

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Graz.)

## Veränderungen am histologischen Bau der Sehzentren von Libellenlarven nach Blendung.

Von

Irmingard Stein, Graz.

Mit 6 Textabbildungen.

### Einleitung.

Alverdes hat 1924 grundlegende Untersuchungen über die nach Blendung auftretenden pathologischen Veränderungen in den Sehzentren von Insekten durchgeführt. Um festzustellen, ob sich Degenerationserscheinungen über die direkt betroffenen Neurone hinaus auf noch nicht betroffene ausbreiten, wie es Arbeiten am hiesigen Institut an Wirbeltieren gezeigt haben (Umrath, Hellauer, Hagmüller), habe ich meine Untersuchungen angestellt. Aus diesem Grund beobachtete ich die Veränderungen über längere Zeit und dabei zeigte sich unerwarteter Weise, daß die Regenerationsvorgänge in einem Ausmaß auftreten, daß die eben erwähnte Frage nicht sicher entschieden werden konnte.

### Material und Methodik.

Ich führte die Untersuchungen vergleichend an *Aeschna cyanea*, *Libellula depressa*, *Lestes barbarus*, *Sympetrum vulgatum* und *S. striolatum* durch. Die Tiere wurden in Vollglasaquarien gehalten und mit Stubenfliegen, *Tubifex* und *Asellus*, gefüttert. Ich blendete die Tiere einseitig (links) nach der Methode Alverdes mit einer glühenden Nadel, wobei es stets zu einer vollständigen Zerstörung aller Ommatidien des Komplexauges kam. Ein auf diese Weise geblendetes Auge erscheint schwarz, seine Oberfläche ist anfangs stark zerklüftet, doch schon nach kurzer Zeit lagert sich Epithel an, das Chitin absondert. Die Konturen des geblendeten Auges werden abgerundeter, seine Oberfläche glatter. Larven, die

nach der Blendung eine Häutung durchmachten, wurden vom Häutungstag an separiert gehalten und der Tag der Häutung protokolliert. Die Dicke des sich anlagernden Chitinschorfes nimmt nach jeder Häutung zu und unter ihm konnte ich eine Anlagerung von Blut- und Bindegewebszellen, wie sie Lazarene (1925) in seiner Arbeit über Blut und Bindegewebe bei Insekten beschreibt, feststellen. Larven, die ich durch Kappen des Auges mittels einer Schere zu blinden versuchte, gingen immer schon einige Stunden nach der Operation ein.

Ich tötete die Tiere einen Tag bis 10 Wochen nach der Blendung und fixierte immer mindestens zwei gleichartig geblendete Larven gleichen Alters in Askohol, Freiling'schem Gemisch oder in Carnoy. Nach 1 bis 2-stündiger Fixierungsdauer befreite ich die Larvenköpfe von den leicht abhebbaren Chitinteilen (Fühler, Mundwerkzeuge) und nach 6 bis 8-stündigem Auswaschen in 96% Alkohol führte ich sie über 100% Alkohol, (2 bis 3 Stunden), Methylbenzoat (0,5 bis 1 Stunde), Benzol (0,5 Stunden), Benzol-Paraffin (0,5 Stunden im Thermostaten) und mehrmals gewechseltes weiches Paraffin in ein Gemisch von hartem Paraffin und Bienenwachs über. Die meisten Larvenköpfe schnitt ich quer in einer Dicke von 7 bis 22  $\mu$ , weil diese Schnittebene die deutlichste Darstellung der Ganglien ergab. Die Färbung der Schnitte gelang am besten nach der von Gratzl (1941) geänderten Nissl-Methode in 2% Thioninblaulösung. Eingeschlossen wurden die Schnitte in Canadabalsam oder Caedax. Die Abbildung der Schnitte geschah mit einem Zeichenapparat nach Leitz bei 120-facher Vergrößerung.

Da bei einem solchen Schnitt stets auch der intakt gebliebene Lobus opticus der ungeschädigten Seite getroffen wurde, war es möglich, die pathologischen Veränderungen im Vergleich zu normalen Verhältnissen am selben Präparat zu studieren. Das zeitliche Fortschreiten der De- und Regeneration konnte aus der Gegenüberstellung von in verschiedenen Zeitabständen nach der Operation hergestellten Präparaten abgeleitet werden.

