

**GESTALTUNGSTENDENZEN DER LIBELLEN****IN BEZUG AUF HELL-DUNKEL-KONTRASTE****Von Heinz Steinrücken****Zusammenfassung**

An Schwarz-Weiß-Abzügen von Farbdia-Aufnahmen werden bei gewissen, meist häufig vorkommenden Libellen-Arten verschiedene Gestaltungselemente hinsichtlich ihrer Wirkung im Hell-Dunkel-Kontrast betrachtet.

Es zeigt sich, daß der Gehalt an hell-dunkel-kontrastierenden Elementen (Farbkombinationen und Reflexe) sehr groß ist, so daß die Vermutung nahe liegt, daß dieser Kontrast auch bei den generell farbsichtigen Libellen hinsichtlich der Unmittelbarkeit der Wahrnehmung eine Rolle spielen dürfte.

**Einleitung**

Die folgenden Ausführungen setzen die Überlegungen fort, die unter dem Titel "Tendenzen der äußeren Gestaltung der Libellen" in der gleichen Zeitschrift bereits erschienen sind (STEINRÜCKEN 1986). Dort hatte ich die Ansicht vertreten, daß zu den Materialien, die bei der farblichen Gestaltung des Libellenkörpers Verwendung finden, nicht nur Struktur-, Pigment- und Wachsfarben, sondern auch die Lichtreflexe zu rechnen sind, die sich an bestimmten Stellen in markanter und konstanter Weise zu bilden pflegen und möglicherweise als evolutionäre Vorstufe der später durch Pigmentfarben der Zufälligkeit des Lichteinfalls enthobenen Muster bzw. Zeichnungen gelten können. Diese Ansicht gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn wir zur Beurteilung den Hell-Dunkel-Kontrast (HD-Kontrast) heranziehen.

## Generelle Überlegungen zur Ansicht von vorn

Die Lebewesen präsentieren sich ihrer Umwelt gewöhnlich nicht von allen Seiten mit gleicher Wertigkeit. Mal scheint diese, mal jene Ansicht vornehmlich für den Anblick ausgestattet.

In Rudeln lebende Tiere, beispielsweise Wölfe, haben wichtige Merkmale, die als "Blickfänger" für Artgenossen gelten können in der Vorder- und Rückansicht ausgebildet (Cephaler und analer Pol sind betont, PORTMANN 1965). Bei den meisten Tieren hat die Vorderansicht die größere Bedeutung. Einprägsame Farben und Muster erleichtern den sozialen Kontakt, sind aber auch wirksam in bezug auf Drohung oder Abschreckung, indem durch besondere Mimik (Zähnefleetschen) oder Aufstellen der Haare an Hals und Nacken ein neutraler oder freundlicher Eindruck in einen drohenden verwandelt werden kann. Auch beim Menschen ist die Vorderansicht, vornehmlich auf Kopf bzw. Gesicht, die bedeutsamste. Augen, Mund, die entblößten Zähne, die Nase und -bei Männern- der Bart bestimmen den Eindruck, der durch die Haartracht hintermalt, betont oder abgeschwächt wird. Besser noch als viele Säugetiere haben wir Menschen die Möglichkeit, mit Hilfe der Mimik Gefühle, Stimmungen oder Absichten im Gesicht erkennbar werden zu lassen. Darüber hinaus sind wir in der Lage, eigenschöpferisch ein Aussehen verändern zu können, das die meisten Lebewesen als gegeben hinnehmen müssen. Denken wir nur an die vielen Möglichkeiten, durch Masken, Bemalungen, Tätowierungen, Nasen- oder Lippen schmuck die Umwelt zu beeindrucken, oder sich selbst in einer veränderten Identität darzustellen, wie es bei urtümlich lebenden Menschengruppen heute noch Brauch ist.

Bei den Insekten, deren Gesicht starr bleibt, weil sie (Drohgesten mit Kiefertastern etc. ausgenommen) über keine mimische Muskulatur verfügen, hängt der entstehende Eindruck vornehmlich von der Vorprogrammierung des Betrachters ab. Ein bestimmtes Muster kann, evtl. unterstützt durch die Art der Darbietung, nach Art des Schlüssel-Schloß-Systems wirken und die entsprechende, vorprogrammierte Reaktion auslösen (AAM). Es ist jedoch möglich, daß sich bei Betätigung des Mechanismus bei dem einen Partner die Tür öffnet, beim anderen schließt, daß das gleiche Muster auf den Geschlechtspartner anziehend, auf den Feind oder das Beutetier abschreckend wirkt.

Von der menschlichen Wahrnehmung ist bekannt, daß die Wirkung einer Farbe auf den Betrachter von den Farben der unmittelbaren Umgebung bzw. der Zusammenstellung nach Farbkontrasten erheblich beeinflußt wird. Ein rotes Quadrat z.B. wirkt auf einer schwarzen Fläche anders als auf einer weißen oder gelben. ITTEN(1961) hat in seinem Buch "Kunst der Farbe" sieben Arten von Farbkontrasten angegeben, die das menschliche Empfinden in verschiedener Weise beeinflussen.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch bezüglich des Wahrnehmungsvermögens der Libellen bestimmte Kontraste eine Rolle spielen. Da häufig helle Farben gegen Schwarz abgesetzt sind bzw. auf dunklem Grund stehen, ist wahrscheinlich, daß sich derartige kontrastierende Zusammenstellungen als wirksam erwiesen haben. Hell gegen Schwarz abgesetzt bedeutet aber HD-Kontrast und es darf die Vermutung geäußert werden, daß in Bezug auf Unmittelbarkeit der Wahrnehmung nicht nur die Farbe an sich, sondern auch der HD-Kontrast wichtig ist.

Das ist evolutionsgeschichtlich einleuchtend, stellt doch die Wahrnehmung von HD-Kontrasten die ursprünglichste Form des Sehens dar. Sie ist sogar noch bei uns Menschen ungeachtet unseres differenzierten Farberkennungsvermögens wirksam, auch wenn uns dies im Alltagslebens kaum noch bewußt wird. Viele Beispiele lassen sich anführen (schwarze Schriftzeichen auf weißem Grund, Technik der Plakatbeschriftung, Gestaltung der Verkehrsschilder, etc.). Das unmittelbar reflexmäßige Ansprechen auf HD-kontrastierende Elemente dürfte tief in den Lebewesen verankert sein und läßt sich beim Menschen sogar bis in den geistigen und moralischen Bereich hinein verfolgen. Das Unbewußte sowie das Böse werden mit dem Dunklen, das Verstandesmäßige und das Gute mit dem Hellen in anschauliche Verbindung gebracht. Angesichts einer somit offenbar grundsätzlichen und sich bis in das menschliche Erleben hinein erstreckenden Bedeutung des HD- Kontrastes ist zu vermuten, daß er auch im Wahrnehmungsvermögen der Libellen ungeachtet ihrer Farbsichtigkeit eine wesentliche Rolle spielen.

In der Fotografie sind Schwarz-Weiß- (SW) Vergrößerungen besonders geeignet, HD-Kontraste deutlich zu machen, da der Einfluß der Farbe auf den Betrachter ausgeschaltet ist. Besser als auf Farbaufnahmen ist erkennbar, daß bestimmte Körperteile auch artverschiedener Libellen mit im HD-Kontrast ähnlich wirkenden Zeichnungselementen versehen sind, gleichgültig, ob der Effekt durch Lichtreflexionen, Struktur-, Pigment- oder Wachsfarben hervorgerufen wird.

Generell ist die Vorderansicht die Seite, mit der ein Lebewesen sich aktiv der Umwelt zuwendet, so auch bei den Libellen. Nach vorn liegt der wichtige Anteil des Gesichtsfeldes, in dem sich insbesondere bei Großlibellen der Sehbereich beider Augen überlappt, ein Gegenüber binokular erfaßt und genauer lokalisiert werden kann. Vorn liegt der zahnbewehrte Mund, umgeben von Haaren mit Sensoren für Berührung und Geschmack, nach vorn öffnet sich der Fangkorb der dornbewehrten Beine, nach vorn blickt wenigstens eines der drei lichtmessenden Punktaugen, nach vorn sind die Fühler gerichtet, die Auskunft über Fluggeschwindigkeit und Windbewegungen geben mit Riechgruben für den Empfang von Duftsignalen. Nach vorn offenbart sich das Wesen der Libelle als ein Räuber, der die Beute im Ansturm überwältigt. Es ist daher zu erwarten, daß die Vorderansicht dem Rechnung trägt und geeignet ist, vor allem Bedrohung und Abschreckung kenntlich zu machen. Dies schließt jedoch nicht aus, daß in einem Gegenüber mit andersartiger Programmierung, z.B. einem Geschlechtspartner, auch gegenteilige Empfindungen ausgelöst werden können.

