

# **FID Biodiversitätsforschung**

## **Decheniana**

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und  
Westfalens

Die Brutfürsorge des Trichterwicklers Deporaus betulae und seiner  
Verwandten (Apoderus coryli, Deporaus tristis, Attelabus nitens) (Col.,  
Curc.) - ein Beitrag zur Instinktlehre : mit 1 Tafel und 14 Abbildungen im  
Text

**Roskothen, Paul**

**1964**

---

Digitalisiert durch die Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main im  
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

---

### **Weitere Informationen**

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

*Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.*

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten  
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-169870](https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hebis:30:4-169870)

# Die Brutfürsorge des Trichterwicklers *Deporaus betulae* und seiner Verwandten (*Apoderus coryli*, *Deporaus tristis*, *Attelabus nitens*) (Col., Curc.)

Ein Beitrag zur Instinktlehre

Von Paul Rosskothen, Aachen

Mit 1 Tafel und 14 Abbildungen im Text

(Manuskript eingereicht am 3. 8. 1962)

Der Trichterwickler ist ein etwa 4 mm langes schwarzes Rüsselkäferchen. Die eigenartige Kurve, die dieses Tierchen in die Blätter der Birke, Buche und anderer Laubbäume schneidet, hat die Biologen schon lange beschäftigt und immer wieder in Staunen versetzt. Es handelt sich dabei um einen sehr komplizierten Brutfürsorgeinstinkt, der bisher noch nicht befriedigend erklärt werden konnte.

Der weibliche Käfer schneidet aus den Blättern einen Abschnitt heraus, belegt ihn mit einigen Eiern und rollt ihn dann zu einer festen Tüte zusammen. Der Schnitt, den er dabei durch das Blatt zieht, hat zwar in den einzelnen Fällen immer eine etwas abweichende Form; trotzdem kann man aber eine Gesetzmäßigkeit erkennen und auch in etwa eine Normalkurve aufstellen. Diese geht quer über die

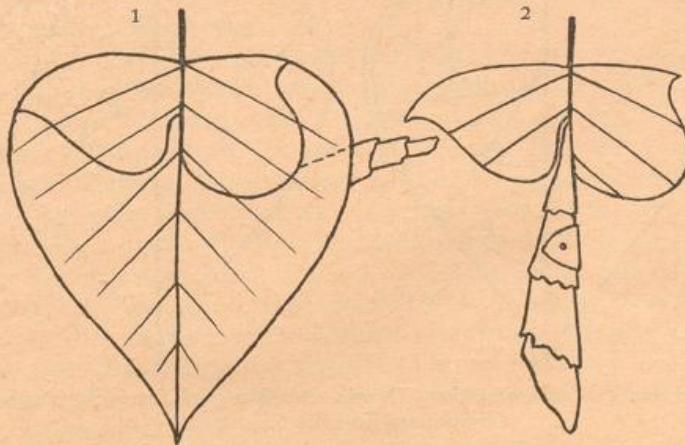


Abb. 1 Normalschnitt des Trichterwicklers am Birkenblatt. Rechts ist der Anfang der Tüte gezeichnet, wie er beim Rollen entsteht.

Abb. 2 Schema der fertigen Tüte. Auf dem Endzipfel der Befestigungsstich.

Blattspreite hinweg und hat in der ersten Hälfte annähernd die Form eines stehenden S, in der zweiten die eines liegenden S.

Die erste Erklärung für das Zustandekommen der Kurve gab HEIS im Jahre 1846. Nach seiner Auffassung soll der Schnitt einer mathematischen Kurve entsprechen, die in bestimmter Beziehung zum Blattrand steht. Genau gesagt: Der Blattrand ist die Abwicklungskurve des Schnittes. Aus dieser Erklärung folgte natürlich sogleich die neue Frage, wie denn der Käfer zu dieser komplizierten mathematischen Lösung gekommen sein könnte. Da es darauf keine Antwort geben konnte, stand man auch weiterhin vor einem Rätsel.

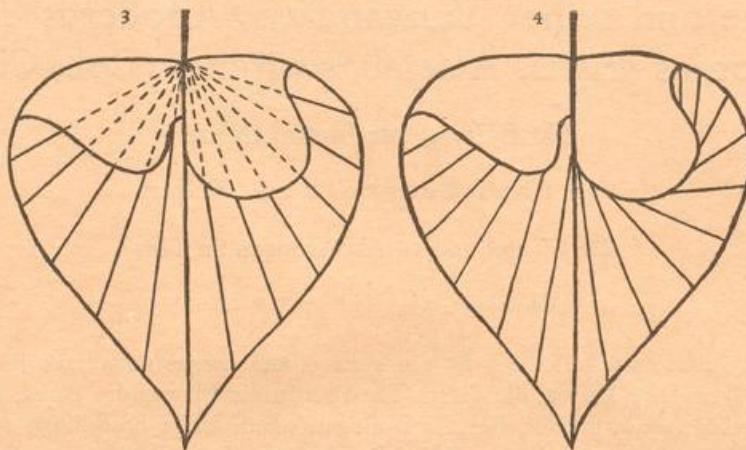


Abb. 3 Rollen einer Tüte bei feststehendem Drehpunkt. Nach dieser Art rollt der nächste Verwandte des Trichterwicklers, der Ahornblattroller (*Deporaus tristis*).

Abb. 4 Rollen einer Tüte mit wanderndem Drehpunkt. Am ersten Teil der Kurve laufen die Linien tangential. In dieser Art arbeitet der Trichterwickler.

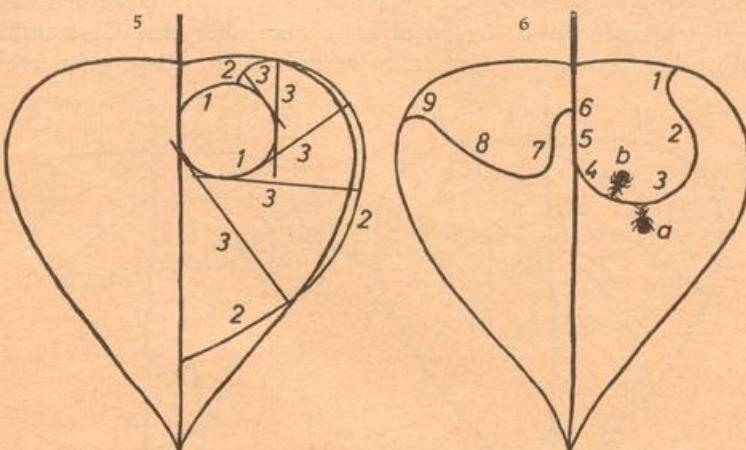


Abb. 5 Schema der mathematischen Theorie. Der Blattrand entspricht annähernd der Abwicklungskurve des Schnittes.

Abb. 6 Die Einzelkurven, aus denen der Schnitt des Trichterwicklers besteht: 1 = Anfangskurve; 2 = Lappenschnitt; 3 = Hauptkurve; 4 = Rückschnitt; 5 = Rippenschnitt; 6 = Trennschnitt; 7 = Ausgleichsschnitt; 8 = Auslaufkurve; 9 = Endkurve; a = normaler Sitz des Käfers beim Schneiden; b = fraglicher Sitz oben an der Kurve.

Nun kennt man aber auch zahlreiche andere unerklärliche Instinkthandlungen bei Insekten, zum Beispiel das Vorgehen der *Yucca*-Motte, welche die Futterpflanze ihrer Larve künstlich befruchtet, den zweckmäßigen Kokonanbau mancher Seidenraupen und vieles andere. Es blieb also nichts übrig, als auch den Instinkt des Trichterwicklers unter diesen seltsamen Tatsachen weiter zu führen.

Erst 1949 gab der Verfasser eine neue Erklärung. Nach dieser setzt sich der Schnitt aus einer Anzahl von Einzelkurven zusammen, die sich alle als zweckmäßige Reaktionen auf die jeweiligen Notwendigkeiten erklären. Gleichzeitig konnte gezeigt werden, daß die Ähnlichkeit der Kurve mit der mathematisch zu konstruierenden Abwicklungskurve des Blattrandes nur zufällig und nicht ursächlich bedingt ist. Die Kurve ist nicht abhängig vom Verlauf des Blattrandes, sondern von der Größe des Blattes und somit ist der mathematische Erklärungsversuch als verfehlt zu betrachten.

Mit der neuen Erklärung aus der Zweckmäßigkeit heraus konnte dagegen die Kurve bis in alle Einzelheiten begründet werden. Trotzdem stand zu erwarten, daß diese Erklärung auf Widerstand stoßen würde.

Eine solche Theorie verlangt nämlich zwei Voraussetzungen, welche heute noch von sehr vielen Biologen abgelehnt werden. Einmal können derartig genau auf einen bestimmten Zweck abgestellte Handlungen nicht die Folge willkürlicher Mutationen am Keimplasma sein, sondern sie müssen bei der Arbeit am Objekt erkannt und erprobt worden sein. Dies setzt aber — wenigstens scheinbar — Intelligenzleistungen voraus, die man einem kleinen Käfer nicht zutrauen mag. Weiterhin würden aber auch nach Ansicht der meisten Vererbungsforscher aus derartigen Leistungen nicht die erblichen Instinkte entstehen können, auf denen das Vorgehen des Käfers heute doch ohne Zweifel beruht. Denn im Leben erworbene Eigenschaften gelten ja als nicht vererbbar. Diese beiden Einwände werden wir deshalb noch eingehend erörtern.

1952 erschien nun eine neue großangelegte Arbeit über den Instinkt des Trichterwicklers von H. Buck, in welcher eine weitere Theorie aufgestellt und ausführlich begründet wird. Nach dieser soll es sich nun bei der Kurve des Schnittes überhaupt nicht um ein zweckmäßiges Verhalten des Käfers handeln, sondern ihr Verlauf soll sich gleichsam von selbst ergeben auf Grund der Anatomie des arbeitenden Käfers und der Eigenschaften des Blattes.

Nunmehr liegen also drei verschiedene Erklärungsversuche vor, und es ist leicht zu erkennen, daß sie alle auf einer anderen biologischen Grundanschauung beruhen.

Die erste Theorie entsprang einer Auffassung, die bereit war, diesen einfachen Lebewesen geistige Fähigkeiten zuzutrauen, die sogar über die Leistungen eines durchschnittlichen Menschen hinausgehen. So erinnert der angeblich mathematisch hochbegabte Rüsselkäfer bedenklich an die berüchtigten „Denkenden Pferde“, die imstande sein sollten, im Kopf schwierige Rechenaufgaben zu lösen. Kein Wunder, daß der junge WASMAN dann lieber annahm, die Lösung könne dem Käfer nur direkt von Gott eingegeben sein. Aber auch das führte natürlich nicht weiter, denn auf Gott läßt sich ja alles Geschehen zurückführen. Die Naturwissenschaft aber verlangt als Erklärung einer Erscheinung das Zurückführen auf einfachere bekannte Grundursachen. Auch die von den Vitalisten herangezogene „Entelechie“ als besondere Lebenskraft konnte daher die Lösung nicht bringen.

Die Theorie des Verfassers unternimmt daher den Versuch, den Instinkt des Käfers aus natürlichen biologischen Vorgängen körperlicher und geistiger Art herzuleiten. Dabei zeigt sich allerdings bald, daß die bestehenden Vorstellungen vom

Geistigen, seinem Sitz, seinem Aufbau, von seinen Leistungen und Wirkungen im Organismus noch sehr unvollkommen sind, so daß hier sicherlich noch manche Ergänzung und Berichtigung notwendig ist.

Nach der Theorie von Buck soll dagegen die Schnittkurve lediglich eine zwangsläufige Folge der Anatomie des Käfers und des Blattes, sowie einiger erblich fixierter Bewegungsschemata unbekannter Herkunft und Ermüdungserscheinungen sein. Eine solche Art der Erklärung ist rein mechanistisch, etwa im Sinne der klassischen Selektionstheorie, die ja auch versucht komplizierte Lebensvorgänge auf einfache mechanisch wirkende Prinzipien zurückzuführen.

So entspricht also jede der drei Erklärungen einer besonderen naturphilosophischen Richtung und damit erhält das Problem des Trichterwicklers neben seiner speziellen auch eine wichtige grundsätzliche Bedeutung.

