

**UNTERSUCHUNG DER LAICHKRAUTVEGETATION
IM DONAUARM BEI VÁC UND IN SEINEN NEBENGEWÄSSERN
(STROMKM 1669 – 1690)**

(DANUBIALA HUNGARICA CIV.)

Von

B. RÁTH

Ungarische Donauforschungsstation, Göd

Eingegangen: 10. März 1980

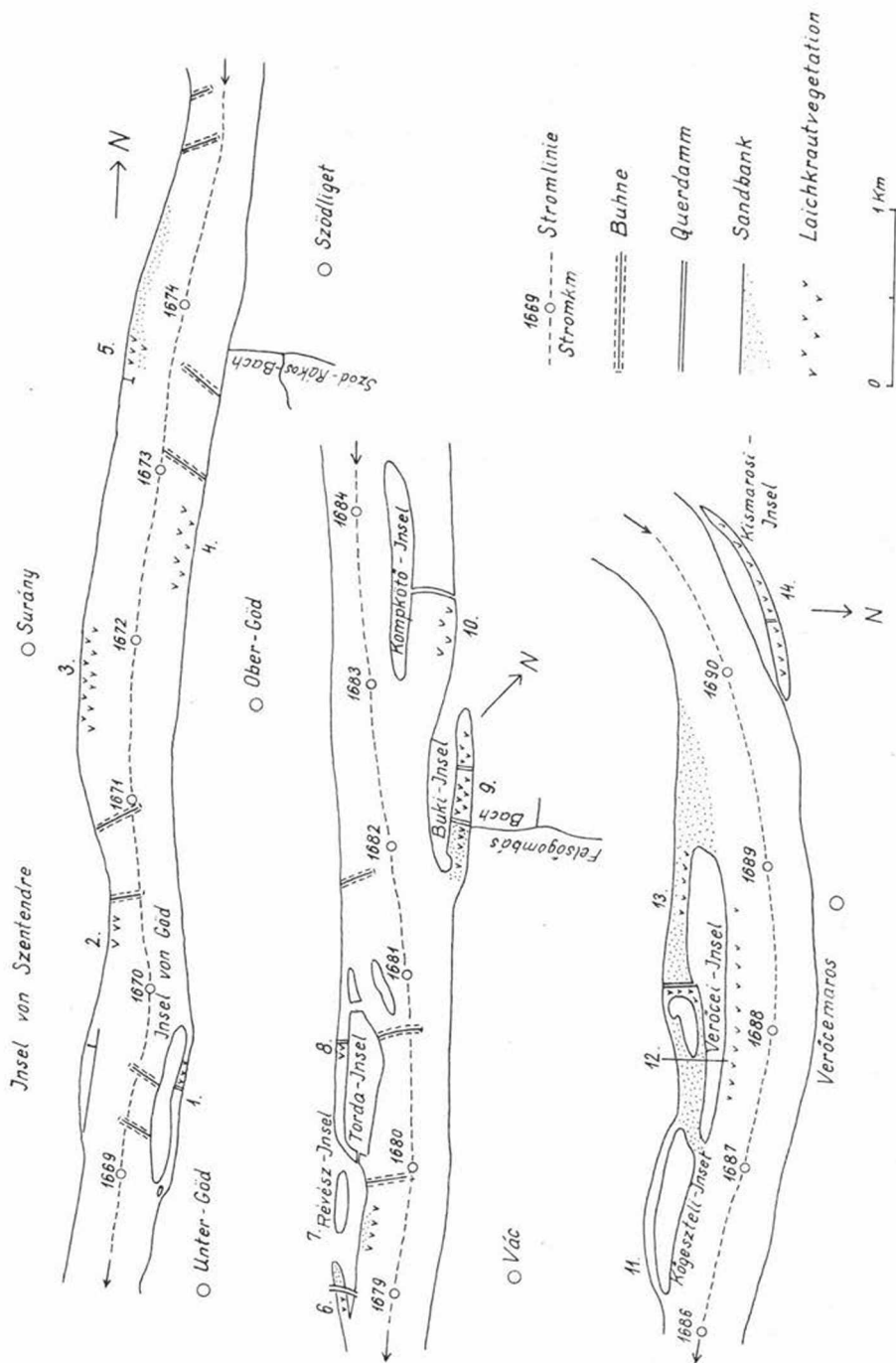
Einleitung

Der Wasservegetation im Hauptbett der Mittleren Donau und in ihren dem Wassergang am stärksten ausgesetzten Nebengewässern fällt eine sehr geringe Bedeutung zu. Besonders gilt dies für die regulierten Strecken, wo die errichteten Kunstbauten jene Stellen mit geringer Wassertiefe ausschalten, wo es zur Ansiedlung kommen könnte. Im Donauarm bei Vác kann jedoch beobachtet werden, daß gerade die obigen technischen Eingriffe für die Laichkrautvegetation fleckenartige Lebensmöglichkeiten sichern. Die Buhnen und die Nebenarmverschließungen haben nämlich eine starke Aufschlammung zur Folge gehabt. In den aufgeschlammten Flächen sind die Wasserpflanzen erschienen, die in den letzteren Jahren an Bedeutung stets zugenommen haben. Die in den Jahren 1974–77 durchgeführten Untersuchungen bezweckten diese Makrovegetationsbestände floristisch und zönologisch zu erkennen. Im Laufe der Untersuchungen haben wir uns auch über die den Zusammenhang der Änderung des Wasserstandes und der Ausbildung der Makrovegetation informiert.

