Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 77 (1985)
Heft: 3-4

Artikel: Biologische Wirksamkeit von Substanzen des Flutenden Hahnenfusses
Autor: Schanz, Ferdinand / Näf, Hansjörg
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940907

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Lauterborn, R. 1916: Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms, Sitzungsber. Heidelb. Akad. Wissensch. math.-nat. Kl. Abt. B, 6. Abh.

Maag, Ch. 1976: Der Einsatz des Mähbootes des Kantons Zürich. «wasser, energie, luft» *68,* H. 10, 241–242.

Näf, H.-J. 1982: Limnologische und toxikologische Untersuchungen betreffend Wucherungen von Ranunculus fluitans. Diss. Bern, 107 S.; aus der Hydrobiol.-limnolog. Station Kilchberg.

Rai, H. 1970: Improvement of the sewage treatment of the city of Winterthur and its underground water stream. «Vierteljsschr. Natf. Ges. Zürich» *115,* 1–100.

Ruijgrok, H.W.L. 1963: Chemotaxonomische Untersuchungen bei den Ranunculaceae II. Über Ranunculin und verwandte Stoffe. «Planta Medica» *11,* 338–347.

Schanz, F. and *Juon, H.* 1983: Two different methods of evaluating nutrient limitations of periphyton bioassays, using water from the River Rhine and eight of its tributaries. «Hydrobiologia» *102,* 187–195.

Schanz, F. und *Juon, H.* 1984: Die pflanzliche Produktionskraft des Rheins und seiner Zuflüsse vom Bodensee-Untersee bis Basel (1978/79). «wasser, energie, luft» *76,* H. 1/2, 17–20.

Stünzi, J. 1979: Karyologische Untersuchung und Literaturstudium zur Systematik, allgemeinen Biologie und Ökologie von Ranunculus fluitans Lam. Diplomarbeit an der Hydrobiol.-limnol. Station Univ. Zürich, 53 S.

Stünzi, J., Cook, C.D.K. und *Thomas, E.A.* 1979: Karyologische Untersuchungen verschiedener Populationen von Ranunculus fluitans Lam. im Nordosten der Schweiz. «Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich» *124,* 133–139.

Thomas, E.A. 1965: Gewässerschutz und Fischerei. «Plan» *22,* Sept./Okt., 175–179.

Thomas, E.A. 1972: Fischsterben in Seeabflüssen durch Hyperphotosynthese. «Verh. Internat. Verein. Limnol.» *18,* 454–460.

Thomas, E.A. 1973: Phosphorus and Eutrophication. Environmental Phosphorus Handbook. Ed. by E.J. Griffith et al., John Wiley & Sons Inc. 585–611.

Thomas, E.A. 1975a: Zur Kenntnis der Toxizität des Flutenden Hahnenfusses (Ranunculus fluitans Lam.). «Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich» *120,* 275–281.

Thomas, E.A. 1975b: Gewässerfeindliche Wirkungen von Phosphaten in Flüssen und Bächen. «Schweiz. Z. f. Hydrol.» *37,* 273–288.

Thomas, E.A. 1975c: Kampf dem zunehmenden Wasserpflanzenbewuchs in unseren Gewässern. Krautwucherungen als schwerwiegendes Gewässerschutzproblem in Fliesswässern. «Wasser- u. Energiewirtschaft» *67,* H. 1/2, 12–19.

Thomas, E.A. 1976: Der Flutende Hahnenfuss (Ranunculus fluitans Lam.), ein neues limnologisches Problem am Rhein. «wasser, energie, luft» *68,* 230–233.

Thomas, E.A. 1978: Mass growth of algae and macrophytes in streams; method, cause and prevention. («Verh. Internat. Verein.» Limnol. *20,* 1796–1799).

Thomas, E.A. 1983: Aquatic weeds – ecology and health aspects, floating and decaying weeds. «Wat. Supply», Vol. 1, pp. 57–65. Pergamon Press Ltd. Printed in Great Britain.

Thomas, E.A. und *Schanz, F.* 1976: Beziehungen zwischen Wasserchemismus und Primärproduktion in Fliessgewässern, ein limnologisches Problem. «Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich» *121,* 309–317.

