

Ber. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee: 26, 1981

Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee

Bericht Nr. 26

DIE SUBMERSEN MAKROPHYTEN DES BODENSEES
- 1978 IM VERGLEICH MIT 1967 -

Bearbeiter: G. Lang

- 1981 -

VORWORT

Vorbereitung und Leitung der von der Eidg. Landestopographie (nunmehr Bundesamt für Landestopographie) in Wabern bei Bern übernommenen Luftbildbefliegung 1978 lag auf seiten der botanischen Sachbearbeiter in Händen von Chem. W. DÜTSCHLER, Leiter der Thurg. Bodensee-Untersuchungsstelle in Romanshorn.

An der Feldkartierung 1978 waren folgende Institutionen beteiligt:

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Seenforschung und Fischereiwesen Langenargen (Dr. R. SCHRÖDER, Dr. B. SIESSEGGGER, R. BÖHLER, U. HILLE, E. KONIAKOWSKI, E. MAY, A. RUF, U. SCHEFFEL).
- Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft München (Dr. F. WACHEK, Dr. Ch. STEINBERG).
- Kantonales Finanzdepartement St. Gallen, Abteilung Biologie (Dr. J. FLORIN, A. MEIER).
- Thurgauische Bodensee-Untersuchungsstelle Romanshorn (Chem. W. DÜTSCHLER, H. LÖFFEL).
- Vorarlberger Umweltschutzanstalt Bregenz (Prof. E. AMMANN, Dr. B. WAGNER).
- Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern (Prof. G. LANG mit Studenten F. BIERI, F. DUSS, K. HELLER, S. HOFER, F. PORTMANN, R. RICKLI, W. SUTER, R. WAELTI; Zeichnung E. VENANZONI).

INHALT

	Seite
Vorwort	3
1. Einleitung	6
2. Makrophyten als Bioindikatoren	6
2.1. Der Makrophyten-Begriff	6
2.2. Lebens- und Wuchsformen der Makrophyten	6
2.3. Makrophyten als Trophie-Indikatoren	8
2.4. Makrophyten als Temperatur-Indikatoren	9
2.5. Makrophyten als Indikatoren anderer ökologischer Parameter	10
3. Untersuchungsmethoden	11
3.1. Luftbilder	11
3.2. Feldarbeit	15
3.3. Auswertung	15
4. Ergebnisse der Bestandsaufnahme 1978 im Vergleich mit 1967	20
4.1. Artenkatalog der submersen Makrophyten	20
4.2. Makrophytenvegetation im Sublitoral	34
4.3. Makrophytenvegetation im Eulitoral	40
4.4. Fadenalgen	42
4.5. Hauptunterschiede	43
5. Trophiezustand der Uferzone 1978 im Vergleich mit 1967	45
5.1. Ueberblick	45
5.2. Obersee mit Ueberlinger See	45
5.3. Untersee	49
6. Zusammenfassung	50
7. Literatur	52
8. Anhang	54

ABBILDUNGEN

	Seite
1. Bildmittenübersichten 1967 und 1978	12
2. Beispiel für Frequenzbestimmung	18
3. <i>Chara aspera</i> und <i>Ch. contraria</i> 1967 und 1978	22
4. <i>Chara tomentosa</i> 1967 und 1978	23
5. <i>Nitellopsis obtusa</i> 1967 und 1978	24
6. <i>Najas intermedia</i> 1967 und 1978	25
7. <i>Potamogeton crispus</i> 1967 und 1978	26
8. <i>Potamogeton friesii</i> 1967 und 1978	27
9. <i>Potamogeton gramineus</i> 1967 und 1978	28
10. <i>Potamogeton lucens</i> 1967 und 1978	29
11. <i>Potamogeton pectinatus</i> 1967 und 1978	30
12. <i>Potamogeton perfoliatus</i> 1967 und 1978	31
13. <i>Potamogeton pusillus</i> 1967 und 1978	32
14. <i>Zannichellia palustris</i> 1967 und 1978	33
15. Characeen-Vegetation 1967 und 1978	35
16. Laichkraut-Vegetation 1967 und 1978	37
17. Grossblättrige Laichkraut-Vegetation 1967 und 1978	38
18. Fadenblättrige Laichkraut-Vegetation 1967 und 1978	39
19. Schilf-Röhricht 1967 und 1978	41
20. Flächenanteile Makrophyten-Vegetation und Algen-Vegetation 1967 und 1978	44
21. Trophiezustand der Uferzone 1967 und 1978	46
22. Trophiezustand der Uferzone 1967 und 1978	47

TABELLEN

1. Daten der Reihenmessbildbefliegung 1967	13
2. Daten der Reihenmessbildbefliegung 1978	14
3. Kartierungsschlüssel	16
4. Ableitung des Trophiezustandes	20
5. Vorkommen wichtigerer Makrophyten 1967 und 1978	21
6. Flächen und Flächenanteile der Makrophyten- und Algen-Vegetation	36
7. Trophiezustand der Uferzone 1967 und 1978	48
8. Kartierungsdaten 1967 (im Anhang)	55
9. Kartierungsdaten 1978 (im Anhang)	60

1 EINLEITUNG

Auf Veranlassung der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee wurde im Sommer 1967 eine Kartierung der Makrophyten in der Uferzone durchgeführt. Das Ziel der Untersuchung war, die Artenverteilung qualitativ und quantitativ festzuhalten und daraus auf der Grundlage der Indikatoreigenschaften der Arten und Pflanzengesellschaften Aussagen über den Trophiezustand der Uferzone abzuleiten. Die Ergebnisse sind im Bericht Nr. 12 der Internationalen Gewässerschutzkommission festgehalten (LANG 1973 b).

Zur Kontrolle der Entwicklung sollte im Abstand von etwa zehn Jahren eine zweite Kartierung der Makrophyten durchgeführt werden. Sie fand im Sommer 1978 statt, wobei feldmethodisch gleich wie 1967 verfahren wurde. Der vorliegende Bericht gibt die Ergebnisse dieser Kartierung wieder und vergleicht sie mit den Ergebnissen von 1967. Weil auswertungsmethodisch 1978 ein anderer, einfacherer Weg eingeschlagen wurde als 1967, musste das Kartierungsmaterial von 1967 noch einmal neu bearbeitet werden, um Zuverlässigkeit im Vergleich zu gewährleisten. Gegenüber der im Bericht Nr. 12 vorgelegten ökologischen Interpretation sind deshalb in der hier gegebenen Auswertung der Ergebnisse von 1967 geringfügige Unterschiede vorhanden, die jedoch an der grundsätzlichen Aussage nichts ändern.

2 MAKROPHYTEN ALS BIOINDIKATOREN

2.1. Der Makrophyten-Begriff

Unter dem Begriff "Makrophyten" werden allgemein folgende systematische Gruppen zusammengefasst:

- Spermatophyten (Blütenpflanzen)
- Pteridophyten (Farnpflanzen)
- Bryophyten (Moose)
- Charophyten (Armluchteralgen)

Mit der Bezeichnung "Makrophyten" sind zwar zunächst keineswegs nur Wasser- oder Ufer- und Sumpfpflanzen gemeint, jedoch wird der Begriff meist in diesem Sinne gebraucht, als Gegenstück zu den "Mikrophyten", d.h. zu den überwiegend an liquides Wasser gebundenen Pflanzen, die mit bloßem Auge nicht oder nur schwer zu identifizieren sind.

2.2. Lebens- und Wuchsformen der Makrophyten

Makrophyten können nach ihrem äusseren Aussehen, ihrer Physiognomie, verschiedenen Gestalttypen zugeordnet werden, unabhängig von ihrer systematischen Zugehörigkeit. Diese Gestalttypen werden als Lebens- oder Wuchsformen bezeichnet, und da diese meist bestimmte Umweltsanpassungen darstellen, sind sie für die ökologische Analyse wichtig. Die zahlreichen Lebens- und Wuchsformensysteme von Makrophyten (z.B. von RAUNKIAER 1905, ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS 1967, SEGAL 1970 u.a.) können hier nicht referiert werden. Eine vereinfachte Uebersicht über die Makrophyten des Bodenseeuferes mag genügen:

- Emerse Makrophyten (Telmatophyten)
Pflanzen der Röhricht-Vegetation im Eulitoral mit ständig aus dem Wasser ragenden, an das Leben in atmosphärischer Luft angepassten Sprosssteilen.
- Amphibische Makrophyten
Pflanzen der Strandrasen-Vegetation im Eulitoral, die sowohl emerse, an das atmosphärische Leben angepasste, als auch submerse Sprosssteile oder Standortformen ausbilden.
- Submerse oder aquatische Makrophyten (Limnophyten)
Pflanzen der Vegetation im Sublitoral, an ständiges Leben im Wasser angepasst.

Die submersen Makrophyten des Bodensees können in folgende Gruppen aufgeteilt werden (in Anlehnung an MÄKIRINTA 1978):

- Elodeiden

Im Boden wurzelnde Spermatophyten, die submers bleiben oder nur mit der Triebspitze die Wasseroberfläche erreichen. Im Bodensee ist dies die wichtigste Gruppe.

Potamogeton (ausser *P. natans*)

Zannichellia

Najas

Elodea

Myriophyllum

Ranunculus

- Chariden

Im Boden mit Rhizoiden haftende Thallophyten aus der systematischen Gruppe der Charophyten, rein submers lebend.

Chara

Nitellopsis

- Nymphaeiden

Im Boden wurzelnde Spermatophyten mit Schwimmblättern an der Wasseroberfläche. Im Bodensee wegen des Wellenschlags nur von untergeordneter Bedeutung.

Nymphaea

Nuphar

Polygonum amphibium

Potamogeton natans

- Ceratophylliden

Grosse, im Wasser frei schwebende Spermatophyten, ohne Wurzelverankerung im Boden. Im Bodensee ebenfalls nur von geringer Bedeutung.

Ceratophyllum

Utricularia

- Bryiden

Wassermoose mit Rhizoiden

Fontinalis

2.3. Makrophyten als Trophie-Indikatoren

Im Bericht Nr. 12 (LANG 1973 b) wurde der Indikatorwert der submersen Makrophyten für die Nährstoffverhältnisse im See erörtert. Ueber die dort getroffenen Feststellungen hinaus kann auch heute nichts wesentlich Neues berichtet werden und zwar solange nicht, bis nicht experimentelle Untersuchungen an Bodensee-Makrophyten durchgeführt sind. Immerhin liegen aber inzwischen Bearbeitungen einer Anzahl mittlereuropäischer Seen vor, in denen Makrophyten-Vegetation und chemischer Gewässerzustand korreliert werden. Als Beispiele seien die vorzüglichen Untersuchungen von MELZER (1976) über die Osterseen und die Eggstätt-Hemhofer Seen im bayrischen Alpenvorland genannt, die Studien von LACHAVANNE & WATTENHOFER (1975) und LACHAVANNE (1977) über den Genfersee, sowie die Arbeit von SCHRÖDER (1982) über den Bodensee selbst. Zwar ist es bisher in keiner dieser Arbeiten gelungen, bestimmte Makrophyten mit bestimmten P- und N-Werten exakt zu verknüpfen, der Indikatorwert für die Trophiesituation wird aber für die einzelnen Arten allgemein ganz ähnlich eingestuft wie in diesem Bericht. Genauere Verknüpfungen liegen bekanntlich nur für die Characeen vor, für die FORSBERG (1965) nachweisen konnte, dass "meadows of Chara without interference of phanerogamous vegetation were found in waters with total-P values below 20 µg/l. Phosphorus was characterized as a maximum factor for these algae." In den betreffenden schwedischen Seen, die als "Chara-Seen" bezeichnet werden, konnte Phosphat-P nur mit Werten von 1 µg/l oder weniger festgestellt werden, während N eine viel breitere Amplitude aufwies. In den Chara-Seen werden als häufigste Characeen neben anderen, im Bodensee nicht nachgewiesenen Arten, angegeben: *Chara contraria*, *Ch. aspera*, *Ch. tomentosa* und *Nitellopsis obtusa*. Unter den spärlich vorhandenen Phanerogamen wird gelegentlich *Najas marina* erwähnt (bei der es sich vermutlich ebenso wie im Bodensee um die bisher wenig beachtete *Najas intermedia* handeln dürfte).

Auf Grund eigener Beobachtungen und der vorliegenden Literatur wurden folgende Artengruppen als Trophie-Indikatoren herangezogen (ökologische Artengruppen - Trophie):

- Indikatoren für oligotrophe bis schwach mesotrophe Standorte

Chara aspera
Chara contraria
Chara tomentosa
Nitellopsis obtusa
Najas intermedia
Potamogeton gramineus

- Indikatoren für mesotrophe bis schwach eutrophe Standorte

Potamogeton densus
Potamogeton angustifolius
Potamogeton lucens
Potamogeton perfoliatus
Potamogeton crispus
Elodea canadensis

- Indikatoren für eutrophe bis stark eutrophe Standorte

Myriophyllum spicatum
Myriophyllum verticillatum
Ceratophyllum demersum
Potamogeton pectinatus
Potamogeton friesii
Potamogeton pusillus
Zannichellia palustris

Die erstgenannte Gruppe wird im folgenden als "Characeen-Vegetation" bezeichnet, die zweite Gruppe als "Grossblättrige Laichkraut-Vegetation" und die dritte Gruppe als "Fadenblättrige Laichkraut-Vegetation".

2.4. Makrophyten als Temperatur-Indikatoren

Nicht nur in den Nährstoffansprüchen, sondern auch hinsichtlich der Temperaturbedürfnisse der einzelnen Arten bestehen Unterschiede. Auch hier ist also der Versuch möglich, ökologische Artengruppen aufzustellen. Grundsätzlich gilt freilich, wie beim Trophie-Faktor, dass noch kaum experimentelle Untersuchungen vorliegen, die eine genaue Einstufung erlauben würden. Statt auf direktem Wege können deshalb Schlüsse auf die Temperaturansprüche der einzelnen Arten vorläufig nur auf indirekte Weise gewonnen werden, insbesondere aus der geographischen Verbreitung. Anhaltspunkte über arealbegrenzende Temperaturwerte liefert einerseits die Arealnordgrenze, andererseits die Höhengrenze der Arten in den Gebirgen. Diese Kriterien liegen den bekannten "Temperaturzahlen" der Zusammenstellungen über die Zeigerwerte mitteleuropäischer Gefässpflanzen zugrunde (ELLENBERG 1974, LANDOLT 1977). Für die Bodensee-Makrophyten sind die vorliegenden Zahlen jedoch weder vollständig, noch ausreichend differenziert, so dass der Versuch einer eigenen Skalierung gemacht werden muss.

Auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen Arealnordgrenze und Verlauf der Juli-Isothermen in Nordeuropa können folgende Artengruppen als Temperatur-Indikatoren zusammengestellt werden (ökologische Artengruppen - Temperatur):

- Makrophyten mit geringen Temperaturansprüchen: In Nordeuropa die Eismeerküste oder deren Nähe erreichend (Gebiete mit Julimittel um 10°C)

Potamogeton perfoliatus
Zannichellia palustris
Myriophyllum spicatum
Myriophyllum verticillatum

- Makrophyten mit mässigen Temperaturansprüchen: In Nordeuropa bis in die Umgebung des Bottnischen Meerbusens vordringend (Gebiete mit Julimittel zwischen 12 und 14°C)

Chara aspera
Chara contraria
Potamogeton friesii
Potamogeton lucens
Potamogeton pectinatus
Potamogeton pusillus
Ceratophyllum demersum

- Makrophyten mit höheren Temperaturansprüchen: In Nordeuropa nur im südlichen Teil (Gebiete mit Julimittel von 15°C oder mehr)

Chara tomentosa
Nitellopsis obtusa
Najas intermedia
Potamogeton crispus
Potamogeton densus

2.5. Makrophyten als Indikatoren anderer ökologischer Parameter

Auch für andere ökologisch wichtige Faktoren liegen Hinweise auf den Indikatorwert einzelner Makrophyten-Arten vor, jedoch dürfte es hier genügen, einige Literaturangaben aufzugreifen, ohne Vollständigkeit anstreben zu wollen.

Am bekanntesten dürften die unterschiedlichen Ansprüche einzelner Makrophyten hinsichtlich der Wasserhärte sein, das heisst die Bevorzugung bzw. ausschliessliche Besiedlung kalkarmer Weichwasser durch eine Gruppe von Arten einerseits, kalkreicher Hartwasser durch eine Gruppe anderer Arten andererseits. Ueber weite Strecken des Bodensee-Litorals dürften in der Karbonathärte bzw. Gesamthärte des Wassers kaum nennenswerte Unterschiede vorhanden sein (für das Freiwasser werden 5,5-8°DH Karbonathärte und 8-10°DH Gesamthärte angegeben; KIEFER 1972), so dass dieser Faktor hier wohl ausser Betracht bleiben kann. Dennoch muss darauf hingewiesen werden, dass im Mündungsbereich der grösseren Zuflüsse der Härtegrad erheblichen Schwankungen unterworfen sein kann. So wird für den Alpenrhein vor allem zur Zeit der Schneeschmelze eine bis zu 3°DH geringere Gesamthärte angegeben (KIEFER 1972), für andere Zuflüsse wie Stockacher Aach und Radolfzeller Aach im Jahresverlauf jedoch eine bis 10°DH höhere Gesamthärte (G. MÜLLER 1965). Anhaltspunkte für eine Mitbeteiligung des Härtefaktors an unterschiedlichen Verbreitungsmuster einzelner Makrophyten-Arten liegen bis jetzt nicht vor, wären aber zu prüfen.

Bedeutsamer als die Wasserhärte im Bodensee könnte der Chloridgehalt sein: Für einige Zuflüsse werden gelegentlich kurzfristig Werte von mehr als 100 mg Cl'/l angegeben, was dem Vierzigfachen oder mehr des normalen Chloridgehaltes im Freiwasser entspricht (vgl. Tab. 10 bei LANG 1967). Nur bei längerem Andauern solcher Konzentrationen im Sommer hätten wir es aber mit Standortsbedingungen zu tun, die sich Brackwassereinflüssen im Bereich der Meeresküsten nähern.

Von den im Bodensee vorhandenen Makrophyten sind im Ostseeraum nach SAMUELSSON (1934) folgende Arten zumindest schwach salztolerant, das heisst, sie kommen ausser in Süsswasser auch in Brackwasser vor:

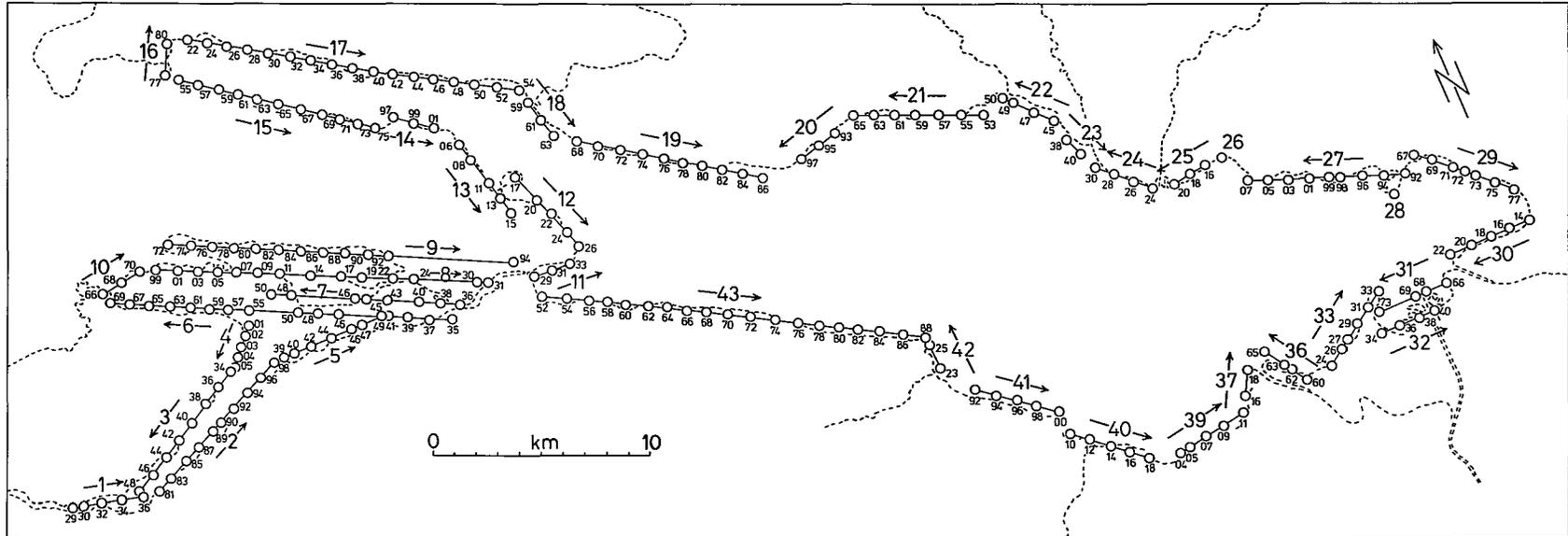
Chara aspera
Chara tomentosa
Najas marina (wohl *N. intermedia*)
Potamogeton pectinatus
Potamogeton perfoliatus
Potamogeton pusillus
Zannichellia palustris
Ceratophyllum demersum
Myriophyllum spicatum

3 UNTERSUCHUNGSMETHODEN

3.1. Luftbilder

Als topographische Grundlage für die Kartierung dienten ebenso wie 1967 auch 1978 photogrammetrische Reihenmessbilder in Farbe, wobei wiederum der Echtfarbfilm gegenüber dem Falschfarbfilm bevorzugt wurde wegen seiner grösseren Auflösungsfähigkeit im subaquatischen Bereich. Um möglichst gute Uebereinstimmung mit den Luftbildern von 1967 zu erzielen, wurde auch 1978 wieder der ungefähre Bildmassstab 1:5000 gewählt und die 265 km lange Uferstrecke des Bodensees in die gleichen 43 Flugstreifen (Fluglinien) aufgeteilt und diese auch entsprechend den Fluglinien von 1967 durchnummeriert. Im einzelnen bestehen aber sowohl hinsichtlich der genauen Lage der Fluglinien wie der Lage der einzelnen Luftbilder Unterschiede zwischen den Befliegungen der beiden Vergleichsjahre. Diese Unterschiede können den Bildmittenübersichten (Abb. 1) entnommen werden. Die Bildbefliegung übernahm wieder in bewährter Weise die Eidgenössische Landestopographie. Insgesamt wurden 1978 acht Bildflüge durchgeführt, der erste am 11. Juli, der letzte am 15. August. Auf den Bildflügen wurden insgesamt 850 Luftbilder aufgenommen (gegenüber 614 im Jahre 1967). Die grössere Bildzahl gegenüber 1967 erklärt sich dadurch, dass eine Anzahl von Fluglinien (6-9, 25, 30-33) wegen unbefriedigender Informationsqualität der Bilder zu einem späteren Zeitpunkt ein zweites Mal befliegen werden musste (Fluglinien-Nummern in Tabelle 2 mit ' gekennzeichnet). Als Filmaterial wurde Farbumkehrfilm Kodak Ektachrome Aero Film verwendet. Von den 60% überlappenden Originaldias 23x23 cm wurden 282 als Kartierungsflächen (Kartierungsquadrate Qu) ausgewählt (gegenüber 247 im Jahre 1967) und Farbkopien (Prints) auf Cibachrome hergestellt (Tabelle 2 und Abb. 1).

