

MSN ~~542154~~
546169

The Asiatic clam, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), a new immigrant in the River Rhine.

A. bij de Vaate (ed.)

Institute for Inland Water Management & Waste Water Treatment, P.O. Box 17, NL-8200 AA
Lelystad, The Netherlands.

Publications and reports Vol. 34-1991 of the project 'Ecological Rehabilitation of the River Rhine'.

Participating institutes:

On behalf of the Ministry of Transport and Public Works:

Institute for Inland Water Management & Waste Water Treatment, P.O. Box 17, NL-8200 AA
Lelystad, The Netherlands

On behalf of the Ministry of Housing, Physical Planning and the Environment:

National Institute for Public Health and Environmental Protection, P.O. Box 1, NL-3720 BA Bilthoven,
The Netherlands.

On behalf of the Ministry of Agriculture and Fisheries:

Netherlands Institute for Fishery Investigations, P.O. Box 68, NL-1970 AB IJmuiden, The Netherlands.

CONTENT.

BIJ DE VAATE, A. & M. GREIJ DANUS-KLAAS, 1990. The Asiatic clam, *Corbicula fluminea* Müller, 1774 (Pelecypoda, Corbiculidae), a new immigrant in the Netherlands.

Bull. Zool. Mus. Amsterdam 12 (12): 173-178.

BIJ DE VAATE, A., 1991. Colonization of the German part of the River Rhine by the Asiatic clam, *Corbicula fluminea* Müller, 1774 (Pelecypoda, Corbiculidae).

Bull. Zool. Mus. Amsterdam 13 (2): 13-16.

orbicula

Mimisterie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA



Aan

Geadresseerde

Contactpersoon

A. bij de Vaate

Datum

15 november 1991

Ons kenmerk

AO/ 11673

Onderwerp
toezending rapporten

Doorkiesnummer

03200-70701

Bijlage(n)

2 rapporten

Uw kenmerk

Geachte mevrouw/heer,

Hierbij doe ik u toekomen een tweetal rapporten over onge-

BULLETIN

ZOÖLOGISCH MUSEUM

U N I V E R S I T E I T V A N A M S T E R D A M

Vol. 12 No. 12 1990

THE ASIATIC CLAM, *CORBICULA FLUMINEA* (MÜLLER, 1774) (PELECYPODA, CORBICULIDAE), A NEW IMMIGRANT IN THE NETHERLANDS

A. bij de Vaate & M. Greljdanus-Klaas

ABSTRACT

Corbicula fluminea (Müller, 1774), a freshwater bivalve new to the Netherlands, has been recorded recently in two localities in the downstream area of the river Rhine and the river Meuse.

INTRODUCTION

The Asiatic clam, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), is a common freshwater bivalve in Asia. Its natural distribution area ranges from the U.S.S.R. and Japan in the north, to Indonesia in the south and from Africa in the west to the Philippines in the east (Morton, 1987). In 1938 the species was introduced in the U.S.A. by Chinese immigrants working on the Columbia river (Washington, U.S.A.) with the purpose of using these animals as a food source (Fox, 1971). From this location migration has taken place over a number of states. By 1973 the Asiatic clam was found in the waterways of at least 26 states (Fox, 1973; Goss & Cain, 1977). South America has been invaded as well (Ituarte, 1981; Martinez, 1987). Records from Europe are scarce. Mouthon (1981) reported the presence of *Corbicula* in France (river Dordogne) and in Portugal (river Tejo). This paper describes records of *C. fluminea* from two localities in the Netherlands. Reference material of both localities in the Netherlands has been deposited in the Zoological Museum

Amsterdam, the Netherlands.

According to Sinclair & Isom (1963) the heterodont *Corbicula* shell is relatively thick and ovate to trigonal in shape, raised at the umbones, sculptured with concentric rings, covered with a periostracum which is generally yellow-green in colour and can attain a size as large as 60 mm (fig. 1). The shells exhibit a great deal of variation in shape and colour, depending upon environment and age. Two distinct ecomorphs of *C. fluminea* are distinguished, a straw-coloured and a dark form. The differences in colour are caused by differences in water quality parameters (Morton, 1987). A distinctive characteristic is the serration of the lateral teeth. *C. fluminea* usually is monoecious, with eggs being fertilized within the gills and incubated within the interlamellar space of the inner gills throughout the trochophore larval stage; the non-swimming veliger larvae are discharged. The animals, however, are not obligatory monoecious: other observations described them as being dioecious (Morton, 1983).

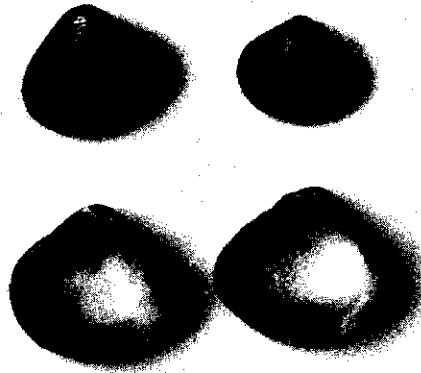


Fig. 1. Specimens of *C. fluminea* found in the river Lek in 1988. Lower left a right valve, lower right a left valve.

The clams live in or on sandy and gravelly sediments. They are able to attach to solid substrates as well with their byssus threads. *C. fluminea* belongs to the group of fouling organisms which are a nuisance of potable and industrial water intake systems causing clogging problems (Goss & Cain, 1977).

METHODS

Bottom samples were taken with a Birge-Ekman bottom sampler in the littoral zone and with a Bovens grab in the deeper parts of the locations. Shells were measured to the nearest 0.1 mm with an extension callipers or a stereo-microscope provided with an ocular micrometer for shells smaller than approximately 10 mm. Clam lengths were measured from the anterior to the posterior margins of the shell.

RESULTS AND DISCUSSION

Live *C. fluminea* were found for the first time in bottom samples taken on September 30, 1988 in the river Lek near Lekkerkerk (fig. 2). Ten samples were taken in the littoral zone of the river bank; only in one sample three specimens were found. In the deeper part of the river ten bottom samples were taken as

well; in each sample specimens of *C. fluminea* were found. In this part of the river density of the clams was estimated to be 40 (s.d.: 29) specimens per m². On this location a total of 60 specimens were collected. From shell size/frequency distribution (fig. 3) of these specimens at least two size classes could be distinguished, probably representing two generations. One specimen larger than 18 mm may be a representative of a third generation. This may indicate that *C. fluminea* has colonized this location in 1985 or 1986. The distinction of generations is based on observations of Dresler & Cory (1980) who recognized four generations in the tidal Potomac river (Maryland, U.S.A.) with shell classes of <13 mm, 13 to 18 mm, 19 to 25 mm, and >24 mm for the 0⁺ to the 3⁺ generations respectively.

On October 24, 1989 *C. fluminea* was found in samples taken in the littoral zone of the Hollands Diep, the confluence of a branch of the river Rhine (named river Waal) and the river Meuse (fig. 2). Because sampling on this location took place for other purposes, namely to collect other species of macro-invertebrates for laboratory studies, the number of samples is unknown. Therefore an assessment of the