Der Käfer erhält durch seine Arbeit einen Abschnitt, der noch am Blatt hängt und sich zweifellos leichter zu einer Tüte aufrollen läßt als das ganze Blatt, vor allem wenn dieses kräftig und von erheblicher Größe ist wie etwa ein Haselblatt. Wie stellen sich nun die Theorien zu dieser Tatsache, daß der zweckmäßige Schnitt überhaupt ausgeführt wird?

Die mathematische Theorie behauptete, daß die Kurve, die der Käfer schneidet, die günstigste Lösung darstellt, die überhaupt möglich ist. Dies ist insofern richtig, als es eine bessere sicher nicht gibt. Aber es gibt doch viele gleich günstige je nach der Größe des Abschnittes, den man erstrebt, und hier zeigt sich, daß der Käfer auch insofern zweckmäßig handelt, als er die Größe des Abschnittes festlegt und den Schnitt in Lage und Form entsprechend ausrichtet. An kleinen Blättern wählt der Käfer den Anfangspunkt hoch in Nähe des Blattstieles, wodurch die zufällige Ähnlichkeit mit der Abwicklungskurve entsteht; bei großen wählt er ihn tief, so daß diese Ähnlichkeit gänzlich fortfällt. Die Zweckmäßigkeit des Schnittes bezieht sich also sowohl auf die Größe des entstehenden Abschnittes als auch auf das leichte Rollen und die für die entstehende Tüte notwendige Form. Aber die Zweckmäßigkeit bezieht sich nur auf den Schnitt, während der Verlauf des Blattrandes für das spätere Rollen unwichtig ist.

Nach der mechanischen Theorie von Buck soll der Käfer den Anfangspunkt nicht nach der Größe des Blattes auswählen, sondern nach der Biegsamkeit des Blattrandes. Nun ist die Elastizität aber sicher nicht so ausschlaggebend wie die Größe der zu drehenden Tüte. Junge Blätter sind an sich weich, sie werden aber erst knetbar, wenn sie nach dem Schneiden gewelkt sind. Zudem ist ein Buchenblatt, solange es jung ist, wesentlich weicher als ein Haselblatt. Trotzdem liegt der Anfangspunkt bei großen Buchenblättern ebenfalls tief. Daß aber überhaupt ein Blattschnitt ausgeführt wird, ist mechanistisch garnicht erklärbar, und die zweckmäßige Form des Schnittes müßte rein zufällig sein. Solch ein Zufall muß aber höchst unwahrscheinlich erscheinen; denn wie soll es zugehen, daß eine so komplizierte Kurve, wenn sie nur aus der Anatomie des schneidenden Käfers und des geschnittenen Blattes zwangsläufig entsteht, sich zufällig deckt mit dem günstigsten Schnitt den man führen kann, um aus dem entstehenden Abschnitt eine Tüte zu drehen?

Während also weder die mathematische noch die mechanische Theorie für die Ausführung des Schnittes an sich sowie dessen zweckmäßige Form eine Erklärung zu geben vermögen, führt die Zwecktheorie beides zurück auf die sinnvollen Reaktionen des Käfers und die Notwendigkeiten der Umwelt. Man hat, um solche einfachen Denkprozesse bei Tieren vom komplizierten menschlichen Denken abzugren-

zen, den Begriff des „Einsichtigen Verhaltens“ gebildet. Demnach läge beim Trichterwickler ein instinktmäßig einsichtiges Verhalten der Art vor in Erweiterung des bei Tieren allgemeinen, wenn auch verschieden stark ausgeprägten einsichtigen Verhaltens der einzelnen Individuen.

Zur Beweisführung muß nun die Zwecktheorie nachweisen, daß jeder einzelne Abschnitt der Kurve einer sinnvollen Reaktion des Käfers entspricht. Die mechanische Theorie dagegen muß jede Abweichung von dem „anatomisch bedingten“ Bogen des Schnittes erklären.

Nach der Zwecktheorie entsteht die komplizierte Form der Kurve dadurch, daß zwei unabhängige Vorgänge kombiniert sind, und zwar die eigentliche Grundkurve, die dem Rollen der Tüte dient, und dem an der Mittelrippe eingeschalteten Aufhängemechanismus. Die Grundkurve läuft in Form eines U-Bogens quer über das Blatt. Dabei werden die seitlichen Blattrippen besonders durchtrennt, während die dickere Mittelrippe nur angeritzt wird, so daß der Abschnitt an dieser Stelle festhängt. Nimmt man hinzu, daß der Käfer am Anfang und Ende des Schnittes einen kleinen Bogen schneiden muß, weil er nur quer einschneiden kann, so ist die Grundkurve hiermit schon fertig. Sie besteht nur aus einem Bogen, den der Käfer auf der zweiten Hälfte des Blattes zweckmäßig auslaufen läßt. Solche Schnitte kann man tatsächlich recht häufig finden. Bei kleinen Blättern verlegt der Käfer, um noch einen ausreichend großen Abschnitt zu erhalten, den Anfangspunkt sehr hoch nach oben. Er muß dann aber, um einen Bogen für das Rollen zu erhalten, stark nach unten abbiegen. Dadurch entsteht ein für das Rollen und die spätere Tüte durchaus günstiger Lappen. Man kann daher gradezu von einem besonderen Lappenschnitt sprechen. Auch solche einfachen Schnitte, die also aus Anfangs- und Endbogen, Lappenschnitt, Haupt- und Auslaufkurve bestehen, werden, besonders an Birke, häufig gefunden.

Die einfache punktförmige Aufhängung an der Mittelrippe ist natürlich nicht stark. Sie wird weiter geschwächt, wenn der Käfer die Mittelrippe hier nachträglich noch anbohrt, um den Saftstrom zu unterbrechen. Deshalb fällt die Tüte an derartigen Schnitten in der Regel bald ab. Um das zu vermeiden, fügt der Käfer den besonderen Aufhängemechanismus ein. Sobald er die Mittelrippe erreicht, ritzt er diese etwa 6 mm weit zum Blattstiel hin ein und geht erst dann auf die zweite Blatthälfte über. Würde er nun aber wie vorher einfach quer weiterschneiden, so würde die zweite Hälfte des Blattabschnittes hier zu groß und ließe sich nicht ungehindert um die erste herumlegen, wenn die Tüte gerollt wird. Offenbar deswegen schneidet der Käfer in diesen Fällen wieder im Bogen zurück bis er die alte Richtung der Grundkurve erreicht. Er gleicht also die Abweichung aus, so daß man hier von einem Ausgleichsschnitt sprechen kann. Die Aufhängung verlegt er meist etwas zum Blattstiel hin, das heißt, er schneidet gegenüber dem Lappenschnitt etwas zurück, so daß ein kurzer Rückschnitt entsteht und die Mittelrippe nun nicht mehr senkrecht, sondern in flachem Bogen erreicht wird<sup>1)</sup>.

Somit haben wir nun die Gesamtkurve in eine Anzahl von Einzelkurven zerlegt, von denen jede zwangsläufig als zweckmäßige Reaktion des Käfers erklärbar ist. Durch das Rollen der Tüte bedingt ist zunächst nur die Grund- und die Auslaufkurve. Anfangs- und Endkurve entstehen zwangsläufig, und Rück- sowie Ausgleichsschnitt gehören zur Aufhängung. Sie unterbleiben, wenn der Käfer den Rippenschnitt fortläßt, also keine besondere Aufhängung anbringt (siehe Abb. 6).

<sup>1)</sup> Dieser „Rückschnitt“ erfolgt aber nicht immer, ist also nicht unbedingt nötig.

Festzuhalten ist außerdem daran, daß der Käfer außer dem Blattschnitt noch eine ganze Anzahl von Instinkthandlungen ausführt, für die es ohnehin eine mechanistische Erklärung garnicht geben würde. So das Abmessen des Blattes vor der Bearbeitung, was im Gegensatz zum Schneiden stets an der Unterseite ausgeführt wird, das Durchtrennen der Seitenrippen, das Schonen der Mittelrippe, das Nachkontrollieren des Schnittes und das Ausnagen der Mittelrippe zum Unterbrechen des Saftstromes. Weiter sinnvolle Handlungen folgen dem Schnitt.

Die mechanistische Theorie nimmt nun an, daß die Kurve des Schnittes dadurch zustande kommt, daß der Käfer infolge der verschiedenen Bildung seiner Vorder- und Hinterbeine bei seitlichem Gehen ungewollt eine konkave kreisförmige Kurve beschreiben muß. Diese müßte natürlich wenigstens annähernd stets den gleichen Radius von etwa 1—2 cm haben, wobei der Kopf zum Mittelpunkt zeigt. Für die vielen Abweichungen von diesem Verlauf, gilt es, dann ebenso einfache Erklärungen zu finden.

Schon bei der kleinen Anfangs- und später der entsprechenden Endkurve sehen wir einen engen konvexen Bogen. Dieser entsteht nach der Zwecktheorie einfach zwangsläufig. Der Käfer will nach unten zur Blattspitze hin schneiden. Das kann er aber nicht sofort, weil er nur quer einschneiden kann, und daher außerhalb des Blattes sitzen müßte. So schneidet er zunächst quer ein und geht dann gleich in die gewünschte Richtung über. Diese Erklärung lehnt Buck ab, und nimmt statt dessen einen Instinkt an, der darin bestehen soll, daß der Käfer seine Beine in bestimmter Reihenfolge in den Schnitt setzt. Dabei dreht er sich so, daß der enge Bogen entsteht. Hätte er also nicht zufällig diesen sonderbaren Instinkt, für den es eine Erklärung nicht gibt, so würde er weiter quer über das Blatt schneiden.

Diese Kurve müßte, wenn der Käfer wirklich nach einem festgelegten Instinkt vorgeinge, stets die gleiche Krümmung aufweisen. Vergleicht man aber verschiedene Schnitte, so erkennt man leicht, daß dies keinesfalls zutrifft. Liegt der Anfangspunkt hoch, so biegt der Käfer in rechtem Winkel nach unten ab. Liegt dieser aber tief, wie fast immer bei großen Blättern, so erfolgt die Drehung in weitem und sehr stumpfem Winkel.

Betrachten wir nun weiter die Abschnitte der Kurve, die weder vom Seitenrand noch von dem besonderen Verhalten an der Mittelrippe beeinflußt sind, so müßte der Verlauf hier dem mechanischen Prinzip folgen. Dieses soll darin bestehen, daß der Käfer infolge der verschiedenen Beinlänge bei seitlichem Gehen automatisch einen Kreis beschreiben muß. In diesem Falle läge natürlich nicht ein zweckmäßiger Instinkt, sondern nur eine ungewollte Fehlleistung vor. Dieser Bogenschnitt soll dann noch zusätzlich dadurch verengert werden, daß der Käfer beim Durchtrennen der Seitenrippen infolge des Verweilens immer seine Richtung etwas verändert.

Soweit der Schnitt frei in der Blattspreite erfolgt, müßte er nach dieser Theorie stets wenigstens in etwa einem Kreisbogen von bestimmtem Radius entsprechen. Dieser Radius wurde bisher nicht angegeben. Man müßte ihn wohl zwischen 10 und 20 mm annehmen. Die Betrachtung zahlreicher Schnitte ergibt aber, daß diese unbeeinflußten Abschnitte einen Krümmungsradius besitzen, der zwischen 5 mm und unendlich wechselt. An vielen Stellen, so am Lappenschnitt, am Ausgleichsschnitt im Beginn der zweiten Blatthälfte und an der Auslaufkurve verläuft der Schnitt völlig gerade. An der Hauptkurve, sowie besonders beim Einbiegen in die Auslaufkurve wird meist ein enger Bogen geschnitten. Diese großen Unterschiede in der Krümmung des Schnittes sind aber mechanisch nicht zu erklären.

Das Abknicken der Kurve an den Blattrippen ist wohl tatsächlich durch die intensive Arbeit an dieser Stelle bedingt. Es kommt häufig vor, aber durchaus nicht regelmäßig. Interessant ist, daß nach dem Einknicken in der Regel der Schnitt im nächsten Zwischenraum fast gerade geführt wird, so daß ein Ausgleich der Richtung erfolgt. Die Kurve verläuft dann nicht in gleichmäßigem Bogen, sondern eckig, behält aber ihren grundsätzlichen für das spätere Rollen der Tüte wichtigen Verlauf bei.

