

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft =  
Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss  
Entomological Society

**Band:** 13 (1918-1927)

**Heft:** 7

**Artikel:** Ueber die Gesichtsorientierung der Insekten, speziell der Ameisen und  
Bienen [Vortrag]

**Autor:** Brun, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-400721>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.11.2024

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

origine aucune action extérieure, mais qu'elle est le résultat de croisements entre races différentes; autrement dit elle est, seule, héréditaire (races locales, géographiques, etc.).

Il y a lieu de remarquer que des somations peuvent être en tous points semblables à certaines races héréditaires de la même espèce; ainsi: *Lasiocampa quercus-roboris* est une somation en Valais et une race héréditaire en Italie; *Lymantria dispar-major* est une somation en Suisse et une race héréditaire en Allemagne, etc.

Les croisements qui concourent à la production de la variabilité héréditaire se comportent souvent comme des croisements mendéliens. C'est du moins ce qu'ont démontré **Standfuß, Denso, Onslow, Harrison** et d'autres; c'est aussi ce qu'ont démontré nos expériences de croisements avec *Abraxas grossulariata*, *Lasiocampa quercus*, *Dasychira pudibunda*, *Psilura monacha*, *Nemeophila plantaginis*, etc.

On doit encore faire remarquer, comme c'est le cas que nous avons démontré avec *Nem. plantaginis*, que les races croisées peuvent différer l'une de l'autre par plusieurs couples de caractères et que leurs croisements donnent alors naissance à des polyhybrides, donnant lieu à une ségrégation compliquée. Quatre couples de caractères ont été remarqués chez certains *Nemeophila plantaginis*, ce qui doit produire 16 types, dont 14 variétés nouvelles, dont nous avons rencontré une douzaine à l'état naturel, dans la même localité. Le type tétrarécessif serait représenté par la femelle à fond blanc, dont deux exemplaires sont nés de nos croisements. Théoriquement celle-ci ne doit apparaître qu'une fois sur 256 individus, ce qui explique son extrême rareté à l'état naturel. Nous en avons trouvé un seul exemplaire dans la localité en question.

oo

Dr. R. Brun, Zürich (Autoreferat).

### Ueber die Gesichtsorientierung der Insekten, speziell der Ameisen und Bienen.

Der Vortragende erörtert zunächst kurz die allgemeinen psycho-physiologischen Grundlagen der Orientierung im Raum: Unter „Orientierung“ versteht man nach Kühn die aktive Einstellung eines Organismus in eine bestimmte Richtung des Raumes. Dieselbe kann nur durch sinnliche Lokalisation bestimmter räumlich geordneter Reize in der Außenwelt (exakte räumliche Projektion derselben auf Sinnes-

flächen) geschehen; einen „absoluten Richtungssinn“ (Cornetz) gibt es nicht (relationistische Theorie der Orientierung). Biologisch sind zwei Hauptformen der O. zu unterscheiden: Die direkte und die indirekte Orientierung. Von direkter O. spricht man dann, wenn das Ziel unmittelbar mit den Sinnen wahrgenommen wird, d. h. in Form tropisch wirkender Originalreize gegeben ist. Bei der indirekten O. ist dagegen das Ziel im „Sensorium“ des Tieres lediglich als Gedächtniseindruck (Engramm, Semon) gegeben. Die Richtung der Lokomotion wird dann bestimmt durch ein oder mehrere intermediäre Richtungszeichen, die anlässlich einer früheren Reise im Gedächtnis des Tieres aufgenommen wurden und die nun bei der aktuellen Wiederkehr sukzessive wieder mit den Sinnen aufgesucht werden, in der nämlichen Reihenfolge und sinnlichen Lokalisation, wie sie seinerzeit angetroffen wurden. M. a. W.: Der Sinnesapparat wird hier in eine Erregungssituation wieder eingestellt, die schon früher einmal erlebt und mnemisch, d. h. durch das Gedächtnis fixiert wurde, oder, physiologisch ausgedrückt: Er wird eingestellt in eine schon früher einmal inne gehabte relative Lage zu den Reizquellen der Außenwelt. So lange das Tier nicht mnemisch orientiert ist, besteht zwischen den in seinem Gedächtnis ausgelösten (ekphorierten) Erinnerungsbildern (Engrammen) und den realen Bildern, die es auf seinem Wege antrifft, eine Unstimmigkeit, ein „Erregungsdifferential“. Der Vorgang der indirekten O. oder Mnemotaxis (Kühn) besteht nun eben in der Beseitigung dieses Erregungsdifferentials, indem das Tier sich so einstellt, daß die ekphorierten mnemischen und die Originalerregungen sich decken, was wir mit Semon als mnemische Homophonie bezeichnen.

