©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 16: 105–116. Göttingen 1996.

Zur Ökologie des Trapetum natantis und des Nymphoidetum peltatae in Polen

– Stanislaw Kłosowski, Henryk Tomaszewicz –

Zusammenfassung

In einer pflanzensoziologischen und standörtlichen Analyse des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae* in Polen wird nachgewiesen, daß im Gegensatz zum weit verbreiteten *Nupharo-Nymphaeetum albae* die Phytozönosen des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae* an spezifischere Standorte gebunden sind.

Das *Trapetum natantis* findet sein Entwicklungsoptimum in seichten Gewässern, die sich im Vergleich zu zwei anderen Gesellschaften durch die niedrigste Konzentration an NH_4-N und Mg und die niedrigste Karbonathärte auszeichnen und am reichsten an gelöster organischen Substanz, Gesamt-Fe, K und reich an PO_4-P sind. Seine Bodensubstrate sind saurer, am ärmsten an Ca, am reichsten an PO_4-P und Gesamt-Fe und reich an NO_3-N.

Das *Nymphoidetum peltatae* entwickelt sich an Wasserstandorten, die an NO_3-N, Na, Cl und NH_4-N am reichsten und an Ca und gelöstem SiO_2 am ärmsten sind und die niedrigste Gesamthärte aufweisen. Seine Bodensubstrate sind am ärmsten an SO_4, Gesamt-Fe, am reichsten an NO_3-N und relativ reich an PO_4-P.

Das *Nupharo-Nymphaeetum albae* hat sein Entwicklungsoptimum in Gewässern, die im Vergleich zu den Standorten des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae* ärmer an Na, Cl, PO_4-P, K, Gesamt-Fe und gelöster organischer Substanz sind, die aber gleichzeitig größere Wassertiefe, höhere Gesamthärte und höhere Anteile an Mg, gelöstem SiO_2 und Ca aufweisen. Die Bodensubstrate des *Nupharo-Nymphaeetum albae* erwiesen sich als ärmer an PO_4-P und NO_3-N, aber reicher an Ca, Mg, Cl, Gesamt-N, Na, gelöstem SiO_2 und an verschiedenen Formen organischer Substanz. Außerdem weisen sie den höchsten Wassergehalt auf.

Die durchgeführten Untersuchungen haben bestätigt, daß alle drei verglichenen Gesellschaften auch in standörtlicher Hinsicht völlig eigenständige Syntaxa im Range von Assoziationen darstellen.

Abstract: Ecology of the Trapetum natantis and Nymphoidetum peltatae in Poland

A comparative analysis of the habitats of the *Trapetum natantis* and *Nymphoidetum peltatae* within Poland was conducted. Based on phytosociological data, and the physical and chemical properties of water and substrate in the phytocoenoses analysed, it is demonstrated that the associations studied are associated with more specific habitats than is the *Nupharo-Nymphaeetum albae*.

The *Trapetum natantis* attains its developmental optimum in shallow waters markedly poor in NH_4-N and Mg, and with very low carbonate hardness. In addition it grows in waters mostly rich in total Fe, K, PO_4-P and dissolved organic matter. The *Trapetum* develops on acidic substrates poor in Ca but rich in NO_3-N, total Fe and PO_4-P.

The *Nymphoidetum peltatae* is found in waters with very low total hardness, which are rich in NO_3-N, Na, Cl and NH_4 and NH_4-N and poor in Ca and dissolved SiO_2. The substrates inhabited are markedly poor in SO_4 and total Fe, and relatively rich in NO_3-N and PO_4-P.

The *Nupharo-Nymphaeetum albae* reaches its optimum development in deeper and harder waters which are richer in Mg, dissolved SIO_2 and Ca, and poorer in Na, Cl, PO_4-P, K, total Fe and dissolved organic matter, as compared to *Trapetum natantis* and *Nymphoidetum peltatae*. The substrates inhabited by the *Nupharo-Nymphaeetum albae* are more highly hydrated and poor in PO_4-P and NO_3-N. On the other hand, they are rich in Ca, Mg, Cl, total N, Na, dissolved SiO_2 and various forms of organic matter.

This ecological study confirms the phytosociological data indicating that the three communities investigated are distinct syntaxa.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Einleitung

Das *Trapetum natantis* Müller et Görs 1960 und das *Nymphoidetum peltatae* (All. 1922) Oberd. et Müller 1960 gehören in Polen zu den seltenen und stark gefährdeten Wasserpflanzen-Gesellschaften. Noch vor einigen Jahrzehnten waren *Trapetum natantis*-Bestände in Südpolen in den Flußtälern von Oder, Weichsel und San weit verbreitet (PIÓRECKI 1975, 1980). Gegenwärtig kommen sie nur noch in einigen Fischteichen an der oberen Oder und im oberen Lauf der Weichsel vor (KŁOSOWSKI im Druck). Auch die Standorte des *Nymphoidetum peltatae* sind stark zurückgegangen. Dies gilt vor allem für das Gebiet der mittleren und unteren Weichsel. Die meisten Daten über die Verbreitung von *Nymphoides peltata* (Gmel.) O. Kuntze und ihrer Bestände in diesem Gebiet (KORDAKOW 1970, 1971) sind nicht mehr aktuell. Gut ausgebildete, großflächige *Nymphoidetum peltatae*-Bestände finden sich noch im Drużno-See in der Nähe von Elbląg und in den Fischteichen im Tal der oberen Weichsel.

Der rapide Rückgang des *Trapetum natantis* und der *Nymphoidetum peltatae* wird nicht nur in Polen, sondern auch in anderen Ländern in Europa beobachtet (HEJNÝ & HUSÁK 1978, JORGA et al. 1982). Es scheint daher notwendig zu sein, möglichst viele ihrer Wuchsorte unter Naturschutz zu stellen und andere Maßnahmen für die Erhaltung dieser Gesellschaften zu treffen. Um ein sinnvolles Schutzkonzept zu entwickeln, muß man die standörtlichen Bedingungen der erwähnten Pflanzengesellschaften gut erkennen.

Bislang wurden diese Gesellschaften in Polen hauptsächlich in bezug auf ihre Artenzusammensetzung, Struktur, Verteilung in Gewässern sowie auf ihre syntaxonomische Stellung und ihre Dynamik hin untersucht (*Trapetum natantis*: DUBIEL 1973, PIÓRECKI 1975, 1980, TOMASZEWICZ 1979; *Nymphoidetum peltatae*: KORDAKOW 1970, 1971, PIÓRECKI 1975, 1980, KLUSZCZYŃSKA & SZMEJA 1979, TOMASZEWICZ 1979). Nur PIÓRECKI (1975, 1980) führte dabei wasser- und bodenchemische Daten an, jedoch lediglich für ausgewählte Standorte von *Trapa natans* L. Eingehendere ökologische Untersuchungen des *Trapetum natantis* werden erst in der letzten Zeit durchgeführt (KŁOSOWSKI im Druck).