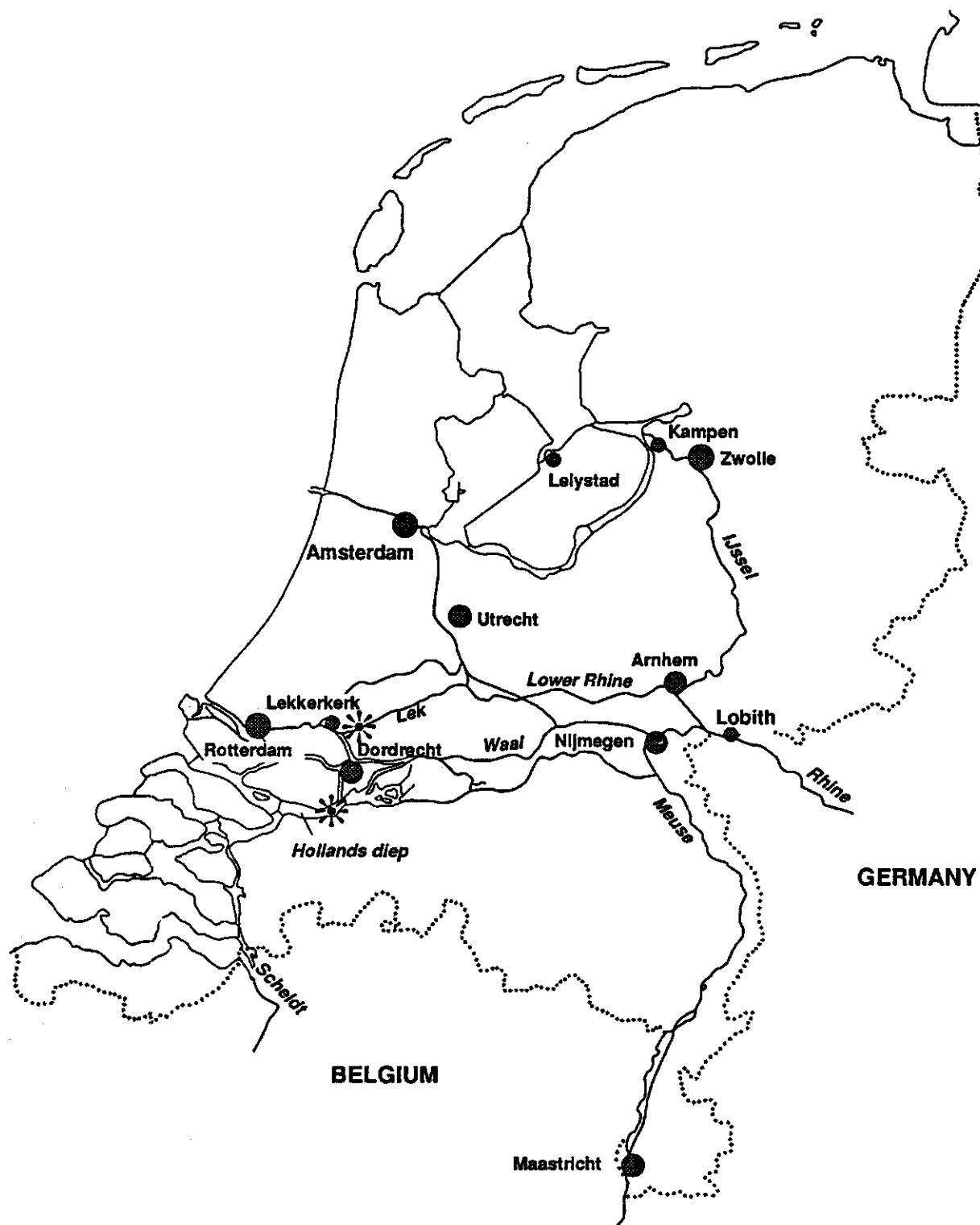


Fig. 2. Locations (*) of *C. fluminea* recorded in this paper.

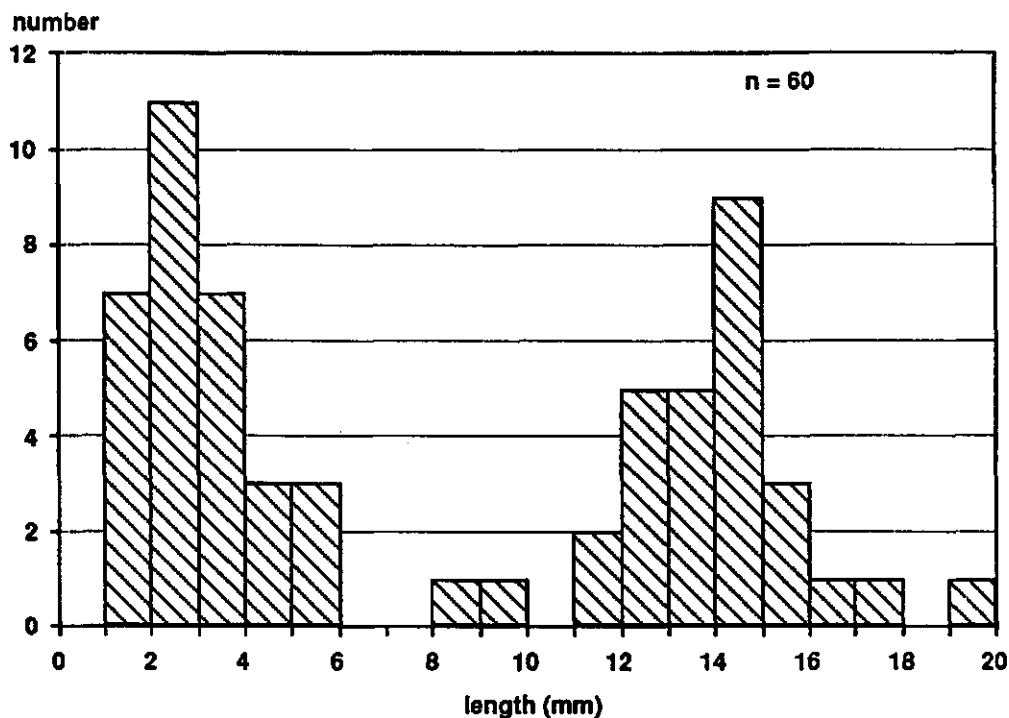


Fig. 3. Length/frequency distribution of *C. fluminea* found in the river Lek on September 30, 1988.

density is not possible. The number of specimens collected on this location was 15, belonging to the 0⁺ and the 1⁺ generation.

Densities of *Corbicula* in North America are greatest in well-aerated sand or sand-gravel mixtures (McMahon, 1983). The animals prefer lotic water systems (Belanger et al., 1985).

The toplayer of the bottom sediment in the littoral zone of the location in the river Lek consisted of a mixture of silt and sand, in the deeper part of the river the bottom consisted of sand. The toplayer of the bottom in the littoral zone in the Hollands Diep had the same general composition.

During 1985-1988 chloride concentration in the river Lek varied between 100 and 200 mg/l measured at Hagenstein, about 35 km upstream from the sampling site. Chloride concentration in the Hollands Diep depends on the discharge of the river Meuse and the river Waal. Chloride concentration in the same period in the river Waal, measured at Vuren, about 32 km upstream from the sampling site in the Hollands Diep, varied between 100 and 200 mg/l, and in the river Meuse near Keizersveer, about 15 km upstream of this sampling site, between 25 and 100 mg/l.

On all these locations chloride concentration is measured regularly (Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment, unpublished data).

TAXONOMY

Despite a considerable number of "nominal species" named in literature, only two valid species may be clearly separable (Morton, 1983; Britton & Morton, 1986): the freshwater species *C. fluminea* and the estuarine species *C. fluminalis* (Müller, 1774). This means that species like *C. leana*, *C. manilensis*, *C. consobrina* and *C. africana* all belong to the super-species *C. fluminea* while *C. japonica* belongs to the *C. fluminalis* group.

Based on conchological characteristics, it is very difficult to distinguish *C. fluminea* from *C. fluminalis*. The identification of the specimens from the river Lek and the Hollands Diep has been checked by comparing them with the reference collection of the Zoological Museum Amsterdam. Recent specimens of both taxa from different localities in the world provide no clear indication as to which characteristics justify a distinction. When the recent specimens of *C.*

fluminalis and *C. fluminea* are compared to the so-called *C. fluminalis* from Pleistocene deposits the confusion grows larger. The *C. fluminalis* from the Pleistocene deposits have widely spaced sulcations on the shells while the recent specimens with that name in the collection have closely spaced concentric ridges. Both fossil and recent specimens of *C. fluminalis* have a more tapering shell shape towards the umbo. Nearly all shells labelled *C. fluminea* in the museum collection had more rounded shells and a sculpture of widely spaced concentric sulcations. The specimens from the river Lek have shells with widely spaced sulcations, but shells from the Hollands Diep tend to more closely spaced ridges. We suppose that this difference in sculpture is caused by local environmental conditions (thermal pollution).

Morton (1986) described *C. fluminalis* having deeply impressed growth lines in addition to widely spaced sulcations on the shell exterior, whereas more closely spaced sulcations and indistinct growth marks appear on shells of *C. fluminea*. Based on the shape of the shell and the description of Morton (1986) as well, we choosed for the name *C. fluminea*.

Coincidentally Blanken (1990) published a record of *C. fluminalis* from a location in the river Lek after this manuscript was submitted to the editor of this bulletin. He found his specimens about 10-12 km upstream of our sampling site. From a comparison of the clams of both locations in the river Lek we concluded that all the specimens from this river belonged to one species, in our opinion *C. fluminea*.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors sincerely thank Mr. W. Luttmer for the specimens of the Hollands Diep, Mr. E. Blanken for providing a specimen of his *Corbicula* from the river Lek, Prof. Dr. J.H. Stock, Mr. R.G. Moolenbeek and Drs. H.A. Jenner for critical remarks and Ms. A. Rientjes for improving the English text.