### Versuchsergebnisse.

Die im Lobus opticus nach der Blendung auftretenden Prozesse wurden einerseits vom Gesichtspunkt der sich dabei vollziehenden anatomischen Umgestaltung, andererseits vom Gesichtspunkt des zeitlichen Verlaufes der Degeneration beobachtet.

Sieht man von größenbedingten Unterschieden ab, so stimmen die Baupläne der Sehzentren der untersuchten Arten vollkommen miteinander überein. Es waren nun, wie zu erwarten, die nach Zerstörung des Auges auftretenden Degenerationssymptome in allen Fällen dieselben.

### A. Degeneration.

#### a) Morphologische Veränderungen.

Stets kommt es zum Schwinden sämtlicher postretinaler Fasern. Die Schädigungen im ersten Ganglion bieten immer dasselbe Bild:

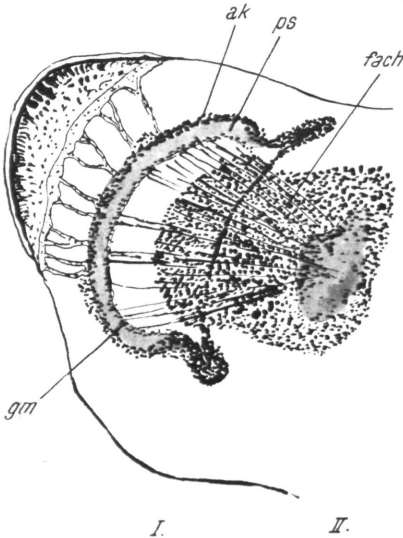


Abb. 1. *Libellula depressa*, normal.  
gm Grenzmembran des 1. Ganglions.

Abb. 2. *Libellula depressa*, 1 Tag nach der Blendung.

Die Ganglienzellen der äußeren Körnerschicht erfahren eine starke zahlenmäßige Reduktion. Vakuolen treten sowohl in ihr als auch in der Marksicht des Ganglions auf. Die Zahl der unter der Grenzmembran liegenden locker gelagerten Kerne vermindert sich. Die in das äußere Chiasma tretenden Zellfortsätze werden weniger zahlreich (Abb. 1 und 2 zeigen die Schädigungssymptome des ersten Ganglions.).

Im zweiten Ganglion tritt ebenfalls eine deutliche Verminderung der Zelldichte in der äußeren Körnerschicht in Erscheinung. Die Reduktion dieser Schichte, als auch die der darunter gelegenen

Marschichte geht unter Vakuolenbildung vor sich. Degenerationserscheinungen in den Ganglienzellen selbst konnte ich nie feststellen.

In der folgenden inneren Körnerschicht wurden keinerlei Schädigungssymptome beobachtet. Es sei denn, es könnte das Auftreten von fallweise dort aufgefundenen, sehr dichten Tracheenverzweigungen als solche gedeutet werden. (Abb. 4: Schädigung des zweiten Ganglions. Ein Normalfall auf gleicher Schmitthöhe zeigt Abb. 3.)

Ganglion 3 blieb in der Regel unversehrt. In zwei Fällen jedoch kam es bei gleicher Blendungsintensität zu Vakuolenbildung in der Marschicht des Ganglions. Ganglion 1 und 2 zeigen zwar sehr deutliche, aber „normale“ Degenerationserscheinungen. Die Larven wurden unmittelbar nach einer Häutung geblendet.

Zusammenfassend muß festgestellt werden:

Bei Totalzerstörung des Komplexauges von Libellenlarven kommt es mit geringer Variabilität der Degenerationserscheinungen zu folgenden morphologischen Veränderungen:

1. Verlust der postretinalen Fasern.
2. Verminderung der Ganglienzellenanzahl in der äußeren Körnerschicht des ersten Ganglions.
3. Größenreduktion des Ganglions unter Vakuolenbildung.
4. Die in das äußere Chiasma tretenden Zellfortsätze erfahren eine zahlenmäßige Abnahme.
5. Die Zahl der Ganglienzellen in der äußeren Körnerschicht des zweiten Ganglions nehmen ab.
6. Größenreduktion des zweiten Ganglions unter Vakuolenbildung.