In diesem Abschnitt der Donau wurden in solcher Richtung noch keine Forschungen unternommen. V. K á r p á t i (1963) hat die Arbeit der zönologischen und ökologischen Charakterisierung der Laichkrautvegetation des ungarischen Donau-Überschwemmungsgebietes durchgeführt. Vorliegende Abhandlung weist auf die eingetretenen Änderungen hin, stellt zugleich auch eine vorläufige botanische Aufnahme eines solchen Biotops dar, der nach dem Aufbau des Wasserstufensystems von Gabčikovo – Nagymaros grundlegende Änderungen mitmacht.

Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

Der Donauabschnitt zwischen Stromkm 1669–1690 ist eines der meist besuchten Erholungsgebiete Ungarns. Die mit Laichkraut bewachsenen Stellen sind zum Teil im Hauptstrom, zum Teil in den kelinernen



Nebengewässern zu finden. Im Hauptstrom haben wir die Bühnenbuchten im Raum von Surány, Göd-felső, Sződliget, Vác sowie in Uferabschnitt bei der Verőcei-Insel untersucht (Abb. 1 Standorte 2–5; 7; 12.). Die aufgezählten Flächen liegen in der Zone der litoralen Region zwischen mittlerem und niedrigem Wasserstand in einer Länge von mehreren hundert Metern. Ihre Ausbreitung dem offenen Wasser zu beträgt infolge der Ufergestaltung von kleinem Abfallwinkel etwa 50–100 Meter. Zu ihren gemeinsamen Charakterzügen gehört ferner der bereits stabilisierte schlammige Grund, die langsame Wasserströmung und die geringere Wassertiefe. Diese letzteren beiden Faktoren sind von der Wasserführung der Donau abhängig veränderlich. So erreicht die durchschnittliche Wassertiefe der Uferzone bei mittelmäßigem Wasserstand der Donau 1 m, bei Überschwemmungen liegt dieser Wert um 3 m. Bei anhaltender Ebbe im Spätsommer nimmt die Wasserbedeckung um einige cm ab, die vom Flußbett weiter gelegenen Teile kommen aufs Trockene. Bei Flutwellen, insbesondere bei den Bühnen nimmt die Strömungsgeschwindigkeit vorübergehend zu.

Die Nebengewässer sind in Bereich der in Abb. 1 angeführten Inseln (Standorte 6; 8–11; 13–14.) zu finden. Betreffs ihrer Umweltsgegebenheiten sind sie Biotope ähnlichen Charakters. Ihre Größe ist nicht bedeutend. Die durchschnittliche Länge beträgt 1–1,5 km, ihre Breite 30–70 m. Sie haben meist ein steiles Ufer, das an Auwäldern grenzt. Auf dem sandigen Grund des Wassers liegt überall eine dicke Schlammschicht. Ihre Wassertiefe ist ähnlich der litoralen Zone des Hauptstromes stark schwankend (0 bis 3,5 m). Mit der Schwankung der Wasserfläche verändern sich auch die Strömungsverhältnisse. Zur Zeit der Flutwellen fließt die Donau über die Nebengewässer teilenden Querdämme, bei kleiner Abflußmenge wird die Verbindung mit dem Hauptstrom allmählich abgebrochen, die Strömung verlangsamt sich und hört schließlich auf. Es entstehen für stehende Gewässer charakteristische Zustände. An den untiefen Teilen nimmt die Wassertemperatur beträchtlich zu, erreicht in den Sommermonaten 24–26 °C. Die Zeitdauer der Periode mit stagnierendem Wasser hängt außer der Wasserführung der Donau in großem Maße auch noch vom Gra-

←
Abb. 1. Standorte der Laichkrautvegetation im Abschnitt des Donauarmes bei Vác, zwischen Stromkm 1669–1690

1. Vorlandgewässer bei der Insel von Göd	Stromkm 1669,5
2. Surány, Hauptstrom	Stromkm 1670,4
3. Surány, Hauptstrom	Stromkm 1672
4. Ober-Göd, Hauptstrom	Stromkm 1672,7
5. Sződliget, Hauptstrom	Stromkm 1673,5
6. Vác, Vorlandgewässer hinter der Schiffstation	Stromkm 1679
7. Vác, Hauptstrom bei der Révész-Insel	Stromkm 1679,5
8. Vorlandgewässer bei der Torda-Insel	Stromkm 1680,6
9. Vorlandgewässer bei der Buki-Insel	Stromkm 1682
10. Vorlandgewässer bei der Kompkötő-Insel	Stromkm 1683
11. Vorlandgewässer bei der Kőgeszteli-Insel	Stromkm 1686,3
12. Hauptstrom bei der Verőcei-Insel	Stromkm 1688
13. Vorlandgewässer bei der Verőcei-Insel	Stromkm 1688–89
14. Vorlandgewässer bei der Kismarosi-Insel	Stromkm 1690

de der Abschnürung des Nebenarmes ab. Die in fortschrittenerem Stadium der Abschnürung befindlichen Nebenarme sind eigentlich schon als tote Arme zu betrachten. Ihre tieferen Bettabschnitte – gewöhnlich oberhalb der Querdämme – sind die bedeutendsten laichkrautproduzierenden Stellen (bei den Buki-, Verőcei- und Kismarosi – Inseln).