Aus anderen Gebieten liegen Angaben über *Trapa natans* und *Nymphoides peltata* wie auch über ihre Bestände in viel größerer Zahl vor. Neben zahlreichen rein pflanzensoziologischen Studien (z.B. OBERDORFER 1957, KRAUSCH 1965, HILBIG 1971, HEJNÝ & HUSÁK 1978, CERNOHOUS & HUSÁK 1978, REICHHOFF 1978) sind die Arbeiten zu erwähnen, die unmittelbar auf die Beziehungen zwischen der Wasservegetation und ihrem Standort einhergehen (PIETSCH 1972, 1982, JORGA et al. 1982, DE LYON & ROELOFS 1986a, b, VAN DER VELDE et al. 1986, SMITS et al. 1988, VAN KATWIJK & ROELOFS 1988) oder neben den pflanzensoziologischen Angaben auch hydrochemische oder hydrochemisch-edaphische Daten der Standorte von *Trapa natans* und/oder *Nymphoides peltata* enthalten (KÁRPÁTI 1963, OTAHELOVÁ 1980, POTT 1980). Bei Durchsicht dieser Arbeiten zeigt es sich aber, daß eine synthetische, vergleichende, standörtliche Analyse der genannten Gesellschaften bisher noch nicht vorhanden ist. Eine solche Analyse, die ökologische Ansprüche des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae* zeigen würde, scheint auch deswegen von Bedeutung zu sein, weil die beiden Gesellschaften früher als eine Assoziation – *Trapo-Nymphoidetum* erfaßt wurden (OBERDORFER 1957) oder sogar als Variante oder Fazies zur Assoziation *Mariophyllo-Nupharetum* Koch 1926 (gegenwärtig *Nupharo-Nymphaeetum albae* TOMASZEWICZ 1977) gestellt wurden (z.B. PHILIPPI 1969, DUBIEL 1973).

Aus diesem Grund wurde als Ziel der vorliegenden Arbeit gesetzt, die standörtlichen Bedingungen des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae* in Polen unter Berücksichtigung sowohl der Wasser- als auch Bodeneigenschaften zu untersuchen und ihre Standorte mit denjenigen der am weitesten verbreiteten Schwimmblattassoziation – des *Nupharo-Nymphaeetum albae* – zu vergleichen.

Die vorliegende Arbeit bildet somit einen Beitrag zur Datensynthese über die Ökologie der Wasserpflanzen-Gesellschaften aus dem Verband *Nymphaeion* Oberd. 1957 in Polen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Untersuchungsgebiet, Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden zum Höhepunkt der Vegetationsperiode (Juli–August) in den Jahren 1992–1994 in den Einzugsgebieten der oberen Weichsel und der oberen Oder und im Drużno-See in der Nähe von Elbląg durchgeführt.

Insgesamt wurden 26 Bestände des *Trapetum natantis* aus 9 Teichen und 28 Bestände des *Nymphoidetum peltatae* (20 aus 7 Teichen und 8 aus dem Drużno-See) untersucht. Die ermittelten Daten wurden dann mit den früher in Polen gesammelten pflanzensoziologischen und standörtlichen Angaben über 43 Bestände des *Nupharo-Nymphaeetum albae* verglichen.

In jeder Phytozönose wurde eine pflanzensoziologische Aufnahme nach BRAUN-BLANQUET (1951) angefertigt, die Wassertiefe gemessen und eine Wasser- und Bodenprobe für physikalisch-chemische Analysen entnommen. Die Wasserproben stammen aus einer für den jeweiligen Bestand mittleren Wassertiefe. Die Bodenproben wurden in jeder Phytozönose mit Hilfe eines Rohrbodenstechers mit Plexiglas-Spitze aus der Rhizom-Wurzel-Schicht eingesammelt. Eine Bodenprobe stellt die Mischung aus drei Entnahmen innerhalb des Bestandes dar. Die Wasser- und Bodenproben wurden unmittelbar ins Labor transportiert, im Kühlschrank bei 4 °C gelagert und desweiteren unverzüglich analysiert.

Bei den hydrochemischen Analysen wurden folgende Bestimmungen berücksichtigt: pH-Wert (digitales pH-Meter N-5122), Ammonium (kolorimetrisch mit Nesslers Reagenz), Nitrat (kolorimetrisch mit Phenoldisulfosäure), Oxydierbarkeit (als $KMnO_4$-Verbrauch in saurem Medium), Gesamt- und Karbonathärte (nach Warthy-Pfeifer), Chlorid (argentometrisch nach Mohr), gelöstes Silikat (kolorimetrisch mit Ammoniummolybdat), Gesamteisen (kolorimetrisch mit Rhodamid), Phosphat (kolorimetrisch mit Ammoniummolybdat und Zinnchlorid), Sulfat (nefelometrische Methode), Calcium, Natrium und Kalium (Flammenphotometer Flapho 4), Magnesium (Atomabsorptionsspektrometer AAS 1N), Wasserfarbe (Platin-Kobalt-Skala).

Unmittelbar in den Bodenproben wurden bestimmt: pH-Wert, Wassergehalt, Oxydierbarkeit und Gehalt an organischer Substanz. Andere Bestimmungen wurden durchgeführt nach Vorbehandlung der Proben durch Mineralisierung (Gesamtstickstoff), nach Ausführung saurer Extraktion mit HCl 1 + 1 (Gesamteisen, Calcium, Magnesium, Sulfat, Phosphat) und nach wäßriger Extraktion (Chlorid, Nitrat, gelöstes Silikat) durchgeführt. Natrium und Kalium wurden aus geglühtem Rückstand analysiert, nach der Bestimmung von Wassergehalt und Gehalt an organischer Substanz. Die Analysen der sauren und wäßrigen Extrakte sowie die Bestimmung von Natrium, Kalium, pH und der Oxydierbarkeit erfolgten nach den oben beschriebenen Methoden. Der Wassergehalt des Bodens wurde durch Trocknen der Proben bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz bestimmt, der Gehalt an organischer Substanz durch Glühen der getrockneten Proben bei 550 °C über 1,5 Stunden und der Gesamtstickstoff nach der Kjeldahl-Methode.

Die ermittelten Zahlenangaben wurden statistisch bearbeitet. Für jeden Bestandteil und Faktor im Wasser und im Boden der untersuchten Gesellschaften wurde ein Bereich angegeben und der Mittelwert errechnet. Die pH-Werte (logarithmische Skala) wurden für die statistische Auswertung umgerechnet auf spezifische Azidität nach WHERRY (1922). Im folgenden wurden die Bereiche und Mittelwerte der einzelnen Standorteigenschaften für Wasser und Boden getrennt verglichen. Die Signifikanz der Mittelwertsunterschiede wurde in Anlehnung an den Newman-Keuls-Test (ZAR 1984) festgestellt. Für den synthetischen Vergleich der Standorte der drei untersuchten Gesellschaften wurden die Merkmale standardisiert und die biometrische Methode der „Merkmalslinien" (MATUSZKIEWICZ 1974) angewandt.