Alverdes hat an *Agrion*-Larven nur geringere Veränderungen beobachtet, die Degeneration griff in seinen Untersuchungen nie über das erste Ganglion hinaus. Bei meinen Versuchen an jüngeren Tieren mit etwa 10 Tagen Lebensdauer nach der Blendung traten regelmäßig auch in Ganglion 2 Schäden auf. Blendungsversuche an älteren Larven und Nymphen ergaben immer geringere Schädigungen in den Sehzentren, so daß sie sich ähnlicher den *Agrion*-Larven von Alverdes verhielten. Alverdes tötete die Tiere erst 5 bis 13 Wochen nach der Blendung, ich jedoch in einem Zeitraum von einem Tag bis zu drei Wochen, da die markantesten Degenerationserscheinungen gerade in Zeiträumen von 1 bis 14 Tagen nach der Blendung auftreten. Möglicherweise sind die Befunde

von Alverdes schon durch eine gewisse Regeneration beeinflusst, er beobachtete auch noch das Verschwinden von Vakuolen.

b) Zeitlicher Degenerationsverlauf.

Unmittelbar und in einem Zeitabstand von einem Tag nach der Blendung fixierte Larven zeichnen sich durch das Fehlen sämtlicher postretinalen Fasern aus. Die Zellschichten des ersten Ganglions erscheinen schon am ersten Tag nach dem Eingriff deutlich aufgelöst.

Ihre Zelldichte ist bedeutend vermindert (Abb. 2). In den vorhandenen Ganglienzellen hat die Zahl der Nissl-Schollen erheblich abgenommen; die teilweise noch vorhandene Tigroid-Substanz ist „randständig“, d. h., sie hat sich an die Peripherie der Zellen verlagert, was diesen und damit dem ganzen Zellkomplex

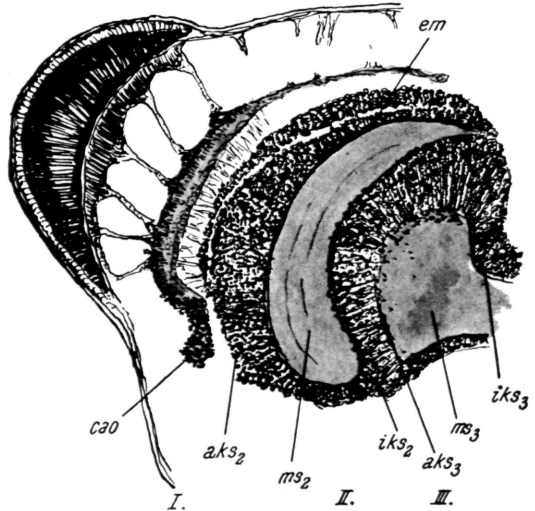


Abb. 3. *Libellula depressa*, normal. em embryonale Membran,  $iks_3$  innere Körnerschicht des 3. Ganglions,  $iks_2$  innere Körnerschicht des 2. Ganglions,  $ms_3$  Markschicht des 3. Ganglions,  $ms_2$  Markschicht des 2. Ganglions,  $aks_3$  äußere Körnerschicht des 3. Ganglions,  $aks_2$  äußere Körnerschicht des 2. Ganglions, cao embryonaler Anteil ventral.

ein viel lichter Aussehen gibt. Gewöhnlich treten Vakuolen im ersten Ganglion erst zwei bis drei Tage nach der Blendung auf. In einigen Fällen jedoch lassen sie sich schon am ersten Tag nach der Blendung feststellen.

Die äußere Körnerschicht des zweiten Ganglions erfährt in der Regel erst ca. drei bis vier Tage nach der Blendung eine zahlenmäßige Reduktion der Zellen, die sich meistens unter Vakuolenbildung vollzieht. Eine Abnahme der Zahl der Nissl-Schollen konnte ich hier nicht feststellen. Vakuolen in Ganglion I und in der äußeren Körnerschicht des Ganglion 2 treten meist gleichzeitig auf.

Kommt es zu Vakuolenbildung auch in der Markmasse von Ganglion 2, was nicht immer der Fall ist, so erst ca. zehn Tage nach der Blendung (Abb. 4). Der Sonderfall einer Vakuolisierung der Marksubstanz im dritten Ganglion wurde 14 Tage nach der Blendung beobachtet.

