Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft in Bern
Band: 37 (1980)

Artikel: Ein Wunder der Radnetzspinnen
Autor: Lenggenhager, K.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-319616

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern N. F. 37. Band 1980

K. Lenggenhager[1]

Ein Wunder der Radnetzspinnen

Es ist bekannt, dass die radiären Haltefäden dieser Spinnenarten nicht klebrig sind im grossen Gegensatz zu den kreisförmig angeordneten, "konzentrischen" Klebfäden. Letztere besitzen je nach Spinnengrösse 5 bis 10 kleinste, ideal runde Klebtröpfchen pro Millimeter. Schaut man einer meist nachts ihr Nest bauenden Spinne mit einer starken Lupe zu, so ist man erstaunt, mit welcher Geschwindigkeit und Regelmässigkeit solche Mikrotröpfchen auf diese konzentrischen Fäden gesetzt werden: In etwa 1 Sekunde wird eine Fadenlänge von ungefähr 1 cm mit den ihr aufgepressten 5 bis 10 Klebtröpfchen produziert. Zwischen diesen Tröpfchen ist dieser Faden nicht klebrig.

In der Literatur wird ein so rasches Setzen der Klebtröpfchen durch die Spinne bezweifelt. Vielmehr wird eine kontinuierliche Sekretion dieses Klebstoffes zusammen mit der Fadenproduktion angenommen. Hernach solle sich durch blosse Wirkung der Oberflächenspannung dieser Flüssigkeit automatisch eine regelmässige Tröpfchenbildung einstellen (Wolf[1], Wiehle[2], Boys[3] und andere.)

Anderseits nimmt Crompton[4] an, dass die Entmischung eines kontinuierlich gelegten Klebstoffes zu Tröpfchen erst erfolgt, wenn die Spinne den gelegten Klebfaden mit der Klaue eines Hinterfusses anzieht und rasch zurückschnellen lässt (S. 28), in Analogie zu einer mit Flüssigkeit bestrichenen Violinsaite, wo die sie befeuchtende Flüssigkeit sich auch erst nach Zupfen der Saite entmischt.

Im Gegensatz zu diesen Ansichten haben jahrelange Untersuchungen im sommerlichen Wochenendhäuschen in einem Naturreservat gezeigt, dass diese Klebtröpfchen sich schon unmittelbar nach Erscheinen des Fadens bei Betrachtung durch starke Lupe streng gesondert auf dem Klebfaden vorfinden.

Eigenversuche mit Durchziehen eines Fadens aus allerdünnstem Glas, oder Haare, auch sogar von radiären Haltespinnfäden durch stark klebrige Flüssigkeiten wie Melasse, Himbeersirup, Gummi arabicum oder süsse Kondensmilch usw. ergaben folgendes: Bei langsamem, senkrechtem Herausziehen solcher Fäden konnten nie Tropfenbildungen beobachtet werden, wenn die Geschwindigkeit nur ungefähr 1 bis 2 cm pro Sekunde betrug. Sofort unter das Mikroskop verbracht, erwiesen sich solche Fäden völlig gleichmässig glatt mit dem Klebstoff bestrichen.

Nur bei stark beschleunigtem Durchziehen dieser Fäden durch die klebrigen Flüssigkeiten traten einzelne grössere Tröpfchen auf, die am senkrecht gehaltenen Spinnfaden der Schwere nach absanken im *Gegensatz zu den Spinnklebtropfen, die sowohl an senkrechten wie horizontalen Netzteilen stets gleiche Grösse aufwiesen und diese starr innehielten.*

1 Adresse des Verfassers: Prof. Dr. K. Lenggenhager, Erlachstrasse 19, 3000 Bern

Jedoch hinken alle die beschriebenen Klebmittelversuche insofern, als sie nicht die grosse Klebrigkeit der Spinntröpfchen aufwiesen. Selbst mit konzentrierter Gummi-arabicum Lösung ergab sich das beschriebene Geschehen, wenn dieser Faden mit 1 bis 2 cm pro Sekunde durchgezogen wurde. Bei rascherem Herausziehen (3 bis 4 cm pro Sekunde) bilden sich andeutungsweise spindelförmige Anhäufungen der Klebsubstanz, siehe Abbildung 1, oben.

Erst nach sehr raschem Herausziehen der Fäden in senkrechter Richtung aus dieser konzentrierten Gummi-arabicum Lösung verbleiben durch Abfliessen oben die kleinsten, nach unten grösser werdende Einzeltropfen, die jedoch nach wenigen Minuten deutliches Kleinerwerden durch Schrumpfung mit baldigem Eintrocknen aufweisen, siehe Abbildung 2.

