

# Die Oxydationsvorgänge im befruchteten und unbefruchteten Seesternei.

Von

**Jacques Loeb und Hardolph Wasteneys.**

(Aus dem Rockefeller Institut, New York.)

---

Eingegangen am 10. September 1912.

In früheren Arbeiten über die lebensrettende Wirkung der Befruchtung auf das Ei wies LOEB auf den Zusammenhang des Absterbens des unbefruchteten Eies mit den Oxydationen hin<sup>1)</sup>. Das reife, aber unbefruchtete Seeigelei kann 1 Woche am Leben bleiben, während das reife, unbefruchtete Seesternei in wenigen Stunden zugrunde geht. Entzieht man ihm aber den Sauerstoff oder verzögert man die Geschwindigkeit der Oxydationen im Seesternei durch Zusatz von etwas KCN, so bleibt es erheblich länger am Leben.

Es entstand nun die Frage, warum die reifen, unbefruchteten Seesterneier soviel rascher sterben als die reifen, unbefruchteten Seeigeleier. LOEB sprach die Vermutung aus, daß das vielleicht mit einem Unterschied in der Geschwindigkeit der Oxydationen zusammenhängen könnte. Im befruchteten Seeigelei ist die Geschwindigkeit der Oxydationsprozesse vier- bis sechsmal so groß wie im unbefruchteten Ei, und es wäre denkbar, daß die geringe Oxydationsgeschwindigkeit dem unbefruchteten Ei erlaubt, längere Zeit am Leben zu bleiben; während bei den Eiern anderer Tiere, z. B. des Seesterns, schon im reifen, aber unbefruchteten Ei die Oxydationsgeschwindigkeit eine ebenso hohe oder nahezu so hohe ist wie im befruchteten Ei. »Es ist möglich, daß bei manchen Eiern die Reifung allein schon zu einer erheblichen Beschleunigung der Oxydationen führt und daß diese Eier rasch sterben, wenn sie nicht sofort nach der Reifung befruchtet werden; während bei den Eiern anderer Tiere diese Steigerung der Oxydationsvorgänge unmittelbar nach der Rei-

---

<sup>1)</sup> LOEB, PFLÜGERS Archiv. Bd. 93. 1902 u. Archiv f. Entw.-Mech. Bd. 31. 1911. S. 658.

fung geringer ist und daß daher die Eier dieser Tiere nach der Reifung länger am Leben bleiben«<sup>1)</sup>. Um die Berechtigung dieser Ansicht zu prüfen, führten wir Messungen des Sauerstoffverbrauches an den befruchteten und unbefruchteten Eiern des Seesterns *Asterias Forbesii* in Woods Hole aus.

### Methode der Versuche.

Die Messung des Sauerstoffverbrauches erfolgte nach der WINKLERSchen Methode. Eine genaue Beschreibung der Anwendung dieser Methode auf diese Probleme findet der Leser in den Arbeiten von O. WARBURG und von uns. Für diese Versuche sind einige besondere Bemerkungen hinzuzufügen. Wir suchten Weibchen aus, deren Eier rasch reiften, stellten eine gleichmäßige Suspension der Eier in Seewasser her und teilten die Suspension in zwei gleiche Teile. Zu dem einen wurde Samen zugesetzt, der andre blieb unbefruchtet. Der überschüssige Samen wurde dann sofort durch Waschen entfernt. Beide Portionen von Eiern wurden gleichzeitig in einen Thermostaten gebracht. Während 30 Minuten wurden die Eier in Suspension erhalten (eine Rotation alle 2 Minuten) und dann blieben sie 1 Stunde stehen, um den Eiern zu erlauben sich am Boden abzusetzen. Dieser Prozeß geht viel langsamer beim Seesternei von statten als beim Seeigellei. Es ist wünschenswert, daß die Masse der Eier nicht zu groß ist. Da es nur ausnahmsweise gelingt, alle Eier eines Seesterneibchens zu befruchten, so wurde nach dem Versuch der Prozentsatz der befruchteten, d. h. sich furchenden Eier durch Zählungen festgestellt. Die Oxydationen wurden erst gemessen, nachdem wir uns überzeugt hatten, daß in der befruchteten Hälfte der Eier die Entwicklung im Gange war.

### Resultate.

Die Resultate geben wir in der folgenden Tabelle:

Versuch	Sauerstoffverbrauch der unbefruchteten Eier mg	Sauerstoffverbrauch der befruchteten Eier mg	Prozentsatz der befruchteten Eier %
I (9./VI.)	0,67	0,51	11
II (11./VI.)	0,64	0,52	20
III (13./VI.)	0,78	0,85	25
IV (16./VI.)	0,34	0,31	71
V. (17./VI.)	0,26	0,33	52

<sup>1)</sup> LOEB, loc cit. S. 661.

Wir dürfen aus diesen Versuchen den Schluß ziehen, daß die Oxydationsvorgänge im reifen, unbefruchteten Ei des Seesterns mit nahezu derselben Geschwindigkeit verlaufen wie im befruchteten Ei.

### Theoretische Bemerkung.

Dieses Resultat entspricht der von LOEB ausgesprochenen Vermutung, daß die Oxydationsvorgänge im Ei, oder gewisse Prozesse, welche von Oxydationsprozessen abhängen, für den raschen Tod des unbefruchteten Eies verantwortlich sind. Das unbefruchtete Ei des Seeigels bleibt danach deshalb länger am Leben, weil die Oxydationen relativ langsam verlaufen. Das unbefruchtete Seesternei geht deshalb rasch zugrunde, weil die Oxydationen in demselben relativ rasch verlaufen. Die lebensrettende Wirkung der Befruchtung besteht in einer Immunisierung des Eies gegen die schädliche Wirkung der Oxydationsvorgänge oder gewisser Vorgänge, welche von Oxydationsvorgängen abhängen. Diese Ansicht wird gestützt durch zwei schon früher erwähnte Tatsachen, nämlich erstens, daß Unterdrückung der Oxydationen das Leben des unbefruchteten Seesterneies verlängert, und zweitens, daß, wenn wir im unbefruchteten Seeigelei durch die künstliche Membranbildung oder durch Zusatz von Alkali die Oxydationen beschleunigen, dasselbe auch rascher abstirbt<sup>1)</sup>.

Diese Untersuchungen unterstützen ferner die oben zitierte Vermutung von LOEB, daß möglicherweise bei den Vorgängen der Reifung und der Ausstoßung der Polkörperchen Oxydationsvorgänge von derselben Größenordnung im Ei stattfinden wie bei der Entwicklung. Es wird sich vielleicht allgemein nachweisen lassen, daß, wenn ein Spermatozoon in ein ruhendes Ei eintritt (wie beim Seeigelei), eine plötzliche Oxydationsbeschleunigung stattfindet; daß aber der Eintritt des Spermatozoons in ein Ei, bei dem eben die Reifeteilungen stattfinden, wie beim Seesternei, keine oder nur eine geringere Oxydationsbeschleunigung herbeiführt.

---

<sup>1)</sup> Es sei kurz daran erinnert, daß nach LOEB der Vorgang der Entwicklungserregung sich im Seeigelei aus zwei Phasen zusammensetzt; die eine ist die Oberflächenänderung, welche eine Beschleunigung der Oxydationen zur Folge hat. Die zweite besteht in einer Immunisierung des Eies gegen die schädlichen Wirkungen der Oxydationen oder ihrer Folgen.