

Bericht Nr. 18

DIE PHYTOPLANKTONENTWICKLUNG IM BODENSEE
IN DEN JAHREN 1961 BIS 1963

Bearbeiter: H.R. BÜRGI

V O R W O R T	1
1. E I N L E I T U N G	3
2. M E T H O D I K	3
3. R E S U L T A T E	3
3.1 BEOBACHTETE UND GEZAEHLTE PHYTOPLANKTON-ARTEN	3
3.2 DIE VERTEILUNG DES PLANKTONS IM TIEFENPROFIL UND IN DER ZEIT	5
3.2.1 <i>Asterionella formosa</i>	5
3.2.2 <i>Fragilaria crotonensis</i>	7
3.2.3 <i>Cyclotella</i> und <i>Stephanodiscus</i>	8
3.2.4 <i>Synedra acus</i>	8
3.2.5 <i>Cryptomonas erosa/ovata</i>	9
3.2.6 <i>Rhodomonas lacustris</i>	10
3.2.7 Das jahreszeitliche Auftreten weiterer Algen	22
3.3 DIE ENTWICKLUNG DER BIOMASSE DER WICHTIGSTEN ALGENKLASSEN UND DES GESAMTEN PHYTOPLANKTONS	45
3.3.1 Bacillariophyceen	45
3.3.2 Cryptophyceen	45
3.3.3 Dinophyceen	45
3.3.4 Die Biomassenentwicklung des gesamten Phytoplanktons	46
3.4 DER ZEITLICHE VERLAUF DER BIOMASSENENTWICKLUNG, DARGESTELLT ALS BIOMASSE PRO EINHEIT SEE OBERFLAECHE	55
3.5 QUERVERGLEICH DER PROBENENTNAHMESTELLEN UNTER BESONDERER BERUECKSICHTIGUNG DER WINDVERHAELTNISSE	74
4. Z U S A M M E N F A S S U N G	83
5. L I T E R A T U R	85

V O R W O R T

Die Wasserbeschaffenheit in der Freiwasserzone des Bodensees wird in besonderem Masse von den Wirkungen der vermehrten Nährstoffzufuhr beeinflusst und ist ein primärer Gradmesser für die trophische Entwicklung. Bereits zu Beginn der 60iger Jahre hat daher die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee in einer besonderen Arbeitsgruppe eine planmässige physikalische, chemische und biologische Untersuchung und Ueberwachung des Freiwassers durch die in der wissenschaftlichen Bodenseeuntersuchung tätigen Institute veranlasst. In den Jahren 1961 bis 1963 lief ein besonders intensives Untersuchungsprogramm ab, an das sich - ausgehend von den dabei gewonnenen Erkenntnissen - ein bis heute andauerndes Ueberwachungsprogramm anschloss. Teilergebnisse all dieser Untersuchungen sind in den Kommissionsberichten

Nr. 3 - Die Sauerstoffschichtung im tiefen Hypolimnion des Bodensee - Obersees 1963/1964 (1964) -

Nr. 5 - Die Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse des Bodensees in den Jahren 1961 bis 1963 (1967) -

Nr. 8 - Die Sauerstoffbilanz des Bodensee - Obersees (1967) -

Nr.16 - Zustand und neuere Entwicklung des Bodensees, Stand 1974 (1975) -

bereits veröffentlicht worden.

Der vorliegende Bericht Nr. 18 stellt die Ergebnisse der besonders intensiv gestalteten Phytoplanktonuntersuchungen im Freiwasser des Bodensees in den Jahren 1961 bis 1963 dar. Die Bearbeitung und Auswertung der Planktonproben konnte, bedingt durch die Schwierigkeit und den Umfang der Materie und Wechseln bei den Bearbeitern, erst jetzt abgeschlossen werden.

An den Arbeiten waren insbesondere beteiligt:

Bei der Probenentnahme, Artenbestimmung und Individuenauszählung

- für den Obersee die ehemalige Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt Konstanz - jetzt Institut für Seenforschung und Fischereiwesen in der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg - (Dr. Muckle),
- für den Untersee die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) - (Dr. Bosli-Pavoni),

Bei der Datenverarbeitung

- die ehemalige Landesstelle für Gewässerkunde Baden-Württemberg - jetzt Institut für Wasser- und Abfallwirtschaft des Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg - (Dr. Schmitz),
- die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) - (H. Bühner, Dr. Bürgi).

Bei der Auswertung ergab sich das Problem, ein zusammenhängendes und möglichst synoptisches Uebersichtsbild zu erstellen, das der Vielgestaltigkeit und der Schnellebigkeit der Phytoplanktongesellschaften im Bodensee Rechnung trägt. Dazu mussten ganz neue Auswertungs- und Darstellungsmethoden erarbeitet werden, die auch für die Auswertung weiterer Jahresreihen der Phytoplanktonentwicklung dienlich sind.

Die Darstellung der Ergebnisse in diesem Bericht beschränkt sich auf die Beschreibung der Phänomene der Planktonentwicklung und -verteilung 1961 bis 1963. Kausalfragen, insbesondere die Beziehungen zum Chemismus des Freiwassers wurden nicht behandelt. Dies ist erst nach Vorliegen aller Ergebnisse der Freiwasseruntersuchungen für die gesamte Jahresreihe 1961 bis 1973 beabsichtigt.

Die gesonderte Darstellung der Untersuchungsergebnisse über die Phytoplanktonentwicklung 1961 bis 1963 ist durch den Umfang des Materials und durch die Tatsache gerechtfertigt, dass neue Methoden der Darstellung und der Ergebnisinterpretation Anwendung finden, die von allgemeinem Interesse sind und die hiermit erstmals vorgestellt werden.

1. EINLEITUNG

Im Rahmen des Freiwasser-Untersuchungsprogramms 1961/63 wurden neben den physikalischen und chemischen Parametern regelmässig und parallel zu diesen auch die Plankton-Parameter (Phyto- und Zooplankton) gemessen. Diese Untersuchung war ziemlich breit angelegt; sie erfolgte monatlich an je 5 Probenentnahmestellen des Ober- und des Untersees (Abb. 1). Die Tiefen, aus denen Proben erhoben wurden, sind in Tabelle 1 zusammengestellt; die zum Teil voneinander abweichenden Stufen sind durch unterschiedliche Tiefe bedingt; sie entsprechen auch den Probenentnahmetiefen für die gleichzeitigen chemischen Untersuchungen, von denen ein Teil ausgewertet vorliegt [3].

Im Sinne des Auftrages der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee vom 9.5.1972 erfüllt der vorliegende Bericht in erster Linie die Aufgabe, das umfangreiche Datenmaterial in gedrängter Form zu dokumentieren. Es wurden darum auch nur verhältnismässig wenige Literaturhinweise in den Text eingearbeitet. Dafür folgt am Schluss des Literaturverzeichnisses eine Liste der wichtigsten Bodensee-Planktonarbeiten, um dem Interessierten den Einstieg in dieses Fachgebiet zu erleichtern. Da die Ergebnisse der meisten chemischen Parameter noch unausgewertet sind, ist eine weitergehende Verarbeitung der vorliegenden Daten nur in einem sehr beschränkten Umfang möglich. Die Tatsache allerdings, dass die Untersuchung mehrere Stationen umfasst, erlaubt den Quervergleich bezüglich der horizontalen Planktonverteilung.

2. METHODIK

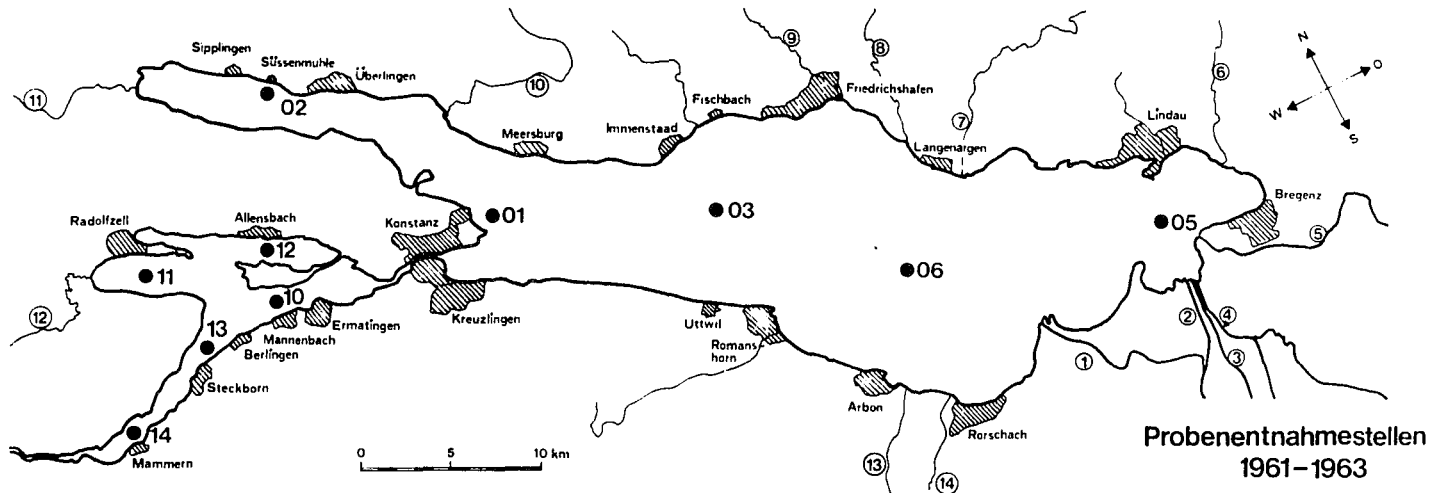
Aus den Probenentnahmetiefen (Tab. 1) wurden je 100 ml Wasser in Glasflaschen abgefüllt und mit Lugol'scher Jod-Jodkali-Lösung konserviert. Das in Röhrenverbundkammern sedimentierte Plankton wurde sodann im umgekehrten Mikroskop nach UTERMOEHL gezählt und für jede Art (evtl. Gattung) auf das Einheitsvolumen von 1 Liter umgerechnet [13].

3. ERGEBNISSE

3.1 BEOBACHTETE UND GEZAEHLTE PHYTOPLANKTON-ARTEN

Die in Tabelle 2 aufgelisteten Arten bzw. Gattungen wurden an zwei Instituten von mehreren Mitarbeitern ausgezählt. Unterschiede in der Art der Zählung und Wiedergabe der Resultate machen einen strengen Vergleich einzelner Stationen untereinander oft nicht leicht, namentlich nicht bei den seltener vorkommenden Formen. Jene Arten, welche einen grösseren Anteil der Biomasse ausmachen, wurden bei allen Stationen gezählt, sodass diese Formen voll auswertbar sind. Es muss aber berücksichtigt werden, dass Differenzen des Zell- oder Biomassegehaltes an verschiedenen Stationen (im synchronen Quervergleich) nicht nur auf unterschiedliche ökologische Einflüsse, sondern auch auf derartige methodische Inhomogenitäten zurückgehen.

Abbildung 1: Lageplan der Probenentnahmestellen



Probenentnahmestellen

- 01 Konstanz
- 02 Süssenmühle
- 03 Fischbach
- 05 Lindau
- 06 Langenargen
- 10 Mannenbach
- 11 Zellersee
- 12 Gnadensee
- 13 Berlingen
- 14 Mammern

Zuflüsse (mit Kreis)

- 1 Alter Rhein
- 2 Neuer Rhein
- 3 Lustenauer Kanal
- 4 Dornbirnerache
- 5 Bregenzerache
- 6 Leiblach
- 7 Argen
- 8 Schussen
- 9 Rotach
- 10 Seefelder Aach
- 11 Stockacher Aach
- 12 Radolfzeller Aach
- 13 Steinach
- 14 Goldach

Tabelle 1: Tiefen der Probenentnahme

Stationen	Code-Nr.	Tiefe	Profilproben aus
Konstanz vor Wasserwerk	01	0-60 m	0; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 60 m
vor Süssenmühle	02	0-60 m	0; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 60 m
Fischbach-Uttwil Seemitte	03	0-250 m	0; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 60; 100; 150; 200; 250 m
Lindau-Rohrspitz Seemitte	05	0-60 m	0; 2,5; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 60 m
Langenargen-Arbon Seemitte	06	0-200 m	0; 2,5; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 60; 100; 150; 200 m
Mannenbach	10	0-20 m	0; 2,5; 5; 10; 15; 20 m
Zellersee	11	0-20 m	0; 2,5; 5; 10; 15; 20 m
Gnadensee	12	0-20 m	0; 2,5; 5; 10; 15; 20 m
Berlingen	13	0-40 m	0; 2,5; 5; 10; 15; 20; 30; 40 m
Mammern	14	0-30 m	0; 2,5; 5; 10; 15; 20; 30 m

3.2 DIE VERTEILUNG DES PLANKTONS IM TIEFENPROFIL UND IN DER ZEIT

Bei genügend dichtem Zahlenmaterial, d.h. vor allem bei Formen, welche stets in grösserer Zelldichte vorkommen, wurde die Zellzahl als Zeit-Tiefen-Diagramm (Isopleten-Darstellung) wiedergegeben (Abb. 2-7, a-k). Um die Diagramme nicht mit Zelldichtewerten zu belasten, wurden diese in halbe Zehner-Kategorien eingeteilt und mit Ordnungszahlen bezeichnet:

0	:	0	Zellen/ml	
1	:	1 - 10	"	
2	:	11 - 30	"	Maxima wurden optisch
3	:	31 - 100	"	hervorgehoben durch
4	:	101 - 300	"	kräftig ausgezogene
5	:	301 - 1000	"	Linien (Isopleten zwi-
6	:	1001 - 3000	"	schen 3 und 4 oder
7	:	3001 - 10000	"	4 und 5 je nach Art)
8	:	10001 - 30000	"	

In den Abbildungen 2-7, f-k, ist die Tiefe in zwei verschiedene Massstäbe unterteilt (Obersee-Stationen). Zur Erleichterung von Quervergleichen ist die Tiefenstufe 0 - 20 m gleich gespreizt wie im Untersee (Abb. 2-7, a-e). Auszählraten unterhalb 60 m Tiefe wurden nicht dargestellt. Das Original-Material ist an der EAWAG archiviert.

Nur in geringer Zelldichte bzw. nur sporadisch oder schubweise auftretende Algenarten sind in systematischen Gruppen zusammengefasst, in den Abbildungen 8 bis 49 graphisch-tabellarisch dargestellt. Die Anzahl der jeweiligen Zeichen entspricht den Zelldichte-Kategorien der Isopleten-Darstellungen in Abbildung 2 bis 7.

Um das Format der Abbildungen in vernünftigen Grenzen halten zu können, mussten die Werte der Tiefenstufen 2,5 m mit jenen von 0 m gemittelt und Tiefen unter 40 m weggelassen werden.

3.2.1 *Asterionella formosa* (Abb. 2 a-k)

Zusammen mit *Fragilaria crotonensis* (Kammalge) und *Tabellaria fenestrata* (Fenster-Kieselalge) bildet die Sternalge *Asterionella formosa* einen bedeutenden Anteil an der Gesamtbiomasse. Das Maximum tritt im Juni/Juli ein mit Zelldichten bis gegen 10000 Z/ml. Neben dieser bevorzugten sommerlichen Entwicklungsperiode erscheint die Art aber auch, jedoch mit kleineren Wachstumsspitzen, bereits im April oder sogar im Winter. Obwohl sie im Hochsommer (August/September) nur in geringer Zelldichte auftritt, muss die Darstellung von RUTTNER (cit. in HUBER-PESTALOZZI [6]), nach der die *Asterionella* als kaltstenotherme Form aufgefasst wird, abgeschwächt werden.

Dank ihrem schnellen Teilungsrhythmus scheint sie in der Lage, kurzfristig vorhandene Nischen im ökologischen Gefüge rasch auszunützen zu können, auch wenn die Wassertemperatur weit über 10°C liegt. Aus diesem Grunde ist das zeitliche und örtliche Auftreten der Kieselalge nicht einheitlich: Maxima im Obersee (November 1961) finden im Untersee kein Äquivalent, und selbst in benachbarten Seebecken (Gnadensee/Zellersee) weist *Asterionella* eigene Entwicklungsverläufe auf.

Tabelle 2: Beobachtete und ausgezählte Phytoplanktonarten

gezählt an Station:	01	02	03	05	06	10	11	12	13	14
<u>Cyanophyceen:</u>										
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>					X				X	1
<i>Aphanothece clathrata</i>					X					
var. <i>brevis</i>				X					X	1
<i>Anabaena flos-aquae</i>				X	X				X	1
<i>Microcystis aeruginosa</i>					X				X	1
<i>Oscillatoria obliqueacuminata</i>				X	X				X	1
<u>Chrysophyceen:</u>										
<i>Dinobryon bavaricum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
<i>Dinobryon divergens</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
<i>Dinobryon sociale</i>	X	X	X	X	X	X			X	1
<i>Dinobryon sertularia</i>				X	X					
<i>Dinobryon</i> spp.				X	X				X	
<i>Erkenia subaequiciliata</i>				X	X				X	1
<i>Kephyrion</i> sp.				X	X				X	1
<i>Mallomonas akrokomos</i>	X	X	X					X		
<i>Mallomonas</i> sp.	X	X	X		X	X	X	X	X	1
<i>Pseudopedinella erkensis</i>				X	X				X	1
<i>Uroglena americana</i>					X				X	
<u>Bacillariophyceen:</u>										
<i>Cyclotella/Stephanodiscus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Asterionella formosa</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Fragilaria crotonensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Fragilaria capucina</i>				X	X				X	X
<i>Diatoma elongatum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Melosira islandica</i> var. <i>helvetica</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia acicularis</i>	X	X	X	X	X					
<i>Rhizosolenia longiseta</i>				X					X	X
<i>Synedra acus</i> var. <i>ang./radians</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Synedra</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tabellaria fenestrata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Diverse Formen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<u>Dinophyceen:</u>										
<i>Ceratium hirundinella</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Peridinium pusillum</i>		X	X			X	X	X	X	
<i>Peridinium inconspicuum</i>				X	X				X	1
<i>Peridinium willei/cinctum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
<i>Gymnodinium lantzschii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
<i>Gymnodinium helveticum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
<u>Chlorophyceen:</u>										
<i>Ankistrodesmus</i> spp.				X	X				X	X
<i>Characium</i> sp.				X	X				X	X
<i>Coelastrum reticulatum</i>				X	X				X	X
<i>Gemelliscystis neglecta</i>									X	X
<i>Gloeocystis planctonica</i>									X	
<i>Oocystis</i> sp.				X	X				X	X
<i>Pandorina morum</i>				X	X				X	X
<i>Pediastrum</i> spp.					X				X	X

Tabelle 2 Blatt 2

gezählt an Station:	01	02	03	05	06	10	11	12	13	14
<u>Chlorophyceen:</u>										
<i>Phacotus lenticularis</i>				X	X				X	X
<i>Scenedesmus</i> spp.				X	X				X	X
<i>Selenastrum minutum</i>				X	X				X	X
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>				X	X				X	X
<i>Tetraedron minimum</i>					X				X	X
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>				X	X					
<i>Carteria</i> sp.				X	X					
Diverse Flagellaten				X	X				X	X
<u>Conjugatophyceen:</u>										
<i>Cosmarium</i> sp.				X	X				X	X
<i>Closterium</i> sp.				X	X				X	X
<i>Staurostrum</i> sp.				X	X				X	X
<i>Mougeotia</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<u>Cryptophyceen:</u>										
<i>Cryptomonas erosa/ovata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhodomonas lens</i>	X	X	X		X	X	X	X	X	
<i>Rhodomonas lacustris</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Die Geschwindigkeit, mit der *Asterionella formosa* freie ökologische Nischen ausnützen kann, zeigt sich deutlich in den Isopletendarstellungen Abbildungen 2c, 2f, 2h, 2i, 2k: innerhalb eines Monats erhöht sich die Zellzahl/ml von 1 bis 10 auf ca. 3000 Z/ml. Auch ohne Berücksichtigung der zweifellos vorhandenen Sedimentation ergibt dies eine Verdopplungszeit von ca. 3 Tagen. Wird die tägliche Sedimentation mit 1/10 der vorhandenen Zelldichte berücksichtigt, sinkt die Verdopplungszeit auf ca. 2,4 Tage. Dass in den Isopletendarstellungen die vertikal massierte Verteilung vorherrscht, lässt auf hohe Sedimentationsraten schliessen.

3.2.2 *Fragilaria crotonensis* (Abb. 3 a-k)

Fragilaria gilt als eurytherm (d.h. in jeder Temperatur gedeihend). Ihre Hauptvegetationszeit liegt in der Regel im Hochsommer; aber auch im Winter- und Frühjahresplankton können häufig beträchtliche Individuenzahlen festgestellt werden. In der Untersuchungsperiode 1961/63 zeigte *Fragilaria crotonensis* an allen 10 Probestellen des Obersees und Untersees erstaunlich gute Uebereinstimmung; abgesehen von einigen kleineren Wachstumsspitzen im März/April an wenigen Stellen werden hohe Zelldichten in beiden Seejahren in den Monaten Juli/August festgestellt, die bisweilen bis in den Oktober erhalten bleiben. Der Vergleich der Isopletendarstellungen in den Abbildungen 3 und 50 zeigt, dass *Fragilaria crotonensis* der wichtigste Biomasse-Bildner unter den Kieselalgen und des gesamten Phytoplanktons überhaupt darstellt.

Wie *Asterionella* sedimentiert auch *Fragilaria* schnell, was aus der vertikalen Zelldichte-Verteilung (Abb. 3) hervorgeht. Die photosynthetische Aktivität scheint den sedimentierenden Algen noch lange erhalten zu sein, jedenfalls weist der im Bericht Nr. 5 [3] der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee festgestellte Anstieg von Sauerstoffgehalt und Sauerstoffsättigung im hypolimnischen Wasserkörper im Juli beider Untersuchungsjahre auf eine solche Schlussfolgerung, wenn man die Isoplethendarstellungen in den Abbildungen 3i und 3k kausal interpretiert.

Die Verdopplungszeit der *Fragilaria* liegt in der gleichen Grössenordnung wie bei *Asterionella*, nämlich zwischen 2 und 3 Tagen. Eine Impfung des Untersee-Planktons durch *Fragilaria*-Zellen aus dem Obersee bleibt im Untersee wirkungslos, so bleibt ein ausgesprochenes Wachstums-Maximum im Oktober 1961 (Stationen Konstanz, Fischbach, Süssenmühle) im nachfolgend durchflossenen Untersee aus (üblicherweise entfaltet sich *Fragilaria* im Untersee früher als im Obersee).

3.2.3 *Cyclotella* und *Stephanodiscus* (Abb. 4 a-k)

Die zentrischen Kieselalgen, zu denen *Cyclotella* und *Stephanodiscus* gehören, können nur anhand leerer Schalen bestimmt werden; lebende Zellen können bei gleichgrossen Arten nicht determiniert werden. Da aber die Biomasse-Bestimmung auf den lebenden Zellen basiert, mussten ähnliche Arten beider Gattungen als eine einzige Zell-Kategorie behandelt werden.

Die Abbildungen 4 a bis k lassen erkennen, dass die beiden Gattungen, welche fast ausschliesslich nur kleinzellige Arten umfassen, während der ganzen Untersuchungsperiode in vielen Massenentwicklungen auftreten, und zwar von Station zu Station verschieden. Ein synchrones Auftreten an verschiedenen Stellen ist nur von Februar bis April feststellbar. In der übrigen Zeit herrscht ein scheinbar regelloses Auftreten der beiden Gattungen vor.

Es ist zu vermuten, dass daran mehrere, sich aber nicht gleichzeitig entwickelnde Arten beteiligt sind. Die hohe Teilungsfähigkeit der zentrischen Kieselalgen begünstigt ein solches Verhalten: Liegt die Verdopplungszeit von *Asterionella* und *Fragilaria* in der Grössenordnung von Tagen, so genügen bei den kleinen Species der Gattungen *Cyclotella* und *Stephanodiscus* Stunden (BLOESCH [5]). Da kleine Zellen langsamer sedimentieren als grosse, verbleiben die *Cyclotella*-und *Stephanodiscus*-Arten praktisch ganzjährig im Epilimnion.

Dadurch ist der Lebensraum jederzeit genügend inokuliert, um bei jeder kurzfristigen Verbesserung der Nährstofflage eine neue, rasche Wachstumsphase auszulösen, die sodann z.B. durch den Kieselsäuregehalt, der namentlich im Hochsommer durch die riesigen Maxima von *Asterionella* und *Fragilaria* sehr stark beansprucht wird, limitiert werden kann.

3.2.4 *Synedra acus* (Abb. 5 a-e)

Synedra acus (Nadel-Kieselalge) mit den beiden Variationen *radians* und *angustissima*, die sich durch längere Zellen vom Wildtyp unterscheiden, erscheint in der Untersuchungsperiode 1961/63 nur im Untersee in höheren Zelldichten. Im Obersee ist die Art nur sporadisch und nur in geringer Zelldichte (Maximum bei Langenargen, bis 100 Z/ml) anzutreffen. Eine Isoplethendarstellung ist des-

halb nur für die Unterseestellen sinnvoll. Ausser einer Massenentfaltung, die in der Zeit von März bis Juni 1962 an allen Stellen gleichzeitig erscheint, tritt die Art während der übrigen Zeit in den Hintergrund. Interessant ist die Feststellung, dass die Entwicklung des Maximums nicht an der Oberfläche, sondern in 5 bis 15 m Tiefe beginnt und erst allmählich an die Oberfläche steigt, wo es bis in den Juni erhalten bleibt, während gleichzeitig die Zelldichte in der Tiefe auf etwa 3 % der Oberflächendichte absinkt.

Nach Beobachtungen von HUSTEDT (cit. in HUBER-PESTALOZZI [6]) ist *Synedra acus* var. *angustissima* eine typische Planktonform, die hauptsächlich in den oberen Wasserschichten im Sommer Maxima bilden kann, während *S. acus* var. *radians* in Wasserschichten unter 10°C gedeiht und sich im Sommer gegen die Tiefe zurückzieht. Die Isoplethen-Verläufe in den Abbildungen 5d und 5e können demnach als Resultat einer allfälligen Sukzession der beiden Varietäten in der Zeit von März bis Juni interpretiert werden. Die Sedimentationsrate dürfte für diese Art relativ gering sein.

3.2.5 *Cryptomonas erosa/ovata* (Abb. 6 a-k)

Die Gattungen *Cryptomonas* und *Rhodomonas* sind die quantitativ wichtigsten Vertreter des Zwerg-(Nanno-)Planktons. Ihre Bestimmung ist schon in der lebenden Zelle eine Aufgabe für Spezialisten; anhand konservierter Proben ist sie im Routinebetrieb praktisch unmöglich, weshalb diese Gattung (mit einer nicht bekannten Anzahl von Arten) in einer einzigen Zellen-Kategorie zusammengefasst wurde.

Cryptophyceen sind begeisselte, eigenbewegliche Algen, die sich aktiv in der bevorzugten Tiefe einschichten können. Dank ihrer Kleinheit sedimentieren sie zudem langsam. Dieser Sachverhalt wird durch die Abbildung 6 und 7 bestätigt. Im Zeit-Tiefen-Diagramm herrschen nicht vertikale, durch rasche Sedimentation bedingte Verteilungsbilder vor, sondern höhere Zelldichten werden nur in den obersten 5 bis 10 m beobachtet, wo Maxima infolge fehlender Sedimentation auch über grössere Zeiträume erhalten bleiben und wahrscheinlich einen intensiven kurzgeschlossenen internen Nährstoff-Kreislauf unterhalten; unterhalb 15 m Tiefe steigt die Zelldichte selten über 1000 Z/ml an.

Wie schon bei den zentrischen Kieselalgen sucht man vergeblich nach einer geordneten Sukzession der Arten. Vermehrungsphasen treten in kalten wie in warmen Jahreszeiten auf. Jede Probenentnahmestelle weist ein anderes Verbreitungsmuster auf; selbst die Ergebnisse der Stationen Mannenbach und Mammern, die bei grösseren Arten stets gute Uebereinstimmung zeigen (eine Folge der hier schon starken Strömung) weichen voneinander ab. Offenbar genügt hier die Verfrachtung dieser Arten noch nicht, um schnell wachsende Organismen (wie zentrische Kieselalgen und *Cryptomonas* und *Rhodomonas*) gleichmässig verteilen zu können, da das Ergebnis dieser Verteilung durch eine intensive Wachstumsphase überspielt werden kann, wenn diese nicht gleichzeitig an allen Stellen auftritt.

3.2.6 *Rhodomonas lacustris* (Abb. 7 a-k)

Die beiden festgestellten Arten (*R. lacustris* und *R. lens*) wurden laut Tabelle 2 an allen Stationen, ausgenommen Mammern und Lindau, getrennt erfasst. Das zeitliche Auftreten von *R. lens* (Abb. 28, 32, 37, 38, 39, 40, 41 und 49) zeigt nun an verschiedenen Probenentnahmestellen ein sehr unterschiedliches Bild. Der Schluss liegt nahe, dass die beiden Arten bei der Bestimmung und Zählung nicht immer sicher auseinander gehalten werden konnten, was angesichts der ausgeprägten Ähnlichkeit der Arten (z.B. gleiche Zellgrösse bei bestimmten Ernährungsverhältnissen) nahe liegt.

Die Verfälschung der Isopletendarstellung in den Abbildungen 7 a bis k ist jedoch gering; die niedrige Zelldichte des *R. lens* verschiebt infolge der ohnehin schon hohen Zelldichten des *R. lacustris* das Verteilungsmuster nur noch wenig. Ähnlich wie *Cryptomonas* ist die Gattung *Rhodomonas* zeitlich und örtlich uneinheitlich verteilt. An der Stelle Konstanz erreicht *R. lacustris* (bei einem 14-tägigen Probenentnahme-Rhythmus) unter allen untersuchten Arten die grösste Zahl eigentlicher Wachstumsspitzen während der zweijährigen Untersuchungsperiode. Neben der enormen Wachstumsgeschwindigkeit müssen allerdings auch Schwarmbildungen und Verfrachtungen aus andern Seebecken zur Erklärung der starken Fluktuationen in Betracht gezogen werden.