BILDMITTENÜBERSICHT DER REIHENMESSBILD-BEFLIEGUNG 1967



BILDMITTENÜBERSICHT DER REIHENMESSBILD-BEFLIEGUNG 1978

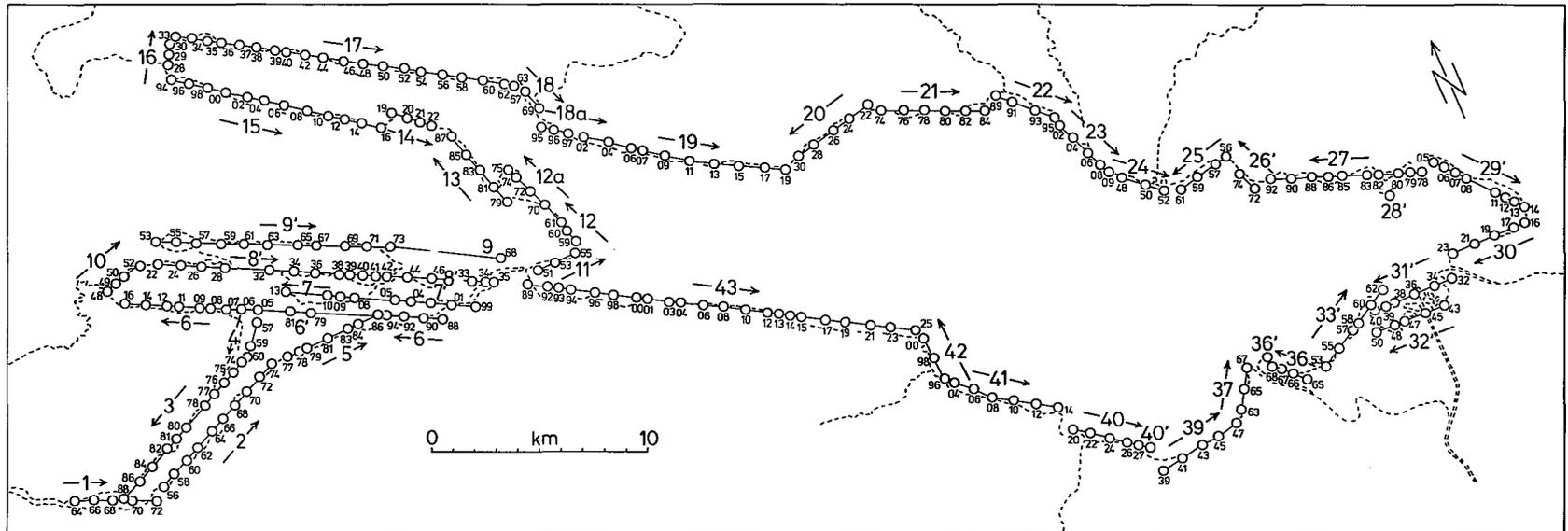


Abb.1. Bildmittenübersichten 1967 und 1978. Grosse Zahlen: Fluglinien.
Kleine Zahlen: Die beiden letzten Ziffern der Bildnummern (vgl. Tab.1 und 2).

Flug- linie	Bild- nummern	Zahl Dias	Zahl Prints	Aufnahme- Datum	Uhrzeit Anfang	Bild- Eigentümer
1	2428-2437	10	5	19.7.	14.16	CH-TG
2	2680-2699	20	10	31.7.	10.19	CH-TG
3	3234-3250	17	8	16.8.	16.06	D-BW
4	3100-3105	6	4	8.8.	15.10	D-BW
5	2438-2449	12	7	19.7.	14.28	CH-TG
6	2635-2643	9	4	27.7.	16.00	CH-TG
	2644-2670	27	11			D-BW
7	2835-2854	20	8	31.7.	15.51	D-BW
8	3198-3233	36	14	16.8.	15.51	D-BW
9	3171-3197	27	12	16.8.	15.35	D-BW
10	3166-3170	5	3	16.8.	15.22	D-BW
11	2628-2634	7	3	27.7.	15.48	D-BW
12	2615-2627	13	5	27.7.	15.42	D-BW
13	2604-2614	11	5	27.7.	15.36	D-BW
14	2597-2603	7	3	27.7.	15.27	D-BW
15	2553-2576	24	11	27.7.	14.44	D-BW
16	2577-2580	4	2	27.7.	15.06	D-BW
17	3020-3055	36	17	8.8.	14.29	D-BW
18	3056-3064	9	3	8.8.	14.41	D-BW
19	3065-3087	23	10	8.8.	14.48	D-BW
20	3088-3099	12	3	8.8.	14.58	D-BW
21	2952-2965	14	7	2.8.	16.01	D-BW
22	2944-2951	8	4	2.8.	15.55	D-BW
23	2935-2943	9	2	2.8.	15.50	D-BW
24	2923-2934	12	4	2.8.	15.43	D-BW
25	2913-2922	10	3	2.8.	15.38	D-BW
26	2808-2812	5	1	31.7.	15.17	D-BW
27	2790-2807	18	9	31.7.	15.09	D-BY
28	2784-2789	6	1	31.7.	15.03	D-BY
29	2767-2772	6	4	31.7.	14.52	D-BY
	2773-2778	6	3			A-V
30	2813-2831	19	5	31.7.	15.28	A-V
31	2863-2874	12	4	2.8.	15.01	A-V
32	2734-2742	9	4	31.7.	11.02	A-V
33	2721-2733	13	6	31.7.	10.52	A-V
34	2881-2893	13	-	2.8.	15.11	A-V
35	2894-2901	8	-	2.8.	15.20	A-V
36	2760-2766	7	4	31.7.	14.38	A-V
37	2712-2720	9	2	31.7.	10.44	CH-SG
38	2902-2912	11	-	2.8.	15.30	CH-SG
39	2702-2711	10	5	31.7.	10.37	CH-SG
40	2509-2517	9	4	19.7.	15.08	CH-SG
	2518-2520	3	1			CH-TG
41	2490-2504	15	5	19.7.	14.54	CH-TG
42	2521-2527	7	2	19.7.	15.17	CH-TG
43	2450-2489	40	19	19.7.	14.42	CH-TG

Tabelle 1. Daten der Reihemessbildbefliegung der Eidgenössischen Landestopographie 1967.

Flug- linie	Bild- nummern	Zahl Dias	Zahl Prints	Aufnahme- Datum	Uhrzeit	Bild- Eigentümer
1	9063-9072	10	5	11.7.	09.43	CH-TG
2	8954-8975	22	10	11.7.	09.51	CH-TG
3	9172-9188	17	11	11.7.	10.18	D-BW
4	9055-9061	7	3	11.7.	09.36	D-BW
5	8976-8986	11	7	11.7.	08.57	CH-TG
6	8987-8996	10	4	11.7.	09.05	CH-TG
	8997-9018	22	9			D-BW
6'	1666-1674	9	-	13.7.	15.08	CH-TG
	1675-1698	24	2			D-BW
7	9019-9024	6	1	11.7.	09.19	CH-TG
	9025-9045	21	-			D-BW
7'	1699-1706	8	4	13.7.	15.21	CH-TG
	1707-1718	12	4			D-BW
8	9098-9136	39	3	11.7.	09.53	D-BW
8'	1719-1752	34	14	13.7.	15.29	D-BW
9	9137-9171	35	1	11.7.	10.07	D-BW
9'	1753-1779	27	11	13.7.	15.42	D-BW
10	9046-9054	9	4	11.7.	09.29	D-BW
11	9349-9357	9	3	14.7.	08.58	D-BW
12	9358-9368	11	3	14.7.	09.08	D-BW
12a	9369-9377	9	4	14.7.	09.15	D-BW
13	9378-9389	12	5	14.7.	09.23	D-BW
14	9418-9425	8	4	14.7.	09.43	D-BW
15	9390-9417	28	12	14.7.	09.37	D-BW
16	9426-9431	6	3	14.7.	09.55	D-BW
17	9432-9464	33	20	14.7.	10.00	D-BW
18	9465-9474	10	2	14.7.	10.10	D-BW
18a	9794-9797	4	3	17.7.	15.29	D-BW
19	9798-9820	23	10	17.7.	15.35	D-BW
20	9821-9832	12	5	17.7.	15.45	D-BW
21	9973-9987	15	6	24.7.	15.19	D-BW
22	9988-9997	10	4	24.7.	15.32	D-BW
22a	0649-0658	10	-	15.8.	09.59	D-BW
23	9998-0009	12	4	24.7.	15.39	D-BW
24	0041-0054	14	3	24.7.	15.48	D-BW
25	0055-0063	9	4	24.7.	15.55	D-BW
25'	0659-0669	11	-	15.8.	09.07	D-BW
26	0670-0675	6	2	15.8.	09.15	D-BY
27	0676-0694	19	10	15.8.	09.24	D-BY
28	0695-0702	8	1	15.8.	09.34	D-BY
29	0703-0708	6	4	15.8.	09.42	D-BY
	0709-0714	6	5			A-V
30	0111-0125	15	-	24.7.	16.24	A-V
30'	0715-0829	15	5	15.8.	09.47	A-V
31	0127-0139	13	-	25.7.	15.02	A-V
31'	0730-0740	11	6	15.8.	09.56	A-V
32	0140-0149	10	-	25.7.	15.01	A-V
32'	0741-0750	10	5	15.8.	10.04	A-V
33	0150-0164	15	-	25.7.	15.17	A-V
33'	0751-0765	15	6	15.8.	10.10	A-V
36	0165-0169	5	4	25.7.	15.27	A-V
36'	0766-0773	8	1	15.8.	10.17	A-V
37	9661-9670	10	3	17.7.	09.47	CH-SG
38	9650-9660	11	-	17.7.	09.40	CH-SG
39	9639-9649	11	5	17.7.	09.38	CH-SG
40	9618-9630	13	5	17.7.	09.17	CH-TG
	9631-9638	8	1			CH-SG
41	9602-9617	16	6	17.7.	09.10	CH-TG
42	9594-9601	8	3	17.7.	08.59	CH-TG
43	9189-9190	2	1	11.7.	10.37	D-BW
	9191-9227	37	21			CH-TG

Tabelle 2. Daten der Reihenmessbildbefliegung der Eidgenössischen Landestopographie 1978.

3.2. Feldarbeit

Die Kartierung konzentrierte sich auch 1978, ebenso wie 1967, in der Hauptsache auf die submersen Makrophyten, also auf die Sublitoralpflanzen. Für die Feldarbeit wurden die farbigen Luftbild-Prints mit einer einseitig mattierten transparenten Deckfolie versehen, auf der die einzelnen Arten in der gleichen Zahlenverschlüsselung wie 1967 eingetragen wurden (Tab. 3). Im Eulitoralbereich wurden nicht die hier zahlreich vorhandenen Einzelarten kartiert, sondern nur die wichtigeren Pflanzengesellschaften; auch diese in der gleichen Buchstabenverschlüsselung wie 1967 (Tab. 3). Es handelte sich dabei 1978 ausschliesslich um Röhrichtgesellschaften, insbesondere um das Schilfröhricht; wegen des sommerlich hohen Wasserstandes konnten die amphibischen Strandlingsgesellschaften indes nicht erfasst werden. Für diese Gesellschaften kann deshalb ein Vergleich mit 1967 nicht durchgeführt werden.

Die submersen Makrophyten wurden vom Boot aus untersucht: Dazu wurden Arbeitsgruppen von zwei bis drei Personen je Boot gebildet mit Pflichtenverteilung des Navigierens, des Einholens und Identifizierens der Pflanzenproben und des Notierens auf den Luftbild-Deckfolien. Meist wurden die Makrophyten durch Auswerfen eines Krauthakens am Seil heraufgeholt, gelegentlich aber auch schwimmend oder tauchend von Hand. Kritische Funde wurden gesammelt.

In der Regel wurde versucht, den Gesamtbereich der Uferbank flächendeckend zu kartieren. Hingegen konnten im wesentlichen Teil der baden-württembergischen Uferstrecke, insbesondere im Bereich des Untersees mit seiner stellenweise sehr breiten Uferbank, nur Streifenprofile mit grösseren oder kleineren Zwischenräumen kartiert werden, die interpoliert werden mussten.

3.3. Auswertung

Die Auswertung des gesamten Kartierungsmaterials, die einheitlich im Systematisch-Geobotanischen Institut in Bern erfolgte, umfasste auf der Basis der Kartierungsquadrate (Luftbilder) in aufeinanderfolgenden Teilschritten die Feststellung bzw. Berechnung nachstehender Punkte:

- Vorkommen und Häufigkeit der einzelnen Makrophyten-Arten
- Vorkommen und Häufigkeit der ökologisch wichtigen Makrophyten-Gruppen
- Rückschlüsse auf den Trophiezustand aus Vorkommen und Häufigkeit der Makrophyten.

Die Feststellung des Vorkommens der einzelnen Makrophyten-Arten war unproblematisch, hingegen bedarf die Berechnung der Häufigkeit näherer Erläuterung, denn der Kartierungsmassstab von 1:5000 erlaubte keine unmittelbaren Flächenangaben für die Arten. Deshalb wurde folgender Weg eingeschlagen: Auf die mit den Felddaten versehenen Deckblätter der Kartierungsquadrate (mit dem darunter befindlichen Luftbild) wurde ein weiteres transparentes Deckblatt mit einem Gitternetz-Feinraster mit 5 x 5 mm Quadraten gelegt.

I. Sublitoral. Artenkartierung mit Zahlenverschlüsselung (vereinzelte Arten durch unter die Zahl gesetzten Punkt gekennzeichnet).

- 1 *Chara aspera* u. *Ch. contraria*
- 2 *Najas intermedia*
- 3 *Potamogeton gramineus*
- 4 *Potamogeton lucens*
- 5 *Potamogeton pectinatus*
- 6 *Potamogeton perfoliatus*
- 7 *Zannichellia palustris*
- 8 *Ceratophyllum demersum*
- 9 *Chara tomentosa*
- 10 *Elodea canadensis*
- 11 *Myriophyllum spicatum* + *verticillatum*
- 12 *Nitellopsis obtusa*
- 13 *Nuphar lutea*
- 14 *Nymphaea alba*
- 15 *Potamogeton crispus*
- 16 *Potamogeton densus*
- 17 *Potamogeton friesii*
- 18 *Potamogeton helveticus*
- 19 *Potamogeton natans*
- 20 *Potamogeton pusillus*
- 21 *Ranunculus fluitans* (im Bodensee nicht nachgewiesen)
- 22 *Ranunculus trichophyllus*
- 23 *Utricularia neglecta* (N) u. *U. vulgaris* (V)
- 24 *Zannichellia repens* (siehe dazu S.33)
- 25 *Potamogeton angustifolius*
- 26 *Polygonum amphibium*
- 27 *Ranunculus circinatus*
- 28 *Fontinalis antipyretica*
- A Fadenalgen

II. Eulitoral. Kartierung der Pflanzengesellschaften mit Flächenfarben (grün=Röhrichtgesellschaften, rot=Strandlingsgesellschaften) und Buchstabenverschlüsselung.

Gezähnte Linie = Uferverbauung.

P	Schilfröhricht (Phragmitetum)	}	Röhricht- Gesellschaften
S	Binsenröhricht (Scirpetum lacustris)		
T	Rohrkolbenröhricht (Typhetum)		
G	Schwadenröhricht (Glycerietum maximae)		
DM	Strandschmielengesellschaft	}	Strandlings- Gesellschaften
	Deschampsietum rhenanae, D = <i>Deschampsia rhenana</i> M = <i>Myosotis rehsteineri</i>		
E	Nadelbinsengesellschaft (Litorello- Eleocharitetum)		

Tabelle 3. Kartierungsschlüssel der Feldaufnahmen 1967 und 1978.

Für jede Art wurde nun festgestellt, in wievielen Quadraten des Gitternetzrasters sie vorhanden war und diese Zahl wurde in Prozent der Rasterquadratzahl der Uferbank-Gesamtfläche ausgedrückt (Abb. 2). Es handelt sich hierbei um die Bestimmung der "Frequenz", wie sie in ähnlicher Form von RAUNKIAER (1913) entwickelt wurde und seither in der Vegetationskunde vielfach Verwendung findet. Ein Beispiel mag die Berechnung erläutern: Die Uferbank einer Kartierfläche umfasst 160 Rasterquadrate, in diesen kommt in 78 Quadraten *Zannichellia* vor, was eine Frequenz von 49% ergibt. In 53 Rasterquadraten derselben Kartierfläche kommt *Potamogeton pectinatus* vor, also mit einer Frequenz von 33%, und schliesslich in 35 Rasterquadraten *Potamogeton pusillus*, was mithin eine Frequenz von 22% ausmacht. Die Summe der Frequenzprozente der einzelnen Arten zusammen kann je Kartierfläche 100% überschreiten, wie das Beispiel zeigt, weil in einem Rasterquadrat ja mehr als nur eine Art nachgewiesen sein kann. Den Verbreitungskarten der einzelnen Arten (Abb. 3-13) sind diese Frequenzprozente (in dreistufiger Form: 1 = <10%, 2 = 10-50%, 3 => 50%) zugrunde gelegt. Im übrigen können die Frequenzprozente der einzelnen Arten für die Kartierung 1967 und 1978 in beiden dokumentarischen Tabellen im Anhang (Tab. 8 u. 9) in den Spalten 1-28 (Zahlen des Kartierungsschlüssels Tab. 3) nachgesehen werden.

Neben Vorkommen und Häufigkeit der einzelnen Arten galt es im Hinblick auf die nachfolgende Interpretation des Trophiezustandes ökologisch wichtige Artengruppen zu bilden und für diese ebenfalls Vorkommen und Häufigkeit festzustellen. Im Gegensatz zu den Einzelarten wurden hier aber Flächenangaben versucht. Dazu wurde wiederum von dem transparenten Deckblatt mit Gitternetz-Feinraster 5 x 5 mm ausgegangen. Beim Massstab 1:5000 stellt jedes dieser Quadrate eine Fläche von 25 x 25 m dar; d.h. 16 dieser Quadrate entsprechen 1 ha. Durch Auszählen der Quadrate wurden auf diese Weise folgende Flächen ermittelt:

- U Gesamtfläche der Uferbank bzw. Gesamtfläche des durch Makrophyten besiedelbaren Litorals (Angaben in ha)
- M Fläche der von Makrophyten besiedelten Uferbank (Angaben in ha und in % der jeweiligen Gesamtfläche der Uferbank)
- A Fläche mit Fadenalgen (Angaben in ha und in % der jeweiligen Gesamtfläche der Uferbank)

Nicht unmittelbar den Kartierungsblättern entnommen, sondern mittelbar durch Rechenoperationen gewonnen wurden folgende Flächen:

- F Fläche der Uferbank ohne Makrophyten, als Differenz U - M (Angaben in ha und in % der jeweiligen Gesamtfläche der Uferbank)
- C Fläche mit Characeen-Vegetation, aus der Summe der Frequenzprozente der Arten 1,2,3,9,12 (siehe Tab. 8 u. 9 im Anhang) nach der unten erläuterten Methode berechnet (Angaben in ha und in % der jeweiligen Gesamtfläche der Uferbank)

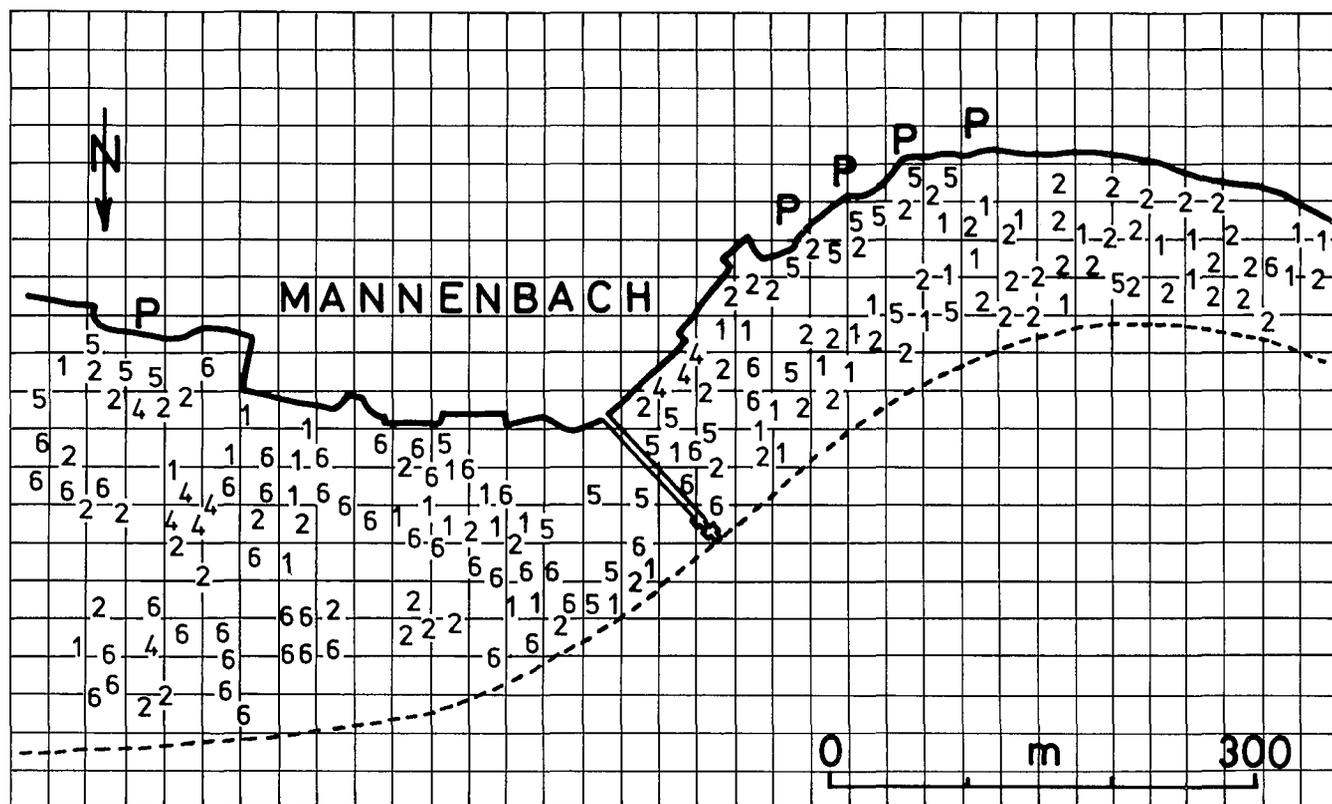


Abb.2. Beispiel für Frequenzbestimmung. Die als Bezugsfläche dienende Uferbank (Fläche zwischen der ausgezogenen und der gestrichelten Linie) umfasst 238 Rasterquadrate (= 14,9 ha). Für die einzelnen Arten ergeben sich dann folgende Frequenzen:

1	17%	(40 Rasterquadrate)
2	26%	(62 Rasterquadrate)
4	3%	(6 Rasterquadrate)
5	9%	(22 Rasterquadrate)
6	16%	(39 Rasterquadrate)

- L Fläche mit Laichkraut-Vegetation, aus der Summe der Frequenzprozente der Arten 4,5,6,7,8,10,11, 15,16,17,20,24,25 (siehe die Tab. 8 u. 9 im Anhang) nach der unten erläuterten Methode berechnet (Angaben in ha und in % der jeweiligen Gesamtfläche der Uferbank)
- GL Fläche mit grossblättriger Laichkraut-Vegetation, aus der Summe der Frequenzprozente der Arten 4,6,10,15,16,25 (siehe Tab. 8 u. 9 im Anhang) nach der unten erläuterten Methode berechnet (Angaben in ha und in % der jeweiligen Gesamtfläche der Uferbank)
- FL Fläche mit fadenblättriger Laichkraut-Vegetation, aus der Summe der Frequenzprozente der Arten 5,7,8,11,17,20,24 (siehe die Tab. 8 u. 9 im Anhang) nach der unten erläuterten Methode berechnet (Angaben in ha und in % der jeweiligen Gesamtfläche der Uferbank)

Die Flächenangaben für die Makrophytengruppen C, L, GL und FL wurden folgendermassen berechnet: Bei jedem Kartierungsquadrat wurde von der bekannten Fläche M, d.h. also von der gesamten von Makrophyten besiedelten Uferfläche, ausgegangen. Dann wurden die Frequenzsummen der vier bzw. drei Gruppen C, GL, FL (GL+FL=L) zusammengezählt und ihrem Verhältnis entsprechend auf die Fläche M aufgeteilt.

