

# Die Vegetation und der Verlauf des Verwachsungsprozesses der künstlichen Wasserbecken und Wasserläufe der Mazowsze - Niederung

Z. PODBIELKOWSKI

## EINLEITUNG

Die vorliegende Arbeit stellt eine Synthese der Ergebnisse der seit einigen Jahren in der Mazowsze-Niederung geführten Untersuchungen über die Vegetation und den Verwachsungsprozess künstlicher Wasserbecken und -läufe dar. Es ist die fünfte dieses Problem betreffende Publikation; die früheren betrafen: die Vegetation und das Verwachsen der Torfstichen (Podbielkowski 1960), die Vegetation und das Verwachsen der Meliorationsgräben (derselbe 1967), die Vegetation der Fischteiche (derselbe 1968) und die Vegetation der Lehmgruben (derselbe 1969).

Die Kenntnis der Flora als auch des Verwachsungsprozesses künstlicher Wasserbecken ist nicht nur von rein wissenschaftlicher Bedeutung, sondern besitzt auch gewisse praktische Aspekte hinsichtlich verschiedener Wasserwirtschaftszweige. Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus gesehen klären diese Untersuchungen das Entstehen und den Entwicklungsgang verschiedener Pflanzengesellschaften (s. Tüxen 1960), enthüllen noch gewisse Konkurrenz- und Expansionstendenzen nicht nur einzelner Pflanzen, sondern auch von Populationen und ausgeformten Pflanzengesellschaften. Diese Erscheinungen treten besonders deutlich in den initialen Entwicklungsstadien hervor. Sie stellen für direkte Untersuchungen und Beobachtungen kein schwieriges Problem dar, da doch das wesentliche Kennzeichen künstlicher Wasserbehälter — praktisch genommen — im Zeitpunkt ihrer Entstehung, eine totale Jungfräulichkeit ihrer Wasserräume ist, und somit der hier beginnende Verwachsungsprozess durch äusserst ursprüngliche Stadien in Gang gesetzt wird.

Künstliche Wasserbecken und -läufe stellen außerordentlich dankbare Objekte für floristisch-chorologische Beobachtungen dar, welche viele interessanten Angaben aus diesem Gebiete liefern. Es treten hier nämlich manchmal seltene oder interessante Pflanzenarten auf, wie z.B. von mir gefundene: *Enteromorpha intestinalis*, *Wolffia arrhiza*, *Salvinia*

*natans*, *Sparganium minimum*, *Bulboschoenus maritimus* und einige andere.

Vom praktischen Standpunkt aus gesehen ist die Erkenntnis der Pflanzengesellschaften in künstlichen Wasserbecken, der Verlauf ihres Verwachsens, als auch die Biologie und Ökologie der in diesem Prozesse teilnehmenden Pflanzen äusserst wichtig, weil diese Kenntnis die Ausnützung der Beobachtungsergebnisse bei Eingriffen des Menschen im Bereich der rationellen Wasserwirtschaft ermöglicht (Arens 1953; Bittmann 1953; Boleska 1964; Kriwickij 1932, 1937; Slavonovsky 1958; Vlk 1959; Wandell 1952; Zeidler 1939). Wirtschaftlich gesehen — kann sich der Verwachungsprozess vielleicht in gewissen Fällen schädlich auswirken, in anderen dagegen — kann er nützlich sein, und falls ihm die entsprechende Richtung gegeben wird, — sich in der Volkswirtschaft äusserst vorteilhaft auswirken. Künstliche Wasserbecken stellen nämlich einerseits Unland dar (Lehmgruben, Torfstichen), anderseits — zielbewusst durch den Menschen angelegt — erfüllen sie die ihnen speziell eigene, nützliche Funktionen (Fischteiche, Meliorationsgräben, Zegrze-See).

#### ZIEL DER UNTERSUCHUNGEN

Die Ziele meiner Untersuchungen möchte ich wie folgt formulieren:

1. Durchforschung des Verwachungsprozesses in den künstlichen Wasserbecken und -läufen und das Festlegen gewisser Regelmässigkeiten im Raum- als auch Zeitausmasse.
2. Analyse der am Verwachsen teilnehmenden Vegetation als auch des Grades ihrer Anteilnahme in diesem Prozesse.
3. Wiedergabe des Sukzessionsbildes der Pflanzengesellschaften und Feststellung ihrer Abhängigkeit vom Charakter des Behälters.
4. Bestimmung der Abhängigkeit der jeweiligen Vegetation vom Wassermilieu.
5. Bestimmung der Abhängigkeit der Vegetation vom Typ des Wasserbehälters als auch des Einflusses der Vegetation auf den durch sie verwachsenen Becken.
6. Ergänzung der Erkenntnisse über die Ökologie und Biologie der am Verwachungsprozesse aktiv teilnehmenden Pflanzen.
7. Hinweise auf Möglichkeiten praktischer Ausnützung der Ergebnisse meiner Untersuchungen.

Meine Beobachtungen umfassten nicht nur die die Wasserfläche verwachsende Vegetation — welche den Hauptgegenstand meiner Untersuchungen darstellte — aber auch die Vegetation und den Verwachungsprozess des entblösten Behältergrundes, unabhängig davon, ob diese Entblösung durch Eingriffe des Menschen oder auf natürlichen Wegen (Austrocknung) zustande gekommen ist. In Rahmen meiner

Beobachtungen der Lehmgruben befasste ich mich auch mit der Vegetation der Halden und Abhänge, welche ein äusserst interessantes Untersuchungsobjekt hinsichtlich der Entwicklung von Pioniergesellschaften als auch ihrer Sukzession darstellt.

#### STAND DER UNTERSUCHUNGEN

Das Problem der Vegetationsstruktur und des Verlaufes der Verwachsungsprozesse in künstlichen Wasserbehältern ist noch sehr schwach bearbeitet. Ausser meinen oben erwähnten Bearbeitungen sind thematisch ähnlich nur die die Pflanzenwelt des Zegrze-Sees betreffende Publikation von Tomaszewicz (1969), sowie ein kleiner, die Vegetation der Torfstichen des Torfmoores Całowanie betreffende Beitrag von Trzeciecka (1960). Zu erwähnen wäre hier noch eine Reihe Bearbeitungen, welche die mich interessierenden Wasserbecken betreffen, welche jedoch rein floristischen (oder ökologisch-floristischen) Charakter tragen: über die Pioniergevegetation auf nacktem Torfe (Będlewska 1960), über die Flora und Vegetation des Torfmoores Brwinów (Rucińska 1964), über die Flora und Vegetation des Torfmoores Pęcice (Gągała 1964), über die Kieselalgen des Torfmoores Całowanie (Rozum 1965), über die Wasserpilze der wassergefüllten Torfstiche des Torfmoores Całowanie (Stpiczyńska 1962), über die Wasserpilze des Torfmoores Bocian (Zaborowska 1965), über die Moosgesellschaften des Torfmoores Całowanie (Jarocińska 1959), als auch über die Algen des Zegrze-See (Borzyńska 1968; Górska 1968). Einige floristische Aufsätze weisen einen äusserst indirekten Zusammenhang mit den von mir untersuchten Wasserbecken auf (z.B. Małecka 1959; Przybysz 1961; Nowak 1967; Podbielski 1959, 1960, 1962, 1966). Eine Reihe floristischer, künstliche Wasserbecken betreffender Angaben enthalten außerdem zahlreiche Arbeiten aus früheren Zeiten; ich denke hierbei an Bearbeitungen bekannter Floristen wie: Cybulski, Jastrzębowski, Łapczyński und aus neuerer Zeit haptisch die Arbeiten von Kobenda. Angaben die man dort findet weisen ohne Zweifel einen hohen floristisch-chorologischen Wert auf — betreffen jedoch nicht die von mir bearbeiteten Probleme.

Angaben aus anderen Regionen unseres Landes, welche die Pflanzenwelt künstlicher Wasserbecken betreffen, sind in zahlreichen pflanzensoziologischen als auch floristischen Arbeiten zerstreut (z.B. Dąbska 1966; Kępczyński 1960, 1965; Olaczek 1963, 1967). Nur eine von diesen betrifft das Verwachsen eines ausgetrockneten Wasserbeckens (Stecki 1948).

Besonders knapp ist die die Flora und das Verwachsen künstlicher Wasserbecken betreffende Fachliteratur des Auslandes. Die Zahl der Wissenschaftler, welche dies Thema direkt oder indirekt bearbeiteten war

nicht gross (A m b r o ž 1939; A r e n s 1953; B i t t m a n n 1953; H e j n ý 1945; J i l e k 1956; K l i k a 1935; M a t t i c k 1929; R o l l 1940; U h l i g 1938). Ausserdem kann man in einigen Aufsätzen lediglich Erwähnungen — mehr oder weniger dies Problem betreffende — finden (z.B. G r o s s 1912; M e s s i k o m m e r 1928; P f e i f f e r 1951). Diese Bearbeitungen tragen floristischen, pflanzensoziologischen oder ökologischen (H e j n ý 1960) Charakter.

Ansehnlich dagegen ist die sich mit Seen und Flüssen, also mit natürlichen Wasserbecken und -läufe befassende Fachliteratur, wobei limnologische Themen die zahlreichsten sind; es wäre unnötig hier die enorme Anzahl dieser Arbeiten zu zitieren. Ich möchte doch die potamologischen Arbeiten von K o p e c k ý erwähnen (1965 a, b, 1966, 1967 a, b), welche, trotzdem sie die von mir in Angriff genommenen Probleme direkt nicht betreffen, jedoch mit den Gesamtproblemen des Verwachsens der Gewässer im Zusammenhange stehen.

Wie aus dem oben zitierten ersichtlich, verbleibt das Problem der Vegetation und des Verwachsens künstlicher Wasserbehälter und Wasserläufe — zur Zeit — fast ganz unbearbeitet. Angesichts dessen glaube ich, dass die von mir durchgeführten Forschungen so interessant sind, dass sie weitergeführt, als auch thematisch und räumlich erweitert werden sollten.

#### DIE UNTERSUCHUNGSOBJEKTE

In Anbetracht dessen, dass der Bereich des Gebietes der Woiwodschaft Warszawa die Region der durch die Anstalt für Pflanzensystematik und -geographie der Universität Warszawa geführten botanischen Komplexuntersuchungen begrenzt, umfassten meine Untersuchungen nur die in diesem Bereich gelegenen künstlichen Wasserbecken und -läufe.

Einzelheiten über die Dislokation der untersuchten Objekte umfassen meine sukzessiven Publikationen, in welchen ich die Beobachtungsresultate der betreffenden Wasserbecken darstellte; hier gebe ich nur nächstfolgende Gesamtzahlen an.

Meine das Verwachsen der Torfstichen betreffende Beobachtungen führte ich auf 21 Torfmooren, die eine Gesamtfläche von ca. 3630 ha umfassten, wovon auf Niedermoore — 3550 ha und auf Übergangsmoore — 80 ha entfallen. Ich untersuchte insgesamt über 400 Torfstichen und deren Komplexe, wovon 320 auf Niedermoore und 80 auf Übergangsmoore entfielen; die summarische Fläche dieser Torfstichen schätze ich auf etwa 1000 ha.

Die Vegetation und das Verwachsen der Fischteiche betreffende Untersuchungen führte ich an 90 Fischteichkomplexen, die eine Gesamtfläche von über 5000 ha umfassten.

Die von mir untersuchten Lehmgruben waren in 44 Komplexe gruppiert, deren Gesamtfläche annähernd 800—1000 ha betrug.

Die Gesamtlänge der durchforschten Meliorationsgräben schätze ich auf etwa 180—200 km.

Die Fläche des Zegrze-See beträgt 3300 ha.

Angesichts dessen, dass die Pflanzenwelt der Dorfränder und -weihern grossen Vernichtungen unterlag oder auch wenig interessant war, wurden Untersuchungen dieser Objekte nur zeitweise geführt. Sie umfassten eine Fläche von ca. 50 ha.

Alle die Fläche oder Länge der Objekte betreffende Zahlangaben sind Schätzungen, welche ich hauptsächlich auf Karten im Maßstabe 1:100.000 — die ich bei meinen Geländearbeiten benutzte — basierte.

#### METHODEN

Die Untersuchungen des Wassermilieu umfassten Messungen der Wassertiefe (cm), der Stromgeschwindigkeit (cm/sek), des pH-Wertes, der Lichtstärke (%), der Wasserfarbe ( $^{\circ}$ Pt), der Trübe (mg SiO<sub>2</sub>/l), des Gehaltes an Ammoniak, der Nitrate, der Nitrite, des Eisens, der Chloride, der Phosphate, an Kalk, Magnesium, der Oxydationsfähigkeit (mg O<sub>2</sub>/l), der Härte ( $^{\circ}$ dtsch.), der Alkalinität (mval/l) und Saprobenanalyse. Die Messungen wurden laboratorisch, nach allgemein üblichen Methoden (Just und Hermanowicz 1955; Alekin 1956; Zadin 1966) durchgeführt. Saprobenanalyse der Proben wurde gemäss der Methode von Kolkwitz (1950) modifiziert durch Liebmann (1951) durchgeführt. Die Ergebnisse der hydrologischen und algologischen Analysen betreffen nur die Gewässer der Torfstichen und der Meliorationsgräben.

Die Vegetation betreffende Untersuchungen führte ich nach der allgemein bekannten und bei uns gebräuchlichen Methode von Braun-Blanquet (Braun-Blanquet 1951; Ellenberg 1956; Fukarek 1967; Knapp 1948, 1949; Medwecka-Kornaś, Kornaś, Pawłowski in: Szata roślinna Polski 1959; Scamoni 1967; Tüxen und Preisig 1942). Die Grösse als auch die Flächenform der pflanzensoziologischen Aufnahmen waren verschieden und hingen nicht nur vom Typ der Pflanzengesellschaft, sondern auch von den jeweiligen lokalen Bedingungen ab. Zur Aufstellung der Tabellen nutzte ich insgesamt über 1100 Aufnahmen aus. Die in den Tabellen nicht angeführten Vegetationsaufnahmen wurden in Textbeschreibungen berücksichtigt. Ausser der pflanzensoziologischen Aufnahmen fertigte ich sehr oft, zwecks Illustration von Pflanzengruppierungen an: Profilzeichnungen, lineare als auch gürteiformige Transekten (hauptsächlich dort, wo zonenartige Anordnung der Vegetation auftrat) — und schliesslich Photoauf-

nahmen als eine Art der Dokumentation für pflanzensoziologische Aufnahmen. Ich möchte bei dieser Gelegenheit erwähnen, dass ich einige Serien Photoaufnahmen verfertigte, welche eine Art Phototransekte darstellen — eine Methode, die Osborn (1940, 1942) sehr empfiehlt.

Ausser den Aufnahmetabellen wandte ich in Fällen, wo die Identifizierung der Einheiten erschwert war, — kleine synthetische Tabellen an, welche Angaben enthielten, die eine annähernde Klassifikation solcher Einheiten ermöglichen (Tüxen u. Ellenberg 1937; Matuszakiewicz 1952). In meiner das Verwachsen der Torfstichen betreffenden Bearbeitung (Podbielkowski 1960), gab ich ein Bild der Vegetation in einer Art dynamischer Erfassung, welche diese Vegetation in Form von Entwicklungsstadien aufstellte. Diese Stadien geben natürlich die aktuell wirklich auftretenden Pflanzengesellschaften wieder, und als solche konnten sie den entsprechenden systematischen Einheiten untergeordnet werden, um so leichter, als jedem von ihnen eine Analyse der systematischen Gruppen beigelegt wurde (Tüxen u. Ellenberg 1937).

Die Identifikation als auch die Klassifikation der am Verwachsen teilnehmenden Pflanzengesellschaften ist äusserst schwierig. Allgemein bekannt ist die Tatsache, dass sich die Wasser- und Sumpfgesellschaften durch eine ausserordentliche Entwicklungsökodynamik auszeichnen. Solche Gesellschaften durchdringen sich gegenseitig, ehe sie noch ihre maximale Dichte erreicht haben, und bilden grössere oder kleinere Enklaven, Mosaiken (Krause 1952), verwachsen und vermischen sich untereinander wodurch, systematisch gesehen, Vegetationskomplexe entstehen, welche nur äusserst schwer entchiffriert werden können. Solche Situation komplizieren noch gewisse Entwicklungserscheinungen im Bereich einzelner Gesellschaften (oder ihrer Fragmente), die ein sehr schnelles Tempo aufweisen. Auch die quantitativen Verhältnisse ändern sich sehr schnell, was in diesen verschiedentlichen, aber floristisch äusserst armen Gesellschaften — oft eigentlich nur eine oder einige Arten umfassende Pflanzenanhäufungen — eine wichtige Rolle spielt. Als Endeffekt entsteht ein Gemisch von äusserst, genetisch und entwicklungsmässig, verschiedenen Elementen; in derartigen Situation können oft, dicht nebeneinander gedrängte oder einander durchwachsende Gesellschaften auftreten, die sowohl zu den Initial- als auch zu Endentwicklungsstadien der Vegetation gehören. Und, was sehr wichtig ist, gibt es eine grosse Menge dieser fragmentarisch entwickelten und komplexierten Gesellschaften, wobei sie Pflanzenbestände bilden, die gewöhnlich flächenmässig gross sind und einen äusserst aktiven Anteil am Verwachsen des Beckens haben. Phytozönosenflächen dagegen, die man pflanzensoziologisch identifizieren vermag, traten in den von mir untersuchten Wasserbehältern selten auf und deckten nur kleine Flächen. Ich habe zum Beispiel, eine der allgemeinsten Assoziationen, *Scirpo-Phragmitetum*, in typisch entwic-

kelter Gestalt sehr selten angetroffen, und wenn, so auf Flächen, die gelegentlich nur mehrere Quadratmeter betragen — wogegen Fragmente dieser Assoziation Flächen von Ausmassen einiger Hektare deckten. Ähnliche Verhältnisse beobachtete Tomaszewicz (1969) am Zegrze-See. Ich bin also der Meinung, dass eine endgültige Bestimmung der Wasser-, Sumpf-, und teilweise auch der Wiesengesellschaften, lediglich nur auf Grund von Aufnahmen „typischer“ Probeflächen, ein unvollständiges, von der Wirklichkeit abweichendes Bild geben würde. Die Differenzierung dagegen der Gesellschaften, als auch die Charakterisierung der Pflanzenwelt auf Grund von Vegetationsaufnahmen, die auf den höchst repräsentativen Flächen gemacht worden sind, zieht zwar nach sich etliche Klassifikationschwierigkeiten bei manchen, derart zu bestimmenden Gesellschaften, gibt jedoch ein möglichst wahrheitsgetreues Bild der wirklichen Vegetation, und ermöglicht außerdem eine Orientierung hinsichtlich der Entwicklungsdynamik, und gewährleistet auch noch ein ziemlich reales Bild der Sukzession.

Zwecks einer besseren, bildlichen Darstellung der Struktur der am Verwachsungsprozesse teilnehmenden Gesellschaften habe ich ein System biologisch-morphologischer Formen eingeführt (Podbielkowski 1960), das von anderen Lebensformsystemen (z.B. Iversen 1936; Drude 1913; Raunkiaer 1904, 1908, 1918, 1934) abweicht, als auch von ausschliesslich Wasserpflanzen betreffenden Systemen (Luther 1949; Hegný 1957, 1960), welche sich für meinen Gebrauch als weniger tauglich erwiesen. Gemäss meinem System habe ich die am Verwachsen teilnehmenden Pflanzen wie folgt gruppiert:

1. Bäume (D)
2. Sträucher (K)
3. Zwergsträucher (Ki)
4. Pflanzen, die festen Grund bewaschen, manchmal jedoch zeitweise oder dauernd im Wasser getaucht sind, deren Assimilationsorgane jedoch immer im Luftpilieu verbleiben (A);
  - 4.1 — Stauden (At);
    - 4.1.1. — Rhizom- und Ausläuferstauden (Atr);
    - 4.1.2. — Horststauden (Atp);
    - 4.1.3. — Moose (B-At);
  - 4.2 — ein- oder zweijährige Pflanzen (As).
5. Wasserpflanzen oder solche Landpflanzen, derer Assimilationsorgan auf oder unter der Wasseroberfläche schwimmen (H);
  - 5.1 — Pflanzen, derer Assimilationsorgane auf der Wasseroberfläche schwimmen oder etwas über die Wasserfläche emporwachsen (Ho); hierzu zähle ich auch gewisse Moose (B-Ho);
    - 5.1.1. — am Boden haftende (Hoz);
    - 5.1.2. — frei schwimmende (Hon);

- 5.2 — Pflanzen mit untergetauchten Assimilationsorganen (Hu); hierzu gehört eine Zahl von gewissen Moosen (B-Hu);
- 5.2.1. am Boden haftende (Huz);
  - 5.2.2. frei schwimmende (Hun).

#### DAS WASSERMILIEU UND DIE PFLANZEN

Das Hauptproblem, welches ich in dem von mir bearbeiteten Thema berücksichtige, ist das Verwachsen des Wasserraumes. Was die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers als Milieu der in ihm lebenden Pflanzen anbetrifft — wäre es unnötig dies Thema hier zu behandeln, da es ausführlich in der betreffenden, äusserst umfangreichen Spezialliteratur als auch diesbezüglichen Handbüchern, entwickelt worden ist (Alekin 1956; Just u. Hermanowicz 1955; Pietkiewicz 1958; Lepniewa 1950; Lohammar 1938; Ruttner 1952; Sculthorpe 1967; Reid 1961; Gessner 1955, 1959). Die von mir ausgearbeiteten physikalisch-chemischen Untersuchungsergebnisse betreffen zwar nur zwei Wasserbehältertypen (Torfstichen und Meliorationsgräben), genügen jedoch um gewisse Abhängigkeitsformen zwischen der Vegetation und dem Milieu aufzustellen. Ausführlich habe ich meine Beobachtungsergebnisse in meinen, das Verwachsen dieser Behälter betreffenden Aufsätzen (Podbielkowski 1960, 1967) beschrieben. Interessant ist ein Vergleich dieser Gewässer mit denen der natürlichen Becken. Die von mir untersuchten Torfstichen und Meliorationsgräben stellen nämlich Behälter mit spezifischem Grundboden dar, welcher organische Sichtung aufweist (Torf, Gyttja, gelegentlich Moorböden). Diese Behälter weisen — im Vergleich zu natürlichen Wasserbecken und -läufe — Gewässer auf, die eine intensivere Färbung, einen höheren Ammoniakgehalt, hohe Oxydierbarkeit, einen sehr erhöhten Eisengehalt und eine verhältnismässig hohe Phosphatmenge in den Torfstichen, aber eine niedrigere in den Gräben, haben; ihre Alkalinität ist nicht hoch, sie enthalten auch wenig Nitrite und die Nitrat- und Chloridmengen gestalten sich in normalen Grenzen.