Abb. 2a

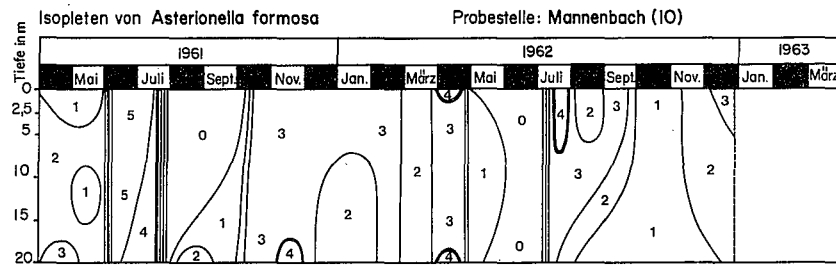


Abb. 2b

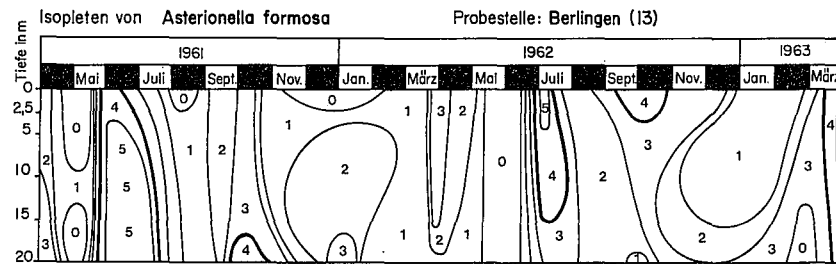


Abb. 2c

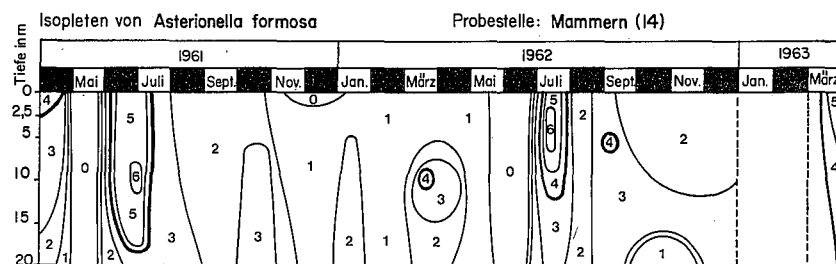


Abb. 2d

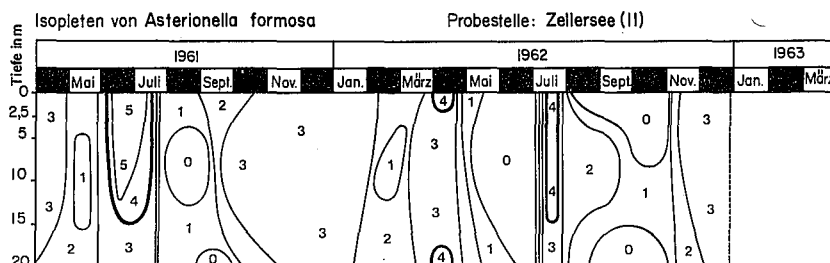


Abb. 2e

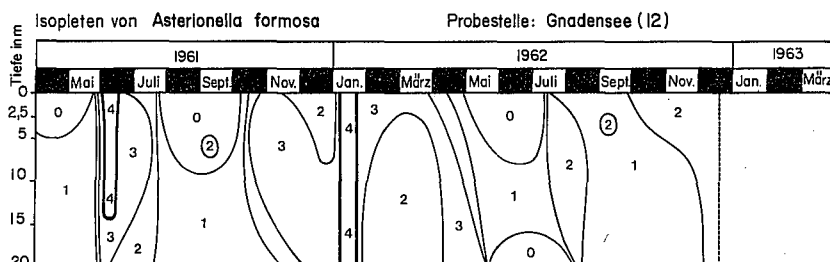


Abb. 2f

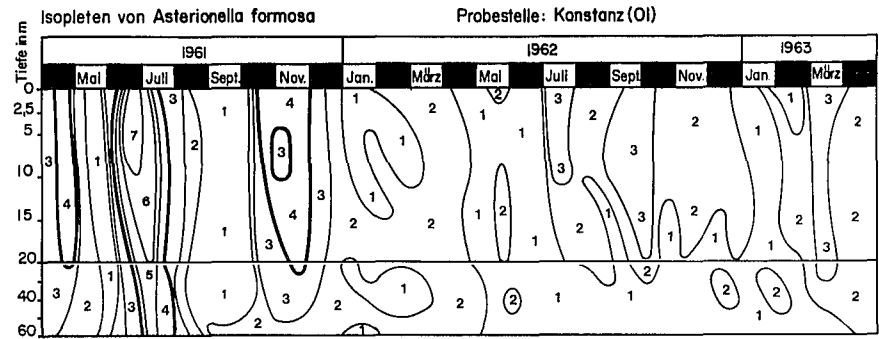


Abb. 2g

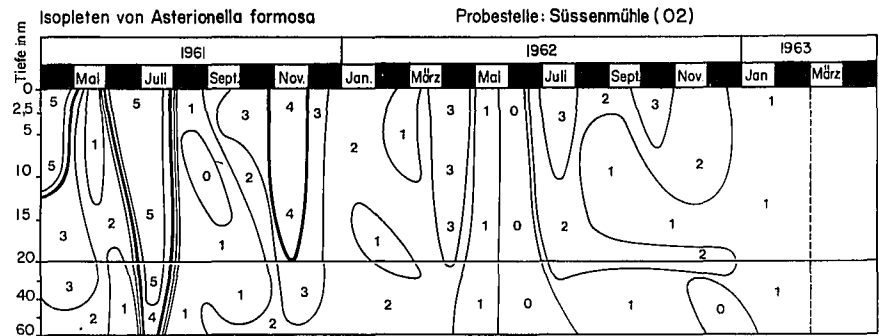


Abb. 2h

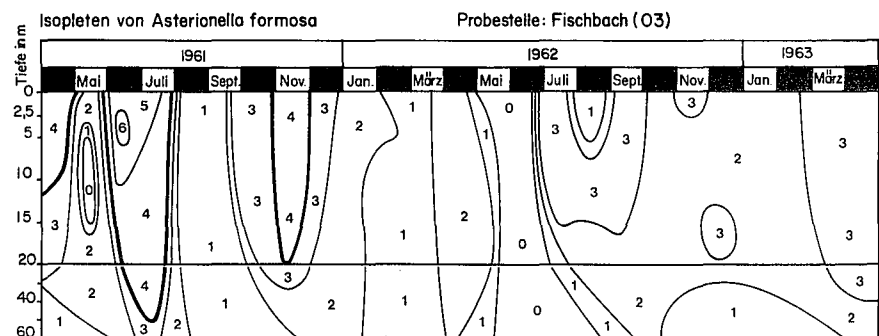


Abb. 2i

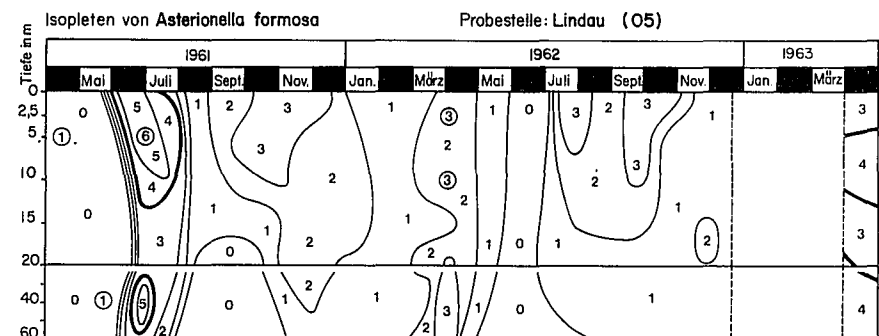


Abb. 2k

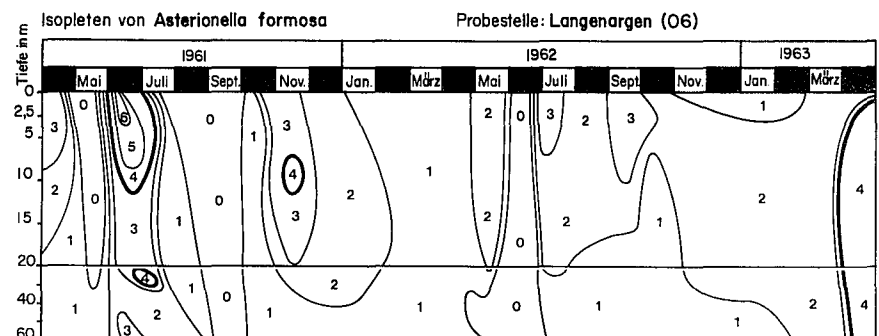


Abb. 3a

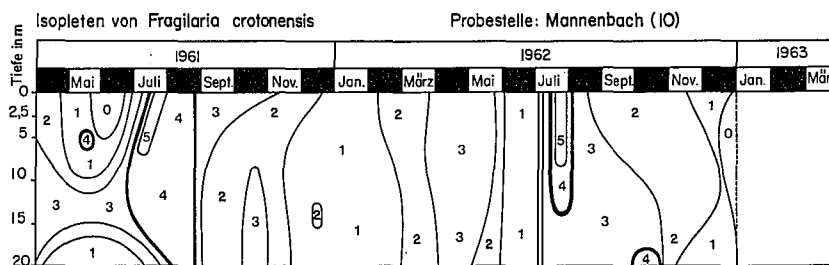


Abb. 3b

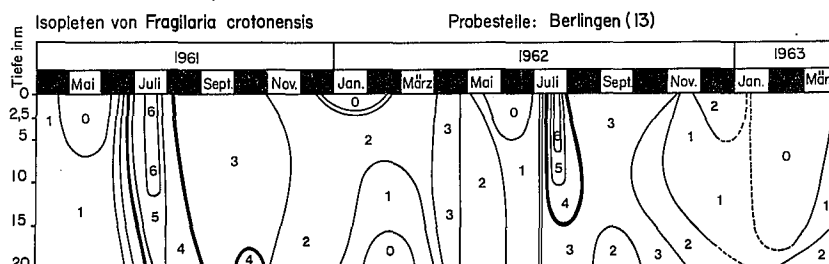


Abb. 3c

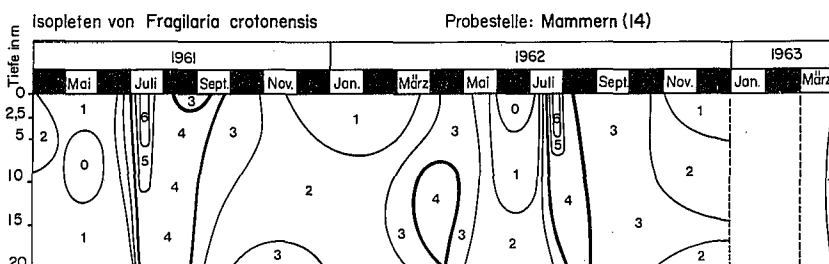


Abb. 3d

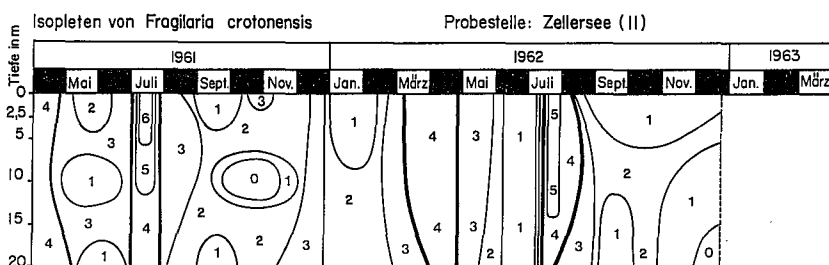


Abb. 3e

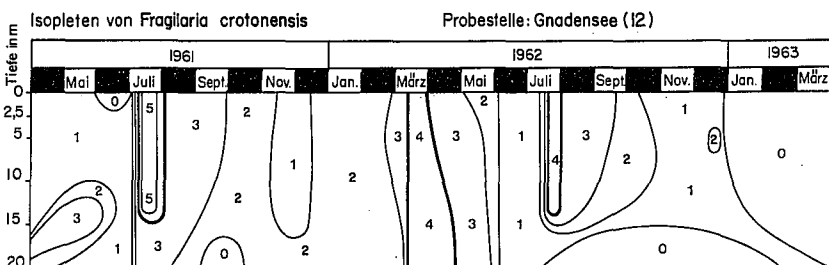


Abb. 3f

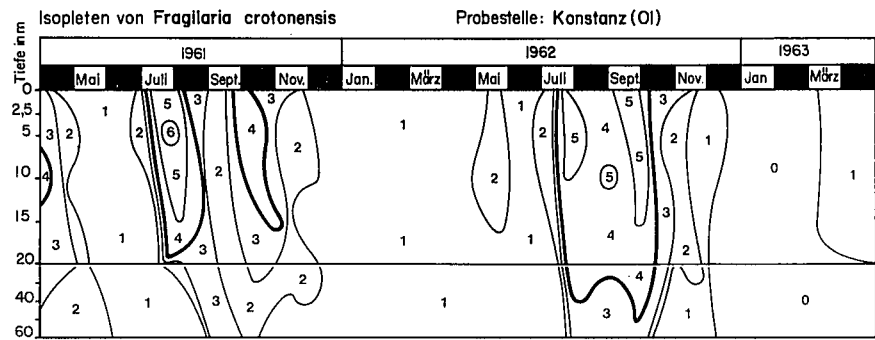


Abb. 3g

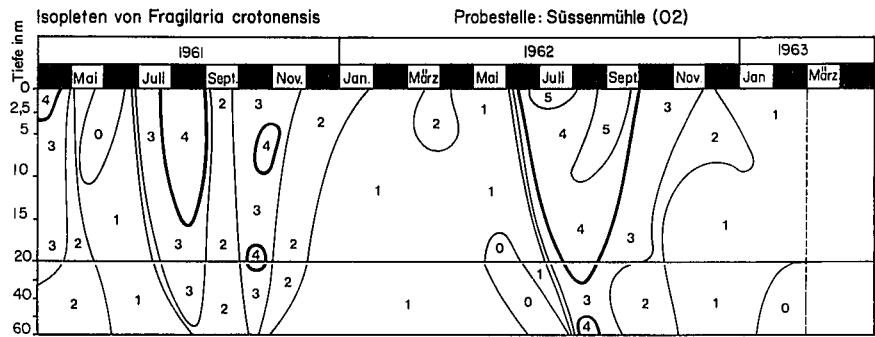


Abb. 3h

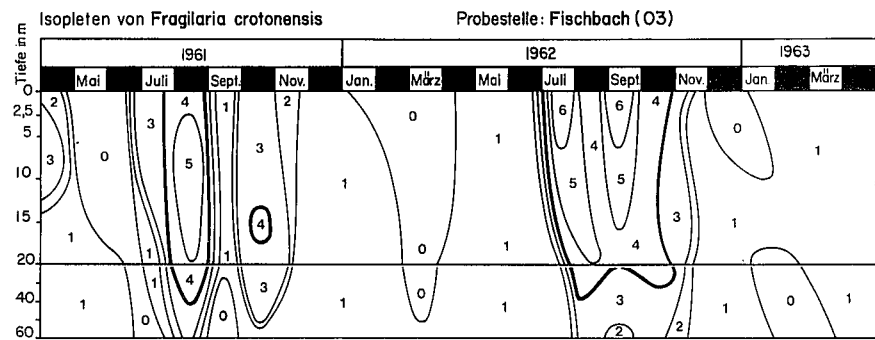


Abb. 3i

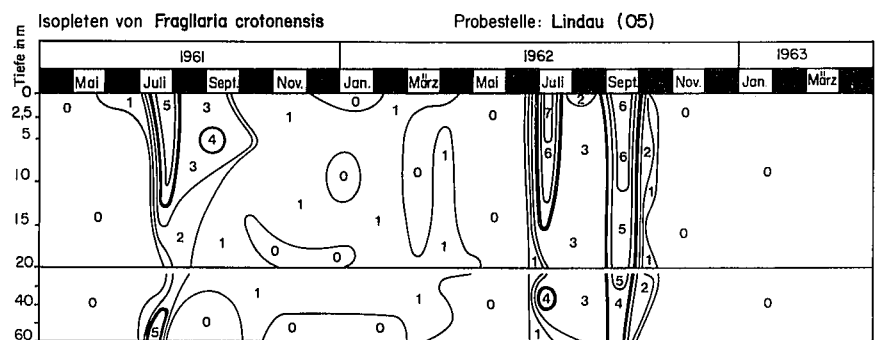


Abb. 3k

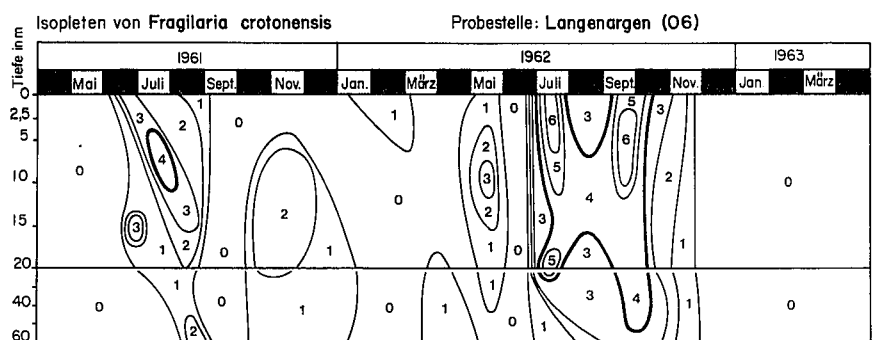


Abb. 4a

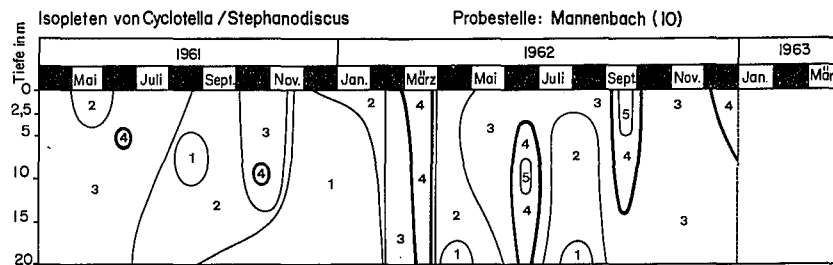


Abb. 4b

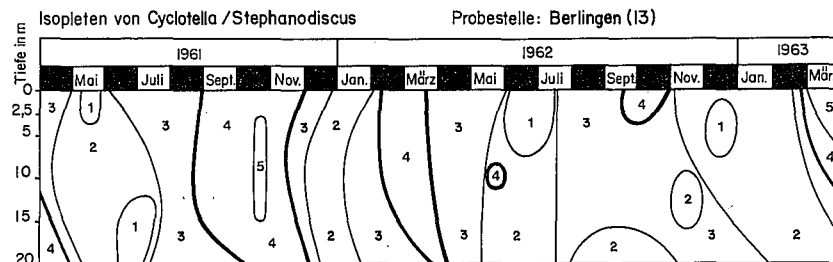


Abb. 4c

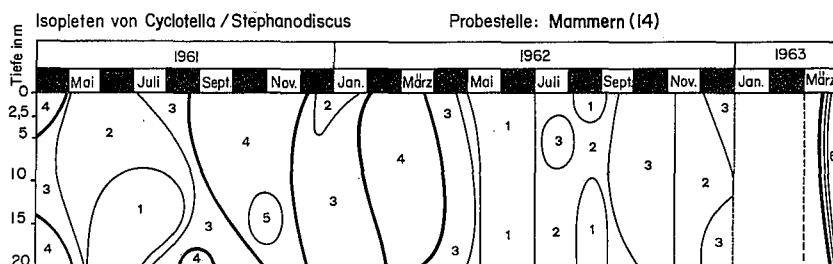


Abb. 4d

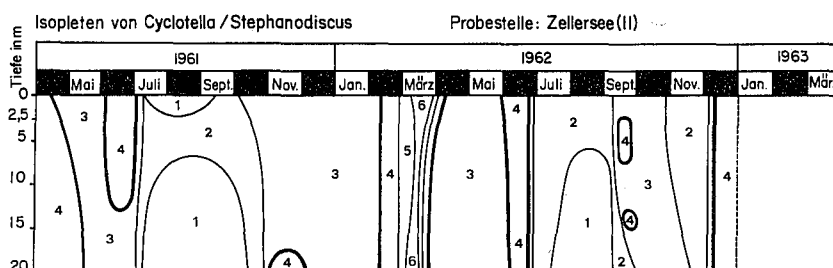


Abb. 4e

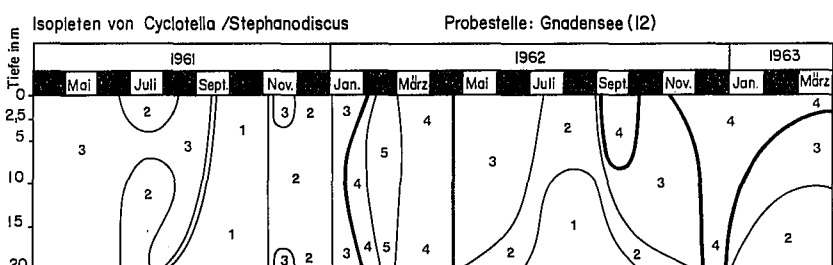


Abb. 4f

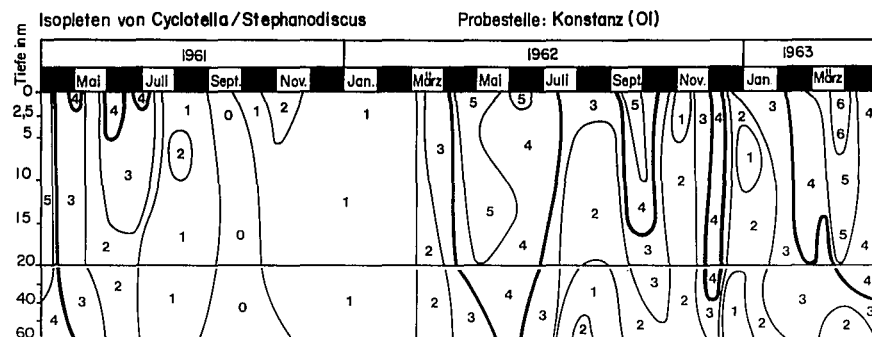


Abb. 4g

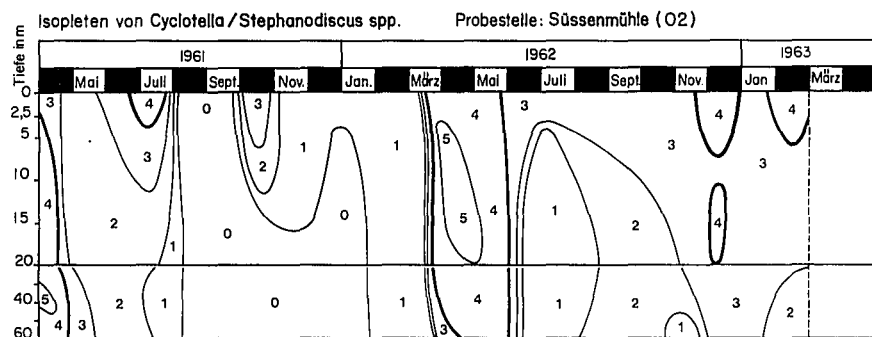


Abb. 4h

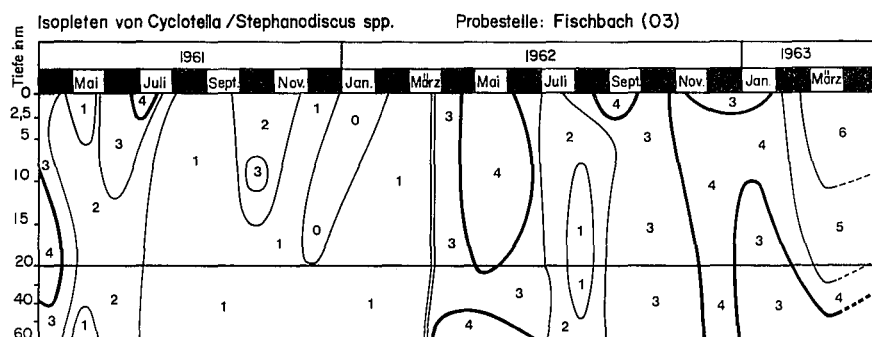


Abb. 4i

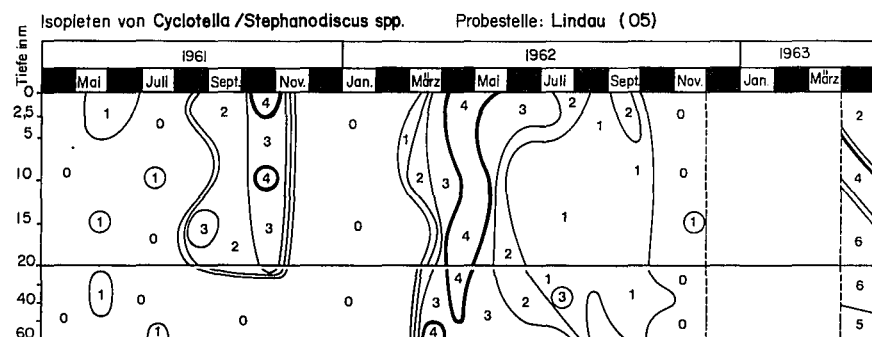


Abb. 4k

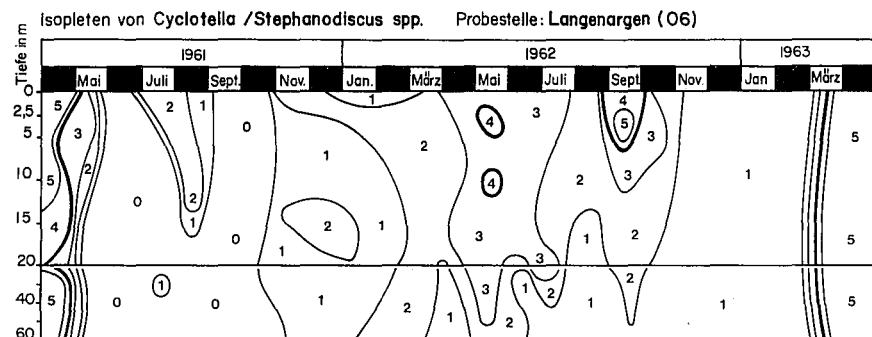


Abb. 5a

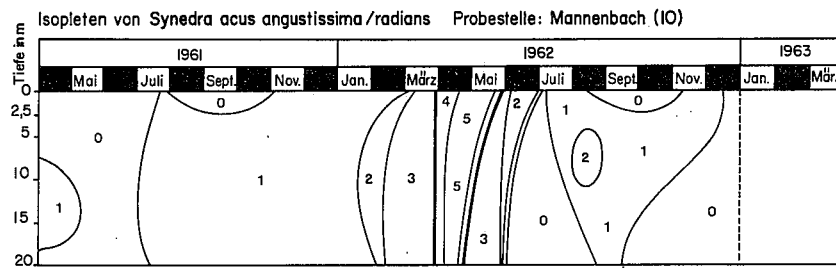


Abb. 5b

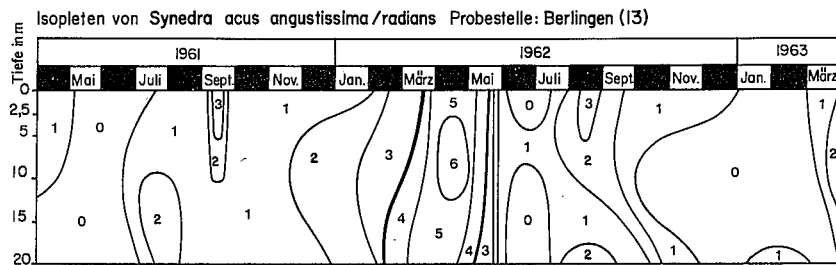


Abb. 5c

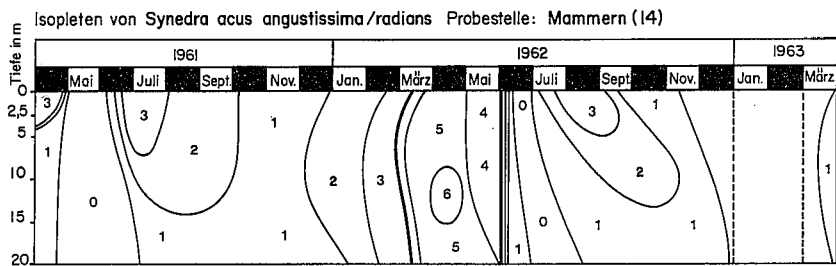


Abb. 5d

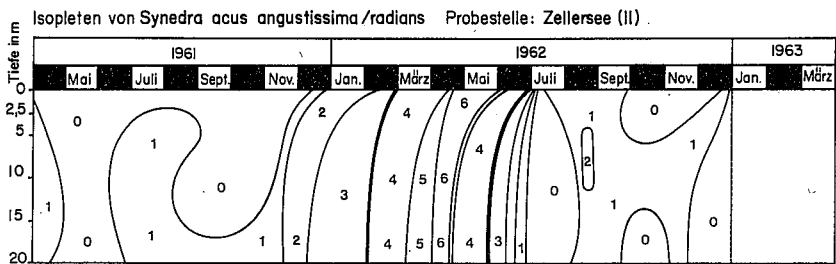


Abb. 5e

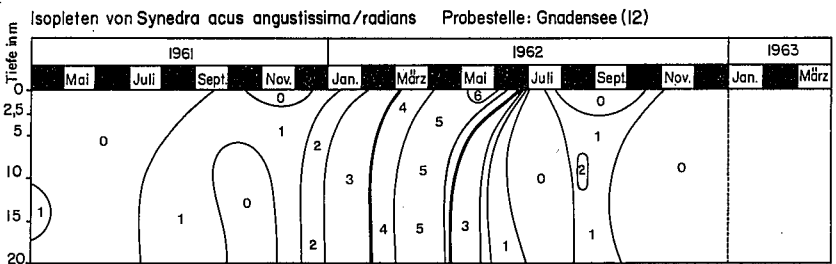


Abb. 6a

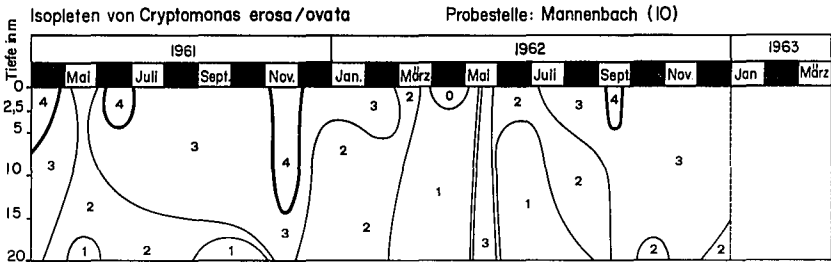


Abb. 6b

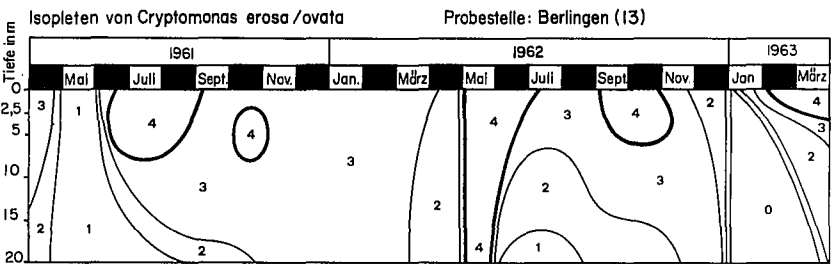


Abb. 6c

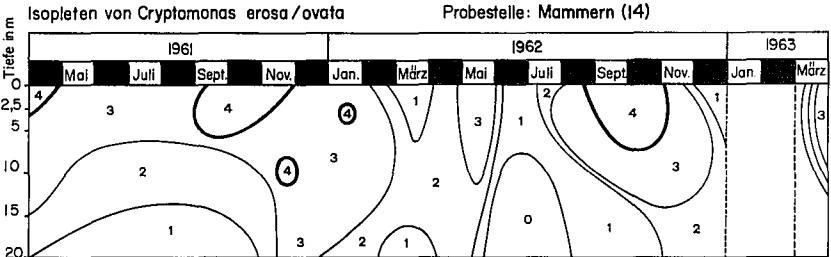


Abb. 6d

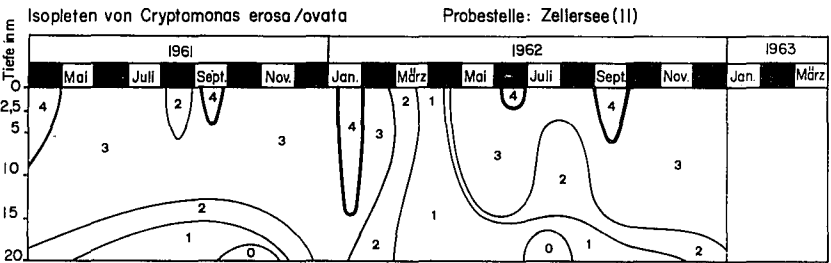


Abb. 6e

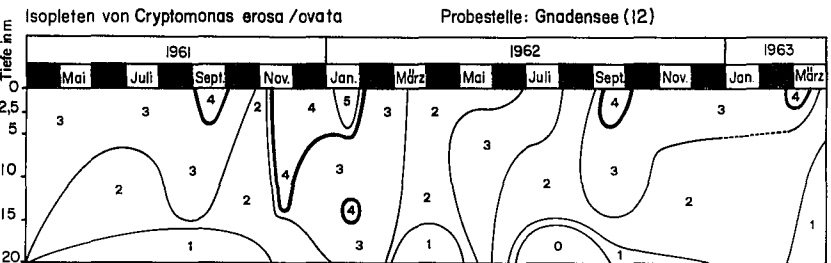


Abb. 6f

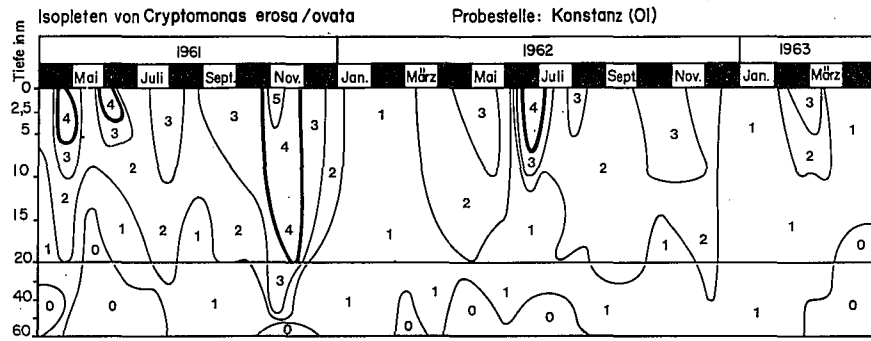


Abb. 6g

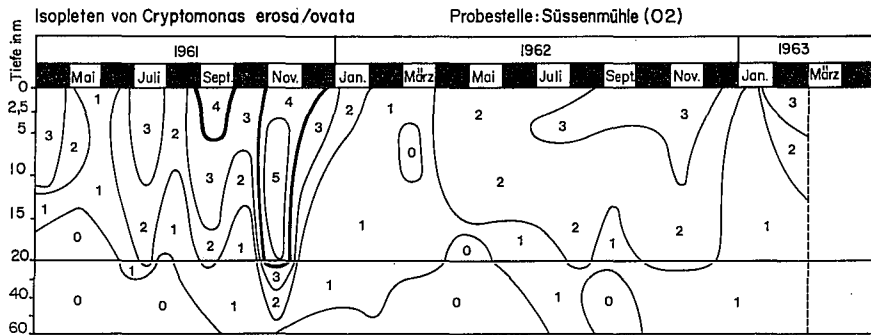


Abb. 6h

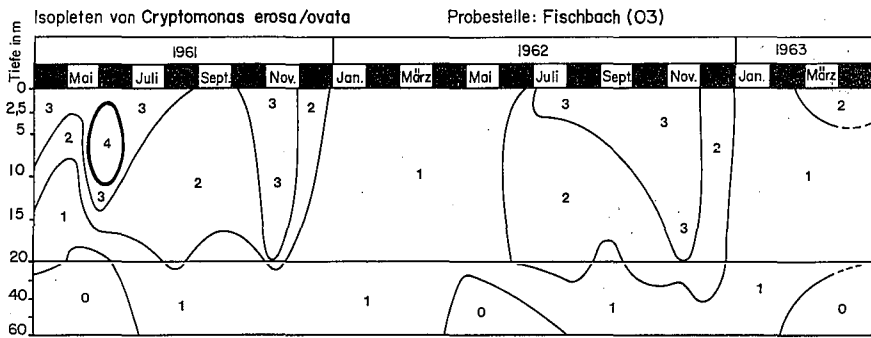


Abb. 6i

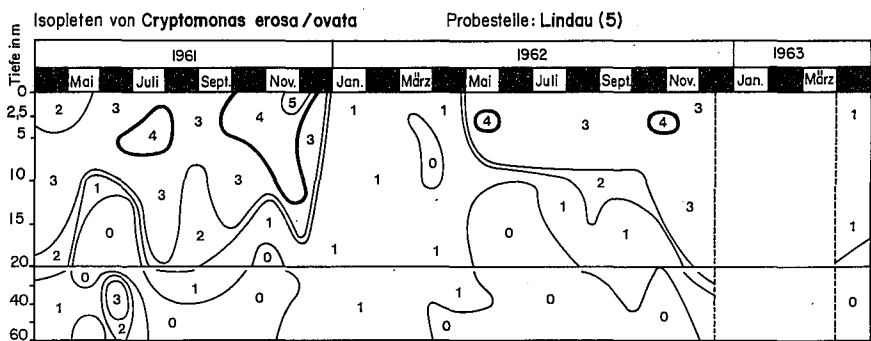


Abb. 6k

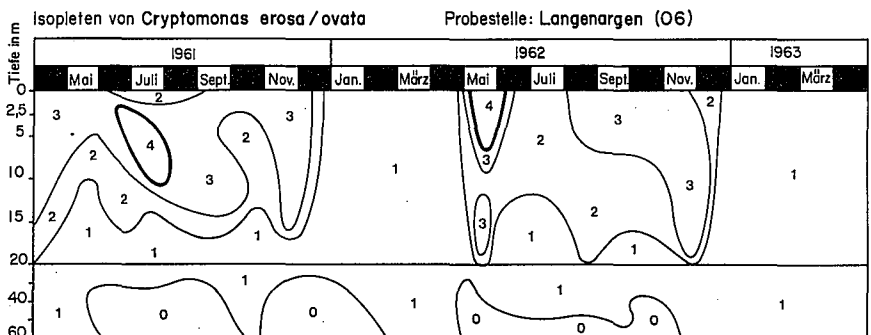


Abb. 7a

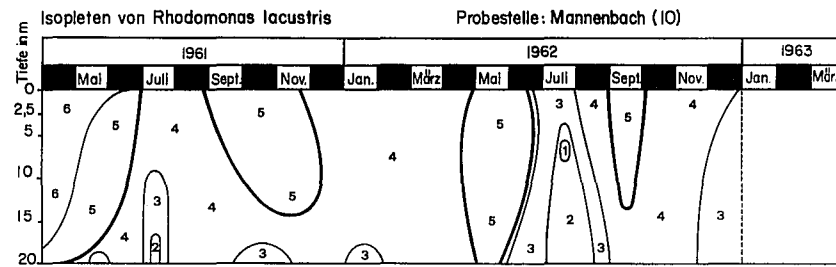


Abb. 7b

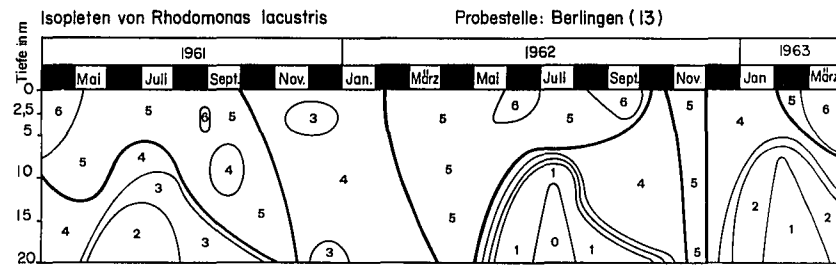


Abb. 7c

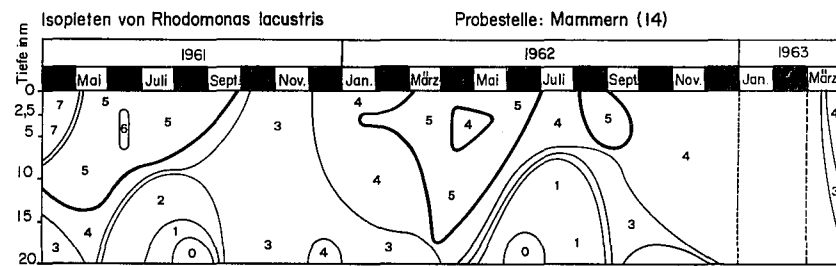


Abb. 7d

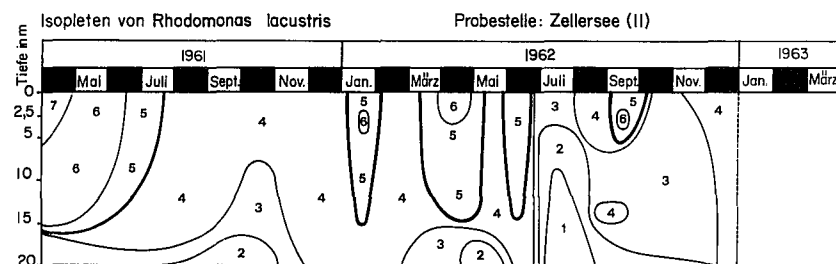


Abb. 7e

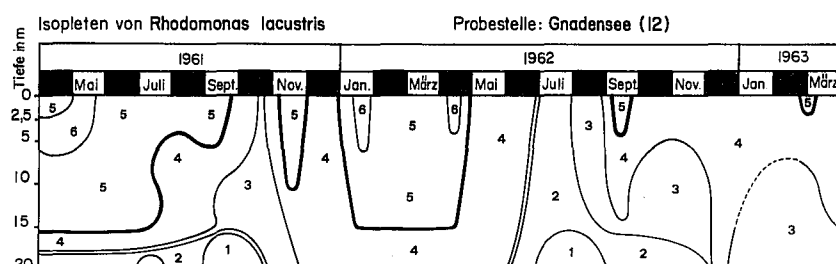


Abb. 7f

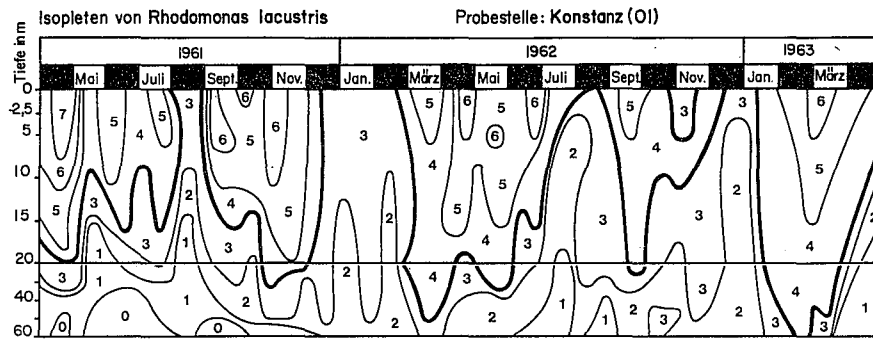


Abb. 7g

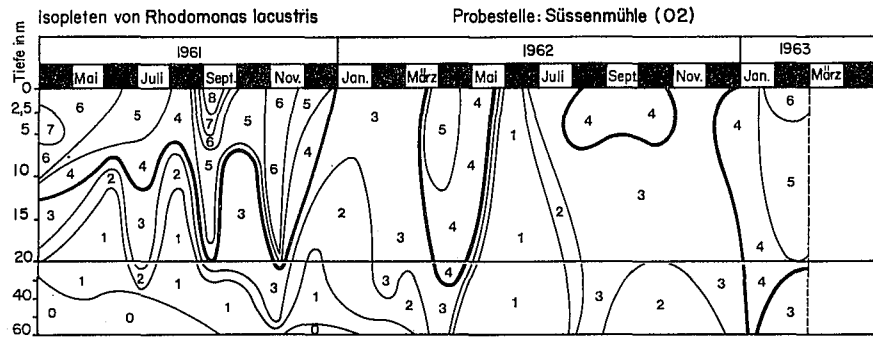


Abb. 7h

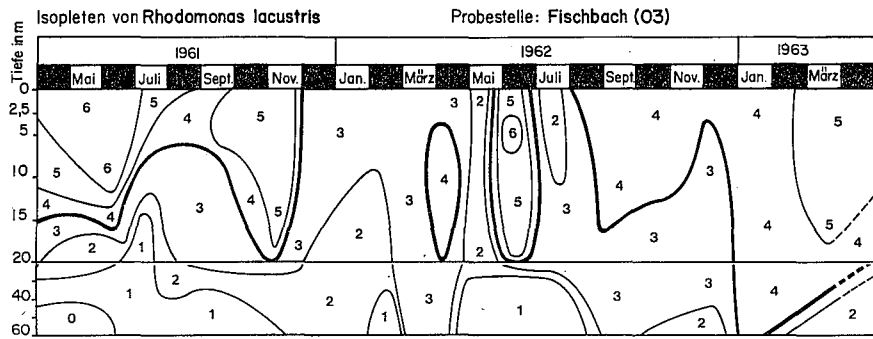


Abb. 7i

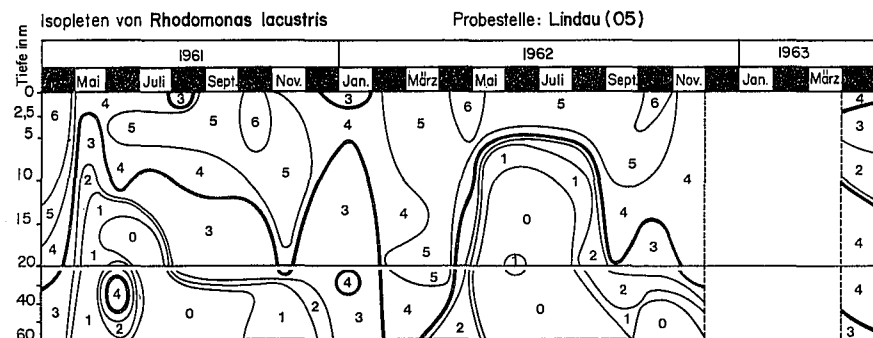
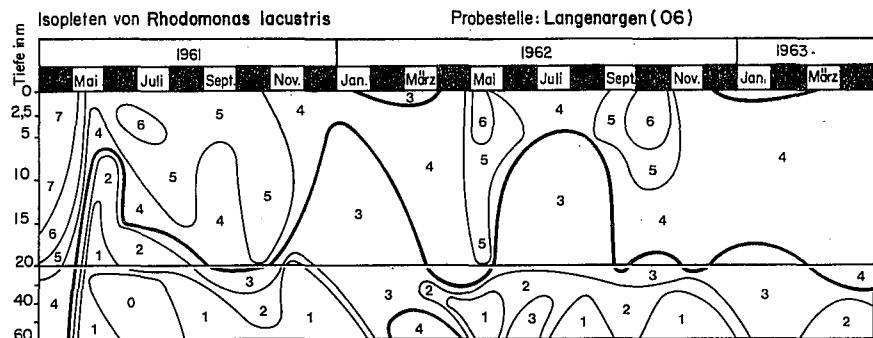


Abb. 7k



3.2.7 Das jahreszeitliche Auftreten weiterer Algen

Cyanophyceen (Abb. 32, 36, 45, 49)

Die Blaualgen erscheinen sowohl im Obersee wie im Untersee gehäuft im Herbst. Grössere Zelldichte erreicht nur *Oscillatoria obliqueacuminata* (1000 Z/ml). Das gleichzeitige Auftreten mehrerer Blaualgen-Arten steigert im September bis November deren Biomassenanteil bis auf 30 % (Abb. 60 bis 63, 70 bis 73). Da die Blaualgen nur an vier Stationen ausgezählt wurden, ist ein eingehender Horizontal-Vergleich nicht möglich (Vergl. Tab. 2).

Chrysophyceen (Abb. 29, 33, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 46)

Verschiedene *Dinobryon*-Arten und *Erkenia* sp. sorgen an einigen Stellen (vor allem im Spätsommer 1961) für nicht zu vernachlässigende Biomasse-Anteile (z.B. Konstanz, September 1961, 25 % [Abb. 64]). Im Jahr 1962 sind im ganzen Bodensee (Obersee und Untersee) bedeutend weniger Chrysophyceen festzustellen. Bei fast allen Arten sinkt die Zelldichte auf ca. 10 % des Vorjahreswertes, andere Arten, wie *Dinobryon sociale* und *Dinobryon bavaricum*, verschwinden stellenweise ganz.

Dinophyceen (Abb. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17)

Die meisten Dinophyceen sind über das ganze Jahr vertreten, allerdings nur in geringen Zelldichten. Nur in den Monaten August/September kann eine schwache Massierung beobachtet werden. Da *Gymnodinium helveticum* heterotroph ist, ist diese Alge nicht - wie *Peridinium* und *Ceratium* - auf eine Einschichtung an der Oberfläche angewiesen. Wo sich die rein phototrophen Dinophyceen ausbreiten, treten *Gymnodinium helveticum* und *G. lantzschii* vielmehr zurück.

Bacillariophyceen (Abb. 18 bis 27)

Im Untersee wurden 4 bis 6 Arten, im Obersee 6 oder 7 Arten gezählt; weitere sporadisch auftauchende Kieselalgen wurden in einer einzigen Zählkategorie als "diverse Diatomeen" erfasst.

Dem höheren Artenreichtum des Obersees stehen mehrheitlich grössere Zelldichten im Untersee gegenüber. Ein regelmässiges Auftreten ist nicht festzustellen. Die meisten Arten erreichen nur geringe Zelldichten und sind auch für die Biomasse-Berechnung wenig ergiebig. Ausgenommen ist lediglich *Diatoma elongatum*, die im April 1962 im Zellersee und im Gnadensee bis zu 1000 Zellen/ml ansteigt und damit die Biomasse um ca. 1 mg/l erhöht, ferner *Tabellaria fenestrata* und *Melosira islandica helvetica* (beides grossvolumige Formen), welche trotz geringer Zelldichte einen messbaren Anteil an die Gesamtbiomasse beisteuern.

Im Obersee sind die Diatomeen während beider Seejahreszyklen ausgeglichen verteilt; im Untersee werden 1961 im allgemeinen bedeutend höhere Zellkonzentrationen festgestellt als im darauffolgenden Jahr. Im kleinen wiederholen so die Diatomeen die Schwankungen der Gesamtbiomasse, die in den Abbildungen 53 a bis k dargestellt ist.

Chlorophyceen, Conjugatophyceen und singuläre Flagellaten
(Abb. 30, 31, 34, 35, 43, 44, 47, 48)

Die meisten planktischen Chlorophyceen sind dank ihrer geringen Zellgrösse (< 50 µm) zum Nannoplankton zu rechnen. Dies bedeutet, dass sie als Biomasse nur dann ins Gewicht fallen, wenn sie in hohen Zelldichten auftreten. Wenn man zunächst von den Flagellaten absieht, erfüllt von den beobachteten Chlorophyceen (Tab. 2) keine einzige diese Bedingung. Tatsächlich liegen die maximalen absoluten Biomassewerte aller Chlorophyceen unter 0,2 mg/l.

Chlorophyceen und Conjugatophyceen bevorzugen warmes Wasser; im Winter werden praktisch keine planktischen Grünalgen beobachtet. Viele Arten erscheinen überhaupt nur in ein bis zwei Proben jährlich. Wenn freilich die anderen Algenklassen zurücktreten, kann das gleichzeitige massierte Vorkommen mehrerer Grünalgenarten erhebliche relative Biomassenanteile hervorbringen.

Die Tatsache, dass bei der Zählung die Chlorophyceen an sechs Stationen vernachlässigt wurden, bedeutet einen Informationsverlust und erschwert den Vergleich der Algenfloren unter den Probenentnahmestellen.

Die singulären Flagellaten umfassen neben Vertretern farbloser Algenstämme und der Euglenophyceen bzw. Xanthophyceen auch nicht weiter bestimmbar Grünalgen-Flagellaten und Gameten (= begeisselte Fortpflanzungszellen diverser Algen). Ihre grösste Dichte wird im Mai 1962 an den Stationen Berlingen und Mammern beobachtet.

Legende zu den Abbildungen 8 bis 49

Mit der Anzahl Zeichen wurden Zelldichten analog zu den Kategorien in den Abbildungen 2 bis 7 aufgetragen:

1	:	1 - 10	Zellen/ml
2	:	11 - 30	Zellen/ml
3	:	31 - 100	Zellen/ml
4	:	101 - 300	Zellen/ml
etc.			

Die Tiefe 2,5 m wurde mit 0 m gemittelt, Tiefen unter 40 m wurden weglassen.

