

(Aus der Abteilung der Mechanik der postembryonalen Entwicklung des Instituts für experimentelle Morphogenese und aus der KROPOTOWSCHEN biologischen Station, Moskau.)

RESORPTIONSPROZESSE ALS QUELLE DER FORMBILDUNG.
X. DIE MITOGENETISCHE STRAHLUNG DES REGENERATS UND DES
BLUTES DER KAULQUAPPEN WÄHREND DER REGENERATION.

Von

L. J. BLACHER, A. I. IRICHIMOWITSCH, L. D. LIOSNER und M. A. WORONZOWA.

Mit 3 Textabbildungen.

(Eingegangen am 28. Februar 1932.)

Die vorliegende Arbeit ist eine Fortsetzung der Erforschung der mitogenetischen Strahlung während der Regeneration. Derartige Erforschungen wurden seinerzeit von BLACHER und BROMLEY (2) im Jahre 1930 an den geschwänzten Amphibien vorgenommen. Dieselben Autoren (1) hatten im Jahre 1929 an dem Beispiel der schwanzlosen Amphibien bewiesen, daß das alte Gewebe, welches sich an der Grenze der sich neu bildenden Regenerationsknospe befindet, die Fähigkeit besitzt, mitogenetische Strahlen zu verbreiten. In der obenerwähnten Arbeit vom Jahre 1930 hatten diese Autoren sämtliche Veränderungen der Strahlungsintensität während der Regeneration beim Axolotl zu verschiedenen Zeitpunkten nach der Amputation des Schwanzes beobachtet. Die Erforschung der mitogenetischen Strahlung bietet ein großes Interesse insofern, als sie sich auf neue Untersuchungsobjekte, und zwar auf eine andere Gruppe Amphibien ausdehnt.

GURWITSCH und seinen Mitarbeitern ist es gelungen, in ihren Arbeiten klarzustellen, daß die mitogenetischen Strahlen einen günstigen Einfluß auf die Zellteilung ausüben und ferner, daß diese Teilung bis zu einer gewissen Grenze um so intensiver vor sich geht, je stärker die Strahlung ist. Im Laufe des Regenerationsprozesses kann ein Wachsen der Gewebe beobachtet werden, das von der Zellteilung bedingt ist, woraus zu schließen ist, daß man als einen die Teilung der Zellen begünstigenden Faktor gerade das alte Gewebe betrachten kann, da in demselben die Zerfallprozesse der Zellen und als deren Folge die mitogenetische Strahlung stattfinden.

Ein nicht geringeres Interesse als die Strahlung des alten Gewebes des Regenerats bietet für uns das Blut des regenerierenden Organismus,

da es gleichfalls eine Quelle der mitogenetischen Strahlung ist. Aus den Arbeiten von POTOZKY und ZOGLINA (5) (1929), sowie aus denselben von GURWITSCH und SALKIND (4) kann man ersehen, daß die Strahlung des Blutes durchaus nicht immer gleich ist. Die mitogenetische Strahlung verändert sich je nach dem Zustande, in welchem sich der Organismus befindet; so hört z. B. die Strahlung des Blutes in einem hungernden, oder an einer bösartigen Geschwulst wie Krebs, Sarkom erkrankten Organismus überhaupt auf.

Wie aus den letztgenannten Arbeiten hervorgeht, ist es von größtem Interesse, das Blut jener Organismen zu erforschen, bei denen das zu Verlust gegangene Organ oder ein Teil desselben regeneriert. Während des Regenerationsvorganges kann an der Regenerationsstelle des Organs die mitogenetische Strahlung beobachtet werden. Es unterliegt keinem Zweifel, daß ein enger Zusammenhang zwischen dem regenerierenden Organ und dem ganzen Organismus besteht (Blutzufuhr, Innervation usw.). Da bereits festgestellt wurde, daß das Blut eine der Quellen der mitogenetischen Strahlung ist und da es ferner zweifellos ist, daß der Regenerationsprozeß, abgesehen von lokalen Regenerationsbedingungen, in Harmonie mit der Tätigkeit des ganzen Organismus verläuft und der Blutstrom, als Humoralmedium des Organismus, den letzteren mit allen seinen Teilen verbindet, haben wir eine gleichzeitige Erforschung beider Quellen der mitogenetischen Strahlung unternommen, d. h. einerseits solche des Regenerationsgewebes als des Trägers einer lokalisierten Strahlung, andererseits des Blutes, als einer alle Teile des Organismus verbindenden Mediums.