Thomas, E.A., Knecht, A. und *Sauter, W.* 1978: Chironomidenlarven als Konsumenten des Flutenden Hahnenfusses (Ranunculus fluitans Lam.). «Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich» *123,* H. 4, 303–307.

Turala-Szybowska, Krystyna 1977: Karyological studies in Ranunculus fluitans Lam. from Thuringia and Vilnius with its surroundings. «Acta Biol. Crac. Ser. Bot.» *20,* 1–9.

Wächter, K. 1984: Das Wachstum von Zannichellia palustris L. und Ranunculus fluitans Lam. bei vier verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten in künstlichen Versuchsrinnen. 52 S. und Anhänge. Diplomarbeit an der Hydrobiol.-limnol. Station der Univ. Zürich, Kilchberg.

Waser, E., Blöchliger, G. und *Thomas, E.A.* 1943: Untersuchungen am Rhein von Schaffhausen bis Kaiserstuhl 1938/41. «Z. f. Hydrol.» *9,* H. 3/4, 1–85.

Weber, Georg 1976: Krautwucherungen im Rhein, Flutender Hahnenfuss (Ranunculus fluitans Lam.). Ergebnisse der Fachtagung vom 3. Juni 1976 in Neuhausen am Rheinfall und Ellikon am Rhein. «wasser, energie, luft» *68,* H. 10.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. *Eugen A. Thomas,* Universität Zürich, Limnologische Station, Seestrasse 187, CH-8802 Kilchberg.

Biologische Wirksamkeit von Substanzen des Flutenden Hahnenfusses

Ferdinand Schanz und Hansjörg Näf

Zusammenfassung

Protoanemonin und Schwermetallkomplexe sind die einzigen Substanzen des Flutenden Hahnenfusses, die giftig sind. Der Protoanemoningehalt schwankt jahreszeitlich zwischen 1,0 und 1,7% des Trockengewichts. Unter aeroben Bedingungen zersetzt sich das pflanzliche Material rasch und das Protoanemonin baut sich während einer Periode von 10 bis 15 Tagen weitgehend ab. Unter anaeroben Bedingungen kann die Giftigkeit lange erhalten bleiben.

Résumé: Influence biologique de substances de Ranunculus fluitans

Protoanemonin et des complexes de métaux lourds sont les seuls substances toxiques de Ranunculus fluitans. Le contenu de protoanemonin varie selon la saison entre 1,0 et 1,7% du poids sec. Sous conditions d'aérobie une décomposition rapide du matériel végétal se passe et on peut constater une décomposition considérable de protoanemonin pendant une période de 10 à 15 jours. Sous conditions d'anaérobie la toxicité peut se conserver longtemps.

Summary: Biological effects of substances produced by Ranunculus fluitans

Protoanemonin and heavy metal complexes are the only poisonous substances produced by Ranunculus fluitans. The protoanemonin content fluctuates between 1,0 and 1,7% of the dry weight. Under aerobic conditions a rapid decomposition of the plant material occurs and there is a considerable loss of protoanemonin during a period of 10 to 15 days. Under anaerobic conditions the toxicity remains constant for a long time.

1. Einleitung

Der Flutende Hahnenfuss *(Ranunculus fluitans* Lam.) ist eine im Wasser lebende Blütenpflanze, die schon vor über 100 Jahren im Rhein nachgewiesen worden ist [1]. In der von *Binz* und *Becherer* [2] verfassten Exkursionsflora wird angegeben, dass Ranunculus fluitans in der Schweiz nicht häufig zu finden sei; dies trifft heute nicht mehr zu. Als Folge der nach dem 2. Weltkrieg einsetzenden und rasch voranschreitenden Verschmutzung des Rheinwassers [3] entwickelten sich die vorhandenen Wasserpflanzen sehr üppig: Zwischen 1967 und 1971 vergrösserten sich vor allem die mit dem Flutenden Hahnenfuss bewachsenen Flächen stark. Die vielfältigen Schadwirkungen, die sich daraus ergaben, wurden von *Näf* [4] und *Thomas* [5] eingehend dargelegt. Von 1971 bis 1984 trat jedes Jahr eine Massenentwicklung von Wasserpflanzen im Rhein auf, die nach eigenen Beobachtungen und denjenigen von *Huber* [1] und *Knecht* [6] in den einzelnen Jahren unterschiedlich ausgeprägt war.