Die Reaktion des Wassers war dagegen in allen Behältern und Läufen verschieden, und hier traten auch deutliche Unterschiede in der floristischen Zusammensetzung der Vegetation auf, die Gewässer mit verschiedenen Reaktionen besiedelte. Also waren die Wasserbehälter mit einer Reaktion unter pH 6 — hauptsächlich mit Gesellschaften aus *Scheuchzerietalia palustris*, *Litorelletea* (teilweise), und in späteren Stadien — mit *Oxycocco-Sphagnetea* besiedelt. Behälter mit einer Reaktion über pH 6 bewachsen Gesellschaften aus *Lemnetea*, *Potametea*, *Phragmitetea*, *Caricetalia fuscae*, *Bidentetea tripartiti* und eine Reihe anderer, die Besiedlung kontinuierender Pflanzengesellschaftsgruppen..

Die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassermilieu üben einen grossen Einfluss auf das Auftreten verschiedener Pflanzenarten aus: natürlicherweise eliminieren sie gewisse Arten, bevorzugen dagegen andere. Diese Probleme sind äusserst interessant, und die diesbezügliche Fachliteratur sehr reich (z.B. Gessner 1950, 1955, 1959; Hicks 1932; Iversen 1929; Iversen u. Olsen 1943; Lohammar 1938; Podbielkowski 1960, 1967).

Im Bereiche biogeozönotischer Systemen äussern sich sowohl Abhängigkeiten der Pflanze von der Umwelt, als auch umgekehrt — Einflüsse der Pflanzenwelt auf das Milieu. Zersetzung der organischen Masse, ihre Mineralisierung, Änderungen der Gasverhältnisse (Verwehung, Atmung, Photosynthese), Veränderungen der Klarheit und der Färbung des Wassers, Differenzen des Lichtklimas — all das sind Faktoren, welche einen entscheidenden Einfluss auf das Wassermilieu ausüben, Faktoren, welche direkt oder indirekt vom Wirkungskreis der Pflanzen abhängig sind.

#### ÖKOLOGISCHE UND BIOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN DER AM VERWACHSUNGSPROZESSE TEILNEHMENDEN PFLANZEN

Das Wassermilieu übt einen enormen Einfluss auf die ökologischen und biologischen Eigenheiten der es besiedelnden Pflanzen aus und gestaltet deren speziellen — an die Verhältnisse dieser Umwelt vortrefflich angepassten — morphologisch-ökologischen Typus. Dieses Problem ist weitläufig bearbeitet worden, sowohl in hydrobotanischen Bearbeitungen und Handbüchern der Ökologie, als auch in speziellen Dissertationen (z.B. Ambühl 1959; Förster 1932; Goebel 1930; Glück 1905, 1906, 1911, 1923, 1924; Gessner 1940, 1950, 1952, 1955, 1959; Heil 1929; Hejny 1960, 1962; Iversen 1936; Karsten 1888; Kotilainen 1927; Landolt 1957; Lenz 1928; Lilieroth 1950; Luther 1947; Neger 1913; Olsen 1950; Panknin 1945; Podbielkowski 1960, 1967, 1968, 1969; Popławska ja 1948; Reid 1961; Szennikow 1952; Szymkiewicz 1932; Stroede 1933; Schenck 1886; Steusioff 1939; Woronow 1943; Zastrow 1934 und eine Reihe anderer).

Es muss hier noch erwähnt werden, dass im Falle einer Erhöhung der Wasserniveau oder falls der zeitweilig trockengelegte Becken erneut der Bewässerung unterliegt, viele der hier angesiedelten Pflanzen in eine für sie fremde Wasserumwelt gelangen. Angesichts derartigen Änderungen entwickeln sich bei zahlreichen Arten gewisse Anpassungsformen, welche spezifische morphologisch-anatomische Abänderungen aufweisen (Förster 1932; Glück 1905, 1906, 1911, 1924; Podbielkowski 1960; Schenck 1889; Woronow 1943). Eine dementsprechende Reaktion, die sich in Änderungen der Morphologie der

Pflanzen äussert, kann auch beim Austrocknen oder künstlichem Trockenlegen der Wasserbecken beobachtet werden (Podbielkowski 1960, 1967, 1968; auch 1939).

Die mich am meisten interessierende Erscheinung, und die zugleich einen wesentlichen Ausdruck der spezifischen ökologischen und biologischen Eigenschaften der Wasser- und Sumpfpflanzen darstellt, ist das enorme Expansionsstreben, welches im Verwachsungsprozesse eine grundlegende Rolle spielt, worauf ich speziell, hauptsächlich in zwei Arbeiten, über das Verwachsen der Torfstichen (Podbielkowski 1960) und der Meliorationsgräben (Podbielkowski 1967) hingewiesen habe.

Das Expansionsbestreben kann in Hinsicht auf das Individuum, die Population als auch die Pflanzengesellschaft betrachtet werden.

Diese Bestrebungen können sich bei einzelnen Pflanzen auf verschiedene Weise auswirken: durch Vergrösserung der Gestalt und Masse (Aaric 1933; Bornkamm 1963; Pohjala 1933); durch Entwicklung schnell wachsender Rhizomen und Ausläufer (Klimontow 1963; Kopecký 1967 b; Metsävainio 1931; Weber 1950); auf Wegen grosser Reproduktionsfähigkeit — durch Bildung zahlreicher sowohl vegetativer, sporulativer, als auch generativer Diasporen (Ingold 1965; Korsmo 1930; Müller-Schneider 1955; Luther 1950, 1951; Petersson 1940; Serbanescu u. Sanda 1965; Szafran 1957; Zbořil 1921), welche eine hohe Keimfähigkeit, Überdauerungsmöglichkeiten ungünstiger Umweltverhältnisse, sowie grosse Ausbreitungsfähigkeiten aufweisen.

Angrenzend — zwischen dem Individuum und der Population — liegen vieltriebige Formen, wie z.B. horst- spalier-oder nestartige Ausgestaltungen (Fedorow 1966; Penzes 1959; Podbielkowski 1968); der Übergang vom Individuum zur Koloniepopulation verwirklicht sich erst im höheren Alter der Pflanze, wenn sich eine gegenseitige Auflösung des physiologischen Kontaktes zwischen den einzelnen Trieben einstellt.

Wie gewaltig sich diese vieltriebigen Formen in Richtung der Eroberung des Lebensraumes auswirken, können wir beispielsweise zwar an *Phragmites communis* oder *Schoenoplectus lacutris* beobachten, welche im Stande sind sich binnen kurzer Zeit ansehnlicher Flächen zu bemächtigen.

Die Expansionspotenz der Population kann als Summe in gewissen Richtungen angeordneter Expansionsstreben einzelner Individuen angesehen werden, bei gleichzeitiger Vervielfacherung der Zahl dieser Individuen, als auch ihrer Masse. Bei gegebenen, günstigen Standortbedingungen verbreitet sich eine expansivtückige Population schnell, wobei sie nicht nur einen immer grösseren Lebensraum sich zueigen macht, aber auch in diesem Bereich schwächere Konkurrenten eliminieren kann.

Die Expansion der Gesellschaft trägt dagegen einen anderen Cha-

rakter als die Expansionstendenz der Population. Diese Verschiedenheit beruht meist auf der Vielgestaltigkeit der Expansion, welche als Resultat der Zusammensetzung der Gesellschaft, die verschiedene Arten mit oft verschiedentlichen biologischen Eigenschaften einschliesst, begründet ist.

Das Expansionsbestreben stellt einen der Hauptfaktoren der Konkurrenz dar (B r a u n - B l a n q u e t 1951; B o r n k a m m 1963; O d u m 1963). In der ersten Phase der Besiedlung des Wasserraumes existiert praktisch keine Konkurrenz, oder sie ist nur unwesentlich. Erst in späteren Besiedlungsphasen, wenn eine Verdichtung der Individuen nimmt zu, verschärft sich die Konkurrenz immer mehr und definiert die Ausgestaltung der Vegetation. In dieser Phase, bei einer grossen Verdichtung der Individuen, geht es schon nicht mehr um Eroberung eines immer grösseren Lebensraumes, aber es geht schon um Bewahrung der Existenz unter möglichst günstigen Bedingungen. In minderem Masse und weniger effektiv wirken sich nun die verschiedenartigen Expansionsformen aus, dagegen treten jetzt in den Vordergrund die Lebenskraftwerte einzelner Organismen, als auch Faktoren, welche mikroklimatische, edaphische, biochemische und biotische Veränderungen nach sich ziehen (E l l e n b e r g 1951; G r ü m m e r 1955; K n a p p 1967; S c a m o n i 1967). Die Lebensfähigkeit der Pflanzen, in erster Linie die Austrocknungsresistenz (z.B. A b e l 1956; G e s s n e r 1955, 1959; H e j n ý 1945, 1960, 1962; K l i k a 1935; P o d b i e l k o w s k i 1960, 1967, 1968, 1969), als auch die Überwinterungsfähigkeit spielen hier eine äusserst wichtige Rolle, worauf ich schon früher besonders hingewiesen habe (P o d b i e l k o w s k i 1960; auch G l ü c k 1905, 1906, 1911, 1924; L o h a m m a r 1938). Zahlreiche Arten entwickeln, zwecks Überdauerung darart ungünstiger Verhältnisse, eine Reihe spezieller Organe, wie z.B. Turionen, Winterknospen usw. (G e s s n e r 1955, 1959; M a t s u b a r a 1931; S i m o n 1928; S e r b a n e s c u u. S a n d a 1965).

#### PFLANZENGESELLSCHAFTEN

Im Bereiche gegenseitiger standortsbedingter, floristisch-chorologischer und konkurrenzmässiger Verhältnisse, als auch bei sporadischer sowie andauernder Beeinflussung des Menschen, entwickeln sich in künstlichen Wasserbecken entsprechende Pflanzengesellschaften, welche eine Mannigfaltigkeit und Veränderlichkeit, sowohl raum- als auch zeitgemäss, nach sich ziehen.

Diese Gesellschaften, welche ich in meinen vorherigen Bearbeitungen über die Vegetation und das Verwachsen künstlicher Becken ausgesondert und beschrieben habe (P o d b i e l k o w s k i 1960, 1967, 1968, 1969), habe ich in ein Rahmensystem nach M a t u s z k i e w i c z (M a-

tuszkiewicz 1962; Matuszkiwicz in: Scamoni 1967) zusammengestellt. Die Bestimmung der Zugehörigkeit als auch die systematische Rangordnung stützte ich auf einer Reihe Bearbeitungen (Balátová-Tulačková 1962; Dąmbńska 1966; Donselaar 1961; Ellenberg 1963; Knapp 1948; Kępczyński 1960, 1965; Kopecký 1967a; Kopecký u. Hejný 1965a, b; Kuiper 1967; Matuszkiwicz in: Scamoni 1967; Miyawaki u. J. Tüxen 1960; Olaczek 1967; Oberdorfer 1949, 1957; Pawłowski 1959; Poli u. Tüxen 1960; Tüxen 1937, 1953, [1956], [1958]).

Die Arbeiten von Kopecký als auch Kopecký und Hejný, wenn auch sehr interessant und fortschrittlich, betreffen doch Gesellschaften, welche in den von mir ausgeführten floristischen Aufstellungen nicht allzu oft vorkommen — es handelt sich hauptsächlich um *Phalaridetum arundinaceae*. Diese Gesellschaften sind auch, wie man es aus der Polemik über ihre Rangordnung ersehen kann, in systematischer Hinsicht äußerst labil. Deshalb gab ich auch den Vorrang den alten systematischen Konzeptionen, wonach ich sie im Bereich des Verbandes *Magnocaricion* situierte, was ich übrigens — gestützt auf eigenen Beobachtungen — begründen konnte (Podbielkowski 1968). In enigen Fällen konnte ich mir auch gewisse Suggestionen von Balátová-Tulačková (1963), welche die Anordnung der Klasse *Phragmitetea* betreffen, nicht zu eigen machen, weshalb ich bei den früheren „klassischen“, diese Gruppe betreffenden Auffassungen des Systems, verblieb.

Das nachfolgend angeführte System umfasst nicht alle von mir ausgesonderten Pflanzengesellschaften. In erstem Falle fehlen dort Gesellschaften der mikroskopischen Algen (Plankton, Benthos, Aufwuchs). Zur Zeit ist die systematisch-pflanzensoziologische Klassifikation dieser Gesellschaften noch nicht festgestellt, sie ist nur fragmentarisch bearbeitet, aber schon hier vertreten die einzelnen Autoren verschiedene Auffassungen hinsichtlich der systematischen Stellung dieser Gesellschaften, als auch — der Methoden (Margalef 1949; Symoens 1951; Fetzmann 1956). Es ist auch überhaupt noch fraglich, ob wirklich irgend eine deutliche soziale Bindung zwischen diesen winzigen Algen und den Makrophyten besteht (s. Panknin 1941; Margalef 1949). Auf Grund von Dominanten sonderte ich einige Gesellschaften aus, die ich in meiner Arbeit über das Verwachsen der Meliorationsgräben beschrieben habe (Podbielkowski 1967). Die Gesellschaften der makrophytischen Algen — der Armleuchtergewächse — wurden ins System einbezogen und in die Klasse der *Potametea (Charetales)* eingegliedert.

Die Moosgesellschaften wurden, in der Mehrzahl der Fälle, gesondert betrachtet, da diese einheitlichen und nahezu einartigen Moospolster welche gewöhnlich die Initialstadien der sich später in Gestalt von mehr komplizierter Struktur entwickelnden Einheiten darstellen, anfangs gewisse autonome Ansammlungen bilden. Sie gestalten sich erst später in

Synusien oder abhängige Gesellschaften aus (Kornáš 1957, 1959); es gibt selbstverständlich gewisse Ausnahmen, wie z.B. *Sphagnetum medio-rubelli*. Nichtsdestoweniger war die Anzahl dieser, zeitlich autonomen Moosgesellschaften, nicht klein, besonders in Torfstichen als auch in einigen Meliorationsgräben. In Anbetracht dessen, dass bei den Moosen, die doch eine umfangreiche Pflanzengruppe der am Ausbau einer grossen Anzahl von Gesellschaften teilnehmenden Pflanzen darstellen, das Fehlen einer grösseren Zahl ausgesprochener Charakterarten sich sehr fühlbar macht, habe ich die ausgesonderten Moosgesellschaften ins System — in gewissen gesamtbenannten Gruppen vereinigt — eingegliedert.

Ich vereinigte gleichfalls und ordnete in Gruppeneinheiten, einige nicht definierbare, floristisch und strukturell einander ähnliche Gesellschaften, welche entweder stark komplexierte Gesellschaften darstellten, oder auch Fragmente beziehungsweise Fazies irgendwelcher, näher nicht definierter Gesellschaften waren.

In der weiter angeführten Aufstellung der von mir ausgesonderten Gesellschaften habe ich bei Rangeinheiten der Assoziation oder Gesellschaft mittels Symbolen bezeichnet: das Auftreten dieser Einheiten in den verschiedenen Wasserbehältern (d — Torfstichen, r — Meliorationsgräben, s — Fischteiche, g — Lehmgruben, z — Zegrze-See); die Frequenz und die Ausdehnung ihrer Flächen, gestützt auf der Anzahl der Aufnahmen und der Bedeckungsgröße (1 — seltenes Auftreten und schwache Bedeckung, 2 — ziemlich häufiges Auftreten und beträchtliche Bedeckung, 3 — häufiges oder sehr häufiges Auftreten und sehr ansehnliche Bedeckung); den Anteil am Verwachsungsprozesse, und zwar: Expansionsstreben, Intensität und Schnelligkeit des Verwachsens und des Verseichtens des Beckens, Produktion der Pflanzenmasse (+ — unansehnlich oder nicht gross, ++ — ansehnlich, +++ — sehr gross).

*Lemnetea* W. Koch et R. Tx. 1954

*Lemnetalia* W. Koch et R. Tx. 1954

*Lemnion minoris* W. Koch et R. Tx. 1954

*Riccieturn fluitantis* Slavnič 1956; d, 1, ++; s, 2, +++

*Wolffietum arrhizae* Miyawaki et J. Tx. 1960; d, 1, ++; s, 1, +++

*Salvinio-Spirodeletum polyrrhizae* Slavnič 1956; d, 1, +; s, 1—2, +

*Lemnetum minoris-trisulcae* R. Tx. 1955; d, 2, ++; r, 1, +; s, 3, +++; g, 3 ++

*Lemnetum minoris-trisulcae* R. Tx. 1955 Variante mit *Ceratophyllum demersum*; d, 2, ++

- Einartige Ansammlungen von *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Spirodea polyrrhiza*, *Salvinia natans*, *Riccia fluitans*; d, 3, ++; r, 1, +; s, 2—3, ++; g, 1—2, +; z, 1, +

*Bidentetea tripartiti* R. Tx., Lohm. et Prsg. 1950

*Bidentetalia tripartiti* Br.-Bl. et R. Tx. 1943

*Bidention tripartiti* Nordh. 1940

*Polygono-Bidentetum* (W. Koch 1926) Lohm. 1950; r, 2, ++

Gesellschaft mit *Bidens tripartitus*; d, 1—2, +

Gesellschaft mit *Bidens cernuus*; d, 1—2, +; g, 1—2, +

Gesellschaft mit *Polygonum persicaria* (teilweise); s, 1—2, +

Knöterich-Schilfgesellschaft (teilweise); s, 2—3, ++

*Chenopodion fluviatile* R. Tx. 1960

Knöterich-Schilfgesellschaft (teilweise); s, 2—3, ++

*Isoëto-Nanojuncetea* Br.-Bl. et R. Tx. 1943

*Cyperetalia fusci* Müller-Stoll et Pietsch 1961 mscr.

*Nanocyperion flavescentis* W. Koch 1926

*Junco-Cyperetum* Müller-Stoll et Pietsch 1961 mscr.; s, 1, +

Gesellschaft mit *Heleocharis acicularis*; s, 2, ++

*Chenopodietae* Oberd. 1957 em. Lohm., J. et R. Tx. 1961

*Tussilaginetum* Oberd. 1949 (non *Senecioni-Tussilaginetum* Möller 1949); g, 3, +++

Trockenwiesengesellschaft (teilweise); g, 2, ++

*Plantaginetea maioris* R. Tx. et Prsg. 1950

Gesellschaft mit *Agropyron repens*; g, 1—2, +

*Plantaginetalia maioris* R. Tx. et Prsg. 1950

*Rumex maritimus-Alopecurus geniculatus*-Ges.; s, 2, ++

Gesellschaft mit *Polygonum persicaria* (teilweise); s, 1—2, +

*Polygonion avicularis* Br.-Bl. 1931

Gesellschaft ähnlich dem *Sagino-Bryetum* Diem., Siss. et Westh. 1940; g, 1, +

*Potametea* R. Tx. et Prsg. 1942*Potametalia* W. Koch 1926*Eu-Potamion* (W. Koch 1926) Oberd. 1957

*Potametum lucentis* Hueck 1931; d, 1, +; s, 3, ++; z, 3, ++

Gesellschaft mit *Potamogeton natans*; z, 1—2, +

Gesellschaft mit *Potamogeton alpinus*; r, 1, ++

Gesellschaft mit *Potamogeton pectinatus*; z, 2, ++

Gesellschaft mit *Potamogeton pusillus*; r, 1—2, +++

Gesellschaft mit *Potamogeton perfoliatus*; z, 2, ++

Gesellschaft mit *Potamogeton acutifolius*; r, 1, +++

Gesellschaft mit *Fontinalis antipyretica*; d, 1, +; r, 1, +

Ein- oder mehrartige Ansammlungen verschiedener Wasserpflanzen; s, 3, ++; g, 2, +

*Nymphaeion* Oberd. 1957

*Myriophyllo-Nupharatum* W. Koch; d, 1, +; s, 2—3, ++; g, 1—2, +; z, 1—2, ++

*Hydrocharitetum morsus-ranae* van Langendonck 1935

(= *Hydrocharito-Stratiotetum* Krusem. et Vlieg. 1937); d, 2, ++ (fragm.); r, 1, +; s, 3, +++; g, 1, +; z, 1, ++

*Hottonietum palustris* R. Tx. 1937; r, 3, ++

Gesellschaft mit *Callitricha polymorpha*; r, 2—3, ++

*Batrachium circinatum-Myriophyllum spicatum*-Ges.; z, 2—3, ++

*Elodea canadensis-Ceratophyllum demersum*-Ges.; d, 2, ++; r, 3, +++

Gesellschaft mit *Polygonum amphibium*; s, 2, +; g, 2, +; z, 3, ++

Ein- oder mehrartige Ansammlungen verschiedener Wasserpflanzen; d, 2, ++; r, 2, ++; s, 2, ++; g, 2, ++

*Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959

Gesellschaft ähnlich dem *Ranunculo-Sietum erecti-submersi* (Roll 1939) Müll. 1962; r, 3, ++

#### Charetales

*Charion fragilis* Krausch 1946

*Charetem contrariae* Corillion 1957; s, 2, ++; g, 1, ++

*Magnocharetem hispidae* Corillion 1957; s, 2, ++; g, 1, ++

*Charetem vulgaris* Corillion 1957; s, 2, ++; g, 1, ++

*Chara vulgaris*-Ansammlung; r, 1, +; s, 2, ++; g, 1, ++

*Chara fragilis*-Ansammlung; d, 1, +; r, 2, ++; s, 2, ++

*Chara contraria*-Ansammlung; d, 1, +; s, 2, ++

*Nitella opaca*-Ansammlung; d, 1, +

#### Litorelletea Br.-Bl. et. R. Tx. 1943

*Litorelletalia* W. Koch 1926

*Sphagno-Utricularion* Müll. et. Görs 1960

*Sparganietum minimi* Schaaf 1925 (fragm.); d, 1, +

*Sphagnum cuspidatum-Utricularia minor-Juncus bulbosus*-Ges.; r, 1, ++

*Juncus bulbosus-Sphagnum cuspidatum*-Ges. (teilweise); d, 1, ++

Gesellschaft mit *Sphagnum cuspidatum* (ähnlich dem *Sphagnetum cuspidato-obesi* R. Tx. et von Hübschm. 1959); d, 2—3, +++

