

Zeitschrift: Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: - (2005)

Artikel: Das Schicksal der Röhrichte am Bodensee : 40 Jahre
Schilfbeobachtung
Autor: Klötzli, Frank
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-832669>

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: 30.01.2026

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

Das Schicksal der Röhrichte am Bodensee 40 Jahre Schilfbeobachtung

Frank Klötzli (Wallisellen)

1 VORGESCHICHTE

Die Geschichte fängt mit einem Anruf an: «In Altenrhein ist ein merkwürdiges Geschehen im Gange. Viele Schilfhalmke zeigen sich nur noch als Stoppeln, viele sind abgerissen oder geknickt. Ganze Büschel von Algen hängen an den Halmen. Aber vielleicht sind die hohen Schwanenbestände daran schuld!? Ich glaube, dass hier eine neue Erscheinung aufgetreten ist! Ja, können Sie an den Bodensee kommen? Wir könnten das Röhricht zusammen anschauen (...).» Und so kam es dann zum ersten Augensehein. Der damalige Gesprächspartner war der bekannte Präsident des Schweizer Naturschutzbundes und Gymnasiallehrer Professor Dr. W. Plattner. Eine längere Untersuchung hatte begonnen: Thema war ein Krankheitsgeschehen an Seeufer-Röhrichten, das sog. «Schilfsterben». Denn gesundes, wüchsiges Röhricht (Abb. 1) hat nicht nur eine grosse Bedeutung als Uferschutz, sondern auch als Habitat für eine ganze Anzahl Fische und Vögel (s. GROSSER et al., 1995; KLÖTZLI und GRÜNIG, 1976; KLÖTZLI und ZÜST, 1973). Also musste eine Diagnose dieses Geschehens eingeleitet werden.

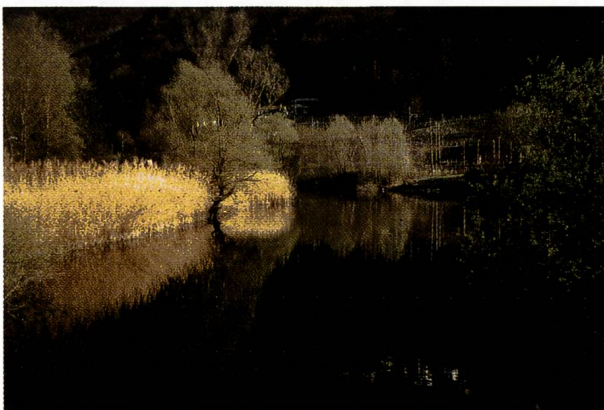


Abb. 1. Gesunder Schilfbestand. Altlauf des Tessins bei Magadino. V/1998.



Abb. 2. Grossflächige Stoppelfelder – «Schilfsterben» am Bodensee-Untersee bei Triboltingen/TG. Restbestand und eingezäunte/überdachte Versuchsfäche. VI/1976.

Auf den ersten Blick erkannte man die folgenden Symptome:

- Stoppelfelder, bis über 100 m tief (Abb. 2)
- geknickte, algenbehängene Halme mit wenig Blüten (Abb. 3c)
- scharfe Bestandesränder (Treibzeugwirkung Abb. 3b, 3c)
- Auflösung der Bestände nur im seewärtigen, limnischen Teil, kein Rückgang im trockeneren, terrestrischen Teil
- seewärts: kaum noch Halme
- landwärts: Lochbildung nur im limnischen Teil (Abb. 3d)
- kaum Rückgang in flachen Mulden im landwärtigen Schilf.

Es stellte sich somit von Anfang an heraus, dass zum Schadbild nicht nur Stoppelfelder gehörten, sondern veränderte Strukturen im gesamten Bestand (Abb. 4a, 4b). Zu den obigen Angaben gesellten sich noch weitere neue Erscheinungen, so z.B. ein starker Rückgang des Festigungsgewebes (des Sklerenchymanteils) im Halm-Querschnitt im stärker versteiften unteren Drittel des Halmes. Aber besonders auffällig war der Geruch in den abgestorbenen Rhizomen

in den Stoppelfeldern, ein Geruch, wie er sich in Kulturen von Clostridium-Bakterien nachweisen lässt. Als Ganzes zeigte sich tatsächlich ein Krankheitsbild, das «Schilfsterben». Teilweise wenigstens traten diese Symptome zusammen mit Lochbildungen in solchen «kranken» Beständen auf. Aber solche waren auch von ziemlich ungestörten Seen in Schweden, im Baltikum und in Irland bekannt. Auch am Bodensee erschien ein solches Loch (ab ca. 1960) bei Altenrhein, das sich in ca. 5 Jahren auf über 100 m Längs-Durchmesser vergrösserte, in den folgenden 10–15 Jahren sich aber wieder schliessen konnte (Abb. 3d). In der Zwischenzeit stellte sich gelegentlich eine Pionier-Vegetation ein (Abb. 5).

