

Lauterbornia H. 21: 151-158, Dinkelscherben, Oktober 1995

Untersuchungen zur sexuellen Vermehrung von *Eudorina illinoisensis* (KOFOID) PASCHER (Volvocaceae, Chlorophyta)

[Observations on the sexual reproduction of *Eudorina illinoisensis* (KOFOID) PASCHER (Volvocaceae, Chlorophyta)]

David G. Angeler

Mit 11 Abbildungen und 2 Tabellen

Schlagwörter: *Eudorina*, Volvocales, Chlorophyta, Algen, Vermehrung, Kultur

Die sphärische zönbiale Grünalge *Eudorina illinoisensis* (KOFOID) PASCHER 1927 aus der Ordnung der Volvocales wurde hinsichtlich ihrer sexuellen Vermehrung bei definierten Laborbedingungen untersucht und mit bereits vorhandenen Studien verglichen. Die ablaufenden Prozesse ähnelten jenen bei nahe verwandten Taxa und sind für die Gattung *Eudorina* als einheitlich anzusehen.

The spherical coenobial green alga, *Eudorina illinoisensis* (KOFOID) PASCHER 1927 belonging to the order Volvocales was observed concerning the sexual reproduction under controlled laboratory conditions and was compared with results of previously made studies. The procedures seemed to be similar to those of related Taxa and can be characterized as uniform within the Genus *Eudorina*.

1 Einleitung

Die sphärische zönbiale Grünalge, *Eudorina illinoisensis* (KOFOID) PASCHER mit kosmopolitischer Verbreitung besteht aus 32 runden Zellen die am Rand eines Gallert-Hohlkugels exponiert sind. Innerhalb der volvocalen Progressionslinie zeigt diese Art zum ersten Mal eine Differenzierung in zwei verschiedene Zelltypen. Der aus vier Zellen bestehende anteriore Zellkranz bleibt in der Regel teilungsunfähig, während die restlichen 28 Zellen des Verbandes in der Lage sind, sich vegetativ und generativ zu differenzieren. Für nähere Details über die Morphologie wird auf MERTON (1908) und Ettl (1983) verwiesen.

Während unter unlimitierten Bedingungen die Fortpflanzung stets auf asexuellem Wege erfolgt (ANGELER 1995), setzt die sexuelle Reproduktion bei auftretenden Nährstoffmangelsituationen auf (SZOSTAK & al. 1973; RAYBURN 1974). Dabei ist nun jede der 28 Zellen, die unter dem apikalen Zellkranz liegen in der Lage, als Gametangium zu fungieren und Keimzellen zu bilden.

2 Material und Methodik

Als Material dienten unialgale aber nicht axenische Klonkulturen der Algenkultur-Sammlung des Institutes für Pflanzenphysiologie der Universität Wien (Tab. 1).

Die Stämme scheinen noch nicht im Verzeichnis der Sammlung von Algenkulturen an der Abteilung für Hydrobotanik des Instituts für Pflanzenphysiologie der Universität Wien auf (KUSEL-FETZMANN & SCHAGERL 1992)

Tab. 1: Für diese Studie verwendete Stämme

Stamm	Herkunft	Isolator	Klonanzahl	Geschlecht
<i>E. illinoisensis</i>	Altenwörth, Donau-Altarm	Prof. Kusel	1	weiblich
<i>E. illinoisensis</i>	Wallersee (Salzburg)	Prof. Kusel	3	männlich

In der vorliegenden Studie erfolgte bei *E. illinoisensis* die Induktion der sexuellen Vermehrung durch Mischen der kompatiblen Klone nach einer sechstägigen Vorkultur in etwa 15 ml der Nährlösung nach CHU (Tab. 2). Ab dem Zeitpunkt des Mischens, wo jeweils 1,5 ml der vorkultivierten männlichen und weiblichen Klone in 10-15 ml frische Nährlösung (CHU) inokuliert wurden, traten nach acht bis zehn Tagen bei beginnender Nährstofflimitation die ersten Paarungsreaktionen auf.

Als Ergebnis der sexuellen Reproduktion entsanden durch Hämatochrom rot gefärbte Überdauerungsstadien (Hypnozygoten), die nun 50 Tage lang vollkommen verdunkelt aufbewahrt wurden. Die Aufbewahrung erfolgte bei 20 ± 2 °C.