#### Phragmitetea R. Tx. et Prsg. 1942

*Phragmitetalia eurosibirica* (W. Koch 1926) R. Tx. et. Prsg. 1942

Gesellschaft mit *Equisetum limosum*; d, 1, ++; r, 1, +; s, 2, ++; z, 2, ++

Schilf-Wiesengesellschaft (teilweise); s, 2—3, ++

Knöterich-Schilfgesellschaft (teilweise); s, 2—3, ++

*Phragmition* Koch 1926

*Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926; d, 3, +++; r, 2, ++; s, 3, +++; g, 3, +++; z, 2—3, ++

*Scirpetum maritimi* (Christ. 1934) R. Tx. 1937; s, 1, +

*Sagittario-Sparganiatum* R. Tx. 1953; g, 2, ++

*Glycerietum maximae* (Nowiński 1930) Hueck 1931; d, 1, +; r, 2, ++; s, 3, +++; g, 2—3, ++; z, 2—3, ++

*Oenanthe-Rorippetum* Lohm. 1950; r, 1, ++; s, 1, +

*Rorippa amphibia-Glyceria fluitans*-Ges. (teilweise); r, 2, ++

Gesellschaft mit *Acorus calamus*; s, 2—3, +++; g, 1, +; z, 1, +

Gesellschaft mit *Agrostis stolonifera* (teilweise); r, 3, +++; s, 1, +  
*Typha latifolia-Glyceria aquatica*-Ges.; d, 2—3, +++

Fragmente nicht identifizierter Röhrichtsgesellschaften; d, 2, ++,  
 s, 1—2, +; g, 3, ++

Ein- oder mehrartige Ansammlungen hoher Schilfstauden; d, 2, ++;  
 g, 2—3, ++; s, 2, ++; z, 2—3, ++

*Magnocaricion* W. Koch 1926

*Caricetum elatae* W. Koch 1926; d, 1, ++; r, 1, 3, +++; s, 1, +++

*Caricetum paniculatae* Wang. 1916; d, 1—2, ++; r, 1, +++; s, 1, ++

*Cicuto-Caricetum pseudocyperi* de Boer 1942; d, 1, +; r, 1—2, ++;  
 s, 2, ++; g, 1, +

*Caricetum vesicariae* Br.-Bl. et Denis 1926; g, 1, +

*Caricetum rostratae* Rübel 1912 (= *Caricetum inflato-vesicariae*  
 W. Koch 1926 p.p.); d, 3, +++; r, 2—3, +++; s, 3, +++

*Carex rostrata-Equisetum limosum-Marchantia polymorpha*-Ges.  
 (Fragm. von *Caricetum rostratae*?); d, 2, 3, +++

*Carex rostrata-Marchantia polymorpha*-Ges. (Fragm. von *Carice-*  
*tum rostratae*?); d, 2, ++

*Caricetum acutiformis* Sauer 1937; r, 3, +++; s, 1—2, +; g, 2, ++

*Caricetum ripariae* Soó 1928; s, 1, ++

*Caricetum vulpinae* Nowiński 1927 (fragm.); r, 1, ++

*Caricetum gracilis* (Graebn. et Hueck 1931) R. Tx. 1937; d, 1, ++;  
 r, 3, +++; s, 3, +++; g, 1, +

*Phalaridetum arundinaceae* Libb. 1931; r, 1, ++; s, 1—2, ++

*Thelypterideto-Phragmitetum* Kuiper 1957; s, 1, ++

Gesellschaft mit *Leersia oryzoides* (provisorisch); d, 1, +; r, 1, +;  
 s, 1, +

Gesellschaft mit *Carex elongata* (provisorisch); d, 2, +++; s, 1, ++

*Carex rostrata-Eriophorum angustifolium-Marchantia polymorpha*-  
 -Ges. (teilweise); d, 1, ++

*Lemna minor-Carex rostrata-Comarum palustre*-Ges. (teilweise);  
 d, 2, ++

Nicht identifizierte Seggengesellschaftsfragmente; d, 2, ++

*Sparganio-Glycerion* Br.-Bl. et Siss. 1942

*Sparganio-Glycerietum fluitantis* Br.-Bl. 1925 (Fragm.); r, 2, ++

*Veronica anagallis-Glyceria fluitans*-Ges. (teilweise); r, 3, ++

*Rorippa amphibia-Glyceria fluitans*-Ges. (teilweise); r, 2, ++

*Sparganium simplex-Elodea canadensis*-Ges. (teilweise); r, 1, ++

Gesellschaft mit *Scirpus silvaticus* (teilweise; *Scirpetum silvatici*  
 Knapp 1946 Fragm.?); r, 1, +; s, 1, +; g, 1, +

Röhricht-Buschgesellschaft (teilweise); g, 2, ++

*Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937

*Molinietalia* W. Koch 1926

*Filipendulo-Petasition* Br.-Bl. 1947

- Filipendulo-Geranietum* W. Koch 1926 (Fragm.); r, 2, +; s, 2, +
- Molinion* W. Koch 1926
- Junco-Molinietum* Prsg. 1951 (Fragm.); d, 1, +
- Calthion* R. Tx. 1936 em. Oberd. 1957
- Scirpetum silvatici* Knapp 1946 (Fragm.); s, 1, ++; g, 1, +
- Juncetum acutiflori* Br.-Bl. 1915 (provisorisch eingeordnete Fragmente; oft mit Annäherungen zu *Caricetalia fuscae*); g, 1, +
- Schilf-Wiesengesellschaft* (teilweise); s, 3, +++
- Climacium dendroides-Comarum palustre-Ges.*; r, 1, ++
- Nicht identifizierte Gesellschaften an Böschungen von Meliorationsgräben und Fischteichen als auch in verwachsenen Lehmgruben; r, 2, +; g, 2, ++
- Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R. Tx. 1943
- Trockenwiesengesellschaft (auf Lehmgrubenabhängen); g, 2, ++
- Scheuchzerio-Caricetea fuscae* Nordh. 1936
- Sphagnum apiculatum-Utricularia minor-Comarum palustre-Ges.*; r, 1, ++
- Sphagnum apiculatum-Salix aurita-Ges.*; r, 1, ++
- Moosige Rasen von *Drepanocladus fluitans-Sphagnum cuspidatum*; d, 1, ++
- Comarum palustre-Shagnum cuspidatum-Ges.*; d, 1, ++
- Nicht identifizierte Gesellschaften; d, 2, ++; r, 2, ++; g, 1—2, +
- Scheuchzerietalia palustris* Nordh. 1936
- Sphagnum cuspidatum-Ges.*, (Moosrasen); d, 2—3, +++; r, 1, ++
- Moosrasen von *Calliergon giganteum-Sphagnum cuspidatum*; d, 1, ++
- Juncus bulbosus-Sphagnum cuspidatum-Ges.* (teilweise); d, 1, ++
- Calla palustris-Sphagnum cuspidatum-Ges.*; d, 3, +++
- Eriophorum angustifolium-Sphagnum cuspidatum-Ges.*; d, 3, +++
- Eriophorum vaginatum-Sphagnum cuspidatum-Ges.* (teilweise); d, 2, +++
- Nicht identifizierte Gesellschaften mit dominierenden Torfmoosen (*Sphagnum cuspidatum*, *Sph. apiculatum*, *Sph. subsecundum*); r, 2, +++
- Rhynchosporion albae* W. Koch 1926
- Rhynchospora alba-Sphagnum cuspidatum-Ges.* (Fragm. von *Rhynchosporetum albae* W. Koch 1926?); d, 1, ++
- Caricion lasiocarpae* v.d. Berghen 1949
- Caricetum lasiocarpae* W. Koch 1926 (Fragm.); d, 2—3, +++
- Caricetalia fuscae* W. Koch 1926
- Caricion canescens-fuscae* (W. Koch 1926) Nordh. 1936
- Carici-Agrostietum caninae* R. Tx. 1937 (Fragm.); d, 1—2, ++; r, 1, +

- Sphagnum subsecundum-Drepanocladus fluitans-Agrostis canina-*  
-Ges.; r, 1, ++  
*Feuchte Wiesen (teilweise); g, 2, ++*  
*Lemna minor-Carex rostrata-Comarum palustre-Ges. (teilweise);*  
d, 2, ++  
*Comarum palustre-Calliergon giganteum-Ges.; d, 1, +++*  
*Ein- oder mehrartige Moosrasen im Wasser oder auf festem Unter-*  
grunde; d, 2—3, ++; r, 1—2, +++  
*Oxycocco-Sphagnetea Br.-Bl. et R. Tx. 1943*  
*Sphagnetalia fusi R. Tx. 1955*  
*Eriophorum vaginatum-Sphagnum cuspidatum-Ges. (teilweise);*  
d, 2, +++  
*Sphagnum fusi Br.-Bl. 1920*  
*Sphagnetum medio-rubelli Schwick. 1933 (Fragm.); d, 1, ++; r, 1, ++*  
*Eriophoro-Sphagnetum recurvi Hueck 1929; d, 2, ++; r, 1, +*  
*Salicetea purpureae Moor 1958*  
*Salicetalia purpureae Moor 1958*  
*Salicion albae R. Tx. 1955*  
*Salicetum triandro-viminalis Lohm. 1952 (Fragm.); g, 1, +*  
*Schilf-Buschgesellschaft (teilweise); g, 2, ++*  
*Alnetea glutinosae Br.-Bl. et R. Tx. 1943*  
*Alnetalia glutinosae R. Tx. 1937*  
*Alnion glutinosae (Malc. 1929) Meijer Drees 1936*  
*Gesellschaft mit Calamagrostis canescens (provisorisch); s, 2—3, +++*  
*Carici elongatae-Alnetum W. Koch 1926; d, 1, ++; s, 1, +*  
*Salicetum pentandro-cinereae (Almq. 1929) Pass. 1961 (= Salici-*  
*-Franguletum Malc. 1929 p.p.); d, 1, ++; r, 1, +; s, 2, ++*  
*Betulo-Salicetum repantis Oberd. 1964; d, 1, ++*  
*Nicht identifizierte Fragmente von Waldgesellschaften; g, 1—2, +.*

Aus der oben angeführten Aufstellung gehen einige Folgerungen hervor:

1. Auffällig ist die grosse Zahl der ausgesonderten Einheiten niedrigerer Rangordnung — Assoziationen (46) oder Gesellschaften eventuell Pflanzenansammlungen (80); nicht eingezählt wurden hier gewisse Moosansammlungen, als auch Gesellschaften mikroskopischer Algen.

Dieser Umstand wurde hauptsächlich durch die enorme Manigfaltigkeit der Pflanzengesellschaften begründet.

Ein zweiter Grund, der diesen Tatbestand bedingte, oder auch die grosse Anzahl nicht identifizierter Gesellschaften oder Pflanzengruppen nach sich zog, ist die Tatsache, dass — was ich im Abschnitt über die Methode (s. S. 68) ausführlich besprach — man diese Gesellschaften an die bekannten und in der Literatur beschriebenen Assoziationen nicht anzupassen vermag.

2. Deutlich treten hervor die Unterschiede in der Domination gewisser systematischen Gruppen in Abhängigkeit vom Wasserbehälter. Angaben, die ich in Verbindung damit nachfolgend anführe sind äusserst allgemein und betreffen Einheiten höherer Rangordnung.
  - 2.1. Torfstichen:
    - 2.1.1. — auf Niedermooren: *Lemnetea*, *Potametea* (*Nymphaeion*), *Phragmitetea* (fast gleichmässig *Phragmition* und *Magnocaricion*), *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* (*Caricetalia fuscae*), *Alnetea glutinosae* (*Salicetum pentandro-cineraceae*);
    - 2.1.2. — auf Übergangsmooren: *Litorelletea*, *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* (*Scheuchzerietalia palustris*), *Oxycocco-Sphagnetea* (*Sphagnetalia fuscii*).
  - 2.2. Meliorationsgräben:
    - 2.2.1. — auf Niedermooren (betrifft den grössten Teil der untersuchten Gräben): *Potametea* (ein nicht grosses Übergewicht des *Nymphaeion* über *Eu-Potamion*), *Phragmitetea* (hauptsächlich *Magnocaricion*, ein grosser Anteil von *Sparganio-Glycerion*, weniger *Phragmition*), *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* (*Caricetalia fuscae*);
    - 2.2.2. — auf Übergangsmooren (eine nicht grosse Anzahl der Gräben): *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* (*Scheuchzerietalia palustris*).
  - 2.3. Fischteiche: *Lemnetea*, *Bidentetea tripartiti*, *Plantaginetea majoris* (in trockengelegten Teichen), *Potametea* (*Potametalia*, hie: hauptsächlich *Eu-Potamion*, als auch *Charetalia*), *Phragmitetea* (eine nicht grosse Domination des *Phragmition* über dem *Magnocaricion*), *Alnetea glutinosae* (*Salicetum pentandro-cinereae*, als auch Gesellschaften mit *Calamagrostis canescens*, welche aus standortmässigen und floristischen Gründen vielmehr zu *Molinietalia* angezählt werden sollten).
  - 2.4. Lehmgruben: *Lemnetea*, *Chenopodietea* (an wasserlosen Stellen), *Potametea* (*Potametalia*, *Charetalia*), *Phragmitetea* (*Phragmition*), *Salicetea purpureae*.
  - 2.5. Zegrze-See: *Potametea* (Übergewicht des *Eu-Potamion* über *Nymphaeion*), *Phragmitetea* (*Phragmition*).
  - 2.6. Dorftränken und -weiher (die diese Behälter besiedelnde Gesellschaften wurden in der Aufstellung nicht berücksichtigt in Anbetracht einer äusserst spärlichen Dokumentation): *Lemnetea*, *Phragmitetea* (*Phragmition*).
3. Allgemeinheit des Auftretens gewisser Gruppen, wie *Lemnetea*, *Potametea* (hauptsächlich *Hydrocharitetum morsus-ranae*) und *Pragmitetea*. Äusserst reichlich ist die letzte Gruppe repräsentiert, aus wel-

cher am häufigsten auftraten: *Scirpo-Phragmitetum*, *Glycerietum maximaе*, verschiedene ein- oder mehrartige Ansammlungen aus *Phragmition* als auch *Caricetum gracilis*. Diese Allgemeinheit geht hauptsächlich aus dem Expansionsbestreben dieser Gesellschaften hervor, als auch aus der grossen ökologischen Amplitude der einzelnen Arten.

#### DER VERWACHSUNGSPROZESS

Der Verwachsungsprozess des Wasserraumes stellt eine allgemeine Erscheinung dar; er tritt nur auf solchen Gewässern nicht auf, in welchen sich überhaupt kein Leben entwickeln kann. Dieser Prozess ist mannigfaltig und ist von den lokalen Standortsverhältnissen als auch von den jeweiligen Eingriffen des Menschen abhängig. In Wasserbehältern, in welchen sich der Einfluss des Menschen von Moment der Entstehung des Wasserraumes praktisch nicht auswirkt, verläuft der Verwachsungsprozess in einer für den gegebenen Standort charakteristischen Weise. Im Falle einer periodischen oder andauernden Ingerenz des Menschen dagegen, welche Änderungen der Standortsbedingungen nach sich zieht (z.B. Wasserchemismus), oder direkt die Vegetation betrifft, kann das Verwachsen weitgehenden Veränderungen unterliegen.

#### 1. Expansionszentren

Der Verwachsungsprozess eines vorerst jungfräulichen Wasserraumes, welcher gewöhnlich neuangelegte, künstliche Wasserbehälter ausfüllt, nimmt seinen Anfang an gewissen bestimmten Stellen, wo sich die ersten Diasporen ansiedeln. Diese Stellen nenne ich Expansionszentren. Es können sein: Uferfragmente, Inseln, Einstürze, seichte Stellen, Bänke zwischen Torfstichen, Wasserraumfragmente in welchen Diasporen aufkommen, und in späteren Verwachsungsprozessen — selbst schon gewisse Pflanzenformen: schwimmende Inseln und Rasen, Moosrasenfragmente, Algenwatten und schliesslich auch einzelne, ausgewachsene Pflanzen selbst.

#### 2. Raumschema des Verwachsens

Das Verwachsen kann, ausgehend von Expansionszentren entweder fortschreitend (sukzedan) verlaufen — von den Ufern oder von anderen Expansionszentren, oder auch sich gleichzeitig (simultan) der ganzen Oberfläche des Behälters bemächtigen. Im ersten Falle verläuft es zentripetal. Abhängig davon, in welcher Tiefe die im Prozess angagierten Pflanzen vorkommen, kann gesprochen werden: vom Verwachsen von

oben, von unten oder einem mittelbaren Verwachsen. Im zweiten Falle, beim gleichzeitigen Verlaufe des Verwachsens, füllt die Vegetation den ganzen horizontalen Durchschnitt des Behälters aus, entweder seine oberen Partien einnehmend (Verwachsen von oben), oder die unteren (Verwachsen von unten), oder auch zwischen der Wasseroberfläche und dem Grunde oszillierend (mittelbares Verwachsen). Nur selten tritt nur ein Verwachungstyp auf, umso mehr, dass das gleichzeitige Verwachsen sehr oft als Folge des fortschreitenden Verwachsens auftritt. Meistens wird ein gemischtes Verwachsen angetroffen, gleichzeitig-fortschreitend, mit einer Intensität der Prozesse von oben, sowie der mittelbaren dort, wo Moosgesellschaften und winzige Schwimmfpflanzen auftreten, oder der mittelbaren Prozesse und von unten dort, wo Wurzelstockgewächse dominieren.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch eine spezifische Verwachungsform erwähnen, welche ich als Nestverwachsen bezeichnete. Einen überwiegenden Anteil am derartigen Verwachsen haben Wurzelstockstauden, aber solche, die unter gewissen Verhältnissen mehrtriebige Gestalten ausbilden, die den Horstformen ähnlich sind, aber gewöhnlichockerer als diese ausgeformt. Diesen Typ des Verwachsens habe ich in den die Verwachung der Meliorationsgräben und Fischteiche betreffenden Arbeiten beschrieben.

Die oben angegebenen Schemata der Verwachung sind ideal gedacht, sehr vereinfacht und spiegeln nur in einem gewissen Grade den wirklichen Tatbestand ab. In Wirklichkeit tritt eine Masse verschiedenartiger Abweichungen und Nuancen auf, welche nicht nur vom Typ des Wasserbehälters, aber auch von dessen morphologischen und standortsbedingten Eigenschaften abhängig sind. In einer äusserst komplizierten Weise gestaltet sich das Verwachsen in Fällen, wo der Mensch eingreift — dies betrifft hauptsächlich das Verwachsen der Fischteiche und der Meliorationsgräben, und in einem kleineren Masse — die Lehmgruben. Höchst natürlich und spontan gestaltet sich das Verwachsen in den Torfstichen, wo man fast keine menschlichen Eingriffe beobachten kann.

### 3. Schichtung und Zonation

Im Zusammenhang mit der Ausgestaltung der Pflanzenwelt im Verwaschungsprozesse des Wasserraumes des Behälters kann man eine gewisse, für verschiedene Gesellschaften charakteristische, senkrechte Schichtung, in manchen Fällen — eine horizontale Anordnung — beobachten, welche in Form verschieden ausgestalteter Vegetationszonation zum Ausdruck kommen.

Im ersten Falle kann man, bei einer grossen Vereinfachung der wirklich bestehenden Verhältnisse, nächstfolgende Schichten absondern:

1. Überwasserschicht, welche gewöhnlich durch hohe Sumpfpflanzen gebildet wird;

2. Wasserflächenschicht, welche aus den auf der Wasserfläche schwimmenden Pflanzen oder deren Assimilationsorganen besteht;
3. Unterwasserschicht, welche die untergetauchten Pflanzen umfasst;
4. Bodenschicht, die sich aus niedrigen, am Boden haftenden Wasserpflanzen zusammensetzt (z.B. gewisse Moose, Armleuchtergewächse, *Heleocharis acicularis* usw.).

In dem Masse, wie sich die Umgestaltung der Vegetation ändert, unterliegt auch ihre Schichtung Änderungen — gewisse Schichten verschwinden, andere kommen auf; nur in gewissen, doch unzählreichen Fällen, kann eine ausgesprochen volle Schichtung beobachtet werden.

Im Bereich der von mir untersuchten Wasserbehälter konnte ich nicht selten Zonationserscheinungen (Roll 1942) beobachten. Bei voller Berücksichtigung der Warnung Braun-Blanquet (1951), der sagt: „or allem darf bei Zonationen nicht ohne weiteres aus dem Nebeneinander auf ein Nacheinander geschlossen werden...“, kann man in gewissen Fällen einen engen Zusammenhang der Zonation und der Sukzession postulieren (Podbielkowski 1968). Und zwar kommt dieser Zusammenhang dann zum Ausdruck, wenn, infolge Auswirkungen der Pflanzenwelt im Verlauf des Verwachsens von Ufer ab, es zu Ablagerungen organisches Charakters kommt, was nach und nach eine von den Ufern fortschreitende Verseichung des Beckens nach sich zieht. Diese Erscheinung kann auch zustande kommen im Falle eines allmählichen, stufenweise vorrückenden Verseichten des Beckens, ohne dass organische Ablagerungen auftreten; in den von mir untersuchten Wasserbecken habe ich einen derartigen Fall nicht gesehen. Eine Initialgesellschaft, welche der Verwachsungsprozess eng am Ufer in Gang setzt, unterliegt nach einiger Zeit Umgestaltungen, einerseits unter dem Einflusse der sich änderten Standortsverhältnisse (Verseichten als Folge von Ablagerungen), andererseits sozial-entwicklungsmässigen Wandlungen zufolge. Diese Gesellschaft gestaltet sich so in eine andere, den neuen Standortsverhältnissen angepasste Gesellschaft um. Doch dieser Umwandlung unterliegt keineswegs ihr peripherischer Teil, welcher weiter die Initialgesellschaft repräsentiert — jedoch einer Verschiebung vom Ufer ab unterliegt. Ihre Stelle nimmt nun die zweite, neue Gesellschaft ein. Aber auch diese Gesellschaft gestaltet sich, infolge nach und nach sich auswirkender, eigener Einflüsse, die Änderungen der Standortsverhältnisse nach sich ziehen, in eine weitere, dritte Gellschaft, wodurch, die zwei vorher entstandenen Gesellschaften vom Ufer immer mehr entfernte Positionen einnehmen. Auf diese Weise entsteht ein Komplex von drei zonenartig gelegenen Gesellschaften, verschieden hinsichtlich ihres Alters und ihrer Entwicklung, welche aber eine gewisse, in bestimmter Richtung sich entwickelte Nachkommenschaft darstellen.