Das Objekt und die Methodik der Forschung.

Die vorliegende Untersuchung wurde an der KROPOTOWSchen biologischen Station vorgenommen. Als Forschungsobjekt wurden Kaulquappen von *Pelobates fuscus* gewählt, die den nächstliegenden Teichen entnommen waren. Man wählte die Kaulquappen im ersten und zweiten Stadium des Metamorphosenprozesses, wo sie die Regenerationsfähigkeit noch nicht verloren.

Zur Untersuchung wurde die gewöhnliche Agar-Hefemethode benutzt; als Detektor zur Bestrahlung diente eine Hefeplatte aus der auf Agar-Agar und Bierwürze kultivierten Hefe *Nadsonia fulvescens*. Als Induktor benutzte man das Regenerat des zu untersuchenden Tieres; es wurde nämlich ein Teil des an der Grenze des sich neu bildenden Regenerationsgewebes liegenden alten Gewebes genommen; daraus wurde ein Brei bereitet und in physiologischer Lösung in einem Glasröhrchen unterbracht; daraufhin wurde die Hefeplatte bestrahlt. In den Fällen, in welchen Blut als Induktor benutzt wurde, wurde ein Tropfen desselben zusammen mit zitronensaurem Natrium (um dem Gerinnen zu vorzubeugen) in einer Kapillarkammer unterbracht. Diese bestand aus 4—5 parallelen Glashärchen, die horizontal ihrer Länge nach geordnet waren. Die Länge der Härchen betrug 2—2½ cm. Ein Ende der Kapillarröhrchen wurde an einem Paraffinblock befestigt, und am anderen Ende befand sich der Blutropfen. Die Bestrahlung wurde bei verschiedenen Expositionen vorgenommen. Nach der Bestrahlung blieb die Hefe noch auf 1—1½ Stunden unberührt. Dann wurden *Pinselstriche* von den Experi-

ment und Kontrollplatten genommen und nach der in den früheren Arbeiten beschriebenen Methode bearbeitet. Die zur Feststellung des Induktionseffekts nötigen Berechnungen wurden gleichfalls nach der vorher beschriebenen Methode ausgeführt.

Ergebnisse der Versuche.

a) Versuche mit der Strahlung des regenerierenden Gewebes.

Zu diesen Versuchen wurden Kaulquappen im ersten und zweiten Stadium des Metamorphosenprozesses genommen und deren Schwanzende um 1 cm abgeschnitten. Da die zu den Versuchen angewandten Kaulquappen die Regenerationskapazität noch nicht verloren hatten, so fand nach der Amputation der Regenerationsprozeß mit allen seinen typischen Stadien statt. Es interessierte uns vor allem zu erfahren, wie lange und in welchem Maße die Strahlungsintensität vom Moment der teilweisen Amputation des Organs an im Laufe der Regeneration weiter besteht. Die Versuche mit der Strahlung des alten Gewebes wurden 6 Stunden nach der Operation begonnen. Zur Bestrahlung der Agar-Hefepplatten wurden zuerst Regenerate 6, 12 und 24 Stunden nach der Amputation genommen und darauf der Versuch durchgeführt. Die Zählung der Knospen und Zellen in der Hefe ergab folgende Resultate:

Tabelle 1. *Strahlung des Gewebes des 6-, 12- und 24stündigen Regenerats.*

Expositions- dauer	% der Induktion	Durch- schnittlich	Expositions- dauer	% der Induktion	Durch- schnittlich
6 Stunden nach der Amputation.					
$\frac{1}{2}$ Minute	+ 7,4	+ 0,4	1 Minute	+ 29,5	+ 28,4
	— 4,2			+ 29,5	
	— 2,1			+ 25,3	
12 Stunden nach der Amputation.					
$\frac{1}{6}$ Minute	+ 5,4	+ 2,3	$\frac{1}{4}$ Minute	+ 13,0	+ 17,5
	— 3,3			+ 17,4	
	+ 4,9			+ 15,2	
				+ 22,8	
				+ 19,0	
24 Stunden nach der Amputation.					
1 Minute	0,0	— 5,3	2 Minuten	+ 12,3	+ 18,1
	— 12,3			+ 21,0	
	— 3,5			+ 21,0	

