigsten wassersparenden Arten, die von mir untersucht wurden.

Anders allerdings die beiden anderen erwähnten Arten. Deren geringe Wasserabgabe erlaubt, diese Tiere mit der Art der Gattung *Agelena* auf eine Stufe zu stellen, so daß das dort Gesagte auch für hier Gültigkeit hat. Die Repräsentanten dieser Gattung sind also im Sektor lockerer verteilt, als die der Gattung *Agelena*.

#### *Argiopidae.*

*Aranea diadema*, Tab. 3, Abb. 4. Bei Betrachtung dieser Tabelle ist gegenüber *Agelena labyrinthica* ein Unterschied festzustellen. Bei *Agelena* kann man eine deutliche Konzentration der Kurven um einen bestimmten Wert feststellen. Eine gewisse Konzentration ist auch hier zu finden, wenn sie auch viel weniger auffällt als dort. Es ist aber trotzdem noch immer deutlich, daß die vier unteren Werte mit einer Differenz von nur 1,3% eine festere Einheit bilden, als die vier anderen Werte. Der Durchschnittswert dieser Art liegt bei 4,2.

Die Zäsur, die nach 24 Stunden zwischen 4,5 und 3,1 auftritt, ist nach 48 Stunden noch immer zu bemerken. Auch die Änderungen der Reihung gehen nicht über die Individualvariation hinaus. Eigenartig ist nur das erste Tier der Tabelle, Nr. X/12. Obwohl es sich in der selben Versuchsreihe, im selben Gefäß, im selben Thermostaten zu gleicher Zeit befand wie alle anderen Tiere, steigt die Gesamtabgabe nicht, sondern wird geringer; d. h., das Tier

Tabelle 3. *Aranea* (Gewichtsabnahme in Prozenten des Anfangsgewichtes).

		24 h	48 h	
<i>A. diadema</i>	X/12	8,1	7,6	
	X/10	7,7	9,5	
	X/8	5,1	7,4	
	X/9	4,5	7,3	
	X/3	3,1	4,3	
	X/11	2,8	4,9	
	X/14	2,5	4,8	
	X/7	1,8	3,4	
	<i>A. undata</i>	XVI/10	7,0	15,3
		XVI/12	6,9	10,4
XVI/15		6,7	14,2	
XVI/13		6,2	25,0	
XVI/4		3,7	4,4	
<i>A. ixobola</i>	VII/4	4,2	7,6	
	XVI/3	3,5	5,5	
<i>A. reaumuri</i>	X/2	3,8	6,3	
<i>A. foliata</i>	XVI/1	3,7	6,3	
	IX/14	7,3	12,7	
<i>A. sexpunctata</i>	X/5	3,4	4,3	
<i>A. raji</i>	VII/13	2,0	3,4	
	X/1	1,8	3,9	

nimmt an Gewicht zu! Allerdings wird diese Erscheinung im Laufe der nächsten 24 Stunden wieder ausgeglichen. Es hat dann 16,0% seines Gewichtes abgegeben, merklich mehr als die anderen (X/10 hat 14,1% verloren, X/8 nur 11,8%, die anderen noch weniger). X/12 ist also wieder das Tier mit der größten Gesamtabnahme. Es handelt sich bei dieser Gewichtszunahme um eine Ausnahmserscheinung, die ich eher auf einen mir allerdings unerklärlichen

Tabelle 4. *Aranea* (Gewichtsabnahme in Prozenten des Anfangsgewichtes, für die ganze Gattung geordnet nach der Wasserabgabe in den ersten 24 Stunden).

		24 h	48 h
<i>A. diadema</i>	X/12	8,1	7,6
	X/10	7,7	9,5
<i>A. foliata</i>	IX/14	7,3	12,7
<i>A. undata</i>	XVI/10	7,0	15,3
	XVI/12	6,9	10,5
	XVI/15	6,7	14,2
	XVI/13	6,2	25,0
<i>A. diadema</i>	X/8	5,1	7,4
	X/9	4,5	7,3
<i>A. ixobola</i>	VI/4	4,2	7,6
<i>A. reaumuri</i>	X/2	3,8	6,3
<i>A. undata</i>	XVI/4	3,7	4,4
<i>A. foliata</i>	XVI/1	3,7	6,3
<i>A. ixobola</i>	XVI/3	3,5	5,5
<i>A. sexpunctata</i>	X/5	3,4	4,3
<i>A. diadema</i>	X/3	3,1	4,3
	X/11	2,8	4,9
	X/14	2,5	4,8
<i>A. raji</i>	VII/13	2,0	3,4
	X/1	1,8	3,9
<i>A. diadema</i>	X/7	1,8	3,4

Stunden starb, ohne daß es (im Versuch) bemerkt wurde. Allgemein wird, wie weiter unten gezeigt wird, durch den Tod die Wasserabgabe vorübergehend deutlich erhöht. Das dürfte hier der Fall gewesen sein.

Ganz anders liegen die Verhältnisse aber bei XVI/4. Dieses Tier hat eine gleichmäßig geringe Wasserabgabe. Es handelt sich hierbei um das einzige Weibchen dieser Art, so daß der Schluß nahe liegt, daß der Unterschied durch das Geschlecht bedingt ist.

Fehler im Experiment, als auf eine physiologische Verschiedenheit zurückführen möchte. Es erscheint mir nämlich zu unwahrscheinlich, daß ein Tier, wenn es schon aus physiologischen Gründen einmal Wassersparer wird, nun ganz plötzlich wieder viel Wasser abgibt.

*Aranea undata*, Tab. 3, Abb. 5. Auch bei dieser Art ist die Konzentration um den Wert 6,7 auffallend. Die Weiterentwicklung in den nächsten 24 Stunden zeigt auch nichts besonderes, außer bei XVI/13, bei welcher die Gewichtsabnahme einen außerordentlich hohen Wert annimmt. Möglicherweise ist das darauf zurückzuführen, daß das Tier schon nach 24

In Abb. 5 sind auch die Kurven der anderen *Aranea*-Arten eingezeichnet, deren Werte in Tabelle 3 angeführt sind. Trotz der

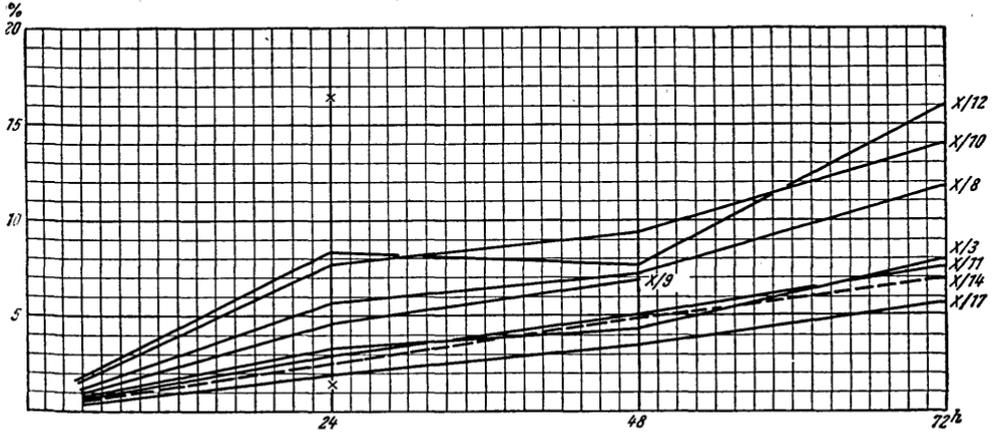


Abb. 4. *Aranea diadema* (s. Tabelle 3, 4).