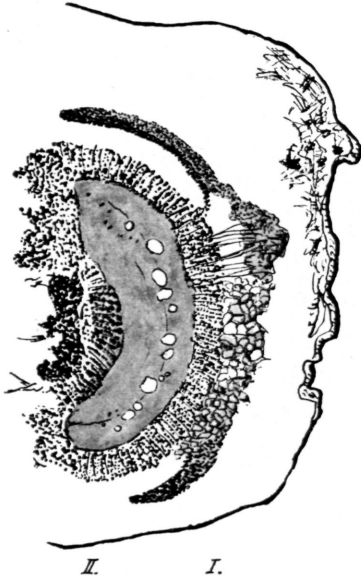


Abb. 4. *Libellula depressa* 14 Tage nach der Blendung (gleiche Schnitthöhe wie Abb. 3).

Die Intensität der Degeneration steigert sich demnach bis ca. 14 Tage nach der Blendung. In der dritten Woche nach dem Eingriff vollziehen sich Veränderungen der allenfalls vorhandenen Vakuolen, die sich vergrößern und zusammenschließen. Die äußere Körnerschicht des ersten Ganglions nimmt dadurch häufig „Wabenstruktur“ an, d. h. die zahlreichen, in ihr entstandenen Vakuolen legen sich eng aneinander, was dem stark deformierten Zellkomplex ein netzartiges Aussehen verleiht (Abb. 4). In keinem Falle jedoch ließ sich ein Fortschreiten der Degeneration in der dritten Woche feststellen. Es traten keine Degenerationssymptome mehr auf. Vielmehr können alle nun ablaufenden Prozesse bereits als Anfangsstadien einer einsetzenden

Regeneration angesehen werden.

#### Beziehungen zwischen degenerativen Veränderungen und histologischem Verlauf der Fasern.

Im folgenden versuche ich, die beobachteten Degenerationserscheinungen mit dem Faserverlauf und der Ausdehnung der einzelnen Neurone, wie sie aus den Untersuchungen ZAWARZINS hervorgehen, in Zusammenhang zu bringen.

Werden die Ommatidien des Komplexauges zerstört, so verschwinden zunächst sämtliche postretinalen Fasern. Diese Zellen wurden zweifelsohne noch direkt von der Hitze betroffen und geschädigt. Es ist wahrscheinlich, daß die Bildung von Vakuolen in

der Marksubstanz des ersten Ganglions, die schon am zweiten Tage nach der Blendung beginnt, im Zusammenhang mit der Degeneration der postretinalen Fasern erfolgt. Ob alle weiteren Defekte im ersten Ganglion nun auch durch direkte Hitzeeinwirkung entstehen oder ob sie als direkte Degeneration zu deuten sind, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Obzwar bei meinen Tieren im ersten Ganglion keine Koagulation stattgefunden hat, wie sie Alverdes stets bei größerer Hitzeeinwirkung beschreibt, so läßt die sehr weitgehende Zerstörung der äußeren Körnerschicht des Ganglions, die schon am ersten Tag in Erscheinung tritt, doch fast auf eine so tiefgreifende direkte Hitzeschädigung schließen.

Im Ganglion 2 sind kaum Hitzeeinwirkungen anzunehmen. Werden im ersten Ganglion die Endverzweigungen der in der äußeren Körnerschicht von Ganglion 2 gelegenen Zellen mit rückläufigem Fortsatz von der direkten Schädigung noch betroffen, so sind die Defekte in der äußeren Körnerschicht des zweiten Ganglions als Auswirkungen einer direkten, retrograden Degeneration anzusehen. Zu den ca. zehn Tage nach dem Eingriff auftretenden Vakuolen in der Markmasse dieses Ganglions kann es durch Degeneration entweder der Zellen mit durchziehendem Fortsatz aus der äußeren Körnerschicht des ersten Ganglions kommen, dann wäre die Degeneration eine sekundäre (Waller'sche) oder es wird die Schädigung durch die Zellen mit aufsteigendem Fortsatz der inneren Körnerschicht von Ganglion 2 der Markmasse des Ganglions mitgeteilt, so müßte man von einer retrograden, direkten Degeneration sprechen.