Für Tiere, welche ohne festen Wohnsitz frei von Ort zu Ort schweifen, reicht die direkte Orientierung für alle Lebensbedürfnisse natürlich vollkommen aus: Tritt zum Beispiel ein Nahrungsobjekt oder ein Exemplar des anderen Geschlechtes in den Wahrnehmungsbereich ihrer Sinne, so nehmen sie die direkte Verfolgung der Beute usw. auf, bis sie derselben habhaft geworden sind: Dann begeben sie sich wieder auf die mehr oder weniger planlose Suche nach neuen Objekten, nach welchen ihre Triebe gerade verlangen, wobei sie natürlich beständig durch ihre Sinne geleitet werden.

Die Schmetterlinge, Käfer (größtenteils) und die meisten andern Insekten gehören hierher. Die Wanderungen der Raupen, der Wanderheuschrecken etc. sind nicht durch mnemische Orientierung, sondern durch Erbinstinkte bedingt. Z. B. das Wandern der Nonnen auf die Baumwipfel: Der

Wipfel entspricht hier nicht einem schon einmal im individuellen Dasein erlebten Ziel, das nun wieder aufgesucht werden müßte, sondern er ist ein Ziel, das von unzähligen Generationen von Vorfahren erlebt und im Erbgedächtnis der Nachkommen samt dem dahin führenden Weg fixiert wurde. Das zum Wipfel klettern der Nonnen stellt somit einen sog. „hereditären Automatismus“ im Sinne Forels dar.

Anders bei den „nestbeständigen“ Insekten: Diesen erwächst mit der dauernden Sorge um die Brut die Aufgabe, von allen ihren Wanderungen immer wieder zu einem ganz bestimmten Ausgangspunkte zurückzukehren und die Orientierung wird somit für sie zum Problem der Rückkehr zum Nest. Es ist ferner klar, daß diese Insekten, falls ihre Wanderungen sie in so bedeutende Entfernungen führen, daß eine direkte Wahrnehmung des Nestes vom Endpunkte der Reise ausgeschlossen ist, auf indirekte, mnemische Fernorientierung angewiesen sein werden.

Der Vortragende zeigt, daß dies für die Ameisen tatsächlich zutrifft, indem ihre Sinnesorgane eine direkte Wahrnehmung des Nestes über 1½ m hinaus nicht gestatten; somit muß jede Rückkehr dieser Insekten aus einer größeren Distanz auf indirekter Fernorientierung mittels intermediärer Richtungzeichen beruhen. Das nämliche ist auch bei den übrigen sozialen Hymenopteren der Fall. Das relativ hoch entwickelte Gedächtnis, das wir diesen Insekten deshalb zuschreiben müssen, hat seine morphologische Grundlage in einer besonders mächtigen Entfaltung der sog. pilzhutförmigen Körper ihres Gehirns, die hier in Gestalt einer vierfach gefalteten Assoziationsrinde angelegt sind, während sie beispielsweise bei den Dipteren nur eine einfache, winzig kleine Platte darstellen. Der Ref. demonstriert diese auffallenden Unterschiede an mitgebrachten Mikrophotogrammen.

Was nun die Fernorientierung der Ameisen anbelangt, so wurde der Geruchssinn als Universal-Orientierungsmittel bei diesen Tieren früher gewaltig überschätzt. Man vergaß, daß der Etablierung kollektiver Geruchsfährten Orientierungsreisen einzelner Kundschafter vorausgehen müssen, daß die Einzelwanderung das primäre Orientierungsphänomen ist. Cornetz zeigte nun durch Wischen des Bodens vor dem Tiere, daß einzeln wandernde Ameisen in der Regel nicht auf einer Geruchsspur gehen, daß sie auf ihren Reisen eine konstante, ziemlich gradlinige Reiserichtung einhalten, daß endlich auch ihre Rückkehr nicht auf der „Hinspur“ erfolgt, derselben aber im großen Ganzen parallel ist. Versetzt man nun eine solche einzeln heimkehrende Ameise rasch einige Meter