Zwecks Beobachtung der Zygoten-Keimungsprozesse wurden die Zygoten mittels der Pippettiermethode nach PRINGSHEIM (1954) in Objektträger-Kammern mit frischer steriler Nährlösung umgeimpft und wieder regulären Wachstumsbedingungen (20 °C, 16L:8D Licht-Dunkelstunden, 25 μmol Photonen/ m^2/s) ausgesetzt.

Tab. 2: Zusammensetzung der Nährlösung CHU₁₀ nach CHU (1946) modifiziert

Ca (NO ₃) ₂	0.04g
K ₂ HPO ₄	0.01g
MgSO ₄ *7H ₂ O	0.025g
Na ₂ CO ₃ *10H ₂ O	0.054g
Na ₂ SiO ₃	0.025g
Aqua dest.	1000ml

3 Ergebnisse

Ab dem Zeitpunkt des Mischens der Klone, konnte zwischen dem 7. und 8. Tag die Bildung von Spermienpaketen innerhalb der männlichen Zönobien zu Beginn der Lichtphase beobachtet werden. Die Formation der männlichen Gameten vollzog sich in allen Zellen, die sich unterhalb des apikalen Zellkranzes mit den vier sterilen Zellen befanden. Diese vier Somazellen bildeten in dieser Studie nie

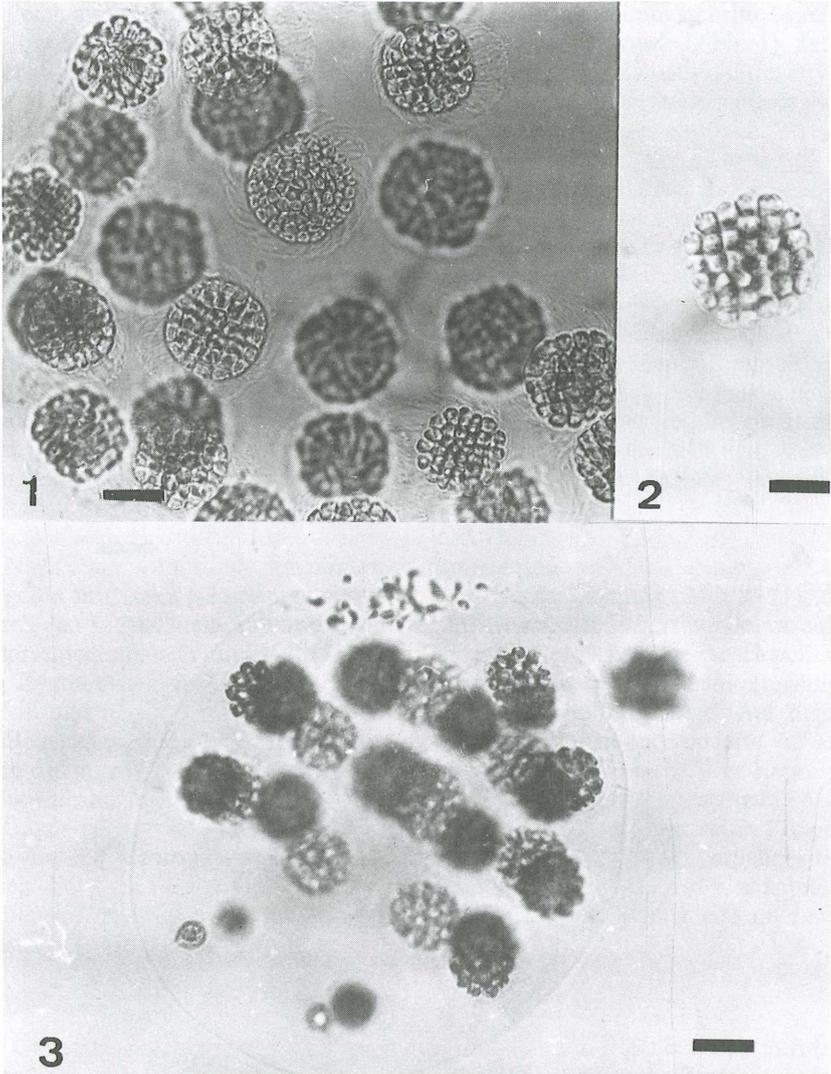


Abb. 1: Männliches Zönobium von *Eudorina illinoisensis*. - Alle generativen Zellen sind zu Spermienpaketen umgewandelt (Ausnahme: vier Somazellen am apikalen Zellpol; Balken = 10 μm)

