

Ber. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee: 25, 1981

Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee

Bericht Nr. 25

ZUM BIOLOGISCHEN ZUSTAND DES SEEBODENS
DES BODENSEES IN DEN JAHREN 1972 BIS 1978

Vorwort

Die im vorliegenden Bericht ausgewerteten Untersuchungen wurden im Auftrag der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) ausgeführt.

An den Arbeiten waren beteiligt:

- Abteilung Biologie bei der Jagd- und Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen: Dr. J. Florin, A. Meier-Schlegel

- Amt für Umweltschutz und Wasserwirtschaft des Kantons Thurgau, Laboratorium Romanshorn: Chem. W. Dütschler, H. Löffel

- Vorarlberger Umweltschutzanstalt, Bregenz: Prof. E. Amann, Dr. B. Wagner, U. Jaquemar, W. Immler

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg - Institut für Seenforschung und Fischereiwesen, Langenargen: Biol. L. Probst, D. Volk, U. Huber

Berichterstatter: Dr. R. Zahner

| Inhalt | Seite |
|--|-------|
| Vorwort | 2 |
| 1. Einleitung | 7 |
| 2. Auswirkungen der Zufuhr organischer Sinkstoffe auf das Seegeschehen | 8 |
| 3. Zum Indikatorwert der Seebodenorganismen | 10 |
| 4. Untersuchungsprogramm und Methodik | 13 |
| 5. Untersuchungsergebnisse | 16 |
| 5.1 Obersee | 19 |
| 5.1.1 Ueberlinger-See | 19 |
| 5.1.1.1 Seebodenareal vor Eichhorn bis vor Bodman | 19 |
| 5.1.1.2 Mündungsgebiet Stockacher Aach | 33 |
| 5.1.1.3 Seebodenareal vor Ludwigshafen bis Ueberlingen-West | 38 |
| 5.1.1.4 Seebodenareal vor Ueberlingen | 46 |
| 5.1.1.5 Seebodenareal vor Nussdorf | 52 |
| 5.1.1.6 Mündungsgebiet Seefelder Aach | 55 |
| 5.1.1.7 Seebodenareal vor Unteruhldingen bis vor Meersburg-West | 60 |
| 5.1.1.8 Zusammenfassung: Ueberlinger-See | 66 |
| 5.1.2 Obersee - Nord | 67 |
| 5.1.2.1 Seebodenareal vor Meersburg | 67 |
| 5.1.2.2 Seebodenareal vor Meersburg-Ost und Hagnau | 72 |
| 5.1.2.3 Uferzone vor Kippenhorn | 77 |
| 5.1.2.4 Seebodenareal vor Immenstaad bis Friedrichshafen | 82 |
| 5.1.2.5 Mündungsgebiet Rotach | 90 |
| 5.1.2.6 Seebodenareal vor Eriskirch | 96 |
| 5.1.2.7 Mündungsgebiet Schussen | 100 |

| | Seite | |
|----------|--|-----|
| 5.1.2.8 | Seebodenareal vor Langenargen | 106 |
| 5.1.2.9 | Mündungsgebiet Mühlkanal | 112 |
| 5.1.2.10 | Mündungsgebiet Argen | 116 |
| 5.1.2.11 | Seebodenareal vor Thunau bis Nonnenhorn | 123 |
| 5.1.2.12 | Seebodenareal vor Wasserburg | 128 |
| 5.1.2.13 | Seebodenareal vor Wasserburg-Ost bis Lindau-Eichwald | 133 |
| 5.1.2.14 | Mündungsgebiet Leiblach | 141 |
| 5.1.2.15 | Zusammenfassung: Obersee - Nord | 147 |
| 5.1.3 | Bregener Bucht bis Wetterwinkel | 149 |
| 5.1.3.1 | Seebodenareal Bregener Bucht | 149 |
| 5.1.3.2 | Seebodenareal vor Mehrerau-West | 155 |
| 5.1.3.3 | Mündungsgebiete Bregenerach, Dornbirnerach, Alpenrhein | 158 |
| 5.1.3.4 | Seebodenareal Fussacher Bucht | 165 |
| 5.1.3.5 | Seebodenareal Wetterwinkel | 168 |
| 5.1.3.6 | Zusammenfassung: Bregener Bucht bis Wetterwinkel | 176 |
| 5.1.4 | Obersee - Süd | 178 |
| 5.1.4.1 | Mündungsgebiet Alter Rhein | 178 |
| 5.1.4.2 | Seebodenareal vor Altenrhein-Ost bis vor Staad-West | 184 |
| 5.1.4.3 | Seebodenareal vor Rorschach | 190 |
| 5.1.4.4 | Mündungsgebiet Goldach | 195 |
| 5.1.4.5 | Seebodenareal vor Horn | 200 |
| 5.1.4.6 | Mündungsgebiet Steinach | 203 |
| 5.1.4.7 | Seebodenareal vor Arbon | 208 |
| 5.1.4.8 | Seebodenareal vor Arbon-West bis vor Widenhorn | 213 |
| 5.1.4.9 | Mündungsgebiet Wilerbach und Salmsacher Aach | 218 |
| 5.1.4.10 | Seebodenareal vor Romanshorn-West bis vor Kesswil | 223 |
| 5.1.4.11 | Seebodenareal vor Güttingen | 229 |

| | Seite | |
|----------|---|-----|
| 5.1.4.12 | Seebodenareal vor Altnau bis vor Bottighofen-Ost | 234 |
| 5.1.4.13 | Seebodenareal vor Bottighofen | 239 |
| 5.1.4.14 | Seebodenareal Konstanzer-Trichter | 242 |
| 5.1.4.15 | Zusammenfassung: Obersee - Süd | 246 |
| 5.1.5 | Zusammenfassung: Obersee | 248 |
| 5.2 | Untersee | 253 |
| 5.2.1 | Rheinsee | 253 |
| 5.2.1.1 | Seebodenareal Rheinsee-Ost (vor Ermatingen bis Reichenau) | 253 |
| 5.2.1.2 | Seebodenareal Rheinsee-Mitte (Berlingen, Horn) | 257 |
| 5.2.1.3 | Seebodenareal Rheinsee-Mitte (Steckborn - Gaienhofen - Hem- menhofen) | 260 |
| 5.2.1.4 | Seebodenareal Rheinsee-Mitte (Glarisegg - Wangen) | 263 |
| 5.2.1.5 | Seebodenareal Rheinsee-West (Mammern - Eschenz) | 266 |
| 5.2.2 | Zellersee | 269 |
| 5.2.2.1 | Zellersee-Ost | 269 |
| 5.2.2.2 | Zellersee-West | 272 |
| 5.2.3 | Gnadensee | 276 |
| 5.2.3.1 | Gnadensee-West mit Markelfinger Winkel | 276 |
| 5.2.3.2 | Gnadensee-Mitte | 279 |
| 5.2.3.3 | Seebodenareal Gnadensee-Ost | 282 |
| 5.2.4 | Zusammenfassung: Untersee | 285 |
| 6. | Gesamtbeurteilung | 288 |
| 7. | Literatur | 289 |
| 8. | Anhang | |

1. Einleitung

Im Rahmen der Untersuchungs- und Ueberwachungsaufgaben für den Bodensee wurde auf Veranlassung der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee in den Jahren 1972 bis 1978 der Belastungszustand des Seebodens anhand biologischer und begleitender physikalischer und chemischer Parameter ermittelt.

Hierbei wurde der Schwerpunkt der Untersuchungen auf die Erfassung der im Seeboden lebenden Tubificiden (Schlammröhrenwürmer) und einiger Begleitorganismen (bes. Chironomidenlarven) gelegt. Die Schlammröhrenwürmer stellen im Bodensee unter den Makroorganismen des Seebodens die wichtigste Tiergruppe dar. Durch ihre intensive Wühl- und Fresstätigkeit verändern sie die Strukturen des Gewässerbodens und beeinflussen tiefgreifend die Stoffumsatz- und Austauschprozesse in der Wasser-Sediment-Grenzschicht. Die Tubificidenarten des Bodensees lassen sich im allgemeinen in zwei Gruppen mit unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen zusammenfassen: Arten ohne Haarborsten und Arten mit Haarborsten. Populationsdichte und Gruppenzugehörigkeit der Tubificidenarten geben wichtige Aufschlüsse über den Umfang der Sedimentation abbaubarer organischer Sinkstoffe und über deren Akkumulation am Seeboden sowie über die Art und die Intensität der biologischen Abbauprozesse in der Sediment-Grenzschicht. Die Tubificiden sind daher besonders geeignet zur Kennzeichnung der Seebodenbelastung durch die über die Zuflüsse und über Direkteinleitungen in den See eingebrachten sowie durch die aus der Primär- und Folgeproduktion stammenden organischen Stoffe (siehe auch IGKB-Bericht Nr. 2, 1964).

Die physikalische und chemische Analyse der Sedimentproben beschränkte sich im wesentlichen auf die Ermittlung des Silt-Ton-Anteils und die Bestimmung des Gehaltes an organischem Kohlenstoff. Soweit vergleichbar, werden die biologischen Un-

tersuchungsbefunde aus den Jahren 1972 bis 1978 jenen von 1960 bis 1963 gegenübergestellt (Kommissions-Bericht Nr. 2, 1964) und hieraus die seit dieser Zeit am Seeboden erfolgten Belastungsänderungen beurteilt.

Die vorliegende, weit über den Untersuchungsumfang von 1960 bis 1963 hinausgehende Arbeit soll zugleich als Grundlage für spätere Vergleichsuntersuchungen zur Analyse der Entwicklungstendenzen am Seeboden des Bodensees dienen.

Das vorhandene Proben- und Datenmaterial erlaubt noch eine weitergehende statistische und taxonomische Auswertung und damit eine Präzisierung des Aussagewertes hierfür besonders geeigneter Organismenarten für die biologische Güteanalyse des Seebodens. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sollen in einem weiteren Bericht dargestellt werden.

2. Auswirkungen der Zufuhr organischer Sinkstoffe auf das Seegeschehen

Die auf den Seeboden sedimentierenden Sinkstoffe werden mit den Niederschlägen, den Zuflüssen, über Direkteinleitungen oder durch Abschwemmungen im Uferbereich in den See eingetragen (= allochthone Sinkstoffzufuhr) oder entstehen im See selbst (= autochthone Sinkstoffzufuhr: Calcitfällung, Sedimentation der Organismenreste aus der Primär- und Folgeproduktion). Dazu kommt noch der Sedimenttransport aus Seebodenarealen geringerer Wassertiefe in die tieferliegenden Seebezirke.

Sinkstoffe organischen Ursprungs, vor allem aus Abwässern, aus den Abschwemmungen und der organischen Produktion in Gewässern des Einzugsgebietes sowie schliesslich der see-eigenen Produktion, belasten zwangsläufig über die Abbauprozesse

den Sauerstoffhaushalt des Tiefenwassers und insbesondere der bodennahen Wasserschicht.

Wo der Sauerstoff des Tiefenwassers durch intensive Zehrungsprozesse vorübergehend aufgebraucht wird (wie z.B. im Untersee in den Seeteilen Zellersee und Gnadensee) kann durch Rücklösung von Nährstoffen aus dem Sediment und Transport dieser Stoffe in die oberflächennahe Wasserschicht in dieser die Produktion erhöht werden (= "interne Düngung").

Im Obersee sind dagegen beim gegenwärtigen Seezustand trotz der zeitweise kritischen Sauerstoffversorgung der bodennahen Wasserschicht in den grossen Seetiefen und der starken Sauerstoffzehrung in Seebodenbezirken mit hoher Akkumulation von organischen Sinkstoffen erhöhte Freisetzungsraten an Nährstoffen derzeit nicht zu erwarten.

Zur Verminderung der Akkumulation von organischen Sinkstoffen in grösseren Seetiefen trägt vor allem die hohe Abbauleistung der Flachwasserzone bei, wodurch die von aussen zugeführten organischen Stoffe oder deren Restprodukte nur mehr zum Teil die tiefer liegenden Seebodenareale erreichen.

Die Situation am Seeboden wird aber verschlechtert durch die generelle Eigenschaft der Schweb- und Sinkstoffe während ihres Transportes (in Niederschlägen, in Zuflüssen, im See) in erheblichem Umfang Schadstoffe aufzunehmen. Am Seeboden können die Schadstoffe oder deren Abbau- und Umsetzungsprodukte bei entsprechender Nachlieferung akkumulieren und die biologischen Prozesse in der Wasser-Sedimentgrenzschicht nachhaltig beeinflussen.

Die auf den Seeboden sedimentierenden Sinkstoffe dienen den Bodenorganismen als Substrat und ihr organischer Anteil, soweit verwertbar, als Nahrung. Neben den Mikroorganismen, die an den Stoffabbau- und Stoffumsatzprozessen entscheidend beteiligt sind oder von diesen betroffen werden, haben auch

die Makroorganismen (Zoobenthos) eine ausserordentlich wichtige Funktion im Stoffaustauschgeschehen in der Wasser-Sedimentgrenzschicht.

Das gilt vor allem für die Schlammröhrenwürmer (Tubificiden), der wichtigsten Tiergruppe in den mit abbaufähigen organischen Stoffen belasteten Seebodenarealen. Durch ihre Fress- und Wühltätigkeit verändern diese Tiere tiefgreifend die Strukturen des Seebodens bis zu einer Sedimenttiefe von 10 - 13 cm (Bioturbation). Zugleich intensivieren sie damit den aeroben Stoffabbau sowie den Stoffaustausch zwischen Seeboden und bodennaher Wasserschicht. Selbst in stark belasteten Sedimenten mit geringem Sauerstoffgehalt des bodennahen Wassers vermögen die Tiere die von ihnen erfassten Sedimentschichten noch weitgehend mit Sauerstoff zu versorgen. So vermindern die Tiere durch ihre Tätigkeit den Anteil der anaeroben Abbauprozesse und die damit verbundene unerwünschte Freisetzung von Abbauprodukten.

Darüber hinaus transportieren die Schlammröhrenwürmer aus der Fresszone (6 - 13 cm Seebodentiefe) in grossem Umfang Sedimentmaterial an die Seebodenoberfläche. Nach experimentellen Befunden dürften auf diesem Wege im Bodensee alljährlich mehr als 500.000 m³ Seebodenmaterial umgeschichtet und in der Wasser-Sedimentgrenzschicht erneut dem (überwiegend aeroben) Abbau unterworfen werden.

3. Zum Indikatorwert der Seebodenorganismen

Bereits im Bericht Nr. 2 der IGKB über "die Abwasserbelastung der Uferzone des Bodensees" wurden die Schlammröhrenwürmer (Tubificiden) als Indikatoren für die Belastung des Seebodens mit organischen Sinkstoffen herangezogen.

In der Zwischenzeit wurde der Aussagewert der Tubificiden für die Beurteilung des Seebodenzustandes des Bodensees genauer untersucht. Zugleich haben zahlreiche neuere Arbeiten den Kenntnisstand über diese Tiergruppe erheblich erweitert (BRINKHURST u. COOK, 1980, u.a.).

Freiland- und Laboruntersuchungen zeigen, dass die Populationsdichte der Tubificiden mit steigendem Nachschub an abbaubaren organischen Sinkstoffen und zunehmender biologischer Abbautätigkeit in den Seebodensedimenten ansteigt (ZAHNER, 1964, 1965, z.T. unveröffentlicht). Soweit die Sedimente mit organischen Stoffen (allochthoner und autochthoner Herkunft) belastet sind, können die Tiere daher als Indikatoren für die Intensität der Stoffwechselprozesse in der Seeboden-Grenzschicht verwendet werden.

Nach den Freilandbefunden und experimentellen Ergebnissen (ZAHNER, unveröffentlicht) lassen sich die Tubificidenarten des Bodensees für die ökologische Analyse in zwei Gruppen unterteilen. Die Gruppen sind durch den Besitz oder das Fehlen von Haarborsten deutlich voneinander zu unterscheiden. Die Vertreter der haarborstenlosen Gruppe (im Bodensee besonders *Potamothrix moldaviensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. claparedeanus*, u.a.) besiedeln mit wenigen Ausnahmen vor allem Substrate von siltsandiger bis grobkörniger Struktur, die durch erhöhten Stoff- und Wasseraustausch ausgezeichnet sind. Die Arten mit Haarborsten (im Bodensee vor allem *Tubifex tubifex*, *Potamothrix hammoniensis*, *Pelosclex ferox* u.a.) bevorzugen dagegen das feinkörnigere Substrat mit überwiegendem Silt-Tonanteil. Sie besitzen in der Regel auch eine höhere Resistenz gegenüber giftigen Abbauprodukten und anderen toxischen Komponenten des Substrats als die haarborstenlosen Tiere.

Entsprechend dem unterschiedlichen ökologischen Verhalten der beiden Gruppen findet man eine unterschiedliche Vertei-

lung der Arten mit und ohne Haarborsten. Die Arten der haarborstenlosen Gruppe sind überwiegend in Wassertiefen von 0 - 40 m (Obersee) bzw. 0 - 10 m (Untersee) vertreten, die Arten mit Haarborsten erreichen dagegen ihre maximale Entfaltung in der Regel erst im anschliessenden Tiefenbereich. In Sedimenten, in denen die Arten der haarborstenlosen Gruppe aufgrund ungünstiger ökologischer Substratbedingungen (Verminderung des Porenvolumens durch starke Anreicherung von organischen Feinstpartikeln oder allochthone Zufuhr toxischer Komponenten aus Abwässern) zurückgehen, besetzen die Haarborstentiere vermehrt den freigewordenen Lebensraum auch in geringeren Wassertiefen (ZAHNER, unveröffentlicht). Die jeweiligen Anteile an haarborstenlosen Arten und an Arten mit Haarborsten innerhalb der vorgefundenen Tubificidenpopulationen geben damit Hinweise auf die unterschiedliche Belastung des Seebodens durch die Sedimentation von Sinkstoffen verschiedener Beschaffenheit.

Artenzusammensetzung und Populationsdichte der Tubificiden geben somit wichtige Aufschlüsse über den Umfang der Sedimentation abbaubarer organischer Sinkstoffe und deren Akkumulation am Seeboden sowie über die Art und die Intensität der biologischen Abbauprozesse im Substrat. Die Tiergruppe ist daher besonders geeignet zur Kennzeichnung der Seebodenbelastung durch die vor allem über die Zuflüsse und über Direktleitungen in den See eingebrachten organischen Stoffe, insbesondere aus den Abwässern.

In den Sedimentproben wurde in vorliegender Arbeit unter der "Begleitfauna" nur die Individuendichte der Chironomidenlarven genauer erfasst. Da die Chironomidenarten aber nicht näher bestimmt wurden und keine eingehenden Untersuchungen über die ökologischen Ansprüche der im Bodensee lebenden Chironomidenlarven vorliegen, werden diese, wie auch die übrigen vorgefundenen Tiergruppen des Seebodens nur beschränkt zur Indikatoranalyse herangezogen.

Aufgrund des gegenüber den Tubificiden meist höheren Sauerstoffanspruches der Chironomidenlarven gibt das Vorkommen und das Verteilungsverhältnis von Chironomiden zu Tubificiden aber einigen Aufschluss über die jeweilige Sauerstoffversorgung der von den Tieren besiedelten Sedimentschicht am Untersuchungsstandort.

4. Untersuchungsprogramm und Methodik

Die Freiland-Untersuchungen erstreckten sich über die Jahre 1972 bis 1978 und wurden überwiegend in den Monaten April bis November durchgeführt.

Die dadurch bedingten jahreszeitlichen Unterschiede in der Individuendichte der Organismenarten und -gruppen mussten in Kauf genommen werden. Auch zeigten Vergleichsuntersuchungen, dass in unmittelbarer Ufernähe und im Mündungsbereich der Zuflüsse bei mehrfacher Probeentnahme am gleichen Standort in der Populationsdichte der Organismen unter Umständen Streuungen von 10 - 60 %, bei den untersuchten physikalischen und chemischen Parametern von 5 - 30 % auftreten können.

Die aus den physikalischen und chemischen Daten sowie aus dem Vorkommen der Indikatororganismen abgeleitete Beurteilung des Seebodenzustandes bezieht sich daher nicht auf die Befunde aus Einzelproben, sondern jeweils auf ein den lokalen Gegebenheiten entsprechendes grösseres Probenfeld.

Um trotz der vorgenannten Gegebenheiten einen repräsentativen Ueberblick über den Belastungszustand des Seebodens zu erhalten, wurde ein umfangreiches, sich über den gesamten See erstreckendes und den örtlichen Bedingungen angepasstes Netz mit 170 Seebodenprofilen (Obersee: 130, Untersee: 40)

und insgesamt 1802 Probeentnahmestellen (Obersee: 1428, Untersee: 374) gelegt (siehe Anhang, Karte 1).

Die ausgewählten Profile wurden kartographisch erfasst und das Bodenrelief mit dem Echographen aufgezeichnet, so dass spätere Untersuchungen deckungsgleich ausgeführt werden können.

Die Proben für die biologische sowie für die physikalische und chemische Analyse wurden unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten entlang der Profile bis zur jeweiligen maximalen Seetiefe in der Regel in den Tiefen von 2 m, 4 m, 6 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m, 30 m, 40 m, 50 m, 70 m, 100 m, 150 m, 200 m und 250 m und wo erforderlich in dazwischenliegenden Tiefen entnommen. Gelegentlich musste im Flachwasserbereich wegen hoher Korngrösse des Bodenmaterials auf eine der vorgesehenen Probeentnahmen verzichtet werden.

Die Bodenproben wurden mit einem hierfür speziell angepassten AUERBACH'schen Bodengreifer entnommen. Die damit erhaltenen Probenwürfel hatten eine Oberfläche von 110 cm^2 und eine Höhe von 10 cm. Wo die Probenhöhe von 10 cm gelegentlich nicht vollständig erreicht werden konnte, wurden die ermittelten volumenbezogenen Daten auf 10 cm Probenhöhe korrigiert.

Von den entnommenen Bodenproben wurde sofort die Sedimenttemperatur mittels eines in den zentralen Bereich des Sedimentblockes eingeführten Thermometers bestimmt. Dann wurde in der Mitte des Sedimentwürfels von der Oberfläche bis in 10 cm Tiefe ein zylindrisches Stück mit 10 cm^2 Fläche für die physikalische und chemische Analyse herausgestochen und in zwei Teile zerschnitten (Probe a: von der Oberfläche bis in 4 cm Tiefe, Probe b: von 4 cm bis 10 cm Tiefe).

Für die biologische Analyse verblieben damit von der Gesamtprobe 1000 cm^3 . Das Aussieben der Proben erfolgte entweder

sofort auf dem Schiff oder nach Einbringen in das Labor mit Hilfe von Drahtsieben mit 0,3 mm Maschenweite. Das Siebgut oder die noch nicht behandelten Sedimentproben wurden in Plastik- oder Aluminiumbehältern von 1200 cm³ Inhalt transportiert und im Labor bis zur Aufarbeitung unter fliessendem Wasser gehalten.

Anschliessend erfolgte unter dem Binokular das Auslesen der Makroorganismen aus dem Siebgut. Zunächst wurden aus den Proben die Tubificiden entnommen und entsprechend dem Entwicklungsstand (Kokons, Tiere von 0,5 - 1 cm und mit > 1 cm Körperlänge) getrennt ausgezählt. Der Anteil an Tieren mit und ohne Haarborsten wurde aus einer Teilprobe mit insgesamt 100 Tieren bestimmt, das Zählergebnis auf eine Fläche von 1 m² umgerechnet und in Prozenten angegeben.

Soweit möglich wurden von den in den Proben enthaltenen Makroorganismen auch andere Oligochaeten (= Wenigborster) sowie Turbellarien (= Strudelwürmer), Nematoden (= Fadenwürmer), Hirudineen (= Egel), Gastropoden (= Schnecken), Lamelibranchiaten (= Muscheln), Amphipoden (= Flohkrebse), Isopoden (= Asseln), Hydracarinen (= Wassermilben) und Insekten nach der Häufigkeit ihres Vorkommens oder zahlenmässig (bes. Chironomidenlarven = Zuckmückenlarven) erfasst¹⁾.

Die aus den Proben ausgelesenen Makroorganismen (die Tubificiden, getrennt nach Entwicklungsstand und nach Tieren mit und ohne Haarborsten) werden zur weiteren taxonomischen Bearbeitung in 70 %-igem Alkohol aufbewahrt.

Die für die physikalische und chemische Analyse vorgesehenen Sedimentproben (Probe a: 40 cm³, Probe b: 60 cm³) wurden nach der Probenahme in kleine, luftdicht verschlossene Kunststoffbehälter verpackt und bis zur Weiterbehandlung im Kühlschrank

1) siehe hierzu Anhang 5

aufbewahrt.

Von den Proben a und b wurden im Labor bis spätestens 24 Stunden nach der Probenahme die Trockensubstanz und der Wassergehalt bestimmt und die getrocknete Probe verschlossen aufbewahrt.

Die granulometrische Analyse diente zur Ermittlung der Korngrößenverteilung, des Sortierungsgrades und des Porenvolumens. Zur Indikation der Belastung der Sedimente mit organischen Stoffen wurden ferner von jeder Probe 200 - 500 mg der Trockensubstanz über die $K_2Cr_2O_7$ -Oxydierbarkeit auf ihren Gehalt an organischem Kohlenstoff untersucht.

5. Untersuchungsergebnisse

In der nachfolgenden Darstellung der Untersuchungsergebnisse werden die Einzelproben aus den verschiedenen Seetiefen bis zur jeweiligen maximalen Seetiefe des Profils in die Tiefenbereiche 2 - 10 m, 11 - 20 m, 21 - 50 m, 51 - 100 m, 101 - 150 m, 151 - 200 m und 201 - 252 m zusammengefasst, ferner in den beigefügten Tabellen die dabei ermittelten Niedrigst-, Höchst- und Mittelwerte aus den biologischen Untersuchungen und der physikalischen und chemischen Analyse wiedergegeben.

Die in den Einzelproben ermittelte Populationsdichte der Tubificiden (zusammengefasst in Gruppen von 100-900, 1.000-1.900, 2.000-4.900, 5.000-9.900, 10.000-19.900, 20.000-49.900, 50.000-99.900 und > 100.000 Tieren/m²) sowie der jeweilige prozentuale Anteil an Tieren mit und ohne Haarborsten sind in Einzelkarten dargestellt (Obersee: Massstab 1 : 10.000, ausgenommen Bregenzer Bucht und Mündungsgebiet Bregenzer Ach, Dornbirner Ach und Alpenrhein, welche der Uebersichtlichkeit halber im Massstab 1 : 20.000 dargestellt

wurden; Untersee: Massstab 1 : 14.000)¹⁾.

Die Profile Nr. 1-23 erfassen den Ueberlinger See, 24-55 den Obersee-Nord, 56-80 die Bregenzer Bucht (einschl. Mündungsgebiet von Bregenzerach, Dornbirnerach und Alpenrhein sowie Fussacher Bucht und Wetterwinkel), 81-130 den Obersee-Süd und 131-170 den Untersee.

¹⁾ siehe hierzu Zeichenerklärung im Anhang

Hinweise für die Texte, Tabellen und graphischen Darstellungen

Die Angaben über die jeweilige Tubificidendichte beziehen sich nur auf Individuen ab 1 cm Körperlänge. Bei Hinzunahme der in den Proben ebenfalls erfassten Individuen unter 1 cm Körperlänge erhöht sich die Individuenzahl in der Regel um 30 - 100 %.

Die in den Tabellen angegebenen Anteile der Tubificiden mit Haarborsten und die Zahl der Chironomidenlarven/m² stellen jeweils Mittelwerte dar.

Die Analysenwerte der Sedimente geben nur die physikalischen und chemischen Daten der Proben a (von der Oberfläche bis 4 cm Tiefe) wieder. Der Gehalt an organischem Kohlenstoff ist in % Trockensubstanz berechnet.

Die zwischen den physikalischen, chemischen und biologischen Daten bestehenden Beziehungen werden im vorgesehenen weiteren Bericht der IGKB dargestellt. Hierzu werden auch die physikalischen und chemischen Daten der Proben b (von 4 - 10 cm Tiefe) und die Tubificiden unter 1 cm Körperlänge mit einbezogen.

Die Legende zu den graphischen Darstellungen findet sich im Anhang nach Karte 3 und ist ausklappbar.

Die lateinischen und deutschen Namen der Tiergruppen der in der Arbeit erwähnten Makroorganismen sind im Anhang 5 zusammengestellt.

5.1 Obersee

5.1.1 Ueberlinger See

5.1.1.1 Seebodenareal vor Eichhorn bis vor Bodman

Profil-Nr. 1 - 11

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungs Jahren 1975/76

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|-------------------------|------------|----------------------------------|-------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 20 | 200 | 3.300 | 1.170 | 44 | 810 |
| 11 - 20 | 22 | 0 | 2.100 | 900 | 54 | 1.120 |
| 21 - 50 | 44 | 0 | 4.000 | 1.210 | 82 | 630 |
| 51 - 100 | 24 | 0 | 2.700 | 1.000 | 89 | 510 |
| 101 - 150 | 14 | 0 | 1.100 | 370 | 85 | 40 |
| 151 - 185 ¹⁾ | 3 | 200 | 700 | 400 | 71 | 30 |

Der südliche Teil des Ueberlinger Sees weist im Tiefenbereich von 2 - 100 m nur eine durchschnittliche Besiedlungsdichte von 920 - 1.210 Tubificiden/m² auf. Die höchsten Individuenzahlen werden mit 4.000 Tieren/m² vor der Insel Mainau in 29 m, mit 3.300 Tieren/m² vor dem Eichhorn, vor Bodman im ufernahen Bereich von 4 - 6 m Tiefe und vor dem Lispental in 27 m Tiefe gefunden. Vor dem Fliesshorn und vor Konstanz-Staad erreichen die Tubificidenpopulationen nur eine Stärke von 1.000 - 1.400 Tieren/m². In 101 - 185 m sinkt die mittlere Individuendichte auf

Anm.: ¹⁾ = Profil Eichhorn (erfasst zum Teil nicht mehr den Ueberlinger See)

370 - 400 Tiere/m². Während im Tiefenbereich von 11 - 150 m stellenweise tubificidenfreie Sedimente angetroffen werden, ist dies im unmittelbaren Uferbereich in 2 - 10 m Tiefe nicht der Fall. In der grössten Tiefe von 182 - 185 m beträgt die Anzahl der Tubificiden nur 200 - 300 Tiere/m².

Im allgemeinen überwiegt ab 20 m und zur Tiefe hin zunehmend mit 71 - 89 % der Anteil der Arten mit Haarborsten.

Als Begleitorganismen sind die Chironomiden-Larven anzuführen, die mit durchschnittlich 1.120 Tieren/m² hauptsächlich in 11 - 20 m Tiefe vorkommen, lokal aber, besonders vor der Mainau in einer Dichte bis zu 3.500 Tieren/m² in 4 m sowie bis zu 4.500 - 4.700 Tieren/m² noch in 21 m und 96 m Tiefe anzutreffen sind. Die zentrale Tiefenzone von 151 - 185 m wird nur mehr stellenweise (bis 100 Tiere/m²) besiedelt.

Vorwiegend in 2 - 20 m Tiefe werden lokal Mollusken in Populationsdichten von 1.600 Tieren/m² und mehr, besonders vor der Insel Mainau und vor Wallhausen-Ost, ermittelt. Ferner sind Nematoden bis zu 1.200 Tieren/m² und Wassermilben bis zu 900 Tieren/m² sowie Hirudineen und Turbellarien in geringer Anzahl vertreten. In 150 - 185 m Tiefe werden neben den Chironomiden-Larven nur mehr vereinzelt Lamellibranchiaten vorgefunden.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1975/76

| Wassertiefe m | Proben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-------------------------|-----------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 20 | 0,1 | 1,7 | 0,7 | 1 | 80 | 22 |
| 11 - 20 | 22 | 0,3 | 1,7 | 1,0 | 11 | 88 | 53 |
| 21 - 50 | 44 | 0,8 | 2,5 | 1,5 | 19 | 99 | 77 |
| 51 - 100 | 24 | 0,9 | 2,7 | 2,1 | 52 | 99 | 92 |
| 101 - 150 | 14 | 1,5 | 3,1 | 2,4 | 92 | 99 | 98 |
| 151 - 185 ¹⁾ | 3 | 2,0 | 2,5 | 2,3 | 93 | 99 | 97 |

Im allgemeinen überwiegt mit 53 % der Silt+Ton-Anteil der Sedimente schon im Tiefenbereich von 11 - 20 m. In 22 - 27 m Tiefe können vor Bodman, Wallhausen-Ost und vor der Insel Mainau lokal noch 81 % bzw. in 52 m Tiefe vor Marienschlucht-Ost noch 48 % Sandgehalt ermittelt werden. In 101 - 185 m Tiefe liegt der Silt+Ton-Gehalt zwischen 92 - 99 %.

Im unmittelbaren Uferbereich (in 2 - 10 m Tiefe) schwankt der Gehalt an organischem Kohlenstoff lokal ziemlich stark. Er beträgt durchschnittlich 0,7 %. Mit zunehmender Tiefe steigt er an und erreicht in 101 - 185 m im Mittel 2,3 - 2,4 %. Die höheren und höchsten Kohlenstoffgehalte treten in der östlichen Hälfte des Südteils des Ueberlinger Sees, so zum Beispiel mit 3,0 - 3,1 % vor dem Lispental in 107 m und vor Wallhausen-Ost in 102 m Tiefe auf und mit 2,8 - 2,9 % vor Marienschlucht-Ost und vor Dingelsdorf in 119 - 140 m Tiefe.

Anm.: ¹⁾ Profil Eichhorn, z.T. Obersee

c) Zusammenfassung

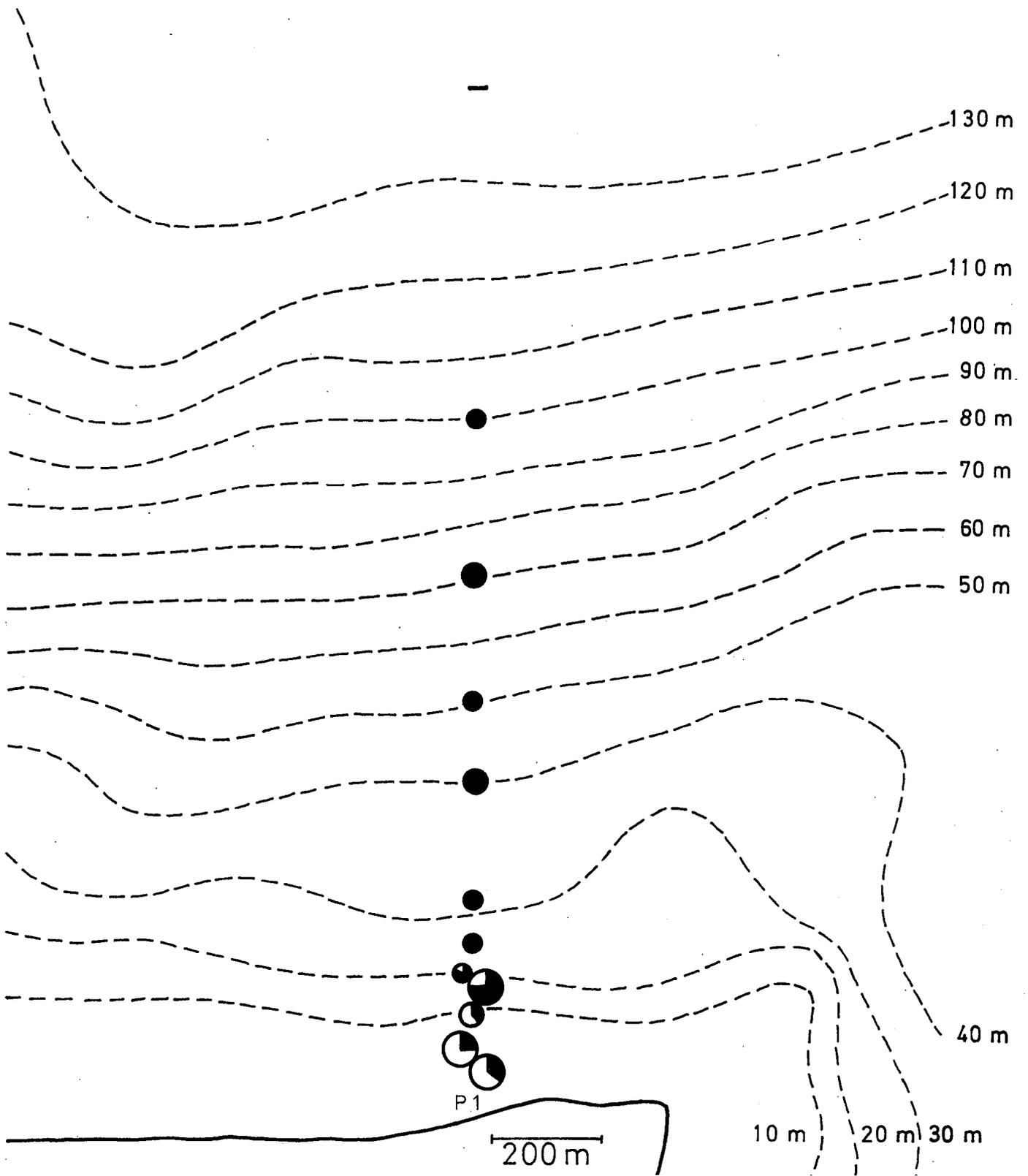
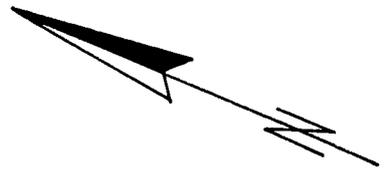
Der südliche Teil des Ueberlinger Sees ist frei von grösseren Zuflüssen. Er weist somit bis in eine Tiefe von 100 m, bei durchschnittlichen Gehalten an organischem Kohlenstoff von 0,7 - 2,1 % nur mittlere Besiedlungsdichten von rund 900 - 1.200 Tubificiden/m² und lokal höchste Individuendichten von 2.100 - 4.000 Tieren/m² auf. Ab etwa 20 m überwiegen, zur Tiefe hin weiter zunehmend, die haarborstentragenden Tubificidenarten.

In der Tiefenzone von 101 bis hin zur grössten Tiefe in 185 m¹⁾ beträgt die mittlere Populationsdichte nur mehr 370 - 400 Tiere/m², dabei ist der Gehalt der silt+tonreichen Sedimente an organischem Kohlenstoff mit durchschnittlich 2,3 - 2,4 % relativ hoch.

Anm.: ¹⁾ Profil Eichhorn, z.T. Obersee

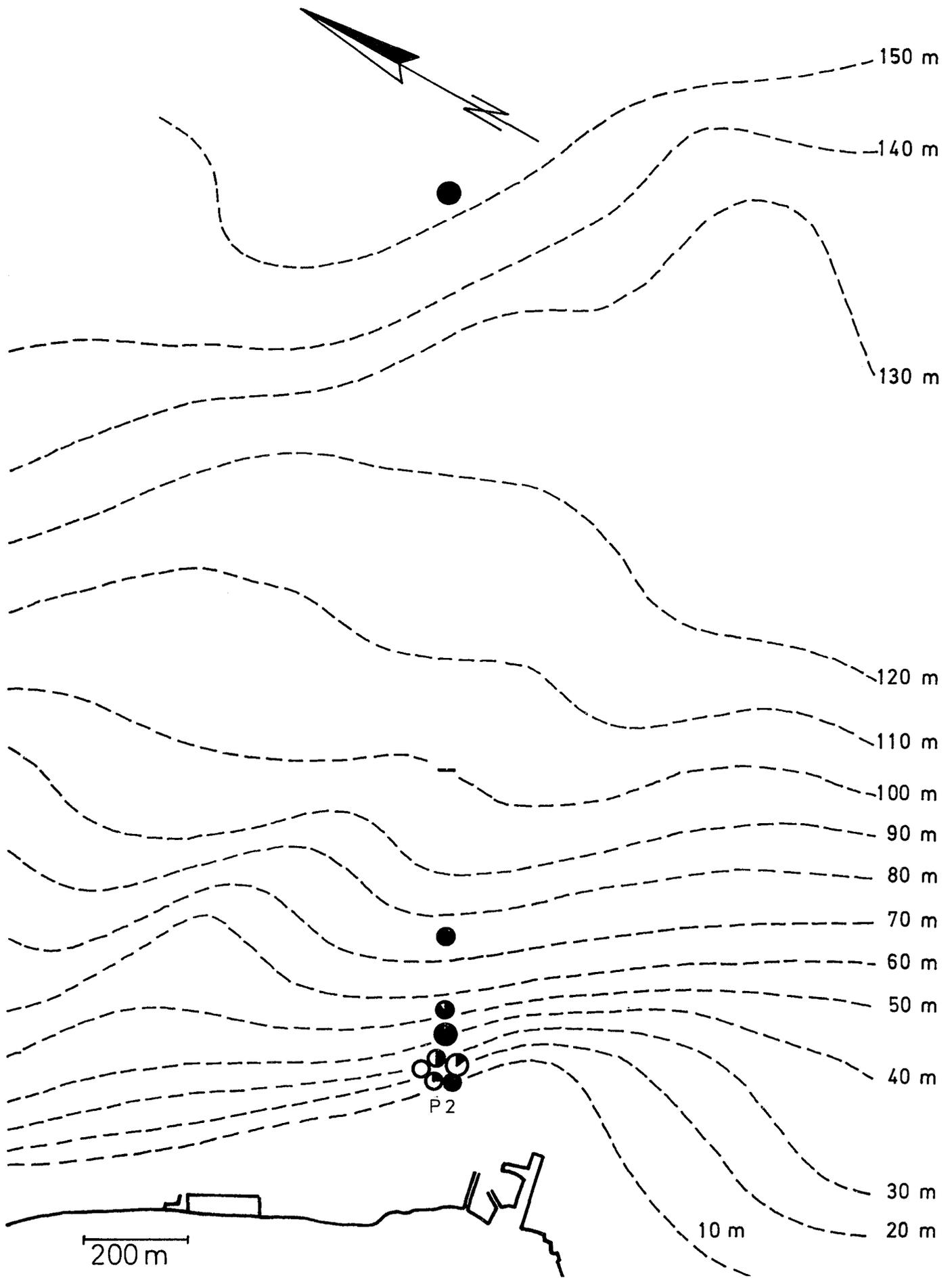
Seebodenareal vor Eichhorn 1978

Individuendichte der Tubificiden



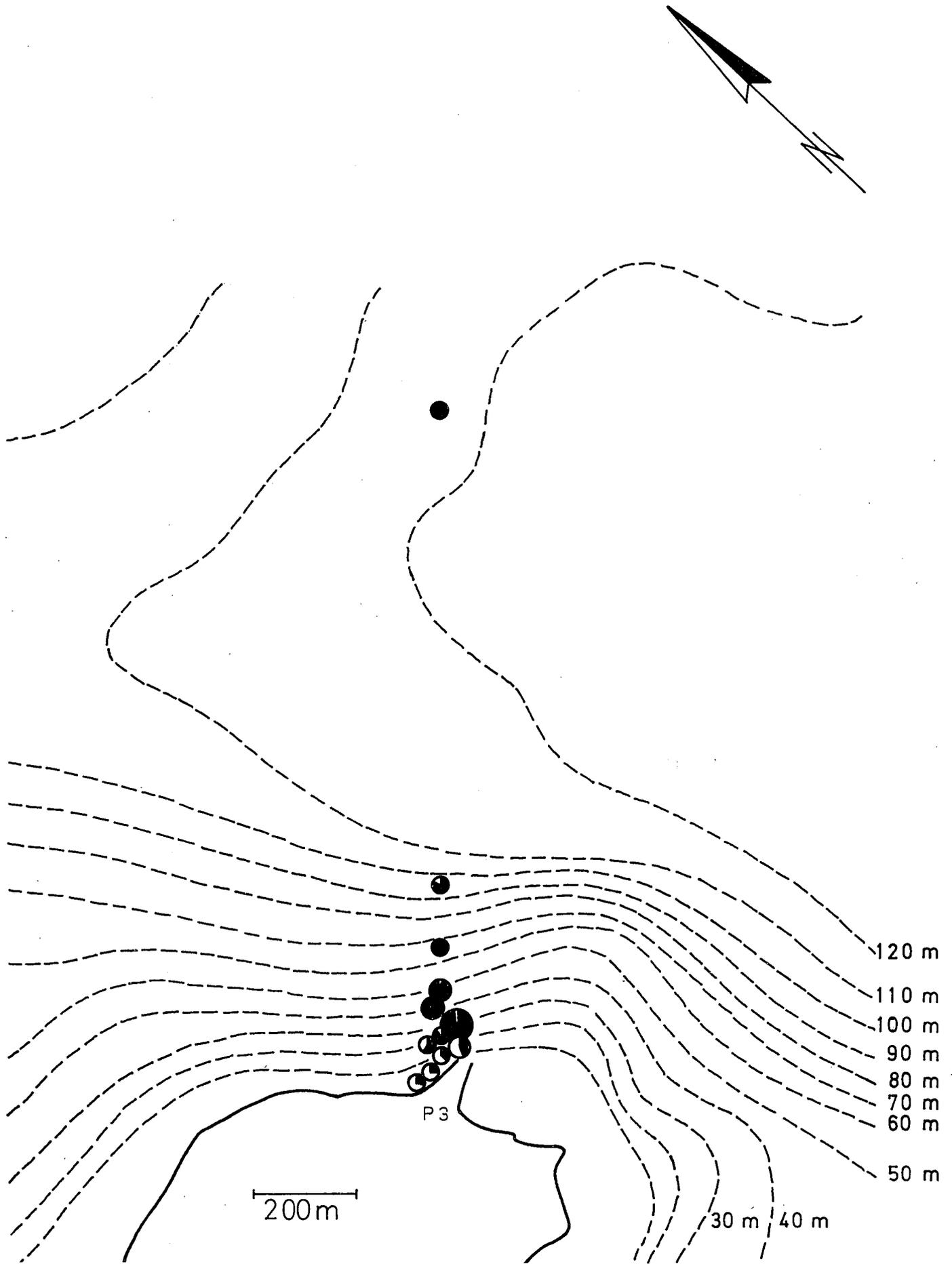
Seebodenareal vor Konstanz - Staad 1975

Individuendichte der Tubificiden



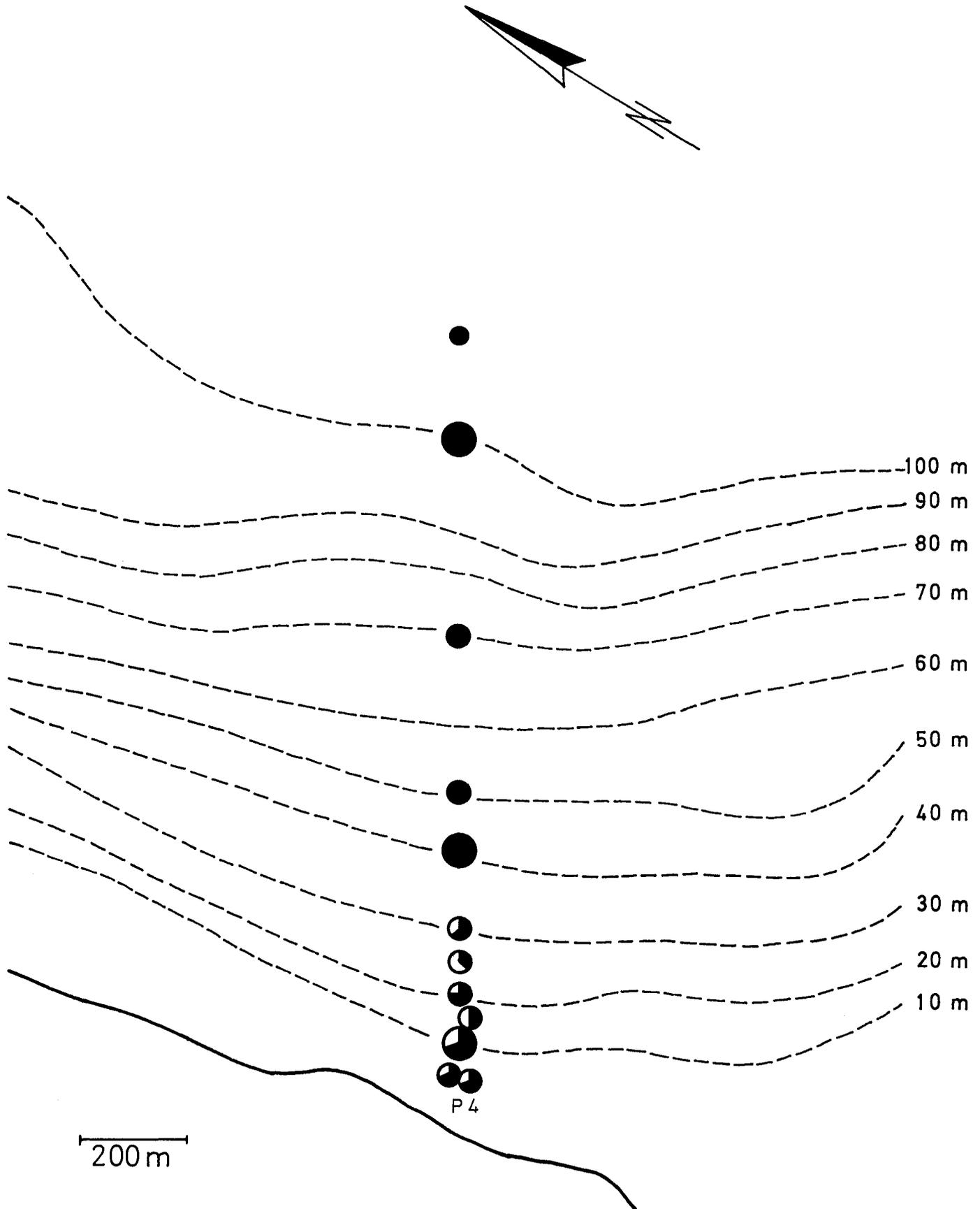
Seebodenareal vor Insel Mainau 1975

Individuendichte der Tubificiden



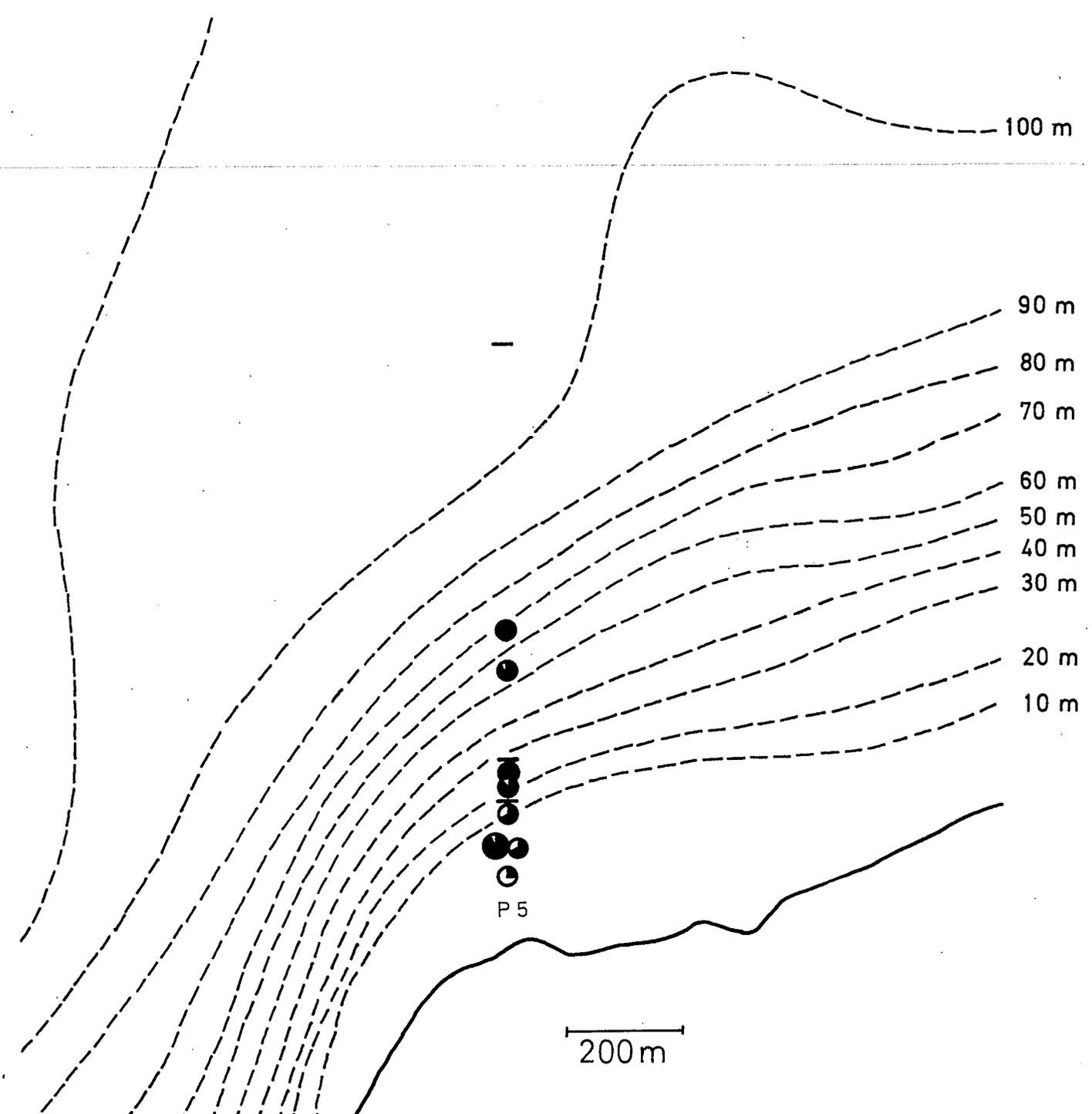
Seebodenareal vor Litzelstetten 1978

Individuendichte der Tubificiden



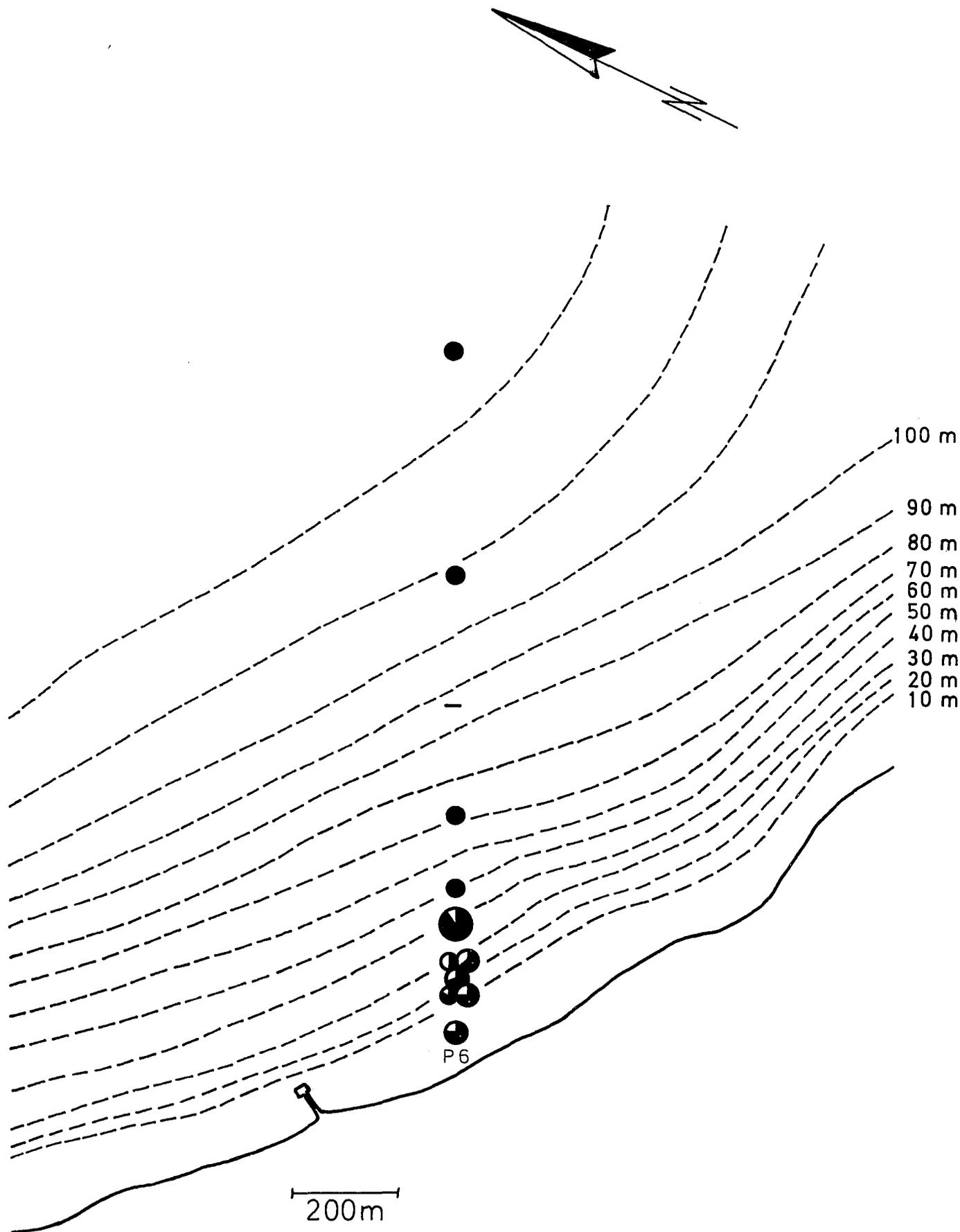
Seebodenareal vor Fließhorn 1976

Individuendichte der Tubificiden



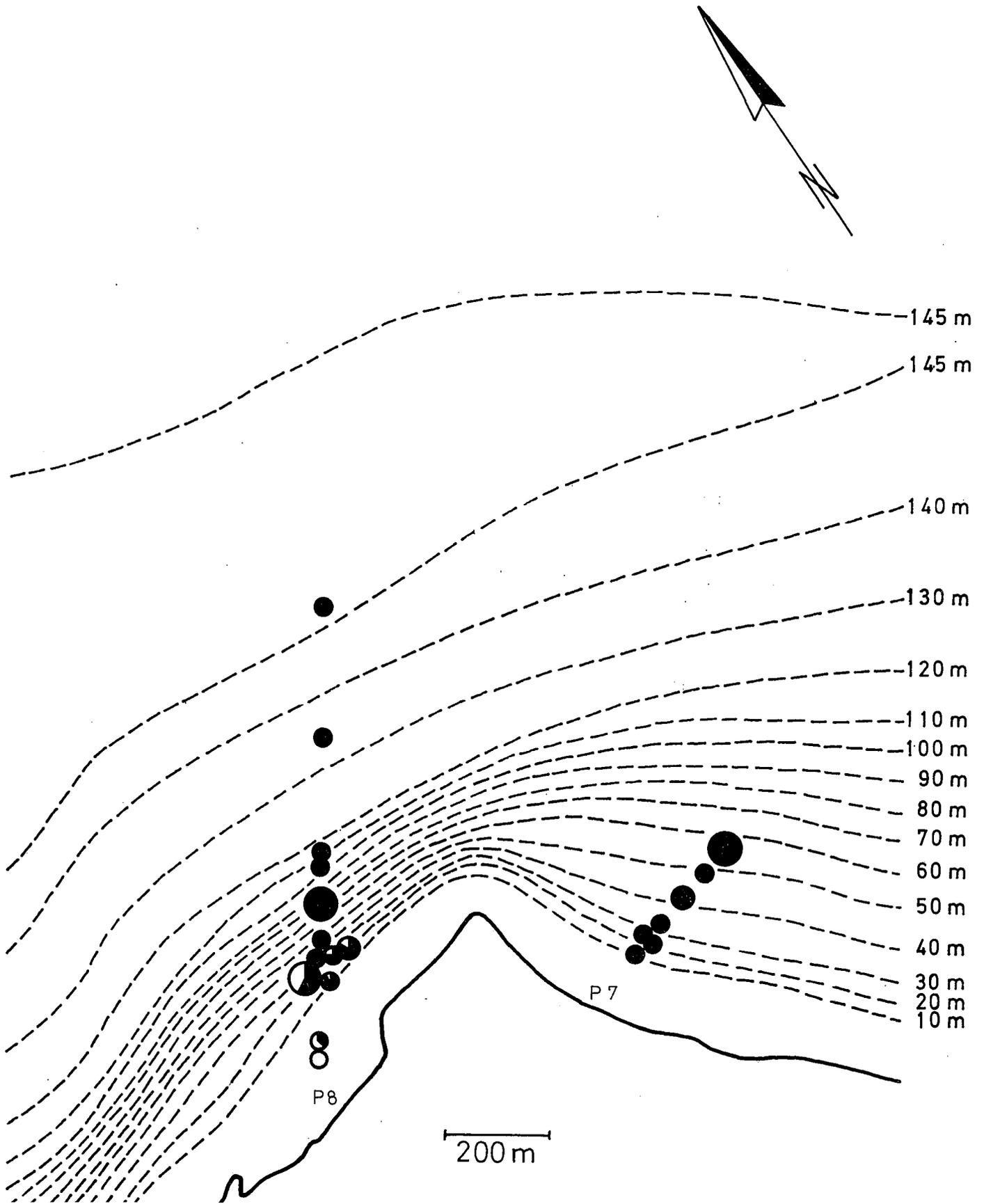
Seebodenareal vor Dingelsdorf 1976

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Wallhausen-Ost und Klausenhorn-Ost 1976