An der Mittelrippe zeigt der Käfer ein besonderes Verhalten. In der Regel trifft er auf diese Rippe in spitzem Winkel. Er schneidet dann etwa 5 mm auf ihr entlang, biegt nun erst über sie hinweg um in der anderen Blatthälfte wieder zurückzukehren. Sobald er die Höhe der Hauptkurve in der ersten Blatthälfte erreicht hat, schwenkt er in engem Bogen wieder in deren Richtung ein. Seltener trifft der Käfer ungefähr senkrecht auf die Mittelrippe. In diesen Fällen schneidet er meist glatt über die Rippe hinweg, beißt sie aber nicht wie die übrigen Rippen ganz durch, so daß der entstehende Abschnitt an dieser Stelle hängen bleibt. Da er nun häufig nach Beendigung des Blattschnittes die Mittelrippe hier noch ausnagt um die Saftzufuhr zu unterbrechen, so fällt die Tüte bei dieser Ausführung natürlich oft ab.

In der Auswirkung stellt der Schnitt längs der Blattrippe also zweifellos eine Verbesserung der Aufhängung dar. Die Zwecktheorie nimmt daher an, daß der Käfer ihn aus diesem Grunde eingeführt hat.

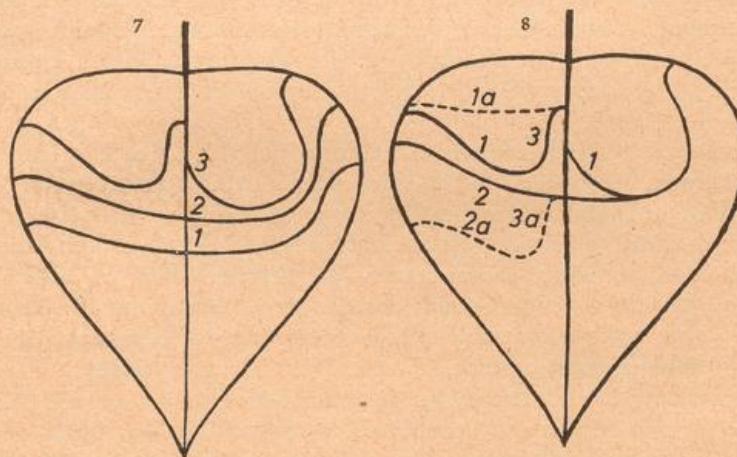


Abb. 7 Vermutliche Entwicklung des Schnittes: 1 = einfache U-Bogenkurve; 2 = Hochlegen des Anfangspunktes, dadurch bessere Rollkurve und günstiger Anfangslappen der Tüte; 3 = Normalkurve mit eingefügter Aufhängung an der Mittelrippe.

Abb. 8 Schema der Ausgleichskurve: 1 = Normaler Schnitt; 3 = Ausgleichskurve, die den Schnitt in die ursprüngliche Richtung zurückbringt. Würde sie fehlen, so verliefe der Schnitt wie 1a, und der dadurch zu große Abschnitt in der zweiten Blatthälfte würde beim Rollen hindern; 2 = Schnitt ohne besondere Aufhängung, wie er häufig besonders an der haarigen Birke (*Betula pubescens*) ausgeführt wird. Hier fehlt ein Ausgleichsschnitt wie 3a stets. Die Kurve müßte dann wie 2a verlaufen.

Die mechanistische Theorie muß natürlich für dieses sonderbare und unterschiedliche Verhalten eine andere Erklärung finden. Diese glaubt Buck darin sehen zu können, daß der Käfer beim Erreichen der Mittelrippe bereits ermüdet ist, und deshalb den Weg des geringsten Widerstandes wählt. Trifft er die Rippe senkrecht, so

ist das direkte Durchschneiden die leichtere Lösung. Trifft er sie aber schräg, so müßte er eine Drehung ausführen. Um diese zu vermeiden und sich zunächst einmal auszuruhen soll er nun dicht neben der Rippe also bei dem „Rippenschnitt“ etwa 6 mm weit nur die obere Lamelle der Blattspreite aufschlitzen. Danach soll er dann soweit erholt sein, daß nun erneute Aktivität einsetzt, die ihn veranlaßt, jetzt wieder in der alten Tiefe über die Mittelrippe hinweg zu schneiden.

Hiergegen ist zunächst einzuwenden, daß die Annahme einer derartigen Ermüdung durchaus unbegründet ist. An größeren Blättern kann man oft sehen wie der Käfer sehr lange Strecken ohne Unterbrechung bewältigt. Zudem wäre es auch viel einfacher, wenn der Käfer bei eintretender Ermüdung seine Arbeit einfach unterbrechen würde, anstatt den sicherlich technisch schwierigen Schnitt durch die halbe Dicke der Blattspreite einzuschalten. Wieviel Ersparung an Kraft kann solch ein Schnitt durch das halbe Blatt über 6 mm schließlich überhaupt bringen? Und im Erfolg bedeutet er doch eine Verlängerung des Schneidens um etwa 10 mm. Bei genauem Zusehen läßt sich zudem feststellen, daß der Schnitt hier garnicht in der Blattspreite sondern auf der Mittelrippe selbst ausgeführt wird. Dabei schneidet der Käfer recht tief und leistet daher sicherlich die gleiche Arbeit wie beim übrigen Schnitt.

Hinter der Mittelrippe biegt der Käfer nun in engem Bogen zurück in Richtung der Blattspitze. Dies führt Buck darauf zurück, daß hier wieder der gleiche sonderbare Instinkt auftritt, der auch am Anfang des Schnittes den Käfer zwingt, seine Beine in bestimmter Reihenfolge in den Schnitt einzusetzen. Wodurch dieser Reflex hier unter den ganz anderen Bedingungen ausgelöst wird, bleibt ungeklärt, und ebenso die Tatsache, daß er bei dem direkten Schneiden über die Blattrippe nicht eintritt.

Nach der Zwecktheorie handelt es sich darum, daß der Käfer nach dem in seinen Schnitt eingefügten Aufhänge-Mechanismus wieder zurückschneidet, um seine alte Kurve zu erreichen. Würde er das nicht tun, so entstünde aus der zweiten Blatthälfte ein größerer Abschnitt als aus der ersten, was zu Schwierigkeiten beim Rollen führen müßte. Beim direkten Durchschneiden der Mittelrippe bleibt der Käfer in seiner Richtung, und deshalb unterbleibt auch das Ausbiegen hinter der Mittelrippe.

Damit ist aber sowohl die mechanische Erklärung des Schnittes, wie auch die Theorie der Ermüdung nicht haltbar.

Nach Beendigung des Blattschnittes geht der Käfer seinen ganzen Weg wieder zurück wobei er den Schnitt mit dem Rüssel abtastet. Offenbar prüft er dabei, ob auch alle Seitenrippen durchtrennt sind, denn er beendet diesen „Kontrollgang“ wenn er etwa in der Mitte der Hauptkurve in der ersten Blatthälfte angekommen ist. Im darauf folgenden Anfangsteil der Kurve, den er nicht mehr kontrolliert, werden keine Seitenrippen mehr getroffen. Bei diesem Nachprüfen wird die Mittelrippe meist nachträglich angenagt, um den Saftstrom zu unterbrechen. Anschließend wartet der Käfer etwa 10–20 Minuten auf dem Blatt umherlaufend und meist etwas fressend. Nach dieser Zeit ist das Blatt soweit gewelkt, daß der Käfer mit dem Rollen beginnen kann. Zu diesem Zweck begibt er sich stets zum Anfangsteil seines Abschnittes. Die Sicherheit, mit der er diese Stelle auch nach der langen Zeit wiederfindet, verlangt eine gute Orientiertheit, zumal er ja gleich häufig von rechts und von links her einschneidet.

BUCK versucht auch hier mit einer mechanischen Erklärung auszukommen, welche die Annahme einer solchen Orientiertheit ersetzen könnte. Er nimmt an, daß der

Käfer während seiner Arbeit einem bestimmten Bewegungsrhythmus unterworfen ist, so daß er die Tüte nur mit den gleichen Beinen drehen kann, mit denen er auch beim Schneiden vorangegangen ist. Selbst wenn das der Fall sein sollte, so würde daraus noch keineswegs folgen, daß er so zielsicher zur richtigen Seite hinfindet. Auch dann müßte er die Lage des Anfangspunktes der Kurve kennen.

Auch das Entstehen der Tüte glaubt BUCK ebenso wie den Schnitt auf die Anatomie des Käfers zurückführen zu können: „Genau wie die Konkavschritte zwangsläufig durch die ungleiche Länge der Beine bedingt sind, ist diese morphologische Organisation des Käfers *Deporaus betulae* für die stets gleiche Form der entstehenden Rolle verantwortlich. Während der Rollung ziehen die vorderen kürzeren Extremitäten mit jedem Schritt einen geringeren Teil der Blattlamelle an den Körper heran als die hinteren. Dadurch muß zwangsläufig eine konische Form der Rolle resultieren. Es besteht also tatsächlich ein erkennbarer Zusammenhang zwischen Schnittform und Gestalt des Trichters, der jedoch seine Ursache in der eigentümlichen morphologischen Organisation des Käfers hat und — abgesehen von den Funktionen des Schneidens und Rollens an sich — vom Instinkt unabhängig ist.“

Es ist natürlich schwer festzustellen wie der Käfer beim Drehen im Einzelnen vorgeht. Es ist auch anzunehmen, daß er das Zustandekommen einer einwandfreien Tüte durch Lagerung des Materials mit beeinflußt. Das Rollen erfolgt ja in zwei Arbeitsgängen, zuerst entsteht nur eine lose Tüte und diese wird dann erst fest zusammengedreht. Die wichtigste Grundlage für das Entstehen der Tüte ist aber sicherlich der Kurvenschnitt, und das Prinzip des tangentialen Rollens, das der Käfer anwendet. Hierbei muß zwangsläufig eine Tüte entstehen. Würde die Hauptkurve sehr eng oder auch sehr weit geschnitten, so müßte der Käfer beim Rollen erheblich ausgleichen. Bei dem Mittelmaß, das der Käfer einhält, folgt das Material fast von selbst, und deshalb stellt ja gerade seine Kurve die denkbar günstigste Lösung dar.

BUCK hat nun weiterhin Versuche angestellt, bei denen er Blätter am Stiel abgetrennt und mit einem in der Mitte des Seitenrandes angeklebten Blattstiel neu befestigt hat. Die Mittelrippe lag in diesen Blättern waagerecht.

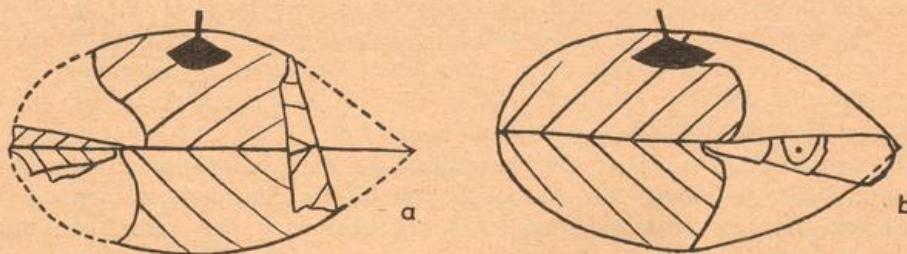


Abb. 9 Buchenblatt abgeschnitten und mit neuem Stiel seitlich aufgehängt (BUCK).

- Der Käfer hat den Fehler gemacht, oberhalb der neuen Aufhängung einzuschneiden. Nun hängt sein Abschnitt (rechter Teil des Blattes) fest. Er versucht dennoch eine Tüte zu erhalten, indem er entweder die Blattspitze aufrollt, oder sogar den Blattgrund, den er hier im Gegensatz zu dem Vorgehen an der Spitze um die nicht biegsame Mittelrippe dreht. Tatsächlich beginnt er mit dem Rollen, wie auch BUCK festgestellt hat, in beiden Fällen an der biegsamsten Stelle des Abschnittes, ein Verfahren welches sich auch in diesem extrem abweichenden Fällen als zweckmäßig erweist.
- Der Käfer hat richtig unterhalb der Aufhängung eingeschnitten. In all diesen Fällen erhielt er einen freihängenden Abschnitt, den er zu einer normalen Tüte aufrollen konnte.