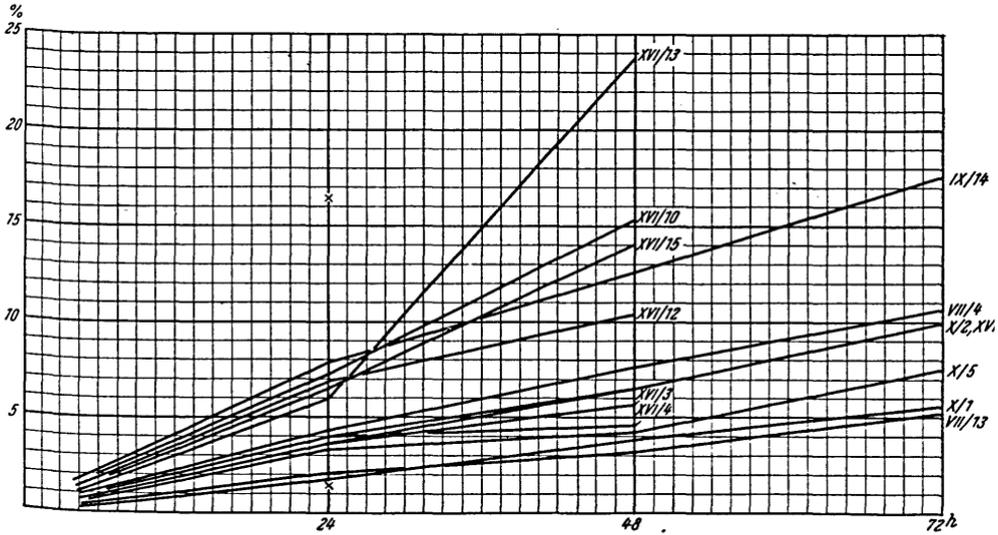


Abb. 5. *Aranea undata*, *A. ixobola*, *A. reaumuri*, *A. foliata*, *A. raji*,  
*A. sexpunctata* (s. Tabelle 3, 4).

Verschiedenheit der Arten liegen die Werte dicht beisammen. Es ist überhaupt auffallend, daß die Gattung *Aranea* eine recht gute Einheit bildet. Das wird noch deutlicher, wenn man die ganze Gat-

tung auf einer Tabelle vereinigt (wieder geordnet nach der Wasserabgabe in den ersten 24 Stunden). Es sind dann die Arten nicht mehr getrennt, sondern überschneiden und vermischen sich, wie Tabelle 4 zeigt. Es ist hier nur eine kleine Zäsur zu bemerken zwischen 6,2% und 5,1%. Trotz der Zusammenfassung mehrerer Arten entspricht der Mittelwert etwa dem bei *Aranea diadema* gefundenen, er liegt bei  $4,3\% \pm 0,4$ . Er ist hier nicht mehr so klar umrissen. Jedenfalls liegt das Mittel im untersten Teil des Sektors; die Werte sind wohl weiter verstreut. Es treten zwei Maxima auf, das eine liegt um 3,7%, das andere um 6,9 bis 7,0%. Beide Maxima liegen in der unteren Hälfte des Sektors. Das Maximum um 6,9 bis 7,0% wird durch die starke Wasserabgabe der Männchen von *Aranea undata* beeinflusst, während die anderen Tiere alle Weibchen waren. Die Männchen scheinen also stärker zu transpirieren als die Weibchen derselben Art. Dies ließ schon das Männchen von *Agelena labyrinthica* vermuten (s. S. 7).

Da die Gattung außerdem die niedrigsten aller von mir beobachteten Werte lieferte, kann man *Aranea* also mit gutem Recht als eine wassersparende Gattung ansehen.

### *Theridiidae.*

*Theridion tepidariorum* (Tab. 5, Abb. 6). Die Tiere stammen alle von der selben Stelle, nämlich aus der Schabenzucht des zoologischen Institutes. Man kann daher nicht etwa die Verschiedenheit des Biotops für ihr verschiedenes physiologisches Verhalten verantwortlich machen. Nahrung stand ihnen in diesem Milieu in ausreichendem Maße zur Verfügung. Es waren alles ausgewachsene Exemplare. Ist diese Verschiedenheit nun „Individualvariation“? Ich bin geneigt, diese Frage zu bejahen. Ein gewisser Einfluß der Pigmentierung scheint allerdings gegeben zu sein. Die weniger pigmentierten Tiere, bzw. die mit mehr hellen Flecken, transpirieren im allgemeinen stärker als die dunkleren, doch läßt sich eine exakte Zuordnung nicht durchführen. *Theridion tepidariorum* hat eine fast weltweite Verbreitung, kommt bei uns in erster Linie an feuchtwarmen Orten vor, in Treibhäusern, etc. Ihre Transpirationsgröße scheint sie aber auch zu befähigen, an anderen warmen Orten zu leben. Wie in dem Kapitel über das Trinken erwähnt wurde, gelang es mir fast nie, erwachsene *Theridion* beim Trinken zu beobachten.

Bei den am stärksten transpirierenden Individuen (XII/5, XII/4) sieht man (Abb. 6), daß die Wasserabgabe nach einiger Zeit stark abnimmt. Der Tod tritt bei diesen beiden erst nach 552 Stunden, bzw. 744 Stunden und einem Wasserverlust von 61,7, bzw. 52,0% ein. Mit anderen Worten, das Tier XII/5 verlor in den ersten 24 Stunden ein Drittel seines abge-

Tabelle 5. *Theridion tepidariorum* (Gewichtsabnahme in Prozenten des Anfangsgewichtes).

	24 h	48 h
XII/5	22,5	24,6
XII/4	21,1	25,4
XVII/6	14,8	16,7
XVII/23	13,8	17,3
XVII/21	13,0	17,7
XVII/26	11,6	14,0
XVII/16	11,4	13,1
XVII/24	8,8	11,9
VII/3	8,7	11,2
XVII/25	6,2	10,1
XVII/22	5,6	8,4
XVII/19	4,0	6,2

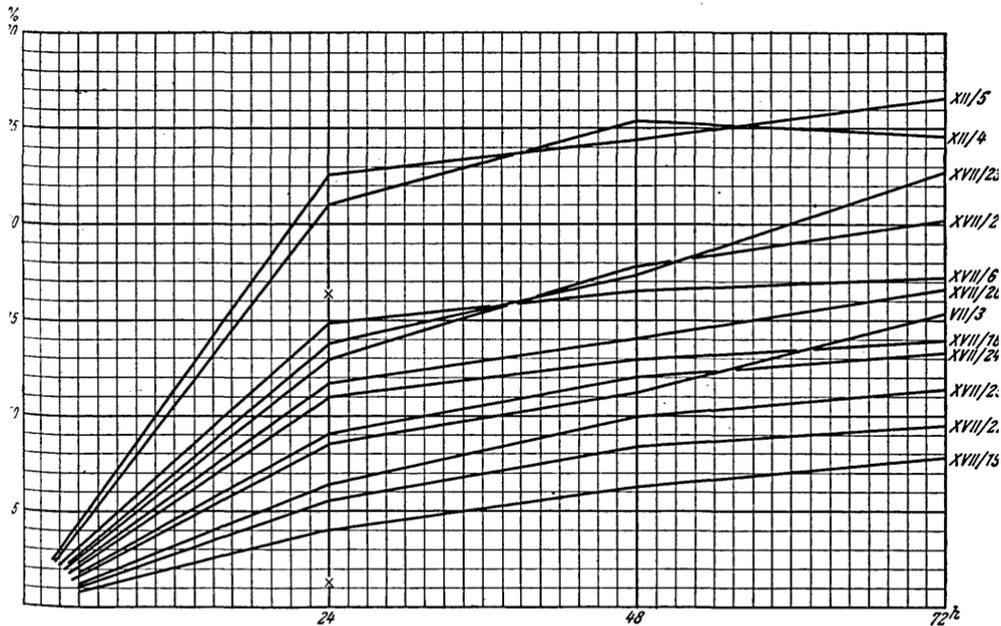


Abb. 6. *Theridion tepidariorum* (s. Tabelle 5).