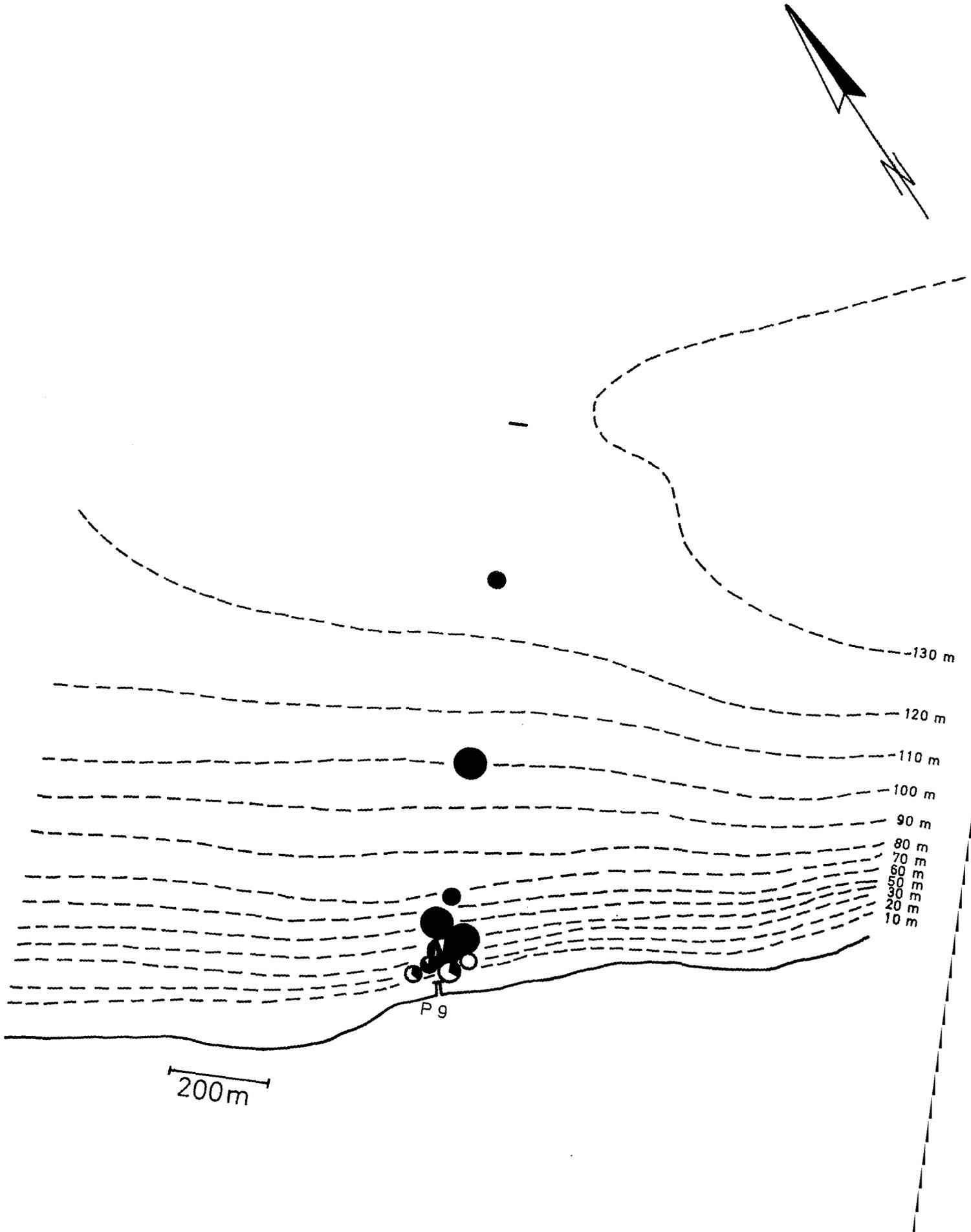
Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Marienschlucht 1976

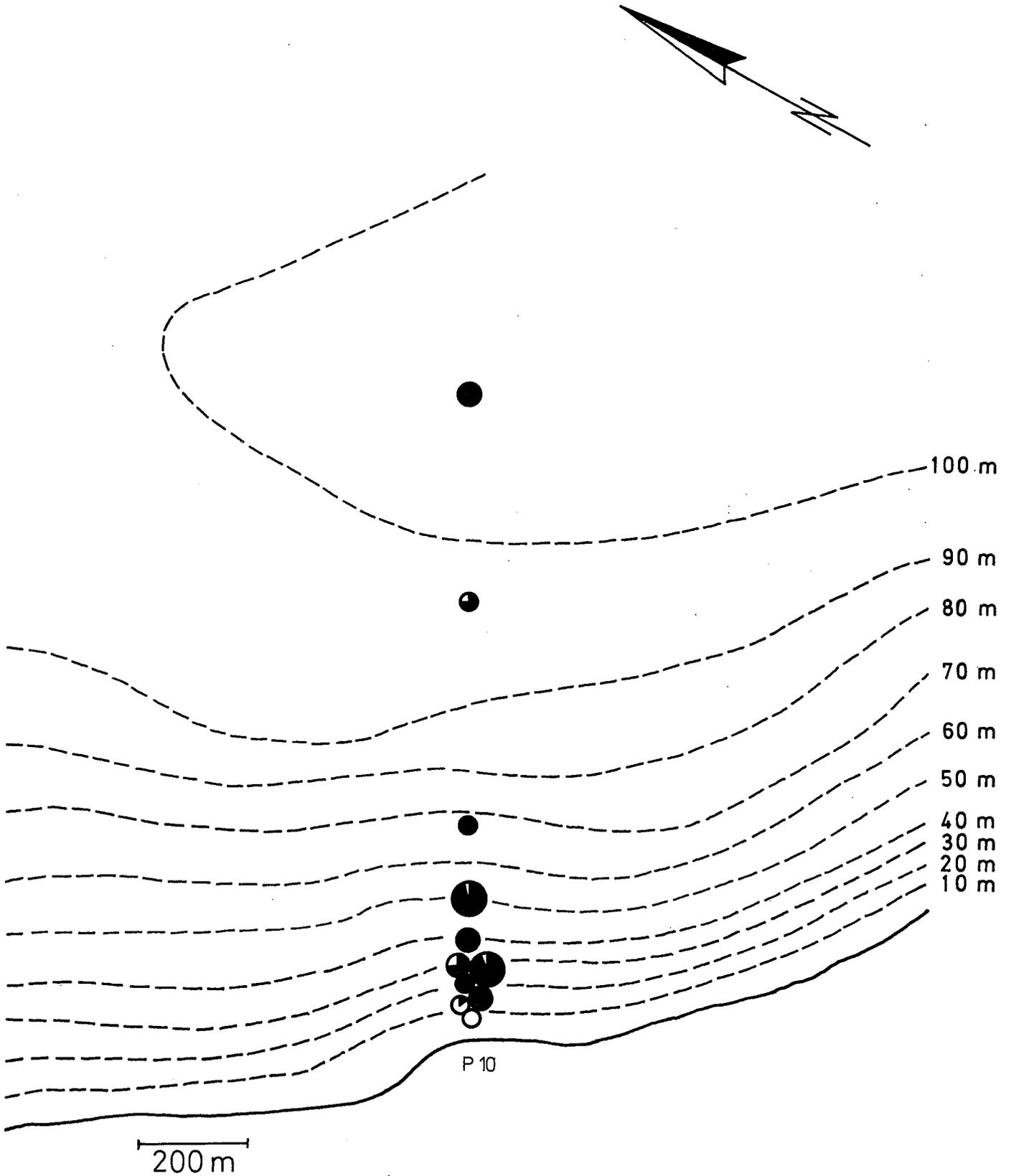
Individuendichte der Tubificiden

Profil-Nr.9



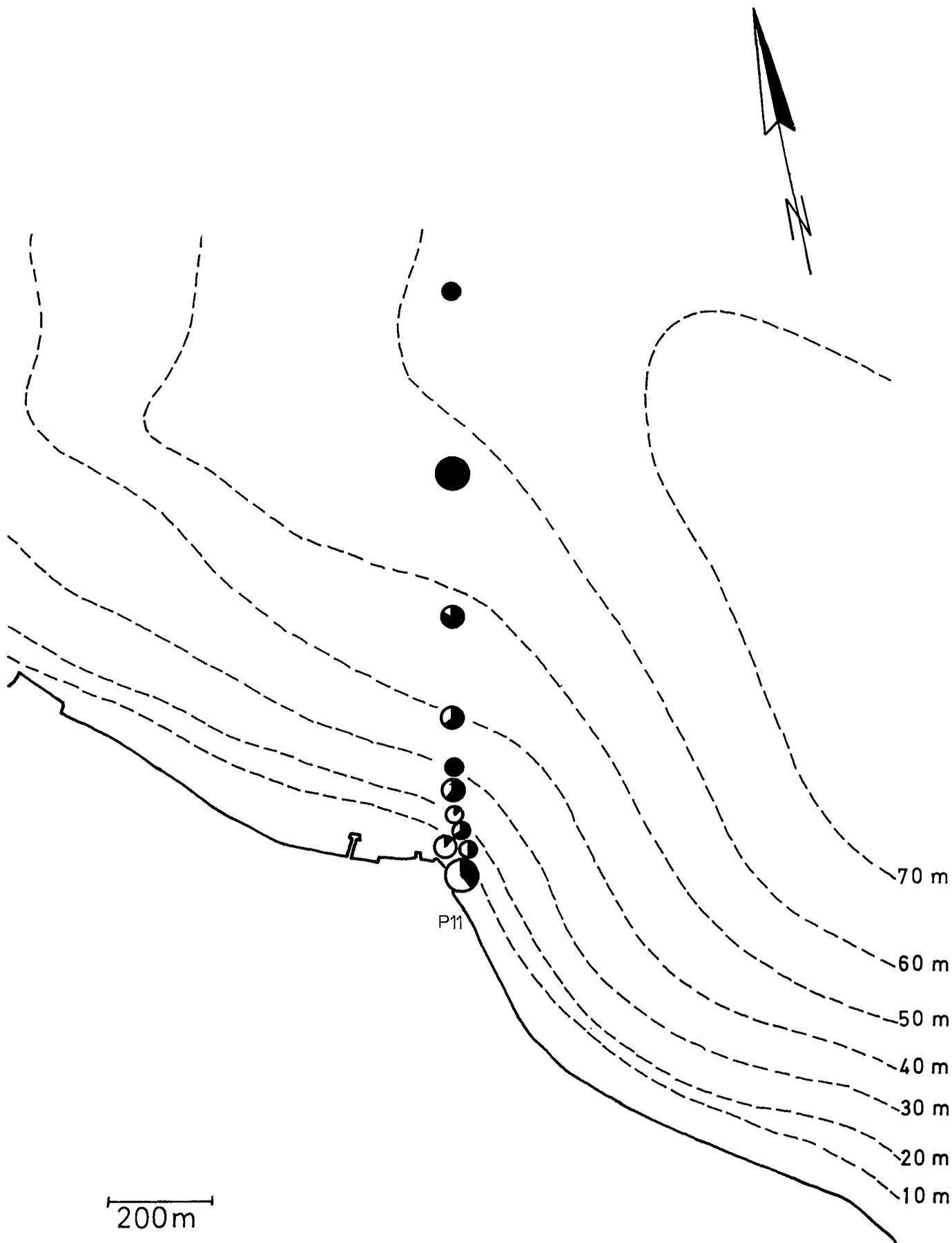
Seebodenareal vor Lispental 1976

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Bodman 1976

Individuendichte der Tubificiden



5.1.1.2 Mündungsgebiet Stockacher Aach

Profil-Nr. 12

Die Stockacher Aach mündet am nordwestlichen Ende des Ueberlinger Seeteils in den Bodensee. Das Einzugsgebiet umfasst 213 km². Die mittlere jährliche Wasserführung beträgt 1,76 m³/sec.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im Untersuchungsjahr 1976

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 3 | 0 | 1.300 | 700 | 59 | 1.900 |
| 11 - 20 | 2 | 3.300 | 8.200 | 5.750 | 77 | 1.000 |
| 21 - 50 | 4 | 1.800 | 15.700 | 10.250 | 91 | 450 |
| 51 - 75 | 2 | 0 | 200 | 100 | 100 | 70 |

Die Tubificidendichte steigt mit zunehmender Tiefe zunächst sehr stark an. Sie erreicht im Tiefenbereich von 21 - 50 m mit 15.700 Tieren/m² ihr Maximum, geht dann aber mit zunehmender Uferentfernung in 51 - 75 m Tiefe markant zurück und beträgt dort nur mehr 0 - 200 Tiere/m².

Der Anteil der Tiere mit Haarborsten steigt von 50 - 60 % (6 - 10 m Wassertiefe) auf rund 90 % in 30 - 40 m Tiefe (hier Dichtemaximum der Schlammröhrenwürmer) und erreicht schliesslich in 65 m Seetiefe 100 %.

Von der untersuchten Begleitfauna sind die Chironomiden-Larven in 6 m Tiefe mit 4.200 Tieren/m² in der höchsten Individuenzahl vertreten. In 21 m Tiefe geht die Individuendichte der Larven

bereits auf 800 - 1.200 Tiere/m², in 30 - 40 m Seetiefe auf 200 - 500 Tiere/m² zurück und im Tiefenbereich um 50 m werden Larven nur noch vereinzelt gefunden.

Die Lamellibranchiaten (vor allem die Gattung Pisidium) erreichen mit 2.200 Tieren/m² ihre höchste Individuendichte in 23 m Seetiefe.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen von 1976 mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Während sich die Individuendichte der Tubificiden im Uferbereich von 2 - 10 m Wassertiefe gegenüber den 60iger Jahren um etwa die Hälfte vermindert hat, steigen die Tierzahlen/m² 1976 in 20 m Seetiefe gut auf den doppelten Wert. Auch in 30 - 60 m Seetiefe war die Besiedlungsdichte der Tubificiden 1960 - 1963 wesentlich geringer als 1976.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1976

In den tieferen Seebodenarealen (30 - 75 m Wassertiefe) werden mit 2,6 - 3,8 % sehr hohe organische Kohlenstoffgehalte ermittelt.

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 3 | 0,2 | 2,6 | 1,2 | 1 | 11 | 5 |
| 11 - 20 | 2 | 2,3 | 3,0 | 2,7 | 43 | 86 | 65 |
| 21 - 50 | 4 | 2,6 | 3,8 | 3,3 | 96 | 98 | 97 |
| 51 - 75 | 2 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 90 | 99 | 95 |

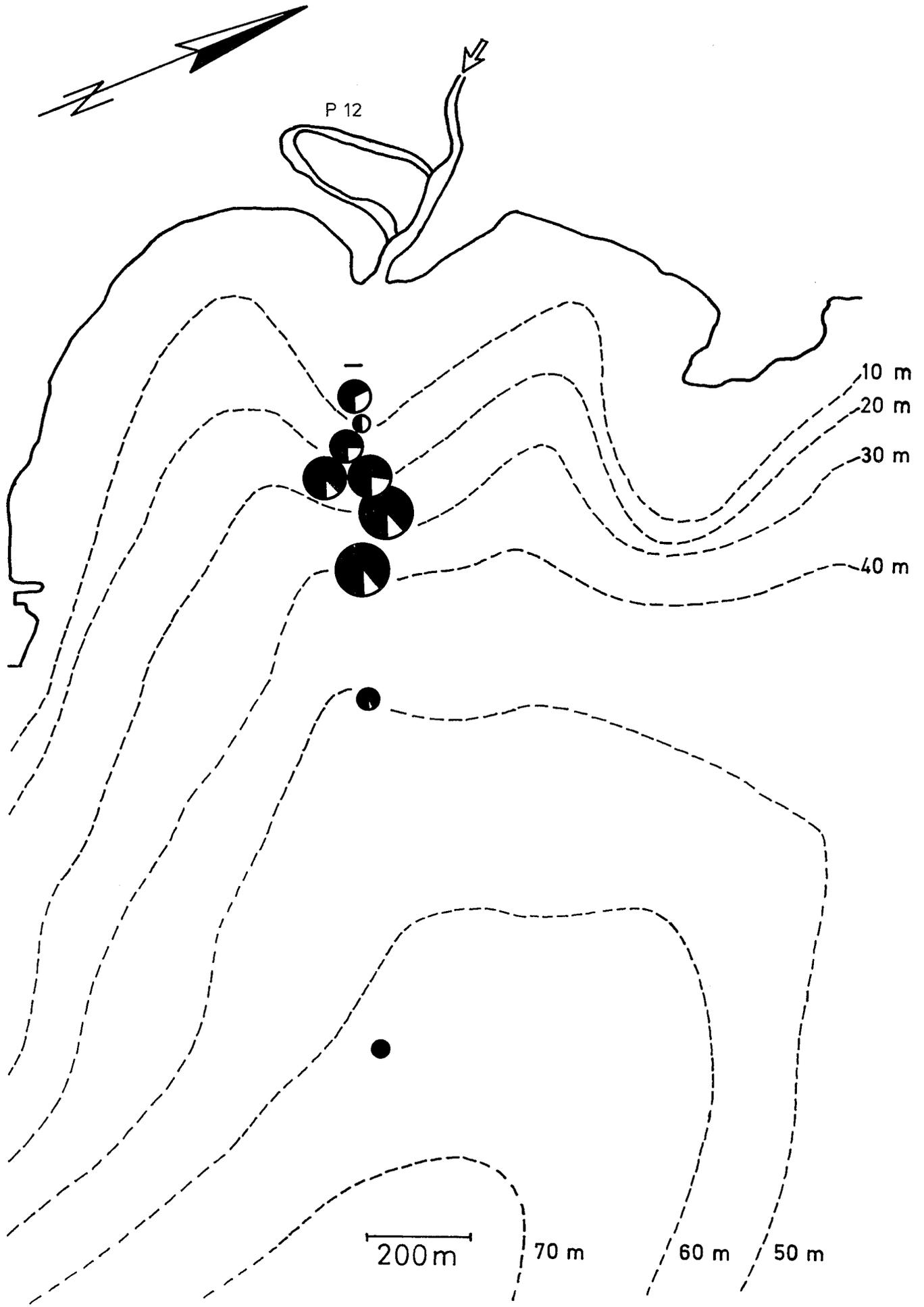
d) Zusammenfassung

Gegenüber der Untersuchung von 1960 - 1963 ergibt sich 1976 im Uferbereich bis 10 m eine Abnahme, im Tiefenbereich von 21 - 60 m eine Zunahme der Individuendichte der Indikatortiere mit besonderem Schwerpunkt in 30 - 40 m Tiefe, in der bei einem Gehalt von 3,7 - 3,8 % organisch gebundenem Kohlenstoff und 95 - 98 % Silt+Ton-Anteil der Sedimente für dieses Areal relativ hohe maximale Individuendichten von rund 15.000 Tubificiden/m² ermittelt werden.

Trotz des relativ hohen Gehaltes an org. C (etwa 3,2 %) in 51 - 75 m Seetiefe, geht hier die Tubificidendichte stark zurück.

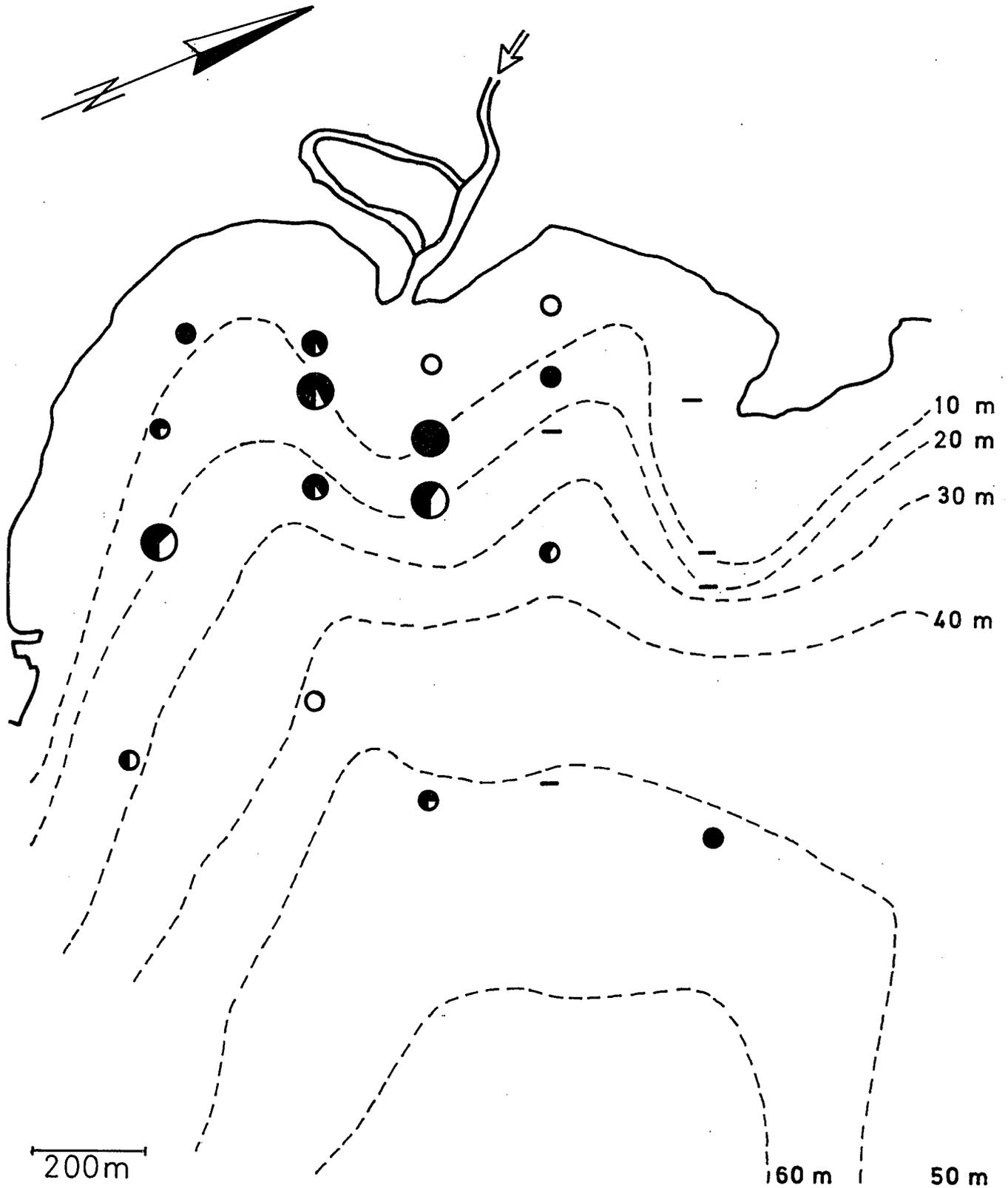
Mündungsgebiet Stockacher Aach 1976

Individuendichte der Tubificiden



Mündungsgebiet Stockacher Aach 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



5.1.1.3 Seebodenareal vor Ludwigshafen bis Ueberlingen-West

Profil-Nr. 13 - 17

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im
Untersuchungsjahr 1976

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 7 | 600 | 3.600 | 1.960 | 19 | 740 |
| 11 - 20 | 6 | 900 | 4.100 | 2.130 | 37 | 1.320 |
| 21 - 50 | 21 | 100 | 20.300 | 3.330 | 81 | 390 |
| 51 - 100 | 13 | 100 | 2.200 | 810 | 91 | 30 |
| 101 - 146 | 5 | 0 | 1.000 | 380 | 80 | 20 |

Die mittlere Individuendichte der Tubificiden nimmt von 1.900 Tieren/m² in 2 - 10 m Tiefe bis auf 3.300 in 20 - 50 m zu und geht zur Tiefe hin dann wieder stark zurück. In der grössten Tiefe von 146 m werden vor Ueberlingen-West keine, im zentralen Bereich des Seebodens in 145 m Tiefe jedoch noch 1.000 Tiere/m² festgestellt.

Die höchsten Populationsdichten befinden sich in 45 m Tiefe vor Ueberlingen-West (20.300 Tiere/m²) und in 30 m Tiefe vor Sipplingen-West (16.500 Tiere/m²).

Im allgemeinen überwiegen ab einer Tiefe von 21 m die mit Haarborsten ausgestatteten Tubificidenarten; sie nehmen zur Tiefe hin stark zu, so dass ihr Anteil schliesslich 80 - 91 % beträgt.

Unter der Begleitfauna sind vor allem die Chironomidenlarven zu nennen. Ihr Maximum erreichen sie mit durchschnittlich 1.300 Tieren/m² in 11 - 20 m Tiefe, wobei zum Beispiel vor Sipplingen-

West lokal bis zu 3.800 Tiere/m² in 15 m Tiefe vorkommen. Sie nehmen mit zunehmender Tiefe stark ab, sind aber stellenweise bis in 106 m noch vertreten.

Ferner leben in den Sedimenten, besonders in 2 - 20 m Tiefe, Mollusken und Nematoden, jeweils bis zu rund 1.000 Tiere/m² sowie in geringer Anzahl oder vereinzelt Turbellarien, Hirudineen und Hydracarinen.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
im Untersuchungsjahr 1976

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 7 | 0,3 | 1,1 | 0,7 | 1 | 31 | 12 |
| 11 - 20 | 6 | 0,3 | 1,4 | 0,7 | 1 | 37 | 15 |
| 21 - 50 | 21 | 0,5 | 3,0 | 1,5 | 18 | 96 | 67 |
| 51 - 100 | 13 | 0,3 | 3,1 | 2,1 | 16 | 98 | 80 |
| 101 - 146 | 5 | 1,0 | 2,6 | 2,1 | 92 | 98 | 96 |

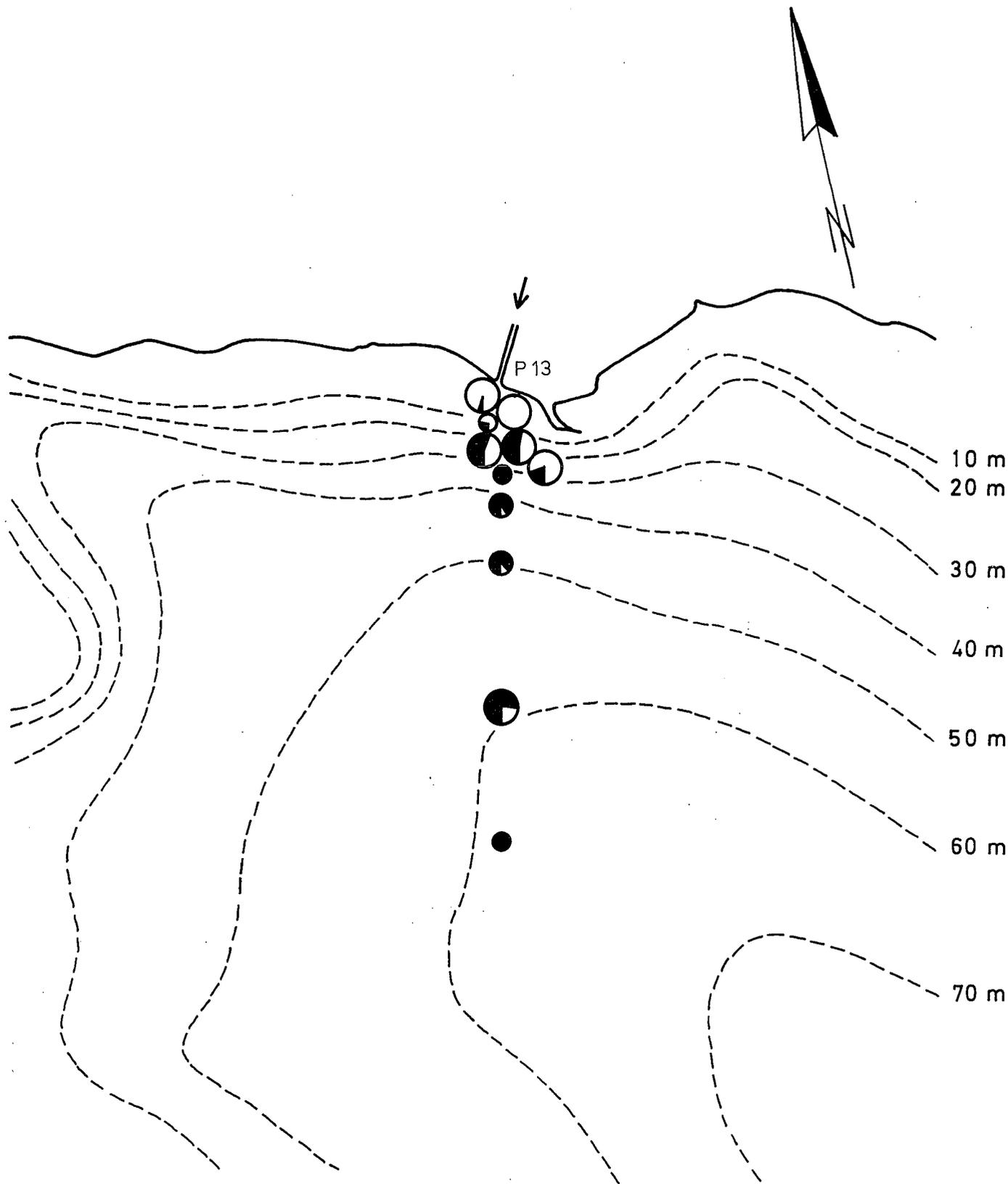
Im Durchschnitt überwiegt der Silt+Ton-Anteil ab 21 m Tiefe. Mit zunehmender Tiefe erhöht sich sowohl der mittlere Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff von 0,7 % in 2 - 10 m bis auf 2,1 % in 51 - 146 m Tiefe, als auch der Silt+Ton-Anteil von 12 - 15 % in 2 - 20 m bis auf 96 % in 101 - 146 m Tiefe. Dabei fällt auf, dass innerhalb der einzelnen Tiefenzonen relativ starke Schwankungen auftreten; so variiert zum Beispiel der Gehalt an organischem Kohlenstoff in 51 - 100 m Tiefe von 0,3 - 3,1 % und der Silt+Ton-Anteil von 16 - 98 %.

c) Zusammenfassung

Die maximalen Besiedlungsdichten der Tubificiden werden in der Tiefenzone von 21 - 50 m mit 20.300 Tieren/m² vor Ueberlingen-West in sandreichem Sediment bei einem Gehalt von 1,3 % organischem Kohlenstoff und mit 16.800 Tieren/m² vor Sipplingen-West in einem Sediment, das 2,0 % org. Kohlenstoff enthält und zu 89 % aus Silt + Ton besteht, festgestellt. Bei einem Gehalt von 2,3 % organischem Kohlenstoff finden sich im zentralen Tiefenbereich (145 - 146 m) 0 - 1.000 Tubificiden/m².

Seebodenareal vor Ludwigshafen 1976

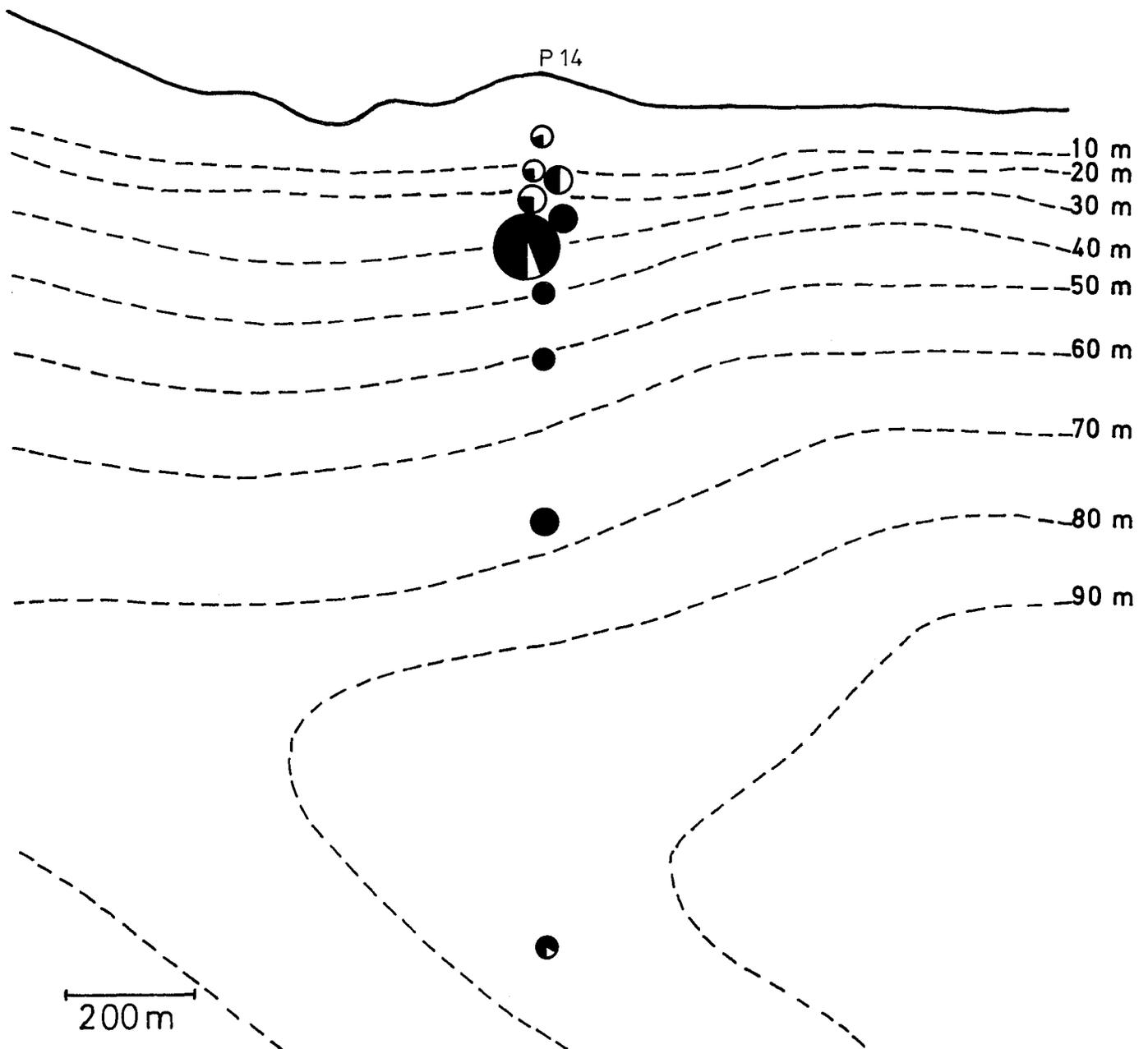
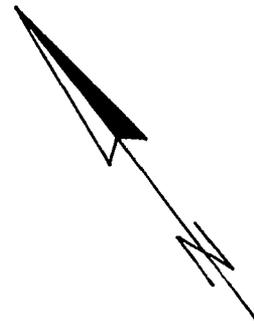
Individuendichte der Tubificiden



200m

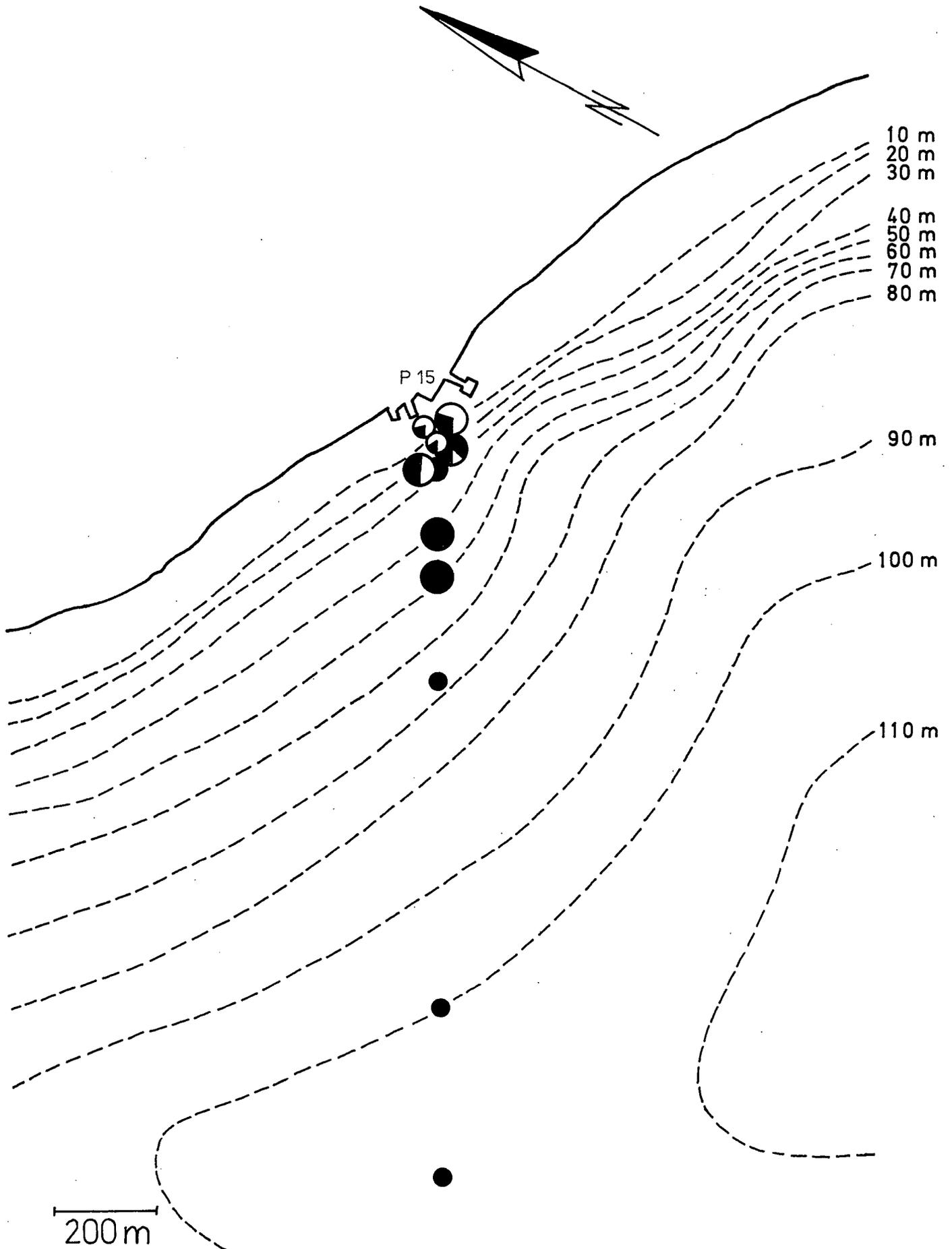
Seebodenareal vor Sipplingen-West 1976

Individuendichte der Tubificiden



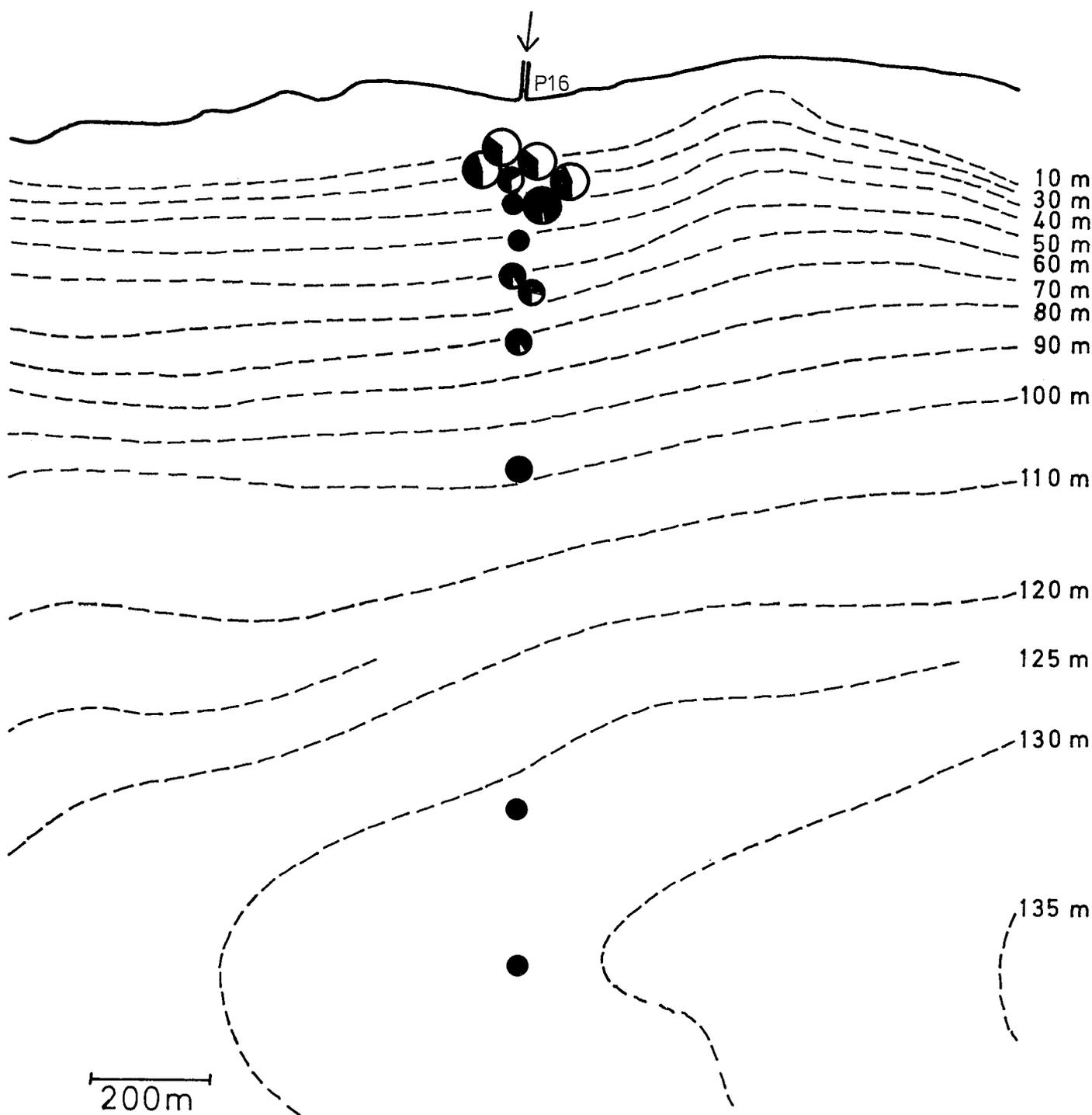
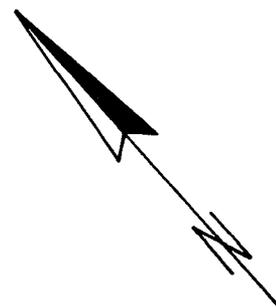
Seebodenareal vor Sipplingen 1976

Individuendichte der Tubificiden



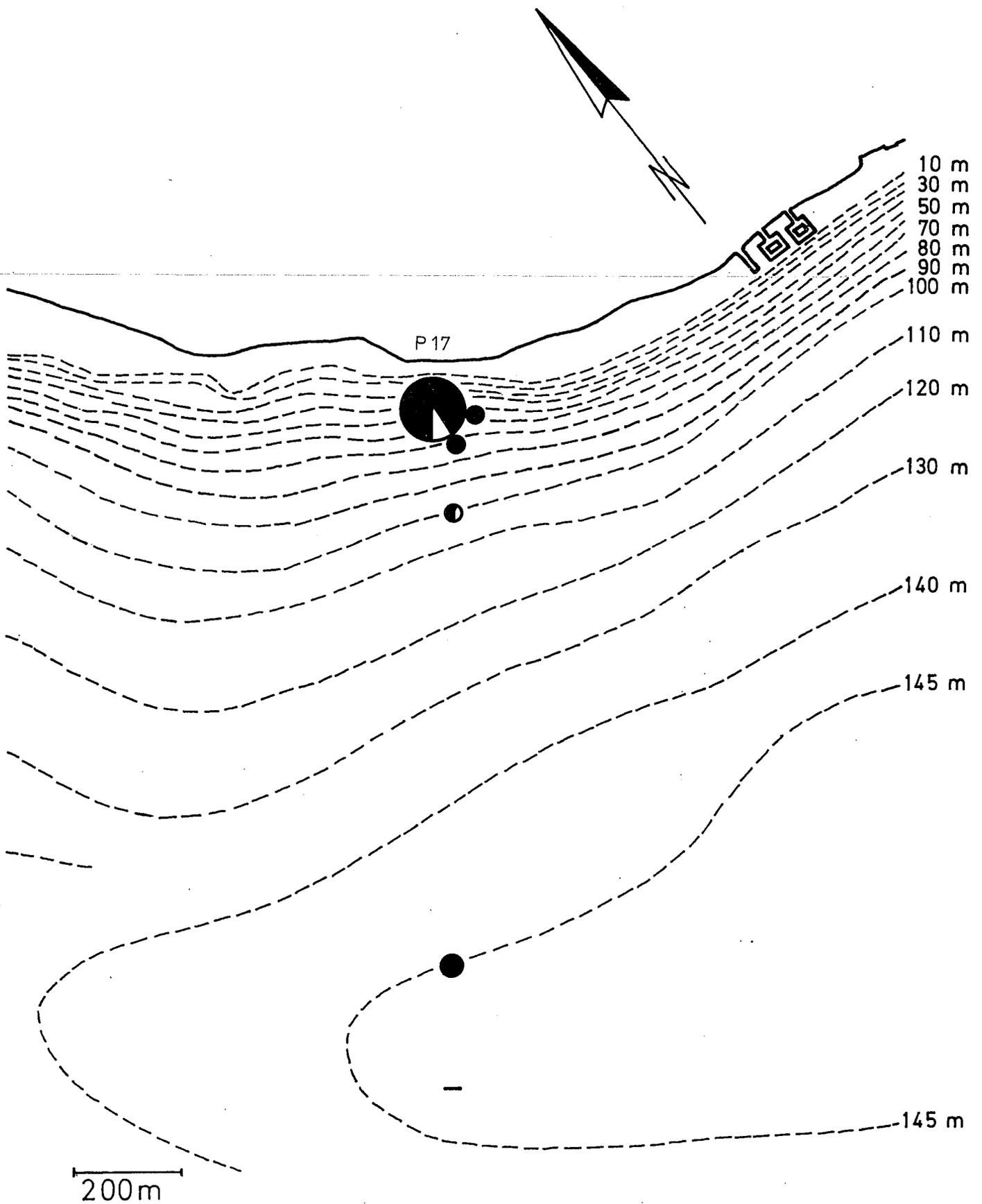
Seebodenareal vor Süßenmühle 1976

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Überlingen-West 1976

Individuendichte der Tubificiden



5.1.1.4 Seebodenareal vor Ueberlingen

Profil-Nr. 18

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im
Untersuchungsjahr 1976

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|-------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 11 - 20 | 2 | 3.100 | 8.300 | 5.700 | 15 | 400 |
| 21 - 50 | 2 | 2.100 | 2.700 | 2.400 | 61 | 50 |
| 51 - 100 | 2 | 1.900 | 2.800 | 2.350 | 77 | 450 |
| 101 - 150 | 3 | 200 | 2.400 | 1.170 | 80 | 70 |

Im allgemeinen geht die durchschnittliche Individuendichte zur Tiefe hin deutlich zurück; dabei nimmt der prozentuale Anteil der Tubificiden mit Haarborsten zu. Die höchste Tubificiden-Besiedlung vor Ueberlingen wird mit 8.300 Tieren/m² in 20 m Tiefe ermittelt. Bemerkenswert ist die in der Zone von 101 - 150 m Tiefe noch relativ hohe durchschnittliche Anzahl von Tubificiden (um 1.000 Tiere/m²).

In der Begleitfauna treten stellenweise Chironomiden-Larven bis zu 500 Tiere/m² sowie Isopoden (*Asellus aquaticus*) bis zu 300 Tiere/m² und vereinzelt Nematoden auf.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren
1960 - 1963

In der Tiefenzone von 25 - 70 m ist deutlich eine Erhöhung der Tubificidendichte zu verzeichnen.

In einer Wassertiefe von 90 - 120 m beträgt die Individuendichte nach wie vor 100 - 1.000 Tiere/m².

In 140 - 145 m Tiefe werden 1960 - 1963 keine, 1976 jedoch 200 - 2.400 Tubificiden/m² vorgefunden.