In allen Fällen haben die Käfer normale Schnitte ausgeführt und zwar zur Hälfte vor, und zur Hälfte hinter der neuen Befestigung. Soweit die Schnitte hinter der Befestigung, also der Blattspitze genähert lagen, resultierte ein normaler freihängender Abschnitt, der auch in allen Fällen regelrecht eingerollt wurde. Lag aber der Schnitt vor dem neu angebrachten Blattstiel, so versuchte der Käfer entweder die Blattspitze oder den Restteil aufzurollen, obwohl dieser den dicken Anfang der Mittelrippe enthält.

Buck schließt daraus, daß der Käfer die Lage des Anfangsteiles des Abschnittes, bei dem er das Rollen normalerweise beginnt, garnicht kennt, sondern daß er einfach immer an der Stelle anfängt, die am losesten hängt und am biegsamsten ist. In diesem Falle müßte aber der Käfer sicherlich in der freien Natur gelegentlich auch am Endteil des Schnittes beginnen; denn auch dieser ist nach dem Schneiden welk und leicht biegsam. Zum mindesten in den Fällen, in denen kein Lappenschnitt ausgeführt wurde, ist der Unterschied sicher nicht groß. Der Käfer macht auch keinen Vergleich zwischen beiden Seiten, sondern geht direkt auf sein Ziel los. Man könnte das Verhalten des Käfers feststellen, wenn man gleich nach dem Schneiden den ganzen lose hängenden Anfangslappen mit einer Schere abtrennen würde. Sicherlich würde der Käfer auch dann noch hier mit dem Rollen beginnen.

In der Auswirkung ist das Vorgehen des Käfers auch hier wieder durchaus zweckmäßig. Wenn er wirklich nur zufällig den Instinkt hätte, mit dem Aufrollen der Tüte an der biegsamsten Stelle des Abschnittes zu beginnen, so bliebe ja weiterhin ungeklärt wie dieser so zweckmäßige Instinkt zufällig, d. h. ohne Beziehung auf den Zweck entstehen konnte? Es würde also nur wieder ein zu erklärender Vorgang auf eine ebenso unbekannte Ursache zurückgeführt.

Nimmt man dagegen an, daß der Käfer den Instinkt besitzt die Rolle dort zu beginnen, wo er den Schnitt angefangen hat, so ist das nur eine sinnvolle Vollendung der mit dem Schnitt begonnenen Handlung, es besteht mit anderen Worten eine funktionelle Einheit zwischen dem Schneiden und dem Rollen der Tüte. Findet nun in den künstlichen Versuchen der Käfer die Stelle, die er normalerweise einrollt, am Stengel befestigt, so bemüht er sich offenbar, seinem Trieb eine Tüte herzustellen entsprechend, irgend einen anderen geeignet erscheinenden Teil des Blattes zu rollen. Er versucht also hier wie auch bei gelegentlichen Fehlschnitten im Freien, eine eintretende Schwierigkeit durch verändertes Verhalten auszugleichen. Es ist dies wohl eine ähnliche Reaktion, wie wir sie bei Spinnen kennen, die ihr beschädigtes Netz reparieren und dabei von der üblichen Art des Netzbaues abgehen.

Um nun die Frage zu klären, inwieweit der Käfer die Schnittführung in der freien Natur nach der jeweiligen Art und Größe des Blattes einrichtet, wurden an verschiedenen Pflanzen zahlreiche frische Arbeiten gesammelt und nach Anfeuchtung zurückgerollt und aufgeklebt. Aus diesen wurden von jeder Pflanze 16 große und 16 kleine Blätter ausgewählt und an ihnen der durchschnittliche Blattschnitt ermittelt. Zu diesem Zwecke wurden aus je zwei Schnitten der Durchschnittsverlauf des Blattumfanges und des Schnittes gezeichnet. Es ergaben sich acht Kurven, aus denen wieder der Durchschnitt von je zwei festgestellt wurde. Diese vier Kurven aus je vier Blättern ergaben bei nochmaligem Zusammenlegen zwei, und diese lieferten dann das Mittel aus allen sechzehn Blattschnitten.

So entstanden erstmalig Kurven, die der Wirklichkeit entsprechen, ohne durch Einzelheiten unwesentlicher Art beeinflußt zu sein.

Das Resultat erlaubt uns ganz eindeutige Schlüsse (siehe Abb. 10).

1. Bei großen Blättern liegt der Anfang des Schnittes etwa am Beginn des zweiten Drittels des Blattrandes
2. Bei kleinen Blättern von Hasel, Buche und Erle liegt der Anfangspunkt wesentlich höher und der Schnitt biegt schärfer nach abwärts
3. Die Kurven an kleinen Blättern sind also nicht nur einfach entsprechend proportional verkleinert, sondern auch anders geformt
4. Der abgetrennte Blattabschnitt ist an kleinen Blättern zwar kleiner, aber doch relativ größer
5. An Birkenblättern ist der Schnitt bei kleinen Blättern kaum verändert. Hier liegt der Anfangspunkt auch bei den großen Blättern sehr hoch, da diese kaum größer sind als die kleinen Blätter der anderen Bäume.

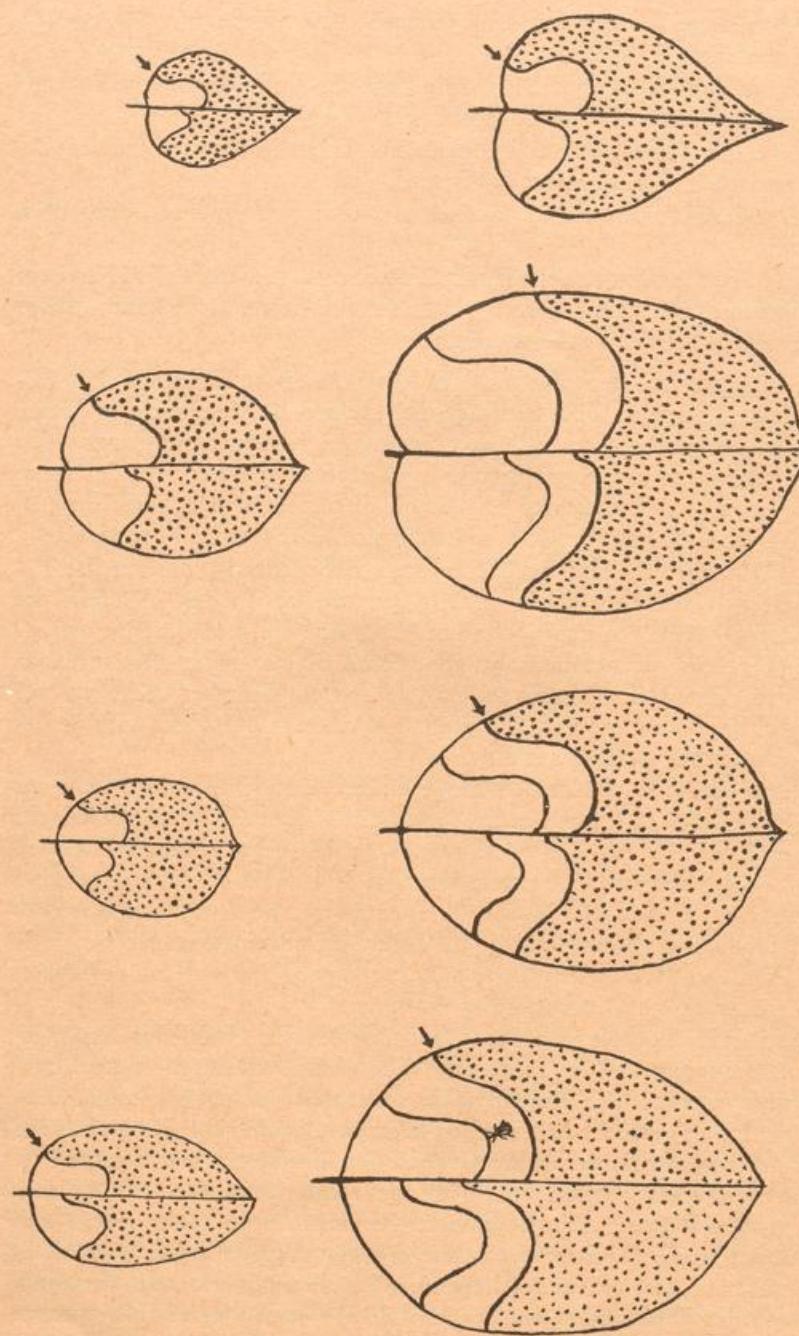
Hieraus muß geschlossen werden, daß es dem Käfer in erster Linie auf den Abschnitt ankommt, den er für seine Tüte benötigt. Bei kleinen Blättern sucht er diesen zu vergrößern, indem er weiter oben mit dem Schneiden beginnt, muß dann aber stärker nach unten gehen, um eine ausreichende Rollkurve zu erhalten. An der Birke tut er das schon bei den großen Blättern. Er handelt also stets seinen Zwecken entsprechend und ist in der Lage, den Schnitt den jeweiligen Bedingungen anzupassen.

In den letzten Jahren gelang nun noch eine neue Beobachtung, die für die Beurteilung der Arbeit des Trichterwicklers wichtig sein dürfte. In den Wäldern des Aachener Raumes ist der Käfer in ausgedehntem Maße auf die großblättrige amerikanische Roteiche (*Quercus rubra*) übergegangen. Diese Blätter sagen ihm offenbar im Gegensatz zu den deutschen Eichenarten zu, sie stellen ihn aber technisch vor ganz neue Aufgaben, da sie außerordentlich groß sind und ihr Blattrand infolge der tiefen Einschnitte ganz unregelmäßig verläuft.

Hier hat die Natur selbst in großem Umfange einen Versuch angestellt, den wir unter künstlichen Verhältnissen kaum hätten durchführen können. Wie arbeitet der Käfer nun an diesen Blättern, und was hätte man nach den verschiedenen Theorien erwarten müssen? Die mathematische Theorie, die den Schnitt als Abwicklungskurve des Blattrandes auffaßt, versagt hier natürlich vollständig; denn zu dem gänzlich unregelmäßig verlaufenden Blattrand würde die zugehörige Schnittkurve eine völlig unmögliche Form erhalten. Würde der Käfer sich hier nach dem Verlauf des Blattrandes richten, so würde er jede Orientierung verlieren.

Nach der mechanischen Theorie soll der Käfer sich bei der Wahl des Anfangspunktes nach der Aufhängung und der in dessen Nähe größeren Festigkeit des Blattrandes richten. Würde er aber hier einschneiden, so erhielte er einen riesigen Abschnitt, den er beim Rollen garnicht beherrschen könnte. Ob aber die Elastizität des Blattrandes allein ihn veranlassen kann die Gegend der Blattspitze aufzusuchen, erscheint doch recht zweifelhaft. Schon die Wahl des Anfangspunktes müßte dem Käfer bei diesen großen Blättern Schwierigkeiten bereiten. Noch mehr würde sich dies aber bei der Ausführung des Schnittes selbst ergeben. Würde dieser nämlich in einer durch die Anatomie des Käfers festliegenden Krümmung erfolgen, so würde hier, wo der Abstand des Blattrandes von der Mittelrippe etwa vier cm beträgt, die Mittelrippe garnicht erreichen. Die Arbeit des Käfers wäre also unter derart veränderten Bedingungen garnicht durchführbar, wenn sie auf Grund solch einfacher Reaktionen erfolgte.

Nach unserer Zwecktheorie nun soll der Käfer von der Blattspitze aus ein Stück



d BIRKE

c HASEL

b ERLE

a BUCHE

Abb. 10 Durchschnittskurven aus je 16 kleinen und großen Blättern von verschiedenen Pflanzen: Pfeil = Anfang. Punktierter Teil = Abschnitt. Obere Schnittlinie in den großen Blättern = Proportionale Übertragung des Schnittes im kleinen Blatt. Er überträgt also die Schnittlinie nicht nur in die größere Proportion, sondern verändert sie auch im Verlauf und in der Lage im Blatt. Nur am kleinen Birkenblatt muß er so schneiden wie am großen, weil sonst die Rollkurve zu klein würde.