Pflanzensoziologische Charakteristik der untersuchten Gesellschaften

Nach den durchgeführten pflanzensoziologischen Untersuchungen treten die genannten Gesellschaften meistens in Form von ausgedehnten, stark geschlossenen, ausgesprochen fazial ausgebildeten Beständen auf (Tab. 1).

In den Beständen des *Trapetum natantis* sind neben der vorherrschenden *Trapa natans* vor allem *Potamogetonetea*-Arten vertreten. Den größten Anteil haben hier *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Ceratophyllum demersum* L., *Utricularia vulgaris* L. (Stetigkeitsklasse II) und in einigen Ausbildungen auch *Potamogeton pectinatus* L. und *P. nitens* Weber. Unter den Begleitarten dominieren die *Lemnetea*-Arten (*Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleiden).

In den Beständen des *Nymphoidetum peltatae* werden dagegen von der Klasse *Potamogetonetea* Tx. et Preising 1942 hauptsächlich *Potamogeton lucens* L. und *Nuphar lutea* (Stetigkeitsklasse II) angetroffen. Unter den Begleitarten überwiegen, ähnlich wie beim *Trapetum natantis*, die *Lemnetea*-Arten (*Lemna minor* und *Spirodela polyrrhiza*: Stetigkeitsklasse IV) wie

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 1. Pflanzensoziologische Daten der untersuchten Assoziationen

Assoziation	TN	NP	NN
Zahl der Aufnahmen	26	28	43
Trapa natans	V3-5	.	I+
Nymphoides peltata	.	V5	.
Nuphar lutea	II+-2	II+	IV+-5
Nymphaea alba	I+	I+	III+-5
Ch. Potamogetonetea			
Ceratophyllum demersum	II+-1		I+
Utricularia vulgaris	II+-1	.	I+-1
Potamogeton pectinatus	I1-3	I+	.
Potamogeton nitens	I1-3	.	.
Potamogeton lucens	I2	II+-1	I+
Myriophyllum verticillatum	I+	I1	I+
Najas flexilis	I+	.	I+
Ranunculus circinatus		I+	I+
Myriophyllum spicatum		I+	.
Elodea canadensis			I+
Potamogeton perfoliatus			I+
Potamogeton compressus			I+
Begleiter			
Lemna minor	IV+-2	IV+-1	I+
Spirodela polyrrhiza	III+-2	IV+-1	I+-1
Lemna trisulca	I+	II+-2	I+
Sagittaria sagittifolia	I+	II+-1	.
Salvinia natans	I+	I1	I+
Glyceria maxima	I+	I+	.
Typha latifolia	I+	I+	I+
Acorus calamus	I+		.
Phragmites australis	I+	.	II+
Riccia fluitans	I+	.	.
Oenanthe aquatica		I+	.
Sparganium emersum		I+	.
Alisma plantago-aquatica		I+	.
Chara tomentosa			I1
Equisetum fluviatile			I+
Schoenoplectus lacustris			I+
Typha angustifolia			I+
Fontinalis antipyretica			I+
Carex rostrata			I+
Carex acutiformis			I+

TN - Trapetum natantis; NP - Nymphoidetum peltatae; Nupharo-Nymphaeetum albae; Stetigkeit: I,II...V; Abundance: +,1,2...5

auch *Lemna triscula* L.: Stetigkeitsklasse II). Auch *Sagittaria sagittifolia* L. ist hier vertreten. Obwohl die meisten untersuchten Bestände des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae* im selben Gebiet (Einzugsgebiet der oberen Weichsel), oft in benachbarten Teichen vorkommen, fehlt dennoch *Trapa natans* in den *Nymphoidetum peltatae*-Beständen, und *Nymphoides peltata* tritt in den *Trapetum natantis*-Beständen nicht auf. Am Aufbau der beiden Gesellschaften beteiligen sich dagegen stärker die Charakterarten der dritten untersuchten Assoziationen, des *Nupharo-Nymphaeetum albae* (hauptsächlich *Nuphar lutea*). Das *Nupharo-Nymphaeetum albae* unterscheidet sich von den beiden Assoziationen auch durch den geringeren Anteil der Pleustonarten und den größeren Artenreichtum.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Physikalisch-chemische Eigenschaften des Wassers und des Bodens

Die Wasserstandorte des *Trapetum natantis*, des *Nymphoidetum peltatae* und des *Nupharo-Nymphaeetum albae* wurden hinsichtlich der Mittelwerte und Amplituden von 17 Eigenschaften verglichen (Abb. 1, Tab. 2 und 3). Tabelle 2 enthält die Mittelwerte der analysierten Wassermerkmale für jede der drei untersuchten Gesellschaften und zeigt die signifikanten Unterschiede zwischen ihnen auf. In Abb. 1 werden die Wasserstandorte der untersuchten Gesellschaften auf der Grundlage aller analysierten Wasserparameter synthetisch verglichen. Die Vergleichbarkeit der Parameter ist durch Standardisierung gewährleistet. Im Diagramm sind die standardisierten Mittelwerte für jede Gesellschaft in einer Verbindungslinie dargestellt. Die senkrechte Linie durch den Nullpunkt der Skala teilt die Bereiche über und unter dem allgemeinen Mittelwert eines jeden Merkmals der 3 untersuchten Gesellschaften. Tabelle 3 zeigt die Amplituden der einzelnen Wassereigenschaften in jeder Gesellschaft.

Aus der Analyse der in Tab. 2 und Abb. 1 aufgeführten Daten geht hervor, daß das Wasser an den Standorten der drei untersuchten Gesellschaften sehr deutliche Unterschiede aufweist.

Die Wasserstandorte des *Trapetum natantis* zeichnen sich durch den größten Anteil gelöster organischer Substanz (die höchste Oxydierbarkeit), an K und Gesamt-Fe und durch den niedrigsten Gehalt an NH_4-N aus. Sie weisen auch die niedrigste Karbonathärte und die geringste Wassertiefe auf. Hinsichtlich der Konzentration an Cl, Na und gelöstem SiO_2 erwiesen sich die Wasserstandorte des *Trapetum natantis* als deutlich reicher gegenüber denen des *Nupharo-Nymphaeetum albae* und als ärmer im Vergleich zum *Nymphoidetum peltatae*. Außerdem war das Wasser an den Standorten des *Trapetum natantis* reich an PO_4-P (Ähnlichkeit mit dem *Nymphoidetum peltatae*, signifikanter Unterschied zum *Nupharo-Nymphaeetum albae*), verhältnismäßig reich an Ca und arm an NO_3-N (Ähnlichkeit mit dem *Nupharo-Nymphaeetum albae*, signifikante Unterschiede zum *Nymphoidetum peltatae*).