REFERENCES

- BELANGER, S.E., J.L. FARRIS, D.S. CHENRY & J. CAIRNS Jr., 1985. Sediment preference of the freshwater Asiatic clam, *Corbicula fluminea*.- *Nautilus*, 99 (2/3): 66-73.
- BLANKEN, E., 1990. *Corbicula fluminalis* Müller, 1774 nieuw in Nederland.- *Corresp. blad Ned. Malac. Ver.*, 252: 631-632.
- BRITTON, J.C. & B. MORTON, 1986. Polymorphism in *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculoidea) from North America.- *Malac. Rev.*, 19: 1-43.
- DRESLER, P.V. & R.L. CORY, 1980. The Asiatic clam, *Corbicula fluminea* (Müller), in the tidal Potomac river, Maryland.- *Estuaries*, 3(2): 150-151.
- FOX, R.O., 1971. The *Corbicula* story: Chapter three.- *Echo*, 4: 20.
- FOX, R.O., 1973. The *Corbicula* story: Chapter five.- *Echo*, 5: 19.
- GOSS, L.B. & C. CAIN, 1977. Power plant condenser and service water system fouling by *Corbicula*, the Asiatic clam: 11-25. In: L.D. Jensen (ed.), *Biofouling control procedures: Technology and ecological effects*. (M. Dekker Inc., New York).
- ITUARTE, C.F., 1981. Primera noticia acerca de la introduccion de pelecipods asiaticos en al area Rio Platense.- *Neotropica*, 27: 79-82.
- MARTINEZ, R.E., 1987. *Corbicula manilensis* molusco introducido en Venezuela.- *Acta Cient. Venezolana*, 38: 384-385.
- McMAHON, R.F., 1983. Ecology of the invasive pest bivalve *Corbicula*: 505-561. In: W.D. Russel-Hunter (ed.), *The Mollusca: Ecology*, Vol. 6. (Academic Press Inc., New York).
- MORTON, B., 1983. The sexuality of *Corbicula fluminea* (Müller) in lentic and lotic waters in Hong Kong.- *J. moll. Stud.*, 49 (1): 81-83.
- MORTON, B., 1986. Polymorphism in *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculoidea) from North America.- *Malac. Rev.*, 19: 1-43.
- MORTON, B., 1987. Polymorphism in *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculoidea) from Hong Kong.- *Malac. Rev.*, 20: 105-127.
- MOUTHON, J., 1981. Sur la présence en France et en Portugal de *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidae) originaire d'Asia.- *Basteria*, 45: 109-116.
- MÜLLER, O.F., 1774. *Vermium terrestrium et fluviatilium, seu animalium infusoriorum, helminthicorum, et testaceorum, non marinorum succincta historia*: 1-214 (Havniae et Lipsiae).
- SINCLAIR, R.M. & B.G. ISOM, 1963. Further studies on the introduced Asiatic clam *Corbicula* in Tennessee: 1-76. Tennessee Stream Poll. Control Bd., Tennessee Dept. Pub. Health, Nashville, U.S.A..

Mrs. M. Greijdanus-Klaas,
Mr. A. bij de Vaate,
Ministry of Transport and Public Works
Institute for Inland Water Management and
Waste Water Treatment
P.O. Box 17,
NL-8200 AA Lelystad,
the Netherlands.

Received : 19 December 1989
Revised : 29 January 1990
Distributed: 27 Juni 1990

BULLETIN

ZOÖLOGISCH MUSEUM

U N I V E R S I T E I T V A N A M S T E R D A M

Vol. 13 No. 2 1991

COLONIZATION OF THE GERMAN PART OF THE RIVER RHINE BY THE ASIATIC CLAM, *CORBICULA FLUMINEA* MÜLLER, 1774 (PELECYPODA, CORBICULIDAE)

A. Bij de Vaate

ABSTRACT

The freshwater bivalve *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), new to the aquatic fauna of the Federal Republic of Germany, is recorded for the first time on four localities in the German part of the River Rhine.

INTRODUCTION

This paper describes the first record of the Asiatic clam, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), in the Federal Republic of Germany. In 1988, *C. fluminea* was found for the first time in The Netherlands in the downstream reaches of the rivers Rhine and Meuse (Bij de Vaate & Greijdanus-Klaas, 1990). Both localities (Fig. 1) are situated near the sea port of Rotterdam, which indicates introduction by international shipping. It is assumed that in this way many exotic aquatic species are transported to other continents (Welcomme, 1988). In the first half of 1990 the Asiatic clam was found about 100 to 200 km upstream of the localities at which it was found in 1988: in the River Waal (the southern branch of the River Rhine) near Nijmegen, about 20 km from the German-Dutch border, and in the River Rhine near Lobith (Jenner & Bij de Vaate, 1991). At the latter locality the animals were collected in the littoral zone of the Dutch riverbank (on this locality the other bank belongs to the

Federal Republic of Germany) on May 4, 1990. Occurrence of *C. fluminea* in the German part of the River Rhine could be expected from this date.

METHODS

Bottom samples were taken with a hand net (mesh size: 2 mm) up to a depth of about one meter in the littoral zone. Sampling took place in habitats generally preferred by the clam: well-oxygenated fine sand with a particle size range of 0.35-0.6 mm (Belanger, et al., 1985) or sand-gravel mixtures (McMahon, 1983) with a maximum particle size of approximately 1 cm. Particle size was estimated before sampling. Shell dimensions were measured to the nearest 0.1 mm with extension callipers or, for shells with a smaller length than approximately 6 mm, with a stereo-microscope provided with an ocular micrometer. Clam length was measured from the anterior to the posterior margins of the shell.

