

Bisexuelle Absicherung

Bedeutung bisexueller Fortpflanzung bei Mikroorganismen

Durch die Vermehrung über Klon-Vorgänge (Entstehung von Nachkommen durch Mitose, Tierkettenbildung oder Parthenogenese) erzielen viele Arten von Mikroorganismen in kurzer Zeit eine große Schar von Nachkommen. Aufgrund ihrer Entstehungsweise besitzen diese Nachkommen jedoch **keine genetische Variabilität** gegenüber dem Mutterorganismus. Letztere kann nur durch bisexuelle Fortpflanzung erreicht werden, bei der Reifeteilung (Meiose) und Befruchtung (Zygotenbildung) für Austausch und **Neukombination des genetischen Materials** sorgen.

Bei zahlreichen Arten pflanzlicher wie tierischer Einzeller und vielzelliger Tiere, die zur Parthenogenese befähigt sind, kommen der bisexuellen Fortpflanzung weitere Bedeutungen zu. Sie ist bei diesen Organismen als Teil des **optimalen Angepasstseins** an die Milieubedingungen in stehenden Gewässern zu werten, indem sie die Bildung von **Latenzstadien** (Dauerstadien, Überdauerung von Kälte- oder Austrocknungsperioden) und die **Verbreitung** der Art über den besiedelten Biotop hinaus gewährleistet.

Zygosporen von Jochalgen

Physiologisch zu bisexueller Fortpflanzung (Konjugation) gestimmte Zellen fädiger wie einzelliger Arten lagern sich paarweise zusammen und wandeln sich zu **Gameten** um, die sich dann zwischen den Partnern oder in der Zellwand einer der beiden Zellen zur **Zygote** vereinigen. Die Zygote umgibt sich mit einer arttypisch strukturierten, sehr widerstandsfähigen Hülle und wird damit zur **Zygospore**. Nach einer genetisch bedingten Mindestruhezeit keimt sie unter günstigen Bedingungen aus.



Physiologische Auffrischung

Über eine physiologischen Auffrischung nach vielmaligem Klonen hinaus sind bei einigen Einzeller-Gruppen spezielle Gründe für zwischengeschaltete bisexuelle Vorgänge gegeben.

Bei Arten, deren Zellen von einem **festen Panzer** umgeben sind wie z.B. den Dinoflagellaten, wird zu der alten Panzerhälfte nach jedem Teilungsschritt eine neue gebildet. Die zunehmende **Altersdiskrepanz** der Panzerteile führt anscheinend zu physiologischen Unstimmigkeiten. Die aus einer Zygote hervorgehenden Zellen sind demgegenüber in der Lage, einen **kompletten Panzer völlig neu** auszubilden.

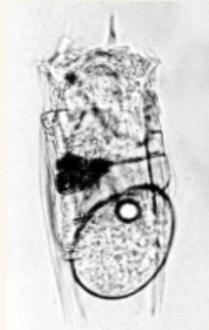
Ein **Sonderfall** sind die **Kieselalgen**. Ihre Panzerhälften greifen wie Unterteil und Deckel einer Schachtel ineinander, verbunden durch eine verdickte Gürtelbandregion. Das Maß der kleineren Schale entspricht der Größe der übergreifenden Schale abzüglich 2 mal der Dicke des Gürtelbandes. Bei einer Teilung erhält jeweils eine Tochterzelle die kleinere Schale. Sie kann aber keine größere, übergreifende Schale neu bilden, sondern die vorhandene Schale wird zur neuen übergreifenden. Damit entstehen im Laufe aufeinander folgender Teilungsschritte **immer mehr immer kleinere Zellen**, berechenbar nach dem Pfitzer - MacDonaldschen Gesetz. Bei ihnen wird das für die Zellfunktion entscheidende Volumen-Verhältnis zwischen Zellkern und Cytoplasma immer kritischer. Nach den bisexuellen Vorgängen entstehen wieder **Zellen der Ausgangsgröße mit ganz neuer Schale**.

Latenzstadien von Rädertieren und Kleinkrebsen

Veranlasst durch ungünstiger werdende Umweltbedingungen kann der parthenogenetische Fortpflanzungsmodus vielzelliger Mikroorganismen zur Bisexualität umgestimmt werden. Die weiblichen Tiere bilden unter Meiose wenige **große, reservestoffreiche Eier** aus und es entstehen aus Subitaneiern männliche Tiere. Nach der Befruchtung bildet die Zygote eine gegen chemische Umwelteinflüsse und Trockenheit resistente **dicke Schale**. Damit ist das **Latenzstadium** (mit genetisch festliegender Mindestruhezeit) fertig.



Pärchen von *Daphnia magna*: Links Weibchen mit zwei Latenzstadien im Ovar und angelegter Panzerverstärkung (Ephippium), in der zwei Eilogen (Plätze für die Dauereier) erkennbar sind; rechts zwei Männchen.