Schließt man nun die Möglichkeit einer Hitzeeinwirkung, die das ganze erste Ganglion betrifft, aus, so ließe sich nur das Verschwinden der postretinalen Fasern als direkte Degeneration deuten. Alle weiteren pathologischen Veränderungen in distal und proximal von der Markmasse des ersten Ganglions gelegenen Zellen wären in diesem Falle als Auswirkungen einer indirekten Degeneration, wie sie Umrath und Hellauer in Versuchen mit Entfernung eines Auges im Occipitalpol des Großhirns an Wirbeltieren beschreiben, anzusprechen.

Eine Vakuolenbildung auch im dritten Ganglion kann jedoch mit ziemlicher Sicherheit als Effekt einer indirekten Degeneration gedeutet werden.

## B. Regeneration.

a) *Regenerative Umgestaltung des ersten und zweiten Ganglions.*

Wie bereits erwähnt, wurde im Verlaufe der Untersuchungen erkannt, daß neben den durch Blendung hervorgerufenen degenerativen Veränderungen im Lobus opticus von Odonatenlarven auch regenerative Prozesse auftreten. Hingewiesen auf das Auftreten eines regenerativen Faktors wurde ich durch den Umstand, daß

alle Präparate, die von Tieren mit drei bis vier Wochen Lebensdauer nach der Blendung hergestellt wurden, eine viel geringere Schädigung vorzüglich der ersten Ganglions aufwiesen, als Schnitte, die im Zeitraum von 1 bis 14 Tagen gemacht wurden.

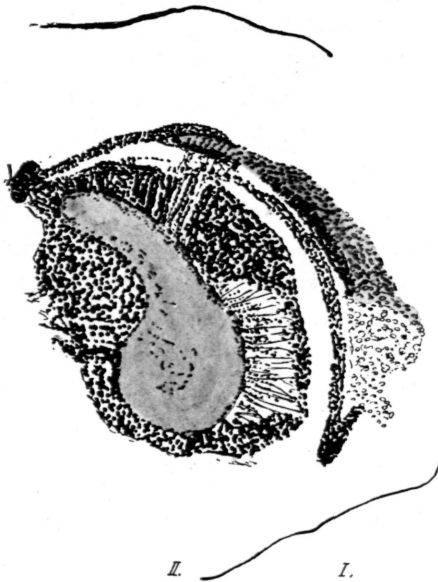


Abb. 5. *Libellula depressa*, 21 Tage nach der Blendung (vgl. Abb. 3 und 4).

Der in allen Fällen im Vergleich zum normalen Auge sehr lichte, stark deformierte, meist nahezu vollständig aufgelöste mittlere Teil des ersten Ganglions zeigt in allen später gefertigten Präparaten eine Neuanlagerung dunkler Zellen, die sich zu Schichten fügen.

21 Tage nach der Blendung fixierte Larven lassen den progressiven Verlauf der Regeneration sehr deutlich erkennen. Die Zahl der sich anlagernden, dunklen Zellen hat sich bereits wesentlich vermehrt (Abb. 5).

Das degenerierte Ganglienzellenmaterial der äußeren Körnerschicht von Ganglion 1 ist von den sich hereinschiebenden neuen Zellen nach außen gedrängt worden. Seine Zellen erscheinen viel lichter, weil sie weniger Nissl-Schollen enthalten. Machen Tiere nach der Blendung eine Häutung durch, so läßt sich dies deutlich an den Schnittpräparaten feststellen. Die Reste des zerstörten Auges sind in solchen Präparaten bis auf kleine Pigmentkörner



verschwunden. Das durch die Blendung in seiner Struktur immer sehr veränderte erste Ganglion zeigt keine wesentlichen Formunterschiede mehr zu Ganglion I der Normalseite. Die Ganglienzellen der stets am ärgsten deformierten äußeren Körnerschicht des Ganglions wurden von neuen Zellen ersetzt, die sehr dicht liegen und im Zellverband dunkler erscheinen als die äußere Körnerschicht des intakten Ganglion I. In der Markmasse des ersten und in der Markmasse des zweiten Ganglions sind (Abb. 6) noch kleine Vakuolen zu erkennen; die „Degenerationstiefe“ war also, wie aus den Vakuolen in diesen Schichten hervorgeht, eine „normale“. Die Tatsache, daß Ganglion I in seinem Bau trotzdem so normal erscheint, läßt vermuten, daß die Regenerationsprozesse durch die Häutung eine Beschleunigung erfahren.