Die Giftigkeit des Flutenden Hahnenfusses wurde zuerst von *Thomas* [7] experimentell geprüft. Er stellte jedoch fest, dass das Gift beim Abbau des Pflanzenmaterials während einer gewissen Zeit erhalten blieb.

Im folgenden sollen einige Forschungsresultate vorgestellt werden, die zur biologischen Wirksamkeit von Substanzen des Flutenden Hahnenfusses gemacht worden sind.

2. Methodik

Toxizitätsexperimente

Toxizitätsexperimente wurden mit vielen Tierarten durchgeführt; dabei zeigte es sich, dass der Grosse Wasserfloh *Daphnia magna* besonders geeignet ist. Tiere von 3 mm Länge, die auf einfache Art selbst gezüchtet worden waren, wurden in Bechergläser mit den gifthaltigen Lösungen gegeben. Die Zeit zwischen der ersten Kontaktnahme mit dem Giftstoff und dem Tod bezeichneten wir als Überlebenszeit. Die Toxizität ist der Kehrwert der Überlebenszeit multipliziert mit dem Faktor 1000; eine Lösung ist deshalb um so giftiger je grösser der Wert der Toxizität ist. Jeder Test wurde mit 5 bis 10 Individuen durchgeführt und die Resultate statistisch verarbeitet [4].

Pflanzenmaterial

Das Pflanzenmaterial der hier beschriebenen Versuche stammte ausschliesslich aus dem Rhein, und zwar hauptsächlich von einer Stelle bei Ellikon, wo fast während der ganzen Untersuchungsperiode von 1977 bis 1980 grosse Mengen von Pflanzen gefunden werden konnten.

Abbau unter Sapromat-Bedingungen

Der Sapromat ist ein Instrument zur Verfolgung des biologischen Abbaus von organischem Material bei konstanter Temperatur, konstantem Sauerstoff-Partialdruck und optimaler Durchmischung in einem abgeschlossenen Gefäss. Die Sauerstoffmengen zur Erhaltung des konstanten Sauerstoff-Partialdruckes wurden automatisch nachgeliefert und registriert. Es wurde ein Apparat der Firma J. M. Voith GmbH (Heidenheim, BRD) benützt.

Chemische Methoden

Gelchromatographische Trennung von Extrakten: Die beste Trennung ergab sich mit Sephadex LH-20 (Pharmacia Fine Chemicals, Uppsala, Schweden) und Wasser als Laufmittel (Geschwindigkeit: 1 ml/min). Es wurde eine Säule mit der Länge 450 mm und dem Innendurchmesser 26 mm verwendet. Die aufgetrennte Probe sammelte man in Fraktionen zu je 4 ml. Die Zuordnung der Retentionszeiten zu den Molekulargewichten erfolgte durch gelchromatographische Trennung von Polyethylenglycol mit Molekulargewichten von 200 bis 4000.

Trennung und Nachweis von Protoanemonin: Eine gute Trennung von Protoanemonin war mit Hilfe des Hochdruck-Flüssigchromatographen möglich (Kontron AG, Zürich, Schweiz). Das Matrial der stationären Phase war Lichrosorb RP-18 (5 μ) der Firma Merck (Darmstadt, BRD) und μ-Bondapak C 18 der Firma Waters Associates (Milford, MA, USA); als Laufmittel verwendete man Äthanol-Wasser im Verhältnis 30:70. Protoanemonin hat einen Siedepunkt von 45°C bei 1,5 mm Hg und einen molaren Extinktionskoeffizienten von 14 000 bei 260 nm [8]. Die Bruttoformel $C_5H_5O_2$, das Molekulargewicht (98) und die Struktur ermittelten bereits *Asahina* und *Fujita* [9].