Diverse Dinophyceen

Probestelle: Mannenbach (10)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	13. 7. 61	17. 8. 61	14. 9. 61	19. 10. 61	16. 11. 61	14. 12. 61	18. 1. 62	15. 2. 62	15. 3. 62	12. 4. 62	17. 5. 62	14. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62
0	■ ★	*	■		▲ ■ ★	▲ ■ ■ ■		★			★	●	★	★			▲ ★	▲		★	★
5	■ ●	*	★		▲ ■ ●	■ ■ ■	■	★	●	●	★	●	★	★			★				
10	■ ★ ●		○		▲ ■ ■	▲ ■ ■	*	★	●	★	★	●	★	★	●		★ ●	★			★
15	■ ★ ●	*	■	○	▲ ■ ●	▲ ■ ■	*	★ ○	○	○	★ ○	○	★	★	○		★ ●				★
20	★ ○	★	○	★	★ ■ ○	★ ■	▲	★	★	★	★	○	★	★	○	○	★ ○	☆			☆

▲ Ceratium hirundinella
* Peridinium pusillum

■ Peridinium cinctum / willei
★ Gymnodinium helveticum

● Gymnodinium lantzschii

Abb. 9

Diverse Dinophyceen

Probestelle: Berlingen (13)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	20. 7. 61	23. 8. 61	14. 9. 61	19. 10. 61	22. 11. 61	13. 12. 61	18. 1. 62	21. 2. 62	27. 3. 62	16. 4. 62	17. 5. 62	18. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62	5. 2. 63	6. 3. 63	16. 4. 63
0	■ ★	■	■	■ ● ○	▲ ■ ○	▲ ■ ★		★	★	●	★	●	★ ●	★ ●		★	★ ■	▲ ■ ○	■ ★	■	■ ★	●	● ●	○
5	■ ★		■	■ ● ○	○	★ ■ *		★	★	★	★	★	●	★			★ ■	○	■			●	● ●	★
10	★ ●		★	○		■ ●		★	★	★	●	●	●	★ ●	★	★	★	▲	★	■		●	●	●
15	●	■	●		●	★		●	★	★	●	★	●	★	★	★	★	○	★	■		●	●	●
20	★ ●	■	●		★	★		★	★	★	★	★ ●	●	★ ●	★	★		○		★	■		●	●
30	●	●	★		●		●	★	★	★	●	●	●	★ ●	●			○		★	■	●		★
40	★ ●	●				★		★	●	★	★	★	★	★ ●	●			○				★		★

▲ Ceratium hirundinella
* Peridinium pusillum

○ Peridinium inconspicuum
■ Peridinium cinctum/willei

★ Gymnodinium helveticum
● Gymnodinium lantzschii

Abb. 10

Diverse Dinophyceen

Probestelle: Mammern (14)

TIEFE	0	5	10	15	20	30
18. 4. 61	★ ●	★ ●●	★ ●	★ ●●	★ ●	★ ●
18. 5. 61						●
15. 6. 61	■	■	■		●	
13. 7. 61	■◇	◇	★	★	★	
23. 8. 61	■ ◇ ▲	■ ◇	★ ●	★ ●●	★ ●	●
14. 9. 61	■ ◇ ▲	■ ◇	★	★	★ ●	
24.10.61	★ ●	★	★ ●		●	★
22.11.61	★ ●	●	★	★ ●	★ ●	
13.12.61	★ ●	★ ●	★ ●	★ ●	★ ●	●
18. 1. 62	★ ●	★ ●	●	★	●	●
21. 2. 62	★ ●	★ ●	★ ●	●	★ ●	★ ●
27. 3. 62	★ ●	●	★ ●	●	●	★ ●
16. 4. 62	★ ●	★ ●	★ ●	★ ●	★ ●	
17. 5. 62	★ ●	★ ● ■	★ ●	★ ●	★ ●	●
18. 6. 62		★		●		
18. 7. 62	▲	●	★	★	★	●
15. 8. 62	■ ◇ ▲	▲	★ ●	★ ●	★	●
12. 9. 62	■ ◇ ▲	■	■	★ ●		
17.10. 62	★ ●	★ ■	★	★ ●	★	★ ●
14. 11. 62	★ ■	★ ■				
12.12. 62	★ ■ ▲	★	■ ●	■ ★ ●	■	
16. 4. 63	★		★ ●	★ ●	★ ●	

▲ Ceratium hirundinella

■ Peridinium cinctum/willei

● Gymnodinium lantzschii

◇ Peridinium inconspicuum

★ Gymnodinium helveticum

Abb. 11

Diverse Dinophyceen

Probestelle: Zellersee (11)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	13. 7. 61	17. 8. 61	14. 9. 61	19. 10. 61	16. 11. 61	14. 12. 61	18. 1. 62	15. 2. 62	15. 3. 62	12. 4. 62	17. 5. 62	14. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62
0	●		★	●	▲ *	▲ *	■	★	★ ●	★	★	●●	★	★	★		★ *	▲	★	★	★ ●
5	★ ●	●	★	■	■		★	★	★ ●●	★	★	●●	★	★	★					★	●
10	★ ●●	●	★		■	*		★	★ ●	★	★	●●	★	★	★	★			★		★
15	★ ●●	★	★		▲ *	*		★	★ ●	★	★	★	★	★	★	★	★		★	★	★
20	★	●	★	★	★		●	★	★ ●	★	★	●●	★		★						●

▲ Ceratium hirundinella

■ Peridinium willei/cinctum

● Gymnodinium lantzschii

* Peridinium pusillum

★ Gymnodinium helveticum

Abb. 12

Diverse Dinophyceen

Probestelle: Gnadensee (I2)

TIEFE	0	5	10	15	~19
18. 4. 61	★ ■	★ ■	★ ●	★ ■ ★ ●	★ ● ★ ●
18. 5. 61	★		★	★	★
15. 6. 61	▲		★	★	★
13. 7. 61	● ▲		★	★	
17. 8. 61	■ *	● *	★ ▲ ★ *	■ * ■ *	★ ■ ★ *
14. 9. 61	★ ■ ★	★	★ ■ *	■ ▲ ■ *	
19. 10. 61	★	■ ▲	■		
16. 11. 61	★ ●	★ *	★ ●	★ ★ ★ ●	★ ● ★ ●
14. 12. 61	★ ●	★	★ ●	★ ★ ★ ●	★ ● ★ ●
18. 1. 62	★ ● ■	★ ●	● ●	★ ●	★ ● ★ ●
15. 2. 62	★ ●	★ ●	★ ●	★ ●	★ ● ★ ●
15. 3. 62	★ ●	● ●	● ●	★ ●	★ ● ★ ●
12. 4. 62	★	★	★	★	
17. 5. 62	★	★	★	★	★
14. 6. 62	★	★	★ ●	★	
18. 7. 62					
15. 8. 62	★ ▲				
12. 9. 62					
17. 10. 62		★			
14. 11. 62					
12. 12. 62	★	●	★	★	★
27. 2. 63	★ ●	★ ●	★ ●	★ ●	●
13. 3. 63	★ ●	★ ●	●	★ ●	★ ●

- ▲ Ceratium hirundinella
* Peridinium pusillum
- Peridinium cinctum / willei
★ Gymnodinium helveticum
- Gymnodinium lantzschii

Abb. 13

Diverse Dinophyceen

Probestelle: Konstanz (O1)

TIEFE	25. 4. 61	24. 5. 61	28. 6. 61	28. 7. 61	24. 8. 61	27. 9. 61	18. 10. 61	23. 11. 61	28. 12. 61	25. 1. 62	14. 2. 62	7. 3. 62	4. 4. 62	23. 5. 62	13. 6. 62	25. 7. 62	22. 8. 62	26. 9. 62	24. 10. 62	28. 11. 62	21. 12. 62	24. 1. 63	26. 2. 63	20. 3. 63
0	★ ●			■ ●	▲ ●	▲	▲ ●	★ ●	★			●		★			▲			★	★			● ● ●
5	■ ★ ★	■ ●	■	●	■ ▲ ●	★ ▲	▲	★ ●	★ ●			★ ●		★	★ ●		★			★	★			● ● ●
10	★ ●	★		★ ●	■ ▲ ●	■ ▲	■	★ ●		★	●	★	●	★	★ ●		★			★			● ●	★ ●
15	★	●		●	●	★ ▲	★	●	★	●	●	●	●	★	★ ●		★				★	★		★ ● ●
20	★ ●	★ ●	■ ●	★ ●	●	★ ●	★ ●	★ ●		★ ●	●		●	★	★ ●			▲	★	★		●		● ●
30	■ ●	■ ●	■ ●	★ ●		★ ●	●	★ ●	★ ●			●	●		★	●					★		●	● ●
40		●		●		★ ▲	★ ●		●	●		●	●	●			★						●	● ●

- ▲ Ceratium hirundinella
- Peridinium cinctum / willei
- ★ Gymnodinium helveticum
- Gymnodinium lantzschii

Diverse Dinophyceen

Probestelle: Süssenmühle (O2)

TIEFE	17. 4. 61	17. 5. 61	14. 6. 61	12. 7. 61	16. 8. 61	13. 9. 61	18. 10. 61	15. 11. 61	13. 12. 61	17. 1. 62	14. 2. 62	14. 3. 62	11. 4. 62	16. 5. 62		19. 7. 62	16. 8. 62	13. 9. 62	18. 10. 62	15. 11. 62	13. 12. 62	16. 1. 63		
0	★	★				▲		★		★			★					▲		★				
5	★					▲	▲		★					★			▲			★				
10	★					▲	★	★						★			★			★				
15	★	★		★		★		★	★					★				▲		★	★			
20	★	★	★			★	★	★						★				▲						
30	★	★				★	★						★								★			
40	★		★			★	★																	

▲ Ceratium hirundinella
◆ Peridinium pusillum
■ Peridinium cinctum / willei
★ Gymnodinium helveticum
• Gymnodinium lantzeschii

Abb. 15

Diverse Dinophyceen

Probestelle: Fischbach (O3)

TIEFE	17. 4. 61	17. 5. 61	14. 6. 61	12. 7. 61	16. 8. 61	13. 9. 61	23. 10. 61	15. 11. 61	13. 12. 61	17. 1. 62	21. 2. 62	14. 3. 62	11. 4. 62	16. 5. 62	13. 6. 62	19. 7. 62	16. 8. 62	17. 9. 62	18. 10. 62	15. 11. 62	13. 12. 62	16. 1. 63		20. 3. 63
0	★				▲	▲	★	★	★							▲	★	▲	★					●●●
5	★	■		▲	▲	▲	▲	★						★				★	★	★				●●●
10	★				▲	◆	★	★						★	★		★	▲	▲		★			●●●
15	★	★		★	★	■		★					★		★	★	★	▲		★				●●●
20	★	★		★	★	★		★									★		★	★				●
30			★				★							★	★					★				●
40		★	★							★		★												

▲ Ceratium hirundinella
◆ Peridinium pusillum
■ Peridinium cinctum / willei
● Gymnodinium lantzeschii
★ Gymnodinium helveticum

Diverse Dinophyceen

Probestelle: Lindau (05)

TIEFE	27.4.61	25.5.61	20.6.61	25.7.61	23.8.61	19.9.61	25.10.61	23.11.61	18.1.62	8.3.62	28.3.62	17.4.62	21.5.62	19.6.62	19.7.62	21.8.62	26.9.62	24.10.62	26.11.62				22.4.63
0	■		■	▲	▲▲	▲		★			●	★	★			▲ ◆ ■		★	★				★ ●
5	●			▲	▲▲	▲		★			●	★	★ ●	★		▲		★	★				★ ●
10	■ ●				▲▲	▲		★				●	★ ●					★	★				★ ●
15	●●●	●			▲ ■	★		★			★	★ ●	★ ●			★	●	★		▲			★ ●
20		●			▲	★		★			●●	★ ●	★ ●			●		★	★				★
30			■		▲						★	★ ●				●	●	●●	★				★
40		●				●	●	●				●			●	●	●	●					★

▲ Ceratium hirundinella ■ Peridinium cinctum /willei ★ Gymnodinium helveticum
◆ Peridinium inconspicuum ● Gymnodinium lantzeschii

Abb. 17

Diverse Dinophyceen

Probestelle: Langenargen (06)

TIEFE	27.4.61	25.5.61	20.6.61	25.7.61	23.8.61	19.9.61	25.10.61	23.11.61	17.1.62	8.3.62	28.3.62	17.4.62	21.5.62	18.6.62	19.7.62	21.8.62	26.9.62	24.10.62	26.11.62		24.1.63		22.4.63
0	●●●		★	▲	▲▲ ■◆	▲ ◆		★ ●		●	●		★ ●			▲	■	● ★	●		●		★ ●
5	★ ●			★	▲▲ ■	▲ ■		★ ●		●	●		★ ●			▲	■	★	★ ●		●		★ ●
10	●●		●		▲▲ ★	▲ ★	★	★		●	●		●	★		★	★	●	★		●		★ ●
15	●		★		▲▲ ★	★		★			●		★ ●	★		★		●	★		●		★ ●
20	●	●	●		● ★	★		★		●	●		● ★	★		★		●	●		●		★ ●
30		●						●		●	●	●	●●		●	●		●	★		●		★ ●
40			●		●				●	●			●	●	●			●	●				★ ●

▲ Ceratium hirundinella ■ Peridinium willei /cinctum ★ Gymnodinium helveticum
◆ Peridinium inconspicuum ● Gymnodinium lantzeschii

Diverse Bacillariophyceen

Probestelle: Mannenbach (10)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	13. 7. 61	17. 8. 61	14. 9. 61	19. 10. 61	16. 11. 61	14. 12. 61	18. 1. 62	15. 2. 62	15. 3. 62	12. 4. 62	17. 5. 62	14. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62
0	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
5	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
10	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
15	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
20	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •

- *Diatoma elongatum*
• *Synedra* sp.
- *Melosira islandica helvetica*
• Diverse Diatomeen
- *Tabellaria fenestrata*

Abb. 19

Diverse Bacillariophyceen

Probestelle: Berlingen (13)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	20. 7. 61	23. 8. 61	14. 9. 61	19. 10. 61	22. 11. 61	13. 12. 61	18. 1. 62	21. 2. 62	27. 3. 62	16. 4. 62	17. 5. 62	18. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62	5. 2. 63	6. 3. 63	16. 4. 63
0	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
5	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
10	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
15	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
20	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
30	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
40	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •

- *Diatoma elongatum*
◊ *Fragilaria capucina*
• *Melosira islandica helvetica*
- Verschiedene Diatomeen
★ *Rhizosolenia longiseta*
- *Synedra* sp.
• *Tabellaria fenestrata*

Diverse Bacillariophyceen

Probestelle: Mammern (14)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	13. 7. 61	23. 8. 61	14. 9. 61	24. 10. 61	22. 11. 61	13. 12. 61	18. 1. 62	21. 2. 62	27. 3. 62	16. 4. 62	17. 5. 62	18. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62			16. 4. 63
0	◊◊◊◊ ◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊		◊◊◊◊			◊◊◊◊	◊◊◊◊				◊◊◊◊
5	◊◊◊◊ ◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊		◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊				◊◊◊◊
10	◊◊◊◊ ◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊		◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊				◊◊◊◊
15	◊◊◊◊ ◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊		◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊				◊◊◊◊
20	◊◊◊◊ ◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊		◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊				◊◊◊◊
30	◊◊◊◊ ◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊		◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊				◊◊◊◊

- ◊ *Diatoma elongatum*
◊ *Fragilaria capucina*
• *Melosira islandica helvetica*
- ◻ *Rhizosolenia longiseta*
• *Tabellaria fenestrata*
- ◊ *Synedra* sp.
• Verschiedene Diatomeen

Abb. 21

Diverse Bacillariophyceen

Probestelle: Zellersee (11)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	13. 7. 61	17. 8. 61	14. 9. 61	19. 10. 61	16. 11. 61	14. 12. 61	18. 1. 62	15. 2. 62	15. 3. 62	12. 4. 62	17. 5. 62	14. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62
0	◊◊◊◊ ◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊
5	◊◊◊◊ ◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊
10	◊◊◊◊ ◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊
15	◊◊◊◊ ◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊
20	◊◊◊◊ ◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊	◊◊◊◊

- ◊ *Diatoma elongatum*
◊ *Synedra* sp.
- *Melosira islandica helvetica*
• Verschiedene Diatomeen
- *Tabellaria fenestrata*

Abb. 22

Diverse Bacillariophyceen

Probestelle: Gnadensee (I2)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	13. 7. 61	17. 8. 61	14. 9. 61	19. 10. 61	16. 11. 61	14. 12. 61	18. 1. 62	15. 2. 62	15. 3. 62	12. 4. 62	17. 5. 62	14. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62	27. 2. 63	13. 3. 63
0	• •	•	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	•	•	•	• •	•		•	•
5	•	•	•	• •	• •	•	•	•	• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	•	•	•	•			
10	• •	• •	• •	• •	• •	•	•	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	•	•	•	•	•	•			
15	• •	• •	• •	• •	• •	•	•	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	•	•	•	•	•			
~19	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	•	•	•	•	•		•	•

- *Diatoma elongatum*
♦ *Synedra* sp.
- *Melosira islandica helvetica*
• Verschiedene Diatomeen
- *Tabellaria fenestrata*

Abb. 23

Diverse Bacillariophyceen

Probestelle: Konstanz (O1)

TIEFE	25. 4. 61	24. 5. 61	28. 6. 61	28. 7. 61	24. 8. 61	27. 9. 61	18. 10. 61	23. 11. 61	28. 12. 61	25. 1. 62	14. 2. 62	7. 3. 62	4. 4. 62	23. 5. 62	13. 6. 62	25. 7. 62	22. 8. 62	26. 9. 62	24. 10. 62	28. 11. 62	21. 12. 62	24. 1. 63	26. 2. 63	20. 3. 63
0	• •		• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •
5	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •
10	• •	•	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •
15	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •
20	• •	•	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •
30	• •	•	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •
40	• •	•	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •

- *Diatoma elongatum*
• *Nitzschia acicularis*
- *Melosira islandica helvetica*
• *Tabellaria fenestrata*
- ♦ *Synedra* sp. (klein)
□ *Synedra acus / radians*
- Diverse Diatomeen

Diverse Bacillariophyceen

Probestelle: Lindau (O5)

TIEFE	0	5	10	15	20	30	40	27.4.61	25.5.61	20.6.61	25.7.61	23.8.61	19.9.61	25.10.61	23.11.61		18.1.62	8.3.62	28.3.62	17.4.62	21.5.62	19.6.62	19.7.62	21.8.62	26.9.62	24.10.62	26.11.62					22.4.63	
		..	..	.								..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
		..							..	..		..	..	..	..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
												..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					..
									..			..	..		..		..	..	..	..	..	..	..	..	..								

• *Diatoma elongatum*
 • *Nitzschia acicularis*

• *Melosira* spp.
 • *Fragilaria capucina*

□ *Rhizosolenia longiseta*
 • *Tabellaria fenestrata*

♦ *Synedra* spp.
 • Verschiedene Diatomeen

Abb. 27

Diverse Bacillariophyceen

Probestelle: Langenargen (O6)

TIEFE	27.4.61	25.5.61	20.6.61	25.7.61	23.8.61	19.9.61	25.10.61	23.11.61		17.1.62	8.3.62	28.3.62	17.4.62	21.5.62	18.6.62	19.7.62	21.8.62	26.9.62	24.10.62	26.11.62		24.1.63		22.4.63
0	•	•		••	••	••	•	••		□	•	••		••		••	••	••	••	•		•		□
5	•			••••	••	••		••		□		•		•		••	••	••	••					□
10	•		••••	••	••	•	•	••			•	••		•		••	••	••	••	•		•		
15				••	••		•	••		••	□		□	•		•	•	••	••	•				□
20			••••	••	••	•	•	••		•	•	••		••		••	••	••	••	•				□
30				□	••		•	•		□	□			•		••••	••	••	••	•				□
40		••••		•	••			•			□		•			•	••		•	•				•

• *Diatoma elongatum*
 • *Nitzschia acicularis*

• *Melosira* spp.
 • *Fragilaria capucina*

□ *Synedra acus/radians*
 • *Tabellaria fenestrata*

♦ *Synedra* sp. (klein)
 • Verschiedene Diatomeen

Diverse Formen

Probestelle: Mannenbach (10)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	13. 7. 61	17. 8. 61	14. 9. 61	19. 10. 61	16. 11. 61	14. 12. 61	18. 1. 62	15. 2. 62	15. 3. 62	12. 4. 62	17. 5. 62	14. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62
0	•••	••	•	»	»	»	»	»	•	•	•	•	••	•	•	••	•	••	•	•••••	•••
5	•••	•	••	»	»	»	»	»	•	•	•	•	••	•	•	••	•	•	•	•••••	•••
10	•••	•	•	»	»	»	»	»	•	•	•	•	•	•	•	••	•	•	•	•••••	•••
15	•••	•	•	»	»	»	»	»	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••••	•••
20	••	•	•	»	»	»	»	»	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••••	•••

- Dinobryon bavaricum
- Dinobryon sociale
- ▽ Mougeotia sp.
- Dinobryon divergens
- ★ Mallomonas sp.
- Rhodomonas lens

Abb. 29

Diverse Chrysophyceen

Probestelle: Berlingen (13)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	20. 7. 61	23. 8. 61	14. 9. 61	19. 10. 61	22. 11. 61	13. 12. 61	18. 1. 62	21. 2. 62	27. 3. 62	16. 4. 62	17. 5. 62	18. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62	5. 2. 63	6. 3. 63	16. 4. 63
0	•••	••	••	•••	•••	•••	•••	•	•	•	•	•	•	••	•	•	•	••	•	•	•	•	•	•
5	•••	••	••	•••	•••	•••	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	••	•	•	•	•	•	•
10	••	••	•••	••	••	•••	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
15	••	•	•••	••	••	•••	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
20	•••	•	•	••	••	••	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
30	••	••	•	•	•	••	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
40	•••	•	••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

- Dinobryon bavaricum
- Dinobryon sociale
- Dinobryon spp.
- Erkenia subaequiciliata
- Kephyrion sp.
- ★ Mallomonas sp.
- Pseudopedinella erkensis
- Uroglena americana
- Dinobryon divergens

Diverse Chlorophyceen (I)

Probestelle: Berlingen (13)

TIEFE	18.4.61	18.5.61	15.6.61	20.7.61	23.8.61	14.9.61	19.10.61	22.11.61	13.12.61	18.1.62	21.2.62	27.3.62	16.4.62	17.5.62	18.6.62	18.7.62	15.8.62	12.9.62	17.10.62	14.11.62	12.12.62	5.2.63	6.3.63	16.4.63
0	▲		◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
5	◆◆		◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
10	▲		◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
15			◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
20	▲		◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
30			◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
40			◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆

- ★ Pandorina morum
○ Scenedesmus spp.
◆ Oocystis sp.
- ✱ Tetraedron minimum
✚ Gemellicystis neglecta
▲ Ankistrodesmus spp
- Sphaerocystis schroeteri
• Gloeocystis planctonica
◇ Pediastrum duplex / bory.

Abb. 31

Diverse Chlorophyceen(II) und Conjugatophyceen

Probestelle: Berlingen (13)

TIEFE	18.4.61	18.5.61	15.6.61	20.7.61	23.8.61	14.9.61	19.10.61	22.11.61	13.12.61	18.1.62	21.2.62	27.3.62	16.4.62	17.5.62	18.6.62	18.7.62	15.8.62	12.9.62	17.10.62	14.11.62	12.12.62	5.2.63	6.3.63	16.4.63
0	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
5	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
10	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
15	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
20	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
30	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
40	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆

- ◇ Phacotus lenticularis
■ Coelastrum reticulatum
• Diverse sing. Flagellaten
- ▲ Characium sp.
◆ Selenastrum minutum
□ Closterium sp.
- Cosmarium sp.
✚ Staurastrum sp.
• Mougeotia sp.

Diverse Cyanophyceen und Cryptophyceen

Probestelle: Berlingen (13)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	20. 7. 61	23. 8. 61	14. 9. 61	19. 10. 61	22. 11. 61	13. 12. 61	18. 1. 62	21. 2. 62	27. 3. 62	16. 4. 62	17. 5. 62	18. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62	5. 2. 63	6. 3. 63	16. 4. 63
0		•		•	◊	◊	◊	◊	◊		◊		◊	◊	•	•	•	◊	◊	•	•	•		
5		•			◊	◊	◊	◊	◊		◊		◊	◊	•		•	◊	◊	•		•		
10		•				◊	◊	◊	◊	◊	◊			◊	•		•	◊	◊	•				
15					◊	◊	◊	◊	◊	•	•			◊			•	◊	◊	•		•		
20					◊	◊	◊	◊	◊	•	•						•	◊	◊	•		•		
30	•	•			◊	◊	◊	◊	◊	•	•						•	◊	◊	•				
40					◊	◊	◊	◊	◊	•	•						•	◊	◊	•				

◊ *Aphanocapsa delicatissima*◊ *Microcystis aeruginosa*• *Oscillatoria obliqueacuminata*• *Aphanothece clathrata brevis*• *Anabaena flos-aquae*• *Rhodomonas lens*

Abb. 33

Diverse Chrysophyceen

Probestelle: Mammern (14)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	13. 7. 61	23. 8. 61	14. 9. 61	24. 10. 61	22. 11. 61	13. 12. 61	18. 1. 62	21. 2. 62	27. 3. 62	16. 4. 62	17. 5. 62	18. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62			16. 4. 63
0	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊		◊			◊		◊		◊	◊	◊	◊			◊
5	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊		◊			◊		◊		◊	◊	◊	◊			◊
10	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊	◊	◊		◊		◊	◊	◊	◊			◊
15	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊	◊	◊		◊		◊	◊	◊	◊			◊
20	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊	◊	◊		◊		◊	◊	◊	◊			◊
30	◊			◊	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊		◊		◊		◊	◊	◊	◊			◊

• *Dinobryon bavaricum*• *Erkenia subaequiciliata*★ *Mallomonas* sp.• *Dinobryon divergens*◊ *Kephyrion* sp.• *Pseudopedinella erkensis*• *Dinobryon sociale*

Diverse Chlorophyceen (I)

Probestelle: Mammern (14)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	13. 7. 61	23. 8. 61	14. 9. 61	24.10. 61	22. 11. 61	13. 12. 61	18. 1. 62	21. 2. 62	27. 3. 62	16. 4. 62	17. 5. 62	18. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62				16. 4. 63
0	♦ ▲		○ ♦♦	♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦ ♦♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	○ ♦♦♦	○ ♦♦		♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦ ♦♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦	♦♦♦ ♦♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦			○ ▲
5	○		♦ ♦♦♦	♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦ ♦♦♦	○ ♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	▲	♦♦ ♦♦	○ ♦♦			♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	○ ♦♦	♦♦ ♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦			▲
10	▲		♦ ♦♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦ ♦♦	○ ♦♦	▲		♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦			▲
15			♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	○ ♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦	▲	▲	♦♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	▲	▲	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦			▲
20			♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	○ ♦♦	♦♦	♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	▲	○ ♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦	▲			▲
30			○		♦♦ ♦♦			♦♦	♦♦	○	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	○ ♦♦	♦♦ ♦♦	♦♦ ♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦	○ ♦♦					▲

- ★ *Pandorina morum*
○ *Scenedesmus* spp.
♦ *Oocystis* sp.
- *Tetradon minimum*
♦ *Gemellcystis neglecta*
▲ *Ankistrodesmus* spp.
- ♦ *Sphaerocystis schroeteri*
◇ *Pediastrum duplex / bory.*

Abb. 35

Diverse Chlorophyceen (II) und Conjugatophyceen

Probestelle: Mammern (14)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	13. 7. 61	23. 8. 61	14. 9. 61	24. 10. 61	22. 11. 61	13. 12. 61	18. 1. 62	21. 2. 62	27. 3. 62	16. 4. 62	17. 5. 62	18. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62			16. 4. 63
0	♦♦♦♦ ♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦			♦♦♦♦ ♦♦♦
5	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦			♦♦♦♦ ♦♦♦
10	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦			♦♦♦♦ ♦♦♦
15	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦			♦♦♦♦ ♦♦♦
20	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦			♦♦♦♦ ♦♦♦
30	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦	♦♦♦♦ ♦♦♦			♦♦♦♦ ♦♦♦

- ◇ *Phacotus lenticularis*
■ *Coelastrum reticulatum*
• Diverse sing. Flagellaten
- ▲ *Characium* sp.
♦ *Selenastrum minutum*
□ *Closterium* sp.
- *Cosmarium* sp.
⇒ *Staurastrum* sp.
• *Mougeotia* sp.

Diverse Cyanophyceen

Probestelle: Mammern (14)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	13. 7. 61	23. 8. 61	14. 9. 61	24. 10. 61	22. 11. 61	13. 12. 61	18. 1. 62	21. 2. 62	27. 3. 62	16. 4. 62	17. 5. 62	18. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62			16. 4. 63
0				•	•◊	• ••	◻ ••••	• ••••	• ••••	• ••	••			◊		•	•	• ••	• ••	• •				
5				•	•◊	•• ••	◻ ••••		• ••••	• ••	••		◊					• ••	• ••	• •				
10					•	• ••	◻ ••••	• ••••	• ••••	• ••	••		◊		•	•		• •	• ••••	• •				
15					••	• •	◻◊ ••••		• ••••	• ••	••		◊		•			• •	• •	• •				
20					◻◊				• ••••	• •	••		◊		◊			• •	• ••					
30									• ••••	• •	••	◊						• •	• ••					

- ◊ *Aphanocapsa delicatissima*
• *Aphanothece clathrata brevis*
- ◻ *Microcystis aeruginosa*
♦ *Anabaena flos-aquae*
- *Oscillatoria obliqueacuminata*

Abb. 37

Diverse Formen

Probestelle: Zellersee (11)

TIEFE	18. 4. 61	18. 5. 61	15. 6. 61	13. 7. 61	17. 8. 61	14. 9. 61	19. 10. 61	16. 11. 61	14. 12. 61	18. 1. 62	15. 2. 62	15. 3. 62	12. 4. 62	17. 5. 62	14. 6. 62	18. 7. 62	15. 8. 62	12. 9. 62	17. 10. 62	14. 11. 62	12. 12. 62
0		•••	•	•••	••	•••	•	▽	▽▽ •	▽▽ ••	▽▽ •	▽▽ •	•	•	••	•	•	••		▽ •••	•••
5	•	•••		•••	••	•••	•	▽	▽▽ •	▽▽ •	•	▽▽ •			•	•		••		•••	•••
10	•	••			••	••	•	▽	▽▽ •	▽ •	•	▽ •	•			••			▽	•••	•••
15	•	••	•	••	••	••	•	▽▽	▽▽ •	▽▽ •	▽ •	▽▽ •	•	•	•	••	•	•		•••	•••
20	••	•		•				▽	▽▽▽ •		▽ •	▽▽ •					•			•	•••

- *Dinobryon bavaricum*
▷ *Dinobryon divergens*
- ★ *Mallomonas* sp.
▽ *Mougeotia* sp.
- *Rhodomonas lens*

Diverse Formen

Probestelle: Gnadensee (12)

TIEFE	0	5	10	15	19
18. 4. 61	•	••	••	••	•
18. 5. 61	••	•		•	•
15. 6. 61	••	•		•	
13. 7. 61	◀◀◀	◀◀	◀◀◀	◀◀◀◀	◀
17. 8. 61	•◀◀◀ *◀◀◀	•◀◀◀	◀◀◀	•◀◀◀◀	•◀
14. 9. 61	•◀◀◀ ◀◀◀	◀◀◀	◀◀	◀◀◀◀	
19. 10. 61	◀◀	◀	◀	◀	◀
16. 11. 61	◀◀	◀	◀◀◀	◀◀◀◀	◀◀◀
14. 12. 61	•◀◀	◀◀◀	•◀◀◀	•◀◀◀	•◀
18. 1. 62	•◀	•◀◀◀		•◀◀◀	•◀◀
15. 2. 62	•	•◀	•◀	•◀	•
15. 3. 62	••◀◀◀ ◀◀◀◀	•◀◀◀◀	•◀◀◀	•◀◀◀◀	•◀◀◀◀
12. 4. 62	•			•	
17. 5. 62	◀◀◀	◀◀◀	◀◀◀	◀◀◀	◀◀◀
14. 6. 62	•		◀		
18. 7. 62	*◀◀◀	*◀◀◀	◀	*◀◀◀	◀
15. 8. 62	*◀		◀	◀	
12. 9. 62	◀◀◀◀		◀	◀◀◀	
17. 10. 62					
14. 11. 62					
12. 12. 62	•••	•••	•••	•••	•••
27. 2. 63	•••••	•••••	••	•••••	•••••
13. 3. 63	•••	••	•	••	••

• Dinobryon bavaricum
• Dinobryon divergens

* Mallomonas sp.
* Mallomonas dicrokamos

▽ Mougeotia sp.
• Rhodomonas lens

Abb. 39

Diverse Formen

Probestelle: Konstanz (01)

TIEFE	25. 4. 61	24. 5. 61	28. 6. 61	28. 7. 61	24. 8. 61	27. 9. 61	18. 10. 61	23. 11. 61	28. 12. 61	25. 1. 62	14. 2. 62	7. 3. 62	4. 4. 62	23. 5. 62	13. 6. 62	25. 7. 62	22. 8. 62	26. 9. 62	24. 10. 62	28. 11. 62	21. 12. 62	24. 1. 63	26. 2. 63	20. 3. 63
0	••••	•	»»	▽		» • ••	» • •• ▽▽	» • •• ▽▽	•			▽	••	• •		»» *	• *	» • ••	• • ••	••••	••	••	••	••
5	••••	•	»	▽		• • ••	• • •• ▽▽	• • •• ▽▽	•		•		••	• •	•	• *	• *	• • ••	• • ••	••	•		••	••
10	••••					••	• •• ••	• • •• ▽▽		•			••	• •			• *	• • ••	• • ••	••	•	••	••	••
15	••••	•		▽		•	• ▽ •	• • •• ▽▽				•	••	• •		• *	• *	• • ••	• • ••	••	•	••	••	•
20	••••					•	• • ••	• • •• ▽▽	•		*		••	• •			• ▽	• • ••	• • ••	••	••	••	••	•
30	••			•			• • ••	• • •• ▽▽					••	• •			• •		• • ••	• • ••	••	••	••	
40						•	• • ••	• • •• ▽					••	• •			• •	• • ••	• • ••	••	••	••	••	

• Dinobryon bavaricum
• Dinobryon divergens

* Dinobryon sociale
* Mallomonas spp.

▽ Mougeotia sp.
• Rhodomonas lens

Diverse Formen

Probestelle: Süssenmühle (O2)

TIEFE	17. 4. 61	17. 5. 61	14. 6. 61	12. 7. 61	16. 8. 61	13. 9. 61	18. 10. 61	15. 11. 61	13. 12. 61	17. 1. 62	14. 2. 62	14. 3. 62	11. 4. 62	16. 5. 62		19. 7. 62	16. 8. 62	13. 9. 62	18. 10. 62	15. 11. 62	13. 12. 62	16. 1. 63		
0	●●●●●	●●	●	▲▲▲▲ ★		▲▲▲▲ ★	▲▲▲ ★	▲▲▲ ★	▲▲				●●	●●			▲	▼	●●	●●●●	●●●	●●		
5	●●●●●	●●		▲▲▲▲ ★		▲▲▲▲ ★	▲▲▲ ★	●●	▲▲				●●	●●			▲	▼	●●	●●●●	●●●	●		
10	●●●●	●		▲		▲▲▲ ★	●	▲▲▲ ★	▲▲				●●	●		▼	▲		●●	●●●●	●●●	●		
15	●●	●		▲		▲▲▲ ★	●	▲▲▲ ★	▲▲				●●	●			▲	▲	▲		●●●	●●●	●	
20				▲		●	●	●●	▲▲		▲		●●				▲		●	●●●	●	●●		
30	●					●		▲	▲▲				●				▲		▲	●●	●●	●●		
40						●	▼	●		●			●				▲	▼		●		●●		

- ▲ Dinobryon bavaricum
▼ Dinobryon divergens
- ★ Dinobryon sociale
★ Mallomonas spp.
- ▼ Mougeotia sp.
● Rhodomonas lens

Abb. 41

Diverse Formen

Probestelle: Fischbach (O3)

TIEFE	17. 4. 61	17. 5. 61	14. 6. 61	12. 7. 61	16. 8. 61	13. 9. 61	23. 10. 61	15. 11. 61	13. 12. 61	17. 1. 62	21. 2. 62	14. 3. 62	11. 4. 62	16. 5. 62	13. 6. 62	19. 7. 62	16. 8. 62	17. 9. 62	18. 10. 62	15. 11. 62	13. 12. 62	16. 1. 63		20. 3. 63
0	●●●●	●●	●	▲▲	●	▲▲	▲	▲▲	●				●●	●	●	▲	▲	▲	▲	●●●●	●●	●●		●●
5	●●	●●	●●	▲	●	▲	▲	▲▲	●	●			●●	●	●●		▲	▼	●●	●●●●	●●	●●		●●
10	●●	●	●	▲		▲	▲	▲	●	●			●●	●	●●		▲	●	●●	●●●●	●●	●●		●●
15	●●	●		▲	●		▲	▲	●				●●	●	●		▲	▲	▲	●●●●	●●	●●		●●
20	●	●		▲			▲	▲	●	●			●●	●	●●		▲	●	▲	●●●●	●	●●		●
30		●						▲	●	●			●		●●		▲	▲	▲	●	●●	●●		●●
40									●				●	●			▲	▲	▲					●

- ▲ Dinobryon bavaricum
▼ Dinobryon divergens
- ★ Dinobryon sociale
★ Mallomonas spp.
- ▼ Mougeotia sp.
● Rhodomonas lens

Probestelle: Lindau (05)

◆ Kephyrion sp.
■ Pseudopedinella erk.

Probestelle: Lindau (05)

- ▲ *Ankistrodesmus* spp
- *Carteria* sp.

Diverse Chlorophyceen (II) und Conjugatophyceen Probestelle: Lindau (O5)

TIEFE	27.4.61	25.5.61	20.6.61	25.7.61	23.8.61	19.9.61	25.10.61	23.11.61		18.1.62	8.3.62	28.3.62	17.4.62	21.5.62	19.6.62	19.7.62	21.8.62	26.9.62	24.10.62	26.11.62				22.4.63
0		•	▲	•	•	•	•	•			•	•	•	•		•	•	•	•	•				•
5	•••		□	•	•	•	•				•	•	•	•		•	•	•	•	•	•			•
10	•••			•	•	•	•	•			•	•	•	•			•	•	•	•	•			•
15	•••				▲	•	•	•			•	•	•	•			•	•	•	•				•
20						•	•	•		•		•	•		•		•	•	•	•				
30		•	••				•	•			•	•	•				•	•	•	•				•
40			••				•	•			•		•			•	•	•	•	•				•

■ Coelastrum reticulatum
• Diverse sing. Flagellaten

▲ Characium sp.
• Selenastrum minutum

□ Closterium sp.
○ Cosmarium sp.

◆ Staurostrum sp.
• Mougeotia sp.

Abb. 45

Diverse Cyanophyceen Probestelle: Lindau (O5)

TIEFE	27.4.61	25.5.61	20.6.61	25.7.61	23.8.61	19.9.61	25.10.61	23.11.61		18.1.62	8.3.62	28.3.62	17.4.62	21.5.62	19.6.62	19.7.62	21.8.62	26.9.62	24.10.62	26.11.62				22.4.63
0					•	•••	•	▲										•••	▲	▲				
5					•••	•••	▲	▲						▲				•••						
10						•••	▲	▲			▲							••	•					
15						••		▲				▲	•					•	▲					
20						•		▲					•					▲	•••					
30						•		▲					•					•	▲	•				
40						•		▲										•						

• Aphanothece clathrata brevis

▲ Oscillatoria obliqueacuminata

◆ Anabaena flos-aquae

Diverse Chrysophyceen

Probestelle: Langenargen (06)

TIEFE	27.4.61	25.5.61	20.6.61	25.7.61	23.8.61	19.9.61	25.10.61	23.11.61		17.1.62	8.3.62	28.3.62	17.4.62	21.5.62	18.6.62	19.7.62	21.8.62	26.9.62	24.10.62	26.11.62		24.1.63		22.4.63
0	◊		•••••	◊	•••••	•••••	•••••	◊		◊	◊	◊	•	◊		•••••	•••••	•••••	•••••	◊		◊		◊
5	•••••		••	•••••	•••••	•••••		•		••	••	••		•••••		•••••	•••••	•••••	•••••	••		••		••
10	◊		•	◊	•••••	•••••		••			◊	•		•••••		••	••	••	◊	••		••		••
15					•••••	••		••		•	◊	••	•	•••••			••	•	◊	••		◊		••
20				•				•		••	•	•		••		••	•	•	••	••		••		••
30							◊	◊		••	••	••	•				••	••		••		••		••
40						◊		◊		••	••		•			••	••	•		••				••

- ◊ Dinobryon bavaricum
• Dinobryon divergens
• Dinobryon sertularia
- Dinobryon sociale
◊ Dinobryon spp.
◻ Mallomonas spp.
- ◊ Uroglena americana
• Erkenia subaequiciliata
- ◊ Kephyrion sp.
• Pseudopedinella erk.

Abb. 47

Diverse Chlorophyceen I

Probestelle: Langenargen (06)

TIEFE	27.4.61	25.5.61	20.6.61	25.7.61	23.8.61	19.9.61	25.10.61	23.11.61		17.1.62	8.3.62	28.3.62	17.4.62	21.5.62	18.6.62	19.7.62	21.8.62	26.9.62	24.10.62	26.11.62		24.1.63		22.4.63
0	△		•	••	••	•••••	△△△	△		△		•		△△△	△	•••••	•••••	•••••	△△△	△△△	△			△
5				••	•	••		•						△	△	△△	••	••	△△△	△△△	△			△
10	△△				••	•••••	•	△				△		△△		••	•	•	△△	△	△			△
15					•	••		△				△		△			•	••	△	△	△			△
20					•	•		△						△	△	△△△			△	△	△		△	△
30					•	•		△									•			△				△
40					•	••										△								△

- ★ Pandorina morum
• Scenedesmus spp.
- Oocystis sp.
• Phacotus lentikularis
- Sphaerocystis schroeteri
◊ Elakatothrix gelatinosa
- △ Ankistrodesmus spp.
▪ Carteria sp.

