

Karyologische Untersuchungen verschiedener Populationen von *Ranunculus fluitans* LAM. im Nordosten der Schweiz

Von J. STÜNZI, C.D.K. COOK und E. A. THOMAS

Einleitung

Im Gebiet von Schaffhausen machte der Flutende Hahnenfuss im Winter 1970/71 plötzlich von sich reden, weil er erstmals im Rhein üppig wucherte und nun auf weiten Flächen auftrat, die früher von blankem Kies bedeckt waren. Die Limnologische Station der Universität hat deshalb die Aufgabe übernommen, die Ursachen und Folgen dieser Massenentwicklung zu erforschen. Vorerst wurden die durch solche Pflanzenmassen entstandenen Schäden beleuchtet sowie geprüft, in welcher Weise limnologische Untersuchungen zur Lösung hängiger Probleme beitragen können. Über die Toxizität von *Ranunculus fluitans* und über Chironomidenlarven als Konsumenten der Pflanze sind bereits erste Bearbeitungen erfolgt, und es wurde dargelegt, dass die Entstehung dieser Wasserkrautwucherungen parallel geht mit der zunehmenden Belastung des Rheines mit Abwässern, speziell mit Phosphaten (THOMAS, 1975a, 1975b, 1978). Ausgedehnte Untersuchungen über die Nährstoff- und Temperaturansprüche von *Ranunculus fluitans* sind im Gange (Dissertation A. KNECHT, in Vorbereitung).

Die vorliegende Untersuchung konnte im Rahmen eines Forschungsprojektes über die Ökologie von *Ranunculus fluitans* LAM. durchgeführt werden. Wir danken dem Schweizerischen Nationalfonds und dem Verband Aare-Rhein-Werke für ihr Interesse und die tatkräftige Unterstützung, ebenso dem Tiefbauamt der Stadt Zürich.

Problemstellung

Durch Literaturstudien stellte MARKUS HUBER (1976) in seiner Diplomarbeit fest, dass *Ranunculus fluitans* bereits vor 1850 von verschiedenen Autoren für den Rhein erwähnt wird. Handelt es sich um die genau gleiche Pflanze, die heute im Rhein wuchert? Bei vielen Pflanzen sind spontane Veränderungen der Chromosomenzahlen zu ganzzahligen Vielfachen des haploiden Satzes, sogenannte Poly-

ploidisierungen, bekannt. Die Auswirkungen solcher Mutationen reichen je nach Pflanzenart von Letalität über Indifferenz bis zu erhöhter Vitalität. Viele grosswüchsige Kulturpflanzen sind polyploid.

Alle Arten der Untergattung *Batrachium* weisen eine Chromosomenzahl von $n = 8$ im haploiden Satz auf. Bei *Ranunculus fluitans* wurde der diploide ($2n = 16$), der triploide ($2n = 24$) und der tetraploide ($2n = 32$) Karyotyp nachgewiesen (COOK, 1966). Es stellt sich somit die Frage, ob die heutigen, übermässigen Wucherungen von *Ranunculus fluitans* im Rhein darauf zurückzuführen sind, dass hier eine besonders wachstumsfreudige und kräftige Rasse eingewandert oder spontan entstanden ist. Falls dies nicht zutrifft, müssen die Wucherungen auf andere Ursachen zurückgeführt werden, wie z.B. grösseres Nährstoffangebot. Für die Funde von *Ranunculus fluitans* in der Schweiz lagen bisher noch keine Untersuchungen über die Chromosomenzahlen vor; unsere Arbeiten erweitern somit die Kenntnisse über die Verbreitung der verschiedenen Karyotypen in Europa.