2 EINBLICK IN DIE ERFORSCHUNG DES «SCHILFSTERBENS»

Um den Ursachen dieses oft unaufhaltsamen und zum Teil irreversiblen Rückgangs auf die Spur zu kommen, konnte man sich zunächst fragen, **warum** die Umweltsituation für solche Röhrichtbestände neu war, und zwar so entscheidend neu, dass sie nicht mehr verkraftet, nicht mehr abgewehrt, ihr nichts mehr entgegengestellt werden konnte. Neu für die Situation in den 60er Jahren war z. B. die stark gestiegene Population an gewissen Seevögeln, so z. B. an sprossfressenden Höckerschwänen.

An direkt wirksamen menschlichen Einflüssen war die Zunahme des Abfalls im See zu prüfen, die stark gestiegenen Treibzeug-Gewichte und die Verflechtung mit Fadenalgen und Wasserpflanzen (z.B. verschiedene Laichkräuter; Abb. 3a–c). Diese Änderungen sind bedingt durch die Zunahme an eingeschwemmten Nährstoffen (BORNKAMM und RAGHI-ATRI, 1986; KLÖTZLI und GRÜNIG, 1976; KLÖTZLI, 1986; LEHN, 1991; KICKUTH, 1969; OSTENDORP, 1988). Gedacht werden musste auch an den zunehmenden Uferverbau, die damit verbundene Veränderung von Akkumulations- und Erosionsufern bzw. auch die Veränderung von seeeigenen Strömungsbildern und an Hochwasser-Auswirkungen (AICHAUER und GRABHER,

Abb. 3a–d. Belastungen von Schilfbeständen. ETH-Versuchsgelände Altenrhein/SG:



Abb. 3a. Algenbehang. VI/1973.



Abb. 3b. Detrituswälle. VI/1973.



Abb. 3c. Treibzeug. III/1973.



Abb. 3d. Lochbildung im Bestandesinnern. VII/1972.

2004). An ein systeminternes Krankheitsgeschehen mit physiologischen (BRÄNDLE et al., 1995) und histologischen (TOBLER, 1943; KLÖTZLI, 1971; GUNTLI, 1989) Faktoren wurde noch nicht gedacht. In der Literatur waren noch keine Angaben zu finden, die auf ähnliche Vorgänge in vergangenen Zeiten schliessen liessen (BJÖRK, 1967; HASLAM, 1973; HÜRLIMANN, 1951; JESCHKE, 1976; LANG, 1968; SUKOPP und KUNICK, 1968; SUKOPP und MARKSTEIN, 1981).

Eine stärkere Einengung all dieser Faktoren ergab sich durch den Vergleich mit den Verhältnissen an den anderen grösseren perialpinen Seen. Aber auch kleinere Gewässer wurden kontrolliert. Unter allen möglichen Umständen erhaltene Ergebnisse zum Schilfrückgang inkl. der Alpensüdseite und aus den umliegenden Ländern erlaubte die Bezeichnung möglicher einschneidend wirkender Faktoren, die sich mit Sicherheit in den letzten Jahren verändert hatten. Eine Gesamtbetrachtung ergab schliesslich (und naheliegenderweise) die Nährstoff-Überflutung vieler Seen, ihre Eutrophierung (BORNKAMM und RAGHI-ATRI, 1986; KLÖTZLI und GRÜNIG, 1976; KLÖTZLI, 1986; LEHN, 1991; KICKUTH, 1969; OSTENDORP, 1988). Diese hatte vordergründig eine Schwächung des Sklerenchym-Gehalts (RAGHI-ATRI und BORNKAMM, 1980; KLÖTZLI, 1971; KLÖTZLI und GRÜNIG, 1976) im Halmgewebe bewirkt, aber auch eine deutlich stärkere Getreibsel-Belastung und einen wirksameren Algenbehang (HARRIS, 1971;