Die Wasserstandorte des *Nymphoidetum peltatae* weisen den höchsten Gehalt an NO_3-N, Cl, Na und NH_4-N auf und sind am ärmsten an gelöstem SiO_2. Die Konzentration an K, Gesamt-Fe, an organischer Substanz (Oxydierbarkeit) war im Wasser des *Nymphoidetum peltatae* höher als im *Nupharo-Nymphaeetum albae*, niedriger aber als im *Trapetum natantis*. Die

Physikalisch-chemische Eigenschaften der Wasserstandorte der verglichenen Assoziationen. Mittelwerte und Signifikanz der Unterschiede, P=0.05. Signifikante Differenzen sind mit + gekennzeichnet

Eigenschaften		TN n=26	NP n=28	NN n=43	Signifikanz TN-NP	TN-NN	NP-NN
NO_3-N	mg/l	0.070	0.342	0.066			
Cl	mg/l	21.38[1]	29.42	13.44			
Na	mg/l	15.24[1]	24.46	4.47			
PO_4-P	mg/l	0.373	0.335	0.059			
K	mg/l	5.88	4.03	2.07			
Ges.-Fe	mg/l	1.13	0.72	0.11			
Oxydierbarkeit	mg O_2/l	27.51	16.77	10.57			
SO_4	mg/l	34.65	30.47	30.04			
Gesamthärte	mval/l	3.31	2.86	3.97			
Ca	mg/l	44.18	29.31	46.31			
gel.-SiO_2	mg/l	3.42	2.18	4.96			
Mg	mg/l	7.97	8.95	14.51			
Karbonathärte	mval/l	1.86	2.64	3.05			
Wassertiefe	m	0.65	0.97	1.29			
NH_4-N	mg/l	0.17	0.45	0.34			
Farbe	mg Pt/l	20	25	25			
pH		7.0	7.4	7.1			

TN - Trapetum natantis; NP - Nymphoidetum peltatae; NN - Nupharo-Nymphaeetum albae

1 - n=22

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

3. Amplituden der physikalisch-chemischen Wassereigenschaften in den untersuchten Assoziationen

Eigenschaften		TN n=26	NP n=28	NN n=43
NO_3-N	mg/l	0.041 - 0.107	0.060 - 1.200	0.000 - 0.260
Cl	mg/l	10.12 - 34.50[1]	18.00 - 37.50	3.74 - 28.06
Na	mg/l	9.50 - 20.90[1]	13.00 - 35.40	0.90 - 19.40
PO_4-P	mg/l	0.120 - 0.815	0.110 - 0.800	0.000 - 0.600
K	mg/l	1.72 9.68	1.52 5.84	0.40 8.08
Ges.-Fe	mg/l	0.63 1.74	0.07 1.71	0.00 0.63
Oxydierbarkeit	mg O_2/l	16.01 - 37.26	10.40 - 20.09	3.80 - 27.31
SO_4	mg/l	8.32 - 56.96	0.60 - 76.00	7.00 - 62.53
Gesamthärte	mval/l	1.10 5.30	1.70 4.90	0.27 5.60
Ca	mg/l	23.20 - 84.40	20.40 - 46.00	6.08 - 90.67
gel.-SiO_2	mg/l	0.58 6.25	0.09 6.50	0.50 - 17.30
Mg	mg/l	4.65 - 13.21	5.82 - 17.99	1.32 - 38.04
Karbonathärte	mval/l	0.85 3.00	1.60 4.80	0.25 4.35
Wassertiefe	m	0.10 1.35	0.25 1.60	0.45 2.40
NH_4-N	mg/l	0.12 0.26	0.02 1.44	0.05 0.93
Farbe	mg Pt/l	10 - 61	8 - 52	6 - 50
pH		6.7 7.4	7.2 8.0	5.6 8.9

TN - Trapetum natantis; NP - Nymphoidetum peltatae; NN - Nupharo-Nymphaeetum albae
1 - n=22

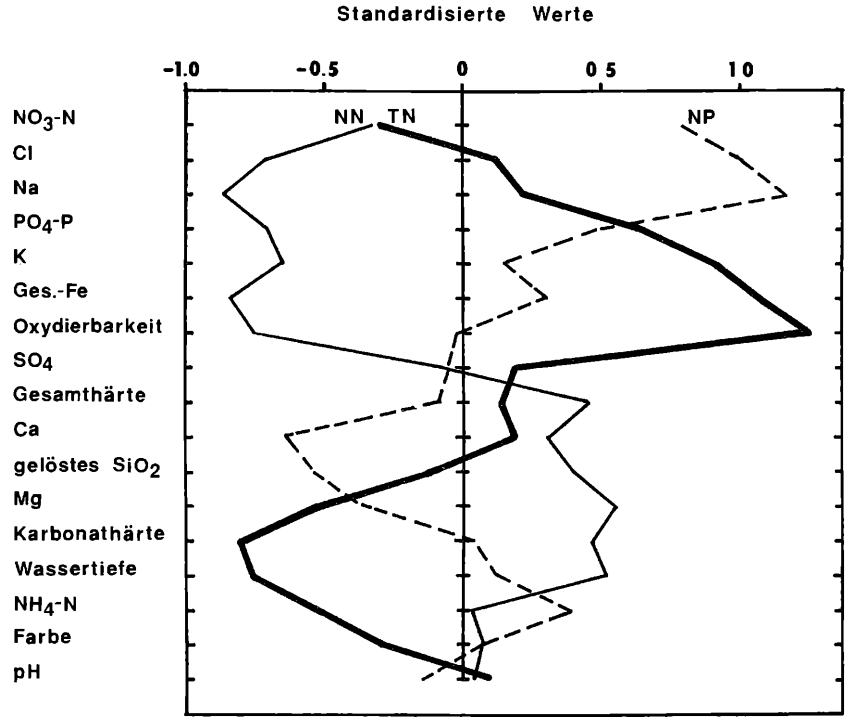


Abb. 1: Vergleich der Wassereigenschaften in den untersuchten Assoziationen mit der Methode der Merkmalslinien. Der pH-Wert wird als spezifische Azidität ausgedrückt.
TN – *Trapetum natantis*; NP – *Nymphoidetum peltatae*; NN – *Nupharo-Nymphaeetum albae*.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Wassertiefe war dagegen an den Standorten des *Nymphoidetum peltatae* geringer und die Karbonathärte niedriger als beim *Nupharo-Nymphaeetum albae*, höher jedoch als beim *Trapetum natantis*.