Auch die ferneren Eigenbeobachtungen scheinen ganz eindeutig für ein aktives, periodisches Setzen der Klebtröpfchen zu sprechen: Neben den in unseren Gegenden bekannten Klebfaden-Tröpfchen mit ganz regelmässigen Abständen gibt es jedoch auch Spinnenarten, die mit ebensolcher Regelmässigkeit abwechselnd grosse und kleine Klebtröpfchen setzen. Auch Wiehle[2] erwähnt diese abwechselnd grossen und kleinen Klebtröpfchen, glaubt jedoch, dass letztere durch den doppelseitigen Kohäsionszug der grösseren Tröpfchen bedingt seien.

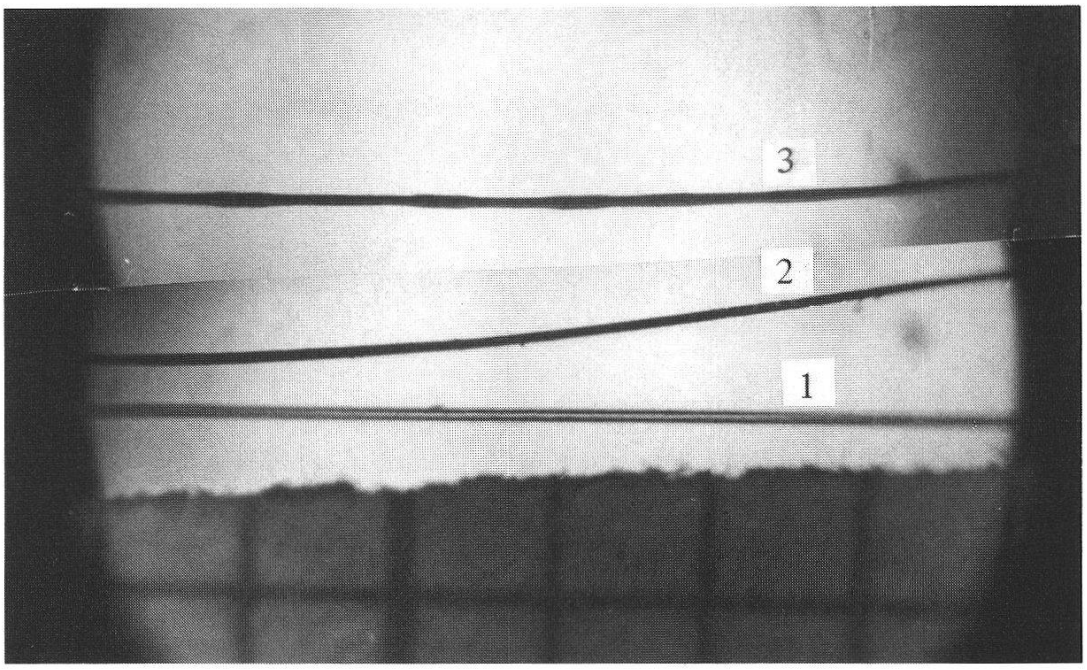

Abbildung 1:
1 = Glasstäbchen, 1 cm/sec senkrecht aus konzentr. Gummi-arabic. lösung gezogen. Oberfläche mit glattem Film.
2 = Kopfhaar, wie 1 behandelt.
3 = Kopfhaar, 3–4 cm/sec durchgezogen, ergibt schwache und flache rhythmische Anschwellungen.
unten: mm-Papier zum Vergleich.