OZIMEK et al., 1991). Damit verbunden war eine stärkere Beeinflussung der Röhrichte durch mechanische (und teilweise physiologische) Faktoren. Die Belastbarkeit der Halme, namentlich bei schnell steigenden Gewässerspiegeln, wurde überschritten. Ausserdem entstand der Clostridium-Geruch in den faulenden Rhizomen nur an nährstoffbelasteten Seeufern, und dann nur im limnischen Bereich. Terrestrisches Schilf zeigte keine Rückzugs-Erscheinungen. Im Übrigen konnte eine Schädigung der Halme auch an oligotrophen Seen nachgewiesen werden, wenn der Seespiegel in Frühjahrs-Monaten stark stieg. Falls weniger als 3–4 Blätter aus dem Wasser ragten, wurden die Bestände – je nach Dauer und Jahreszeit – «ertränkt», eine Erscheinung, die mit und ohne Algenbehang oder Getreibsel-Belastung zu beobachten war (KLÖTZLI und GRÜNIG, 1976; OSTENDORP, 1993; OSTENDORP und KRUMSCHEID-PLANKERT, 1993; SUKOPP und KRAUSS, 1990; BINZ, 1989; PRIES, 1985).

So oder so führt die Kopplung von Treibzeug- und Algen-Behang (HARRIS, 1971; OZIMEK et al., 1991) zu mechanischer Überbelastung im eutrophen Milieu und, wie nachgewiesen werden konnte, schliesslich zu toxischen Wirkungen aus dem Detritus aus sich zersetzendem pflanzlichem Material. Diese Erscheinung zeigt sich auch hinter Schilfschutzzäunen (Abb. 4a, 4b). Auch unter solchen Bedingungen kommt es zum Absterben der Bestände, bzw. zum «Schilfsterben».

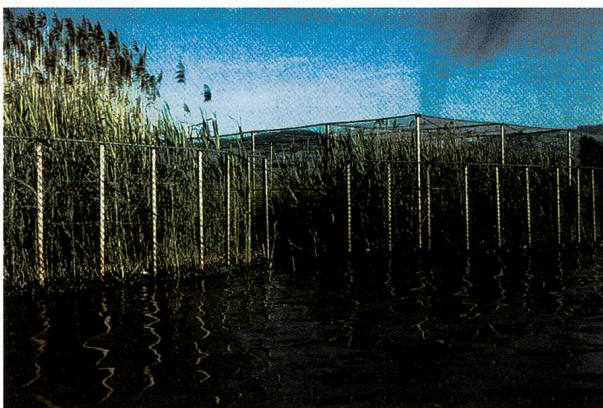


Abb. 4a. Versuchsfläche Altenrhein/SG. Anfänglich noch intakte Schilfbestände hinter Wellenschutz und Einzäunung. VI/1973.



Abb. 4b. Versuchsfläche Altenrhein/SG. Über Rhizomstränge eindringendes Schilfsterben. VII/1977.

3 SCHUTZ UND RENATURIERUNG DER BESTÄNDE

Bereits 1965 wurden im Versuchsfeld Altenrhein Schilfschutzzäune errichtet, um die Gewichte der direkten Nährstoff-Wirkungen von den mechanischen Wirkungen trennen zu können. In der überdachten Einzäunung ging der Rückzug weiter, falls die Veralgung und Absetzung von Detritus stattfinden konnte (KLÖTZLI und GRÜNIG, 1976; Abb. 4b).

In der Folge wurden andernorts weitere kontrollierte Schutzzäune errichtet, dies bei verschiedener Nährstoffbelastung. Gleichzeitig wurden aber auch die Seen mit Ringleitungen vielerorts saniert. In den 80er Jahren wurde ein speziell angepasster Schutzzaun bzw. eine schwimmende Sperre bei Altenrhein (nach dem Bauprinzip von Dr. Ing. H.R. Binz) errichtet. Dieser moderne Typus, der grösstenteils Ge-



Abb. 5. Ersatz-Vegetation anstelle von Schilfbeständen, Versuchsgelände Altenrhein. VII/1973. Gift-Hahnenfuss dom. (*Ranunculus sceleratus*), Quellgras (*Catabrosa aquatica*), Sumpf-Rispengras (*Poa palustris*).