Diverse Chlorophyceen II und Conjugatophyceen Probestelle: Langenargen (O6)

TIEFE	27.4.61	25.5.61	20.6.61	25.7.61	23.8.61	19.9.61	25.10.61	23.11.61		17.1.62	8.3.62	28.3.62	17.4.62	21.5.62	18.6.62	19.7.62	21.8.62	26.9.62	24.10.62	26.11.62		24.1.63		22.4.63
0			Δ	...	ΔΔ	•••	••	••		•	•	•	•	••	•	Δ	••	•••	•••	••		••		••
5		•	Δ	...	Δ	••		••		••	••	••	••	••		Δ	••	••	••	••		••		••
10		••				•••	••	••			••	•	••			••	••	••	••	••		••		••
15					Δ	•	••	••		•	••	•	••	••	••	••	••	••	••	••		••		••
20				••		•	••	••		•	••	•	•	••	••	••	••	••	••	••		••		••
30				••		•		•		•	••	•	•	••	••	••	••	••	••	••				••
40		•				•		•		•			••	••	••	••	••	•	••	••				••

- Coelastrum reticulatum
• Diverse sing. Flagellaten
◊ Tetraëdron minimum
- Δ Characium sp.
• Selenastrum minutum
● Pediasstrum duplex / boryanum
- Closterium sp.
◊ Cosmarium sp.
- ✦ Staurastrum sp.
• Mougeotia sp.

Abb. 49

Diverse Formen Probestelle: Langenargen (O6)

TIEFE	27.4.61	25.5.61	20.6.61	25.7.61	23.8.61	19.9.61	25.10.61	23.11.61		17.1.62	8.3.62	28.3.62	17.4.62	21.5.62	18.6.62	19.7.62	21.8.62	26.9.62	24.10.62	26.11.62		24.1.63		22.4.63
0					••	◊◊	•	••		•				•			•	◊◊◊◊	◊◊◊◊	••		•		
5					•	◊◊◊		••		•	•	•		••				◊◊◊◊	◊◊◊◊	••				
10					•	◊◊◊		••				•	•	••			•	◊◊	◊◊	••				
15					••	◊◊◊		••		•		•		••				◊◊	◊◊	•				
20								•				•		•				••						
30						•		•		•				•			•	••	◊	•				
40										•								••	◊	•				

- ◊ Aphanocapsa delicatissima
• Aphanothece clathrata brevis
- Microcystis aeruginosa
✦ Anabaena flos-aquae
- Oscillatoria obliqueacum.
• Diverse Cyanophyceen
- Rhodomonas lens

3.3 DIE ENTWICKLUNG DER BIOMASSE DER WICHTIGSTEN ALGENKLASSEN UND DES GESAMTEN PHYTOPLANKTONS

3.3.1 Bacillariophyceen (Abb. 50 a-k)

Der gegenseitige Vergleich der Diatomeenentwicklung an den Probestellen des Untersees deutet darauf hin, dass in schwach durchflossenen Seebecken (Zellersee, Gnadensee) die Maxima länger andauern. Ferner ist mit dem Obersee keine engere Übereinstimmung festzustellen; hier treten einerseits keine ausgeprägten Maxima auf, im Gegensatz zum Untersee, und die vorhandenen, aber relativ bescheidenen Maxima sind von Juli bis November feststellbar. Dabei ist die grösste Dynamik zwischen 0 und 5 m Tiefe festzustellen, während die grössten Biomassewerte in 5 m oder darunter auftreten. Die obersten Wasserschichten verlieren infolge Sedimentation dauernd Algenbiomasse, die dafür in tieferen Schichten den aktuell anwesenden Bestand und dessen Fliessgleichgewicht erhöht.

Zu den Ursachen der Diatomeen-Entwicklung ist zu sagen, dass sie offenbar neben Licht und Temperatur durch die Nährstoffversorgung und hier durch einen weiteren Parameter, das Silikat, begrenzt sein kann. Dies wird unterstützt durch die Tatsache, dass unter den stärker eutrophen Verhältnissen des Untersees höhere maximale Werte zu finden sind, während der Obersee selten Biomassespitzen (Diatomeen) von 3 mg/l aufweist, und dies auch nur an Stationen mit akzentuiertem Nährstoffnachschub (Lindau, Langenargen).

3.3.2 Cryptophyceen (Abb. 51 a-k)

Abgesehen von einigen kleineren Wachstumsspitzen im Frühjahr und Herbst 1961 erreicht die Biomasse aller Cryptophyceen selten einen Wert von 1 mg/l. Die schon unter 3.2.5 erwähnte Einschichtung dieser beweglichen Plankter äussert sich wiederum in den Isoplethendarstellungen der Biomassen. Unterhalb 10 bis 20 m Tiefe geht die Biomasse schlagartig zurück auf Werte, die häufig weniger als 10 % der Oberflächenbiomasse ausmachen. Dank ihrer kurzen Generationszeit wird diese Algenklasse im Untersee auch bei Hochwasser nicht ausgeschwemmt. Das zeitliche Auftreten der Maxima alterniert mit denjenigen der Bacillariophyceen (Nahrungs- und Raumkonkurrenz).

3.3.3 Dinophyceen (Abb. 52 a-k)

Die Dinophyceen treten an allen Stationen auffällig gleichzeitig auf. Die stärkere Entwicklung fällt im Obersee in beiden Jahren und an allen Stellen auf August/September und wird im Winter durch ein wiederum synchrones Minimum abgelöst. Unterhalb 20 m Tiefe liegt die höchste Biomasse-Konzentration der Dinophyceen bei 0,03 mg/l gegenüber 1 bis 3 mg/l der entsprechenden Oberflächen-Maxima, ein Hinweis auf die Tatsache, dass die Dinophyceen ihre Tiefenlage aktiv bestimmen.

Im Untersee sind die Biomassewerte weniger bedeutend; 3 mg/l wird nur an einer einzigen Station erreicht. Im ersten Untersuchungsjahr neigen alle Probenentnahmestellen zur Ausbildung eines Maximums in der Zeit von August bis September. Im zweiten Seejahr (1962/63) verläuft die Dinophyceen-Entwicklung unregelmässig, grössere Maxima werden nicht festgestellt.

3.3.4 Die Biomasse-Entwicklung des gesamten Phytoplanktons (Abb. 53 a-k)

Durch Superposition der Biomassen der wichtigsten Algenklassen (Bacillariophyceen, Cryptophyceen, Dinophyceen) ergibt sich recht exakt der Isopletenverlauf der Abbildung 53. Zwar liefern die anderen Algenklassen nur wenig Biomasse, können aber bei minimalen Werten der totalen Biomasse durch ihre relativen Anteile trotzdem eine gewisse Bedeutung erlangen.

Pro Station werden während der zweijährigen Untersuchungsphase vier bis sechs Maxima mit mehr als 1 mg/l Total-Biomasse beobachtet. Der Verlauf bei der Station Mannenbach weist am meisten Maxima dieser Grössenordnung auf. Schwankungen des Wasserstandes und die damalige Abwasserbelastung aus der Region Konstanz haben wechselnde Wachstumsbedingungen für das Plankton zur Folge und dürften zwangsweise zu Fluktuationen der Biomasse führen. Die ausgeprägten Wachstumsspitzen im Winter (1961/62) an den Stellen 11 und 12 dauern mehrere Monate an. Sie sind gesamthaft das Resultat zahlreicher schwächerer Entfaltungsoptima verschiedener Algen. Die in der herbstlichen Zirkulationsphase in die photische Zone gebrachten Nährstoffe gestatten diesen Algen auch bei Schwachlicht eine grössere Produktion, während im Obersee bei gleichem Lichtangebot die Nährstoffe das Wachstum begrenzen.

Hohe Phytoplanktongehalte sind im Obersee jeweils von kurzer Dauer, während im Untersee drei bis vier Monate dauernde Maxima oft vorkommen - eine Tatsache, die sich aus den Besonderheiten der Nährstoffversorgung ergibt.

Durch Integration der Biomassegehalte über die Wassersäule 0 - 20 m ergibt sich bei Annahme einer 14-tägigen Erneuerung (= Verlust durch Sedimentation) für den Obersee während der Untersuchungsperiode eine jährliche Produktion von ca. 120000 t Algen (Frischgewicht) bzw. 27000 t im Untersee. Aus der Stöchiometrie des Algenprotoplasmas kann ferner die Sauerstoffzehrung bei vollständiger Verwesung geschätzt werden. Ungefähr die Hälfte des im gesamten Hypolimnion gespeicherten Sauerstoffs im Obersee wäre bei diesem Prozess verbraucht worden. Der Sauerstoffvorrat des Untersee-Hypolimnions würde hingegen nur für einen Bruchteil des oxidativen Abbaus genügen. Die Ausschwemmung der Biomasse und die stete Nachlieferung von Sauerstoff aus dem Obersee verbieten hier jedoch eine statische Betrachtung der Abbauprozesse; im Obersee zeigen die O_2 -Sättigungswerte aus jener Zeit [3] den Abbau von rund 2/3 der Biomasse an.

Legende zur Isopleten Darstellung der Biomassen (Abb. 50 bis 53)

Zeit- und Tiefenmassstab wie bei der Darstellung der Zelldichte (Abb. 2 bis 7).

Die Zahlen bedeuten:

0	Biomasse kleiner als 0,001 mg/l
1	0,001 - 0,01 mg/l Biomasse
2	0,01 - 0,031 mg/l "
3	0,031 - 0,1 mg/l "
4	0,1 - 0,31 mg/l "
5	0,31 - 1,0 mg/l "
6	1,0 - 3,1 mg/l "
7	3,1 - 10,0 mg/l "

Die Linie zwischen 5 und 6 ist stärker hervorgehoben.

Abb. 50a

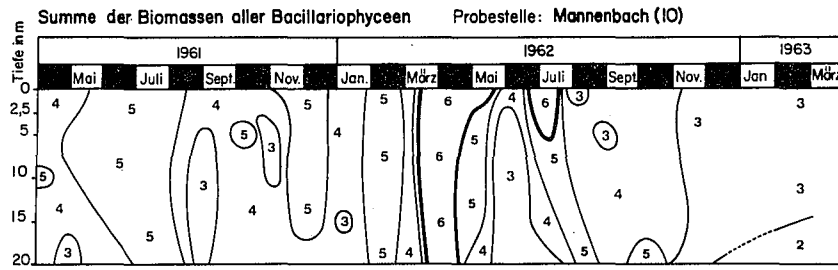


Abb. 50b

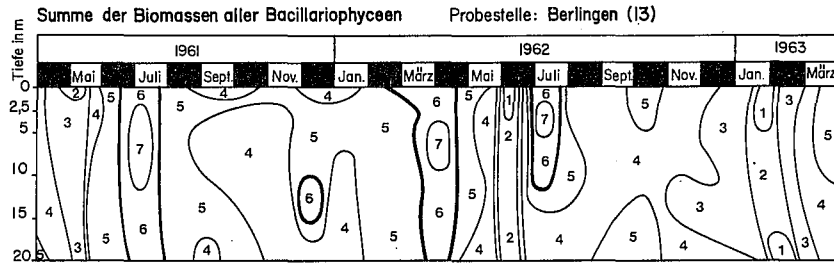


Abb. 50c

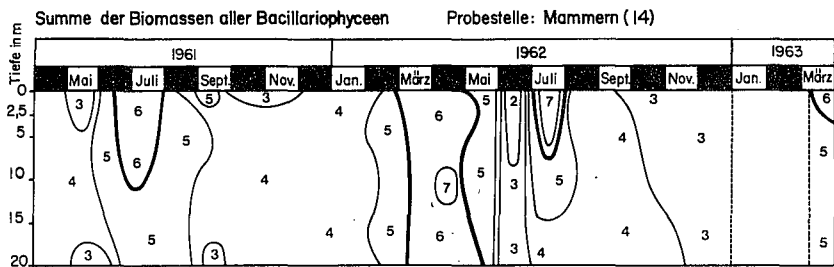


Abb. 50d

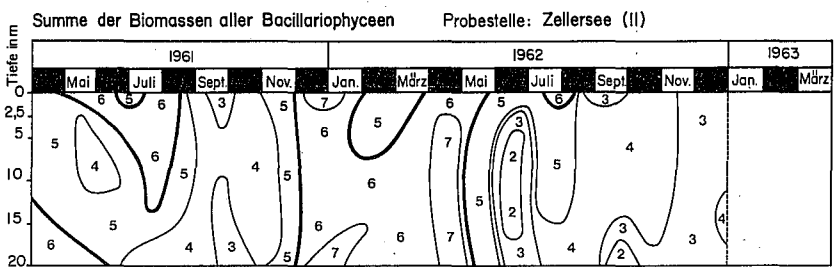


Abb. 50e

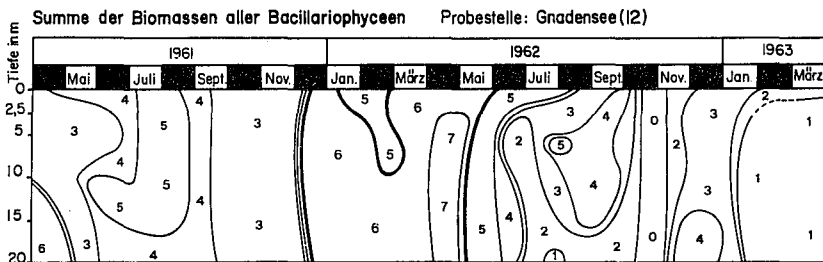


Abb. 50f

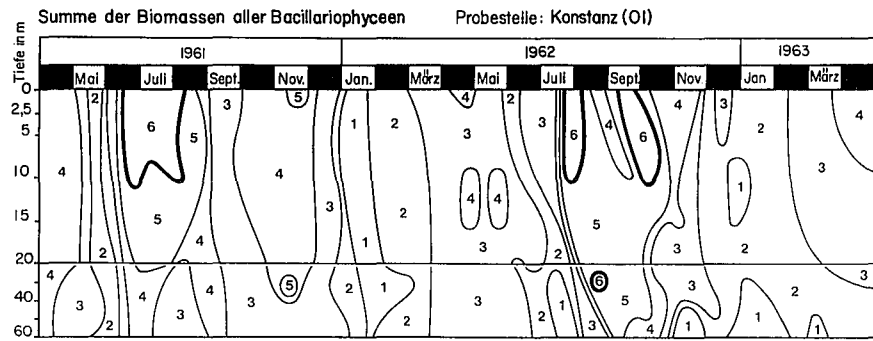


Abb. 50g

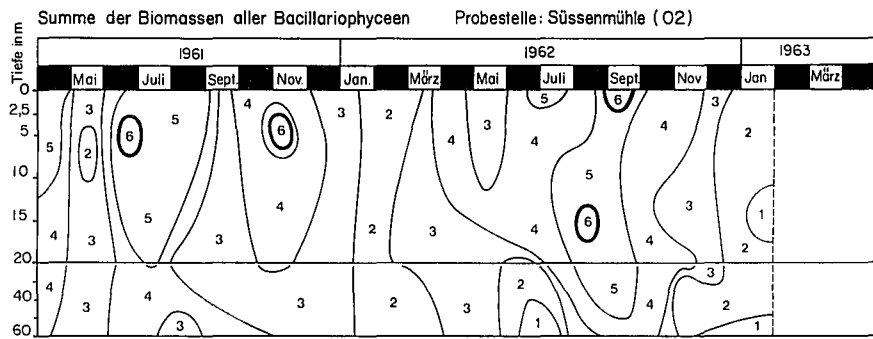


Abb. 50h

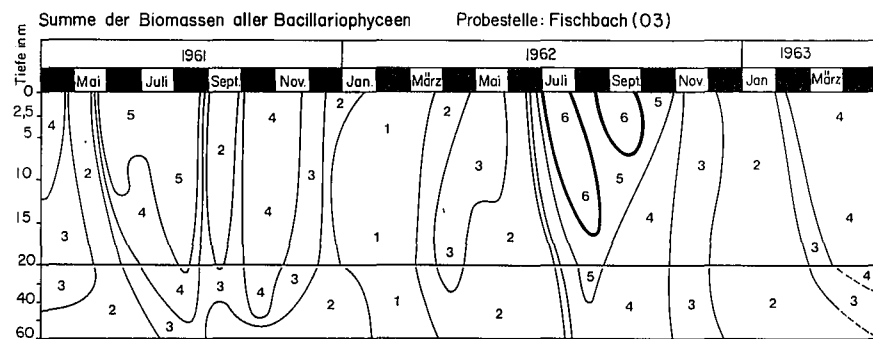


Abb. 50i

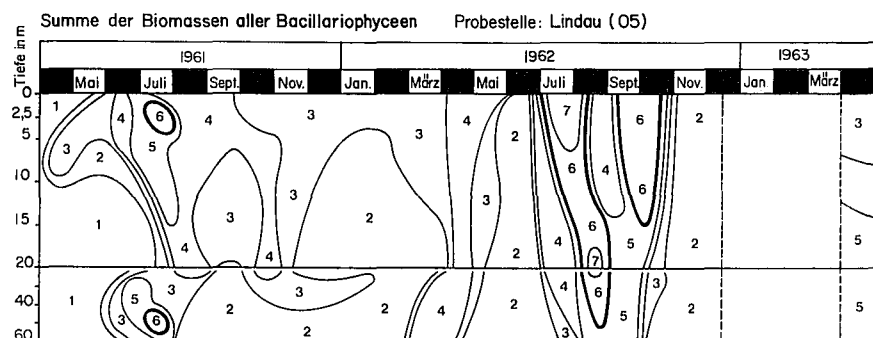


Abb. 50k

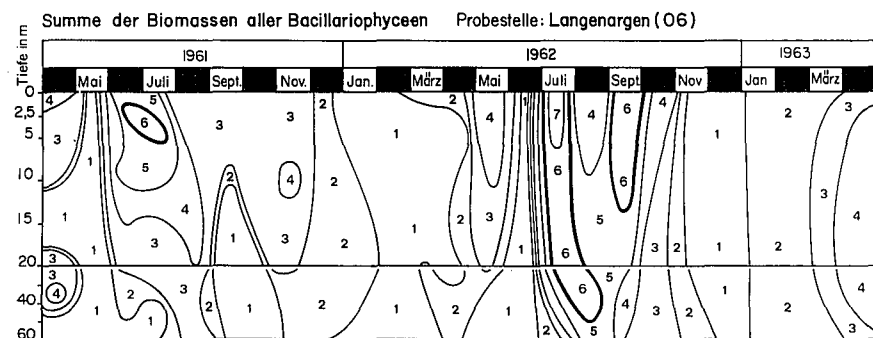


Abb. 51a

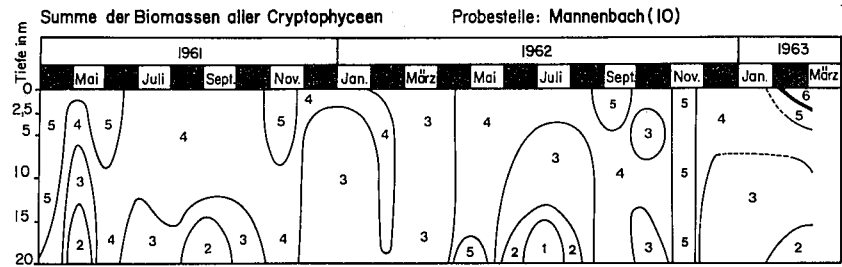


Abb. 51b

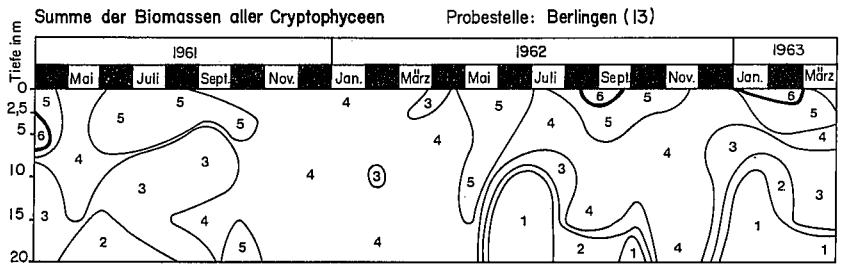


Abb. 51c

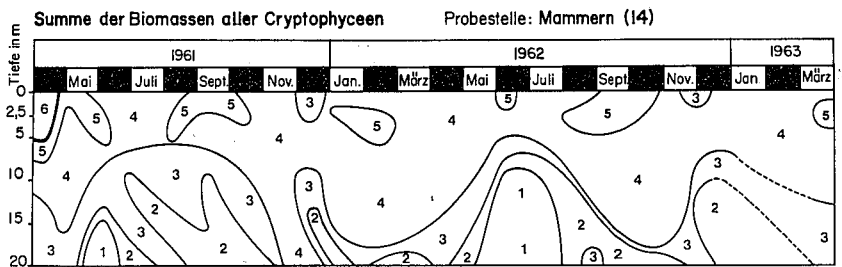


Abb. 51d

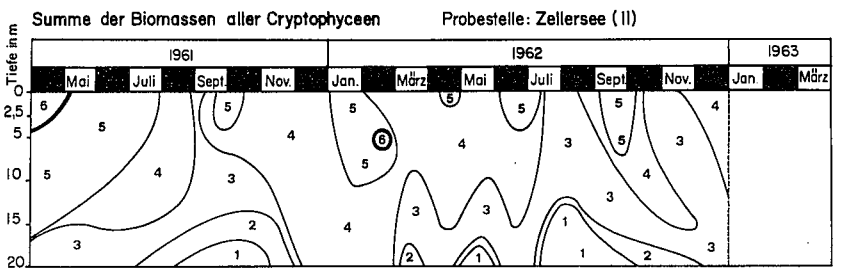


Abb. 51e

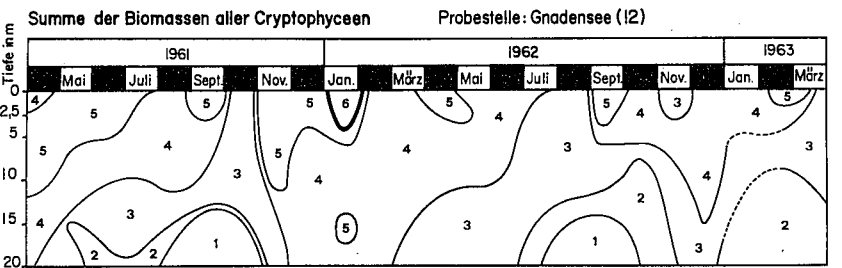


Abb. 51f

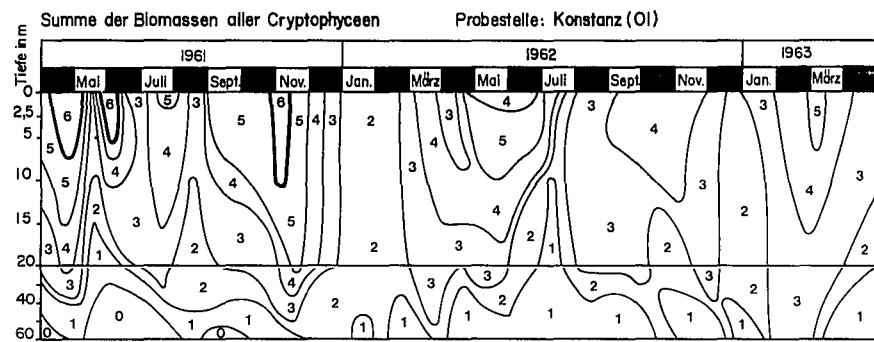


Abb. 51g

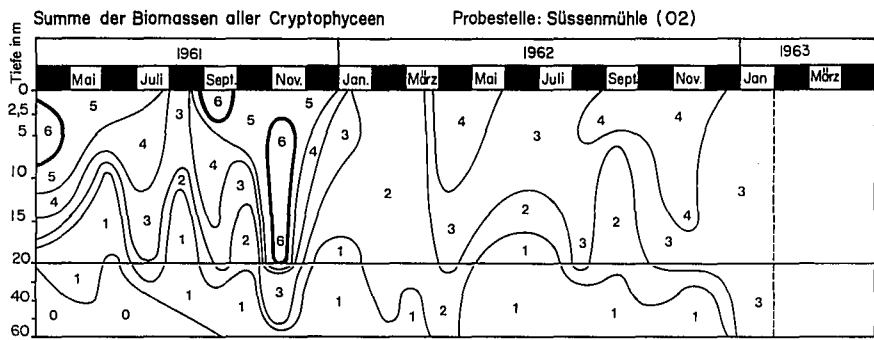


Abb. 51h

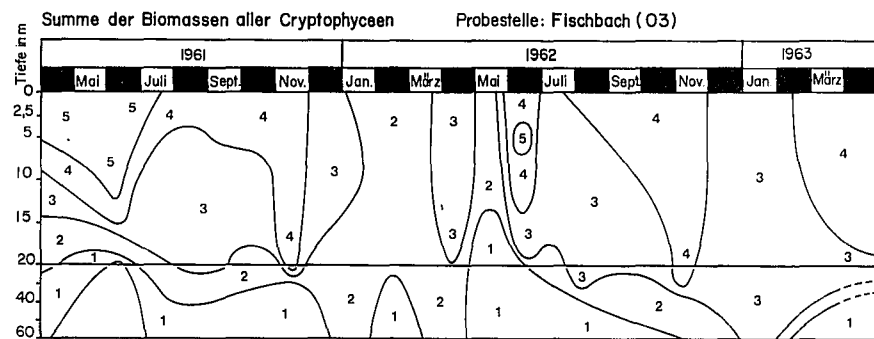


Abb. 51i

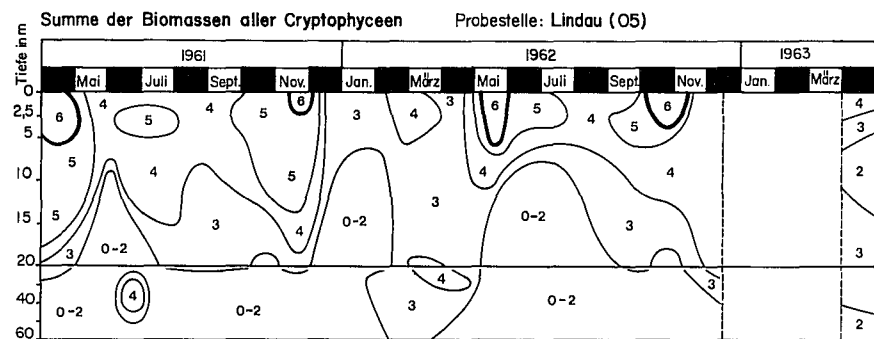


Abb. 51k

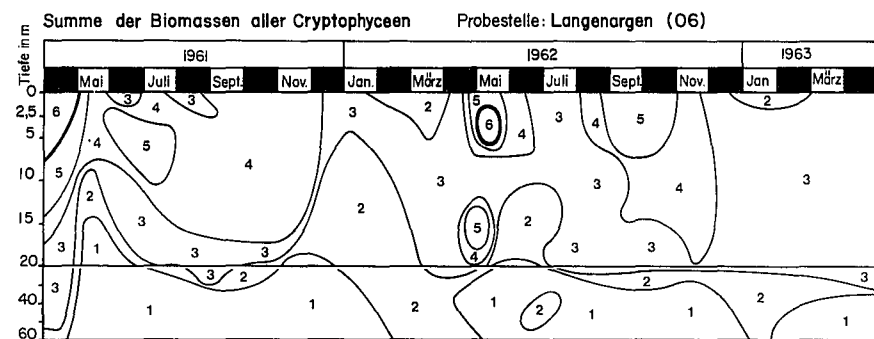


Abb. 52a

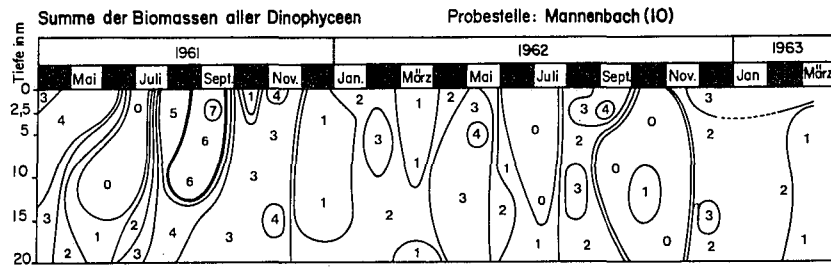


Abb. 52b

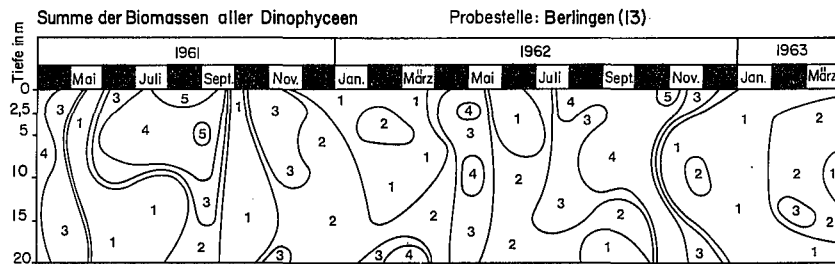


Abb. 52c

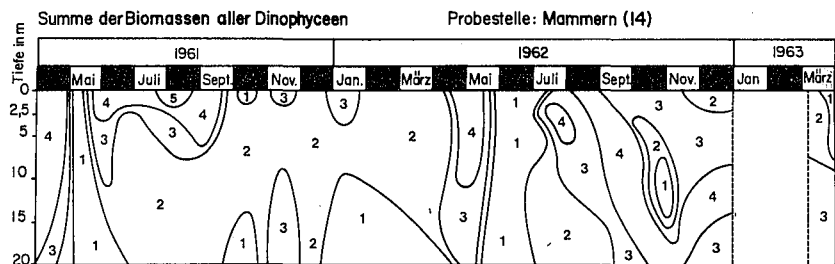


Abb. 52d

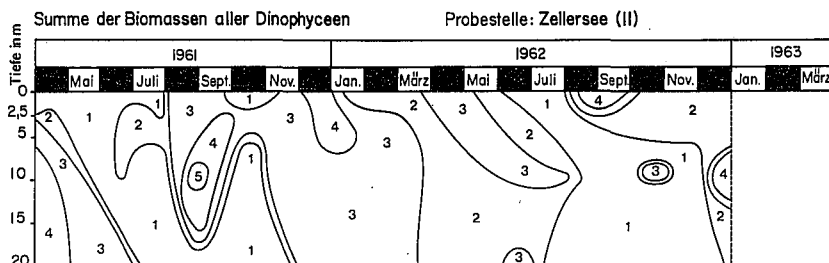


Abb. 52e

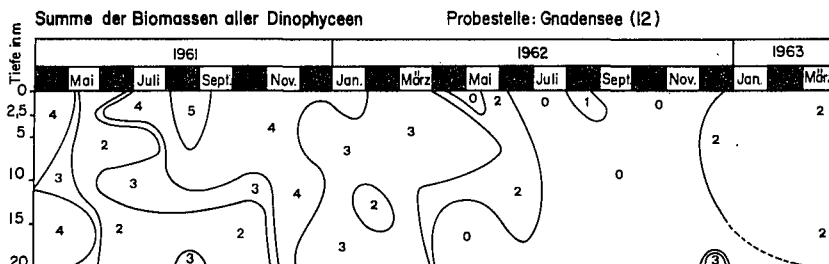


Abb. 52f

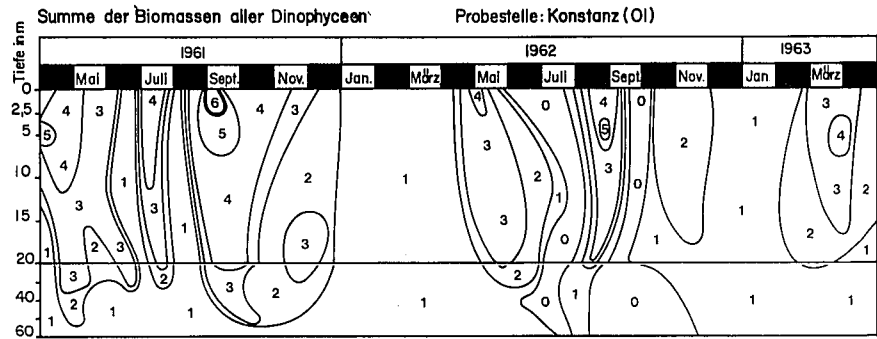


Abb. 52g

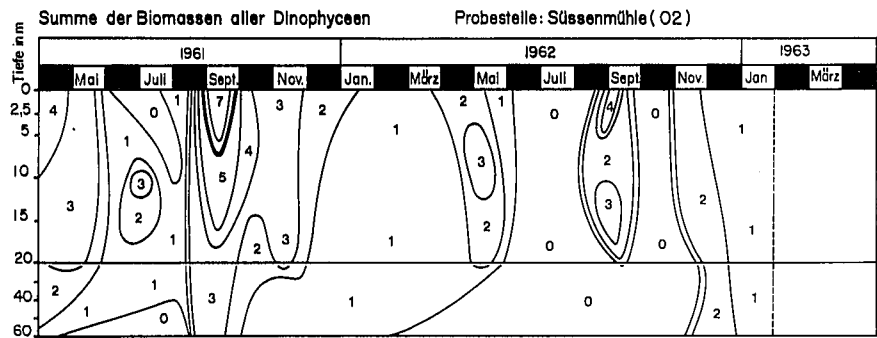


Abb. 52h

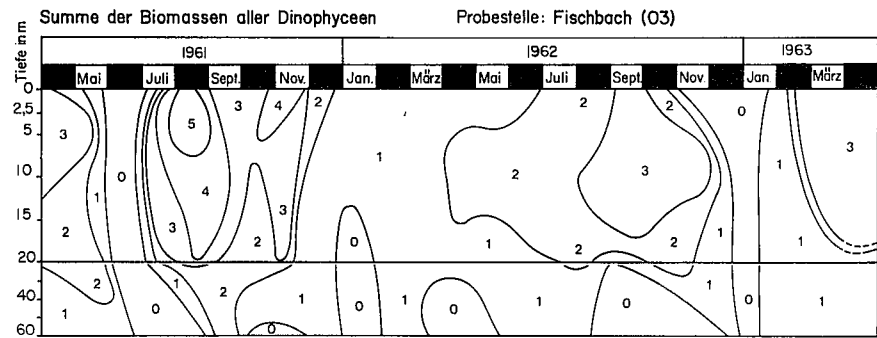


Abb. 52i

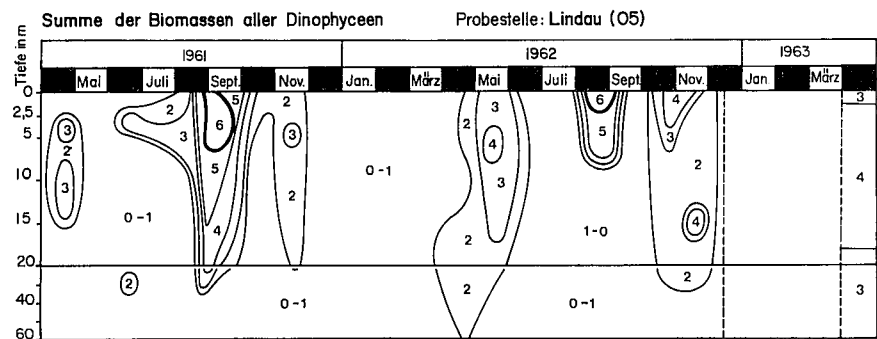


Abb. 52k

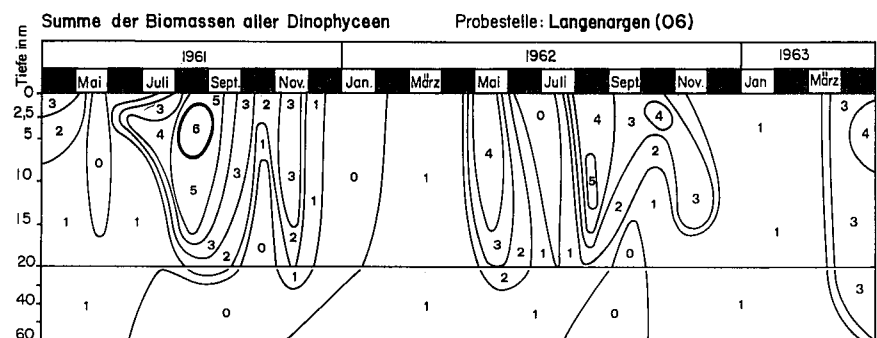


Abb. 53a

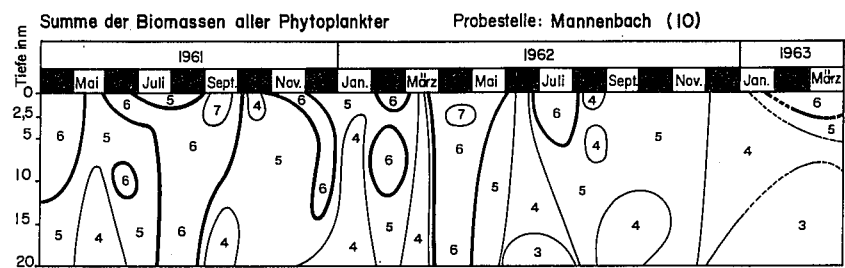


Abb. 53b

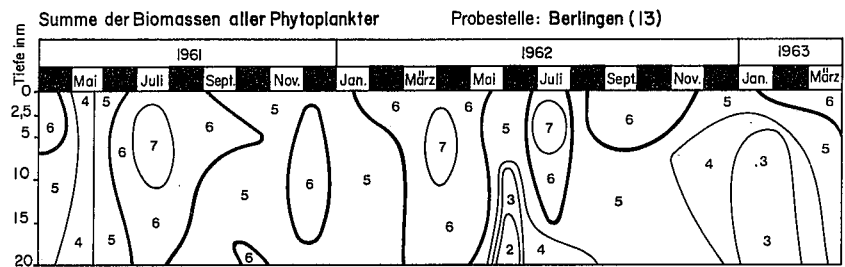


Abb. 53c

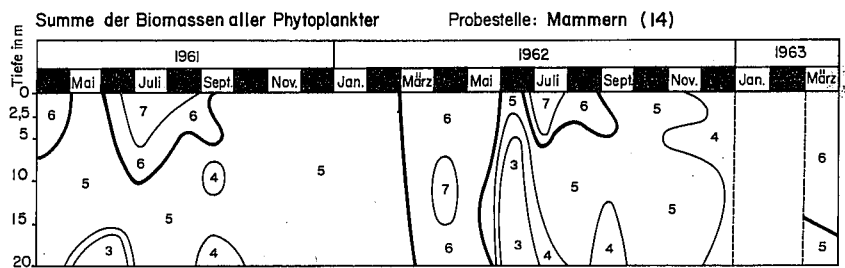


Abb. 53d

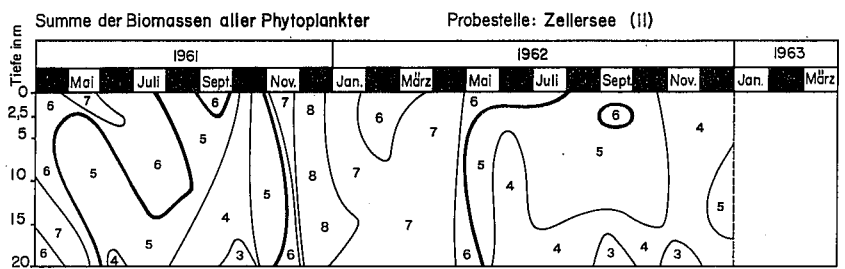


Abb. 53e

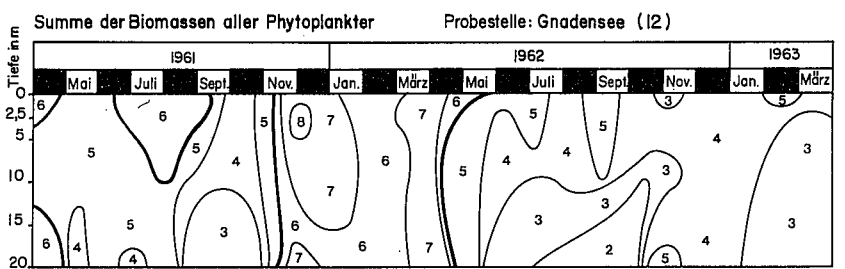


Abb. 53f

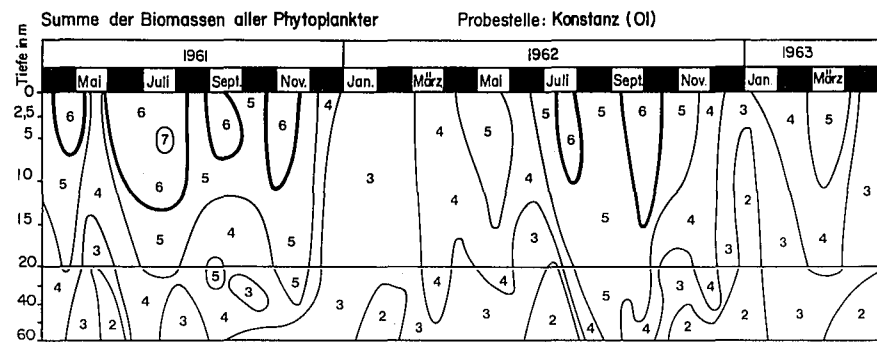


Abb. 53g

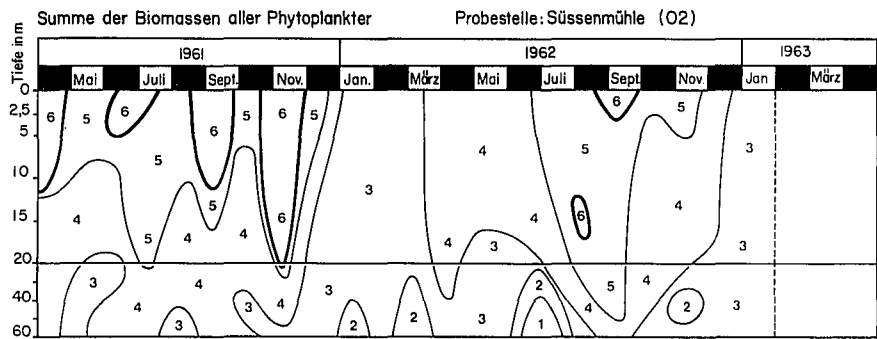


Abb. 53h

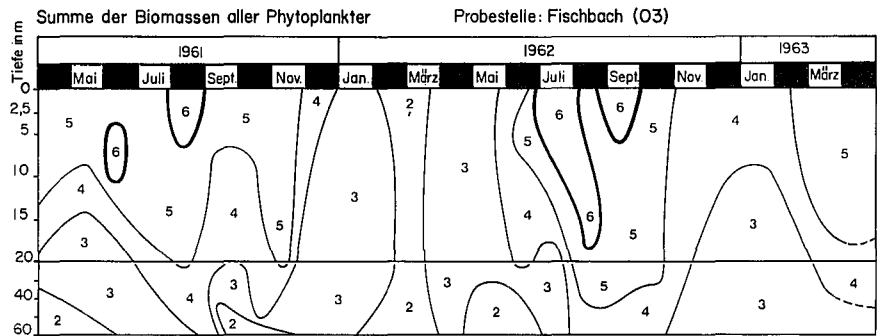


Abb. 53i

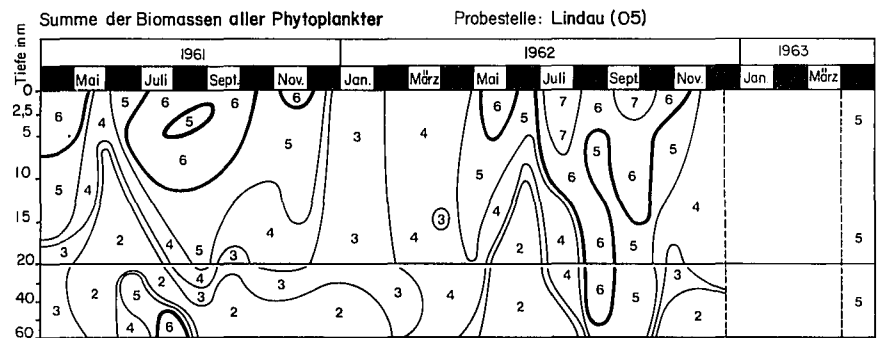
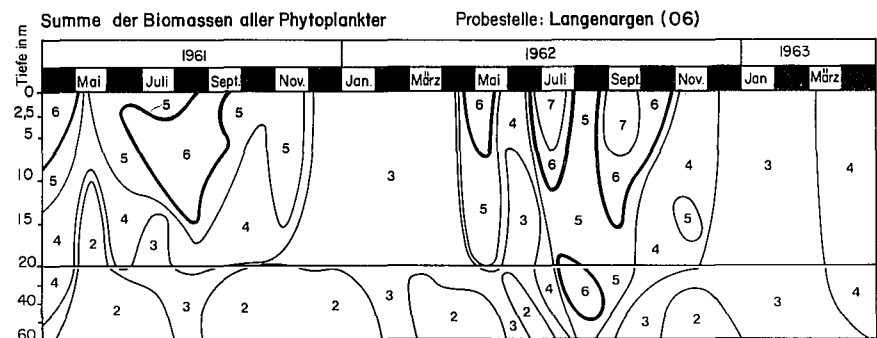


Abb. 53k



3.4 DER ZEITLICHE VERLAUF DER BIOMASSENENTWICKLUNG, DARGESTELLT ALS BIOMASSE PRO EINHEIT SEEBOBERFLÄCHE (Abb. 54 bis 73)

Um den zeitlichen Verlauf der Biomassenentwicklung an sich festzustellen, ohne Berücksichtigung biologischer Besonderheiten wie insbesondere Präferenzen der Tiefenlage, ist die Summation der Biomasse unter einer Einheit Seefläche und die Aufreihung zu einem Biomasse-Zeit-Diagramm eine bewährte, weil übersichtliche Darstellung. In den Abbildungen 54 bis 73 wurden die Biomassen-Summen unter 1 m^2 Seefläche in dieser Weise bearbeitet. Die Länge der summierten Wassersäule ist für den Untersee auf 10 bzw. 20 m, für den Obersee auf 20 bzw. 30 m begrenzt.