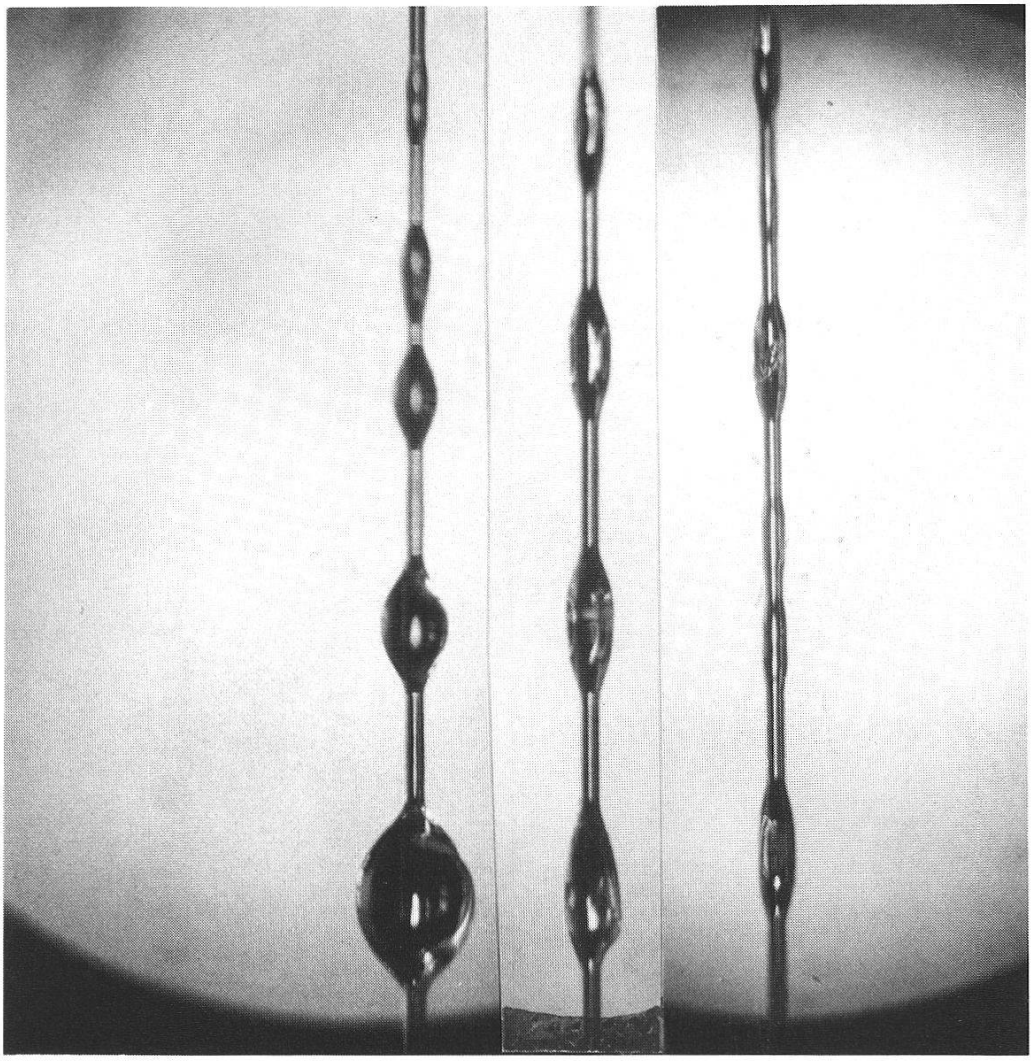

Abbildung 2: Dünner Glasstab, mit 3–4 cm/sec senkrecht aus Gummi-arab.-Lösung herausgezogen. Links: Sofortbild. Mitte: nach 2 1/2 Min. Rechts: Nach 5 Min. rasch schrumpfend, unter Verlust der Klebrigkeit.

Unbedingt für ein aktives Setzen dieser periodischen Klebtröpfchen sprechen letzten Endes Eigenbeobachtungen während der Sommerzeiten 1958 bis 1973 am beschriebenen Wochenendhäuschen. Es fanden sich am hölzernen Ferienhäuschen Spinnetze vor, die mit Regelmässigkeit je 2, gelegentlich sogar 3 kleinste Klebtröpfchen zwischen den normal grossen Tröpfchen aufwiesen, siehe Abbildung 3, worin 4 verschiedene Tröpfchenarten von verschiedenen Spinn-Radnetzen festgehalten sind. Wolf glaubt, dass dieses Geschehen eine blosse Wirkung der Oberflächenspannung sei, was jedoch angesichts der mit grosser Regelmässigkeit erfolgenden Ablagen von 1, 2 und sogar 3 kleinen Zwischentröpfchen doch für einen aktiven Prozess der Spinne spricht.

In der Literatur wird die Ansicht vertreten, dass diese periodisch angeordneten Klebtröpfchen nicht durch saccadiertes, sondern kontinuierliches Sezernieren des