Bei der Charakterisierung des untersuchten Gebietes können wir die Gestaltung der wasserschemischen Faktoren nicht außer acht lassen. Aus den diesbezüglichen reichen literarischen Angaben möchte ich das tendenziöse Anwachsen des Ammonium-Ions, der einen Stickstoffquelle der Pflanzen hervorheben, aufgrund der Analyse der bei Göd (Stromkm 1669) geschöpften Wasserproben. Den größten NH_4^+ – Wert fanden wir im Jahre 1964 mit 1,5 mg/l, im Jahre 1974 mit 4,8 mg/l (D v i h a l l y 1976 – 77). Diese vom Gesichtspunkt der Wassergüte ungünstige Änderung wird auch von der ebenfalls ungünstigen Gestaltung des gelösten Sauerstoffes und des Sauerstoffverbrauches unterstützt (K o z m a 1974). Die chemischen Untersuchungen der Nebenarme zeigten bei anhaltend niedrigem Wasserstand große Salzkonzentrationswerte (D v i h a l l y – K o z m a 1964).

Beschreibung der Wasservegetation

In den Nebenarmsystemen der Donau und in den abgeschnürten toten Armen mit ihren reichen Gebieten (Kleine Schütt, Umgebung von Baja) verglichen, tritt die Laichkrautvegetation der untersuchten Donau-Strecke mit ihrer Unausgeglichenheit hervor. Dies ist auch verständlich, da es sich um neu entstandene, der Wasserführung ausgesetzte Standorte handelt, wo die einander folgenden Änderungen von Flut und Ebbe die Deckungsrate, die Zusammensetzung und die Vegetationszeit der Bestände beeinflussen. Die launenhaften Lebensbedingungen werden auch von der Verteilung nach ökologischer Gruppierung der vorkommenden Hydro- und Helophytontaxa gut widerspiegelt.

I₁ Die submersen Schwebepflanzen:

Cladophora sp. *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Lemna trisulca*

I₂ Die submersen wurzelnden Pflanzen:

Batrachium trichophyllum, *Myriophyllum spicatum*, *Alisma gramineum*, *Butomus umbellatus* var. *vallisneriifolia*, *Anacharis canadensis*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton pusillus*, *Najas marina*

II₁ Die schwimmblätrigen Schwebepflanzen:

Lemna minor, *Spirodela polyrrhiza*

II₂ Die schwimmblätrigen wurzelnden Pflanzen:

Trapa natans, *Polygonum amphibium* f. *aquaticum*

III. Hoch über das Wasser emporragende Pflanzen:

Alisma plantago-aquatica, *Alisma gramineum*, *Butomus umbellatus*, *Carex gracilis*

IV. Die wasserliebenden Pflanzen:

Häufigere Arten: *Ranunculus sceleratus*, *Limosella aquatica*, *Rorippa amphibia*, *R. silvestris*, *Rumex crispus*, *Polygonum lapathifolium*, *Polygonum mite*, *Salix triandra*, *Cyperus fuscus*, *Eleocharis acicularis*, *Agrostis alba*, *Echinocloa crus-galli* usw.

(*Alisma gramineum* kommt in zwei Gruppen vor, da der Standort von der Wassertiefe abhängig verschiedene ökologische Anpassungsfähigkeiten zeigt.)

Aus der ökologischen Gruppierung geht hervor, daß die sich dem instabilen Wassermilieu am besten anpassenden submersen wurzelnden Pflanzen (I_2), mit insgesamt 11 Taxa vorherrschen. Viel geringer ist die Zahl der sich unter für stehende Gewässer charakteristischen Umständen rasch vermehrenden, jedoch der abtreibenden Wirkung schutzlos ausgelieferten submersen Schwebepflanzen (I_1), insgesamt 4 Taxa. Die Wasserbewegungen begünstigen auch nicht eine größere Raumbewinnung für die schwimblättrigen Laichkrautgewächse. In den beiden Gruppen (II_1 , II_2) sind bloß 4 Taxa anzutreffen. Infolge des wechselnden Wasserniveaus vertreten bloß 4 Taxa die Gruppe der über das Wasser emporragenden Pflanzen. Viel reicher ist die floristische Zusammensetzung der auch in der Laichkrautvegetation vorkommenden Pflanzen der Uferregion (IV). Diese letzteren sind sehr charakteristisch in den mit der Abnahme der Wasseroberfläche ans Trockene gelangten Uferregionen.

In den zöologischen auswertbaren Laichkrautbeständen haben wir botanische Aufnahmen durchgeführt. Die quantitative Schätzung erfolgte aufgrund der A—D Skale nach Braun—Blanquet an 10 und 25 m² grossen Probestellen. Die kurze Charakterisierung der Assoziationen ist wie folgt:

Die Wasserschwebegesellschaften

Lemno—Spirodeletum W. Koch 54. Müller et Görs 60 (Tab. I, Aufnahme 1—5).

Diese Assoziation kommt nur in einigen Nebenarmen (bei den Verőcei-Kőgeszteli- und Kismarosi—Inseln) in fleineren Flecken vor. Ihre Bestände erscheinen gewöhnlich am Ende des Sommers, in 10—40 cm Wassertiefe, an Stellen, die vor Wind und Wellenschlag geschützt sind: um den ins Wasser gestürzten Weiden des Inundationsgebietes, zwischen Steinfüllungen der Querdämme. Dominante Art ist: *Spirodela polyrrhiza* mit großen A—D Werten. Die submerse Schicht bildet mit mittelmäßigem Deckungswert *Ceratophyllum demersum*.

Ceratophylletum submersi (Soó 28) Den Hartog et Segal 64, V. et I. Kárpáti 67 (Tab. I, Aufnahme 6—15).