Im Obersee finden sich rund 52 % der gesamten Biomasse zwischen 0 und 20 m bzw. 61 % zwischen 0 und 30 m. Es darf angenommen werden, dass Zellen, welche in tieferen Schichten als 20 bzw. 30 m gefunden werden, photosynthetisch zum grossen Teil inaktiv sind. Die Beschränkung der Summation auf die oben angegebenen Säulenwerte ist somit sinnvoll. Biomasse-Ausdrücke über die Wassersäule 0 bis Grund können an der EAWAG eingesehen werden.

Die Planktonentwicklung in der oberen Schicht (0 - 10 m im Untersee, 0 - 20 m im Obersee) läuft parallel mit der Biomasse in 0 - 20 m bzw. 0 - 30 m (oder 0 - Grund) der gleichen Station. Durch die Sedimentation einzelner Algen (besonders Diatomeen) erscheinen ihre Wachstumsspitzen gegenüber der Basislinie eingeschichteter Algenklassen umso ausgeprägter, je länger die summierte Wassersäule ist. In Extremfällen (tiefste Stellen) ist es denkbar, dass Zellen aus der gleichen Wachstumsphase an zwei Probenentnahmedaten (Sedimentationsweg) gezählt werden; dies würde natürlich zu einer Verfälschung der Aussage über die Biomasse-Entwicklung führen.

In Tabelle 3 sind die Mittelwerte der Biomassen-Totale aus beiden Seejahren zusammengestellt (hier auch Oberfläche bis Grund), allerdings ohne Unterscheidung zwischen toten und lebenden Zellen.

Die Säulenberechnungen und Graphiken wurden mit dem Computer ausgeführt, wobei die Anteile der einzelnen Algenklassen durch verschiedene Zeichen dargestellt wurden (Legende siehe Seite 57).

Eine eingehende Analyse des zeitlichen Verlaufs der Säulentotale ergibt für einzelne Probenentnahmestellen (10/13/14; 11/12; 05/06) gute bis sehr gute Übereinstimmung. Weniger gut, aber noch erkennbar ist die Parallelität der Algenentwicklung der Stationen Fischbach/Konstanz/Süssenmühle. Die geographische Lage der Stellen (Abb. 1) zeigt die Ursache für Konvergenz oder Divergenz der Entwicklung: Benachbarte Seebecken weisen eine bessere Übereinstimmung auf, als durch grosse Distanzen oder morphologische Barrieren getrennte Seebecken. Eine kreuzweise Korrelationsanalyse der Zeitreihen, sowohl der wichtigsten Biomasse-Gruppen wie der totalen Biomasse (Tab. 4 - 12) bestätigt diese Befunde. Die Stationen 11/12; 13/14; 03/06/05 und 02/10 sind signifikant miteinander korreliert (Signifikanzschranke 99 %, dass $r \neq 0$). Die Übereinstimmung nimmt zu in der Reihenfolge: Totale Biomasse - Biomassegruppen - Zelldichten einer Art. Bei *Asterionella formosa* stimmt die Entwicklung zwischen einigen Stellen des Obersees weitgehend überein (Korrelationsfaktoren bis $r = .99$). Diese gute Übereinstimmung der Zelldichten und Biomassenentwicklung basiert sicher auf teilweise vorhandenen endogenen Faktoren, die

gewisse Arten zu bestimmten Jahreszeiten synchron wachsen lassen. Aus diesem Grunde sind Zeitreihen der Zelldichten einzelner Arten besser korreliert als die totale Biomassenentwicklung. Mehrjährige Bodensee-Untersuchungen von AUERBACH et. al. [1] und H. LEHN [11] lassen für zahlreiche Algen- bzw. Planktongruppen gute bis sehr strenge Periodizität erkennen. Abrupte Zusammenbrüche oder das Ausbleiben von Entwicklungsphasen können auf verschiedensten Ursachen basieren. Neben endogenen Faktoren sind auch Frassverluste durch Zooplankton und Befall von Viren, möglicherweise auch die Produktion von Toxinen und Konkurrenz anderer Algen von Bedeutung. Der alljährlich sich wiederholende Zusammenbruch der planktischen Phytozönose in den Monaten Mai/Juni im Untersee (Station Berlingen) [4] korreliert auffällig mit Produktionsspitzen herbivorer Zooplankter und ist kaum mit der Ausschwemmung (Zooplankter wären sonst auch ausgeschwemmt) bzw. durch Limitierung der Nährstoffe (Phosphat-Gehalt wird nicht ausgenutzt in dieser Periode) erklärbar. Vielmehr müssen diese Einbrüche durch Abweiden der Zooplankter entstanden sein.

Um den Einfluss der jahreszeitlichen Schwankungen der Energielage (Licht und Temperatur) zu prüfen, wurden die Zeitreihen kreuzweise, aber zeitlich versetzt, nochmals korreliert. Unter der Annahme, dass monatliche Schwankungen der Licht- und Temperaturverhältnisse gegenüber den saisonalen Schwankungen (Sommer - Winter) zurücktreten und die Algenentwicklung stark von Licht und Temperatur abhängt, muss sich auch dann eine gesicherte Korrelation in der Biomasse-Entwicklung ergeben, wenn jeweils eine Zeitreihe um einen Monat versetzt wird. Die Tabellen 5, 7, 9 und 11 zeigen nun aber, dass sowohl die Gesamtbiomasse wie auch die Algenklassen neben einigen mehr oder weniger zufälligen, besseren Korrelationen schlecht oder gar nicht miteinander übereinstimmen. In vielen Fällen wird r negativ. Somit muss angenommen werden, dass die Algenentwicklung nicht primär von Licht und Temperatur abhängt. Diese Korrelationsanalysen lassen zwei Schlüsse zu, nämlich einen ökologischen: Die Entwicklung des Phytoplanktons hängt in erster Linie von der Nährstoffversorgung und von endogenen Faktoren der Algen ab; benachbarte Stellen haben dann eine ähnliche Algenentwicklung, wenn sie nicht durch Barrieren oder zu grosse Distanzen voneinander getrennt sind, und einen praktischen: Um zwei Probenentnahmestellen vergleichen zu können, müssen die Proben am gleichen Tag entnommen werden; eine Verschiebung um wenige Wochen schafft derart verschiedene Verhältnisse, dass Korrelationen rein zufällig werden. In einem Seenüberwachungsprogramm ist es demnach besser, die Zahl der Probenentnahmen zu erhöhen und dafür -nur allenfalls- die Anzahl der Probenentnahmestellen zu verringern.

Im Obersee stimmt der Verlauf der Biomassenentwicklung (Abb. 68, 70, 72) an fast allen Stationen gut überein, obwohl die Proben von verschiedenen Laboratorien erhoben und ausgewertet wurden und die Stationen (Fischbach, Langenargen, Lindau) bis zu 20 km voneinander entfernt liegen (Abb. 70 und 72 sind sogar fast konvergent).

Diese Übereinstimmung der Entwicklungsläufe darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die absoluten Beträge teilweise stark divergieren: Fischbach hat im Mittel 8 bis 9 g/m² Biomasse, die Stationen Lindau und Langenargen hingegen in der gleichen Wasserschicht (0 - 30 m) 14 bis 16 g/m².

Hier wirkt sich offenbar die "bessere" Nährstofflage im östlichen Seeteil in höheren Biomasse-Erträgen aus. Die Rhythmen der Nährstoffzufuhr und der physikalischen Parameter (Licht, Temperatur) beeinflussen alle drei erwähnten Stellen gleichzeitig, was sich offensichtlich dadurch äussert, dass die Biomasse-Entwicklung übereinstimmt. In Zeiten mit geringer Schichtungsstabilität werden die vertikalen Verteilungsmuster des Phytoplanktons durch sturmbedingte Schwingungen des Wasserkörpers besonders in ufernahen Probenentnahmestellen quantitativ wie auch qualitativ verändert. Die Summation der Algen über die Wassersäulen (0 - 20 m, 0 - 30 m) lässt diese Unterschiede teilweise verschwinden, auch wenn die Amplitude der Schwingungen diese Tiefen wesentlich übersteigen kann (H. LEHN [7],[8]).

Die Station Fischbach zeigt in 0 - 20 m in beiden Seejahren einen weniger hektischen Biomassen-Verlauf als ufernahe Stationen (Konstanz), wo das Nährstoffregime durch schubweise Stoffzufuhr durch kleinere Zuflüsse geprägt ist.

Der Standort Fischbach ist für eine langjährige Untersuchungsperiode, in der nicht unmittelbare Zusammenhänge mit der aktuellen Nährstofffracht ermittelt werden sollen ideal.

Die Extrapolation von Resultaten, die in der Seemitte gewonnen werden, ist zwar problematisch aber nicht unmöglich. Aus dem Horizontalvergleich der fünf Obersee- bzw. fünf Unterseestationen lassen sich Umrechnungsfaktoren für einzelne Probenentnahmestellen berechnen, die es erlauben, anhand der Resultate einer einzigen Stelle auf den ganzen See hochzurechnen.

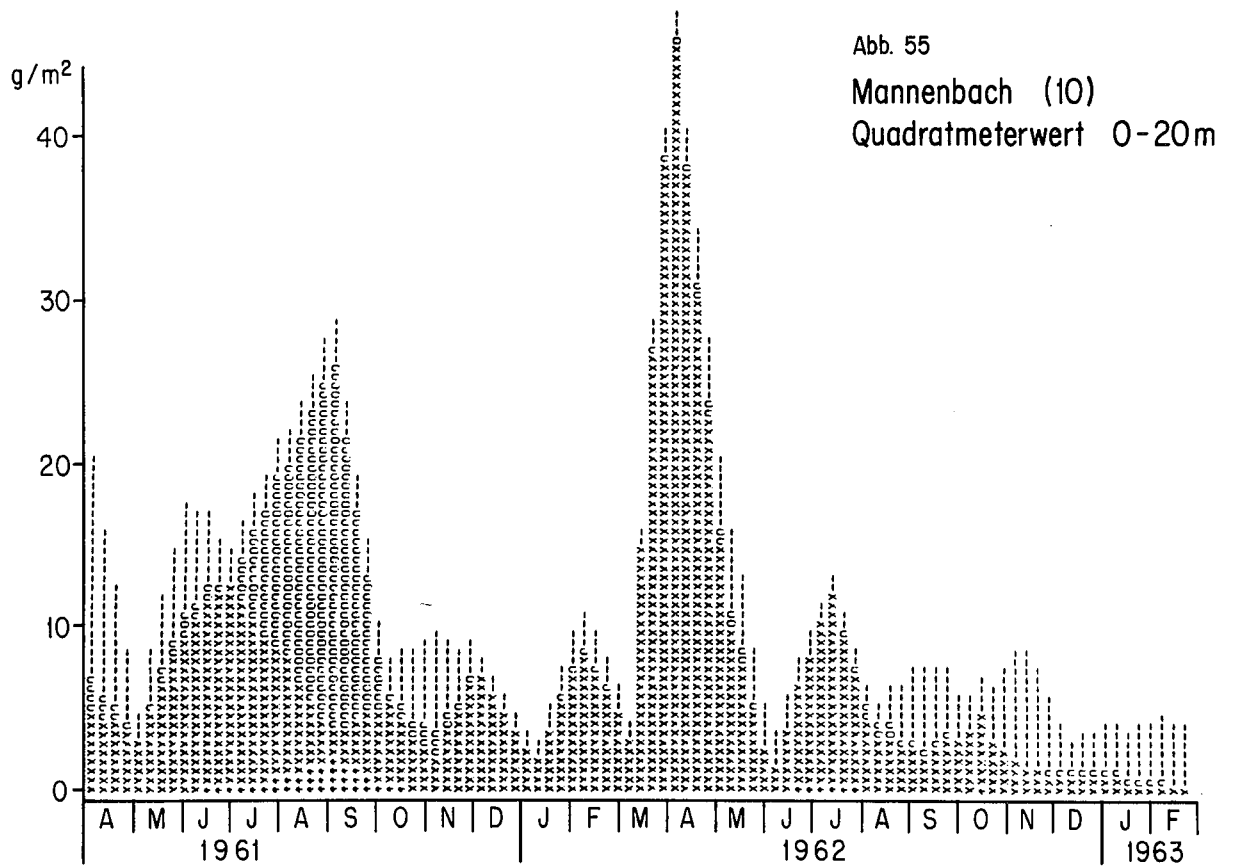
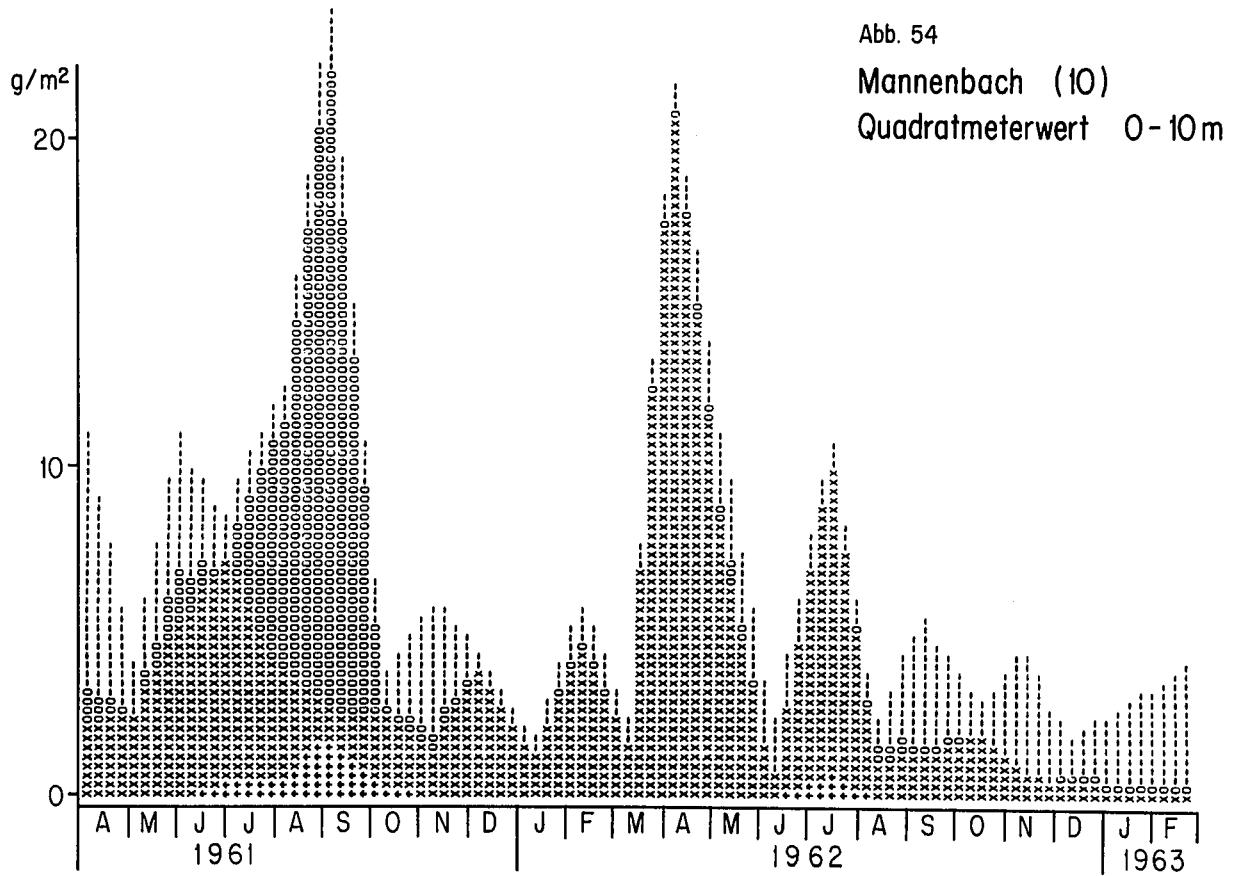
Legende zu Abbildungen 54 bis 73

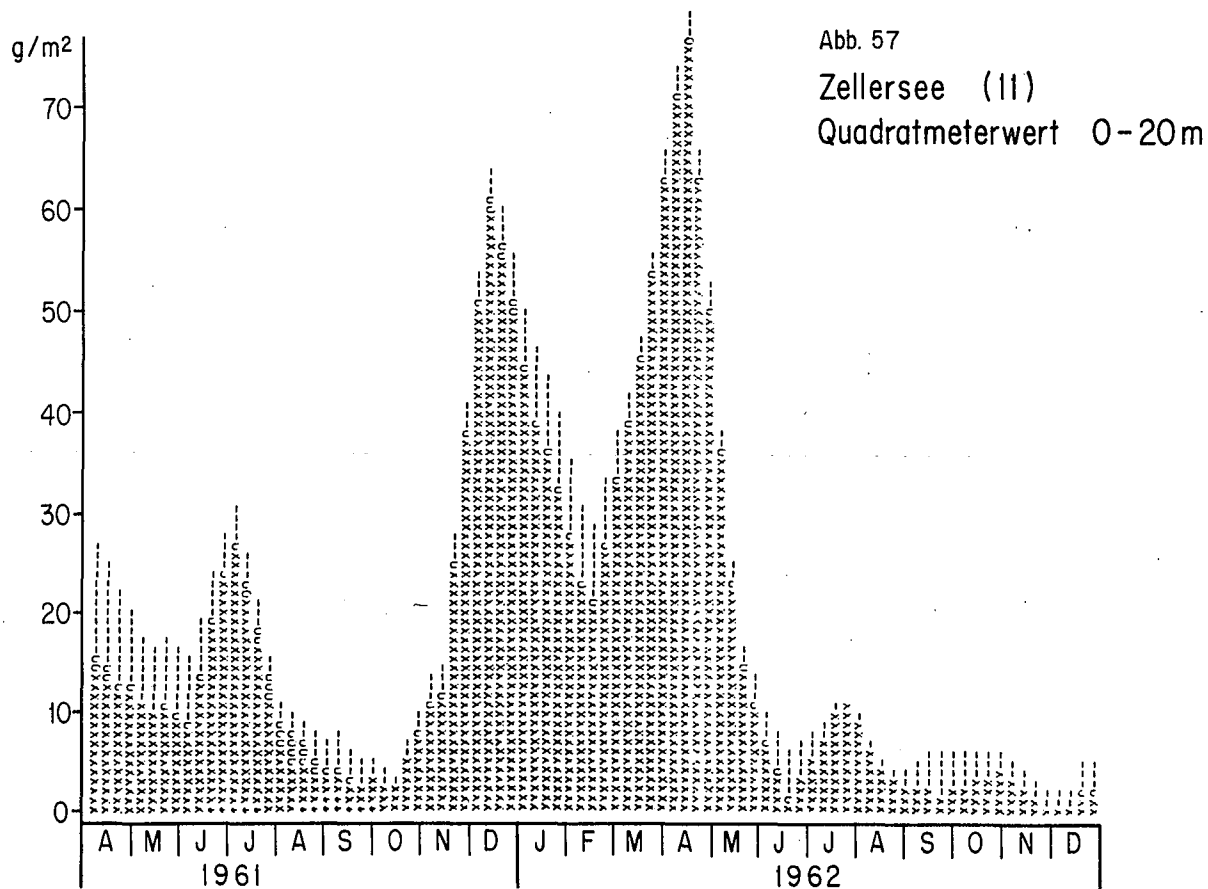
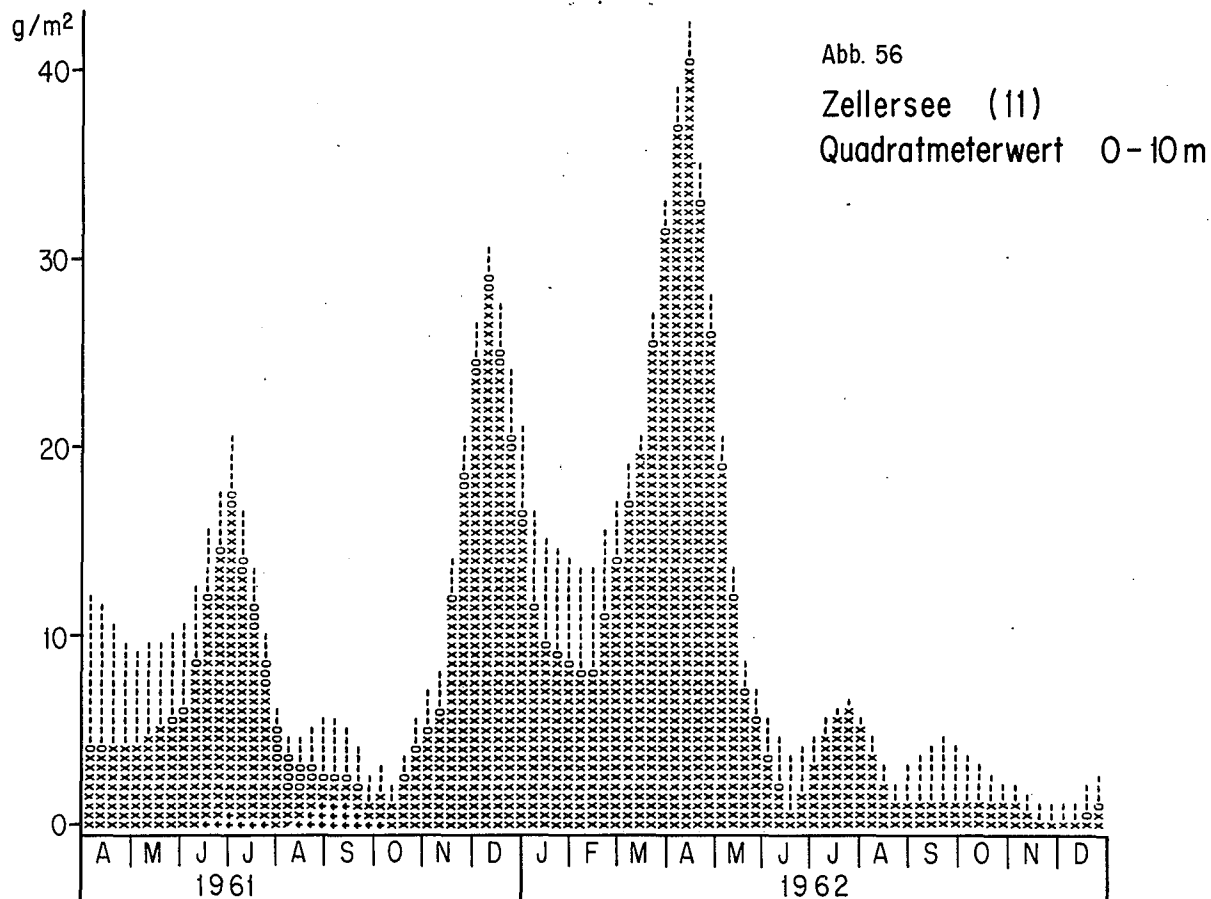
Die Biomasse wurde unter 1 m^2 Seeoberfläche summiert:
Für Unterseestationen von 0 - 10 m bzw. 0 - 20 m
für Oberseestationen von 0 - 20 m bzw. 0 - 30 m
und in g/m^2 angegeben.

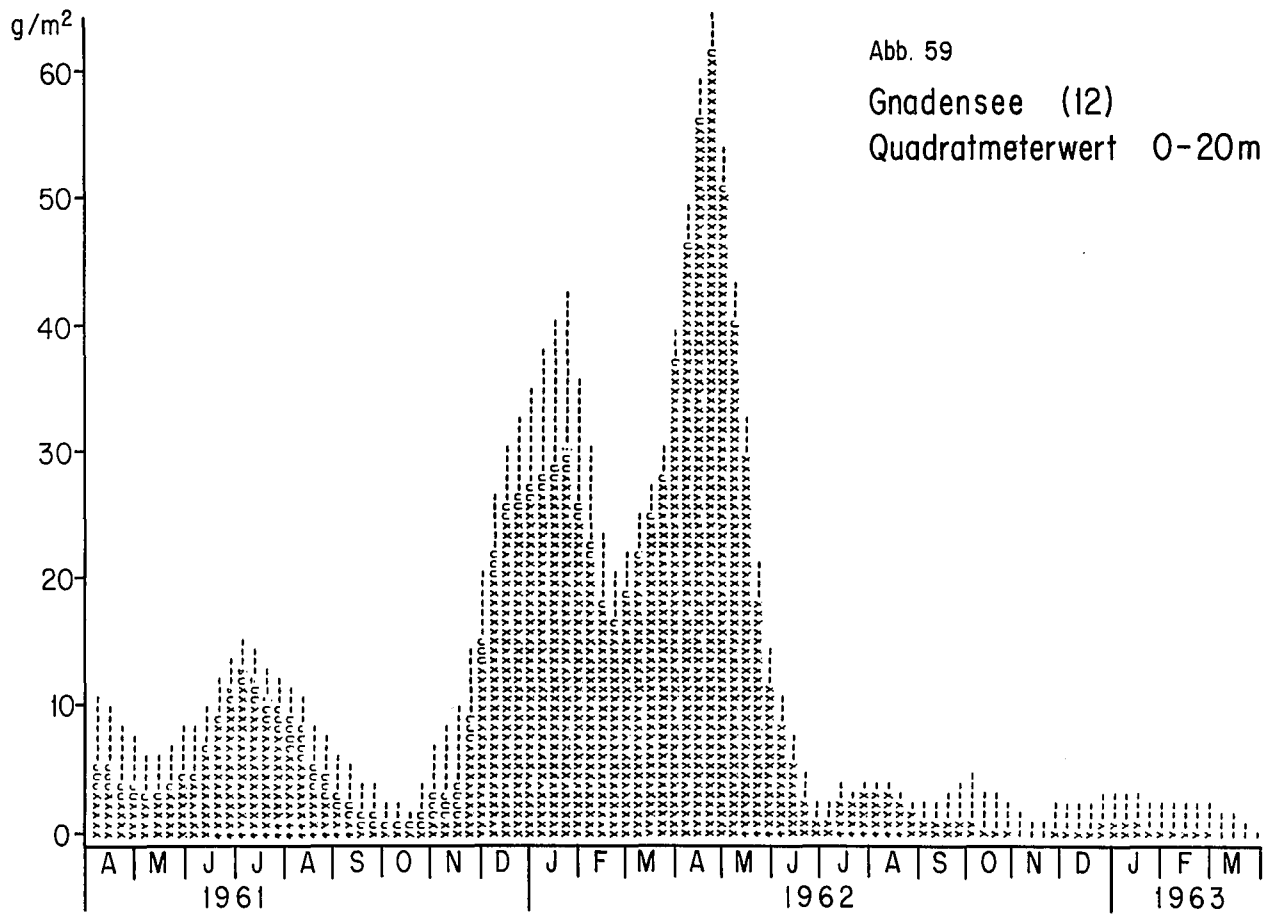
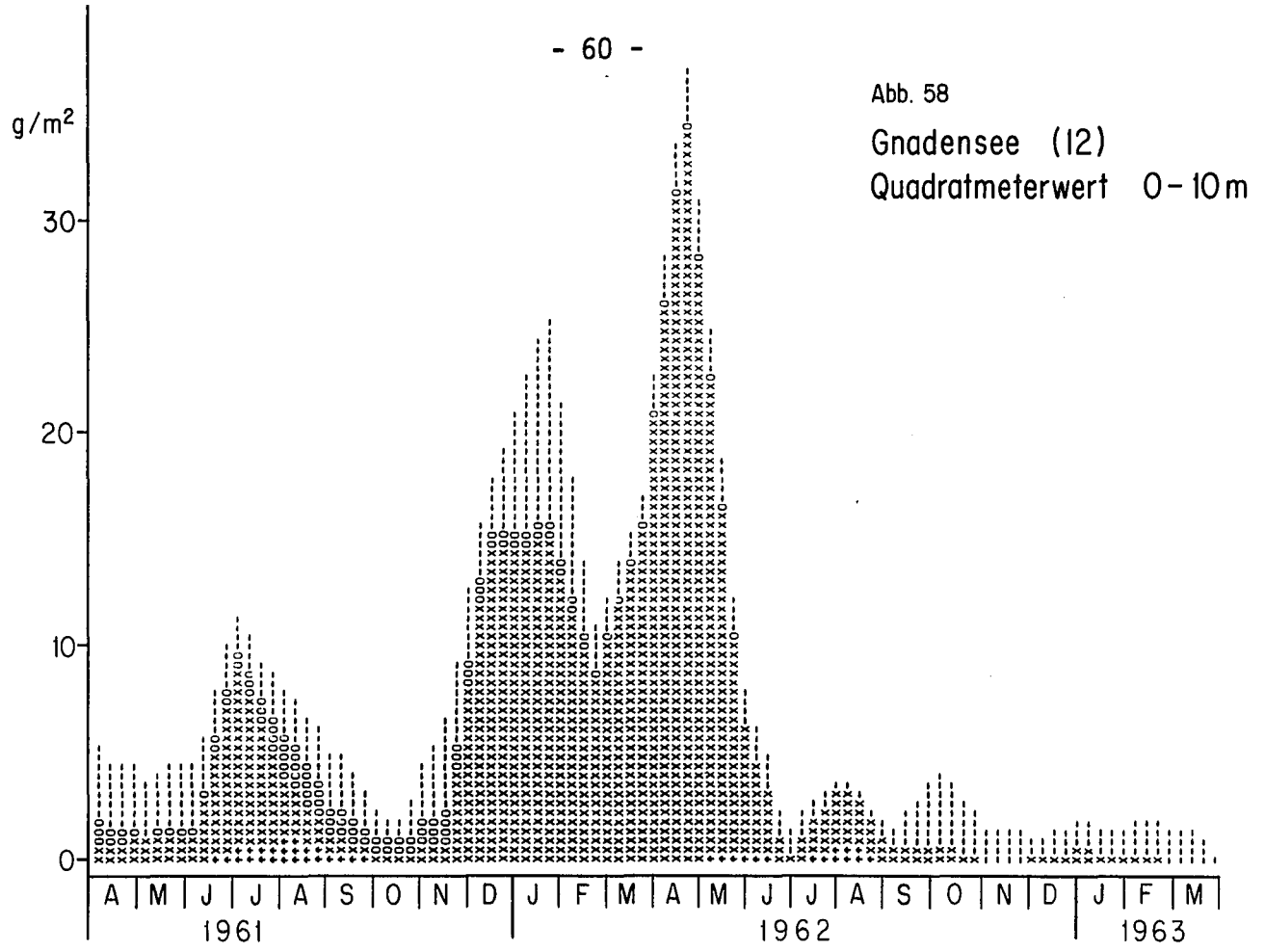
Der zeitliche Intervall zwischen zwei Säulen beträgt eine Woche, zwischen den Werten der Probenentnahme-Daten wurde linear interpoliert.

Die Zeichen des Computer-Ausdruckes bedeuten:

- * Cyanophyceen
- † Chrysophyceen
- X Diatomeen
- O Dinophyceen
- / Chlorophyceen
- § Conjugatophyceen
- Cryptophyceen
- W Diverse







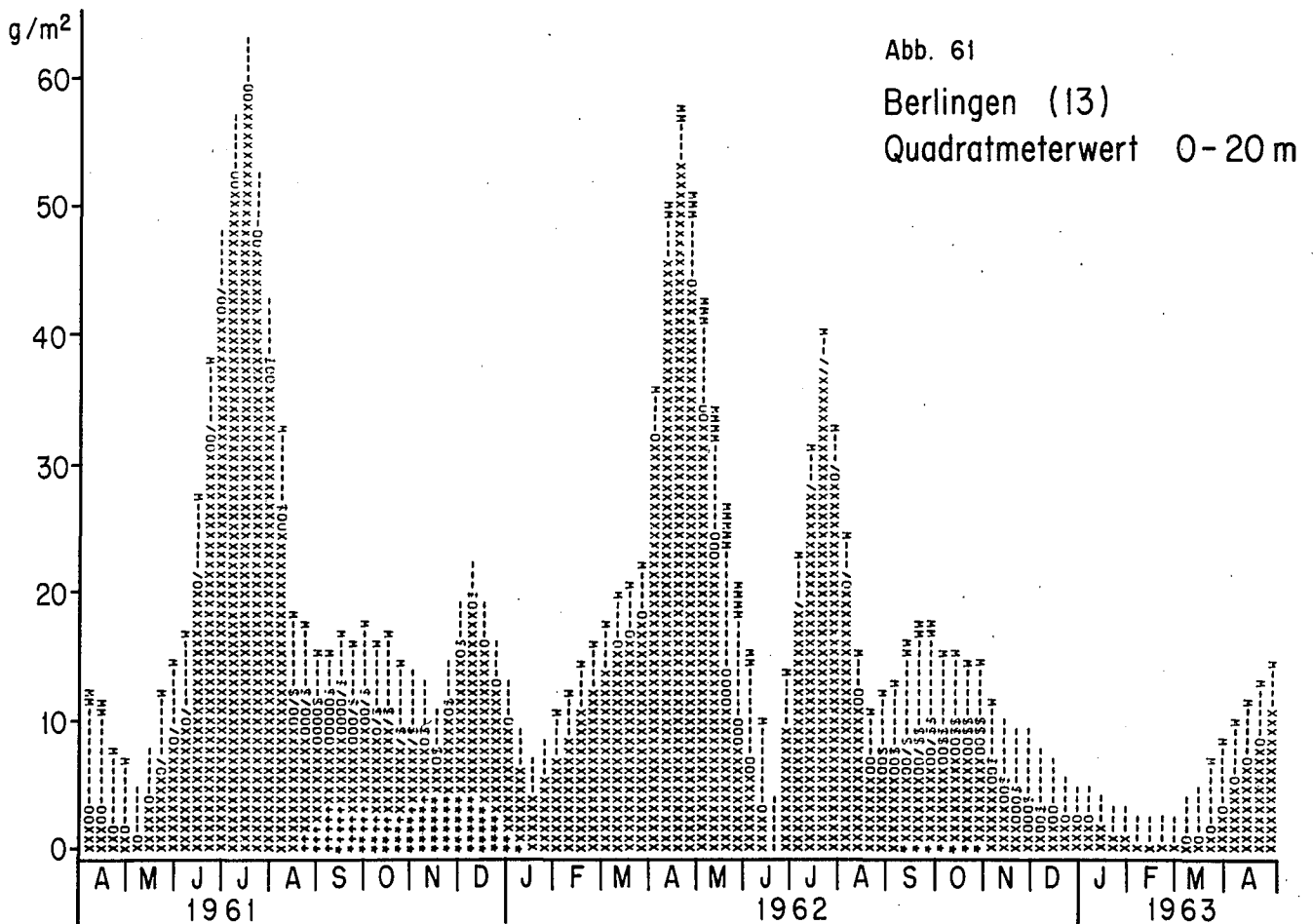
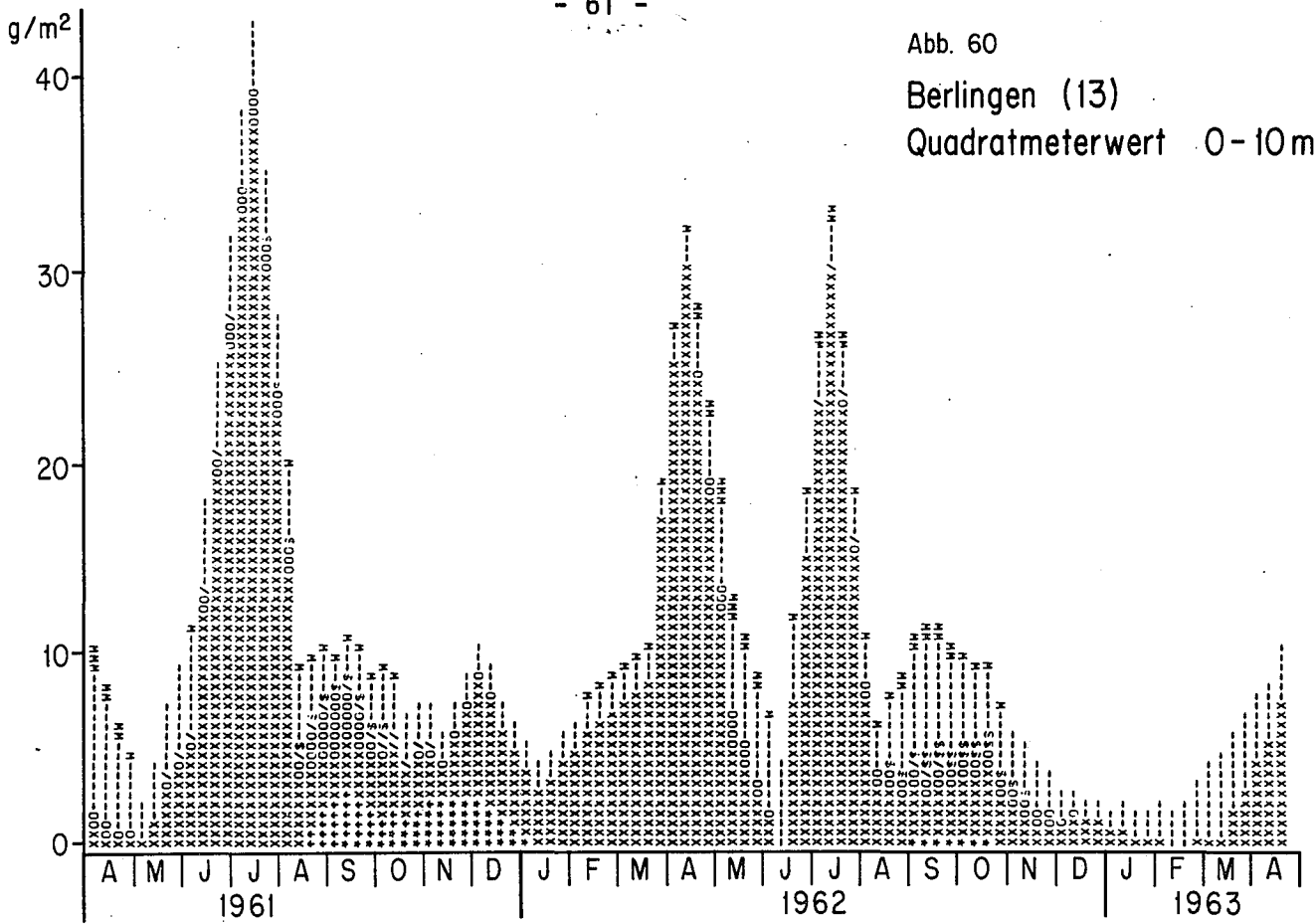