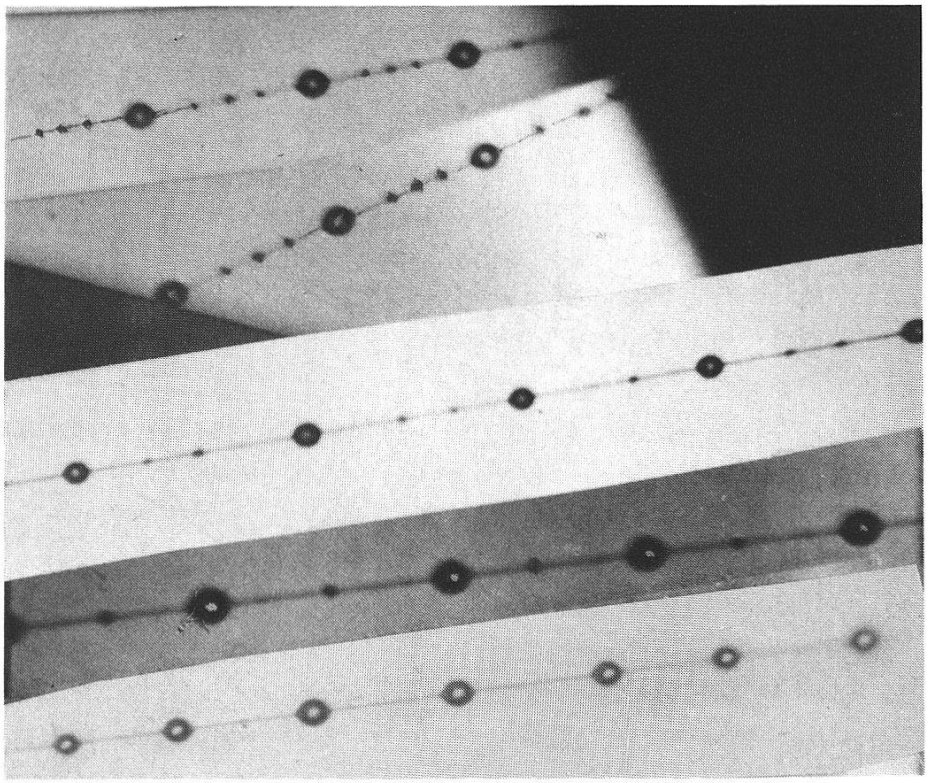

Abbildung 3: Verschiedene Grössen von Klebtröpfchen aus 4 Spinnetzen am Neuenburgersee. Unten gleichmässige, nach oben abwechslungsweise zunehmend kleine Tröpfchen zwischen den grossen, eigentlichen Klebtröpfchen. Dies spricht für aktives Setzen dieser Tröpfchen durch verschiedene Spinnenarten.

Klebsaftes geschehe, da eine Spinne pro Sekunde maximal bis zu 20 Tröpfchen setzen müsste, was unwahrscheinlich sei. [Wolf]

Jedoch ist eine solche Argumentation unnötig, eingedenk der Tatsache, dass eine hiesige Stechmücke pro Sekunde ungefähr 400 Flügelschläge ausführt, erkennbar am hohen, dem internationalen "Stimm-A" sehr nahe kommenden Ton!

Gegen die Vorstellung einer fortlaufenden Sekretion des Klebstoffes auf den Faden spricht auch der folgende Versuch: Durch einen auf Y-förmig gespaltenem Streichholz terminal quer aufgeklebten Spinnhaltefaden kann durch sachtes Bestreichen eines Spinnklebfadens der tröpfchenförmige Klebstoff progressiv verschoben werden. Dabei wächst der Klebtropfen ständig an, unter Zurücklassung eines völlig glatten, entklebten Fadens! (Siehe Abb. 4). Bestreicht man jedoch Spinnklebfäden durch ein Menschenhaar, so können breite, zusammenhängende Klebstrassenabschnitte entstehen, wie ein solcher in der Abbildung 5 dargestellt ist. Gleichzeitig sind im gleichen Spinnetz noch verschieden kleine, unversehrte Klebtröpfchen zu sehen.

Im bewunderungswürdigen Buche von Fabre, Band 9[5] findet sich nichts über ein gleichzeitiges Vorliegen von grossen und kleinen Klebtröpfchen auf dem gleichen Klebfaden. Fabre glaubt, dass die dünnen Klebfäden hohl seien und Klebstoff enthalten, welcher mit dem auf diesen Fäden in Tröpfchenform angeordneten Klebtröpfchen im

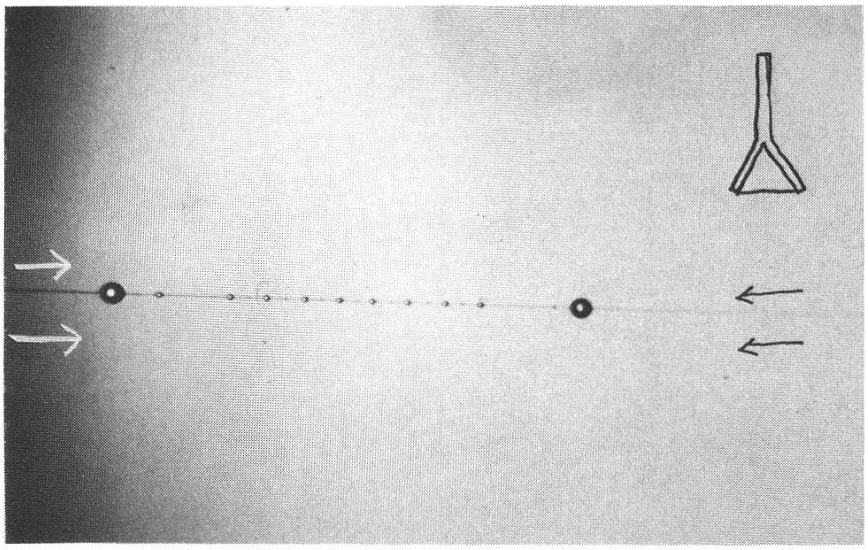

Abbildung 4: Ein Klebfaden wurde durch einen queren, auf gespaltenem Streichholz geklebten Spinnhaltefaden von beiden Seiten her bestrichen. Die Grösse der hierdurch zusammengeschobenen Klebtröpfchen nimmt dabei ständig zu, ohne jedoch eine sichtbare Spur auf dem bestrichenen Faden zu hinterlassen. Links: verkleinertes Bild des gespaltenen Streichholzendes mit aufgeklebtem Spinn-Haltefaden.

gegenseitigen Austausch bei feuchter oder trockener Luft stehe (S. 116). So erklärt er das lange Gleichbleiben dieser Tröpfchen selbst in trockener Luft.