Eine weitere für eine stattgefundene Häutung charakteristische Erscheinung ist die Bildung neuer Ommatidien (*nOM*). Im Querschnitt zeigt sich dieser Beginn einer Oberflächenvergrößerung des Larvenauges an dorsal und ventral liegenden, schmalen „Sehkeilsäumen“ (Abb. 6), die sich

von der Kopfmittle bis zum Rande des Schädigungsbereiches anlagern. Auch *Sympetrum*-Larven, die 28 Tage nach der Blendung fixiert wurden und sich gehäutet hatten, zeigen diese Vergrößerungstendenz. Die Schädigung, oder besser, der Ausfall des Auges scheint keinerlei Einfluß auf diese Vorgänge zu haben. Daß es zu dieser Erscheinung nur bei Arten kommen kann, deren Larvenformen sehr viel kleinere Augen haben als die Volltiere, ist begreiflich. *Libellula depressa* und *Sympetrum* weisen diesbezüglich beträchtliche Größenunterschiede auf. Es muß sich bei der sukzessiven Umwandlung in die Lageverhältnisse der

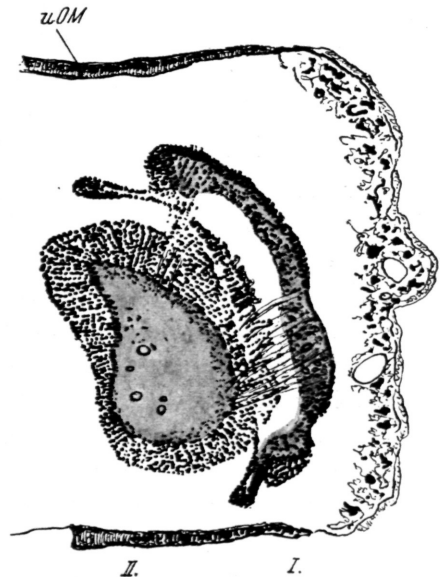


Abb. 6. *Libellula depressa*, 36 Tage nach der Blendung gehäutet (vgl. Abb. 2 und 4); *nOM* neue Ommatidien.

Imago bei diesen Arten auch das erste Ganglion wesentlich mehr vergrößern, als dies z. B. bei *Aeschna* und *Lestes* der Fall ist. Die Differenz der Größe der Augen und damit des ersten Ganglions zwischen Larve und Volltier ist bei den letztgenannten Arten viel geringer. Die sich daraus ergebende Frage, ob und wie weit nun die bei *Libellula* und *Sympetrum* ausgeprägtere Vergrößerungstendenz des ersten Ganglions auf den Vorgang einer traumatischen Regeneration Einfluß hat, konnte in den hier geschilderten Versuchen keine Beantwortung finden. Eine definitive Klärung dieser Verhältnisse würde eine sehr große Anzahl von Versuchstieren erfordern. Larven aller Entwicklungs-, resp. Häutungsstufen müßten geblendet und fixiert werden, um ein etwaiges Stadium der größten „Regenerationspotenz“ feststellen zu können.

Zur Wiederinstandsetzung des ersten Ganglions kommt es, wie schon mehrmals erwähnt wurde, durch Anlagerung intakten Zellmaterials, dessen Aktivierung im Normalfalle erst bei der sukzessiven Vergrößerung des Ganglions erfolgen würde. Wichtig für das Verstehen der Regenerationsvorgänge ist die Beobachtung, daß die Anlagerung der Regenerate stets von den Enden des Ganglions her erfolgt. Der mittlere Teil desselben erscheint immer am längsten geschädigt. Die Schichte der neuen Zellen erscheint in diesem Teil sehr dünn (Abb. 6). Dieser Umstand läßt darauf schließen, daß das ehemalige, durch Blendung degenerierte Zellmaterial selbst nicht regeneriert. Ist es in den Präparaten von ca. drei Wochen nach der Blendung fixierten Tieren noch als lichter, schwach angefärbter Zellkomplex zu erkennen (Abb. 5), so finden sich in später verfertigten Schnitten keine derartigen Gruppen degenerierter Zellen mehr. Sie sind von dem sich dorsal und ventral heraufschiebenden Regenerationsmaterial, welches sich in der Mitte „zangenartig“ schließt, wahrscheinlich gegen den Rand hin, in das sich dort anlagernde Bindegewebe geschoben worden. Wie ich in der Beschreibung des Degenerationsgeschehens ausführte, kam es bei allen geblendeten Tieren immer auch zur Schädigung des zweiten Ganglions. Der Zellverband der äußeren Körnerschicht erschien gelichtet, die Zahl der Ganglienzellen hatte beträchtlich abgenommen; im Gegensatz zu Ganglion 1 konnten hier jedoch keinerlei Degenerationsanzeichen in den Ganglienzellen selbst beobachtet werden. Untersucht man nun das zweite Ganglion in Präparaten, die einige