#### Charakteristika verschiedener Ansichten von Zygopteren

##### Die Ansicht von vorn und oben

Die Charakteristika der Vorderansicht sind, auf eine vereinfachte Formel gebracht, recht einheitlich: Es besteht eine Tendenz zur HD-kontrastierenden Querstreifung im Bereich des Kopfes, zu der sich hintergründig helle Längsstreifen rechtwinklig absetzen, letzere bisweilen begrenzt nach hinten durch Markierungen am Flügelansatz. Der Aspekt der Beine ergänzt das Vorderbild (STEINRÜCKEN 1986).

Diese HD-Kontrastierenden Zeichnungselemente werden bei Calopterygidae und Lestidae durch Lichtreflexe und Farbbildungen, bei Coenagrionidae und Platycnemididae durch Pigmentfarben hervorgerufen. Die Abb. 1-6 veranschaulichen das Gesagte.

Die Betonung des "Gesichtes", wenn wir diesen menschlichen Ausdruck auch einmal für die Insekten benützen wollen, durch auffällige HD-kontrastierende Querstreifung findet sich auch bei anderen räuberisch lebenden Insekten und Spinnen. Als Beispiele werden die Kamelshalsfliege (*Raphidia notata*) und die Springspinne (*Evarcha arcuata*) angeführt.

Angesichts derartiger Gestaltungstendenzen müssen wir uns fragen, ob solche in den Grundzügen übereinstimmende Musterungen nicht Urmuster sind, die sich schon bei Arthropoden im Sinne von Abschreckung erwiesen haben und deshalb in konvergenter Entwicklung auch bei höheren Lebewesen ausgebildet wurden (z.B. gewisse Raubkatzen) und sogar beim Menschen in Form ritueller Bemalung oder Gestaltung von Masken bei urtümlich lebenden Volksgruppen oder Schamanen zu finden sind. Als Beispiel möge das Bild eines Eingeborenen aus Neuguinea dienen. Es entstammt dem Buch von M.KIRK (1986): "Menschen und Masken in Neuguinea" und ist ein Beispiel für viele ähnliche Muster. Bei derartigen Masken bewirkt sogar das Nasenholz einen Querstreifungseffekt und der halbmondförmige helle Schild unterhalb des Kinns kann in etwa mit der plakativen Wirkung der Oberlippe bei *Lestes sponsa* (Abb.2) verglichen werden. Die von Schamanen noch heute verwandten Gesichtsmasken zeigen z.T. ähnlich beeindruckende Musterungen (vgl. Teil II). Beeindruckung und/oder Abschreckung durch Unmittelbarkeit und Eindeutigkeit in der Wirkung scheint der ursprüngliche Sinn solcher Maskierungen zu sein.

Den gleichen Sinn haben aber auch wohl derartige Gestaltungen im Tierreich, die, wie wir sehen, bereits auf einer evolutionär frühen Stufe sichtbar werden. Es ist nicht anzunehmen, daß die urtümlich lebenden Völker oder die Schamanen die Gestaltungsprinzipien der Libellen oder anderer Arthropoden kannten, oder gar als Entwurf für ihre Masken benützen. Vielleicht hatten sie derartige Tendenzen bei höheren Tieren erfahren. Zu erwägen ist jedoch, und auch wahrscheinlich, daß tief im Unterbewußtsein der Menschheit noch ein Wissen um die Wirkung derartiger beeindruckender Muster bewahrt blieb, unter deren Schutz man sich angesichts der vielfachen Bedrohungen von Außen und der Fülle unverständlicher und beängstigender seelischer Inhalte und Lebensphänomene flüchten konnte. Die Maske verlieh eine andere, einfacher zu verstehende Identität und vermittelte ein Gefühl von Sicherheit gegenüber Feinden, Geistern oder schicksalhaften Ereignissen wie Krankheit, Tod, Naturgewalten etc. (Literatur über Masken bei EBELING 1984).

Daß jedoch der Vorderaspekt der Libellen nicht nur beeindruckend im Sinne von abschreckend, sondern auch von ansprechend oder anziehend wirken kann, zeigt das Beispiel von *Calopteryx*. Bei der Gattung *Calopteryx* findet das Paarungsvorspiel, der Werbetanz des ♂ vornehmlich tête à tête, von Angesicht von Angesicht statt. Entsprechend ist, so meine ich, bei ihnen der

Vorderaspekt eindrucksvoller, fast möchte man sagen, attraktiver gestaltet, als beispielsweise bei den doch so prächtig erscheinenden Coenagrioniden. Während der Balz hat das Calopteryx ♂ den frontalen Aspekt des ♀ vor und über sich, während das ♀ den des ♂ vor und unter sich hat. Vereinfacht gesehen tanzt das ♂ vor der Reihe der weißen Flecke auf der Oberlippe des ♀ hin und her, die als auffälliges und signalartig wirkendes Gestaltungselement imponiert und in seiner Art mit der symbolhaften Wirkung des "Keep smiling", der lächelnd breit entblößten Zahnreihe des Menschen vergleichbar ist (Abb.1).

Bei anderer Programmierung des Betrachters kann diese Fleckenreihe wohl auch bedrohlich wirken und an das "Zähnefletschen" höherer Tiere oder des Menschen erinnern (STEINRÜCKEN 1986). Zusätzlich dürfte das lebendige, hell und dunkel kontrastierende Aufblitzen und Erlöschen der Lichtreflexe auf den unebenen Strukturen des Kopfes und der Flügel für ♂ und ♀ als optischer Reiz wirken.

Bei den Coenagrioniden ist ein Werbetanz tôte à tôte die Ausnahme. Vielmehr bieten die Tiere in ihrer habituellen, halbschrägen oder horizontalen Sitzhaltung der Umwelt vor allem die Rückseite dar, während das Gesicht oft hinter einem Halm verborgen ist. Es erscheint daher sinnvoll, wenn wir die Rückseite reichhaltiger mit HD-kontrastierenden Elementen besetzt finden, als die Vorderseite und auch die Bestückung mit "Scheinaugen" nach dorsal ist einleuchtend. Die Anordnung der Muster entspricht wie auch bei Platycnemididen im Prinzip der Vorderseite: Querstreifung im Bereich des Kopfes (einschließlich der sichtbaren Anteile des "Gesichtes"), Längsstreifung am Thorax (an dessen hinterer Begrenzung oft eine Y-förmige Figur, Abb. 9 - 11. Ein in den Grundzügen vereinfachtes, jedoch prinzipiell ähnliches Muster kann durch Lichtreflexe bei Lestes und Calopteryx hervorgerufen werden, Abb. 7,8,12. Der Hals ist gewöhnlich hell hervorgehoben, dreiecksförmig, mit der Spitze nach vorn gerichtet. Ähnliche Grundmuster, insbesondere die Betonung des Halses gibt es auch bei anderen Fluginsekten, z.B. Ascalaphus.

Besonders augenfällig sind die Postokularflecken, die auch durch Lichtreflexe vorgetäuscht werden können (Abb. 6-12). Sie wirken einmal ganz allgemein als Blickfang, unterstützen darüber hinaus die Querstreifungstendenz der Zeichnung am Kopf und zwar sowohl aus der Ansicht von

oben als auch - je nach Stellung des Beobachters- von vorn, Abb.6 , und sind sehr geeignet, als Scheinaugen zu wirken. Dies zeigen eindrucksvoll eine Abbildung von *Ischnura elegans* ♂<sup>1</sup> und *Calopteryx virgo* ♀ , bei letzterer ist der Augeneffekt durch Lichtreflexe hervorgerufen, Abb. 10,12. Das Prinzip derartiger, nach rückwärts gerichteter "Blickfänger mit Schein-Augenwirkung" finden wir auch anderweitig, z.B. bei dem Falter *Melanargia*.

Der afrikanische Perlkauz hat auf den Hinterkopf dunkle Augenflecke auf hellem Grund, (Abb. bei KOENIG, 1975), der Königstiger und der sibirische Tiger weisen auf der Hinterseite der Ohren zwei auffällig helle, rundliche oder ovale Flecken auf dunklem Grund auf. Bezüglich der Flecken des Tigers liegt die Vermutung nahe, daß sie beim Paarungsvorspiel eine Rolle spielen könnten, da das Männchen, auf dem Rücken des Weibchens liegend, dessen Hinterkopf und Nacken krault, somit die Flecken hinter den Ohren ständig im Blickfeld hatt.