Zwar hat sich die Annahme hohler Spinn-Klebfäden als Reservoir des Klebstoffes nicht bestätigt. Die sich selbst in trockener Luft über viele Wochen erhaltenden Klebtröpfchen bedürfen keines Nachschubes aus angenommenen Hohlräumen der Klebfäden. Diese Klebsubstanz ist ganz einfach sehr hydrophil, kann damit Feuchtigkeit aus der Luft annehmen und so Klebrigkeit und Grösse lange Zeit bewahren. Es erinnert dies an die ebenfalls lange Zeit klebrig bleibenden Fliegenfänger-Klebstreifen.

Zur Bildung der nichtklebrigen Haltefäden

Eine Beobachtung, die in der Literatur nicht zu finden ist, scheint ebenfalls erwähnenswert. An durch Chloroform narkotisierten Spinnen, die in Rückenlage fixiert wurden, kann man am gelegentlich konservierten Haltefaden beobachten, dass der Faden durch langsames Ziehen unmittelbar nach dem Austritt aus den "Düsen" ganz wesentlich dicker erscheint als ungefähr eine Sekunde später. Zunächst bedingt der noch dickere Teil deutliche Sonnenlicht-Reflexion, die im dünner gewordenen Teil des Fadens verschwindet. Es handelt sich damit um einen ausserordentlich rasch auftretenden Umlagerungsprozess der vorher mehr knäuelförmigen Moleküle zu langgestreckten, sich parallelisierenden "Fadenmolekülen", wie dies die Chemiker für die Kunstfaserproduktion kennen. Diese Ansicht verdanke ich Herrn Prof. H. Nitschmann, Bern, der 1948 in einer diesbezüglichen Arbeit[6] auch an einer Teflon-Folie durch gegenseitigen