Ein Beispiel möge dies erläutern: Die von Makrophyten besiedelte Fläche M eines Kartierungsquadrates betrage 26 ha. Die Frequenzsumme sei für die Characeen-Vegetation C 50, für die Grossblättrige Laichkraut-Vegetation GL 10, für die Fadenblättrige Laichkraut-Vegetation FL 70. Die Fläche von 26 ha wird danach im Verhältnis 5:1:7 aufgeteilt, d.h. auf die Fläche C entfallen 10 ha, auf die Fläche GL 2 ha, auf die Fläche FL 14 ha, somit auf die Fläche L 16 ha. Es ist klar, dass bei diesem Verfahren nur Näherungswerte erzielt werden können.

Die Rückschlüsse auf den Trophiezustand stützen sich - entsprechend dem Vorgehen bei der Auswertung 1967 - auf die quantitative Ausdeutung der beiden sich antagonistisch verhaltenden Makrophytengruppen: "Characeen-Vegetation" und "Laichkraut-Vegetation".

Die Characeen-Vegetation wird als Zeiger oligotropher, insbesondere P-armer Standortsbedingungen gedeutet, die Laichkraut-Vegetation umgekehrt als Zeiger meso- und eutropher Verhältnisse. Im Gegensatz zur Auswertung 1967 wurde bei der Auswertung 1978 darauf verzichtet, aus der Einzelkartierung erst eine "Uebersetzung" in einzelne Pflanzengesellschaften abzuleiten, dann deren Flächen zu schätzen und daraus auf den Trophiezustand zu schliessen. Vielmehr wurde diesmal versucht, den Trophiezustand direkt aus den Frequenzsummen der Einzelarten abzuleiten (Tab. 4): Hierzu wurden die Frequenzwerte der Characeen (Arten 1,9,12), von *Najas* (Art 2) und *Potamogeton gramineus* (Art 3) zur Frequenzsumme "Characeen-Vegetation" (C) zusammengefasst und der Frequenzsumme von *Potamogeton* (Arten 4,5,6,15,16,17,20,25), *Zannichellia* (Art 7 unter Einschluss von 24) und einiger anderer Makrophyten wie *Ceratophyllum demersum* (Art 8) und *Myriophyllum spicatum* (Art 11) als "Laichkraut-Vegetation" (L) gegenübergestellt.

Um den zuverlässigen Vergleich mit 1967 zu ermöglichen, wurde das gesamte Kartierungsmaterial von 1967 auf die geschilderte Weise noch einmal neu bearbeitet. Sämtliche Originaldaten mit Flächen, Frequenzen und Trophieeinstufung sind in tabellarischer Form als Anhang beigegeben (1967 und 1978).

	Trophie-Stufen		
	I gering	II mittel	III hoch
Laichkraut-Vegetation (L): Frequenzsumme der Arten 4,5,6,7,8,15,16,17, 20,24,25	(0)-1	2	3
Characeen-Vegetation (C): Frequenzsumme der Arten 1,2,3,9,12	(0)-1-2-3	0-1-2	0-1-(2)

Tabelle 4. Ableitung des Trophiezustandes aus der Frequenz der submersen Makrophyten in der Uferzone. Die Frequenzsumme ist, in drei Stufen zusammengefasst, in Prozent der Uferzone-Gesamtfläche im jeweiligen Luftbildbereich (Kartierungsquadrat) angegeben:
0 = fehlend, 1 = <10%, 2 = 10-50%, 3 => 50%, (Ausnahmewerte der Frequenzstufen in Klammern).

4 ERGEBNISSE DER BESTANDESAUFNAHME 1978 IM VERGLEICH MIT 1967

4.1. Artenkatalog der submersen Makrophyten

Eine Zusammenstellung aller jemals im Bodensee beobachteten Makrophyten findet sich im Bericht Nr. 12 (1973), eine Wiederholung erübrigt sich deshalb an dieser Stelle, zumal seit 1967 auch keine neuen Makrophyten-Arten im Bodensee beobachtet wurden. Im folgenden werden aber diejenigen Arten besprochen, die für die ökologische Beurteilung des Uferbereiches wichtig sind. Die Tabelle gibt eine vergleichende Uebersicht über diese Arten für die Jahre 1967 und 1978. Im einzelnen erlauben die für 1967 und 1978 jeweils paarweise zusammengestellten Frequenzkarten dieser Arten eine rasche Orientierung über Zunahme, Abnahme oder gleichgebliebenes Vorkommen (Abb. 3-14). Im nachfolgenden Text bedeutet die Zahl in Klammern hinter dem lateinischen Art-namen die betreffende Nummer des Kartierungsschlüssels (vgl. Tab. 3).

Frequenzstufen	Obersee				Überlinger See				Untersee				Gesamter Bodensee				
	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	
1 <i>Chara aspera</i> + <i>Ch. contraria</i>	1978	25	6	0	31	20	0	0	20	26	4	0	30	71	10	0	81
	1967	33	11	0	44	18	16	3	37	36	26	0	62	87	53	3	143
2 <i>Najas</i> <i>intermedia</i>	1978	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3	0	12	9	3	0	12
	1967	0	0	0	0	1	0	0	1	14	39	4	57	15	39	4	58
3 <i>Potamogeton</i> <i>gramineus</i>	1978	6	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6
	1967	4	0	0	4	8	0	0	8	15	0	0	15	27	0	0	27
4 <i>Potamogeton</i> <i>lucens</i>	1978	17	0	0	17	3	0	0	3	14	1	0	15	34	1	0	35
	1967	25	1	0	26	26	1	0	27	48	5	1	54	99	7	1	107
5 <i>Potamogeton</i> <i>pectinatus</i>	1978	26	70	28	124	2	36	21	59	8	56	26	90	36	162	75	273
	1967	36	66	1	103	9	37	2	48	39	34	1	74	84	137	4	225
6 <i>Potamogeton</i> <i>perfoliatus</i>	1978	84	15	0	99	23	10	2	35	41	8	0	49	148	33	2	183
	1967	67	31	0	98	16	28	2	46	41	39	0	80	124	98	2	224
7+ 24 <i>Zannichellia</i> <i>palustris</i>	1978	44	9	2	55	7	27	22	56	17	51	23	91	68	87	47	202
	1967	14	1	0	15	9	0	0	9	22	0	0	22	45	1	0	46
9 <i>Chara</i> <i>tomentosa</i>	1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1967	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	12	10	2	0	12
12 <i>Nitellopsis</i> <i>obtusa</i>	1978	4	3	0	7	0	0	0	0	8	6	0	14	12	9	0	21
	1967	1	0	0	1	0	0	0	0	5	1	0	6	6	1	0	7
15 <i>Potamogeton</i> <i>crispus</i>	1978	7	0	0	7	2	0	0	2	5	0	0	5	14	0	0	14
	1967	13	0	0	13	8	0	0	8	18	0	0	18	39	0	0	39
17 <i>Potamogeton</i> <i>friesii</i>	1978	4	0	0	4	1	0	0	1	5	1	0	6	10	1	0	11
	1967	4	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	4	8	0	0	8
20 <i>Potamogeton</i> <i>pusillus</i>	1978	10	0	0	10	2	8	6	16	32	9	2	43	44	17	8	69
	1967	4	0	0	4	5	0	0	5	13	2	0	15	22	2	0	24

Tabelle 5. Vorkommen der wichtigeren Makrophyten-Arten des Bodensees 1967 und 1978. Die Zahlen geben an, in wievielen Kartierungsquadraten die jeweilige Art nachgewiesen wurde, aufgetrennt nach den Frequenzstufen 1 (<10%), 2 (10-50%) und 3 (>50%). Vgl. dazu die Frequenzkarten der einzelnen Arten (Abb.3-14).

Charophyten (Armlauchteralgen)

Chara aspera Willd. u. *Ch. contraria* Kütz. (1).

Die beiden im Bodensee häufigsten Chara-Arten sind von 1967 auf 1978 stark zurückgegangen (Abb.3 u. Tab.5), nämlich im Obersee von 44 Kartierungsquadraten auf 31, im Ueberlinger See von 37 auf 20, im Untersee von 62 auf 30, insgesamt also von 143 auf 81.

Vom Rückgang am stärksten betroffen sind die Flächen mit den Frequenzstufen 2 und 3. Der im Vergleich mit den Aufzeichnungen um die Jahrhundertwende (SCHROETER & KIRCHNER 1902, BAUMANN 1911) schon deutlich erkennbare Rückgang hat sich danach unvermindert fortgesetzt. Characeen stellen heute im Bodensee bereits eine floristische Seltenheit dar.

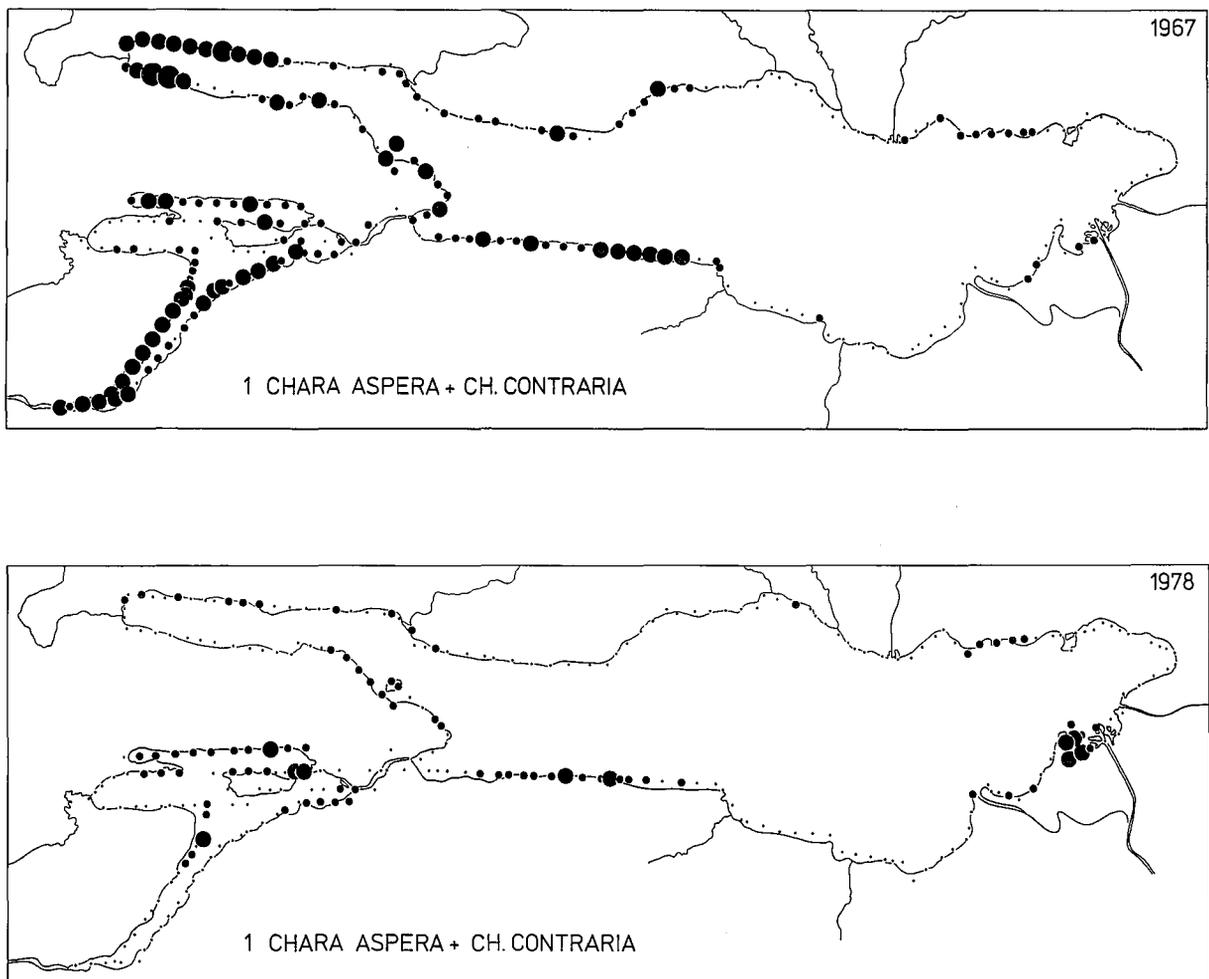


Abb.3. *Chara aspera* und *Ch. contraria* 1967 und 1978.

Chara tomentosa L. (9)

Die Art wurde 1967 nur noch im Untersee in 12 Kartierungsquadraten beobachtet, während sie um die Jahrhundertwende sowohl im Obersee und Ueberlinger See wie im Untersee zusammen mit *Chara aspera* und *Chara contraria* weit verbreitet war. (SCHROETER & KIRCHNER, BAUMANN). 1978 konnte die Art nicht mehr festgestellt werden, was zwar noch nicht völliges Erlöschen bedeuten muss, auf jeden Fall aber auf einen weiteren starken Rückgang hinweist (Abb. 4 u. Tab. 5).

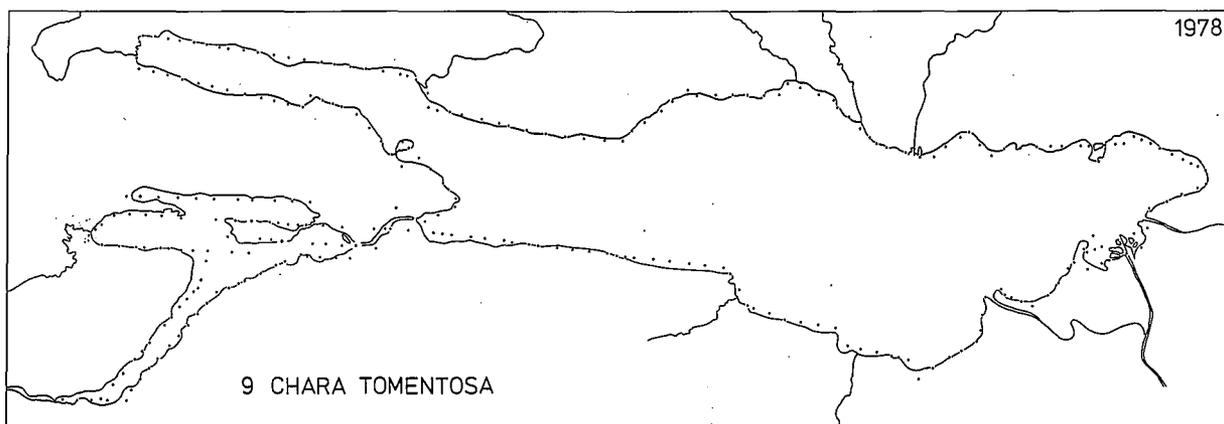
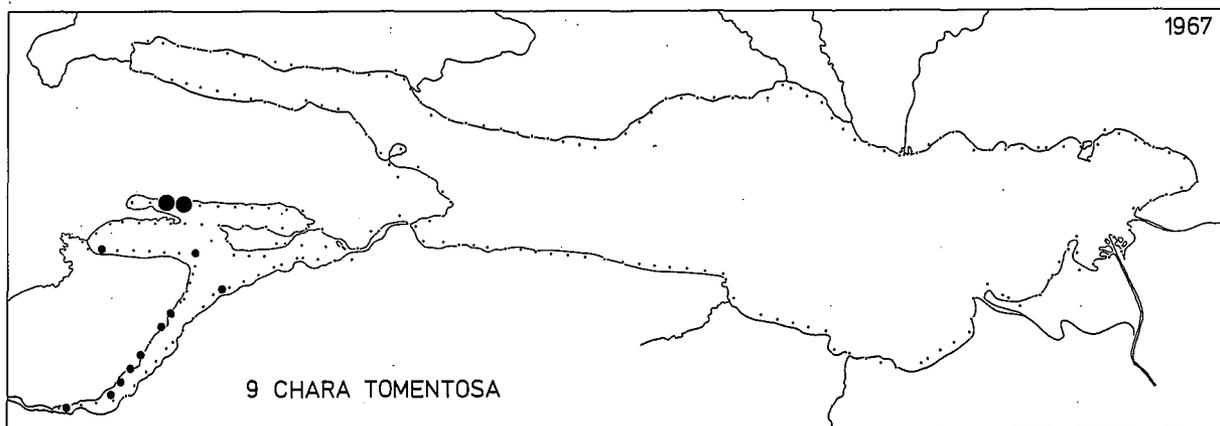


Abb.4. *Chara tomentosa* 1967 und 1978.

Nitellopsis obtusa (Desv.) Grov. (12)

Im Gegensatz zu den anderen Characeen ist bei dieser Art eine Zunahme erkennbar (Abb.5 u. Tab. 5): Dem Nachweis in 7 Kartierungsquadraten 1967 stehen 21 Quadrate 1978 gegenüber, davon 7 im Obersee. Um die Jahrhundertwende war die Art aus dem Obersee und Ueberlinger See gar nicht bekannt, aus dem Untersee jedoch von mehreren Fundorten (SCHROETER & KIRCHNER, BAUMANN).

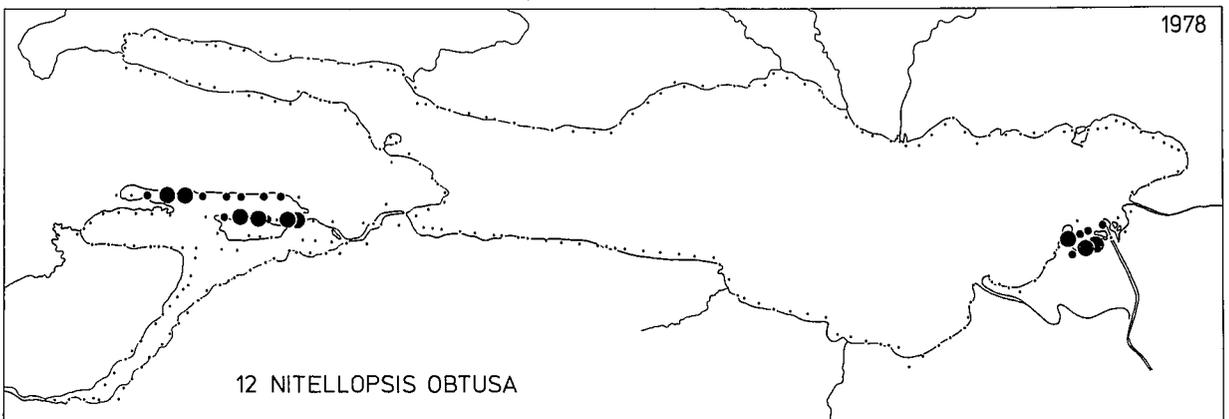
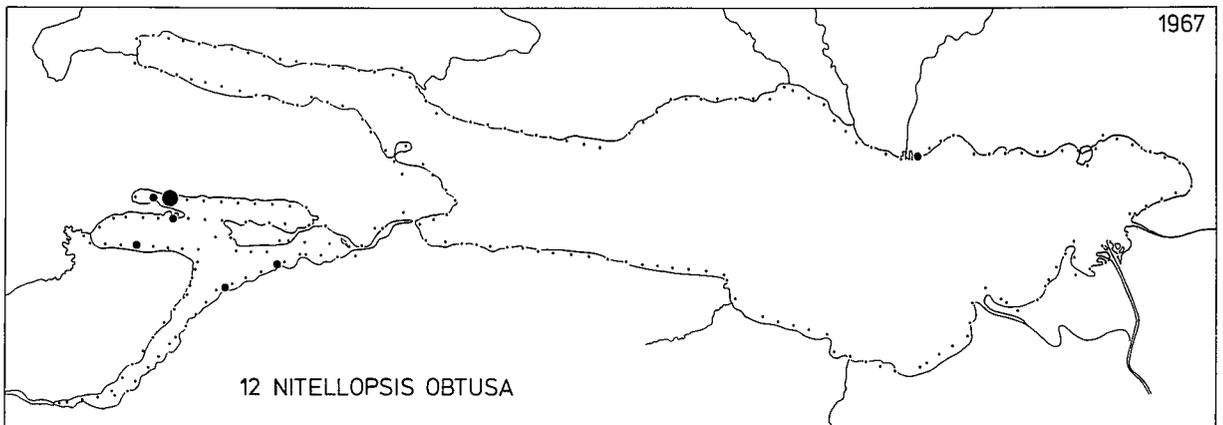


Abb.5. *Nitellopsis obtusa* 1967 und 1978.