3. Giftstoffe im Flutenden Hahnenfuss

Mit Hilfe eines Gelchromatographen wurde ein Extrakt des Flutenden Hahnenfusses aufgetrennt; das Ergebnis zeigt Bild 1. Die 70 Fraktionen von je 4 ml prüfte man einzeln auf deren Toxizität. Bei den Fraktionen mit den Nummern 19 bis 24 trat erhöhte Extinktion bei 260 nm auf, ein Hinweis darauf, dass grössere Mengen an organischen Substanzen vorhanden waren. Die gelösten Verbindungen waren stark toxisch und hatten ein Molekulargewicht um 100. Weitere Abklärungen mit Hilfe eines Hochdruck-Flüssigchromato-

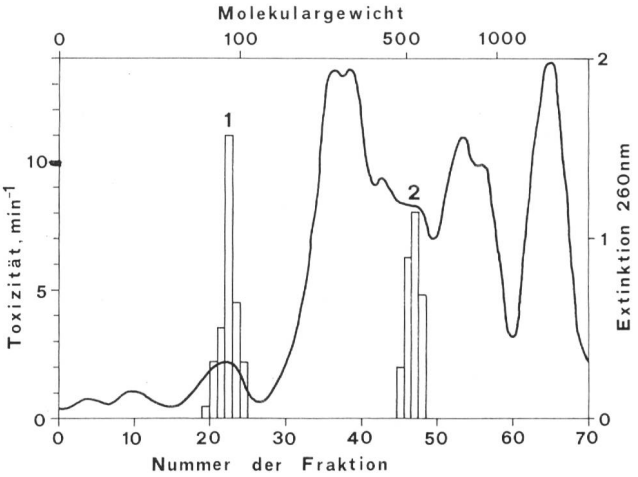

Bild 1. Gelchromatographische Trennung von konzentriertem Extrakt des Flutenden Hahnenfusses. Einzelheiten zur Methodik: Abschnitt 2, Chemische Methoden; durchgezogene Linie: Extinktion bei 260 nm; Balken: Toxizität, geprüft mit dem Grossen Wasserfloh (*Daphnia magna*). 1: Protoanemonin. 2: Unbekannte Giftstoffe.

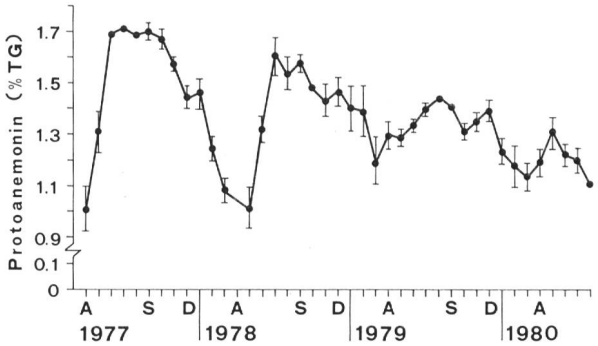

Bild 2. Jahreszeitliche Schwankungen im Protoanemoningehalt des Flutenden Hahnenfusses von April 1977 bis August 1980. Mittelwerte (Punkte) und Standardabweichungen (Balken) von 10 Parallelmessungen. TG = Trockengewicht.

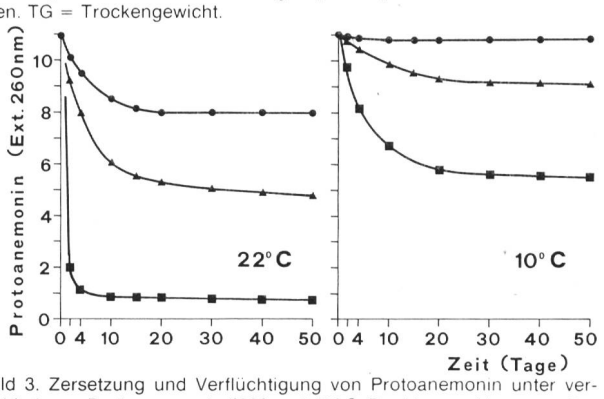

Bild 3. Zersetzung und Verflüchtigung von Protoanemonin unter verschiedenen Bedingungen bei 22° und 10° C. Punkte-geschlossenes Gefäss; Dreiecke = offenes Gefäss im Dunkeln; Quadrate = offenes Gefäss im Licht.