In Ungarn ist diese Gesellschaft von den stark angeschlammten Teilen des Kleinen Balaton bekannt (V. Kárpáti 1968). Ihre von uns beobachteten Bestände sind in den untiefen Flächen der Nebenarme auf schwarzem, fädigem Schlamm zu finden. Nach Ausbildung der für die

III Hoch über das Wasser emporragende Pflanzen												
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1)
<i>Alisma gramineum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Butomus umbellatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+

Akzidentale (nur in einer Aufnahme vorkommende) Arten: IV *Limosella aquatica* 10: (+); IV *Eleocharis acicularis* 10:(+);

IV *Cyperus fuscus* 10:(1)

Ort und Zeitpunkt der Aufnahmen:

Ort und Zeitpunkt der Aufnahmen:	Aufnahmenfläche:
1-3. Vorlandgewässer bei der Kismarosi-Insel (Stromkm 1690), unterhalb des Querdammes	25. 09. 1975. 5×5 m
4-5. Vorlandgewässer bei der Kismarosi-Insel (Stromkm 1690), oberhalb des Querdammes	25. 09. 1975. 5×5 m
6-10. Vorlandgewässer bei der Kismarosi-Insel (Stromkm 1690), unterhalb des Querdammes	11. 09. 1976. 10×2,5 m
11-13. Vorlandgewässer bei der Kompkötő-Insel (Stromkm 1683), unterhalb des Querdammes	11. 10. 1976. 5×5 m
14-15. Vorlandgewässer bei der Insel von Gőd (Stromkm 1669,5) oberhalb des Querdammes	09. 09. 1974. 5×2 m

Tabelle II

Die wurzelnde Wasserpflanzengesellschaft
Myriophyllo-Potamoetum S o ö 34
 nach den Sennikowschen ökologischen Lebensformkategorien

Aufnahme Nr. Deckungsprozent Wassertiefe/cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	A-D K		
	40	70 150	90 120	70 130	70 120	80 100	60 60	70 100	90 210	100 190	100 200	100 165	80 40	50 55	30 40	75 10-30			
I ₁ Die submersen Schwebepflanzen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Cladophora</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	A	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	-	-	-	-	-	I	-	-	-	-	-	(+)	-	-	-	-	1(2)	-	I
I ₂ Die submersen wurzeln Pflanzen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	-	-	-	-	(+)	+	-	-	-	-	-	(+)	4-5	3-4	3	4	+ -5	III	
<i>Anacharis canadensis</i> . . .	-	-	-	-	(+)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	I	
<i>Potamogeton perfoliatus</i> . . .	3	3-4	4-5	4	3-4	4-5	3-4	4	-	1	+ -1	-	-	+	-	-	+ -5	IV	
<i>Potamogeton crispus</i>	-	1	+	-	-	1	-	-	4-5	5	5	-	-	-	-	-	+ -5	III	

stehenden Gewässer charakteristischen Umstände in Sommer entwickeln sie sich rasch und wenn sie von Flutwellen nicht gestört werden, hält ihre Vegetationszeit bis Mitte Oktober an. Die untere Grenze ihrer Verbreitung ist die Wassertiefe von 40 cm, sie werden aber oft nur von einer einige cm hohen Wasserschicht bedeckt. Eine artenarme Assoziation, außer der namensgebenden Art ist nur das Vorkommen von *Ceratophyllum demersum* und *Najas marina* von Belang. Ihre Bestände bei der Kompkötő-Insel (Tab. I, Aufnahme 11–13) zeigen infolge der Dominanz dieser beiden letzteren Arten eine Ähnlichkeit zu der aus den eutrophen Gewässern Rumäniens beschriebenen *Najadeto-Ceratophylletum* (Pop 1962). *Ceratophyllum demersum* erlangt die dominierende Rolle auch in den bahnbrechenden Anpflanzungen des Nebenarmes bei der Insel von Göd (Tab. I, Aufnahme 14–15).

Die wurzelnden Wasserpflanzengesellschaften
Myriophyllo-Potametum S o ó 34

Ist für die tieferen Nebengewässern der Donau bei Vác charakteristisch. Ihre konstanten Arten sind: *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton crispus*. Die schönsten Bestände der Assoziation haben sich im toten Arm bei der Buki-Insel entwickelt. An diesem Standort können bei höherem Wasserstand, von der Wassertiefe abhängig drei Subassoziationen auseinandergehalten werden:

– *potametosum crispi*, bildet im tiefsten Flußbetteil (180–210 cm) den Frühjahrsaspekt der Laichkrautvegetation. In ihren dichten geschlossenen Beständen lebt fast ausschließlich nur die namensgebende Art (Tab. II, Aufnahme 9–12).

– *potametosum perfoliati*, wächst sich der vorangehenden Subassoziation anschließend in geringerer Wassertiefe (100–150 cm). An Arten reichere Assoziation (Tab. II, Aufnahme 1–8).

– *myriophylletosum spicati*, zwischen den Steinfüllungen des Querdammes, im untieferen Wasser (30–50 cm). Die charakteristische Art dieser Subassoziation ist *Myriophyllum spicatum* (Tab. II, Aufnahme 13–16).

In Jahren mit niedriger Wasserführung nimmt der Deckungsgrad von *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton crispus* ab, es vermehren sich lokal andere Arten, wie z.B. *Najas marina*, *Potamogeton pectinatus* (bei der Buki-Insel), *Alisma gramineum*, *Potamogeton pusillus* (bei der Verőcei-Insel).

Trapaetum natantis Müller et G ö r s 1960, V. K á r p á t i 1963.