Abb. 11 Schnitt an der Roteiche (*Quercus rubra*):

- a) Schnitt an sehr großem Blatt. Länge 21 cm. Breite 15 cm. Der Schnitt ist ganz nach unten verlegt, so daß ein normal großer Abschnitt entsteht. 1 = Einschnitt; 2 = Ausschnitt. Der Käfer hat zwei Aufhängungen angebracht (3 und 4). Die Tüte läßt sich nicht rollen.
- b) Schnitt an kleinem Blatt der Roteiche. Der Käfer hat etwa in der Mitte des Blattes eingeschnitten und eine normale Tüte erhalten.
- c) Zum Vergleich der Größenverhältnisse ein normaler Schnitt an der Birke.

abmessen, das seinen Zwecken entspricht und die Schnittkurve der jeweiligen Blattgröße anpassen. Die vielen an Blättern jeglicher Größe aufgefundenen Schnitte zeigen, daß dies tatsächlich der Fall ist. Kleinere Blätter waren etwa in der Mitte angeschnitten, je größer die Blätter aber wurden, um so weiter rückte der Schnitt nach unten zur Spitze, bis schließlich nur noch ein kleiner Teil am unteren Ende des Blattes abgetrennt wurde. Das Problem des Schneidens löst der Käfer also auch an diesen großen, völlig unregelmäßig gestalteten Blättern.

Anders ist dies aber offenbar mit dem Erkennen der Mittelrippe, und der damit verbundenen Anbringung des Aufhängemechanismus. An diesen großen Blättern hält der Käfer oft schon die erste Seitenrippe, auf die er trifft, für die Mittelrippe. Dies wäre weiter nicht schlimm, wenn er nun sämtliche weiteren Rippen einfach durchschneiden würde. Er verliert aber anscheinend die Orientierung und bringt nun an jeder weiteren Rippe eine Aufhängung an. Der dadurch an mehreren Stellen festhängende Abschnitt läßt sich natürlich später nicht rollen. Die kurze Zeit von wahrscheinlich wenigen Jahrzehnten hat eben noch nicht gereicht, um eine sinnvolle Anpassung des Instinktes an diese neuen Bedingungen entstehen zu lassen. Wir wissen, daß die Natur viel Zeit nötig hat zu ihrer Entwicklung.

Bei kritischer Betrachtung scheint es also tatsächlich nicht möglich, sich den Instinkt des Trichterwicklers anders entstanden zu denken als durch erblich gewordene Erfahrung bei der Bearbeitung der verschiedenen Blätter. Ob und wie wir uns die hierzu notwendigen Vorgänge im Organismus heute schon vorstellen können, ist eine weitere Frage. Zunächst gilt es, die Tatsache an sich zu erkennen. Erst dann werden die daraus sich ergebenden Probleme wieder ein wichtiges Ziel der weiteren Forschung.

Bevor wir uns diesen Fragen zuwenden, müssen wir uns wenigstens in kurzen Zügen mit einem Verwandten des Trichterwicklers befassen, dem Haselblattroller *Apoderus coryli*. Beim Trichterwickler sind die Zusammenhänge zwischen den Vorarbeiten, das heißt den Einzelheiten des komplizierten Blattschnittes und der späteren Tüte nicht leicht zu erkennen. Die Form der Schnittkurve verleitete dazu, in ihr besondere Gesetzmäßigkeiten außerhalb des eigentlichen Zweckes zu suchen. Hätte man statt dessen die Arbeit des Haselblattrollers stärker beachtet, so wäre man wohl kaum der Versuchung erlegen, den Verlauf der Kurve auf rätselhafte mathematische Fähigkeiten oder auf mechanische Vorgänge zurückzuführen. Denn hier kommen derartige Erklärungen garnicht in Frage, während die eminente Zweckmäßigkeit unabweisbar erscheint (siehe Abb. 12/1).

Der Haselblattroller ist etwas größer und stärker als der Trichterwickler und blutrot gefärbt. Er bearbeitet vorwiegend Haselblätter. Dabei schneidet er nahe dem Blattstiel das Blatt bis weit über die Mittelrippe durch. Etwa ein cm vor dem Blattrand aber bricht er den Schnitt plötzlich ab. Sein Zweck ist erreicht: das spätere Rollen erleichtert, der Saftzufluß unterbrochen und der Abschnitt am Restteil des Blattes befestigt. Und das alles mit dem einfachen, ziemlich kurzen und fast geraden Schnitt. Wie könnte man nun das Abbrechen des Schnittes mitten im Blatt anders erklären, als daß der Käfer erkannt hat, daß das Blatt abfallen muß, wenn er den Schnitt bis zum Rand durchführt?

Das abgetrennte Blattstück doubliert der Käfer über der Mittelrippe und rollt es dann von der Spitze her ein. Dabei dreht die Mittelrippe sich auf und bildet den oberen Rand der entstehenden Rolle. Von der Spitze bis etwa zur Mitte des Blattes läßt sich dieses Rollen durchführen. Dann aber würde die stärker werdende Mittel-

rippe Widerstand leisten, hätte der Käfer sie nicht vorher schon von hier an bis zum Blattschnitt alle fünf mm tief eingeschnitten.

Hier wird man wohl kaum noch die Anatomie des Käfers zur Erklärung anführen, und mit Mathematik hat der Vorgang auch nichts zu tun. Einzig die erkannte Notwendigkeit für das spätere Rollen kann den Vorgang erklären.

Beim Zusammenrollen des doublierten Blattes werden sodann die Seitenrippen der einen Seite gedehnt, die der anderen aber gestaucht. Auch diesem Vorgang hat der Käfer schon vorher Rechnung getragen. Er hat sämtliche Seitenrippen der einen Seite dicht eingekerbt und dadurch biegsam gemacht.

Wie kommt der Käfer zu diesem Verfahren, und weshalb bearbeitet er nur die eine Seite des Blattes? Welche Erklärung gibt es auch hier wieder außer dem Zweck?

Beim Entstehen der Rolle bilden sich dann oben fortlaufend Falten. Diese legt der Käfer sorgfältig radspeichenartig zusammen. Zwischendurch geht er immer nach unten und schlägt die dort überstehenden Zipfel der Blätter nach innen. Nur durch dieses erstaunlich sinnvolle und geschickte Verfahren ist es überhaupt möglich, das Blatt zu einer festen und regelmäßigen Rolle aufzudrehen. Aber auch diese Methode kann doch nur durch Erfahrung erlernt sein. Jedenfalls können solche genau auf den bestimmten Zweck ausgerichtete Handlungen weder auf mechanische Ursachen noch auf zufällige Mutationen am Keimplasma zurückgeführt werden, zumal sie stets nur an den Stellen ausgeführt werden, an denen sie notwendig sind.

Ein ähnlich deutlich sinnvolles Verhalten sehen wir beim Trichterwickler, wenn er den Endzipfel des Abschnittes befestigt. Dieser dreht sich natürlich infolge seiner Elastizität wieder zurück. Um das zu verhindern, befestigt ihn der Käfer mit einem tiefen Einstich auf den darunter liegenden Schichten der Tüte. Nie in seinem ganzen Leben macht der Käfer sonst noch einen derartigen Stich. Was könnte ihn wohl dazu veranlassen wenn es nicht der Zweck wäre, das Zurückrollen der Tüte dadurch zu verhindern. Auch dieser Stich wird mit großer Regelmäßigkeit ausgeführt, ist also völlig fixierter Instinkt.

Wie können wir uns nun vorstellen, daß derart zweckmäßige Reaktionen auf die Bedingungen der Umwelt aus eigener Einsicht und Erfindung des Käfers entstanden sein können?

Bisher wurde bei derartigen Betrachtungen meist der Fehler gemacht, daß man die Fähigkeiten der Tiere prinzipiell unterschätzte und außerdem komplizierte Erfindungen, wie etwa den Blattschnitt des Trichterwicklers als Ganzheit auffaßte. Dabei wird übersehen, daß alle technischen Erfindungen auf vielen meist kleinen und unbedeutenden Verbesserungen beruhen die keine große Intelligenz erfordern. Sie werden weniger von Genies gemacht, als von denen, die sich intensiv mit der Sache befassen und bemüht sind, ihr Ziel möglichst vollendet und schnell zu erreichen. Das ist aber sicherlich auch bei diesen Rüsselkäfern der Fall.

Eine fertige technische Leistung ist also meist keine große geniale Einzelleistung sondern das Resultat zahlreicher kleiner Erfindungen, die sich bei der Arbeit ergeben. Eine solche Gemeinschaftsleistung erlangt dabei eine Höhe, die ein einzelner niemals erreichen könnte. Das gilt nicht nur für die Kurve des Trichterwicklers, dem man nicht zutraut, daß er sein kompliziertes sinnvolles Verfahren erdacht haben könnte, sondern genau so für jede Erfindung des Menschen. Ebenso wenig, wie ein einzelner Trichterwickler seine Kurve erfinden konnte, ist auch ein einzelner Mensch in der Lage, ein Auto oder auch nur ein Fahrrad zu bauen. Und trotzdem haben beide in der Gemeinschaft ihrer Art die Arbeit bewältigt.

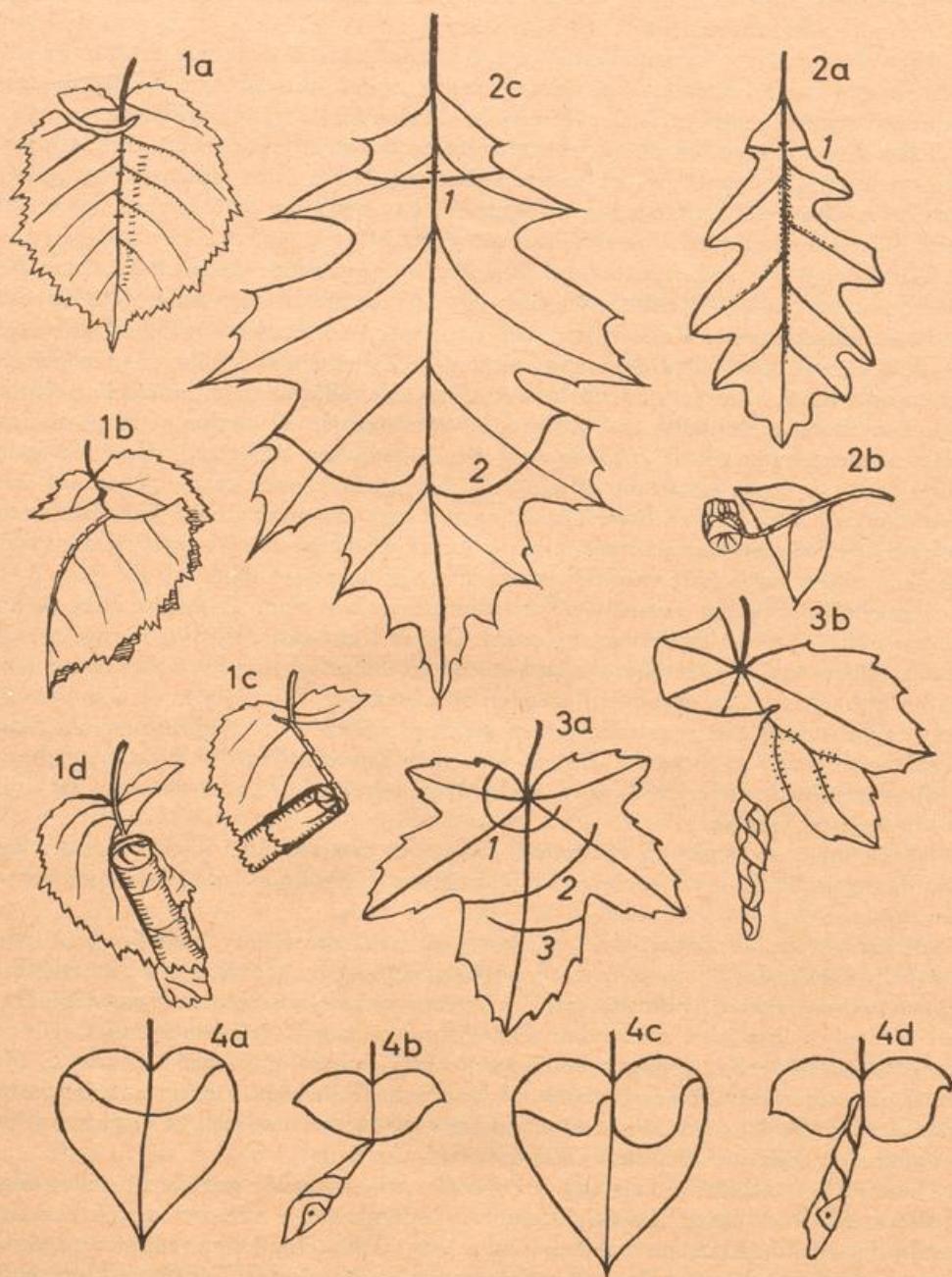


Abb. 12 Brutfürsorge einiger europäischer Blattroller  
(Erläuterung siehe nebenstehend)

Abb. 12 Brutfürsorge einiger europäischer Blattroller.