Abb. 2: Spermienpaket vom Verband gelöst; Balken = 10 μm

Abb. 3: Zerfall des Spermienpaketes an einem in Teilung befindlichen weiblichen Verband; Balken = 15 μm

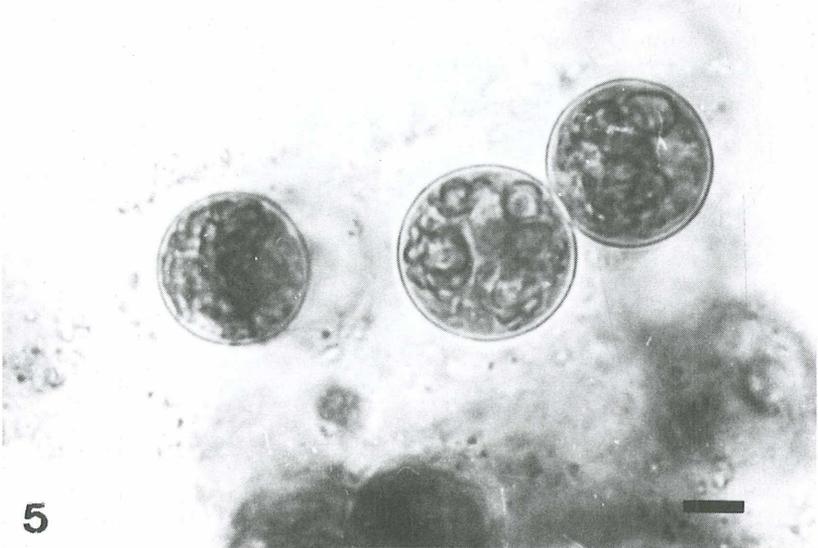
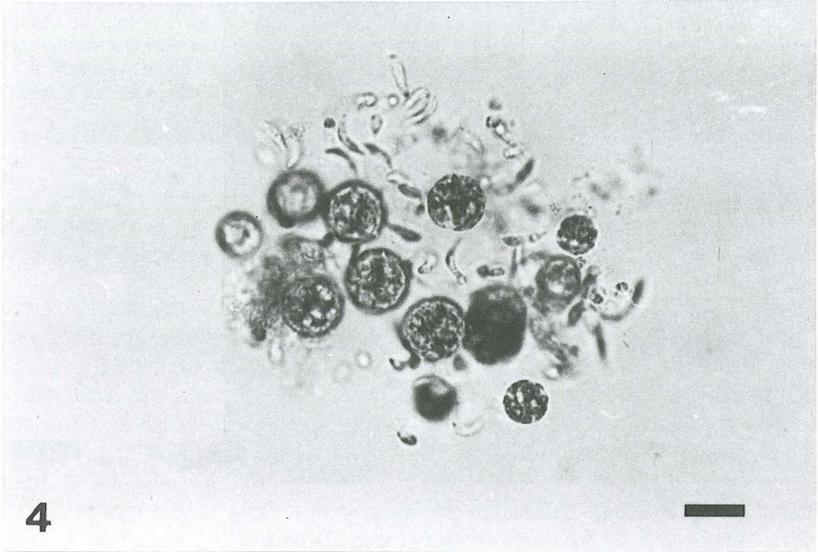


Abb. 4: Spermien schwimmen innerhalb des weiblichen Verbandes und fusionieren mit den Eizellen; Balken = 20 μm

Abb. 5: Hypnozygoten mit festen Zellwänden; Balken = 5 μm

Spermatozoiden, obwohl WATERS (1960) und NOZAKI (1986) eine fakultative Bildung von Keimzellen nicht ausschließen. In den 28 generativen Zellen, die zugleich als Antheridien fungieren, erfolgten sukzessive Teilungsschritte bis eine 32- bis 64-zellige Platte von hellgelber Färbung formiert wurde (Abb. 1). Jedes Spermatozoid, als Bestandteil der Zellplatte, die in einer gelatinösen durchsichtigen Gallerte lag, trug nach dem Lösen vom zönobialen Verband mittels zwei gleich langen Geißeln an der Lokomotion des Spermienpaketes bei (Abb. 2). Die Spermienpakete erreichten Dimensionen von 23 bis 28 μm .