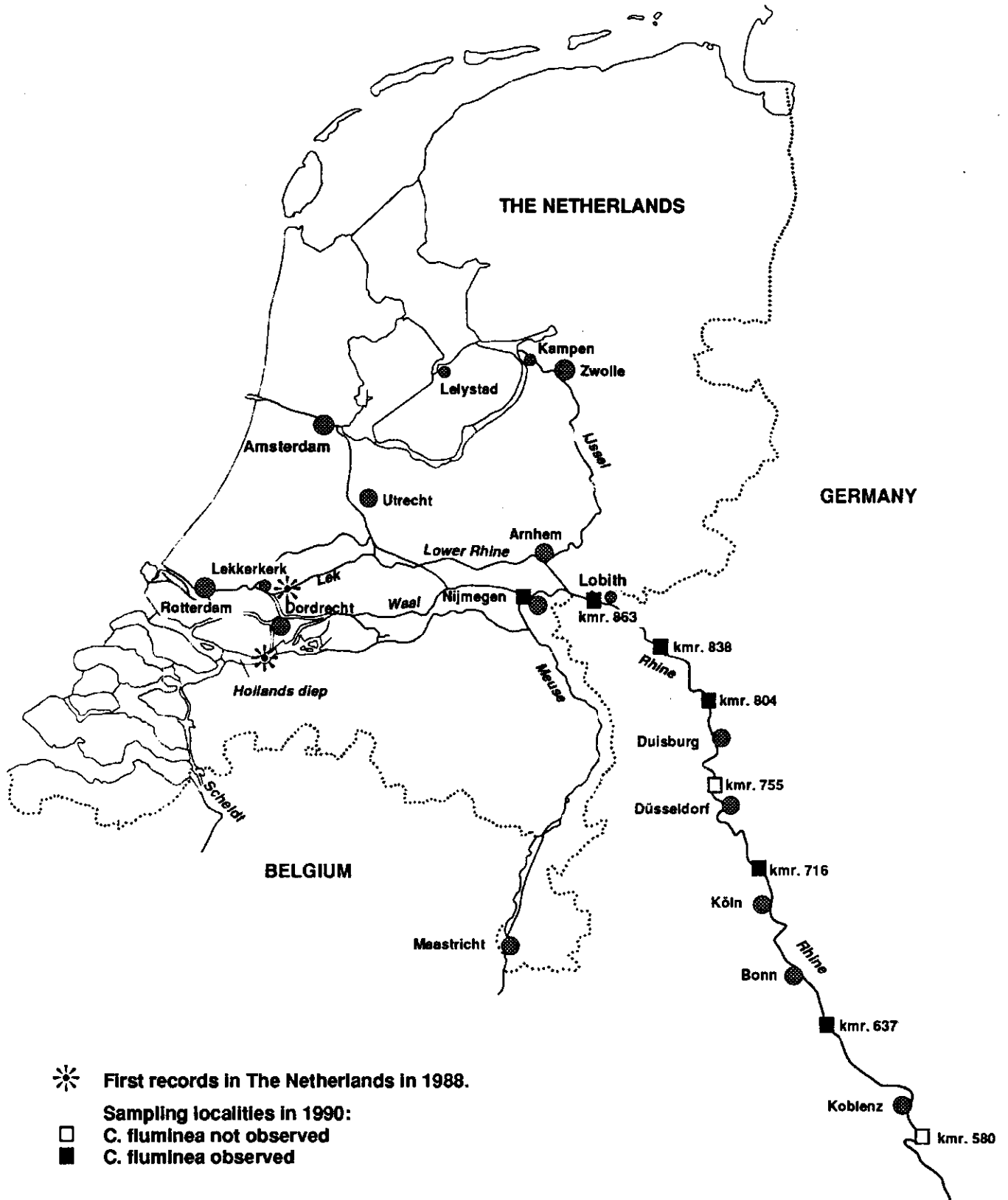


Fig. 1. Sampled localities in the River Rhine with an indication in which localities *C. fluminea* was found (kmr. is the international river distance indication in km).

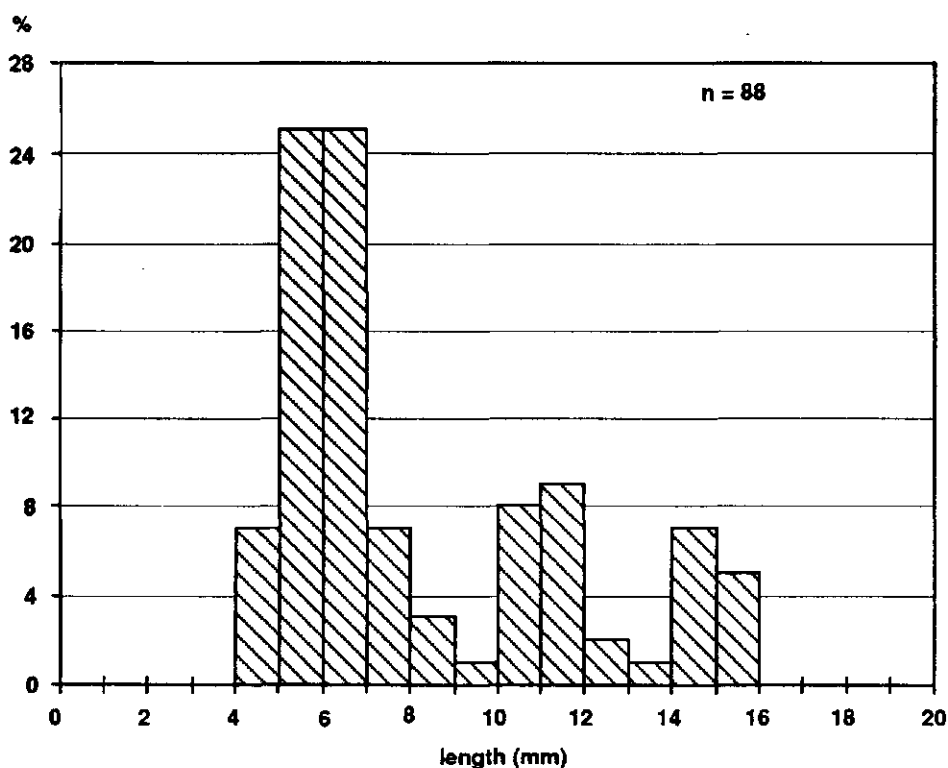


Fig. 2. Length/frequency distribution of *C. fluminea* collected in the River Rhine near Rees on October 19, 1990.

RESULTS AND DISCUSSION

October 19, 1990 *C. fluminea* was found in considerable amounts in the littoral zone of the right bank of the River Rhine near Lobith (Table 1). This indicated that the species might have colonized upstream habitats. Bottom samples were taken the same day in the German part of the River Rhine near Rees (Fig. 1). On the right bank, 88 specimens were collected. Clam length varied between 4.1 and 15.8 mm, being specimens of the 0⁺ and 1⁺ generation. Subdivision of the animals into generations is based on Dresler & Cory (1980) who subdivided their collected *C. fluminea* from a survey in the tidal Potomac River (Maryland, U.S.A.), July 1981, into four generations based on size/frequency distribution. They considered shell length classes of <13 mm, 13-18 mm, 18-25, and >25 mm representing the 0⁺ to the 3⁺ generation, respectively. Although three peaks in shell size/frequency distribution could be distinguished for the present specimens (Fig. 2), it is realistic to assume that the sampled population consisted of only two generations. The second peak in the size/frequency

distribution represents, according to Dresler & Cory (1980), the 0⁺ generation as well. This indicates that *C. fluminea* colonized this locality in 1989.

October 23, 1990, a limited survey at five localities upstream of Rees was carried out to examine the upstream colonization of the River Rhine by the Asiatic clam. At three localities a few specimens of *C. fluminea* were found (Table 1). Shell length of the clams varies between 9.7 and 14.0 mm, which means that they belong to the 1⁺ generation.

Densities of the clam populations at the localities upstream of Rees were relatively low. The number of specimens collected at each locality was too low to conclude that the ecological distribution boundary was situated between Oberwinter and Spay (kmr. 637 and 580, Fig. 1). On every locality sampling took place for only about half an hour, and as a consequence of low density upstream of Rees, the chance to collect specimens was very low as well.

In general, downstream migration rate appears to be much larger than upstream rates. Upstream expansion speed depends on human activity in the

Table 1: The occurrence of *C. fluminea* in bottom samples from the River Rhine. Sampling dates: October 19 and 23, 1990 (kmr. is the international river distance indication in km).

Locality	River bank	kmr.	number of specimens	shell length (mm)
Lobith (NL)	right	863	59	4.3 - 14.9
Rees	right	838	88	4.1 - 15.9
Mehrum	left	804	2	12.8 - 14.0
Langst	left	755	0	
Zons	left	716	3	10.2 - 10.5
Oberwinter	left	637	3	9.7 - 11.2
Spay	left	580	0	

drainage systems of rivers (McMahon, 1982). Rapid upstream migration has been found in the Tennessee River (U.S.A.). Within two years the river was colonized from the mouth to the upper reaches (Sinclair & Isom, 1961, 1963). From shell size/frequency distribution of the specimens found in 1988 in the River Rhine branch near Lekkerkerk (Fig. 1) it was concluded that *C. fluminea* colonized this river in 1985 or 1986 (Bij de Vaate & Greijdanus-Klaas, 1990). The occurrence of a 1⁺ generation at the locality near Oberwinter, 345 km upstream of Lekkerkerk, indicates an average upstream migration speed in the River Rhine of at least 85-115 km.year⁻¹.

In Germany all major rivers are connected by canals (for instance the Wesel-Dattein Canal and the Rhine-Herne Canal between Wesel and Duisburg). Connections with other major European rivers are situated in the neighbourhood of Strasbourg (connection with the River Marne by the Rhine-Marne Canal) and in one of the tributaries, the River Main (connection with the River Donau by the Main-Donau Canal). This means that large parts of Europe can be colonized from the River Rhine drainage system.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author sincerely thank Ms. A. Rientjes for improving the English text.

Mr. A. Bij de Vaate,
Ministry of Transport and Public Works,
Institute for Inland Water Management and
Waste Water Treatment,
P.O. Box 17,
NL-8200 AA Lelystad,
The Netherlands.