Wie aus der angeführten Tabelle zu ersehen ist, ergibt der Induktionseffekt 6 Stunden nach der Amputation bei der Exposition von 1 Minute im Durchschnitt + 28,1. Es muß darauf hingewiesen werden, daß die Knospung der unbestrahlten Hefezellen in den Grenzen von etwa + 15 bis — 15% schwankt; infolgedessen ist zu vermuten, daß der Induktionseffekt jedesmal eintritt, wenn der Prozentsatz die angegebenen Grenzen

überschreitet. Nach Ablauf von 12 Stunden nach der Amputation findet ein starker Aufschwung der Intensität statt, obwohl der Induktionseffekt schon nach einer Exposition von 15 Sekunden und bei 24 Stunden nach der Amputation nach einer Exposition von 2 Minuten

Tabelle 2. *Strahlung des Gewebes des 1 $\frac{1}{2}$ -, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 11-, 12- und 18tägigen Regenerats.*

Expositions- dauer	% der Induktion	Durch- schnittlich	Expositions- dauer	% der Induktion	Durch- schnittlich
1 $\frac{1}{2}$ Tage nach der Amputation.					
1/4 Minute	— 1,9 + 19,1 — 5,2	+ 4,0	1/2 Minute	+ 36,9 + 34,7	+ 35,8
2 Tage nach der Amputation.					
1/4 Minute	+ 7,7 + 2,6 — 4,1	+ 2,1	1/2 Minute	+ 30,1 + 24,7 + 21,6	+ 25,5
3 Tage nach der Amputation.					
1/2 Minute	+ 3,8 + 11,4 + 3,8 — 6,7	+ 3,1	1 Minute	+ 32,9 + 22,7 + 20,0 + 17,1 + 28,1	+ 24,2
4 Tage nach der Amputation.					
10 Minuten	0,0 — 12,1 — 10,3	— 7,5	15 Minuten	+ 36,8 + 27,7 + 44,4	+ 36,3
5 Tage nach der Amputation.					
10 Minuten	+ 7,1 + 2,0 — 5,0	+ 1,4	15 Minuten	+ 55,1 + 65,3 + 35,9	+ 51,9
6 Tage nach der Amputation.					
5 Minuten	+ 3,9 + 2,1 + 1,3	+ 2,3	10 Minuten	+ 28,1 + 31,7 + 24,7	+ 28,2
8 Tage nach der Amputation.					
10 Minuten	+ 7,7 — 4,0	+ 1,9	15 Minuten	+ 24,4 + 17,8	+ 21,1
11 Tage nach der Amputation.					
10 Minuten	+ 21,8 + 28,8	+ 25,3			
12 Tage nach der Amputation.					
5 Minuten	— 9,5	— 9,5	10 Minuten	+ 20,0	+ 20,0
18 Tage nach der Amputation.					
5 Minuten	+ 3,1 + 2,1 + 1,2	+ 2,1	10 Minuten	+ 30,9 + 26,9 + 34,1	+ 30,6

bemerkbar wird, was wiederum auf eine Herabsetzung der Intensität hinweist. Die vorstehenden Versuche weisen bedeutend spätere Regenerationsstadien des Schwanzes auf, und zwar nach $1\frac{1}{2}$, 2, 3 und mehr, sogar bis nach 18 Tagen nach der Amputation. Die Ergebnisse dieser Versuche und der entsprechenden Kontrolle sind auf der Tabelle 2 angeführt.