baren Wassers und brauchte zur Abgabe der beiden anderen Drittel weit über 500 Stunden. Die Kurve zeigt nach dem jähen Anstieg der ersten 24 Stunden einen Knick und steigt nur sehr langsam weiter. Einen ähnlichen Knick, wenn auch nicht immer so auffallend und deutlich, zeigen auch die anderen Kurven.

Das Einsetzen dieser Regulation erfolgt verschieden schnell, wahrscheinlich spielt die Feuchtigkeitssättigung des Tieres eine

Rolle. Der anfängliche Feuchtigkeitssättigungsgrad aber, d. h. die Verschiedenheit der anfänglichen individuellen Feuchtigkeitsdefizite ist es, der den Verlauf der Kurve so beeinflusst. Dieses Feuchtigkeitsdefizit ist weder sicher faßbar noch beeinflussbar, da es, wie schon erwähnt, kaum möglich ist, ein *Theridion* zum Trinken zu bringen. Gespart wird erst von einem gewissen Wasserdefizit an. Solange dieses noch nicht aufgetreten ist, besteht keine Notwendigkeit dazu. Wann es auftritt, ist individuell verschieden und hängt vom Wasservorrat bei Beginn des Versuches ab.

Besonders beachtenswert ist das Tier XVII/22. Dieses hatte sich in der Nacht vor Beginn des Versuches gehäutet. Statt daß die neue noch viel hellere Kutikula eine verstärkte Wasserabgabe

Tabelle 6. *Dolomedes fimbriatus* (Gewichtsabnahme in Prozenten des Anfangsgewichtes). Teilweise nach Palmgren.

	24 h	48 h
XIV/1	16,4	29,9
1.	25,0	
3.	28,2	
4.	12,9	
5.	16,2	
6.	15,0	

verursacht hätte, ist das Tier eines der trockenresistentesten. Die Epikutikula der Spinne hat also schon in diesen wenigen Stunden einen genügenden Grad der Wasserundurchlässigkeit erreicht, um große Wasserverluste zu verhindern.

### *Pisauridae.*

*Dolomedes fimbriatus*, Tab. 6. Um eine Möglichkeit zu schaffen, die von mir gefundenen Werte mit denen Palmgren's direkt zu vergleichen, habe ich dessen Werte in Prozent/24 Stunden umgerechnet und in die Tabelle aufgenommen. Wie man sieht, stimmen die von Palmgren gefundenen Werte mit meinen sehr gut überein. Auffallend ist, wie hoch die Werte im Gegensatz zu den bisher besprochenen liegen. Sie erreichen den obersten Rand des Sektors, zwei gehen sogar darüber hinaus. Die niedrigsten Werte, die viel näher beisammen stehen, ergeben den Mittelwert 15,1%, also den höchsten bis jetzt gefundenen.

*Argyroneta aquatica*, Tab. 7, 8, Abb. 7. Obwohl *Argyroneta* in die Familie der *Agelenidae* gehört, steht sie hier extra. Wenn auch andere Vertreter dieser Familie, z. B. *Tegenaria derhami*, zu den Formen gehören, die sehr viel Wasser abgeben, so kann man sie doch mit *Argyroneta* nicht entfernt vergleichen.

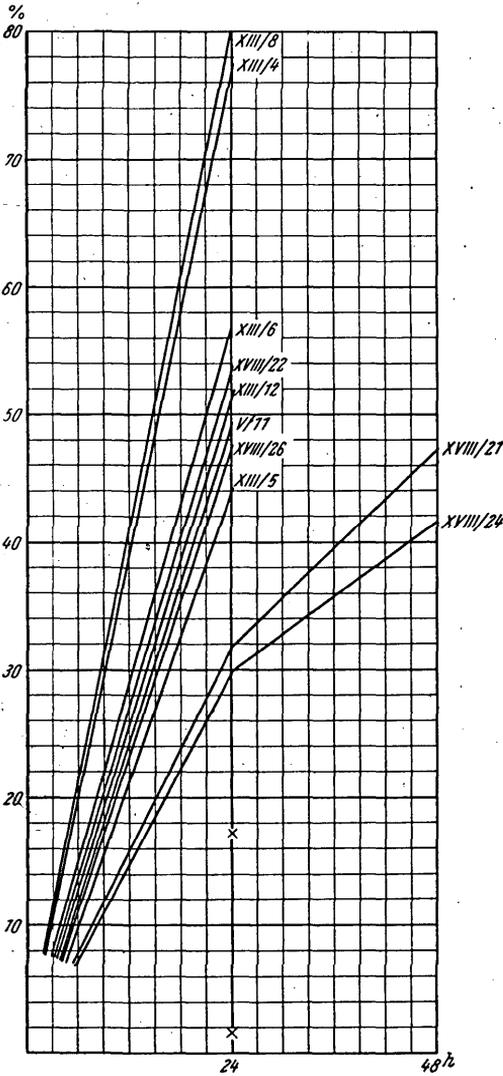


Abb. 7. *Argyroneta aquatica* (s. Tabelle 7).

Tabelle 7. *Argyroneta aquatica* (Gewichtsabnahme in Prozenten des Anfangsgewichtes).

	24 h	48 h
XIII/8	79,5	
XIII/4	77,7	
XIII/6	56,6	
XVIII/22	53,0	
XIII/12	51,3	
V/11	50,9	
XVIII/26	49,5	
XIII/5	45,5	
XVIII/21	31,8	47,3
XVIII/24	30,0	41,0

Sofort auffallend gegenüber den anderen Arten ist der sehr hohe Wert der Wasserabgabe. Die Tiere XIII/8, XIII/4 und XVIII/22 waren nach 24 Stunden schon tot, während die übrigen erst nach zwei weiteren, bzw. nach 42 Stunden nicht mehr am Leben waren. Die Tiere geben in den 24 Stunden nahezu die Hälfte ihres Gesamtgewichtes ab, der

Durchschnittswert allein der oben her-

vorgehobenen Tiere beträgt 51,1%, liegt also weit außerhalb des Sektors.

Die Kurven von *Argyroneta* weichen wenig von einander ab. Nach dem Tode geht die Wasserabgabe ganz gleichmäßig weiter, sie nimmt eher etwas ab und nähert sich erst nach ein bis zwei Tagen einem konstanten Wert. Es besteht also keine Regulation,

sondern die Transpiration dieser Spinne scheint auf rein physikalischen Effekten zu basieren, die durch den Tod nicht verändert werden.