Letzen Endes ist noch auf die Verwendung ornamentaler Augenmuster auf der Kleidung des Menschen zu verweisen, die, am Rücken angebracht, als magischer Rückwärtsschutz gedeutet werden (KOENIG,1975).

Abschließend soll für die Gattungen *Gomphus* und *Onychogomphus* eine Abbildung der Dorsalseite von *Gomphus vulgatissimus* gezeigt werden, deren Gestaltungstendenzen unter Berücksichtigung des veränderten Körperbaus und der Kopfform denen der *Coenagrioniden* ähneln. Abbildung 16 zeigt im HD-Kontrast eine eindrucksvolle Musterung mit Querstreifung im Bereich von Kopf und Prothorax, Längsstreifung am Thorax. Besonders auffällig ist die Figur des Halses.

#### Charakteristika verschiedener Ansichten von Anisopteren

Bei den folgenden Betrachtungen seien die Gomphiden grundsätzlich ausgenommen, da ihre Musterbildung zuvor kurz besprochen wurde. Bei den übrigen Anisopteren erscheint es zweckmäßig, Dauerflieger und Ansitzjäger ("flyer" und "percher") gesondert zu betrachten, da sie entsprechend ihrer Lebensweise unterschiedliche Gestaltungstendenzen aufweisen.

## Gruppe der Dauerflieger

### 1. Gestaltungstendenzen von Aeshniden

Da die Aeshniden als Dauerflieger ihre Position im Raum ständig und oftmals abrupt ändern, dürfte es von Vorteil sein, wenn Gestaltungen mit rasch erkennbarem Informationswert bevorzugt werden, was nach dem in Teil I Gesagten eine Bevorzugung helldunkelkontrastierender Musterungselemente bedeuten dürfte. In der Tat sind die meisten Aeshniden mit einer Musterung versehen, die nicht nur wegen ihrer klaren und leuchtenden Farben, sondern auch in Bezug auf den Helldunkelkontrast auffällig ist. Die Kontrastwirkungen werden vorwiegend durch Farben hervorgerufen, Lichtreflexe spielen weniger eine Rolle.

#### Die Ansicht von vorn

Sie ist in anderer Weise beeindruckend, als bei den Zygopteren. Anstelle der in sich relativ ausgewogenen, breitflächigen Querstreifung, die sich bis in die Augen hinein fortsetzt, tritt der rundlich-ovalen Kopfform einsprechend, eine Tendenz zu einer mehr konzentrischen Anordnung der Gestaltungselemente zutage. Das "Gesicht" wird als Zentrum des Kopfes hell und plakativ hervorgehoben und kontrastierend eingefasst einmal durch einen schmalen schwarzen Farbsaum und zum zweiten durch die großen Augen innerhalb deren sich eine - im Einzelfall mehr oder weniger deutliche - konzentrische Anordnung von dunklen Flecken bemerkbar machen (Abb.13-15)

Die konzentrisch ausgerichtete in sich kontrastierende Streifenbildung gehört wie die bereits erwähnte Querstreifung zu den Mustern mit blickbindenden Eigenschaften, die nicht nur bei verschiedenen niederen und höheren Tieren, sondern auch noch beim Menschen wirksam sind. Ein prägnantes Beispiel einer derartigen Musterung der Vorderansicht ist der Kopf der Raupe des Großen Gabelschwanzes ( *Cerura vinula*, Abb. u.a. bei PFLETSCHINGER: Bunte Welt der Insekten). Bei verschiedenen Säugetieren (z.B. Hamster oder manchen Hunderrassen) wird der Kopf durch eine umgebende konzentrische Musterung des Fells an Nacken und Brust optisch hervorgehoben. Und auch aus dem menschlichen Kulturkreis lassen sich Beispiele anführen. Ich nenne als Beispiel eine Schamanenmaske mit kontrastreicher Streifung in querer und konzentrischer Anordnung (Aus dem Buch: LOMMEL (1980): "Schamanen und Medizinmänner".

## Die Ansichten von der Seite und von oben

Deutlicher als bei anderen Libellen bildet bei den Aeshniden der gesamte Körper eine innerhalb der Arten variierende, in den Grundtendenzen der Gestaltung sich jedoch ähnelnde Einheit.

Folgende Grundtendenzen einer helldunkelkontrastierenden Musterung sind auszumachen:

In seitlicher Sicht: Vertikale Streifung am Kopf und der Grenze vom Pro- zum Synthorax, Schrägstreifung am Thorax, vertikale Streifung im Bereich der ersten Abdomensegmente. Im weiteren Verlauf des Abdomens gegeneinander versetzte Flecken auf dunklem Grund in horizontal verschieden gelagerten Ebenen (Abb. 13-15).. Die letzten Abdomensegmente können durch farbige Flecken von hoher Leuchtkraft oder auch durch Lichtreflexe hervorgehoben sein.

Aus der Sicht von dorsal: Querstreifung im Bereich des Kopfes und an der Grenze vom Pro- zum Synthorax, Längsstreifung am Thorax und anschließend das kleinfleckig gewürfelte Zwischenflügelfeld, über das bereits geschrieben wurde (STEINRÜCKEN 1986). Durch die nach hinten abfallende Thoraxneigung wird es für die Sicht von dorsal betont dargeboten. Über das gesamte Abdomen zieht sich eine segmental angeordnete Querstreifung, bei *Aeshna mixta* (Abb. 15) in sehr auffälliger, bei *Aeshna grandis* in eher diskreter Weise (Abb. 14). Helle Hervorhebung von Segmentgrenzen ist ein häufiges Merkmal bei Libellen und kann auch allein durch Lichtreflexe hervorgerufen werden.

## Die Sicht von unten

Insgesamt hat man den Eindruck, daß die Zeichnungselemente der Aeshniden nicht nur in Bezug auf

Farbe, sondern vor allem in Hinsicht auf den HD-Kontrast so angelegt sind, daß Lebewesen, die auf ein Erkennen derartiger Muster programmiert sind, sich auch am fliegenden Tier rasch über Position und Flugrichtung infor-

mieren können. Möglicherweise dienen diese mehr allgemeinen und weniger artspezifischen Musterungstendenzen, (wie auch der Eindruck, den der Gesamthabitus vermittelt) vornehmlich der Wahrnehmung aus der Entfernung und lösen bei revierbildenden Arten z.B. den Impuls zum Anfliegen aus. Für den Anflug dürfte eine präzise Arterkennung zunächst nicht erforderlich sein: Wenn jemand in den eigenen Luftraum eindringt, muß er entweder vertrieben oder zur Kopulation gebracht werden. Das genaue Ansprechen könnte der Inspektion aus der Nähe vorbehalten sein. Obwohl die SW-Abzüge die Zeichnungselemente der Aeshniden auf Grund ihrer hohen HD-Kontraste sehr auffällig zum Ausdruck bringen, ist jedoch zu bedenken, daß diese Auffälligkeit durch die Art der Farbgebung gemildert sein kann: Wenn nämlich das Blau der Flecken der Farbe des Himmels oder dessen Spiegelung auf der Wasseroberfläche, oder das Grün der Farbe der umgebenden Vegetation im Farbton genau entsprechen. Die Semantische Wirkung durch hohe HD-Kontraste kann mit einer kryptischen in Bezug auf die spezielle Farbgebung verbunden sein.

#### Die Augen der Aeshniden

Wegen ihrer Bedeutung in Bezug auf die äußere Gestaltung sollen die Augen gesondert besprochen werden. Ihre Anfärbung ist so beschaffen, daß auf der einen Seite die Grundtendenz der Körpermusterung innerhalb der Augen fortgesetzt wird, auf der anderen Seite aber auch augenähnliche Eindrücke angestrebt werden.

Die Beteiligung der Augen an der Körpermusterung ist auf den SW- Abzügen unschwer erkennbar. Ihre Zeichnung hat Anteil an der Querstreifung des Kopfes aus der Sicht von dorsal (Abb. 13 und 15), an der vertikalen Streifung aus seitlicher Sicht (Abb.13) und für die Sicht von vorn übernimmt das Auge die Umrandung des "Gesichtes" mit einer Tendenz zur konzentrischen Musterbildung (Abb.13). Besonders hinzuweisen ist auf den hellen Hinterrand. Ob er gelb ist, wie bei *Aeshna cyanea* oder blau wie bei *Aeshna mixta* spielt hinsichtlich ihrer hell hervorstechenden Wirkung auf SW-Abzügen keine Rolle (Abb.13 und 15). Die semantische Wirkung wird besonders auf knapp belichteten Aufnahmen erkennbar.