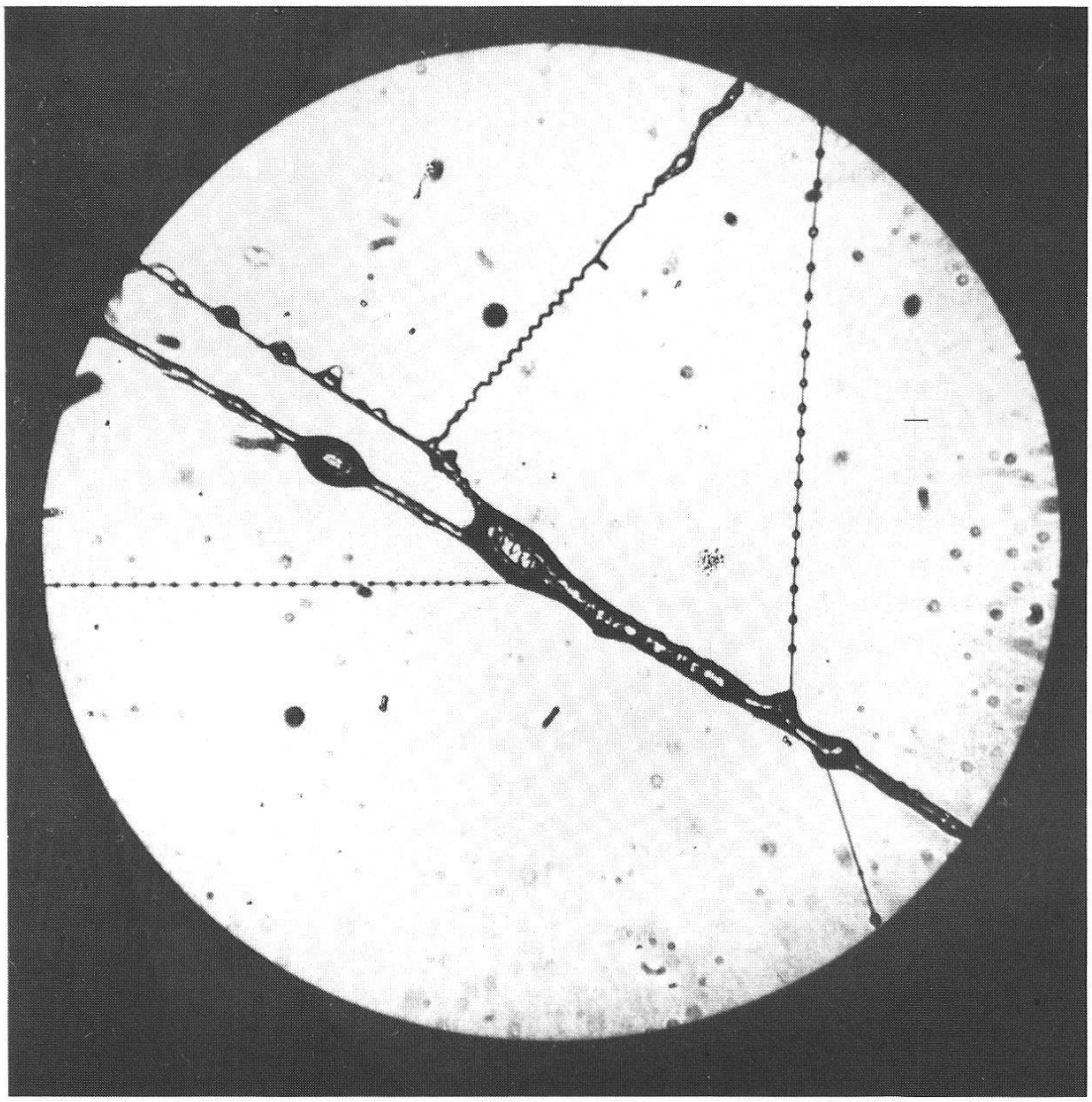

Abbildung 5: Durch menschliches Kopfhaar bestrichene Klebfäden ergeben zusammenhängende, grössere Klebseen. Darum herum kleine und kleinste Klebtröpfchen im gleichen Spinnetz.

Zug eine lineare, gleichförmige Verschmälerung mit Verlängerung erzielen konnte. Diesen Vorgang kennen die Chemiker für die Kunstfaserproduktion.

Für eine solche unter Zug oder durch einen Engpass bedingte Längsorientierung langer Moleküle scheint indirekt auch folgende Eigenbeobachtung zu sprechen: Löst man Spinnklebtröpfchen in destilliertem Wasser auf, so bilden sich beim Verdunsten des Wassers schöne Kristallhäufchen. Sie haben jedoch nach erneuter Auflösung in Wasser die Klebrigkeit ganz eingebüsst. Ihre Moleküle sind wieder in ungeordneter Knäuelform vorliegend.

Die bekannte Tatsache des schreckhaften Sich-fallenlassens gewisser Radnetzspinnen, die bei plötzlicher Berührung durch den Finger sich blitzschnell 20 bis 40 cm aus dem Netz fallen lassen und am Haltefaden hängen, glaubte ich anfänglich auf eine gewisse Reserve an tragfähigen Fäden in der Spinne beziehen zu müssen. Jedoch gelang

es mir nie, bei sofort in Chloroform aufgefangenen Spinnen, die "blitzartig" sterben, bei den Sektionen präformierte Fäden im Hinterleib festzustellen.

Überraschenderweise gelang es auch nie, den durch Druck auf die Spinndrüsen solcher getöteter Spinnen gewonnenen Saft durch Betupfen und Ausziehen zum fadenartigen Erstarren zu bringen. Es muss sich also bei der normalen Fadenbildung um einen vitalen Prozess handeln!

Folgende Beobachtung sei hier noch kurz erwähnt. Einer sich durch Schreckreaktion (Berühren durch Finger) blitzschnell etwa 20 bis 40 cm fallen gelassenen Spinne wird während der jeweils längeren Ruhepause am Hängefaden rasch die vordere (nach unten hängende) Körperhälfte durch eine Flachzange zerquetscht. Nun fällt diese tote Spinne langsam an ihrem Haltefaden zur Erde hinab. Der Faden kann nun noch während mehrerer Minuten passiv nachgezogen werden. Dann hört er, ständig dünner werdend, auf.

Im Gegensatz hierzu kann bei lebenden oder auch narkotisierten Spinnen der Faden während sehr langer Zeit dauernd nachgezogen werden.

Ein plötzlicher, z. B. gewitteriger Regenguss kann ein Spinnetz teilweise entkleben, was schon Fabre erwähnte. Hierbei können sich die wasserlöslichen Klebtropfen zu viel grösseren, ganz unregelmässigen Tröpfchen umgestalten. Diese folgen der Schwerkraft nach unten und wandern an den Fäden hinab. Dabei ist jede Regelmässigkeit verschwunden.

Besonders drastische, abnorme Klebfäden können erzielt werden, wenn über ein Spinnetz Aceton gegossen wird, das die Klebtröpfchen vorübergehend auflöst. Nach baldiger Verdunstung des Acetons haben sich grössere Ansammlungen des immer noch klebfähigen Stoffes gebildet, die sich gar nicht tröpfchenförmig entfalten.

Wozu die überaus kräftige und spitze Fasszange der Radspinnen?

Stets ist mir die mächtige Fasszange unserer Radspinnen aufgefallen. Lange Zeit konnte ich nicht recht begreifen, wozu die Spinne sie eigentlich nötig hätte. Erst nach längerer Beobachtungszeit ergab sich folgendes. Wenn die Spinne nicht besonders hungrig ist, wird die lebende Beute nach rascher und kunstvoller Umwicklung ins Netz-Versteck hinauf transportiert zum späteren Schmaus. Ist die Spinne jedoch hungrig, so wird das Opfer vor oder nach kurzem Einwickeln durch einen Zangenbiss gelähmt oder sogar getötet. Die Abbildung 6 zeigt eine solche Spinnenzange mit "Nebenzähnen".