Wie man aus der Tabelle 2 ersehen kann, findet nach Verlauf von $1\frac{1}{2}$ Tagen nach der Amputation ein wiederholter Aufschwung der Intensität der mitogenetischen Strahlung im alten Gewebe statt, und zwar beträgt der Prozentsatz der Induktion bei minimaler Exposition von 30 Sekunden + 40,9; bei derselben Exposition kann ein Induktionseffekt nach 2 Tagen konstatiert werden. Nach Verlauf von dieser Frist fängt die Strahlungsintensität an allmählich zu sinken, und zwar nach 3 Tagen bei einer Exposition von 1 Minute, und nach 4 Tagen bei einer Exposition von 15 Minuten. 4 Tage nach der Amputation bleibt die Strahlungsintensität während der folgenden Zeitabschnitte fast eine und dieselbe (der sog. positive Induktionseffekt bei der Exposition, von 10 und 15 Minuten). Die Untersuchung wurde im Laufe von 18 Tagen fortgesetzt. Sämtliche Schwankungen der Strahlungsintensität während der verschiedenen Zeitabschnitte nach der Amputation stellen wir graphisch auf Abb. 1 dar.

Auf der Abszisse ist die Zeitdauer, die nach der Entfernung eines Teiles des Schwanzes verflissen ist, auf der Ordinate ist die Intensität der Strahlung eingetragen. Es sei darauf hingewiesen, daß wir die Strahlungsintensität als eine der minimalen Exposition indirekt proportionelle Größe betrachten, bei welcher der Induktionseffekt erzeugt wird.

Aus der angeführten Abbildung kann man ersehen, daß die Kurve der Strahlung zwei Spitzen hat; der erste Aufschwung der Strahlungsintensität tritt nämlich 12 Stunden nach der Amputation ein; darauf folgt eine starke Senkung der Kurve (24 Stunden nach der Amputation), dann kommt wieder ein Aufschwung, der aber bedeutend schwächer als der erste ist und 36 Stunden nach der Amputation eintritt; letzterer dauert bis in die 48. Stunde hinein; darauf erfolgt eine Herabsetzung der Strahlungsintensität und von dem 4. Tage des Regenerationsprozesses an bis zum 18. Tage geht die Kurve parallel der Abszissenachse, abgesehen von einer kaum bemerkbaren Steigerung am 6. Tage. Dagegen bleibt die Größe beinahe ohne jegliche Veränderung vom 8. bis zum

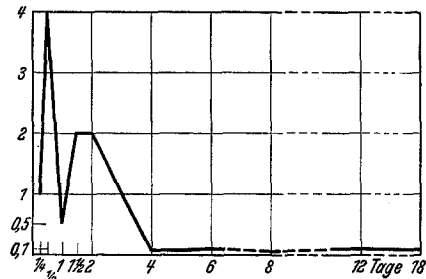


Abb. 1. Veränderung der Intensität der mitogenetischen Strahlung des regenerierenden Kaulquappenschwanzes. Abszisse = Tage. Ordinate = I/t_m -Werte (t_m minimale Exposition, bei welcher man einen Induktionseffekt bekommt).

18. Tage. Wenn wir jetzt die erhaltene Kurve mit der von BLACHER und BROMLEY (2) gezeichneten Abbildung der geschwänzten Amphibien vergleichen (1930), so können wir sehen, daß die zweispitzige Kurve der Strahlungsintensität sowohl bei den geschwänzten, als auch bei den schwanzlosen Amphibien zu beobachten ist, woraus zu schließen ist, daß der Regenerationsprozeß, was die mitogenetische Strahlung betrifft, beinahe gleich verläuft, ganz gleich, ob es sich um einen Axolotl, oder eine Froschkaulquappe handelt. Es sei aber erwähnt, daß der Aufschwung der Kurven in beiden Fällen nicht gleichzeitig eintritt; auch ist der erste Aufschwung bei den schwanzlosen Amphibien intensiver als der zweite im Vergleich zu den geschwänzten; bei den letzteren ist dagegen der erste Aufschwung dem zweiten gleich. Die obenerwähnten Verschiedenheiten sind wahrscheinlich einerseits auf die zeitlichen Verschiedenheiten der Prozesse zurückzuführen, da der Regenerationsprozeß an und für sich bei den geschwänzten Amphibien langsamer als bei den schwanzlosen verläuft; andererseits sind diese Verschiedenheiten durch spezifische Eigentümlichkeiten der Organismen hervorgerufen.