Monokotyle Angiospermen (Laichkräuter und Verwandte)

Najas intermedia Wolfg. (2), Mittleres Nixenkraut.

Die Art ist von 1967 auf 1978 stark zurückgegangen (Abb.6 u. Tab.5). Dem Nachweis in 58 Kartierungsquadraten 1967 stehen 1978 nur noch 12 gegenüber. Der einzige bekannte Fundort im Ueberlinger See an der Mainau scheint erloschen. Ebenso wie die Characeen gehört *Najas intermedia* heute im Bodensee zu den floristischen Seltenheiten, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass die Art schon immer bzw. mindestens in den letzten hundert Jahren (SCHROETER & KIRCHNER, BAUMANN) ganz überwiegend auf den Untersee beschränkt war.

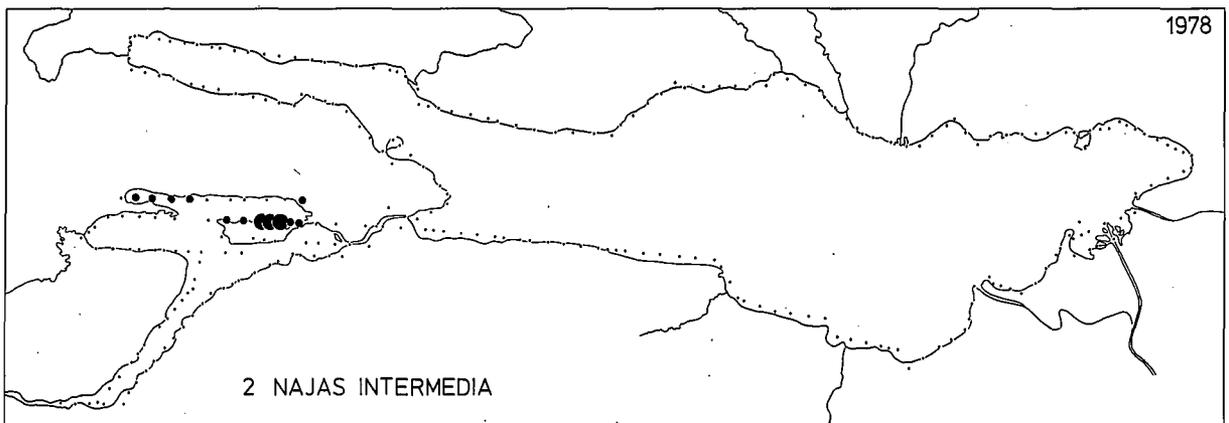
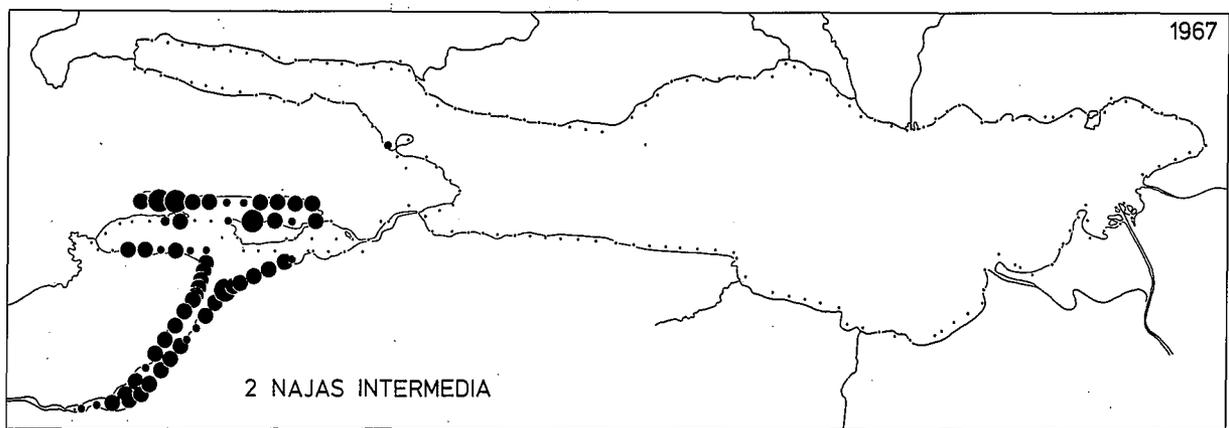


Abb.6. *Najas intermedia* 1967 und 1978.

Potamogeton crispus L. (15), Krauses Laichkraut.

Die Art ist von 1967 auf 1978 zurückgegangen (Abb.7 u. Tab.5):
1967 konnten Nachweise in 39 Kartierungsquadraten erbracht werden,
1978 nur noch in 14. Alle Seeteile sind von diesem Rückgang an-
nähernd gleich betroffen. Um die Jahrhundertwende war die Art vor
allem aus dem Untersee bekannt (SCHROETER & KIRCHNER, BAUMANN).
Später, bis in die sechziger Jahre hinein, hat sie sich dann auch
im Obersee ausgebreitet.

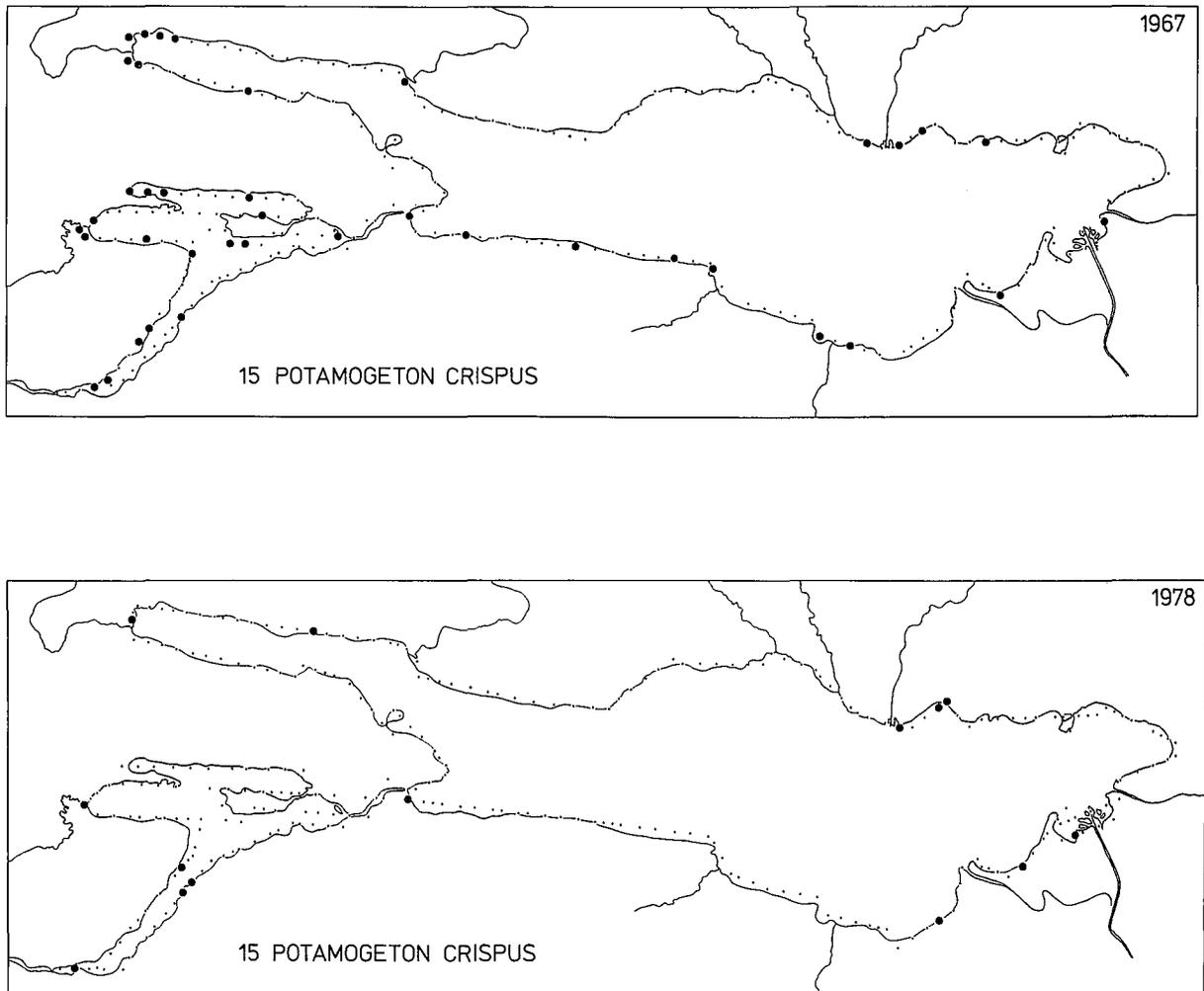


Abb.7. *Potamogeton crispus* 1967 und 1978.

Potamogeton friesii Rupr. (17), Stachelspitziges Laichkraut.

Die Zahl der Fundorte ist in den beiden Vergleichsjahren annähernd gleich geblieben: 1967 waren es 8 Kartierungsquadrate, 1978 deren 11 (Abb.8 u. Tab.5).

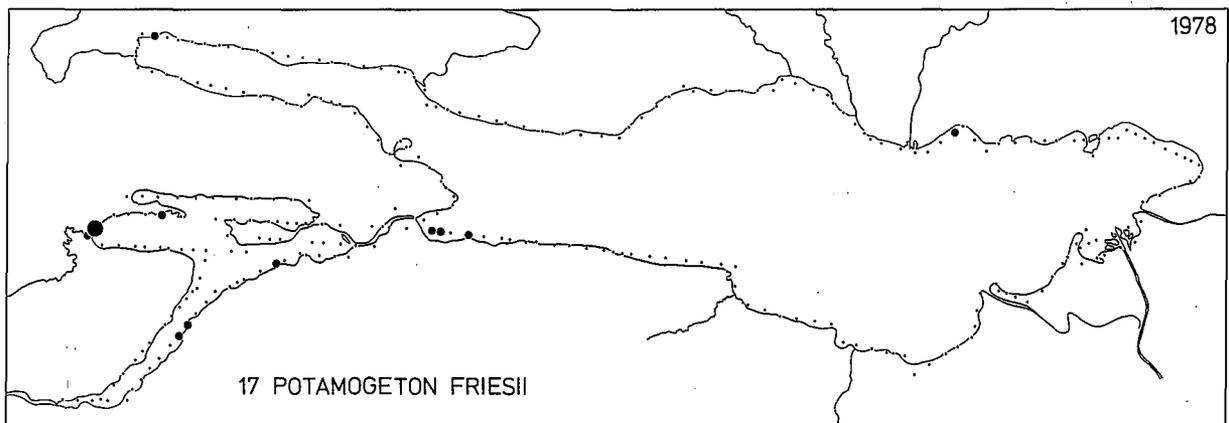
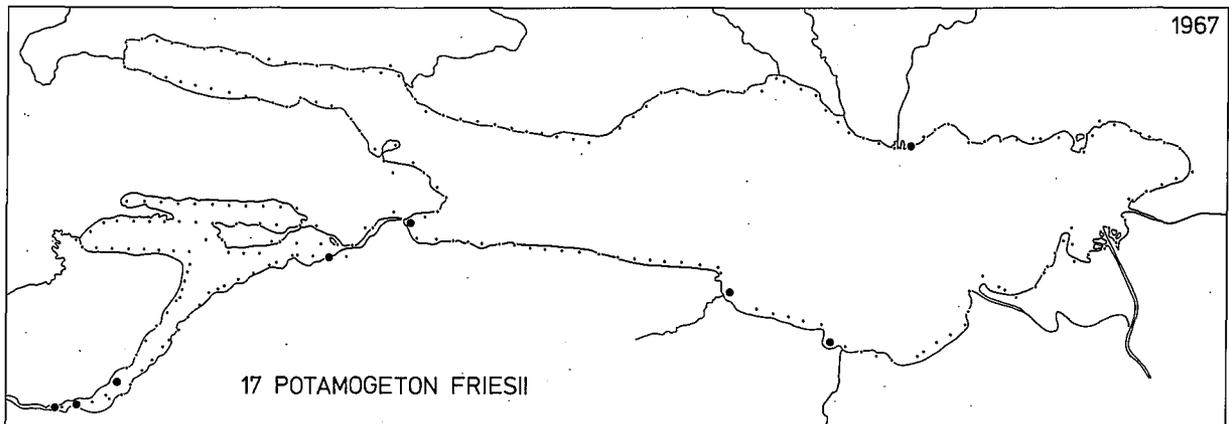


Abb.8. *Potamogeton friesii* 1967 und 1978.

Potamogeton gramineus L. (3), Gras-Laichkraut.

Die Art ist von 1967 auf 1978 zurückgegangen, nämlich von 27 Kartierungsquadraten auf 6 (Abb.9 u. Tab.5). Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass die vorzugsweise im Flachwasser vorkommende Pflanze bei der Kartierung 1978 möglicherweise nicht vollständig erfasst wurde. An einem generellen Rückgang seit der Jahrhundertwende, als die Art im Obersee und Untersee noch häufig war (SCHROETER & KIRCHNER, BAUMANN), ist aber nicht zu zweifeln.

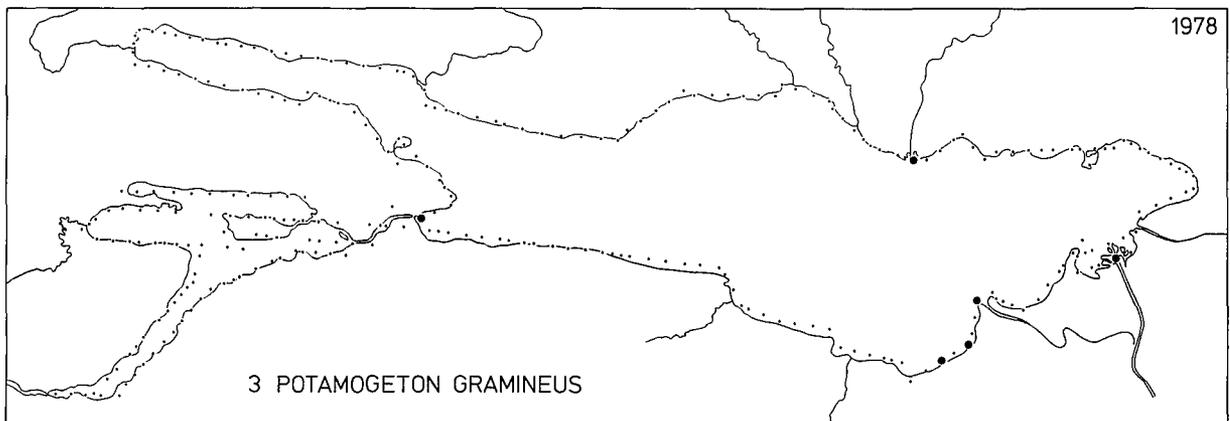
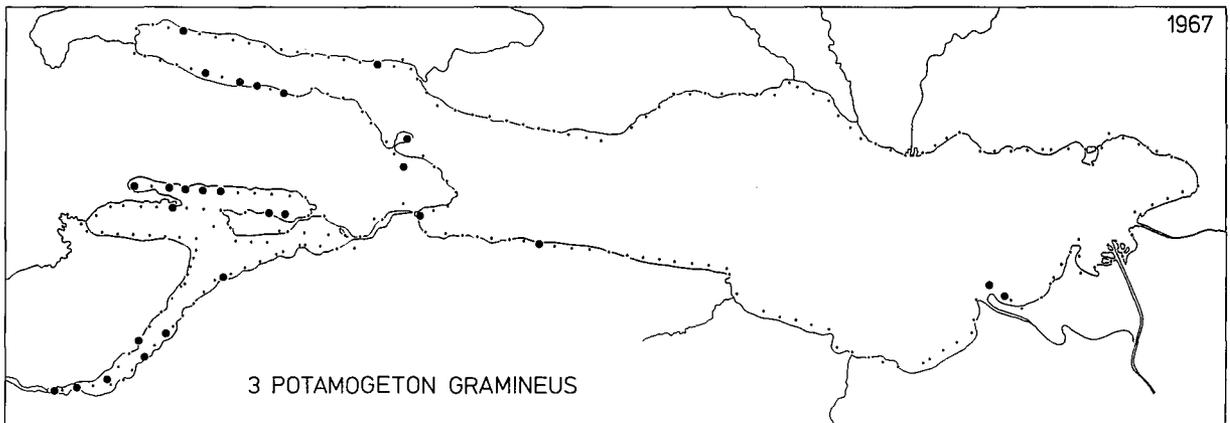


Abb.9. *Potamogeton gramineus* 1967 und 1978.

Potamogeton lucens L. (4), Glanz-Laichkraut.

Die Art ist von 1967 auf 1978 beachtlich zurückgegangen (Abb.10 u. Tab.5). 1967 kam sie, meist in der Frequenzstufe 1, noch in 107 Kartierungsquadraten vor, zum grösseren Teil im Ueberlinger See und Untersee. 1978 konnte die Art nur noch in 35 Kartierungsquadraten festgestellt werden. Auch hier ist die rückläufige Entwicklung seit der Jahrhundertwende erkennbar: Von SCHROETER & KIRCHNER 1902 wird die Art als häufigstes Laichkraut des Obersees bezeichnet, aus dem Untersee wird sie von BAUMANN 1911 als verbreitet gemeldet.

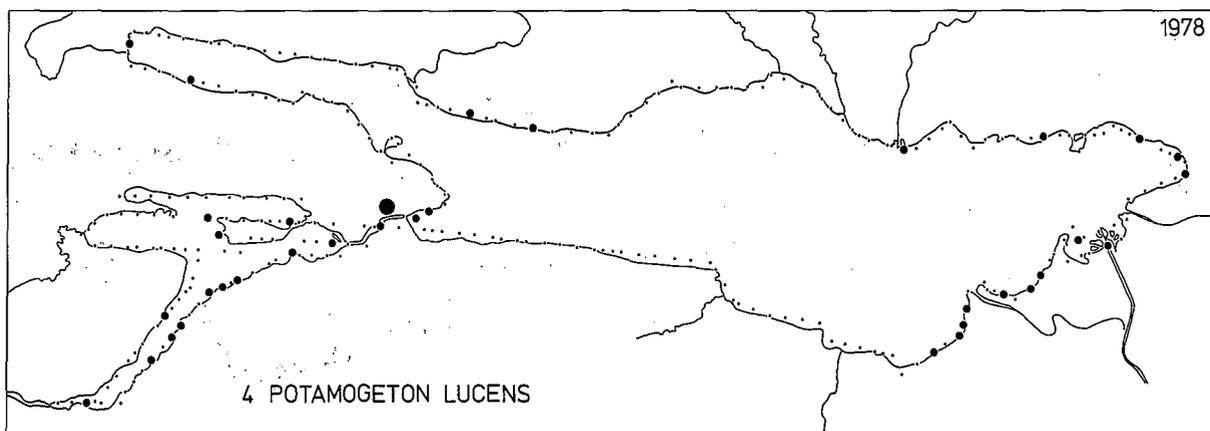
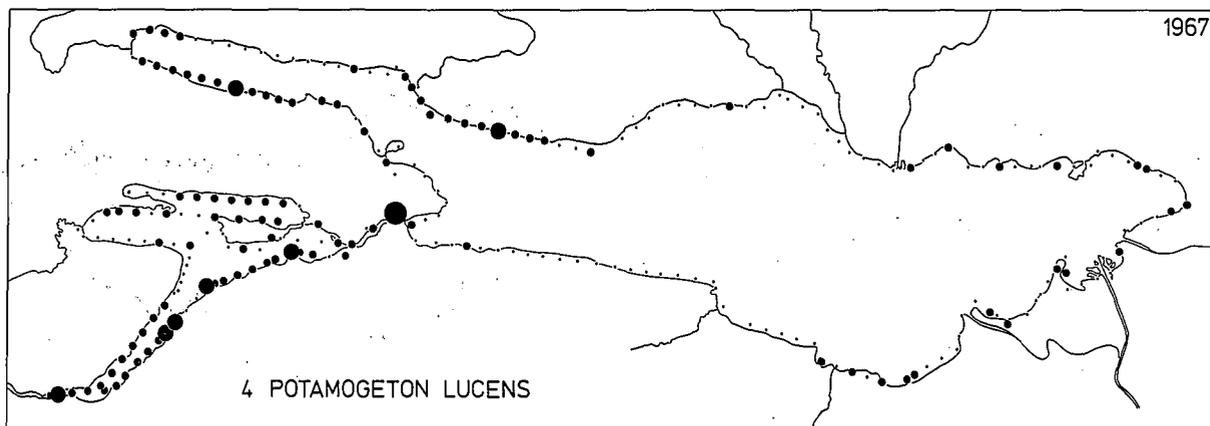


Abb.10. *Potamogeton lucens* 1967 und 1978.

Potamogeton pectinatus L. (5), Kamm-Laichkraut.

Die Art stellt 1978 wie auch schon 1967 das häufigste Laichkraut im Bodensee dar. Gegenüber 1967 ist die Zahl der Kartierungsquadrate von 225 auf 273 angestiegen, wobei innerhalb der Quadrate häufig auch eine Zunahme der Frequenzstufe festzustellen ist (Abb.11 u. Tab.5). Zwar war das Kamm-Laichkraut auch schon um die Jahrhundertwende in allen Seeteilen verbreitet (SCHROETER & KIRCHNER, BAUMANN), die Massenzunahme ist aber erst in den letzten Jahrzehnten erfolgt, vor allem zu Lasten von *P. lucens* und *P. perfoliatus*.