Beim Vergleich der Graphiken wird deutlich, dass bei der Untersuchung 1960 - 1963, im Gegensatz zu 1976, nur haarborstenlose Tubificidenarten gefunden wurden. Die Belastung hat sich also gegenüber früher im allgemeinen nicht nur erhöht, sondern auch in ihren Auswirkungen verschärft.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1976

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 11 - 20 | 2 | 0,4 | 0,7 | 0,6 | 9 | 54 | 32 |
| 21 - 50 | 2 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 20 | 62 | 41 |
| 51 - 100 | 2 | 0,9 | 1,7 | 1,3 | 23 | 36 | 30 |
| 101 - 150 | 3 | 1,5 | 2,8 | 2,1 | 63 | 97 | 83 |

In 11 m Tiefe findet man Sandsedimente mit nur einem geringen Anteil von Silt+Ton-Material (9 %) und einem Gehalt von nur 0,4 % organischem Kohlenstoff. In Tiefen von 29 - 150 m steigt der Gehalt an organischem Kohlenstoff weiter an (0,9 - 2,8 %). In der grössten Tiefe in 150 m enthält das Sediment 2,0 % org. Kohlenstoff.

Auffallend sind die noch in grösserer Tiefe auftretenden hohen Sandgehalte der Sedimente (77 % Sandanteil in 67 m Tiefe; 37 % in 103 m Tiefe; 12 % in 145 m Tiefe). Erst in einer Tiefe von

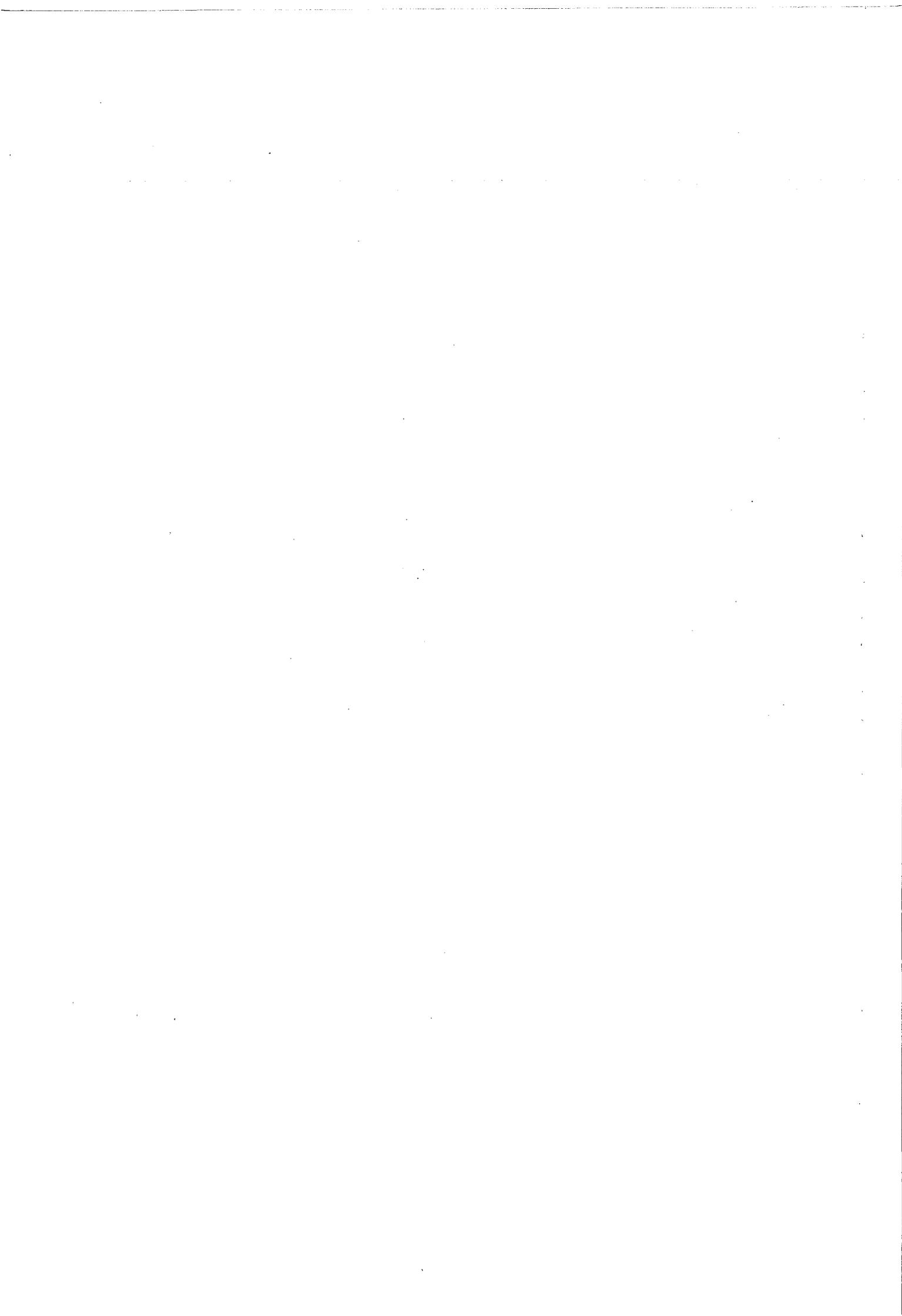
150 m findet man mit etwa 98 % Silt+Ton-Anteil den für grössere Tiefen typischen Feinanteil der Sedimente.

d) Zusammenfassung

Vor Ueberlingen ist, sowohl im ufernahen als auch im uferfernen Gebiet, besonders aber in 21 m und in 150 m Tiefe, eine deutliche Intensivierung der Tubificiden-Besiedlung erfolgt, an der in erheblichem Umfang auch die haarborstentragenden Arten beteiligt sind.

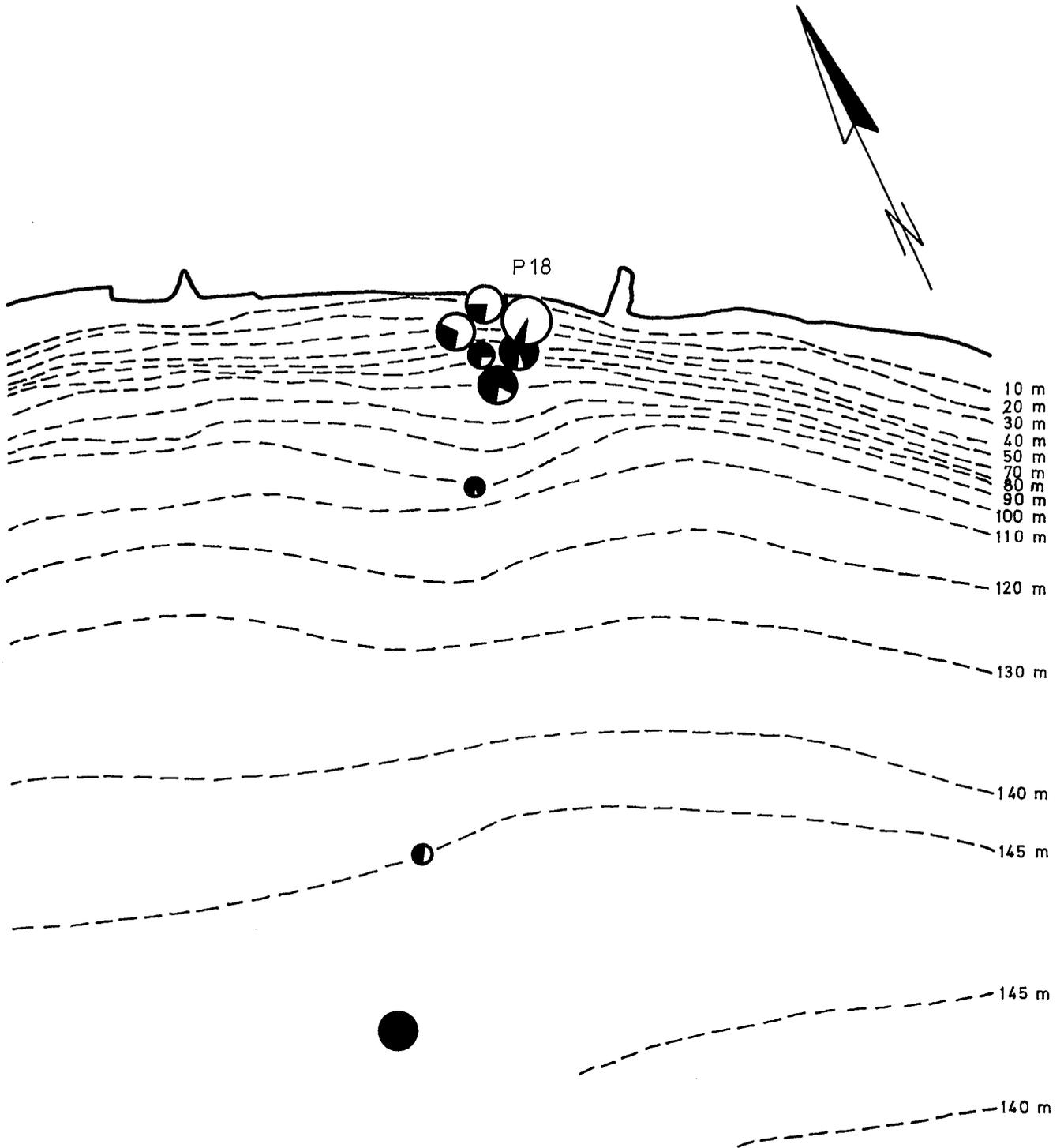
In einer Tiefe von 20 m tritt bei 0,7 % org. C die für dieses Untersuchungsgebiet höchste Tubificidendichte von 8.300 Tieren/m² auf. Eine Besonderheit stellen die bis in grosse Tiefen gefundenen hohen Sandgehalte der Sedimente dar.

Im engeren Uferbereich kann, wie auch das Vorkommen von Isopoden zeigt, auch auf zusätzlichen allochthonen Eintrag von belastenden Sinkstoffen geschlossen werden.



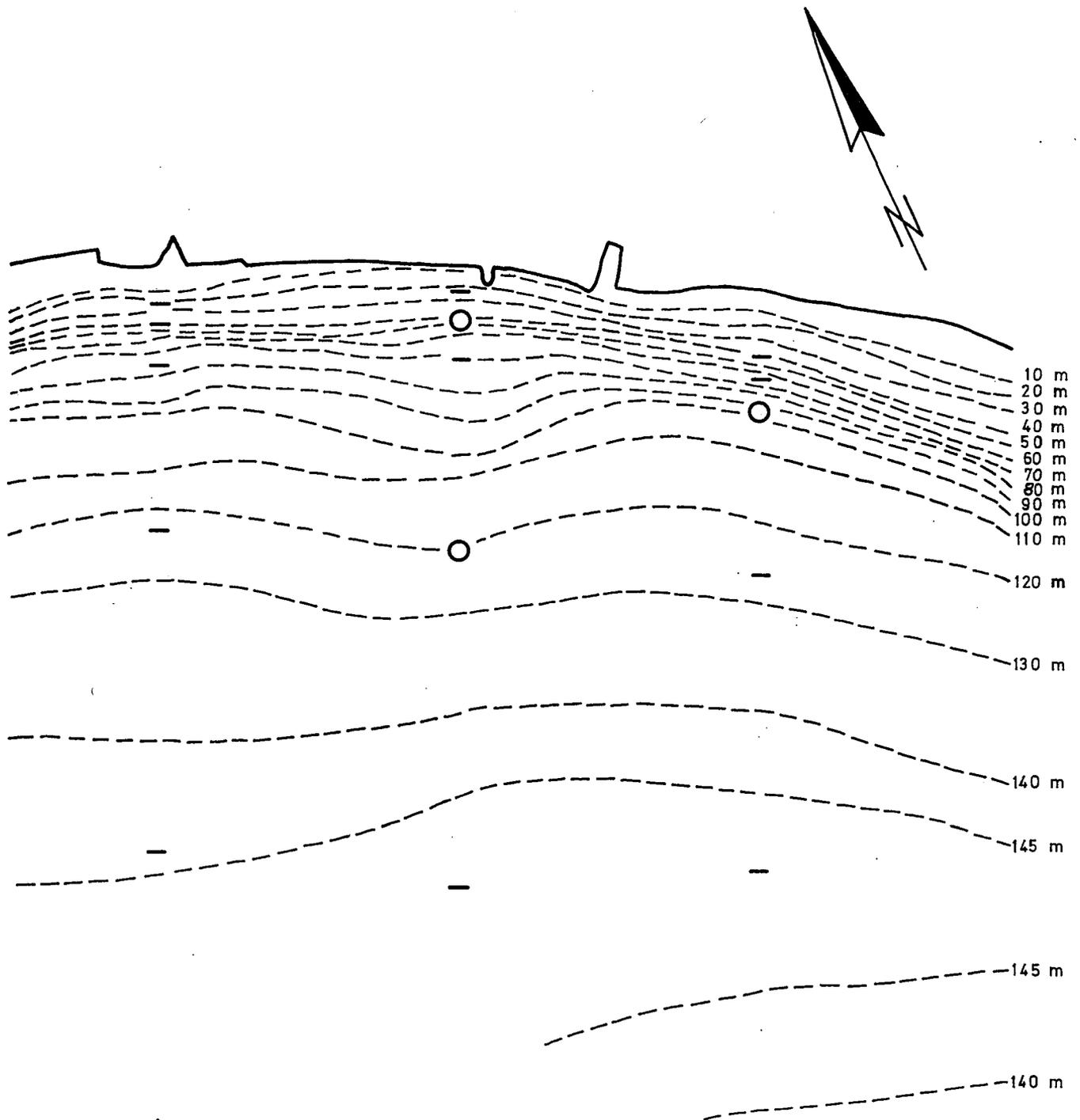
Seebodenareal vor Überlingen 1976

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Überlingen 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



200m

5.1.1.5 Seebodenareal vor Nussdorf

Profil-Nr. 19

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im
Untersuchungsjahr 1976

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 2 | 1.100 | 2.200 | 1.650 | 12 | 200 |
| 11 - 20 | 2 | 1.500 | 2.400 | 1.950 | 71 | 100 |
| 21 - 50 | 4 | 200 | 10.000 | 3.730 | 90 | 100 |
| 51 - 100 | 2 | 600 | 800 | 700 | 100 | 50 |
| 101 - 142 | 1 | 200 | 200 | 200 | 100 | 200 |

Die Tiefenzone von 2 - 20 m weist eine durchschnittliche Populationsdichte von rund 1.700 - 2.000 Tubificiden/m² auf. In 21 - 50 m wird mit lokal 10.000 Tieren/m² das Maximum der Besiedlung erreicht. Die Individuendichte nimmt zur Tiefe hin wieder ab und beträgt in der grössten Tiefe von 142 m nur mehr 200 Tiere/m².

Die Sedimente in 2 - 13 m Tiefe werden zu durchschnittlich 84 % von haarborstenlosen und ab 19 m bis zur grössten Tiefe mit 71 - 100 % von mit Haarborsten ausgestatteten Tubificidenarten bewohnt.

Unter der Begleitfauna finden sich in allen Tiefen Chironomiden-Larven von 50 - 200 Tieren/m², ferner besonders in 2 - 28 m Tiefe stellenweise in geringer Anzahl andere Insektenlarven sowie Lamellibranchiaten (bis 900 Tiere/m²) und Gastropoden (bis 200 Tiere/m²).

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
im Untersuchungsjahr 1976

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 5 | 9 | 7 |
| 11 - 20 | 2 | 0,3 | 1,8 | 1,0 | 14 | 69 | 42 |
| 21 - 50 | 4 | 2,1 | 2,5 | 2,3 | 78 | 98 | 89 |
| 51 - 100 | 2 | 2,2 | 2,5 | 2,4 | 96 | 98 | 97 |
| 101 - 142 | 1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 99 | 99 | 99 |

Der durchschnittliche Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff beträgt in 2 - 10 m Tiefe 0,3 %, in 21 - 100 m 2,3 - 2,4 % und in der grössten Tiefe von 142 m 2,1 %.

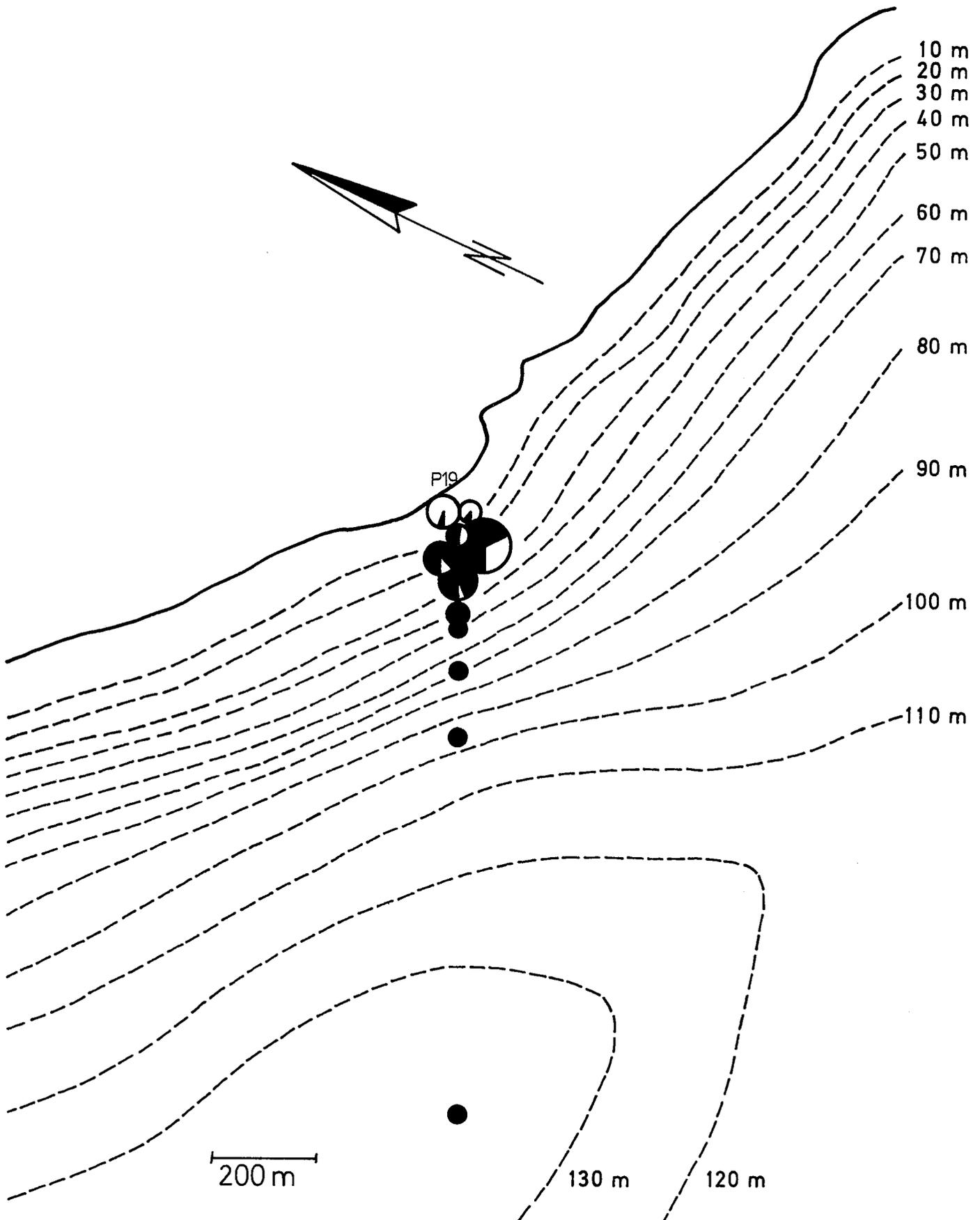
Während die Ufersedimente in 2 - 10 m Tiefe einen Sandanteil von 91 - 95 % und einen Gehalt an organischem Kohlenstoff von nur 0,3 % haben, überwiegt ab 19 m Tiefe der Silt+Ton-Anteil; dieser erhöht sich bereits ab 51 m Tiefe auf 98 % und der organische Kohlenstoff auf 2,2 %.

c) Zusammenfassung

Mit lokal 10.000 und im Durchschnitt rund 3.700 Tieren/m² sowie einem Gehalt der Sedimente von 2,1 - 2,5 % organischem Kohlenstoff wird in 21 - 50 m Tiefe die stärkste Tubificidenbesiedlung ermittelt. In der grössten Tiefe von 142 m finden sich bei einem Gehalt von 2,1 % organischem Kohlenstoff dagegen nur 200 Tubificiden/m².

Seebodenareal vor Nußdorf 1976

Individuendichte der Tubificiden



5.1.1.6 Mündungsgebiet Seefelder Aach

Profil-Nr. 20

Die Seefelder Aach mündet am Nordufer in der Nähe von Unteruhldingen in den Ueberlinger Seeteil. Sie entwässert ein Gebiet von 270 km², die langjährige mittlere Wasserführung beträgt 2,9 m³/sec.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im Untersuchungsjahr 1976

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden- Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|--------------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 3 | 300 | 3.000 | 1.400 | 25 | 470 |
| 11 - 20 | 2 | 7.400 | 15.300 | 11.350 | 80 | 450 |
| 21 - 50 | 4 | 6.800 | 24.400 | 18.180 | 96 | 330 |
| 51 - 103 | 4 | 500 | 1.300 | 930 | 98 | 430 |

In der ufernahen Zone von 2 - 10 m und im tiefsten Seebodenareal treten relativ niedrige Besiedlungsdichten auf.

Die höchste Tubificidendichte wird mit 24.400 Tieren/m² in 26 m Tiefe gefunden. Schon ab 11 - 20 m Tiefe überwiegt mit 80 % und mit der Tiefe zunehmend der Anteil der mit Haarborsten ausgestatteten Arten.

Als Begleitfauna sind in allen Tiefenzonen Chironomiden-Larven (maximal 900 Tiere/m²), ferner bis zu einer Tiefe von etwa 50 m Lamellibranchiaten (bis 900 Individuen/m²; besonders die Gattungen Pisidium und zum Teil Dreissena), Gastropoden (bis 300 Tiere/m²) und vereinzelt Hirudineen wie Ceratopogoniden-Larven zu finden.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Im ufernahen Bereich von 4 - 10 m Wassertiefe zeigt die Populationsdichte der Tubificiden einen deutlichen Rückgang an. Dies betrifft die Arten mit und ohne Haarborsten in etwa gleichem Masse.

Hingegen ist im Tiefenbereich von 11 - 20 m ein deutlicher Anstieg bei gleichzeitiger Zunahme der haarborstentragenden Arten feststellbar.

Auch im Tiefenbereich von 21 - 50 m ist gegenüber der früheren Untersuchung eine mehrfache (etwa 3fache) Zunahme zu verzeichnen.

Im Seebodenareal von 55 - 103 m hat die Individuendichte dagegen nur wenig zugenommen.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjaar 1976

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 3 | 0,3 | 2,2 | 1,5 | 4 | 30 | 25 |
| 11 - 20 | 2 | 3,2 | 3,3 | 3,2 | 62 | 76 | 69 |
| 21 - 50 | 3 | 1,9 | 3,1 | 2,7 | 82 | 89 | 86 |
| 51 - 103 | 4 | 1,7 | 2,0 | 1,9 | 88 | 99 | 96 |

Im mittleren Mündungsbereich der Seefelder Aach macht in 4 m Tiefe der Anteil des organisch gebundenen Kohlenstoffs nur etwa 0,3 % aus und der Sandanteil 86 %.

Schon in einer Tiefe von 6 m beträgt der Gehalt an organischem Kohlenstoff 2,2 %; er steigt im Tiefenbereich von 11 - 50 m noch weiter auf durchschnittlich 3,2 % an.

Der Sandgehalt ist für die Tiefenzone von 26 - 63 m mit 11 - 18 % relativ hoch.

Das Sediment aus 69 m Tiefe enthält nur mehr 1 % Sand. Von hier bis in 101 - 103 m Tiefe beträgt der Gehalt an organischem Kohlenstoff 1,7 - 1,9 % und der Silt+Ton-Anteil durchwegs 99 %.

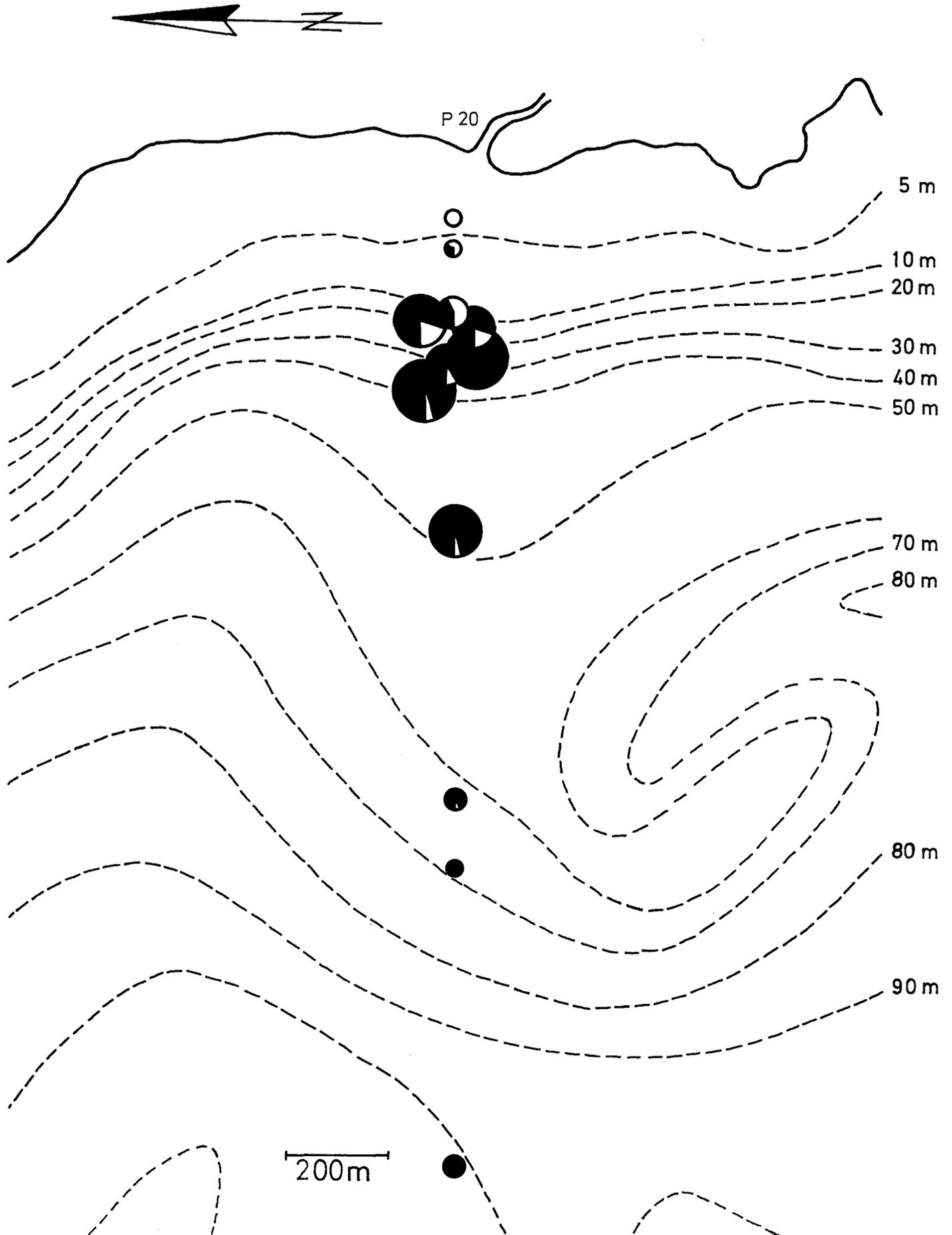
d) Zusammenfassung

Ein deutlicher Rückgang der Tubificidendichte seit 1960 - 1963, im mittleren Mündungsbereich von 4 - 10 m, steht einer mehrfachen Zunahme der Tubificidenzahlen in der Tiefe von 21 - 50 m gegenüber.

Die Sedimente weisen in 100 m Tiefe noch eine Dichte von 500 - 1.000 Tubificiden/m² auf.

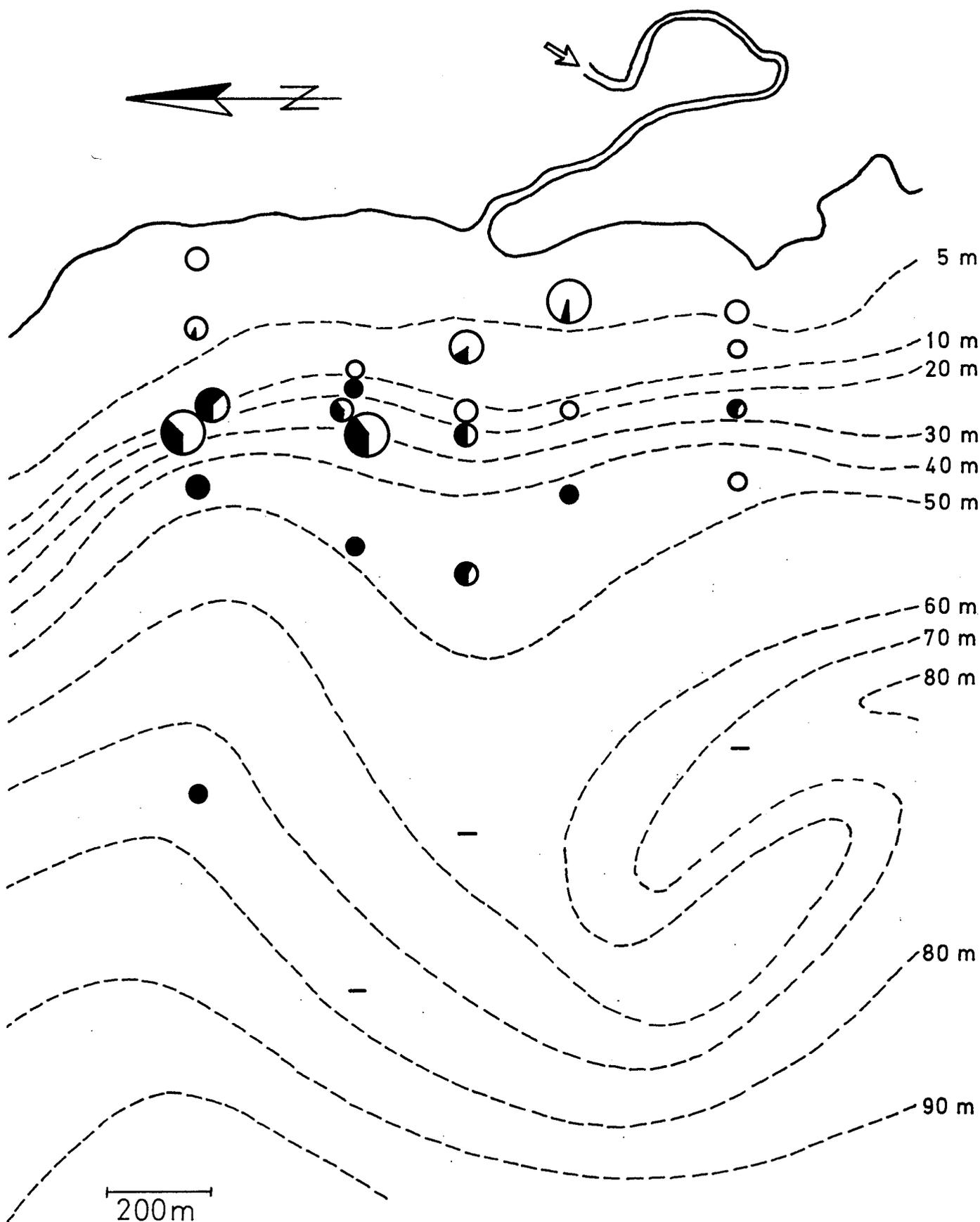
Mündungsgebiet Seefelder Aach 1976

Individuendichte der Tubificiden



Mündungsgebiet Seefelder Aach 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



5.1.1.7 Seebodenareal vor Unteruhldingen bis vor Meersburg-West

Profil-Nr. 21 - 23

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1975/76

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|-------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 3 | 300 | 3.600 | 1.870 | 46 | 4.200 |
| 11 - 20 | 8 | 900 | 5.600 | 2.500 | 57 | 280 |
| 21 - 50 | 9 | 0 | 4.400 | 1.170 | 67 | 160 |
| 51 - 100 | 6 | 200 | 1.400 | 770 | 84 | 450 |
| 101 - 150 | 1 | 1.200 | 1.200 | 1.200 | 100 | 300 |
| 151 - 156 | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |

Die höchste durchschnittliche Besiedlungsdichte tritt mit 2.500 Tubificiden/m² in der Tiefenzone von 11 - 20 m auf. Vor Unteruhldingen werden in 12 m Tiefe 5.600 Tiere/m², östlich davon in 19 - 40 m Tiefe 530 Tiere/m², in 156 m Tiefe keine Tiere mehr gefunden.

Im Gegensatz zum Areal vor Meersburg-West, wo keine typische Tiefenabhängigkeit erkennbar ist, nehmen vor Unteruhldingen die haarborstentragenden Tubificidenarten mit der Tiefe zu. Sie überwiegen hier mit 80 bzw. 67 % in 16 - 20 m Tiefe und in 29 - 113 m Tiefe beträgt ihr Anteil 100 %.

Als Begleitorganismen treten besonders vor Unteruhldingen in der ufernahen Tiefenzone von 4 - 10 m Chironomiden-Larven bis maximal 10.200 Tiere/m² auf. Mit zunehmender Tiefe geht ihr Vorkommen stark zurück (im Mittel 160 - 450 Tiere/m²).

Ferner finden sich, besonders vor Unteruhldingen, in einer Tiefe von 4 - 20 m in geringer Anzahl Mollusken. Ebenfalls in geringer Anzahl werden Hydracarinae, Hirudineen, Nematoden sowie neben den Chironomiden noch andere Insektenlarven wie zum Beispiel Ceratopogoniden vorgefunden.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1975/76

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 3 | 0,1 | 0,5 | 0,4 | 3 | 47 | 24 |
| 11 - 20 | 8 | 0,2 | 1,7 | 1,0 | 22 | 67 | 47 |
| 21 - 50 | 9 | 0,5 | 2,3 | 1,7 | 70 | 97 | 85 |
| 51 - 100 | 6 | 1,6 | 2,3 | 1,8 | 59 | 97 | 89 |
| 101 - 150 | 1 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 48 | 48 | 48 |
| 151 - 156 | 1 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 99 | 99 | 99 |

Die ufernäheren Sedimente in 4 - 20 m Tiefe bestehen im Mittel zu 53 - 76 % aus Sand und enthalten durchschnittlich 0,4 - 1,0 % organischen Kohlenstoff. Auch in 113 m Tiefe beträgt an einer Stelle vor Unteruhldingen der Sandanteil 52 %, bei einem Gehalt von 1,4 % organischem Kohlenstoff. Ansonsten überwiegt mit durchschnittlich 85 - 99 % in der Tiefenzone von 21 - 156 m der Silt+Ton-Anteil; der Gehalt an organischem Kohlenstoff steigt im Mittel auf 1,7 - 1,8 %.

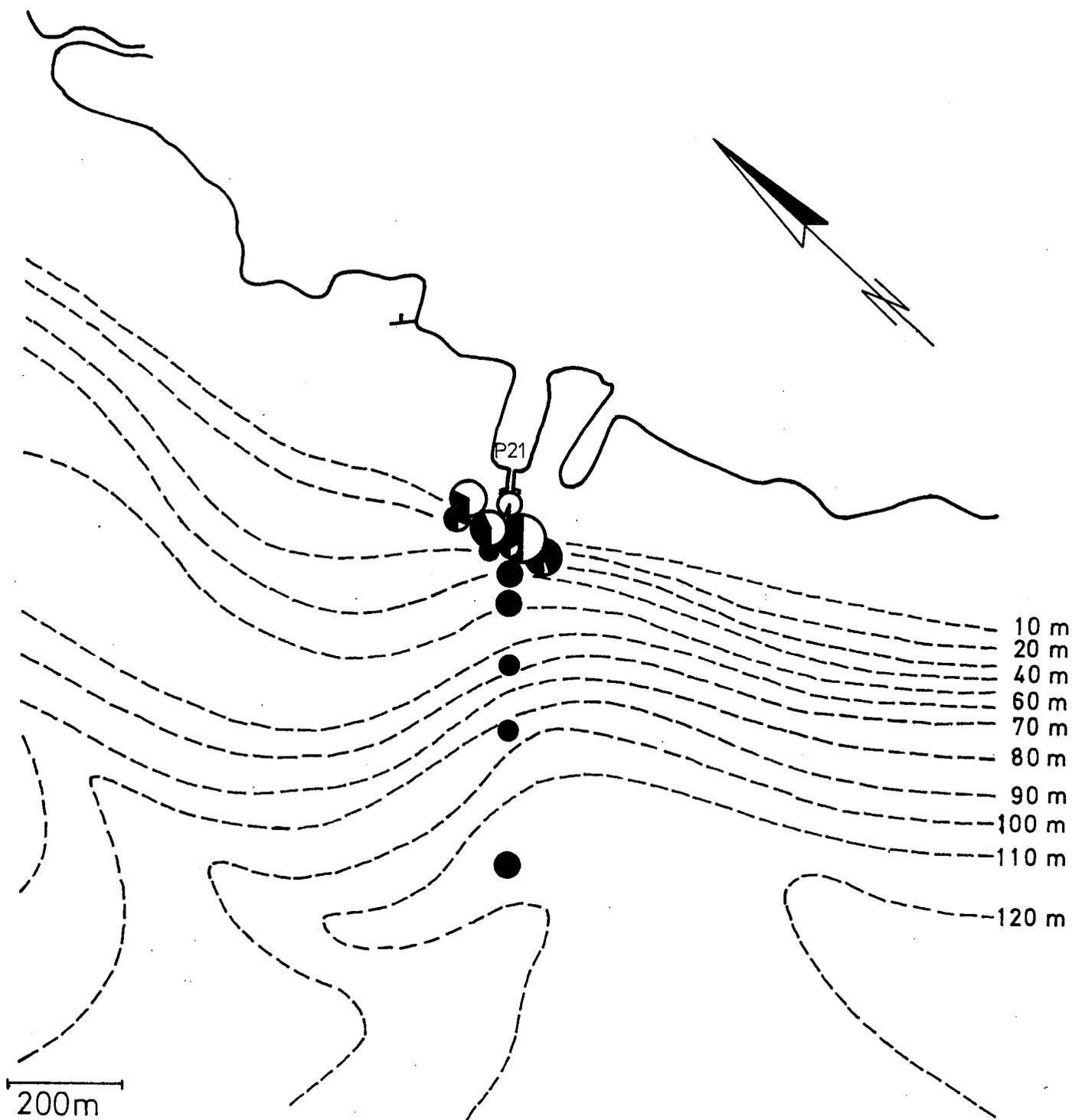
c) Zusammenfassung

Die grössten Besiedlungsdichten der Tubificiden treten mit

3.600 - 5.600 Individuen/m² in 6 - 19 m Tiefe vor Unteruhldingen auf, in Sedimenten mit einem überwiegenden Sandanteil und einem Gehalt von 0,4 - 1,5 % organischem Kohlenstoff. Vor Unteruhldingen-Ost ist mit durchschnittlich 530 Tieren/m² in 19 - 40 m die Besiedlungsdichte relativ gering. In der grössten Tiefe von 156 m werden bei einem Gehalt von 1,8 % organischem Kohlenstoff und 99 % Silt+Ton-Anteil des Sedimentes keine Tubificiden gefunden.

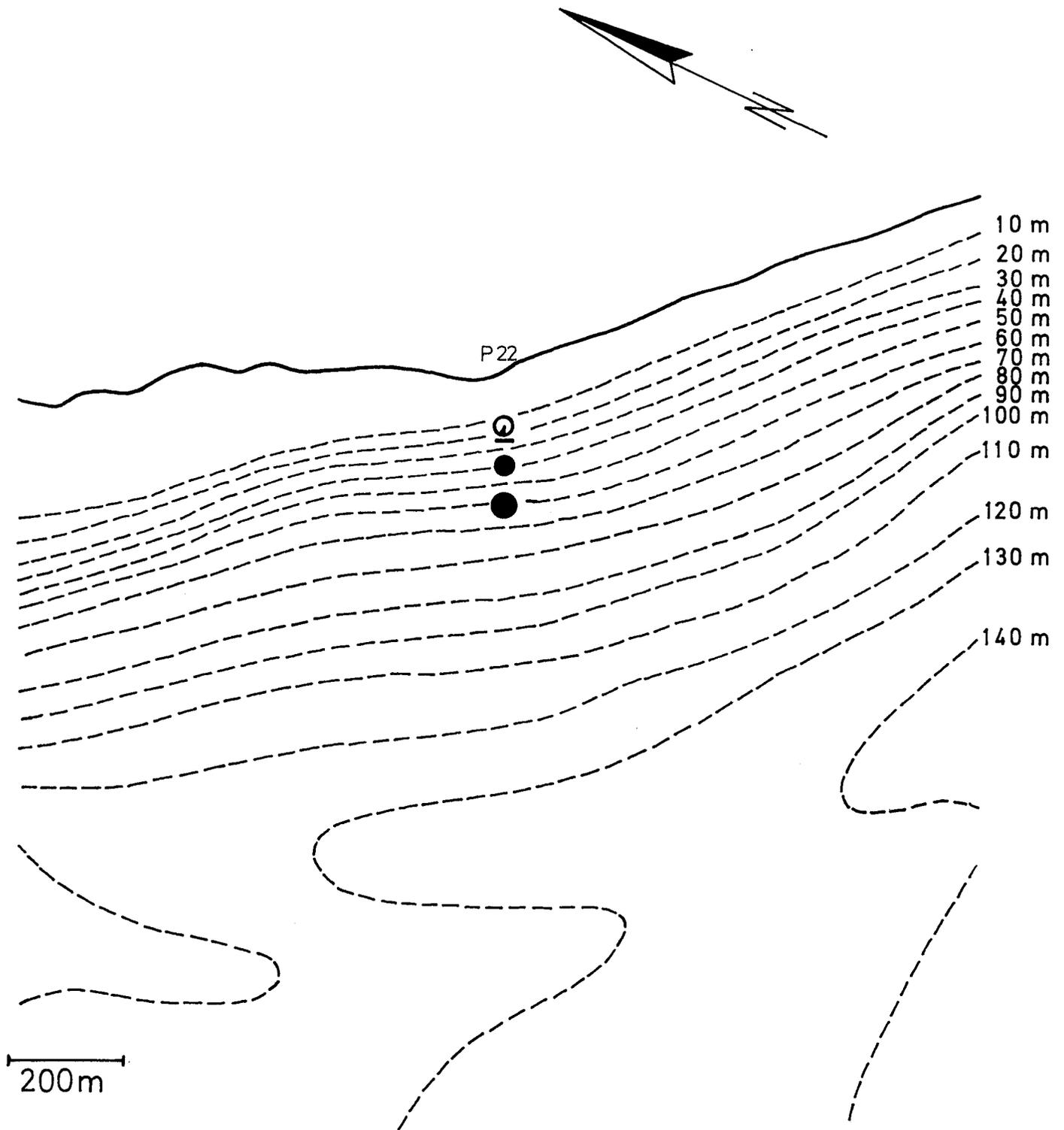
Seebodenareal vor Unteruhldingen 1975

Individuendichte der Tubificiden



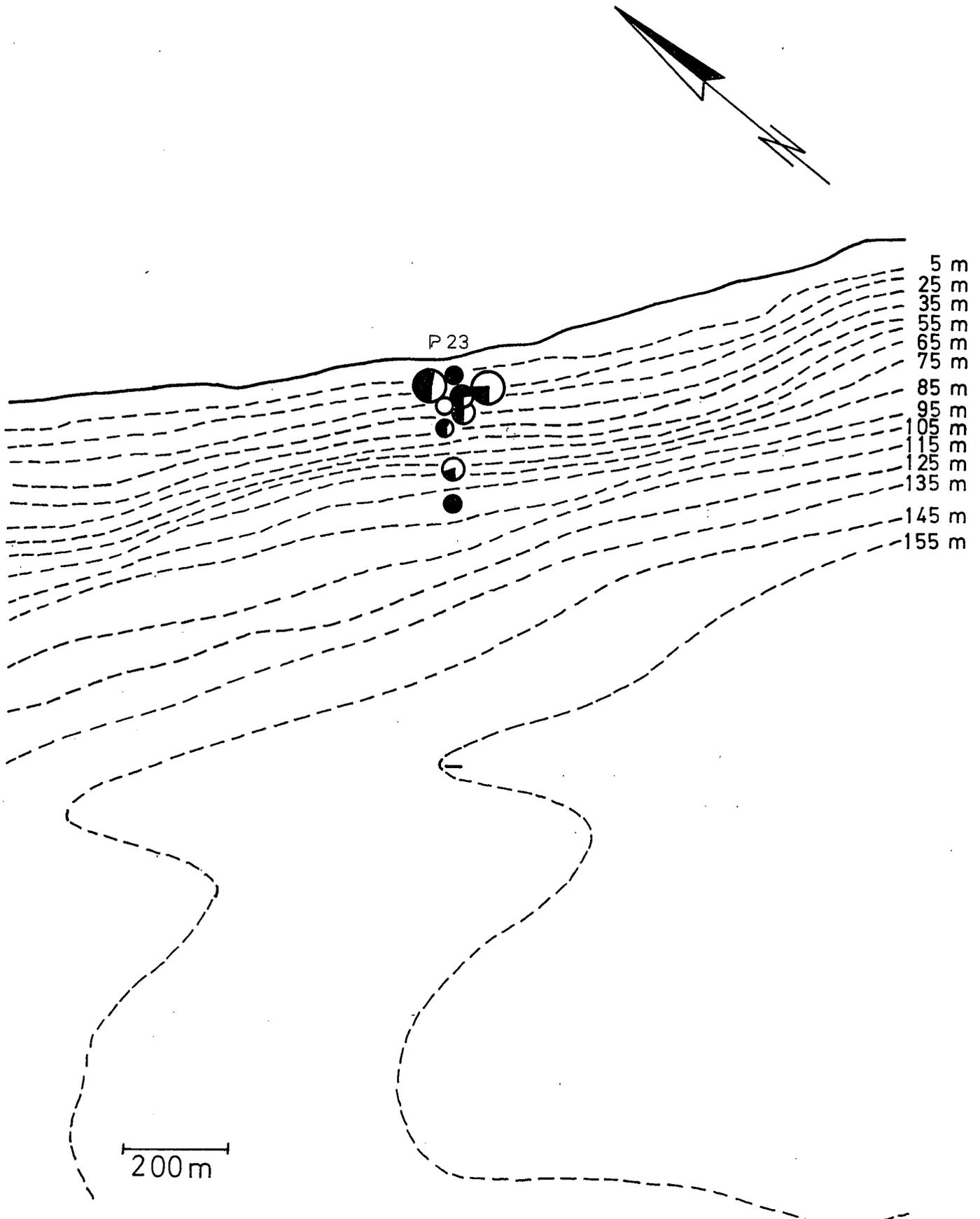
Seebodenareal vor Unteruhldingen-Ost 1976

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Meersburg-West 1975

Individuendichte der Tubificiden



5.1.1.8 Zusammenfassung: Ueberlinger See

Im Ueberlinger See treten die höchsten Populationsdichten der Tubificiden im nördlichen Teil vor der Seefelder Aach mit 24.000 Tieren/m², vor Ludwigshafen mit 20.300 Tieren/m² sowie im Mündungsgebiet der Stockacher Aach mit 15.700 Tieren/m² auf. Hingegen finden sich im südlichen Seebereich nur Maximalwerte von 2.100 - 4.000 Tieren/m² und durchschnittliche Werte von 900 - 1.200 Tubificiden/m². Zur Tiefe hin nimmt die Anzahl der Tubificiden ab und in der Mitte des Sees in 101 - 146 m Tiefe sind nur mehr etwa 400 Tiere/m² zu verzeichnen.

Im allgemeinen überwiegen bereits ab etwa 21 m Tiefe die mit Haarborsten versehenen Tubificiden.

Gegenüber der Untersuchung von 1960 - 1963 ist die Tubificidenbesiedlung in den Mündungsgebieten von Stockacher und Seefelder Aach in 2 - 10 m Tiefe zurückgegangen, in 11 - 70 m Tiefe dagegen, sowie auch vor Ueberlingen, deutlich angestiegen. Fast immer geht damit eine Erhöhung der Anzahl der Tiere mit Haarborsten einher.

Die sandreichen Ufersedimente enthalten im Mittel 0,3 - 1,5 % organischen Kohlenstoff. Mit zunehmender Tiefe erhöht sich sowohl der Silt+Ton-Anteil bis auf vielfach 99 % und der Gehalt an organischem Kohlenstoff auf durchschnittlich 1,8 - 3,2 %.

5.1.2 Obersee-Nord

5.1.2.1 Seebodenareal vor Meersburg

Profil-Nr. 24

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im Untersuchungsjahr 1975

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|-------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 21 - 50 | 3 | 200 | 4.000 | 2.570 | 73 | 730 |
| 51 - 100 | 2 | 0 | 1.200 | 600 | 58 | 150 |
| 101 - 150 | 2 | 100 | 1.300 | 700 | 100 | 400 |
| 151 - 172 | 3 | 100 | 1.100 | 500 | 100 | 0 |

Infolge des steilen Uferabfalls konnten erst Proben ab einer Tiefe von 25 m genommen werden.

Die höchste Besiedlungsdichte der Tubificiden vor Meersburg ist mit 3.500 - 4.000 Tieren/m² in 28 - 46 m Tiefe anzutreffen; dabei handelt es sich zum überwiegenden Teil um Tiere mit Haarborsten.

In den nachfolgenden Tiefenzonen ist die Individuendichte mit durchschnittlich 500 - 700 Tieren/m² deutlich geringer. In der grössten Seetiefe von 172 m treten noch bis zu 300 Tiere/m² auf.

Als Begleitorganismen sind die Chironomiden-Larven zu nennen, die in ähnlicher Weise wie die Tubificiden in 28 und 46 m Tiefe mit 900 bis 1.000 Tieren/m² ihr maximales Vorkommen haben. Auffällig ist eine Chironomiden-Dichte von 800 Tieren/m² in 147 m Tiefe. In grösserer Tiefe finden sich keine Chironomiden-Larven mehr.

In der Tiefenzone von 25 - 54 m sind ferner in geringem Masse Gastropoden und Hirudineen vorhanden.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

In 21 - 50 m Wassertiefe konnte der 1960 - 1963 ermittelte Maximalwert von 10.000 Tubificiden/m² in den neuen Untersuchungen nicht bestätigt werden. 1975 werden aber immerhin noch Höchstwerte von 3.500 bis 4.000 Tubificiden/m² gefunden.

Hingegen weist der Tiefenbereich von 70 - 172 m sowohl 1960 - 1963 als auch 1975 etwa gleich hohe Besiedlungsdichten von durchschnittlich 500 - 700 Tubificiden/m² auf.

Bemerkenswert ist, dass auch vor Meersburg, sowohl in Ufernähe (21 bis 50 m Tiefe) als besonders mit zunehmender Tiefe, der Anteil der haarborstentragenden Tubificidenarten gegenüber 1960 - 1963 zugenommen hat und ab 102 m Wassertiefe 100 % erreicht.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1975

| Wassertiefe m | Proben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|-----------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 21 - 50 | 2 | 0,4 | 1,9 | 1,1 | 40 | 54 | 47 |
| 51 - 100 | 2 | 0,6 | 1,6 | 1,1 | 36 | 83 | 60 |
| 101 - 150 | 2 | 1,5 | 2,1 | 1,8 | 91 | 91 | 91 |
| 151 - 172 | 3 | 1,6 | 2,0 | 1,8 | 88 | 97 | 94 |

Die im Uferbereich freigesetzten Sande gelangen infolge des steilen Uferabfalls in grössere Tiefen. So beträgt der Sandanteil des Sediments in 28 m Tiefe 46 %, in 147 m 9 % und in 172 m stellenweise noch 4 %.

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff schwankt im Bereich von 21 bis 150 m Wassertiefe zwischen 0,4 und 2,1 %.

Ab 151 m streuen die Werte von 1,6 - 2,0 %.

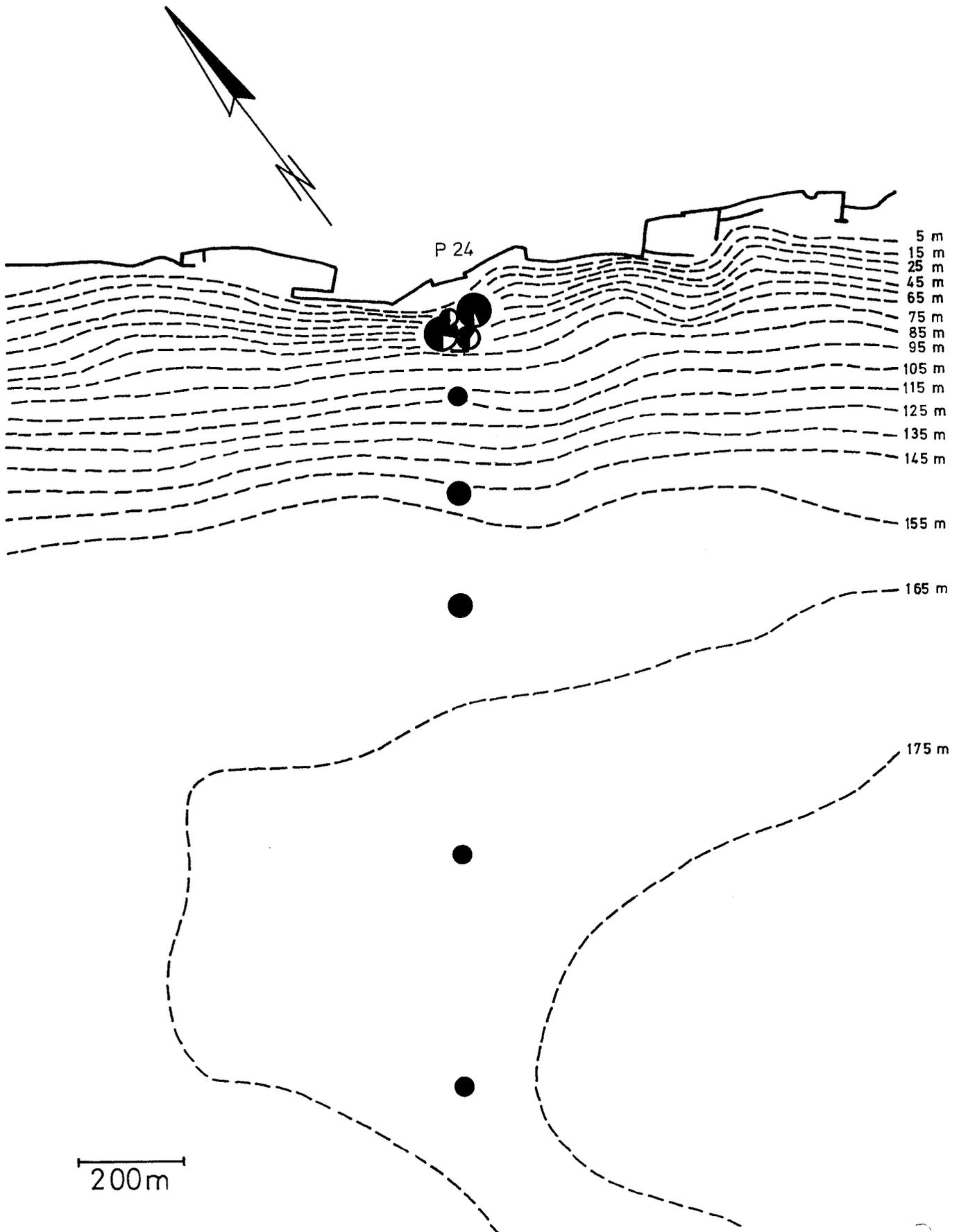
d) Zusammenfassung

In Ufernähe (ab 21 m Wassertiefe) ist das 1960 - 1963 gefundene Besiedlungsmaximum von 10.000 Tubificiden/m² auf 4.000 Tiere/m² im Jahre 1975 zurückgegangen. Auch hier hat sich der Anteil der haarborstenlosen Tubificiden vermindert. Ansonsten haben sich keine wesentlichen Veränderungen in bezug auf die Populationsdichte der Tubificiden ergeben.