Infolge der Durchlässigkeit der Körperhaut für Atemgase, ist es bei *Argyroneta* möglich, durch Verkleben der Lungen- und Tracheenstigmen die kutikuläre Transpiration isoliert zu bestimmen (Tabelle 8). Bei diesem Versuch wurden den Tieren die Stigmen mit Vaseline verklebt, die sich in einem Kontrollversuch als gewichtskonstant erwiesen hatte. Die beiden Tiere XIII/3 und XIII/2 hatten etwas Vaseline auf der Ventralseite des Abdomens verschmiert, so daß eine größere Fläche von der Wasserabgabe ab-

Tabelle 8. *Argyroneta aquatica* (Gewichtsabnahme in Prozenten des Anfangsgewichtes).

Behandlung		24 h	48 h
Lungenstigmen verklebt	XIII/10	41,8	
Lungen- und Tracheenstig. verkl.	XIII/1	45,2	
Lungen- und Tracheenstig. verkl.	XVIII/6	38,6	
Lungen- und Tracheenstig. verkl.	XIII/3	25,4	47,7
Lungen- und Tracheenstig. verkl.	XIII/2	23,2	47,0

geschlossen war, weshalb die Transpiration bei diesen so niedrige Werte annimmt.

Wie man sieht, ist die Transpiration im allgemeinen fast so groß wie bei den nicht verklebten Tieren. Es zeigt sich also, daß die Körperoberfläche die Hauptmenge des verdunsteten Wassers abgibt und die Wassermenge, die durch die Atmungsorgane abgegeben wird, nur unbedeutend ist.

Vergleicht man diese Einzelergebnisse, so kann man einiges feststellen. Im allgemeinen findet man, daß jeder Art ein mehr oder weniger enger Bereich der perzentuellen Wasserabgabe entspricht. Ausgesprochen wassersparenden Arten stehen solche gegenüber, die mit dem Wasser verschwenderisch umgehen. Als Beispiel für die erste Gruppe wäre *Aranea diadema* anzuführen, für die zweite Gruppe *Dolomedes fimbriatus*. (*Argyroneta aquatica* nimmt eine Sonderstellung ein.) Diese Feststellung hat aber noch eine weiterreichende Bedeutung.

Die Wasserabgabe ist der beste Index für die gemeinsame Einwirkung einer ganzen Reihe von Faktoren, wie z. B. Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Wind, Sonneneinstrahlung und anderen. Wenn im Laboratoriumsversuch die Wasserabgabe durch einen dieser

Faktoren intensiviert wird, z. B. durch Herabsetzung der Luftfeuchtigkeit, so treten Unterschiede in der Wasserabgabe viel deutlicher hervor. Diese Unterschiede in der Wasserabgabe sind aber in einem nicht geringen Maße für die Wahl des Wohnraumes eines Tieres oder einer Art verantwortlich. Eine Art mit geringer Transpiration kann einen Biotop besiedeln, wo sie austrocknenden Winden und der Sonne frei ausgesetzt ist. Unter sonst gleichen Bedingungen, also Nahrung, Temperatur, etc., kann sich ein Tier, dessen Transpiration höher ist, dort nicht dauernd niederlassen, sondern muß sich einen Biotop erwählen, an dem sein Wasserverlust geringer ist. Eine Art, auf welche das hier Gesagte zutrifft, ist *Aranea diadema*. Ihre geringe Transpiration befähigt sie, wie die anderen *Aranea*-Arten, sich im Netz allen diesen Faktoren auszusetzen. Würde die Transpiration so hoch sein, wie etwa bei *Dolomedes fimbriatus*, so wäre diese Art nach einigen Tagen vertrocknet. Infolge ihrer geringen Transpiration scheint es ihr nichts auszumachen, sie findet hier sogar ihre optimalen Bedingungen. *Dolomedes* stützt aber auch auf exponierten Stellen. Palmgren beschreibt die Spitzen der *Carex*- und *Comarumpflanzen* als beliebten Aufenthaltsort. Er fand ferner, daß im umgebenden Wald die Luftfeuchtigkeit oft höher war, als am Moor und trotzdem dort nie eine *Dolomedes* anzutreffen war. Dafür gab es im Wald fast nie Tau, dagegen regelmäßig am Moor. Dem Tier steht also oft und regelmäßig flüssiges Wasser zur Verfügung, und es braucht aus diesem Grunde nicht damit zu sparen, während *Aranea* versuchen muß, mit der viel geringeren Menge aus der Beute, bzw. eines gelegentlichen Taufalles hauszuhalten. Es ist also nicht nur die Luftfeuchtigkeit maßgebend, sondern ebenso auch die Taufrequenz.

Wie man sieht, darf man bei der Untersuchung des Wasserhaushaltes nicht nur einzelne Fragen betrachten, sondern muß den Komplex als Ganzes ins Auge fassen, wenn man nicht zu Fehlschlüssen gelangen will. Nach der Wasserabgabe allein zu schließen, müßte *Dolomedes* jene ausgesetzten Orte meiden.

Auch bei den *Agelenidae* finden sich ähnliche Verhältnisse. *Tegenaria derhami*, die eine verstecktere Lebensweise führt als *Agelena labyrinthica*, transpiriert mehr als diese. In der Gattung *Tegenaria* sind die Ergebnisse nicht so übereinstimmend. *Tegenaria rhaetica* spart mehr mit Wasser als *Tegenaria derhami*. Es handelt sich also nicht so sehr um gattungs- oder familienmäßige Unter-

schiede, als um ein Übereinstimmen mit dem jeweiligen Biotop. Die ebenfalls in diese Familie gehörende *Argyroneta aquatica* weicht noch viel mehr ab. Durch den Aufenthalt in feuchtigkeitsgesättigter Luft kann sie auch praktisch nichts transpirieren.

Die Wasserabgabe der Versuchstiere nimmt bei Fortschreiten des Experimentes immer mehr ab, mit anderen Worten, die Kurve wird immer flacher. Diese Erscheinung würde gegen das Vorhandensein einer Regulation sprechen. Andererseits steigt die Transpiration beim Eintritt des Todes sprunghaft an (in Diagramm 1 ist bei einigen Tieren auch die Wasserabgabe nach dem Tode, der durch ein Kreuz markiert ist, eingezeichnet). Es muß also durch den Tod eine Regulation, eine Transpirationshemmung, wegfallen. Da die Stigmenöffnung durch Muskelkraft, ihr Verschuß aber durch die Elastizität der Kutikula bewerkstelligt wird, kann diese Transpirationserhöhung nicht auf einer verstärkt einsetzenden Transpiration aus den Lungen beruhen. Es ist nur möglich, daß die Epidermis einen regelnden Einfluß auf die Wasserabgabe auszuüben vermag, der beim Tode aufhört, worauf der Körper rein physikalisch Wasser abgibt, wie ein anderer feuchter Körper. Der Anfangsteil der Kurve wäre so zu erklären, daß die Regulation nicht schlagartig einsetzt, sondern immer kräftiger zur Wirkung kommt, je geringer der Wasservorrat im Tierkörper wird. Eventuell ist dafür eine Verschiedenheit des Lipoidgehaltes der Epidermiszellen maßgebend, doch spricht dagegen, daß nach Eintritt des Todes die Transpiration schlagartig wieder ansteigt. Bei *Theridion* habe ich auf diese Regulation schon hingewiesen, bei ihm tritt sie auch im Anfangsteil der Kurve auf. Bei *Argyroneta* dagegen scheint eine solche Regulation nicht vorhanden zu sein, denn bei ihr steigt nach dem Tode die Transpiration nicht an, sondern nimmt eher etwas ab. Die Kurve hat die Form, wie sie für die Transpiration ohne Regulation typisch ist. Während bei den anderen Arten der Eintritt des Todes durch einen mehr oder weniger deutlichen Knick in der Kurve gekennzeichnet ist, fehlt er bei *Argyroneta*.