Das Bestreben, den Hinterrand des Kopfes hell hervortreten zu lassen, finden wir auch bei anderen Libellen oder Insekten, wenn auch bisweilen mit anderen Mitteln erzielt. Bei *Somatochlora arctica* beispielsweise oder der Schwebfliege *Saeva pinastri* rufen Lichtreflexionen am hellen Haarkranz der Kopfhinterseite den gleichen Effekt hervor wie die Anfärbung des Augenhinterrandes bei Aeshniden (Abb. 18-20).

Es ist anzunehmen, daß Gestaltungen mit gleicher optischer Wirkung trotz anderer Entstehungsweise kein Zufallsprodukt sind, sondern eine Bedeutung für das Leben der Tiere haben, in diesem Falle z.B. eines der Leitmuster für den Anflug des ♂ zur Kopulation sein könnten. Diesbezüglich habe ich bereits früher auf die auffällige schwarzgelb gefleckte Dorsalseite der Augen bei anderen Libellen ( z.B. *Sympetrum*- Arten) hingewiesen (STEINRÜCKEN 1986, Abb.22-23).

Bei den Aeshniden, aber auch anderen Großlibellen, ist besonders deutlich zu erkennen, daß Augen nicht nur Organe zur Wahrnehmung optischer Signale aus der Außenwelt sind, sondern zugleich Träger von Signalen für diese sind. Dies geht nicht zuletzt aus den Versuchen hervor augenähnliche Eindrücke durch Bildung von Schein-Augen hervorzurufen. Da bei den Augen der meisten Großlibellen durch ihre den Kopf umhüllende Form der gewohnte Augeneindruck verloren ging, mußte der Weg einer Augendarstellung durch Attrappen, durch Muster mit augenhafter Wirkung beschriftet werden.

Augenmuster sind wichtige Elemente der Gestaltung. KOENIG (1975) spricht vom Auge als Urmotiv. Er schreibt: " Unter allen biologischen Gestaltungsstrukturen, die auf angeborene Auslösemechanismen anderer Lebewesen einwirken und deren Attrappensichtigkeit mobilisieren, besitzt das Auge allgemeinste Gültigkeit." Nicht nur bei Säugetieren und Menschen, auch bei tieferstehenden Tiergruppen ist es das universellste Kennzeichen schlechthin, wobei das Augensymbol sowohl in Sinne der Abschreckung als auch der sozialen Orientierung dienen kann " (KOENIG 1975). SEITZ (1941) stellte nach KOENIG (1975) zehn Merkmale heraus, die zum Komplexphänomen "Auge" zusammenwirken. Sie lauten 1. runde Irisfläche, 2. zentraler Pupillenfleck, 3. Helldunkel-effekt (Sklera und Iris), 4. Kugelgestalt, 5. Glänzende Oberfläche, 6. Beweglichkeit, 7. Spitzovale Umrißlinie, 8. Wimpernkranz, 9. Brauenlinie, 10. Paarige Anordnung.

KOENIG schreibt: "Isoliert angeboten besitzen die einzelnen Faktoren nur wenig Attrappenwert. Doch bereits die Kombination von zwei beliebigen Kriterien weist in Richtung Augenhaftigkeit und erzeugt eine gewisse blickbindende Wirkung, die sich durch jedes neu hinzugekommene Merkmal intensiviert..."

Wenn auch die meisten dieser Merkmale für Augenhaftigkeit im Hinblick auf das Säugetierauge zusammengestellt wurden, sind jedoch einige von ihnen bereits bei Libellen nachweisbar. Eine Augenwirkung besitzen sowohl helle rundliche Bezirke in dunkler Umgebung als auch dunkle runde Flecken auf hellem Grund. Durch Mehrfachmusterung z.B. Augensymbole in "dunkel-hell-dunkel" oder "hell-dunkel-hell" Anordnung wird die Augenwirkung verstärkt. Bei den Großlibellen können sich Augenmuster im oberen und unteren Bereich der Augen bilden, jedoch meist in unterschiedlicher Art. Im oberen Bereich finden wir bei Aeshniden Muster mit augenhaftiger Wirkung in Form heller rundlicher oder ovaler Bezirke mit zentralem rundlichen Pupillenfleck (Abb.14) oder auch einer Zeichnung, die man als Augenbrauenlinie bezeichnen muß wie z.B. bei *Aeshna mixta* (Abb.15). Sehr beeindruckend sind die Schein-Augen bei *Aeshna grandis* (Abb.14), die mit ihrem geschweiften dunklen Pupillenfleck nahezu identisch mit der Augenattrappe des Weinschwärmers (*Pergesa elpenor*) sind.

Außer den farbbedingten Aufhellungen können im oberen Augenbereich auch Sonnenlichtreflexe eine Augenwirkung hervorrufen, jedoch ist diese Phänomen deutlicher bei den Ansitzjägern (s.u.).

Im unteren Augenabschnitt bildet sich sowohl bei den Aeshniden als auch bei anderen Großlibellen ein Augensymbol, das durch einen relativ großen dunklen Pupillenfleck auf hellem Grund charakterisiert ist. Ein solcher mehr oder weniger isoliert stehender Pupillenfleck wird wie alle weiteren dunklen rundlichen oder länglichen, bzw. halbmondförmigen Flecke, die sich in den Augen von Libellen, aber auch anderen Insekten wie Schmetterlingen, Heuschrecken, Fangheuschrecken etc. bilden können, durch Pigmente gebildet, die innerhalb der Ommatiden um den Conus herum gelagert sind und in der Regel nur in ihrer Bedeutung für den Sehvorgang gewürdigt werden. Die gleichen Pigmente werden darüber hinaus aber auch zur Gestaltung des Äußeren verwendet. Ob und in welcher Form und aus welcher Sicht die Pigmente nach außen in Erscheinung

treten, wird durch den morphologischen Bau der Ommatiden und die Lokalisation der Pigmente bestimmt (Literatur bei STAVENGA 1979).

Die Art und Weise, wie ursprünglich wohl für den Sehvorgang bestimmte Pigmente zugleich auch äusserlich sichtbar gemacht werden, läßt erkennen, daß die sich bildenden Flecke und Zeichnungen kein Zufallsprodukt sind, sondern einer genetisch fixierten "sinnvoll" auf Ergänzung des äußeren Erscheinungsbildes ausgerichteten Planung unterliegen. Sowohl Schein-Augenbildung als auch eine zur Körpermusterung passende Streifung oder Fleckung (wie z.B. bei Ödlandschrecken) beruhen auf dem gleichen Entstehungsmodus.

#### Gestaltungstendenzen der Cordulidae

In dieser Gruppe der "flyer" sind im Gegensatz zu den Aeshniden Lichtreflexe mit ausgesprochener HD-Kontrastwirkung, die sich auf der metallisch glänzenden Oberfläche bilden, ein wesentliches Element der Gestaltung. Im diffusen Tageslicht ist der Körper dieser Libellen in seiner düsteren Mischfarbe recht unscheinbar, im Sonnenschein jedoch erwacht er zu funkelndem Leben. Auf Grund der Unebenheiten der Oberflächenstruktur kontrastieren helle (beleuchtete) mit dunklen (beschatteten) Partien. Die sich bei direktem Lichteinfall am Thorax bildenden Muster können in ihrer Tendenz den farbbedingten der Aeshniden ähneln, zeigen jedoch eine größere Variabilität. So kann beispielsweise bei Lichteinfall von dorsal (oben) an den Seiten des Thorax eine streifenförmige hell-dunkel-Musterung, der Thoraxstreifung der Aeshniden (und anderer Libellen) ähnelnd, auftreten (Abb.17), beim Lichteinfall von der Seite jedoch mehr fleckförmig imponieren. Solche reflexionsbedingten Fleckungen bilden auf den SW-Abzügen mit den hellen Farbflecken ein einheitlich wirkendes Muster (Abb.18).

Auch die Vorderansicht der Corduliden läßt Entsprechungen mit den Aeshniden erkennen, jedoch sind die Elemente, die den HD-Kontrast hervorrufen vertauscht. Das Gesicht ist dunkel, die Umrahmung durch die Augen und Färbung der Unterlippe hell. Auch Querstreifen innerhalb des Gesichtes sind, soweit vorhanden, hell.

Auffälligerweise erlangen bei den Corduliidae die weißen, gelblichen oder orangegetönten Farbflecken im unteren Kopfbereich und an den ersten Abdomensegmenten ihrer volle Leuchtkraft erst im auftreffenden Licht. Sie bekommen dann den gleichen Helligkeitswert wie die Reflexe auf der metallisch schimmernden Oberfläche. Abgeschattet jedoch wirken sie (für unsere Augen) eher stumpf und wenig auffällig.