seitwärts (auf gleichartiges Terrain), so setzt sie ihre Reise in genau der nämlichen absoluten Richtung des Raumes fort, die sie vorher inne hatte; wird sie also beispielsweise von einer Stelle 3 m vor dem Nest an einen Ort 3 m hinter dem Nest versetzt, so läuft sie jetzt geradenwegs vom Neste fort, anstatt zu ihm hin (Piéron'sches Phänomen) und zwar noch ungefähr so weit, als der Distanz entspricht, die sie von dem ersten Ort noch bis zum Neste hätte zurücklegen müssen; dann beginnt sie regellose Such-Kurven zu beschreiben. Die Ameise verhält sich also bei diesem Experiment gerade so, als ob sie einen Kompaß hätte, an dem sie die absolute Richtung ihrer Reise ablesen könnte, und als ob sie ein Podometer besäße, das ihr die noch zurückzulegende Distanz in Streckendifferenzialen anzeigen würde!

Cornetz glaubte diese merkwürdige Erscheinung nicht anders als durch die Annahme eines „absoluten Richtungssinnes“ erklären zu können. Diese transzendente Hypothese wurde indessen durch Santschi glänzend widerlegt, indem dieser Forscher den überzeugenden Nachweis erbrachte, daß die konstante Reiserichtung der Einzelreisenden und ihr Parallellauf beim Piéron'schen Experiment auf Lichtorientierung beruht: Santschi beschattete den Weg einer einzeln heimkehrenden Ameise mittels eines großen Schirmes und projizierte sodann das Bild der Sonne mit Hilfe eines Spiegels auf die entgegengesetzte Seite. Die so getäuschten Ameisen kehrten regelmäßig um und wanderten so lange in der entgegengesetzten Richtung des Raumes weiter, als Santschi die falsche Sonne scheinen ließ, und zwar ließ sich dieses Experiment bei dem gleichen Tiere beliebig oft mit demselben Erfolge wiederholen. — Die physiologische Erklärung des Phänomens ist sehr einfach: Die Fazettenaugen der Insekten sind gewölbt und bestehen aus einer großen Anzahl schmal-röhrenförmiger Ommatidien, deren jedes vom benachbarten durch Pigment isoliert ist. Infolge dessen wird sich das Bild der Sonne oder einer andern Lichtquelle (z. B. die hellste Stelle des Horizontes) nur in einigen wenigen Fazetten abbilden. Wenn die Ameise nun beim Wandern dafür sorgt, daß das Bild der Sonne in die gleichen Fazetten fällt, so wird ihre Reiserichtung eine gerade Linie bilden. Und beim Rückweg braucht sie sich nur so einzustellen, daß das Sonnenbild nun ebenso konstant in die korrespondierenden Fazetten des andern Auges fällt, so wird ihr Rückmarsch dem Hinweg parallel sein und sie ziemlich genau wieder an den Ausgangspunkt zurückführen. Die Fazettenaugen der Ameisen sind also gewissermaßen „Lichtkompass“, die den Tieren die Einhaltung einer konstanten Reiserichtung und beim Rückweg (infolge Re-

version des Lichtengramms auf die reciproken Netzhauptpunkte des andern Auges) eine sichere Rückkehr zum Ausgangspunkte ermöglichen.

Santschi war übrigens nicht der erste, der die Tatsache der Lichtorientierung der Ameisen entdeckt hat; dieselbe wurde schon 40 Jahre früher von Lubbock demonstriert. L. ließ Ameisen (*Lasius*) über eine Drehscheibe laufen, an deren einer Seite eine Kerze stand. Drehte er nun die Scheibe rasch um 180 Grad, so führten die Ameisen sofort eine entsprechende Drehbewegung im umgekehrten Sinne aus, so daß sie die nämliche absolute Richtung des Raumes aufs genaueste beibehielten; diese Drehung unterblieb aber, wenn Lubbock die Kerze auf die Scheibe stellte, sodaß die Lichtquelle die Drehung mitmachte; nun machten auch die Ameisen die Drehung der Unterlage passiv mit und marschierten somit jetzt in der entgegengesetzten Richtung des Raumes weiter. Stellte nun Lubbock ohne Drehung der Unterlage bloß die Kerze um, so war das Resultat wieder wie im ersten Falle. — Aehnliche Lichtumstellungs- und Drehungsversuche haben später mit dem gleichen Erfolg Wasmann, Viehmeyer, Turner und Brun gemacht.