Zum Schluß muß noch eine Erscheinung erwähnt werden, der wir im Laufe unserer Untersuchungen der Strahlung des Gewebes beim regenerierenden Organismus begegneten. Bei Bestrahlung der Hefe mit dem Gewebe des Regenerats hatten wir bei verschiedenen Expositionen verschiedenen Induktionseffekt erzielt; so weist z. B. das 12stündige Regenerat nach 15 Sekunden + 17,5% auf, nach 1 Minute + 7,0 und nach 2 Minuten - 22,0% der Induktion, was eine Schwankung vom positiven zum Nulleffekt und bis zum negativen Effekt ergibt.

Hier wird die Tabelle 3 angeführt, auf der die Ergebnisse der entsprechenden Versuche dargestellt sind, ferner gibt Abb. 2 eine graphische Darstellung sämtlicher Intensitätsschwankungen des 12- und 48stündigen Regenerats bei den Expositionen von 10 Sekunden bis 10 Minuten.

Tabelle 3. *Mitogenetische Strahlung des Regeneratgewebes bei verschiedenen Expositionen.*

Die nach der Amputation verfllossene Zeit	Expositionsdauer						
	10 Sek.	15 Sek.	30 Sek.	1 Min.	2 Min.	5 Min.	10 Min.
12 Stunden nach der Amputation	+ 5,4	+ 15,2	+ 29,1	+ 7,0	- 10,8	- 29,0	+ 5,1
	- 3,3	+ 22,8	+ 29,1	+ 7,0	- 45,2		+ 10,1
	+ 4,9	+ 19,0	+ 24,1				+ 6,3
		+ 13,0	+ 20,7				
		+ 17,4	+ 32,6				
			+ 27,2				
Durchschnittlich	+ 2,3	+ 17,5	+ 28,7	+ 7,0	- 28,0	- 29,0	+ 7,1
48 Stunden nach der Amputation		+ 6,0	+ 30,1	+ 9,7	- 16,1	+ 5,4	- 23,4
		+ 2,6	+ 24,7	+ 15,1		- 23,7	
		- 4,1	+ 21,6				
Durchschnittlich		+ 1,5	+ 25,5	+ 12,4	- 16,1	- 9,1	- 23,4

Aus den angeführten Tabellen und der Kurve (Abb. 2) kann man ersehen, daß das Gewebe des 12stündigen Regenerats bei einer Bestrahlungsdauer von 10 Sekunden gar keinen mitogenetischen Effekt aufweist (+ 2,3% der Induktion); bei einer Exposition von 15 Sekunden wird ein positiver Effekt erzielt (+ 17,5% der Induktion). Wenn man die Bestrahlungsdauer weiter betrachtet, so wird man zuerst eine Senkung der Intensität bemerken; dann erreicht die letztere den Nullpunkt und bei einer Exposition von 8 Minuten ist der Induktionsprozeß — 28,0 gleich. Bei 5 Minuten haben wir — 29,0 und bei 10 Minuten tritt abermals der Nulleffekt ein.

Wie aus der Tabelle und der Kurve zu ersehen ist, wurde dasselbe Resultat bei der Bestrahlung der Hefe mit dem Gewebe des 3tägigen Regenerats erhalten. Wie ist letztere Erscheinung zu erklären? Eine übermäßige Expositionsdauer kann in zweier-

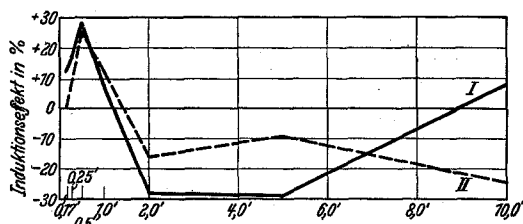


Abb. 2. Veränderung des Induktionseffektes als Funktion der Bestrahlungsdauer. Abszisse = Minuten, Ordinate = Induktionseffekt in %.

lei Weise zu einer mangelhaften Knospung der zum Versuch benutzten Kultur führen; entweder übt eine übermäßige Wirkung einen direkten beschleunigenden Effekt auf den Prozeß der Knospung aus, oder, falls diese Wirkung stark genug ist, beschleunigt sie das Wachsen der neugebildeten Knospen in solchem Maße, daß sie im Moment der Zählung zu solchen Stadium gelangen, wo sie schon als Zellen betrachtet werden können. (Beim Zählen werden die Knospen, die nicht größer als ein Viertel der Mutterzelle sind, als Knospen, die größeren dagegen als fertige Zellen betrachtet.)