Derartig zoniert gelegene Gesellschaften kann es natürlich mehr geben, aber — je mehr diese Gesellschaften entwicklungsmässig vorgerückt sind, und ein späteres Verwachsungsstadium repräsentieren, desto kleiner wird die Gewissheit, dass ihre Zonation der Entwicklungsfolge der Gesellschaften — der Sukzession — entspricht; in späteren Stadien komplizieren sich nämlich die standörtlichen und die sozialen Verhältnisse derart, dass die am Anfang dieses Abschnittes zitierte Warnung Braun-Blanquets als höchst triftig angesehen werden muss.

#### 4. Geschwindigkeit des Verwachsens

Die Verwachungsgeschwindigkeit künstlicher Wasserbehälter lässt sich kaum — selbst im allgemeinen — festlegen, denn sie hängt von einer Reihe Faktoren und von deren summierten Einflüssen ab; sie ist also die Folge der Expansionstendenzen der im gegebenen Becken auftretenden Gesellschaften, sie hängt vom Quantum der abgelagerten organischen Masse, und der Raschheit des Verseichtens ab, und endlich ist sie durch die Morphologie des Wasserbeckens und seine Standortsverhältnisse bedingt.

Von den untersuchten Wasserbecken am schnellsten verwachsen die Torfstichen. Dies ist durch mehrere Faktoren begründet: sie stellen gewöhnlich seichte Becken dar (die Wassertiefe beträgt hier etwa vierzig, fünfzig Zentimeter), weisen organische Bodenablagerungen auf (Torf, Gyttja, Torfboden), die weich und somit für Wurzelstöcke und Ausläufer leicht zugänglich sind. In den Torfstichen treten zahlreiche Inseln (Schwellen, zurückgeworfene Oberschicht), als auch seichte Stellen auf, was im äussersten Masse die Pflanzenansiedlung begünstigt. Ausserdem ist die diese Becken bewachsende Vegetation äusserst expansiv und produziert eine grosse Masse organischer Substanz. Von grosser Bedeutung ist auch die Tatsache, dass das Verwachsen hier einen natürlichen Charakter trägt, ohne menschliche Eingriffe. Dies alles erklärt den Umstand, dass manche Torfstichen oft schon nach einigen Jahren einem totalen Verwachsen unterliegen.

Was die Lehmgruben anbetrifft, so ist hier die Schnelligkeit des Verwachsens von ihrer Tiefe und vom Profil der Ränder abhängig. Ziemlich schnell unterliegen dem Verwachsen seichte Gruben, die einen ausgeglichenen Grund aufweisen. Langsam dagegen verwachsen tiefe Lehmgruben, mit sehr steilen Rändern. In solchen Fällen bildet sich meist nur ein schmaler, den Ufern anliegender Gürtel von Röhrichten, welcher sein Areal sehr langsam vergrössert, wobei sich in der Mitte solcher Becken ziemlich lichte Wasserpflanzengesellschaften entwickeln. In einem derartigen Stande können Lehmgruben jahrelang überdauern.

Nicht ohne Bedeutung für eine derart langsame Verwachsung ist das Ausnützen der Lehmgruben als Badeplätze.

Fischteiche als auch Meliorationsgräben verwachsen sehr schnell. Die erstgenannten stellen für die Entwicklung der Wasser- und Röhrichtspflanzen (eine nicht grosse Tiefe, Fruchtbarkeit) optimale Bedingungen dar. Die grosse Schnelligkeit des Verwachsens der Meliorationsgräben wird nicht nur durch ihre nicht grosse Tiefe verursacht, sondern hauptsächlich durch die enorme — in Vergleich zu ihrem Flächenraume — Uferlinie, von welcher aus die Invasion der Sumpfpflanzen vorstatten geht. Ein Hindernis, das dem Verwachsen der Teiche und Gräben im Wege steht, diesen Prozess verzögert oder ihn gar zunichte macht, sind Reinigungseingriffe in diesen Behältern.

Der Zegrze-See befindet sich erst — wie dies aus der von Tomaszewicz (1969), im fünften Jahre nach der Bewässerung des Beckens durchgeführten Vegetationsinventur hervorgeht — in der ersten Besiedlungsphase. Das Verwachsen verläuft hier nicht gleichmässig, weist an verschiedenen Stellen eine unbeständige Intensität auf und muss also noch weiterhin beobachtet werden.

Die Dorfränken als auch -weiher sind, wegen ihrer ständigen Nutznutzung sehr arm an Pflanzen, derart, dass der Verwachungsprozess lediglich angedeutet wird durch die Anwesenheit von Wassergesellschaften und durch nur an Rändern entwickelte Röhrichtsfragmente.

## 5. Verwachungsstadien

Die in den Expansionszentren aufkommenden Pflanzen breiten sich aus, und ihre Anzahl vergrössert sich immermehr. Allmählich kommt es zu einer Verdichtung der Pflanzendecke, was eine Steigerung des Verwachungsprozesses nach sich zieht. Die Intensität und die Form dieses Prozesses hängt von vielen Faktoren ab, ist jedoch — zeitlich gesehen — verschieden, so dass man hier drei grundsätzliche Stadien des Verwachsens absondern kann, und zwar: das Initial-, das Übergangs- und das Endstadium.

a) Das Initialstadium charakterisiert sich hauptsächlich durch den Anteil von Wasserpflanzen. Anfangs sind es gewöhnlich winzige, frei schwimmende Wasserpflanzen, später erscheinen Arten, welche sich im Boden festsetzen. Zuweilen können auch Schilfpflanzen aufkommen. Der Wasserraum ist noch wenig verwachsen — oft nur Fragmente seiner Oberfläche. Die Produktion der organischen Masse ist nicht gross, und die Verseitung des Grundes — unwesentlich.

b) Die Übergangsstadien des Verwachsens des Wasserraumes sind durch die Invasion mehr expansiver Röhrichtspflanzen (hauptsächlich Rhi-

zom- und Ausläuferpflanzen) ausgezeichnet, deren anfängliche Koexistenz mit den Wasserpflanzen — mit dem Verdrängen der letzteren endet. Im Falle von Moosgesellschaften entwickelt sich in diesem Zeitabschnitt ein intensiver Rasenzuwachs, der sich durch eine Verdickung mit einer gleichzeitigen waagerechten Expansion äussert. Die Verdichtung der Pflanzen ist sehr gross, und das Produktionsquantum der organischen Masse erreicht hier wohl seinen Höhepunkt. Der Wasserraum unterliegt am Ende dieser Periode einer fast totalen Verwachsung; es verbleibt gewöhnlich noch eine tiefgelegene Wasserlinse im Falle des Verwachsens durch Moos- und Moos-Seggengesellschaften, oder — eine nicht grosse, freie Wasserfläche in der Mitte des Behälters, im Falle einer mooslosen Verwachsung. Die Grundverseichtung ist sehr gross, was einerseits durch Ablagerung einer grossen Masse organischer Substanz bedingt wird, andererseits aber die Folge einer Aufballung des Grundes durch die ihn in allen Seiten durchdringenden, äusserst zahlreichen Wurzeln, Rhizomen und Ausläufer ist. Es herrschen vor Rhizom- und Ausläuferstauden — in einigen Fällen mit einem grossen Anteil amphibischer Moose oder Landmose.

c) Die Endstadien des Verwachsens der Wasserbehälter zeichnet die endgültige Liquidierung des Wasserraumes und die ansteigende Festigung der Pflanzendecke aus. Als Folge organischer Ablagerung, die hier eine äusserst allgemeine Erscheinung ist, unterliegt diese Decke einer Aufballung, was nun eine Verschlechterung der Bewässerungsbedingungen und als Konsequenz — eine Änderung des Typs der Vegetation nach sich zieht. Es herrschen vor: Rhizom- und Ausläuferstauden, Rasenstauden, und gegen Ende dieser Periode kommen sogar Sträucher und Bäume vor; augensichtlich ist der Anteil von Landmoosen. So nimmt der Verlandungsakt des Wasserbehälters definitiv sein Ende.

Es muss hier noch ein bezeichnender Tatbestand hervorgehoben werden. Die Pflanzenwelt der direkten Nachbarschaft übt nämlich keinen Einfluss auf die Besiedlung des entstandenen Wasserbehälters aus — es sei denn, es sind in der Nähe andere Wasserbehälter. Die das Wasser besiedelnden Pflanzengesellschaften stellen eine ganz fremde Enklave zwischen der einheimischen Pflanzenwelt dar. Selbst bei andauernder Ingerenz des Menschen dringt die hier beheimatete Pflanzenwelt in die Wasserbehälter nicht ein; es kommen aber doch kleine Ausnahmen vor, und zwar, wenn sich in den Ufergürteln *Bidentetalia*-Gesellschaften bilden. Nur in zwei Fällen dringen gewisse Elemente der Nachbarvegetation in den Wasserbehälter ein. Dies geschieht dann, wenn der Wasserraum verschwindet, also während der Trockenlegung des Behälters, oder auch in den letzten Stadien des Verwachsens, wenn sich die Standortsbedingungen im Bereich des Wasserbeckens, als auch dessen Vegetation immer mehr der Umgebung angleichen.

## 6. Das Verwachsen des trockengelegten Grundes der Wasserbehälter

In gewissen Verhältnissen unterliegen die Wasserbehälter der Austrocknung. Es können natürliche Ursachen sein, die eine endgültige oder zeitmässige Austrocknung nach sich ziehen, oder es sind zielmässige Eingriffe des Menschen (periodische Trockenlegung der Fischteiche). Der Grund des Behälters wird so blossgelegt und die mit ihm verbundenen Wasser- und Sumpfpflanzen unterliegen einer Krise, wobei es in ihrer Zusammensetzung zu sehr wesentlichen floristischen Umwandlungen kommt. Es erscheinen neue Pflanzengesellschaften und es beginnt ein neuer Ansiedlungsprozess des Grusbodens. An diesem Prozesse nehmen verschiedene Pioniergesellschaften teil, in welchen eine wesentliche Rolle die Moose spielen. Im Falle einer Wiederbewässerung geht diese Vegetation — wenigstens teilweise — zugrunde, um so den sich von neuem entwickelnden Wasser- und Sumpfpflanzen Platz zu machen. Näheres über diesen Prozess findet der Leser in meinen wiederholt zitierten Bearbeitungen über Verwachungsprozesse, insbesondere in dem Aufsatz über die Vegetation der Fischteiche (Podbielkowski 1968; auch Będlewska 1960; Klik 1935; Stecki 1948).

## 7. Der Einfluss der Pflanzenwelt auf die Morphologie der Wasserbehälter

Als eine Folge der Verwachsung des Wasserbehälters muss eine mehr oder weniger deutliche Umwandlung seiner Morphologie angesehen werden. Es beginnt vorerst eine allmähliche Verseichtung des Beckens, welche mit der Zeit die Liquidierung des Wasserraumes nach sich zieht und als Endresultat ist die totale Verlandung. Es werden dabei allmählich verlaufende Änderungen der Profile der Ufern und des Grundes in Gang gesetzt. So kommt es in gewissen Fällen zu einer mehr oder minder grossen, und manchmal zu einer totalen Angleichung des verlandeten Behälters an die Umgebung — geomorphologisch gesehen, als auch hinsichtlich der hier auftretenden Pflanzengesellschaften (hauptsächlich in gewissen Torfstichen). Was nun die Wasserläufe anbetrifft, so wirkt sich die sie bedeckende Vegetation vor allem in Richtung des Verseichtens der Rinne aus. Diese Verseichtung ist die Folge der ansteigenden Akkumulationsprozesse, als auch der Minderung der Erosionsprozesse, weil die Vegetation sich hemmend auf den Durchfluss auswirkt und so die Ufern schützt. Anzeichen solcher Auswirkungen sind: Akkumulationszungen, Verflachungen, Verengungen usw. Gewissen Deformationen unterliegen auch die Böschungen der Wasserläufe in der Zone des Wassermittelstandes, wo sich eine gewisse Aufwallung bildet. Die Auswirkungen der Pflanzenwelt in Richtung von Profiländerungen der

Wasserläufe habe ich ziemlich eingehend in meiner Arbeit über das Verwachsen der Meliorationsgräben besprochen (Podbielkowski 1967).

#### DIE SUKZESSION DER PFLANZENGESELLSCHAFTEN

Man kann die Sukzession der Pflanzengesellschaften in den untersuchten Wasserbehältern nicht mit einem allgemeinen Schema umfassen (Braun-Blanquet 1951; Lüdi 1930; Pawłowski 1959; Scamoni 1967). Sie weist nämlich einen verschiedenen und spezifischen Verlauf auf, wo sich sehr viele Faktoren auswirken.

In Torfstichen, in manchen vernachlässigten Meliorationsgräben, in „wilden“ Lehmgruben, als auch in lange nicht gereinigten Fischteichen weist die Sukzession, in einem gewissen Sinne, einen natürlichen Charakter auf. In einem grossen Auszuge, bei Erwähnung nur der höheren systematischen Einheiten, könnte man ihren Verlauf in diesen Behältern wie folgt vorstellen. Die Besiedlung des Wasserraumes wird durch die Algen als auch Vertreter der *Lemnetea* und *Potametea* in Gang gesetzt, wobei sich gegen Ende dieses Zeitabschnittes schon einzelne Arten der *Phragmitetea* anschliessen. In frühen Übergangsstadien beginnt die Invasion der *Phragmitetea* (*Phragmition*). In den mittleren Übergangsstadien dominieren Vertreter des Verbandes *Phragmition*, bei einem gewissen Anteil von Elementen des *Magnicaricion*; gleichzeitig setzt das Eindringen von *Caricetalia fuscae* ein. In dieser Zeitspanne besteht eine Koexistenz der Wasser- und Röhrichtgesellschaften. Die späteren Übergangsstadien kennzeichnet eine wesentliche Abnahme des Anteiles der *Lemnetea*, *Potametea* und des *Phragmition*. Die Rolle der Dominanten übernehmen nun Gesellschaften aus *Magnocaricion* und *Caricetalia fuscae*. In den Endstadien kommt deutlich der Anteil der *Molinietalia*, als auch der *Alnetalia glutinosae* (anfangs *Salicetum pentandro-cinereae*, später *Carici elongatae-Alnetum*) zum Ausdruck. In gewissen Fällen kann es in Lehmgruben, beim Übergehen gewisser Entwicklungsglieder, zur Ausgestaltung von Gesellschaften aus *Salicetea purpureae* kommen. Es könnten sich auch, bei Änderungen der Beschaffenheit des Behälters, zeitgemässen Gesellschaften aus *Bidentetea tripartiti* (*Bidention tripartiti*) entwickeln.

Unter den Pflanzen, welche auf Übergangsmooren gelegene Wasserbehälter (also Torfstichen und Meliorationsgräben) bewachsen, ist es äusserst schwer irgendwelche Regelmässigkeiten in den sozial bedingten Umwandlungen festzustellen. Es gibt hier zwei grundsätzliche Richtungen, in welchen diese Wandlungen verlaufen: 1) in Richtung *Eriophoro-Sphagnetum recurvi* (und später zu irgend einer nassen Waldgesellschaft; vielleicht *Vaccinio uliginosi-Pinetum?*) und 2) in Richtung *Sphagnetum medio-rubelli*. Es muss hier erwähnt werden, dass diese Ausgestaltun-

gen — auf verschiedenen Wegen verlaufend — die Gesellschaften aus *Scheuchzerietalia palustris* und *Litorelletea (Sphagno-Utricularion)* durchschreiten.

Von einer Sukzession der Pflanzengesellschaften im Zegrze-See kann noch kaum die Rede sein, in Anberacht dessen, dass sich die Vegetation dieses Beckens zur Zeit noch in der Etappe einer sehr frühen Entwicklung befindet. Es lassen sich zwar schon gewisse Gesellschaftsumwandlungen wahrnehmen, jedoch tragen sie einen lokalen Charakter und berechtigen zu keinerlei allgemein gültigen Folgerungen.

Am meisten kompliziert gestaltet sich das Sukzessionsbild in Behältern, in welchen eine ständige Ingerenz des Menschen im Gange ist, und zwar in bewirtschafteten Fischteichen, periodisch gereinigten Meliorationsgräben (meist auf Niedermooren), sowie in Dorfränken und -weiichern.

Exploitierte Fischteiche sind, trotz andauernder Eingriffe des Menschen, vortreffliche Standorte für Wasser- und Sumpfpflanzen. Diese Vegetation entwickelt sich hier üppig, manchmal (zwischen den Reinigungsperioden) grosse Flächen bedeckend. Umgestaltungen der Pflanzenwelt in solchen Teichen stellen, trotzdem sie äusserst dynamisch verlaufen, Fragmente gewisser Sukzessionsreihen dar, welche von irgend einem bestimmten Entwicklungsstadium (nach der Neubewässerung des Teiches) ihren Anfang nehmen, und wieder mit irgend einem bestimmten Stadium (nach der Trockenlegung oder am Anfang der Reinigung des Teiches) enden. Die Vegetation solcher Teiche stellt somit ein Konglomerat verschiedener Entwicklungsstadien und -phasen von Plantengesellschaften dar. Es ist nicht möglich derartige Umwandlungen mit irgend einem konventionellen Schema zu umfassen, in dem man die Entwicklung der Gesellschaften vom Initial- bis zum Endstadium beobachten könnte. Dazu kommt noch der Umstand, dass manche Teiche ein oder mehrere Saisonen lang nicht wieder bewässert werden, was eine Invasion der Pionierlandpflanzen nach sich zieht und somit im Sukzessionsbilde neue Unklarheiten schafft. Ein Teil der Arten, welche dürrempfindlich sind, geht in einer sehr kurzen Zeit zugrunde, die durreresistenteren Arten dagegen überleben und gestalten zuweilen charakteristische Landformen aus. Es siedeln sich jedoch auch fremde, aus der Aussenwelt des Beckens kommende Arten an, welche neue Pflanzengesellschaften formen, die ein Durcheinander von Pionierelementen der Landgesellschaften (oft synantropischen Charakters) mit Resten der hier beheimateten Vegetation darstellen. Wenn jedoch vorher eine sorgfältige Bodenreinigung des Beckens durchgeführt worden war, werden sich nur Landgesellschaften entwickeln. Nach abermaliger Aufwässerung gehen diese Gesellschaften nach einiger Zeit zugrunde, und machen so den sich von neuem bildenden Wasser- und Sumpfgesellschaften Platz.

Eine noch mehr komplizierte Situation herrscht in Meliorationsgrä-

ben. In Anbetracht der spezifischen Standortsbedingungen sind hier die Pflanzengesellschaften zusammengedrängt, durchschreiten und verwachsen sich gegenseitig. Die andauernden Eingriffe des Menschen führen zu abermaligen Verunstaltungen des natürlichen Sukzessionsverlaufes. Es entwickelt sich infolgedessen eine Reihe individueller Sukzessionsserien von kurzer Dauer, die keineswegs ein gemeinsames Bild des Entwicklungsverlaufes der Vegetation ergeben kann. Daher muss man auch hier von der Auswertung des konventionellen Schema der Sukzession Abstand nehmen.

Weiher als auch Dorftränken sind, trotzdem sie für den Algologen ein äusserst interessantes Untersuchungsobjekt darstellen, sehr arm an Gefässpflanzen. Da nun diese Becken ständig benutzt werden, was eine ständige Durchmischung der Gewässer nach sich zieht, genügen die hier aufkommenden — sowieso äusserst unzählreichen Pflanzengesellschaften und Pflanzenansammlungen — auf Grund der von mir gesammelten Tatbestände — nicht zur Aufstellung eines Bildes der Sukzessionswandlungen.

#### ZUSAMMENSTELLUNG DER ERGEBNISSE

1. Die Pflanzenwelt und das Verwachsen der künstlichen Wasserbehälter betreffenden Untersuchungen sind auf der Mazowsze-Niederung im Bereich der Woiwodschaft Warszawa durchgeführt worden. Die Vegetationsforschungen wurden in Torfstichen (über 400 Gruben samt ihrer Komplexe mit einer Gesamtfläche von etwa 1000 ha), in Fischteichen (90 Komplexe mit einem Areal von gesamt über 5000 ha), in Lehmgruben (44 — eine Fläche von ca 800—1000 ha umfassende Komplexe), in Meliorationsgräben (180 Gräben insgesamt 180—200 km lang), im Zegrze-See, der eine Fläche von ca 3300 ha umfasst, als auch in Dorftränken und -weiichern (mit einer Gesamtfläche von etwa 50 ha) durchgeführt.

2. Durchgeführte Analysen haben nachgewiesen, dass sehr deutliche Unterschiede in den physikalisch-chemischen Eigenschaften zwischen den Gewässern mit organischen und den Becken mit mineralen Grundböden bestehen.

3. Es treten deutliche Unterschiede der Auswirkungen auf die Vegetation zwischen Gewässern mit Reaktion unter pH 6 und höheren Werten auf. Gewässer mit Werten unter pH 6 werden hauptsächlich durch Gesellschaften aus *Scheuchzerietalia palustris*, *Litorelletea*, und in späteren Stadien — aus *Oxycocco-Sphagnetea* besiedelt. Die weitere Entwicklung dieser Gesellschaften führt zur Ausgestaltung *Sphagnetum medio-rubelli*, oder zur Waldgesellschaft ähnlich dem *Vaccinio uliginosi-Pinetum*. In Gewässern über pH 6 herrschen Gesellschaften aus *Lemnetea*, *Potametea*, *Phragmitetea* vor, und in späteren Stadien — aus *Carice-*

*talia fuscae*. Der weitere Gang dieser Gesellschaften ergibt Ausgestaltungen von moosigen Riedgraswiesen, führt auch zum *Salicetum pentandro-cinereae*, um endlich im *Carici elongatae-Alnetum* das Endziel zu erreichen.

4. Die Besiedlung des Wasserraumes erfolgt durch Pflanzen mit spezifischen morphologisch-ökologischen Eigenschaften, welche solchen Standortsbedingungen voll angepasst sind.

5. Pflanzen, welche den Wasserraum der Wasserbehälter besiedeln, zeichnen sich durch ein enormes Expansionsbestreben aus, wobei man diese Eigenschaft bezüglich des Individuums, der Population oder der Gesellschaft bewerten kann; sie kommt in sehr verschiedener Weise zum Vorschein.

6. Eine Konkurrenz gibt es in den ersten Besiedlungsstadien eigentlich nicht; sie steigert sich mit der Verdichtung der Pflanzendecke und erreicht ihren Höhepunkt in den Endstadien der Verlandung des Beckens.