Methode

Die Wurzelspitzen von frisch gesammelten Pflanzen werden vier Stunden in α -Bromonaphtalin-gesättigtem Wasser inkubiert. Dadurch werden die Mitosecyclen in der Metaphase unterbrochen; im teilungsaktiven Wurzelmeristem sammeln sich Metaphasen an. Nur in der Metaphase können die Chromosomen gezählt werden, wenn sie als kurze, anfärbare Stränge in einer Äquatorial-Ebene liegen. Nach dieser Vorbehandlung wird das Material in Alkohol-Eisessig-Gemisch (3:1 + 2 Tropfen Chloroform) fixiert oder direkt weiterverarbeitet. Nach einer dosierten Hydrolyse (12 Min. in 1n HCl bei 60 °C) wird mit dem SCHIFFSchen Reagens nach FEULGEN (RUTHMANN, 1966) während 1–4 Stunden gefärbt. Die Wurzelspitzen werden als Quetschpräparate mikroskopisch untersucht. Der Erfolg der Aufbereitung und Färbung hängt weitgehend vom physiologischen Zustand der Pflanzen ab. Oft mussten von den Pflanzen eines einzigen Fundortes zahlreiche Präparate angefertigt werden, um Zellen zu finden, deren Chromosomen gut auszählbar waren und in einer, für die Mikrophotographie geeigneten, horizontalen Äquatorialebene lagen. Bei mehreren Proben gelang die Aufklärung der Chromosomenzahl nicht oder konnte nur ungenügend belegt werden.

Resultate

Der Flutende Hahnenfuss aus dem Rhein wurde für 6 Fundorte karyologisch untersucht. Die Pflanzen wiesen 16 Chromosomen auf und sind somit diploid. Abbildung 1 zeigt einen diploiden Chromosomensatz einer Probe von Ellikon (ZH). Der Karyotyp einer Probe aus der Wutach (Baden-Württemberg, BRD) war ebenfalls diploid. Der kräftige Wuchs und die starke Ausbreitung von *Ranunculus fluitans* im Rhein lassen sich nach unseren Befunden nicht auf die Entstehung oder Einwanderung einer polyploiden Pflanze zurückführen!