REFERENCES

- BELANGER, S.E., J.L. FARRIS, D.S. CHERRY & J. CAIRNS JR., 1985. Sediment preference of the freshwater Asiatic clam, *Corbicula fluminea*.- *Nautilus* 99 (2/3): 66-73.
- BIJ DE VAATE, A. & M. GREIJ DANUS-KLAAS, 1990. The Asiatic clam, *Corbicula luminea* Müller, 1774 (Pelecypoda, Corbiculidae), a new immigrant in the Netherlands.- *Bull. Zool. Mus. Amsterdam*, 12 (12): 173-178.
- DRESLER, P.V. & R.L. CORY, 1980. The Asiatic clam, *Corbicula fluminea* (Müller), in the tidal Potomac River, Maryland.- *Estuaries*, 3 (2): 150-151.
- JENNER, H.A. & A. BIJ DE VAATE, 1991. Wordt de Aziatische mossel, *Corbicula fluminea*, een probleem in Nederland? - *H₂O*, 24 (4): 101-103.
- McMAHON, R.F., 1982. The occurrence and spread of the introduced Asiatic freshwater clam *Corbicula fluminea* in North America 1924-1982.- *Nautilus*, 96 (4): 134-141.
- McMAHON, R.F., 1983. Ecology of the invasive pest bivalve *Corbicula*. In: W.D. Russel-Hunter (ed.), *The Mollusca: Ecology*, 6: 505-561. (Academic Press Inc., New York).
- MÜLLER, O.F., 1774. *Vermium terrestrium et fluviatillium, seu animalium infusoriorum, helminthicorum, et testaceorum, non marinorum succincta historia*: 1-124 (Havniae et Lipsiae).
- SINCLAIR, R.M. & B.G. ISOM, 1961. A preliminary report on the introduced Asiatic clam *Corbicula* in Tennessee Dept. Publ. Health, Tennessee Stream Poll. Control Bd., Nashville, Tennessee, 31 pp.
- SINCLAIR, R.M. & B.G. ISOM, 1963. Further studies on the introduced Asiatic clam *Corbicula* in Tennessee. Tennessee Dept. Pub. Health, Tennessee Stream Poll Control Bd., Nashville, Tennessee, 76 pp.
- WELCOMME, R.L., 1988. International introduction of inland aquatic species. U.N.O.-F.A.O., Rome, 318 pp.

Received revised: 30 November 1990.
Distributed: 29 March 1991.

Wordt de Aziatische mossel, *Corbicula fluminea*, een probleem in Nederland?

by

JENNER, H.A. & A. BIJ DE VAATE

Published in: H₂O 24 (4): 101-103.

SUMMARY.

Recently a new mussel species, the Asiatic clam *Corbicula fluminea*, was found in the Netherlands.

A first screening of the distribution of the mussel was carried out in the rivers Meuse and Rhine and at several power stations.

A tentative estimate is made focused on the fouling problems at power stations, drinking-waterworks and industries.

It is concluded that the mussel species can not form large populations due to the unsuitability of the habitat (substrate) in combination with a low resistance for severe winters.

The cooling water outlet areas of power plants will act as a refugium from which recolonization of *Corbicula fluminea* in The Netherlands might occur.

Wordt de Aziatische mossel, *Corbicula fluminea* een probleem in Nederland?

Inleiding

In 1988 zijn in de rivier de Lek bij Lekkerkerk de eerste exemplaren gevonden van een voor de Nederlandse fauna nieuwe mosselsoort, *Corbicula fluminea* Müller [Bij de Vaate, Greijdanus-Klaas, 1990; Blanken, 1990]. Afb. 1 toont de mossel met zijn karakteristieke schelpvorm en met de in- en uitstroomopening. Aan de hand van de lengteverdeling van de schelpen kon worden afgeleid dat de soort deze locatie in 1985 of 1986 moet hebben gekoloniseerd.



H. A. JENNER
KEMA, Divisie O & O,
Afd. Milieu Onderzoek



A. BIJ DE VAATE
Rijkswaterstaat, RIZA

Het verschijnen van deze mossel in Nederland was te verwachten, want de soort werd al gevonden in Portugal en Frankrijk [Mouthon, 1981]. In de Verenigde Staten heeft de mossel zich nu geheel verspreid en hij is ook al in Venezuela aangetroffen [McMahon, 1982; Martinez, 1987]. In de Verenigde Staten vormt *Corbicula fluminea* op bepaalde plaatsen een probleem voor de bedrijfsvoering van elektriciteitscentrales [Harvey, 1981; Goss & Cain, 1977]. Dat komt doordat de omstandigheden voor vestiging vaak goed zijn, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van een harde, stevige bodem in het koelwaterinlaatgebied, weinig predatie door eenden en vissen, en een goede waterkwaliteit.

De Aziatische mossel, *Corbicula fluminea*, is een veel voorkomende zoetwatersoort in Azië. Het verspreidingsgebied loopt van de Sowjet Unie, China en Japan tot in Indonesië. De mossel wordt ook in het tropische deel van Afrika gevonden. *Corbicula fluminea* is in de Verenigde Staten terecht gekomen door Chinese immigranten die rond 1938 bij de Columbia River werkten en de mossel als voedselbron hadden meegenomen uit China [Fox, 1971]. De verdere verspreiding van de mossel door de Verenigde Staten is niet alleen door natuurlijke migratie gebeurd. De mossel is waarschijnlijk vooral verspreid door menselijke activiteiten waarbij waterrecreanten met boten op aanhangers een

Samenvatting

Sinds kort is er een nieuwe mosselsoort in Nederland aangetroffen, de Aziatische mossel *Corbicula fluminea*. De verspreiding beperkt zich tot nu toe tot de rivieren de Rijn en de Maas. Als substraat is een grovere aërobe zandbodem noodzakelijk waarin de mossel zich ingraaft. Uit literatuurgegevens blijkt dat de mossel lage watertemperaturen gedurende strenge winters niet overleeft. Het zijn vooral de warmere uitlaatgebieden van centrales en industrieën waar de mossel goed gedijt. Vanuit deze gebieden kan rekolonisatie plaatsvinden na strenge winters. Een mogelijk vestigingsplaats zijn drinkwaterbekkens. Aangroei problemen voor koelwatersystemen zullen, naar het zich laat aanzien, gering zijn. Eventuele bestrijding kan op dezelfde wijze uitgevoerd worden als bij driehoeksmosselen.

rol spelen, maar ook aquariumhouders/winkeliers die de mosselen verzamelen voor aquaria en vijvers. Sportvissers die de mossel als aas gebruiken, hebben eveneens bijgedragen aan verdere verspreiding [McMahon, 1982]. Een (onbewezen) theoretische mogelijkheid zou zijn dat verspreiding via vogels (kleven van broedjes aan veren en volwassen mosselen via het maagdarmkanaal) plaatsvindt. Waarschijnlijk is de mossel met ballastwater in schepen vanuit de Verenigde Staten naar Europa gekomen.

In Nederland kunnen, afhankelijk van de vindplaats (door ecologische omstandigheden) twee verschillende zoetwater vormen worden onderscheiden aan de hand van de ribbelstructuur op de kleppen, namelijk één met grovere ribbelstructuur (rivier de Lek) en één die een fijnere structuur heeft (Amercentrale en Centrale Nijmegen). Beide vormen behoren tot de soort *Corbicula fluminea*. Naast de hier beschreven zoetwater *Corbicula fluminea* bestaat een estuariëne soort: *Corbicula fluminalis*. Deze soort is nog onbekend in Europa, maar daar moet bij worden aangetekend dat uiterlijke kenmerken ter onderscheiding van beide soorten onduidelijk zijn. Het onderscheid zou kunnen worden gemaakt op

Afb. 1 - *Corbicula fluminea* met de karakteristieke schelpvorm en met de in- en uitstroomopening.