7. Auf Grund von über 1100 phytosozialen Aufnahmen wurden 46 Assoziationen, als auch ca 80 Pflanzengesellschaften oder andere, näher nicht identifizierte Einheiten, ausgesondert und in Rahmen des allgemein üblichen Systems aufgestellt. Die grosse Zahl der ausgesonderten Einheiten weist auf die grosse Mannigfaltigkeit der am Verwachungsprozesse teilnehmenden Gesellschaften hin.

8. Zwecks einer besseren bildlichen Darstellung der Struktur der Pflanzengesellschaften wurde ein spezielles System von biologisch-morphologischen Formen eingeführt.

9. In Anbetracht der spezifischen Eigenschaften der die untersuchten Behälter besiedelnden Vegetation (enorme Entwicklungs-dynamik, das Auftreten miteinander vermischter, genetisch und entwicklungsmässig verschiedentlicher Elemente), wurde die Bestimmung der Vegetation basiert nicht nur auf pflanzensozialen Aufnahmen, welche „typische“ Probeflächen betrafen, die übrigens nicht zahlreich waren und nicht grosse Flächen bedeckten, sondern auch auf Aufnahmen welche Vegetationsflächen betrafen, die im gegebenen Behälter dominierten und im Verwachungsprozesse im höchsten Masse beteiligt sind. Falls man nur Aufnahmen von „typischen“ Probeflächen berücksichtigen würde, wäre das so erlangte Bild der Pflanzenwelt mit den wirklichen Tatbeständen nicht im Einklang. Dagegen bürgt die Ausnutzung auch der Vegetationsaufnahmen, die im gegebenen Behälter für die dominierende Pflanzengesellschaften massgebend waren für Aufstellung eines wahrheitsgetreuen Bildes der Vegetation als auch ihrer Umwandlungen.

10. Es wurde festgestellt, dass das Dominieren von Gesellschaften bestimmter systematischer Einheiten sehr deutlich vom Typ des Wasserbehälter abhängig ist.

Torftischen: a) auf Niedermooren: *Lemnetea*, *Nymphaeion*, *Phragmitetea*, *Caricetalia fuscae*, *Salicetum pentandro-cinereae*; b) auf Übergangsmooren: *Litorelletea*, *Scheuchzerietalia palustris*, *Sphagnetalia fusi*.

Meliorationsgräben: a) auf Niedermooren: *Potametea*, *Phragmitetea* (hauptsächlich *Magnocaricion* und *Sparganio-Glycerion*), *Caricetalia fuscae*; b) auf Übergangsmooren: *Scheuchzerietalia palustris*.

Fischteiche: *Lemnetea*, *Bidentetea tripartiti*, *Plantaginetea maioris* (in trockengelegten Teichen), *Potametea*, *Phragmitetea*, *Caricetalia fuscae*, *Alnetalia glutinosae*.

Lehmgruben: *Lemnetea*, *Chenopodietae* (an nicht bewässerten Stellen), *Potametea*, *Phragmition*, *Salicetea purpureae*.

Zegrze-See: *Potametea*, *Phragmition*.

Dorftränken und -weiher: *Lemnetea*, *Phragmition*.

11. Es wurde die Allgemeinheit des Auftretens mancher Gesellschaften oder deren Gruppen festgestellt, was auf eine grosse ökologische Amplitude dieser Einheiten hinweist. Dies betrifft hauptsächlich *Hydrocharitetum morsus-ranae*, *Scirpo-Phragmitetum*, *Glycerietum maxima*e, *Caricetum gracilis*, als auch einartige Pflanzenansammlungen aus *Lemnetea*, *Potametea* (*Nymphaeion*) und *Phragmition*.

12. Die Pflanzenwelt der angrenzenden Umwelt übt keinen ersichtlichen Einfluss auf die Ausgestaltung der die Gewässer besiedelnder Pflanzengesellschaften, als auch auf den Verlauf des Verwachsens aus — dies betrifft natürlich nicht die Pflanzenwelt von den in nächster Nähe liegenden Wasserbecken. Ein solcher Einfluss äussert sich dagegen deutlich in zwei Fällen: 1) wenn der Behälter ganz entwässert wird und 2) wenn der Behälter schon einer totalen Verlandung unterliegt.

13. Die die Wasserbehälter bewachsende Vegetation übt einen deutlichen Einfluss auf deren Morphologie aus. Dieser Einfluss wirkt sich aus: in Umwandlungen des Uferprofils, Verseichtung des Grundes, als auch Ausgestaltungen spezifischer Gebilde, welche Folgeergebnisse verschiedener Faktoren sind.

14. Verbunden mit dem Besiedlungsprozesse des Wasserraumes ist die vertikale als auch horizontale Anordnung der Vegetation. In der vertikalen Anordnung wurden vier grundsätzliche Schichten ausgesondert: Überwasser-, Wasserflächen-, Unterwasser-, und Bodenschicht. In der horizontalen Schicht tritt sehr oft eine deutliche Zonation auf, welche in gewissen Fällen mit der Sukzession der Gesellschaften in Verbindung stehen kann.

15. Der Verwachsungsprozess weist einen räumlichen und einen zeitlichen Verlauf auf; dieser Verlauf wurde in Gestalt zweier Schema dar gestellt:

a) raumgemäß, wo zwei Grundtypen des Verwachsens unterschieden werden: fortschreitendes (sukzedanes) und gleichzeitiges (simultanes) Verwachsen, wobei sie von oben, von unten oder mittelbar verlaufen können;

einen eigenartigen Typ des Verwachsens repräsentiert das sogenannte Nestverwachsen;

b) zeitgemäß, wo drei grundsätzliche Stadien vorkommen und zwar — das Initial-, das Übergangs- und das Endstadium.

16. Die Geschwindigkeit des Verwachsens ist verschieden. Am schnellsten verwachsen Torfstiche, seichte oder ganz vernachlässigte Fischteiche, als auch manche nicht konservierte Meliorationsgräben. Sehr langsam verwachsen tiefe Lehmgruben mit steil abfallenden Rändern.

17. Einen äusserst spontanen und natürlichen Verlauf weist die Sukzession der Pflanzengesellschaften in Torfstichen, manchen Meliorationsgräben, vernachlässigten Fischteichen, als auch in manchen „wilden“ Lehmgruben auf. Die Entwicklungstendenzen der diese Wasserbehälter bewachsenden Pflanzengesellschaften äussern sich in zwei Richtungen, welche von der Reaktion des Wassers und von den sich hier entwickelnden Gesellschaften abhängig sind, was ich schon im Punkte 3 erwähnt habe. Dagegen hat die Sukzession in Wasserbehältern, die einer ständigen oder zeitgemässen Ingerenz des Menschen unterliegen, und zwar haptisch in bewirtschafteten Teichen und regelmässig gereinigten Meliorationsgräben, einen äusserst komplizierten Verlauf. Dieser Verlauf unterliegt Verunstaltungen, wird ständig gestört und unterbrochen, demzufolge entsteht eine Reihe individueller, kleiner, kurzebiger Sukzessionsserien, welche sich nicht in einer gemeinsamen Reihe von Vegetationsumwandlungen umfassen lassen und nicht in Gestalt eines konventionellen Schema eingeordnet werden können.

#### SCHLUSSWORT

Den Verwachungsprozess der künstlichen Wasserbehälter kann man als eine Art grosszügig in der Natur verlaufendes Experimentes ansehen, das, unbewusst durch den Menschen in Gang gesetzt, jetzt — bei Anwendung geeigneter Methoden — vom Anfang an bis zu seinen Endstadien eingehenden Untersuchungen unterliegen kann. Es bietet sich unseren Augen das Entstehen und die Bildung der Pflanzengesellschaften, ihre Entwicklung und Vergänglichkeit — kurz, das Werden und Vergehen der Pflanzengesellschaften, also ihre Sukzession dar. Das, was wir unter natürlichen Verhältnissen nur stellenweise beobachten können, in Gestalt unzählreicher Tatbestände und nicht grosser Fragmente, und die wir nur mutmasslich miteinander in Verbindung zu bringen vermögen, das können wir hier — in den künstlichen Wasserbehältern — Schritt für Schritt als allmähliche Umwandlungen, die sich in eine fast fort dauernde Einheit asugegestalten, beobachten.

Künstliche Wasserbehälter sind ausgezeichnete Objekte zur Durchführung von die Sukzession betreffenden direkten Beobachtungen; sie

stellen auch geeignete Untersuchungsfelder dar, auf welchen wir Proben einer rationellen Lenkung dieses Prozesses in Gang bringen können, eines Prozesses, der rein wissenschaftlich äusserst interessant ist, der jedoch auch für wirtschaftliche Eingriffe des Menschen von grosser Bedeutung ist.

Ich bin deshalb der Meinung, dass die dieses sehr wichtigen und interessanten Problem betreffenden Arbeiten, denen ich im Bereiche der Niederung Mazowsze den ersten Anstoss gegeben habe, kontinuierlich werden sollten, als auch erweitert einerseits hinsichtlich der Typenzahl der Objekte, andererseits auch durch Einbeziehung anderer Gebiete unseres Landes in den Bereich derartiger Forschungen.

Die vorgetragene Arbeit habe ich in der Anstalt für Systematik und Geographie der Pflanzen an der Universität Warszawa ausgeführt. Dem Leiter dieser Anstalt, Prof. Dr Alina Skirgiello, spreche ich hiermit meinen Dank aus für die wertvollen Räte als auch wohlwollendes Interesse bezüglich der Fortschritte meiner Arbeiten.

*Botanisches Institut  
der Universität in Warszawa*

(Eingegangen am 15.5.1969)

#### LITERATUR

- Aario L., 1933, Vegetation und postglaziale Geschichte des Nurmijärvi-Sees, Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn., Vanamo 3, 2.
- Abel W. O., 1956, Die Austrocknungsresistenz der Laubmoose, Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., Abt. I, 165.
- Alekin O. A., 1956, Podstawy hydrochemii, Warszawa.
- Ambrož J., 1939, Květena obnažené půdy rybniční v oblasti třeboňské, Sborník přírodověd. klubu v Jihlavě, II, zvl. otisk.
- Ambühl H., 1959, Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor, Schweiz. Z. Hydrol. 21.
- Arens, 1953, Kanalufer-Sicherung mit Schilfrohr, Die Wasserwirtschaft, 43, 6 (cyt. za Bittmannem 1953).
- Balátová-Tulačková E., 1963, Zur Systematik der europäischen *Phragmites*, Preslia 35, 2.
- Będlewska E., 1960, Pionierskie zbiorowiska roślinne na nagim torfie (mscr.).
- Bittmann E., 1953, Das Schilf (*Phragmites communis* Trin.) und seine Verwendung im Wasserbau, Angew. Pflanzensoziol. 7.
- Bolestá S., 1964, Zabudowa roślinna cieków wodnych, Warszawa.
- Bornkamm R., 1963, Erscheinungen der Konkurrenz zwischen höheren Pflanzen und ihre begriffliche Fassung, Ber. d. geobot. Inst. d. Eidg. Techn. Hochschule, Stift. Rübel 34.
- Braun-Blanquet J., 1951, Pflanzensoziologie, Wien.
- Butcher W., 1927, A preliminary account of the vegetation of the river Itchen, Journ. of Ecology, 15, 1.
- Dąmbcka I., 1966, Zbiorowiska ramienic Polski, Prace Kom. Biol. Pozn. Tow. Przyj. Nauk 31, 3.

- Donselaar J. van, 1961, On the vegetation of former river beds in the Netherlands, *Wentia* 5.
- Drude O., 1913, Die Ökologie der Pflanzen, Braunschweig.
- Ellenberg E., 1951 Kausale Pflanzensoziologie auf physiologischer Grundlage, Ber. dtsch. bot. Ges. 63.
- Ellenberg H., 1956, Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde, Einführ. in die Phytologie 4, 1, Stuttgart.
- Ellenberg H., 1963, Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Einführ. in die Phytologie 4, 2, Stuttgart.
- Fedorow A. A., 1966, „Krugowiny” (Osobliwości rosta niektórych rastienij), Bot. žurn. 51, 11.
- Fetzmänn E. L., 1956, Beiträge zur Algensoziologie, Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., Abt. I, 165.
- Förster K., 1932, Die Entwicklung untergetauchter Pflanzen von *Marchantia* unter verschiedenen Außenbedingungen, *Planta* 16.
- Fukarek F., 1967, Fitosociologia, Warszawa
- Gągała M., 1964, Flora i roślinność torfowiska Pęcice i przyległych terenów (mscr.).
- Gessner F., 1940, Beiträge zur Biologie amphibischer Pflanzen, Ber. dtsch. bot. Ges. 58.
- Gessner F., 1950, Die ökologische Bedeutung der Strömungsgeschwindigkeit und ihre Messung auf kleinstem Raum, Arch. f. Hydrobiol. 43.
- Gessner F., 1952, Der Druck in seiner Bedeutung für das Wachstum submerser Wasserpflanzen, *Planta* 40.
- Gessner F., 1955, 1959, Hydrobotanik, I, II, Berlin.
- Glück H., 1905, 1906, 1911, 1924, Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasserpflanzen und Sumpfpflanzen, I—IV, Jena.
- Glück H., 1923, Systematische Zusammenstellung der Standortsformen von Wasser- und Sumpfgewächsen, Beih. Bot. Centralbl. 39, 2.
- Goebel K., 1930, Organographie der Pflanzen, Jena.
- Górska D., 1968, Planktonowe okrzemki Jeziora Zegrzyńskiego (mscr.).
- Gross H., 1912, Ostpreussens Moore mit besonderer Berücksichtigung ihrer Vegetation, Jahresber. d. Preuss. Bot. Ver., Königsberg.
- Grümmer G., 1955, Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen — Allelopathie, Jena.
- Heil H., 1928, Ökologische Untersuchungen an Wasserpflanzen, Jahrb. f. wiss. Bot. 70.
- Hejný S., 1945, Příspěvek k ekologii rybničních společenstev, Věda přírodní 23.
- Hejný S., 1957, Ein Beitrag zur ökologischen Gliederung der Makrophyten in den Niederungsgewässern der Tschechoslowakei, Preslia 29, 4.
- Hejný S., 1960, Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den slowakischen Tiefebenen, Bratislava.
- Hejný S., 1962, Über die Bedeutung der Schwankungen des Wasserspiegels für die Charakteristik der Makrophytengesellschaften in den mitteleuropäischen Gewässern, Preslia 34.
- Hicks L. E., 1932, Ranges of pH tolerance of the *Lemnaceae*, The Ohio Journ. of Sc. 32.
- Ingold C. T., 1965, Spore liberation, Oxford.
- Iversen J., 1929, Studien über die pH-Verhältnisse dänischer Gewässer und ihren Einfluss auf die Hydrophyten-Vegetation, Bot. Tidsskr. 40(4).
- Iversen J., 1936, Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel in der Vegetationsforschung, Kopenhagen.

- Iversen J. u. Olsen S., 1943, Die Verbreitung der Wasserpflanzen in Relation zur Chemie des Wassers, Bot. Tidsskr. 46(2).
- Jarocińska M., 1959, Zbiorowiska mszyste na torfowisku Całowanie (mscr.).
- Jilek B., 1956, K fytocenologii rybničních společenstev, Preslia 28(1).
- Just J. i Hermanowicz W., 1955, Fizyczne i chemiczne badanie wody do picia i potrzeb gospodarczych, Warszawa.
- Karsten G., 1888, Über die Entwickelung der Schwimmblätter bei einigen Wasserpflanzen, Bot. Zeit. 46.
- Kępczyński K., 1960, Zespoły roślinne Jezior Skępskich i otaczających je łąk, Stud. Soc. Sc. Tor. Suppl.
- Kępczyński K., 1965, Szata roślinna Wysoczyzny Dobrzyńskiej, Toruń.
- Klikka J., 1935, Die Pflanzengesellschaften des entblößten Teichbodens in Mitteleuropa, Beih. Bot. Centralbl. 53 B.
- Klementow L. W., 1963, O rozrastaniu trostnika pri pomoszczi polzuszczych pobiegow, Bot. Żurn. 48.
- Knap R., 1948, 1949, Einführung in die Pflanzensoziologie, I, II, III, Stuttgart (Ludwigsburg).
- Knap R., 1967, Experimentelle Soziologie und gegenseitige Beeinflussung der Pflanzen, Stuttgart.
- Kolkwitz R., 1950, Ökologie der Saproben, Stuttgart.
- Kopecký K., 1965 a, Einfluss der Ufer- und Wassermakrophyten-Vegetation auf die Morphologie des Flussbettes einiger tschechoslowakischer Flüsse, Arch. Hydrobiol. 61.
- Kopecký K., 1965 b, Zur Ökologie der Makrophyten an Flussufern, Preslia 37.
- Kopecký K., 1966, Ökologische Hauptunterschiede zwischen Röhrichtgesellschaften fliessender und stehender Binnengewässer Mitteleuropas, Folia geobot. phytotax. 1.
- Kopecký K., 1967 a, Mitteleuropäische Flussröhrichtgesellschaften des *Phalaridion arundinaceae*-Verbändes, Preslia 39.
- Kopecký K., 1967 b, Metody a cíle studia rozšíření rostlin na říčním pobřeží, Preslia 39.
- Kopecký K., Hejny S., 1965 a, Allgemeine Charakteristik der Pflanzengesellschaften des *Phalaridion arundinaceae*-Verbändes, Preslia 37.
- Kopecký K., Hejny S., 1965 b, Zur Stellung der Flussröhrichte des *Phalaridion arundinaceae*-Verbändes im mitteleuropäischen phytozönologischen System, Preslia 37.
- Kornaś J., 1957, Zbiorowiska roślin zarodnikowych i ich klasyfikacja, Wiad. Bot. 1(1—2).
- Kornaś J., 1959, Zbiorowiska roślin zarodnikowych, [in:] Szata roślinna Polski, Warszawa.
- Korsmo E., 1930, Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit, Berlin.
- Kotilainen H., 1927, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Pflanzendecke der Moore und der Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens, Wiss. Veröff. Finn. Moorkulturver. 7.
- Krause W., 1952, Das Mosaik der Pflanzengesellschaften, Planta 41.
- Kriwickij A. J., 1932, Problema oswojenija kamyszowych zaroślej, Nawodn. choz. Kazachstana, 4 (cyt. za Hejnym 1960).
- Kriwickij A. J., 1937, Kompleksnoje ispożbowaniye kamysza, Sb. „Trudy” Pierwoj Uzbekistanskoj nauczno-issled. konfierencji po rastitelnym resursam, wyp. 6 (cyt. za Hejnym 1960).
- Kuiper P. J. C., 1957, Verlandingsvegetaties in N. W. Overijssel, Jb. Kon. Ned. Bot. Ver.

- Landolt E., 1957, Physiologische und ökologische Untersuchungen an Lemnaceen, Ber. Schweiz. Bot. Ges. 67.
- Lenz F., 1928, Einführung in die Biologie der Süßwasserseen, Biol. Studienbücher 9.
- Lepniewa S. G., 1950, Źizń w ozierach. Źizń priesnych wod, III, Moskwa, Leningrad.
- Liebmamn H., 1951, Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, I, München.
- Lillieroth S., 1950, Über Folgen kulturbedingter Wassersenkungen für Makrophyten- und Planktongemeinschaften in seichten Seen des südschwedischen Oligotrophiegebietes, Acta Limnol. 3.
- Lohammar G., 1938, Wasserchemie und höhere Vegetation schwedischer Seen, Symb. Bot. Uppsala. 3(1).
- Luther H., 1947, Morphologische und systematische Beobachtungen an Wasserphanerogamen, Acta Bot. Fenn. 40.
- Luther H., 1949, Vorschlag zu einer ökologischen Grundeinteilung der Hydrophyten, Acta Bot. Fenn. 44.
- Luther H., 1950, Beobachtungen über die fruktifikative Vermehrung von *Phragmites communis* Trin., Acta Bot. Fenn. 46.
- Luther H., 1951, Verbreitung und Ökologie der höheren Wasserpflanzen im Brackwasser der Ekenäs-Gegend in Südfinnland, Acta Bot. Fenn. 49.
- Lüdi W., 1930, Die Methoden der Sukzessionsforschung in der Pflanzensoziologie, Handb. d. biol. Arbeitsmeth. 11, 5, 3.
- Małecka M., 1959, Zbiorowiska mszysto-turzycowe na torfisku Całowanie (mscr.).
- Margalef R., 1949, Las asociaciones de algas en las aguas dulces de pequeno volumen del noreste de Espana, Vegetatio 1.
- Matsubara H., 1931, Versuche über die Entwicklungserregung der Winterknospen von *Hydrocharis morsus-ranae*, Planta 13.
- Mattick F., 1929, Das Moritzburger Teichgebiet und seine Pflanzenwelt, Feddes Rep. Spec. Regni Veget., Beih. 56.
- Matuszkiewicz W., 1952, Zespoły leśne Białowieskiego Parku Narodowego, Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, 6 c.
- Matuszkiewicz W., 1962, Dyskusja nad systemem zbiorowisk roślinnych Europy Zachodniej i Środkowej, Wiad. Eot. 6, 3.
- Matuszkiewicz W., 1967, Przegląd systematyczny zbiorowisk roślinnych Polski, [in:] Scamoni A., 1967, Wstęp do fitosocjologii praktycznej, Warszawa.
- Medwecka-Kornaś A., Kornaś J., Pawłowski B., 1959, Przegląd zbiorowisk roślinnych lądowych i słodkowodnych, [in:] Szata roślinna Polski, I, II, Warszawa.
- Messikommer E., 1938, Verlandungserscheinungen und Pflanzensukzessionen im Gebiete des Pfäffikersees, Festschr. H. Schinz, Vierteljahrsschr. d. naturforsch. Ges., Zürich, 73, Beibl. 15.
- Metsävainio K., 1931, Untersuchungen über das Wurzelsystem der Moor-pflanzen, Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Vanamo 1, 1.
- Miayawaki A. u. Tüxen J., 1960, Über *Lemnetea*-Gesellschaften in Europa und Japan, Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 8.
- Müller-Schneider P., 1955, Verbreitungsbiologie der Elütenpflanzen, Veröff. d. Geobot. Inst. Rübel in Zürich 30.
- Neger F. W., 1913, Biologie der Pflanzen, Stuttgart.
- Nowak K. A., 1967, Niektóre rzadsze rośliny naczyniowe występujące na torfowisku Całowanie, Fragm. Flor. et Geobot. 13, 3.
- Oberdorfer E., 1949, Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Südwestdeutschland und die angrenzenden Gebiete, Stuttgart