Der Thoraxpelz wirkt als helles Element im auftreffenden Licht (insbesondere bei der Sicht von der Seite (Abb.20) bei der äußeren Gestaltung mit.

#### Die Augen der Corduliidae

Die Augen sind in dieser Familie ein wesentliches Element der Gestaltung des Körpers. Sie wirken in Farbe repräsentativ, auf SW-Abzügen hell und auffällig. Die farblichen Schattierungen auf der Oberfläche der Augen im oberen Abschnitt, z.B. die regenbogenartige Auffächerung von blaugrün über grün zu gelb, deren Verlaufsrichtung nicht konzentrisch streifenförmig, sondern kegelförmig, von dorsal nach ventral konvergierend verläuft, wie beispielsweise bei *Somatochlora arctica* beobachtet wurde, ist auf SW-Abzügen wenig eindrucksvoll und nur eben erkennbar (Abb.18). Statt dessen wirkt auf SW-Abzügen gewöhnlich der gesamte obere Augenbereich im Sonnenlicht und schon auf weite Entfernung als eine hell aufstrahlende rundliche Fläche, die zusammen mit den Reflexionen auf der Oberfläche des Thorax aufmerksamkeitsregend wirken mag. Abb.17 läßt die hell aufstrahlenden Partien bei *Somatochlora alpestris* gut erkennen.

Während somit vor allem aus der Ferne betrachtet der gesamte obere Augenabschnitt wie ein helles Scheinauge imponiert, wird in Nahaussicht im unteren Augenbereich das andere, bereits genannte Augensymbol sichtbar: Ein dunkler Pupillenleck mit hellem Hof (Abb.18). Daß der Hof dieses Exemplars in natura orange bis kupferrot gefärbt war, beeinträchtigt die Wirkung in Hinsicht auf den Helldunkelkontrast kaum.

## B. Gruppe der Ansitzjäger

### Gestaltungstendenzen von Libelluliden

#### Die Ansicht von vorn

Bei den Ansitzjägern spielt der Vorderaspekt, den sie auf Sitzwarten frei zur Schau stellen, eine wichtige Rolle. Als gestalterische Einheit umfaßt er nicht nur wie bei den Aeshniden Kopf und Thorax, sondern auch Beine und vor allem die Flügel, deren strukturelle Auffälligkeiten, Flecke oder Bänder durch eine entsprechende Haltung auch demonstriert werden (STEINRÜCKEN 1986). Ohne auf die verschiedenen Varianten bei den einzelnen Arten systematisch einzugehen, sollen an einigen Beispielen lediglich typische Zusammenstellungen helldunkelkontrastierender Elemente aufgeszeigt werden.

Die Abb. 21 und 22 zeigen den Vorderaspekt von *Libellula pedemontanum* mit den schirmartig vorgezogenen gebänderten Flügeln. Beim ♀ ist der Kopf in eine scharf gegeneinander abgestzte dunkle obere und untere hellere Hälfte unterteilt (Die farblichen Grenzen überschreiten die morphologischen). Beim ♂ wirkt der gesamte Kopf als dunkles Zentrum inmitten der ausgespannten hellen Flügel. In natura ist dieser in unterschiedlichen Rottönen gehalten, das Gesicht heller als die Augen. Auf dem SW-Abzug ist die Wirkung jedoch nahezu einheitlich dunkel. Generell wirken bei den Sympetrumarten die häufigen roten, olivgrauen oder bräunlichen Farbtöne auf SW-Abzügen sehr dunkel, so daß (für unser Wahrnehmungsvermögen) selbst auffällig rot gefärbte ♂♂ von *Sympetrum sanguineum* kaum von dunkelschwarzgrauen Exemplaren von *Sympetrum danae* unterschieden werden können. Dieser Tendenz, Farben zu zeigen, die insbesondere in vorgerücktem Lebensalter viel Licht absorbieren und dunkel wirken, steht eine gegenteilige gegenüber, durch flächige Wachausscheidungen primär dunkelfarbige Körperteile in hell reflektierende zu verwandeln. Einmal entstehen so dunkle, zum anderen helle Silhouetten.

Ist der Grundton dunkel, können auf SW-Abzügen helle Zeichnungselemente (sowohl farbliche Aufhellungen als auch Lichtreflexe) deutlicher hervortreten, als dies auf den ersten Blick an den gefärbten Tieren erkennbar ist. An knapp belichteten SW-Bildern können Musterungstendenzen sichtbar

werden, die wir in natura kaum beachten und die wir bei anderen Libellen, z.B. Coenagrioniden bereits kennengelernt haben. Zwei Beispiele zur Erläuterung:

Bei *Sympetrum striolatum* (Abb. 23). tritt durch Farbaufhellung recht diskreter Art und zusätzliche Lichtreflexe ein Muster auf, daß durch einen hellen Querstreifen über der Stirn, helle Scheinaugen und eine Längsstreife bei *Sympetrum sanguineum* - o wird das helle Stirnband nur durch Lichtreflexe hervorgerufen.

Bei *Libellula quadrimaculata* können die hellen Stirnwülste einen Querstreifungseffekt bewirken. Je nach Stellung des Beobachters und Beleuchtung kann der Vorderaspekt bei dieser Libelle recht unterschiedlich wirken, wie Abbildungen zeigen. Zu beachten sind die beiden hellen Flecken auf der Oberlippe. Sie stellen, obwohl sie mit den Zähnen der Libelle in keinem Zusammenhang stehen, ein frühes, rein optisches Zahnsymbol dar, wie es in dieser Art heute noch in Kinderbüchern zur Charakterisierung eines Hasens oder einer Hexe verwandt wird. Es besitzt eine unmittelbare, unmißverständliche Wirkung auf Jedermann. Wir haben hier die helle Variante eines Zahnsymbols, wie es in dunkler Farbe und anderer Ausführung bei Zygopteren zu beobachten ist. Daß vorspringende helle Stirnhöcker aus der Sicht von oben oder von der Seite wie helle Scheinaugen wirken können, wurde bereits erwähnt.

Andere, auf Grund ihres HD-Kontrastes eindrucksvolle Vorderansichten ergeben sich, wenn, wie bei ♂♂ von *Libellula fulva*, ein einheitliches schwarzes Gesicht durch hell wirkende Augen oder - wie bei *Leucorrhinia* umgekehrt ein helles Gesicht durch dunkle Augen umrahmt werden. Die Anordnung der hellen und dunklen Zeichnungselemente kann bei den einzelnen Arten wie Positiv und Negativ vertauscht sein.

Andere "Ansichten"

HD-kontrastierende Elemente finden sich auch in den Ansichten von der Seite und dorsal. Während durch Lichtreflexe oder farbliche Aufhellung ein heller Mittelstreif von der Seite zu beobachten ist, sehen wir bei einem ♀ von

Sympetrum danae den umgekehrten Effekt: Ein dunkler Mittelstreif wird dorsal durch Pigmentfarbe, ventral durch Wachsauflagerungen hell gesäumt. Ungeachtet der verschiedenen Entstehungsweise ist das entstehende Kontrastmuster von einheitlicher Wirkung (Abb.24). Auf der Dorsalseite des Abdomens von Leucorrhinia dubia sticht auf SW-Abzügen das Muster der Farbflecken relativ hell hervor.

Es ähnelt sehr dem Muster, das sich durch Lichtreflexe bei Somatochlora einstellen kann.

Ein anderes hell wirkendes Muster ist bei Libellula depressa zu sehen. Die ins Auge springenden Elemente werden durch Farbflecken am Thorax und Reflexionen und den Frenulae gebildet. Verschiedenartige morphologische Strukturen ergänzen sich zu einem einheitlich wirkenden Bild (Abb.19).