Wochen nach der Blendung verfertigt wurden, so kann man feststellen, daß von den Degenerationsschäden nichts oder nur mehr wenig zu erkennen ist. Abgesehen von meist kleinen Vakuolen in der Markmasse des Ganglions, die in einigen Präparaten vorhanden sind, erscheint das Ganglion und vorzüglich die von der Blendung am ärgsten betroffene äußere Körnerschicht desselben im Vergleich zu kurz nach der Blendung hergestellten Schnitten in einem auffallend intakten Zustand. Es müssen demnach auch hier Umgestaltungen regenerativer Art vor sich gehen. Die Frage, ob nun auch hier wie im ersten Ganglion die Regeneration von bestimmten Partien des Ganglions ihren Ausweg nimmt, ob die Lücken im Zellverband durch neue Zellen ausgefüllt werden oder ob doch geschädigte Zellen wieder regenerieren, konnte keine Beantwortung finden.

*b) Regenerationsherde im ersten Ganglion. Schlußfolgerungen auf die anatomischen Verhältnisse.*

Die Frage nach der Herkunft des intakten Zellmaterials, welches sich vom Rande des ersten Ganglions gegen die Mitte hin anlagert, lenkte die Aufmerksamkeit auf einen schon von Berger (1878) beschriebenen und von Viallanes (1884) erstmalig als „embryonalen Anteil“ gedeuteten Anhang des ersten Ganglions. Zawarzin (1914), der in seiner Arbeit näher auf diese dorsale Aussackung des ersten Ganglions eingeht, beschreibt ihn als „eine Verlängerung desselben im oberen Teil, die allmählich schwindet, wobei sie einen embryonalen Charakter annimmt. In diesen Abschnitt dringen keinerlei Nerven aus dem Auge ein, ebenso wie aus ihm keine Fasern in das Chiasma übergehen. Dieser Abschnitt ist offenbar tatsächlich ein embryonaler Anteil des Ganglions, welcher sich bei der Verwandlung in die Imago entwickelt, deren Augen bedeutend größer sind, infolgedessen auch das erste Ganglion eine größere Oberfläche haben muß.“

Wird nun im frühen Larvenstadium das Komplexauge zerstört und kommt es daraufhin zu den geschilderten Degenerationserscheinungen, so läßt sich bei der anschließend auftretenden Regeneration des ersten Ganglions dieser für die Vergrößerung des Ganglions verantwortliche embryonale Anteil als Regenerationsherd feststellen.

Gleichzeitig jedoch schieben sich auch vom Ventralteil des Ganglions her neue Zellschichten gegen die Ganglionmitte. Als Bildungszone dieses weiteren Regenerates muß ein zweiter, in allen meinen Schnitten vorhandener embryonaler Anteil gelten, dessen histologische Beschaffenheit als ganz gleich dem dorsalen embryonalen Anteil erwies.

Die Tatsache, daß in allen einschlägigen Arbeiten stets nur der dorsale Anteil erwähnt wird, ließ eine genauere Untersuchung der morphologischen Verhältnisse des ersten Ganglions wünschenswert erscheinen.

Serienschnitte, die zu diesem Zweck angefertigt wurden, erbrachten interessante Befunde, die von der Darstellung der Topographie des ersten opt. Ganglions, wie sie aus den Arbeiten der angeführten Autoren hervorgeht, in folgenden Punkten abweichen:

1. Das erste opt. Ganglion von Odonatenlarven endigt dorsal und ventral in embryonalen Zellkomplexen (Abb. 1, 2, 4, 5, 6).

2. Die beiden embryonalen Anteile sind durch eine in der äußeren Körnerschicht von Ganglion 2 liegende Membran miteinander verbunden (Abb. 1, 2, 3, 5).