Abb. 6. Schilfschutz und Schilfanbau im Pfäffikersee bei Seegräben/ZH. VII/1982.



Abb. 7. Langsam sich erholender Bestand mit seewärts vorrückenden kräftigen Sprossen. Im Hintergrund Schilfschutz-Zaun nach BINZ (Abwehrwirkung gegen Treibzeug mit vom Seespiegel abhängigen Blenden). Altenrhein. IX/1996.

treibsel abhält und Wellenenergie aufnimmt, zeitigte erstaunliche Resultate: Nach ca. 5 Jahren zeigten die geschützten Bestände erstmals wieder eine Transgression der Bestände (BINZ, 1989; KLÖTZLI und ZÜST, 1973; SUKOPP und KRAUSS, 1990; SUKOPP, 1973; OSTENDORP und KRUMSCHEID-PLANKERT, 1993; Abb. 6 und 7).

4 DIE INTERNATIONALE FORSCHUNG IN DER UFER-VEGETATION

Internationale Kontakte zwischen den Nachbarländern und im Rahmen von Unesco-Anlässen zu Problemen des Gewässerschutzes liessen in der Folge die Ähnlichkeit der Symptome erkennen, und die Möglichkeiten einer Sanierung bei Krankheiten der Gewässer-Vegetation wurden geprüft. (ANON., 1971; ANON., 1973; CIZKOVA et

al., 1996; GROSSER et al., 1995; GÜSEWELL und KLÖTZLI, 2000; VAN DER PUTTEN, 1997).

Insbesondere im Verbund der Bodenseeanlieger Deutschland, Österreich, Schweiz, dem «DACH»-Verband der 70er bis 90er Jahre wurde ein reger Gedankenaustausch betrieben (vgl. auch Beitrag SIESSEGGGER und TEIBER in diesem Buch). Auf jährlich stattfindenden Exkursionen an perialpinen Seen, aber mit Schwergewicht am Bodensee, wurde Ähnlichkeit und Variabilität im Geschehen um das Schilfsterben festgestellt.

Erst in den späten 80er Jahren erkannte man auch die rein physiologischen Merkmale und Vorgänge in solchen Beständen (ARMSTRONG et al., 1996; BLOM, 1999; BRÄNDLE, 1996; CIZKOVA et al., 1996; CRAWFORD und BRÄNDLE, 1996; ERNST, 1990; HUNGATE, 1985; LYNCH, 1978; IPSEN, 2000; KLÖTZLI, 2000). In dieser Zeit ging IPSEN (2000) den Fragen über mögliche aus dem Detritus entstehende Toxine nach und entdeckte dabei in Zusammenarbeit mit Roland Schröder und dem Autor die Auswirkungen einer Reaktionskette, die zum Absterben ganzer Bestände führen kann. In diesem Zusammenhang erhellt sich auch das Wirken der bestandeseigenen Abfälle einschliesslich des Algenbehangs und die Auslösung der Rhizomfäule (BJÖRK, 1967; HASLAM, 1973; HÜRLIMANN, 1951; LANG, 1968; SUKOPP und KUNICK, 1968).

5 DIE (ÖKO-)PHYSIOLOGIE DER RHIZOMFÄULE

Die Arbeit von IPSEN (2000) zeigt, dass bei der Schilffäule eine komplexe Reaktionskette abläuft, die bis weit in den mikrobiellen und biochemischen Bereich hineinreicht. Entscheidend ist hierbei, dass es im Substrat beim Anfall grosser Mengen an organischem Material wie Detritus- und Algenwatten zu anoxischen Bedingungen und damit zu Gärprozessen kommt. Durch diese Gärprozesse entstehen Abbauprodukte mit phytotoxischer Wirkung (Ammoniak, Essigsäure, Sulfide; teilweise Detoxifizierung zu Aminosäuren, ATP-Derivaten, Thiolen). Diese Phytotoxine werden im Substrat verlagert, über das Rhizom von der Schilfpflanze