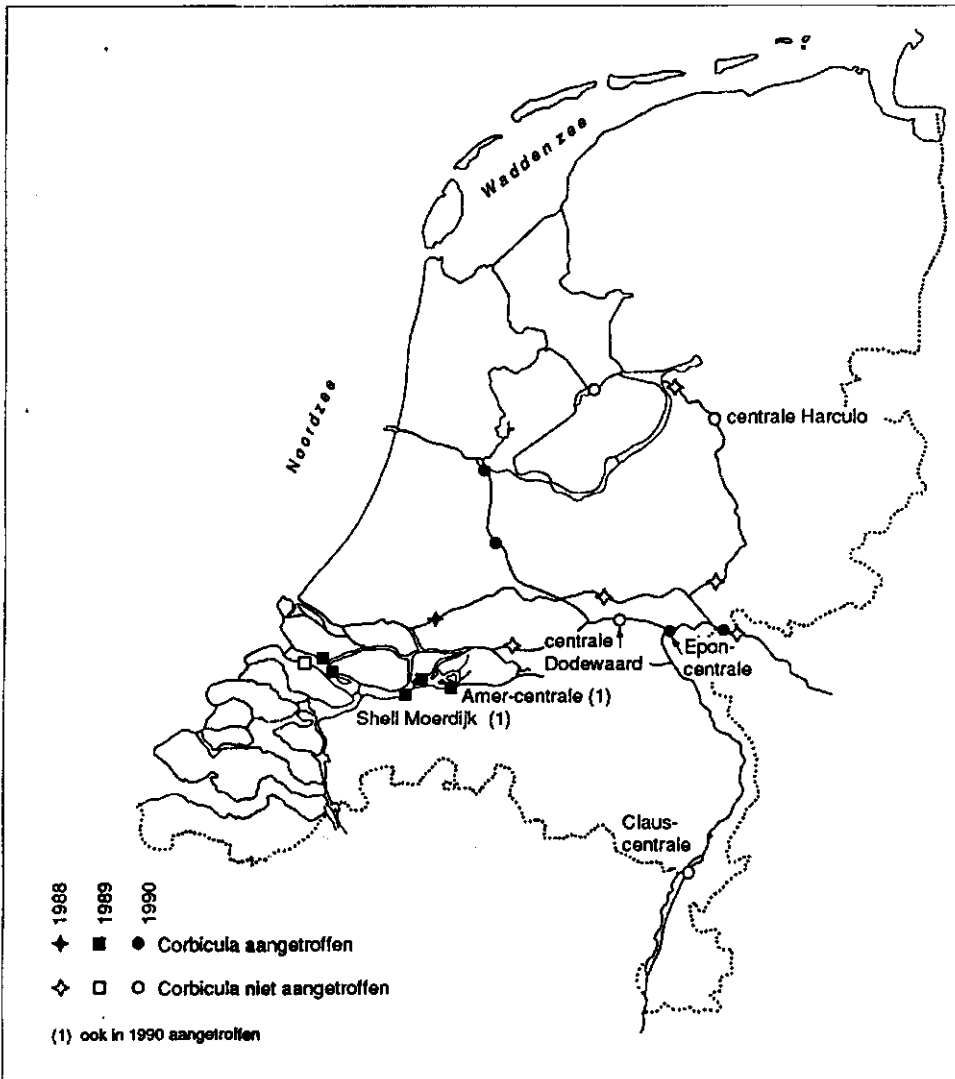
fysiologische gronden. De ene soort (*Corbicula fluminea*) overleeft niet in brak water, de andere soort (*Corbicula fluminalis*) wel. *Corbicula fluminalis* zou in estuariënen worden gevonden met zoutgehaltes (S) tot 27‰ en *Corbicula fluminea* tot 13‰ [Morton & Tong, 1987].

Verspreiding in Nederland

De verspreiding van *Corbicula fluminea* in Nederland beperkt zich op dit moment tot het stroomgebied van de Rijn en de Maas (afb. 2). De soort is gevonden in de Lek bij Lekkerkerk, in het Haringvliet, het Hollands Diep, in het uitlaatkanaal van de Amercentrale in de Amer, in het uitlaatkanaal van Shell Chemie Moerdijk, bij de centrale in Nijmegen en in de Rijn bij Lobith. In de in- en uitlaatgebieden van de centrale Harcula, de centrale Dodewaard, de Flevocentrale en de Clauscentrale is (nog) geen *Corbicula fluminea* aangetroffen.

Biologie

De Aziatische mossel is een vrijlevende, bodembewonende mossel die zich met behulp van een gespierde voet gedeeltelijk in de bodem ingraaft. De mossel kan dunne byssusdraden maken om zich vast te hechten. Vergeleken met die van driehoeksmosselen zijn de byssusdraden veel dunner en niet geschikt om als verankering te dienen op wanden van koelwaterleidingen. Waarschijnlijk is de functie van verankering vooral van belang bij jonge dieren van enkele millimeters. Opvallend is de substraatkeuze van *Corbicula fluminea*. De mossel heeft een uitgesproken voorkeur voor grovere zandbodems (0,25-0,7 mm) en heeft het liefst een bodem van kleine kiezelsteentjes [Belanger *et al.*, 1985]. De bodem moet aëroob zijn; anaërobe bodems, en dat zijn de meeste onderwaterbodems in Nederland, worden niet verdragen. De Nederlandse bodembewonende mosselsoorten worden juist in slib en kleirijke (anaërobe) bodems gevonden, zoals de *Unio* en *Anodonta* soorten (schilder- en zwane-mosselen). De driehoeksmossel, *Dreissena*

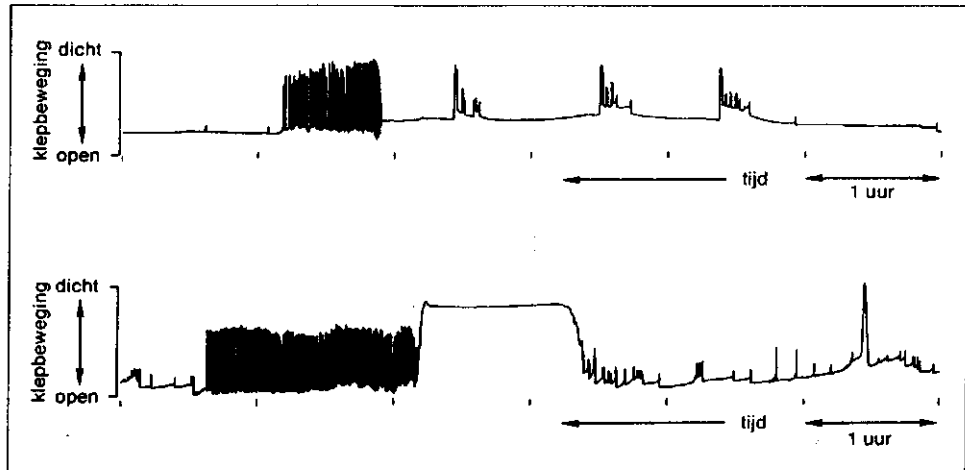


Afb. 2 Vindplaatsen en monsterpunten van *Corbicula fluminea* in Nederland.

polymorpha, en de brakwatermossel *Mytilopsis Leucophaeta*, hechten zich vooral op vast substraat zoals stenen, beschoeiingen en andere mosselen. Wat de substraatkeuze aangaat, past *Corbicula fluminea* mogelijk in een nog niet of slecht bezette niche, gezien zijn voorkeur voor grovere zand- en kiezelbodems. *Corbicula fluminea* is een (sub)tropische mosselsoort die in meer gematigde streken waarschijnlijk aan de rand van zijn verspreidingsgebied leeft. Als de watertemperatuur in de winter langere tijd (> 1 week) rond 0°C is, begint aanzienlijke sterfte op te treden [Graney *et al.*, 1980]. Voor de Nederlandse situatie mag worden verwacht dat in een strenge winter een groot deel van de populatie afsterft. De koelwateruitlaatgebieden van elektriciteitscentrales en industrieën zullen dan als plaatsen fungeren waar vanuit rekolonisatie zal optreden. Deze uitlaatgebieden hebben vaak een hardere zandbodem door de hogere stroomsnelheden en vormen tezamen met de hogere

temperatuur een 'ideale' habitat. *Corbicula fluminea* is een 'filterfeeder' en de filtratiesnelheden liggen in de orde van 1 à 2 liter per dag [Cohen *et al.*, 1984]. Op het KEMA-Rijnlaboratorium zijn de eerste

Afb. 3 - Klepbewegingspatroon van *Corbicula fluminea*. De blokken met hoge activiteit duiden op kruipgedrag en de regelmatige patronen in de bovenste afb. op graven. In de onderste afb. is naast het kruippatroon een periode van klepdichtstand te zien gevolgd door natuurlijke klepbewegingen (onder andere faeces en pseudofaeces produktie).