Nach einer mehr oder weniger langen Schwimmphase, hafteten sich die Spermienpakete an die Gallerte von weiblichen Zönobien und lösten den Verband auf (Abb. 3), wodurch nun jedes der einzelnen Spermatozoiden sichtbar wurde. Diese hatten nun Größen zwischen 22 und 24 μm und besaßen teilweise cytoplasmatische Ausstülpungen am anterioren Zellpol (Abb. 12). Nach der Auflösung des Paketes wurde die Gallerte der Weibchen durchdrungen, wonach sich die Fusionierung zwischen den weiblichen begeißelten Gameten (Größen: 18 bis 22 μm) und den Spermatozoiden vollzog (Abb. 4). Die auf diese Weise entstandenen Planozygoten lösten sich nicht von elterlichen Verband und verblieben in diesem. Binnen 24 Stunden wurden unter Obliterierung der Geißeln und Ausbildung einer festen Zellwand Hypnozygoten gebildet (Abb. 5). Der Protoplast gestaltete sich binnen einer Woche in rötlichbraune Granulae. Die Größe dieser coccalen Ruhestadien betrug zwischen 17 und 23 μm .

Nach einer willkürlich angenommenen Ruheperiode von 50 Tagen wurden die Zygoten in frische Nährlösung gebracht. Die Zygotenkeimung (Abb. 6-11), die durch den Licht-Dunkelrhythmus von 16L:8D-Stunden induziert wurde, erfolgte unterschiedlich nach ein bis drei Tagen. Dabei war zunächst eine Anschwellung der Zygotenwand an einer vorhergesehenen Stelle zu sehen, die dann allmählich aufriß und den Keimling das Verlassen der Zygotenhülle erlaubte. Aus dieser Hülle ausgetreten, nahm der Keimling eine runde Form an und sonderte vor Beginn der mitotischen Teilungen eine gelatinöse Hülle ab (Abb. 6). Der Keimling teilte sich nun schrittweise unter Formation einer sechzehnzelligen Platte (Abb. 7-9), aus der unter einem Inversionsprozeß (Abb. 10) wieder ein neues Zönobium von *E. illinoisensis* hervorging. Schon während des Umstülpvorganges bildeten die Zellen neue Geißeln. Die Färbung des Protoplasten der zönobialen Zellen blieb bis zur nächsten Lichtperiode rotbraun und schlug erst im Laufe dieser in ein blaßgrün um.

4 Diskussion

Im Gegensatz zur vegetativen Vermehrung gibt es bei der generativen Vermehrung kein einheitliches Schema. Vielmehr ist hier eine deutliche Progression von Isogamie (*Gonium*) über Anisogamie (*Eudorina*) zu Oogamie (*Pleodorina* und *Volvox*) zu erkennen. Die Angaben von FOTT (1971) und BRESINSKY (1983), wonach *Eudorina* einen oogamen Reproduktionszyklus habe sind fragwürdig, da bei der vorliegenden Studie stets begeißelte Eizellen befruchtet wurden.