Aus der durchgeführten Analyse ergibt sich, daß die Wasserstandorte des *Nupharo-Nymphaeetum albae* sich von den beiden anderen Gesellschaften durch zwei Merkmalskomplexe unterscheiden: Einerseits weisen sie niedrigere Konzentrationan an Cl, Na, PO_4-P, K, Gesamt-Fe und niedrigere Oxydierbarkeit auf, und andererseits zeichnen sich diese Standorte durch höheren Gehalt an gelöstem SiO_2, Mg, Ca und durch höhere Gesamt- und Karbonathärte sowie größere Wassertiefe aus. Sehr deutlich wird dies am Verlauf der Merkmalslinien sichtbar (Abb. 1).

Von den 16 untersuchten Bestandteilen und Faktoren waren nur 3, nämlich der Gehalt an SO_4, Wasserfarbe und der pH-Wert an allen Standorten annähernd gleich.

Signifikante Unterschiede zwischen dem Wasser an den Standorten des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae* betrafen 9 der 17 untersuchten Parameter; zwischen den Wasserstandorten des *Trapetum natantis* und *Nupharo-Nymphaeetum albae*, wie auch denen des *Nymphoidetum peltatae* und *Nupharo-Nymphaeetum albae* wurden signifikante Unterschiede für je 12 Merkmale festgestellt (Tab. 2). Dies zeigt, daß die Entwicklungsoptima der drei Gesellschaften an völlig unterschiedlichen Standorten liegen.

Auch die Analyse der Amplituden der einzelnen Wassereigenschaften bestätigt die Eigenheit der drei untersuchten Gesellschaften. Aus der Tabelle 3 ergibt sich, daß die Ansprüche des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae* deutlicher bestimmt sind, als die des *Nupharo-Nymphaeetum albae*. Davon zeugen deutlich höhere Minimalwerte des Gehaltes an Na, Cl, NO_3-N, Mg, PO_4-P, K, Gesamt-Fe, höhere Gesamt- und Karbonathärte und höhere Werte der Wasserfarbe, der Oxydierbarkeit und der Wasserreaktion an den Standorten beider erstgenannten Gesellschaften. Deutlich werden auch Unterschiede in den Bereichen zwischen den Wasserstandorten des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae*. Die Bereiche für den Gehalt an Na, Cl, NO_3-N und für Karbonathärte, Wassertiefe wie auch für Mg und pH-Wert sind beim *Trapetum natantis* gegen niedrigere Werte verschoben (meistens niedrigere Minimal- und Maximalwerte). Die Bereiche für die Konzentration an K, Gesamt-Fe und Ca, wie auch für Oxydierbarkeit und Wasserfarbe weisen dagegen am Wasserstandort des *Trapetum natantis* im Vergleich zum *Nymphoidetum peltatae* höhere Minimal- und Maximalwerte auf (Tab. 3). Auffällig sind auch sehr enge, niedrige Werte umfassende Amplituden für NH_4-N und NO_3-N im Wasser an den Standorten des *Trapetum natantis*. Beim *Nupharo-Nymphaeetum albae* sind die Bereiche für Na, Cl, NO_3-N und Gesamt-Fe deutlich gegen niedrige Werte verschoben. Die Amplituden für Mg, gelöstes SiO_2, Ca und Wassertiefe erwiesen sich dagegen bei dieser Gesellschaft als besonders breit, wobei die Minimal- und Maximalwerte der Wassertiefe hier am größten waren.

Ein Vergleich der Bodensubstrate in den untersuchten Gesellschaften wurde hinsichtlich 15 Eigenschaften durchgeführt. Ähnlich wie bei dem Vergleich der Wasserstandorte wurden Mittelwerte (Tab. 4, Abb. 2) sowie Amplituden (Tab. 5) der analysierten Parameter berücksichtigt.

Eine Analyse der in der Tabelle 4 und Abb. 2 aufgeführten Daten zeigt die Sonderstellung der Bodensubstrate des *Nupharo-Nymphaeetum albae* gegenüber den beiden anderen Gesellschaften. Von 15 analysierten Eigenschaften wurden für 11 Parameter statistisch signifikante Unterschiede festgestellt (Tab. 4). Die Bodensubstrate des *Nupharo-Nymphaeetum albae* weisen deutlich höheren Wassergehalt, höheren Anteil an Ca, Mg, an organischer Substanz, Cl, Gesamt-N, Na, und gelöstem SiO_2, wie auch höhere Oxydierbarkeit auf. Dagegen waren sie deutlich ärmer an PO_4-P und NO_3-N. Die Konzentration an Gesamt-Fe war an diesen Standorten höher als in den Bodensubstraten des *Nymphoidetum peltatae*, niedriger jedoch als an den Standorten des *Trapetum natantis*. Der Anteil an SO_4 war im Vergleich zum *Trapetum natantis* annähernd gleich und deutlich höher gegenüber dem *Nymphoidetum peltatae*. Der pH-Wert war dagegen in den Bodensubstraten des *Nupharo-Nymphaeetum albae* und des *Nymphoidetum peltatae* identisch (leicht saure Böden), wich aber deutlich von dem für die Böden des *Trapetum natantis* ab (saure Böden).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Signifikante Unterschiede zwischen den Bodensubstraten des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae* wurden für den Gehalt an SO_4 und Gesamt-Fe und für den pH-Wert festgestellt. An den Standorten des *Trapetum natantis* war der Gehalt an SO_4 und Gesamt-Fe wesentlich höher und der pH-Wert deutlich niedriger. Außerdem waren hier die Bodensubstrate ärmer an Ca und reicher an PO_4-P.

Tab. 4: Physikalisch-chemische Eigenschaften der Substrate der verglichenen Assoziationen. Mittelwerte und Signifikanz der Unterschiede, P 0.05. Signifikante Differenzen mit + gekennzeichnet.

Eigenschaften		TN n=26	NP n=28	NN n=43	TN-NP	NP-NN
Ca	g/kg TS	1.79	33.07	123.48		
Wassergehalt	%	52.20	56.70	77.00		
Oxydierbarkeit	g O_2/kg TS	26.41	39.89	104.36[1]		
Mg	g/kg TS	0.89	1.57	8.95		
Na	g/kg TS	0.45	0.46	1.14		
gel.-SiO_2	g/kg TS	0.40	0.47	0.84		
organische Substanz	%	12.03	10.19	31.25		
Cl	g/kg TS	0.44	0.26	1.15		
Ges.-Stickstoff	g/kg TS	5.56	4.00	9.45		
SO_4	g/kg TS	6.47[2]	1.14	5.99		
Ges.-Fe	g/kg TS	7.20	3.89	5.11		
pH		6.0	6.7	6.7		
PO_4-P	g/kg TS	2.350	1.787	0.652		
NO_3-N	g/kg TS	0.129	0.159	0.028		
K	g/kg TS	0.93	1.06	0.76	-	- -

TN - Trapetum natantis; NP - Nymphoidetum peltatae; NN - Nupharo-Nymphaeetum albae
TS - Trockensubstanz des Bodensubstrats
1 - n=42; 2 - n=24

Tab. 5: Amplituden der physikalisch-chemischen Bodeneigenschaften in den untersuchten Assoziationen.