Eine der bedeutendsten Assoziationen der nährstoffreichen Gewässer. Ist entlang der ungarischen Donaustrecke, insbesondere in den südlich von Soroksár gelegenen toten Armen verbreitet. Das einzige Vorkommen im Untersuchungsgebiet ist das Wasser des Nebenarmes von Kismaros, oberhalb des Querdammes. Dieser Teil des Nebenarmes hat sich vom

Hauptstrom schon völlig abgeschnürt und ist von einem Auwald unnommener, geschützter Biotop. Mit dem Hauptstrom kommt dieser Arm nur bei größeren Überschwemmungen in Verbindung. Die namengebende Art der Assoziation ist *Trapa natans*, das Flußbett bildet an dem etwa 200 × 30 m großen tieferen (100–150 cm) Teil des Flußbettes einen zusammenhängenden Teppich. In ihren ufernahen Beständen erscheinen mehrere Arten. Aufnahme am Uferstrand: *Trapa natans* 3, *Spirodela polyrrhiza* 4, *Potamogeton pectinatus* 3, *Ceratophyllum submersum* +, *Myriophyllum spicatum* +, *Lemna trisulca* +, *Lemna minor* +, *Rumex crispus* (+), *Lythrum salicaria* (+).

(3. August 1977. Wassertiefe: 20–40 cm. Aufnahmefläche: 5 × 5 m). Es kommt in warmen, trockenen Sommern, bei anhaltend niedrigem Wasserstand der Donau vor, daß ihr Standort völlig austrocknet (z.B. im Jahre 1976). In diesem Falle ist die feuchte, sapropele Schicht des Grundes von der kleinblättrigen Schlammform des Wassernußes mit dichten Blattrosetten (*Trapa natans* L.f. *walteri* Soó) bedeckt.

Polygonetum natantis polygonetosum amphibii Soó 64

Die Bedeutung dieser Art ist in der untersuchten Flußstrecke gering. Kann bloß in stark aufgefüllten unteren Drittel des toten Armes bei der Buki-Insel festgestellt werden, nach anhaltenderen Überschwemmungen im Sommer (z.B. 1975). Zu solchen Zeiten ist das Untiefe (20–25 cm) Wasser zwischen den Buschweiden vom dichten, homogenen Bestand der Art *Polygonum amphibium* f. *aquaticum* bewachsen. In Jahren mit niedriger Wasserführung kann die terrestrische Form angetroffen werden (*Polygonum amphibium* f. *terrestris*).

Potamogeton pectinatus-Butomus umbellatus var. *vallisneriifolia*-Bestände

Solche Bestände werden von zahlreichen ausländischen Autoren erwähnt (Vollrath 1965, Hilbig 1971, Krausch H. D. 1976) von stark verunreinigten Strecken der kleineren Flüsse.

Die Ansiedlung dieser Bestände in den Buhnenbuchten der Donau und an ihren Uferabschnitten mit Sandbänken weist ebenfalls darauf hin, daß sie einerseits die infolge der zuwachsenden Wasserverunreinigung auf den sich anschwemmenden Uferregionen angereicherte Nährstoffbasis gut verwertet, andererseits die mäßige Strömung gut verträgt. Im Gegensatz zu den westeuropäischen Beständen, wo *Potamogeton pectinatus* sich mit *Sparganium emersum* var. *longissimum* assoziiert, tritt die Art im Donauarm bei Vác in der Gesellschaft der submersen Form der Schwanenblume (*Butomus umbellatus* var. *vallisneriifolia*) auf. Diese Form der Schwanenblume ist auch auf dem Dnepr sehr verbreitet (Zerov 1976).

Die Bestände entwickeln sich in 20–160 cm Wassertiefe, nur an Schlammböden, in Form eines runden oder zusammenfließenden längeren Streifens. Die synthetische Liste der Aufnahmen ist die folgende:

<i>Potamogeton pectinatus</i>	A-D	K ₁₅
<i>Butomus umbellatus</i> var. <i>vallisneriifolia</i>	3-5	V
<i>Cladophora</i> sp.	+ - 3	IV
<i>Alisma gramineum</i>	+ - 2	I
	+	A

Bedeckung: 25–100%; Aufnahmeffläche: 5×5 m; Stelle und Zeit der Aufnahmen: die Bühnenbuchten von Surány (Stromkm 1670,4; 1672), „Ober-Göd“ (Stromkm 1672,7), Szödliget (Stromkm 1673,5), Vác (Stromkm 1679,5), 19–20. Aug. 1974; Hauptstrom bei der Verőcei-Insel (Stromkm 1688), 20. Aug. 1975.

Die Bestände erreichen ihre maximale Entwicklung zur Zeit des mittleren Wasserstandes im Sommer (Juli, Anfang August). Ende des Sommers zieht sich das Wasser von den Standorten oft zurück. Zu solcher Zeit treten die braunen Flecke der vertrockneten Bestände von *Potamogeton pectinatus* ins Auge. Zur terrestrischen Form umgestaltete Individuen von *Butomus umbellatus* var. *vallisneriifolia* leben in der Ufer-Sumpfvvegetation weiter.

Wirkung der Wasserstandsänderung auf die Ausbildung der Makrovegetation

In Gewässern mit wechselnder Wasserhöhe und daraus folgend von wechselnder Vegetation sind die Beobachtungen in den ständigen Flächen besonders bedeutend.

Im toten Arm der Buki-Insel (Abb. 1, Standort 9) haben wir drei Jahre hindurch die Gestaltung der Deckung, der Zusammensetzung und der Vegetationszeit der *Myriophyllo-Potametum*-Gesellschaft von der jährlichen Wasserhöhenschwankung abhängig untersucht. Die Untersuchungen wurden im mittleren Abschnitt des toten Armes mit etwa 400×80 m ständiger Wasserbedeckung durchgeführt. Die ständige Wasserbedeckung wird durch den auf die Anregung der Sportangler errichteten sog. unteren Erddamm durch Zurückhaltung der Wassermenge gesichert. Der Wasseranschub erfolgt vom Hauptstrom bei einem höher als mittelmäßigen Wasserstand durch den Durchlaß des Erddammes, bei hohem Wasserstand durch Zufluß in der ganzen Länge des Erddammes. Dies tritt bei einem 410 cm übertreffenden Wasserstand bei Vác ein.