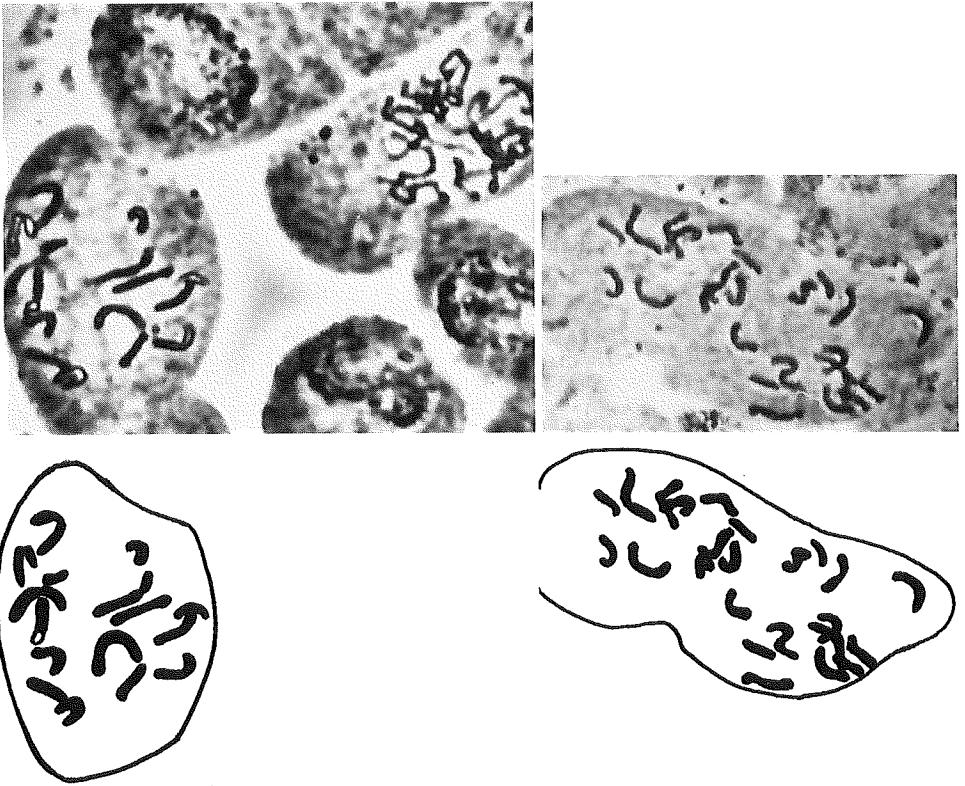


Abb. 1 (links): Chromosomensatz von *Ranunculus fluitans* aus dem Rhein bei Ellikon, Juni 1978. Die Phasenkontrast-Mikrophotographie zeigt die 16 Chromosomen des diploiden Satzes in ca. 2200-facher Vergrößerung; Feulgen-gefärbtes Quetschpräparat einer Wurzelspitze.

Abb. 2 (rechts): Triploider Chromosomensatz von *Ranunculus fluitans* mit $(2n=)$ 24 Chromosomen aus der Limmat bei Höngg, Juli 1978. Feulgen-gefärbtes Quetschpräparat einer Wurzelspitze, Phasenkontrast-Mikrophotographie bei ca. 2200facher Vergrößerung.

In der Limmat, dem Linthkanal und der Rauti, einem Grundwasserflüsschen in der Linthebene, wurden die Chromosomenzahlen an Proben von 8 Fundorten bestimmt. Die untersuchten Pflanzen waren mit 24 Chromosomen triploid (Abb.2) und steril. Möglicherweise sind die Populationen von *Ranunculus fluitans* in der Limmat und im Linthkanal (und in den Zuflüssen) als Klone aufzufassen, die aus einer einzigen Pflanze durch vegetative Vermehrung entstanden sind.

Die Befunde unserer Chromosomenanalysen sind in Tabelle 1 dargestellt. Abbildung 3 zeigt die geographische Verteilung der Karyotypen im Untersuchungsgebiet. In diesem Gebiet des Rheines und in der Wutach wiesen wir ausschliesslich diploiden *Ranunculus fluitans* nach. Im Flusssystem Linth-Limmat scheinen die Pflanzen einheitlich triploid zu sein. Die beiden karyologisch uniformen Gebiete

Tabelle 1 Karyologische Ergebnisse unserer Untersuchung: Chromosomenzahlen von *Ranunculus fluitans* verschiedener Fundorte; alle Proben wurden zwischen dem 1. April und dem 30. November 1978 erhoben

Gewässer	Fundorte	Chromosomenzahl
Rhein	Schaffhausen	16
	Flurlingen	16
	Ellikon	16
	Rüdlingen	16
	Reckingen	16
	Rheinfelden	16
Limmat	Höngg	24
	Dietikon	24
	Vogelsang	24
Linthkanal	Ziegelbrücke	24
	Giessen	24
	Benken	24
	Grynau	24
Rauti (Zufluss des Linthkanals)	Näfels	24
Wutach	Unterlauchringen, Baden-Württemberg (BRD)	16

Tabelle 2 Zusammenfassende Darstellung der karyologischen Befunde bei *Ranunculus fluitans* in Europa, nach TURAŁA-SZYBOWSKA (1977), mit unseren Ergebnissen erweitert

Chromosomenzahl	Herkunft	Anzahl Standorte	Autor
16	England	1	COOK 1962
	Deutschland	1	COOK 1962
		8	TURAŁA-SZYBOWSKA 1977
		1	STÜNZI 1979
		1	KJELLQVIST und STRANDHEDE 1961
	Polen	6	TURAŁA 1969, 1970
	Schweiz	6	STÜNZI 1979
24	Deutschland	1	COOK 1962
		2	TURAŁA-SZYBOWSKA 1977
	Schweiz	8	STÜNZI 1979
32	England	3	COOK 1962
	Deutschland	5	TURAŁA-SZYBOWSKA 1977
	Litauen (UdSSR)	6	TURAŁA-SZYBOWSKA 1977
	CSSR	1	TURAŁA-SZYBOWSKA unpubl.