Abb. 62

Mammern (14)
Quadratmeterwert 0-10

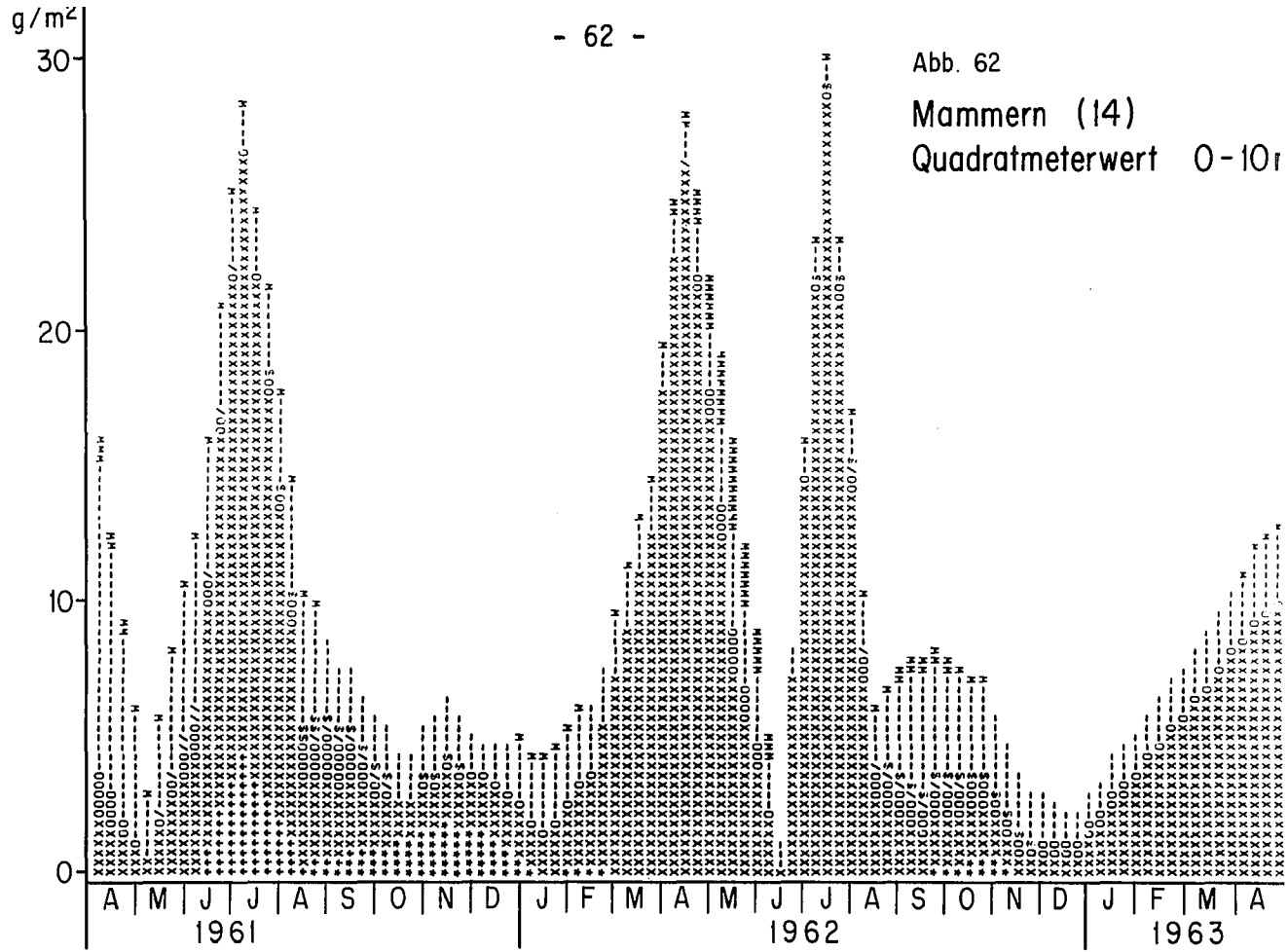


Abb. 63

Mammern (14)
Quadratmeterwert 0-20m

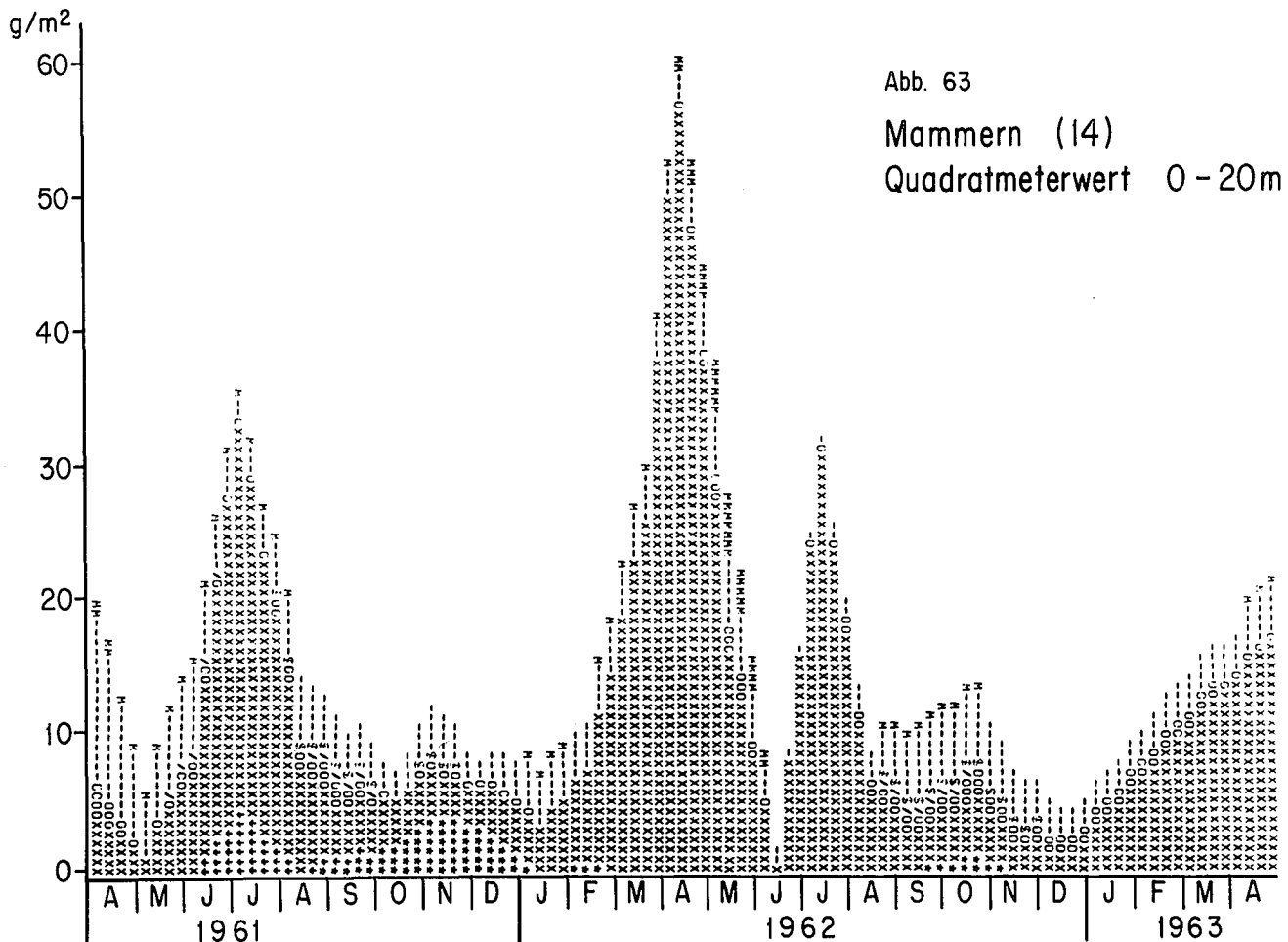


Abb. 64

Konstanz (OI)

Quadratmeterwert 0-20 m

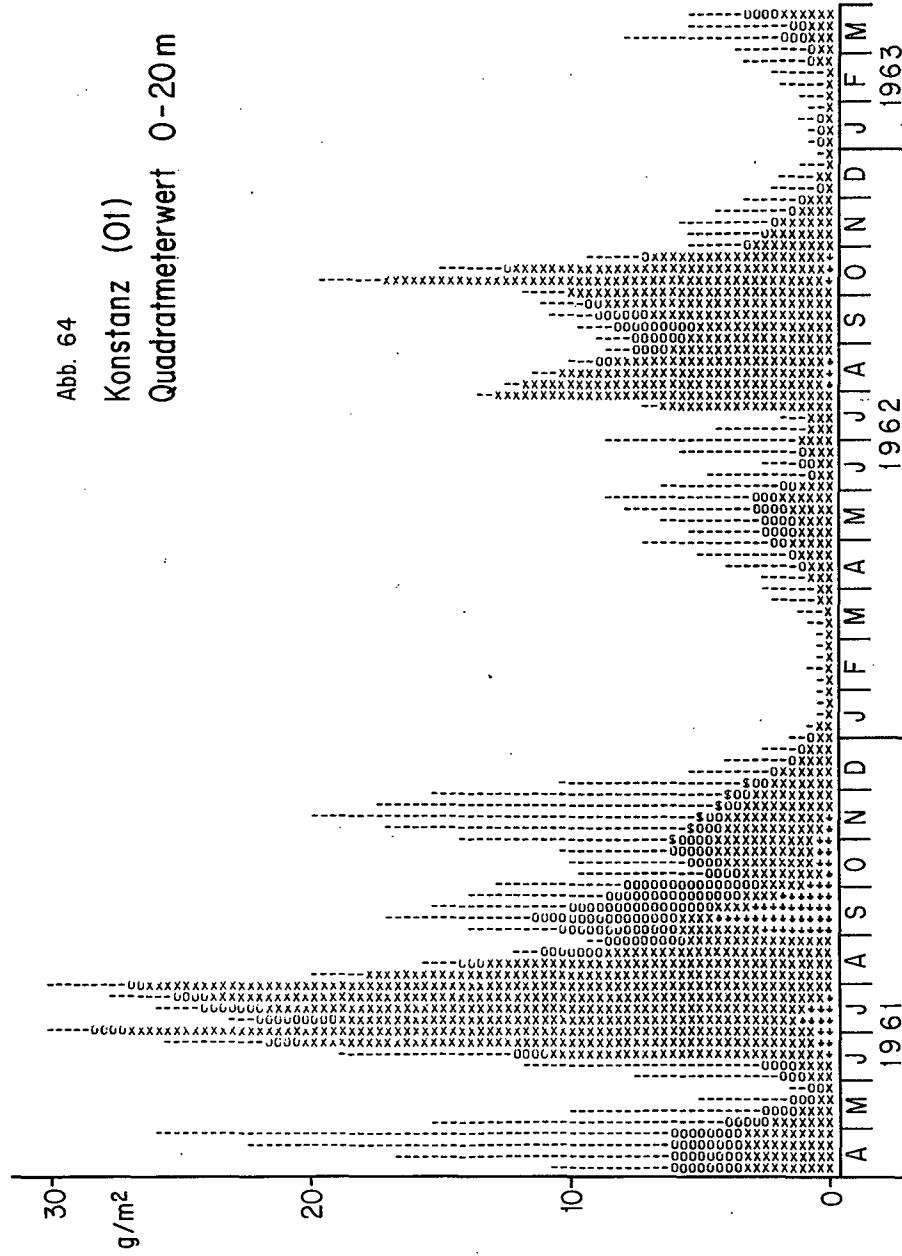
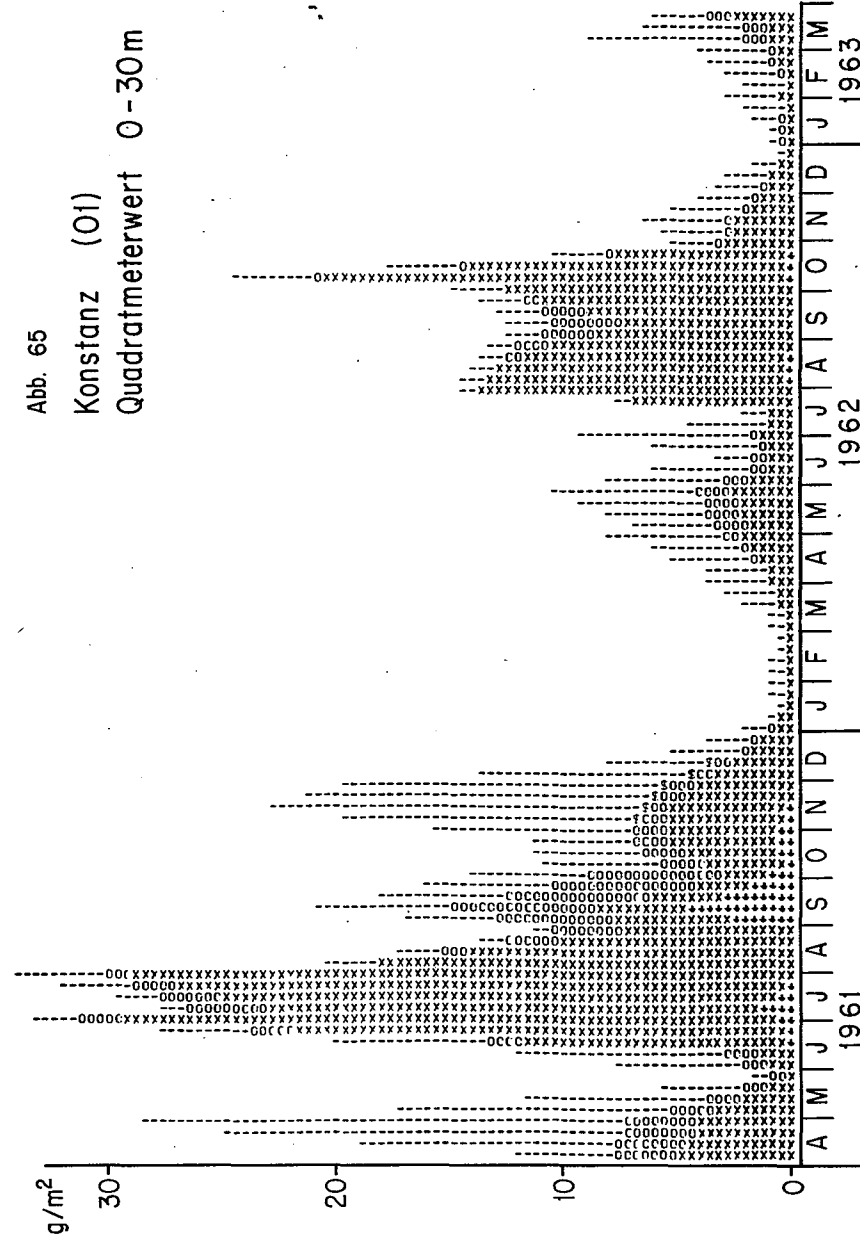


Abb. 65

Konstanz (OI)

Quadratmeterwert 0-30 m



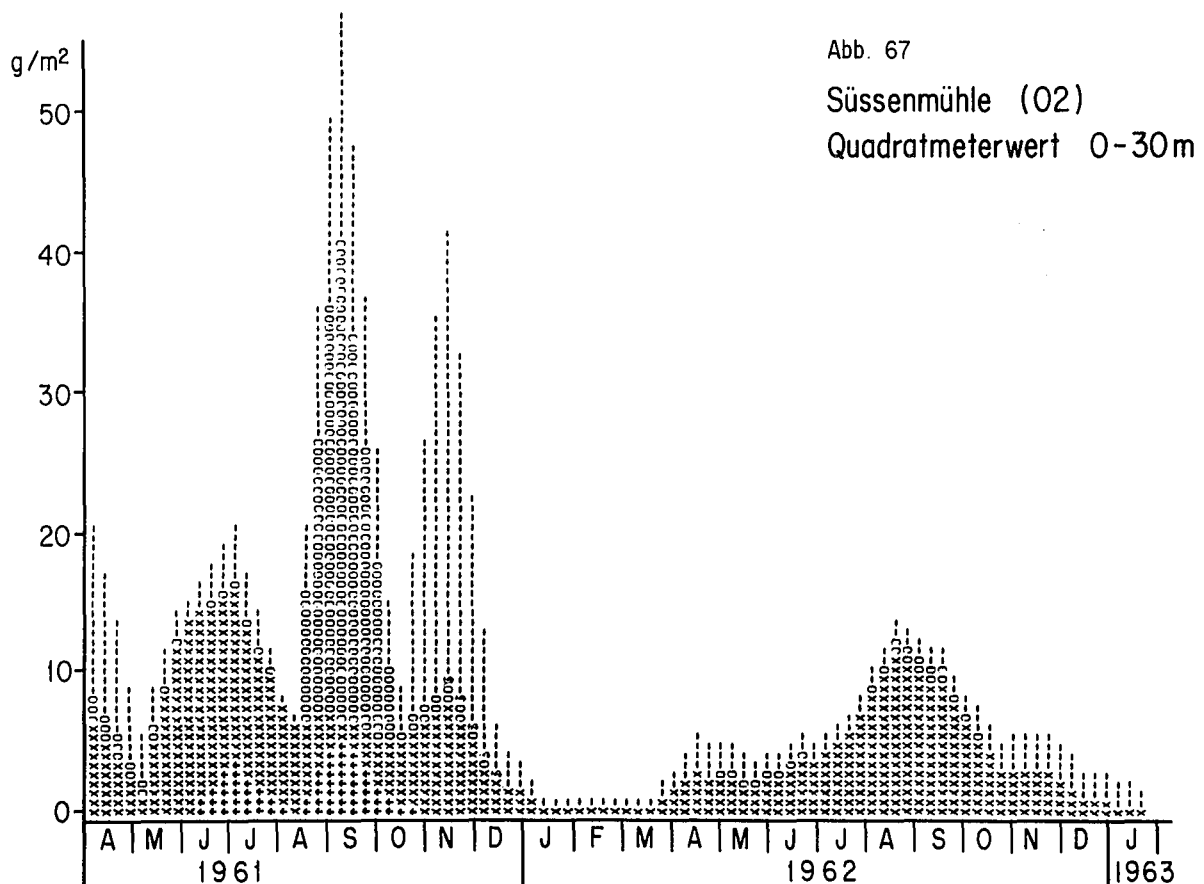
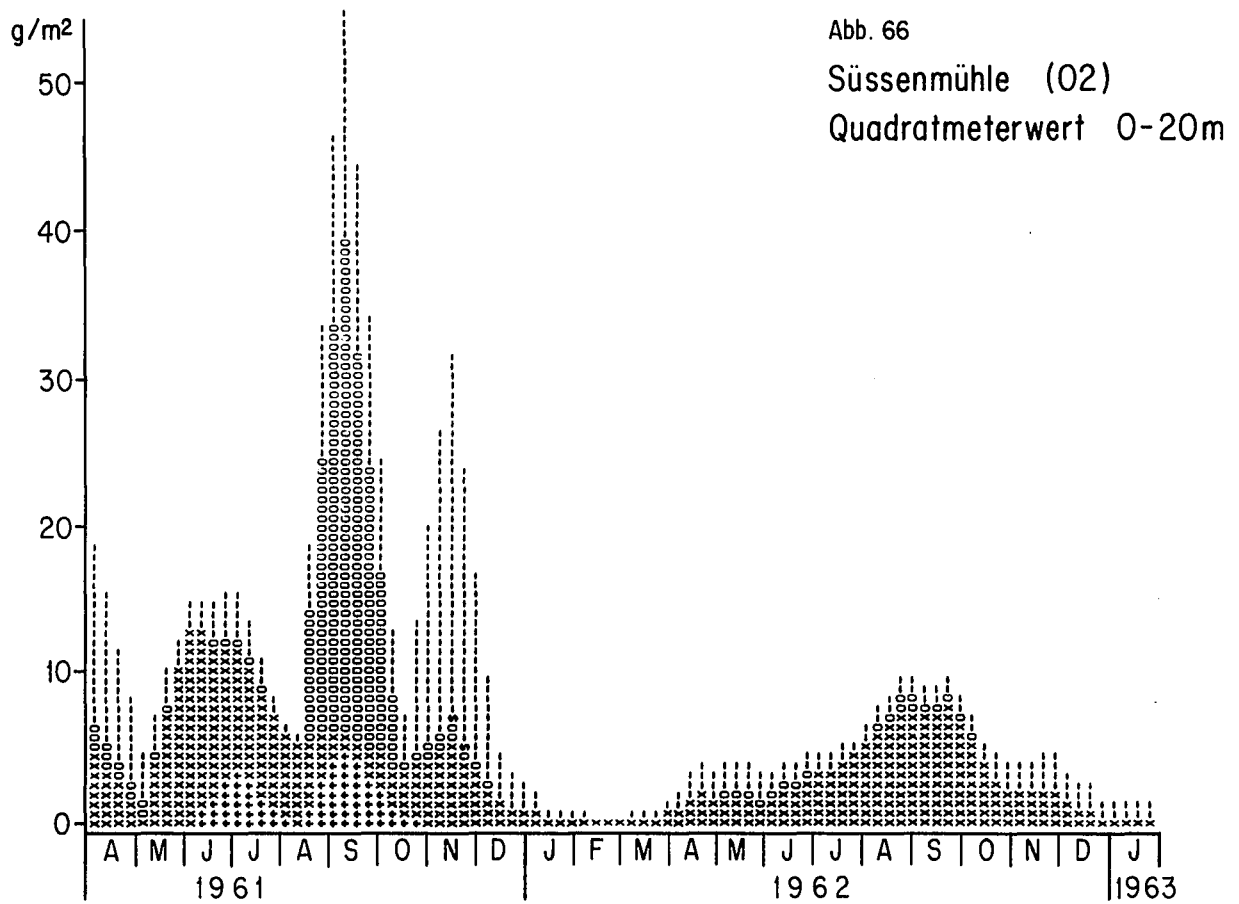


Abb. 68

Fischbach (03)

Quadratmeterwert 0-20m

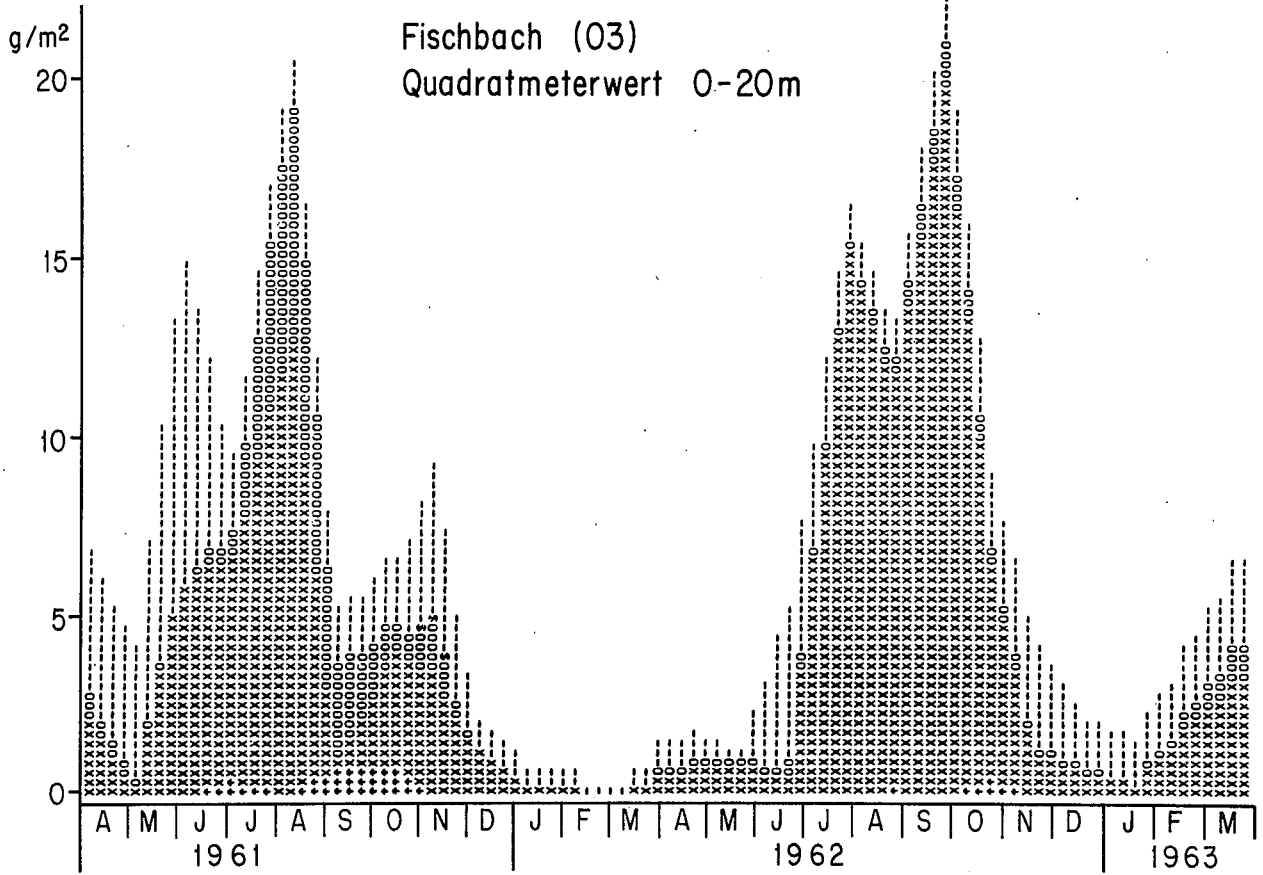


Abb. 69

Fischbach (03)

Quadratmeterwert 0-30m

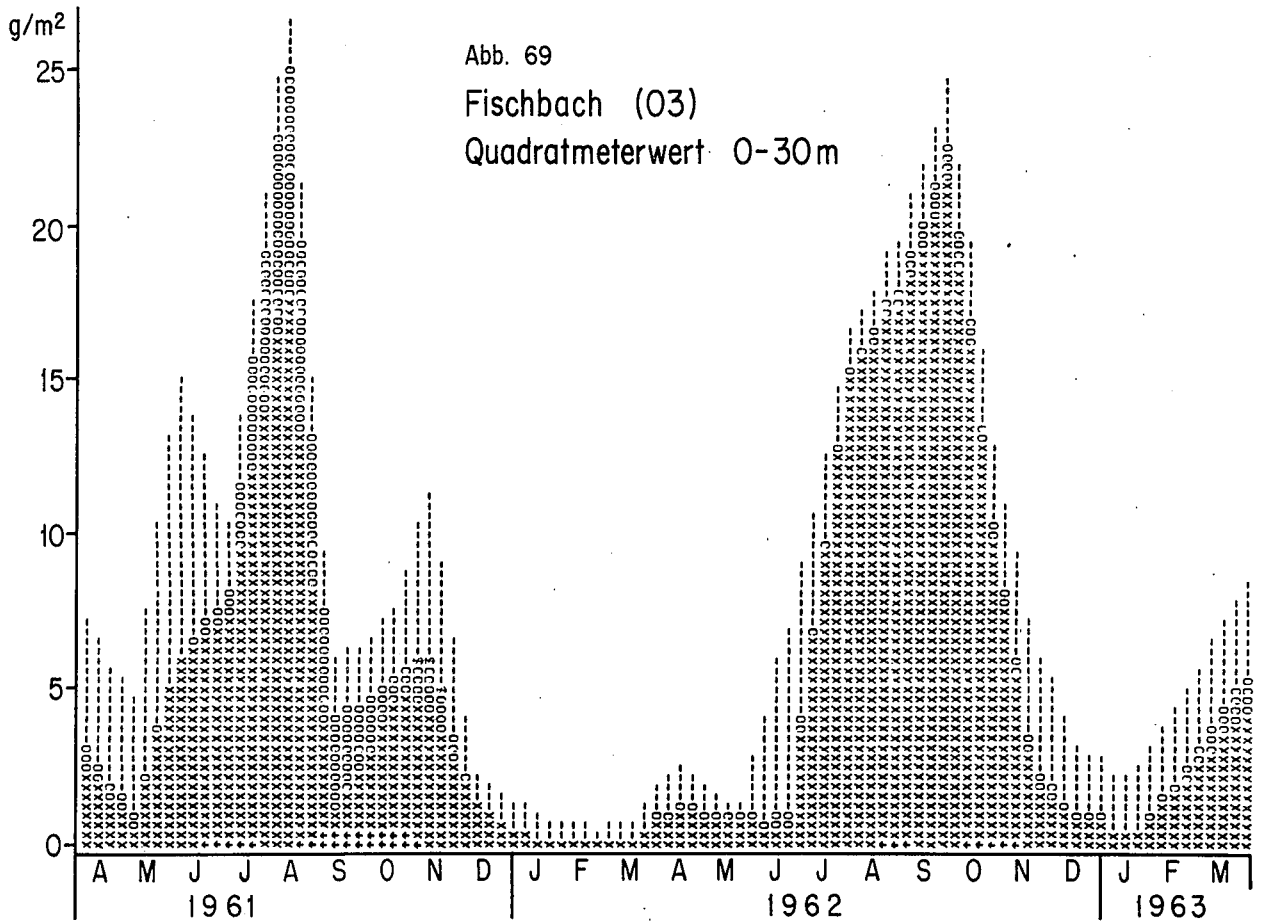


Abb. 70

Lindau (05)

Quadratmeterwert 0-20m

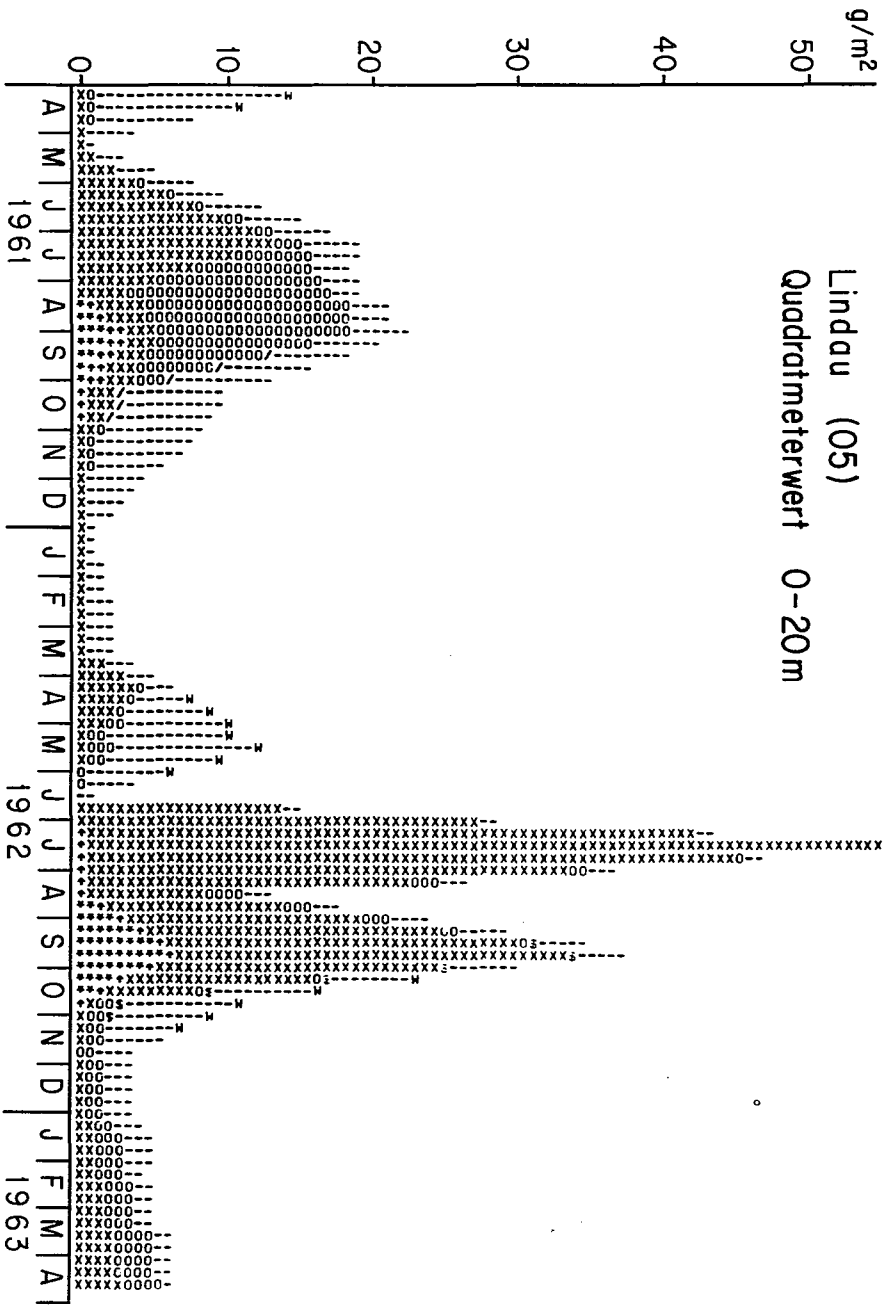


Abb. 71

Lindau (05)

Quadratmeterwert 0-30m

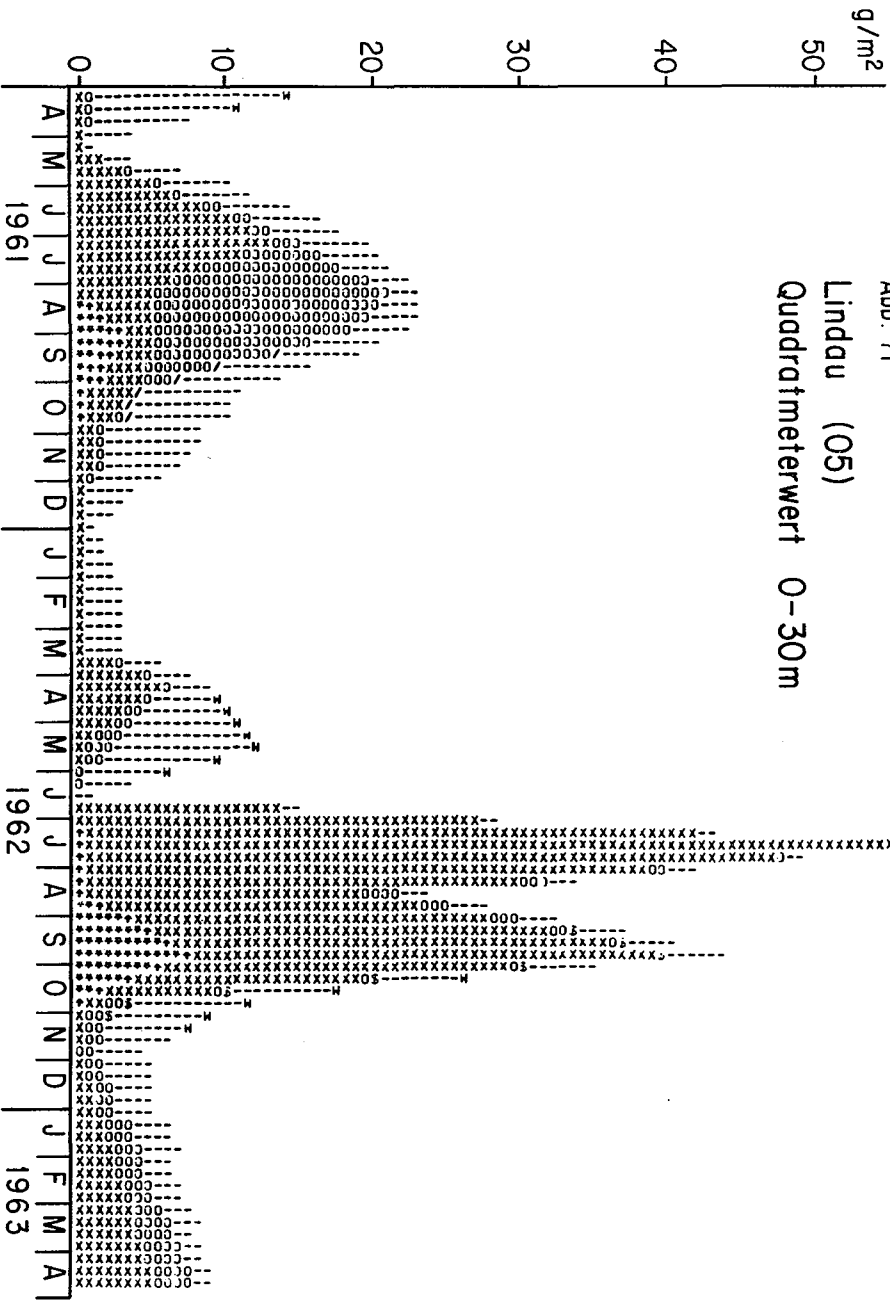


Abb. 72

Langenargen (06)
Quadratmeterwert 0-20m

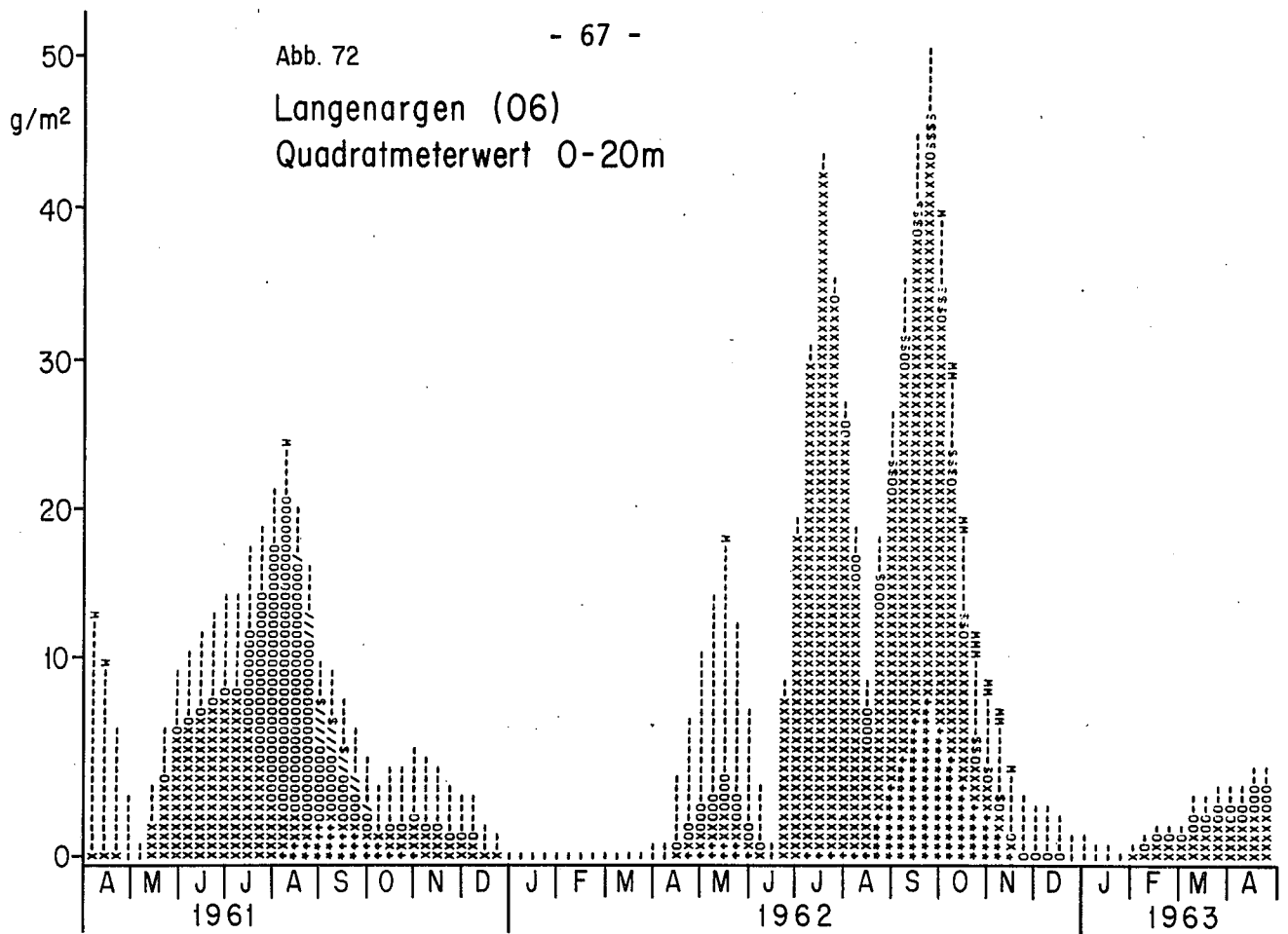


Abb. 73

Langenargen (06)
Quadratmeterwert 0-30m

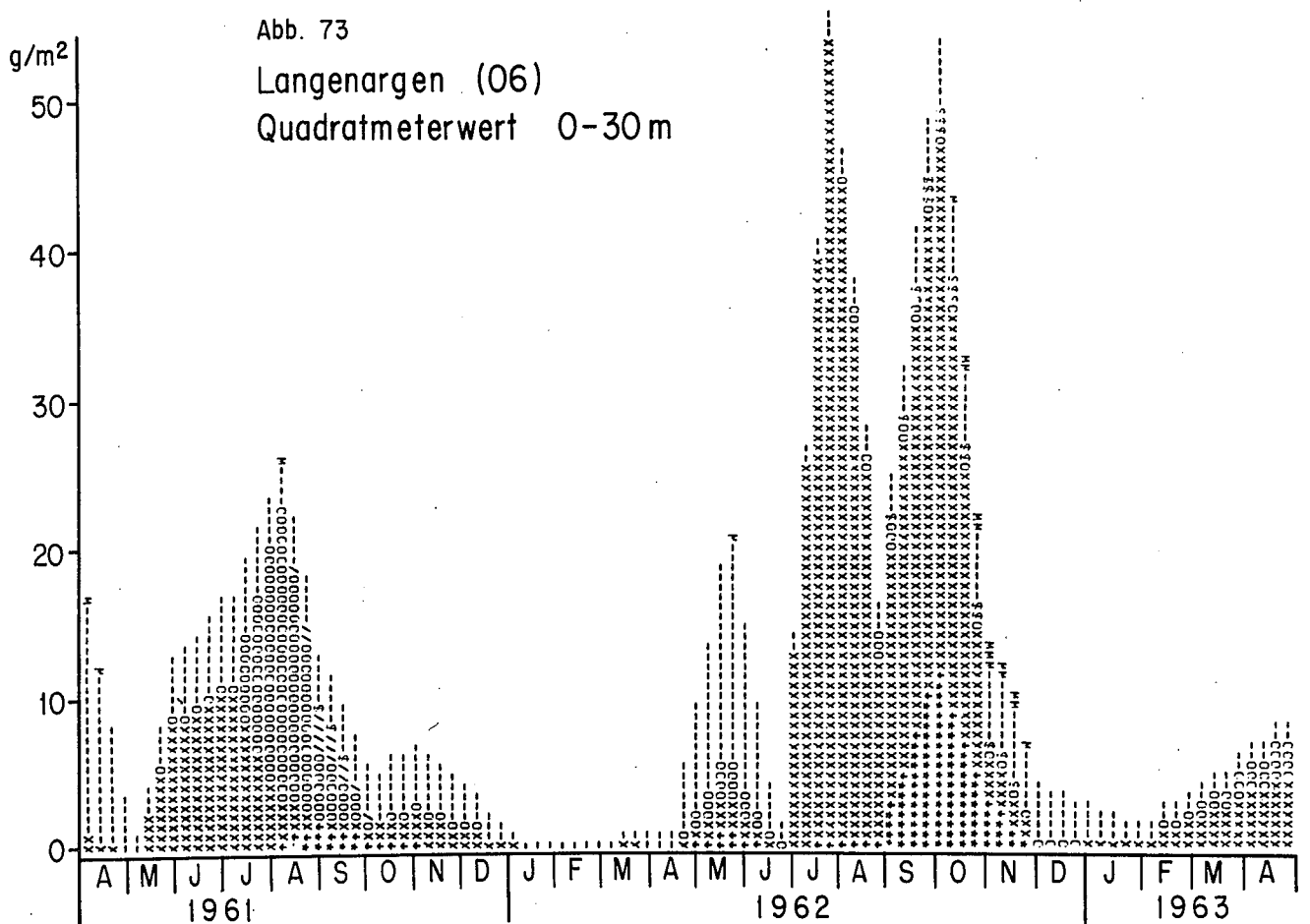


Tabelle 3: Biomassen-Mittel 1961/1962 und 1962/1963

(Arithmetische Mittel der Quadratmeterwerte für das Seejahr 1961/1962 von April 1961 bis März 1962 für das Seejahr 1962/1963 die übrigen Werte)

in $[g/m^2]$ bzw. in % der Quadratmeterwerte 0 m bis Grund

Station		1961/1962			1962/1963	
Konstanz	(01)	O - 20 m	11.79	71 %	6.37	50 %
		O - 30 m	13.54	81 %	7.66	60 %
		O - 60 m	16.72	100 %	12.79	100 %
Süssenmühle	(02)	O - 20 m	13.37	72 %	5.23	43 %
		O - 30 m	15.28	82 %	6.29	52 %
		O - 60 m	18.59	100 %	12.16	100 %
Fischbach	(03)	O - 20 m	6.71	49 %	7.65	27 %
		O - 30 m	7.95	58 %	9.56	33 %
		O - 250 m	13.57	100 %	28.58	100 %
Lindau	(05)	O - 20 m	10.29	72 %	16.54	47 %
		O - 30 m	11.49	81 %	19.54	55 %
		O - 60 m	14.22	100 %	33.40	100 %
Langenargen	(06)	O - 20 m	9.12	54 %	15.17	38 %
		O - 30 m	9.80	58 %	18.43	46 %
		O - 200 m	16.92	100 %	39.67	100 %
Mannenbach	(10)	O - 10 m	8.07	62 %	6.65	57 %
		O - 20 m	12.96	100 %	11.73	100 %
Berlingen	(13)	O - 10 m	11.32	30 %	11.17	41 %
		O - 20 m	19.44	52 %	18.03	67 %
		O - 40 m	37.52	100 %	26.99	100 %
Mammern	(14)	O - 10 m	10.03	49 %	11.58	43 %
		O - 20 m	15.54	76 %	19.29	72 %
		O - 30 m	20.43	100 %	26.63	100 %
Zellersee	(11)	O - 10 m	13.39	52 %	8.87	58 %
		O - 20 m	25.92	100 %	15.37	100 %
Gnadensee	(12)	O - 10 m	10.24	61 %	6.09	64 %
		O - 20 m	16.80	100 %	9.57	100 %