#### Die Augen der Libelluliden

Die Augen der meisten Libelluliden sind farblich im oberen und unteren Bereich verschieden gestaltet. Bezüglich des oberen gibt es zwei konträre Varianten: Entweder ist er heller oder dunkler als der untere gefärbt. Die Aufnahme eines ♂ *Libellula fulva* zeigt, daß der obere Augenbereich einfarbig hell gehalten ist. Dieser helle Bezirk dürfte im Sonnenlicht schon auf weite Entfernung sichtbar sein und als helles Scheinauge wirken. Bei Sympetrumarten wiederum ist der obere Augenabschnitt dunkel und mit hellem Saum scharf gegenüber dem unteren abgegrenzt. Auf dieser dunklen Fläche heben sich die relativ großen rundlich-mehreckigen Reflexionen des Sonnenlichtes auf der Oberfläche der Facettenaugen in scharfem Kontrast ab, sind als Augensymbole blickbindend und schon von weitem erkennbar (Abb.22 und 24). Da die Tiere ihren Platz auf einer Sitzwarte gewöhnlich nicht im Schatten, sondern in der prallen Sonne wählen, liegt die Vermutung nahe, daß die hellen Lichtreflexe auf dem dunklen Untergrund in das Gestaltungskonzept eingeplant sind. Im unteren Augenbereich wird das andere, bereits mehrfach erwähnte Augensymbol sichtbar: Der dunkle Pupillenfleck auf hellem Grund, der wegen seiner Größe als Scheinauge wirkt (Abb.22). Generell hat man den Eindruck, daß die Augensymbole im oberen Bereich mehr für den Anblick aus der Ferne, im unteren für den Anblick aus der Nähe geeignet und bestimmt sind. Wenn es sich so verhält, wie EXNER (zit. nach D'AGUILAR u.a. 1985) angibt, daß der obere Augenbereich mehr für Bewegungssehen und Fernsicht, der untere für Detailsehen und Nahsicht geeignet ist, würde dies bedeuten, daß die Einheit Auge als "Organ der Wahrnehmung" und "Organ der Darstellung" sogar in Teilaspekten zutrifft.

Wie zu erwarten, ist auch bei den Libelluliden die Färbung der Augen in das Gesamtkonzept der äußeren Gestaltung einbezogen. In der Vorderansicht wird ein Trend zur konzentrischen Anordnung HD-kontrastierender Zeichnungselemente erkennbar (Abb.22 und 23). In seitlicher Sicht beteiligt sich das Auge an der Senkrechtstreifung des Kopfes, wie z.B. bei *Sympetrum fonscolombei*.

### **Zusammenfassende Erörterung**

Tendenzen der äußeren Gestaltung aufzuzeigen, erscheint mir in zweifacher Hinsicht sinnvoll:

Zum einen geben sie Hinweise auf das Wahrnehmungsvermögen der betreffenden Lebewesen, muß doch jeweils das Äußere auf das Sehvermögen und die Verarbeitung der Seheindrücke der Artgenossen abgestimmt sein. Hinsichtlich der Libellen lassen sich daher aus der Wahl der Kontraste, der Farben, der Größe, Form und Anordnung von Streifen, Flecken oder Mustern indirekt Hinweise auf die Möglichkeiten ihrer Wahrnehmung gewinnen.

Zum Zweiten ist anzunehmen, daß gestalterische Elemente, die allgemein häufig im Tierreich vorkommen, auch eine Bedeutung für den Erkenntnisprozeß generell besitzen. Das Leben der äußeren Erscheinungen entfaltet sich zwischen " Sich-darstellen " und " Erkennt-werden ". Unzählige Augen richten sich in jedem Augenblick und - im Verlauf der Evolution - in langen Zeiträumen auf das Individuum und seine Nachkommen, nehmen den Anblick in sich auf und reagieren auf ihn. Die Reaktionen auf das Erscheinungsbild bestätigen oder verwerfen die dargestellte " Eigenart " und können die weitere Entwicklung richtunggebend beeinflussen. In diesem Prozeß haben sich offensichtlich gewisse Strukturen, Zeichnungen und Muster als so wirksam erwiesen, daß die Natur sich ihrer immer wieder kopierend oder in Neuschöpfung bedient. An den Libellen könne wir erfahren, daß sich bereits auf dieser evolutionär frühen Stufe Muster entwickelten, die ihre optische Wirkung noch bis zu den Säugetieren, ja bis in den Wahrnehmungsbereich des Menschen hinein ausüben. Ein Kriterium derartiger Muster mit unmittelbarer und allgemeiner Wirkung auf das Wahrnehmungs-

vermögen ist ihr Gehalt an Elementen in HD-kontrastierender Anordnung. Nehmen wir HD-Kontrast und Form als Kriterium, zeigt sich erneut, daß Zeichnungselemente mit Bedeutung für die Wahrnehmung nicht nur durch die verschiedenen Arten der Farbbildung, sondern auch durch Lichtreflexe gebildet werden können. Vielleicht stellen Lichtreflexe die ursprünglichste Art einer differenzierten Darstellung nach außen dar, ließen Merkmale entstehen, die verstanden und deshalb später in Farbe kopiert wurden.

Folgende Muster mit allgemeiner blickbindender Wirkung sind bei den Libellen bereits in rudimentärer oder ausgeprägter Form erkennbar:

- die kontrastreiche Quer- oder Längsstreifung
- die kontrastreiche konzentrische Streifenanordnung
- das Augenmuster in ihren vielfachen Varianten
- der optische Eindruck entblößter Zähne
- der optische Eindruck eines Mundspaltes

Die obigen Ausführungen beruhen auf von mir angefertigten Photographien bestimmter, meist häufig vorkommender Libellenarten. Sie sind als Anregung gedacht, das Äußere der Libellen auch einmal unter einem anderen Blickwinkel als dem der Arterkennung zu betrachten.

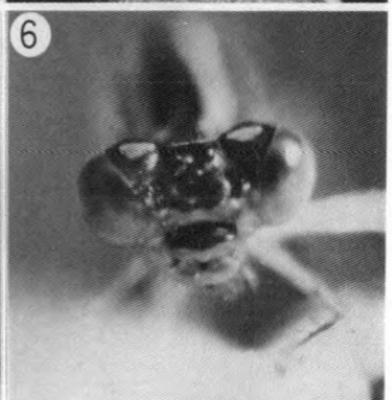
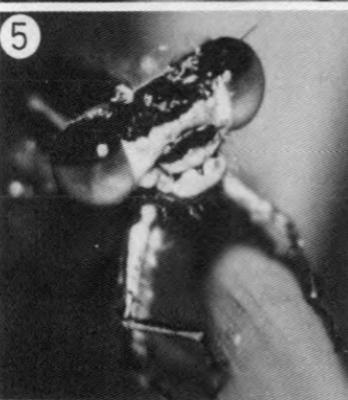
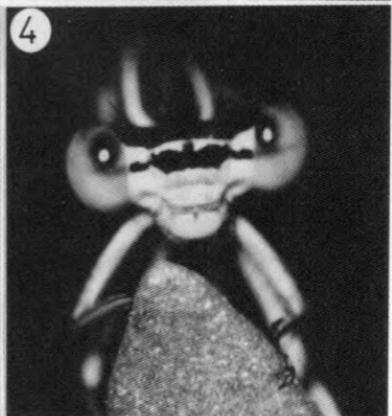
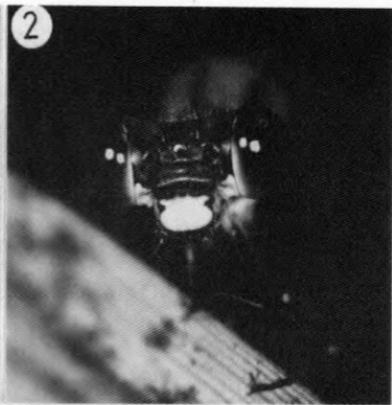
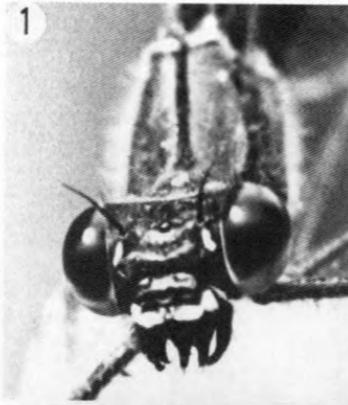
Aus der hier angerissenen Sicht ergeben sich neue Fragestellungen, die zu beantworten Sache gründlicher wissenschaftlicher Untersuchungen sein sollte. Zum Beispiel die Frage nach dem Zusammenhang bestimmter Gestaltungselemente mit Lebensweise oder Lebensraum oder nach der evolutionären Entwicklung bestimmter häufig vorkommender Muster, Farben oder Kontraste im Tierreich bis hin zum Menschen.