- Oberdorfer E., 1957, Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Pflanzensoziologie, 10, Jena.
- Odum E. P., 1963, Podstawy ekologii, Warszawa.
- Ołaczek R., 1963, Zbiorowiska roślinne torfowisk niskich okolic Łęczycy (mscr.).
- Ołaczek R., 1967, Zespoły szuwarowe i turzycowe dolin Bzury i Zianu, Zesz. Nauk. UŁ, Nauki Mat.-Przyr. 2, 23.
- Olsen S., 1950, Aquatic plants and hydroospheric factors, Svensk Bot. Tidsskr. 44, 45.
- Osborn B., 1940, A photographic transect for determining soil-cover index of vegetation, Ecology 21.
- Osborn B., 1942, The photographic transect, Abstr. in Chronica Bot. 7, 6.
- Panknin W., 1941, Die Vegetation einiger Seen in der Umgebung von Joachimsthal, Bibl. Bot. 119.
- Panknin W., 1945, Zur Ökologie und Soziologie der *Lemna*-Standorte, Arch. f. Hydrobiol. 41, 1/2.
- Pawłowski B., 1959, Dynamika zbiorowisk roślinnych, [in:] Szata roślinna Polski, Warszawa.
- Pawłowski B., 1959, Systematyka polskich zbiorowisk roślinnych, [in:] Szata roślinna Polski, Warszawa.
- Pérez A., 1959, Die Bildung der Polykormonen (Pflanzensprosskolonien), [in:] Donászy E. et all., Das Leben des Szelider Sees, Akad. Kiadó, Budapest.
- Petersson B., 1940 Experimentelle Untersuchungen über die euanemochore Verbreitung der Sporenpflanzen, Acta Bot. Fenn. 25.
- Pfeiffer H., 1951, Über die Pflanzengesellschaft des kleinsten Igelkorbens in wassergefüllten Torfstichen, Phyton 3, 1/2.
- Pietkiewicz S., 1958, Wody kuli ziemskiej. Wody lądowe, Warszawa.
- Podbielkowski Z., 1959, Notatki florystyczne z okolic Warszawy, Fragm. Flor. et Geobot. 5, 2.
- Podbielkowski Z., 1960, Zarastanie dołów potorfowych, Monogr. Bot. 10, 1.
- Podbielkowski Z., 1961, Notatki florystyczne z okolic Warszawy. Część III, Fragm. Flor. et Geobot. 7, 1.
- Podbielkowski Z., 1963, Notatki florystyczne z okolic Warszawy. Część IV, Fragm. Flor. et Geobot. 11, 4.
- Podbielkowski Z., 1967 a, Zarastanie rowów melioracyjnych na torfowiskach okolic Warszawy, Monogr. Bot. 23, 1.
- Podbielkowski Z., 1967 b, Rzadsze rośliny naczyniowe województwa warszawskiego, Fragm. Flor. et Geobot. 13, 3.
- Podbielkowski Z., 1968, Roślinność stawów rybnych woj. warszawskiego, Monogr. Bot. 27, 1.
- Podbielkowski Z., 1969, Roślinność glinianek woj. warszawskiego, Monogr. Bot. 30.
- Pohjala L., 1933, Über die Wasservegetation des Ayräpäänjärvi-Sees, Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo 3, 3.
- Poli E. u. Tiüxen J., 1960, Über *Bidentetalia*-Gesellschaften Europas, Mitt. d. flor.-soz. Arbeitsgem., N. F. 8.
- Popławskaja G. I., 1948, Ekołogija rastienij, Moskwa.
- Przybylsz O., 1961, Zbiorowiska krzewiaste z *Betula humilis* na torfowisku Calowianie (mscr.).
- Rauch W., 1939, Über die Landform von *Hottonia palustris* L., Hercynia 1, 3.
- Raunkiaer C., 1904, Om biologiske Typer, med Hensyn til Planternes Tilpasning til a overleve ungunstige Aarstider, Bot. Tidsskr. 26.
- Raunkiaer C., 1908, Statistik der Lebensformen als Grundlage für die biologische Pflanzengeographie, B. B. Z., 27.

- Raunkiaer C., 1918, Über das biologische Normalspektrum, Det. kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biolog. Meddelelser 1, 4.
- Raunkiaer C., 1934, The life-forms of plants and statistical plant geography, Oxford.
- Reid G. K., 1961, Ecology of inland waters and estuaries, New York.
- Roll H., 1940, Holsteinische Tümpel und ihre Pflanzengesellschaften, Arch. f. Hydrobiol., Suppl. Bd. 11.
- Roll H., 1942, Zonation und Sukzession, Biol. Gen., 1.
- Rozum J., 1965, Okrzemki torfowiska Całowanie (mscr.).
- Rucińska M., 1964, Flora i roślinność torfowiska Brwinów i przyległych terenów (mscr.).
- Ruttner F., 1952, Grundriss der Limnologie, Berlin.
- Scamoni A., 1967, Wstęp do fitosocjologii praktycznej, Warszawa.
- Schenck H., 1886, Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse, Bibl. Bot. 1.
- Schenck H., 1889, Über das Aerenchym, ein dem Kork homologes Gewebe bei Sumpfpflanzen, Jahrb. f. wiss. Bot. 20.
- Schimpfer A. F. W., 1898, Pflanzen-Geographie auf physiologischer Grundlage, Jena.
- Schmithüsen J., 1961, Allgemeine Vegetationsgeographie, Berlin.
- Sculthorpe C. D., 1967, The biology of aquatic vascular plants, London.
- Serbanescu Gh., Sanda V., 1965, Consideratii morfologice si ecologice asupra unor forme de inmultire vegetativa la plantele acvatice, Com. de bot. 5.
- Simon S. V., 1928, Zur Keimungsphysiologie der Winterknospen von *Hydrocharis morsus-ranae* L., Jahrb. f. wiss. Bot. 68.
- Slavonovský F., 1958, Mechanické vlastnosti kořenů některých pobřežních rostlin Vranovské přehrady, Spisy vyd. Přírodov. fak. Masarykovy univers. z Brně, 50, 14 (cyt. za Kopeckym 1965).
- Stęcki K., 1948, Zarastanie dna zbiornika wodnego w Dychowie, Wszechświat 1.
- Steusloff U., 1939, Zusammenhänge zwischen Boden, Chemismus des Wassers und Phanerogamen in fliessenden Gewässern der Lüneburger Heide um Celle und Ülzen, Arch. f. Hydrobiol. 35.
- Stępińska E., 1962, Grzyby wodne dolów potorfowych koło wsi Całowanie, Monogr. Bot. 13.
- Stroede W., 1933, Über die Beziehungen der Characeen zu den chemischen Faktoren der Wohngewässer und des Schlammes, Arch. f. Hydrobiol. 25.
- Symoens J. J., 1951, Equisse d'un système des associations algales d'eau douce, Trav. d. l'Ass. Int. de Limnol. 11.
- Szafrań B., 1957, Biologia rozsiewania zarodników u mszaków, Wiad. Bot. 1, 4.
- Szennikow A., 1952, Ekologia roślin, Warszawa.
- Szymkiewicz D., 1932, Ekologia roślin, Lwów.
- Tomaszewicz H., 1969, Roślinność wodna Jeziora Zegrzyńskiego, Acta Soc. Bot. Pol. 38, 2.
- Trzeciecka D., 1960, Zbiorowiska roślin wodnych torfowiska Całowanie (mscr.).
- Tüxen R., 1937, Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands, Mitt. d. flor.-soz. Arbeitsgem. in Niedersachsen, 3.
- Tüxen R., 1955, Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften, Mitt. d. flor.-soz. Arbeitsgem., N. F. 5.
- Tüxen R., (1956), Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. Wegweiser durch die pflanzensoziologisch-systematische Abteilung, Bremen.
- Tüxen R., 1958, Pflanzengesellschaften oligotropher Heidetümpel Nordwestdeutschlands, Veröff. geobot. Inst. Rübel 33.
- Tüxen R., 1960, Über Bildung und Vergehen von Pflanzengesellschaften, Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F.

- Tüxen R. u. Ellenberg H., 1937, Der systematische und ökologische Gruppenwert, Mitt. flor.-roz. Arbeitsgem. in Niedersachsen, 3.
- Tüxen R. u. Preisig E., 1942, Grundbegriffe und Methoden zum Studium der Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften, Deutsche Wasserwirtschaft 31, 1, 2.
- Uhlig J., 1938, Die Pflanzengesellschaften des Westsächsischen Berg- und Hügellandes. III. Teil: Laichkraut-, Röhricht- und Grossseggen-Gesellschaften (Gesellschaften des *Potamion* und der *Phragmitetalia*...), Veröff. Landesver. sächs. Heimatschutz zur Erforsch. der Pflanzenges. Sachsens (cyt. za Hejnym 1960).
- Vlk L., 1959, Biologická úprava vodních toků, Publ. Stát. ústavu památkové péče a ochrany přírody, Praha (cyt. za Kopeckym 1965).
- Wandell G., 1952, Über den Nutzen und Schaden des Uferwuchses an fliessenden Gewässern, Arb. d. Landesamtes f. Gewässerkunde i. Minist. f. Wirtschaft u. Verkehr d. Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf (mscr.; cyt. za Bittmannem 1953).
- Weber H., 1950, Gramineestudien III. Neue Beobachtungen über die Kriechsprossen von *Phragmites communis* Trinius, Biol. Cbl. 69.
- Woronow A. S., 1943, O nekotorich prispособљењах растениј к изменењам уроњива озера, Bot. журн. 5 (cyt. za Hejnym 1960).
- Zaborowska D., 1965, Grzyby wodne z torfowiska Bocian, Acta Mycol. 1.
- Zastrow E., 1934, Experimentelle Studien über die Anpassung von Wasser- und Sumpfmoosen, Pflanzenforschung 17.
- Zbořil J., 1921, Vegetativní množení druhů *Rorippa amphibia* a *Sagittaria sagittifolia*, Věstn. král. čes. Spol. Nauk. Cl. math.-natur., Jhg. 1919—1920, 4. (cyt. za Kopeckym 1965).
- Zeidler H., 1939, Pflanzensoziologisches Gutachten zur Ufer- und Dammbeplanzung von Schiffahrtskanälen, Deutsche Wasserwirtschaft, 34, (cyt. za Bittmannem 1953).
- Żadin W. J., 1966, Metody badań hydrobiologicznych, Warszawa.

### *Roślinność i przebieg procesu zarastania sztucznych zbiorników i cieków wodnych Niziny Mazowieckiej*

#### Streszczenie

Znajomość roślinności i procesu zarastania sztucznych akwenów ma znaczenie nie tylko czysto poznawcze, lecz również pewien aspekt praktyczny związany z różnymi dziedzinami gospodarki wodnej. Z poznawczego punktu widzenia rzuca światło na powstawanie i kształtowanie się niektórych zbiorowisk roślinnych (por. Tüxen 1960); wyjaśnia niektóre zjawiska konkurencji i przejawy ekspansywności, zarówno poszczególnych roślin, jak również populacji i uformowanych zbiorowisk roślinnych. Zjawiska te, szczególnie jaskrawo wydatniające się w inicjalnych stadiach zasiedlania, są stosunkowo łatwo dostępne dla bezpośrednich badań i obserwacji, ponieważ istotną cechą sztucznych akwenów jest — praktycznie biorąc — zupełna dziewiczość ich przestrzeni wodnej w chwili ich powstawania oraz związany z tym zjawiskiem proces zarastania rozpoczęjący się od najpierwotniejszych stadiów.

Akweny sztuczne stanowią poza tym bardzo wdzięczny obiekt dla obserwacji florystyczno-chorologicznych dostarczających wiele interesujących danych z tej dziedziny. Występują tu bowiem rzadkie niekiedy lub interesujące gatunki roślin.

Z praktycznego punktu widzenia poznanie zbiorowisk roślinnych w sztucznych akwenach, przebiegu ich zarastania, a także biologii i ekologii biorących udział

w tym procesie roślin jest bardzo ważne, gdyż daje możliwość wykorzystania wyników obserwacji przy zabiegach człowieka w zakresie racjonalnej gospodarki wodnej (Arens 1953; Bittmann 1953; Bolesław 1964; Kriwickij 1932, 1937; Slavonovskij 1958; Vlk 1959; Wandel 1952; Zeidler 1939).

Badania nad zarastaniem sztucznych akwenów prowadziłem od kilkunastu lat na obszarze Niziny Mazowieckiej. Praca niniejsza stanowi syntezę wyników tych badań, które objęły doły potorfowe (Podbielkowski 1960), rowy melioracyjne (tenże 1967), stawy rybne (tenże 1968) i glinianki (tenże 1969). Cele moich badań sformułować można w następujących punktach:

1. Prześledzenie procesu zarastania w badanych akwenach i ustalenie w nim pewnych prawidłowości, zarówno w przestrzeni, jak i w czasie.
2. Analiza roślinności biorącej udział w zarastaniu i stopień zaangażowania jej w tym procesie.
3. Odtworzenie obrazu sukcesji zbiorowisk roślinnych i ustalenie zależności jej od charakteru akwenu.
4. Ustalenie zależności między środowiskiem wodnym a roślinnością.
5. Ustalenie zależności roślinności od typu akwenu oraz stopnia wpływu roślinności na zarastany przez nią akwen.
6. Pogłębienie znajomości ekologii i biologii roślin biorących aktywny udział w procesie zarastania.
7. Wskazanie możliwości praktycznego wykorzystania wyników przeprowadzonych badań.

Przedmiotem obserwacji była nie tylko roślinność zarastająca przestrzeń wodną, stanowiąca główny przedmiot badań, lecz również roślinność i proces zarastania obnażonego dna akwenów, niezależnie od tego, czy nastąpiło to w drodze sztucznej, czy naturalnej (wyschnięcie). Podczas obserwacji prowadzonych na gliniankach zająłem się również roślinnością hałd i zboczy, stanowiącą bardzo interesujący obiekt badań nad rozwojem zbiorowisk pionierskich i sukcesją roślinności.

Zagadnienie struktury roślinności i przebiegu procesu zarastania w akwenach sztucznych jest słabo opracowane. Poza moimi pracami tematycznie wiążące się tylko publikacja Tomaszewicza (1969) o roślinności Jeziora Zegrzyńskiego i drobny przyczynek Trzecięckiej (1960) o roślinności dołów potorfowych na torfowisku Całowanie. Szereg prac związanych z interesującymi mnie akwenami ma charakter wybitnie florystyczny (lub ekologiczno-florystyczny): o pionierskiej roślinności na nagim torfie (Będlewska 1960), o florze i roślinności torfowiska Brwinów (Rucińska 1964), o florze i roślinności torfowiska Pęcice (Gągała 1964), o krzemkach torfowiska Całowanie (Rozum 1965), o grzybach wodnych dołów potorfowych torfowiska Całowanie (Stępińska 1962), o grzybach wodnych torfowiska Bocian (Zaborowska 1965), o zbiorowiskach mszystych na torfowisku Całowanie (Jarocińska 1959) i o glonach Jeziora Zegrzyńskiego (Borzymińska 1968; Górska 1968). Niektóre prace florystyczne tylko bardzo pośrednio wiążąły się z badanymi akwenami (np. Małecka 1959; Przybysz 1961; Nowak 1967; Podbielkowski 1959, 1960, 1962, 1966). Szereg danych florystycznych ze sztucznych akwenów można znaleźć poza tym w bardzo wielu pracach z okresów dawniejszych, a z nowszych czasów — przede wszystkim prace Kobendzy. Znajdujące się tam dane, mimo niewątpliwie dużych wartości florystyczno-chorologicznych, nie dotyczą jednak opracowywanego przeze mnie zagadnienia.

Z innych regionów kraju dane o roślinności sztucznych akwenów rozsiane są w wielu pracach fitosocjologicznych oraz florystycznych (np. Dąmbaska 1966; Kępczyński 1960, 1965; Olaczek 1963, 1967). Tylko jedna z nich bezpośrednio dotyczy zagadnienia zarastania osuszonego akwenu (Stęcki 1948).

Zwłaszcza skąpa jest literatura zagraniczna dotycząca roślinności i zarastania sztucznych akwenów. Temat ten pośrednio lub bezpośrednio opracowywało niewielu badaczy (Ambroż 1939; Arens 1953; Bittmann 1953; Hejný 1945; Jilek 1956; Klika 1935; Matick 1929; Roll 1940; Uhlig 1938). Poza tym w szeregu prac można znaleźć tylko wzmiękkie mniej lub więcej związane z tym zagadnieniem (np. Gross 1912; Messikommer 1928; Pfeiffer 1951). Prace te mają charakter florystyczny, fitosocjologiczny lub ekologiczny (Hejný 1960).

Bardzo bogata jest natomiast literatura dotycząca jezior i rzek, a więc akwenów naturalnych, przy czym najbardziej reprezentowana jest literatura limnologiczna; spośród ogromnej liczby prac, chciałbym zasygnalizować potamologiczne prace Kopeckego (1965a, b 1966, 1967 a, b), które aczkolwiek nie dotyczą bezpośrednio opracowywanego przeze mnie zagadnienia, wiążą się z ogólnymi problemami zarastania wód.

Obserwacje nad zarastaniem dołów potorfowych przeprowadziłem na 21 torfowiskach o łącznej powierzchni ok. 3630 ha, z czego na torfowiska niskie przypada 3550 ha, a na torfowiska przejściowe — 80 ha. Ogółem przebadałem ponad 400 dołów i ich kompleksów, z czego na torfowiskach niskich — 320, a na torfowiskach przejściowych — 80; sumaryczną powierzchnię tych dołów oceniam na około 1000 ha.

Badania nad roślinnością i zarastaniem stawów rybnych przeprowadziłem na 90 kompleksach stawów rybnych o łącznej powierzchni ponad 5000 ha.

Badane przeze mnie glinianki zgrupowane były w 44 kompleksach, których ogólna powierzchnia w przybliżeniu wynosiła 800—1000 ha.

Sumaryczną długość przebadanych 180 rowów melioracyjnych oceniam w przybliżeniu na 180—200 km.

Powierzchnia Jeziora Zegrzyńskiego wynosi około 3300 ha.

Obserwacje w wiejskich stawach wodopojowych i sadzawkach — ze względu na bardzo zniszoną i nieinteresującą roślinność — prowadzone były tylko do rywco i objęły powierzchnię około 50 ha.

Wszystkie dane liczbowe odnoszące się do powierzchni lub długości obiektów mają charakter szacunkowy, gdyż oparte są głównie na mapach 1:100 000, z których korzystałem podczas prac terenowych.

W zakres badań środowiska wodnego weszły pomiary: głębokości wody (cm), szybkość jej w nurcie (cm/sek), pH, natężenia światła (%), barwy wody ( $^{\circ}\text{Pt}$ ), mleczni (mg  $\text{SiO}_2/\text{l}$ ), zawartości amoniaku, azotanów, azotynów, żelaza, chlorków, fosforanów, wapnia, magnezu, utlenialności (mg  $\text{O}_2/\text{l}$ ), twardości ( $^{\circ}\text{Niem}$ ), zasadowości (mval/l) i saprobiości. Przeprowadzono je ogólnie przyjętymi metodami laboratoryjnymi (Just i Hermannowicz 1955; Alekijn 1956; por. również Zadim 1966). Saprobiość przeanalizowanych próbek określono metodą Kolkwitza (1950) zmodyfikowaną przez Liebmanna (1951). Wyniki analiz hydrochemicznych i algologicznych odnoszą się tylko do wód dołów potorfowych i rowów melioracyjnych.

Badanie roślinności przeprowadziłem w oparciu o ogólnie przyjętą i stosowaną w naszym kraju metodę Braun-Blanqueta (Braun-Blanquet 1951; Ellenberg 1956; Fukarek 1967; Knapp 1948, 1949; Medwecka-Kornaś, Kornaś, Pawłowski in: Szata roślinna Polski 1959; Scamoni 1967; Tüxen i Preisung 1942). Wielkość i kształt powierzchni wykonywanych zdjęć były różne i zależały nie tylko od typu zbiorowiska, ale również od warunków lokalnych. Do zestawień tabelarycznych użyłem łącznie ponad 1100 zdjęć. Zdjęcia nie uwzględnione w tabelach wykorzystałem w opracowaniu tekstowym. Oprócz zdjęć fitosocjologicznych dość często wykonywałem profile rysunkowe ilustrujące ugrupowanie roślinności, transekty liniowe i pasowe (szczególnie tam, gdzie zaznaczała się strefowość roślinności) oraz zdjęcia fotograficzne, jako rodzaj dokumentacji zdjęć fitosocjologicznych. Przy okazji chciałbym zaznaczyć, że wykonałem kilka serii zdjęć fotograficznych, tworzących pewnego rodzaju fototransekty, którą to metodę bardzo zaleca Osborn (1940, 1942).

Oprócz tabel zdjęciowych w przypadkach utrudnionej identyfikacji jednostki stosowałem tabelki syntetyczne z danymi pozwalającymi na ich przybliżoną klasyfikację (Tüxen i Ellenberg 1937; Matuszkiiewicz 1952). W pracy o zarastaniu dołów potorfowych (Podbielkowski 1960) przedstawiłem obraz roślinności w pewnego rodzaju ujęciu dynamicznym, określając ją w formie stadiów rozwojowych. Stadia te oczywiście odpowiadały aktualnie, rzeczywiście istniejącym zbiorowiskom roślinnym i jako takie można było je przyporządkować odpowiednim jednostkom systematycznym, tym łatwiej, że do każdego z nich załączona była analiza grup systematycznych (Tüxen i Ellenberg 1937).