Tabelle 4: Kreuzweise Korrelationen aller Stationen in Bezug auf totale Biomasse:

Station	1	3	6	5	13	14	10	11	12	
	.49	.16	.09	.19	.03	.00		-.16	-.23	2 Süssenmühle
		.52	.41	.37	.47	.47	.35	-.07	-.19	1 Konstanz
					.18	.18	.10	-.38	-.39	3 Fischbach
					.35	.36	.16	-.28	-.31	6 Langenargen
					.51	.50	.30	-.20	-.25	5 Lindau
							.48	.51	.41	13 Berlingen
							.53	.49	.39	14 Mammern
								.34	.31	10 Mannenbach
										11 Zellersee
										12 Gnadensee

(Erläuterungen siehe Seite 73)

Tabelle 5: Kreuzweise Korrelationen aller Stationen in Bezug auf totale Biomasse mit Zeitverschiebung ± 1 Monat

Serie B: Station	01	02	03	05	06	10	11	12	13	14
01 Konstanz		.07	.32	-.08	-.06	.14	-.16	-.23	.02	-.04
02 Süssenmühle	.16		.51	.11	.17	.13	-.33	-.27	-.10	-.08
03 Fischbach	.37	.08		.26	.22	-.14	-.33	-.45	.25	.13
05 Lindau	0	-.12	.27		-.01	-.10	-.21	-.25	.03	-.10
06 Langenargen	.09	-.12	.30	.03		-.13	-.08	-.17	.15	0
10 Mannenbach	.02	-.20	.13	-.24	-.18		.16	.21	.10	.15
11 Zellersee	-.09	-.07	-.32	-.48	-.47	-.25		.29	-.21	-.09
12 Gnadensee	-.15	-.18	-.35	-.43	-.45	-.21	.52		-.02	-.05
13 Berlingen	.18	-.10	.07	-.30	-.26	-.02	.08	.08		-.02
14 Mammern	-.01	-.26	-.08	-.39	-.38	-.08	.21	.15	-.01	

Serie A:
Station

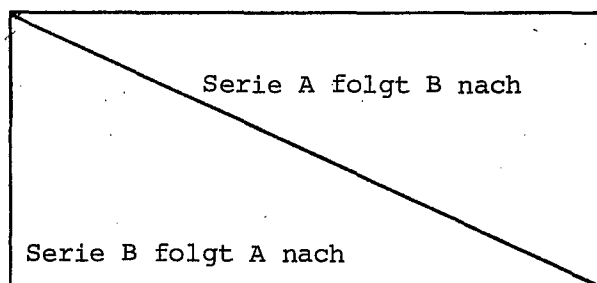


Tabelle 6: Kreuzweise Korrelationen aller Stationen in Bezug auf die Bacillariophyceen-Biomasse

Station	12	11	13	14	10	02	01	05	06	
	.40	.33	.42	.41	.57	.31	.25	.13	.12	03 Fischbach
		.59	-.02	.23	.11	.19	.15	-.06	-.02	12 Gnadensee
			.43	.63	.53	.18	.43	.20	.25	11 Zellersee
				.76	.65	-.03	.44	.55	.71	13 Berlingen
					.81	.18	.67	.63	.69	14 Mammern
						.48	.75	.64	.68	10 Mannenbach
							.70	.44	.26	02 Süssenmühle
								.82	.71	01 Konstanz
									.88	05 Lindau
										06 Langenargen

schraffiert:

99 % Signifikant

(Signifikationsschranke

bei 20 Paar-Werten : $r = .561$)

(Erläuterungen siehe Seite 73)

Tabelle 7: Kreuzweise Korrelationen aller Stationen mit Zeitverschiebung ± 1 Monat bezüglich der Bacillariophyceen-Biomasse

Serie B: Station	1	2	3	5	6	10	11	12	13	14
01 Konstanz		.05	.14	-.18	-.06	-.13	.14	-.02	-.01	-.13
02 Süssenmühle	-.10		.04	-.14	-.19	-.19	-.03	-.02	-.10	-.19
03 Fischbach	-.08	.05		-.08	-.08	-.02	-.02	-.13	.02	-.10
05 Lindau	.0	.15	.27		-.15	.07	.21	.23	-.05	-.20
06 Langenargen	-.22	-.06	.31	-.26		-.04	.23	.03	.17	-.11
10 Mannenbach	-.22	-.06	.18	-.15	-.12		.11	-.15	-.05	-.21
11 Zellersee	-.26	-.25	.19	-.14	-.12	-.14		-.09	.05	.19
12 Gnadensee	-.27	-.22	-.14	-.09	-.14	-.24	.48		-.09	.04
13 Berlingen	-.16	.08	.25	-.09	-.05	-.14	.03	-.15		-.06
14 Mammern	-.08	.08	.25	-.14	-.09	-.01	.35	-.09	-.01	

Serie A:
Station

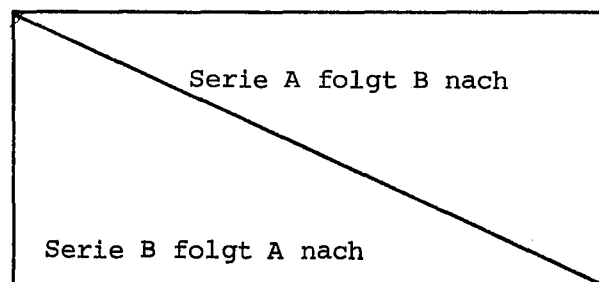


Tabelle 8: Kreuzweise Korrelationen aller Stationen in Bezug auf Cryptophyceen-Biomasse

Station	1	2	3	6	5	14	13	10	11	12	
	.85	.50	.49	.43	.38	.45	.21	-.03	-.14		1 Konstanz
		.65	.43	.32	.11	.15	.06	-.16	-.26		2 Süssenmühle
			.82	.73	.19	-.04	.01	-.25	-.27		3 Fischbach
				.96	.43	-.01	.15	-.10	-.16		6 Langenargen
					.58	.06	.26	-.01	-.09		5 Lindau
						.71	.80	.59	.55		14 Mammern
							.70	.69	.64		13 Berlingen
								.74	.73		10 Mannenbach
									.93		11 Zellersee
											12 Gnadensee

(Erläuterungen siehe Seite 73)

Tabelle 9: Kreuzweise Korrelationen aller Stationen mit Zeitverschiebung ± 1 Monat bezüglich Crypto-Biomassen

Serie B: Station	1	2	3	5	6	10	11	12	13	14
01 Konstanz		.39	.08	.01	.06	-.01	-.19	-.24	-.07	-.08
02 Süssenmühle	.42		.21	.25	.25	.02	-.23	-.29	-.03	.14
03 Fischbach	.44	.41		.40	.38	-.06	-.23	-.27	.11	.19
05 Lindau	.03	.06	-.01		-.02	-.20	-.23	-.23	-.17	-.14
06 Langenargen	.04	.13	.10	.02		-.19	-.25	-.23	-.18	-.16
10 Mannenbach	-.04	-.18	-.31	-.21	-.22		.34	.36	.15	.18
11 Zellersee	-.11	-.13	-.34	-.25	-.25	-.08		.24	-.01	.01
12 Gnadensee	-.16	-.22	-.33	-.24	-.23	-.04	.46		.07	.07
13 Berlingen	.41	.32	-.08	-.11	-.05	.05	.18	.15		.08
14 Mammern	.10	-.02	-.25	-.20	-.19	-.01	.13	.16	.01	

Serie A:
Station

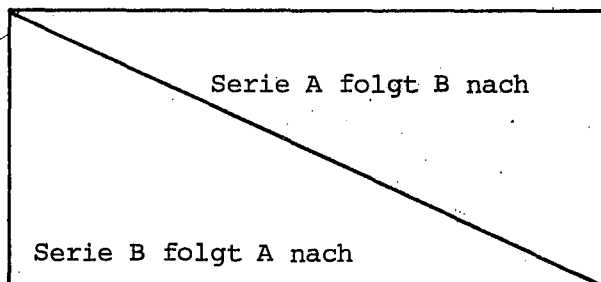


Tabelle 10: Kreuzweise Korrelationen aller Stationen bezüglich Dinophyceen-Biomasse

Station	11	6	3	5	1	10	2	13	14	
	.81	.67	.71	.61	.58	.46	.21	.27	.23	12 Gnadensee
		.84	.70	.60	.30	.22	-.09	.11	.13	11 Zellersee
			.95	.83	.58	.50	.15	.29	.39	6 Langenargen
				.87	.67	.61	.30	.38	.37	3 Fischbach
					.85	.88	.66	.64	.53	5 Lindau
(Erläuterungen siehe Seite 73)						.89	.76	.70	.68	1 Konstanz
							.92	.72	.54	10 Mannenbach
								.73	.44	2 Süssenmühle
									.75	13 Berlingen
										14 Mammern

Tabelle 11: Kreuzweise Korrelationen aller Stationen mit Zeitverschiebung ± 1 Monat bezüglich Dinophyceen-Biomasse

Serie B: Station	1	2	3	5	6	10	11	12	13	14
01 Konstanz		.12	.81	.68	.80	.40	.70	.58	.32	.19
02 Süssenmühle	.43		.91	.69	.97	.32	.79	.65	.08	.24
03 Fischbach	.18	-.02		.27	.30	.08	.44	.30	.37	.04
05 Lindau	.16	-.14	.60		.62	.11	.76	.48	.24	.02
06 Langenargen	.03	-.09	.16	.11		-.05	.39	.19	.29	-.14
10 Mannenbach	.36	-.08	.85	.64	.89		.81	.63	.18	.14
11 Zellersee	-.15	-.14	-.05	-.09	-.09	-.15		-.27	.10	-.29
12 Gnadensee	.23	-.07	.29	.25	.24	.17	.49		.21	-.19
13 Berlingen	.17	-.25	.60	.38	.65	.08	.51	.31		-.17
14 Mammern	-.09	-.25	.41	.22	.41	-.06	.31	0	-.05	

Serie A:
Station

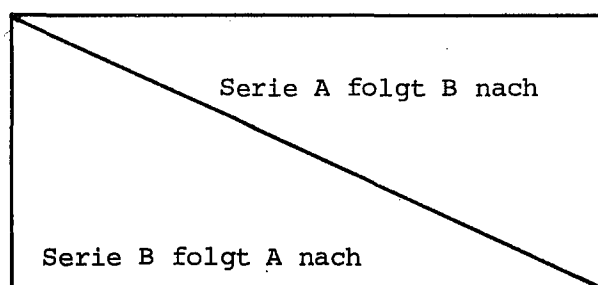


Tabelle 12: Kreuzweise Korrelationen der Obersee-Stationen in Bezug auf die Zellzahl von *Asterionella formosa*

Station	2	1	3	5	6	
		.39	.58	.35	.48	O2 Süssenmühle
			.97	.99	.96	O1 Konstanz
				.96	.98	O3 Fischbach
					.88	O5 Lindau
						O6 Langenargen

Erläuterungen zur Korrelationsanalyse der Zeitreihen:

Es wurden die Säulentotale (0 - 10 m Untersee, 0 - 20 m Obersee) verglichen. Alle Stellen wurden kreuzweise miteinander korreliert. Korrelationskoeffizienten über 0.55 liegen innerhalb der 99 % Signifikanzschranke; sie sind in den Tabellen durch Schraffur hervorgehoben.

In den Tabellen 5, 7, 9 und 11 wurden die gleichen Zeitreihen jeweils zeitlich versetzt (+ - 1 Monat) nochmals kreuzweise verglichen, d.h. der Januarwert der Serie A mit dem Februarwert der Serie B, Februarwert der Serie A mit März Serie B usw. Anschliessend umgekehrt: Januarwert Serie B mit Februarwert Serie A usw.

Die Stellen wurden für die Tabellen 4, 6, 8 und 10 nach dem Korrelierungsgrad geordnet und nicht nach geographischen Zusammenhängen.

3.5 QUERVERGLEICH DER PROBENENTNAHMESTELLEN UNTER BESONDERER BERUECKSICHTIGUNG DER WINDVERHAELTNISSE

In den Abbildungen 74 bis 94 (a und b) sind (links) die Zelldichten der wichtigsten Algen, bzw. (rechts) die Biomassen der Algenklassen und die totale Biomasse dargestellt. Die Windrose gibt die Windleistung an (mittelstarke bis starke Winde x Zeit); diese Daten sind dem Statistischen Jahrbuch der Schweiz entnommen. Im Mai 1961 herrschten beispielsweise während neun Tagen Winde aus NW bis SW, im April 1961 bloss vier Tage aus der gleichen Richtung etc. Schwache Winde wurden nicht berücksichtigt.

Der Vergleich der Planktonverteilung windreicher mit derjenigen windarmer Monate zeigt keinen nachweisbaren Einfluss der Windleistung oder Windrichtung auf die horizontale Vermischung der Algen. Viele Monate mit extrem wenig Wind zeigen eine gleichmässige Biomassen-Verteilung als etwa die Monate Mai, Juli, August 1961 und April, Mai, August, September und November 1962 mit grösserer Windleistung.

Im Mai 1962 liegt beispielsweise die Biomasse der Station Fischbach 90 % unter derjenigen von Langenargen. Dass der Wind die Strömungen des Sees beeinflusst, ist unbestritten. So können nach starken Stürmen horizontale wie vertikale Verfrachtungen riesiger Wasserkörper beobachtet werden (LEHN [7], [8]), welche zudem infolge der Ausbildung von stehenden internen Wellen (Resonanz) von Ort zu Ort stark verschieden sein können (MORTIMER [12]). Eine Vermischung grösserer Wasserkörper findet aber nicht statt. Durch heftige Winde wird zunächst die Schichtung des oberen Epilimnions gestört und oberflächlich eingeschichtete Algen in die Tiefe verdriftet. Durch diese vertikale Verfrachtung können aber langfristig horizontale Unterschiede der Planktonverteilung resultieren, da die Winde nicht in allen Becken gleichermassen wirken können.

Selbst im Untersee, wo die Probenentnahmestellen näher beieinander liegen, kommen auch bei länger dauernden Winden sowohl bei den einzelnen Arten als auch bei der Biomasse Unterschiede vor. Durch die Strömung des Untersees, die in Mannenbach und Mammern relativ stark und mehr oder weniger konstant ist, werden die durch Westwind bedingten Strömungen des Oberflächenwassers vermutlich die meiste Zeit kompensiert.

Die parallel laufende Entwicklung vieler Algen in benachbarten Seebecken ist somit nicht das Resultat einer windbedingten Vermischung oder Verfrachtung. Selbst die starke Strömung in den vom Seerhein durchflossenen Becken mit theoretischen Aufenthaltszeiten des Wassers von wenigen Wochen bewirkt bei schnell wachsenden Algen (*Rhodomonas*, *Cyclotella*) kein übereinstimmendes Auftreten. Wie weit der Wind zur Impfung der Freiwasserregionen mit Algen aus dem Litoral oder aus andern Becken beiträgt, ist unklar. LEHN [9] bezeichnet den Litoralraum als "Kinderstube" des Phytoplanktons. Eine Impfung vom Litoral oder vom Benthos her kann zwar neue Algenarten bzw. Variationen und Standorttypen in die Freiwasserregion bringen, für die grossräumige Massenentfaltungen einzelner Algen spielt sie wahrscheinlich keine Rolle. Jedenfalls stellt man fest, dass Algen, die invasionsartig plötzlich Wasserblüten bilden, schon in früheren Jahren vorhanden waren, aber durch Konkurrenz anderer Algen an einer eigenen Massenentfaltung gehindert wurden.

Auch zeigen später durchflossene Seeregionen trotz andauernder Impfung von obenliegenden Becken eigene Entwicklungsverläufe (Abb. 3). Vom Hallwilersee (Schweiz) ist bekannt, dass die *Oscillatoria rubescens*, die berüchtigte Burgunderblutalge, nach ihrer Massenentfaltung im Jahre 1960 zwar weiterhin stetig aus dem obenliegenden Baldeggersee zugeführt wird, ohne aber im Hallwilersee seither wieder in Massen aufzutreten.

Die Untersuchungen von H. LEHN [10] über Fluktuationen von *Tabellaria fenestrata* bestätigen, dass diese zu Massenentfaltungen neigende Alge, lange vor ihrer ersten Wachstumsspitze im Jahre 1939, zunächst tychoplanktisch (= eingeschwemmt vom Ufer aus), dann euplanktisch vorhanden war. Das gleichzeitige Auftreten der ersten Massenentfaltung im Ober- und Untersee beruhte aber ebensowenig auf Verfrachtung oder Vermischung der Wasserschichten wie die parallel laufende Planktonentwicklung an den Oberseestationen im Jahre 1961 bis 1963.

Das gleichzeitige Erscheinen gleicher Algentaxa an verschiedenen Orten braucht also nicht ein Hinweis auf Verfrachtung zu sein. Umgekehrt weisen aber Differenzen der Algenbesiedelung auf Behinderung des Wasseraustausches hin. So finden beispielsweise AUERBACH und ROTTENGATTER [2] in der Mehrzahl abweichendes Verhalten der Planktonjahreskurven nördlich und südlich der Insel Reichenau, während die Kurven des Radolfzellersees als Verbindungsglied unregelmässig sind und teilweise eine Mittelstellung einnehmen.

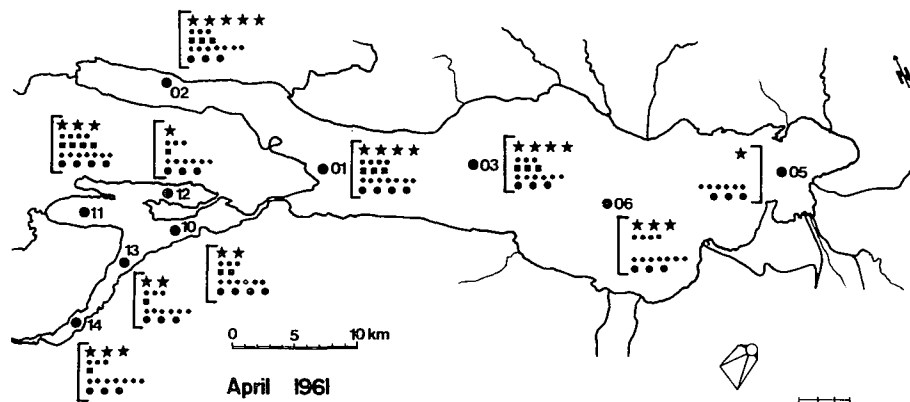
Legende zu den Abbildungen 74 bis 94 (a und b)

Die Zeichen bedeuten Zellendichten (links) und Biomassen der Gruppen bzw. totale Biomasse (rechts) gemäss den Isoplethendarstellungen sowohl der Arten wie der Biomassen.

Legende:

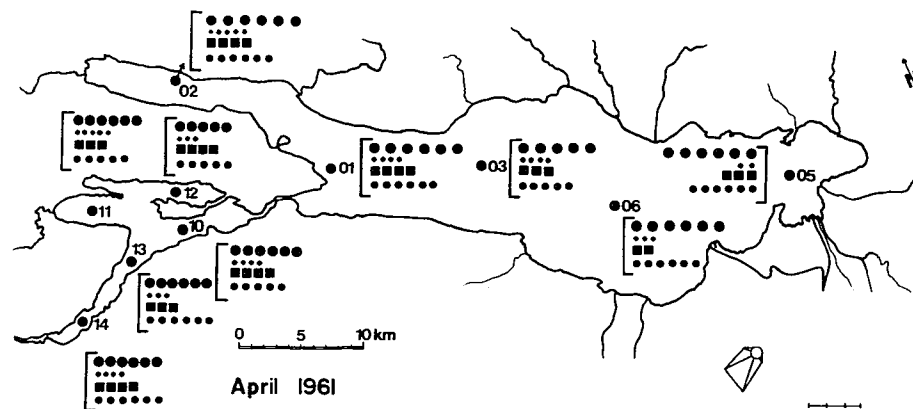
★	Asterionella	●	Biomasse total
●	Cyclotella/Stephanodiscus	*	Diatomeen-Biomasse
■	Fragilaria	■	Dinophyceen- "
*	Rhodomonas	●	Cryptophyceen- "
●	Cryptomonas		

Die Zahl der Zeichen entspricht den Nummern in den Isoplethendarstellungen, sie sind in den Abbildungen verkleinert.

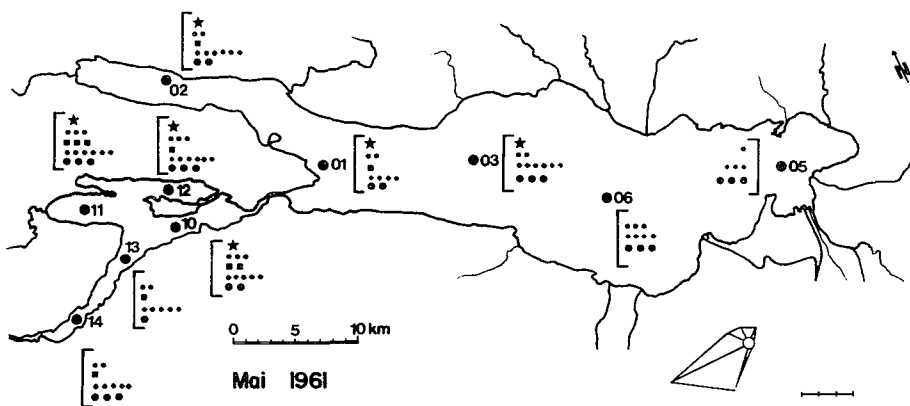


April 1961

Abb.
74 a/b

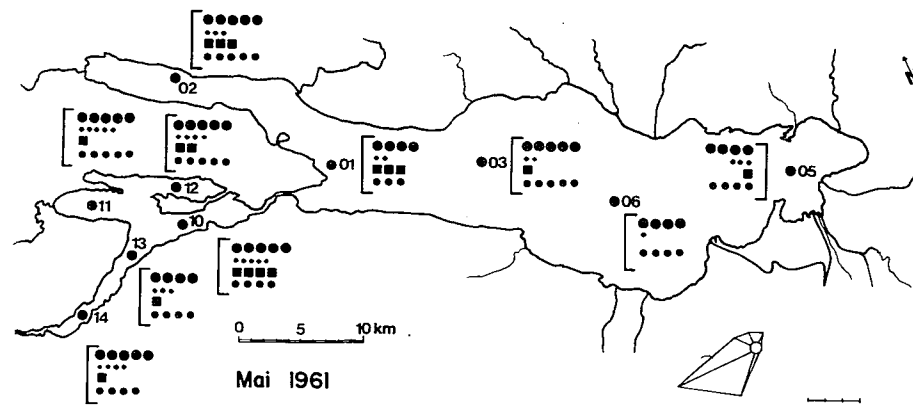


April 1961

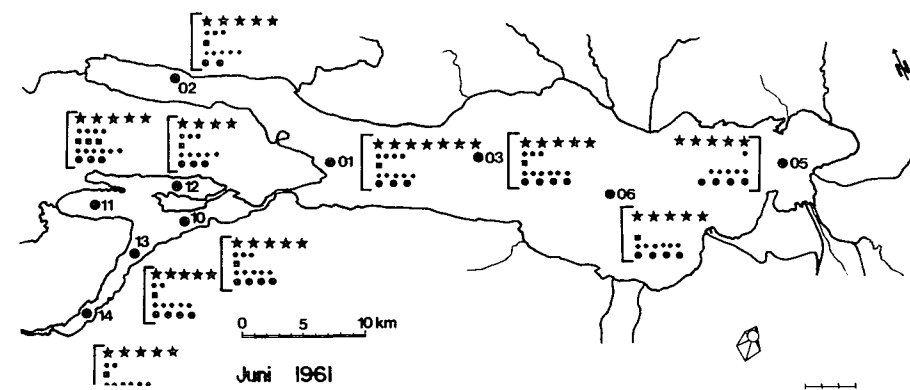


Mai 1961

Abb.
75 a/b

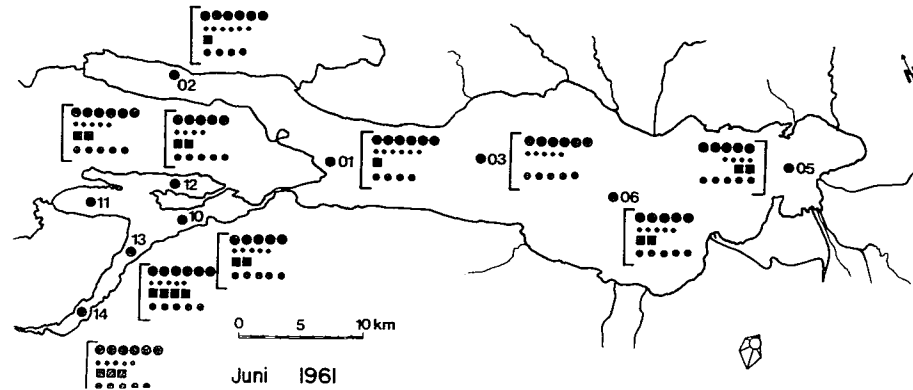


Mai 1961



Juni 1961

Abb.
76 a/b



Juni 1961

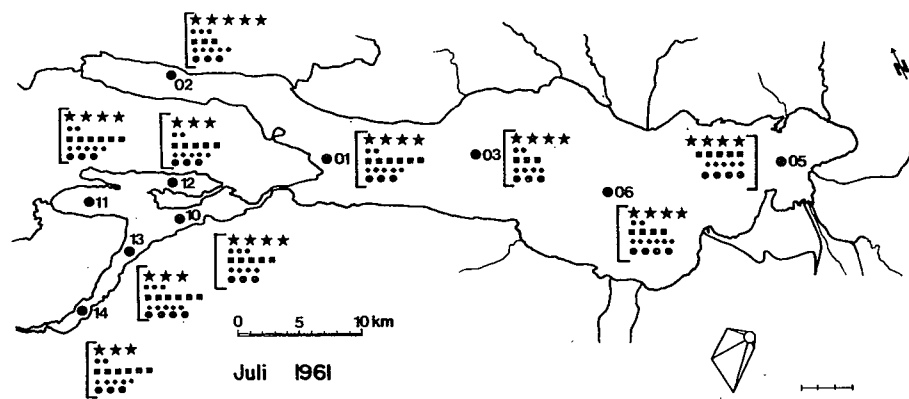


Abb.
77 a/b

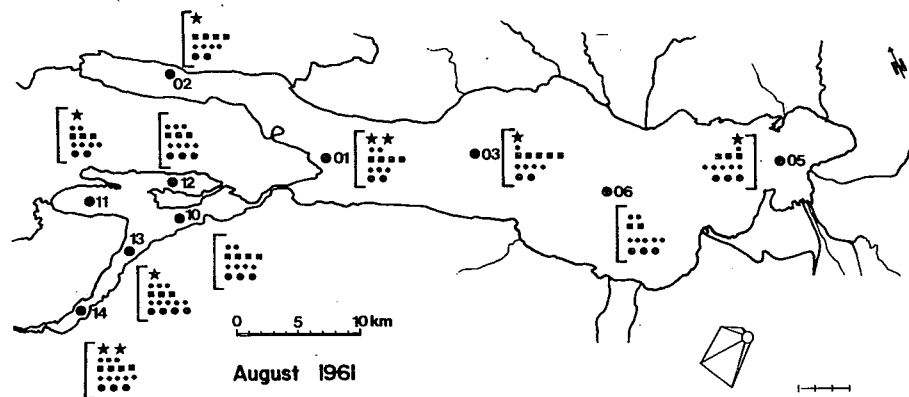
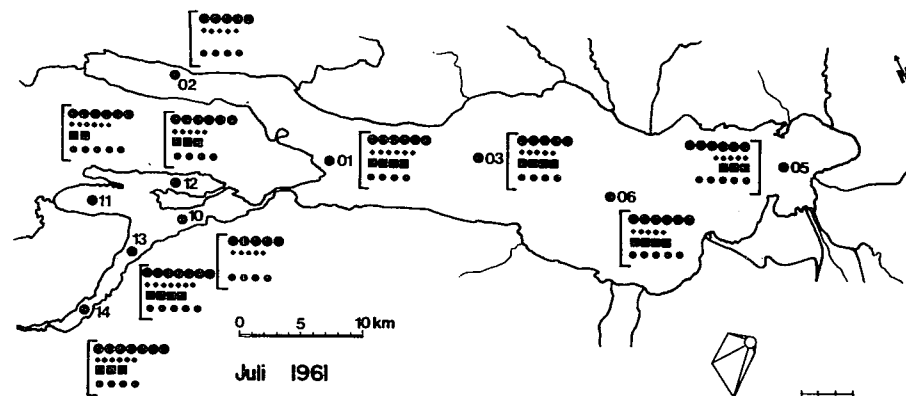


Abb.
78 a/b

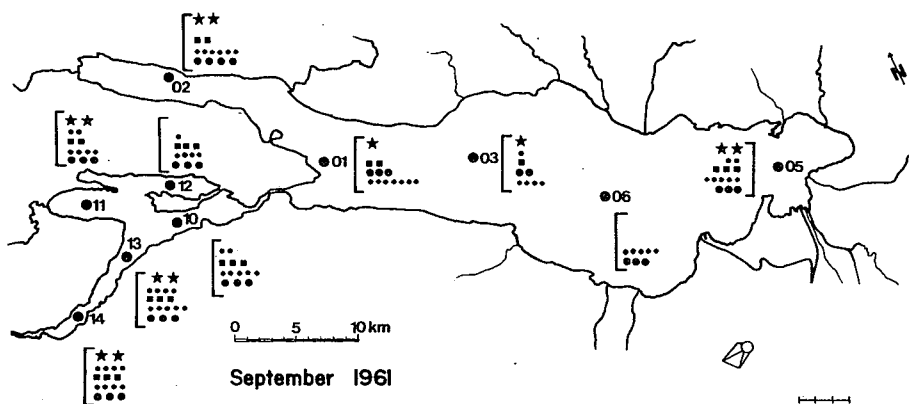
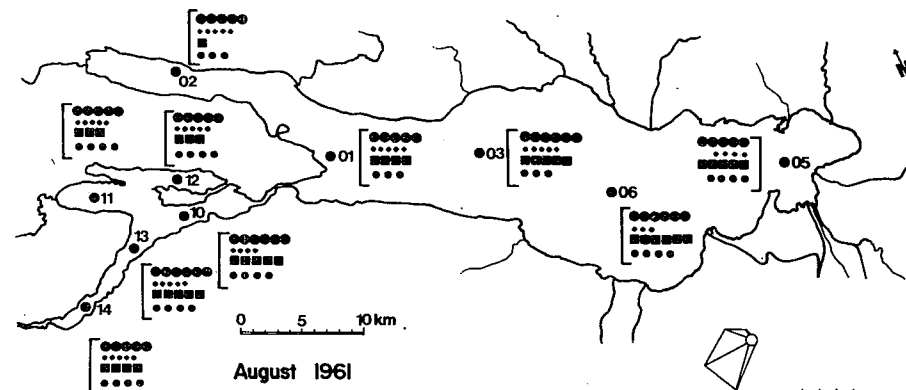
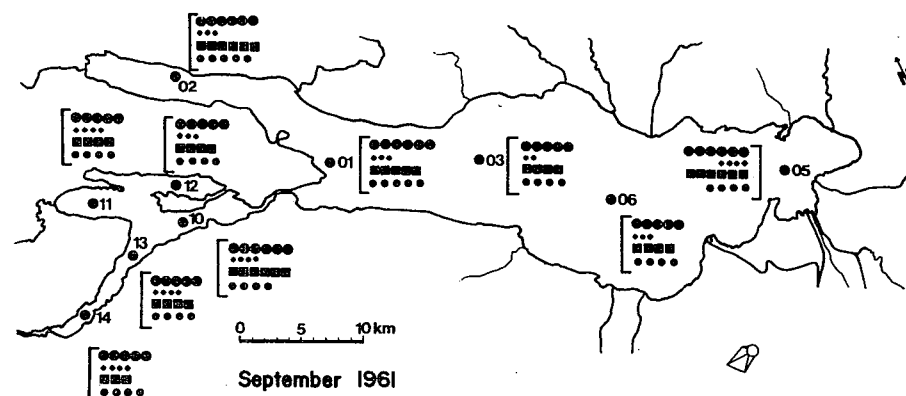
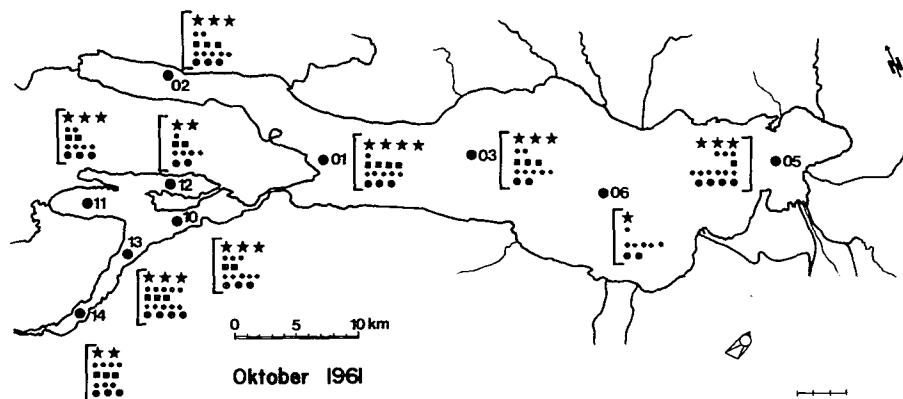