Die Wasserführung der Untersuchungsjahre veranschaulicht – die Vegetationszeit der Laichvegetation in Betracht genommen – Abb. 2. Die Laichkrautdeckung haben wir zur Zeit der maximalen Entwicklung der Wasservegetation mit Angabe der charakteristischen Arten in einer skizzenhaften Karte festgelegt (Abb. 3). Gleichzeitig wurde auch die Temperatur des Wassers gemessen.

Vergleichen wir die drei Vegetationsjahre miteinander, so läßt sich feststellen, daß sich der größte Laichkrautbestand von 70% igem Deckungsgrad im Frühjahr 1975 ausgebildet hat. Dies steht mit dem höheren Wasser-

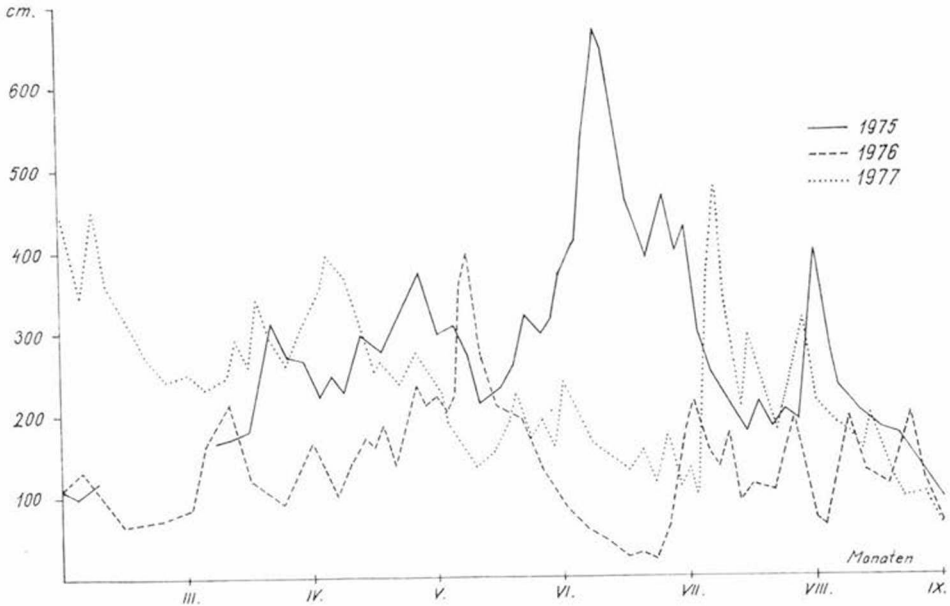


Abb. 2. Wasserstand bei dem Pegel von Vác (Stromkm 1679)

stand im April, Mai und mit der frühzeitigen Aufwärmung des toten Armes im Zusammenhang. Am 17. Mai war die Temperatur des Wassers nahe der Oberfläche 24 °C. Die vorherrschende Art der Bestände ist in dem tieferen, 180–210 cm tiefen Wasser *Potamogeton crispus*, bei einer Wassertiefe von 100–160 cm hingegen *Potamogeton perfoliatus*. Der Vegetationszyklus beider Arten hat sich innerhalb einer sehr kurzen Periode abgespielt. Das Zurückziehen der Art *Potamogeton crispus* begann nach der Frucht reife, Ende Mai, die Vegetationszeit von *Potamogeton perfoliatus* wurde hingegen von der in der zweiten Hälfte des Monats Juni einsetzenden Überschwemmung kürzer gemacht. Infolge des anhaltend hohen Wasserstandes blieb der Wasserspiegel in den Sommermonaten frei vom Laichkraut.

Die Wasserführung des Jahres 1976 wich wesentlich von dem des vorangegangenen Jahres ab. Dem niedrigen Wasserstand in Frühjahr folgte eine bis zum Ende des Sommers anhaltende Ebbe. Die Bedeutung der Laichkrautvegetation blieb in diesem Jahre weit hinter der des Jahres 1975. Die Laichkrautvegetation in Frühjahr haben bloß einige kleinere Flecken der Art *Potamogeton crispus* vertreten. Im Laufe des Sommers war die Gesamtdeckung des sich in der Nähe des Erddammes entwickelnden Bestandes gleichfalls gering. Die dominante Art des untiefen, 10–25 cm hohen, sich stark erwärmenden (am 26. Juli 26 °C) litoralen Wassers war *Najas marina*. Fadenweise ist auch *Potamogeton pectinatus* sowie die für die untiefen Gewässer charakteristische Form von *Potamogeton perfoliatus*