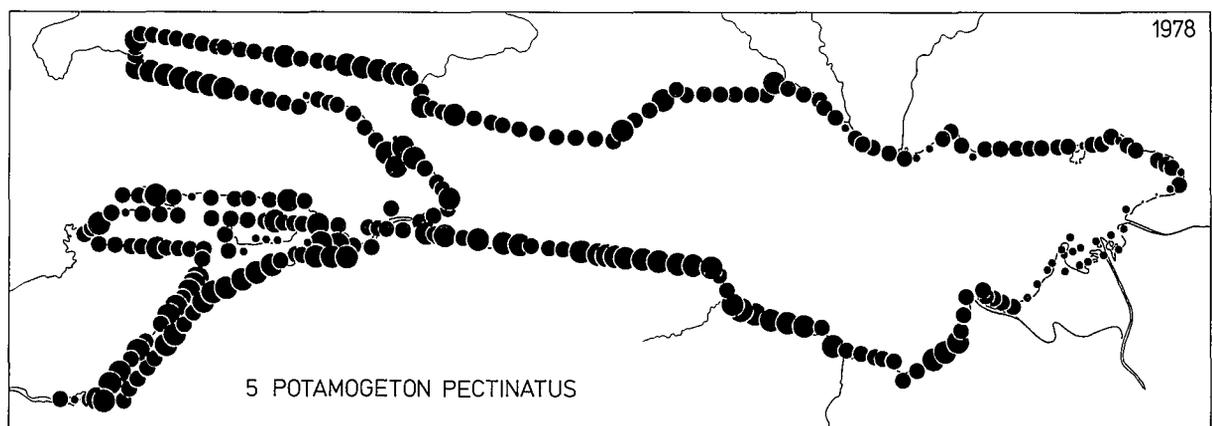
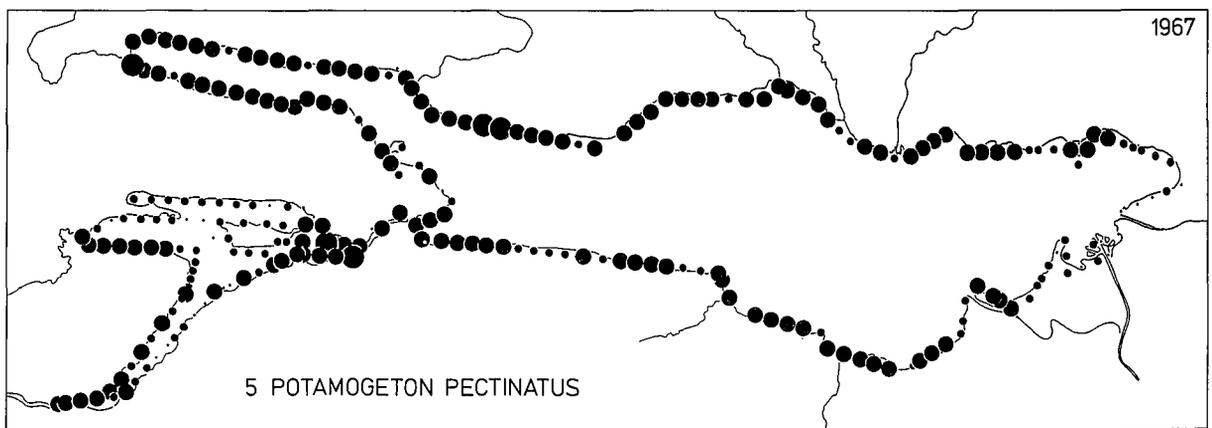


Abb.11. *Potamogeton pectinatus* 1967 und 1978.

Potamogeton perfoliatus L. (6), Durchwachsenblättriges Laichkraut.

Die Art ist zurückgegangen: 1967 wurde sie in 224 Kartierungsquadraten nachgewiesen, 1978 in 183, wobei in vielen Quadraten auch die Frequenzstufe niedriger wurde (Abb.12 u. Tab. 5). Wie bei *P. lucens* ist seit der Jahrhundertwende (SCHROETER & KIRCHNER, BAUMANN) eine allmähliche Abnahme erkennbar, wenn auch weniger ausgeprägt.

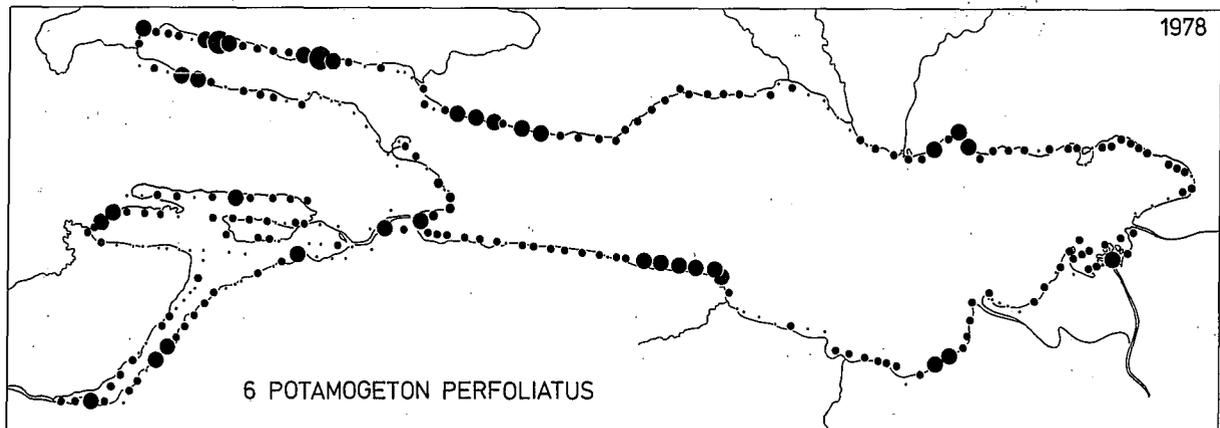
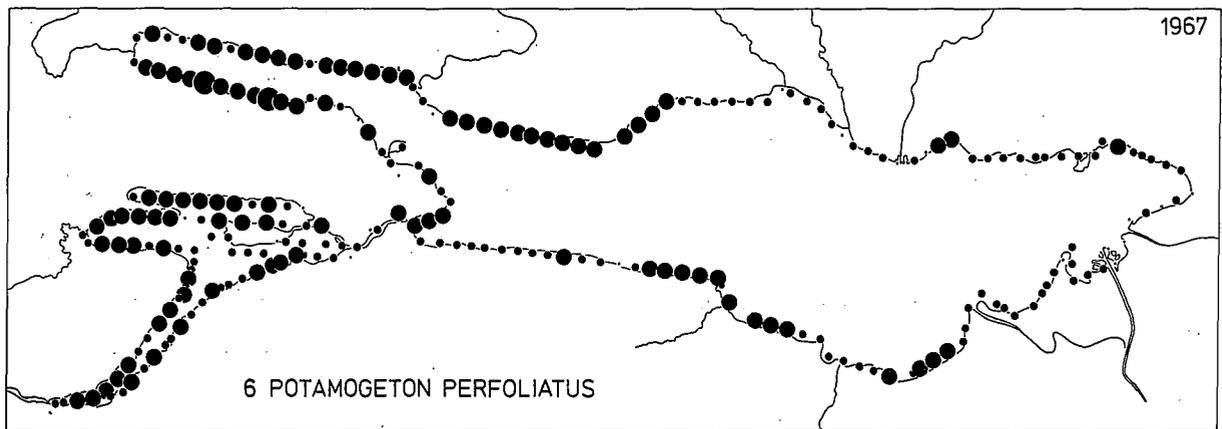


Abb.12. *Potamogeton perfoliatus* 1967 und 1978.

Potamogeton pusillus L. (20), Kleines Laichkraut.

Die Art hat sichtlich zugenommen, nämlich von 24 Kartierungsquadraten 1967 (mit der Mehrzahl der Nachweise in Frequenzstufe 1) auf 69 Kartierungsquadrate 1978 (mit einem Drittel der Nachweise in den Frequenzstufen II und III) (Abb.13 u. Tab.5).

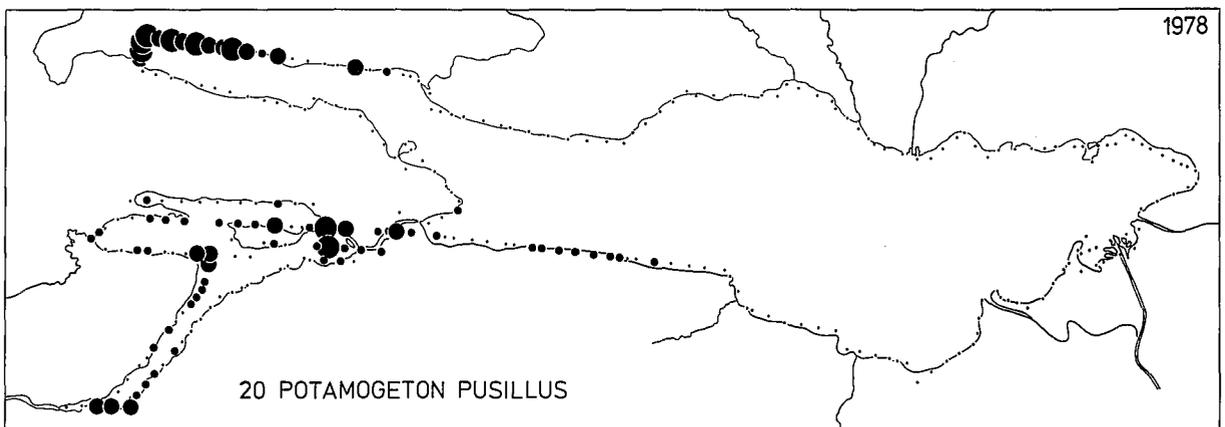
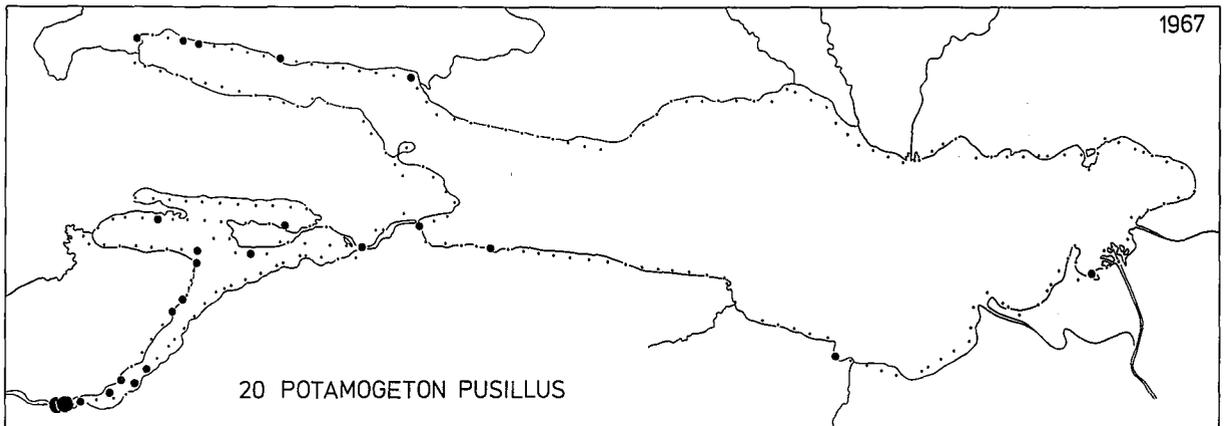


Abb.13. *Potamogeton pusillus* 1967 und 1978.

Zannichellia palustris L. (7+24), Sumpf-Teichfaden.

Die vielgestaltige Art kommt im Bodensee in einer als typische Varietät bzw. *ssp. palustris* (7) beschriebenen Sippe vor, die eutrophe Standorte besiedelt, ferner in einer als *var. repens* bzw. *ssp. repens* (Boenn.) Koch beschriebenen Sippe, die meso- bis oligotrophe Standorte bevorzugt. Da zwischen beiden Sippen oft Uebergänge vorhanden sind und die taxonomische Bewertung noch unklar ist, scheint es sinnvoll, die zunächst vorgenommene Aufteilung aufzugeben und nur die Gesamtart (7+24) zu berücksichtigen. Quantitativ gesehen überwiegt bei weitem die typische, als eutraphent anzusprechende Varietät.

Der Teichfaden zeigt von allen Makrophyten im Bodensee zweifellos die stärksten Veränderungen im Vorkommen: Während die Art 1967 nur in 46 Kartierungsquadraten nachgewiesen werden konnte, zudem, von einer Ausnahme abgesehen, nur in der Frequenzstufe I, waren es 1978 202 Kartierungsquadrate, von denen rund zwei Drittel auf die Frequenzstufen 2 und 3 entfielen (Abb.14 u. Tab.5). Die Massenausbreitung in den vergangenen elf Jahren betraf vor allem die westlichen Seeteile. Um die Jahrhundertwende war die Art im Bodensee nur aus dem Untersee bekannt (SCHROETER & KIRCHNER, BAUMANN).

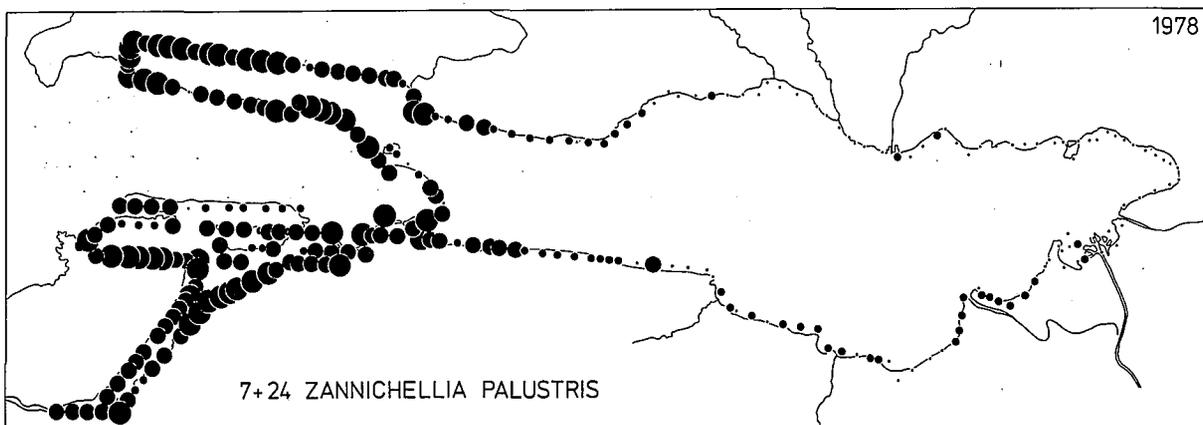
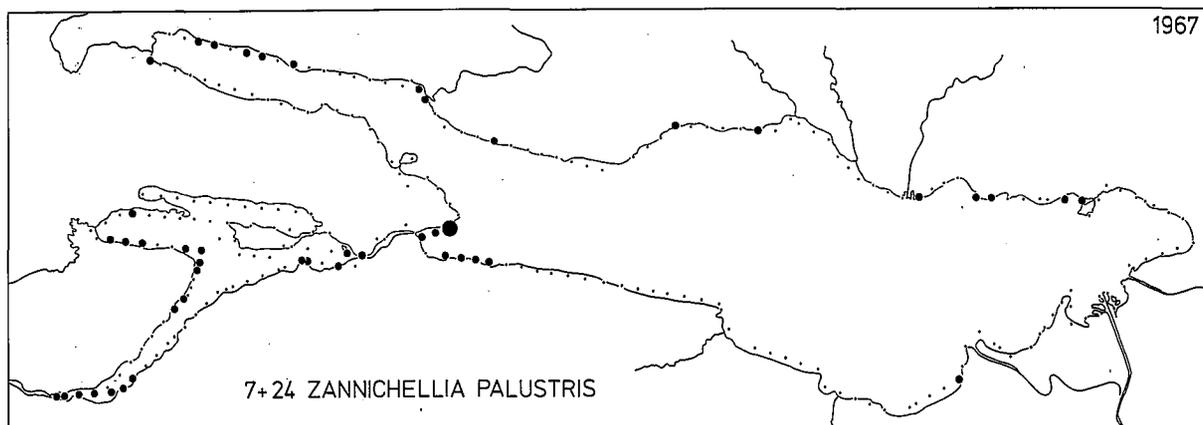


Abb.14. *Zannichellia palustris* 1967 und 1978.

4.2. Makrophyten-Vegetation im Sublitoral

Die im Kapitel 4.1. gegebene Uebersicht über die für die Interpretation wichtigen Makrophyten des Sublitorals im Hinblick auf ihr Vorkommen 1978 und die Veränderungen im Vergleich mit 1967 lassen auf Grund des Zeigerwertes dieser Arten bestimmte Entwicklungstrends erkennen. Diese treten jedoch noch klarer hervor, wenn die Arten zu "ökologischen Artengruppen" zusammengefasst werden, d.h. zu Gruppen, die sich am Schreibtisch aus dem Einzelartenkatalog zusammenstellen lassen, werden nachstehend skizziert und in ihrem Vorkommen 1967 und 1978 besprochen. Sie dürfen nicht mit pflanzensoziologisch gefassten Makrophytengesellschaften verwechselt werden, wie sie in Bericht Nr.12 (1973) auf der Basis vorangegangener intensiver Feldstudien erarbeitet worden waren. Bei der Auswertung 1978 wurde auf die pflanzensoziologische Methode zugunsten der Artengruppen-Methode verzichtet, denn die pflanzensoziologische Arbeitsweise hätte erneut zeitraubende Feldstudien über die floristische Zusammensetzung der Makrophyten-Gesellschaften und ihre Verbreitung notwendig gemacht. Ergänzend zu den Artengruppen wird aber versucht, an Hand neuer pflanzensoziologischer Literatur (OBERDORFER 1977) eine Uebersicht über die im Bodensee vorhandenen Makrophyten-Gesellschaften zu geben.

Characeen-Vegetation (C).

Diese Artengruppe kennzeichnet oligotrophe, insbesondere P-arme Standorte (vgl. Kapitel 2.3.). Von den im Bodensee vorkommenden Makrophyten wurden hierzu gezählt:

Chara aspera
Chara contraria (1)
Chara tomentosa (9)
Nitellopsis obtusa (12)
Najas intermedia (2)
Potamogeton gramineus (3)

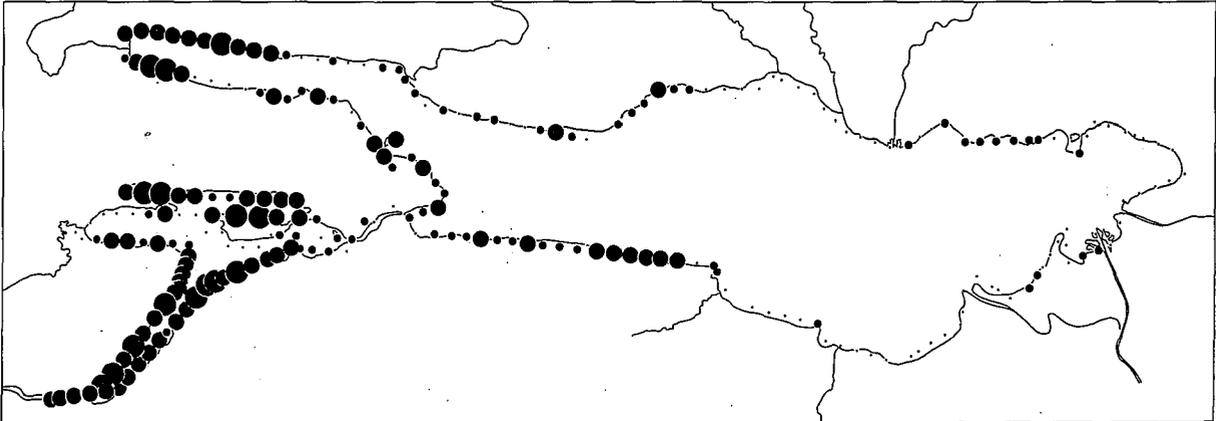
Pflanzensoziologisch gesehen handelt es sich bei dieser Vegetation im Obersee und Ueberlinger See um Characeenrasen der Assoziationen *Chara-asperae* Corill.57 und *Nitellopsidetum obtusae* Damska 61.

Im Untersee ist mit den *Chara*-Arten gerne *Najas* vergesellschaftet, hier handelt es sich um das *Najadetum intermediae* (Koch 26) Lang 73; daneben kommt ebenfalls das mehr oder weniger einartige *Nitellopsidetum obtusae* Damska 61 vor.

Die Characeen-Vegetation hat von 1967 bis 1978 stark abgenommen (Abb.15 u. Tab.6). Die Gesamtfläche der Artengruppe betrug 1967 etwa 390 ha, 1978 aber nur noch 165 ha, also weniger als die Hälfte. Von diesem Rückgang sind die einzelnen Seeteile ungleich stark betroffen: Während sich im Obersee wenig verändert hat, ist die Abnahme im Ueberlinger See und Untersee besonders deutlich.

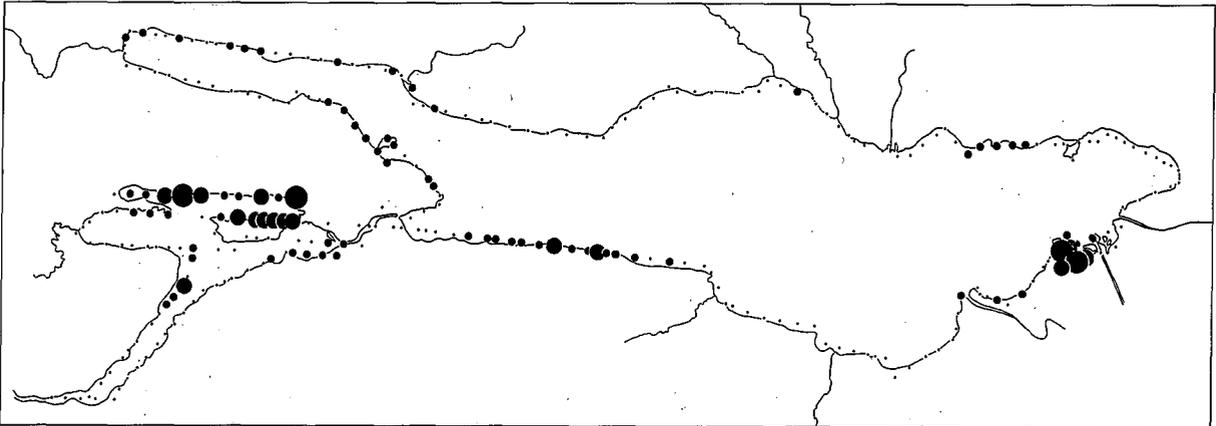
CHARACEEN-VEGETATION (C)

1967



CHARACEEN-VEGETATION (C)

1978



VEGETATIONSBEDECKUNG: FEHLEND • I < 10% ● II 10-50% ● III > 50%

Abb.15. Characeen-Vegetation 1967 und 1978.