Infolge der dominierenden Rolle, die die Wasserabgabe durch die Körperoberfläche einnimmt, war es naheliegend, auf die Bedeutung der Kutikula zu achten. Es zeigte sich, daß eine Verletzung der obersten Kutikulaschichte, der Epikutikula, ausreichte,

um eine deutliche Erhöhung der Transpiration zu erreichen. Die sonst so gleichmäßige Kurve zeigt vom Moment der Verletzung an einen deutlichen „Knick nach oben“, der bei keiner anderen Kurve zu bemerken ist. Besonders auffallend ist die Transpirationserhöhung bei Verletzung des Cephalothorax, während eine Verletzung des Abdomens nicht so deutlich hervortritt. Die diesbezüglichen Verhältnisse sollen so wie der Bau der Kutikula das Objekt einer weiteren Untersuchung sein.

#### b) Wasserabgabe durch die Atmungsorgane.

Alle einheimischen Spinnen außer den *Atypidae*, haben ein Paar Fächerlungen und ein Paar Tracheen. Für die Atmung sind in erster Linie die Fächerlungen ausschlaggebend. Kästner (1929) zeigte z. B. bei *Tegenaria ferruginea*, daß Exemplare, denen die Lungenstigmen verklebt wurden, nach 1½ bis 4½ Stunden erstickt waren, während ein Verkleben der Tracheenstigmen zu keinen sichtbaren Schädigungen führte. Die Tracheen sind in den meisten Fällen auch ziemlich klein, oft nur winzige Röhrchen, die, vom ebenfalls sehr kleinen Stigma aus, nach innen ragen. *Argyroneta aquatica* macht hierbei eine Ausnahme, da deren Tracheenstämme den ganzen Körper durchziehen, in den Beinen eine Schleife bilden, noch ein Stück zurückkehren und dann erst ihr Ende finden (Braun 1931). Sie hat von allen Spinnen das am höchsten ausgebildete Tracheensystem. Bei *Argyroneta aquatica* konnte beobachtet werden, daß ein Verkleben der Lungenstigmen nicht so schnell den Tod herbeiführt, wie bei anderen Arten. Wie Crome (1952) nachwies, fungieren die Röhrentracheen in erster Linie als Sauerstoffheranbringer, während die Hämolymphe den Abtransport des Kohlendioxyds bewerkstelligt. Weiters findet ein Gasaustausch auch durch die Körperoberfläche statt. Durch diesen Atemmechanismus ist es erklärlich, daß *Argyroneta* längere Zeit mit verklebten Stigmen leben kann, während das für andere Arten sehr schnell den Tod bedeutet.

Wie sich aus dem Versuch ergab, ist die Wasserabgabe durch die Atmungsorgane sehr gering (s. S. 9 und Tab. 8). Zum selben Ergebnis kommt auch Palmgren auf ganz anderem Wege. Er verschmierte die gesamte Körperoberfläche eines *Dolomedes* mit Vaseline und ließ nur die Fächertracheen frei. Die Wasserabgabe aus den Fächertracheen ist nur etwa  $\frac{1}{50}$  der Gesamtwasserabgabe.

Das ist ungefähr gleich viel wie mein an *Argyroneta* gefundener Wert.

Dieses vielleicht etwas unerwartete Ergebnis erklärt sich wohl auch dadurch, daß die Lungenstigmen meist ganz oder fast ganz geschlossen sind. Hazelhoff (1926) meint, daß die von Willem und auch Kästner beobachteten Ventilationsbewegungen ohne große Bedeutung sind; die notwendige Gasdiffusion geht nämlich auch durch die kleine Öffnung in ausreichendem Maße vor sich. Wenn erhöhter Sauerstoffbedarf auftritt, etwa bei starker Bewegung oder Temperaturerhöhung, so wird das Stigma weiter geöffnet, aber sobald der  $O_2$ -Bedarf gedeckt ist, wieder geschlossen. Die Öffnung des Stigmas wird, wie Hazelhoff nachweisen konnte, rein lokal reguliert. Er konnte feststellen, daß der das Öffnen beeinflussende Faktor der  $CO_2$ -Gehalt der das Stigma umgebenden Luft ist. Das Lungenstigma, welches der Beobachtung allein zugänglich ist, ist daher fast nie länger als 15—20 Minuten weit offen, eine Zeit, die zu kurz ist, um eine Änderung in der Menge des abgegebenen Wassers beobachten zu lassen. Auch die Ventilationsbewegungen können das Ergebnis nicht beeinträchtigen. Beim normalen ungestörten Tier scheinen die Lungenstigmen stets geschlossen zu sein.

Anders als mit der Gasdiffusion verhält es sich mit dem Wasserdampf. Da man berechtigt ist, anzunehmen, daß bei der geringen Stigmenöffnung die Luft zwischen den Blättern der Fächerlunge mit Wasserdampf gesättigt ist, kann von den Lungenblättchen kaum noch Wasser abgegeben werden, „... da diese Wasserdampf-abgabe im Gegensatz zur Sauerstoff- und Kohlensäureabgabe, von dem zwischen Gewebe und Tracheen herrschenden Gleichgewicht abhängt. So ergibt sich, daß ein enger Verbindungsweg zwischen Tracheensystem und Außenwelt einmal den Gaswechsel nicht schädigt, auf der anderen Seite aber das Tier vor einem großen Wasserverlust bewahrt“. (Jordan 1927). Diese Verhältnisse gelten vollinhaltlich auch für die Spinnen.

Aus der so geringen Stigmenöffnung läßt es sich erklären, warum die Wasserabgabe durch die Atmungsorgane praktisch nicht ins Gewicht fällt. Der größte Teil des Wassers wird durch die Körperoberfläche abgegeben, die Atmungsorgane geben nur etwa  $\frac{1}{80}$  der gesamten Wassermenge ab.

*c) Wasserabgabe durch den Verdauungstrakt.*

Während der Experimente wurde nie eine Abgabe von Fäzes festgestellt, so daß die Gewichtsveränderungen nur auf die Wasserabgabe durch die Körperoberfläche zurückzuführen sind. Exkreme wurden im allgemeinen nur nach einer Nahrungsaufnahme abgegeben. Die Ausscheidungsprodukte sind von dickflüssiger Form, eine meist weißliche Exkretmasse, in der feste, dunkle, stäbchenförmige Exkreme eingelagert sind. Harnsäure konnte nicht nachgewiesen werden, wohl aber Guanin (Schindler 1950). Die abgegebene Flüssigkeitsmenge ist wesentlich geringer als die kurz vorher vom Tier aufgenommene Flüssigkeitsmenge aus dem Beuteobjekt.

**Hygrotaxis.**

Es erhebt sich nun die Frage, wie die Spinnen im Stande sind, Trinkwasser zu finden. Savory (1935) meint, daß die Spinnen mit den Pedipalpen gewissermaßen die Luft auf Feuchtigkeit prüfen. Er schreibt, daß eine Spinne einen dargebotenen Tropfen zuerst nicht beachtet, später erst die Palpen bewegt, wie um die Luft zu prüfen, sich dann auf den Tropfen zubewegt und trinkt. Sie laufe also nicht herum, um Wasser zu suchen.