aufgenommen und führen dort zu weiteren Gärprozessen (PATRICK et al., 1964; HARRIS, 1971; YOSHIDA, 1975; LYNCH, 1990; OZIMEK et al., 1991; ARMSTRONG et al., 1996). In der Pflanze werden zunächst die Feinwurzeln des Rhizoms geschädigt. SCHRÖDER (1987) hat darauf hingewiesen, dass sich an geschädigtem Schilf oft die Wurzelspitze (Calyptra) ablöst. Der Prozess geht aber noch wesentlich weiter. Die Giftstoffe gelangen in den Halm und akkumulieren sich teilweise um die Spaltöffnungen der Blätter. Sie bedingen eine Schädigung des Durchlüftungsgewebes (Aerenchym) z. T. unter Callus-Bildung (Lignifizierung, Verkorkung), was den Gasaustausch hemmt. In der Folge erscheinen Schädigungen an den Schliesszellen der Spaltöffnungen. Hierdurch kommt es zu einem Turgorverlust in den Zellen, zum Zu-

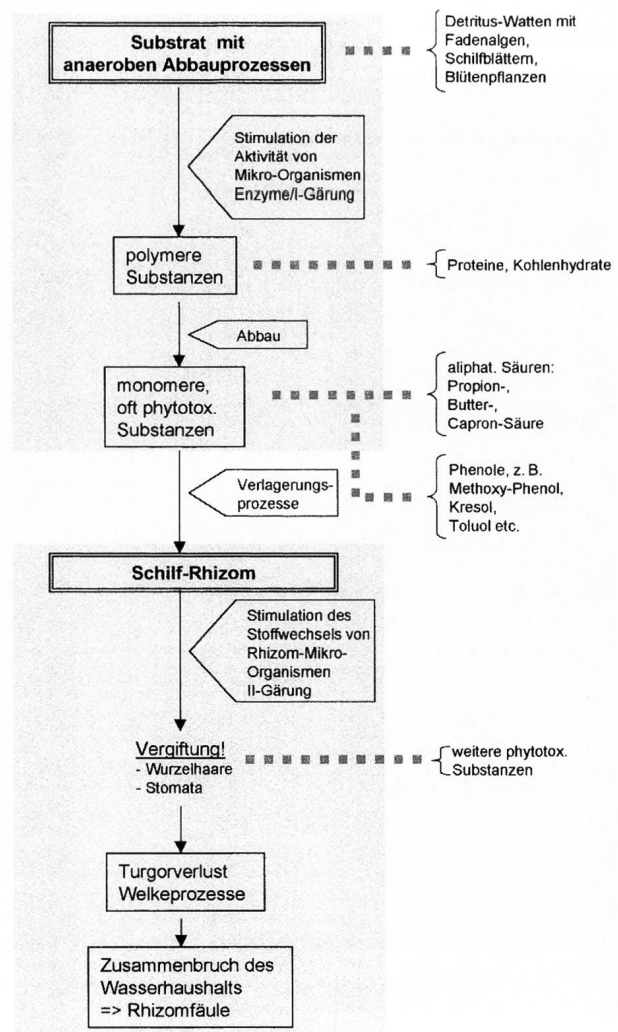


Abb. 8. Reaktionskette beim «Schilfsterben» (nach IPSEN, 2000, und KLÖTZLI, 2000, verändert).

sammenbruch des Wasserhaushaltes und zur Rhizomfäule, worauf die Pflanze zu welken beginnt. Der Angriff der Toxine erfolgt also auf zwei Wegen, einmal im Rhizombereich, aber auch im Blatt- und Blütenbereich. Die Folge ist eine allgemeine Vergiftung der Pflanze. Mittels GCMS konnte nachgewiesen werden, dass insbesondere bestimmte Phenolkörper wie das Methoxy-Phenol für die Vergiftung verantwortlich sind (ROVIERA und MCDUGALL, 1967; IPSEN, 2000; Abb. 8).

Es ist also festzustellen, dass sehr viele unterschiedliche Vorgänge aus dem mechanischen und chemischen Bereich beim Schilfrückgang eine Rolle spielten, insbesondere in den limnischen Beständen (Eutrophierung, phytotoxische Substanzen, Schadorganismen usw.).

Als Konsequenz dieser neuen Erkenntnisse wurden im Bereich der DACH-Gruppe weitere Schutz- und Renaturierungs-Massnahmen ergriffen. Während man im Schweizer Mittelland eher Schutzzäune errichtet hat und sich weniger mit Renaturierungen («Revitalisierungen») einliess, entwickelte man am deutschen Ufer des Bodensees in grossem Massstab Renaturierungen mit neuen originellen und hoffnungsvollen Ansätzen (s. Renaturierungs-Verfahren im Beitrag SIESSEGGGER und TEIBER). Auf diese Weise konnten vielerorts die zerfallenden Bestände wieder aufgebaut werden.