			Obersee		Über- linger See		Untersee		Gesamter Bodensee	
			ha	(%)	ha	(%)	ha	(%)	ha	(%)
U	Fläche Uferbank insgesamt		3550	(100)	570	(100)	1860	(100)	5980	(100)
F	Fläche ohne wurzelnde Vegetation (U - M)	1978	2385	(67)	50	(9)	780	(42)	3215	(54)
		1967	2885	(81)	365	(64)	1165	(63)	4415	(74)
M	Fläche mit Makrophyten- Vegetation (C + L)	1978	1165	(33)	520	(91)	1080	(58)	2765	(46)
		1967	665	(19)	205	(36)	695	(37)	1565	(26)
C	Fläche mit Characeen- Vegetation	1978	70	(2)	10	(2)	85	(5)	165	(3)
		1967	60	(2)	60	(11)	270	(14)	390	(7)
L	Fläche mit Laichkraut- Vegetation (GL + FL)	1978	1095	(31)	510	(89)	995	(53)	2600	(43)
		1967	605	(17)	145	(25)	425	(23)	1175	(19)
GL	Fläche mit Grossblättri- ger Laichkraut-Vegetation	1978	110	(3)	20	(3)	30	(2)	160	(3)
		1967	210	(6)	50	(9)	175	(10)	435	(7)
FL	Fläche mit Fadenblättri- ger Laichkraut-Vegetation	1978	985	(28)	490	(86)	965	(51)	2440	(40)
		1967	395	(11)	95	(16)	250	(13)	740	(12)
A	Fläche mit Fadenalgen	1978	470	(13)	175	(31)	640	(34)	1285	(21)
		1967	*		25	(4)	125	(7)	*	

Tabelle 6. Flächen (in ha) und Flächenanteile (in % der Uferbank) der Makrophyten- und Algen-Vegetation im Sublitoral des Bodensees 1967 und 1978. Die Werte sind den Tabellen 8 u. 9 entnommen und gerundet.
* Keine Angaben möglich, weil 1967 in Bayern, Vorarlberg und St. Gallen Fadenalgen nicht kartiert wurden.

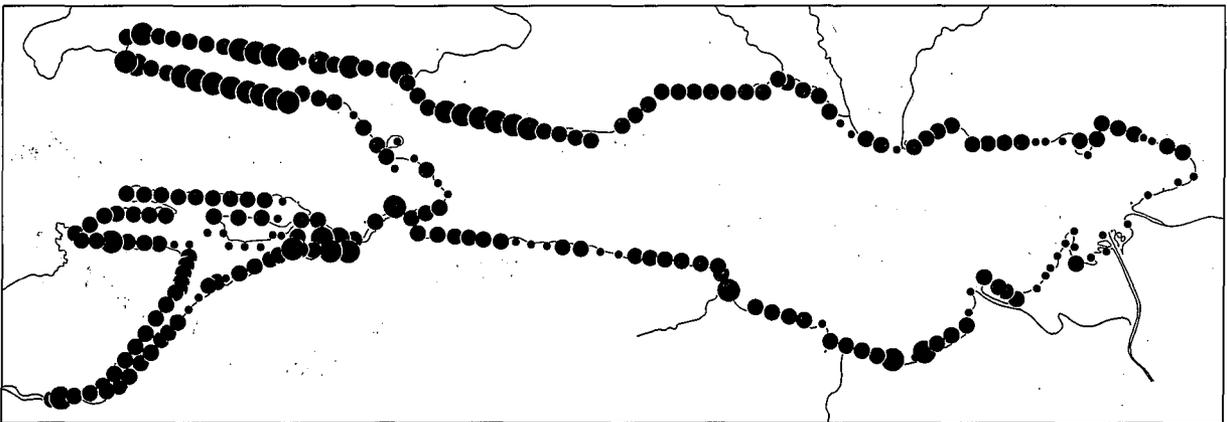
Laichkraut-Vegetation (L).

Diese Artengruppe kennzeichnet meso- bis eutrophe Standorte (vgl. Kapitel 2.3.). Von den im Bodensee vorkommenden Makrophyten wurden die nachfolgend unter GL und FL aufgeführten Arten hierzu gezählt. Gegenüber der Characeen-Vegetation ist diese Artengruppe im Bodensee weitaus vorherrschend. Die pflanzensoziologische Gliederung wird ebenfalls weiter unten behandelt (unter GL und FL). Die Laichkraut-Vegetation war bereits 1967 stark verbreitet, hat aber bis 1978 weiter zugenommen (Abb.16 u. Tab.6): Die Gesamtfläche der Artengruppe betrug 1967 etwa 1175 ha (also etwa das Dreifache der Characeen-Vegetation), 1978 hingegen bereits 2600 ha (damit etwa das Fünfzehnfache der Characeen-Vegetation). Das bedeutet eine Zunahme der Laichkraut-Vegetation innerhalb von elf Jahren auf mehr als das Doppelte. Eine besonders starke Zunahme (von 145 ha auf 510 ha) ist im Ueberlinger See zu verzeichnen.

Die genauere Analyse der Artengruppe L lässt ihre Unterteilung in zwei ökologisch unterschiedliche Artengruppen (GL und FL) sinnvoll erscheinen. Diese verhalten sich auch in ihrer Entwicklungstendenz verschieden.

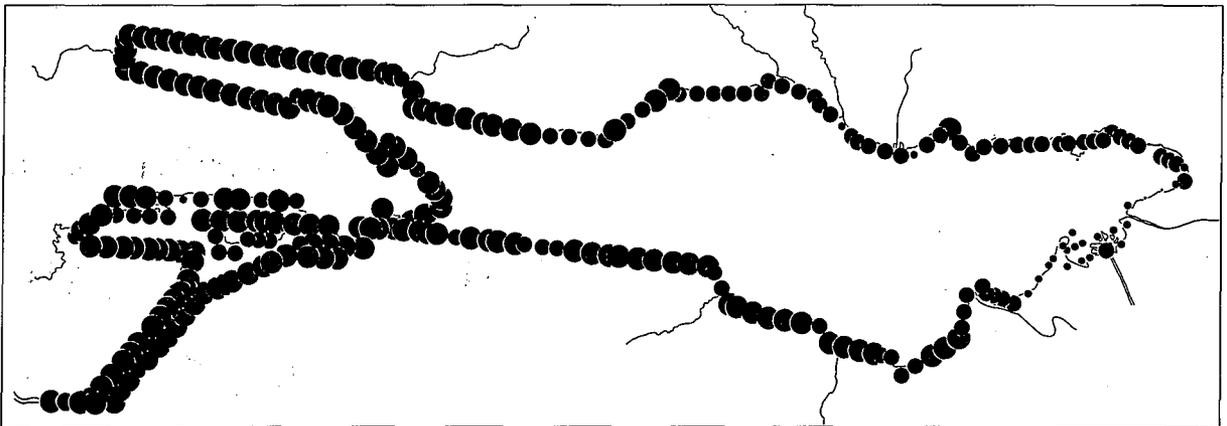
LAICHKRAUT- VEGETATION (L)

1967



LAICHKRAUT- VEGETATION (L)

1978



VEGETATIONSBEDECKUNG: · FEHLEND • I <10% ● II 10-50% ● III > 50%

Abb.16. Laichkraut-Vegetation 1967 und 1978.

Grossblättrige Laichkraut-Vegetation (GL).

Diese Artengruppe kennzeichnet mesotrophe bis mässig eutrophe Standorte (vgl. Kapitel 2.3.). Von den im Bodensee vorkommenden Makrophyten wurden hierzu gezählt:

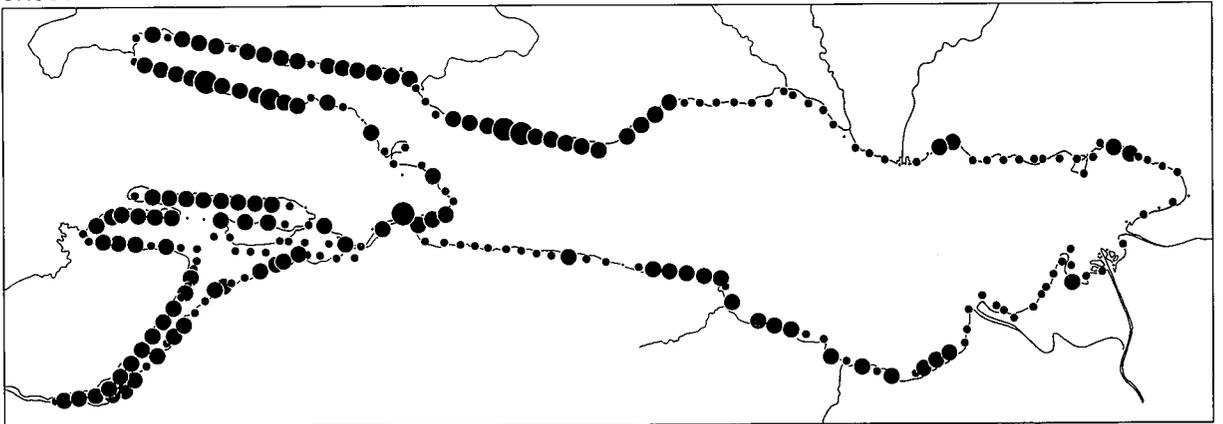
- Potamogeton lucens* (4)
- Potamogeton perfoliatus* (6)
- Potamogeton crispus* (15)
- Potamogeton densus* (16)
- Potamogeton angustifolius* (25)
- Elodea canadensis* (10)

Pflanzensoziologisch gesehen können auch hier verschiedene Gesellschaften unterschieden werden, die mindestens zum Teil Assoziationen entsprechen: Es ist einerseits das *Potamogetonetum lucentis* Hueck 31 (= *Potamogeton lucentis*), andererseits die *Potamogeton perfoliatus*-Gesellschaft.

Die Grossblättrige Laichkraut-Vegetation hat von 1967 bis 1978 stark abgenommen (Abb.17 u. Tab.6). Die Gesamtfläche der Artengruppe betrug 1967 etwa 435 ha, 1978 aber nur noch 160 ha. Am auffälligsten ist dieser Rückgang im Untersee; hier nahm die Fläche von 175 ha im Jahr 1967 auf 30 ha im Jahr 1978 ab.

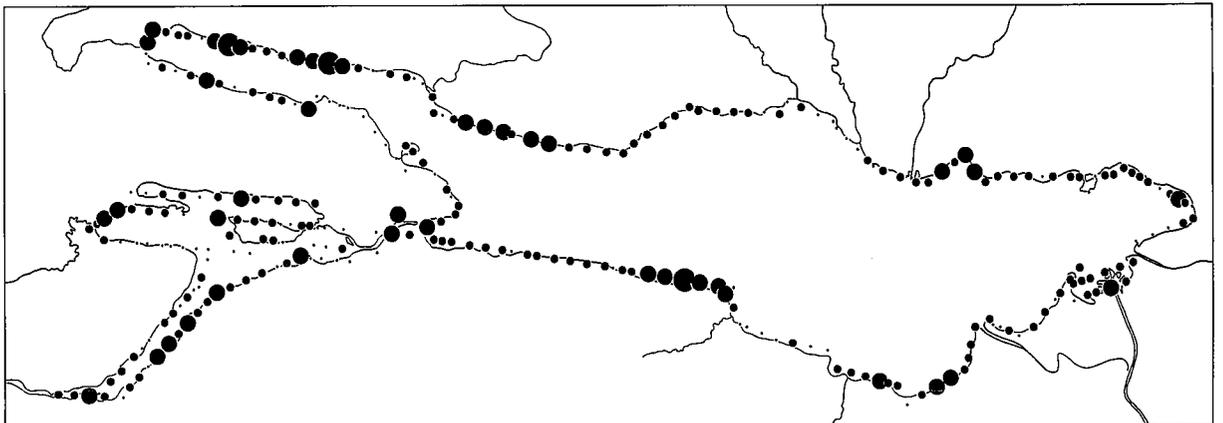
GROSSBLÄTTRIGE LAICHKRAUT-VEGETATION (GL)

1967



GROSSBLÄTTRIGE LAICHKRAUT-VEGETATION (GL)

1978



VEGETATIONSBEDECKUNG: · FEHLEND · I < 10% ● II 10-50% ● III > 50%

Abb.17. Grossblättrige Laichkraut-Vegetation 1967 und 1978.

Fadenblättrige Laichkraut-Vegetation (FL).

Diese Artengruppe kennzeichnet eutrophe bis stark eutrophe Standorte (vgl. Kapitel 2.3.). Von den im Bodensee vorkommenden Makrophyten wurden hierzu gezählt:

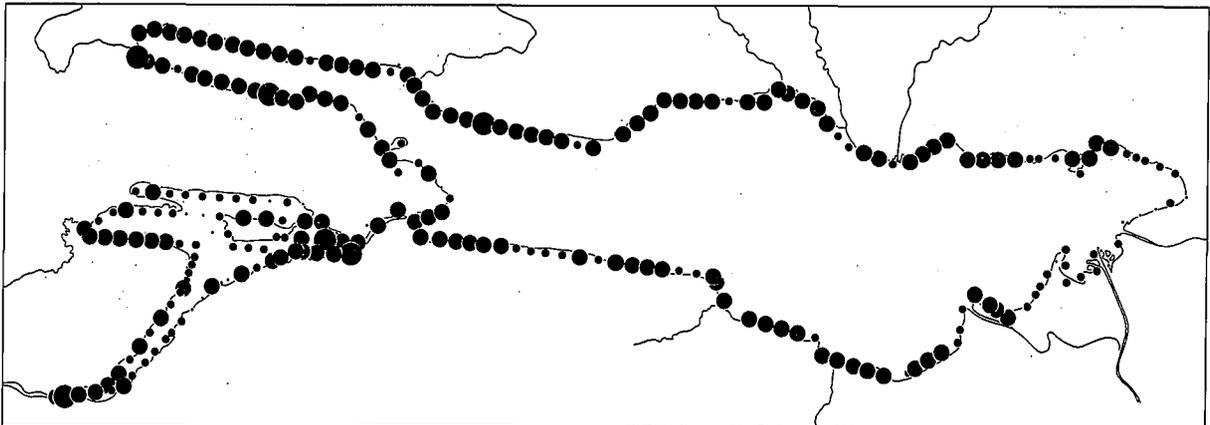
- Potamogeton pectinatus* (5)
- Potamogeton friesii* (17)
- Potamogeton pusillus* (20)
- Zannichellia palustris* (7+24)
- Ceratophyllum demersum* (8)
- Myriophyllum spicatum* + *M. verticillatum* (11)

Pflanzensoziologisch gesehen handelt es sich bei dieser Vegetation um die *Potamogeton pectinatus*-Gesellschaft und die *Ceratophyllum demersum*-Gesellschaft, die beide als eutraphente Gesellschaften anzusprechen sind. Stark eutraphent ist das *Zannichellietum palustris* Lang 67.

Die Fadenblättrige Laichkraut-Vegetation hat von 1967 bis 1978 extrem zugenommen: Die Gesamtfläche der Artengruppe betrug 1967 rund 740 ha, 1978 jedoch 2440 ha, was eine Zunahme auf mehr als das Dreifache bedeutet (Abb.18 u. Tab.6). Besonders stark, von 95 ha auf 490 ha, ist diese Zunahme im Ueberlinger See.

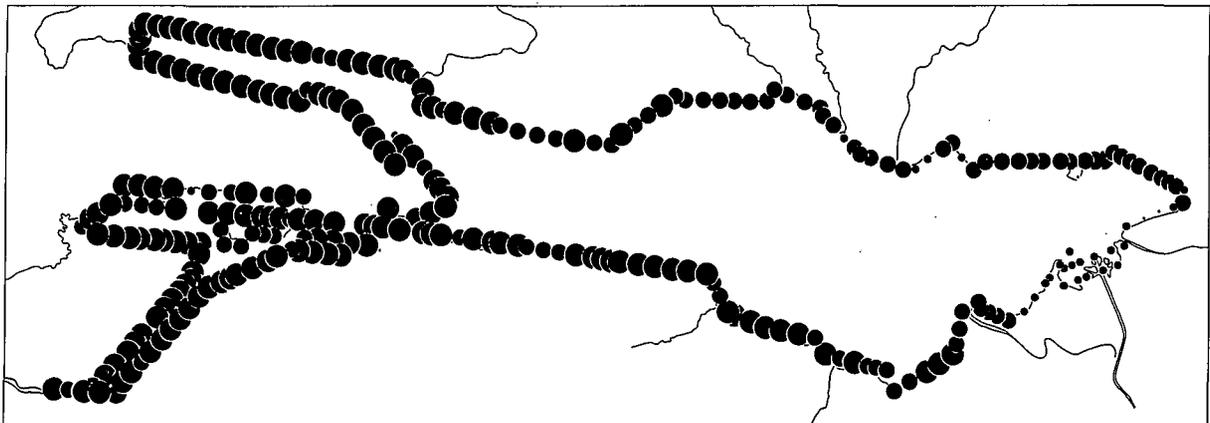
FADENBLÄTTRIGE LAICHKRAUTVEGETATION (FL)

1967



FADENBLÄTTRIGE LAICHKRAUT-VEGETATION (FL)

1978



VEGETATIONSBEDECKUNG: FEHLEND • I < 10% ● II 10-50% ● III > 50%

Abb.18. Fadenblättrige Laichkraut-Vegetation 1967 und 1978.

4.3. Makrophyten-Vegetation im Eulitoral

Auf die Vegetation im Eulitoral kann hier nur ergänzend eingegangen werden. Im Hinblick auf die Fragestellung, die den Kartierungsaktionen 1967 und 1978 zugrundelag, scheint verständlich, dass sie, im wörtlichen Sinne, nur randlich erfasst werden konnte, sollte der Arbeitsaufwand nicht zu gross werden.

Im Eulitoral haben wir es, im grossen gesehen, mit zwei physiognomisch und ökologisch verschiedenen Vegetationstypen zu tun: Einerseits mit der dauernd emersen, auch bei Hochwasser weit über die Wasseroberfläche hinausragenden, hochwüchsigen Röhricht-Vegetation, andererseits mit der niederwüchsigen, bei Hochwasser submersen Strandrasen-Vegetation mit amphibischer Lebensweise. Ueber die floristische Zusammensetzung der einzelnen Pflanzengesellschaften, ihre Oekologie und Verbreitung am Bodenseeufer in den sechziger Jahren orientiert Bericht Nr. 12 (1973), sowie LANG 1967 u. 1973a.

Röhricht-Vegetation

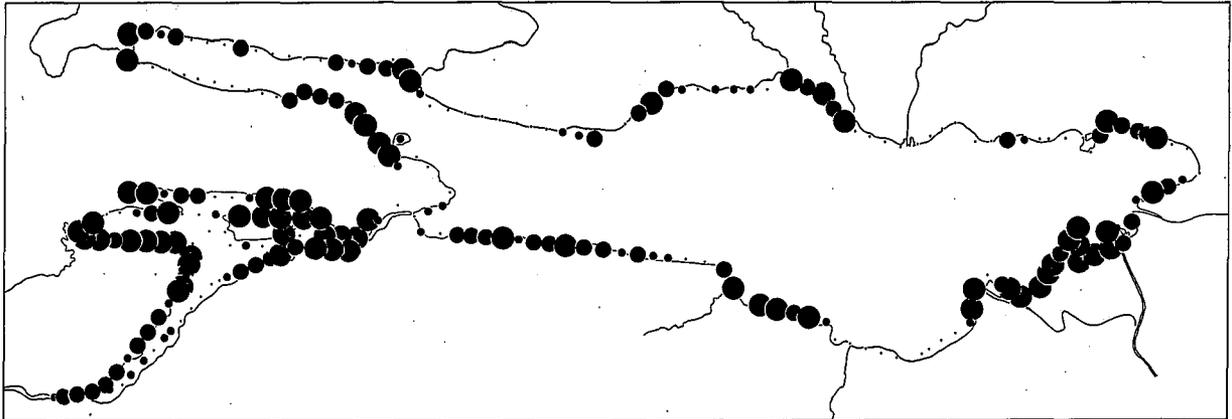
Am Bodensee handelt es sich um folgende Gesellschaften:

- Phragmitetum (P), Schilf-Röhricht
- Scirpetum (S), Binsen-Röhricht
- Typhetum (T), Rohrkolben-Röhricht
- Glycerietum maximae (G), Schwaden-Röhricht.

Bei diesen Gesellschaften war zu erwarten, dass sie sich im Zeitraum von elf Jahren hinsichtlich Vorkommen und linearer Ausdehnung als relativ konstant erweisen würden. Das Beispiel des Schilf-Röhrichts (Abb.19) bestätigt diese Annahme. Veränderungen in der Flächenausdehnung, wie sie im Zusammenhang mit dem viel zitierten "Schilfsterben" zu erwarten wären, können mit der hier verwendeten Feldmethode nur schwer oder gar nicht nachgewiesen werden. Sie sind Gegenstand anderer, spezieller Untersuchungen (vgl. u.a. KLOETZLI 1971, SCHROEDER 1979).

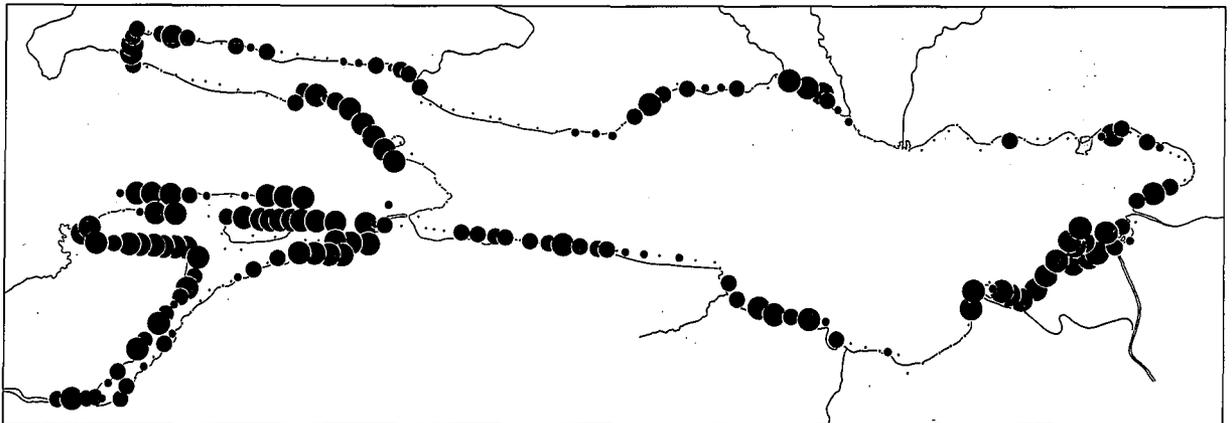
SCHILF-RÖHRICHT (P)

1967



SCHILF-RÖHRICHT (P)

1978



LINEARE AUSDEHNUNG: FEHLEND • I < 10% ● II 10-50% ● III > 50%

Abb.19. Schilf-Röhricht 1967 und 1978.

Strandrasen-Vegetation

Am Bodensee handelt es sich um folgende Gesellschaften:

Deschampsietum rhenae (DM), Strandschmielen-Ges.

Littorello-Eleocharitetum (E), Nadelbinsen-Ges.

Ueber diese Gesellschaften liegt aus der Kartierung der submersen Makrophyten im Sommer 1978 kein neues Beobachtungsmaterial vor. Dazu wären Untersuchungen bei niederem Wasserstand im zeitigen Frühjahr oder im Herbst notwendig gewesen, doch konnten diese aus Zeitgründen nicht ausgeführt werden.