Diese Bemerkung stimmt mit meinen Beobachtungen nicht voll überein. Auch ich konnte feststellen, daß durstige Spinnen ganz ruhig sitzen. Bringt man nun einen Wassertropfen in ihre Nähe, so bleibt das Tier anfänglich ruhig und nach einiger Zeit, etwa zwei bis fünf Minuten, beginnt es herumzulaufen. Wenn es nun im Verlauf dieser Bewegung mit einem Bein das Wasser berührt, so stürzt es sich darauf und beginnt zu trinken, vorausgesetzt, daß es durstig war. Es kommt aber auch öfters vor, daß ein Tier auf seiner Suche nach Wasser einige Millimeter entfernt am Wassertropfen vorbeiläuft, sich wieder entfernt und erst nach einigem Hin- und Herlaufen zufällig in das Wasser tritt. Ein Prüfen der Luft, also ein „Witern“ mit den Pedipalpen konnte ich nie feststellen.

Im Gegensatz dazu bestätigt Blumenthal (1935) die Beobachtungen Savory's. Er beschreibt ein „rhythmisches Auf- und Abbewegen der Palpen und des ersten Beinpaares“, das eventuell als „sichern“ zu deuten wäre. Diese Bewegung soll dazu dienen, die Luft in den Tarsalorganen zu erneuern. Nach seinen Untersuchungen dienen die Tarsalorgane als Chemorezeptoren. Da aber

der Sinneskegel nicht an der Körperoberfläche liegt, sondern in einer mehr oder weniger tiefen Grube verborgen ist, wird durch die Bewegung der Extremitäten der Gaswechsel in der Grube beschleunigt, so daß es schneller zu einer Sinnesempfindung kommen kann. Diese Beinbewegungen wären also wirklich einem „wittern“ analog.

Savory spricht ganz allgemein von „spiders“, ohne Arten anzugeben, während Blumenthal Arten aus 11 einheimischen Familien untersucht hat, bei denen er zu übereinstimmenden Ergebnissen gelangte.

Das oben erwähnte Aufsuchen von flüssigem Wasser bezeichnet Savory als Hydrotaxis („Hydrotropism“) und unterscheidet es streng von der Hygro taxis („Hygrotropism“), worunter er das Aufsuchen einer höheren Luftfeuchtigkeit versteht. Da er aber selbst sagt, daß das Aufsuchen von Wasser darauf zurückzuführen sei, daß das Tier der steigenden Feuchtigkeit nachgeht, und auch meine Versuche eine Unterscheidung von Hydrotaxis und Hygro taxis nicht ermöglichen, ist bei den Spinnen derzeit eine Trennung dieser beiden Taxien nicht angebracht.

Es wird wohl so sein, wie es Buxton bezüglich der Insekten sagt: „... it appears that there is very little precise evidence of a tropism towards water; there is more evidence of a tropism toward moist air.“

Palmgren (1939) bestreitet eine hygrotaktische Orientierung, zumindestens bei *Dolomedes fimbriatus*, überhaupt und schreibt, daß seine Versuchsobjekte den Wassertropfen immer erst beim Hineinsteigen entdeckten oder wenn sie mit den Tarsen in die unmittelbare Nähe des Tropfens kamen, also das Tarsalorgan in Funktion treten konnte.

Bei seinen Untersuchungen über das Tarsalorgan stellte Blumenthal nämlich fest, daß dieses auf Geruchsreize reagierende Organ auch zur Prüfung und zum Auffinden des Trinkwassers dienen soll. Er betont ausdrücklich: „Als wichtigste biologische Bedeutung des Tarsalorganes wird das Auffinden von Trinkwasser und die chemische Prüfung der Beute angenommen.“ Weiters werden eine Anzahl Beispiele gebracht, wie einzelne Spinnenarten auf Wasser reagieren. Aus den Versuchen geht hervor, daß die meisten Tiere auf Wasser oder Feuchtigkeit in 1 bis 5 Sekunden reagieren,

wenn das angebotene Wasser sich in einer Entfernung von 2 bis 7 Millimeter vom Tarsalorgan befand, wobei die einzelnen Beine verschieden reagieren. Die Verschiedenheit der Reaktionszeiten ist wohl darauf zurückzuführen, daß die Reizschwelle der Tarsalorgane der einzelnen Beine von vorne nach hinten höher wird, d. h. daß die Tarsalorgane der hinteren Beinpaare erst bei einer höheren relativen oder absoluten Feuchtigkeit einen entsprechenden Reiz perzipieren und weiterleiten. Um diese reizauslösende Größe zu erreichen, bedarf es eben bei gleicher Entfernung einer entsprechend längeren Zeit.

Im allgemeinen läßt sich aus den Versuchen ersehen, daß die Reaktion bei den einzelnen Arten verschieden ist. Nicht alle Arten reagieren in der Weise, daß sie sich auf den Wassertropfen zubewegen und dann trinken, manche Arten zeigen eine deutliche Fluchtreaktion (z. B. *Xysticus pini*, *Diaea dorsata* manchmal, *Tegegnaria agrestis*). Nun bringt der Verfasser in der selben Arbeit allerdings eine Beobachtung, die allem oben gesagten scheinbar widerspricht. Er berichtet, daß eine *Linyphia montana* Wasser aus einer Entfernung von ca. 20 cm feststellte und es auch scheinbar aktiv aufsuchte. Nach der Beschreibung handelt es sich um ein Gefäß, welches wohl schon längere Zeit an seinem Orte stand, so daß sich gewissermaßen eine Wolke von Luftfeuchtigkeit in der Umgebung bilden konnte, in welche die Spinne dann eindrang. Bei den anderen Versuchen wurde der Wassertropfen erst an die Spinne herangebracht, so daß schon eine gewisse Zeit vergehen mußte, bis in die das Tarsalorgan direkt umgebende Luft etwas Feuchtigkeit diffundiert war. Diese Beobachtung ist nur erklärlich, wenn die Luft ganz ruhig steht, wie es in diesem Falle gewesen sein mag. Eine Empfindlichkeit für Feuchtigkeit besitzt das Tarsalorgan bestimmt. Augenscheinlich aber war die Feuchtigkeitsdifferenz im Experiment zu gering, um einen Erfolg bei Einwirkung aus größerer Entfernung hervorzurufen. Nur in diesem einen Falle, wo die Luft sehr lange unbeweglich stand (in einem geschlossenen Kasten), konnte die Feuchtigkeit in der „Wolke“ genügend groß werden, um das Tier zu einer Reaktion zu veranlassen, ein Fall, wie er in der Natur kaum je vorkommt.

Nach diesen, sich teilweise widersprechenden Ergebnissen wurde versucht, durch einige Versuche etwas Klarheit in dieses

Problem zu bringen. Zu diesem Zweck wurden einige Wahlversuche durchgeführt. In eine Schachtel,  $22 \times 48 \times 6$  cm, wurde auf einer Schmalseite ein Streifen feuchtes, aber nicht nasses, Filterpapier eingelegt, an der anderen Schmalseite stand eine Schale mit  $\text{CaCl}_2$  auf einem gleichgroßen Streifen trockenen Filterpapier. Nach etwa 10 Minuten wurde die Spinne in die Versuchseinrichtung gegeben. Das Versuchstier hatte vorher vier Wochen kein Wasser bekommen und etwa zwei Wochen auch keine Nahrung. Die Tiere liefen irgendwie im Behälter herum, meist thigmotaktisch den Wänden folgend, um nach einiger Zeit in einer Ecke zur Ruhe zu kommen. Für gewöhnlich waren das die dunkleren Ecken, ganz egal, ob feucht oder trocken. Eine Bevorzugung irgend einer Seite war nicht zu bemerken. Ein einziges Mal versuchte eine *Tegenaria derhami*, als sie auf das feuchte Papier trat, zu trinken, ohne daß es gelang.