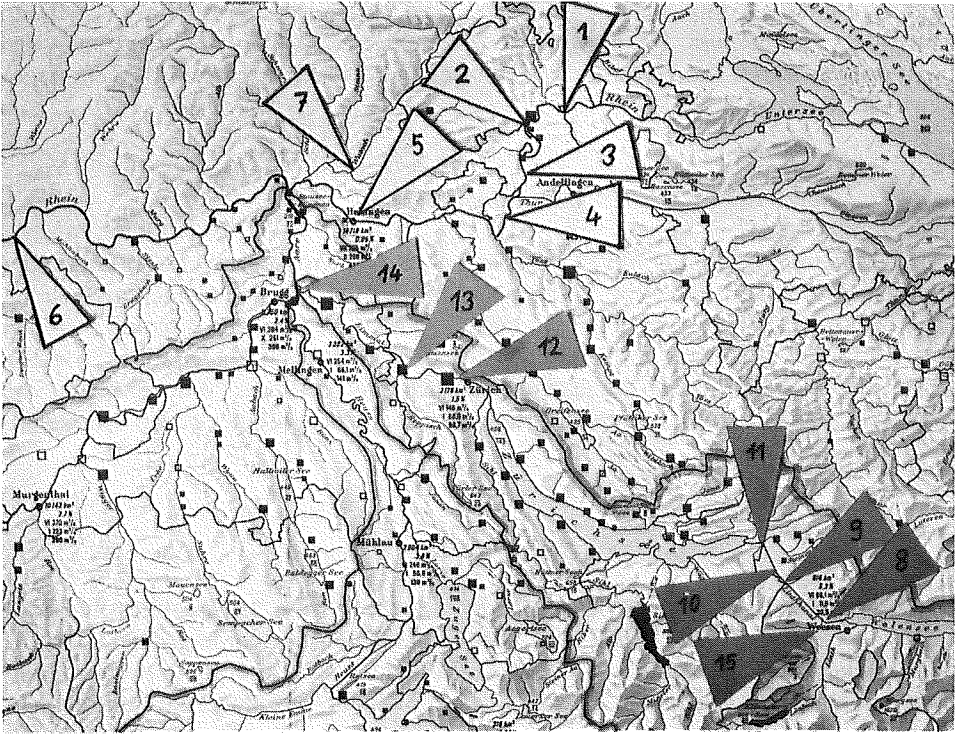


Abb. 3: Geographische Verteilung der Fundorte, an denen *Ranunculus fluitans* karyologisch untersucht wurde (Karte: IMHOF et al. [1965]: Atlas der Schweiz, Tafel 14: Gewässer I, Übersicht. Verlag der Eidgenössischen Landestopographie, Wabern-Bern).

Probenahmestellen:

diploide Pflanzen

- 1 Schaffhausen
- 2 Flurlingen
- 3 Ellikon
- 4 Rüdlingen
- 5 Reckingen
- 6 Rheinfelden
- 7 Wutach, Unterlauchringen

triploide Pflanzen

- 8 Ziegelbrücke
- 9 Giessen
- 10 Benken
- 11 Grynau
- 12 Hönggerwehr
- 13 Dietikon
- 14 Vogelsang
- 15 Rauti, Näfels

sind durch den Aareabschnitt von Vogelsang bis Koblenz voneinander getrennt. In der Aare fanden wir keinen *Ranunculus fluitans*; flussaufwärts, bei Brugg, kommt *Ranunculus penicillatus* vor.

Eine vergleichbare karyologische Untersuchung wurde von KRYSZYNA TURALEA-SZYBOWSKA (1977) durchgeführt. Sie fand in Thüringen (DDR) diploide, triploide und tetraploide und in Litauen (UdSSR) ausschliesslich triploide Populationen von *Ranunculus fluitans*. Die bisherigen karyologischen Arbeiten aus Europa

sind in Tabelle 2 dargestellt. Übereinstimmend wird konstatiert, dass sich beim Flutenden Hahnenfuss Pflanzen mit verschiedenen Karyotypen morphologisch nicht unterscheiden lassen; auch physiologische Unterschiede sind noch nicht nachgewiesen worden.