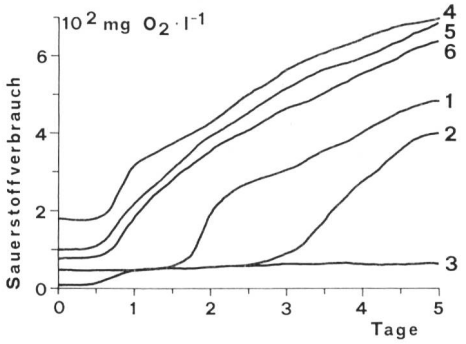

Bild 4. Abbau von zerkleinertem Pflanzenmaterial des Flutenden Hahnenfusses im Sapromaten. Pflanzenmaterial: 1 Minute im Mixer zerkleinert. Probe 1: 2% Protoanemonin-Zugabe (bezogen auf das Trockengewicht); Probe 2: 2,8% Protoanemonin-Zugabe; Probe 3: 4% Protoanemonin-Zugabe; Proben 4, 5, 6: ohne Protoanemonin.

graphen ergaben, dass es sich hier um eine einzige Substanz, das Protoanemonin, handelte.

Nach der 30. Fraktion traten grosse Mengen an organischen Verbindungen in den einzelnen Fraktionen auf (hohe Extinktion bei 260 nm), die jedoch meist ungiftig waren. Lediglich die Fraktionen 45 bis 48 zeigten etwas Toxizität. Es handelte sich um Substanzen mit Molekulargewichten von 450 bis 550, deren Identifikation grosse Mühe bereitete. Mit dem Einsatz der Ionenaustauscherchromatographie und der Atomabsorptionsspektroskopie konnte schliesslich festgestellt werden, dass es sich bei diesen Giftstoffen um Schwermetallkomplexe (Kupfer, Zink, Blei, Quecksilber) von Aminosäuren und anderen organischen Säuren handelte.

Im Saft des Flutenden Hahnenfusses wurden somit lediglich folgende Giftstoffe gefunden: Protoanemonin und Schwermetallkomplexe von Kupfer, Zink, Blei und Quecksilber. Es bestehen keine Hinweise darauf, dass noch weitere Giftstoffe vorhanden sind. Da Schwermetalle auf verschiedenen biologischen und nichtbiologischen Wegen aus dem Ökosystem verschwinden können und dadurch zeitweise oder dauernd unschädlich werden, soll auf diese Stoffgruppe im folgenden nicht näher eingegangen werden. Interessant vor allem im Hinblick auf die Trinkwasseraufbereitung aus Flusswasser ist das Verhalten von aus Pflanzen freigesetztem Protoanemonin, eine Verbindung, die im Wasser leicht löslich und unter Umständen lange beständig ist [8].

4. Schwankungen des Protoanemoningehaltes im Flutenden Hahnenfuss aus dem Rhein

Aus Bild 2 ist ersichtlich, dass der Protoanemoningehalt des Flutenden Hahnenfusses jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist. Im Winter (Januar bis April), als die Pflanzen nur langsam wuchsen, traten in der Regel die tiefsten Werte auf; sie lagen in der Beobachtungsperiode von 1977 bis 1980 zwischen 1,0 und 1,3% des Trockengewichts. Die höchsten Werte wurden im Sommer bei intensivem Pflanzenwachstum beobachtet: 1977: 1,7%; 1978: 1,6%; 1979: 1,45%; 1980: 1,3%. Die Jahresschwankungen wurden in der Beobachtungsperiode immer geringer und näherten sich einem mittleren Wert von 1,2% an. Auch aufgrund der vorhandenen Literatur kann nicht entschieden werden, ob es sich um natürliche Schwankungen oder um einen gerichteten Trend handelte.