Um nach Möglichkeit eine Beeinflussung durch Thigmotaxis auszuschalten, wurde der Versuch wie folgt modifiziert. In dieselbe Schachtel wurde in zwei gegenüberliegende Ecken je eine Schale mit  $\text{CaCl}_2$  gestellt, in die Mitte kam eine Schale mit Wasser, in welches, um eine stärkere Verdunstung zu erreichen, ein Streifen Filtrierpapier eintauchte. Nach etwa 10 Minuten wurde wieder die erste Spinne zugelassen. Das Ergebnis war dasselbe wie bei der vorigen Versuchsanordnung.

Bemerkenswert ist noch folgende Beobachtung: Eine *Tegenaria* saß etwa 10 Minuten lang nur 7 cm vom nassen Filtrierpapierstreifen entfernt, lief dann spontan weiter, ohne das Wasser zu beachten. Einige Minuten später ließ ich ein *Theridion* dazu. Es kam zu einem Kampf zwischen den beiden, der damit endete, daß die *Tegenaria* floh. Dieser Fluchtweg führte sie über den nassen Papierstreifen. Kaum hatte das Tier ihn betreten, als es mit einem Ruck stehenblieb, fast augenblicklich zu trinken begann und etwa 10 Minuten trank. Das Durstgefühl war also groß genug, um die Fluchtreaktion zu unterbrechen; jedoch wurde das Wasser auch auf diese kurze Entfernung nicht bemerkt und aufgesucht. Als einige Zeit später auch das *Theridion* zufällig den Papierstreifen berührte, prüfte es ihn wohl mit den Palpen, ohne aber zu trinken. Nur ein einziges Mal entstand bei einer anderen *Tegenaria* der Eindruck, als sei sie absichtlich auf das Wasser zugegangen, sonst war es ersichtlich immer ein Zufall.

Es erscheint demnach unwahrscheinlich, daß eine hygrotaktische Orientierung bei Spinnen eine große Rolle spielt, da doch die Feuchtigkeitsunterschiede in der Natur gewöhnlich geringer sind und auf weitere Entfernung verteilt, als die im Experiment künstlich hergestellten. Außerdem geht aus den Versuchen hervor, daß außer den Tarsalorganen noch ein anderes Sinnesorgan vorhanden sein muß, welches die Feuchtigkeit perzipiert. Möglicherweise handelt es sich dabei um die Haarbüschel unter den Klauen, die ja oft als Spatelhaare besonders ausgezeichnet sind. Anders erscheint es mir unerklärlich, wieso gerade das Draufsteigen, bzw. Hineinsteigen, wobei die Tarsalorgane aber mit dem Wasser noch immer nicht in Berührung gekommen sind, die Reaktion „Trinken“ auslösen würden. Oft befand sich ein Wassertropfen in nächster Nähe, ohne daß eine Reaktion ausgelöst wurde, während bei direkter Berührung immer eine Reaktion auftrat, wenn schon nicht getrunken wurde, so wurde doch zumindest die berührte Stelle genauer untersucht. Das Tarsalorgan mag vielleicht auch eine Rolle spielen, wenn es um das Auffinden von Trinkwasser geht, ist aber kaum allein dazu befähigt.

Wasser steht den Tieren in der Natur an vielen Orten in ausreichendem Maße zur Verfügung. Abgesehen von den Regenfällen sieht man die Spinnennetze an vielen Biotopen am Morgen mit Tau überzogen. Bei manchen Arten kann der Lebensraum sogar von der Taufrequenz abhängig sein, wie dies von Palmgren für *Dolomedes fimbriatus* nachgewiesen werden konnte. Vielleicht hängt die Verteilung der *Argiopiden*, die Petruszewicz (1938) mit der Luftfeuchtigkeit nicht ganz in Übereinstimmung bringen konnte, eher mit der Taufrequenz, als mit der Luftfeuchtigkeit zusammen.

Weiters mag noch, wie Palmgren betont, die Guttation mancher Pflanzen eine Rolle spielen. Er konnte beobachten, daß *Dolomedes* sehr häufig an *Comarum palustre* anzutreffen war. Auf dem Moor guttiert *Comarum* sehr stark, dagegen nicht im Walde, wo es auch nie einen *Dolomedes* gab.

Die wichtigste regelmäßige Wasserquelle dürfte für die Spinnen aber doch der Tau sein, da der Regen zu unregelmäßig fällt. Da der Tau das Gelände meist mehr oder weniger regelmäßig über-

zieht, sind auch besondere Einrichtungen, um Wasser aus der Entfernung festzustellen, unnötig. Dies erklärt, warum bei Spinnen die Hygrotaxis so schwach ausgebildet ist.

### Zusammenfassung.

Eine Anzahl Vertreter verschiedener Arten und Familien wurde auf ihren Wasserhaushalt untersucht. Der Gesamtkomplex des Wasserhaushaltes wird geteilt in Wasseraufnahme und Wasserabgabe. Beide werden noch weiter unterteilt und die Teile einzeln abgehandelt. Die Ergebnisse dieser Arbeit lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Eine Aufnahme von dampfförmigem Wasser durch die Körperoberfläche konnte nicht nachgewiesen werden.

2. Es trinken alle untersuchten Spinnenarten, wenn das Wasserdefizit groß genug ist. Dabei werden die Kauladen etwas bewegt und der Tropfen eingesaugt. Die aufgenommene Wassermenge beträgt 89 bis 94% des vorher durch Austrocknung verlorenen Gewichtes.

3. Die aus den veratmeten Reservestoffen entstehende Menge Oxydationswasser ist gewichtsmäßig fast gleich groß wie das Gewicht der veratmeten Reservestoffe. Man ist daher berechtigt, die Gewichtsabnahme der Wasserabgabe gleichzusetzen. Der Fehler bei dieser Annahme ist im allgemeinen unter 1%.

4. Die Hauptmenge des Wassers wird durch die Körperoberfläche abgegeben. Die Menge des abgegebenen Wassers ist artenmäßig verschieden und beträgt in den ersten 24 Stunden etwa 2 bis 23% des Gesamtgewichtes der Spinne. Eine Ausnahme bildet *Argyroneta aquatica*, die eine wesentlich stärkere Transpiration, bis über 50% des Anfangsgewichtes in 24 Stunden, aufweist. Die Wasserabgabe der untersuchten Männchen erwies sich als größer als die der Weibchen der selben Art.

5. Die Wasserabgabe aus den Atmungsorganen ist gering, sie beträgt nur etwa  $\frac{1}{70}$  bis  $\frac{1}{80}$  der Gesamtwasserabgabe.

6. Eine Hygrotaxis ist bei Spinnen nur in sehr geringem Maße ausgebildet. Ein zielgerichtetes Aufsuchen des Wassers konnte nie beobachtet werden. In Wahlversuchen bevorzugten die Tiere weder die feuchte, noch die trockene Seite.