Auf der Schweizer Seite bei Altenrhein kann man immer noch die Wirkung des Binz'schen Schutzzaunes verfolgen. Und man freut sich auch hier ob den Eigenheiten der Schilfbestände, die mit etwas Beihilfe wieder Fuss fassen können.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- ANON. 1971. Biological Productivity of Aquatic and Swamp Macrophytes. Symposium September 1970. IBP und IHD (Unesco). Hydrobiologia 12.
- ANON. 1973. Symposium May 1972. IBP (Unesco). Polish Archive Hydrobiology 20 (1).
- ARMSTRONG, J., ARMSTRONG, W. & VAN DER PUTTEN, W. H. 1996. *Phragmites* dieback: bud and root death, blockages within the aeration and vascular Systems and the possible role of phytotoxins. *New Phytologist* 133 (3), 399–414.
- ASCHAUER, M. & GRABHER, M. 2004. Veränderungen im Schilfgürtel des Naturschutzgebietes Rheindelta im Zeitraum 1994 bis 2001. *Vierteljahrsschrift Reticus-Gesellschaft* 3, 25–31.
- BINZ, H. R. 1989. Mechanische Belastbarkeit natürlicher Schilfbestände durch Wellen, Wind und Treibzeug. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rubel, Zürich, 101, 536 pp.
- BJÖRK, S. 1967. Ecologic investigations of *Phragmites communis*. *Folia limnologica scandinavica* 14, 248 pp.
- BLOM, C. W. P. M. 1999. Adaptions to Flooding Stress: From Plant Community to Molecule. *Plant Biology* 1, 261–273.
- BORNKAMM, R. & RAGHI-ATRI, F. 1986. Über die Wirkungen unterschiedlicher Gaben von Stickstoff und Phosphor auf die Entwicklung von *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel. *Archiv Hydrobiologie* 105 (4), 423–441.
- BRÄNDLE, R. 1996. Überflutung und Sauerstoffmangel. In: «Stress bei Pflanzen», CH. BRUNOLD, A. RÜEGSEGGGER & R. BRÄNDLE, pp. 133–148. Verlag Paul Haupt, Bern.
- BRÄNDLE, R., CLZKOVA, H. & POKORNY, J. 1995. Adaptation Strategies in Wetland Plants: Links between Ecology and Physiology. Symposium Trebon (CZ), Sept. 1994. Special Features of Vegetation Science 10. Opulus Press, Uppsala.
- CIZKOVA, H., STAND, J. & LUKAVSKA, J. 1996. Factors associated with reed decline in a eutrophic fishpond. In: «Adaptation Strategies in Wetland Plants», R. BRÄNDLE, H. CIZKOVA & J. POKORNY eds, pp. 79–90. Opulus Press, Uppsala.
- COLBERG, P.J. 1988. Anaerobic microbial degradation of cellulose, lignin, oligolignols, and monoaromatic lignin derivatives. In: «Biology of Anaerobic Microorganisms», A. J. B. ZEHNDER ed, pp. 333–372. John Wiley and Sons Inc., New York.
- CRAWFORD, R. M. M. & BRÄNDLE, R. 1996. Oxygen deprivation stress in a changing environment. *Journal Experimental Botany* 47, 145–159.
- ERNST, W. H. O. 1990. Ecophysiology of plants in waterlogged and flooded environments. *Aquatic Botany* 38, 73–90.