Zum Schlusse der vorliegenden Untersuchung der mitogenetischen Strahlung des regenerierenden Gewebes müssen wir darauf hinweisen, daß der Zerfall des alten Gewebes, den wir am Anfang des Regenerationsprozesses beobachtet haben, zweifellos im Zusammenhang mit der Strahlung steht und die Wirkung derselben wahrscheinlich beschleunigenden Einfluß auf die Zellteilung des sich neubildenden Gewebes ausübt.

b) Versuche mit der mitogenetischen Strahlung des Blutes bei der Regeneration.

Bevor wir zu weiteren Mitteilung unserer Versuchsarbeit übergehen, muß kurz darauf hingewiesen werden, was uns zur Erforschung der Strahlung des regenerierenden Organismus verleitetete.

In der vorhergehenden Schilderung wurde bereits erwähnt, daß es dank der Arbeiten von POTOZKY und ZOGLINA, L. GURWITSCH und SALKIND, SORIN (6) und GESENIUS (3) klargestellt wurde, daß das Blut,

welches im normalen Zustande die Strahlungskapazität besitzt, seine Strahlungsintensität bis zum Aufhören des mitogenetischen Effektes verändern kann und daß letztere Schwankungen nicht nur vom Zustande des Blutes als solchen (bei Einführung verschiedener chemischer Substanzen wie NaF, KCN usw.) und desselben des Organismus abhängig sind, sondern auch von verschiedenen physiologischen Erscheinungen wie Hungern, Krebs- oder Sarkomerkrankung beeinflußt werden. Die Verfasser der obengenannten Arbeiten gelangten zur Überzeugung, daß das Verschwinden der mitogenetischen Strahlung des Blutes bei Erkrankung des Organismus an einer bösartigen Geschwulst oder bei Einführung chemischer Substanzen ins Blut infolge einer Hemmung der Aktivität der im Zusammenhang mit der Blutstrahlung stehenden Fermentationsprozesse stattfindet.

Die Untersuchung wurde in ähnlicher Weise wie mit dem Gewebe vorgenommen. Es wurden dieselben Kaulquappen, *Pelobates fuscus*, angewandt; man schnitt ihnen einen Teil des Schwanzes ab. Nach Verlauf von verschiedenen Zeitspannen wurde ihnen ein Tropfen Blut entnommen, womit die Hefe bestrahlt wurde. Um die Blutintensität des regenerierenden Organismus mit derselben eines normalen zu vergleichen, wurden ähnliche Versuche an normalen Kaulquappen vorgenommen. Die Ergebnisse letzterer Versuche sind in der folgenden Tabelle und Kurve (Abb. 3) zusammengestellt.

Tabelle 4. *Strahlungsintensität des Blutes bei Kaulquappen während der Regeneration.*

Expositions- dauer	% der Induktion	Durch- schnittlich	Expositions- dauer	% der Induktion	Durch- schnittlich
Normale Kaulquappe (bei der der Schwanz nicht amputiert wurde).					
2 Minuten	0,0	+ 0,3	5 Minuten	+ 10,5	+ 29,9
	0,0			+ 48,6	
	+ 1,0			+ 12,4	
				+ 35,9	
				+ 41,9	
12 Stunden nach der Amputation.					
1/2 Minute	+ 10,3	+ 9,8	1 Minute	+ 13,8	+ 26,2
	+ 9,3			+ 52,4	
				+ 17,0	
				+ 30,9	
				+ 16,7	
24 Stunden nach der Amputation.					
1 Minute	+ 8,0	+ 1,7	2 Minuten	+ 29,0	+ 32,0
	- 2,0			+ 38,0	
	+ 7,0			+ 29,0	
	- 6,1				
2 Tage nach der Amputation.					
2 Minuten	+ 4,1	+ 3,9	5 Minuten	+ 7,7	+ 30,0
	+ 3,8			+ 16,3	
				+ 52,6	
				+ 42,3	

Tabelle 4. (Fortsetzung.)