## Literatur.

- Blumenthal, H., 1934, Untersuchungen über ein tarsales Sinnesorgan bei Spinnen. Zool. Anz. 108, p. 263. — Ders., 1935, Untersuchungen über das Tarsalorgan der Spinnen. Ztsch. Morph. Ök. Tiere 29, p. 667. — Bodenheimer, F. S., 1932, Über Feuchtigkeit der Umgebung, Gewichtsverlust und Lebensdauer. Zool. Anz. 98, p. 313. — Braun, F., 1931/32, Beiträge zur Biologie und Atmungsphysiologie der *Argyroneta aquatica*. Zool. Jb., Abt. Syst. Ök. 62, p. 75. — Buddenbrock, W. v., 1928, Grundrisse der vergleichenden Physiologie. Berlin. p. 279 ff., p. 525 ff. — Buxton, P. A., 1932, Terrestrial insects and the humidity of the environment. Biol. Rec. Camb. phil. Soc. 7, No. 4, p. 275. — Crome, W., 1952/53, Die Respirations- und Circulationsorgane der *Argyroneta aquatica* (Cl.) Wiss. Ztsch. Humboldt Univ. Berlin, Jg. II, math.-nat.-wiss. Reihe Nr. 3/4, p. 53. — Eder, R., 1942, Die kutikuläre Transpiration der Insekten und ihre Abhängigkeit vom Aufbau des Integuments. Zool. Jb., Abt. Phys. 60, p. 203. — Ehrenberg, R., 1924, Exkretion durch die Haut (Tracheaten) in Wintersteins Handbuch der vergleichenden Physiologie II, p. 738. — Friedrichs, K., 1930, Die Grundlagen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbes. der Entomologie. Bd. 1, Berlin. — Gerhardt, W., 1923, *Araneina*, in Schulze, Biologie der Tiere Deutschlands. Bd. 5, Berlin. — Hall, F. G., 1922, The vital limit of exsiccation of certain animals. Biol. Bull. XLII, p. 31. — Hamburger, C., 1910, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der *Argyroneta aquatica*. Ztsch. wiss. Zool. 26, p. 41. — Herter, K., 1927/28, Vergleichende Physiologie der Tiere. Göschen-Sammlung Bde. 972—973, Berlin. — Hochrainer, H., 1942, Der Wassergehalt der Insekten und die Faktoren, die denselben bestimmen. Zool. Jb., Abt. Phys. 60, p. 387. — Husain, M. A. & Taskhir, A., 1936, Studies on *Schistocerca gregaria*. III. Why locusts eat wool. Ind. Journ. Agric. Sci. 6, 2, p. 263. — Janisch, E., 1933, Über die Methoden zur Konstanthaltung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im biologischen Laboratoriumsversuch. Handb. biol. Arb. Meth. V. Teil 10/413, p. 87. — Jones, S. E., 1941, Influence of temperature and humidity on the life-history of the spider *Agelena naevia* Walck. Ann. Ent. Soc. Americ. 34 (3) p. 557. — Jordan, 1927, Die Regulation der Atmung bei Insekten und Spinnen. Bericht über eine in holländischer Sprache erschienene Dissertation von E. Hazelhoff, Ztsch. vgl. Physiol. 5, p. 179. — Kästner, A., 1929, Bau und Funktion der Fächertracheen einige Spinnen. Ztsch. Morph. Ök. Tiere 13, p. 463. — Koidsumi, K., 1934, Experimentelle Studien über die Transpiration und den Wärmehaushalt bei Insekten. Mem. Fac. Sci. Agric. Taihoku Entomology 3/12. — Kühnelt, W., 1934, Die Bedeutung des Klimas für die Tierwelt. Bioklimat. Beiblätter 1934, H. 3. — Ders., 1936, Der Einfluß des Klimas auf den Wasserhaushalt der Tiere. *ibid.* Bd. 2, H. 1. — Ders., 1939, Beiträge zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Insekten. VII. Int. Kongreß f. Entom. Berlin. — Kükenthäl, W., 1931/41, Handbuch der Zoologie. Bd. 3, Teil 2, Abt. 1, Chelizerata. Berlin. — Lees, A. D., 1947, Transpiration an the structure of the epicuticle in ticks Journ. Exp. Biol. 23, p. 379. — Mellanby, K., 1932, The Effect of atmospheric humidity on the fasting mealworm (*Tenebrio molitor*) Proc. Roy. Soc. 111, p. 376. — Ders., 1936, The evaporation of water from insects. Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc. 10, p. 317. — Millot, J. & Fontaine, M., 1937, La teneur en eau des Aranéides. Bull. Soc. Zool. France 62, p. 113. — Necheles, A. H., 1924, Über Wärmeregulation bei wechselwarmen Tieren. Pflügers Archiv Physiol. 204, p. 72.

— Palmén, E. & Suomalainen, H., 1945, Experimentelle Untersuchungen über die Transpiration bei einigen Arthropoden, insbesondere Käfern. Ann. Zool. Soc. Zool. Bot. Fen. Vanamo 11, 2, p. 1. — Palmgren, P., 1939, Ökologische und physiologische Untersuchungen über die Spinne *Dolomedes fimbriatus*. Act. Zool. Fenn. 24, p. 1. — Parnas, J. K., 1926, Allgemeines und Vergleichendes des Wasserhaushaltes, in Bethe, Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, 17. Berlin. — Petrusewicz, K., 1938, Badania ekologiczne nad krzyzakami (Argiopidae) na tle fizjografji Wilenszczyzny. (Ökologische Untersuchungen der Argiopiden und Physiographie der Wilnoer Gegend.) Trav. Soc. Sci. Lettr. Wilno T. 12, No. 40, p. 1. — Ramsay, J. A., 1935, The evaporation of water of the cockroach, *Blatta americana*. J. Exp. Biol. 12, 4, p. 373. — Schindler, J., 1949, Reservestoff- und Exkretspeicherung bei Bodentieren, unter besonderer Berücksichtigung der Harnsäureverbindungen. Ost. Zool. Ztsch. 2, p. 517. — Schierbeck, N. P., 1895, Über die Bestimmung des Feuchtigkeitsgrades der Luft für physiologische und hygienische Zwecke. Arch. Hyg. XXV, p. 196. — Schlott, M., 1931, Biologische Studien an *Agelena labyrinthica* Cl. Ztschr. Morph. Ök. Tiere 24, p. 1. — Schollmeyer, A., 1914, *Argyroneta aquatica*, Biologie mit besonderer Berücksichtigung der Atmung. Ann. Biol. Lacustre 6 (Bruxelles), p. 314. — Sheldford, V. E., 1913, The reactions of certain animals to gradients of evaporating power of air. (A study in experimental ecology.) Biol. Bull. 25, p. 79. — Uvarov, B. P., 1931, Insects and climate. Trans. Ent. Soc. London 79. — Wagner, W. A., 1900, L'Araignée aquatique (*Argyroneta aquatica* Cl.); son industrie et sa vie. Bull. Soc. Imp. Natur. Moscou, Vol. 14, Nouv. Séries. p. 169. — Weiss, S., 1923, Untersuchungen über die Lunge und die Atmung der Spinnen. Zool. Jb. Physiol. 39, p. 535. — Wesenberg-Lund, C., 1939, Biologie der Süßwasserspiere. Wien. — Wigglesworth, V. B., 1947, The principles of insect physiology. London. — Zwölfer, W., 1931, Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Ztsch. angew. Entom. 17, p. 475. — Ders., 1932, Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. *ibid.* 19, p. 497.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Zoologische Zeitschrift](#)

Jahr/Year: 1955

Band/Volume: [05](#)

Autor(en)/Author(s): Nemenz Harald

Artikel/Article: [Über den Wasserhaushalt einiger Spinnen, mit besonderer Berücksichtigung der Transpiration. 123-158](#)