Eigenschaften		TN n=26		NP n=28		NN n=43	
Ca	g/kg TS	0.13	14.45	0.00	- 143.00	0.00	- 323.76
Wassergehalt	%	20.40	82.90	37.80	83.80	25.18	95.97
Oxydierbarkeit	g O_2/kg TS	3.82	99.27	8.43	- 100.91	3.46	- 647.53[1]
Mg	g/kg TS	0.33	1.97	0.57	3.94	0.35	57.11
Na	g/kg TS	0.19	0.69	0.13	1.29	0.10	6.07
gel.-SiO_2	g/kg TS	0.01	1.65	0.11	1.05	0.00	5.33
organische Substanz	%	1.80	29.75	2.86	20.71	2.90	78.91
Cl	g/kg TS	0.00	0.90	0.00	1.20	0.00	6.90
Ges.-Stickstoff	g/kg TS	1.12	16.24	1.61	8.40	0.15	42.64
SO_4	g/kg TS	1.20	20.90[2]	0.17	3.50	0.04	40.85
Ges.-Fe	g/kg TS	0.32	17.50	0.89	9.02	0.00	35.64
pH		5.4	7.0	6.3	7.0	5.6	8.2
PO_4-P	g/kg TS	0.313 -	7.600	0.889 -	3.403	0.010 -	6.188
NO_3-N	g/kg TS	0.020 -	0.238	0.010 -	0.563	0.000 -	0.220
K	g/kg TS	0.17	1.58	0.35	1.99	0.00	11.01

TN - Trapetum natantis; NP - Nymphoidetum peltatae; NN - Nupharo-Nymphaeetum albae
TS - Trockensubstanz des Bodensubstrats
1 - n=42; 2 - n=24

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

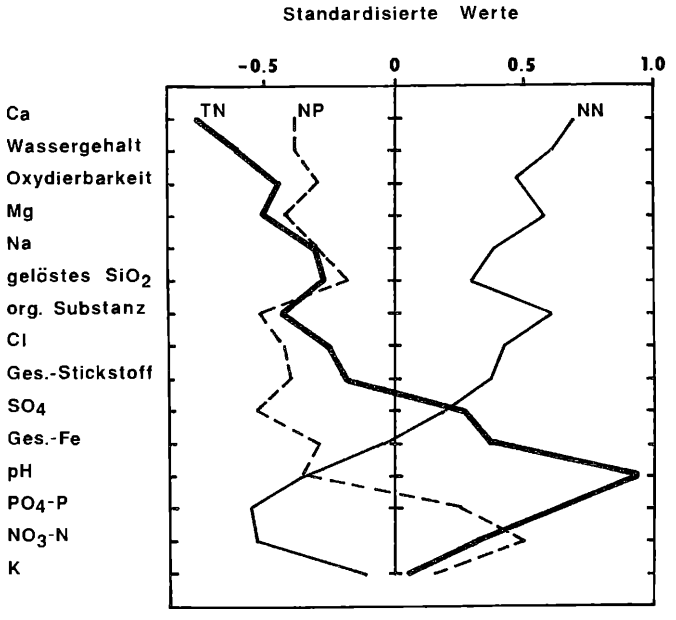


Abb. 2: Vergleich der Bodensubstrate in den untersuchten Assoziationen mit der Methode der Merkmalslinien. Der pH-Wert wird als spezifische Azidität ausgedrückt.
TN – *Trapetum natantis*; NP – *Nymphoidetum peltatae*; NN – *Nupharo-Nymphaeetum albae*.

Von den 15 analysierten Bodeneigenschaften war nur der Gehalt an K in allen drei untersuchten Gesellschaften annähernd gleich.

Aus dem Vergleich der Bereiche für einzelne Bodeneigenschaften (Tab. 5) ergibt sich, daß die Standorte des *Nupharo-Nymphaeetum albae* für die meisten Eigenschaften (13 von den 15) die weitesten Amplituden aufweisen. Nur der Bereich für NO_3-N war hier im Vergleich zum *Nymphoidetum peltatae* deutlich enger. Die Amplituden für Bodeneigenschaften der Standorte des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae* sind deutlich enger, was von der Eigenheit und vom spezifischen Charakter der beiden Standorte zeugt. Aber auch zwischen diesen beiden Gesellschaften ergeben sich deutliche Unterschiede (Tab. 5). In den Bodensubstraten des *Nymphoidetum peltatae* waren die Bereiche für gelöstes SiO_2, organische Substanz, PO_4-P, Gesamt-N, Gesamt-Fe, pH-Wert und Wassergehalt deutlich enger, mit höheren Minimal- und niedrigeren Maximalwerten, der Bereich für SO_4 war gegen niedrige Werte verschoben und umfaßte niedrige Minimal- und Maximalwerte. In den Bodensubstraten des *Trapetum natantis* waren die Bereiche für Gehalt an Ca und Mg, wie auch an NO_3-N und Na (innerhalb der niedrigen Werte) deutlich enger.

Diskussion

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß sowohl die Bestände des *Trapetum natantis* als auch des *Nymphoidetum peltatae* spezifische Standorte besiedeln, die sich deutlich voneinander und von denen des *Nupharo-Nymphaeetum albae* unterscheiden.

Sein Entwicklungsoptimum findet das *Trapetum natantis* in seichten Gewässern, die besonders arm an NH_4-N und reich an PO_4-P sind und sich außerdem durch niedrige Karbonathärte und den höchsten Gehalt an gelöster organischer Substanz, Gesamt-Fe und K aus-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

zeichnen. Es wächst auf sauren, an Ca sehr armen, dagegen an PO_4-P, Gesamt-Fe und NO_3-N reichen Bodensubstraten.

Das *Nymphoidetum peltatae* gedeiht am besten an Wasserstandorten, die im Vergleich zu den beiden anderen Gesellschaften am reichsten an NO_3-N, Na, Cl und NH_4-N sind, den niedrigsten Gehalt an Ca, an gelöstem SiO_2 und die niedrigste Gesamthärte aufweisen, und auf den Böden, die besonders arm an SO_4 und Gesamt-Fe und reich an NO_3-N und PO_4-P sind.