Expositions- dauer	% der Induktion	Durch- schnittlich	Expositions- dauer	% der Induktion	Durch- schnittlich
3 Tage nach der Amputation.					
10 Minuten	+ 9,8 + 25,6 - 6,4 + 2,7	+ 7,9	15 Minuten	+ 37,8 + 30,5 + 22,7 + 16,4 + 27,0	+ 26,9
4 Tage nach der Amputation.					
5 Minuten	- 1,5 + 27,8 - 4,7 - 1,9	+ 4,9	10 Minuten	+ 24,1 + 19,6 + 30,2	+ 24,6
5 Tage nach der Amputation.					
5 Minuten	+ 4,1 - 5,1 - 2,4	- 1,1	10 Minuten	+ 42,9 + 23,6 + 29,3	+ 33,6
6 Tage nach der Amputation.					
10 Minuten	+ 2,4 + 2,4 + 7,9	+ 4,2	15 Minuten	+ 17,9 + 40,5 + 19,1 + 38,3	+ 29,0
8 Tage nach der Amputation.					
10 Minuten	- 6,3 + 2,0	- 2,2	15 Minuten	+ 21,8 + 31,7	+ 26,8
11 Tage nach der Amputation.					
5 Minuten	+ 2,1 + 3,3	+ 2,7	10 Minuten	+ 14,1 + 25,0 + 59,8	+ 33,0
12 Tage nach der Amputation.					
5 Minuten	+ 3,3 - 2,1 + 9,8	+ 3,7	10 Minuten	+ 14,1 + 25,0 + 59,8	+ 33,0
18 Tage nach der Amputation.					
5 Minuten	- 3,7 + 2,4 + 12,2	+ 3,6	10 Minuten	+ 17,2 + 34,4 + 17,1	+ 22,9

Sowohl aus der vorhergehenden Tabelle, als auch aus der graphischen Darstellung sämtlicher Schwankungen der Strahlungsintensität des Blutes während der Regeneration des Schwanzes bei Kaulquappen (diese Kurve ist nach demselben Prinzip wie im Fall mit den Intensitätsschwankungen der Strahlung des regenerierenden Gewebes zusammengestellt) kann man schließen, daß 12 Stunden nach der Amputation des Schwanzes die Intensität des Blutes zunimmt. Aber während der folgenden Zeitabschnitte nimmt die Intensität ab und diese Senkung dauert 3 Tage. Daraufhin bleibt die Strahlungsintensität im Laufe

von 18 Tagen beinahe unverändert; die Intensität dagegen ist während dieser Zeitperiode, d. h. von 3—18 Tagen, eine kleinere als die Strahlungsintensität des Blutes einer normalen, nichtoperierten Kaulquappe.

Wenn man die Kurven der Strahlungsintensität sowohl des regenerierenden Gewebes als diejenige des Blutes während der Regeneration vergleicht, so kann man sehen, daß das erste Intensitätsmaximum der Strahlung des Gewebes zeitlich mit der Zunahme der Strahlungsintensität des Blutes zusammenfällt. Auf Grund dieses Vergleiches der Kurven kann man schließen, daß die maximale Steigerung der Strahlungsintensität bei einer im Laufe von 12 Stunden regenerierenden Kaulquappe in ähnlicher Weise sowohl im Gewebe des Regenerats als auch

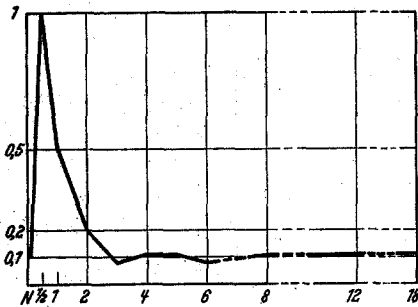


Abb. 3. Veränderung der Intensität der mitogenetischen Strahlung des Blutes während der Regeneration. Abszisse = Tage, Ordinate = $1/t_m$ -Werte.