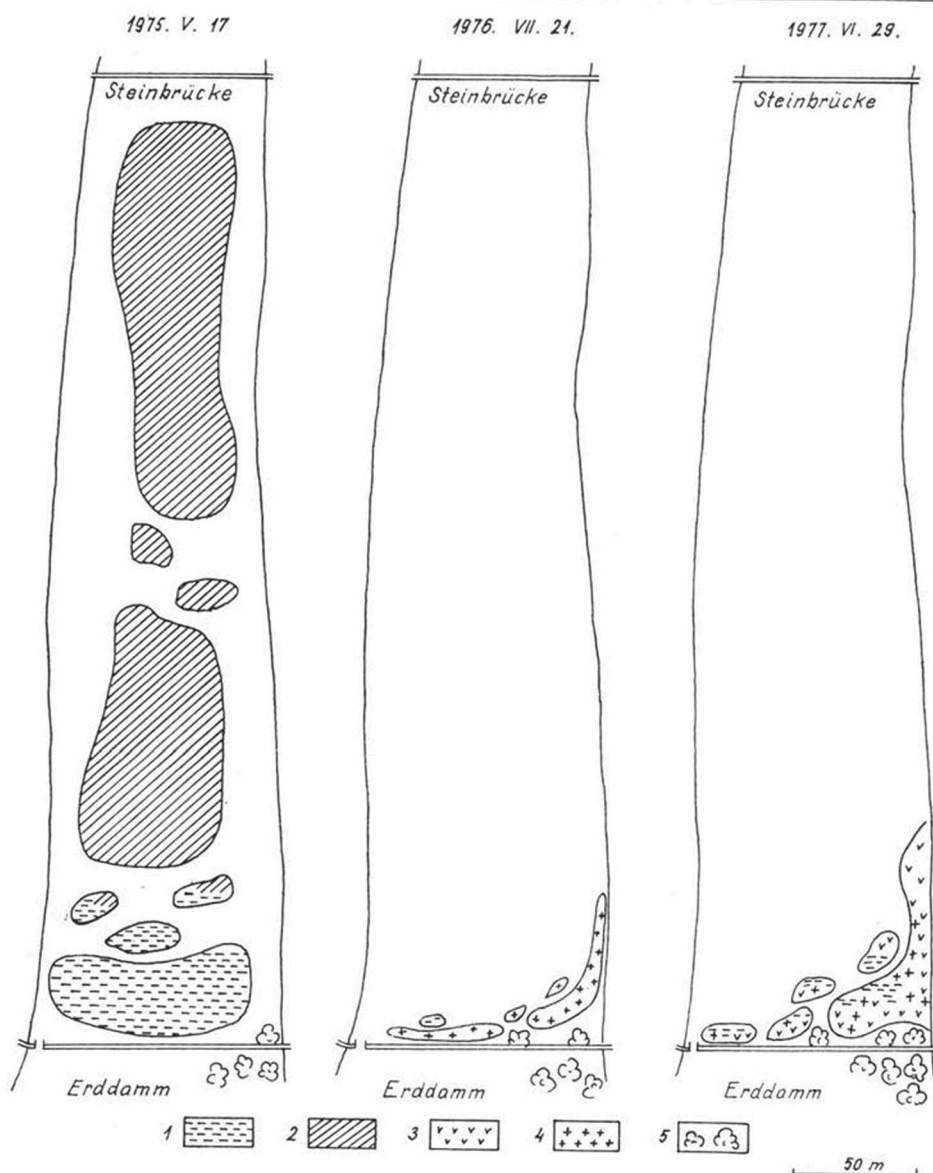


Abb. 3. Skizze der Laichkrautdeckung in Jahre 1975–76 and der Probefläche im toten Arm der Buki-Insel. 1 *Potamogeton perfoliatus*, 2 *P. crispus*, 3 *P. pectinatus*, 4 *Najas marina*, 5 *Salix triandra*

(kurze, sich kaum abzweigende Triebe, winzige Blätter) vorgekommen. Die Lebensfunktion der Bestände war von keiner Flutwelle gestört, so begann ihr Abbau erst Mitte September. In diesem Jahr hat der lang anhaltende niedrige Wasserstand die Verbreitung der Ufervegetation (*Rorip-*

pa amphibia, *Rumex crispus*, *Polygonum lapathifolium* *Salix triandra*, *Carex gracilis* usw.) begünstigt.

Im Frühjahr 1977 war zwar der Wasserstand wieder höher, die Entwicklung der Laichkrautvegetation wurde infolge der ungünstigen klimatischen Verhältnisse, durch das sehr kalte und regnerische Frühjahr verzögert. Die Erwärmung des Wassers des toten Armes hat erst Ende Mai eingesetzt, weshalb die Massenvegetation der frühen Arten (*Potamogeton crispus*, *P. perfoliatus*) ausgeblieben ist. Die sich im Laufe des Sommers entwickelnden Bestände sind dem Jahr 1976 ähnlich in der Uferregion zu finden. Die Gesamtdeckung ist im Vergleich zu dem vorangegangenen Jahr wesentlich nicht gestiegen, jedoch zeigen sich in der Verteilung der charakteristischen Arten Unterschiede. Die sich im Wasser von niedrigerer Temperatur (am 29. Juni 22 °C) langsamer entwickelnde Art *Najas marina* wurde von der mit ihren verzweigenden Stengelsprossen rasch entwickelnden Art *Potamogeton pectinatus* zurückgedrängt, stellenweise ist auch das Wachsen von *Potamogeton perfoliatus* kräftiger geworden. Diese letztere war von der etwas größeren Wassertiefe von 30–65 cm begünstigt. Die Beendigung der Vegetationsperiode hat das in diesem Jahr plötzliche Hochwasser Anfang August verursacht.

Zusammenfassung

In der Donau bei Vác, zwischen den Stromkm 1669–1690 kann in den Bühnenbuchten und Uferregionen mit Sandbanken sowie in den sich vom Hauptstrom allmählich abschnürenden Nebengewässern in den letzteren Jahren ein Zuwachs der Laichkrautvegetation beobachtet werden.