Die grösste Seetiefe (172 m) ist mit 300 Tubificiden/m² besiedelt. Die aus dem ufernahen Bereich erodierten Sande reichen bis in grössere Tiefen hinab.

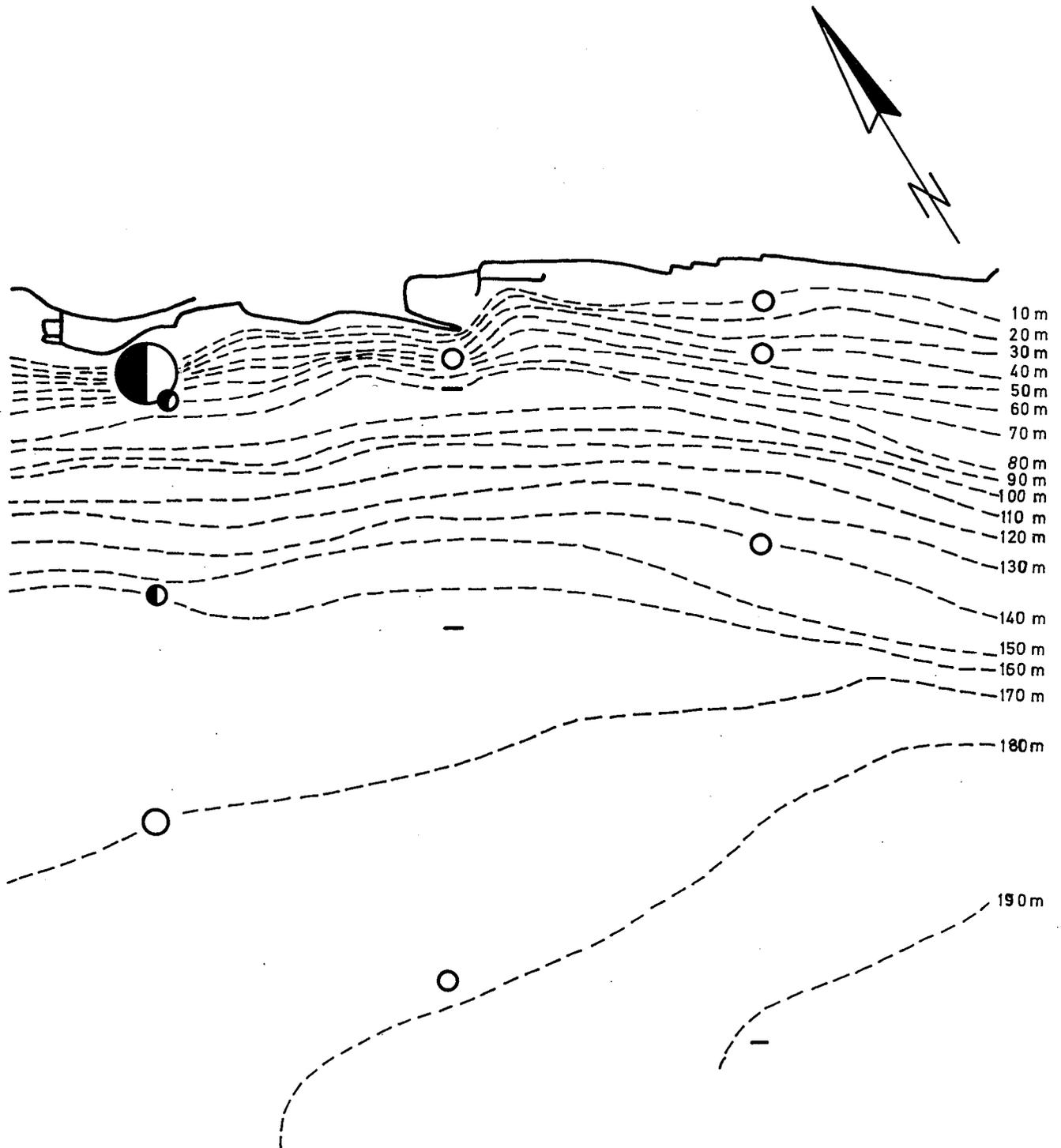
Seebodenareal vor Meersburg 1975

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Meersburg 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



200m

5.1.2.2 Seebodenareal vor Meersburg-Ost und Hagnau

Profil-Nr. 25 und 26

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im
Untersuchungsjahr 1975

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|-------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 7 | 1.300 | 3.500 | 2.270 | 11 | 790 |
| 11 - 20 | 3 | 0 | 800 | 470 | 19 | 400 |
| 21 - 50 | 8 | 0 | 6.500 | 1.460 | 74 | 260 |
| 51 - 100 | 5 | 400 | 3.200 | 1.440 | 92 | 560 |
| 101 - 150 | 1 | 500 | 500 | 500 | 0 | 100 |
| 151 - 200 | 4 | 0 | 1.800 | 580 | 83 | 130 |
| 201 - 232 | 2 | 1.200 | 1.400 | 1.300 | 100 | 0 |

Die grösste durchschnittliche Besiedlung tritt mit etwa 2.300 Tubificiden/m² in der ufernahen Tiefenzone von 2 - 10 m auf, wobei zu 89 % die haarborstenlosen Arten vorherrschen. Die lokal grösste Anzahl von Tubificiden findet sich mit 6.500 Tieren/m² in 40 m Tiefe.

In 21 - 100 m beträgt die durchschnittliche Populationsdichte 1.400 - 1.500 Tiere/m²; sie fällt in 101 - 200 m Tiefe auf rund 500 - 600 Tiere/m² ab und erreicht in 201 - 232 m Tiefe mit 1.200 - 1.300 Tieren/m² einen für diese Tiefe relativ hohen Wert.

Ab 21 m Tiefe überwiegen im allgemeinen die mit Haarborsten ausgestatteten Tubificidenarten sehr deutlich.

Als Begleitorganismen enthalten die Sedimente, mit der Tiefe

abnehmend, in 2 - 10 m durchschnittlich 800 und in 151 - 200 m noch 130 Chironomiden-Larven/m². Ferner werden besonders in 2 - 10 m Tiefe vielfach Gastropoden sowie in geringer Anzahl Lamellibranchiaten, Hirudineen, Hydracarinen und Trichopteren-Larven vorgefunden.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1975

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 7 | 0,2 | 1,9 | 0,6 | 1 | 51 | 10 |
| 11 - 20 | 3 | 0,3 | 2,5 | 1,6 | 54 | 75 | 63 |
| 21 - 50 | 8 | 0,4 | 3,6 | 2,0 | 65 | 99 | 81 |
| 51 - 100 | 5 | 1,4 | 1,9 | 1,7 | 93 | 99 | 96 |
| 101 - 150 | 1 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 99 | 99 | 99 |
| 151 - 200 | 4 | 1,3 | 2,2 | 1,8 | 83 | 99 | 94 |
| 201 - 232 | 2 | 2,8 | 3,3 | 3,1 | 99 | 99 | 99 |

Stellenweise ist schon in 16 m Tiefe ein Silt+Ton-Anteil der Sedimente von 54 - 75 % festzustellen, der sich zur Tiefe hin bis auf 83 - 99 % erhöht.

In 2 - 10 m Tiefe beträgt der durchschnittliche Gehalt an organischem Kohlenstoff 0,6 %, in 10 - 200 m schwankt er im Mittel von 0,9 - 2,0 % und in der grössten Tiefe erreicht er einen Wert von 3,1 %.

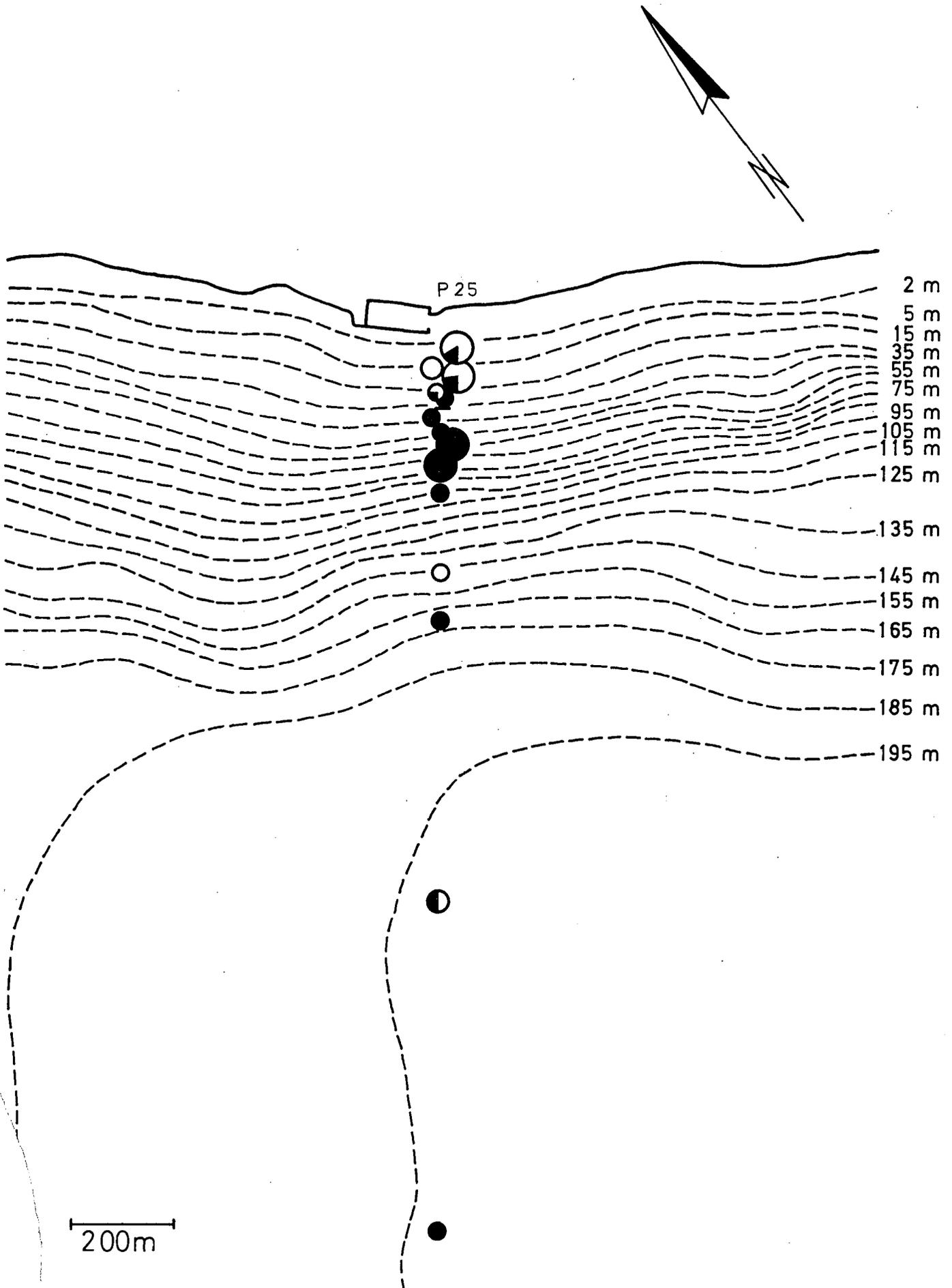
c) Zusammenfassung

In der sandreichen und an organischem Kohlenstoff armen Uferzone in 2 - 10 m Tiefe wird mit 2.300 Tubificiden/m² die grösste durchschnittliche und mit 6.500 Tieren/m² in 40 m Tiefe, bei einem Gehalt von 2,3 % organischem Kohlenstoff, die höchste lokale Individuendichte festgestellt.

In der Tiefenzone von 201 - 232 m treten bei einem Silt+Ton-Anteil der Sedimente von 99 % und einem organischen Kohlenstoffgehalt von 2,8 - 3,3 % noch 1.200 - 1.400 Tubificiden/m² auf.

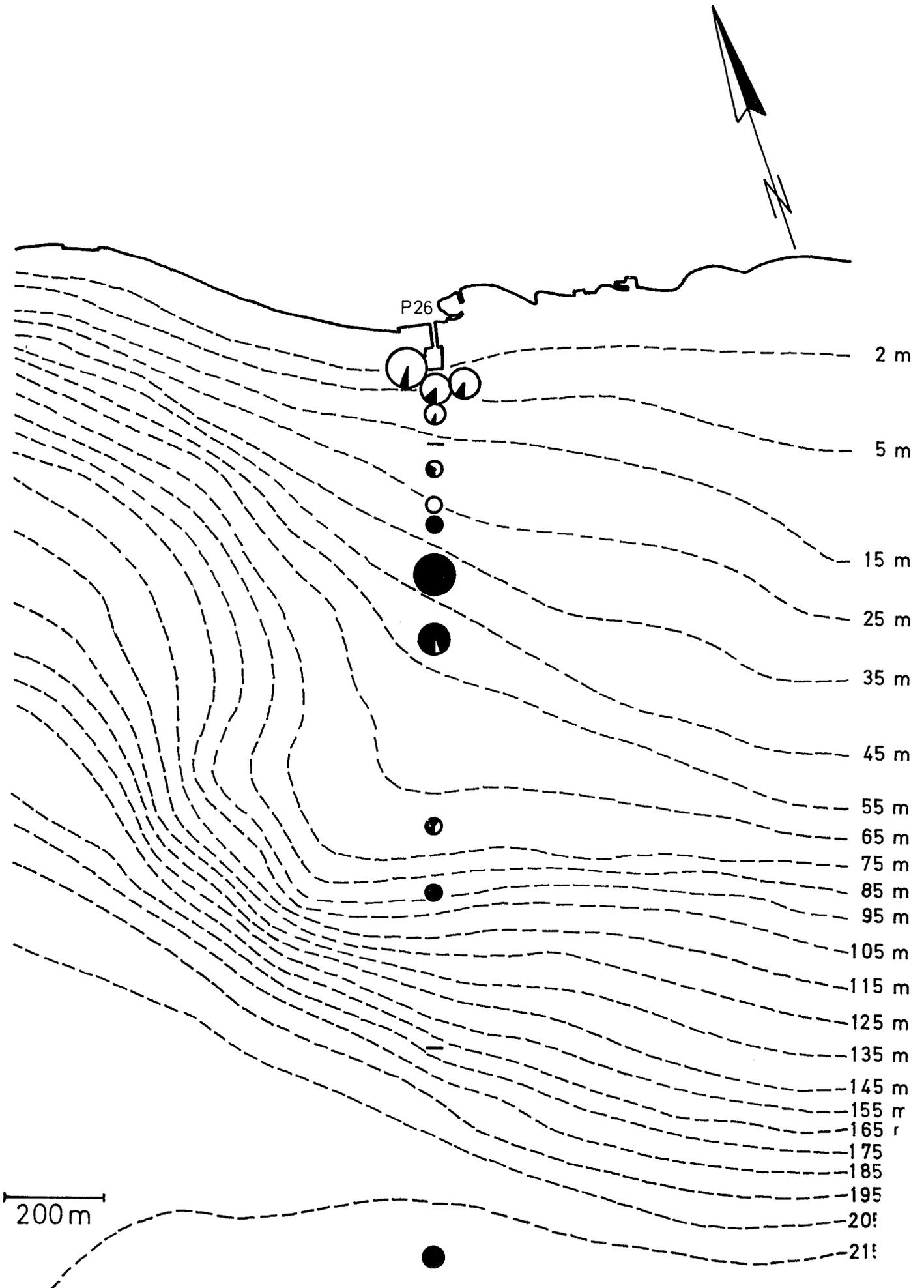
Seebodenareal vor Meersburg-Ost 1975

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Hagnau 1975

Individuendichte der Tubificiden



5.1.2.3 Uferzone vor Kippenhorn

Profil-Nr. 27

Das Seeboden-Areal vor dem Kippenhorn liegt fernab von Fluss- und Abwassereinleitungen und ist somit weitgehend vom direkten Eintrag belastender allochthoner Stoffe unbeeinflusst.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im Untersuchungsjahr 1975

| Wassertiefe m | Proben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|------------------|-----------------|----------------------------------|-------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 3 | 400 | 1.300 | 900 | 27 | 470 |
| 11 - 20 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 500 |
| 21 - 50 | 5 | 100 | 300 | 180 | 80 | 220 |
| 51 - 100 | 2 | 400 | 400 | 400 | 99 | 550 |
| 101 - 150 | 1 | 100 | 100 | 100 | 99 | 100 |
| 151 - 200 | 1 | 100 | 100 | 100 | 99 | 0 |
| 201 - 241 | 1 | 100 | 100 | 100 | 98 | 0 |

Die höchsten Tubificidendichten treten im ufernahen Bereich mit 1.000 bis 1.300 Tieren/m² in 4 - 6 m Tiefe auf (vorwiegend haarborstenlose Arten). Schon im Bereich von 101 - 241 m sind nur mehr 100 Tubificiden/m², fast ausschliesslich Tubificidenarten mit Haarborsten, zu finden.

Unter der Begleitfauna finden sich bis in eine Tiefe von etwa 151 m hinab Chironomiden-Larven mit maximalen Populationsdichten von 800 bis 1.100 Tieren/m².

Ferner treten Lamellibranchiaten (vor allem Pisidium) bis in

einer Tiefe von etwa 200 m auf, wenngleich sie in diesem Areal ihr Hauptvorkommen in der ufernahen Zone von 4 bis 6 m haben.

Stellenweise sind in geringer Anzahl Nematoden zu finden.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Sowohl 1960 - 1963 als auch 1975 werden in 4 - 5 m Tiefe die höchsten Individuendichten, in ähnlicher Grössenordnung, festgestellt.

1960 - 1963 wurden in der Zone von 11 - 40 m Tiefe keine Tubificiden gefunden, 1975 waren dagegen an allen Untersuchungsstellen in geringer Anzahl Tubificiden vorhanden (100 - 400 Tiere/m²).

Die Tubificiden-Besiedlung setzt sich, im anschliessenden tieferen Areal ab 51 m kontinuierlich, mit einer Individuenzahl von 100 - 400 Tieren/m² bis in die grösste Tiefe von 241 m in Seemitte, mit ausschliesslich haarborstentragenden Tubificidenarten fort; 1960 - 1963 traten hier nur vereinzelt Tubificiden auf.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1975

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 3 | 0,2 | 0,6 | 0,4 | 2 | 37 | 14 |
| 11 - 20 | 1 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 71 | 71 | 71 |
| 21 - 50 | 5 | 1,4 | 2,0 | 1,6 | 97 | 99 | 98 |
| 51 - 100 | 2 | 1,4 | 1,6 | 1,5 | 99 | 99 | 99 |
| 101 - 150 | 1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 99 | 99 | 99 |
| 151 - 200 | 1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 99 | 99 | 99 |
| 201 - 241 | 1 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 98 | 98 | 98 |

Bereits in 21 m Tiefe geht der Sandanteil auf 3 % zurück, entsprechend steigt der Silt+Ton-Gehalt der Sedimente; der Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff erhöht sich von 0,4 auf 1,4 %.

In einer Tiefe von 241 m enthält das Sediment 2,4 % organischer Kohlenstoff.

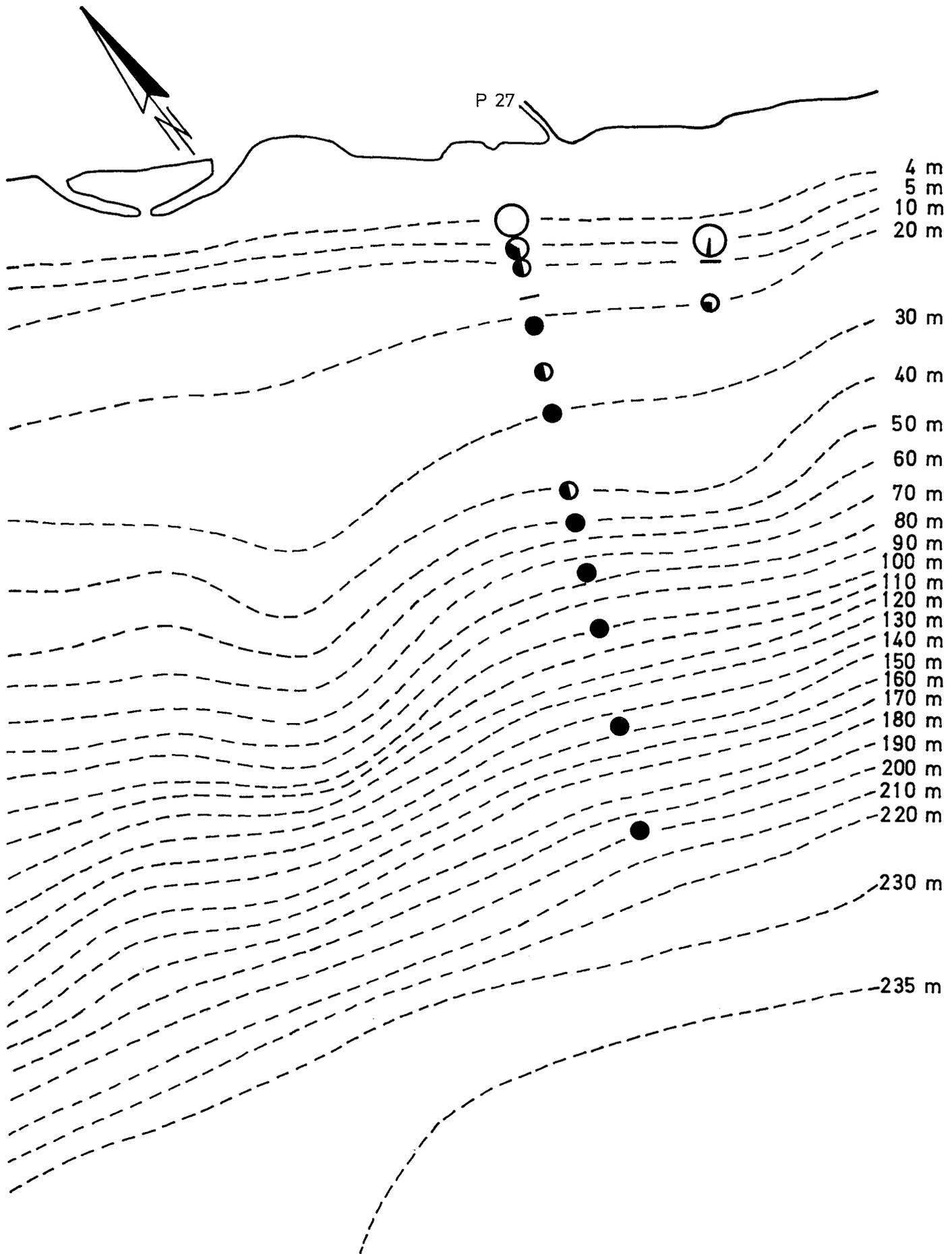
d) Zusammenfassung

Nur in Ufernähe treten sowohl 1975 als auch 1960 - 1963 Tubificidendichten von 1.000 - 5.000 Tieren/m² auf.

In den tieferen Zonen werden 1975 durchgehend Populationsdichten von 100 - 400 Tieren/m² gefunden, während hier 1960 - 1963 nur ganz vereinzelt Tubificiden anzutreffen waren.

Seebodenareal vor Kippenhorn 1975

Individuendichte der Tubificiden

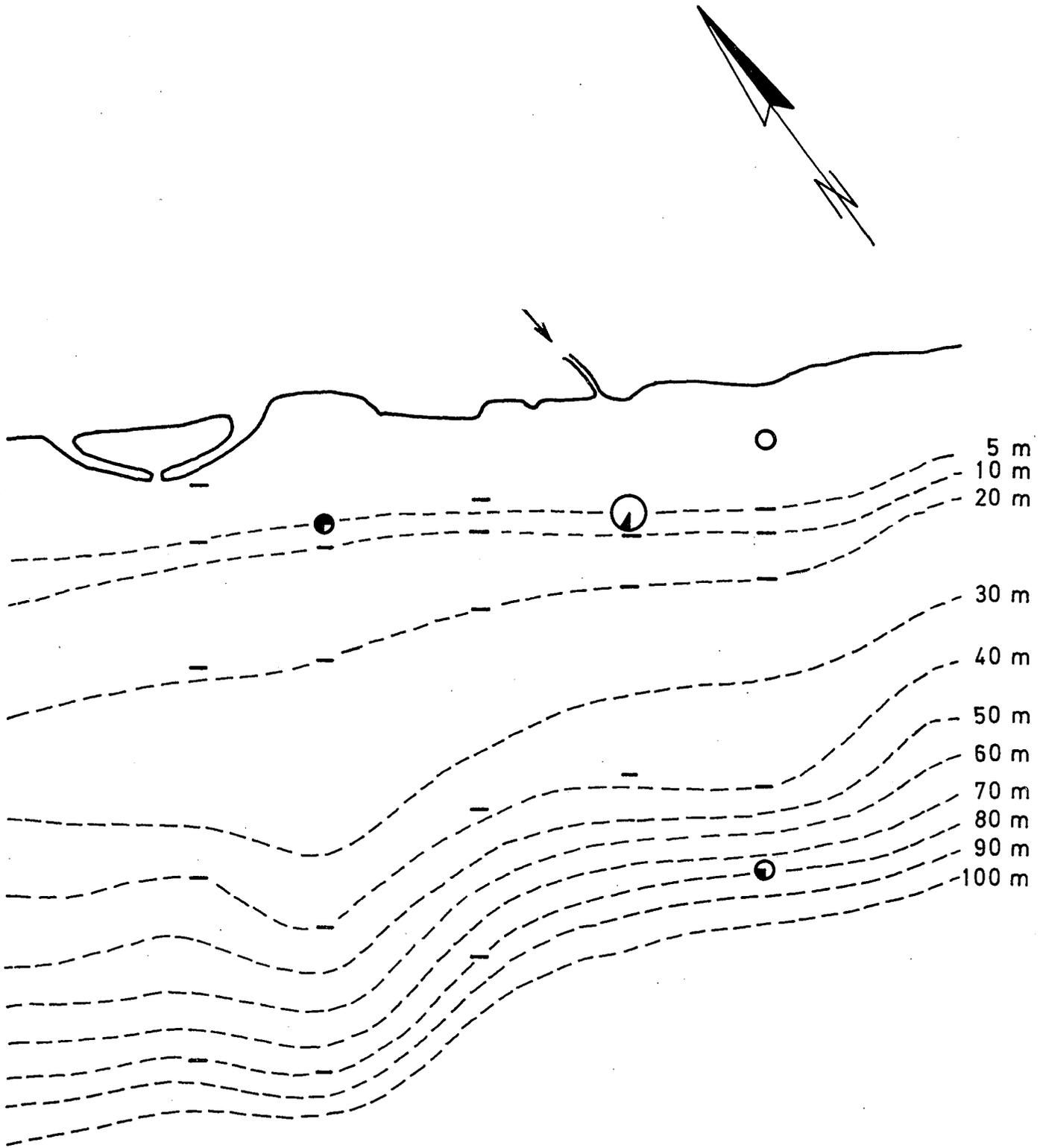


200 m



Seebodenareal vor Kippenhorn 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



200m

5.1.2.4 Seebodenareal vor Immenstaad bis Friedrichshafen

Profil-Nr. 28 - 32

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1975/76

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|-------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 14 | 0 | 2.500 | 1.080 | 57 | 460 |
| 11 - 20 | 8 | 100 | 1.300 | 680 | 72 | 980 |
| 21 - 50 | 21 | 0 | 2.900 | 620 | 72 | 470 |
| 51 - 100 | 10 | 200 | 1.600 | 760 | 70 | 130 |
| 101 - 150 | 6 | 0 | 2.000 | 1.080 | 65 | 50 |
| 151 - 200 | 5 | 0 | 800 | 380 | 78 | 0 |
| 201 - 252 | 7 | 0 | 1.500 | 340 | 55 | 0 |

Das mehrfache Auftreten von nicht besiedelten Stellen zeigt die heterogene Besiedlungsstruktur dieses Gebietes auf.

In 2 - 150 m Tiefe beträgt die Individuendichte im Mittel nur 600 - 1.000 Tubificiden/m². Die höchsten Tubificidenzahlen finden sich mit rund 3.000 Tieren/m² vor Friedrichshafen in 39 m (Profil-Nr. 32), mit 2.500 Tieren/m² vor Seemoos in 41 m (Profil-Nr. 31) und vor Immenstaad in 4 m Tiefe (Profil-Nr. 28). In 151 - 252 m Tiefe geht die mittlere Dichte auf nahezu 300 Tiere/m² zurück.

Eine eindeutige Tiefenabhängigkeit der Tubificiden mit und ohne Haarborsten lässt sich in diesem Untersuchungsgebiet nicht feststellen.

Die Begleitfauna besteht vorwiegend aus Chironomiden-Larven,

die in der Tiefenzone von 11 - 20 m mit 2.500 Tieren/m² ihr maximales Vorkommen haben. Sie nehmen zur Tiefe hin schnell ab und sind stellenweise in geringer Anzahl noch bis in einer Tiefe von 150 m anzutreffen.

Ferner finden sich besonders in der Tiefe von 2 - 20 m Gastropoden bis maximal 900 Tiere/m², Dreissena bis 800 Tiere/m², vereinzelt Hydracarinien sowie die Gattung Pisidium bis in eine Tiefe von 194 m.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1975/76

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 14 | 0,1 | 1,1 | 0,4 | 1 | 57 | 14 |
| 11 - 20 | 8 | 0,5 | 1,5 | 0,9 | 31 | 94 | 69 |
| 21 - 50 | 21 | 0,9 | 2,1 | 1,6 | 89 | 99 | 97 |
| 51 - 100 | 10 | 0,6 | 2,3 | 1,6 | 97 | 99 | 98 |
| 101 - 150 | 6 | 1,0 | 2,7 | 1,8 | 98 | 99 | 99 |
| 151 - 200 | 5 | 0,7 | 2,3 | 2,4 | 97 | 99 | 98 |
| 201 - 252 | 6 | 1,8 | 2,7 | 2,3 | 97 | 99 | 98 |

Der maximale, wie auch der durchschnittliche Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff nimmt vom Ufer zur Tiefe hin sehr deutlich zu. Die höchsten Werte finden sich mit 2,7 % in 148 und 251 m Tiefe.

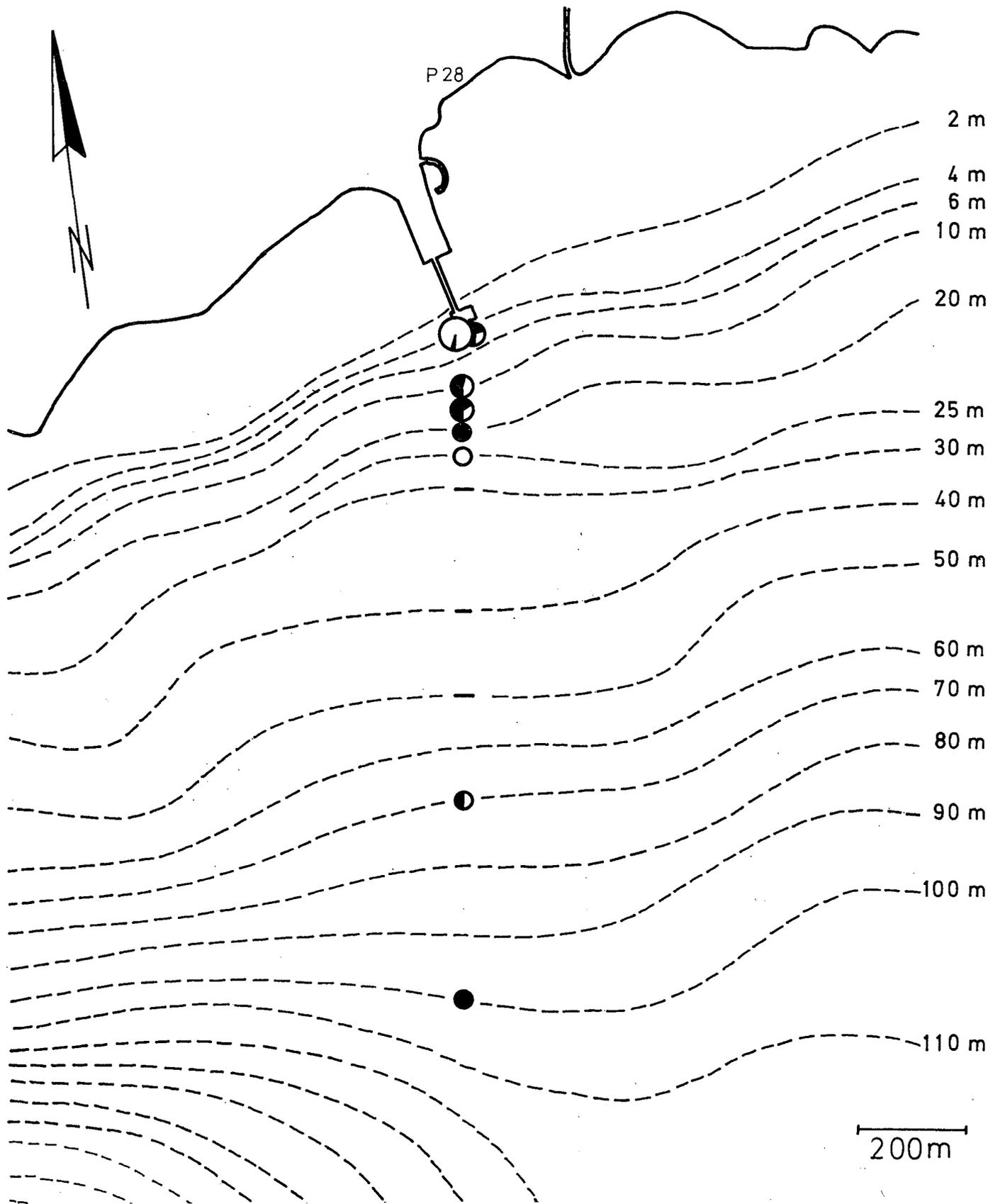
Die Zunahme des Silt+Ton-Anteils zur Tiefe hin geht nicht parallel zum Anstieg des organischen Kohlenstoff-Gehaltes. Schon ab 24 m Tiefe werden maximale Silt+Ton-Anteile von 99 % erreicht, die sich dann bis in die grösste Tiefe von 252 m fortsetzen.

c) Zusammenfassung

Das von grösseren Zuflüssen nicht unmittelbar betroffene Gebiet weist eine meist geringe und heterogene Tubificiden-Besiedlung auf, von im Mittel 600 - 1.000 Tieren/m² in 2 - 150 m Tiefe und rund 300 Tieren/m² in 151 - 252 m Tiefe. Gerade in den schwächer besiedelten tieferen Zonen enthalten die Sedimente mit bis zu 2,7 % den höchsten Gehalt an organischem Kohlenstoff.

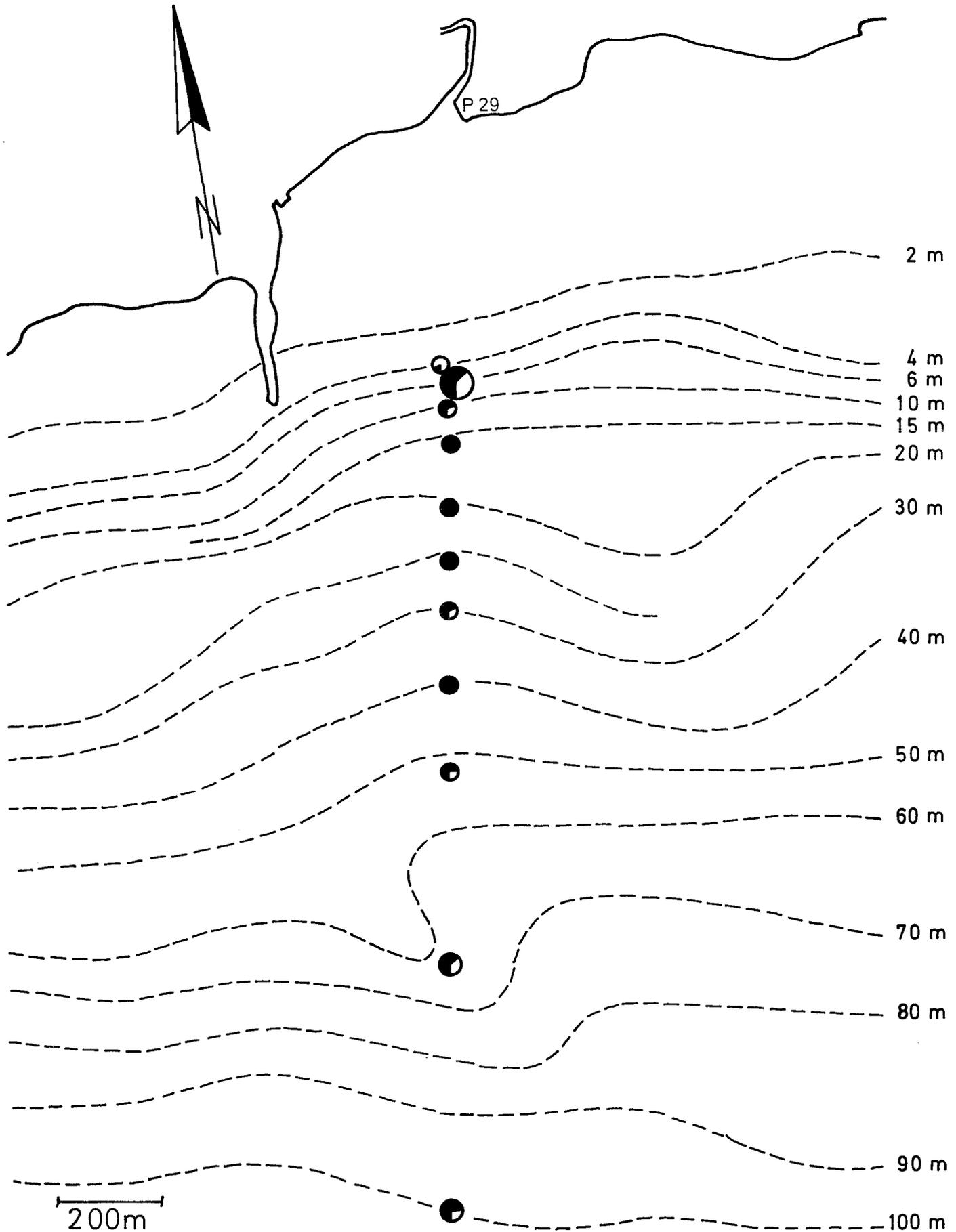
Seebodenareal vor Immenstaad 1975

Individuendichte der Tubificiden



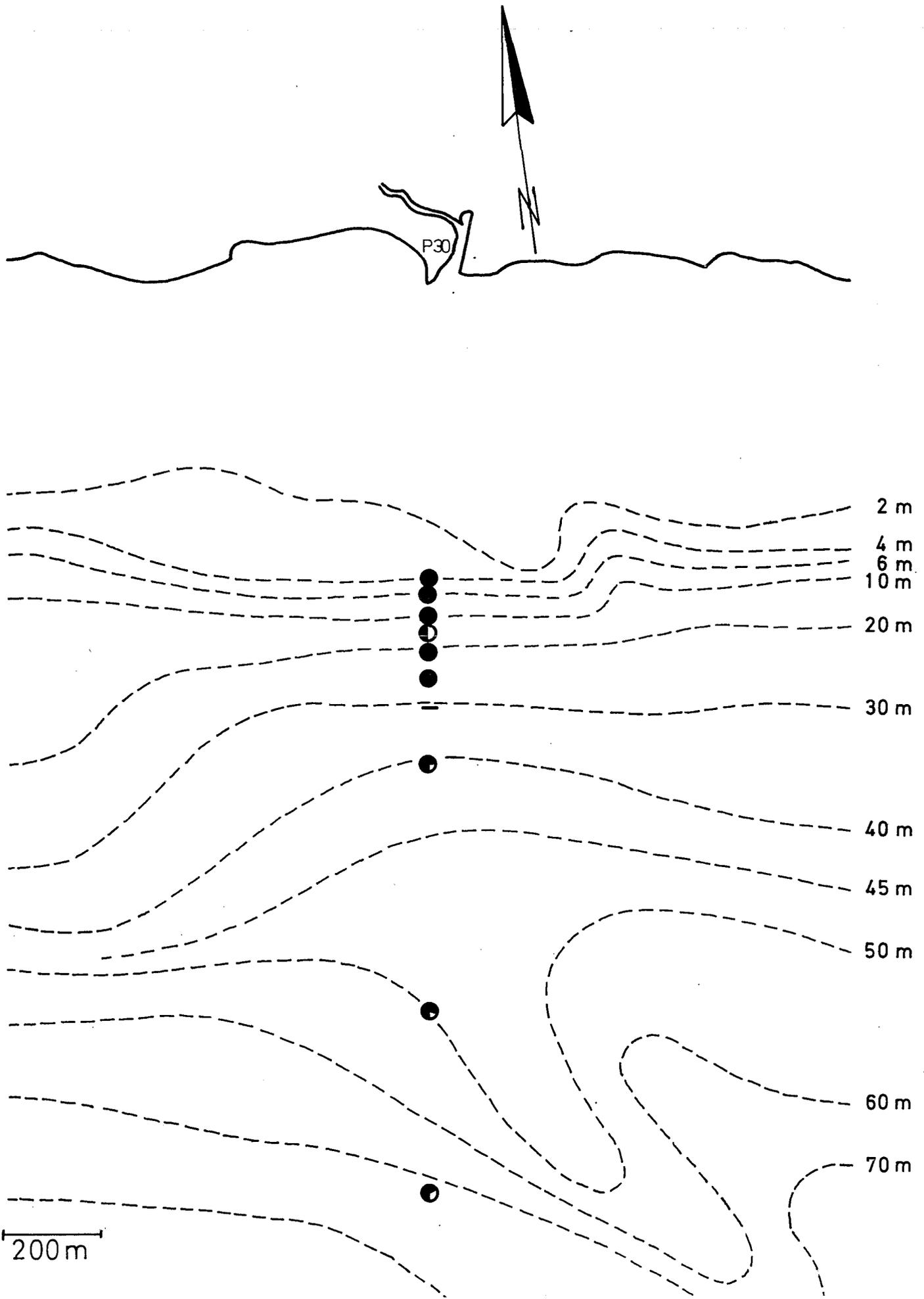
Mündungsgebiet Lipbach 1975

Individuendichte der Tubificiden



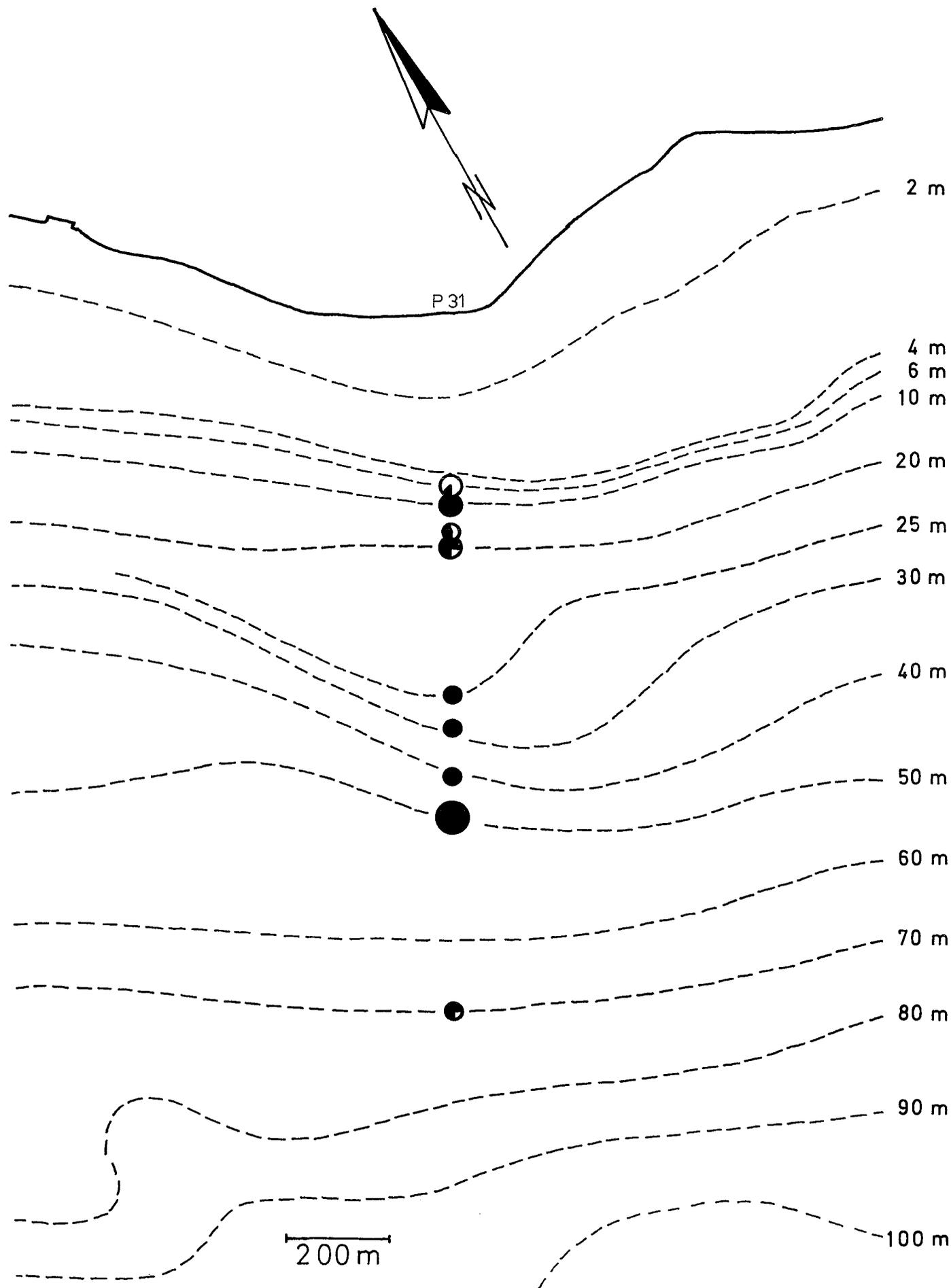
Seebodenareal vor Fischbach 1975

Individuendichte der Tubificiden



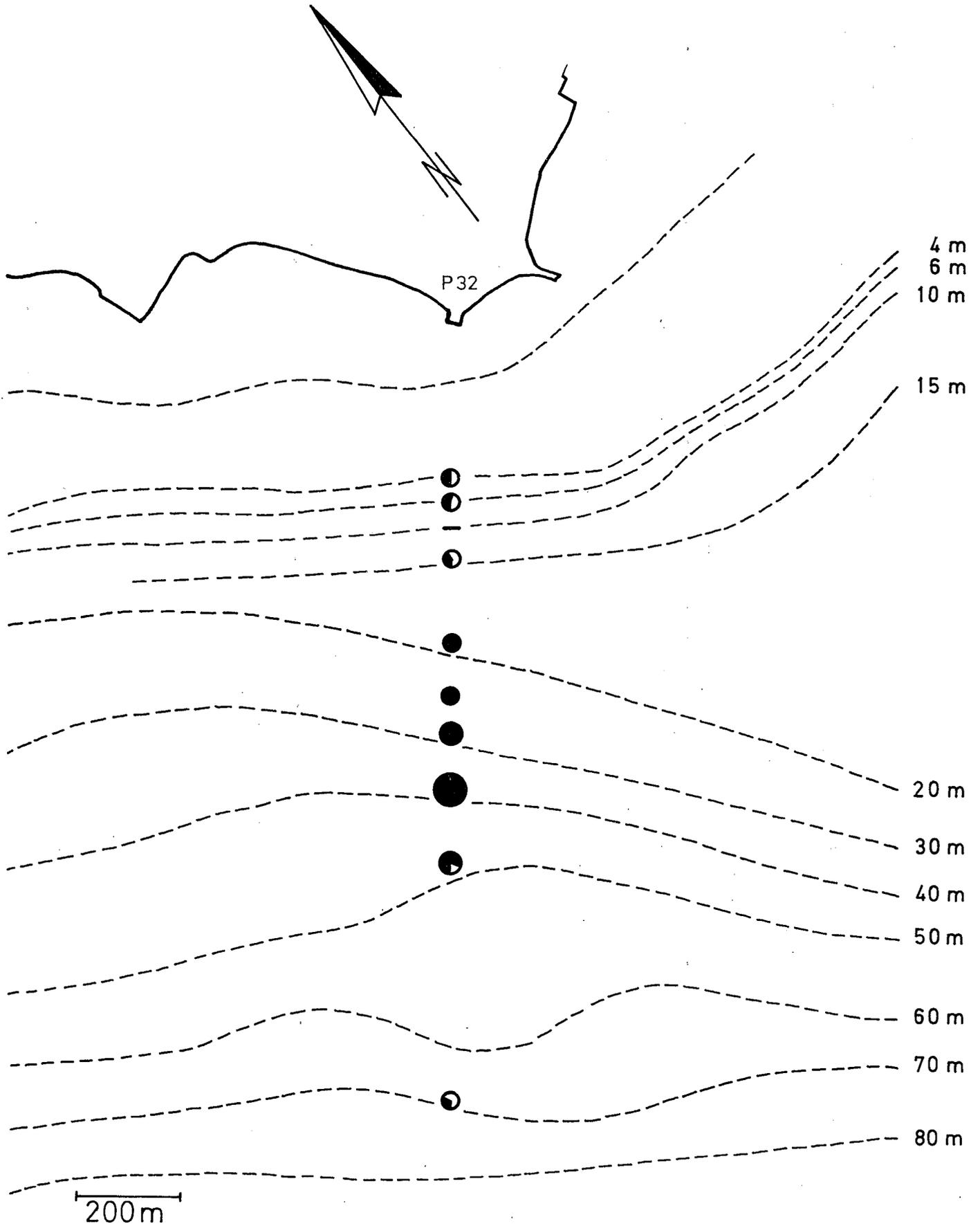
Seebodenareal vor Seemoos 1975

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Friedrichshafen 1976

Individuendichte der Tubificiden



5.1.2.5 Mündungsgebiet Rotach

Profil-Nr. 33 und 34

Die Rotach, welche ein Einzugsgebiet von 125 km² und eine mittlere jährliche Wasserführung von 1,6 m³/sec hat, gelangt bei Friedrichshafen in den Obersee.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im Untersuchungsjahr 1975

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|-------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 5 | 0 | 4.800 | 1.520 | 49 | 620 |
| 11 - 20 | 5 | 0 | 1.800 | 1.400 | 84 | 640 |
| 21 - 50 | 7 | 0 | 4.000 | 886 | 90 | 340 |
| 51 - 100 | 4 | 0 | 4.500 | 2.600 | 94 | 0 |
| 101 - 150 | 3 | 100 | 6.100 | 2.200 | 74 | 0 |
| 151 - 200 | 1 | 400 | 400 | 400 | 100 | 0 |
| 201 - 242 | 3 | 100 | 600 | 333 | 100 | 0 |

Die höchsten Besiedlungsdichten finden sich mit 4.000 - 6.100 Tubificiden/m² in der ufernahen Zone von 2 - 10 m.

Das Auftreten eines relativ hohen Maximalwertes von 6.100 Tieren/m² in 149 m Tiefe dürfte dem Einfluss der Schussen zuzuschreiben sein, da diese Stelle mit 4,5 km Uferabstand schon mehr im Sedimentationsraum der Schussen als dem der Rotach liegt; ferner findet man im Bereich der Schussenmündung in gleicher Tiefe eine ähnliche lokale Zunahme der Tubificidendichte (siehe Profil-Nr. 36 - 38).

Im Tiefenbereich von 2 - 150 m ergeben sich stellenweise stark schwankende Werte in der Populationsdichte.

Ab 151 m gehen sowohl die maximalen als auch die durchschnittlichen Tubificidendichten stark zurück.

Die Begleitfauna wird eigenartigerweise nur von Chironomiden-Larven repräsentiert, und hier auch nur bis zu einer Tiefe von 69 m. In Tiefen von 3 - 25 m können stellenweise 800 - 1.400 Tiere/m² auftreten.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Im Tiefenbereich von 4 - 10 m ist gegenüber 1960 - 1963 besonders in der Fortsetzung der Mündungsrichtung ein deutlicher Rückgang der Besiedlungsdichte feststellbar. Gleichzeitig ist auch der prozentuale Anteil der haarborstenlosen Tubificidenarten zurückgegangen.

In der Tiefe von 16 - 40 m wurden bei der Untersuchung 1960 - 1963 meist keine oder nur wenige Tubificiden (max. 400 Tiere/m²) vorgefunden. 1975 sind die Sedimente im Bereich von 16 - 40 m Wassertiefe fast durchwegs mit Tubificiden besiedelt, und zwar in einer Dichte von 100 - 4.000 Tieren/m² und mit einem hohen Anteil an haarborstentragenden Arten.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1975

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 5 | 0,2 | 1,3 | 0,6 | 1 | 48 | 22 |
| 11 - 20 | 5 | 1,4 | 2,6 | 2,0 | 65 | 98 | 90 |
| 21 - 50 | 7 | 1,9 | 2,8 | 2,3 | 97 | 98 | 98 |
| 51 - 100 | 4 | 2,0 | 2,4 | 2,2 | 98 | 99 | 99 |
| 101 - 150 | 3 | 2,1 | 2,7 | 2,3 | 97 | 99 | 98 |
| 151 - 200 | 1 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 99 | 99 | 99 |
| 201 - 242 | 3 | 2,0 | 2,8 | 2,5 | 96 | 98 | 97 |

Infolge des relativ grossflächigen, nur schwach abfallenden Li-
torals gelangen die Sande nicht wesentlich über eine Tiefe von
20 m hinaus. So beträgt der Sandgehalt der Sedimente in 21 m
Tiefe nur mehr 2 % und geht mit zunehmender Tiefe auf 1 % zu-
rück. In 242 m steigt er aber wieder auf 3 - 4 % an.