gedragsobservaties gedaan naar het klepbewegingspatroon [Jenner, 1989; Kramer *et al.*, 1990] van *Corbicula fluminea*, zie afb. 3. Dit gedragsonderzoek is uitgevoerd om een beeld te krijgen van het klepbewegingsgedrag in verband met mogelijke bestrijding met behulp van chloorbleekloog en toepassing in biologische bewakingssystemen [Graney *et al.*, 1987]. Het patroon is regelmatig en vertoont grote gelijkenis met dat van *Unio*. De groei van de mossel zal in het Nederlandse eutrofe water niet worden gelimiteerd door het aanwezige voedsel. Het zal vooral de watertemperatuur zijn die de groeisnelheid bepaald. Bij een optimale temperatuur van 25°C kan een groeisnelheid van 28,6 mg C · m⁻² · dag⁻¹ (bij een dichtheid van 5.500 mosselen per m⁻²) worden gehaald, hetgeen overeenkomt met een lengtegroei van ongeveer 1 mm per week [Welch & Joy, 1984; Aldridge & McMahon, 1978]. De maximum lengte is ongeveer 30-35 mm. De groei stopt bij een watertemperatuur lager dan circa 15°C [Welch & Joy, 1984]. De voortplanting bij *Corbicula fluminea* verloopt in grote lijnen gelijk aan die van andere bodembewonende soorten. De eieren worden in het vrouwtje bevrucht en 'bebroed' in de twee binnenste van de vier kieuwlamellen tot de larven ongeveer 220 µm groot zijn. De larven worden dan vrijgelaten en gaan zich op een geschikte plek vestigen. Dit betekent niet dat de jonge mosseltjes gebonden zijn aan de plaats waar ze worden aangetroffen. Tot een lengte van circa 14 mm zijn de mosseltjes in staat zich passief te verplaatsen via de waterstromingen. Door het maken van slijmdraden die uit de uitlaatopening steken, en met de voet ver uitgestoken en de kleppen zover mogelijk open worden de mosseltjes

meegevoerd door het stromende water [Prezant & Chalermwat, 1984]. Vaak gebeurt dit 'en masse' waardoor elders in het riviersysteem een distincte mosselpopulatie ontstaat van allemaal even oude mosselen.

Volgens Morton [1983] is een deel van de populatie hermafrodit en zou de verdeling in stilstaand en zwak stromend water zijn: 30% hermafrodit; 40% vrouwelijk; 30% mannelijk. In stromend water zou een verschuiving optreden naar meer vrouwelijke dieren (protogynie). De verdeling zou dan worden: 48% hermafrodit en 52% vrouwelijk. In een riviersituatie kan dit zinvol zijn omdat op deze wijze een hoger bevruchtigingsrendement wordt verkregen. De Aziatische mossel is bij een lengte van 6 mm geslachtsrijp, afhankelijk van het temperatuurverloop in het water kunnen twee of drie pieken worden gevonden in voortplantingsactiviteit. In een *Corbicula fluminea* populatie onder optimale omstandigheden is de produktie aan larven ongeveer 400 tot 900 stuks per mossel per dag, uitgaande van circa 20-90 mosselen per kubieke meter [Aldridge & McMahon, 1978]. Vergeleken met de driehoeksmossel lijken deze aantallen nakomelingen gering. De driehoeksmossel produceert 10⁵-10⁶ eieren, maar deze moeten dan nog worden bevrucht en zich ontwikkelen in het buitenmilieu. In Tennessee zou *Corbicula fluminea* 5-7 jaar oud worden en in Californië drie jaar. In de Nederlandse situatie kan de mossel misschien ouder dan drie jaar worden, doordat de gemiddelde watertemperatuur beneden de voor *Corbicula fluminea* optimale groeitemperatuur ligt.

Aangroeiproblematiek

Voor de Nederlandse situatie zijn weinig of geen problemen te verwachten. In de eerste plaats zijn de ecologische omstandigheden (winters) zeker niet optimaal, en in de tweede plaats zijn de vele slibrijke bodems van koelwaterinlaatgebieden niet geschikt voor de mosselen. Daarnaast hebben de elektriciteitscentrales een jarenlange ervaring met aangroeiproblemen van mosselen in zowel zout- als zoetwater. Daar waar chloor dosering nodig zou zijn voor bestrijding, komt het doseringsregime overeen met dat van de driehoeksmossel. Een dosering van twee tot drie weken met chloorconcentraties van 0,5 mg·l⁻¹ TRC (= Total Residual Chlorine) doodt de mosselen [Doherty *et al.*, 1988]. De watertemperaturen lagen bij deze onderzoeken hoger dan in de Nederlandse situatie het

geval zou zijn, namelijk tussen 20 en 25 °C.

Conclusies

Het is een interessant gegeven dat *Corbicula fluminea* in Nederland wordt gevonden, maar de soort zal, zoals het zich nu laat aanzien, geen grote populaties (kunnen) vormen. Verwacht mag worden dat na een strenge winter de populatie geminimaliseerd zal zijn, en dat rekolonisatie vanuit koelwater-uitlaatgebieden weer op gang zal komen. Misschien dat een populatie zich kan opbouwen in drinkwaterbekkens doordat de bodem daar mogelijk beter geschikt is, er voldoende doorstroming is en de diepte voldoende om sterfte door bevrozing te voorkomen. Aangroei technisch vormt de mossel geen probleem voor de drinkwaterbedrijven, industrie en elektriciteitscentrales. Het verspreidingsgebied van de mossel zal zich de komende tijd nog zeker uitbreiden. Vermoedelijk is de mossel al in het Duitse deel van de Rijn doorgedrongen: bij Lobith zijn namelijk reeds volop jonge *Corbicula*'s gevonden. Dat de mossel nog niet in de IJssel is gevonden, lijkt een kwestie van tijd. Op welke schaal het IJsselmeer kan worden gekoloniseerd, moet worden afgewacht.

Referenties

- Aldridge, D. W. and McMahon, R. F. (1978). Growth, fecundity and bioenergetics in a natural population of the Asiatic freshwater clam *Corbicula malinensis* Philippi form North Central Texas. *J. Moll. Studies*, 44:49-70.
- Belanger, S. E. and Farris, J. L. *et al.*, (1985). Sediment preference of the freshwater Asiatic clam *Corbicula fluminea*. *Nautilus*, 99:66-73.
- Bij de Vaate, A. and Greijdenus-Klaas, M. (1990). The Asiatic clam, *Corbicula fluminea* Müller, 1774 (Pelecypoda, Corbiculidae), a new immigrant in the Netherlands. *Bull. zool. Mus. Univ. Amsterdam*, 12:173-177.
- Blanken, E. (1990). *Corbicula fluminea* Müller, 1774 nieuw in Nederland. *Corresp. blad Ned. Malac. Ver.*, 252:631-632.
- Cohen, R. R. H., *et al.*, (1984). The effect of the Asiatic clam, *Corbicula fluminea*, on phytoplankton of the Potomac river, Maryland. *Limn. Oceanogr.*, 29:170-180.
- Doherty, F. G., *et al.*, (1986). Control of the freshwater fouling bivalve *Corbicula fluminea* by halogenation. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 15:535-542.
- Doherty, F. G., Cherry, D. S. and Cairns Jr., J. (1987). Valve closure responses of the Asiatic clam *Corbicula fluminea* exposed to cadmium and zinc. *Hydrobiologia*, 153: 159-167.
- Fox, R. O. (1971). *The Corbicula story: Chapter three*. *Echo*, 4:20.
- Goss, L. D. and Cain, C. (1977). Power plant condenser and service water system fouling by *Corbicula*, the Asiatic clam. In: Jensen, L. D. (ed), *Biofouling control procedures: Technology and ecological effects*. M. Dekker Inc., New York.
- Graney, R. L. *et al.*, (1980). The influence of thermal discharges and substrate composition on the population structure and distribution of the Asiatic clam *Corbicula fluminea* in the New River Virginia, U.S.A. *Nautilus*, 94:130-135.