1. Der Haselblattroller (*Apoderus coryli*).

1a. Der Blattschnitt führt über die Mittelrippe, hört dann aber plötzlich auf, so daß eine Aufhängung am Blattrest verbleibt. = 1. Zweckhandlung. Vom Trennschnitt aus schneidet der Käfer die Mittelrippe mehrfach im Abstand von etwa 5 mm ein um sie für das Rollen biegsam zu machen. = 2. Zweckhandlung. Auf einer Blatthälfte werden die Seitenrippen ganz dicht eingekerbt, weil sie sonst beim Rollen des doublierten Blattes Widerstand leisten würden, denn dabei wird die eine Seite des Blattes gestaucht und die andere gezogen. = 3. Zweckhandlung. Die schräg neben der Mittelrippe verlaufende Reihe von Einbissen findet man an der geöffneten Blattrolle. Sie stammt von der Bildung des Daches der Rolle.

1b. Hier ist das Blatt doubliert. Bei dieser Arbeit reitet der Käfer mehrfach auf der Mittelrippe hin und her und drückt dabei die Blatthälften kräftig zusammen. = 4. Zweckhandlung.

1c. Das Blatt ist nun halb gerollt. Dieses Rollen erfolgt quer zur Mittelrippe = 5. Zweckhandlung. Dabei wird aber nicht einfach quer gerollt, sondern ein Dach gebildet, indem das Blatt neben der Mittelrippe angehoben wird. Die dabei entstehenden Falten werden sorgfältig radspiechen-förmig zusammengedrückt. Die unten an der Rolle vorstehenden Zacken des Blattes werden nach innen geschlagen. = 6. und 7. Zweckhandlung. Man versuche einmal diese ganz durch die bei der Arbeit auftretenden Schwierigkeiten bedingten und keineswegs durch anatomische Zwangsläufigkeit zu erklärenden zweckmäßigen Handlungen auf willkürliche Mutationen am Keimplasma zurückzuführen.

Das Gleiche gilt für die weiteren Arten.

2. Der Eichenblattroller (*Attelabus nitens*).

2a. Das Blatt wird am Grund von beiden Seiten her bis zur Mittelrippe eingeschnitten. = 1. Zweckhandlung. Dann wird die Saftleitung in der Mittelrippe zernagt. = 2. Zweckhandlung. Um nun die Rippen für das Rollen biegsam zu machen, werden die Mittelrippe und meist auch die beiden stärksten Seitenrippen von oben her bis zum Blattschnitt dicht eingekerbt. = 3. Zweckhandlung.

2b. Fertige Bruttrolle. Das Rollen geschieht hier in der gleichen Weise wie beim Haselblattroller nach Doublieren und Bildung eines Daches. Dies ist merkwürdig, weil die Käfer garnicht so sehr nahe verwandt sind. Sie gehören verschiedenen Gattungen an und sind körperlich sehr unterschiedlich gebaut.

2c. Gute Blattschnitte des Eichenblattrollers und des Trichterwicklers an einem Blatt der amerikanischen Eiche (1 und 2). Der Eichenblattroller verarbeitet normal das ganze Blatt, da er es nahe am Blattstiel einschneidet. Sein Verfahren bewährt sich an dem großen Blatt nicht, weil der Abschnitt zu groß wird. Der Trichterwickler (2) mißt von der Blattspitze her ein für seinen Zweck passendes Stück ab. Sein Verfahren bewährt sich daher auch bei dem großen Eichenblatt. Nur daß er bei ganz großen Blättern die Orientierung verliert und die Seitenrippen mit der Mittelrippe verwechselt

3. Der Ahornblattroller (*Deporaus tristis*).

3a. Der Ahornblattroller steht dem Trichterwickler sehr nahe. Auch er paßt die Schnittführung der Größe des jeweiligen Blattes an indem er den Schnitt bei größeren Blättern weiter nach unten verlegt. Normal schneidet er rings um die Stiel macht aber vor der letzten Rippe halt, damit das Blattstück nicht abfällt (1). Bei größeren Blättern schneidet er vom Endzipfel aus bis nahe zum Blattgrund (2). Dabei trennt er zwei Zipfel ab. Bei ganz großen Blättern trennt er nur den Endzipfel ab (3). Stets macht er aber an der richtigen Stelle halt, damit der Abschnitt nicht abfällt. Er ist also genau über die Form des Blattes orientiert: = 1. Zweckhandlung.

3b. Normalschnitt mit gerollter Tüte. Diese ist einfach quer gerollt, also nicht tangential wie beim Trichterwickler. = 2. Zweckhandlung (siehe Abb. 3). Um den Saftzufluß vom Blattrest her ganz zu unterbinden, quetscht dieser Käfer genau die noch zuführenden Rippen an den richtigen Stellen dicht ein. Hierbei entsteht durch das Zufassen der Kiefer eine „Lochreihe“ beiderseits der Blattrippe. Ein für ihn typisches Verfahren = Zweckhandlung 3.

## 4. Der Trichterwickler

Hier sehen wir die beiden typischen Schnitte dieser Art, und zwar a und b das Vorgehen ohne besondere Aufhängung, c und d mit Aufhängung an der Mittelrippe.

Gerade aus diesem Grunde war es wichtig, daß nachgewiesen werden konnte, daß auch die Schnittkurve des Trichterwicklers nicht eine ursprüngliche Einheit darstellt, sondern aus zahlreichen Einzelkurven besteht, welche durch Verbesserungen zustande gekommen sind. Wenn man sieht, wie der Käfer einzelne Aufgaben, vor denen er steht, sinnvoll bewältigt, so ist es auch leicht zu verstehen, daß er die kleinen Notwendigkeiten, die in ihrer Gesamtheit zu der komplizierten Kurve führten, bei der Arbeit erkannt hat. Trichterwickler, die den Endzipfel ihres Abschnittes immer wieder vergeblich anzudrücken versuchten, kommen eben schließlich darauf, ihn mit einem Stich ihres Rüssels fest zu verzahnen. Derartige Leistungen liegen ohne Zweifel im Bereich dieser Tiere.

Auch die Erfahrung, daß das Blatt abfällt, wenn der Schnitt durchgeführt wird, ist hierfür ein Beispiel, und es ist recht aufschlußreich zu sehen, wie die verschiedenen Arten hier reagieren. Der Trichterwickler hängt seine Tüte auf, indem er die Mittelrippe eine Strecke weit aufschlitzt. Aber auch wo er dies unterläßt, schneidet er diese Rippe nie ganz durch wie die sämtlichen übrigen Rippen.

Sein nächster Verwandter, der *Ahornblatttroller* *Deporaus tristis* schneidet einen kreisförmigen Schnitt rings um den Blattstiel, durchtrennt dabei sämtliche Rippen und hört dann kurz vor dem Blattrand auf, so daß der Abschnitt hier festhängt. Es ist dies das gleiche Verfahren, das der Haselblatttroller anwendet, der einer ganz anderen Gruppe angehört und das Gleiche also sicherlich ganz unabhängig erdacht hat.

Der *Eichenblatttroller* *Attelabus nitens*, der der Verwandtschaft nach dem Haselblatttroller nahe steht, schneidet das Eichenblatt am Grunde von einer Seite her bis zur Mittelrippe hin ein, tastet sich dann mit dem Rüssel zur anderen Seite und schneidet von hier aus zur gleichen Stelle der Mittelrippe hin ein, so daß der Abschnitt an dieser Stelle noch festhängt.

All diese Tiere kennen offenbar die Wirkung der Schwerkraft und jedes hat auf seine Art gelernt, darauf zu reagieren. Jeder Vogel, der sein Nest baut, weiß, daß er vor allem die ersten Ästchen so legen muß, daß sie nicht herunter fallen. Legt man einem zahmen Wellensittich ein Spiegelchen oder einen Löffel auf den Tisch, so schieb er ihn zum Rand bis er herunterfällt und schaut ihm dann mit sichtlicher Freude nach. Er weiß wohl sicher nicht, was Schwerkraft ist (wir wissen es ja übrigens auch nicht), aber er weiß, daß alles was keine feste Unterlage hat, nach unten fällt. Ihm selbst geht es ja auch so.

Auch Schmetterlinge wissen, daß ihre Eier herunterfallen würden, wenn sie dieselben einfach auf die Blätter legen würden. Sie kleben sie deshalb fest. Und diese Tiere wissen offenbar noch viel mehr. Der Pappelschwärmer und alle anderen, deren Räupchen bald schlüpfen, legen die Eier direkt auf die grünen Blätter. Der Ringelspinner und alle, deren Räupchen erst im nächsten Frühjahr ausschlüpfen, legen sie an den Stamm oder holzige Zweige. Offenbar wissen sie, daß die Blätter im Herbst abfallen und ihre Eier mit forttragen würden. Wie weit solches Wissen den heute streng nach ihrem ererbten Instinkt lebenden Einzelwesen bewußt ist, läßt sich schwer sagen. Sein Ursprung ist aber ohne bewußte Erkenntnis nicht denkbar. Es genügt nicht zu sagen, den Tieren sind die zweckmäßigsten Instinkte angeboren. Auch das Angeborene muß irgendwo herkommen, und auf zufällige Mutationen lassen sich diese an ganz spezielle Notwendigkeiten angepaßte Reaktionen nicht zurück-

führen. Nicht das Keimplasma kennt die Wirkung der Schwerkraft, sondern der Organismus.

Wenn nun aber aus solchen zweckmäßigen Reaktionen erbliche Instinkte werden sollen, so ist sicherlich die erste Voraussetzung, daß es sich um naheliegende Erkenntnisse handelt, die gleich von vielen Einzeltieren aus derselben Notwendigkeit heraus gemacht wurden. Dabei wird auch eine positive Auslese mitgewirkt haben. Auch bei den Erfindungen des Menschen spielt ja die Auslese nachträglich eine wichtige Rolle, indem auf die Dauer nur das beibehalten wird, was sich bewährt. Das ist aber eine Auslese auf Grund aktiver Erwerbungen und nicht auf Grund zufälliger Abänderungen. Für den bei der Vererbung notwendigen Übergang auf das Keimplasma — die somatische Induktion — sprechen zahlreiche wichtige Argumente, die uns hier zu weit führen würden. Der Haupteinwand der Gegner besagt, daß man ihn nie beobachten konnte, und daß wir Menschen ja auch unsere erlernten Kenntnisse nicht auf unsere Nachkommen vererben.

Daß man die somatische Induktion nicht beobachten kann, liegt zweifellos an der Kürze der Zeit. Zudem waren die angestellten Versuche vielfach auch ganz abwegig. So ist z. B. das Abschneiden der Schwänze bei Mäusen, was WEISMANN jahrelang durchführte, keine erworbene Eigenschaft, sondern eine erlittene Verstümmelung, und das dürfte ein sehr großer Unterschied sein.

Beim Vergleich mit der Vererbung beim Menschen scheint aber doch eine Vermenschlichung der Tiere vorzuliegen, auf die sonst so oft hingewiesen wird. Wir Menschen leben kaum noch nach derart vererbten Instinkten. Unser Geist hat sich von ihnen weitgehend befreit. Dafür müssen wir alle von vorne anfangen und lernen. Tiere aber erben sicherlich nicht nur Anlagen und Instinkte, sondern auch das Wissen ihrer Eltern soweit es für ihr Leben wesentlich ist. Es ist dies das Erbgedächtnis, das ihnen ermöglicht, gleich so zu leben, als wenn sie das Leben ihrer Eltern selbst gelebt hätten und es nur fortzusetzen brauchten.