Auch hier ist der Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff in
der unmittelbaren Uferzone von 2 - 6 m Tiefe mit nur 0,2 - 0,4 %
infolge Auswaschung sehr gering. Er steigt dann in der Zone von
8 - 11 m auf 1,3 - 1,4 % an und erreicht im Bereich von 14 -
200 m Tiefe einen durchschnittlichen Wert von 2,2 %, wobei stel-
lenweise Extremwerte von 1,4 - 2,8 % auftreten können. In 242 m
Tiefe weisen die Sedimente einen Gehalt von 2,0 - 2,7 % an orga-
nischem Kohlenstoff auf.

d) Zusammenfassung

Vergleicht man die Untersuchungsergebnisse von 1960 - 1963 mit

jenen von 1975, so ist in der unmittelbaren Uferzone von 4 - 10 m Tiefe ein deutlicher Rückgang von im Durchschnitt 4.000 auf 1.500 Tubificiden/m² festzustellen, in der Tiefe von 16 - 40 m dagegen ein eindeutiger Anstieg von 100 auf 1.100 Tiere/m².

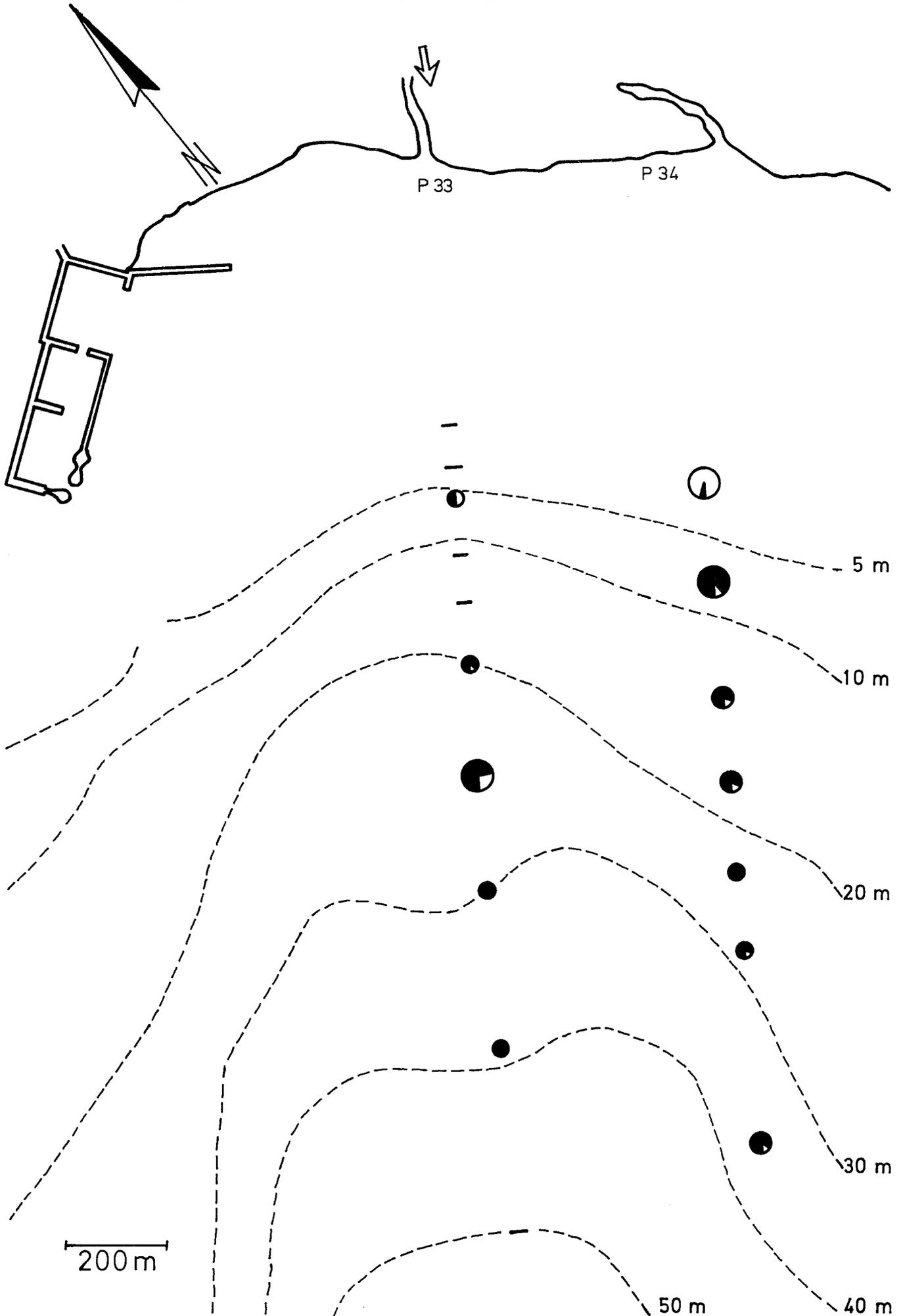
1975 werden im Tiefenbereich von 66 - 149 m unterschiedliche Besiedlungsdichten von 0 - 6.100 Tieren/m², in Tiefen über 200 m von 100 - 600 Tubificiden/m² festgestellt.

Der Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff ist im unmittelbaren Uferbereich sehr gering. In 14 - 150 m Tiefe erreicht er im Mittel bis 2,3 %, zwischen 151 und 200 m 1,4 % und in Tiefen über 200 m 2,0 - 2,8 %.

Höhere Tubificidendichten können sowohl bei niedrigem als auch bei höherem Gehalt an organischem Kohlenstoff auftreten.

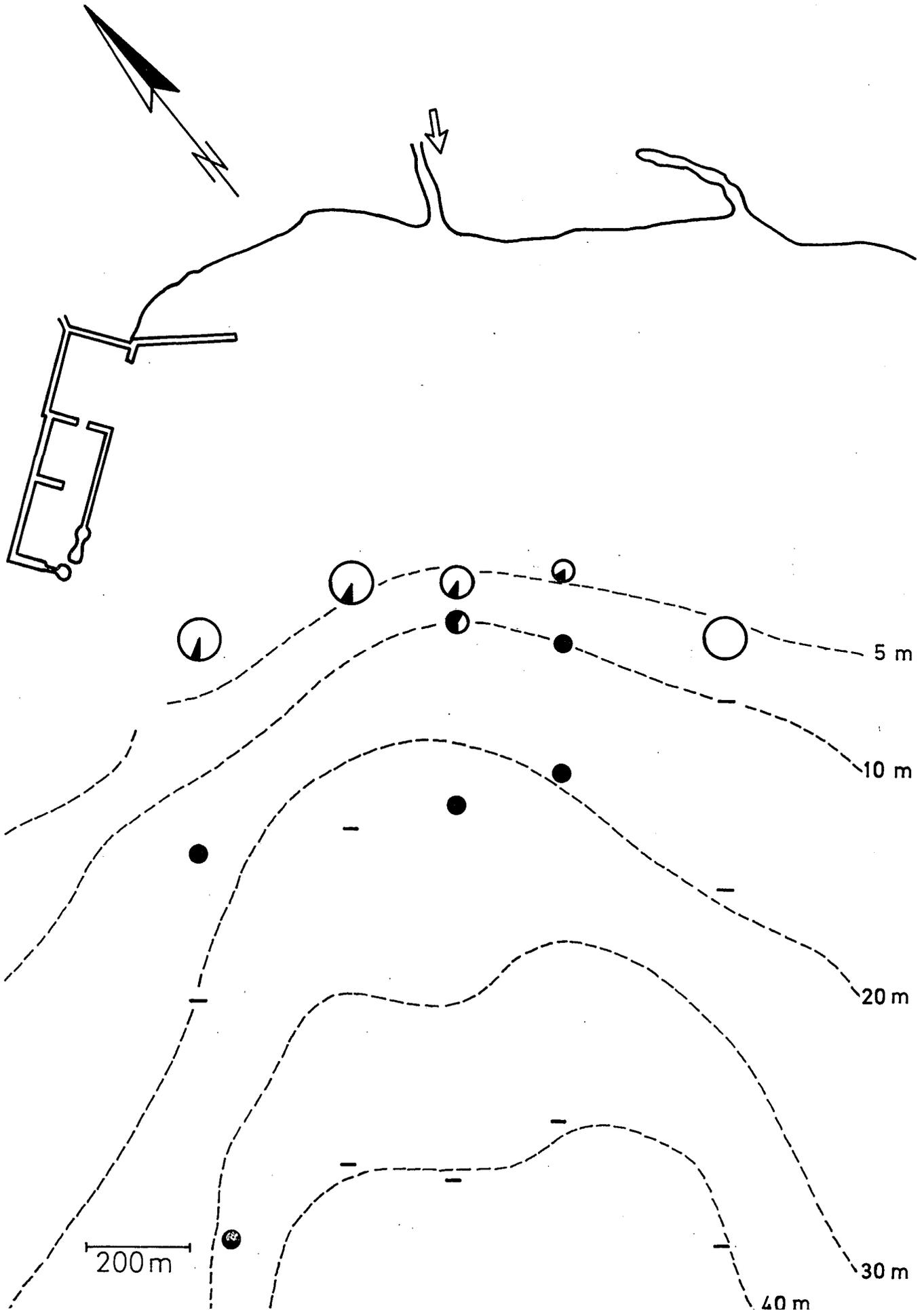
Mündungsgebiet Rotach 1975

Individuendichte der Tubificiden



Mündungsgebiet Rotach 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



5.1.2.6 Seebodenareal vor Eriskirch

Profil-Nr. 35

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im
Untersuchungsjahr 1975

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|-------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 3 | 300 | 1.100 | 600 | 12 | 670 |
| 11 - 20 | 1 | 1.300 | 1.300 | 1.300 | 15 | 700 |
| 21 - 50 | 5 | 2.300 | 8.500 | 4.280 | 86 | 100 |
| 51 - 100 | 1 | 700 | 700 | 700 | 71 | 0 |
| 101 - 150 | 2 | 800 | 2.700 | 1.750 | 100 | 0 |
| 151 - 200 | 1 | 400 | 400 | 400 | 100 | 0 |
| 201 - 242 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Von durchschnittlich 600 Tubificiden/m² in 2 - 10 m Tiefe nimmt die Besiedlung in 11 - 20 m auf 1.300 Tiere/m² zu und erreicht in 21 - 50 m mit einem mittleren Wert von 4.280 bzw. mit einem maximalen Wert von 8.500 Tieren/m² ihre grösste Entwicklung. Zur Tiefe hin nimmt dann die Anzahl der Tubificiden wieder deutlich ab; sie beträgt in 51 - 200 m nur mehr 400 - 2.700 Tiere/m². In der grössten Tiefe von 242 m werden vor Eriskirch keine Tubificiden gefunden.

Die Tubificiden in 2 - 20 m Tiefe gehören vor allem haarborstenlosen und die in 101 - 200 m ausschliesslich haarborstentragenden Arten an.

Unter der Begleitfauna finden sich im Uferbereich bis in eine Tiefe von 20 m rund 700 Chironomiden-Larven/m², in 21 - 50 m nur mehr 100 Tiere/m² und darunter keine Chironomiden mehr. In

der Uferzone von 3 - 7 m Tiefe kommen Gastropoden in geringer Anzahl und Hydracarinae vereinzelt vor.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1975

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 3 | 0,2 | 1,3 | 0,6 | 6 | 80 | 40 |
| 11 - 20 | 1 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 98 | 98 | 98 |
| 21 - 50 | 5 | 1,9 | 2,3 | 2,2 | 98 | 99 | 98 |
| 51 - 100 | 1 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 97 | 97 | 97 |
| 101 - 150 | 2 | 2,3 | 2,6 | 2,4 | 97 | 99 | 98 |
| 151 - 200 | 1 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 98 | 98 | 98 |
| 201 - 242 | 1 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 97 | 97 | 97 |

Die Sedimente der Uferzone in 2 - 10 m Tiefe bestehen im Mittel zu 60 % aus Sand und weisen mit 0,6 % einen relativ niedrigen Gehalt an organischem Kohlenstoff auf. Aber schon ab 16 m Tiefe steigt der Gehalt an organischem Kohlenstoff auf 2,4 % an; er schwankt im Mittel bis hin zur grössten Tiefe von 242 m zwischen 2,2 und 2,5 %; dabei beträgt der Silt+Ton-Anteil der Sedimente stets 97 - 99 %.

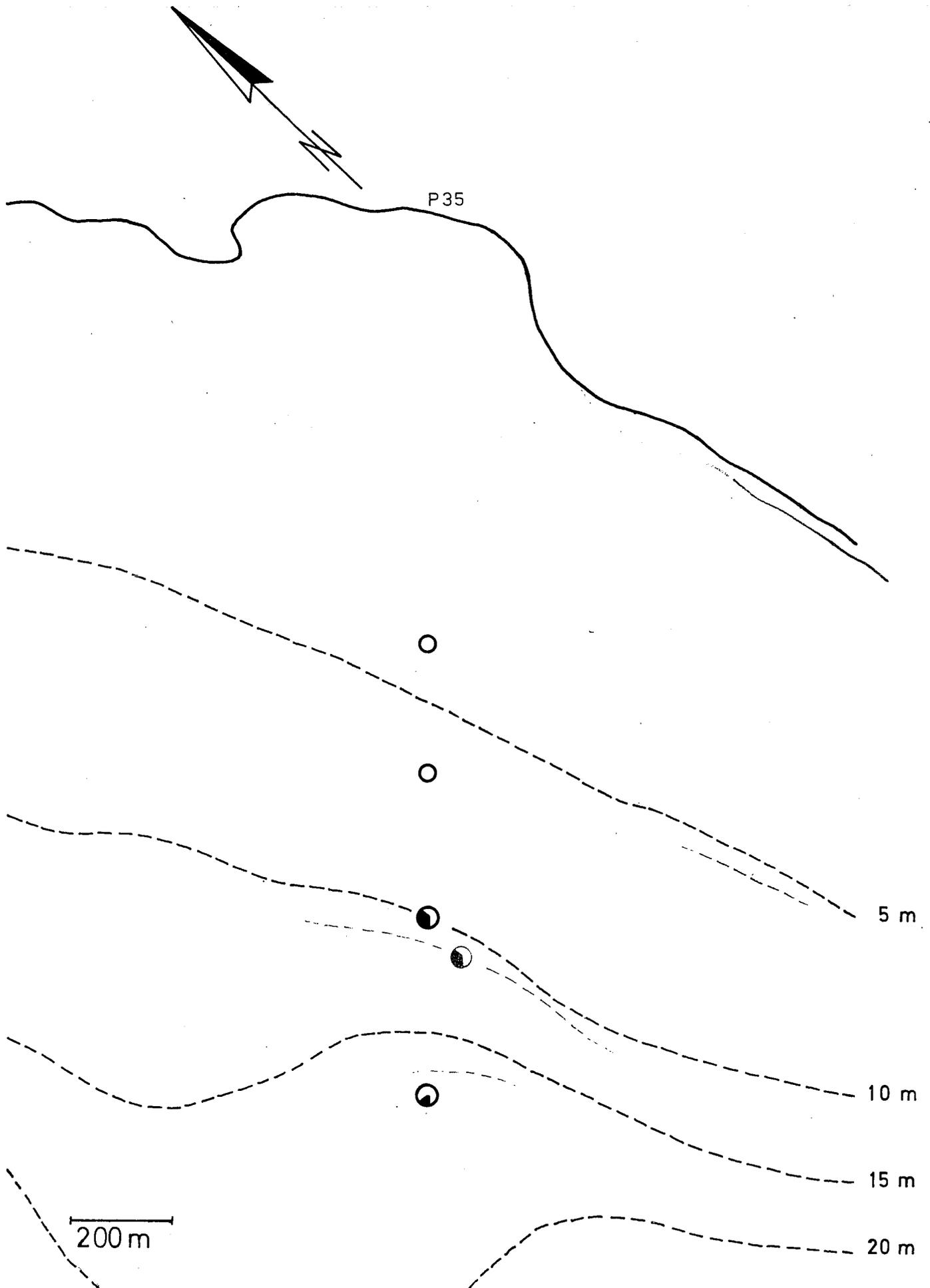
c) Zusammenfassung

Im Gegensatz zu den im Durchschnitt mit 400 - 600 Tieren/m² schwach besiedelten Tiefenstufen von 2 - 10 m und von 151 - 200 m treten die höchsten Individuendichten mit durchschnittlich 4.280 und maximal 8.500 Tubificiden/m² vorwiegend in ei-

ner Tiefe von 21 - 50 m auf; dies bei einem Gehalt der Sedimente von 98 - 99 % Silt + Ton und von 1,9 - 2,3 % organischem Kohlenstoff.

Seebodenareal vor Eriskirch 1975

Individuendichte der Tubificiden



5.1.2.7 Mündungsgebiet Schussen

Profil-Nr. 36 bis 38

Die Schussen mündet westlich von Langenargen in den Bodensee-Obersee. Sie hat ein Einzugsgebiet von 791 km² und eine mittlere jährliche Wasserführung von 10,5 m³/sec.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1974/75

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 8 | 0 | 1.400 | 810 | 16 | 680 |
| 11 - 20 | 4 | 2.700 | 20.900 | 8.280 | 60 | 1.400 |
| 21 - 50 | 12 | 200 | 48.400 | 15.880 | 70 | 340 |
| 51 - 100 | 7 | 0 | 12.400 | 3.590 | 87 | 10 |
| 101 - 152 | 3 | 800 | 5.000 | 2.470 | 92 | 0 |
| 153 - 200 | 3 | 0 | 2.100 | 700 | 100 | 0 |
| 201 - 236 | 3 | 0 | 700 | 300 | 100 | 0 |

Vom Ufer ausgehend ist mit zunehmender Wassertiefe zunächst ein starker Anstieg der Individuendichte von im Durchschnitt 800 bis 15.800 Tieren/m² in 21 - 50 m Tiefe zu verzeichnen. Hier tritt in 28 m Tiefe mit 48.400 Tieren/m² die höchste im Schussenmündungsbereich ermittelte Besiedlung auf. Mit zunehmender Tiefe gehen die Tubificidenzahlen wieder zurück. In 201 bis 236 m Tiefe sind durchschnittlich nur mehr 300 Tiere/m² zu finden.

Bemerkenswert ist, dass ähnlich wie im Rotachmündungsgebiet

(siehe Profil-Nr. 33 und 34), trotz ausgedehnter Uferbank und mässigem Abfall der Halde, selbst in 140 - 150 m Tiefe lokal noch bis 5.000 Tiere/m² auftreten können.

Wie aus der Tabelle und der graphischen Darstellung hervorgeht, sind fast in allen Tiefenbereichen starke Schwankungen in der Besiedlungsintensität zu verzeichnen.

Der Anteil der mit Haarborsten ausgestatteten Arten steigt mit zunehmender Tiefe stark an und erreicht ab 153 m 100 %.

Begleitfauna: In den Sedimenten im Schussenmündungsbereich werden Chironomiden-Larven nur bis in eine Tiefe von 52 m gefunden. Hierbei können in 15 m Tiefe bis zu 3.800 Tiere/m² auftreten.

Ferner wird der Seeboden in 3 bis 30 m Tiefe von Gastropoden besiedelt, die, abgesehen von einer Stelle in 10 m Tiefe, wo 4.600 Tiere/m² gefunden werden, im allgemeinen nur bis zu einer Dichte von 200 Tieren/m² vorkommen.

Weiter sind Lamellibranchiaten (besonders die Gattung Pisidium und zum Teil Dreissena) anzuführen, die in 10 m Wassertiefe bis zu 2.700 Tiere/m² erreichen und in geringer Anzahl auch noch in grösseren Tiefen auftreten können.

Vereinzelt oder nur in geringer Menge werden auch Hydracarinen, Turbellarien und Nematoden gefunden.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Im allgemeinen ist die Besiedlungsdichte im Tiefenbereich von 4 - 10 m merkbar zurückgegangen. In beiden Untersuchungen dominieren die Tierarten ohne Haarborsten, 1974/75 allerdings in noch etwas stärkerer Masse als 1960 - 1963.

Im Bereich von 11 - 20 m Wassertiefe fällt auf, dass im Teilge-

biet südöstlich der Flussmündung seit 1960 - 1963 eine Zunahme um das 5 - 10fache erfolgt ist, wobei jetzt der Hauptanteil der haarborstenlosen Tiere mit 47 - 85 % grösser ist als 1961.

Im anschliessenden südöstlichen Tiefenbereich von 21 - 50 m werden 1974/75 Individuendichten von 16.600 - 29.000 Tieren/m² gefunden. 1960 - 1963 betrug die Individuendichte nur etwa die Hälfte. Dagegen ist im mittleren Teilgebiet, in 21 - 25 m, wo 1960 - 1963 mit 34.000 Tieren/m² die grösste Dichte im gesamten Mündungsgebiet ermittelt wurde, 1974/75 ein Rückgang auf etwa 15.000 Tubificiden/m² zu verzeichnen.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1974/75

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 8 | 0,1 | 1,8 | 0,5 | 1 | 96 | 26 |
| 11 - 20 | 4 | 1,7 | 2,5 | 2,2 | 59 | 98 | 80 |
| 21 - 50 | 12 | 2,1 | 3,7 | 2,9 | 88 | 99 | 95 |
| 51 - 100 | 7 | 1,7 | 3,7 | 2,4 | 94 | 99 | 98 |
| 101 - 152 | 3 | 2,3 | 2,7 | 2,5 | 98 | 99 | 99 |
| 153 - 200 | 3 | 2,0 | 2,9 | 2,5 | 98 | 99 | 99 |
| 201 - 236 | 3 | 2,0 | 2,2 | 2,1 | 98 | 99 | 98 |

In 4 - 10 m Tiefe weisen die Sedimente im südöstlichen Teilgebiet der Schussenmündung mit 95 - 99 % einen sehr hohen Sandanteil und mit 0,1 - 0,6 % einen relativ niedrigen Gehalt an organischem Kohlenstoff auf. Dagegen zeigen die Sedimente im mittleren Mündungsareal dieser Tiefenzone mit einem hohen Silt+Ton-Anteil von 96 % in 9 m Tiefe und einem organischen Kohlenstoff-

Gehalt von 1,8 % schon deutlich die Akkumulation von schussenbürtigem anorganischem und organischem Feinstmaterial an.

In 21 - 50 m Tiefe überwiegt mit 88 - 99 % der Silt+Ton-Anteil der Sedimente; ihr Gehalt an organischem Kohlenstoff ist mit durchschnittlich 2,9 % relativ hoch.

Die Sedimente in 232 - 236 m Tiefe bestehen zu 98 % aus Silt und Ton und enthalten 2,0 - 2,2 % organischen Kohlenstoff.

d) Zusammenfassung

Die Tubificidendichte hat im Schussenmündungsgebiet im unmittelbaren Uferbereich um knapp 40 % abgenommen. Abgesehen von lokalen Schwankungen ist in den grösseren Wassertiefen und hier besonders in den südöstlichen und südwestlichen Randgebieten jedoch eine Zunahme von rund 40 % zu verzeichnen.

Einer maximalen Besiedlungsdichte von 34.000 Tieren/m² in den Jahren 1960 - 1963 steht 1974/75 eine solche von 48.000 Tieren/m² gegenüber.

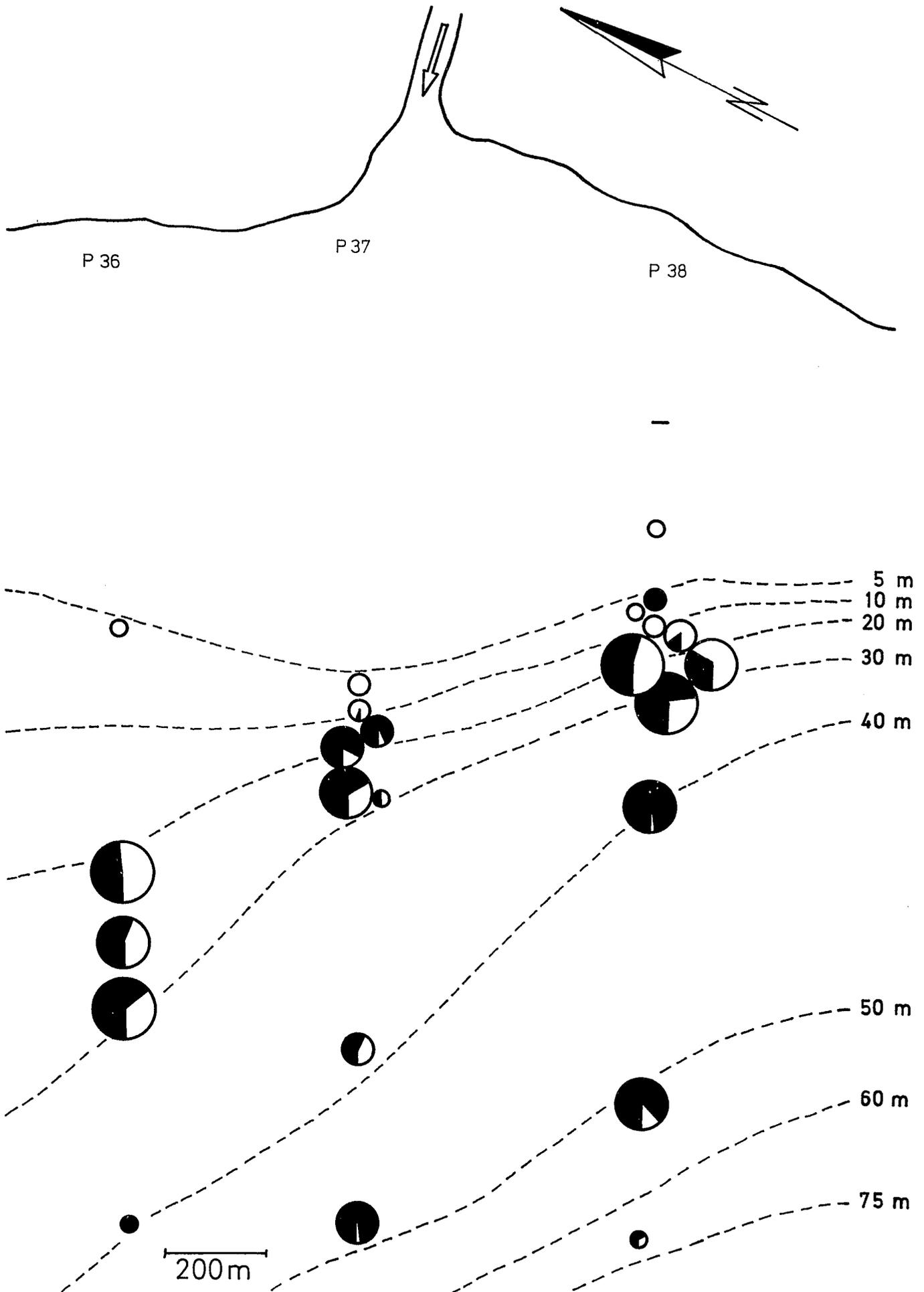
Ab 151 m Wassertiefe nehmen auch 1974/75 die Tierzahlen stark ab.

Die Zusammensetzung der Tubificiden-Populationen aus Arten mit und ohne Haarborsten hat sich gegenüber 1960 - 1963 nicht wesentlich verändert.

Der Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff ist in unmittelbarer Ufernähe sehr gering, schwankt dann in tieferen Bereichen von 1,7 bis 3,7 % und beträgt ab 200 m Tiefe 2 - 2,2 %.

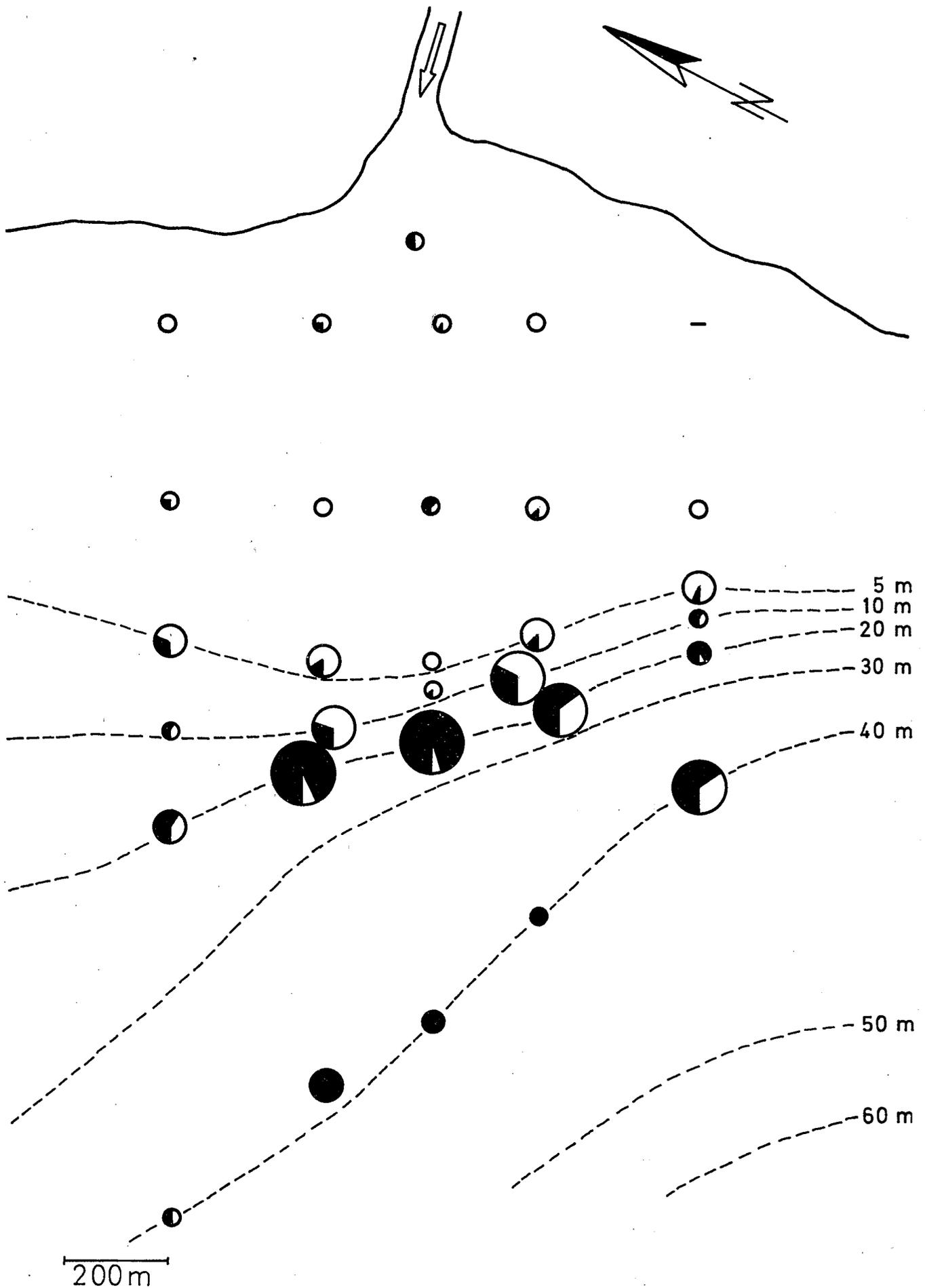
Mündungsgebiet Schussen 1974-1976

Individuendichte der Tubificiden



Mündungsgebiet Schussen 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



5.1.2.8 Seebodenareal vor Langenargen

Profil-Nr. 39 und 40

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1974 - 1976

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 4 - 10 | 5 | 500 | 3.500 | 1.640 | 46 | 260 |
| 11 - 20 | 4 | 0 | 14.100 | 5.330 | 32 | 1.380 |
| 21 - 52 | 8 | 4.600 | 72.100 | 26.800 | 81 | 490 |
| 53 - 100 | 4 | 100 | 12.100 | 4.400 | 98 | 70 |
| 101 - 150 | 1 | 400 | 400 | 400 | 75 | 0 |
| 151 - 200 | 2 | 2.000 | 5.400 | 3.700 | 82 | 0 |
| 201 - 224 | 4 | 0 | 200 | 130 | 83 | 0 |

Die Tubificiden-Besiedlung nimmt zunächst vom Ufer her zur Tiefe hin zu, erreicht in der Zone von 21 - 52 m Tiefe mit 72.000 Tieren/m² in 39 m Tiefe die höchste vor Langenargen gefundene Dichte. Dann geht sie mit zunehmender Tiefe wieder zurück und beträgt im Bereich von 201 - 224 m schliesslich noch 0 - 200 Tiere/m². Bemerkenswert ist, dass in 150 m Tiefe noch eine Tubificidendichte von 5.400 Tieren/m² auftreten kann.

Unter der Begleitfauna sind, vorwiegend in einer Tiefe von 11 - 40 m, Chironomiden-Larven (bis 2.500 Tiere/m²), Gastropoden (bis 1.900 Tiere/m²), die Gattung Pisidium (bis 1.700 Tiere/m²) sowie vereinzelt Hydracarinen und Ceratopogoniden-Larven zu erwähnen.

b) Vergleich der Tubificiden-Vorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Im Tiefenbereich von 4 - 10 m ist stellenweise ein Rückgang der Tubificiden-Besiedlungsdichte zu verzeichnen.

In 11 - 20 m Tiefe ist lokal sowohl eine Zu- als auch eine Abnahme der Tubificidendichte festzustellen.

Im Tiefenbereich von 21 - 60 m haben die Tubificiden 1974 - 1976 gegenüber 1960 - 1963 um etwa das Fünffache zugenommen.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1974 - 1976

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 4 - 10 | 5 | 0,1 | 3,2 | 1,1 | 1 | 68 | 22 |
| 11 - 20 | 4 | 0,3 | 1,8 | 0,9 | 9 | 54 | 27 |
| 21 - 52 | 8 | 0,6 | 2,6 | 2,1 | 33 | 99 | 71 |
| 53 - 100 | 4 | 1,8 | 2,3 | 2,1 | 98 | 99 | 99 |
| 101 - 150 | 1 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 99 | 99 | 99 |
| 151 - 200 | 2 | 1,5 | 1,9 | 1,7 | 99 | 99 | 99 |
| 201 - 224 | 4 | 1,5 | 2,5 | 2,0 | 98 | 99 | 98 |

In der ufernahen Tiefenzone von 4 - 10 m schwanken der Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff und auch deren Silt+Ton-Anteil auffällig stark. Dies ist auf die unterschiedliche Sedimentbeschaffenheit im westlichen (= Profil-Nr. 39) und östlichen Teilgebiet (= Profil-Nr. 40) zurückzuführen. Erst in grösserer Tiefe vereinheitlichen sich die Sedimentverhältnisse mehr und mehr.

In 224 m Tiefe enthält das Sediment 98 - 99 % Silt + Ton und 1,5 % organischen Kohlenstoff.

d) Zusammenfassung

In der flachen Uferzone ist in 4 - 10 m Tiefe stellenweise ein Rückgang der Tubificidendichte auf etwa die Hälfte zu verzeichnen. In 11 - 20 m nehmen die Tubificiden um ein Fünftel gegenüber 1960 - 1963 zu.

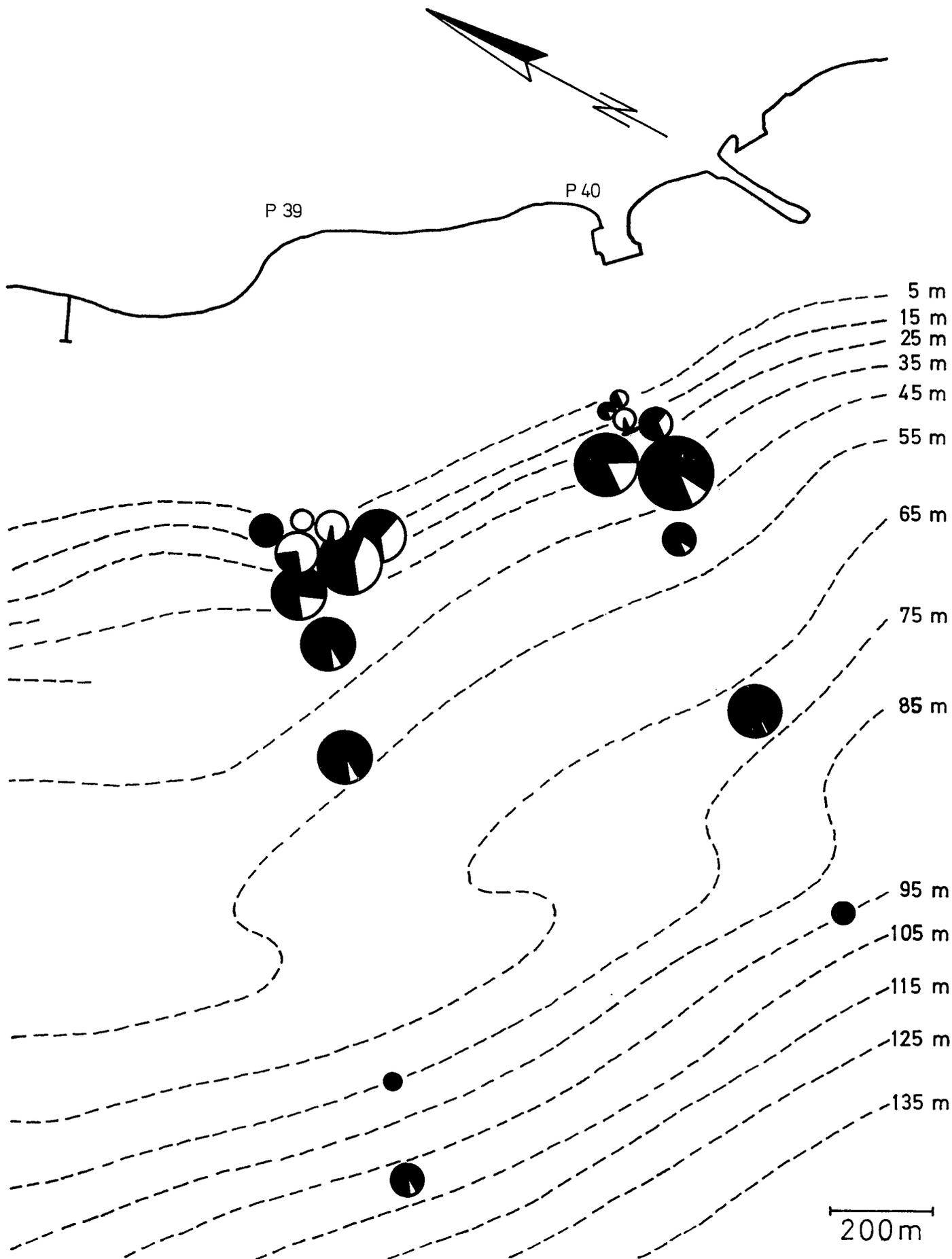
In der Tiefenzone von 21 - 60 m, bei einem durchschnittlichen Gehalt der Sedimente von 2,1 % an organischem Kohlenstoff, steigt die Tubificiden-Besiedlungsdichte auf das Fünffache gegenüber 1960 - 1963 an. Hier treten 1974 - 1976 bei einem Gehalt an organischem Kohlenstoff von 0,6 und 2,6 % maximale Individuendichten von 39.500 und 72.000 Tieren/m² auf. Aber selbst in 150 m Tiefe können lokal noch 5.400 Tiere/m² gefunden werden.

Ab 201 m Tiefe beträgt die Tubificidendichte 100 - 200 Tiere/m².



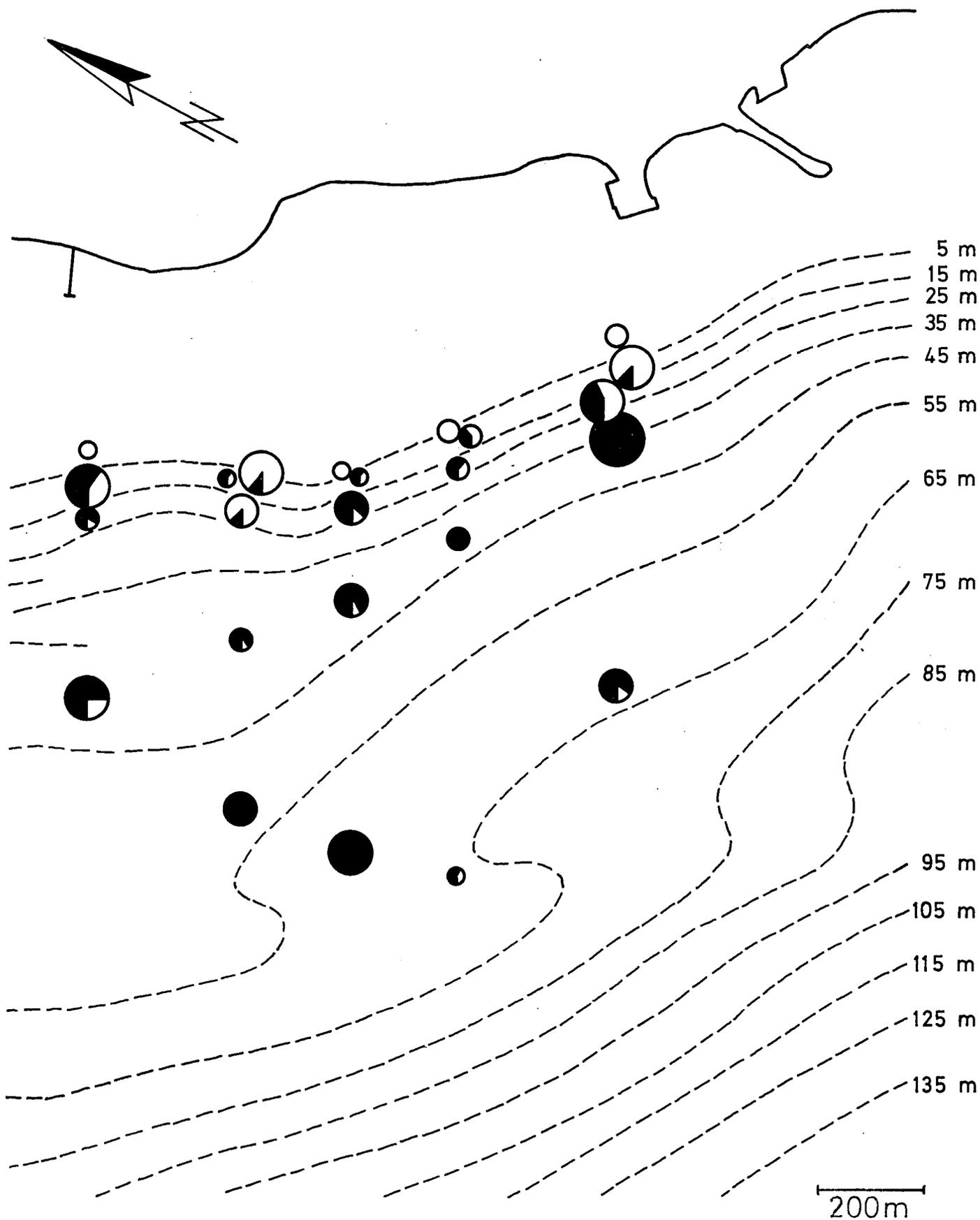
Seebodenareal vor Langenargen 1974-1976

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Langenargen 1960 - 1963

Individuendichte der Tubificiden



5.1.2.9 Mündungsgebiet Mühlkanal

Profil-Nr. 41

Der Mühlkanal mündet am östlichen Ortsrand von Langenargen und noch westlich von der Argen mit $4 \text{ m}^3/\text{sec}$ in den Bodensee.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im Untersuchungsjahr 1974

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/ m^2 | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/ m^2 Mittel |
|-----------------------|----------------------|---------------------------------|--------|--------|--|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 2 | 0 | 100 | 50 | 0 | 200 |
| 11 - 20 | 2 | 100 | 4.800 | 2.450 | 52 | 600 |
| 21 - 50 | 4 | 0 | 6.500 | 2.930 | 71 | 380 |
| 51 - 100 | 3 | 3.500 | 47.700 | 18.900 | 100 | 30 |
| 101 - 150 | 1 | 56.900 | 56.900 | 56.900 | 100 | 30 |
| 151 - 178 | 2 | 5.900 | 8.400 | 7.150 | 97 | 0 |

Die Tiefenzone von 2 - 10 m weist im Mittel nur $50 \text{ Tiere}/\text{m}^2$ auf. In 11 - 50 m finden sich durchschnittlich noch etwa $3.000 \text{ Tiere}/\text{m}^2$. Die Tubificidendichte nimmt zur Tiefe hin stark zu und erreicht in 51 - 100 m durchschnittlich $18.900 \text{ Tiere}/\text{m}^2$, in 138 m Tiefe mit $57.000 \text{ Tieren}/\text{m}^2$ ein Maximum und geht dann in 151 - 178 m auf durchschnittlich $7.200 \text{ Tiere}/\text{m}^2$ zurück. Die hohe Anzahl von $5.900 \text{ Tieren}/\text{m}^2$ in 178 m Tiefe dürfte dem Einfluss der östlich angrenzenden Argen zuzuschreiben sein.

In 2 - 10 m Tiefe werden ausschliesslich haarborstenlose, in der Tiefe von 50 - 178 m bereits zu 97 - 100 % haarborstentragende Tubificidenarten vorgefunden.

Als Begleitfauna treten mit 800 Tieren/m² vorwiegend Chironomiden-Larven bis in eine Tiefe von 33 m in Erscheinung. Vereinzelt werden auch noch Hirudineen gefunden.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1974

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 6 | 7 | 7 |
| 11 - 20 | 2 | 0,3 | 1,0 | 0,6 | 10 | 17 | 14 |
| 21 - 50 | 4 | 2,2 | 2,7 | 2,5 | 65 | 90 | 79 |
| 51 - 100 | 3 | 2,7 | 3,3 | 2,9 | 90 | 93 | 92 |
| 101 - 150 | 1 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 87 | 87 | 87 |
| 151 - 178 | 2 | 2,3 | 2,5 | 2,4 | 95 | 97 | 96 |

Im Tiefenbereich von 2 - 10 m ist der Sandgehalt der Sedimente mit 93 - 94 % sehr hoch und damit einhergehend ihr Gehalt an organischem Kohlenstoff mit 0,1 % äusserst gering. Aber schon in 21 - 50 m Tiefe macht der Silt+Ton-Anteil durchschnittlich 79 % aus und der mittlere Gehalt an organischem Kohlenstoff 2,5 %. Letzterer steigt in 51 - 100 m bis auf 2,9 % an. Das Sediment in der grössten Tiefe in 178 m enthält noch 2,5 % organischen Kohlenstoff bei 97 % Silt+Ton-Anteil.

c) Zusammenfassung

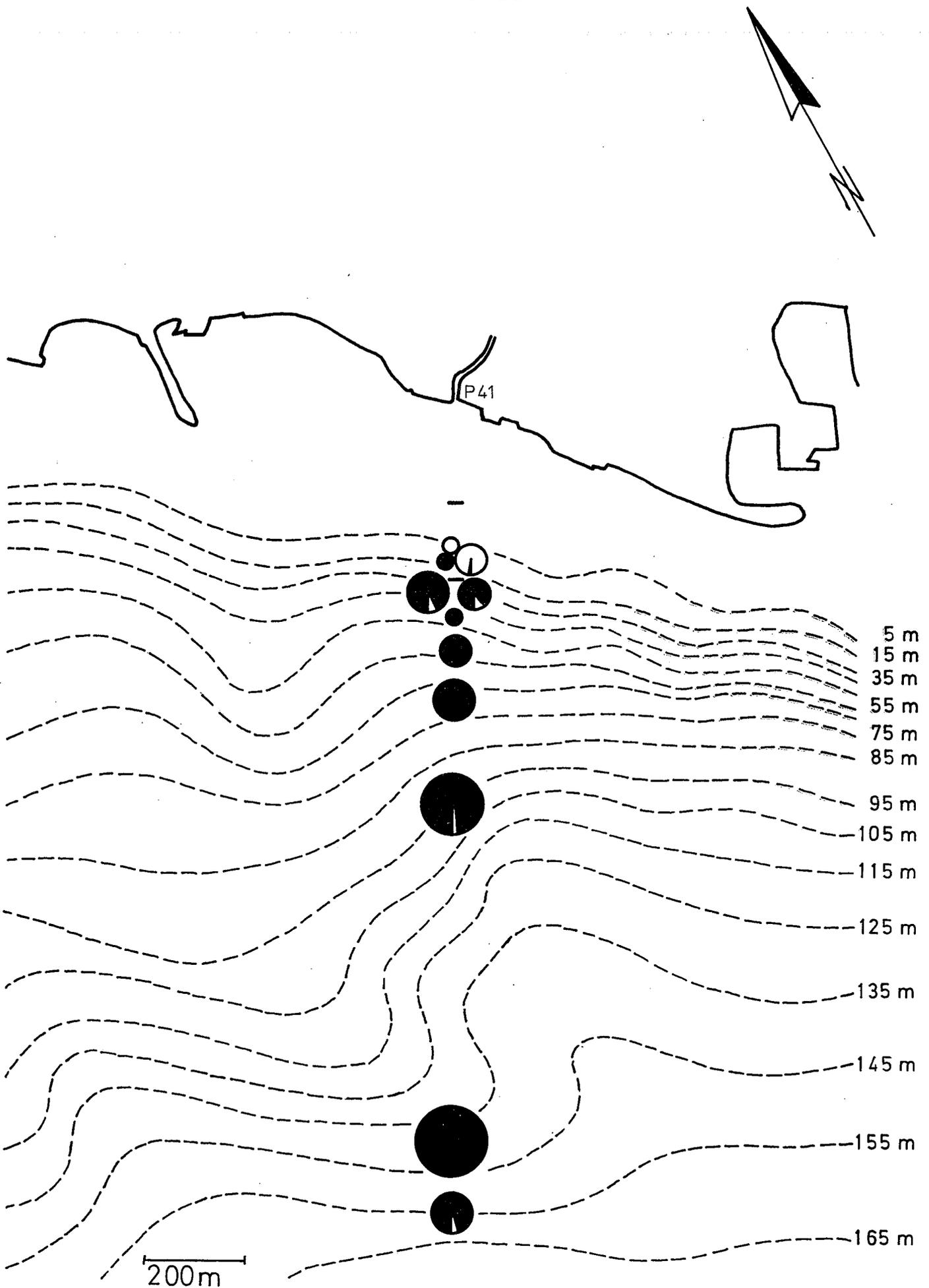
Das bereits von der Argen beeinflusste Areal weist zunächst in 2 - 10 m in Sedimenten mit sehr hohem Sand- (93 %) und einem ungewöhnlich niedrigen Gehalt an organischem Kohlenstoff eine

nur geringe Tubificidendichte von 50 Tieren/m² auf.

In einer Tiefe von 138 m wird mit 56.900 Tieren/m² eine sehr hohe Tubificiden-Besiedlung erreicht, die sich bis in 178 m Tiefe mit 5.900 Tieren/m² fortsetzt.

Mündungsgebiet Mühlbachkanal 1974

Individuendichte der Tubificiden



5.1.2.10 Mündungsgebiet Argen

Profil-Nr. 42 - 44

Die Argen bringt aus einem Einzugsgebiet von 652 km² im lang-jährigen Mittel 18,5 m³/sec Wasser östlich von Langenargen in den Bodensee-Obersee. Hiervon entfallen auf den Mühlkanal (siehe S. 112) 4 m³/sec.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1974/75

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|---------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 4 - 10 | 2 | 100 | 4.600 | 2.350 | 55 | 1.250 |
| 11 - 20 | 4 | 0 | 6.300 | 3.000 | 22 | 700 |
| 21 - 50 | 11 | 100 | 154.500 | 44.930 | 90 | 240 |
| 51 - 110 | 7 | 22.500 | 162.900 | 82.910 | 98 | 70 |
| 111 - 152 | 3 | 8.500 | 48.700 | 27.570 | 98 | 0 |
| 153 - 179 | 4 | 300 | 5.500 | 1.800 | 83 | 0 |

Die Tubificidenbesiedlung nimmt vom Ufer zur Tiefe hin zunächst sehr stark zu. Der Schwerpunkt liegt in einer Tiefe von 21 - 110 m. In 50 m Tiefe erreichen die Tubificiden mit etwa 154.000 Tieren/m² und in 103 m Tiefe mit nahezu 163.000 Tieren/m² ihre maximale Entfaltung. In grösseren Tiefen geht die Tubificidendichte wieder zurück. In 140 m Tiefe beträgt sie maximal 48.700 und in 175 m noch 5.500 Tiere/m²; in 177 - 179 m Tiefe sind noch 900 - 300 Individuen/m² zu finden.

Infolge des steilen Uferabfalls gelangen die organischen Sink-

stoffe aus der Argen rasch in grössere Tiefen, wo sie aufgrund der ungünstigen Abbaubedingungen bei niedrigen Wassertemperaturen akkumulieren. Dies ist die Ursache für das Auftreten der hohen Besiedlungsdichten im Tiefenbereich von 21 - 150 m.

Als Begleitfauna sind die Chironomiden-Larven anzuführen, die mit maximal 2.100 Tieren/m² in der ufernahen Tiefenzone von 2 - 10 m ihre grösste Dichte erreichen und dann zur Tiefe hin stark abnehmen; ab 103 m Wassertiefe sind keine Larven mehr zu finden.

Ferner treten bis zu einer Tiefe von etwa 50 m noch stellenweise Pisidium (100 - 500 Tiere/m²), Hirudineen (100 - 500 Tiere/m²), Gastropoden (bis 200 Tiere/m²) sowie vereinzelt Hydracarien und Dreissena auf.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

In 4 - 10 m Wassertiefe nahm die Tubificidendichte gegenüber 1960 - 1963 stellenweise sehr deutlich ab.

In der Tiefenzone von 11 - 20 m ging die Anzahl der Tubificiden im westlichen Mündungsbereich der Argen auf rund 1/100 der ursprünglichen Dichte zurück.

In 21 - 50 m Wassertiefe stiegen die Tubificidenzahlen im östlichen Teilgebiet ganz erheblich an. Auch im mittleren Teilabschnitt erfolgte gegenüber 1960 - 1963 eine deutliche Zunahme. Im westlichen Mündungsgebiet reduzierte sich dagegen die Tubificidendichte auf mehr als die Hälfte. Gleichzeitig nahm der Anteil der mit Haarborsten versehenen Tubificidenarten in dieser Tiefenzone zu (1960 - 1963: 78 %; 1974/75: 90 %).

In der Tiefe von 51 - 110 m erfolgte im östlichen Mündungsbereich der Argen gegenüber 1960 - 1963 ein starker Anstieg der

Tubificidendichte auf rund 163.000 Tiere/m². Dies ist die grösste im Argenmündungsgebiet ermittelte Tubificidenzahl. Im mittleren und westlichen Teil dieser Tiefenzone ist dagegen eine Abnahme zu verzeichnen.