Identyfikacja i klasyfikacja zbiorowisk roślinnych biorących udział w zarastaniu jest niesłychanie utrudniona. Zbiorowiska wodne i bagienne cechuje niebywała dynamika rozwojowa. Nie osiągając przy tym maksymalnego zagęszczenia zbioro-

wiska te przenikają się wzajemnie, tworzą większe lub mniejsze enklawy, mozaiki (Krause 1952), zachodzą jedne na drugie i mieszają się między sobą, w konsekwencji czego powstaje często trudny do rozszyfrowania pod względem systematycznym kompleks roślinności. Sytuację komplikują jeszcze zjawiska rozwojowe w obrębie poszczególnych zbiorowisk (lub ich fragmentów) przebiegające w bardzo szybkim tempie. Przy tym zmieniają się również bardzo szybko stosunki ilościowe, co w tych różnorodnych, lecz bardzo ubogich florystycznie zbiorowiskach, a właściwie często jedno- lub kilkugatunkowych skupieniach roślin, odgrywa doniosłą rolę. W ostatecznym efekcie powstaje mieszanina najprzeróżniejszych pod względem genetycznym i rozwojowym elementów; w takiej sytuacji często mogą występować obok siebie stłoczone, przenikające się wzajemnie zbiorowiska należące zarówno do inicjalnych, jak i końcowych stadiów rozwojowych roślinności. Co najważniejsze, tych właśnie fragmentarnie rozwiniętych i skompleksowanych zbiorowisk jest bardzo dużo, przy czym tworzą one płaty pokrywające zwykle duże przestrzenie i biorą bardzo aktywny udział w zarastaniu akwenu. Płaty dające się zidentyfikować fitosocjologicznie natomiast w badanych przeze mnie akwenach występowały rzadko i pokrywały bardzo małe powierzchnie. Dla przykładu przytoczę fakt, że jeden z najbardziej pospolitych zespołów, *Scirpo-Phragmitetum*, w typowo rozwiniętej postaci spotykałem bardzo rzadko i to na powierzchniach liczących niekiedy zaledwie kilkanaście metrów kwadratowych — podczas gdy jego fragmenty zajmowały obszary liczące po kilka hektarów; zupełnie podobne stosunki obserwował Tomaszewicz (1969) na Jeziorze Zegrzyńskim. Dlatego sądzę, że ostateczne określanie roślinności wodno-bagiennnej, a częściowo i łąkowej, na podstawie zdjęć tylko z płatów „typowych”, dałoby w konsekwencji niepełny i odbiegający od rzeczywistości obraz roślinności. Natomiast wyróżnianie zbiorowisk i charakterystyka tej roślinności oparte na zdjęciach wykonywanych również na płatach najbardziej reprezentatywnych wprawdzie pociąga za sobą pewne trudności w klasyfikacji niektórych tak wyróżnionych zbiorowisk, lecz daje rękojmię uzyskania możliwie wiernego, rzeczywistego obrazu roślinności, a poza tym pozwala na orientację w dynamice jej przemian, ułatwiając przez to również uzyskanie względnie realnego obrazu sukcesji.

Celem lepszego zobrazowania struktury zbiorowisk roślinnych biorących udział w procesie zarastania wprowadziłem system form biologiczno-morfologicznych (Podbielkowski 1960) odbiegający od innych systemów form życiowych (np. Iversen 1936; Drude 1913; Raunkiaer 1904, 1908, 1918, 1934) oraz od systemów dotyczących wyłącznie roślin wodnych (Luther 1949; Hejny 1957, 1960), które do moich celów okazały się mniej przydatne.

Głównym zagadnieniem, jakie poruszam w opracowanym przeze mnie temacie, jest zarastanie przestrzeni wodnej. O właściwościach fizyczno-chemicznych wody jako środowiska bytujących w niej roślin nie ma potrzeby tu pisać, ponieważ zostały one wyczerpujące omówione w obszernej literaturze specjalnej i podręcznikowej (Alekin 1956; Just i Hermanowicz 1955; Pietkiewicz 1958; Lepniewa 1950; Lohammar 1938; Sculthorpe 1967; Reid 1961; Gessner 1955, 1959). Uzyskane przeze mnie wyniki badań fizyczno-chemicznych dotyczą wprawdzie tylko dwóch typów akwenów (dołów potorfowych i rowów melioracyjnych), ale mimo to pozwalają na uchwycenie pewnych form zależności między roślinnością a środowiskiem. Wyniki przeprowadzonych obserwacji omówilem szczegółowo w pracach dotyczących zarastania tych akwenów (Podbielkowski 1960, 1967) i do nich odsyłam zainteresowanego czytelnika. Warto tu zwrócić uwagę na porównanie właściwości tych wód z właściwościami wód zbiorników naturalnych. Otóż doły potorfowe i badane przeze mnie rowy melioracyjne są akwenami o specyficznym podłożu, którym jest złożę organiczne (torf, gitia, niekiedy gleba torfowa). Akweny te — w stosunku do naturalnych zbiorników i cie-

ków wodnych — mają wody o intensywniejszym zabarwieniu, o większej utlenialności i stosunkowo dużej ilości fosforanów w dołach, natomiast mniejszej w rowach; zasadowość ich jest niewielka, również niewiele zawierają azotynów, zaś ilość azotanów i chlorków kształtuje się w granicach normalnych.

We wszystkich akwenach zmienny był odczyn wody i tu zaznaczyły się wyraźne różnice w składzie roślinności zasiedlającej wody o różnym odczynie. Otóż wody akwenów o odczynie poniżej pH 6 zasiedlane są głównie przez zbiorowiska z *Scheuchzerietalia palustris*, *Litorelletea* (częściowo), a w późniejszych stadiach — z *Oxycocco-Sphagnetea*. Akweny z wodą o odczynie wyższym od pH 6 zasiedlają zbiorowiska z *Lamnetea*, *Potametea*, *Phragmitetea*, *Caricetalia fuscae*, *Bidentetea tripartiti* i szereg innych będących dalszym następstwem zasiedlania.

Właściwości fizyczno-chemiczne środowiska wodnego mają wielki wpływ na występowanie różnych gatunków roślin; ze zrozumiałych względów działają eliminującą na jedne gatunki, preferującą zaś inne (np. Gessner 1950, 1955, 1959; Hicks 1932; Iversen 1929; Iversen i Olsen 1943; Lohammar 1938; por. również Podbielkowski 1960, 1967).

W ramach układów biogeocenotycznych istnieje zarówno zależność roślinności od środowiska, jak również odwrotnie — wpływ roślinności na środowisko. Rozkład masy organicznej, jej mineralizacja, zmiany stosunków gazowych (gnicie, oddychanie, fotosynteza), zmiany przezroczystości i barwy wody, zmiany klimatu świątecznego — to wszystko czynniki wpływające decydująco na środowisko wodne i mające swoje podłożę w pośredniej lub bezpośredniej działalności roślin.

Środowisko wodne wywiera ogromny wpływ na właściwości ekologiczne i biologiczne bytujących w nim roślin, kształtując ich specyficzny typ morfologiczno-ekologiczny, doskonale przystosowany do warunków siedliska (literatura p. str. 70).

Warto dodać, że w przypadku podniesienia się poziomu wody lub ponownego zalania akwenu wiele osiedlonych tu roślin lądowych dostaje się do obcego im środowiska wodnego. Pod wpływem tych zmian u wielu gatunków powstają pewne formy przystosowawcze wyrażające się specyficznymi zmianami morfologiczno-anatomicznymi (Förster 1932; Glück 1905, 1906, 1911, 1924; Podbielkowski 1960; Schenck 1889; Woronow 1943). Odpowiednią reakcję znajdującą swój wyraz w zmianie morfologii roślin można również obserwować podczas wysychania lub sztucznego osuszania akwenu (Podbielkowski 1960, 1967, 1968; Rauch 1939).

Najbardziej interesującym mnie zjawiskiem, a równocześnie bardzo istotnym wyrazem specyficznych właściwości ekologicznych i biologicznych roślin wodnych i błotnych jest ogromna ich ekspansywność, która w procesie zarastania przestrzeni wodnej odgrywa zasadniczą rolę, na co zwróciłem szczególną uwagę głównie w dwóch pracach: o zarastaniu dołów potorfowych (Podbielkowski 1960) i rowów melioracyjnych (Podbielkowski 1967).

Zjawisko ekspansywności rozpatrywać można w odniesieniu do osobnika, populacji i zbiorowiska roślinnego.

Ekspansywność u poszczególnych roślin może przejawiać się w różny sposób: w tworzeniu przez roślinę dużej postaci o wielkiej masie (Aario 1933; Bornkamm 1963; Pohjalala 1933); w tworzeniu szybko rosnących kłącz i rozłogów (Klimontow 1963; Kopecký 1967b; Metsävainio 1931; Weber 1950); w wielkiej zdolności reprodukcyjnej — w tworzeniu dużej liczby diaspor, zarówno wegetatywnych, zarodnikowych, jak i generatywnych (Ingold 1965; Korsmo 1930; Müller-Schneider 1955; Luther 1950, 1951; Petersson 1940; Serbanescu i Sanda 1965; Szafran 1957; Zboril 1921) o dużej sile kiełkowania, możliwościach przetrwania niekorzystnych warunków otoczenia oraz o dużych zdolnościach rozprzestrzeniania się.

Na pograniczu osobnika i populacji znajdują się formy wielopędowe, jak np. postacie kępkowe, szpalerowe lub gniazadowe (Fedorow 1966; Penzes 1959; Podbielkowski 1968); przejście od osobnika do kolonijnej populacji odbywa się już w starszym wieku rośliny, gdy następuje utrata wzajemnego kontaktu fizjologicznego między poszczególnymi pędami.

Jak potępnie działają w kierunku zdobywania przestrzeni życiowej te postacie wielopędowe widzimy na przykładzie choćby *Phragmites communis* lub *Schoenoplectus lacustris*, które w ciągu bardzo krótkiego czasu mogą opanować znaczne przestrzenie.

Ekspansywność populacji można traktować jako sumę ukierunkowanej ekspansywności poszczególnych osobników przy równocześnie występującym zwielokrotnieniu liczby osobników, a również i ich masy. W przypadku dogodnych warunków siedliskowych bardzo ekspansywna populacja rozrasta się szybko, przy czym nie tylko zdobywa dla siebie coraz większą przestrzeń życiową, ale może eliminować w swym zasięgu słabszych konkurentów.

Ekspansywność zbiornowiska jest już zwykle odmiennego rodzaju niż ekspansywność populacji. Odmiennosć ta polega najczęściej na różnorodności ekspansji ze względu na to, że w skład zbiornowiska wchodzą różne gatunki często o różnych właściwościach biologicznych.

Ekspansywność jest jednym z głównych czynników konkurencji (Braun-Blanquet 1951; Bornkamm 1963; Odum 1963). W pierwszej fazie zasiedlania przestrzeni wodnej konkurencja praktycznie nie istnieje lub jest znikoma. Dopiero w późniejszych fazach zasiedlania, gdy zagęszczenie osobników wzrasta, konkurencja zaostrza się coraz bardziej i decyduje o kształtowaniu się roślinności. W tym okresie, przy dużym zagęszczaniu osobników często nie chodzi już o zdobywanie coraz większej przestrzeni życiowej, ale po prostu o utrzymanie się przy życiu w możliwie dobrych warunkach bytowania. W mniejszym stopniu i z mniejszym skutkiem działają teraz różne formy ekspansji, natomiast coraz poważniejsze znaczenie osiągają wartości żywotności poszczególnych organizmów oraz czynniki powodujące zmiany mikroklimatyczne, edaficzne, biochemicalne i biotyczne (Ellenberg 1951; Grümmer 1955; Knapp 1967; Scamoni 1967). Życiowość roślin, szczególnie ich odporność na suszę (np. Abel 1956; Gessner 1955, 1959; Hejný 1945, 1960, 1962; Klika 1935; Podbielkowski 1960, 1967, 1968, 1969), oraz zdolność przezimowania odgrywa tu bardzo poważną rolę, na co już dawniej zwróciłem szczególną uwagę (Podbielkowski 1960; por. również Glück 1905; 1906, 1911, 1924; Lohammar 1938). Wiele gatunków dla przetrwania tych niesprzyjających warunków wykształca szereg specjalnych organów, jak np. turony, pączki zimowe itp. (np. Gessner 1955, 1959; Matsubara 1931; Simon 1928; Serbanescu i Sanda 1965).

W ramach wzajemnych stosunków siedliskowych, florystyczno-chorologicznych i konkurencyjnych oraz przy sporadycznej lub stałej ingerencji człowieka kształtują się w sztucznych akwenach odpowiednie zbiornowiska roślinne wykazujące ogromną różnorodność i zmienność, zarówno w przestrzeni, jak i w czasie.

Zbiornowiska te, które wyróżniłem i opisałem w poprzednich pracach o roślinności i zarastaniu sztucznych akwenów (Podbielkowski 1960, 1967, 1968, 1969) ujęłem w ramowy system (p. str. ) podany przez Matuszkiewicza (Matuszkiewicz 1962; Matuszkiewicz in: Scamoni 1967). Przynależność t. rangę systematyczną oparłem na szeregu prac (Balátová — Tulačková 1962; Dąmska 1966; Donselaar 1961; Ellenberg 1963; Knapp 1948; Kępczyński 1960, 1965; Kopecký 1967a; Kopecký i Hejný 1965 a, b; Kuiper 1957; Matuszkiewicz in: Scamoni 1967; Miyawaki i J. Tüxen 1960; Olaczek 1967; Oberdorfer 1949, 1957; Pawłowski 1959; Poli i Tüxen 1937, 1953, [1956], [1958]).

Prace Kopeckego oraz Kopeckego i Hejnego, aczkolwiek bardzo interesujące i nowatorskie, odnoszą się do zbiorowisk niezbyt oficjalnie reprezentowanych w podawanych przez mnie zestawach florystycznych — chodzi tu głównie o *Phalaridetum arundinaceae*. Zbiorowiska te zresztą, sądząc z polemiki wokół problemu ich rangi, są pod względem systematycznym bardzo labilne. Dlatego wolalem oprzeć się jeszcze na dawnych koncepcjach systematycznych, umieszczając je w obrębie związku *Magnocaricion*, co zresztą postarałem się uzasadnić własnymi obserwacjami (Podbielkowski 1968). W niektórych przypadkach zaniechalem również pewnych sugestii Balátové-j-Tulačkovej (1963) dotyczących podziału klasy *Phragmitetea*, pozostając przy dawnych, „klasycznych” ujęciach systemu tej grupy.

Podany system (p. str. 75) nie obejmuje wszystkich wyróżnionych przez mnie zbiorowisk roślinnych. Frakcja wszystkim brak w nim zbiorowisk glonów mikroskopowych (planktonu, bentosu i peryfitonu). Dotychczasowa klasyfikacja tych zbiorowisk pod względem systematyczno-fitosocjologicznym nie jest jeszcze ustalona, a opracowana tylko fragmentarnie, przy czym poszczególni autorzy różnią się między sobą zarówno ujęciem systematycznym tych zbiorowisk, jak również — metodami (por. Margalef 1949; Symoens 1951; Fetzmann 1956). Poza tym kwestia, czy rzeczywiście istnieją jakieś wyraźne powiązania socjalne między tymi drobnymi glonami a makrofitami, wydaje się być — jak dotychczas — nie rozstrzygnięta (por. Panknin 1941; Margalef 1949). Na podstawie dominantów wyróżnilem kilka zbiorowisk, które opisane zostały w pracy o zarastaniu rowów melioracyjnych (Podbielkowski 1967). Zbiorowiska glonów makrofitowych — ramienic — objęte zostały systemem i włączone do klasy *Potametea* (*Charetales*).

Zbiorowiska mszaków w większości przypadków potraktowane zostały oddzielnie, gdyż te lite lub prawie lite płaty mszyste, które stanowią zwykle inicjalne stadia rozwijających się później jednostek o bardzo skomplikowanej strukturze, początkowo tworzą swego rodzaju ugrupowania autonomiczne. Dopiero później stają się synuzjami lub zbiorowiskami zależnymi (Koronaś 1957, 1959); istnieją oczywiście pewne wyjątki, jak np. *Sphagnetum medio-rubelli*. Tym nie mniej liczba tych, czasowo autonomicznych zbiorowisk mszystych, była niewielka, szczególnie w dolach potorfowych oraz w niektórych rowach melioracyjnych. Ze względu na dający się zresztą bardzo dotkliwie odczuwały brak większej liczby wytypowanych gatunków charakterystycznych wśród mszaków będących przecież bardzo obszerną grupą roślin uczestniczących w budowie wielkiej ilości zbiorowisk roślinnych, te wyróżnione zbiorowiska mszyste ulokowałem w systemie, scalając je w pewne ogólnie określone grupy.

Scaliłem również i ujęłem w jednostki grupowe kilka nie dających się zaklasyfikować zbiorowisk zbliżonych do siebie skadem florystycznym i strukturą, a będących bądź to zbiorowiskami silnie skompleksowanymi, bądź fragmentami lub wreszcie facjami jakichś bliżej nieokreślonych zbiorowisk.

W podanym zestawieniu wyróżnionych przez mnie zbiorowisk roślinnych przy jednostkach rangi zespołu lub zbiorowiska zaznaczam w postaci symbolów: występowanie tych jednostek w różnych akwenach (d — doły potorfowe, r — rowy melioracyjne, s — stawy rybne, g — glinianki, z — Jezioro Zegrzyńskie); frekwencję i rozległość ich powierzchni, oparte na liczbie zdjęć i wielkości płatów (1 — występowanie rzadkie i pokrycie małe, 2 — występowanie dość częste, pokrycie znaczne, 3 — występowanie częste lub bardzo częste, a pokrycie bardzo duże); udział ich w procesie zarastania, a więc ekspansywność, intensywność i szybkość zarastania i spłycania zbiornika, produkcja masy roślinnej (+ — znakomity lub niewielki, ++ — znaczący, +++ — bardzo duży).

Z podanego na str. 75—80 zestawienia wynika kilka wniosków:

1. Zaznacza się duża liczba wyróżnionych jednostek niższej rangi — zespołów (46) lub zbiorowisk ewentualnie ugrupowań roślin (80); nie wliczono tu niektórych ugrupowań mszaków i zbiorowisk glonów mikroskopowych.

Przyczyną tego jest przede wszystkim ogromna różnorodność zbiorowisk roślinnych.

Druga przyczyna, która wpłynęła na ten stan rzeczy, a właściwie na wielką liczbę nie zidentyfikowanych zbiorowisk lub ugrupowań roślin, jest fakt, że — ze względów, które szczegółowo omówiłem w rozdziale o metodzie (p. str. 104) — zbiorowisk tych nie można przyporządkować do znanych i dotychczas opisanych w literaturze zespołów.

2. Wyraźnie zaznaczają się różnice w dominowaniu zbiorowisk określonych grup systematycznych w zależności od akwenu. Dane, jakie niżej w związku z tym zamieszczam, są bardzo ogólne i odnoszą się do jednostek wyższego rzędu.

2.1. Doły potorfowe:

- 2.1.1 — na torfowiskach niskich: *Lemnetea*, *Potametea (Nymphaeion)*, *Phragmitetea* (prawie równomiernie *Phragmition* i *Magnocaricion*), *Scheuchzerio-Caricetea fuscae (Caricetalia fuscae)*, *Alnetea glutinosae (Salicetum pentandro-cinereae)*;
- 2.1.2 — na torfowiskach przejściowych: *Litorelletea*, *Scheuchzerio-Caricetea fuscae (Scheuchzerietalia palustris)*, *Oxycocco-Sphagnetea (Sphagnetalia fusi)*.
- 2.2. Rowy melioracyjne:
- 2.2.1 — na torfowiskach niskich (tu należy ogromna większość badanych rowów): *Potametea* (niewielka przewaga *Nymphaeion* nad *Eu-Potamion*), *Phragmitetea* (głównie *Magnocaricion*, znaczny udział *Sparganio-Glycerion*, mniej *Phragmition*), *Scheuchzerio-Caricetea fuscae (Caricetalia fuscae)*;
- 2.2.2. — na torfowiskach przejściowych (niewielka liczba rowów): *Scheuchzerio-Caricetea fuscae (Scheuchzerietalia palustris)*.
- 2.3. Stawy rybne: *Lemnetea*, *Bidentetea tripartiti*, *Plantaginetea maioris* (w stawach osuszonych), *Potametea (Potametalia*, w tym głównie *Eu-Potamion*, oraz *Charetales*), *Phragmitetea* (niewielka dominacja *Phragmition* nad *Magnocaricion*), *Alnetea glutinosae (Salicetum pentandro-cinereae* oraz zbiorowisko z *Calamagrostis canescens*, które ze względów siedliskowych i florystycznych raczej powinno być zaliczone do *Molinietalia*).
- 2.4. Glinianki: *Lemnetea*, *Chenopodietae* (w miejscowościach pozbawionych wody), *Potametea (Potametalia, Charetales)*, *Phragmitetea (Phragmition)*, *Salicetea purpureae*.
- 2.5. Jezioro Zegrzyńskie: *Potametea* (przewaga *Eu-Potamion* nad *Nymphaeion*), *Phragmitetea (Phragmition)*.
- 2.6. Wiejskie stawy wodopojowe i sadzawki (zbiorowisk zasiedlających te akweny ze względu na znikomy materiał dokumentacyjny nie uwzględniono w zestawieniu): *Lemnetea*, *Phragmitetea (Phragmition)*.
- 3.1. Powszechność występowania niektórych grup, jak *Lemnetea*, *Potametea* (głównie *Hydrocharitetum morsus-ranae*) i *Phragmitetea*. Szczególnie oficjalnie reprezentowana jest grupa ostatnia, spośród której najczęściej występowały: *Scirpo-Phragmitetum*, *Glycerietum maximae*, różne skupienia jedno- lub kilkugatunkowe z *Phragmition* oraz *Caricetum gracilis*. Powszechność ta wyplýwa głównie z ekspansywności tych zbiorowisk i z wielkiej amplitudy ekologicznej poszczególnych gatunków.
- Proces zarastania przestrzeni wodnej jest zjawiskiem powszechnym; nie występuje tylko w takich wodach, w których w ogóle nie może rozwinąć się życie. Przebieg jego jest różny i związany z lokalnymi właściwościami siedliska oraz z działalnością człowieka. W akwenach, gdzie wpływ człowieka od chwili powstania przestrzeni wodnej praktycznie nie istnieje, zarastanie przebiega drogą charakterystyczną dla danego siedliska. Natomiast w przypadku okresowej lub stałej interencji człowieka zmieniającej właściwości siedliska (np. jego chemizm) lub dotyczącej bezpośrednio roślinności przebieg zarastania może ulec daleko idącym zmianom.
- Proces zarastania początkowo dziewczęcej przestrzeni wodnej, jaka wypełnia zwykle nowopowstałe akweny sztuczne, rozpoczyna się w pewnych określonych miejscowościach, gdzie osiedla się pierwsze diaspy. Miejsca te nazywam ośrodkami ekspansji.
- Proces zarastania w nich zainicjowany może odbywać się postępowo — od brzegów lub innych ośrodków ekspansji, albo równocześnie, obejmując całą powierzchnię zbiornika. W pierwszym przypadku przebiega on dośrodkowo. W zależności, na jakiej głębokości występują zaangażowane w nim rośliny, można wy-

różnić zarastanie odgórne, oddolne i pośrednie. W drugim przypadku, przy zarastaniu równoczesnym, roślinność wypełnia cały przekrój poziomy zbiornika, lokując się w górnych jego partiach (zarastanie odgórne), dolnych (zarastanie oddolne) lub oscyluje między dnem i powierzchnią wody (zarastanie pośrednie). Rzadko występuje tylko jeden typ zarastania, tym bardziej, że zarastanie równoczesne bywa bardzo często konsekwencją zarastania postępowego. Najczęściej spotykane jest zarastanie mieszane, równoczesno-postępowe, z nasileniem procesów odgórnych i pośrednich tam, gdzie występują zbiorowiska mszyste i drobne, pływające rośliny, a oddolnych i pośrednich tam, gdzie przeważają rośliny kłączowe.