Vergleich der beiden Eitypen der Rädertierart *Polyarthra spec.*: Oben ein Individuum mit mehreren Subitaneiern, darunter ein Tier mit einem großen, nährstoffreichen Latenzstadium.



Pärchen von *Daphnia magna* kurz vor der Kopulation. Die beiden Latenzstadien liegen bereits in den Eilogen. Hier findet die Befruchtung statt.

Verbreitungshilfen

Die Zygosporen der Jochalgen sind von einer **Gallerthülle** mit begrenzter Haltbarkeit umgeben oder weisen eine **sperrige Skulptur** ihrer Außenfläche auf. Letzteres gilt auch für viele Latenzstadien von Rädertieren.

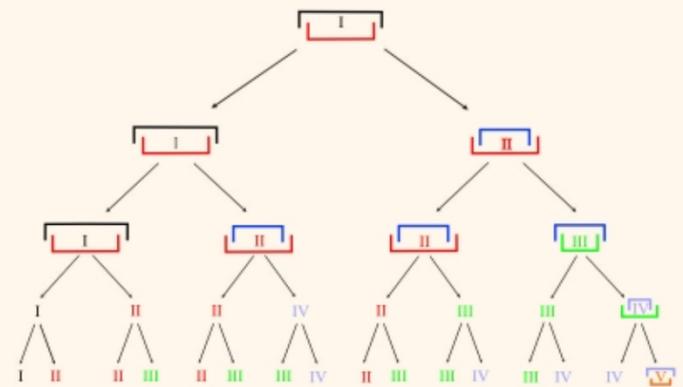
Die Dauereier der Daphnien werden bei der nächsten Häutung des Muttertieres zusammen mit dem besonders ausgebildeten Panzerteil, dem **Ephippium** (Sattel) abgeworfen, der fest und sparrig ist.

Alle Differenzierungen begünstigen einen Kontakt mit großen Wasserbesuchern wie z. B. Enten. Die Latenzstadien bleiben am Gefieder der Vögel kleben oder verhaken sich hier und werden auf diesem Wege in andere Gewässer mitgenommen.

Eine weitere Möglichkeit ist, dass nach Wasserstandsniedrigung die Latenzstadien vom Wind transportiert werden oder vom Niederschlagswasser.

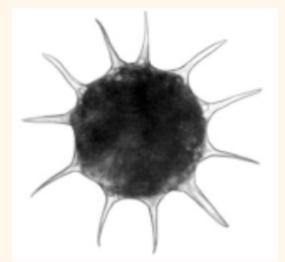
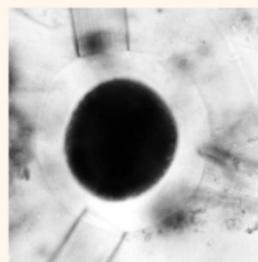
Zystenbildung

Manche Mikroorganismen, Einzeller wie Vielzeller, besitzen die Fähigkeit, nach Bedarf in den Zustand latenten Lebens überzugehen: Wenn sich ihre Lebensbedingungen stark verschlechtern, umgeben sie sich unter Wasserabscheidung (Verringerung der Stoffwechsellätigkeit, extreme Drosselung des Energieverbrauchs) mit einer widerstandsfähigen Schutzhülle. In diesem enzystierten Zustand überdauern sie zeitweises Trockenfallen ihres Wohngewässers und können durch den Wind verbreitet werden.

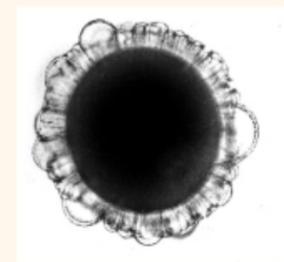
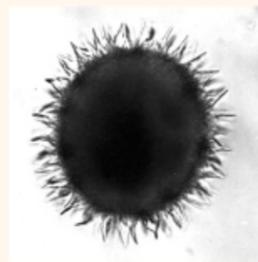


Theoretische Größenveränderung der Zellen in einer Population nach 12 Teilungsschritten. Gesamtzahl der Zellen (Mutterzelle und Tochterzellen) $n = 4096$. A = Ausgangsgröße, Gb = Gürtelbanddicke, n = Anzahl der Zellen, % = Anteil an der Population.

n	Größenänderung	%	n	Größenänderung	%
1	A	0,02	792	A - 14 Gb	19,34
12	A - 2 Gb	0,29	495	A - 16 Gb	12,08
66	A - 4 Gb	1,61	220	A - 18 Gb	5,37
220	A - 6 Gb	5,37	66	A - 20 Gb	1,61
495	A - 8 Gb	12,08	12	A - 22 Gb	0,29
792	A - 10 Gb	19,34	1	A - 24 Gb	0,02
924	A - 12 Gb	22,56			



Drei Zygosporen von Zieralgen (Gruppe Jochalgen): Links mit Gallerthülle, Mitte und rechts mit sperrigen Außenskulpturen.



Zwei Rädertier-Latenzstadien mit charakteristischen Außenskulpturen

Ephippium einer Daphnien-Art