Im Tiefenbereich von 111 - 152 m stiegen die Tierzahlen gegenüber 1960 - 1963 im östlichen Teilbereich deutlich an. Dagegen ging die Individuendichte im mittleren und westlichen Abschnitt stellenweise merkbar zurück.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1974/75

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 4 - 10 | 2 | 0,3 | 1,1 | 0,7 | 4 | 20 | 12 |
| 11 - 20 | 4 | 1,2 | 4,6 | 2,5 | 21 | 93 | 50 |
| 21 - 50 | 11 | 2,1 | 4,4 | 3,0 | 17 | 91 | 45 |
| 51 - 110 | 7 | 2,1 | 3,5 | 2,7 | 39 | 92 | 79 |
| 111 - 152 | 3 | 1,5 | 2,5 | 2,1 | 92 | 95 | 93 |
| 153 - 179 | 4 | 1,8 | 2,5 | 2,2 | 96 | 99 | 98 |

Im Gegensatz zur Uferzone deuten die Sedimente in 11 - 20 m Tiefe mit einem durchschnittlichen Gehalt von 2,5 % organischem Kohlenstoff und einem stellenweise relativ hohen Silt+Ton-Anteil auf zum Teil stärkere Ablagerungen von Sinkstoffmaterial aus der Argen hin. Dabei weist besonders das westliche Mündungsgebiet eine höhere Belastung mit organischem Kohlenstoff auf als das östliche. In 14 m Tiefe wird im westlichen Bereich der höchste im Argenmündungsgebiet auftretende Wert an organischem Kohlenstoff mit 4,6 % und gleichzeitig einem für diese Tiefe ungewöhnlich hohen Silt+Ton-Anteil von 93 % gefunden.

Der im mittleren Mündungsabschnitt in der Tiefe von 21 - 50 m noch ungewöhnlich hohe Sandanteil (67 - 76 %) gibt die Hauptschubrichtung der Argen wieder. Hier ist der Gehalt an organischem Kohlenstoff infolge Ablagerung von "grobkörnigerem" organischem Material mit 2,8 - 3,8 % noch relativ hoch.

In der Tiefenzone von 51 - 110 m wird in Fortsetzung der Mündungsrichtung der Argen grobkörniges Material abgelagert. So haben die Sedimente noch in 69 m Tiefe einen Sandgehalt von 61 %.

In 177 - 179 m Tiefe enthalten die Sedimente 96 - 99 % Silt + Ton und 1,8 - 2,5 % organischen Kohlenstoff.

d) Zusammenfassung

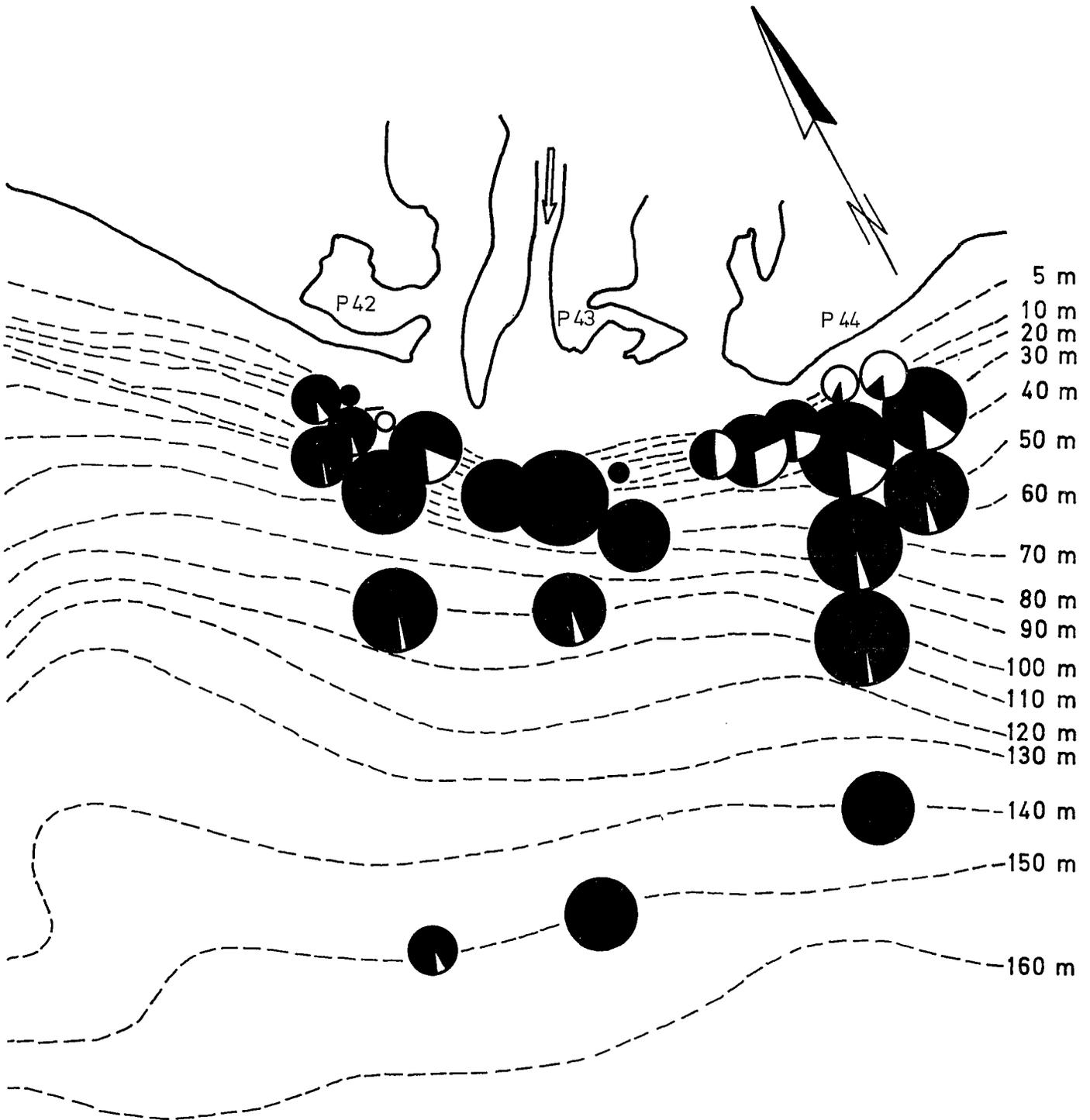
In der Tiefenzone von 4 - 10 m ist im allgemeinen die Anzahl der Tubificiden um 65 % und in der von 11 - 20 m um etwa 90 % zurückgegangen; dabei herrschen, bei niedrigem Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff, deutlich die haarborstenlosen Tubificidenarten vor.

Auch im angrenzenden Tiefenareal von 21 - 50 m ist bei einem mittleren Gehalt der Sedimente von 3 % organischem Kohlenstoff, im westlichen Teilabschnitt eine Ab- und im östlichen eine Zunahme, im allgemeinen aber ein Rückgang der Tubificiden-Individuendichte um etwa 20 % zu verzeichnen; lokal jedoch ist die maximale Dichte auf rund 150.000 Tubificiden/m² gestiegen. Dabei hat der 1960 - 1963 ohnehin schon relativ hohe Prozentanteil der Haarborsten tragenden Tubificidenarten 1974/75 noch weiter zugenommen.

Im Tiefenbereich von 51 - 110 m ist bei einem mittleren organischen Kohlenstoff-Gehalt der Sedimente von 2,7 % die Tubificiden-Individuendichte auf das Doppelte angestiegen. Besonders hohe Individuendichten treten dabei wiederum im östlichen Mün-

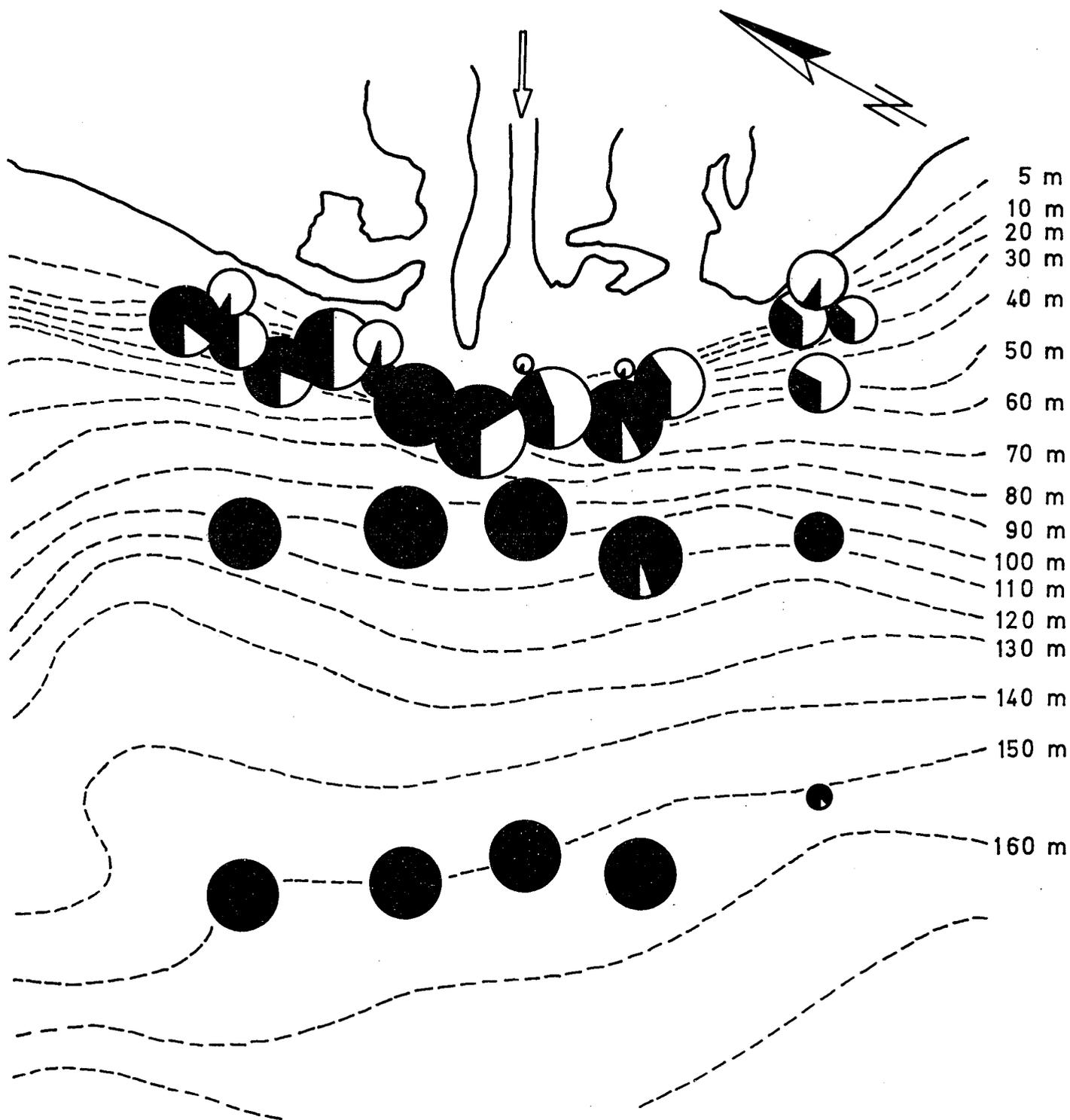
Mündungsgebiet Argen 1974/75

Individuendichte der Tubificiden



Mündungsgebiet Argen 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



200m

dungsgebiet auf.

In der Tiefe von 140 - 152 m hat sich zwar das stellenweise maximale Vorkommen ebenfalls etwas erhöht, die durchschnittliche Tubificidendichte ist jedoch gegenüber 1960 - 1963 in etwa gleich geblieben.

In den Sedimenten in 175 m Tiefe treten 1974/75 lokal bis 5.500 Tubificiden/m² auf und in den grossen Tiefen von 177 - 179 m bei einem Gehalt von 1,8 - 2,5 % organischem Kohlenstoff noch 300 - 900 Tiere/m².

5.1.2.11 Seebodenareal vor Thunau bis Nonnenhorn

Profil-Nr. 45 - 47

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im
Untersuchungsjahr 1974

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 6 | 0 | 1.200 | 530 | 53 | 670 |
| 11 - 20 | 5 | 100 | 4.500 | 1.180 | 19 | 540 |
| 21 - 50 | 14 | 200 | 18.000 | 6.710 | 49 | 830 |
| 51 - 100 | 6 | 4.400 | 25.700 | 17.530 | 92 | 100 |
| 101 - 150 | 4 | 100 | 13.300 | 5.250 | 83 | 0 |
| 151 - 173 | 1 | 800 | 800 | 800 | 75 | 0 |

In 2 - 10 m Tiefe beträgt die mittlere Tubificidenbesiedlung 530 Tiere/m². Sie erhöht sich mit zunehmender Tiefe auf 17.530 Tiere/m² in 51 - 100 m und erreicht im östlichen Teilgebiet, vor dem Thunauer-Horn, in 67 m Tiefe mit 25.700 Tieren/m² ihre stärkste Entfaltung. In der Tiefe von 101 - 150 m geht sie dann auf im Durchschnitt 5.300 Tiere/m² und in 173 m Tiefe schliesslich auf nur mehr 800 Tiere/m² zurück.

Der Anteil der Tubificidenarten mit Haarborsten ist mit 20 % besonders niedrig im Tiefenbereich von 11 - 20 m und mit 92 % am höchsten in der dichtestbesiedelten Zone von 51 - 100 m Tiefe.

Als Begleitfauna enthalten die Sedimente bis in eine Tiefe von 70 m Chironomiden-Larven, die in 21 - 50 m im Mittel 830 Tiere/m² erreichen und besonders in 21 m Tiefe vor dem Thunauer-Horn mit 2.300 Tieren/m² ein Maximum aufweisen.

Ansonsten sind vor dem Thunauer-Horn und vor Nonnenhorn noch Lamellibranchiaten (bis 700 Tiere/m²) sowie vereinzelt auch Hirudineen zu finden.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1974

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 6 | 0,4 | 1,8 | 0,9 | 5 | 48 | 25 |
| 11 - 20 | 5 | 0,5 | 1,9 | 1,4 | 10 | 99 | 74 |
| 21 - 50 | 14 | 1,0 | 2,0 | 1,4 | 77 | 99 | 95 |
| 51 - 100 | 6 | 1,1 | 2,0 | 1,6 | 98 | 99 | 99 |
| 101 - 150 | 4 | 1,2 | 1,5 | 1,4 | 97 | 99 | 98 |
| 151 - 173 | 1 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 99 | 99 | 99 |

Der Silt+Ton-Anteil beträgt im Areal vor Nonnenhorn schon in einer Tiefe von 15 m 97 % und erhöht sich dann in 51 - 100 m Tiefe allgemein auf einen mittleren Wert von 99 %.

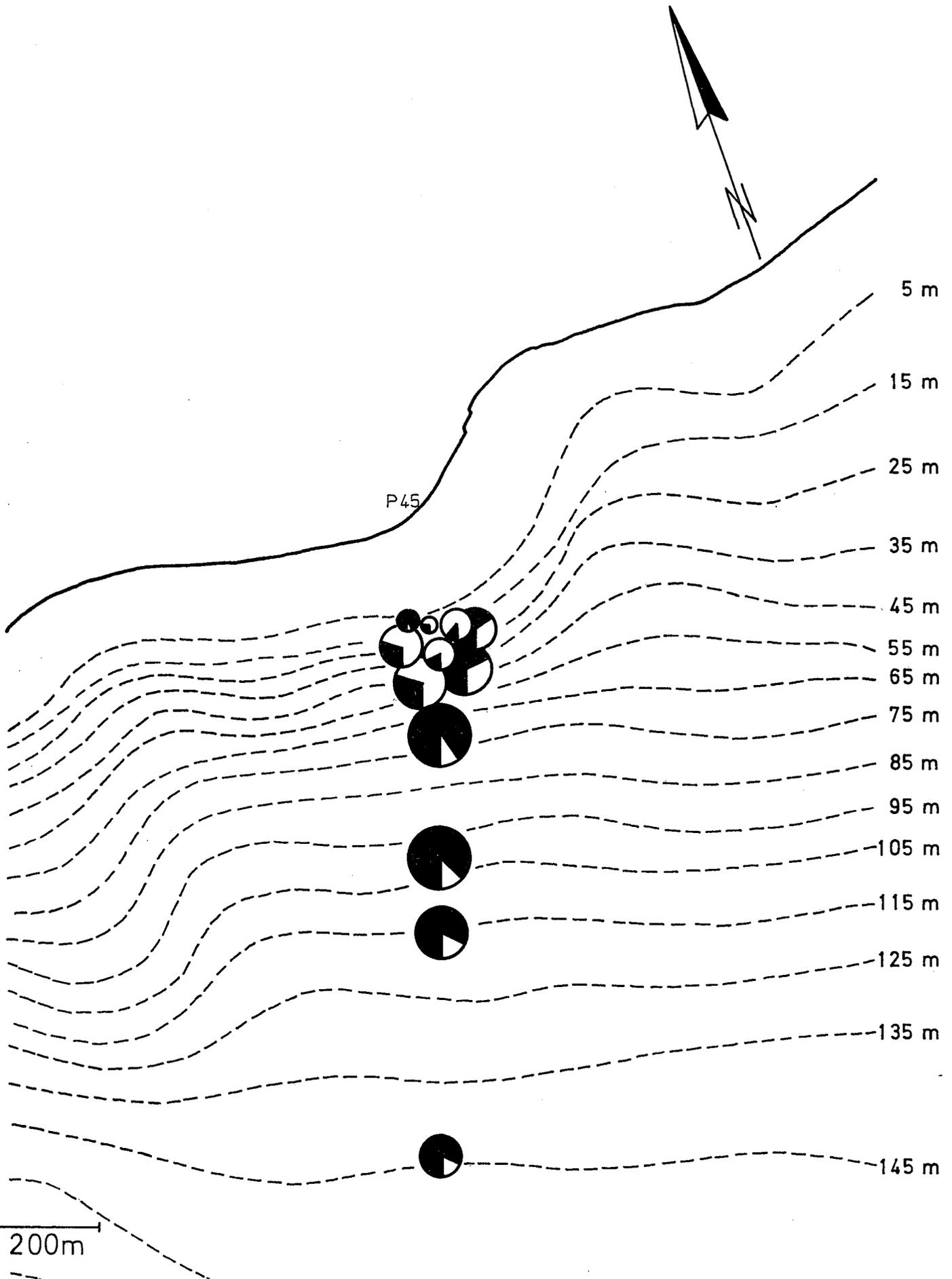
Der Gehalt an organischem Kohlenstoff der Sedimente steigt von durchschnittlich 0,9 % (2 - 10 m Tiefe) auf 1,6 % in 51 - 100 m und erreicht in 173 m Tiefe 1,7 %.

c) Zusammenfassung

Das untersuchte Areal besitzt mit 25.700 Tubificiden/m² die höchste maximale Populationsdichte in einer Tiefe von 51 - 100 m bei einem Gehalt der Sedimente von 1,6 % organischem Kohlenstoff und 99 % Silt + Ton. Dabei ist im östlichen Teilgebiet - vor dem Thunauer-Horn - die Besiedlungsdichte meist deutlich höher (Einflussbereich der westlich davon einmündenden Argen).

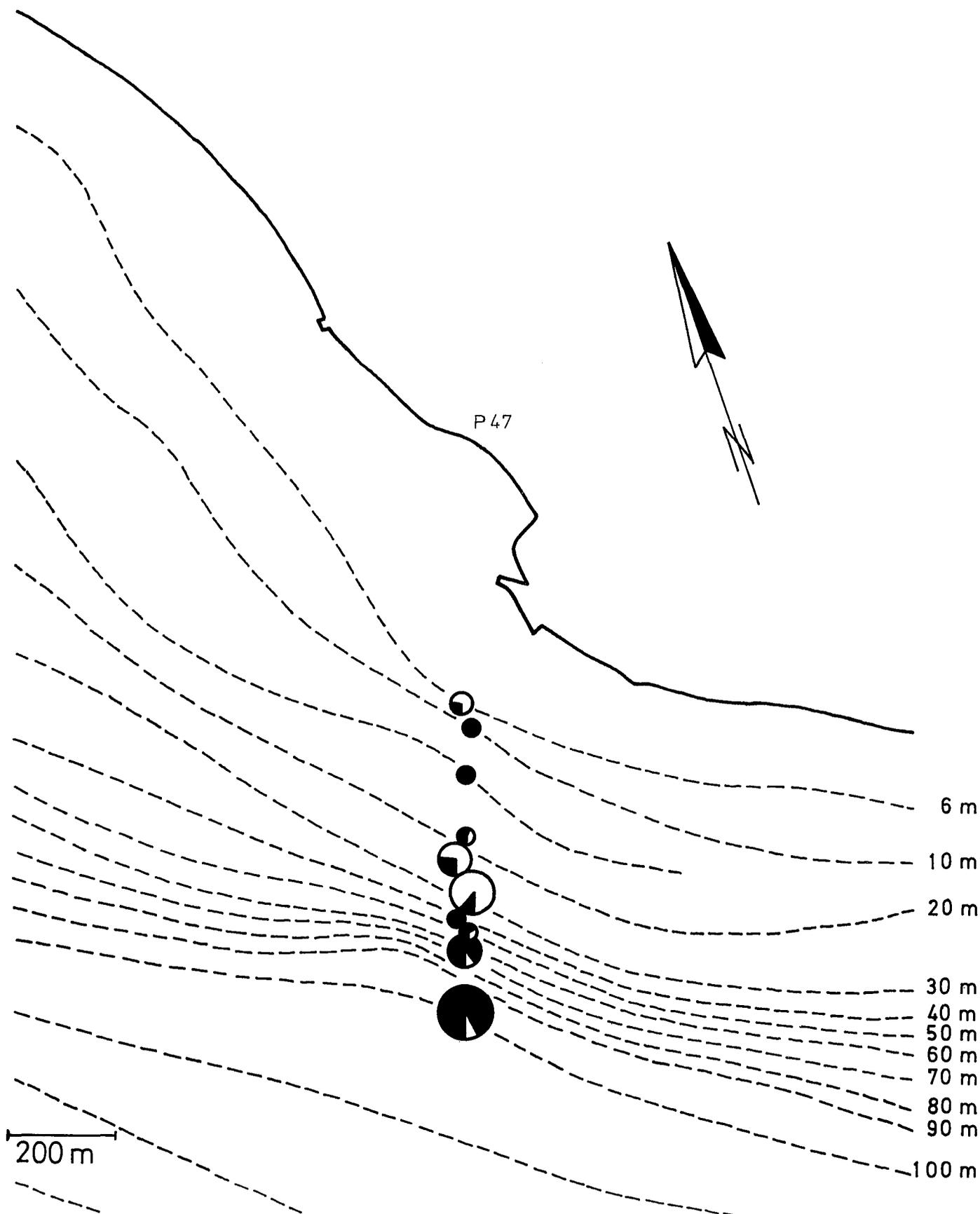
Seebodenareal vor Thunau 1974

Individuendichte der Tubificiden



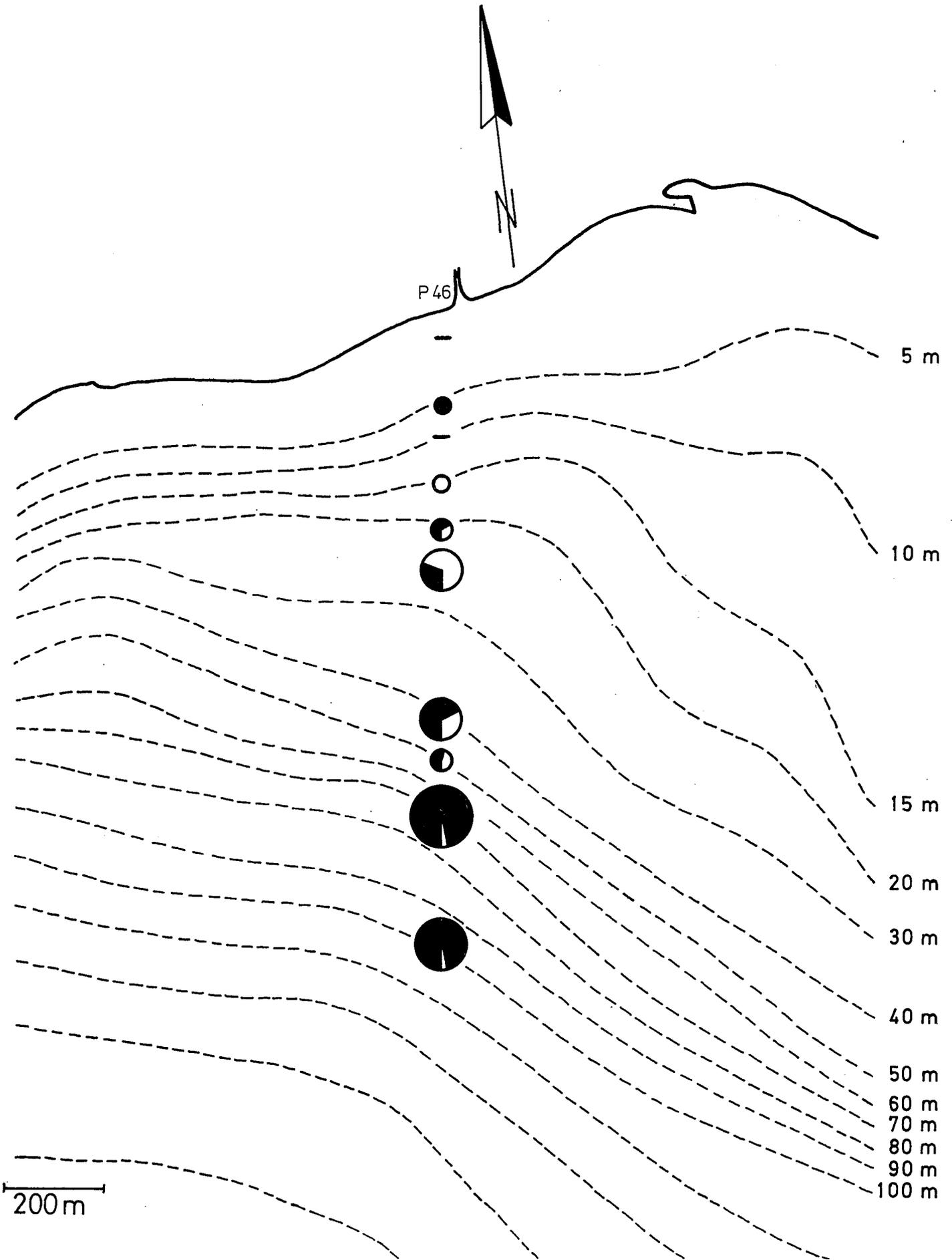
Seebodenareal vor Nonnenhorn 1974

Individuendichte der Tubificiden



Mündungsgebiet Nonnenbach 1974

Individuendichte der Tubificiden



5.1.2.12 Seebodenareal vor Wasserburg

Profil-Nr. 48

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im
Untersuchungsjahr 1974

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 2 | 0 | 200 | 100 | 33 | 950 |
| 11 - 20 | 2 | 200 | 600 | 400 | 92 | 500 |
| 21 - 50 | 5 | 0 | 6.200 | 1.500 | 55 | 340 |
| 51 - 100 | 3 | 6.300 | 20.600 | 11.200 | 98 | 0 |

Ausgehend vom schwach besiedelten engeren Uferbereich erreichen die Tubificiden mit zunehmender Tiefe in 51 - 100 m ihr Besiedlungsmaximum. So wird in 65 m Tiefe mit 20.600 Tieren/m² die vor Wasserburg höchste Individuendichte gefunden. Seewärts nimmt die Anzahl der Tubificiden wieder ab (6.700 Tiere/m² in 97 m Tiefe). Auffallend ist der relativ hohe Anteil von haarborstenlosen Tubificiden-Arten in der Zone von 21 - 50 m Tiefe.

Von der Begleitfauna sind die Mollusken zu nennen. Im flachen Uferbereich tritt in 7 m Tiefe Dreissena zahlreich auf. Stellenweise ist in 43 und 78 m Tiefe Pisidium in einer Dichte von 100 bzw. 500 Tieren/m² anzutreffen. Die Chironomiden-Larven haben in der Uferzone von 2 - 10 m mit 1.100 Tieren/m² ihre höchste Besiedlungsdichte. Sie nehmen zur Tiefe hin stark ab und kommen in der Tiefenzone von 51 - 100 m nicht mehr vor.

b) Vergleich der Tubificiden-Vorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

In 4 - 10 m Tiefe ist stellenweise ein Rückgang der Tubificidendichte zu verzeichnen.

Hingegen hat sich im anschliessenden Tiefenbereich von 11 - 20 m die Anzahl der Tubificiden zwischen den beiden Untersuchungen nicht wesentlich geändert. Es fällt jedoch auf, dass in dieser Tiefenzone der Anteil der mit Haarborsten ausgestatteten Tubificiden-Arten gegenüber früher stark zugenommen hat.

Im Tiefenareal von 21 - 50 m ist die Individuendichte gegenüber 1960 - 1963 deutlich angestiegen, unter gleichzeitiger Zunahme der haarborstentragenden Arten.

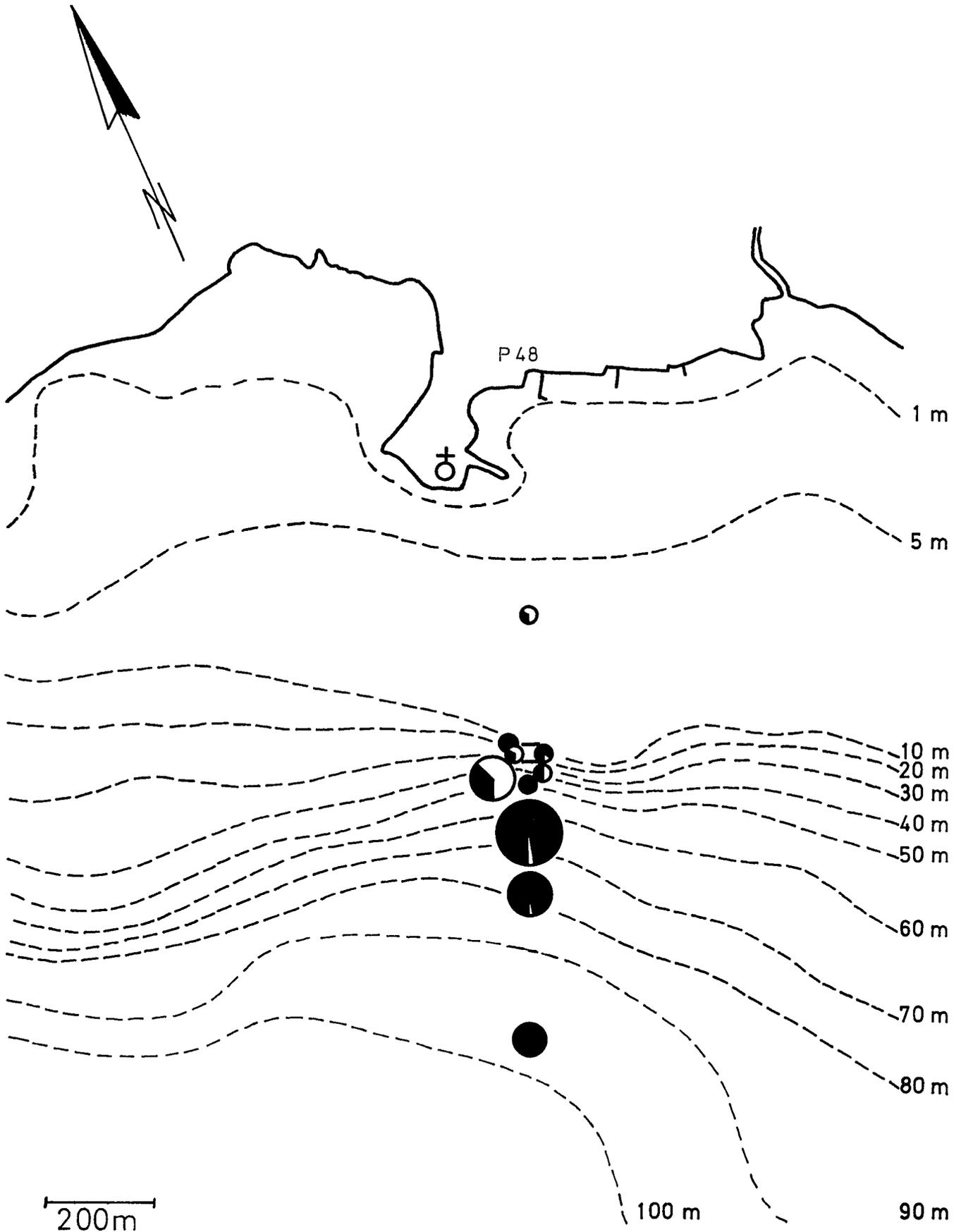
c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1974

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 2 | 0,6 | 1,1 | 0,9 | 13 | 87 | 50 |
| 11 - 20 | 2 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 99 | 99 | 99 |
| 21 - 50 | 5 | 1,1 | 1,9 | 1,5 | 99 | 99 | 99 |
| 51 - 100 | 3 | 1,6 | 2,2 | 1,9 | 99 | 99 | 99 |

Bereits ab einer Tiefe von 15 m beträgt der Silt+Ton-Anteil der Sedimente 99 % und setzt sich so einheitlich bis in 100 m Tiefe fort. Der Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff erreicht in Tiefen von 51 - 100 m nur 1,6 - 2,2 %.

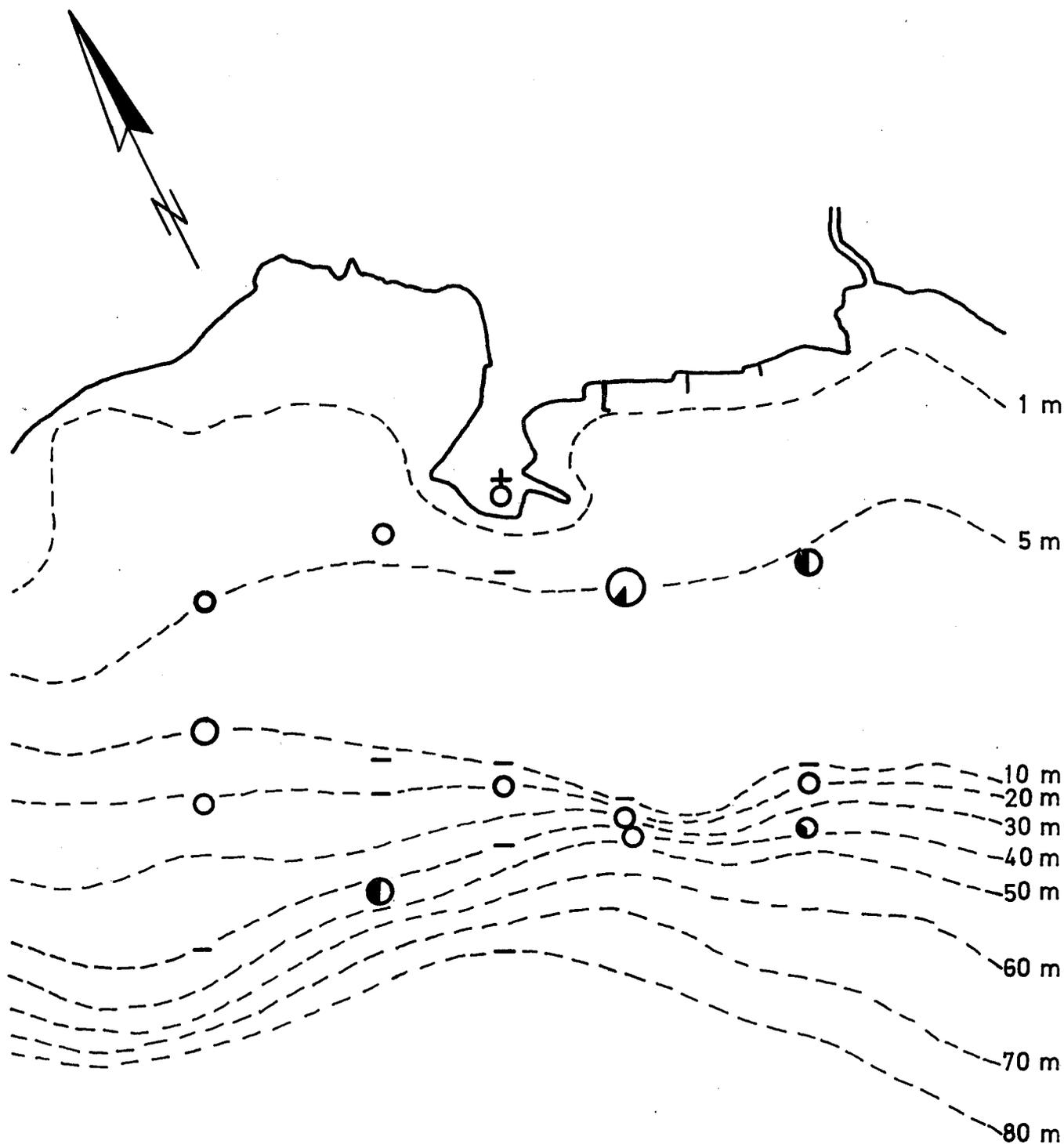
Seebodenareal vor Wasserburg 1974

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Wasserburg 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



d) Zusammenfassung

In der flachen Uferzone herrschen bei hohem Sand- und niedrigem Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff die haarborstenlosen Tubificidenarten vor. Die Individuendichte in dieser Zone ist gegenüber 1960 - 1963 stellenweise deutlich zurückgegangen. Dagegen hat sie sich im Tiefenbereich von 11 - 20 m nicht wesentlich geändert, doch hat die Artenzusammensetzung zugunsten der mit Haarborsten versehenen Tubificiden zugenommen.

Ein deutliches Ansteigen der Besiedlungsdichte ist in 21 - 50 m Tiefe zu verzeichnen.

Im Tiefenareal - nur 1974 untersucht - werden zum Teil recht hohe Individuenzahlen gefunden, so in 65 m Tiefe bei einem Gehalt an organischem Kohlenstoff von nur 1,7 % mehr als 20.000 Tubificiden/m². In 97 m Tiefe sind noch 3.000 Tiere/m² anzutreffen.

5.1.2.13 Seebodenareal vor Wasserburg-Ost bis Lindau-Eichwald

Profil-Nr. 49 - 53

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1974/75

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|---------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 11 | 100 | 1.000 | 680 | 49 | 660 |
| 11 - 20 | 14 | 0 | 6.400 | 2.360 | 32 | 660 |
| 21 - 50 | 28 | 100 | 69.800 | 15.080 | 59 | 460 |
| 51 - 93 | 11 | 100 | 107.000 | 38.750 | 94 | 80 |

Beginnend mit einer relativ geringen mittleren Individuendichte von 680/m² in der Tiefenzone von 2 - 10 m nimmt die Anzahl der Tubificiden zur Tiefe hin stark zu und erreicht in der Zone von 21 - 50 m Tiefe im Durchschnitt 15.000 Tiere/m². Eine weitere Zunahme erfährt die Besiedlungsdichte im Tiefenareal von 51 - 93 m vor Wasserburg-Ost mit 52.900 Tieren/m², vor Lindau-Hafen mit 76.300 Tieren/m² und erreicht mit 107.000 Tieren/m² in 64 m Tiefe vor dem Lindauer Strandbad das Maximum.

Vor Wasserburg-Ost geht die Besiedlungsdichte mit 24.800 in 93 m Tiefe wieder deutlich zurück.

Erst in der Tiefenzone von 21 - 50 m beginnt der Anteil der Tubificidenarten mit Haaborsten etwas zu überwiegen und erreicht dann in 50 - 93 m mit 94 % einen hohen Anteil.

Die Begleitfauna setzt sich in der Hauptsache aus Chironomiden (bis 70 m Tiefe) und Lamellibranchiaten (bis 60 m) zusammen. Die mittlere Besiedlungsdichte der Chironomiden-Larven beträgt

in der Tiefenzone von 2 - 20 m 660 Tiere/m² und erreicht vor Wasserburg-Ost in 30 m Tiefe 2.400 Tiere/m².

Die Lamellibranchiaten finden sich von Bad Schachen bis Lindau-Hafen und besonders vor der Lindauer-Ach-Mündung (bis zu 1.100/m² in 42 m Tiefe).

Ferner enthalten die Sedimente stellenweise Gastropoden (bis 300 Tiere/m²), Hydracarinien (bis 200 Tiere/m²) und vereinzelt Turbellarien und Nematoden.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1974/75

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 11 | 0,3 | 2,1 | 1,0 | 25 | 99 | 71 |
| 11 - 20 | 14 | 0,7 | 1,8 | 1,2 | 95 | 99 | 99 |
| 21 - 50 | 28 | 0,7 | 2,4 | 1,3 | 99 | 99 | 99 |
| 51 - 93 | 11 | 1,0 | 1,7 | 1,3 | 99 | 99 | 99 |

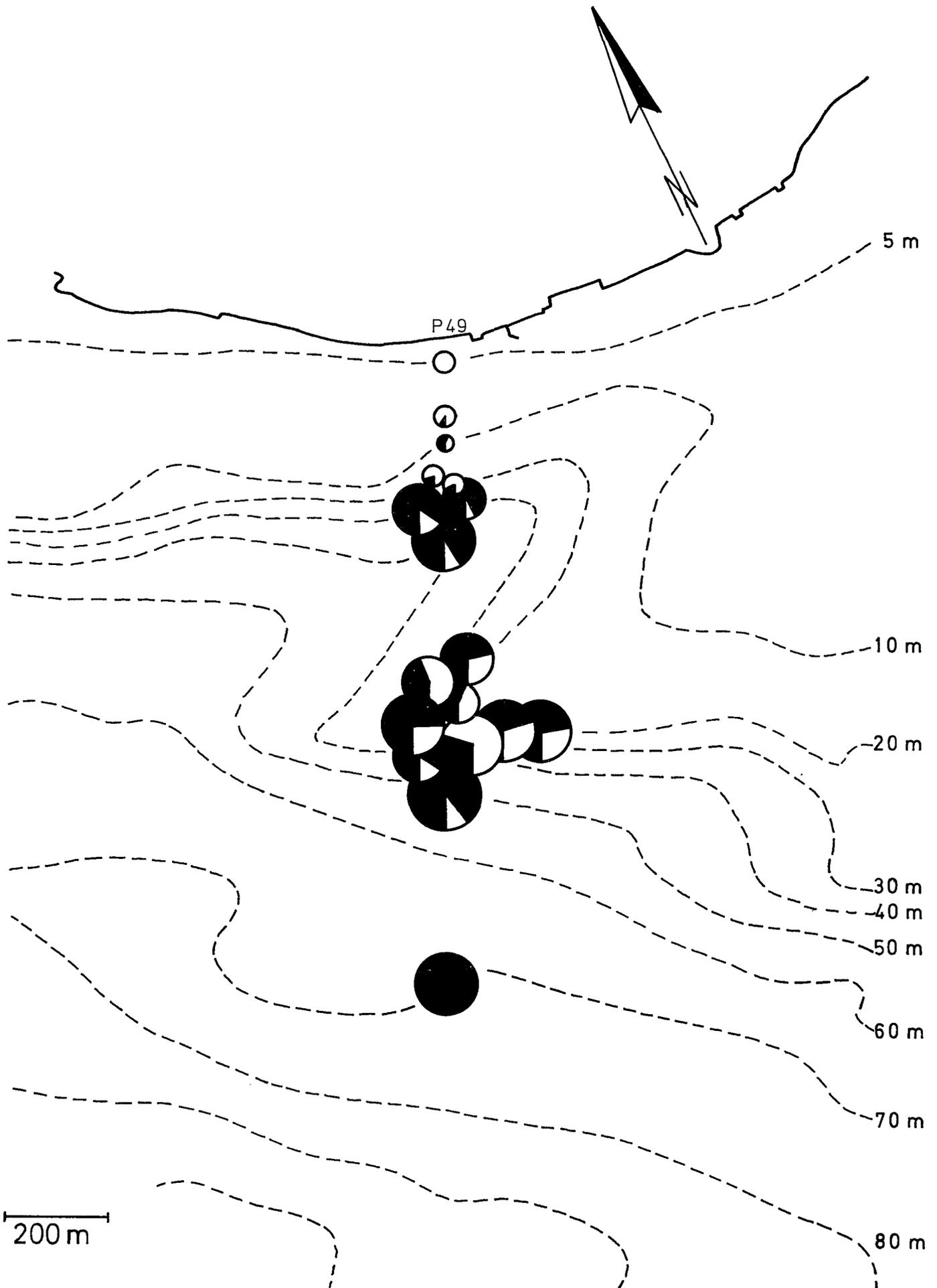
Der Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff erfährt bis zur grössten Tiefe hin nur eine verhältnismässig geringe Steigerung (1,0 % in 2 - 10 m, 1,3 % ab 21 m Tiefe). Sehr hoch ist der Anteil der Sedimente an Silt + Ton; zum Teil beträgt er schon ab 11 m Wassertiefe bis in die grösste Tiefe von 93 m 99 %.

c) Zusammenfassung

Das Untersuchungsgebiet hat in der Flachwasserzone eine relativ geringe Tubificidenbesiedlung von im Mittel 680 Tieren/m², bei einem mittleren Gehalt der Sedimente von 1 % organischem Kohlenstoff. In der Tiefenstufe von 21 - 50 m Tiefe steigt die Anzahl der Tubificiden stark an und erreicht im Durchschnitt 15.000 Tiere/m². In 63 m Tiefe findet sich das Maximum mit 107.000 Tieren/m² vor Lindau-Eichwald. Dabei beträgt der mittlere Anteil der Sedimente an organischem Kohlenstoff 1,3 % und der Silt+Ton-Anteil 99 %.

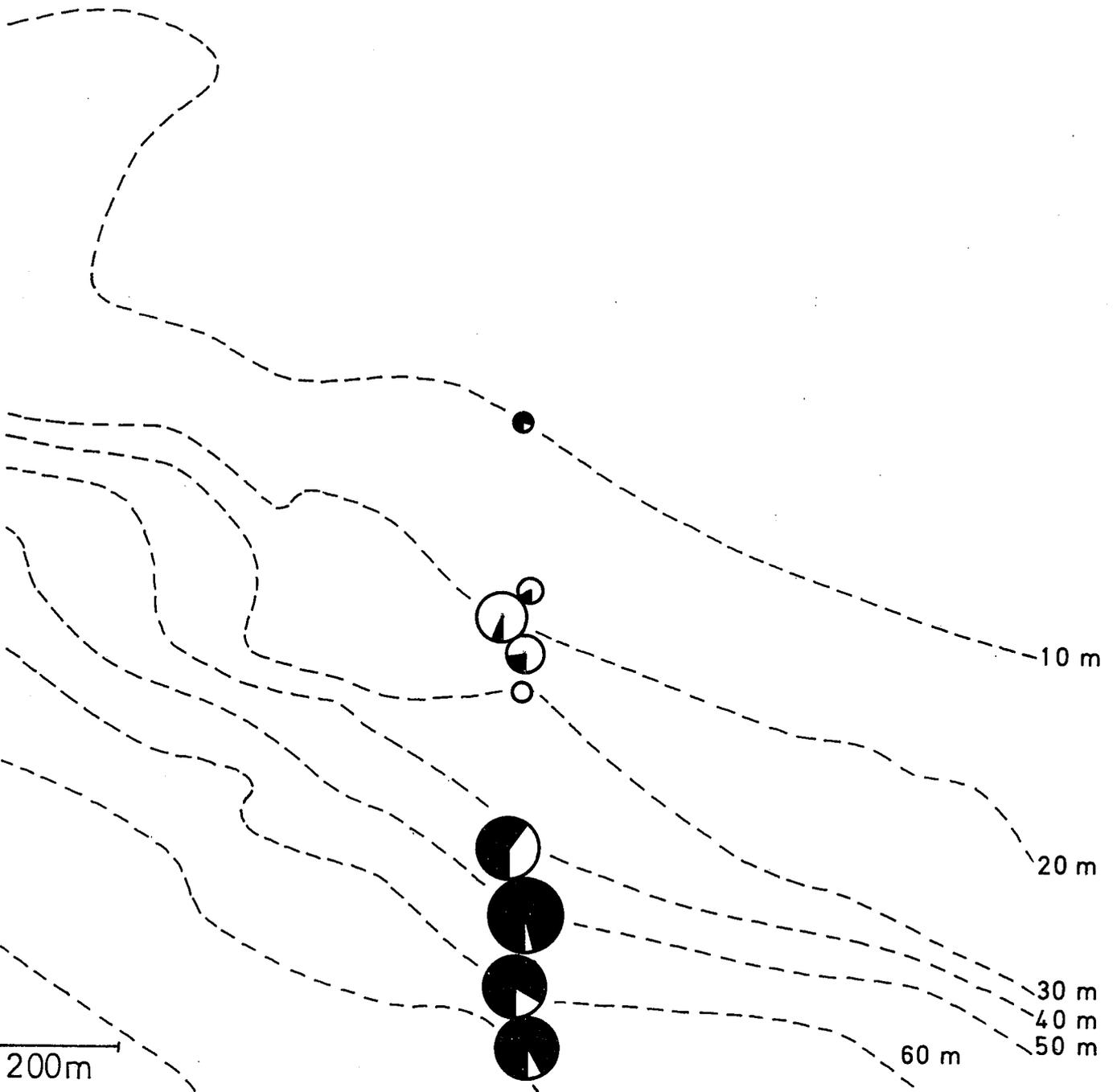
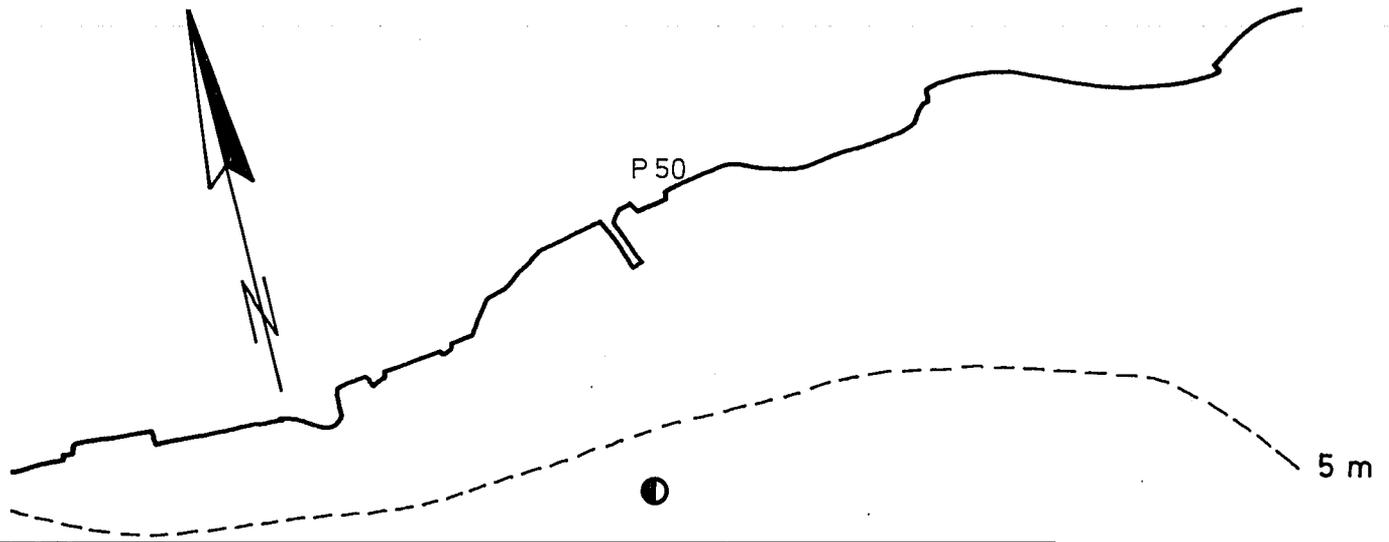
Seebodenareal vor Wasserburg-Ost 1975