- GROSSER, S., VEIT, E. & MELZER, A. eds, 1995. Röhricht – Bedeutung einer Pflanzengesellschaft in Ökologie und Technologie. Röhricht-Workshop Iffeldorf (D), Sept. 1995. Mskr. Progn Limnologische Station Iffeldorf.
- GÜSEWELL, S. & KLÖTZLI, F. eds, 2000. Terrestrial and Limnic Reed Stands. A Comparison, an Appreciation. In: «Wetland Ecology». Symposium Halbinsel Au/Zürich (CH), Oct. 1998.
- GUNTTLI, A. P. 1989. Ligningehalt und andere Merkmale des Schilfhalmes in Beziehung zur Röhrichtbewirtschaftung. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes ETH, Stiftung Rubel, Zürich 103, 65 S.
- HARRIS, E. O. 1971. Growth Inhibitors produced by the green algae (*Volvocaceae*). Archiv für Mikrobiologie 76, 47–50.
- HASLAM, S. M. 1973. Some aspects of the live history and autecology of *Phragmites communis* Trin. Polish Archive Hydrobiology 20, 79–100.
- HUNGATE, R. E. 1985. Anaerobic Biotransformation of Organic Matter. In: «Bacteria in Nature», E. R. LEADBETTER & J. S. POINDEXTER eds, pp. 39–88. New York.
- HÜRLIMANN, H. 1951. Zur Lebensgeschichte des Schilfes an den Ufern der Schweizer Seen. Beiträge zur Geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 30, 1–132.
- IPSEN, J. O. 2000. Ökophysiologische Untersuchungen zur Möglichkeit einer biochemischen Schadwirkung von *Cladophora glomerata* (L.) (Kützing) auf *Phragmites australis* (Cav.) (Trin. ex Steudel). Dissertation ETH Zürich, 130 pp. und Anhang.
- JESCHKE, L. 1976. Veränderungen des Röhrichtgürtels der Seen in unseren Naturschutzgebieten. Naturschutzarbeit in Mecklenburg 19, 49–52.
- JÜTTNER, F. & HENATSCH, J. J. 1986. Anoxic hypolimnion is a significant source of biogenic toluene. Nature 323, 797–798.
- KICKUTH, R. 1969. Höhere Wasserpflanzen und Gewässerreinigung. Ökochemische Wirkungen höherer Pflanzen und ihre Funktion bei der Gewässerreinigung. Schriftenreihe Verein deutscher Gewässerschutz 19, 14 pp.
- KLÖTZLI, F. 1971. Biogenous influence on aquatic macrophytes, especially *Phragmites communis*. Hydrobiologia 12, 107–111.
- KLÖTZLI, F. 1986. Tendenzen zur Eutrophierung in Feuchtgebieten. In: «Aspekte der Geobotanik», K. M. URBANSKA ed, pp. 343–361. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes ETH, Stiftung Rubel, Zürich 87.
- KLÖTZLI, F. 2000. Rückgang und Gesundung – eine kurze Retrospektive der Schilfentwicklung im perialpinen Raum. In: «Eine kurze Retrospektive der Schilfentwicklung», M. WEYHMÜLLER, M. WEYHMÜLLER & P. TEIBER eds, pp. 5–12. IGKB, Internat. Status-Seminar «Vergleichende Bewertung der Ufer- und Flachwasserzonen und von Eingriffen am Bodensee». März 2000, Schloss Montfort, Langenargen/D.
- KLÖTZLI, F. & GRÜNIG, A. 1976. Seeufervegetation als Bioindikator. Daten und Dokumente zum Umweltschutz 19, 109–131.
- KLÖTZLI, F. & SCHLÄFLI, A. 1980a. Vegetation und Fauna des Festlandes. In: «Der Bodensee – in der erhaltenswerten Landschaft», Verein für Bodensee-Uferreinigung ed, pp. 27–32. Verlag E. Löpfle-Benz AG, Rorschach.
- KLÖTZLI, F. & SCHLÄFLI, A. 1980b. Fragen des Naturschutzes. In: «Der Bodensee – in der erhaltenswerten Landschaft», Verein für Bodensee-Uferreinigung ed, pp. 75–77. Verlag E. Löpfle-Benz AG, Rorschach.
- KLÖTZLI, F. & ZÜST, S. 1973. Conservation of reed-beds in Switzerland. Polish Archive Hydrobiology 20, 229–235.
- LANG, G. 1968. Vegetationsänderungen am Bodenseeufer in den letzten hundert Jahren. Schriften Verein Geschichte Bodensee und Umgebung 86, 295–319.
- LEHN, H. 1991. Der Bodensee – Veränderungen eines Ökosystems. In: «Deutschland, Portrait einer Nation», pp. 131–135. Bertelsmann.
- LYNCH, J. M. 1978. Production and phytotoxicity of acetic acid in anaerobic soils containing plant residues. Soil Biology and Biochemistry 10, 131–135.
- LYNCH, J. M. 1990. Microbial Metabolites. In: «The Rhizosphere», J. M. LYNCH ed, pp. 177–206. John Wiley & Sons, Chichester.
- OSTENDORP, W. 1988. Nährstoffkreisläufe und Nährstoffakkumulation in Seeufer-Schilfröhrichten am Beispiel des Bodensee-Untersees. TELMA 18, 351–372.