Die Instinkte der blattrollenden Rüsselkäfer und vieler anderer Tiere sind wohl sicher auf Grund von vererbten Erfahrungen entstanden. Bei anderen ist das nicht so leicht zu erkennen. Wenn z. B. die Raupe eines Falters in ihren Cocon eine Öffnung spinnt, durch welche der Falter später heraus kann, die sie aber selbst als Raupe nie benutzt, so weiß sie nicht aus eigener Erfahrung, daß diese Öffnung notwendig ist. Und ebensowenig weiß die Raupe des Seidenspinners *Antherea mylitta*, daß sie diese Öffnung nicht braucht. Sie spinnt einen völlig geschlossenen steinharren Cocon, den der Falter später durch einen Saft auflöst, der Leim und Seide zerstört.

Instinkte dieser Art beruhen auf höheren Stufen der geistig seelischen Organisation des Lebendigen. Auch sie sind erworben, aber in der weiteren Entwicklung vom Organismus meist an besondere körperliche Organe gebunden oder mit bestimmten Entwicklungsstufen verknüpft. Dadurch kann durchaus eine Vorverlegung entstehen, die den Anschein erweckt, als ob das Tier vorausschauend handele. Auch die Entwicklung erfolgt ja vorausschauend, indem sie vorverlegt. Fast alle unsere Organe werden schon im Mutterleib ausgebildet, obwohl sie erst später in Funktion treten können. Daher ist selbst das Vorausschauende derartiger Instinkte kein Beweis dafür, daß sie nicht erworben sein können. Sie übersteigen das mögliche Wissen der Entwicklungsstufe, welche sie ausführt, aber nicht das der Art. Das Leben verfügt bei der Vererbung über viele verschiedene Möglichkeiten, die es je nach Bedarf hervorbringt und einsetzt.

Wie wäre es sonst möglich, daß bei Tieren regelmäßig hoch ausgebildete Spezialorgane und Instinkte erscheinen, die weder Vater noch Mutter aller Vorgenerationen jemals besitzen? Die Honigbiene ist ein Beispiel dafür. Die Körbchen an ihren Hinterbeinen sowie ihre zahlreichen sinnvollen Instinkte besitzt weder die Königin noch die Drohne, aber sie bringen sie trotzdem in ihren Nachkommen, den Arbeiterinnen, stets wieder hervor.

Die meisten Gallwespen leben in einer Sommer- und einer Herbstgeneration, die sich so unähnlich sehen, daß man sie für zwei verschiedene Arten gehalten hat. Auch ihre Instinkte sind gänzlich verschieden. Und doch geht stets abwechselnd die eine aus der anderen hervor, die eine sogar ohne Befruchtung.

Eine kleine Schlupfwespe von nur ein Millimeter Größe hat es wohl schwer, im Wald eine Raupe zu finden. Hat sie sie aber entdeckt, so springt sie blitzschnell auf ihr riesiges Opfer und legt ein Ei unter die Haut. Der Erfolg: Aus der Raupe werden an Stelle des Falters bis zu dreitausend winzige Wespen ausschlüpfen, alle aus dem einzigen Ei.

So weicht das Leben in erstaunlicher Weise von den sonst überall üblichen Vorgängen ab, wenn die Umstände andere Organisationen verlangen.

Schließlich ist die Frage, wie sich aus der winzigen Keimzelle der ganze Organismus mit seinen zahlreichen verschiedenen Organen und Fähigkeiten entwickeln kann, kaum weniger schwierig zu verstehen, als die Möglichkeit, daß das Keimplasma vom Organismus in dem es ruht, von dem es zu seiner Funktion angeregt wird und das Material zur Vermehrung und Bildung der Geschlechtszellen erhält, auch beeinflußbar ist.

Die Probleme der tierischen Intelligenz und der Vererbung waren hier nicht ganz zu umgehen. Sie bilden ja schließlich die Hauptargumente gegen eine Erklärung der Instinkte aus den eigenen geistig-seelischen Kräften der Organismen. Es sollte nur dargelegt werden, daß wir unsere geltenden Vorstellungen nicht vorbehaltlos als Beweis dafür anführen dürfen, daß eine Entstehung der Instinkte aus diesen Kräften unmöglich ist. Damit würden wir jeden Fortschritt in dieser wichtigen Frage verhindern. Gewinnen wir aber die Überzeugung, daß die Instinkte wirklich nicht anders erklärt werden können als durch Erfahrung erworben, so sollte man auch die Folgerung ziehen und in ihnen den Beweis dafür sehen, daß unsere Vorstellungen von der Vererbung einer Ergänzung bedürfen im Sinne einer Beeinflussung des Keimplasmas durch den Organismus. Das gelegentliche Auftreten von Mutationen schließt ja nicht aus, daß außerdem gerichtete Entwicklungstendenzen bestehen. Auch die Mutationen treten ja oft in bestimmten Richtungen auf.

Hier liegt die große Bedeutung der Erforschung dieser Instinkte, und es wäre daher sehr zu wünschen, daß die neuen Beobachtungen, wie z. B. das Abmessen des Blattes durch den Trichterwickler vor der Bearbeitung, durch weitere Untersuchungen erhärtet würden. Vielleicht bestehen hier auch Unterschiede der einzelnen Rassen.

Daß die Kenntnis vom Wesen und Werden der Instinkte noch bis heute völlig im Dunkeln liegt, beruht vor allem darauf, daß man die Rolle, welche dabei die geistigen Kräfte gespielt haben, nicht anerkannt hat. Die mechanistische Theorie der Schnittkurve des Trichterwicklers zeigt erneut, wie unmöglich es ist, derartige Instinkte ohne das Wirken geistiger Kräfte zu erklären. Aber auch die nicht darwinistisch denkenden Forscher konnten bisher eine ausreichende Erklärung der In-

stinkte nicht geben. So sagt NACHTWEY: „Wir wollen ganz ehrlich sein und den Mut aufbringen, unsere Unwissenheit zu bekennen. Die Anschauung WUNDTs (Gewohnheitstheorie) und DARWINS (Zufallstheorie) über die Entstehung der tierischen Instinkte scheinen uns krampfhalte, unzulängliche Hypothesen. Wir haben ebensowenig eine Erklärung für die Entstehung der Instinkte wie für die Entwicklung der lebendigen Geschöpfe oder den Ursprung der Sonnen und Planeten“. Und an anderer Stelle: „Das Geheimnis des Instinkts ist in Wahrheit das Geheimnis unserer Seele. Mit ausgeklügelten Formeln werden wir das Lebendige niemals ergründen und deuten können. Die Biologen werden sich in Zukunft mehr mit den Erscheinungen der Seele beschäftigen müssen, ob sie wollen oder nicht.“

In einer Betrachtung über den Trichterwickler sagt VON FRANKENBERG: „Allerdings ist der Instinkt, der den Käfer bei der Herstellung seines Trichters leitet, nicht wunderbarer als tausend andere, die wir kennen, und es braucht niemand an einen metaphysischen Mathematicus zu glauben, der die vorteilhafteste Kurve für den Birkenblattroller errechnet hätte. Aber aufs neue offenbart sich uns hier jene gewaltige ordnende Macht, die nicht über, sondern in der Natur wirkt und das Lebendige vervollkommen. Sie war es, die Instinkte und Organe schuf, den Wunderbau unseres Auges so gut wie das moralische Gesetz in uns.“ Aber wer und wo ist diese in der Natur wirkende Kraft? Soweit wir bisher wissen, kann es sich nur um die in allem Leben wirkenden geistig-seelischen Kräfte handeln.

Auch W. BÖLSCHE fand für den Instinkt des Trichterwicklers keine Erklärung, weil er durch die Selektionstheorie irre geführt war: „Die kleinen Birkenkünstler müßten immer wieder den richtigen Evolutenschnitt aus der gegebenen Evolente errechnet haben. Das dürfte doch auch dem kühnsten Verfechter von Käferverstand etwas zu viel werden.“

Der Physiker HEITLER lehnt die darwinistisch-mechanistische Wissenschaft in ihrem Totalanspruch ab und führt die Evolution auf Planmäßigkeit zurück: „Wenn aber in der Evolution kein Zufall herrscht, dann muß eben eine Art von Plan bestanden haben oder bestehen.“ In wissenschaftlichem Sinne führt aber auch dieser Gedanke nicht weiter, denn, wie HEITLER selbst sagt, „damit stellt sich sofort die metaphysische Frage nach dem Ursprung der Zielsetzung, nach dem Wesen, das den Plan in der Natur macht“. Solche Vorstellungen sind schließlich nicht mehr weit entfernt von der religiösen Auffassung WASMANNs, nach der nur Gott selbst dem Trichterwickler die mathematische Lösung eingegeben haben könne. Da man also dem Käfer, das heißt allgemein der Natur, nicht zutraut, daß sie aus eigenen geistig seelischen Kräften sinnvolle und zweckmäßige Einrichtungen zu schaffen vermag, konstruiert man künstliche mechanische Systeme, zu deren Erklärung man dann metaphysische Kräfte heranziehen muß. Letzten Endes entspringen solche Gedankengänge aber nur der Überheblichkeit des Menschen, der glaubt, daß nur in seinem Gehirn vernünftige Gedanken entstehen können, obwohl er doch weiß, daß die Natur alle Lebewesen mit Einschluß des Menschen in ihrer ganzen für uns unfaßbaren Kompliziertheit ganz ohne Zutun menschlichen Denkens hervorgebracht hat. Wie alles körperliche und geistige Leben so sind auch ohne Zweifel die Instinkte aus dem Geist der Natur entstanden. Diese Vorstellung, die sich aus dem Verhalten der Blattroller geradezu zwangsläufig aufdrängt, wird heute nur noch selten vertreten. Ihr stehen eben wissenschaftliche Thesen entgegen, die man noch nicht zu überwinden vermag. Es sind dies besonders die Vorstellungen, daß erstens erworbene

Eigenschaften nicht erblich sein sollen, und daß zweitens niedere Tiere oder gar Pflanzen nicht in der Lage sein sollen, sinnreiche und sogar (scheinbar!) vorausschauende Erfindungen zu machen.

Zu (1) führten wir an, daß die Instinkthandlungen der Blattroller gerade einen wichtigen Beweis für die Vererbung erworberer Eigenschaften bieten, da sie anders garnicht erklärt werden können. Zu (2) wandten wir ein, daß die kompliziert aufgebauten Instinkte aus zahlreichen einfachen Einzelhandlungen zusammengesetzt sind, die einzeln betrachtet sehr wohl im Bereich der geistigen Möglichkeiten der Tiere und Pflanzen liegen. Geistige Vorgänge spielen sich eben nicht nur in Nervenzellen ab und komplizierte Instinkte stellen Gemeinschaftsleistungen der Art dar, die ebenso wie menschliche Erfindungen am Ende weit über die mögliche Intelligenzleistung des einzelnen Individuums hinausreichen.

Auf Grund der mechanistischen Weltanschauung wäre das Problem des Lebens gelöst; aber es ist eben nur eine Scheinlösung. Macht man aber mit HEITLER den direkten Sprung ins Metaphysische, so bleibt für Forschung kein Raum mehr, an ihre Stelle tritt unvermittelt der Glaube. Erkennt man aber die führende Rolle des Geistig-seelischen in der Entwicklung, so ergibt sich ein weites Forschungsgebiet in der Erschließung der Wirkung dieser geistigen Kräfte im Leben, und das Metaphysische beginnt erst dann, wenn wir das Wesen und die Entstehung des Geistigen selbst zu erkennen versuchen. In Anbetracht der weitreichenden Auswirkungen, die sich aus der Instinktforschung auf unsere Weltanschauung ergeben, sollte man den blattrollenden Rüsselkäfern, denen hierin zweifellos eine Schlüsselstellung zukommt, in Zukunft mehr Aufmerksamkeit widmen. Und weiterhin sollte man aber auch den Mut finden, die notwendigen Folgerungen zu ziehen, auch wenn sie bisher als gesichert geltenden wissenschaftlichen Vorstellungen widersprechen.