Zusammenfassung

Bei *Ranunculus fluitans* von 14 Fundstellen im Nordosten der Schweiz und in der Wutach (Baden-Württemberg, BRD) wurden die Chromosomenzahlen untersucht. Im Rhein (6 Standorte) und in der Wutach (1) waren die Pflanzen diploid ($2n = 16$), in der Limmat (3), dem Linthkanal (4) und dem Rautibach (1) triploid ($2n = 24$). Nach diesen Befunden darf angenommen werden, dass die Wucherungen von *Ranunculus fluitans* im Rhein nicht die Folge des Auftretens einer neuen cytogenetischen Rasse sind.

Summary

Ranunculus fluitans was cytogenetically examined from 14 localities in north-eastern Switzerland and in the River Wutach (Baden-Württemberg, BRD). In the river Rhine (6 localities) and in the river Wutach (1 loc.) the plants were diploid ($2n = 16$); in the river Limmat (3 loc.), the Linthkanal (4 loc.) and the Rautibach (1 loc.) they were triploid ($2n = 24$). There is no evidence that the race presently spreading in the river Rhine is a new cytogenetic race.

Literatur

- COOK, C. D. K. (1962): Studies on *Ranunculus* L. subgenus *Batrachium* (DC.) A. GRAY. I. Chromosome numbers. *Watsonia* 5, 123–126.
- COOK, C. D. K. (1966): A monographic study of *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (DC.) A. GRAY. *Mitt. Bot. Staatssam. München* 6, 47–237.
- KJELLQVIST, E. und S. STRANDHEDE (1961): Nytt fynd av *Ranunculus fluitans* LAM. *Bot. Not.* 114, 367.
- RUTHMANN, A. (1966): Methoden der Zellforschung. Franckhsche Verlagshandlung, Stuttgart.
- THOMAS, E. A. (1975a): Kampf dem zunehmenden Wasserpflanzenbewuchs in unseren Gewässern. Krautwucherungen als schwerwiegendes Gewässerschutzproblem in Fließgewässern. *Wasser und Energiewirtschaft* 67, 1/2 1–8.
- THOMAS, E. A. (1975b): Gewässerfeindliche Wirkungen von Phosphaten in Flüssen und Bächen. *Schweiz. Z. Hydrol.* 37, 273–288.
- THOMAS, E. A., A. KNECHT und W. SAUTER (1978): Chironomidenlarven als Konsumenten des Flutenden Hahnenfusses (*Ranunculus fluitans* LAM.). *Vjschr. Natf. Ges. Zürich* 123, 303–307.
- TURALA, K. (1969): Cyto-taxonomical studies in *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (DC.) A. GRAY from Poland. *Acta Biol. Crac. Ser. Bot.* 12, 9–20.
- TURALA, K. (1970): Cyto-taxonomical studies in *Ranunculus fluitans* LAM. and *R. penicillatus* (DUMORT.) BAB. from Lower Silesia (Poland). Preliminary report. *Acta Biol. Crac. Ser. Bot.* 13, 119–123.

TURALA-SZYBOWSKA, KRYSZYNA (1977): Karyological studies in *Ranunculus fluitans* LAM. from Thuringia and Vilnius with its surroundings. Acta Biol. Crac. Ser. Bot. 20, 1–9.

Adressen der Autoren:

J. STUNZI, Limnologische Station der Universität, Seestr. 187, CH-8802 Kilchberg.

Prof. Dr. C. D. K. COOK, Institut für Systematische Botanik, Zollikerstr. 107, CH-8008 Zürich.

Prof. Dr. E. A. THOMAS, Limnologische Station der Universität, Seestr. 187, CH-8802 Kilchberg.