- Graney, R. L., Cherry, D. S. and Cairns Jr., J. (1983). Heavy metal indicator potential of the Asiatic clam (*Corbicula fluminea*) in artificial stream systems. *Hydrobiologia*, 102:81-88.
- Harvey, R. S. (1981). Recolonization of reactor cooling water system by the Asiatic clam *Corbicula fluminea*. *Nautilus*, 95:131-136.
- Jenner, H. A., Noppert, F. and Sikking, T. (1989). A new system for the detection of valve-movement response of bivalves. *Kema Scientific & Technical Reports*, 7:91-99.
- Kramer, K. J. M., Jenner, H. A. and Zwart, D., de (1989). The valve movement response of mussels: a tool in biological monitoring. *Hydrobiologia*, 188/189:433-443.
- Martinez, R. E. (1987). *Corbicula malinensis* molusco introducido en Venezuela. *Acto Cient. Venezolana*, 38:384-385.
- McMahon, R. F. (1982). The occurrence and spread of the introduced Asiatic fresh water clam *Corbicula fluminea* in North America 1924-1982. *Nautilus*, 96:134-141.
- Morton, B. (1983). The sexuality of *Corbicula fluminea* (Müller) in lentic and lotic waters in Hong Kong. *J. Moll. Stud.*, 49:81-83.
- Morton, B. and Tong, K. Y. (1987). The salinity tolerance of *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae) from Hong Kong. *Malacol. Rev.*, 18:91-96.
- Mouthou, J. (1981). Sur la présence en France et en Portugal de *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidae) originaire d'Asie. *Basteria*, 45:109-116.
- Prezant, R. S. and Chalermwat, K. (1984). Flotation of the bivalve *Corbicula fluminea* as a mean of dispersal. *Science*, 225:1491-1493.
- Ramsay, G. G., Tackett, J. H. and Morris, D. W. (1988). Effect of low-level continuous chlorination on *Corbicula fluminea*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 7:855-856.
- Welch, F. J. and Joy, J. E. (1984). Growth rates of the Asiatic clam *Corbicula fluminea* in the Kanawha River, West Virginia. *Freshw. Invertebr. Biol.*, 3:139-142.



PUBLICATIES EN RAPPORTEN VAN HET PROJECT "ECOLOGISCH HERSTEL RIJN"

- no. 1 - 1988 Ecological rehabilitation of the river Rhine: a proposal for a Netherlands research programme. (DBW, RIVM, RIVO).
- no. 2 - 1988 Fish and their environment in large european river ecosystems; the Dutch part of the river Rhine. W.G. Cazemier, Science de l'Eau 7, 95-114 (1988). (RIVO).
- no. 3 - 1988 High rates of denitrification in a storage reservoir fed with water of the river Rhine. W. Admiraal en J.C. van der Vlugt, Arch. Hydrobiol. 113, 593-605 (1988). (RIVM)
- no. 4 - 1988 Impact of biological activity on detritus transported in the lower river Rhine: an exercise in ecosystem analysis. W. Admiraal en B. van Zanten, Freshwater Biology 20, 215-225 (1988). (RIVM).
- no. 5 - 1988 Continue signalering van toxische stoffen in het aquatische milieu mer behulp van biologische bewakingssystemen - literatuurstudie. J. Botterweg, 31 pp., Den Haag (1988). (DBW).
- no. 6 - 1988 Environmental stress in five aquatic ecosystems in the floodplain of the river Rhine. W. Admiraal, E.D. de Ruyter van Steveninck en H.A.M. de Kruijf. The Science of the Total Environment 78, 59-75 (1988). (RIVM).
- no. 7 - 1989 Bioaccumulation in yellow ell (*Anguilla anguilla*) and perch (*Perca fluviatilis*) from the Dutch branches of the Rhine-mercury, organochlorine compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons. F. van der Valk, H. Pieters en R.C.C. Wegman. (RIVO).
- no. 8 - 1989 Beoordeling en evaluatie van biologische alarmeringssystemen op het meetstation Lobith. Bio-alarm projekt fase I. J. Botterweg. (DBW)
- no. 9 - 1989 Ecologisch herstel Rijn - beleid en onderzoek. Symposium-verslag 26 mei. E.C.L. Marteijs (red.) (DBW).
- no. 10 - 1989 Summary of results and conclusions from the first phase (1988-1989) of the Netherlands research programme "Ecological Rehabilitation Rhine". J.A.W. de Wit, W. Admiraal, C. van der Guchte and W.G. Cazemier. (DBW).
- no. 11 - 1989 Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with Atlantic salmon (*Salmo salar*). S.J. de Groot. (RIVO).
- no. 12 - 1989 Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with sea trout (*Salmo trutta trutta*). S.J. de Groot. (RIVO).
- no. 13 - 1989 Water- en oeverplanten in het zomerbed van de Nederlandse grote rivieren in 1988. Hun voorkomen en relatie met algemene fysische en chemische parameters. M.M.J. Maenen. (DBW).
- no. 14 - 1989 Ecologisch herstel van de Rijnmakrofauna. B. van Dessel. (DBW).
- no. 15 - 1989 Comparison of nitrification rates in three branches of the lower river Rhine. Biogeochemistry 8, 135-151. W. Admiraal and Y.J.H. Botermans. (RIVM).
- no. 16 - 1990 Vegetatie in de uiterwaarden: de invloed van hydrologie, beheer en substraat. M.C.C. de Graaf, H.M. van de Steeg, L.A.C.J. Voeselek en C.W.P.M. Blom. (DBW).
- no. 17 - 1990 Chemicals affecting the spawning migration of anadromous fish by causing avoidance responses or orientational disability, with special reference to concentrations in the River Rhine. T.C. van Brummelen. (DBW)
- no. 18 - 1990 Biomonitoring met de larven van Chironomiden en kokerjuffers. F. Heinis en T. Krommentuijn. (DBW)
- no. 19 - 1990 Changes in plankton communities in regulated reaches of the lower River Rhine. E.D. de Ruyter van Steveninck, W. Admiraal and B. van Zanten. (RIVM)

- no. 20 - 1990 Fixation of dissolved silicate and sedimentation of biogenic silicate in the lower River Rhine during diatom blooms. W. Admiraal, P. Breugem, D.M.L.H.A. Jacobs and E.D. de Ruyter van Steveninck. (RIVM)
- no. 21 - 1990 On the potential of basing an ecological typology of aquatic sediments on the nematode fauna: an example from the River Rhine. T. Bongers and J. van de Haar. (RIVM)
- no. 22 - 1990 Monitoring the toxicity of organic compounds dissolved in Rhine water. D. de Zwart and A.J. Folkerts. (RIVM)
- no. 23 - 1990 The kinetics of the degradation of chloroform and benzene in anaerobic sediment from the River Rhine. P. van Beelen and F. van Keulen. (RIVM)
- no. 24 - 1990 Phases in the development of riverine plankton: examples from the rivers Rhine and Meuse. E.D. de Ruijter van Steveninck, B. van Zanten and W. Admiraal. (RIVM)
- no. 25 - 1990 Typologie en waardering van stagnante wateren langs de grote rivieren in Nederland, op grond van waterplanten, plankton en macrofauna, in relatie tot fysisch-chemische parameters. F.W.B. van den Brink. (DBW)
- no. 26 - 1990 Ecologische ontwikkelingsrichting grote rivieren. Aanzet tot kwantitatieve uitwerking van ecologische doelstellingen voor de grote rivieren in Nederland. J.A.M. Vanhemelrijk en A.L.M. van Broekhoven. (DBW)
- no. 27 - 1991 Monitoring macroinvertebrates in the River Rhine. Results of a study made in 1988 in the Dutch part. A. bij de Vaate and M. Greijdanus-Klaas. (DBW)
- no. 28 - 1991 Voedseleecologie van vissen in de Nederlandse Rijntakken. P.J.M. Bergers. (DBW)
- no. 29 - 1991 Natuurontwikkeling in uiterwaarden. Perspectieven voor het vergroten van rivierdynamiek en het ontwikkelen van oobossen in de uiterwaarden van de Rijn. H. Duel. (DBW)
- no. 30 - 1991 Phytoplankton in the river Rhine, 1989. Comparison between Lobith and Maassluis. R. Bijkerk. (RIVM)
- no. 31 - 1991 Inventarisatie van en verbeteringsplanning voor de fysieke belemmeringen voor de migratie van vis op de grote Nederlandse rivieren. A.W. de Haas (DBW)
- no. 32 - 1991 Visintrekmogelijkheden in de Rijn in Nederland. J.A.M. Vanhemelrijk (DBW)
- no. 33 - 1991 Nevengeulen - onderzoek naar de mogelijkheden, de consequenties en de te stellen eisen bij de aanleg van nevengeulen in de uiterwaarden. A.W. de Haas (DBW)
- no. 34 - 1991 The Asiatic clam, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), a new immigrant in the River Rhine. A. bij de Vaate (ed.) (DBW).

Aanvragen/requests:

(DBW): Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment, P.O. Box 17, 8200 AA Lelystad, The Netherlands.

(RIVM): National Institute for Public Health and Environmental Protection, P.O. Box 1, 3720 BA Bilthoven, The Netherlands.

(RIVO): Netherlands Institute for Fishery Investigations, P.O. Box 68, 1970 AB IJmuiden, The Netherlands.