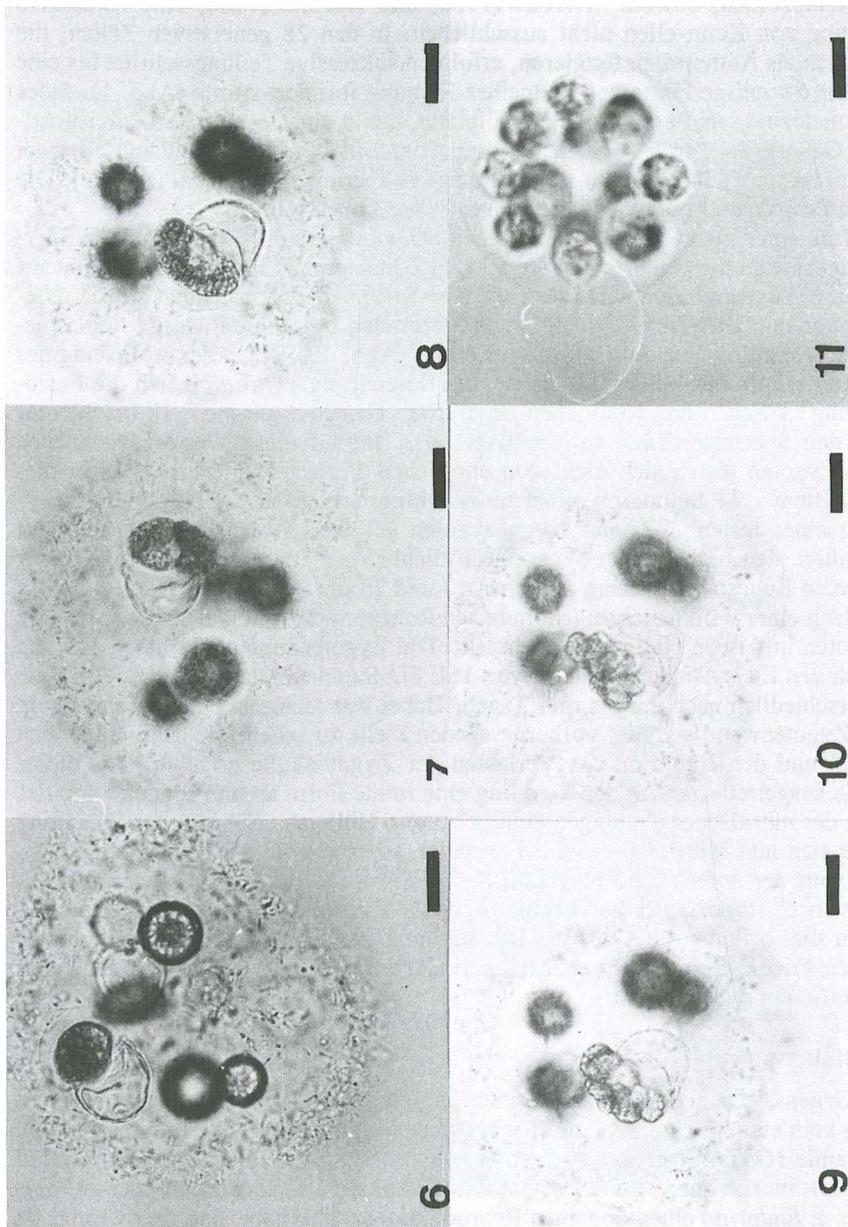


Abb. 6-11: Zygotenkeimung

Abb. 6: Der Keimling schlüpft aus der Zygotenhülle und ist von einer gelatinösen Hülle umgeben; Balken = 20 µm

Abb. 7-9: Keimling in verschieden weit fortgeschrittenen Teilungsstadien; Balken = jeweils 20 µm. **Fig. 10:** Umstülpung der 16-zelligen Plakea; Balken = 20 µm

Abb. 11: Ausdifferenzierter Keimling 24 Stunden nach Zusammenschluß der Plakea; Balken = 40 µm

POCOCK (1973) und IYENGAR (1937), die die Konjugation zwischen männlichen und weiblichen Gameten bei *Eudorina elegans* EHRENBERG beobachtet haben, meinen, daß die Plasmogamie mit dem anterioren bzw. posterioren Ende der Spermien erfolgt.

NOZAKI (1983) erklärt, daß die Verschmelzung zuerst mit dem anterioren Ende einschließlich der Geißelbasis erfolgt und sich in der Folge über lateral bis zum posterioren Ende vollzieht. Die Beobachtungen bei *E. illinoisensis* scheinen die Aussagen von NOZAKI bei *E. elegans* zu entsprechen. Dieser (l. c.) war auch der erste, der in seinen Studien das Auftreten einer cytoplasmatischen Ausstülpung bei den Spermien bei *E. elegans* erwähnte und diese als homologe Bildung zu der bei den isogamen Genera *Pandorina*, *Volvulina* und *Astrephomene* auftretenden Paarungspapillen interpretiert. Fraglich bleibt jedoch, weshalb diese Bildungen bei diesen Experimenten nur fakultativ ausgebildet wurden, oder ob sie durch lichtmikroskopische Beobachtungen bzw. durch optische Phänomene nicht immer aufzulösen sind.

Wie NOZAKI (1983) berichtet, werden bei der Zygotenkeimung hyaline Körnchen sichtbar. Diese Granulae - drei an der Zahl - werden als Meioseprodukte interpretiert. Obgleich man solche Körnchen bei dieser Studie nicht sah, kann man annehmen, daß der aus der Zygote schlüpfende Keimling haploid ist. Laut Literatur sind die Vertreter der zönobialen Volvocales immer Haplonten (VAN DEN HOEK 1993). Weiters soll sich die Differenzierung der Kolonie in einer eigenen Gallerte vollziehen, die vom schlüpfenden Protoplasten gebildet wird (NOZAKI 1981, 1982, 1986; NOZAKI & KAZAKI 1979). Dies konnte nun auch bei *E. illinoisensis* nachvollzogen werden.