#### A n h a n g

Nach Buck soll der Verfasser nun über das Verhalten des Käfers eine Voraussage gemacht haben, die sich in seinen Versuchen nicht bestätigt hat. Diese Auslegung erfordert eine Klarstellung, da sie für das Verständnis der Arbeit des Käfers wichtig ist, und gegen die Zwecktheorie angesetzt wird. Würde der Käfer sich wirklich entgegen einer Voraussage der Theorie verhalten, so wäre diese natürlich in Frage gestellt.

In meiner ersten Arbeit über den Instinkt des Trichterwicklers hatte ich gesagt: Eine auffallende Erscheinung ist, daß der Käfer ebenso rechts wie links am Blatt mit seiner Arbeit beginnen kann. Das erfordert bei einer so unsymmetrischen Schnittführung, daß er die ganze Kurve auch im Spiegelbild ausführen kann.“ Und später „So heißt es in dem hervorragenden Werk von VON LENGERKEN, daß die Käfer in der Regel beim Schneiden mit dem Kopf zur Blattbasis gerichtet sitzen. Sollte das wirklich gelegentlich nicht der Fall sein, so müßte das Tier die ganzen Kurven wiederum in anderer Form in seinem Instinktgedächtnis haben, da ja dann alles umgekehrt verlief, so daß aus konvex konkav und umgekehrt würde. Die Anfangs- und Endkurve aber müßten entgegengesetzt laufen, woran solche Kurven noch nachträglich kenntlich sein würden.“

Hierzu sagt nun BUCK (S. 194) „Die bei allen Autoren erwähnte Tatsache, daß die Käfer sowohl von rechts, als auch von links mit dem Schneiden beginnen können, nennt ROSSKOTHEN „eine auffallende Erscheinung“. Abgesehen von einseitiger Dresur und morphologischer Asymmetrie sind jedoch meines Wissens keine Fälle bekannt, in denen irgend eine unsymmetrische Handlung nicht auch spiegelbildlich ausgeführt werden kann. Außerdem geht ROSSKOTHEN fehl in der Beschreibung der mutmaßlichen Gestalt einer Kurve, in der der Käfer den Kopf nicht — wie dieses in allen Fällen geschieht — zur Blattbasis, sondern zur Blattspitze gerichtet halten würde (vgl. Versuchsreihe 8). Und weiter (S. 220) „Bei einer Umdrehung von 180 Grad (6 Fälle) kam es dagegen zu Schnitten, die deutlich nach der aufgehängten Spitze ausgerichtet waren (Abb. 52). Die Form dieser Schnitte demonstriert die Unrichtigkeit der schon erwähnten Vorhersage ROSSKOTHENS über ihre vermutliche Form.“ Unter Versuch 7 hat BUCK sodann folgende Methode angewandt. „Die Blattstiele von Birken- und Buchen-Blättern wurden derart an die in den Zuchtgläsern senkrecht stehenden Zweige angebunden, daß die neue Blattstellung sich von der natürlichen wesentlich unterschied. Die extremen Bedingungen waren folgende: 2. Blattebene vertikal, Hauptnerv vertikal mit nach oben gerichteter Spitze.“

Resultat: In keinem Falle lag der Ausgangspunkt der resultierenden Schnitte außerhalb des gewöhnlichen Bereichs.

Auswertung: Die Stellung des Blattes am Zweig ist ohne wahrnehmbaren Einfluß auf Form und Lage des an ihm gefertigten Schnittes. Die Orientierung des Käfers ist also unabhängig von seiner Schwerkraft.“

Zur Erläuterung dieser Fragen mögen Abb. 13 u. 14 dienen, welche zeigen, wie nach BUCK die Käfer an Blättern mit nach oben gedrehter Spitze gearbeitet haben.

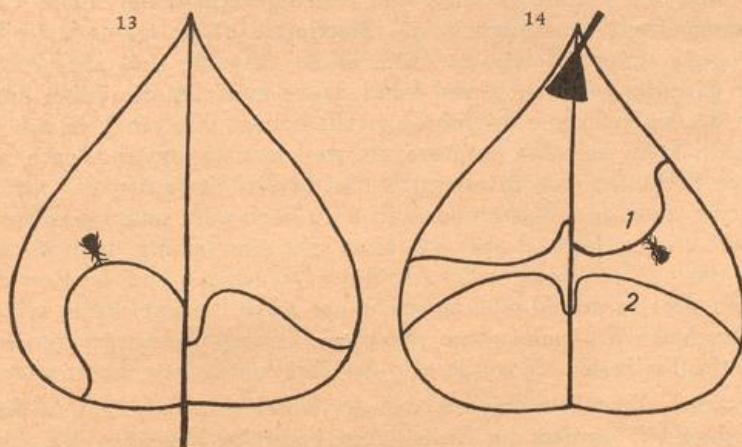


Abb. 13 Blatt umgedreht, so daß die Spitze oben ist. Nach BUCK schneidet der Käfer wie abgebildet, Kopf unten und erhält so eine normale Tüte. Bilder nach BUCK.

Abb. 14 Blatt abgeschnitten, umgedreht und neuer Blattstiel an der Spitze angebracht. Der Käfer bildet seinen Abschnitt aus dem jetzt freihängenden Blattgrund. Ein Schnitt wie Kurve 2 sollte nach BUCK einer (mißverstandenen — siehe Text) Voraussage des Verfassers zufolge erwartet werden. In Wirklichkeit schneidet er wie Kurve 1. Er handelt also auch unter diesen völlig veränderten Bedingungen zweckmäßig, weil er sich nach der Aufhängung des Blattes richtet und nicht nach seiner hier veränderten Anatomie.

Von mir war nichts weiter gesagt worden, als daß es erstaunlich wäre, wenn der Käfer wirklich, wie von Lengerken sagt, gelegentlich den normalen Schnitt am normalen Blatt oben sitzend ausführen würde „weil dann der Käfer den Schnitt wieder anders in seinem Instinktgedächtnis besitzen müßte als beim Schneiden von rechts und von links“, denn dann würde für ihn ja convex = konkav und umgekehrt sein.

Buck findet darin nichts besonderes. „Mir sind keine Fälle bekannt, in denen irgend eine unsymmetrische Handlung nicht auch spiegelbildlich ausgeführt werden kann.“ Es handelt sich aber doch hier nicht um eine einfache unsymmetrische Handlung, sondern um einen sehr komplizierten Handlungsablauf, und mir sind gerade umgekehrt außer bei den Blattrollern keine Fälle bekannt, in denen das gleiche Tier derart spiegelbildlich vorgehen könnte. Diese Einmaligkeit der erstaunlichen Fähigkeiten ist es ja, die den Blattrollern eine so wichtige Sonderstellung in der Instinktforschung gibt. Vielleicht wird es gelegentlich Spinnen geben, welche ihre Netzspirale umgekehrt einziehen wie normal, aber dann wird vermutlich das gleiche Tier infolge seiner Veranlagung immer in gleicher Richtung arbeiten.

Wir Menschen sehen doch wohl eine gewisse geistige Leistung darin, wenn wir z. B. ein „R“ spiegelverkehrt zeichnen können. Wenn aber der Käfer beim Schneiden oben säße, so hieße das den Buchstaben auf dem Kopf und dann noch von links und von rechts zeichnen können. Man braucht nur den Versuch zu machen, um die geistige Leistung festzustellen zu können. Die Äußerungen, die sich lediglich auf dieses Problem bezogen, wurden nun von Buck so aufgefaßt, als wenn der Käfer nach ihnen stets mit dem Kopf zum Blattspiel gerichtet arbeiten müßte. Dies war auch gesagt, aber doch nur für den in der Natur einzig vorkommenden Fall, daß Blattgrund, Aufhängung und oben ein und dasselbe ist. Buck hat nun in seinen Versuchen diese drei Punkte getrennt und beliebig verlegt. Bei einem Versuch war der Blattgrund unten, Aufhängung und Blattspitze oben; im anderen Blattgrund und Aufhängung unten, Blattspitze oben. Diese Versuche sind sein Verdienst. Ich war darauf garnicht gekommen und kann daher auch für die dabei auftretenden Reaktionen des Käfers keine Prognose gestellt haben. Wie ein Tier sich in solchen Fällen verhält, kann niemand voraussagen, weil man ja zunächst noch nicht weiß, nach welchen Prinzipien es sich orientiert. Bei beiden Versuchen hat sich der Käfer offenbar weder nach dem Blattgrund noch nach oben oder unten gerichtet, sondern nach der Aufhängung. Dies ist aber wiederum sehr zweckmäßig, denn wenn er später eine Tüte drehen soll, so muß ja der Abschnitt frei hängen und der Rest des Blattes befestigt sein. Der in der Abbildung von Buck durch die punktierte Linie gekennzeichnete Abschnitt, der meiner (nie erfolgten) Voraussage entsprechen soll, würde sich nicht aufrollen lassen, er würde also der Zweckmäßigkeit direkt widersprechen.

Die Versuche haben also ergeben, daß der Käfer sich nach dem Aufhängepunkt richtet. Er schneidet von dem der Aufhängung gegenüberliegenden Blatteil ein Stück ab, welches in Form und Größe seinem Zwecke entspricht.

## LITERATURVERZEICHNIS

- Bölsche, W. (1924): Tierseele und Menschenseele. Kosmos, Ges. d. Naturfreunde, Stuttgart.
- Buck, H. (1952): Untersuchungen und Beobachtungen über den Lebensablauf und das Verhalten des Trichterwicklers (*Deporaus betulae* L.). Zoolog. Jahrbücher Physiologie 63, Heft 2, Jena.
- Debey, M. & Heis, E. (1846): Beiträge zur Lebens- und Entwicklungsgeschichte der Rüsselkäfer aus der Familie der Attelabiden.
- Lengerken, H. v. (1939): Die Brutfürsorge und Brutpflege-Instinkte der Käfer. Leipzig.
- Roskothen, P. (1949): Der Brutfürsorge-Instinkt des Trichterwicklers (*Deporaus betulae* L.). Entomolog. Blätter 41—44.
- Wasmann, E. (1884): Der Trichterwickler. Münster.

Während des Druckes dieser Arbeit erschien eine Veröffentlichung von A. DAANJE, auf die hier leider nicht mehr eingegangen werden konnte:

Daanje, S.: Über die Ethologie und Blattrolltechnik von *Deporaus betulae* L. und ein Vergleich mit den anderen blattrollenden Rhynchitinen und Attelabinen (Coleoptera, Attelabinae). Verhandelingen der Koninkl. Nederl. Akademie van Wetenschappen, Afd. Naturkunde. Tweede Reeks, Deel 56, No. 1, 215 S., 89 Fig., Amsterdam 1964.

*Anschrift des Verfassers: Dr. med. Paul Roskothen, 51 Aachen, Boxgraben 42.*

*Legende zu nebenstehender Tafel:*

(Alle Photos Originalaufnahmen des Verfassers)

Bild 1 Arbeiten des Trichterwicklers (*Deporaus betulae*) an Buche. Hier ist der Blattschnitt tiefer gelegt, damit die Tüte nicht zu groß wird. Der Abschnitt wird stets annähernd gleich groß gewählt, ohne Rücksicht auf die Größe des Restteiles.

Bild 2 Trichterwickler (*Deporaus betulae*) beim weiteren Rollen.

Bild 3 Der Haselblattroller (*Apoderus coryli*) hat das Blatt durchschnitten und doubliert es jetzt über der Mittelrippe.

Bild 4 Haselblattroller (*Apoderus coryli*). Von dieser Seite sieht man, wie die an der oberen Kante der Rolle liegende Mittelrippe bei den Einschnitten einknickt.

Bild 5 Haselblattroller (*Apoderus coryli*) stark vergrößert mit Fraß-Stellen.

Bild 6 Blattrollen des Traubenblattwicklers (*Rhyndites betulae*) an Buche. Die Spitze des Triebes und die Stiele der letzten Blätter sind angebohrt und mehrere Blätter ohne Blattschnitte zusammengerollt.



Bild 1



Bild 2



Bild 3



Bild 4



Bild 5



Bild 6



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1964

Band/Volume: [116](#)

Autor(en)/Author(s): Rosskothen Paul

Artikel/Article: [Die Brutfürsorge des Trichterwicklers Deporaus betulae und seiner Verwandten \(Apoderus coryli, Deporaus tristis, Attelabus nitens\) \(Col., Curc.\) - ein Beitrag zur Instinktlehre 57-82](#)