Im Gegensatz zur Röhricht-Vegetation dürften bei der Strandrasen-Vegetation in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren erhebliche Veränderungen eingetreten sein, die zu dokumentieren lohnend wäre: Da es sich bei der Strandrasen-Vegetation um Oligotrophie-Zeiger handelt, wäre dies eine interessante Ergänzung zu den hier vorgelegten Beobachtungen der Sublitoralvegetation. Ein noch nicht publizierter Bericht über Untersuchungen im Frühjahr 1980 am westlichen Bodensee belegt immerhin für einen Teilbereich der Uferzone den beträchtlichen Rückgang der Strandschmielen-Gesellschaft seit den sechziger Jahren (P. THOMAS 1980).

4.4. Fadenalgen

Zur Algen-Vegetation erlauben die Kartierungen 1967 und 1978 lediglich summarische Aussagen über die Flächenausdehnung der Fadenalgen-Watten. Die Bestimmung der beteiligten Arten wurde nicht versucht; hierfür wäre ebenso wie für die genaue Kartierung der Eulitoral-Vegetation eine zeitaufwendige Spezialuntersuchung notwendig gewesen.

Ueber die Algenflora des Ueberlinger Sees und des Untersee-Gnadensees in den sechziger Jahren unterrichtet die gründliche Arbeit von MATTERN (1970). Danach sind im Bodensee die häufigsten Grünalgen:

Cladophora glomerata

Ulothrix zonata

Spirogyra

Hydrodictyon

Die häufigste Blaualge ist:

Oscillatoria

Obwohl bei der Kartierung 1967 Fadenalgen nicht in allen Seeteilen durchgehend erfasst wurden, lassen die vorhandenen Beobachtungen im Vergleich mit denen von 1978 eine eindeutige Entwicklungsrichtung erkennen, nämlich den Trend zu starker Zunahme (Abb.20 u. Tab.6). Im Ueberlinger See bedeckten Algenwatten 1967 rund 25 ha, 1978 dagegen 175 ha, also rund achtmal soviel Fläche. Im Untersee nahmen die Algenwatten von 125 ha im Jahr 1967 auf 640 ha im Jahr 1978 zu, somit auf das etwa Fünffache.

4.5. Hauptunterschiede

Die Hauptunterschiede zwischen der Sublitoralvegetation von 1967 und derjenigen von 1978 sind aus der Tabelle 6 und deren graphischer Veranschaulichung in Abb.20 ersichtlich. Danach kann zusammenfassend zwischen Artengruppen mit zunehmender Tendenz und solchen mit abnehmender Tendenz unterschieden werden. Zunehmend sind:

- Die Makrophyten-Vegetation insgesamt.
Die besiedelte Fläche hat von 1565 ha im Jahr 1967 auf 2765 ha im Jahr 1978 zugenommen. Dies entspricht einem Anstieg von 26% der besiedelbaren Fläche der Uferbank im Jahr 1967 auf 46% im Jahr 1978. Diese Zahlen machen eine erhebliche Zunahme der Biomasse im Litoralbereich wahrscheinlich, zumindest im Obersee und Ueberlingersee (dort besonders stark).
- Die Laichkraut-Vegetation.
Die besiedelte Fläche hat von 1175 ha im Jahr 1967 auf 2600 ha im Jahr 1978 zugenommen.
- Die Fadenblättrige Laichkraut-Vegetation.
Die besiedelte Fläche hat von 740 ha im Jahr 1967 auf 2440 ha im Jahr 1978 zugenommen, d.h. von 11% auf 40% der Uferbank. Diese Artengruppe ist damit hauptsächlich verantwortlich für die Zunahme der Makrophyten-Vegetation insgesamt.
- Die Fadenalgen.
Die Fläche mit Algenwatten hat in den 1967 und 1978 untersuchten Seeteilen zugenommen, nämlich im Ueberlinger See von 25 ha (= 4% der Uferbank) im Jahr 1967 auf 175 ha (= 31% der Uferbank) im Jahr 1978 und im Untersee von 125 ha (= 7% der Uferbank) auf 640 ha (= 34% der Uferbank).

Abnehmend sind:

- Die Grossblättrige Laichkraut-Vegetation.
Die besiedelte Fläche hat von 435 ha im Jahr 1967 auf 160 ha im Jahr 1978 abgenommen, somit von 7% auf 3% der Uferbank.
- Die Characeen-Vegetation.
Die besiedelte Fläche hat von 390 ha im Jahr 1967 auf 165 ha im Jahr 1978 abgenommen, d.h. von 7% auf 3% der Uferbank.

Insgesamt hat danach die eutraphente Vegetation in Gestalt von Fadenblättriger Laichkraut-Vegetation und von Fadenalgen von 1967 auf 1978 um ein Mehrfaches zugenommen, während die meso- bis oligotraphente Vegetation in Gestalt von Grossblättriger Laichkraut-Vegetation und von Characeen-Vegetation um etwa die Hälfte abgenommen hat.

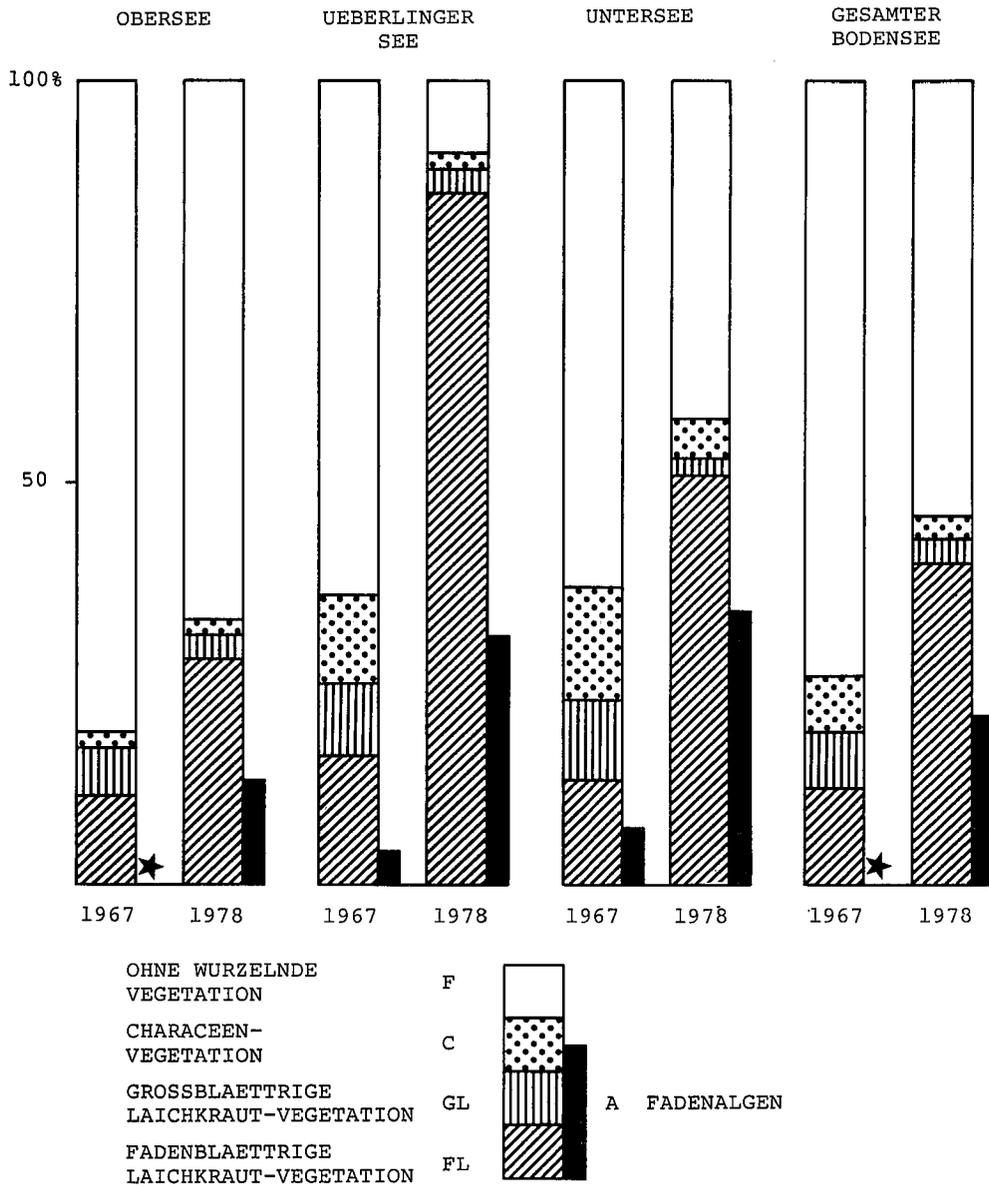


Abb.20. Flächenanteile (in % der Uferbank) der Makrophyten-Vegetation und der Algen-Vegetation im Sublitoral des Bodensees 1967 und 1978. Die genauen Werte können Tabelle 6 entnommen werden. Die Abbildung lässt die in allen drei Seeteilen gleiche, wenn auch unterschiedlich starke Veränderung erkennen: Zunahme der Makrophyten-Vegetation infolge der Zunahme der Fadenblättrigen Laichkraut-Vegetation bei gleichzeitiger Abnahme der Grossblättrigen Laichkraut-Vegetation und der Characeen-Vegetation. *Keine Angaben möglich, weil 1967 in Bayern, Vorarlberg und St. Gallen Fadenalgen nicht kartiert wurden.

5 TROPHIEZUSTAND DER UFERZONE 1978 IM VERGLEICH MIT 1967

5.1. Ueberblick

Wie aus den Abbildungen 21 und 22, sowie der Tabelle 7 hervorgeht, ist das Trophieniveau im Uferbereich des Bodensees von 1967 auf 1978 auf weite Strecken hin angestiegen. Eine Ausnahme scheint lediglich der östliche Teil des Obersees, östlich der Linie Fischbach-Altenrhein (Pfeile in Abb.21) zu bilden, wo sich Bereiche mit der Trophiestufe I und II in den elf Jahren an mehreren Stellen unverändert erhalten haben. Dagegen ist im westlichen Obersee, insbesondere im Ueberlinger See und im Untersee, die fast vollständige Anhebung auf die Trophiestufe III festzuhalten.

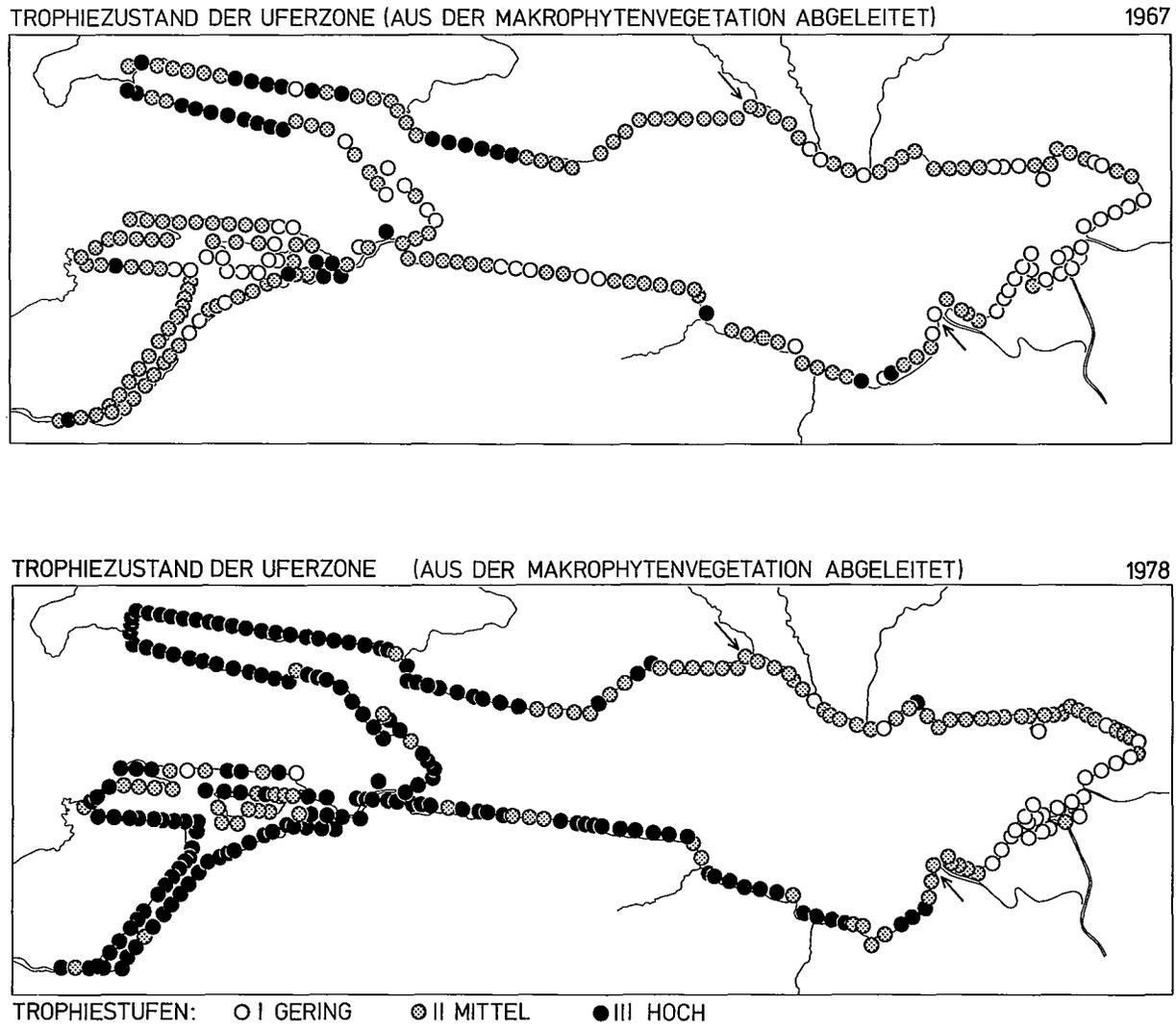
5.2. Obersee mit Ueberlinger See

Wie im Ueberblick bereits angedeutet, muss im Obersee zwischen dem östlichen und dem westlichen Teil einschliesslich des Ueberlinger Sees unterschieden werden.

Im östlichen Teil des Obersees sind die qualitativen und quantitativen Veränderungen in der Makrophyten-Vegetation von 1967 bis 1978 nicht besonders gross. Bemerkenswert ist das Vordringen von *Zannichellia palustris* bis in die Fussacher Bucht, die durch die Vorstreckung des Alpenrheins (Bau eines Schutzdammes) in der Zwischenzeit von den Rheinsedimenten abgeschirmt wurde. Ueberraschend stark haben sich seither in der Fussacher Bucht *Chara aspera*, *Ch. contraria* und neu *Nitellopsis obtusa* ausgebreitet. An mehreren Stellen des östlichen Obersees hat die Grossblättrige Laichkraut-Vegetation abgenommen, die Fadenblättrige hingegen zugenommen. Im Hinblick auf die Trophieverhältnisse lässt sich daraus ableiten, dass einer lokalen Veränderung zum niedrigeren Trophieniveau (Stufe I) im rückwärtigen, vom unmittelbaren Einfluss der Rheinmündung abgeschirmten Teil der Fussacher Bucht eine Erhöhung des Trophieniveaus (auf Stufe II) in der Bregenzer Bucht gegenübersteht.

Wesentlich anders sieht es im westlichen Teil des Obersees und im Ueberlinger See aus: Die Characeen-Vegetation hat hier von 1967 auf 1978 stark abgenommen, und zwar besonders auffällig im Ueberlinger See. Auch für die grossblättrige Laichkraut-Vegetation lässt sich dieser Rückgang feststellen, allerdings weniger stark als für die Characeen-Vegetation. Dagegen hat die fadenblättrige Laichkraut-Vegetation enorm zugenommen, in erster Linie wegen der Massenausbreitung von *Zannichellia palustris*, unterstützt durch die Vermehrung von *Potamogeton pectinatus* und *Potamogeton pusillus*. Im Hinblick auf die Trophieverhältnisse lässt sich hieraus eindeutig eine Veränderung auf ein höheres Niveau (Stufe III) ableiten. Während 1967 noch immerhin 15 Kartierungsquadrate in der Stufe I vorhanden waren, fehlen diese 1978 ganz, bzw. sind in Stufe II oder III umgewandelt.

Abb. 21. Trophiezustand der Uferzone 1967 und 1978.



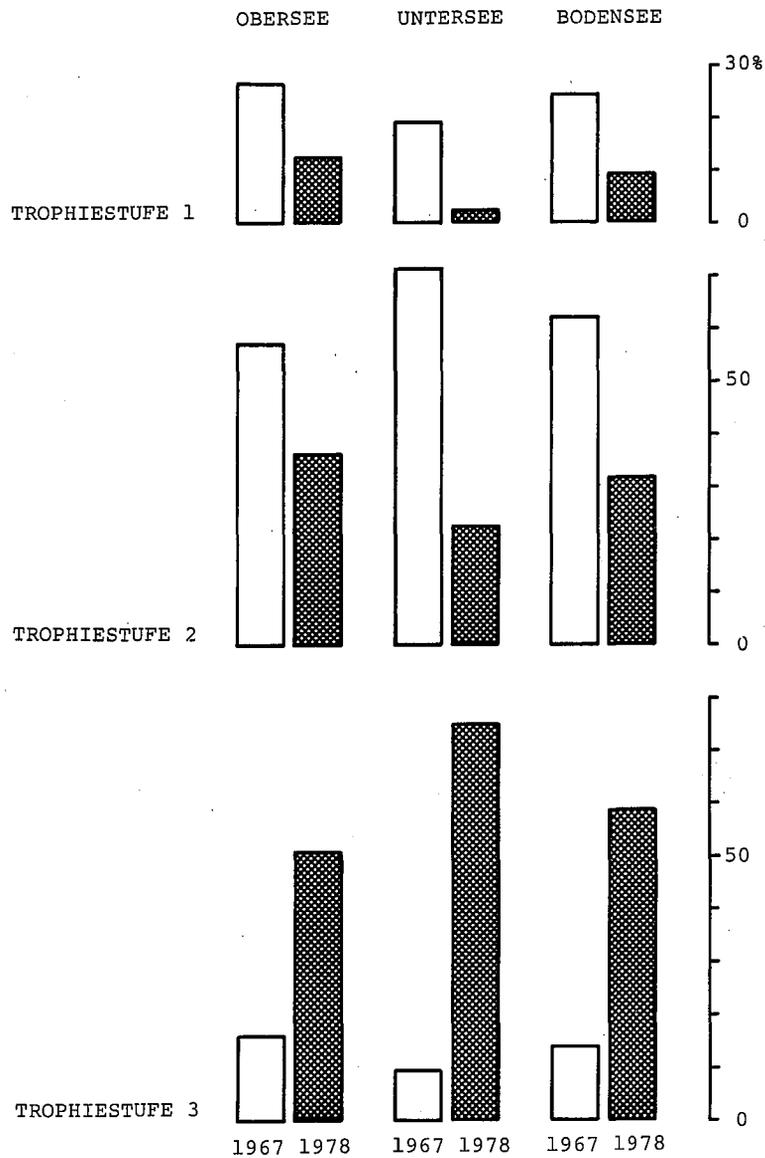


Abb.22. Uebersicht über den aus der Makrophyten-Vegetation erschlossenen Trophiezustand der Uferzone 1967 und 1978. Die Säulen zeigen - getrennt für die Trophiestufen (I = gering, II = mittel, III = hoch) - den relativen Anteil der betreffenden Kartierungsquadrate an der Gesamtzahl der Kartierungsquadrate der beiden Seeteile. Vgl. dazu Abb.21 und Tabelle 6 (mit den genauen Werten in weitergehender Aufschlüsselung).

		Trophie -stufe I Qu (%)	Trophie -stufe II Qu (%)	Trophie -stufe III Qu (%)	QU
Obersee mit Überlinger See					
Baden-Württemberg	1978	2 (2.1)	28(28.9)	67(69.0)	97
	1967	10(12.1)	50(60.2)	23(27.7)	83
Bayern	1978	1 (5.9)	16(94.1)	0	17
	1967	5(35.7)	9(64.3)	0	14
St. Gallen	1978	0	6(66.7)	3(33.3)	9
	1967	3(37.5)	3(37.5)	2(25.0)	8
Thurgau	1978	0	9(25.7)	26(74.3)	35
	1967	6(20.0)	23(76.7)	1 (3.3)	30
Vorarlberg	1978	21(67.7)	10(32.3)	0	31
	1967	19(73.1)	7(26.9)	0	26
Insgesamt	1978	24(12.7)	69(36.5)	96(50.8)	189
	1967	43(26.7)	92(57.1)	26(16.1)	161
Untersee mit Seerhein					
Baden-Württemberg	1978	2 (3.2)	18(29.1)	42(67.7)	62
	1967	13(22.4)	41(70.7)	4 (6.9)	58
Thurgau	1978	0	3 (9.7)	28(90.3)	31
	1967	3(11.5)	19(73.1)	4(15.4)	26
Insgesamt	1978	2 (2.2)	21(22.6)	70(75.3)	93
Bodensee insgesamt					
Baden-Württemberg	1978	4 (2.5)	46(28.9)	109(68.6)	159
	1967	23(16.3)	91(64.5)	27(19.1)	141
Bayern	1978	1 (5.9)	16(94.1)	0	17
	1967	5(35.7)	9(64.3)	0	14
St. Gallen	1978	0	6(66.7)	3(33.3)	9
	1967	3(37.5)	3(37.5)	2(25.0)	8
Thurgau	1978	0	12(18.2)	54(81.8)	66
	1967	9(16.1)	42(75.0)	5 (8.9)	56
Vorarlberg	1978	21(67.7)	10(32.3)	0	31
	1967	19(73.1)	7(26.9)	0	26
Insgesamt	1978	26 (9.2)	90(31.9)	166(58.9)	282
	1967	59(24.1)	152(62.0)	34(13.9)	245

Tabelle 7. Uebersicht über den aus der Makrophyten-Vegetation erschlossenen Trophiezustand der Uferzone 1967 und 1978. Für die Trophiestufen (I = gering, II = mittel, III = hoch) ist die jeweilige Zahl der Kartierungsquadrate (Qu) und in Klammern deren relativer Anteil (%) am betreffenden Uferabschnitt (nach Anliegerländern aufgliedert) angegeben.

5.3. Untersee

Aehnlich wie im Uferbereich des westlichen Bodensees sieht es auch am Untersee aus: Die Characeen-Vegetation hat von 1967 auf 1978 stark abgenommen und ist jetzt nur noch in Teilen des Gnadensees in grösserer Ausdehnung zu finden, wobei *Nitellopsis obtusa* stark beteiligt ist. Im Rheinsee fehlen Characeen 1978 über weite Strecken fast ganz. Auch die Grossblättrige Laichkraut-Vegetation hat abgenommen, wenngleich weniger ausgeprägt.