Das Schicksal der Röhrichte am Bodensee – 40 Jahre Schilfbeobachtung

- OSTENDORP, W. 1989. Schilfrückgang am Bodensee-Untersee. Ursachen, Gegenmassnahmen. Berichte Limnologisches Institut, Universität Konstanz.
- OSTENDORP, W. 1993. Schilf als Lebensraum. Beiheft zu den Veröffentlichungen Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 68, 173–280.
- OSTENDORP, W. & KRUMSCHEID-PLANKERT, P. eds, 1993. Seeuferzerstörung und Seeuferrenaturierung in Mitteleuropa. Symposium Konstanz, 1992. G. Fischer, Stuttgart, Jena, New York.
- OZIMEK, T., PIECYNKA, E. & HANKIEWICZ, A. 1991. Effect of filamentous algae on submerged macrophyte growth: A laboratory experiment. Aquatic Botany 41, 309–315.
- PATRICK, Z., TOUSSON, T. & KOCH, L. 1964. Effect of crop residue decomposition products on plant roots. Annual Review Phytopathology 2, 267–292.
- PRIES, E. 1985. Allgemeine Ursachen des Röhrichtrückganges. Naturschutzarbeit in Mecklenburg 28 (2), 69–74.
- RAGHI-ATRI, F. & BORNKAMM, R. 1980. Über Halmfestigkeit von Schilf (*Phragmites australis* [Cav.] ex Steudel) bei unterschiedlicher Nährstoffversorgung. Archiv Hydrobiologie 90, 90–105.
- ROVIERA, A.D. & MCDOUGALL, B.M. 1967. Microbiological and Biochemical Aspects of the Rhizosphere. In: «Soil Biochemistry», A. D. McLAREN & G. H. PETERSON eds, pp. 417–460. Marcel Dekker Inc., New York.
- SCHRÖDER, R. 1979. The decline of reed swamps in Lake Constance. Symposium. Biologia Hungarica, Budapest 19, 43–48.
- SCHRÖDER, R. 1987. Das Schilfsterven am Bodensee-Untersee. Beobachtungen, Untersuchungen und Gegenmassnahmen. Archiv Hydrobiologie (Suppl.) 76, 53–100.
- SUKOPP, H. 1973. Conservation of wetlands in Central Europe. Polish Archive Hydrobiology 20, 227–232.
- SUKOPP, H. & KUNICK, W. 1968. Veränderungen des Röhrichtbestandes der Berliner Havel 1962–1967. Sen. Bau- und Wohnungswesen Berlin, Abt. VII E, Wasser- und Schifffahrtswesen, Berlin, 66 pp.
- SUKOPP, H., MARKSTEIN, B. 1981. Veränderungen von Röhrichtbeständen und -pflanzen als Indikatoren von Gewässernutzungen, dargestellt am Beispiel der Havel in Berlin (West). Limnologia (Berlin) 13 (2), 459–471.
- SUKOPP, H. & KRAUSS, M. 1990. Ökologie, Gefährdung und Schutz von Röhrichtpflanzen. Workshop Berlin, Oct. 1988. In: «Landschaftsentwicklung und Umweltforschung». Schriftenreihe Fachbereich Landschaftsentwicklung TU Berlin, 71.
- TOBLER, F. 1943. Stengelbau, Festigkeit und Verwertungsunterschiede beim Schilfrohr (*Phragmites communis* Trin.). Angewandte Botanik 25, 165–177.
- VAN DER PUTTEN, W.H. 1997. Die-back of *Phragmites australis* in European wetlands: an overview of the European Research Programme on Reed Die-back and Progression (1993–1994). Aquatic Botany 59, 263–275.
- YOSHIDA, T. 1975. Microbial Metabolism of Flooded Soils. In: «Soil Biochemistry», E. A. PAUL ed, pp. 83–115. Marcel Dekker Inc., New York.

Prof. em. Dr. Frank Klötzli, Gartenstrasse 13, CH-8304 Wallisellen