im Blut eintritt, dagegen ist der Induktionseffekt im regenerierenden Gewebe und im Blut verschieden. Bei Bestrahlung des Regeneratgewebes kommt der mitogenetische Effekt bei einer Exposition von 15 Minuten zum Vorschein (d. h. 12 Stunden nach der Amputation), während bei Bestrahlung des Blutes die Induktion schon bei der Exposition von 1 Minute eintritt. Mit anderen Worten ist die Intensität der Blutstrahlung schwächer als

die Intensität der Strahlung des Gewebes. Ein zweiter Kurvenanstieg der Blutstrahlung der regenerierenden Kaulquappe wird nicht beobachtet, was dagegen bei der Blutstrahlung des regenerierenden Gewebes stattfindet. Zum Schluß muß auf Grund der oben angeführten Versuche der mitogenetischen Strahlung darauf hingewiesen werden, daß der Prozeß der Regeneration des Schwanzes in engem Zusammenhang nicht nur mit der lokalen Strahlung, sondern auch mit der Strahlung des Blutes steht. Etwas Näheres über die Art dieses Zusammenhangs und die Form, in der er sich äußert, können wir vorläufig nichts mitteilen, da wir über nötiges Material in dieser Richtung nicht verfügen.

Es kann bloß darauf hingewiesen werden, daß der Ursprung der Blut- und Gewebestrahlung des Regenerats in den ersten Stadien des Regenerationsprozesses und in dem Zellenzerfall der Gewebe wurzelt. Auf welche Weise sich dieser Zusammenhang äußert, ist leider noch nicht klargestellt. Wir erlauben uns hier auf die Ansichten von POTOZKY und ZOGLINA und einiger anderer Verfasser hinzuweisen, die wir aber mangels der Beweise nicht teilen können.

Schlußfolgerungen.

1. Die Intensität der mitogenetischen Strahlung des alten Gewebes während der Regeneration des Schwanzes bei Kaulquappen von *Pelobates fuscus* verändert sich im Zeitraum von 6—18 Tagen nach der Amputation.

2. Die Kurve der Strahlungsintensität des regenerierenden Gewebes des Schwanzes ist zweizipfelig, wobei das erste Intensitätsmaximum 12 Stunden nach der Amputation eintritt und höher als der zweite Anstieg ist, der 36 Stunden nach der Amputation eintritt.

3. Bei Bestrahlung mit dem regenerierenden Gewebe, das 12 und 48 Stunden nach der Amputation des Schwanzes entnommen wird, sowie bei übermäßiger Expositionsdauer wird eine Herabsetzung der Knospung der Hefezellen beobachtet, was einen negativen Induktionseffekt ergibt.

4. Die Intensität der mitogenetischen Strahlung des Blutes bei Kaulquappen von *Pelobates fuscus* ist 12—24 Stunden nach der Amputation des Schwanzes stärker als bei normalen, nichtoperierten Kaulquappen, dagegen ist sie schwächer nach Ablauf von 2—18 Tagen nach der Amputation.

5. Die Kurve der Strahlungsintensität des Blutes während der Regeneration des Schwanzes bei Kaulquappen ist ein-, nicht zweizipfelig, wie es bei der Kurve der Strahlungsintensität des regenerierenden Gewebes der Fall ist. Die Zunahme der Strahlungsintensität des Blutes steht in zeitlicher Kongruenz mit dem ersten Maximum der Strahlungskurve des regenerierenden Gewebes (12 Stunden nach der Amputation) und ist keineswegs kleiner als dieses.

Literaturverzeichnis.

1. Blacher, L. J. u. N. W. Bromley: Resorptionsprozesse als Quelle der Formbildung. II. Mitt. Roux' Arch. 122 (1930). — 2. IV. Mitt. Roux' Arch. 123 (1930).
3. Geseñius, H.: Über die Gurwitsch-Strahlung menschlichen Blutes und ihre Bedeutung für die Karzinomdiagnostik. Biochem. Z. 226 (1930). — 4. Gurwitsch, L. u. S. Salkind: Das mitogenetische Verhalten des Blutes Karzinomatöser. Biochem. Z. 211 (1929). — 5. Potozky, A. u. J. Zoglina: Untersuchungen über mitogenetische Strahlung des Blutes. Biochem. Z. 211 (1929). — 6. Sorin, A. N.: Zur Analyse der mitogenetischen Induktion des Blutes. Roux' Arch. 108 (1926).
-