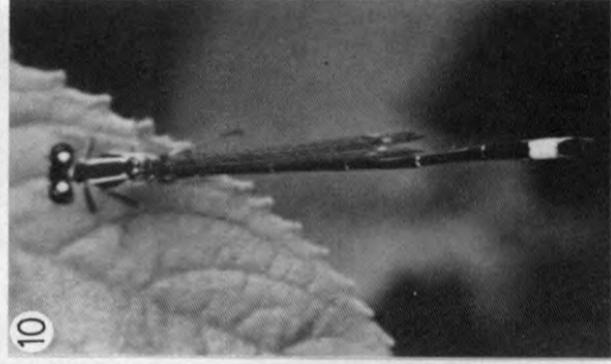
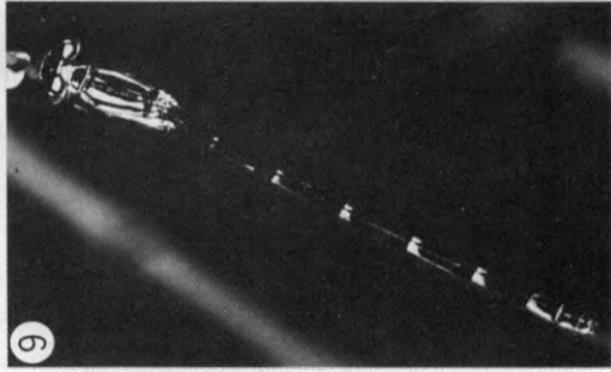
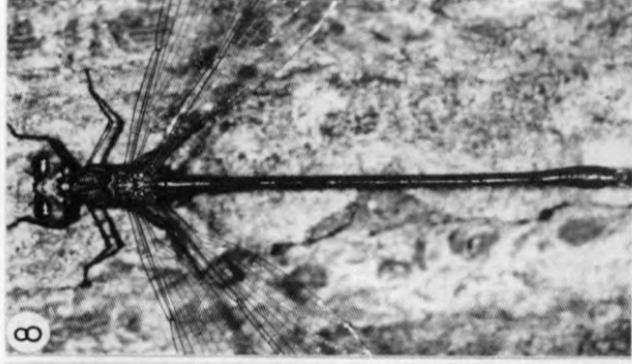
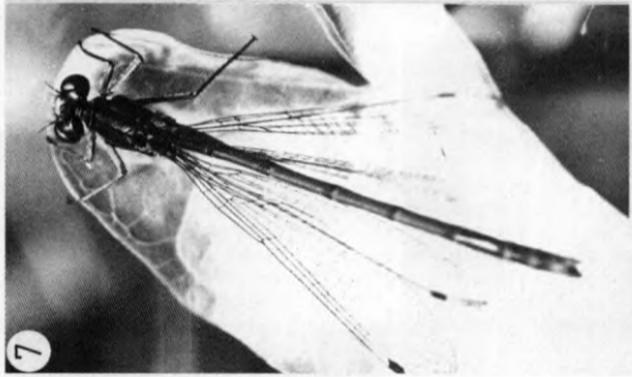
E.MAYR (1985) hat einmal gesagt, daß es richtig und legitim ist, bei jeder Betrachtung einer Struktur, einer Funktion oder eines Prozesses in der Biologie zu fragen: "Warum gibt es das, welchen Überlebensvorteil brachte sein Erwerb?" Die Antworten auf die vielen Fragen, die sich aus der Betrachtung der Gestaltungselemente bei den Libellen ergeben, stehen größtenteils noch aus. Sie zu beantworten, wird schwer sein, weil die Bedeutung bestimmter

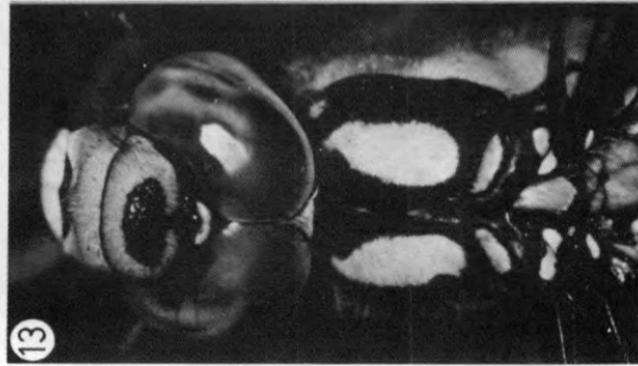
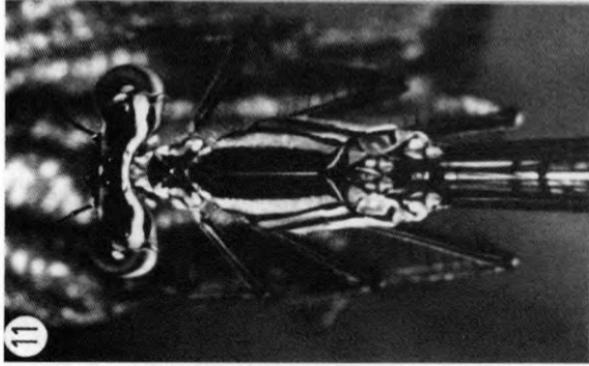
Gestaltungen (Farbe, Kontraste, Muster etc.) vielleicht eher in der Vergangenheit als in der Gegenwart zu finden ist. Zitieren wir diesbezüglich noch einmal MAYR (1985): "Wohin man in der Natur auch blickt, überall trifft man auf Erscheinungen, die keinen Sinn ergeben, wenn man sie nicht durch die Brille der Evolution betrachtet."

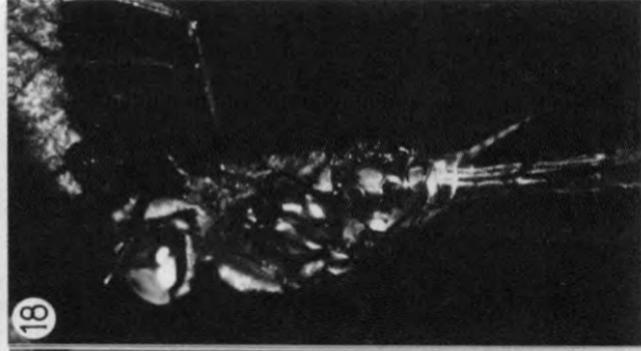
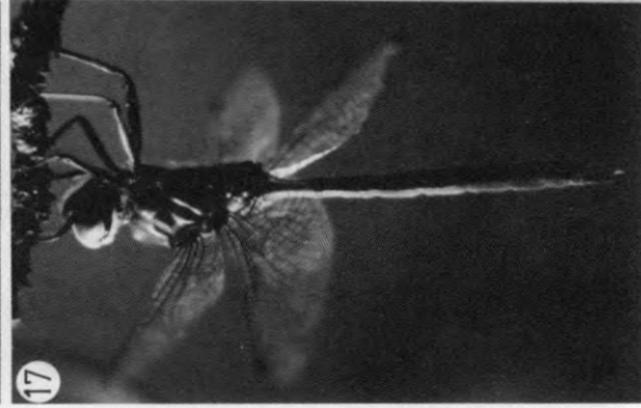
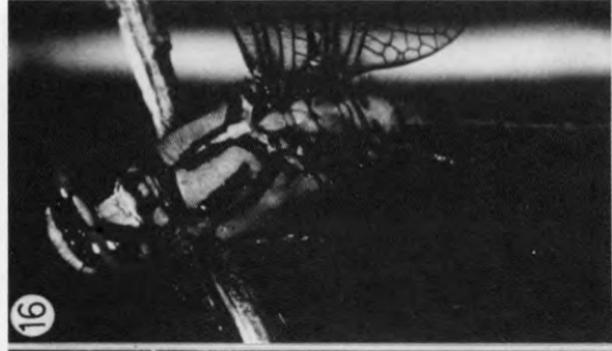
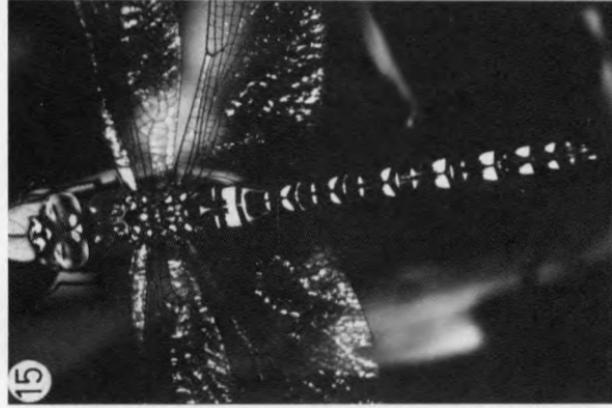
#### Literatur