Individuendichte der Tubificiden



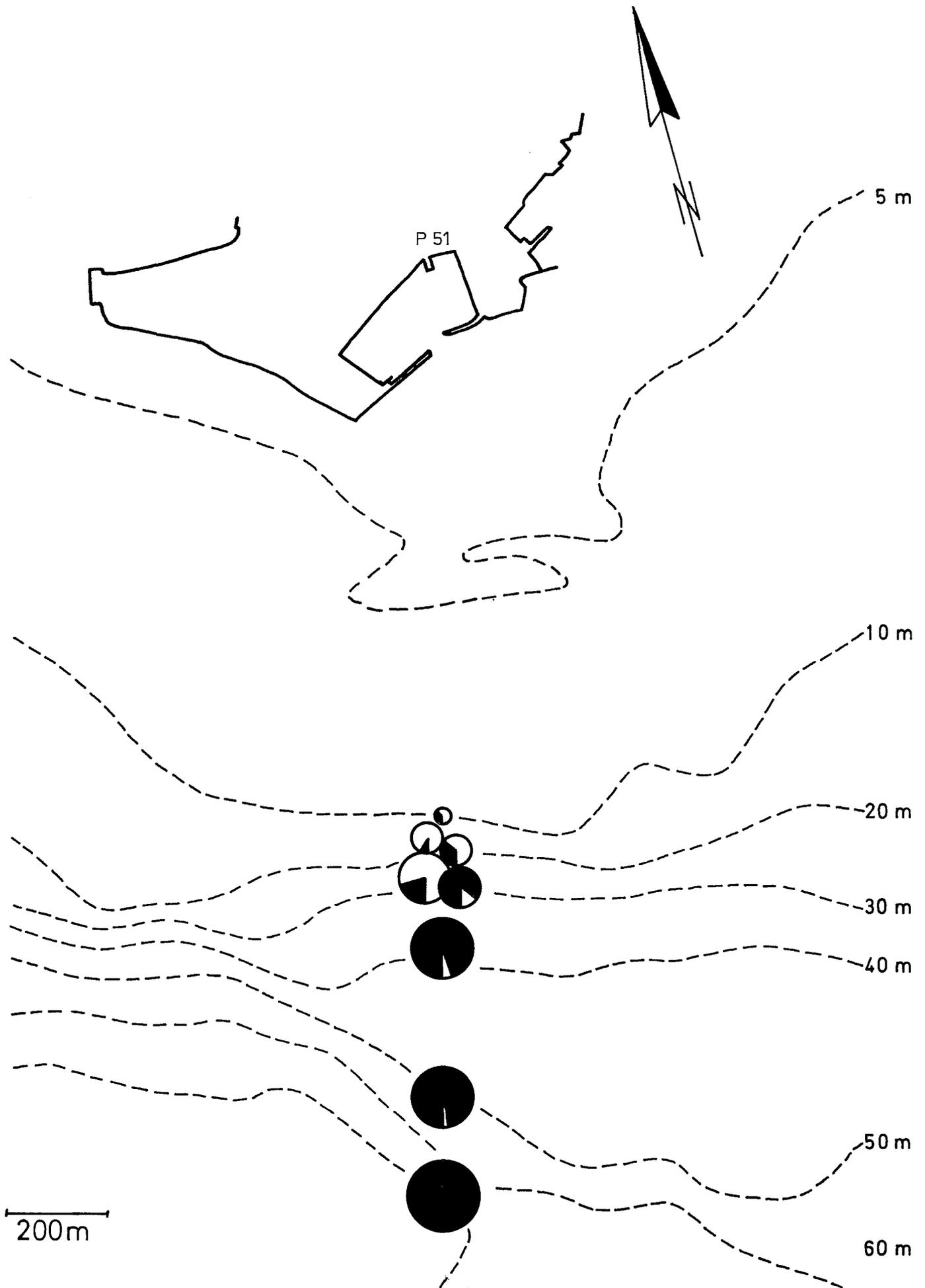
Seebodenareal vor Bad Schachen 1974

Individuendichte der Tubificiden



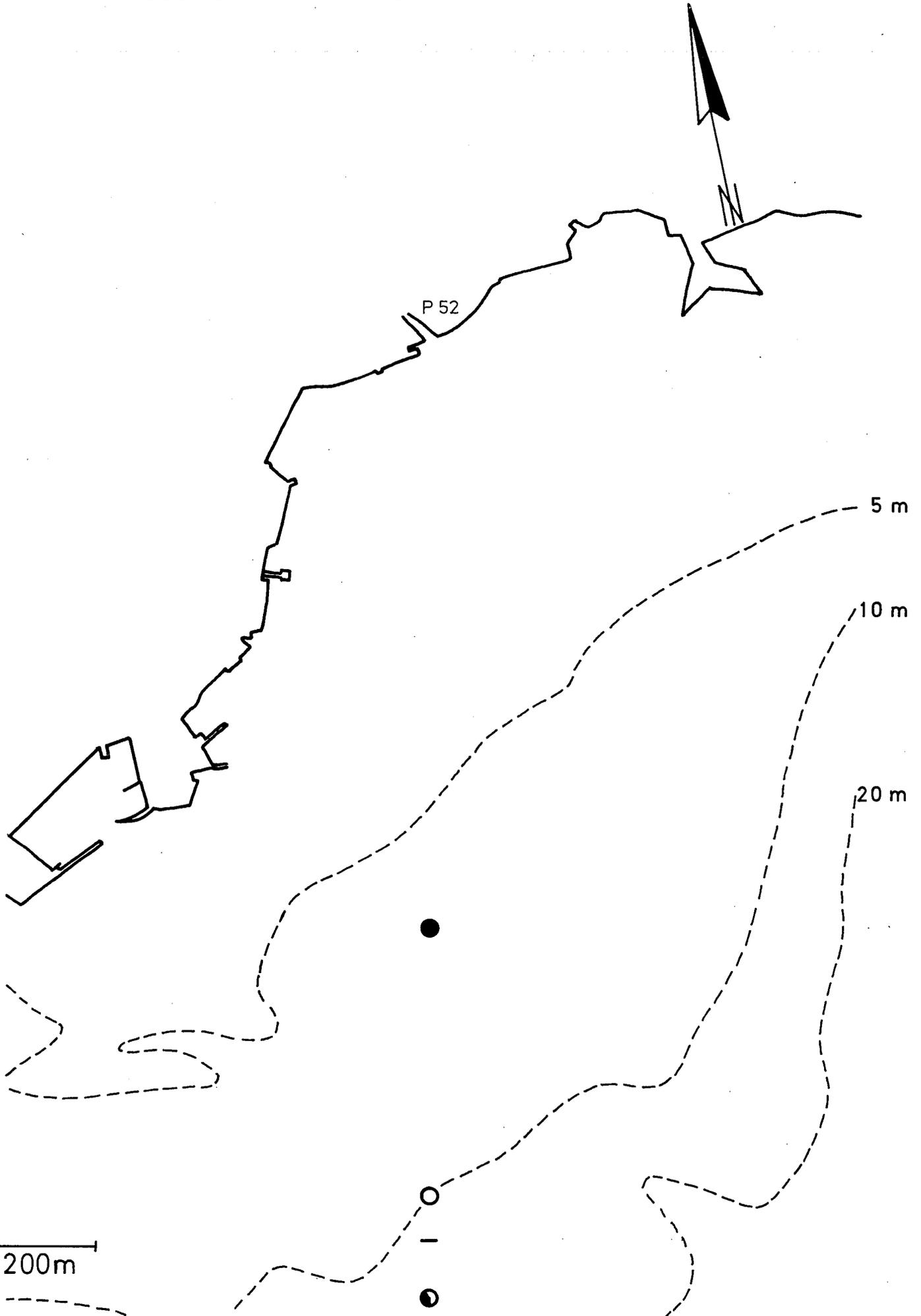
Seebodenareal vor Lindau - Hafen 1974

Individuendichte der Tubificiden



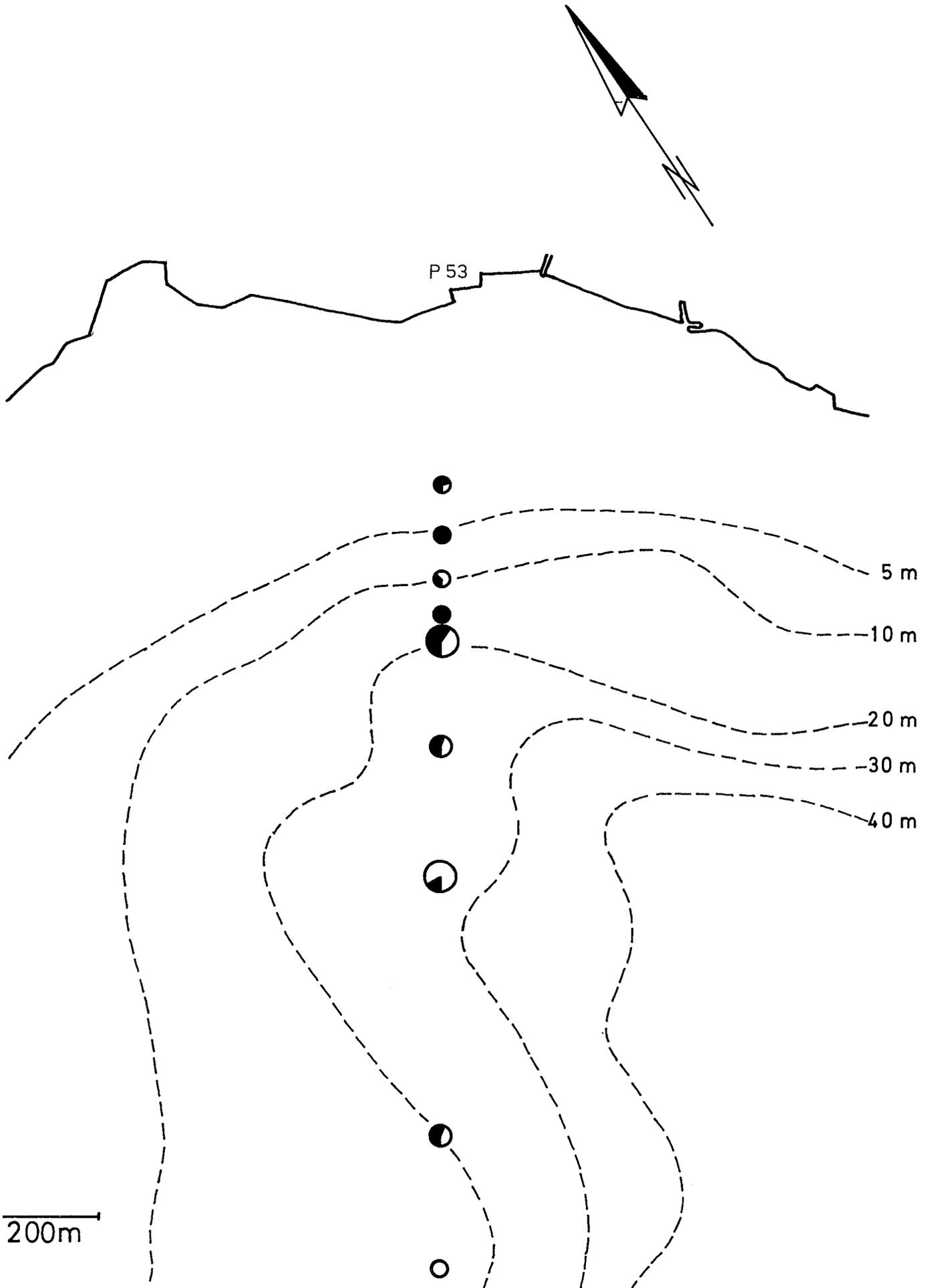
Mündungsgebiet Lindauer Ach 1974

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Lindau-Eichwald 1975

Individuendichte der Tubificiden



5.1.2.14 Mündungsgebiet Leiblach

Profil-Nr. 54 - 56

Die Leiblach hat ein Einzugsgebiet von 102 km² und eine mittlere jährliche Wasserführung von 2,5 m³/sec. Sie mündet an der Grenze zwischen Oesterreich und Deutschland im Norden der Bregenzer Bucht in den Bodensee.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1974/75

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden- Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|--------------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 6 | 300 | 7.000 | 1.820 | 14 | 1.080 |
| 11 - 20 | 5 | 1.100 | 7.400 | 4.820 | 52 | 440 |
| 21 - 50 | 15 | 1.400 | 44.300 | 22.880 | 74 | 330 |
| 51 - 62 | 3 | 22.400 | 41.300 | 34.770 | 93 | 100 |

Die Besiedlungsdichte der Tubificiden ist im Mündungsbereich der Leiblach in 2 - 6 m Tiefe mit 400 - 1.400 Tieren/m² relativ gering. Sie nimmt aber mit zunehmender Wassertiefe, besonders ab 21 - 35 m, stark zu und weist im tieferen Bereich ein ähnliches Bild auf wie der südliche Teil der Bregenzer Bucht. Das höchste Tubificidenvorkommen findet sich in 46 m Tiefe mit 44.300 Tieren/m².

Ab einer Tiefe von 25 m überwiegen im allgemeinen die Tubificiden mit Haarborsten und erreichen in den tieferen Zonen im Mittel einen Anteil von 93 %.

Unter der Begleitfauna sind besonders die Chironomiden zu er-

wähnen. Im Flachuferbereich kommen bis zu 2.400 Tiere/m² vor; zur Tiefe hin nehmen sie stark ab. Ebenfalls im Uferbereich finden sich stellenweise Gastropoden (bis 1.000 Tiere/m²) und Hydracarinien (bis 300 Tiere/m²) sowie vereinzelt Turbellarien und Hirudineen.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

In 2 - 6 m Tiefe ist gegenüber 1960 - 1963 stellenweise eine deutliche Abnahme der Individuendichte zu verzeichnen.

Ab etwa 40 m Wassertiefe - im westlichen Randbereich schon bei 24 m Tiefe beginnend - erhöhte sich die Tubificidendichte dagegen zum Teil ganz erheblich (von 0 - 9.000 auf 16.000 - 44.000 Tiere/m²).

Die Relation der Tubificiden mit und ohne Haarborsten hat sich im gesamten Untersuchungsgebiet vor der Leiblach gegenüber den Untersuchungsbefunden von 1960 - 1963 nicht wesentlich verändert.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1974/75

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 6 | 0,6 | 3,4 | 1,3 | 3 | 39 | 20 |
| 11 - 20 | 5 | 1,6 | 2,5 | 1,9 | 57 | 93 | 85 |
| 21 - 50 | 15 | 1,1 | 2,0 | 1,5 | 69 | 99 | 90 |
| 51 - 62 | 3 | 1,3 | 1,7 | 1,5 | 85 | 99 | 90 |

Mit Ausnahme des für 10 m Wassertiefe hohen Wertes von 3,4 % im östlichen Mündungsbereich beträgt der Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff in der Zone von 2 - 10 m 0,6 - 1,1 %; bei einem relativ hohen Sandgehalt (im Mittel 80 %).

In 11 - 20 m Tiefe ist der Gehalt an organischem Kohlenstoff deutlich höher und schwankt zwischen 1,6 und 2,5 %, um dann in der Tiefenzone von 20 - 62 m auf durchschnittlich 1,5 % abzunehmen.

Selbst an den tiefsten Stellen erreicht der Silt+Ton-Anteil im Mittel nur 90 %; dabei ist er allgemein im westlichen Areal deutlich höher als im östlichen.

d) Zusammenfassung

In 2 - 10 m Tiefe werden bei einem hohen Sandgehalt der Sedimente (80 %) im Mittel 1.800 Tubificiden/m² (meist haarborstenlose Tiere) vorgefunden. Gegenüber 1960 - 1963 ist die Tubificiden-Besiedlungsdichte in dieser Tiefenzone meist gleich geblieben und nur stellenweise um das 3 - 4fache zurückgegangen.

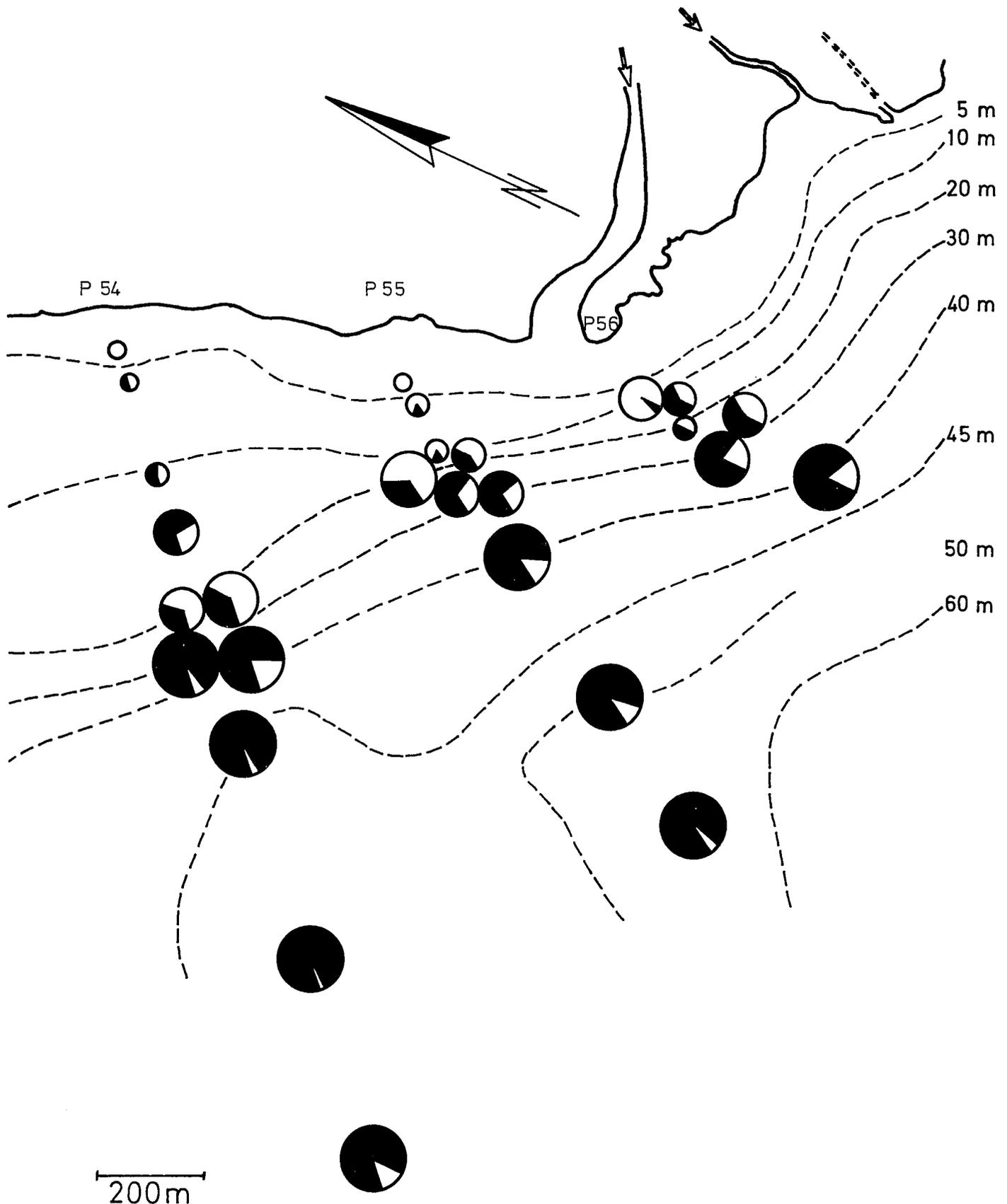
Mit zunehmender Tiefe nimmt auch die Individuendichte der Tubificiden zu; dabei überwiegen deutlich die Arten mit Haarborsten. So beträgt die Anzahl der Tubificiden in 11 - 20 m Tiefe durchschnittlich 4.800 Tiere/m²; sie steigt in 21 - 62 m Tiefe sprunghaft auf 22.000 - 35.000 Tiere/m² an und erreicht in 41 m Tiefe mit 44.000 Tieren/m² ihr Maximum.

Im Vergleich mit der Untersuchung von 1960 - 1963 hat damit im Tiefenbereich von 21 - 62 m die Individuendichte im Mittel um das 7 - 8fache zugenommen.

Dabei ist hier der durchschnittliche Gehalt der Sedimente, die einen Silt+Ton-Anteil von im Mittel 90 % aufweisen, an organischem Kohlenstoff mit 1,5 % gegenüber einem von 1,3 % im rela-

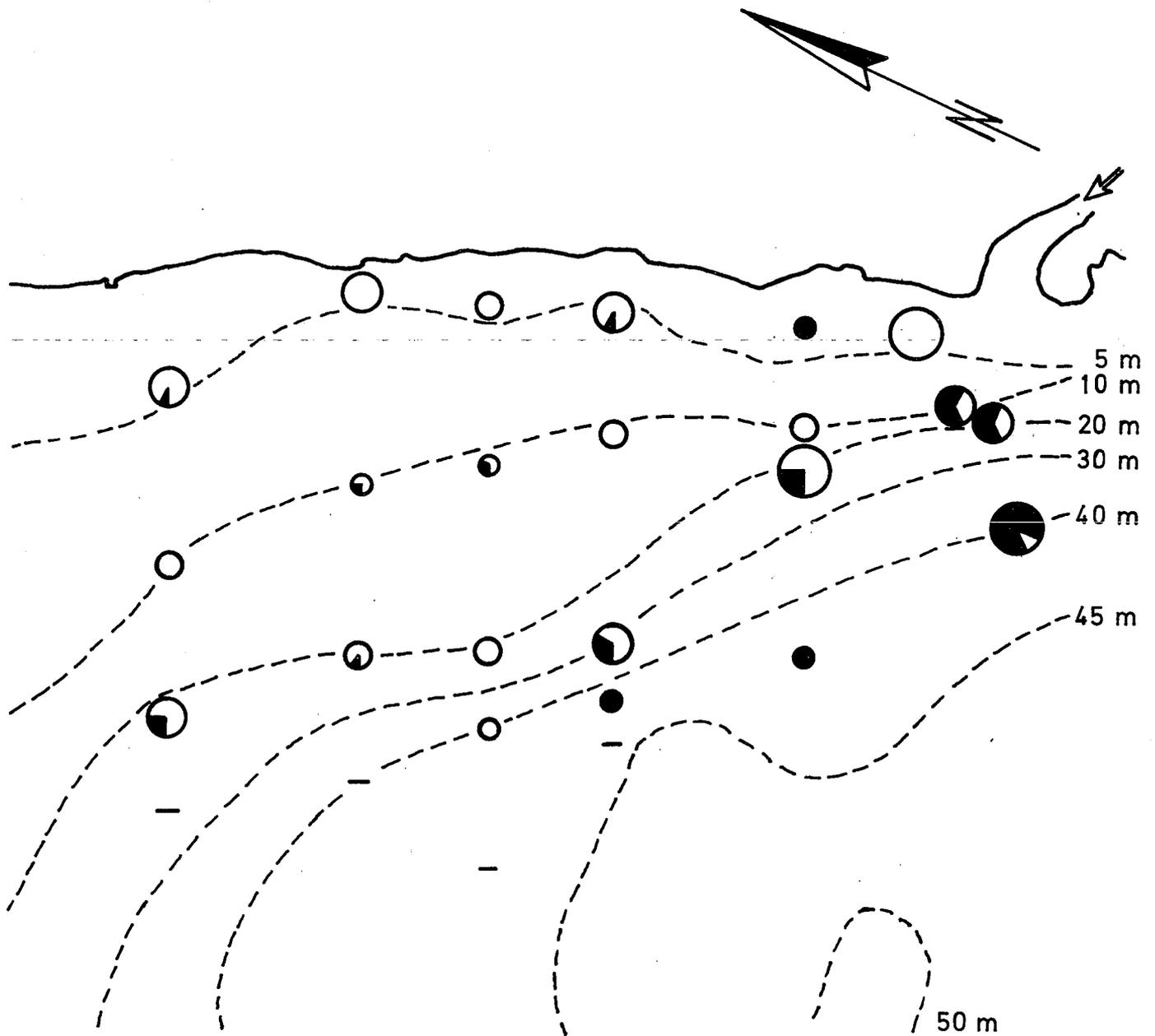
Mündungsgebiet Leiblach 1975

Individuendichte der Tubificiden



Mündungsgebiet Leiblach 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



200m

tiv schwach besiedelten Uferbereich nicht wesentlich höher.

Die Chironomiden erreichen in 2 - 10 m Tiefe mit durchschnittlich 1.000 Larven/m² ihr maximales Vorkommen vor der Leiblach-Mündung.

5.1.2.15 Zusammenfassung: Obersee-Nord

Die Individuendichte der Tubificiden weist die östliche Hälfte des nördlichen Oberseeteils, mit den Zuflüssen Schussen, Argen und Leiblach, als stark belastet aus. Die Besiedlungsmaxima sind mit rund 48.000 Tieren/m² im Schussenmündungsbereich, 72.000 vor Langenargen, 163.000 im Argenmündungsbereich, 107.000 vor Lindau (Einflussbereich Bregenzer Ach) und mit 44.000 Tieren/m² vor der Leiblachmündung sehr hoch. Diese hohen Populationsdichten treten vorwiegend in einer Tiefe von etwa 30 - 100 m auf. Auch die mittlere Individuendichte liegt in der Mehrzahl der Fälle im östlichen Teil zwischen etwa 2.000 - 40.000 Tieren/m². Dagegen zeigt die westliche Hälfte, von Meersburg bis Eriskirch reichend, mit maximalen Besiedlungsdichten von rund 6.500 Tieren/m² vor Hagnau, 6.100 vor der Rotach und mit 8.500 Tieren/m² vor Eriskirch (wobei letztere schon teilweise von der Schussen beeinflusst wird) sowie mit einer mittleren Dichte von etwa 500 - 2.000 Tieren/m² in der Mehrheit der Fälle, eine wesentlich geringere Belastung an, als der östliche Teil.

Im zentralen tiefen Teil des Obersees (200 - 252 m) auf der Höhe von Immenstaad bis Höhe Langenargen beträgt die durchschnittliche Individuendichte etwa 400 Tubificiden/m², lokal können aber vereinzelt bis zu 1.400 - 1.500 Tiere/m² vorkommen. Im westlichen Abschnitt von Meersburg bis Kippenhorn geht im allgemeinen die Individuendichte der Tubificiden vom Ufer zur Tiefe hin zurück. Beginnend ab Friedrichshafen und im östlichen Abschnitt sehr deutlich ausgeprägt steigt die Populationsdichte vom Ufer her zunächst an, erreicht in 30 - 100 m ein Maximum und fällt dann, soweit das Untersuchungsprofil noch in grössere Tiefe reicht, wieder ab.

Sowohl im östlichen als auch im westlichen Abschnitt überwiegen ab etwa 21 - 50 m Tiefe die Tubificiden mit Haarborsten; ihr Anteil wächst zur Tiefe hin vielfach bis auf 90 - 100 % an.

Im Vergleich zur Untersuchung von 1960 - 1963 ist in ufernahen Arealen (4 - 10 m Tiefe) vor der Rotach, der Schussen, vor Langenargen, vor der Argen sowie vor Wasserburg und der Leiblach und auch stellenweise in 11 - 50 m Tiefe vor der Argen ein meist deutlicher Rückgang zu verzeichnen. Dagegen hat die Besiedlung vor der Schussen stellenweise in 11 - 50 m Tiefe, vor Langenargen in 21 - 60 m Tiefe, vor der Argen lokal in 51 - 100 m Tiefe, vor Wasserburg in 21 - 50 m Tiefe sowie vor der Leiblachmündung ab 40 m Tiefe teilweise erheblich zugenommen.

Ferner zeigt sich im Gegensatz zu 1960 - 1963 in Seemitte eine fast durchgehende Besiedlung von etwa 200 - 900 Tieren/m².

Vielfach überwiegt der Silt+Ton-Anteil der Sedimente schon ab 11 - 20 m Tiefe und steigt bis auf 94 - 100 % in den grössten Tiefen an.

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff ist im ufernahen Bereich mit durchschnittlich 0,1 - 1,3 % am niedrigsten, er nimmt in der Regel zur Tiefe hin bis auf im Mittel 1,7 - 3,1 % zu. Lokale maximale Werte von 4,4 und 4,6 % organischem Kohlenstoff wurden vor der Argen in 14 und 39 m Tiefe ermittelt.

Eine Korrelation zwischen der Individuendichte der Tubificiden und dem jeweiligen Gehalt an organischem Kohlenstoff lässt sich im allgemeinen nicht herstellen.

5.1.3 Bregenzer Bucht bis Wetterwinkel

5.1.3.1 Seebodenareal Bregenzer Bucht

Profil-Nr. 56 - 64

Die etwas mehr als 60 m Wassertiefe aufweisende Bregenzer Bucht wird zwischen Mehrerau und Lindau durch eine unterseeische Bodenschwelle, die mehr als 20 m Höhe erreicht, vom übrigen Bodensee getrennt. In diese Bucht münden neben dem Grenzfluss Leiblach (Einzugsgebiet 102,4 km²; MQ 2,6 m³/s) der Leiblachkanal (MQ 0,35 m³/s) und einige kleinere Bäche. Die Bucht wird weitgehend auch von der Bregenzer Ach und dem Alpenrhein beeinflusst.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1974 - 1976

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 14 | 100 | 7.000 | 3.000 | 27 | 2.700 |
| 15 | 9 | 500 | 9.600 | 3.400 | 41 | 1.600 |
| 20 | 9 | 1.400 | 15.100 | 6.600 | 50 | 1.500 |
| 25 | 9 | 5.100 | 19.400 | 12.200 | 47 | 1.000 |
| 30 | 9 | 9.000 | 32.000 | 18.600 | 56 | 1.000 |
| 40 | 9 | 9.400 | 44.900 | 24.300 | 78 | 400 |
| 50 | 9 | 16.000 | 41.300 | 26.000 | 89 | 100 |
| 60 | 9 | 14.900 | 54.800 | 36.000 | 98 | 100 |

Wie aus obiger Tabelle ersichtlich ist, nimmt die Tubificidenbesiedlung mit der Wassertiefe kontinuierlich zu; wobei mit zu-

nehmender Wassertiefe auch die Anzahl der Tubificiden mit Haarborsten prozentuell stark ansteigt. Das Tubificidenmaximum wurde in 60 m Tiefe mit 54.800 Tieren/m² gefunden.

Begleitfauna: Unterschiedlich zu den Tubificiden verringert sich mit steigender Wassertiefe die Anzahl der Chironomiden-Larven/m². Ihr Maximum wurde in 10 m Tiefe mit 8.300 Tieren/m² festgestellt.

In grösserer Zahl wurden in der Bregenzer Bucht auch Lamellibranchiaten (*Pisidium* sp., *Dreissena polymorpha*) gefunden. In geringerer Anzahl waren in den Proben Hirudineen (*Helobdella stagnalis* u.a.) und Ephemeropteren-Larven der Gattung *Caenis* zu finden.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen in den Jahren 1974 - 1976 mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Die Besiedlung mit Tubificiden ist bis 15 m Wassertiefe ungefähr gleich geblieben. In grösseren Seetiefen hat jedoch die Anzahl der Tiere zwischen Anfang der Sechzigerjahre und Mitte der Siebzigerjahre um ein Mehrfaches zugenommen.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1974 - 1976

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| bis 10 | 13 | 0,2 | 3,4 | 1,0 | 7 | 72 | 42 |
| 15 | 9 | 0,4 | 2,1 | 1,2 | 15 | 78 | 47 |
| 20 | 9 | 0,9 | 1,4 | 1,0 | 32 | 84 | 60 |
| 25 | 9 | 1,0 | 1,5 | 1,1 | 26 | 85 | 67 |
| 30 | 9 | 1,0 | 1,5 | 1,2 | 33 | 91 | 70 |
| 40 | 9 | 0,8 | 1,3 | 1,1 | 34 | 95 | 75 |
| 50 | 9 | 0,9 | 1,5 | 1,2 | 32 | 98 | 77 |
| 60 | 9 | 1,1 | 1,5 | 1,3 | 27 | 93 | 73 |

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff war in allen Tiefenstufen in der Bregenzer Bucht im Durchschnitt recht einheitlich zwischen 1,0 und 1,3 %. Von 76 Proben wiesen 98 % Gehalte unter 2 % organischem Kohlenstoff auf, 32 % sogar weniger als 1 % org. C. Der Höchstwert aller im österreichischen Seeteil untersuchten Proben wurde mit 3,4 % organischem Kohlenstoff vor der Leiblachmündung in 10 m Tiefe gefunden.

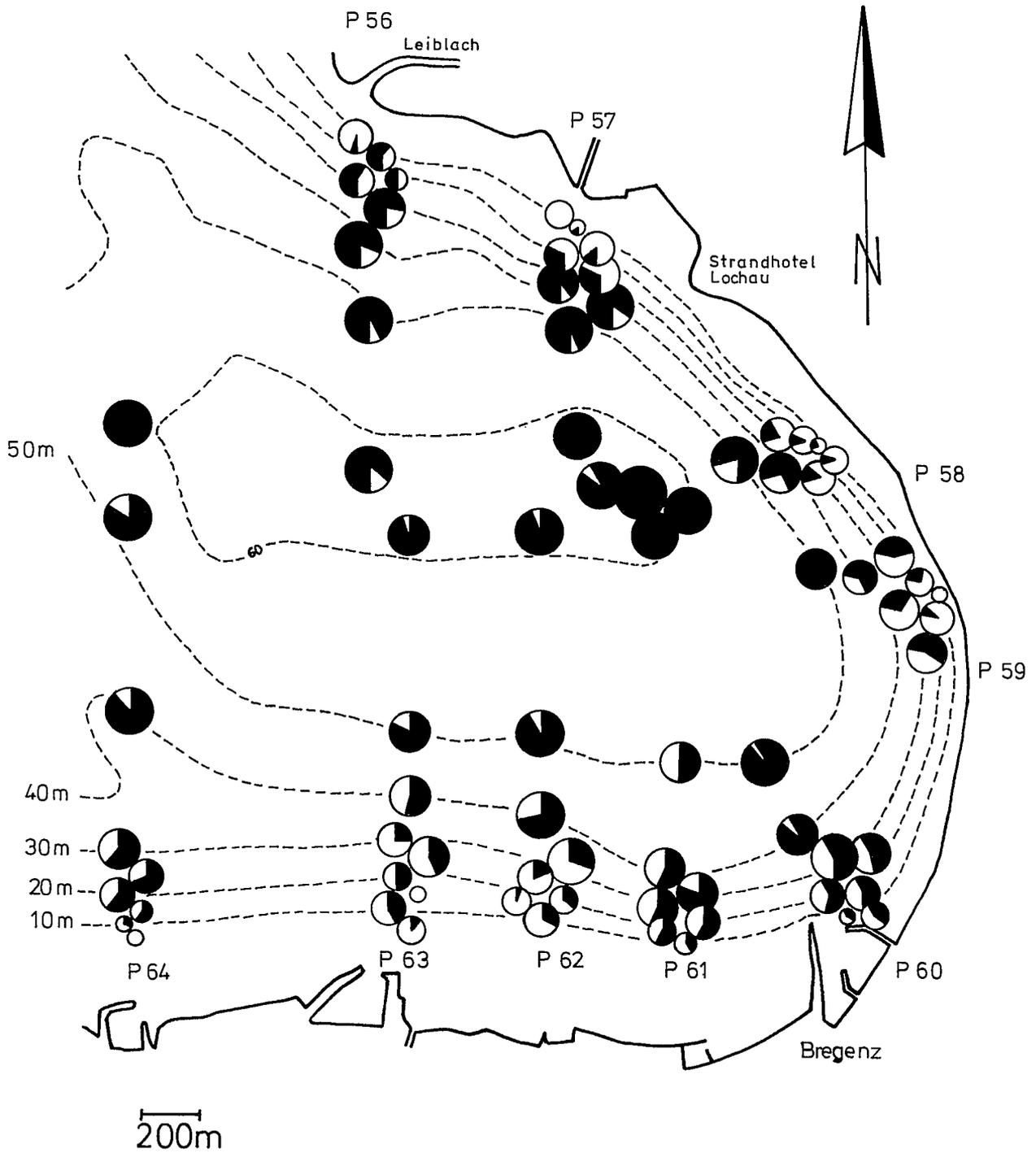
Der Anteil der Silt+Ton-Fraktion nahm von durchschnittlich 42 % bis 10 m Wassertiefe kontinuierlich auf 77 % in 50 m zu. In 15 von 67 Proben traten geringfügige Kiesanteile (1 - 7 %) auf.

d) Zusammenfassung

Im Uferbereich bis 15 m wiesen die Besiedlungsdichten der Tubificiden 1960 - 1963 und 1974 - 1976 keine Unterschiede auf, während in grösseren Wassertiefen die Individuenzahl 1974 -

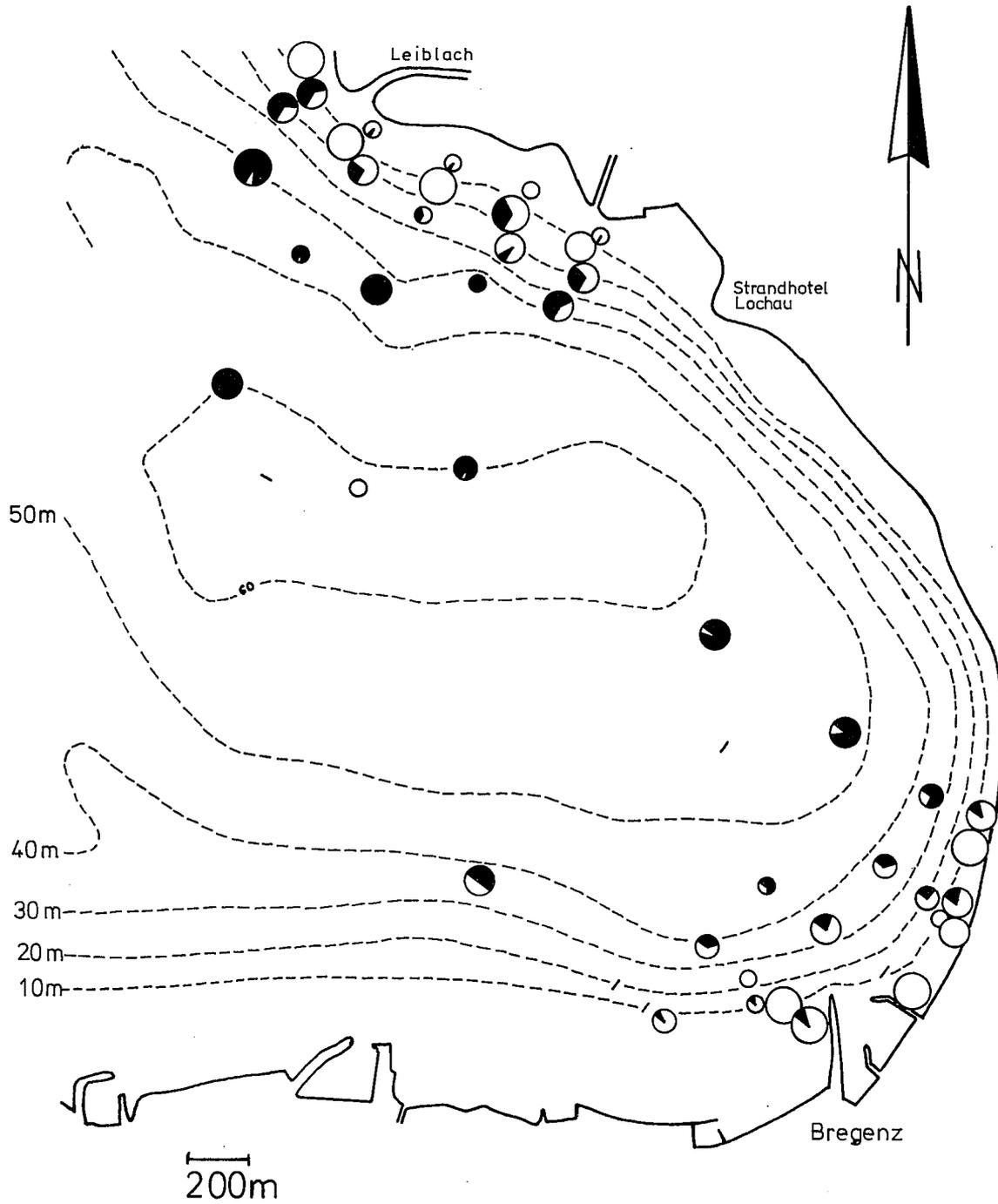
Seebodenareal Bregener Bucht 1974 - 1976

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal Bregener Bucht 1960 - 1963

Individuendichte der Tubificiden



1976 ein Mehrfaches der von 1960 - 1963 betrug.

Mit der Wassertiefe nahm auch der Anteil der Silt+Ton-Fraktion im Sediment zu.

5.1.3.2 Seebodenareal vor Mehrerau-West

Profil-Nr. 65

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im Untersuchungsjahr 1974

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 11 - 20 | 3 | 3.100 | 14.100 | 9.900 | 36 | 2.100 |
| 21 - 50 | 5 | 8.600 | 33.000 | 20.200 | 86 | 100 |
| 51 - 54 | 2 | 18.100 | 18.200 | 18.150 | 74 | 100 |

Begleitfauna: Bis 20 m Wassertiefe traten durchschnittlich 2.100 Chironomiden-Larven/m² auf. Der Maximalwert wurde in 12 m Tiefe mit 3.900 Tieren/m² gefunden.

Ferner wurden in diesem Raume, wie in der Bregenzer Bucht, auch Lamellibranchiaten, besonders Pisidium, in grösserer Zahl festgestellt.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1974

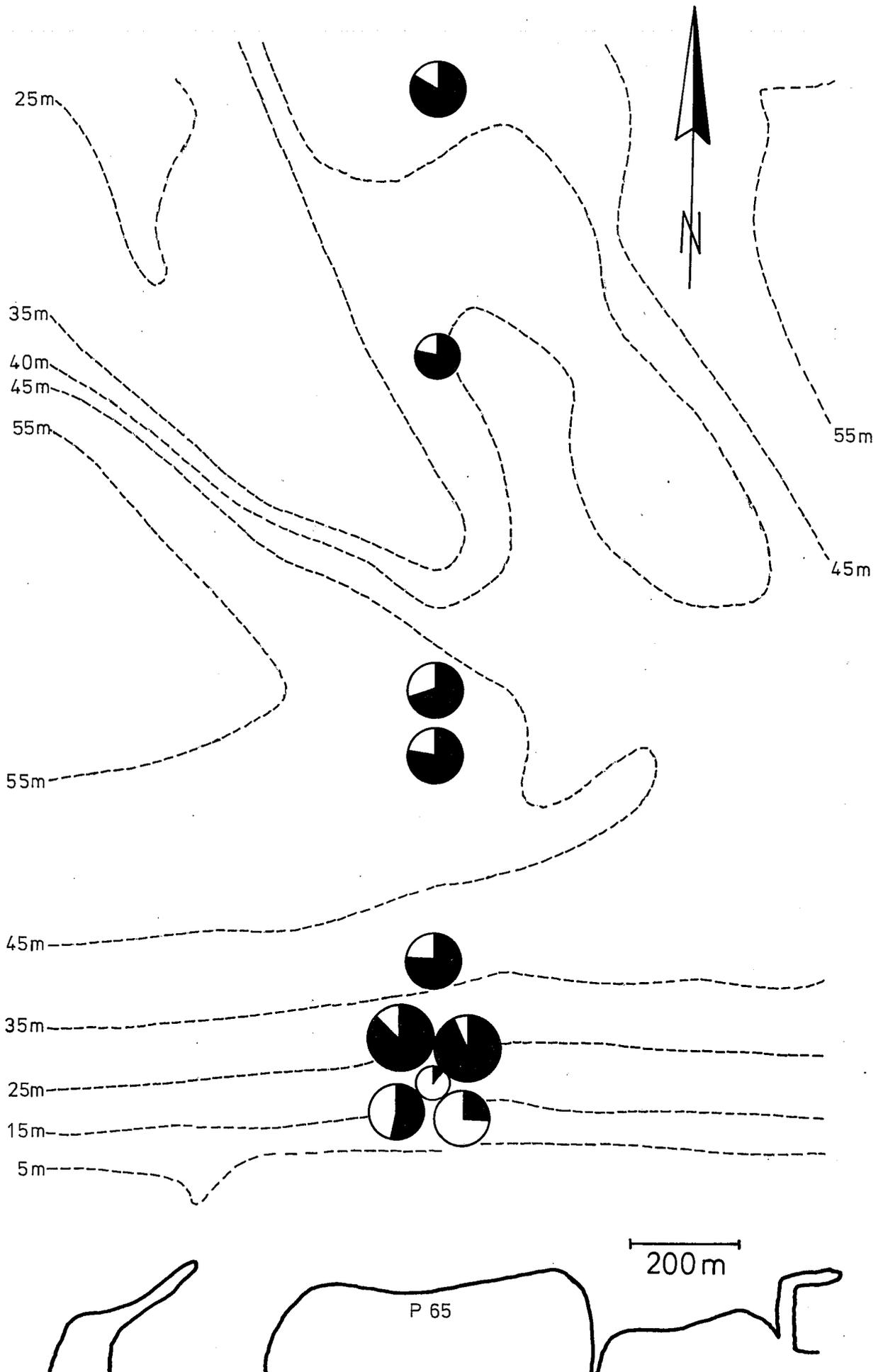
| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|--|------|--------|---|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 11 - 20 | 2 | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 61 | 79 | 70 |
| 21 - 50 | 5 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 28 | 80 | 61 |
| 51 - 54 | 2 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 59 | 64 | 62 |

c) Zusammenfassung

Im Bereich zwischen den Abschnitten Bregenzer Bucht und Mündungsgebiet Bregenzerach, Dornbirnerach und Alpenrhein traten keine auffälligen Werte in der Besiedlungsdichte der Tubificiden und in der physikalischen und chemischen Charakteristik der Sedimente auf.

Seebodenareal vor Mehrerau - West 1974

Individuendichte der Tubificiden



5.1.3.3 Mündungsgebiete Bregenzerach, Dornbirnerach, Alpenrhein

Profil-Nr. 66 - 71 und Nr. 73¹⁾

Die Bregenzerach entwässert ein Niederschlagsgebiet von 826 km² und weist eine Mittelwasserführung (MQ) von 47,4 m³/s (1951 - 1970) auf. Dieser zweitgrösste Bodenseezufluss mündet zwischen Bregenz und Hard in die Harder Bucht.

Die Dornbirnerach führt dem Bodensee aus einem Einzugsgebiet von 212 km², gemeinsam mit dem Lustenauer Kanal (Dornbirnerach-Vorstreckung), etwa 9,5 m³/s Wasser zu. Sie mündet zwischen Bregenzerach und Alpenrhein in die Harder Bucht.

Der Alpenrhein mit einem Einzugsgebiet von 6.110 km² weist eine Mittelwasserführung von 233 m³/s (1951 - 1970) auf; dies sind ca. zwei Drittel der dem Bodensee zugeführten Gesamtzuflussmenge. Er mündet, seit dem im Jahre 1900 erfolgten Rheindurchstich, in die Harder-Fussacher Bucht und verursacht in letzterer infolge seiner grossen Sedimentfracht (fast 3 Mio m³/Jahr) starke Verlandungen.

Um eine weitere Verlandung der Harder und Fussacher Bucht zu verhindern, wird derzeit die Alpenrheinmündung nach Nordwesten vorgestreckt, so dass die Sedimente in naher Zukunft in grössere Seetiefen abgelagert werden.

Da diese drei Flüsse in verhältnismässig geringem Abstand in das zwischen Hard und Lindau gelegene Seebecken münden, kann ihr Einfluss auf die Tubificidenbesiedlung in grösseren Seetiefen nicht getrennt festgestellt werden.

1) Anm.: 1 Probe

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1972 - 1975

| Wassertiefe m | Proben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|------------------|-----------------|----------------------------------|---------|---------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 16 | 0 | 10.700 | 3.300 | 15 | 1.900 |
| 15 | 6 | 100 | 17.700 | 6.000 | 53 | 2.200 |
| 20 | 6 | 0 | 43.000 | 9.400 | 78 | 1.600 |
| 25 | 6 | 100 | 68.600 | 19.300 | 73 | 1.400 |
| 30 | 6 | 16.900 | 120.200 | 47.800 | 89 | 700 |
| 40 | 6 | 7.800 | 87.600 | 66.600 | 97 | 300 |
| 50 | 5 | 38.800 | 327.700 | 117.300 | 98 | 400 |
| 60 - 70 | 6 | 11.500 | 178.300 | 101.100 | 94 | 30 |

Wie aus obiger Tabelle zu ersehen ist, nimmt gegen die Seetiefe die Anzahl der Tubificiden sehr stark zu, wobei in 50 - 70 m Tiefe mehr als 100.000 Tiere/m² auftreten. Der Anteil der Tiere ohne Haarborsten beträgt in Wassertiefen über 30 m nur noch wenige Prozent. In diesem Seegebiet wurde in 50 m Tiefe die höchste bisher im Bodensee gefundene Tubificidendichte mit 327.700 Tieren/m² (Tiere ab 1 cm Körperlänge) festgestellt.

Begleitfauna: Im ufernahen Sedimentationsbereich des Alpenrheins befanden sich in manchen Proben überhaupt keine Makroorganismen. Im Durchschnitt kamen vor den drei Flussmündungen bis in ca. 20 m Wassertiefe aber etwa 2.000 Chironomiden-Larven/m² vor. Das Maximum wurde in 15 m Tiefe nahe der Bregenzerach-Mündung mit 8.700 Tieren/m² gefunden. In Tiefen über 25 m ist die Anzahl der Chironomiden-Larven jedoch gering.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen in den Jahren 1972 - 1975 mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Im Raume der Bregenzerach-Mündung hat sich bis 20 m Wassertiefe die Anzahl der Tubificiden verringert. Dies ist aber wahrscheinlich auf zwischenzeitlich erfolgte Kiesbaggerungen zurückzuführen. In grösseren Seetiefen traten keine wesentlichen Änderungen ein.

Im Seegebiet vor der Alpenrheinmündung blieb bis 25 m Tiefe die Anzahl der Tubificiden ungefähr gleich, in grösseren Wassertiefen erfolgte aber in der Zwischenzeit eine starke Zunahme.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1972 - 1975

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| bis 10 | 15 | 0,1 | 2,6 | 1,1 | 3 | 82 | 48 |
| 15 | 6 | 0,8 | 2,2 | 1,2 | 30 | 74 | 46 |
| 20 | 6 | 0,9 | 1,6 | 1,1 | 29 | 68 | 52 |
| 25 | 6 | 1,0 | 1,6 | 1,2 | 45 | 74 | 60 |
| 30 | 6 | 0,8 | 1,3 | 1,1 | 44 | 90 | 66 |
| 40 | 6 | 0,9 | 1,4 | 1,1 | 55 | 84 | 67 |
| 50 | 5 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 67 | 84 | 77 |
| 60 - 70 | 6 | 0,7 | 1,3 | 1,0 | 55 | 94 | 76 |

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff war auch in den Mündungsgebieten der Zuflüsse Bregenzerach, Dornbirnerach und Alpenrhein in allen Tiefenstufen recht einheitlich zwischen 1,1 und 1,2 %. Von 55 Proben wiesen 94 % Gehalte unter 2 % organischem

Kohlenstoff auf, 38 % sogar weniger als 1 % org. C.

Der Anteil der Silt+Ton-Fraktion nahm von durchschnittlich 46 - 48 % bis 15 m Wassertiefe kontinuierlich auf 77 % in 50 m zu. In 10 von 55 Proben traten meist geringfügige Kiesanteile (1 - 3 %) auf, in 2 Proben (Profil 67 - Bregenzerach-Mündung, Profil 68 - Dornbirnerach-Mündung) waren es 23 % bzw. 13 %.

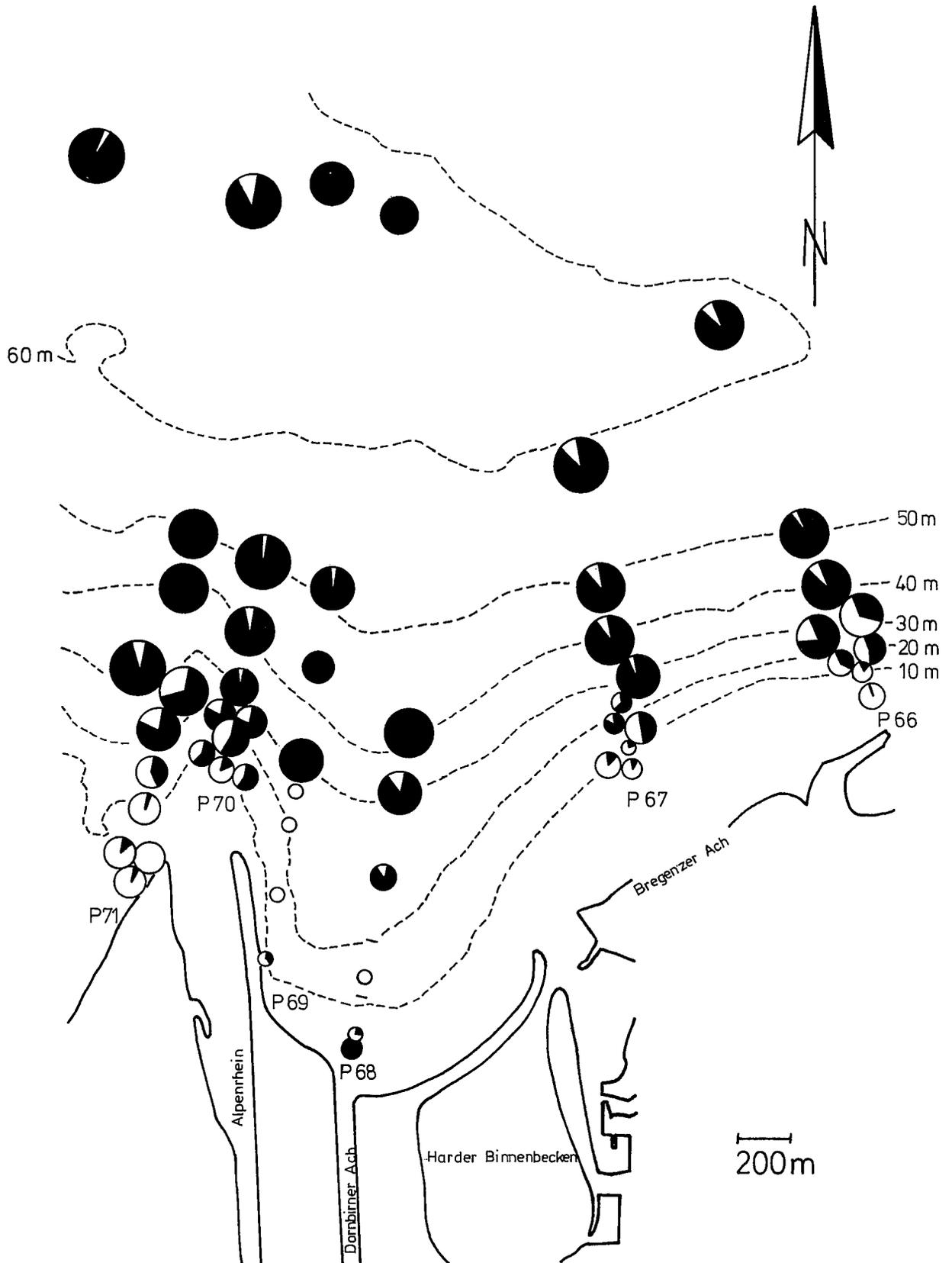
d) Zusammenfassung

Vor der Bregenzerach-Mündung verringerte sich die Besiedlungsdichte der Tubificiden 1972 - 1975 gegenüber 1960 - 1963 bis zu 20 m Wassertiefe, während in grösseren Tiefen keine Veränderungen festzustellen waren. Auch im Seegebiet vor der Alpenrheimmündung war die Anzahl der Tubificiden bis 25 m Tiefe in den Vergleichszeiträumen etwa gleich. In grösseren Wassertiefen trat dagegen 1972 - 1975 eine starke Zunahme der Individuendichte gegenüber 1960 - 1963 auf.

Mit der Wassertiefe nahm auch der Anteil der Silt+Ton-Fraktion im Sediment zu.