Die Ansiedlung der Laichkrautvegetation wurde durch die Strömung verlangsamende und die anschlammende Wirkung der errichteten Kunstbauten ermöglicht, ihre Verbreitung wird aller Wahrscheinlichkeit nach die Intensivierung der Wasserverunreinigung begünstigen. Aufgrund der zöologischen Aufnahmen bildet in der litoralen Zone des Hauptstromes *Potamogeton pectinatus* größere Bestände. Die bedeutendste Assoziation der Nebengewässer ist *Myriophyllo-Potametum*, jedoch beachten swert ist auch das Vorkommen der stark anschlammende Gewässer liebenden *Ceratophylletum submersi* und *Trapaetum natantis*. Laut der ökologischen Analyse dominieren in der Laichkrautvegetation die sich an die launenhaften Lebensbedingungen (wechselndes Wasserniveau, Zustände von stehenden und fließenden Gewässern usw.) am meisten anpassenden submersen, wurzelnden Arten. Den Reichtum der Standorte an Nährstoffen zeigen allgemein die bekanntesten Indikatorarten an: *Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Spirodela polyrrhiza*.

Die Entwicklung der Laichkrautvegetation wird – neben den klimatischen Verhältnissen – in entscheidender Weise von der Wasserführung der Donau bestimmt. Der Deckungsgrad der Bestände ist in den Perioden von tieferen Gewässern am größten, in den Nebenarmen gewöhnlich im

Frühjahr, im Hauptstrom im Sommer in der Periode mit mittelmäßigem Wasserstand. Der Vegetationszyklus geht infolge der raschen Änderungen des Wasserstandes innerhalb einer kurzen Periode (1,5–2 Monate) ab.

Die Laichkrautbestände beschleunigen mit dem durch ihren Abbau entstandenen Detritus sowie der Zurückhaltung des Sediments den Prozeß der Auffüllung. Die Ufervegetation bewächst allmählich die untiefer gewordenen Gewässer, infolgedessen nimmt die Verbindung dieser mit dem Fluß stets ab. Dies berührt von praktischen Gesichtspunkt nachteilig auch die Sport- und Erholungsmöglichkeiten in Donauarm bei Vác.

SCHRIFTTUM

- Dvihalý, Zs. T. 1976–77. Die Änderung der chemischen Verhältnisse des Donauwassers zwischen 1964–1974. (Danubialia Hungarica LXXXIV) Ann. Univ. Sci. Budapest, Biol. **18–19**: 29–33.
- Dvihalý, Zs. T. – Kozma, E. V. 1964. Jahresuntersuchung der chemischen Milieufaktoren des Donauwassers im Bereich der Ungarischen Donauforschungsstation Alsógöd (Danubialia Hungarica XXI). Arch. Hydrobiol. Suppl. Donauforschung XXVII: 365–380.
- Hilbig, W. 1971. Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. Hercynia N. F. Leipzig, **1**: 4–33.
- Kárpáti, I. – Pécsi, M. – Varga, Gy. 1962. A vegetáció és az ártéri színtek képesolata a Dunakanyarban (Zusammenhänge der Vegetation mit der Entwicklung der Inundationschichten in der Donauliege). Bot. Közlem. **49**: 229–308.
- Kárpáti, V. 1963. Die zöologische und ökologische Verhältnisse der Wasservegetation des Donau-Überschwemmungsraumes in Ungarn. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. **9**: 323–385.
- Kárpáti, V. – Kárpáti, I. 1968. A balatoni hínárvegetáció szukcessziós viszonyai (Die Sukzessionsverhältnisse der Laichkrautvegetation des Plattensees). Bot. Közlem. **55**: 51–57.
- Kozma, E. V. 1974. Über gelösten Kohlendioxydgehalt des Donauwassers (Danubialia Hungarica LXIX). Ann. Univ. Sci. Budapest **16**: 45–51.
- Krausch, H. D. 1976. Die Makrophyten der mittleren Saale und ihre Biomasse. Limnologica **10**: 57–72.
- Pop, I. 1962. Vegetatia acvatica si palustrade la Salonta (Reg. Crisana) (Wasser- und Sumpfpflanzen bei Salonta). Studii si cercet, biol. (Cluj) **13**: 191–216.
- Szóó, R. 1928. Adatok a Balatonvidék flórájának és vegetációjának ismeretéhez I. (Beiträge zur Kenntnis der Flora des Balatongebiets. I.) Magyar Biol. Kut. Munk. **2**: 132–136.
- Sennikow, A. P. 1953. A növények ökológiája (Die Ökologie der Pflanzen). Budapest, 456 p.
- Tibay, S. 1957. A Vác–Budapest közötti Dunaszakas szabályozásának tapasztalatai (Erfahrungen der Regulierung des Donauabschnittes zwischen Vác–Budapest). KÖVIZIG IV. Folyamszakaszméternökség (Manuskript).
- Tóth, L. 1972. A Balaton hínárosodásának jelenlegi állapotáról (Über den gegenwärtigen Zustand der Zunahme der Laichkrautvegetation des Balaton). Vízminőségi és Víztechnológiai Kut. Eredm. **2**: 16–22.
- Tóry, K. 1952. A Duna és szabályozása (Die Donau und ihre Regulierung). Budapest, 454 p.
- Vízgazdálkodási és Tudományos Kutató Intézet. 1970. (Ed.) Vízrajzi Atlasz (Hydrographischer Atlas). 11. Serie. Donau 2.
- Vollrath, H. 1965. Das Vegetationsgefüge der Itzaue als Ausdruck hydrologischen und sedimentologischen Geschehens. Bayer. Landesstelle f. Gewässerkde. München, 152 p.
- Zerov, K. K. Formirovanie rastitelnosti z sarastanie wodochranilischsch dneprrowskovo kaskada. Kiew "Naukova dumka" 140 p.