5. Abbauvorgänge

Zersetzung und Verflüchtigung von Protoanemonin

In einem Versuch wurden gleiche Mengen von Protoanemonin in 6 Gefässe mit Wasser gegeben. Zwei Gefässe wurden geschlossen und bei 22° und 10° C aufgestellt. Bei denselben Temperaturen exponierten wir offene Gefässe, und zwar je zwei davon im Licht und zwei im Dunkeln. Bild 3 zeigt die Resultate des Versuches. Nach derselben Zeitperiode wurden bei 22° C immer wesentlich geringere Konzentrationen an Protoanemonin gemessen als bei 10° C. Der Kurvenverlauf war jedoch ähnlich: In den ersten 20 Tagen erfolgte die Abnahme rasch, nachher nur noch langsam. Im geschlossenen Gefäss konnten nach 50 Tagen Versuchsdauer noch mehr als 80% der Anfangsmenge gefunden werden (22° C). Durch Verflüchtigung trat bei offenen Gefässen eine wesentlich raschere Konzentrationsabnahme auf, die mit Licht noch erheblich gesteigert wurde. Man darf deshalb annehmen, dass Protoanemonin durch Licht photochemisch oxidiert wird und dabei kleinmolekulare, flüchtige Verbindungen entstehen, die besonders bei höheren Temperaturen in wenigen Tagen aus einer Lösung verschwinden.

Aerobe und anaerobe Verrottung von Pflanzenmaterial

Verrottungsversuche von 70 Tagen Dauer mit zerkleinertem Pflanzenmaterial des Flutenden Hahnenfusses (2,5 g Trokkengewicht pro Liter) zeigten eine Reduktion der Toxizität in 10 Tagen auf etwa 50% unter aeroben Bedingungen; dann erfolgte ein leichter Anstieg und nach dem 50. Versuchstag fiel die Toxizität wiederum ab.

Experimente mit reinem Protoanemonin in wässriger Lösung hatten gezeigt, dass Bakterien in 13 Tagen 50% der Substanz abzubauen vermögen. Die anfängliche rasche Abnahme der Toxizität im oben erwähnten Versuch dürfte deshalb hauptsächlich auf den bakteriellen Abbau von Protoanemonin zurückzuführen sein. Die Ursachen des Anstiegs der Toxizität nach dem 10. Versuchstag konnten nicht geklärt werden. Vermutlich sind dafür toxische Produkte verantwortlich, die nichts mit den in Abschnitt 3 erwähnten Giftstoffen zu tun haben müssen. Nach 50 Tagen werden sie offensichtlich biologisch zerstört. Toxische Substanzen unbekannter Art entstehen beim anaeroben Abbau in weit grösserem Ausmass als beim aeroben Abbau, so dass die Toxizität der Suspension mit dem Pflanzenmaterial über den Anfangswert ansteigen kann.

Abbau im Sapromaten

Der Abbau von zerkleinertem Pflanzenmaterial des Flutenden Hahnenfusses ohne Protoanemonin setzte rasch ein (nach etwa 12 Stunden) und erfolgte in den drei Parallelproben ungehemmt während 5 Tagen (Bild 4: Kurven 4, 5 und 6). Zugaben von 2% (Kurve 1) oder 2,8% Protoanemonin (Kurve 2) hemmten den biologischen Abbau jedoch nur so lange, bis sich angepasste Bakterienstämme durchgesetzt hatten; die Menge von 4% Protoanemonin (Kurve 3) konnte den Abbau bis zum Versuchsende vollständig unterbinden. Da im natürlichen Pflanzenmaterial immer weniger als 2% Protoanemonin (bezogen auf das Trockengewicht) festgestellt wurde (Bild 2), darf man annehmen, dass der aerobe Abbau durch das Gift nicht gestört wird.

Zusammenfassende Übersicht

Die rasche Abnahme der Toxizität einer Suspension von Pflanzenmaterial des Flutenden Hahnenfusses unter aeroben Bedingungen ist auf die Reduktion der Protoanemonin-Konzentration zurückzuführen. Die Substanz zersetzt sich photochemisch und verflüchtigt sich dann leicht; sie wird jedoch auch bakteriell zerstört. Physiologische Mengen von Protoanemonin behindern den biologischen Abbau des Pflanzenmaterials nicht. Unter anaeroben Bedingungen nimmt die Toxizität während langer Zeit überhaupt nicht oder nur ganz geringfügig ab.

Literatur

[1] *M. Huber:* Die Verkrautung des Hochrheins unter besonderer Berücksichtigung von Ranunculus fluitans Lam. Diplomarbeit Universität Zürich (1976) 123 S.

[2] *A. Binz* und *A. Becherer:* Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz. Schwabe & Co., Basel (1970) 424 S.