Brun gelang ferner der exakte Nachweis der Sonnenorientierung wie folgt: Er beobachtete eine Ameise (*L. niger*), die, fast genau der Sonne entgegen, auf einen großen Sandplatz hinauslief. An einem Punkte *x* setzte Brun das Tier gefangen, indem er eine Schachtel über dasselbe in den Sand stülpte. Es ist genau 3 Uhr nachm. Um 5 Uhr wird die Ameise wieder frei gegeben. Sie tritt sofort den Rückweg an: Doch weicht ihre Rückwegkurve jetzt um 30 Grad von der Hinkurve nach rechts ab, d. h. um genau so viele Bogengrade, als die Sonne während der zweistündigen Gefangenhaltung inzwischen am Firmament nach links gewandert ist! Die Zeit der unfreiwilligen Fixierung wurde variiert: Die Abweichung der Rückwegkurve entsprach stets ziemlich genau dem betreffenden Zeit-Sonnenwinkel, mit Fehlern von höchstens 1—2 Bogengraden. — Indessen fand Brun, daß sein Fixierungsversuch gerade bei den mit besten Augen versehenen Arten der Gattung *Formica* gewöhnlich versagt, indem die Tiere nach der Freigabe ohne weiteres die gerade Richtung nach dem Nest einschlagen. Es muß hier also noch ein anderer Faktor als die Lokalisation der Lichtquelle im Fasettenauge im Spiele sein. Ueber die Natur desselben gab das sog. „Zwangslaufexperiment“ Aufschluß: Eine Ameise (*F. sanguinea*) wird vom Neste fortgejagt und durch Lenken mit den Händen gezwungen, eine aus zwei senkrechten Geraden bestehende rechtwinlige Reise von 15—20 oder mehr m Länge zurückzulegen. Die Tiere



kehrten von einem solchen „Zwangslauf“ ohne jedes Zögern in der Diagonale zum Neste zurück. Auch nach komplizierterem, bogenförmigem oder vielwinkligem Zwangslauf erfolgte die Rückkehr stets ziemlich geradlinig nach dem Nest. Dagegen waren die Ameisen nach Ueberziehen der Fazettenaugen mit schwarzem Lack gänzlich unfähig, sich nach Beendigung des Zwangslaufes zum Neste zurückzufinden. Aus alledem muß geschlossen werden, daß die relativ gut sehenden Arten sich unter Umständen auch nach gewissen stabilen optischen Wegmarken orientieren und zwar höchst wahrscheinlich nach den verschwommen wahrgenommenen Umrissen großer entfernter Objekte, wie Bäume, Häuser usw., deren relative räumliche Lage (Konstellation) zum Nest im Gedächtnis bewahrt wird und die der einzeln wandernden Ameise die Lage des Nestes anzeigen, wie der Leuchtturm oder andere Wahrzeichen an der Küste dem Seemann die Lage des Hafens. Die psychisch höchststehenden Ameisen verfügen demnach auch über ein gewisses Maß von echtem (differenziertem) visuellem Ortsgedächtnis, ähnlich wie die fliegenden Hymenopteren. Das dem so ist, geht auch aus der Tatsache hervor, daß solche Ameisen, die Brun direkt vom Nest weg an einen weit entfernten, von der betreffenden Kolonie seit Wochen nie mehr besuchten, früher aber häufig frequentierten Ort versetzte, sich daselbst wieder auskannten und die mehr als 30 m betragende Entfernung zum Nest in kürzester Zeit und auf dem geradesten Wege wieder zurücklegten.

Auf die Gesichtsorientierung der fliegenden Hymenopteren (Bienen, Wespen, Hummeln usw.) konnte der Referent wegen der vorgerückten Zeit leider nicht mehr eingehen.

---

Dr. R. Stäger macht eine vorläufige Mitteilung über seine Beobachtungen und Experimente an *Aphaenogaster testaceopilosa spinosa* var. *nitida* Emery, die er auf der Insel Elba und bei Antignano unterhalb Livorno studierte. Die Ameise macht sich auffällig durch das massenhafte und einseitig-konstante Eintragen der Petalen von *Cistus monspeliensis*, wahrscheinlich zur Ernährung der Larven. Die verbrauchten Blütenblätter werden von den Arbeitern wieder ausgeworfen und ringförmig um die Nestöffnung abgelagert. Auch Regenwürmer werden ins Nest geschleppt und dort von den mit stark chitinisierten Mandibeln und Maxillen versehenen Larven direkt verzehrt.

Direkte Fütterungsversuche, die der Referent mit den Larven im Kunstnest anstellte, gelangen vorzüglich.

Die Mitteilung soll in extenso anderwärts veröffentlicht werden.  
(Autoreferat.)