Während Fabre nur von einem sachten Biss berichtet, welcher nach kurzer Latenzzeit lähmende Wirkung ausübe (S. 152) spricht Crompton (3) auf S. 34/35 von einer langanhaltenden Durchbohrung des Opfers durch die Spinnenfänge, wonach das Opfer allmählich starr werde wie im Tode. Es sei jedoch nur betäubt oder anästhesiert. Sofort

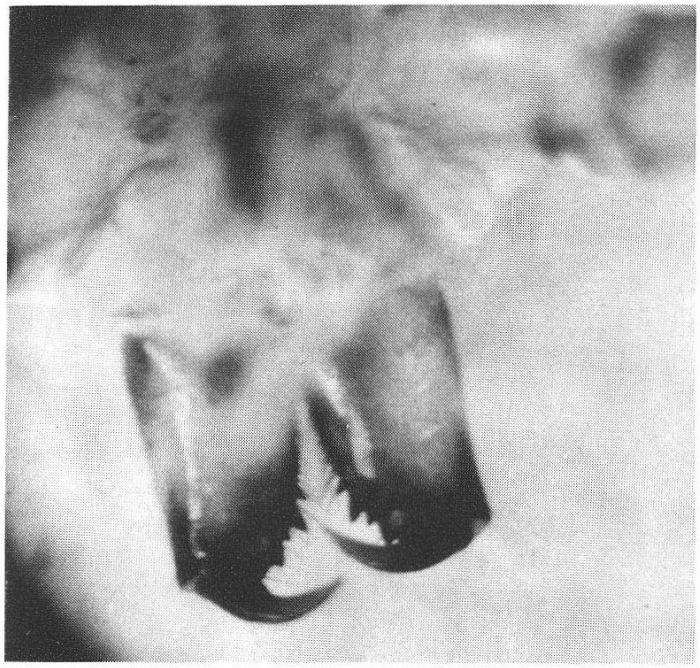

Abbildung 6: Sehr starke Spinnen-Beisszange unserer Radnetzspinnen mit "Nebenzähnen".

befreit, erhole es sich, sterbe jedoch am nächsten oder übernächsten Tage, wie dies Fabre übrigens auch schon auf Seite 153 beschrieb.

Mehrfach konnte ich jedoch beobachten, dass kleinere, im Netz verstrickte Insekten durch den allerersten Biss der grösseren Spinne (nach sofortigem Wegjagen derselben) unmittelbar getötet wurden, während grössere Opfer wieder nach ungefähr 15 bis 20 Minuten spontane Bewegungen zeigten.

Eine sofortige Lähmung des Opfers durch einen kurzen Spinnenbiss erwähnt auch Zahl.

Eine Stechfliege konnte sogar nach einer solchen Befreiung nach 20 Minuten wiederum wegfliegen.

Damit muss es sich also bei den Radspinnen um ein ausserordentlich aktives Lähmungsgift handeln, was auch Fabre schon annahm (S. 152).

Hingegen ist folgende Beobachtung in der Literatur nicht beschrieben: Wenn eine hungrige Spinne ihr Opfer durch den ersten Biss gelähmt hat, so fährt sie fort, durch weitere, rasch erfolgende Bisse das Opfer richtig zu durchlochen. Ungefähr alle 3/4 bis 1 Sekunde beisst sie vielfach in das Opfer. Bei diesen Bissen muss sie ihren verdauenden Saft einspritzen, denn nach wenigen Minuten kann ein solches Opfer ein feuchter, unkenntlicher Haufen werden. An diesem sitzt dann die Spinne über Stunden. Wiehle spricht nur von einem langanhaltenden Biss (auf S. 22).

Crompton glaubt, dass die Spinne nur das Blut ihres Opfers wolle, nicht das Fleisch (S. 33 und 34). Dann wäre jedoch das stundenlange Verharren der aussaugenden Spinne am Opfer merkwürdig.

Nach eigener Erfahrung werden jedoch durch die Fermente der Spinne alle Weichteile im Chitinpanzer des Insektes aufgelöst, verflüssigt. So kann es vorkommen, dass man unter Umständen die leeren, durchlöcherten Karkassen der im Innern verdauten Insekten im Netz oder im Schlupfwinkel beobachten kann, was auch Fabre beschreibt (S. 156). Auch Wiehle ist der Ansicht, dass die Spinne Verdauungssäfte in das Opfer hinein fliessen lasse, so dass schlussendlich nur die Karkasse des Insektes übrig bleibe (14).

Warum klebt die Spinne nicht in ihrem Netz?

Fabre machte die Beobachtung, dass durch Öl benetzte Gegenstände nicht mehr am Netz kleben bleiben. Da er durch Schwefelkohlenstoff entfettete Spinnenbeine im Netz kleben sah, nahm er einen öligen Überzug der Spinnenbeine an. Ich warf mit Chloroform narkotisierte Spinnen in ein fremdes Spinnenetz. Darin blieben sie in allen möglichen Stellungen hängen. Besonders eindrücklich verlief ein Versuch, wo die ganz kurz narkotisierte Spinne in Rückenlage und mit 7 ihrer 8 Beine angeklebt erwachte. Mit starker Lupe beobachtete ich das auf offener Büchse aufgefangene Netz, auf welchem die Spinne lag. Dies bot den Vorteil grösserer Ruhe als ein frei hängendes, stärker bewegliches Netz.