[3] *E. Eichenberger:* Biologische und ernährungsphysiologische Gesichtspunkte zur Ausbreitung des Flutenden Hahnenfusses im Oberrhein. «wasser, energie, luft» *68* (1976) 234–239.

[4] *H. J. Näf:* Limnologische und toxikologische Untersuchungen betreffend Wucherungen von Ranunculus fluitans. Selbstverlag, Wollerau (1982) 107 S.

[5] *E. A. Thomas:* Aquatic weeds-ecology and health aspects, floating and decaying weeds. «Wat. supply» *1* (1983) 57–65.

[6] *A. Knecht:* Ökologische und experimentelle Untersuchungen zur Massenentwicklung von Ranunculus fluitans im Rhein. Dissertation Universität Zürich (in Vorbereitung).

[7] *E. A. Thomas:* Zur Kenntnis der Toxizität des Flutenden Hahnenfusses (*Ranunculus fluitans* Lam.). «Vierteljahrsschrift Naturforsch. Ges. Zürich» *120* (1975) 275–281.

[8] *E. Shaw:* A synthesis of protoanemonin. The tautomerism of acetacrylic acid and of penicillic acid. «J. Amer. Chem. Soc.» *68*(1946) 2510–2518.

[9] *Y. Asahina* and *A. Fujita:* Anemonins. «Acta Phytochim. (Tokyo)» *1* (1922) 1–23.

Verdankungen
Die Untersuchungen wurden durch den Verband Aare-Rheinwerke und den Schweizerischen Nationalfonds (Nr. 3.075.76) unterstützt. Wir danken Prof. Dr. *E. A. Thomas* für wertvolle Anregungen und B. Sc., M. S., *D. M. Livingstone* für die Korrektur des englischen Textes.

Adresse der Verfasser: Dr. *Ferdinand Schanz* und Dr. *Hansjörg Näf,* Hydrobiologisch-limnologische Station der Universität, Seestrasse 187, CH-8802 Kilchberg.

Kartierung der Wasserpflanzen im Rhein Untersuchung 1984

Ferdinand Schanz und Kurt Wächter

Zusammenfassung

Im Jahre 1984 wurde die Verbreitung der Wasserpflanzen auf der Rheinstrecke von Stein am Rhein bis Leibstadt studiert. Die Beobachtungen von 256 Stellen sind auf 31 Plänen dargestellt und in 26 Tabellen zusammengefasst.

Summary: Spreading of macrophytes in the Rhine river

In the year 1984 the spreading of macrophytes in the river Rhine from Stein am Rhein to Leibstadt was studied. The observations of 256 places are presented on 31 maps and summarized in 26 tables.

Résumé: Relevé des macrophytes sur le Rhin

En 1984 nous avons étudié l'extension des macrophytes dans le Rhin de Stein am Rhein jusqu'à Leibstadt. Nos observations de 256 places sont présentées en 31 cartes et résumées en 26 tables.

1. Einleitung

Vor mehr als 15 Jahren nahm die Verkrautung des Rheins stark zu [1]; in der Folge traten unter anderem Probleme bei der Schiffahrt, bei der Elektrizitätsgewinnung, bei der Fischerei und bei verschiedenen Freizeitaktivitäten auf [2]. In diesem Zusammenhang interessierten die Ursachen der raschen Ausbreitung der dominierenden Blütenpflanzen. Da die wuchernden Krautfelder aus Arten bestehen, die schon vor über 100 Jahren im Rhein gefunden wurden [3] und Veränderungen der Erbfaktoren unwahrscheinlich scheinen [4], nimmt man an, dass veränderte Umwelteinflüsse das gesteigerte Pflanzenwachstum bewirken. Die grösste Bedeutung dürfte dabei den im Wasser gelösten Nährstoffen zukommen [5]. Verschiedentlich wurde vermutet, dass die Stauhaltung durch Kraftwerke zur Ausbreitung der Wasserpflanzen beiträgt. Nähere Abklärungen dazu fehlen bis heute, so dass sich die Kraftwerke Schaffhausen, Rheinau, Eglisau, Reckingen und Albbruck-Dogern entschlossen, im Rahmen dieser Fragestellung Felduntersuchungen machen zu lassen. Ein erster Schritt besteht darin, die Ausbreitung der Wasserpflanzen im Rhein, deren Identität und Dichte über einen längeren Zeitraum zu erfassen; ausserdem sollen wichtige Beobachtungen zu den Umweltbedingungen für möglichst viele repräsentative Stellen protokolliert werden. In einer zweiten Phase sind die Ergebnisse auszuwerten und die notwendigen Schlussfolgerungen zu ziehen.
Im folgenden wird die Untersuchung des Jahres 1984 vorgestellt, und zwar am Beispiel der Gegend um Hemishofen, wo im ungestauten Flussabschnitt verschiedene Arten von Wasserpflanzen auftraten.