Die Standorte des *Nupharo-Nymphaeetum albae* unterscheiden sich von denen des *Trapetum natantis* und denen des *Nymphoidetum peltatae* einerseits durch hohe Werte dieser Wassereigenschaften, die mit dem Karbonatkomplex zusammenhängen (Gesamt- und Karbonathärte, Mg- und Ca-Konzentrationen), und durch größere mittlere Wassertiefe, andererseits durch niedrigere Werte der Merkmale, die auf den Nährstoffgehalt des Wassers hinweisen (PO_4-P, K, Cl, Na, Gesamt-Fe, Oxydierbarkeit). Seine Substrate sind im Vergleich zu beiden anderen Gesellschaften ärmer an PO_4-P und NO_3-N und reicher an Ca und Mg, an Cl, Gesamt-N, Na, gelöstem SiO_2 und an organischer Substanz.

Die gewonnenen pflanzensoziologischen und standörtlichen Daten bestätigen eindeutig, daß die beschriebenen Gesellschaften als selbständige Syntaxa im Rang von Assoziationen zu betrachten sind.

Auf die standörtliche Eigenständigkeit von *Trapa natans* und/oder *Nymphoides peltata* und ihrer Bestände gegenüber dem *Nupharo-Nymphaeetum albae* weisen auch die Angaben anderer Verfasser hin. Hier seien besonders Arbeiten von PIETSCH (1972, 1982) und JORGA et al. (1982) erwähnt. Die dort angeführten Daten bestätigen die in der vorliegenden Arbeit nachgewiesenen grundsätzlich engeren Amplituden von Wassereigenschaften an den Standorten des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae*. Bestätigt wurden auch die Bindung des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae* an mittelharte Gewässer, die eine neutrale oder alkalische Reaktion aufweisen, und das Vorkommen des *Trapetum natantis* an Wasserstandorten, die im Vergleich zu beiden anderen Gesellschaften arm an Hydrogenkarbonaten und Karbonaten sind. Nach PIETSCH (1982) und nach JORGA et al. (1982) werden die Siedlungsgewässer des *Trapetum natantis* durch niedrige Gehalte an NH_4-N gekennzeichnet. Nach Beobachtungen von PIETSCH (1982) gilt dies auch für die Siedlungsgewässer des *Nymphoidetum peltatae*. Diese Angaben stimmen mit den in der vorliegenden Arbeit angeführten Daten nur bezüglich des *Trapetum natantis* überein. Die Angaben über den hohen Anteil von NO_3-N im Wasser der Standorte des *Trapetum natantis* wurden nicht bestätigt, doch trifft dieses für die Standorte des *Nymphoidetum peltatae* zu.

In neueren Arbeiten anderer Autoren werden aus Europa viel öfter eingehendere standörtliche Angaben über *Nymphoides peltata* und ihre Bestände als über *Trapa natans* gemacht (POTT 1980, DE LYON & ROELOFS 1986a, b, VAN DER VELDE et al. 1986, SMITS et al. 1988, VAN KATWIJK & ROELOFS 1988). Meistens weisen sie auf die Bindung der *Nymphoides peltata*-Bestände an vorwiegend alkalische Gewässer mit verhältnismäßig hoher Karbonathärte hin. Die Amplituden beider Merkmale sind nach diesen Angaben deutlich enger als für die von *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* L. dominierten Bestände. Dies stimmt auch völlig mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit überein. Auch die Ergebnisse von VAN DER VELDE et al. (1986), die auf höhere Minimalwerte im *Nymphoidetum peltatae* im Vergleich zu den Beständen von *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* für viele Wassereigenschaften hinweisen (pH, Cl, Na, Alkalität, PO_4-P, Ca, K, Mg), werden von der vorliegenden Arbeit bestätigt.

Eingehendere Angaben über die Bodeneigenschaften (über das Interstitialwasser) an den Standorten von *Nymphoides peltata* wurden nur von DE LYON & ROELOFS (1986a, b), VAN DER VELDE et al. (1986) und VAN KATWIJK & ROELOFS (1988) veröffentlicht. Wegen methodischer Unterschiede ist es jedoch schwierig, sie mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit zu vergleichen. Allgemein kann man aber sagen, daß sie die Bindung des *Nymphoidetum peltatae* an Bodensubstrate bestätigen, die im Vergleich zum *Nupharo-Nymphaeetum albae* ärmer an organischer Substanz sind.

Der in der vorliegenden Arbeit aufgezeigte hohe Gehalt an PO_4-P im Wasser und im Boden an den Standorten des *Trapetum natantis* und des *Nymphoidetum peltatae* wie auch der hohe Anteil an K und Cl im Wasser und an NO_3-N in den Bodensubstraten beider Gesell-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

schaften zeugen davon, daß die zunehmende Eutrophierung keinen direkten Einfluß auf den beobachteten Rückgang dieser Assoziationen (besonders das Schwinden des *Trapetum natantis*) an ihren natürlichen Standorten, den Altwässern, hat. Es scheint sogar, daß ein nicht zu großer Nährstoffeintrag zu einer Förderung beider Gesellschaften führen kann. Für das *Trapetum natantis* wird das von JORGA et al. (1982) bestätigt. Eine Ausnahme stellt hier der Anteil an NH_4-N dar, der für diese Gesellschaft als Limitierungsfaktor gilt. Die Konzentration an NH_4-N im Wasser an den Standorten des *Trapetum natantis* ist sowohl nach Angaben von PIETSCH (1982) und JORGA et al. (1982) als auch nach Ergebnissen dieser Arbeit niedrig. Die zunehmende Eutrophierung, besonders wenn sie menschlich bedingt ist, kann aber als ein indirekt ungünstiger Faktor angesehen werden (PIÓRECKI 1980, JORGA et al. 1982). Sie fördert nämlich die Entwicklung verschiedener konkurrenzkräftigerer Wasserpflanzen wie z.B. *Stratiotes aloides* L., *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba*. Das bestätigen auch sowohl die in der vorliegenden Arbeit dargestellten Amplituden für das *Nupharo-Nymphaeetum albae*, die gegenüber den meisten Wasser- und Bodeneigenschaften deutlich breiter sind als die für das *Trapetum natantis* und *Nymphoidetum peltatae*, als auch die in Polen beobachtete Massenentwicklung der Bestände des *Nupharo-Nymphaeetum albae* an den früheren natürlichen Standorten von *Trapa natans* und *Nymphoides peltata*.

Für die Erhaltung und Entwicklung des *Trapetum natantis* scheinen folgende hydrochemische und edaphische Eigenschaften von Bedeutung zu sein:

- oben erwähnte niedrige Konzentration an NH_4-N im Wasser (< 0.3 mg/l),
- niedriger Gehalt an Ca (< 20 g/kg TS) und an Mg (< 2 g/kg TS) im Bodensubstrat,
- saure Bodenreaktion,
- niedrige Karbonathärte ($\bar{x}$–1.86 mval/l).