Chciałbym tu jeszcze wspomnieć o pewnej specyficznej formie zarastania, którą nazwałem zarastaniem gniazdowym. Biorą w niej udział byliny wybitnie kłączowe, lecz w pewnych warunkach tworzące postacie wielopędowe, zbliżone do kęp, ale od nich zwykle luźniej zbudowane. Ten typ zarastania opisałem w pracach o zarastaniu rowów melioracyjnych (Podbielkowski 1967) i stawów rybnych (tenże 1968).

Wyżej naszkicowane schematy zarastania są ideowe, bardzo uproszczone i tylko do pewnego stopnia odzwierciedlają faktyczny stan rzeczy. W rzeczywistości istnieje cała masa większych lub mniejszych odchyleń i niuansów uzależnionych nie tylko od typu akwenu, lecz również od jego indywidualnych właściwości morfologicznych i siedliskowych. W szczególnie skomplikowany sposób kształtuują się stosunki zarastania przy ingerencji człowieka — odnosi się to głównie do procesu zarastania stawów rybnych i rowów melioracyjnych, w mniejszym stopniu — glinianek. Najbardziej naturalnie i samorzutnie proces zarastania przebiega w dołach potorfowych, gdzie nie obserwuje się prawie wcale ingerencji człowieka.

W związku z kształtowaniem się roślinności w procesie zarastania przestrzeni wodnej akwenu obserwować można pewne, charakterystyczne dla różnych zbiorowisk uwarstwienie pionowe oraz, w niektórych przypadkach — uporządkowanie poziome, wyrażające się w formie różnie ukształtowanych stref roślinności.

W pierwszym przypadku, upraszczając bardzo panujące w rzeczywistości stosunki, można wyróżnić następujące warstwy:

1. nadwodną, którą tworzą zwykle wysokie rośliny błotne;
2. nawodną, utworzoną przez pływające na powierzchni wody rośliny lub ich organy asymilujące;
3. podwodną, złożoną z roślin zanurzonych pod powierzchnią wody;
4. przydenną, w skład której wchodzą niskie rośliny przytwierdzone do dna (np. niektóre mchy, ramienice, *Heleocharis acicularis*) itp.

W miarę zmian zachodzących w roślinności zmienia się również jej uwarstwienie — jedne warstwy przestają istnieć, przybywają inne.

W obrębie badanych przeze mnie akwenów nierzadko można obserwować zjawisko strefowości (Roll 1942). Biorąc jak najbardziej pod uwagę ostrzeżenie Braun-Blanqueta (1951), który mówi: „Vor allem darf bei Zonationen nicht ohne weiteres aus dem Nebeneinander auf ein Nacheinander geschlossen werden...”, w niektórych przypadkach można postulować ścisłe powiązanie strefowości z sukcesją (Podbielkowski 1968). Mianowicie powiązanie to ma miejsce wówczas, gdy wskutek działalności roślinności podczas procesu zarastania odbrzegowego następuje stopniowe odkładanie złoża o charakterze organicznym i w konsekwencji tego stopniowo od brzegów postępujące spływanie zbiornika. Zjawisko to może występować również w przypadku powolnego, stopniowego spływania zbiornika bez odkładania złoża organicznego; w badanych przeze mnie akwenach przypadku takiego nie obserwowałem. Zbiorowisko inicjalne, które rozpoczęło proces zarastania przy samym brzegu, po pewnym okresie czasu ulega przekształceniom zarówno pod wpływem zmieniających się warunków siedliska (spływanie w konsekwencji odkła-

dania złoża), jak i wskutek przemian socjalno-rozwojowych. Przekształca się ono w inne zbiorowisko dostosowane do nowych warunkach siedliska. Nie ulega zmianom jednak jego peryferyczna część, która — reprezentując zbiorowisko inicjalne — ulega tylko odsunięciu od brzegu. Jej miejsce zajmuje obecnie to drugie nowe zbiorowisko. Zresztą i ono wskutek stopniowo zmienianych przez siebie warunków siedliska przekształca się w inne, trzecie zbiorowisko, zaś dwa poprzednio powstałe zajmują pozycje coraz bardziej oddalające się od brzegów. W ten sposób powstaje kompleks strefowo położonych trzech zbiorowisk różnych wiekowo i rozwojowo, a tworzących pewne ukierunkowane następstwo. Tak strefowo położonych zbiorowisk może być oczywiście więcej, lecz im bardziej są one zaawansowane rozwojowo i im późniejsze stadia zarastania reprezentują, tym mniejsza staje się pewnością, że strefowość ich odpowiada następstwu rozwojowemu zbiorowisk — sukcesji; w stadiach późniejszych bowiem stosunki siedliskowe i socjalne komplikują się tak znacznie, że jak najbardziej słuszne wydaje się ostrzeżenie *Braun - Blanqueta* przytoczone na początku rozdziału.

Szybkości zarastania sztucznych akwenów nie da się określić nawet w sposób ogólny, ponieważ zależy ona od szeregu czynników i od ich wspólnego działania; zależy więc od ekspansywności występujących w danym akwenie zbiorowisk, ilości odkładanej masy organicznej i szybkości spłycania dna, wreszcie od morfologii akwenu i jego warunków siedliskowych.

Z badanych akwenów najszybciej zarastają doły potorfowe. Składa się na to kilka przyczyn. Doły są zwykle zbiornikami płytymi (głębokość wody wynosi tu najczęściej kilkadziesiąt centymetrów), o osadach dennych typu organicznego (torf, gitia, gleba torfowa), miękkich i łatwo dostępnych dla penetracji przez kłącza i rozłogi. Istnieją tu liczne wyspy (progi, wrzucona wierzchnica) i płycizny, co w znacznej mierze sprzyja osiedlaniu się roślin. Poza tym zarastająca je roślinność jest bardzo ekspansywna i wytwarza dużą ilość substancji organicznej. Duże znaczenie przy tym ma fakt, że zarastanie przebiega tu w sposób naturalny, bez ingerencji człowieka. Dlatego, niekiedy w ciągu kilku lat, niejeden dół potorfowy ulega zupełnemu zarośnięciu.

Szybkość zarastania glinianek jest różna i zależy od ich głębokości i profilu brzegów. Dość szybko zarastają glinianki płytkie i mające dno wyrównane. Wolno natomiast zarastają glinianki głębokie, o bardzo stromych brzegach. Wówczas najczęściej powstaje tylko wąski, przebraneżny pas roślinności szuwarowej, który powiększa swój areał bardzo powoli, a pośrodku akwenu formują się dość rzadkie zbiorowiska roślin wodnych. W takim stanie glinianki mogą trwać latami. Nie bez znaczenia dla tak powolnego procesu zarastania jest wykorzystywanie glinianek jako miejsc do kąpieli.

Stawy rybne i rowy melioracyjne zarastają bardzo szybko. Pierwsze są akwenami o optymalnych warunkach dla rozwoju roślinności wodnej i szuwarowej (niewielka głębokość, żyzność). Wielka szybkość zarastania rowów melioracyjnych powodowana jest nie tylko ich niewielką głębokością, ale przede wszystkim ogromną w stosunku do ich powierzchni linią brzegową, z której następuje inwazja roślinności bagiennej. Przeszkodą w zarastaniu stawów i rowów, która opóźnia lub nawet niweče ten proces, jest czyszczenie tych akwenów.

Jeziorko Zegrzyńskie, jak wynika z przeprowadzonej przez Tomaszewicza (1969) inwentaryzacji roślinności w piątym roku po zalaniu tego akwenu, znajduje się dopiero w pierwszej fazie zasiedlania. Proces zarastania przebiega tu niejednakowo, wykazując w różnych miejscach zmienną intensywność i wymaga dalszych obserwacji.

Wiejskie stawy wodopojowe i sadzawki mają roślinność bardzo ubogą ze względu na ich ciągłe użytkowanie, a proces zarastania jest ledwie zaznaczony

obecnością zbiorowisk wodnych i przybrzeżnych, fragmentarycznie rozwiniętych szuwarów.

Rozwijające się w ośrodkach ekspansji rośliny rozrastają się, a liczba ich powiększa się coraz bardziej. Następuje stopniowe zagęszczanie się roślinności, co w konsekwencji pociąga za sobą wzrost procesu zarastania. Intensywność i forma tego procesu zależy od wielu czynników, lecz w wyraźny sposób zróżnicowana jest w czasie, wskutek czego można tu wyróżnić trzy zasadnicze stadia zarastania: inicjalne, przejściowe i końcowe.

a — Stadia inicjalne cechuje głównie udział roślin wodnych. Początkowo są to zwykłe drobne, swobodnie pływające rośliny wodne, później pojawiają się gatunki przytwierdzające się do dna. Niekiedy mogą występować również rośliny szuwarowe. Przestrzeń wodna jest jeszcze niewiele zarośnięta — często tylko fragmenty jej powierzchni. Produkcja masy organicznej jest niewielka, a spływanie dna — znakome.

b — Stadia przejściowe zarastania przestrzeni wodnej wyróżniają się inwazją bardzo ekspansywnej roślinności szuwarowej (głównie gatunków kłączowo-rozłożowych), której początkowa koegzystencja z roślinnością wodną kończy się wypieraniem tej ostatniej. W przypadku zbiorowisk mszystych w tym okresie następuje intensywny przyrost darni na grubość przy równoczesnej ekspansji poziomej. Zagęszczanie roślinności jest bardzo duże, a ilość produkowanej masy organicznej osiąga tu chyba swo maksimum. Przestrzeń wodna pod koniec tego okresu zostaje prawie całkowicie zarośnięta; pozostałe jeszcze zwykłe węglenna soczewa wodna w przypadku zarastania przez zbiorowiska mszyste lub mszysto-turzycowe albo — niewielka wolna powierzchnia wody po środku akwenu w przypadku zarastania bez udziału mszaków. Spływanie dna jest bardzo duże; jest to z jednej strony skutek odkładania dużej ilości martwej materii organicznej, z drugiej zaś — wypiętrzania dna przez penetrujące go we wszystkich kierunkach bardzo liczne korzenie, kłączki i rozłogi. Dominują byliny kłączowo-rozłożowe, w niektórych przypadkach z dużym udziałem mszaków wodno-lądowych lub lądowych.

c — Stadia końcowe zarastania akwenu cechuje ostateczna likwidacja przestrzeni wodnej i coraz silniejsze utrwalenie pokrywy roślinnej. Wskutek odkładania się złoża organicznego, a jest to zjawisko bardzo pospolite, ulega ona wypiętrzaniu, co pociąga za sobą pogorszenie warunków nawodnienia i w konsekwencji — zmianę typu roślinności. Panują byliny kłączowo-rozłożowe, darniowe, a pod koniec tego okresu pojawiają się nawet krzewy i drzewa; zaznacza się udział mechów lądowych. Tym kończy się ostatecznie akt lądowania akwenu.

Należy tu jeszcze pokreślić jeden znamienny fakt. Otóż roślinność bezpośredniego sąsiedztwa nie ma żadnego wpływu na zasiedlanie przestrzeni wodnej powstającego akwenu — chyba że są to inne akweny. Zasiedlające wodę zbiorowiska roślinne stanowią zupełnie obcą enklawę pośród roślinności tubylczej. Nawet przy stalej ingerencji człowieka roślinność tubylcza nie wkracza do akwenów; niekiedy istnieją tylko małe wyjątki, gdy w strefach przybrzeżnych pojawiają się zbiorowiska z *Bidentetalia*. Tylko w dwóch przypadkach pewne elementy z roślinności otoczenia przenikają do akwenu. Dzieje się to wówczas, gdy przestrzeń wodna przestała istnieć, a więc podczas osuszenia akwenu lub w ostatnich stadiach jego zarastania, gdy warunki siedliska w obrębie akwenu i jego roślinność upodabniają się coraz bardziej do otoczenia.

W pewnych warunkach akweny zostają pozbawione wody. Mogą to być przyczyny naturalne — wyschnięcie (stałe lub okresowe), lub spowodowane celową działalnością człowieka (okresowe osuszanie stawów rybnych). Dno akwenu zostaje wówczas obnażone, a związana z nim roślinność wodna i błotna przeżywa kryzys, przy czym w jej składzie florystycznym zachodzą bardzo istotne zmiany florystyczne. Pojawiają się nowe zbiorowiska roślinne i rozpoczyna się proces za-

siedlania dna. Biorą wówczas udział różne pionierskie zbiorowiska lądowe, w których niemały rolę odgrywają niektóre mszaki. Przy ponownym zalewie roślinność ta — przynajmniej częściowo — ginie, by ustąpić nowo formującym się zbiorowiskom wodnym i bagiennym (Podbielkowski 1968; Bedlewska 1960; Klika 1935; Stecki 1948).

Konsekwencją zarastania akwenu jest w mniejszym lub większym stopniu wyraźna zmiana jego morfologii. Przejawia się to przede wszystkim stopniowym jego spłycaniem i likwidacją przestrzeni wodnej, aż do zupełnego zlodowacenia. Zachodzą przy tym stopniowo przebiegające zmiany profilu jego brzegów i dna (Podbielkowski 1967). W ostateczności dochodzi w niektórych przypadkach do mniejszego lub większego, a nawet niekiedy do całkowitego upodobnienia się zarośniętego akwenu do najbliższego otoczenia — zarówno pod względem geomorfologicznym, jak i pod względem występujących tu zbiorowisk roślinnych (głównie w niektórych dołach potorfowych). W przypadku cieków wodnych zarastającej je roślinność działa przede wszystkim w kierunku spłycaenia akwenu. Spłykanie to jest konsekwencją intensyfikacji procesów akumulacyjnych i zmniejszenia procesów erozyjnych wskutek hamującego działania roślinności na przepływ i ochronnego jej działania na brzegi. Przejawem tej działalności są: języki akumulacyjne, płycizny, przewężenia itp. Pewnym deformacjom ulegają również skarpy cieków w strefie średniej wody, gdzie tworzy się rodzaj wału.

Sukcesji zbiorowisk roślinnych w badanych akwenach nie można ująć w jeden ogólny schemat (Bräun-Blanquet 1951; Lüdi 1930; Pawłowski 1959; Scamoni 1967). Przebiega ona bowiem w różny i specyficzny sposób, zależny od bardzo wielu warunków.

W dołach potorfowych, niektórych nie czyszczonych rowach melioracyjnych, w „dzikich” gliniankach oraz od dawna nie czyszczonych, zapuszczonej stawach rybnych sukcesja zbiorowisk ma w pewnym sensie charakter naturalny. W wielkim skrócie, stosując przy tym tylko jednostki wyższej rangi systematycznej, ogólny przebieg jej w tych akwenach można by przedstawić następująco. Zasiedlanie przestrzeni wodnej rozpoczynają glony oraz przedstawiciele *Lemnetea* i *Potametea*. Fod koniec tego okresu pojawiają się już niektóre gatunki z *Phragmitetea*. We wczesnych stadiach przejściowych rozpoczyna się invazja *Phragmitetea* (*Phragmition*). W pośrednich stadiach przejściowych dominują przedstawiciele *Phragmition* z pewnym udziałem elementów *Magnocaricion*; równocześnie zaczyna się wnikanie *Caricetalia fuscae*. W tym okresie istnieje koegzystencja zbiorowisk wodnych i szumarowych. Późne stadia przejściowe cechuje znaczny spadek udziału *Lemnetea*, *Potametea* i *Phragmition*. Rolę dominantów przejmują zbiorowiska z *Magnocaricion* i *Caricetalia fuscae*. W stadiach końcowych zaznacza się wyraźny udział *Molinetalia*, a także — *Alnetalia glutinosae* (początkowo *Salicetum pentandro-cinereae*, później *Carici elongatae-Alnetum*). W pewnych przypadkach, w gliniankach, z pominięciem niektórych ogniw rozwojowych może dojść do wykształcenia się zbiorowisk z *Salicetea purpureae*. W pewnych okolicznościach zmieniających układ akwenu mogą przejściowo pojawiać się także zbiorowiska z *Bidentetea tripartiti* (*Bidention tripartiti*).

Wśród roślinności zarastającej akweny na torfowiskach przejściowych (a więc doły potorfowe i rowy melioracyjne) trudno dopatrzyć się jakichś regularności w przemianach natury socjalnej. Istnieją tu dwa zasadnicze kierunki, w jakich przebiegają te przemiany: 1) ku *Eriophoro-Sphagnetum recurvi* (i w konsekwencji do jakiegoś podmokłego zbiorowiska borowego; może *Vaccinio uliginosi-Pinetum?*) i 2) ku *Sphagnetum medio-rubelli*. Należy przy tym zaznaczyć, że przemiany te idą różnymi drogami, przechodząc przez zbiorowiska z *Scheuchzerietalia palustris* i *Littorelletea* (*Sphagno-Utricularion*).

O sukcesji zbiorowisk roślinnych w Jeziorze Zegrzyńskim nie można jeszcze

mówić, ponieważ roślinność tego akwenu jest w tej chwili na etapie bardzo wczesnego rozwoju. Dostrzega się już pewne przemiany zbiorowisk, ale mają one charakter lokalny i nie uprawniają do wniosków natury ogólnej.

W najbardziej skomplikowany sposób kształtuje się obraz sukcesji w akwenach, w których istnieje stała ingerencja człowieka, a więc w zagospodarowanych stawach rybnych, okresowo czyszczonych rowach melioracyjnych (głównie na torfowiskach niskich) oraz w wiejskich stawach wodopojowych i sadzawkach.

Stawy rybne będące w eksploatacji, mimo ciąglej ingerencji człowieka, stanowią doskonale siedlisko dla roślin wodnych i błotnych. Roślinność ta rozwija się więc tu bujnie, pokrywając niekiedy (między okresami czyszczenia) wielkie obszary. Przemiany roślinności w takich stawach, aczkolwiek przebiegające bardzo dynamicznie, są fragmentami pewnych ciągów sukcesyjnych, rozpoczynających się od jakiegoś określonego stadium rozwojowego (po odnowieniu stawu) i kończących się znowu na jakimś określonym stadium (w chwili spuszczenia wody lub rozpoczęcia czyszczenia stawu). Roślinność takich stawów stanowi więc konglomerat różnych stadiów i faz rozwojowych różnych zbiorowisk roślinnych. Nie sposób więc uchwycić tych przemian w jakiś konwencjonalny schemat, w którym można by prześledzić rozwój zbiorowisk od stadiów inicjalnych aż po końcowe. W dodatku niektóre stawy pozostają nie zalane przez jeden lub więcej sezonów, co przyczynia się do inwazji pionierskiej roślinności lądowej, a co w konsekwencji pochyla za sobą dalsze komplikacje w obrazie sukcesji. Część gatunków, mniej wytrzymały na suszę, ginie wówczas w bardzo krótkim czasie, część bardziej odporna na zmianę warunków — pozostaje, wykształcając niekiedy charakterystyczne formy lądowe. Z poza obrębu akwenu przybywają jednak gatunki obce, które formują nowe zbiorowiska roślinne, będące mieszaniną elementów pionierskich zbiorowisk lądowych (często o charakterze synantropijnym) z resztami roślinności tubylczej. W przypadku uprzedniego dokładnego wyczyszczenia dna formują się tylko zbiorowiska lądowe. Przy ponownym zalewie zbiorowiska te po pewnym czasie giną, ustępując na nowo tworzącym się zbiorowiskom wodnym i bagiennym.

Jeszcze bardziej złożona sytuacja panuje w rowach melioracyjnych. Wskutek specyficznych warunków siedliskowych zbiorowiska roślinne są tu stłoczone, zachodzą jedne na drugie, przenikają się wzajemnie. Stała ingerencja człowieka prowadzi do ciągłego zniekształcania naturalnego biegu sukcesji. Wskutek tego powstaje szereg krótkotrwałych, indywidualnych ciągów sukcesyjnych, nie dających się powiązać w jeden wspólny obraz biegu przemian roślinności. Dlatego również i tu nie można zastosować konwencjonalnego schematu sukcesji.

Sadzawki i wiejskie stawy wodopojowe, mimo że stanowią dla algologa bardzo interesujący obiekt badań, mają bardzo ubogą roślinność naczyniową. Ze względu na stałe użytkowanie ich i w związku z tym stałe mieszanie i tak bardzo niewielkich występujących tu zbiorowisk lub skupień roślinnych, nie można na podstawie zebranych przeze mnie faktów odtworzyć obrazu przemian sukcesyjnych.

Proces zarastania sztucznych akwenów można określić jako swego rodzaju eksperyment przebiegający na wielką skalę w przyrodzie, który aczkolwiek zainicjowany został przez człowieka nieświadomie, może być — przy użyciu odpowiednich metod — badany od samego początku aż po jego stadia końcowe. Jesteśmy świadkami powstawania i kształtuowania się zbiorowisk roślinnych, ich rozwoju i przemiany — ich sukcesji. To, co w warunkach naturalnych możemy śledzić tylko wyrywkowo, w postaci niewielkich faktów oraz niewielkich fragmentów zjawisk i w sposób domniemany wiązać z sobą, tutaj, to znaczy w sztucznych akwenach, mamy możliwość obserwować krok po kroku, stopniowe przemiany wiążące się w prawie ciągłą całość.

Sztuczne akweny są doskonałym obiektem do przeprowadzania bezpośrednich

obserwacji nad sukcesją zbiorowisk, stanowiąc również pole doświadczalne, na którym możemy czynić próby racjonalnego kierowania tym procesem bardzo interesującym ze względów czysto poznawczych, ale mającym jednak również ogromne znaczenie dla zabiegów gospodarczych człowieka.

Sądzę więc, że zainicjowane przeze mnie prace nad tym bardzo ważnym i interesującym zagadnieniem na obszarze Niziny Mazowieckiej powinny być kontynuowane i poszerzone zarówno w sensie powiększenia typów obiektów, jak również objęcia badaniami innych obszarów kraju.

Pracę wykonałem w Zakładzie Systematyki i Geografii Roślin Uniwersytetu Warszawskiego. Kierownikowi Zakładu, prof. dr Alinie Skirgiello, serdecznie dziękuję za cenne rady oraz życzliwe interesowanie się postępami niniejszej pracy.

*Instytut Botaniki  
Uniwersytetu Warszawskiego*