Gewaltig ist dagegen auch im Untersee die Zunahme der fadenblättrigen Laichkraut-Vegetation, in der wiederum *Zannichellia palustris* und *Potamogeton pectinatus* die Hauptrolle spielen. Hinsichtlich der Trophieveränderung von 1967 auf 1978 zeichnet sich damit im Untersee die gleiche Einpendelung auf ein höheres Niveau ab wie im westlichen Obersee: 1978 müssen weite Uferbereiche der Stufe III zugerechnet werden, vor allem fast der gesamte Rheinsee. Lediglich an der Mettnau, an der Reichenau und in Teilen des Gnadensees gibt es noch einige Uferstrecken mit der Stufe II, und nur zwei Kartierungsquadrate können noch der Stufe I zugerechnet werden.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Der Bericht fasst die Ergebnisse der Makrophyten-Kartierung des Sommers 1978 zusammen und vergleicht sie mit den (neu bearbeiteten) Ergebnissen der Makrophyten-Kartierung des Sommers 1967. Hinweise auf die Entwicklung in den einzelnen Jahren zwischen 1967 und 1978 gibt der Bericht SCHRÖDER (1981) auf Grund von Untersuchungen ausgewählter Testflächen.

Methoden

1. Beide Kartierungen wurden auf der Grundlage von nichtentzerrten Echtfarben-Senkrechtluftbildern im ungefähren Massstab von 1:5000 durchgeführt. Vom Boot aus wurden die vorkommenden Makrophyten-Arten identifiziert, lokalisiert und auf Luftbild-Deckblättern eingetragen.
2. Die für die Kartierung ausgewählten Luftbilder stellen zugleich die Gitternetz-Raster für die Auswertung dar (etwa 1 km x 1 km grosse Kartierungsquadrate).
3. Für die Auswertung wurden die Makrophyten-Arten zu ökologischen Artengruppen zusammengefasst. Vorkommen und Flächenausdehnung dieser Artengruppen je Kartierungsquadrat bildeten das Kriterium für die Beurteilung des Trophiezustandes in den beiden Vergleichsjahren.
4. Sämtliche Daten der Kartierungen 1967 und 1978 sind in den Tabellen 8 und 9 (im Anhang) zusammengestellt.

Ergebnisse

1. Die ökologische Artengruppe "Characeen-Vegetation" (*Chara aspera*, *Ch. contraria*, *Ch. tomentosa*, *Nitellopsis obtusa*, *Najas intermedia*, *Potamogeton gramineus*) als Zeiger für oligotrophe Standortverhältnisse hat von 1967 auf 1978 von 390 ha (= 7% der Uferbank) auf 165 ha (= 3%) abgenommen.
2. Die ökologische Artengruppe "Grossblättrige Laichkraut-Vegetation" (*Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. crispus*, *P. angustifolius*, *P. densus*, *Elodea canadensis*) als Zeiger für mesotrophe bis schwach eutrophe Standortverhältnisse hat von 1967 auf 1978 von 435 ha (= 7% der Uferbank) auf 160 ha (= 3%) abgenommen.
3. Die ökologische Artengruppe "Fadenblättrige Laichkraut-Vegetation" (*Potamogeton pectinatus*, *P. pusillus*, *P. friesii*, *Zannichellia palustris*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ceratophyllum demersum*) als Zeiger für eutrophe bis stark eutrophe Standortverhältnisse hat von 1967 auf 1978 von 740 ha (= 12% der Uferbank) auf 2440 ha (= 40%) zugenommen.
4. Die ökologische Artengruppe "Fadenalgen", die nicht zu den Makrophyten gerechnet wird und deshalb 1967 nicht in allen Uferabschnitten erfasst worden war, hat in den untersuchten Seeteilen von 1967 auf 1978 ebenfalls stark zugenommen: Im Ueberlinger See von 25 ha (= 4% der Uferbank) auf 175 ha (= 31%), im Untersee von 125 ha (= 7%) auf 640 ha (= 34%).

5. Aus den unter 1.-4. genannten Befunden ergeben sich folgende Schlüsse auf die Trophieverhältnisse (vgl. dazu die Abbildungen 21 und 22): In der Uferzone des Bodensees ist von 1967 auf 1978 eine allgemeine Anhebung auf ein höheres Trophieniveau erkennbar. Während 1967 noch die Stufe II (mittel) vorherrschend war, dominiert 1978 die Stufe III (hoch). Die einzelnen Seeteile sind jedoch unterschiedlich betroffen: Im östlichen Obersee sind zwischen den beiden Kartierungen nur geringe Veränderungen festzustellen, im Untersee dagegen besonders starke.

6. Während die Phosphorkonzentration im Freiwasser des Sees in den letzten Jahren nicht mehr angestiegen ist, kann bei den Änderungen der Artenzusammensetzung und der Flächenbedeckung der Makrophyten derzeit noch kein Stillstand verzeichnet werden. Dies lässt sich dadurch erklären, dass sich in den Sedimenten stellenweise reiche Nährstoffdepots gebildet haben, aus denen die wurzelbildenden Makrophyten noch über längere Zeit einen Teil ihres Nährstoffbedarfes beziehen können.

7 LITERATUR

- BAUMANN, E.,: Die Vegetation des Untersees (Bodensee). - Arch. Hydrobiol. Suppl. 1, 554 pp. 1911.
- ELLENBERG, H.,: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - Scripta Geobotanica 9, 97 pp. 1974.
- ELLENBERG, H., & D. MUELLER-DOMBOIS: Tentative physiognomic-ecological classification of plant formations of the earth. Ber. geobot. Inst. ETH Rübel 37, 21-55. 1967.
- FORSBERG, C.,: Environmental conditions of Swedish Charophytes. - Symb. Bot. Upsal. 18, 1-67. 1965.
- KIEFER, F.,: Naturkunde des Bodensees. 2. Auflage. - Thorbecke Verlag Sigmaringen, 210 pp. 1972.
- KLÖTZLI, F.,: Biogenous influence on aquatic macrophytes, especially *Phragmites communis*. - Hydrobiol. 12, 107-111. 1971.
- LACHAVANNE, J.-B.,: Contribution à l'étude des macrophytes du Léman. - Thèse No. 1760 Université de Genève, 71 pp. 1977.
- LACHAVANNE, J.-B., et R. WATTENHOFER: Contribution à l'étude des macrophytes du Léman. - Conservatoire Botanique de Genève, 147 pp. 1975.
- LANDOLT, E.,: Oekologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. - Veröff. Geobot. Inst. ETH Zürich 64, 208 pp. 1977.
- LANG, G.,: Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. - Arch. Hydrobiol. Suppl. 32, 437-574. 1967.
- LANG, G.,: Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. - Pflanzensoziologie 17, 451 pp. 1973a.
- LANG, G.,: Die Makrophytenvegetation in der Uferzone des Bodensees, unter besonderer Berücksichtigung ihres Zeigerwertes für den Gütezustand. - Bericht No. 12 der Int. Gewässerschutzkomm. f.d. Bodensee, 67 pp. 1973b.
- MÄKIRINTA, U.,: Ein neues ökomorphologisches Lebensformen-System der aquatischen Makrophyten. - Phytocoenologia 4(4), 446-470. 1978.
- MATTERN, H.,: Beobachtungen über die Algenflora im Uferbereich des Bodensees (Ueberlinger See und Gnadensee). - Arch. Hydrobiol. Suppl. 37, 1-163. 1970.
- MELZER, A.,: Makrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes oberbayrischer Seen, dargestellt im Rahmen limnologischer Untersuchungen an den Osterseen und den Eggstätt-Hemhofer Seen (Oberbayern). - Diss. Bot. 34, 195 pp. 1976.
- MÜLLER, G.,: Ergebnisse einjähriger systematischer Untersuchungen über die Hydrochemie von Alpen- und Seerhein (mit Einzeluntersuchungen an weiteren Bodensee-Zuflüssen). - Fortschr. Wasserchemie 1965/2, 33-99. 1965.
- OBERDORFER, E.,: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. - Pflanzensoziologie 10, 311 pp. 1977.
- RAUNKIAER, C.,: Planterigets livsformer og deres betydning for geographien. København. 104 pp. 1907.
- RAUNKIAER, C.,: Formationsstatistike undersøgelser paa Skagens Odde. - Bot. Tidskr. 33. 1913.
- SAMUELSSON, G.,: Die Verbreitung der höheren Wasserpflanzen in Nordeuropa (Fennoskandien und Dänemark). - Acta Phytogeogr. Suecica 6, 211 pp. 1934.

- SCHRÖDER, R.,: Decline of Reed Swamps in Lake Constance. - In:
SALANKI, J., & P. BIRO (Ed.): Human impacts on life in fresh
waters. Symposia Biologica Hungarica 19, 43-48. 1979.
- SCHRÖDER, R.,: Die Veränderungen der submersen Vegetation des Bodensees
in ausgewählten Testflächen in den Jahren 1967 bis 1978. - Bericht
No.27 der Int.Gewässerschutzkomm.f.d.Bodensee, 123 pp. 1981.
- SCHRÖTER, C., & O. KIRCHNER: Die Vegetation des Bodensees. Teil II. -
Schrift. Ver. Gesch. d. Bodensees 31, 1-86. 1902.
- SEGAL, S.,: Strukturen und Wasserpflanzen. Im Bericht über das Inter-
nationale Symposium der Internationalen Vereinigung für Vege-
tationskunde: Gesellschaftsmorphologie (Strukturforschung),
hrsgeg. v. R. Tüxen. Den Haag. 157-171.
- THOMAS, P.,: Aktuelle Erfassung und Wertung von einigen Vorkommen
der Strandschmielengesellschaft (*Deschampsietum rhenanae*). -
Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland e.V., Radolfzell-
Möggingen, 24 pp. Mskr. 1980.

8 ANHANG

Tabellen mit den Kartierungsdaten 1967 und 1978

Die Tabellenspalten bedeuten:

FL	Fluglinie
NR	Bildnummer (Kartierungsquadrat)
U	Uferbank - Fläche in ha
F	Makrophyten-freie Uferbank - Fläche in ha und % von U
M	Makrophyten-besiedelte Uferbank - Fläche in ha und % von U
A	Fadenalgen - Fläche in ha und % von U
1-28	Makrophyten in Zahlenverschlüsselung (siehe Tab.3) - Frequenz in %
C	Characeen-Vegetation - Frequenzsumme in %
L	Laichkraut-Vegetation - Frequenzsumme in %
GL	Grossblättrige Laichkraut-Vegetation - Frequenzsumme in %
FL	Fadenblättrige Laichkraut-Vegetation - Frequenzsumme in %
P	Schilf-Röhricht - lineare Ausdehnung in drei Stufen: 1 = <10%, 2 = 10-50%, 3 => 50% der Uferlinie
S	Binsen-Röhricht - lineare Ausdehnung (siehe P)
T	Rohrkolben-Röhricht - lineare Ausdehnung (siehe P)
G	Schwaden-Röhricht - lineare Ausdehnung (siehe P)
DM	Strandschmielen-Gesellschaft - lineare Ausdehnung (siehe P)
E	Nadelbinsen-Gesellschaft - lineare Ausdehnung (siehe P)
B	Trophiebewertung in drei Stufen: I = gering, II = mittel, III = hoch

Tabelle 8. Kartierungsdaten 1967 (Fortsetzung).

FL	NR	U	F	M	A	1	2	3	4	5	6	7+	24	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	C	L	GL	FL	P	S	T	G	DM	E	B
43	2454	23.9	20.5-	86	3.4-	14	1.2-	5	1				13	1	1																			1	15	1	14						II	
	2456	24.6	20.5-	78	4.1-	22	1.1-	6	1				20	1	2																		1	23	1	22	2					II		
	2458	19.0	12.7-	67	6.3-	33	2.4-	13	6				1	27	1	1						1											6	31	3	28	2					II		
	2460	31.4	20.1-	64	11.3-	36	0.3-	1	17				24	1	1												1					17	27	1	26	2					II			
	2462	30.8	23.7-	77	7.1-	23	0.6-	2	8				15	2																			8	17	2	15	3					II		
	2464	31.4	27.5-	87	3.9-	13	0.6-	2	6				4	4																			6	8	4	4	1					I		
	2466	31.8	27.0-	85	4.8-	15			10				4	2																			10	6	2	4	2					I		
	2468	25.9	23.3-	90	2.6-	10			8				1	1																			8	2	1	1	2					I		
	2470	18.9	15.6-	83	3.3-	17	0.1-	0	6				2	11																			6	13	11	2	3					II		
	2472	17.9	12.3-	68	5.6-	32	1.1-	6	7				19	6																			7	26	7	19	2					II		
	2474	17.2	13.5-	78	3.7-	22	0.4-	3	15				4	3																			15	7	3	4	2					I		
	2476	14.4	9.5-	66	4.9-	34	1.0-	7	25				10																				25	10		10	1				1	I		
	2478	12.7	6.2-	49	6.5-	51	0.2-	2	31				21	1																			31	23	1	22	2					II		
	2480	9.9	5.5-	55	4.4-	45	0.9-	9	28				13	11																			28	24	11	13	1					II		
	2482	11.9	6.4-	54	5.5-	46	0.6-	5	13				18	21																			13	39	21	18	1					II		
	2484	9.1	6.1-	67	3.0-	33	0.2-	2	18				1	15																			18	17	16	1						II		
	2486	7.0	5.5-	79	1.5-	21							5	16																				21	16	5						II		
	2488	12.3	7.9-	64	4.4-	36	0.4-	4	3				18	17																			3	35	17	18						II		

Tabelle 9. Kartierungsdaten 1978.

FL	NR	U	F	M	A	1	2	3	4	5	6	7+	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	C	L	GL	FL	P	S	T	G	DM	E	B	
1	9064	25.3	11.9-	47	13.4-	53						13	1									1												54	1	53	3					III		
	9066	34.2	18.8-	55	15.4-	45						9	1								1													45	2	43	3					II		
	9068	20.3	4.7-	23	15.6-	77						4	26	11											17		10							91	15	76	2					III		
	9070	6.3	1.0-	16	5.3-	84						52	6	46											16		2							120	6	114	1					III		
	9072	3.3	0.5-	15	2.8-	85						49		61											18									128		128	2					III		
2	8956	5.8	2.8-	48	3.0-	52						35	3	22											7									67	3	64	2					III		
	8958	6.5	3.1-	48	3.4-	52						42	2	8											6									58	2	56						III		
	8960	5.9	4.1-	69	1.8-	31						24		5											2									31		31	1					II		
	8962	5.6	2.5-	45	3.1-	55						2	30	11	23																			66	13	53						III		
	8964	5.7	0.3-	6	5.3-	94						75	23	37											7		2							142	23	119	2					III		
	8966	4.5	1.4-	31	3.1-	69						7	51	2	43								2											105	9	96	1					III		
	8968	5.4	0.6-	11	4.8-	89						6	48	2									2		4									62	10	52						III		
	8970	7.7	0.3-	4	7.4-	96						13	3	90									1											107	4	103						III		
	8972	7.8	0.7-	9	7.1-	91						51		4	77																			132		4	128					III		
	8974	6.4	0.7-	11	5.7-	89						5	64	5	62																			136	10	126						III		
3	9174	10.7	2.5-	23	8.2-	77						65		31											2									98		98	3					III		
	9175	7.2	2.1-	28	5.1-	72						48		25									2			2								2	77	2	75	2					III	
	9176	9.5	1.3-	14	8.2-	86						80		32																				3	112		112	1					III	
	9177	8.4	1.4-	16	7.0-	84						6	57	3	32																			98	9	89	2					III		
	9178	12.4	4.9-	39	7.5-	61						50		1	27										1									79	1	78	3					III		
	9180	12.4	3.8-	31	8.6-	69						43		46											1									90		90	2					III		
	9181	9.1	1.8-	20	7.3-	80						65		23																				88		88	3					III		
	9182	11.8	4.9-	41	6.9-	59						46	5	21																				77	5	72						III		
	9184	6.9	1.5-	21	5.4-	79						55	5	37																				97	5	92	2					III		
	9186	8.6	2.3-	27	6.3-	73						55	3	48																				106	3	103	1					III		
	9188	3.2	0.9-	27	2.3-	73						55		45																				100		100	2					III		
4	9057	11.8	4.7-	40	7.1-	60						13		51											19									4	83		83	3					III	
	9059	27.5	6.5-	24	21.0-	76						66	2	23												3									94	2	92	2					III	
	9060	9.3	1.5-	16	7.8-	84						53		53																				11	109		109					III		
5	8977	4.1	0.2-	5	3.9-	95						3	78		68																				149	3	146						III	
	8978	7.4			7.4-	100						73		80																					153		153						III	
	8979	7.3	0.6-	12	6.7-	88						1	81		74																				156	1	155	1					III	
	8981	23.7	3.1-	13	20.6-	87						65	1	62																					128	1	127	2					III	
	8983	19.0	1.4-	7	17.6-	93						73		63																					137		137						III	
	8984	12.0	4.6-	38	7.4-	62						48	3	32																				1	83	3	80	2					III	
	8986	6.7	3.4-	51	3.3-	49						9	36	15	13																				73	24	49						III	
6	8988	2.4	0.3-	12	2.1-	88						67		71																					4	138		138	3					III
	8990	30.9	2.1-	7	28.8-	93						82		29												1									3	112		112	3					III
	8992	15.0	7.9-	53	7.1-	47						78		25																					2	105		105	3					III
	8994	11.4	4.5-	39	6.9-	61						43		31																					2	75		75	3					III
	9005	21.4	0.3-	2	21.1-	98						44		95																					2	189		189						III
	9006	48.1	0.8-	2	47.3-	98						33		96																					2	189		189						III
	9007	20.6	4.4-	21	16.2-	79						39		47																					86		86	3					III	
	9008	26.7	10.3-	39	16.4-	61						24		57																					81		81	3					III	
	9009	13.3	0.4-	3	12.9-	97						53		93																					146		146	3					III	
	9011	7.6	0.6-	7	7.0-	93						45		93																					140		140	3					III	
	9012	16.6	1.7-	10	14.9-	90						24		89																					114		114	3	1				III	
	9014	8.4	0.1-	1	8.3-	99						47		91																					138		138	3					III	
	9016	20.0	11.3-	57	8.7-	43						25	1	38																					65	2	63	3					III	
6'	1679	16.5	13.1-	79	3.4-	21						9		16																					25		25						II	
	1681	5.5	4.4-	80	1.1-	20						12		16																					28		28						II	
7	1699	3.3	0.5-	15	2.8-	85						42		46																					91		91	3					III	
	1701	6.2	2.2-	35	4.0-	65						49		18																					2	69		69	3				1	III
	1704	61.2	10.4-	17	50.8-	83						80		34																														

Tabelle 9. Kartierungsdaten 1978 (Fortsetzung).

FL	NR	U	F	M	A	1	2	3	4	5	6	7+	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	C	L	GL	FL	P	S	T	G	DM	E	B						
33'	0758	73.2	67.2-	92	6.0-	8				8	1																								9	1	8								I				
	0760	30.0	28.6-	95	1.4-	5				4	1																									5	1	4	3							I			
	0762	96.5	94.7-	98	1.8-	2				1	1																																			I			
36	0165	12.3	7.7-	62	4.6-	38						32																							1	2	1	1	3						I				
	0166	18.6	11.4-	61	7.2-	39				1	32		6						1	1																1	39	1	38	3	1					II			
	0167	24.6	13.3-	54	11.3-	46					35		7																																	II			
	0168	46.1	28.4-	62	17.7-	38					38																																			II			
36'	0770	38.8	31.4-	81	7.4-	19																																								II			
37	9663	60.5	38.7-	64	21.8-	36				1	32		6	1																																II			
	9665	71.3	44.0-	62	27.3-	38					1	36		1	3																															II			
	9667	77.3	50.3-	65	27.0-	35				1			1																																	II			
39	9639	3.9	3.3-	84	0.6-	16																																									II		
	9641	1.8	1.0-	54	0.8-	46																																									II		
	9643	6.2	1.4-	23	4.8-	77																																									III		
	9645	4.8	0.4-	9	4.4-	91																																									III		
	9647	17.9	4.9-	27	13.0-	73																																									III		
40'	9634	4.8	4.0-	84	0.8-	16																																									III		
40	9620	47.1	16.3-	35	30.8-	65																																										II	
	9622	16.8	9.4-	66	7.4-	44																																									III		
	9624	8.7	4.1-	47	4.6-	53																																									II		
	9626	6.1	3.4-	56	2.7-	44																																									III		
	9627	5.9	3.4-	58	2.5-	42																																									III		
41	9604	31.1	14.3-	46	16.8-	54																																										II	
	9606	49.3	10.2-	21	39.1-	79																																										III	
	9608	36.8	13.5-	37	23.3-	63																																										III	
	9610	40.4	13.2-	33	27.2-	67																																										III	
	9612	42.3	12.7-	30	29.6-	70																																										III	
	9614	16.8	13.2-	79	3.6-	21																																										II	
42	9596	27.3	5.0-	18	22.3-	82																																										III	
	9598	33.3	17.5-	53	15.8-	47																																											II
	9600	35.8	38.5-	80	7.3-	20																																										II	
43	9189	4.3	1.9-	42	2.4-	58																																										III	
	9192	20.3	4.7-	23	15.6-	77																																										III	
	9193	16.6	14.1-	85	2.5-	15																																										III	
	9194	11.7	3.1-	26	8.6-	74																																										III	
	9196	19.0	10.9-	57	8.1-	43																																										II	
	9198	25.2	3.9-	15	21.3-	85																																										III	
	9200	26.4	4.5-	17	21.9-	83																																											III
	9201	24.3	4.4-	18	19.9-	82																																											III
	9203	27.6	9.4-	33	18.2-	66																																											III
	9204	27.6	14.4-	52	13.2-	48																																											II
	9206	30.4	17.7-	58	12.7-	42																																											II
	9208	28.4	16.6-	58	11.8-	42																																											II
	9210	19.9	8.0-	40	11.9-	60																																											III
	9212	8.6	2.9-	34	5.7-	66																																											III
	9213	10.4	3.4-	33	7.0-	67																																											III
	9214	4.4	0.9-	20	3.5-	80																																											III
	9215	13.8	6.1-	44	7.7-	56																																											III
	9217	12.6	2.8-	22	9.8-	78																																											III
	9219	13.1	4.7-	36	8.4-	64																																											III
	9221	12.1	3.3-	27	8.8-	73																																											III
	9223	11.3	3.3-	29	8.0-	71																																											III
	9225	4.6	1.5-	31	3.1-	69																																											