2. Methodik

Die Feldarbeiten führte *K. Wächter* in der Zeit vom 23. Juli bis 15. August 1984 durch. Es wurde ein kleines Boot verwendet, in dem 2 Personen bequem Platz fanden. Auf dem Rhein waren folgende Arbeiten zu erledigen: 1. Erstellen einer Planskizze; 2. Führen eines Protokolls; 3. Sammeln von unbekannten Wasserpflanzen für eine spätere Identifikation.

2.1 Plan

Die Ausdehnung der Pflanzenfelder wurde auf einer Plankopie eingezeichnet. Folgende Arten und Artengruppen wurden gesondert erfasst: Flutender Hahnenfuss (Ranunculus fluitans); Wasserfarne (Isoëtes sp.); Kammförmiges Laichkraut (Potamogeton pectinatus); Durchwachsenes Laichkraut (Potamogeton perfoliatus); Krauses Laichkraut (Potamogeton crispus); Wasserpest (Elodea sp.); Teichfaden (Zannichellia sp.); Tausendblatt (Myriophyllum sp.); Armleuchteralgen (Chara sp.); Fädige Grünalgen. Nach Abschluss der Feldarbeiten waren alle Resultate im Massstab 1:10 000 auf Transparenzfolien zu übertragen. Der Bericht [6] enthält Kopien der auf die Planvorlagen gelegten Transparenzfolien.

2.2 Protokoll

Für jede von uns ausgewählte Stelle eines Wasserpflanzenfeldes notierten wir verschiedene Beobachtungen: zum Beispiel Horizonthöhe des Ufers, Ausbreitung der Wasserpflanzen im Flussprofil, Strömungsgeschwindigkeit, geschätzte Häufigkeiten der wichtigsten Arten. Die meisten Angaben beruhen auf groben Schätzungen, da genauere Messungen aus zeitlichen Gründen nicht möglich waren. Die Feldprotokolle wurden auf Übersichtsformularen zusammengefasst und dem Bericht beigelegt.

3. Resultat

Der im Dezember 1984 abgelieferte Bericht [6] umfasst 65 Seiten mit 31 Plänen im Massstab 1:10 000, 26 Tabellen mit Beobachtungen von 256 Stellen und einen kurzen Textteil mit Erklärungen.
Die Gegend um Hemishofen ist auf Kartenblatt 2 dargestellt (Bild 1): Oberhalb der Brücke bestanden die Wasserpflanzengemeinschaften aus verschiedenen Arten (Kammförmiges Laichkraut, Durchwachsenes Laichkraut, Teichfaden und Armleuchteralgen). Insbesondere das Vorkommen von Armleuchteralgen zeigt, dass es sich um einen unverschmutzten Flussabschnitt handelt. Unterhalb von Hemishofen dominierten Felder mit Teichfaden.
Tabelle 1 fasst die Beobachtungen der Stellen 7 bis 16 zusammen. Die Stelle 7, die sich am linken Rheinufer befindet (Bild 2), zeigte am 9. August 1984 folgendes Bild:

– Das Ufer war weder bewaldet (Ufer: hoch), noch wies es Gebüsche oder Schilfbewuchs auf (Ufer: mittel); es wurde deshalb als frei bezeichnet.
– Das Wasserpflanzenfeld befand sich in einer Uferdistanz von 3 bis 15 m (senkrecht zur Uferlinie gemessen).
– Der Bewuchs reichte bis in eine Tiefe von 1,5 m.
– Die Strömung an der Wasseroberfläche war mit weniger als 20 cm/s sehr gering.