WATERS (1960) stellte in seinen Studien fest, daß der Großteil der Zygoten bei *E. illinoisensis* zwei Keimlinge entläßt. Bei dieser Studie konnte stets nur ein schlüpfender Keimling pro Zygote beobachtet werden, sodaß nach Meinung des Autors die Anzahl der entlassenen Keimlinge nicht als sicheres Artcharakteristikum anzusehen sind.

5 Literatur

- ANGELER, D. (1995): Asexuelle Reproduktion bei *Eudorina illinosensis* (KOF.) PASCHER (Volvocales, Chlorophyta). - *Carinthia* II 53: 5-6.
- BRESINSKY, A. (1983): Übersicht des Pflanzenreiches. - In: STRASBURGER, E. (Begr.): Lehrbuch der Botanik. 32. Aufl. (G. Fischer) Stuttgart.
- CHU, S. P. (1948): The influence of the mineral composition of the medium on the growth of planctonic algae. Part 1: Methods and culture media. - *J. Ecol.* 30: 284-325, Cambridge.
- ETTL, H. (1983): Chlorophyta I. Phytomonadina. - In: ETTL, H., J. GERLOFF, H. HEYNIG & D. MOLLENHAUER (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa 9, 807 S., (G. Fischer) Stuttgart.

- FOTT, B. (1971): Algenkunde.- 581 S., (G. Fischer) Jena.
- IYENGAR, M. O. P. (1937): Fertilisation in *Eudorina elegans*.- J. Indian. Bot. Soc. **16**: 111-118.
- KUSEL-FETZMANN, E. L. & M. SCHAGERL, (1992): Verzeichnis der Sammlung von Algenkulturen an der Abteilung für Hydrobotanik am Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien.- Phytton (Horn, Austria), Vol.32, Fasc.2.
- MERTON, H. (1908): Über den Bau und die Fortpflanzung von *Pleodorina illinoisensis*.- Z. wiss. Zool. **90**: 445-477, Leipzig.
- NOZAKI, H. (1981): The life history of Japanese *Pandorina unicocca* (Chlorophyta, Volvocales).- J. Jap. Bot. **56,3**: 65-74.
- NOZAKI, H. (1982): Morphology and reproduction of Japanese *Volvolina steinii*. -J. Jap. Bot. **57,4**: 105-116.
- NOZAKI, H. (1983): Sexual reproduction in *Eudorina elegans*. -Bot. Mag. Tokyo **96**: 103-110.
- NOZAKI, H. (1986): Zygote germination in *Eudorina elegans* var. *synoica*. -J. Jap. Phycol. **34,144**: 316-321.
- NOZAKI, H. & H. KAZAKI, (1979): The sexual process of Japanese *Pandorina morum* BORY (Chlorophyta). -J. Jap. Bot. **54,12**: 363-371.
- POCOCK, M.A. (1937): Studies on the South African Volvocales. -Proc. Linn. Soc. London Session **149**:55-58. [Referenz in NOZAKI (1983)]
- PRINGSHEIM, E.G. (1954): Algenreinkulturen: Ihre Herstellung und Erhaltung. - XVI, 109 S. (G. Fischer) Jena.
- RAYBURN, W. R. (1974): Sexual reproduction in *Pandorina unicocca*. - J. Phycol. **10,3**: 258-265, New York.
- SZOSTAK, J. W., J. SPARKUHL & M. E. GOLDSTEIN (1973): Sexual induction in *Eudorina*: Effects of light, nutrients and conditioned medium.- J. Phycol. **9**: 215-218, New York.
- VAN DEN HOEK, C., H. M. JAHNS & D. G. MANN; (1993): Algen.- XII, 411 S., (Thieme) Stuttgart, New York.
- WATERS, A. J. (1960): Studies on *Eudorina*.- 25 pp., Thesis. Univ. California, Berkeley [Referenz in NOZAKI (1986)]

Anschrift des Verfassers Mag. David G. Angeler, Institut für Pflanzenphysiologie Abt. Hydrobotanik, Althanstraße 14, A-1091 Wien

Manuskripteingang 24.06.1995

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lauterbornia](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [1995_21](#)

Autor(en)/Author(s): Angeler David G.

Artikel/Article: [Untersuchungen zur sexuellen Vermehrung von Eudorina illinoisensis \(Kofoid\) Pascher \(Volvocaceae, Chlorophyta\). 151-158](#)