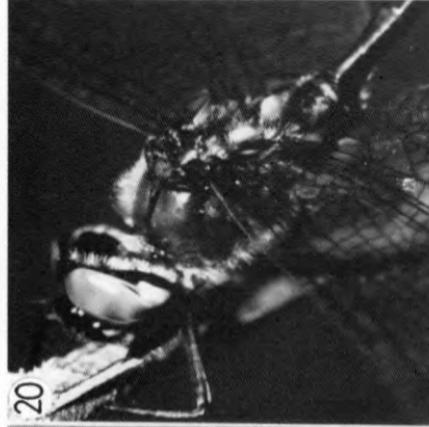
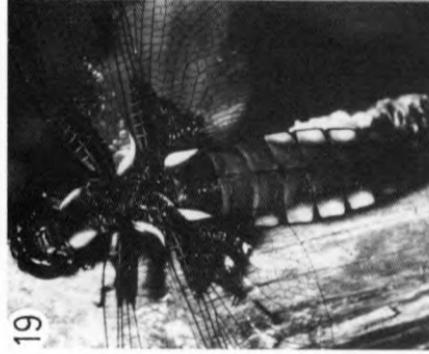
- BOEHRINGER, 1963: Augen und Sehen. Eine Betrachtung aus dem Gebiet der vergleichenden Anatomie über Lichtreaktionen und das Sehen im Tierreich. C.H.Boehringer Sohn Ingelheim am Rhein 1963
- DIRK, M. 1986: Menschen und Masken in Neuguinea. Benedikt Taschen Verlag G.m.b.H.u.Co.KG. Köln.
- EBELING, I. 1984: Masken und Maskierung, Du Mont Buchverlag Köln.
- ITTEN, J. 1984: Kunst der Farbe. Otto Maier Verlag Ravensburg.
- KOENIG, O. 1961: Urmotiv Auge. R.Piper u.Co Verlag. München-Zürich
- LOMMEL, A. 1980: Schamanen und Medizinmänner. Verlag Callwey München.
- MAYR, E. 1985: Evolution, mit einer Einführung von Ernst Mayr. Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft m.b. & Co. Heidelberg 5. Auflage
- PORTMANN, A. 1965: Die Tiergestalt. Herder Freiburg Basel Wien. Herderbücherei Band 240.
- STAVENGA, D.G. 1979: Pseudopupils of Compound Eyes in Handbook of Sensory Physiology Volume VII/6a by Autrum, H. Jung, R., Loewenstein, W.C., Mac Kay, M.M., S. 377- 439, Springer Berlin.
- PLETSCHINGER, H.: Bunte Welt der Insekten. Kosmos Gesellschaft der Naturfreunde. Francksche Verlagshandlung Stuttgart.











## Legenden der Abbildungen

Abb. Nr.	Inhalt
1	<i>Calopteryx splendens</i> - o, Vorderaspekt geblitzt. Querstreifungseffekt durch Lichtreflexe und die Reihe der Farbflecken auf der Oberlippe. Zwei bohnenförmige Farbflecken unterhalb der Fühler.
2	<i>Lestes sponsa</i> - o, Vorderaspekt geblitzt. Oberlippe als Schauorgan ausgebildet. Tendenzen der Musterung wie Abb.3.
3	<i>Lestes viridis</i> , Vorderaspekt geblitzt. Querstreifungstendenz durch Lichtreflexe. Zusätzlich entstehen medial der Augen etwa an der Stelle der bohnenförmigen Farbflecken von <i>Calopteryx</i> rundliche Lichteffekte. Gefärbte helle Partie im Winkel zwischen Auge und Oberlippe, beiderseits im Bereich der Mandibel und Wange.
4	<i>Platycnemis pennipes</i> -o. Ausgeprägter Querstreifungseffekt im HD-Kontrast durch Pigmentfärbung. Längsstreifung Thorax. Eindrucksvolle Augenwirkung durch dunklen Pupillenfleck mit zentralem Lichtreflex. Sogenanntes Überoptimales Augenmuster (hell-dunkel-hell).
5	<i>Coenagrion mercuriale</i> -o, Vorderaspekt. Querstreifung durch Pigmentfärbung des Kopfes, die Augen miteinbeziehend. Längsstreifung Thorax und Beine. Zwischen Kopfschild und Oberlippe drei zahnartig wirkende dunkle Fleckchen.
6	<i>Coenagrion lindeni</i> , Vorderaspekt. Die Postokularflecken unterstützen auf der einen Seite die Querstreifungstendenz, wirken auf der anderen Seite als Schein-Augen.
7	<i>Pyrrhosoma nymphula</i> . Pseudo-Postokularflecken durch Lichtreflexe, betont als Schein-Augen wirkend.
8	<i>Chalcolestes viridis</i> -o. Querstreifungstendenz im Bereich der Zwischenaugenpartie durch Lichtreflexe.
9	<i>Enallagma cyathigerum</i> -o, Dorsalaspekt. Querstreifungstendenz Kopf und Prothorax, Längsstreifung Thorax, auf dem Prothorax seitlich fortgesetzt.
10	<i>Ischnura elegans</i> -o. Ausgeprägte Schein-Augenwirkung der Postokularflecken, sogenannte Rückwärtsaugen (Retro-Augen).
11	<i>Platycnemis pennipes</i> -o, Dorsalaspekt. Grundsätzlich gleiche Gestaltungstendenz wie in Abb. 9, wenn auch in anderer Ausführung.
12	<i>Calopteryx splendens</i> -o, Dorsalaspekt. Querstreifungstendenz im Bereich der Zwischenaugenpartie durch Lichtreflexe. Betonte Halsfigur.
13	Ansicht einer <i>Aeshna cyanea</i> von vorn oben. Der breite, schwarze Querstrich der T-Figur auf der Stirn wirkt als dunkles Zentrum innerhalb einer ovalen, hellen Figur. Imitation eines Mundspaltes.
14	Schein-Augen mit dunklem, geschweiften Pupillenfleck bei <i>Aeshna grandis</i> .
15	Dorsalansicht einer <i>Aeshna mixta</i> . Kontrastreiches Stirnmuster. Schein-Augen mit Brauenlinie (weiteres siehe Text).
16	<i>Gomphus vulgatissimus</i> , Dorsalaspekt. Tendenz der Musterung wie bei Zygopteren (s.Text). Musterung des Zwischenflügel-feldes abweichend, in der Mittellinie angeordnet, großfleckig, sich bis auf die ersten Abdominalsegmente erstreckend.

- 17 Seitenansicht einer *Somatochlora alpestris*. Die Art des Lichteinfalls (von oben) läßt am Thorax eine hell-dunkel-kontrastierende Schrägstreifung entstehen. Hell reflektierender oberer Augenbereich (s.Text).
- 18 Bei Lichteinfall von der Seite entsteht bei *Somatochlora alpestris* am Thorax eine fleckförmige Zeichnung, die mit den echten hellen Farbflecken ein einheitliches Fleckenmuster hinsichtlich der Wirkung im H-D-Kontrast ergibt. Thoraxpelz und Haarkranz am Hinterrand des Kopfes reflektieren hell.
- 19 Dorsalansicht eines *Libellula depressa*-o. Die beiden Längsstreifen auf dem Thorax, die Frenulae und die segmental angeordneten Flecken an den Seiten des Abdomens heben sich hell ab.
- 20 Seitenbild einer *Somatochlora alpestris*. Querstreifungseffekt des Kopfes in dunkel-hell, dunkel-hell - Anordnung. Der helle Hinterrand des Kopfes wird durch den reflektierenden Haarkranz gebildet. Er kontrastiert gegen die schwarze Umgebung.
- 21 Vorderansicht von *Sympetrum pedemontanum*-o. (s.Text).
- 22 Vorderansicht von *Sympetrum pedemontanum*-o (s.Text)
- 23 *Sympetrum striolatum*-o, Sicht von vorn oben. Im oberen Augenbereich heben sich auf dem dunklen Untergrund die Lichtreflexe scharf kontrastierend ab. Es entsteht in Blickrichtung eine konzentrische Musteranordnung mit hell-dunkler Kontrastwirkung.
- 24 *Sympetrum danae*-o. Am Abdomen wird ein dunkler Mittelstreif dorsal durch Pigmentfarbe, ventral durch reflektierende Wachsauflagerung hell kontrastierend gesäumt. H-D-Kontrast durch Haarreflexion und pigmentgefärbte Seitenstreifen am Thorax.

Anschrift des Verfassers:

Dr. H. Steinrücken

Im Büfang 3

D - 7801 Offnadingen

L i b e l l e n - E x u v i e n

von europäischen Fundpunkten gesucht.

Materialsendungen erbeten an

Bernd G e r k e n  
Uni-GH Paderborn  
Lehrgebiet Tierökologie  
An der Wilhelmshöhe 44  
D - 347 Höxter 1

Hinweis: In Heft 3/4 (1987) erscheint eine Liste der Bestimmer von Libellen-Exuvien