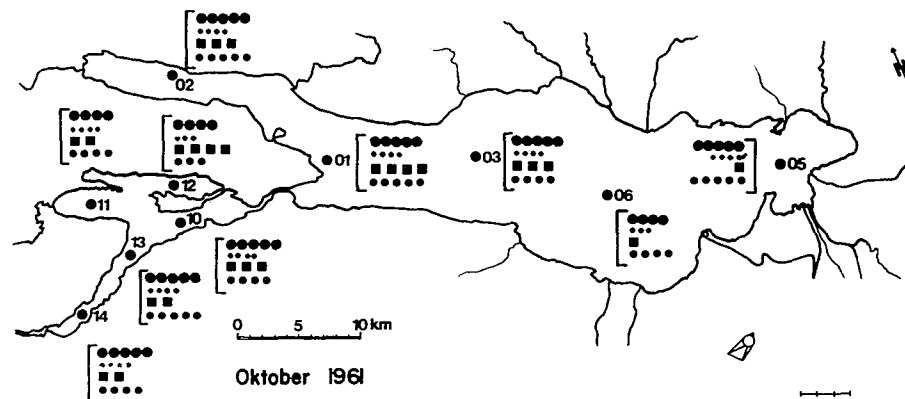
Abb.
79 a/b



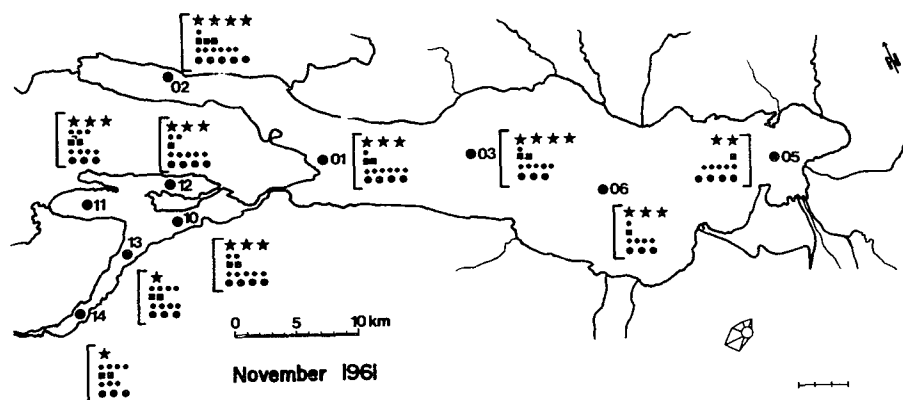


Oktober 1961

Abb.
80 a/b

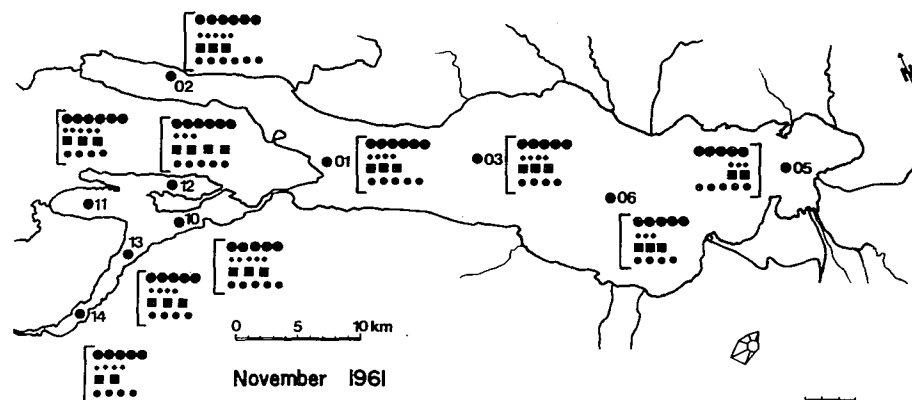


Oktober 1961

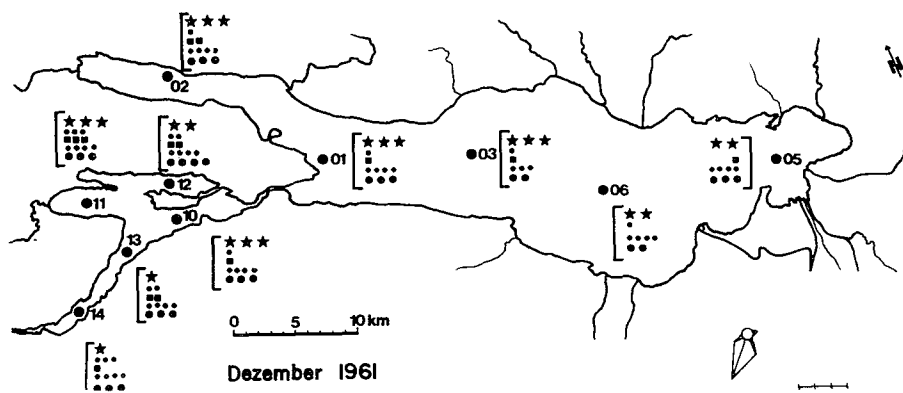


November 1961

Abb.
81 a/b

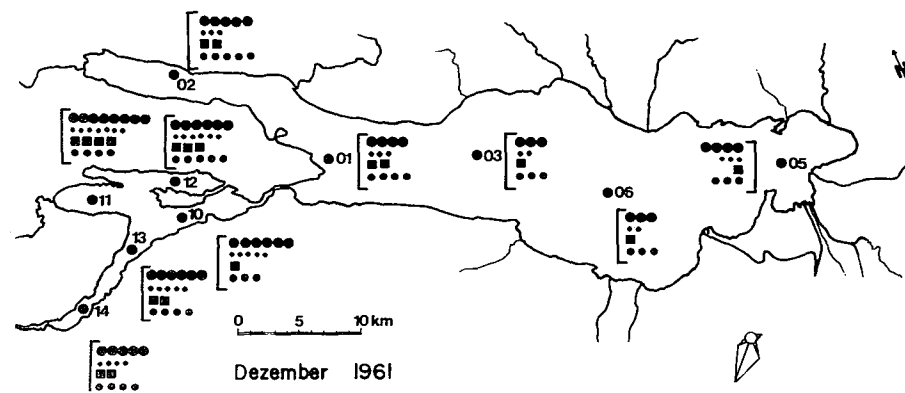


November 1961



Dezember 1961

Abb.
82 a/b



Dezember 1961

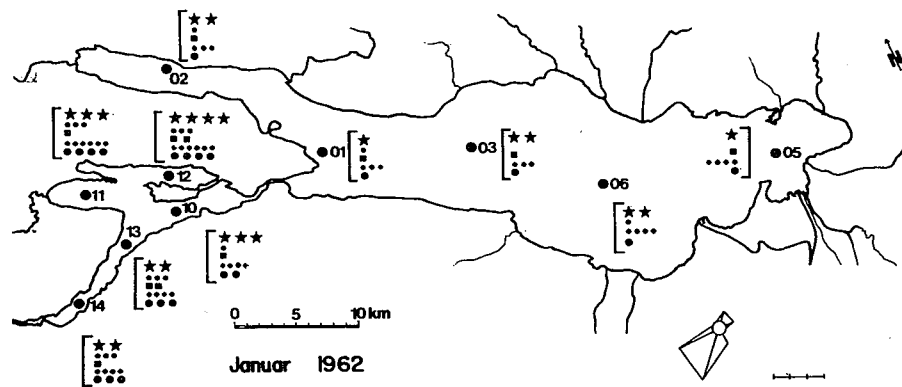


Abb.
83 a/b

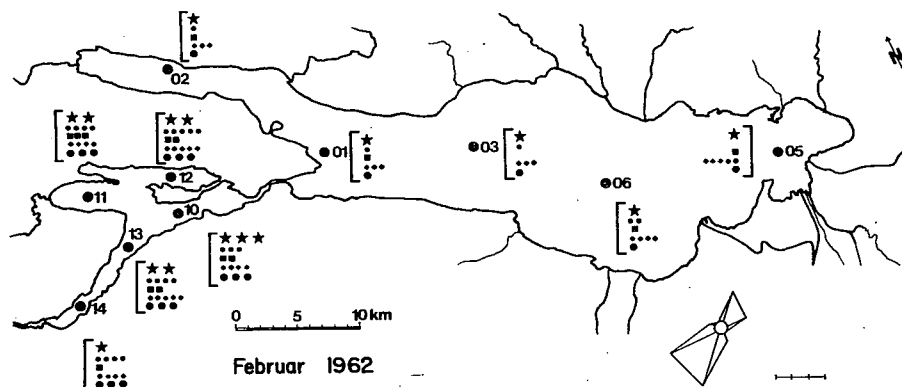
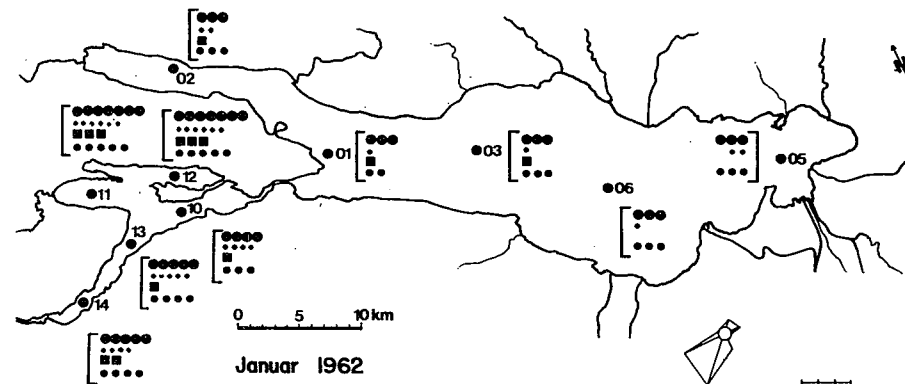


Abb.
84 a/b

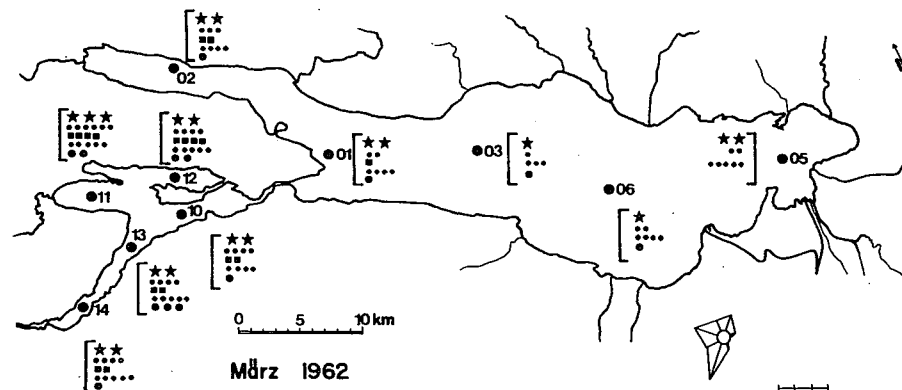
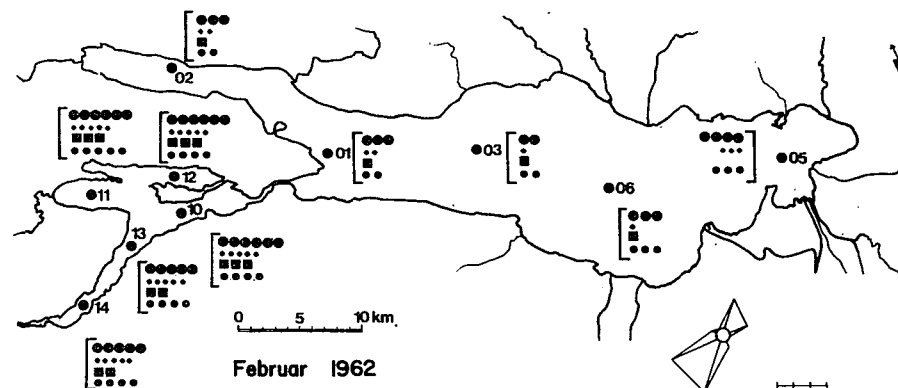
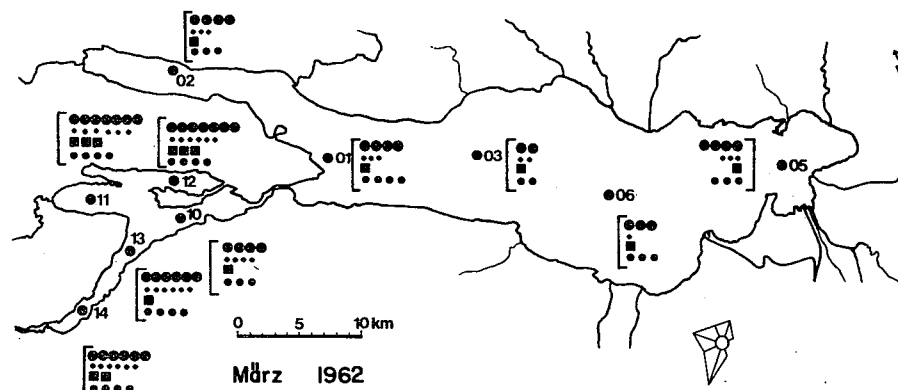


Abb.
85 a/b



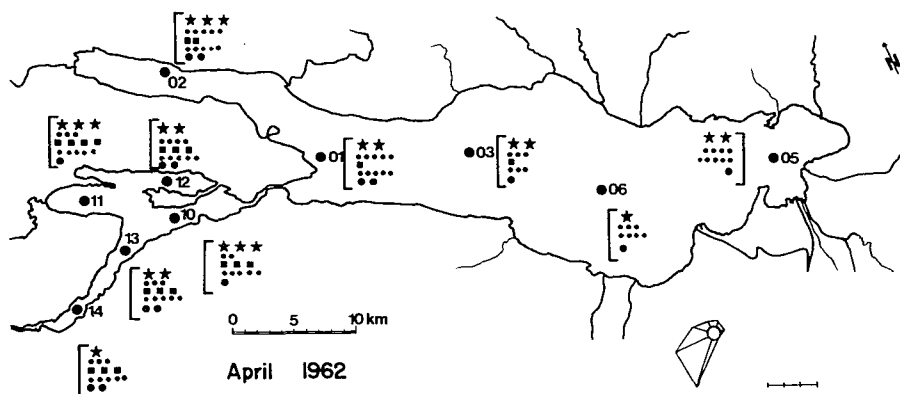


Abb.
86 a/b

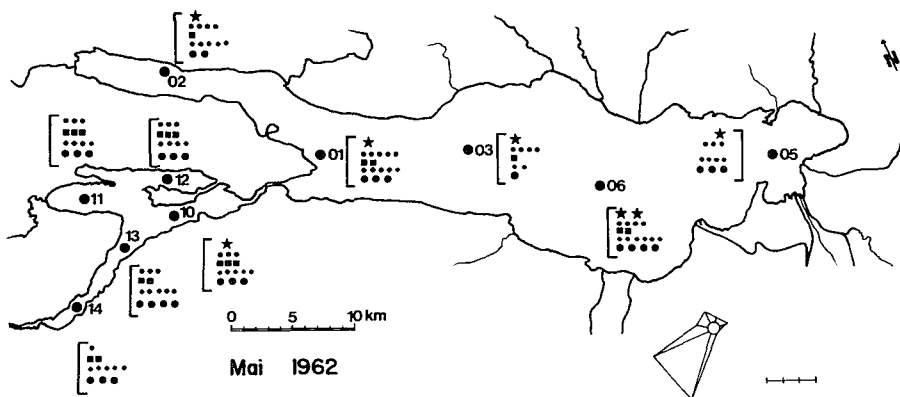
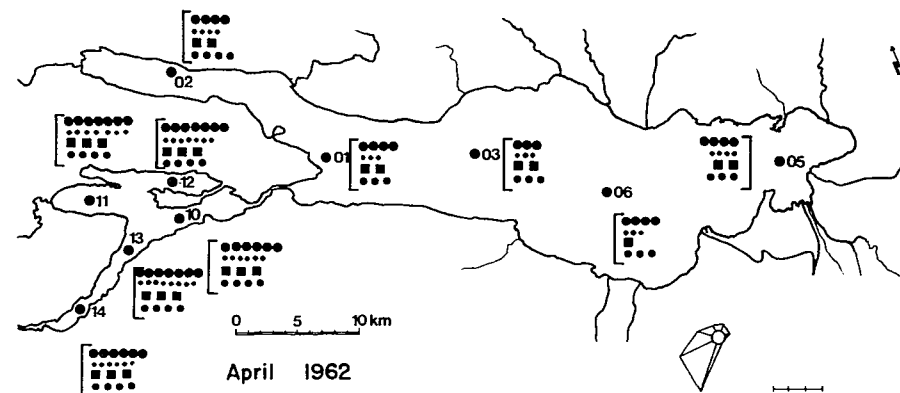


Abb.
87 a/b

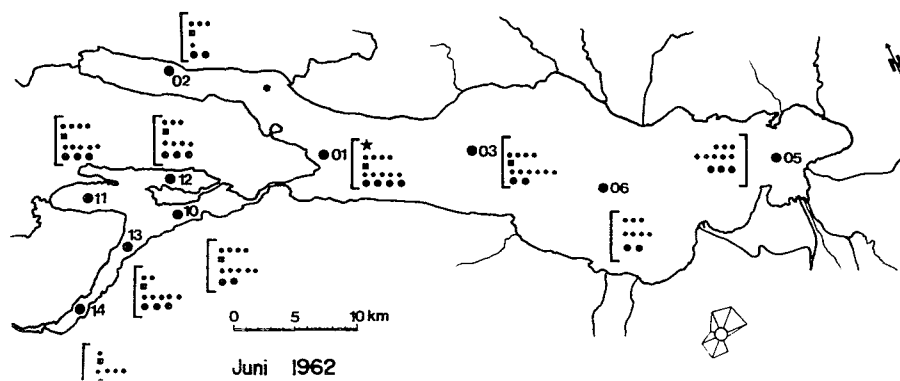
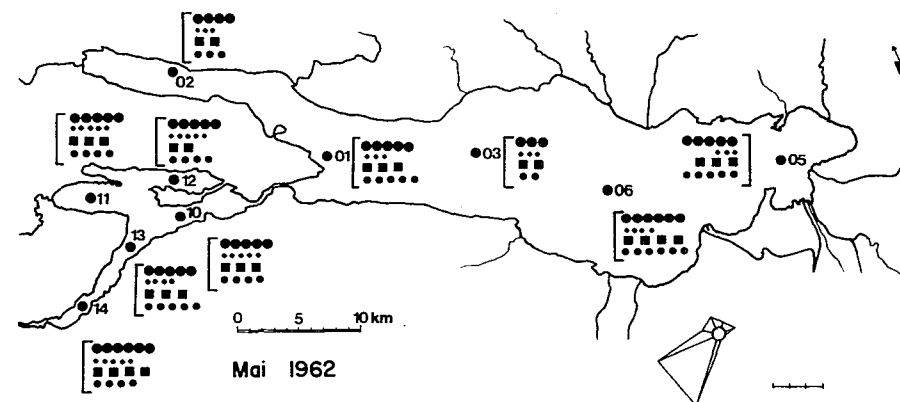
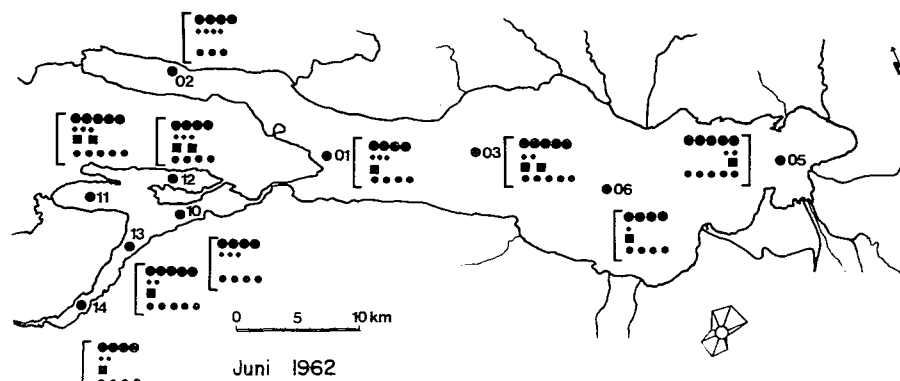


Abb.
88 a/b



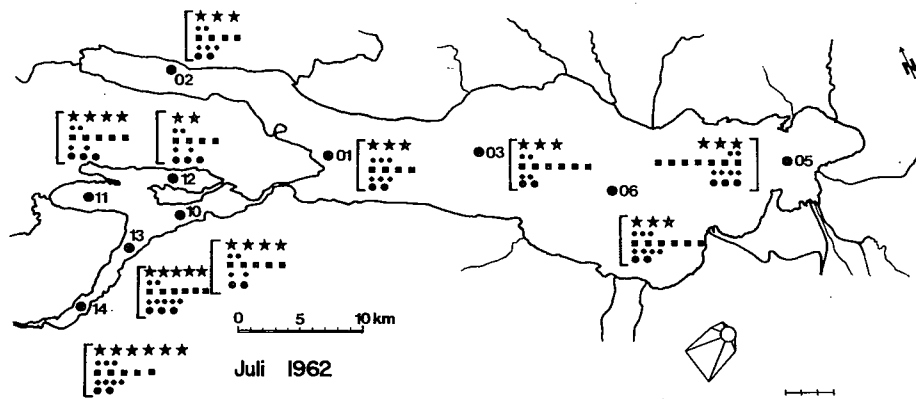


Abb.
89 a/b

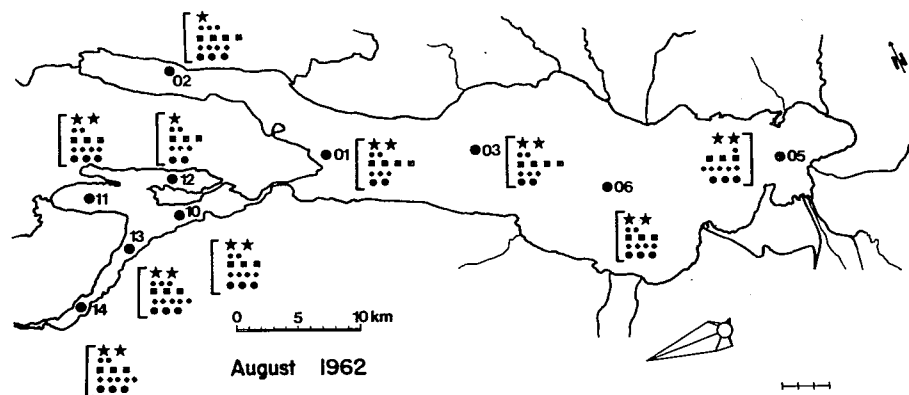
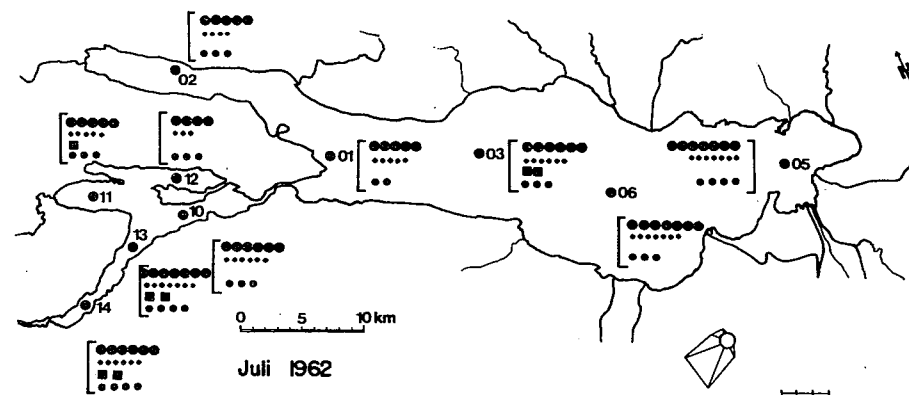


Abb.
90 a/b

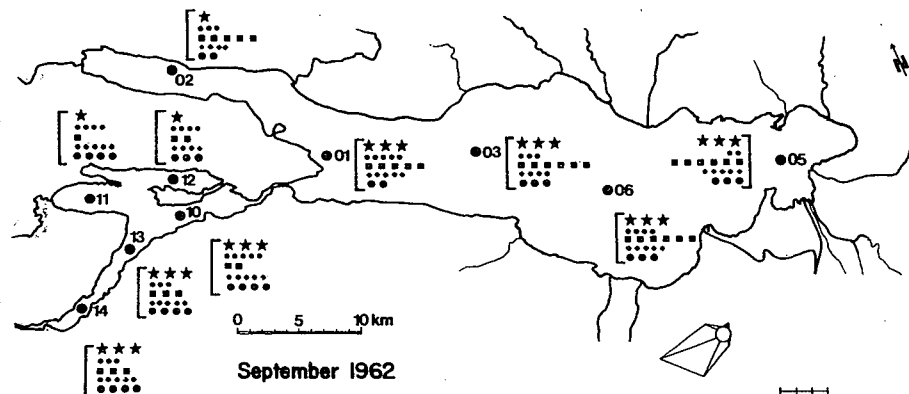
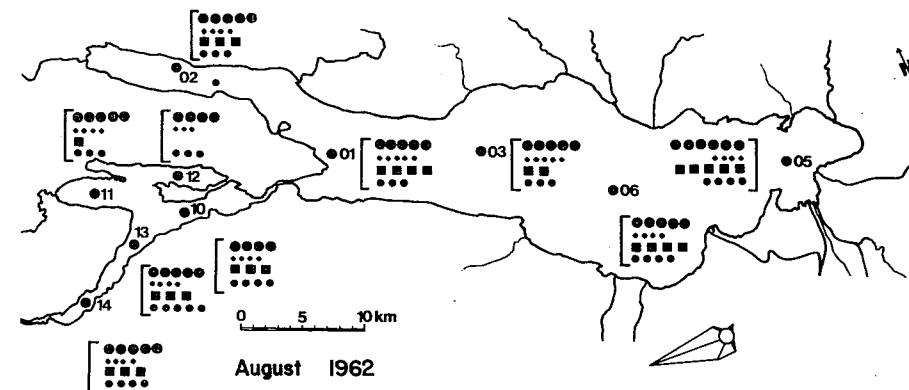
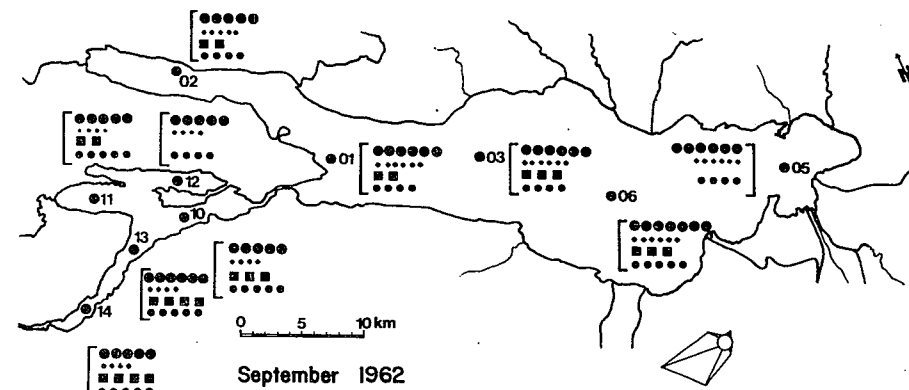


Abb.
91 a/b



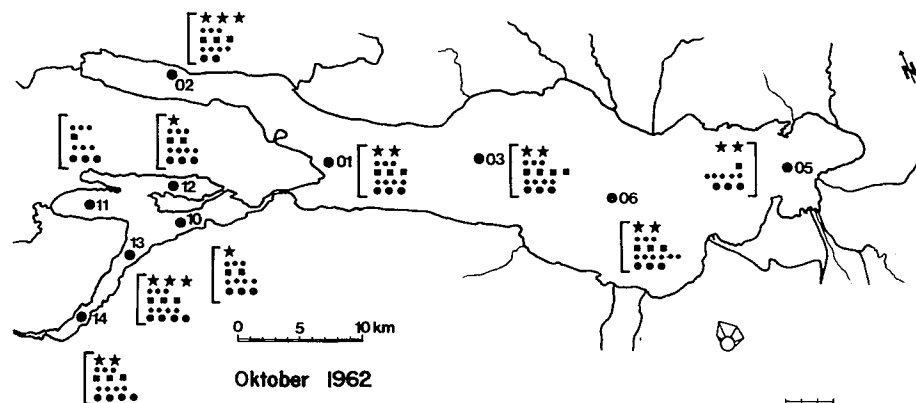


Abb.
92 a/b

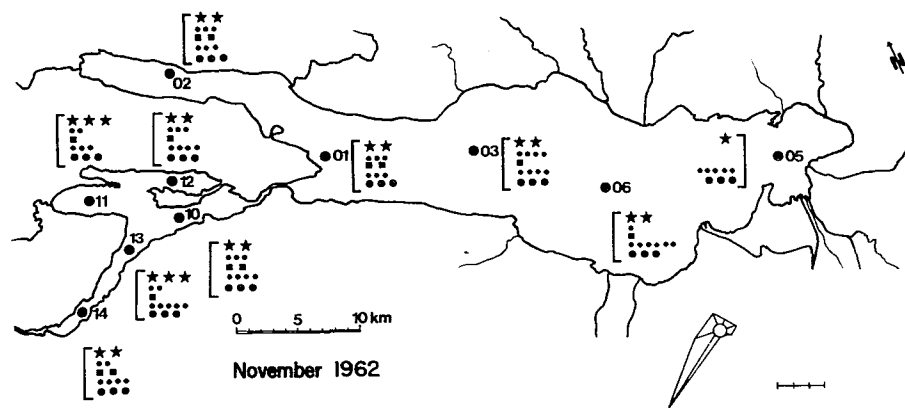
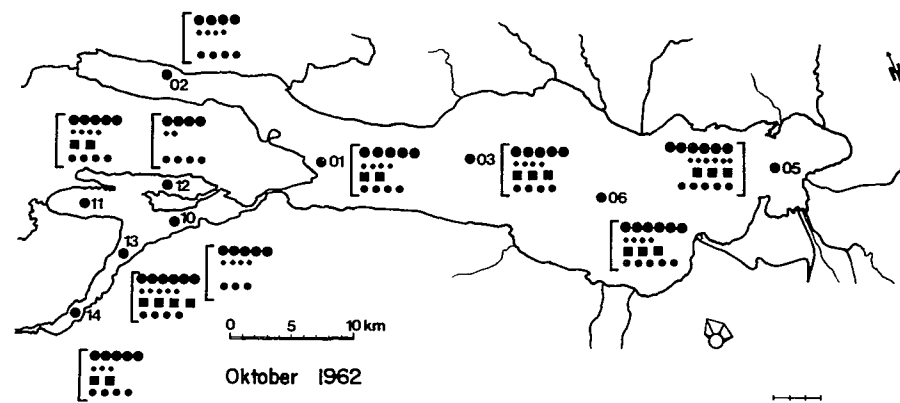


Abb.
93 a/b

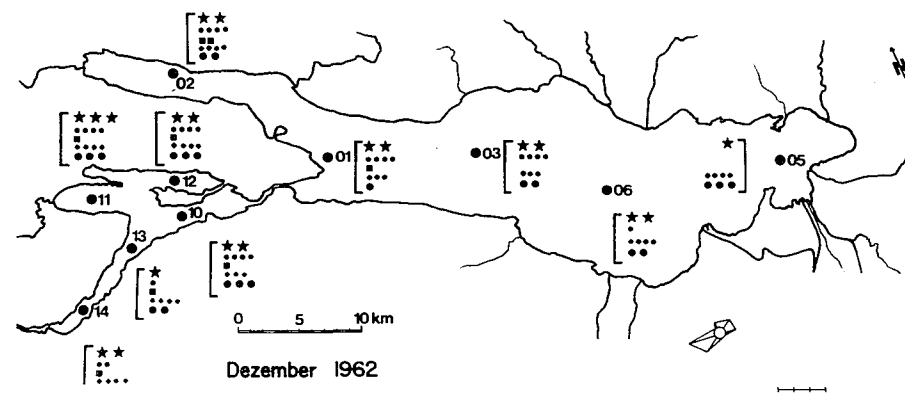
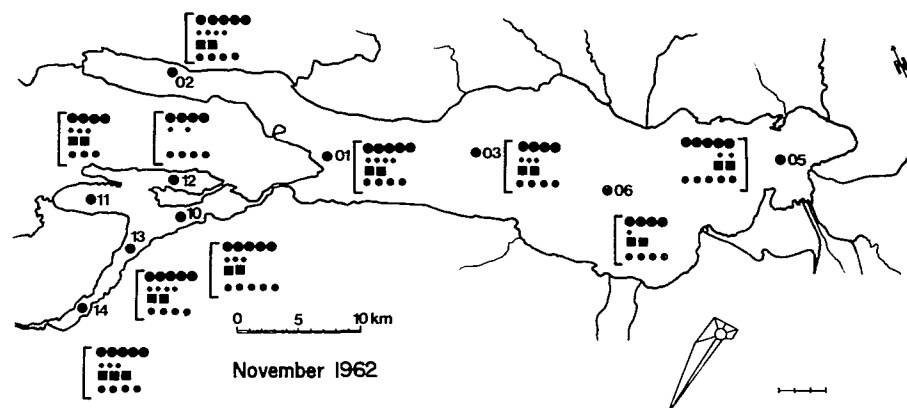
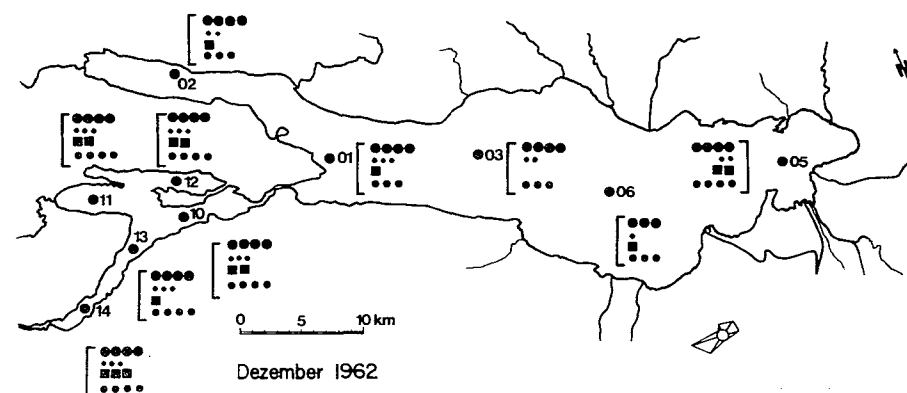


Abb.
94 a/b



4. Z U S A M M E N F A S S U N G

Die vorliegende Arbeit gibt die Ergebnisse der phytoplanktologischen Untersuchungen wieder, welche im Bodensee im Rahmen des Freiwasserprogramms 1961/63 durchgeführt wurden. Diese Untersuchung diente der Bestandesaufnahme und als Vergleichsbasis für spätere Ueberwachungsprogramme. Die Proben wurden in monatlichen Intervallen an je 5 Stationen im Bodensee-Obersee und -Untersee von April 1961 bis April 1963 geschöpft. Die Algen wurden im umgekehrten Mikroskop nach Gattungen und, wo möglich, auch nach Arten gezählt. Die Zelldichten sind in den Abbildungen 2 bis 49 dargestellt. Durch Multiplikation der Zelldichten mit gemittelten Zellvolumen-Werten wurden die Biomassen (Frischgewicht) berechnet. Diese Biomassen sind nach systematischen Gruppen zusammengefasst und in Isoplethenform (Abb. 50 bis 53) bzw. als Quadratmeter-summen über 0 - 10 m, 0 - 20 m oder 0 - 30 m (Abb. 54 bis 73) graphisch dargestellt.

Die wichtigsten Biomasselieferanten sind die Bacillariophyceen (Kieselalgen) mit den Gattungen *Asterionella*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Cyclotella*, *Tabellaria* und *Stephanodiscus*, die Cryptophyceen mit *Cryptomonas* und *Rhodomonas*, ferner die Dinophyceen (Panzerflagellaten) mit *Ceratium* und *Peridinium*. Die übrigen Algenklassen steuern nur wenig Biomasse bei, sind jedoch in planktonarmen Monaten durch ihre relativen Anteile an der Gesamtbiomasse von Bedeutung.

Manche Arten (*Asterionella*, *Fragilaria*, *Synedra* u.a.) erscheinen an vielen Stellen gleichzeitig. Diese übereinstimmende Entwicklung kann nicht direkt mit der Verdriftung der Algen durch Strömungen in Zusammenhang gebracht werden: Oft erscheint in den später durchflossenen Becken (Untersee-Stationen) eine Wachstumsspitze früher als an obenliegenden Stellen (Obersee). Andererseits kann mitunter im Obersee ein Maximum einer Alge beobachtet werden, die im Untersee zur gleichen Zeit nicht in grösserer Zelldichte auftritt. Als auslösende Elemente der Algenentwicklung müssen mehrere Faktoren (Nährstoffversorgung, Temperatur, endogene Rhythmen der Algen, Lichtangebot) in Betracht gezogen werden; ganz besonders wirksam erweist sich die Nährstoffversorgung: Bei guter Nährstofflage bilden manche Algen selbst im Winter bei Schwachlicht ausgedehnte Maxima. Planktonzusammenbrüche prägen das Entwicklungsbild mit. Sie können durch Aufbrauch der Nährstoffe, zu gewissen Jahreszeiten aber auch durch Wechselwirkungen der Planktongesellschaft (Frassverluste durch Zooplankter, Toxin-Produktion, Konkurrenzreaktionen etc.) bedingt sein.

Die photosynthetische Aktivität der Algen reicht im Obersee bis in die Tiefe von 50 bis 60 m. Eine bisher ungeklärte Erhöhung des Sauerstoffgehaltes in dieser Tiefe an der Station Längenargen (u.a. Stationen, siehe Bericht Nr. 5 [3]) kann jedenfalls zur Deckung gebraucht werden mit hohen Bacillariophyceen-Biomassen.

Die gemittelte Biomasse pro Seejahr liegt im Untersee mit wenigen Ausnahmen bedeutend höher als im Obersee. In 0 - 10 m liegt im Untersee gemittelt über alle Probenentnahmestellen mehr Biomasse vor als im Obersee in der Tiefenstufe 0 - 20 m. Im Obersee sind in den oberen 20 m (Mittel aller Stationen) über 50 % der totalen Biomasse lokalisiert, in 0 - 30 m über 60 %. Die höchsten Wachstumsspitzen der Algen werden ebenfalls im Untersee gemessen:

Die Station Zellersee erreicht beispielsweise im April 1962 in der Wassersäule 0 - 20 m über 80 g/m² Biomasse gegenüber 25 - 60 g/m² der gleichen Wassersäule im Obersee.

Die Biomasse-Entwicklung verläuft - ungeachtet ihrer absoluten Werte - bei vielen benachbarten Probenentnahmestellen parallel. Durch kreuzweise Korrelierung ergeben sich für die Stellen 11 und 12, 13 und 14, 03, 05, 06 sowie 02 und 10 Übereinstimmung sowohl für systematische Einheiten als auch für die totale Biomasse. Verschiebt man hingegen jeweils eine Zeitreihe um einen Monat, so ergeben sich nur einzelne zufällige Übereinstimmungen, sonst korrelieren die Stationen überhaupt nicht miteinander.

Ein direkter Quervergleich mehrerer Stationen ist somit nur möglich, wenn die Probenentnahmen synchron durchgeführt werden. In einem Seenüberwachungsprogramm ist es demnach empfehlenswert, die Probenentnahmen (allenfalls auf Kosten der Anzahl Probenentnahmestellen) zeitlich zu verdichten. Zentral gelegene Stationen (z.B. Fischbach-Uttwil und Langenargen-Arbon) eignen sich besonders gut als Referenz-Stellen, da eine geringe schubweise Nährstoffzufuhr - im Gegensatz zu ufernahen Stellen - nicht unmittelbar zur Wirkung kommt und die Algenentwicklung somit einen ausgeglichenen Verlauf nimmt. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die ufernahen Stellen infolge des stärkeren Nährstoffnachsches mehr Biomasse bilden. Die Extrapolation auf den ganzen See ist in jedem Fall problematisch. Die 10 Probenentnahmestellen des Untersuchungsprogrammes 1961 bis 1963 reichen für eine genaue Berechnung jedenfalls nicht aus. Die nachstehenden Zahlen sind somit Schätzwerte.

Anhand der Ergebnisse aus den Reihenuntersuchungen 1961 bis 1963 kann bei Annahme einer 14-tägigen Erneuerung der Algen (= Verlust durch Sedimentation) für den Bodensee-Obersee für diese Zeit eine jährliche Produktion von ca. 120'000 t Algen (Frischgewicht) und für den Untersee eine solche von 27'000 t geschätzt werden.

Die Übereinstimmung der Biomasse-Entwicklung an Stellen, die zum Teil 20 km voneinander entfernt liegen, ist nicht vom Wind verursacht. Monate mit schwacher Windtätigkeit zeigen gegenüber Monaten mit hoher Windleistung keine signifikanten Unterschiede in der Algenentwicklung.

- [1] AUERBACH, M., MAERKER, W. und J. SCHMALZ (1926):
Hydrographisch-biologische Bodensee-Untersuchungen II,
Verh. Naturw. Ver. Karlsruhe 30, 1 - 128.
- [2] AUERBACH, M. und G. ROTTENGATTER (1960):
Untersuchungen über den Wasseraustausch der einzelnen Becken
des Untersees (Bodensee), Schweiz. Z. Hydrologie 22, 598 - 640.
- [3] Bericht Nr. 5 der Internationalen Gewässerschuttkommission für den
Bodensee (1967).
- [4] Bericht der Internationalen Gewässerschuttkommission für den Bodensee
über die langjährige Phytoplanktonentwicklung (in Vorbereitung).
- [5] BLOESCH, J. (1974):
Sedimentation und Phosphorhaushalt im Vierwaldstättersee (Horwer
Bucht) und im Rotsee, Schweiz. Z. Hydrologie 36, 71 - 186.
- [6] HUBER-PESTALOZZI, G. (1942):
Das Phytoplankton des Süßwassers, in: Die Binnengewässer 16,
Teil 2 (Stuttgart).
- [7] LEHN, H. (1960):
Biologische Voruntersuchungen für die Bodenseewasserversorgung
in der Versuchsfilterstation Sipplingen, Beitr. nat. Forsch.
SW-Dtschl. 19, 17 - 55.
- [8] LEHN, H. (1963):
Einige Frühjahresbefunde über die Isothermen-Phytoplankton-Relation
im Bodensee, Arch. Hydrobiol. 59, 1 - 25.
- [9] LEHN, H. (1966):
Ufernahe Phytoplankton-Biozönosen des Bodensees und ihre Bedeutung
für das Pelagial, GWF 107, 371 - 372.
- [10] LEHN, H. (1969):
Die Veränderungen des Phytoplanktonbestandes im Bodensee.
I. Fluktuationen von *Tabellaria fenestrata* 1890 - 1967,
Int. Revue ges. Hydrobiol. 54, 367 - 411.
- [11] LEHN, H. (1972):
Zur Trophie im Bodensee. Verh. Int. Ver. Limnol. 18, 467 - 474.
- [12] MORTIMER, C.H. (1953):
The Resonant Response of Stratified Lakes to Wind, Hydrol. XV, p. 94.
- [13] UTERMÖHL, H. (1958):
Zur Vervollkommenung der quantitativen Phytoplankton-Methodik,
Mitt. Int. Ver. Limnol. 2, 1 - 38.

Weitere im Text nicht zitierte Arbeiten über die Phytoplankton-Entwicklung im Bodensee:

ELSTER, H.-J. und MOTSCH, B. (1966):

Untersuchungen über das Phytoplankton und die organische Urproduktion in einigen Seen des Hochschwarzwaldes, im Schleinsee und Bodensee, Arch. Hydrobiol. 5, 291 - 376.

FINDENEKG, I. (1965):

Limnologische Unterschiede zwischen den österreichischen und ostschweizerischen Alpenseen und ihre Auswirkung auf das Phytoplankton, Vjschr. Naturf. Ges. Zürich 110, 289 - 300.

GRIM, J. (1939):

Beobachtungen am Phytoplankton des Bodensees (Obersee) sowie deren rechnerische Auswertung. Int. Revue 39.

GRIM, J. (1955):

Die chemischen und planktologischen Veränderungen des Bodensee-Obersees in den letzten 30 Jahren. Arch. Hydrobiol. Suppl. 22, 310 - 322.

GESSNER, F. (1937):

Phytoplanktonverteilung und Vertikalzirkulation im Bodensee. Ber. D. Bot. Ges. 55.

LAUTERBORN, R. (1925):

Zur Kenntnis des Planktons des Bodensees und der benachbarten Kleinseen. Mitt. Bad. Landesv. Naturkde. N.F. 1.

LEHN, H. (1956):

Kurzfristige Temperatur- und Planktonschwankungen im ufernahen Hypolimnion des Ueberlinger Sees (Bodensee). GWF 97, 222 - 225.

LEHN, H. (1972):

Das Bodensee-Pelagial unter der zunehmenden Nährstoffbelastung. Tagungsbericht der Ges. f. Oekologie, Tagung Giessen.

LEHN, H. (1973):

Phytoplanktonänderungen im Bodensee und einige Folgeprobleme. Verh. Ges. f. Oekologie, Saarbrücken.

LEHN, H. (1975):

Entwicklung des Bodensee-Pelagials seit 1920. GWF Wasser/Abwasser 116.

SCHROETER, C. (1899):

Die Schwebeflora unserer Seen. Neu.j.bl. Naturf. Ges. Zürich.

VETTER, H. (1937):

Limnologische Untersuchungen über das Phytoplankton und seine Beziehungen zur Ernährung des Zooplanktons im Schleinsee bei Langenargen am Bodensee. Int. Rev. 31.

WASMUND, E. (1926):

Die Biozönose und Thanatozönose. Arch. Hydr. 17.

Zweiter Bericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft Bodensee-Projekt,
Franz Steiner Verlag GmbH, Wiesbaden (1968).