Nach den ersten, ergebnislosen Befreiungsversuchen strich diese Spinne mit ihrem einzigen noch freien Bein durch den Mund, wo im Sonnenschein ein glänzender Tropfen erschien, durch welchen das Bein gezogen wurde. Hernach gelang es diesem Bein, ein Nachbarbein zu befreien, das nun ebenfalls durch den deutlich sichtbaren Mundtropfen hin- und hergeführt wurde. Diese Vorgänge wiederholten sich so lange, bis alle Beine entklebt waren. Hernach erst konnte auch der Rücken allmählich befreit werden. Die völlige Befreiung der nun auf dem fremden Netz stehenden Spinne benötigte 1 3/4 Stunden!

Die Frage, ob sich eine in ein Nachbarnetz verbrachte Spinne darin zurecht finde, hat Fabre in durchaus bejahendem Sinne beantwortet. Mich interessierte jedoch die Frage, ob eine Spinne sich auch in mehrfach übereinander liegenden, auf einer offenen Büchse aufgefangenen, völlig regellosen Netzanordnung zurechtfinden könnte und war überrascht zu sehen, dass eine solche Spinne sehr rasch über fremdartiges Netzgewirr huschte und das Weite suchte!

Mit Bewunderung und Staunen habe ich, gleich Fabre wieder einmal aus einem kleinsten, jedoch so hochinteressanten und so vielgestaltigen Teilgebietchen der belebten Natur lernen dürfen.

Zusammenfassung

Nach jahrelangen Studien werden einige Besonderheiten der Klebfäden unserer Radnetzspinnen erklärt. Die Tatsache der mit grosser Regelmässigkeit an waag- und *senkrechten* Netzpartien angelegten Klebtröpfchen nur an den kreisförmigen Fäden wird im Gegensatz zur Literatur als periodisch und nicht kontinuierlich erfolgende Sekretion des Klebstoffes (8 bis 12 mal pro Sekunde) erklärt. Hierfür sprechen neben Lupenbeobachtungen beim Netzbau die Tatsachen, dass es Spinnenarten unserer Gegenden gibt, die mit Regelmässigkeit je 1, andere 2 und sogar 3 kleinste Tröpfchen zwischen jeweils grösseren, eigentlichen Klebtröpfchen setzen. Ferner die Tatsache, dass alle an senkrechten Spinnhaltefäden kontinuierlich verstrichenen Klebstoffe sich entweder der Schwere nach senken und unten stets grössere Tröpfchen bilden oder nur ungleichmässig dicke Klebwege bedingen.

Die Tatsache der wochenlangen Erhaltbarkeit dieser Spinn-Klebtröpfchen (die wasserlöslich sind) beruht auf ihrer Hydrophilie.

Durch einen einzelnen Biss durch die sehr kräftigen Spinnenzangen können im Netz gefangene Lebewesen getötet oder reversibel gelähmt werden. Die starken Zangen, die ungefähr 1 bis 2 mal pro Sekunde ins Opfer beissen, werden zur Durchlöcherung der Karkassen und zur Injektion verflüssigender Fermente benützt.

Kurz narkotisierte Spinnen, in fremde Netze geworfen, bleiben darin lange hängen und befreien sich mühsam durch ihre jeweils kurz durch Mundsekret gezogenen Beine, die unklebrig geworden sind und die Klebstellen unwirksam machen.

Literatur

1 WOLF, K. L.: Physik und Chemie der Grenzflächen. Bd. 2, S. 38–39; Berlin 1959. Springer Verlag.

1a WOLF, K. L.: Tropfen, Blasen und Lamellen. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg und New York 1968.

2 WIEHLE, H.: Vom Fanggewebe einheimischer Spinnen. Verlag Geest und Portig, Leipzig 1949.

3. BOYS, C. V.: Soap Bubbles. Science Study Series S. 3. Copyright 1959 by Educational Services Incorp. USA. Library of Congress Catalog Card Nr. 59–9612.

4. CROMPTON, J.: Die Spinne. Lothar Blanvalet Verlag Berlin, 1953.

5. FABRE, J. H.: Das offene Geheimnis. Aus dem Lebenswerk des Insektenforschers. Herausgegeben v. K. Guggenheim und A. Portmann. Artemis Verlag Zürich und Stuttgart, 1961.
Und: Souvenirs Entomologiques, Bd. 9. Librairie Delagrave Paris, 1923.

6. NITSCHMANN, H. und SCHRADE, J.: Über das Fadenziehvermögen bei Flüssigkeiten als Viskositätsanomalie. Helv. Chimica Acta XXXI, Fasc. secund. S. 297; 1948.

7. ZAHL, P. A: What's So Special About Spiders? National Geographic 140, Nr. 2; 1971 (S. 140).