Für die Erhaltung des *Nymphoidetum peltatae* wären folgende Voraussetzungen günstig:

- alkalische Wasserreaktion,
- verhältnismäßig hohe Minimalwerte der Gesamt- und Karbonathärte (ca. 2 mval/l),
- relativ hohe Minimalwerte der Konzentration an Na (> 10 mg/l) und C1 (> 15 mg/l) im Wasser,
- niedriger Gehalt an SO_4 im Bodensubstrat (< 5 g/kg TS).

Diese Untersuchungen wurden durch das Komitee für die Wissenschaftliche Forschung finanziell unterstützt (Grant Nr. 6 6139 92 03).

Literatur

BRAUN-BLANQUET, J. (1951): Pflanzensoziologie. 2. Aufl. – Springer, Wien: 631 S.

CERNOHOUS, F., HUSÁK, S. (1986): Macrophyte vegetation of eastern and north-eastern Bohemia. – Folia Geobot. Phytotax. 21: 113–161.

DE LYON, M.J.H., ROELOFS, J.G.M. (1986a): Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. 1. – Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen: 106 S.

–,– (1986b): Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. 2. – Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen: 126 S.

DUBIEL, E. (1973): Zespoły roślinne starorzeczy Wisy w Puszczy Niepołomickiej i jej otoczeniu. – Zakł. Ochr. Przyr. PAN. Studia Naturae. Ser. A. 7: 67–124.

HEJNÝ, S., HUSÁK, S. (1978): Higher plant communities. – In: DYKYJOVÁ, D., KVET, J. (Edit.): Pond Littoral Ecosystems. Structure and Functioning. – Ecological Studies 28: 23–64. Springer, Berlin–Heidelberg–New York.

HILBIG, W. (1971): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teils der DDR. I. Die Wasserpflanzengesellschaften. – Hercynia N.F. 8: 4–33.

JORGA, W., PIETSCH, W., WEISE, G. (1982): Beiträge zur Ökologie und Bioindikation von Trapa natans L. – Limnologica 14: 385–394.

KÁRPÁTI, V. (1963): Die zönologischen und ökologischen Verhältnisse der Wasservegetation des Donau-Überschwemmungsraumes in Ungarn. – Acta Bot. Acad. Scient. Hungaricae 9: 323–385.

KLUSZCZYŃSKA, K., SZMEJA, J. (1979): Współczesny etap w przemianach roślinności jeziora Drużno. – Zesz. Nauk. Wydz. Biol. i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Gdańskiego. Ser. Biologia 1: 35–49.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

KŁOSOWSKI, S. (im Druck): Habitat conditions of the phytocoenoses of Trapetum natantis Müller et Görs 1960 in Poland. – Acta Bot. Gallica.
KORDAKOW, J. (1970): Nowe stanowiska Limnanthemum nymphoides (L.) Link, Salvinia natans (L.) All., Lemna gibba L. i Wolffia arrhiza (L.) Wimm. nad dolną Wisłą. – Bad Fizjogr. Pol. Zach., Ser. B, Botanika 23: 243–250.
– (1971): Roślinność aluwialna doliny Wisły na terenie zbiornika wodnego powstającego między Włocławkiem a Płockiem. – PTPN, Wydz. Nauk rol. i Leśn. 31: 275–329.
KRAUSCH, H.-D. (1965): Vegetationskundliche Beobachtungen im Donaudelta. – Limnologica 3: 271–313.
MATUSZKIEWICZ, W. (1974): Próba systematyzacji warunków środowiska glebowego w zbiorowiskach leśnych. – Phytocoenosis 3: 113–170.
OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – Pflanzensoziologie 10. VEB Gustav Fischer, Jena: 564 S.
OTAHELOVÁ, H. (1980): Makrofytné spolecenstvá otvorených vod Podunajskej roviny (Trieda Lemnetea, Potamogetonetea). – Biologické Práce SAV 26: 1–178.
PHILIPPI, G. (1969): Laichkraut- und Wasserlinsengesellschaften des Oberrheingebietes zwischen Straßburg und Mannheim. – Veröff. Landesst. Naturschutz u. Landshaftspfl. Baden-Württ. 37: 102–172.
PIETSCH, W. (1972): Ausgewählte Beispiele für Indikatoreigenschaften höherer Wasserpflanzen. – Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 12: 121–151.
– (1982): Makrophytische Indikatoren für ökochemische Beschaffenheit der Gewässer. – In: BREITIG, G., TUMPLING, W. (Edit.): Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung, Bd. 2: 67–88, Gustav Fischer, Jena.
PIÓRECKI, J. (1975): Trapa natans L. w Kotlinie Sandomierskiej (ekologia, rozmieszczenie i ochrona). – Rocznik Przemyski 15+16: 374–400.
– (1980): Kotewka – orzech wodny (Trapa L.) w Polsce. – Biblioteka Przemyska 13, Przemyśl: 160 S.
POTT, R. (1980): Die Wasser- und Sumpfvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht. – Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchungen. – Abh. Landesmus. Naturkde. Münster in Westfalen 42: 1–156.
REICHHOFF, L. (1978): Die Wasser- und Röhrichtpflanzengesellschaften des Mittelgebiets zwischen Wittenberg und Aken. – Limnologica 11: 409–455.
SMITS, A.J.M., DE LYON, M.J.H., VAN DER VELDE, G., STEENTJES, P.L.M., ROELOFS, J.G.M. (1988): Distribution of three nymphaeid macrophytes (Nymphaea alba L., Nuphar lutea (L.) Sm. and Nymphoides peltata (Gmel.) O. Kuntze) in relation to alkalinity and uptake if inorganic carbon. – Aquat. Bot. 32: 45–62.
TOMASZEWICZ, H.: Roślinność wodna i szuwarowa Polski (klasy: Lemnetea, Charetea, Potamogetonetea, Phragmitetea) wg stanu zbadania na rok 1975. – Rozprawy Uniw. Warszawskiego 160: 1–325. Warszawa.
VAN DER VELDE, G., CUSTERS, C.P.C., DE LYON, M.J.H. (1986): The distribution of four nymphaeid species in the Netherlands in relation to selected abiotic factors. – Proceedings EWRS/AAB 7th Symposium on Aquatic Weeds 1986: 363–368. Loughborough.
VAN KATWIJK, M.N., ROELOFS, J.G.M. (1988): Vegetaties van waterplanten in relatie tot het milieu. – Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen: 133 S.
WHERRY, E.T. (1922): Note on specific acidity. – Ecology 3: 346–347.
ZAR, J.A. (1984): Biostatistical Analysis. – Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey: 718 S.

Stanisław Kłosowski
Henryk Tomaszewicz
Uniwersytet Warszawski, Zakład Fitogeografii
Aleje Ujazdowskie 4
PL-00-478 Warszawa, Polska

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: NS_16

Autor(en)/Author(s): Klosowski Stanislaw, Tomaszewicz Henryk

Artikel/Article: Zur Ökologie des Trapetum natantis und des Nymphoidetum peltatae in Polen 105-116