3. Das keilförmige Ganglion wird durch Kreuzung der Chiasmafasern mit der in Punkt 2 beschriebenen embryonalen Membran aus dem Zellverband des zweiten Ganglions herausgehoben.

Zu Punkt 3 muß erwähnt werden, daß Berger und Zawarzin diese die beiden embryonalen Anteile verbindende Linie als „Chiasmastrang“ beschreiben, der, im stumpfen Winkel zu den anderen Chiasmafasern ziehend, das keilförmige Ganglion aus der äußeren Körnerschicht von Ganglion 2 ausschneidet.

Wie in Punkt 1 festgehalten wurde, stellte es sich heraus, daß das erste Ganglion aller jungen Larven der untersuchten Arten im Schnittbild beiderseits, das ist dorsal und ventral, von embryonalen Anlagen begrenzt wird. Aus den Serienschnitten, die quer durch den Kopf (senkrecht zur Längsachse) gelegt wurden, ging nun hervor, daß der Abstand der beiden embryonalen Anteile voneinander nicht immer derselbe ist. So liegen sie in den ersten Schnitten relativ eng beisammen, ihre Verbindungslinie ist kurz. Mit zunehmender Schnitttiefe entfernen sie sich mehr und mehr voneinander; die sie verbindende Linie zieht dann quer durch die äußere Körnerschicht des zweiten Ganglions. In den folgenden, dem Thorax näher

gelegenen Schnitten verringert sich der Abstand zwischen ihnen wiederum. Dieser Umstand berechtigt zu der Annahme, daß die beiden embryonalen Anteile nicht eine dorsale und ventrale Aus-sackung des Ganglions sind, sondern vielmehr eine ringförmige, um das Ganglion laufende Leiste bilden. Ihre im Schnitt als Streifen erscheinende Verbindungsmembran ist in der äußeren Körnerschicht des Ganglions gelegen.

### Zusammenfassung.

1. Unterzieht man Odonatenlarven in früheren Stadien einer einseitigen Blendung des Komplexauges, so treten Degenerationserscheinungen und nachher auch regenerative Prozesse auf.

2. Die Degeneration findet im Bereich des ersten und zweiten optischen Ganglions statt.

3. Der zeitliche Verlauf der Degeneration zeigt eine Ausdehnung auf ca. 14 Tage nach der Blendung.

4. Vom etwa 14. Tage an treten im ersten und zweiten Ganglion Regenerationserscheinungen auf, die im ersten Ganglion von embryonalen Anlagen ihren Ausgang nehmen.

5. Das optische Ganglion wird ringförmig (im Schnittbild beiderseits, dorsal und ventral) von embryonalen Anteilen begrenzt, die miteinander verbunden sind.

6. Häutungen, die nach der Blendung stattfinden, bewirken mit großer Wahrscheinlichkeit eine Beschleunigung der regenerativen Prozesse.

### Literatur.

Alverdes, F. Die Wirkung experimenteller Eingriffe, insbesondere der Blendung auf den histologischen Bau des Insektengehirns. Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere. 2. Bd. 1924 (S. 189—216). — Baldus, K. Untersuchungen über Bau und Funktion des Gehirnes der Larve und Imago von Libellen. Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. 121, 1924 (S. 557—620). — Berger, E. Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. Arb. d. zool. Inst. Wien, Bd. 1, 1878 (S. 173—220). — Gratzl, K. Geänderte Nißl-Methode. Mikrokosmos, Jahrg. XXXV, Heft 1, 1941. — Lazarenko, Th. Die morphologische Bedeutung der Blut- und Bindegewebs-elemente der Insekten. Zeitschr. f. mikroskopisch-anat. Forschg. 3. Bd., 1925. — Umrath, K. und Hellauer, H. F. Über trophische Wirkungen sensibler Neurone im Nervensystem. Zeitschr. f. Nervenheilkunde, Bd. 165, 1950 (S. 409—429). — Zawarzin, A. Histologische Studien über Insekten. Zeitschr. f. piss. Zoologie, Bd. 108, 1914 (S. 176—257).

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1955

Band/Volume: [05](#)

Autor(en)/Author(s): Stein Irmgard

Artikel/Article: [Veränderungen am histologischen Bau der Sehzentren von Libellenlarven nach Blendung. 159-171](#)