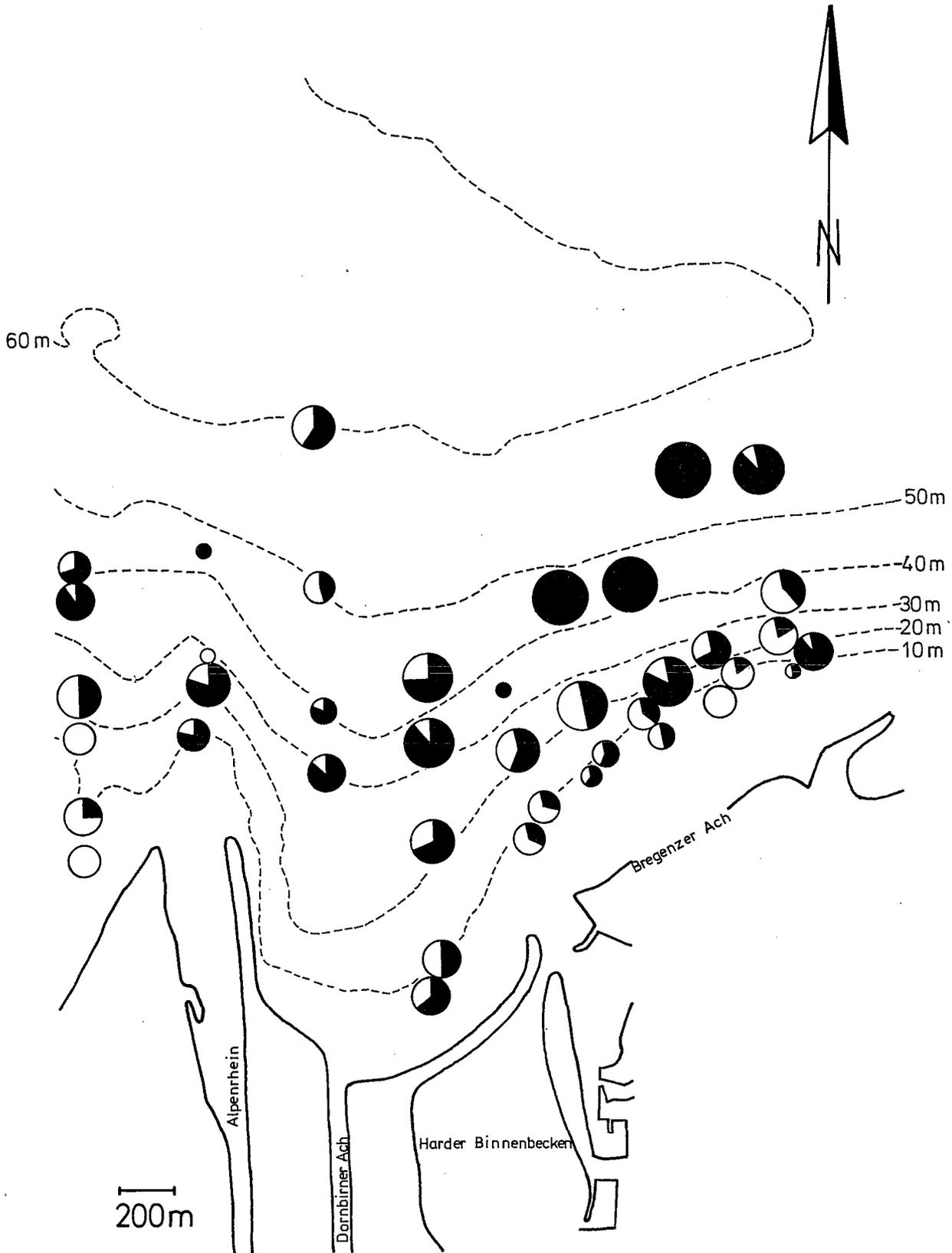
Mündungsgebiet Alpenrhein, Dornbirnerach, Bregenzerach 1972 - 1975

Individuendichte der Tubificiden



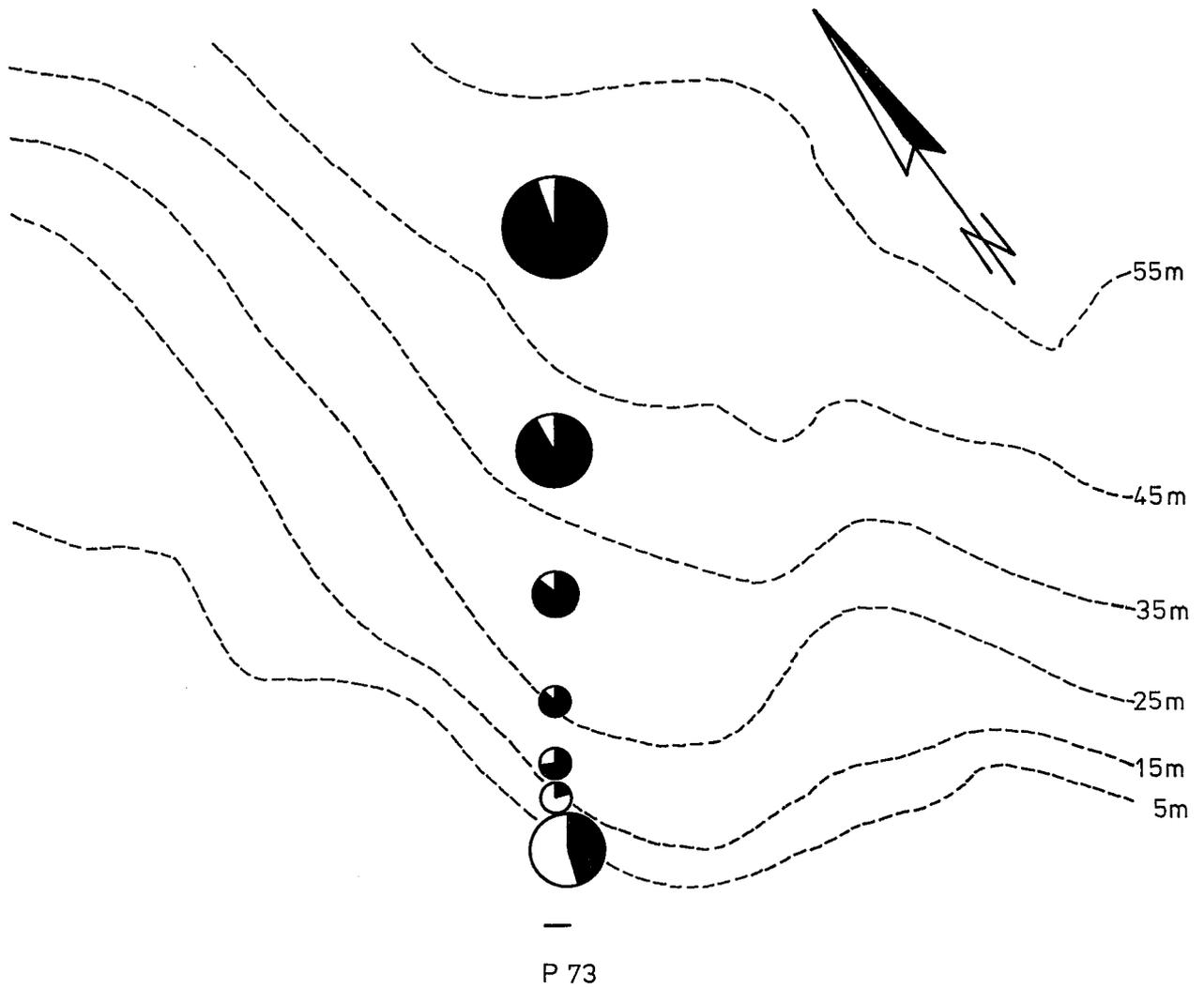
Mündungsgebiet Alpenrhein, Dornbirnerach, Bregenzerach 1960 - 1963

Individuendichte der Tubificiden

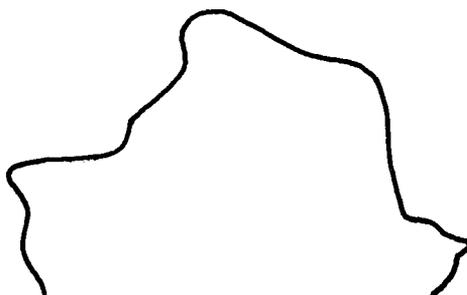


Seebodenareal vor Rohrspitz - Ost 1975

Individuendichte der Tubificiden



200 m



5.1.3.4 Seebodenareal Fussacher Bucht

Profil-Nr. 72

Bis gegen Ende der Sechzigerjahre wurde diese Bucht von linken Seitenarmen des Alpenrheins durchflossen. Durch Sedimentablagerungen kam es in diesem Seeteil zu einer starken Auflandung. Während dieses Gebiet vor 40 Jahren noch eine Seetiefe von gut 30 m aufwies, beträgt seine Maximaltiefe derzeit nur noch 10 m.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im Untersuchungsjahr 1974

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden- Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 5 | 500 | 10.900 | 4.300 | 52 | 1.900 |

Begleitfauna: Das Maximum an Chironomiden-Larven wurde in 4 m Wassertiefe mit 4.300 Tieren/m² festgestellt. Ausser den pro m² im Durchschnitt ermittelten 1.900 Chironomiden-Larven wurden in grösserer Anzahl Lamellibranchiaten, in geringerer Zahl Gastropoden und Trichopteren-Larven gefunden.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
im Untersuchungsjahr 1974

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 5 | 0,5 | 1,6 | 1,2 | 20 | 54 | 40 |

Der durchschnittliche Gehalt an organischem Kohlenstoff im Sediment der Fussacher Bucht liegt im üblichen Bereich der Proben aus dem österreichischen Seeteil.

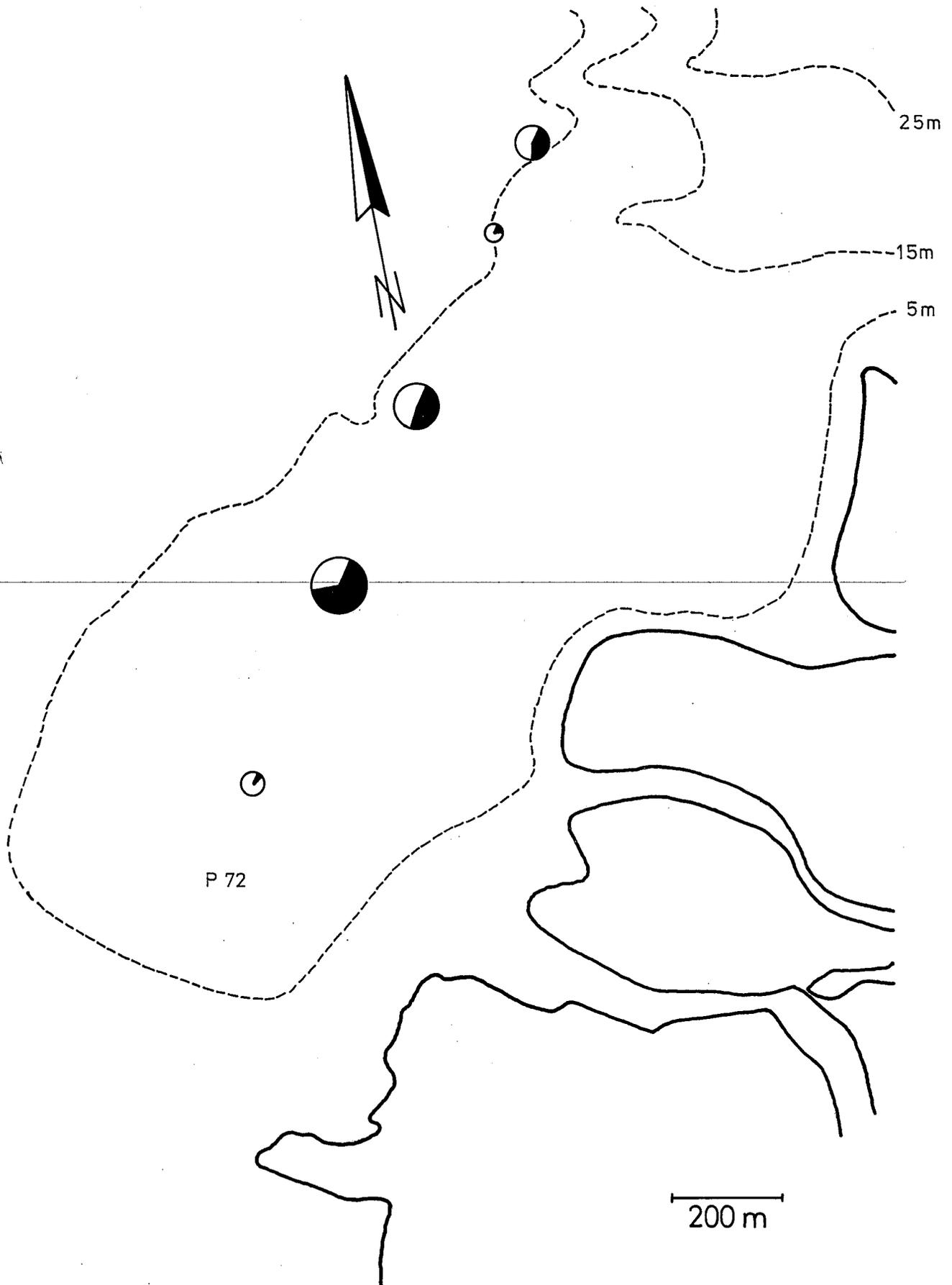
Der Anteil der Silt+Ton-Fraktion war mit durchschnittlich 40 % vergleichsweise niedrig. Erwartungsgemäss wurde ein entsprechend hoher Sandanteil von 57 % im Mittel festgestellt.

c) Zusammenfassung

Die Besiedlungsdichte der Tubificiden in der Fussacher Bucht übertraf die der benachbarten Flachwassergebiete. Auch der Anteil der Tiere mit Haarborsten war grösser.

Seebodenareal Fussacher Bucht 1974

Individuendichte der Tubificiden



5.1.3.5 Seebodenareal Wetterwinkel

Profil-Nr. 74 - 80

In dieses Gebiet erfolgt eine Abwasserzufuhr über die Pumpwerke Höchst und Gaissau. Ausserdem beeinflusst im westlichen Teil der Alte Rhein diesen Raum.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1973 - 1976

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 10 | 600 | 7.100 | 3.500 | 24 | 4.300 |
| 11 - 20 | 13 | 400 | 3.500 | 1.800 | 42 | 700 |
| 21 - 50 | 26 | 0 | 15.100 | 3.500 | 66 | 300 |
| 51 - 104 | 16 | 0 | 26.000 | 2.700 | 76 | 10 |

Begleitfauna: Die Zahl der vorhandenen Chironomiden-Larven ist bis 10 m Wassertiefe sehr hoch: das Maximum betrug 10.100 Tiere/m². In grösseren Tiefen nimmt jedoch ihre Anzahl sehr stark ab; in 16 aus mehr als 50 m Tiefe entnommenen Proben wurden nur noch 2 Chironomidenlarven gefunden.

Neben den in der Uferzone in grösserer Anzahl vorhandenen Lamellibranchiaten, vor allem *Dreissena polymorpha* und *Pisidium* sp., wurden auch die Gastropodenarten *Bythinia tentaculata*, *Valvata piscinalis* und *Potamopyrgus jenkensi* bestimmt, wobei letztere erstmals Anfang der Siebzigerjahre im Bodensee festgestellt wurde (1 Probe vom 9. Juni 1976 aus 10 m Wassertiefe enthielt 21 P. jenkensi). Ferner wurden in Wassertiefen bis

10 m durchschnittlich 100 Geratopogoniden-Larven/m² gefunden.

Der in der Tiefe des Bodensees lebende Amphipode (*Gammarus pulex fossarum* f. *bodanica* SCHELLENBERG), der 1934 am Eingang der Rorschacher Bucht aus 170 m und zwischen Manzell und Uttwil aus 250 m heraufgeholt worden war, konnte auch im Höchster Seegebiet im Rahmen dieser Untersuchung in Wassertiefen von 20 - 30 m festgestellt werden.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1973 - 1976

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 9 | 0,2 | 1,3 | 0,8 | 3 | 77 | 28 |
| 11 - 20 | 13 | 0,4 | 1,9 | 1,1 | 3 | 96 | 61 |
| 21 - 50 | 25 | 0,7 | 2,1 | 1,5 | 2 | 92 | 62 |
| 51 - 104 | 16 | 0,7 | 1,9 | 1,4 | 5 | 89 | 61 |

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff erreichte in diesem Gebiet die höchsten durchschnittlichen Werte vom gesamten österreichischen Seeteil. In Tiefen ab 21 m wurden im Mittel 1,4 - 1,5 % organischer Kohlenstoff festgestellt. Von 63 Proben wiesen 98 % Gehalte unter 2 % org. C auf, 22 % unter 1 % org. C.

Bei der Korngrößenverteilung wurden neben allgemein normalen Verhältnissen in den Profilen 77 und 78 sehr hohe Kiesanteile (bis 96 %) ermittelt, auch bis in grosse Wassertiefen (z.B. 81 % in 69 m, 60 % in 104 m).

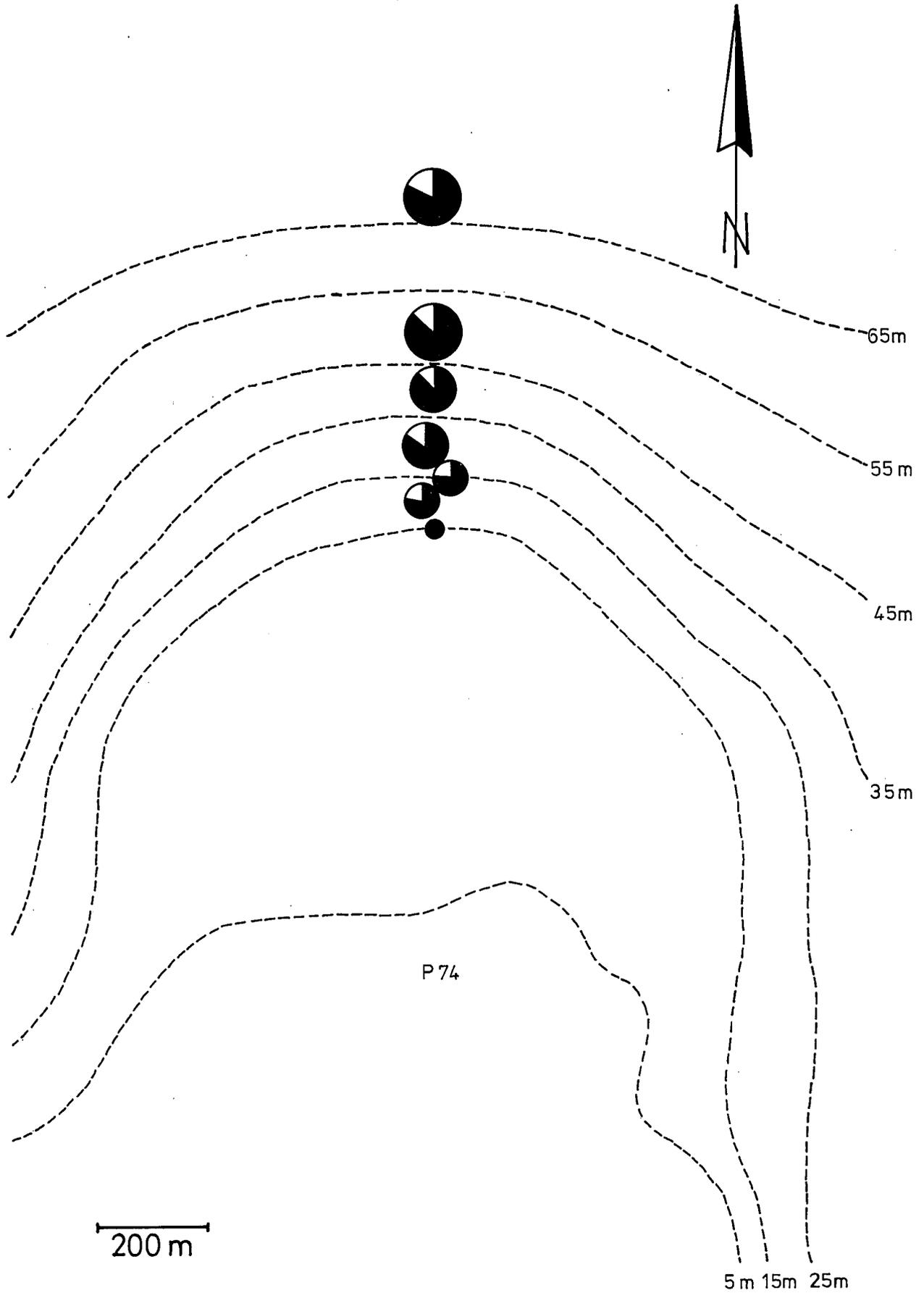
c) Zusammenfassung

Bei insgesamt geringer Besiedlungsdichte der Tubificiden ergab sich mit zunehmender Wassertiefe eine Erhöhung des Anteils der Tiere mit Haarborsten.

Die physikalischen und chemischen Werte wiesen mit Ausnahme hoher Kiesanteile in zwei Profilen keine Besonderheiten auf.

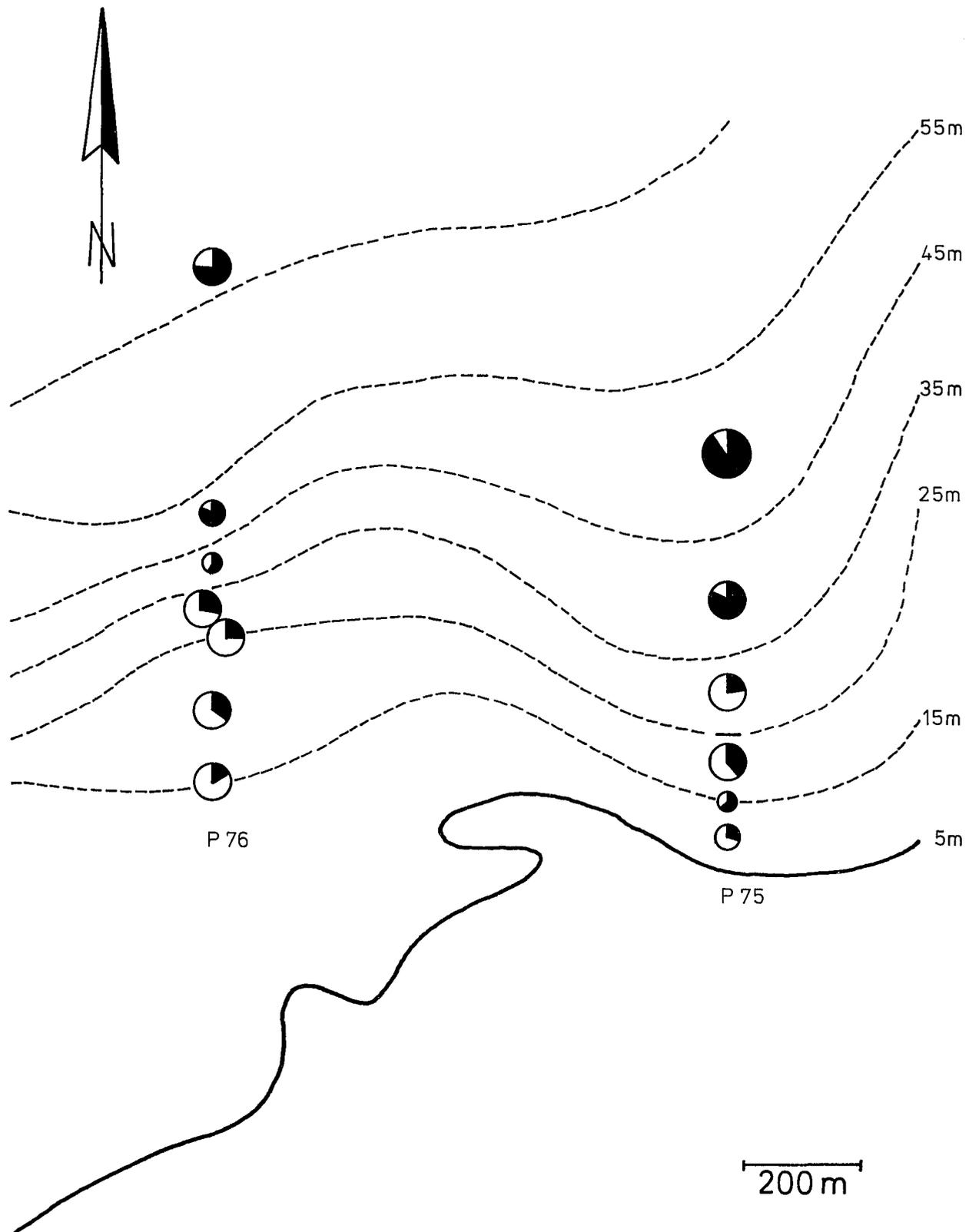
Seebodenareal vor Rohrspitz 1975

Individuendichte der Tubificiden



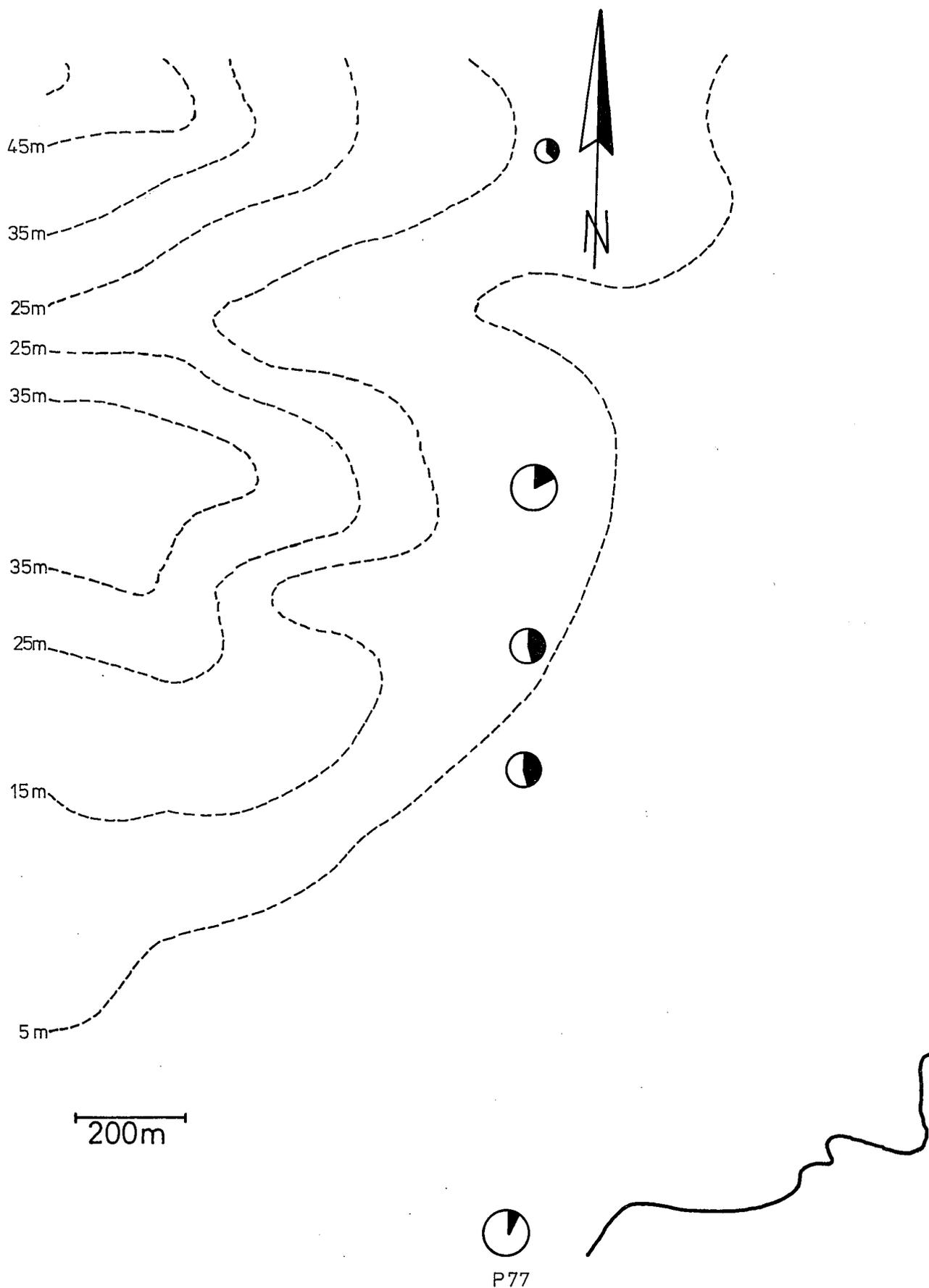
Seebodenareal Rohrspitzgrund 1975

Individuendichte der Tubificiden



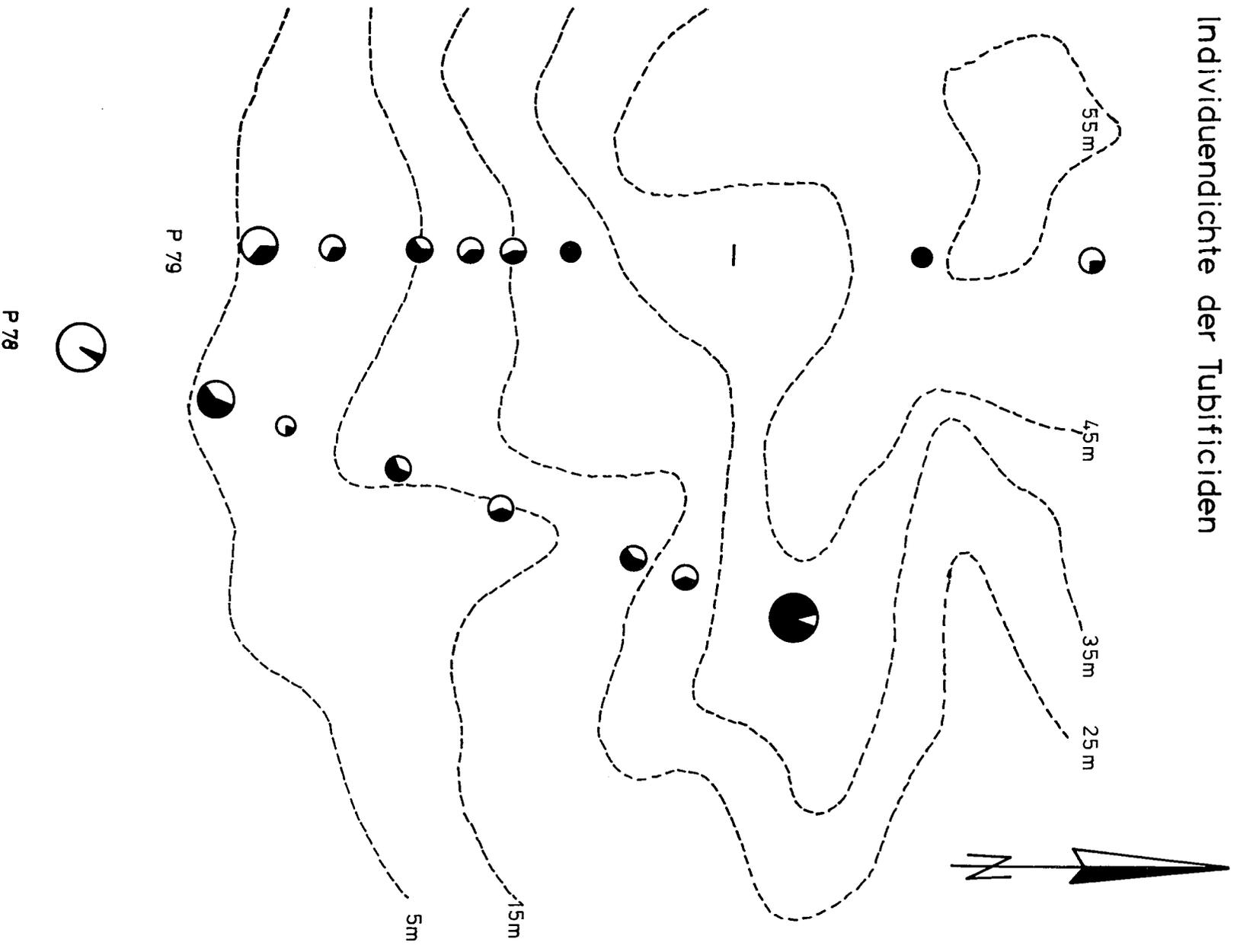
Seebodenareal Wetterwinkel - Ost 1973

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal Wetterwinkel 1973/75

Individuendichte der Tubificiden

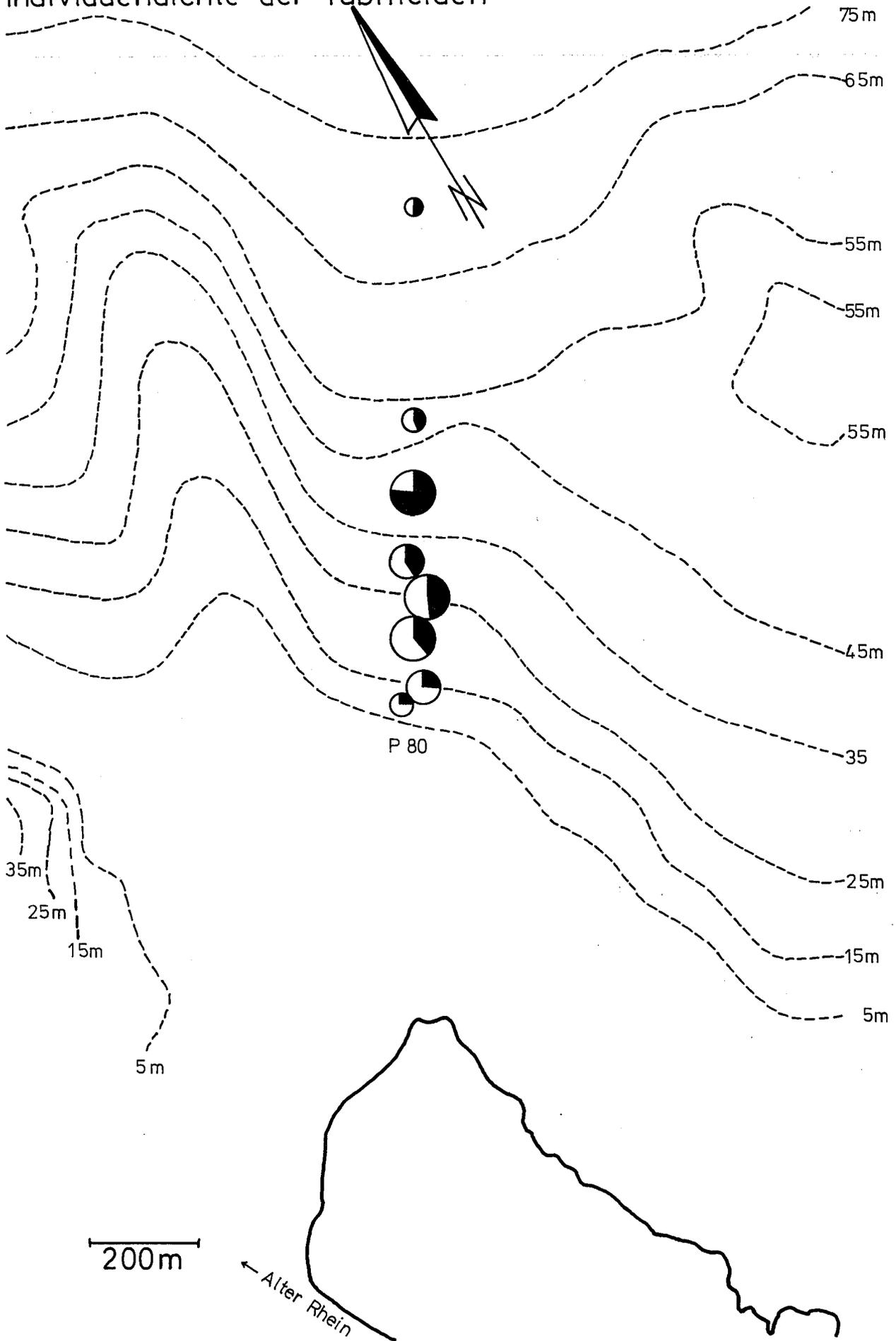


200 m



Seebodenareal vor Rheinspitz 1976

Individuendichte der Tubificiden



5.1.3.6 Zusammenfassung: Bregenzer Bucht bis Wetterwinkel

Der Schwerpunkt der durch die Tubificiden angezeigten Seebodenbelastung findet sich in der Bregenzer Bucht ab 40 m Wassertiefe (im Mittel 24.000 - 36.000 Tiere/m², maximal 55.000 Tiere/m²) und vor allem im Mündungsbereich von Alpenrhein, Dornbirnerach und Bregenzerach ab 30 m Tiefe (im Mittel 48.000 - 117.000 Tiere/m²). Hier wurde in 50 m Wassertiefe mit 328.000 Tieren/m² die höchste Populationsdichte der Tubificiden in den Sedimenten des Bodensees festgestellt. Im Sedimentationsraum dieser Flüsse treten auch in 30 m Tiefe bzw. 60 - 70 m Tiefe noch Tubificidenpopulationen bis zu maximal 120.000 bzw. 178.000 Tieren/m² auf.

Die hohen Tubificidenzahlen sind vor allem auf die intensive Sedimentation von organischen Sinkstoffen aus dem Alpenrhein zurückzuführen. Zum Teil sind daran auch Dornbirnerach und Bregenzerach beteiligt. Vom Sinkstoffnachschub aus den Zuflüssen werden auch die tieferen Seebodenareale der Bregenzer Bucht betroffen. Der Seebodenbereich des Wetterwinkels wird hiervon und von den Abwasserzufuhren der Pumpwerke Höchst und Gaissau nur an wenigen Stellen belastet.

Mit zunehmenden Tierzahlen und mit der Seetiefe steigt der Anteil der Tiere mit Haarborsten stark an (in der Bregenzer Bucht ab 40 m, im Mündungsgebiet von Alpenrhein, Dornbirnerach und Bregenzerach ab 30 m Wassertiefe).

Gegenläufig hierzu nimmt die Zahl der Chironomiden-Larven mit steigender Tubificidendichte deutlich ab. Doch kommen Larven auch noch bis in 70 m Seetiefe vor. Das Maximum mit über 8.000 Tieren/m² wurde in der Bregenzer Bucht in 10 m, im Mündungsgebiet der Bregenzerach in 15 m Wassertiefe gefunden. Im Flachwasserbereich des Wetterwinkels konnten stellenweise mehr als 10.000 Tiere/m² gezählt werden. Dagegen fehlen im ufernahen Sedimentationsbereich des Alpenrheins Chironomiden und andere

Makroorganismen des Seebodens an vielen Stellen nahezu völlig.

Gegenüber den Untersuchungsbefunden aus den Jahren 1960 - 1963 hat sich im Bereich der Bregenzerach-Mündung bis in 20 m Wassertiefe die Zahl der Tubificiden verringert, in den Seebodenarealen vor dem Alpenrhein blieb sie bis in 25 m Tiefe und in der Bregenzer Bucht bis in 15 m Wassertiefe ungefähr gleich. In den grösseren Seetiefen hat die Individuendichte der Tubificiden in der Bregenzer Bucht und im Mündungsgebiet von Alpenrhein und Dornbirnerach dagegen an vielen Probenahmestellen sehr stark zugenommen.

Die höchsten Durchschnittswerte an organischem Kohlenstoff wurden mit 1,4 - 1,5 % in den Tiefen von 21 - 50 m im Seebodenareal des Wetterwinkels gefunden, der Maximalwert von 3,4 % wurde vor der Leiblachmündung in 10 m Wassertiefe erreicht. Im allgemeinen bewegen sich die Mittelwerte zwischen 0,9 bis 1,3 % organischer Kohlenstoff. Der durchschnittliche Silt+Ton-Anteil der Proben liegt zwischen 42 und 76 %. Nur im Wetterwinkel wurden in den Profilen 77 und 78 auch in grösseren Wassertiefen noch hohe Kiesanteile ermittelt (mit zunehmender Tiefe von 96 auf 60 % abnehmend).

5.1.4 Obersee-Süd

5.1.4.1 Mündungsgebiet Alter Rhein

Profil-Nr. 81 - 84

Der Alte Rhein stellt auf schweizerischem Territorium den grössten Zufluss dar. Sein Einzugsgebiet umfasst 360 km^2 , die durchschnittliche Abflussmenge beträgt $15,3 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Fracht an allochthonen Stoffen zeitweise dadurch reduziert werden kann, dass der mündungsnahe Abschnitt des Alten Rheins bei höheren Seeständen in Rückstau gerät und in diesem Bereiche bereits Sedimentationserscheinungen zu verzeichnen sind.

Entsprechend der vor dem Rheindurchstich (im Jahr 1900) noch gegebenen Funktion als Hauptzufluss des Bodensees weist die submerse Topographie im Mündungsbereich des Alten Rheins ein kompliziertes Bild auf. So hat sich eine zunächst nach Norden orientierte, ca. 1 km lange Erosionsrinne bis zu Punkt 329 (bis in ca. 70 m Wassertiefe) erhalten. Von hier aus wendet sich die Rinne in sanft schlängelndem Verlauf im allgemeinen in Richtung Nordosten bis zum weniger stark abfallenden tieferen Seegrundbereich hin. Diese komplexen morphologischen Gegebenheiten brachten erhebliche Schwierigkeiten sowohl bei der Erhebung von Benthos-Profilen, wie auch bei der Darstellung der Ergebnisse mit sich.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1973 - 1975

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|---------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 9 | 1.700 | 37.800 | 7.800 | 17 | 10.500 |
| 11 - 20 | 13 | 1.200 | 127.700 | 14.100 | 68 | 3.000 |
| 21 - 50 | 21 | 0 | 129.700 | 21.500 | 91 | 600 |
| 51 - 100 | 3 | 3.600 | 161.400 | 73.500 | 91 | 500 |

Abgesehen von dem nicht völlig gesicherten Nullwert konnten im Mündungsgebiet des Alten Rheins Tubificiden bis zu Maximalwerten von 160.000 Tieren/m² festgestellt werden. Es ist dies schweizerischerseits das Gebiet mit der grössten Populationsdichte an Tubificiden.

Von geringeren nach grösseren Tiefen nimmt dabei der Anteil an haarborstentragenden Tieren deutlich zu.

Unter der Begleitfauna sind vor allem Chironomiden und Mollusken (Pisidium, Dreissena), ferner auch Planaria spec. sowie Nematoden zu erwähnen.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Aus der Gegenüberstellung der Daten beider Untersuchungen ergibt sich, dass die Populationsdichten im Sedimentationsbereich des Alten Rheins ganz erheblich zugenommen haben. Dies gilt ganz besonders für den Tiefenbereich von 20 - 100 m. Zunahmen sind auch in geringeren Tiefen bei den Tieren ohne Haarborsten zu verzeichnen.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1973 - 1975

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 6 - 10 | 10 | 0,6 | 1,1 | 0,9 | 21 | 98 | 64 |
| 11 - 20 | 14 | 0,6 | 1,8 | 1,2 | 66 | 96 | 83 |
| 21 - 50 | 24 | 0,8 | 2,2 | 1,6 | 80 | 99 | 93 |
| 51 - 100 | 13 | 1,2 | 2,2 | 1,8 | 55 | 99 | 88 |

Die Mittelwerte an organischem Kohlenstoff steigen bis zur Tiefenstufe 51 - 100 m bis auf 1,8 % an.

Die Mittelwerte der Silt+Ton-Fraktion nehmen mit zunehmender Tiefe ebenfalls zu, wobei in den grösseren Tiefen Schwankungen zwischen 88 - 99 % auftreten.

Die Einzelwerte liegen zwischen 0,6 und 2,2 % organischem Kohlenstoff bzw. 21 und 99 % Silt+Ton-Anteil.

d) Zusammenfassung

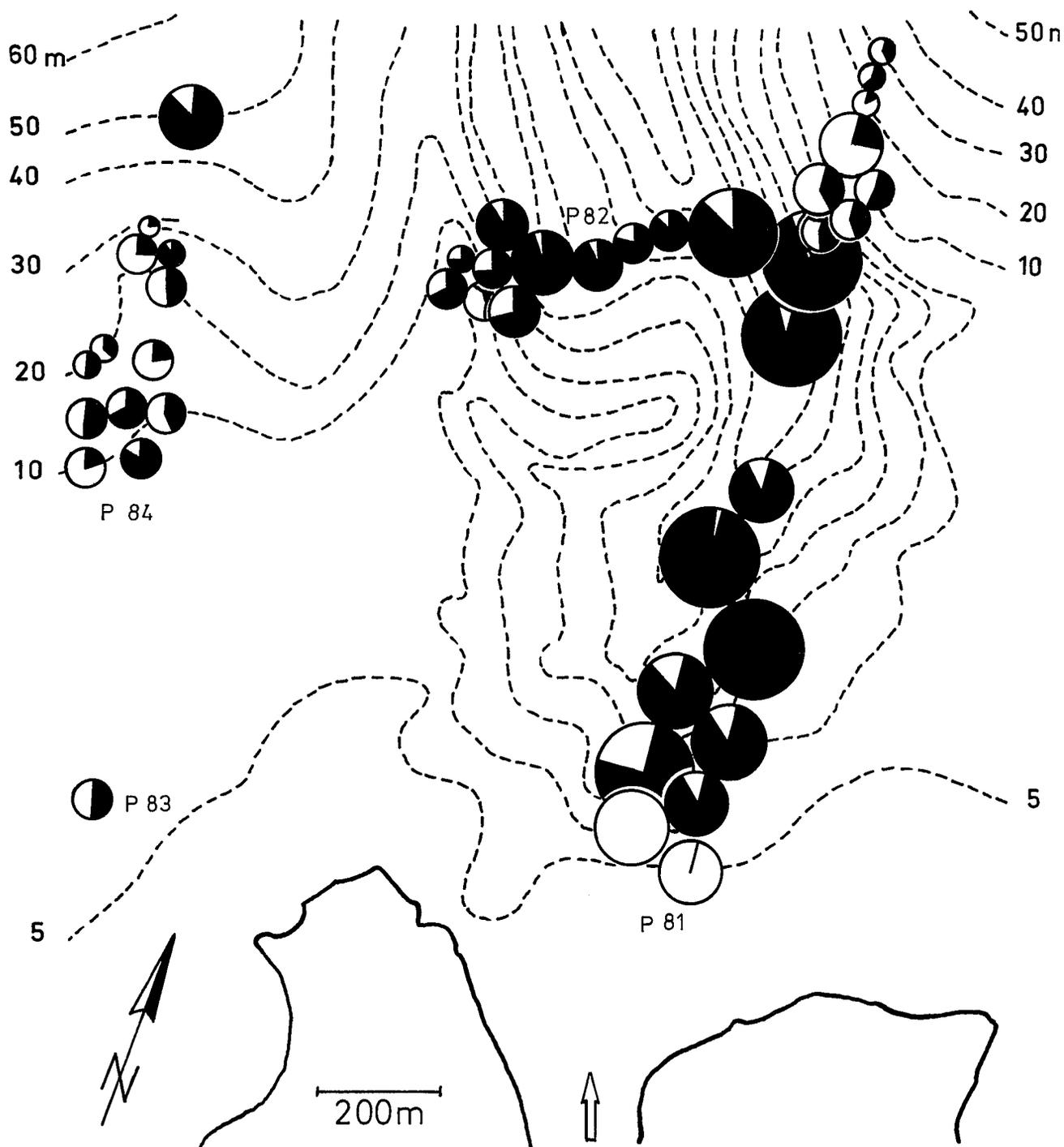
Als Auswirkung der vermehrten Zufuhr allochthoner Sinkstoffe (und teilweise wohl auch der gesteigerten autochthonen Produktion) ist im Sedimentationsbereich des Alten Rheins schweizerischerseits die maximale Populationsdichte an Tubificiden vor allem im Tiefenbereich zwischen 21 und 100 m festgestellt worden.

Gegenüber den Untersuchungen von 1960 - 1963 haben die Populationsdichten der Tubificiden vor allem im Tiefenbereich von 21 - 100 m ganz erheblich zugenommen.



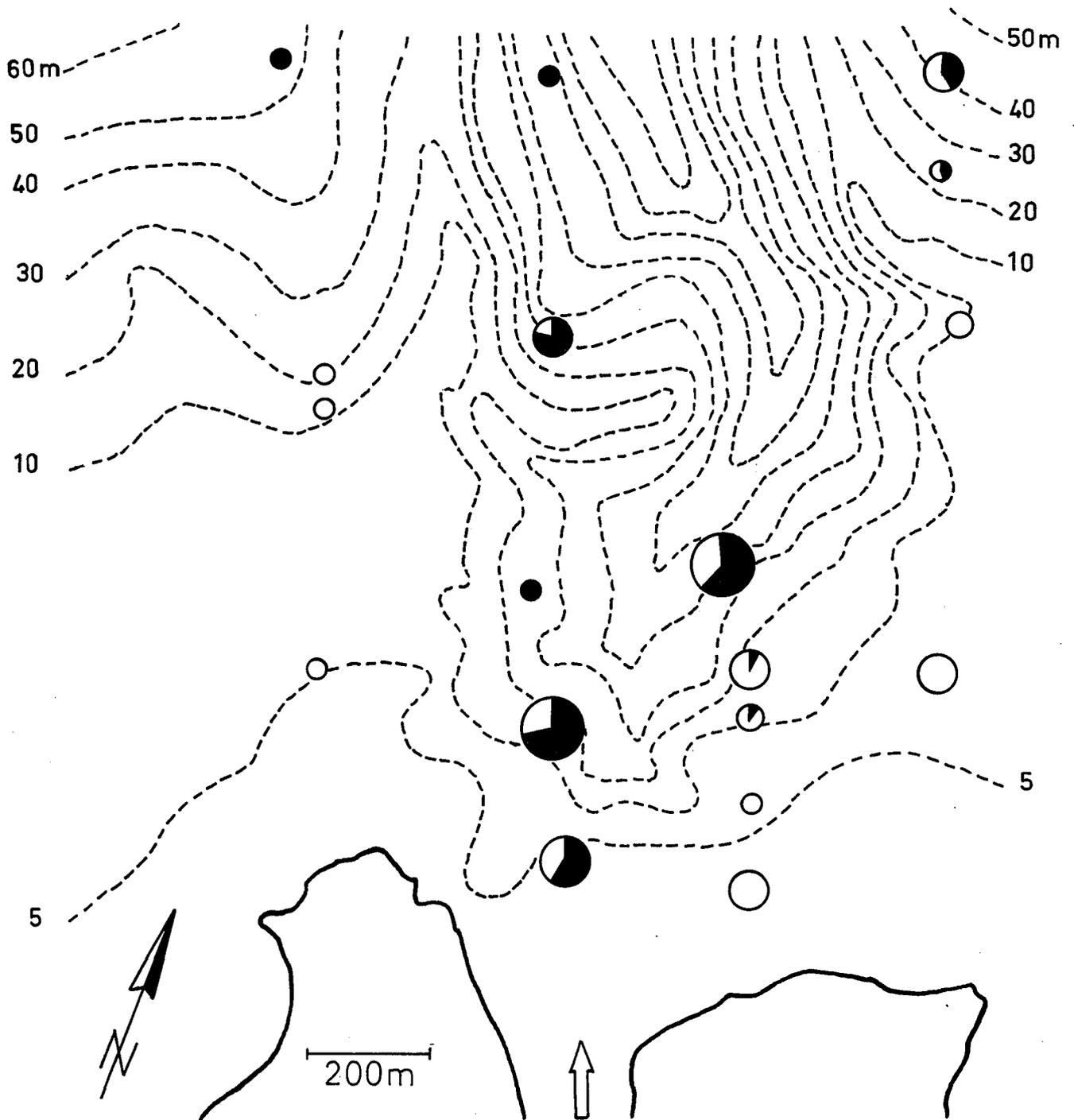
Mündungsgebiet Alter Rhein 1973-1975

Individuendichte der Tubificiden



Mündungsgebiet Alter Rhein 1960 - 1963

Individuendichte der Tubificiden



5.1.4.2 Seebodenareal vor Altenrhein-Ost bis vor Staad-West

Profil-Nr. 85 - 89

Dieser Zwischenabschnitt liegt teilweise noch im Einflussbereich des Alten Rheins und von Rorschach.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1973 - 1975

Nach der Tabelle finden sich im Uferbereich und in den Tiefen von 10 - 50 m relativ gut entwickelte Tubificidenpopulationen. Ab 50 m nimmt die Populationsdichte rasch ab, wobei die Dominanz der Vertreter mit Haarborsten immer deutlicher wird.

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|-------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 3 | 1.400 | 4.200 | 3.300 | 58 | 1.600 |
| 11 - 20 | 6 | 1.500 | 9.900 | 4.400 | 49 | 5.700 |
| 21 - 50 | 9 | 1.000 | 5.300 | 2.900 | 61 | 2.300 |
| 51 - 100 | 14 | 200 | 2.100 | 1.200 | 80 | 100 |
| 101 - 150 | 7 | 0 | 2.400 | 600 | 88 | 0 |
| 151 - 200 | 4 | 0 | 800 | 300 | 92 | 0 |

Begleitfauna: Die Chironomiden treten ab 10 m Wassertiefe in verhältnismässig hohen Populationsdichten auf. Die Tierzahlen gehen erst ab 40 - 50 m Wassertiefe stark zurück. In ufernäheren Bereichen wurden verschiedentlich *Planaria spec.*, *Herpobdella spec.* festgestellt. In einzelnen Proben kamen auch Nematoden vor.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1973 - 1975

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 6 - 10 | 6 | 0,7 | 1,3 | 1,0 | 14 | 96 | 55 |
| 11 - 20 | 10 | 0,7 | 2,0 | 1,4 | 41 | 94 | 81 |
| 21 - 50 | 15 | 1,2 | 2,0 | 1,6 | 81 | 99 | 63 |
| 51 - 100 | 16 | 1,3 | 2,0 | 1,6 | 80 | 99 | 94 |
| 101 - 150 | 7 | 1,0 | 1,9 | 1,6 | 98 | 99 | 99 |
| 151 - 200 | 3 | 1,4 | 1,8 | 1,7 | 99 | 99 | 99 |

Die Mittelwerte an organischem Kohlenstoff steigen bis zur Tiefenstufe 21 - 50 m bis auf 1,6 % an und bleiben auch in den grösseren Tiefen auf diesem Niveau.

Die Mittelwerte der Silt+Ton-Fraktion nehmen mit zunehmender Tiefe ebenfalls zu und erreichen in den grössten Tiefen einen Anteil von 99 %. Auffallend ist der hohe Mittelwert von 81 % in der Tiefenstufe 11 - 20 m.

Die Einzelwerte liegen zwischen 0,7 und 2,0 % organischem Kohlenstoff bzw. 14 und 99 % Silt+Ton-Anteil.

c) Zusammenfassung

Dieser relativ flach abfallende Zwischenabschnitt wird an seiner Ostseite noch etwas durch allochthone Einwirkungen des Alten Rheins beeinflusst.

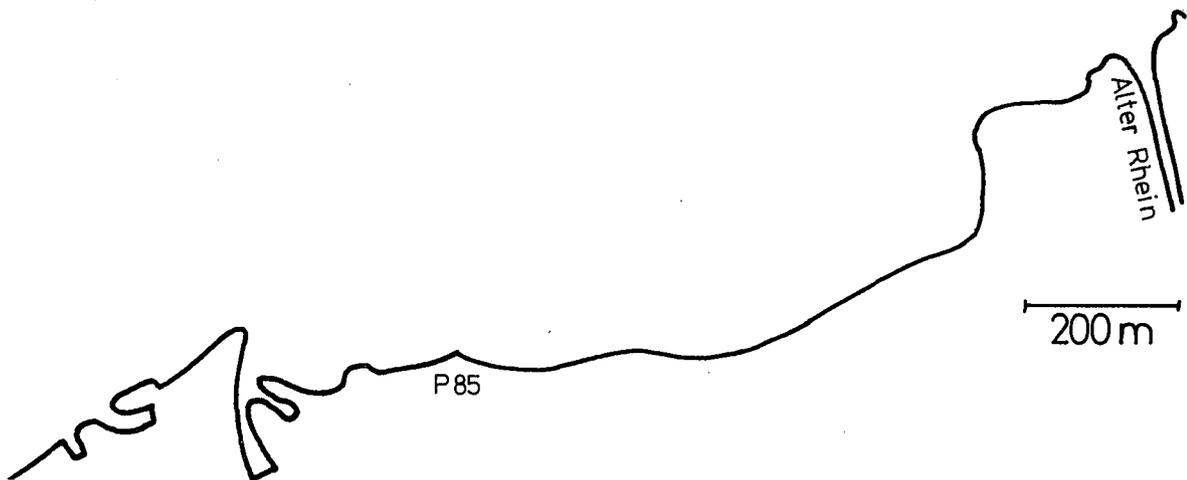
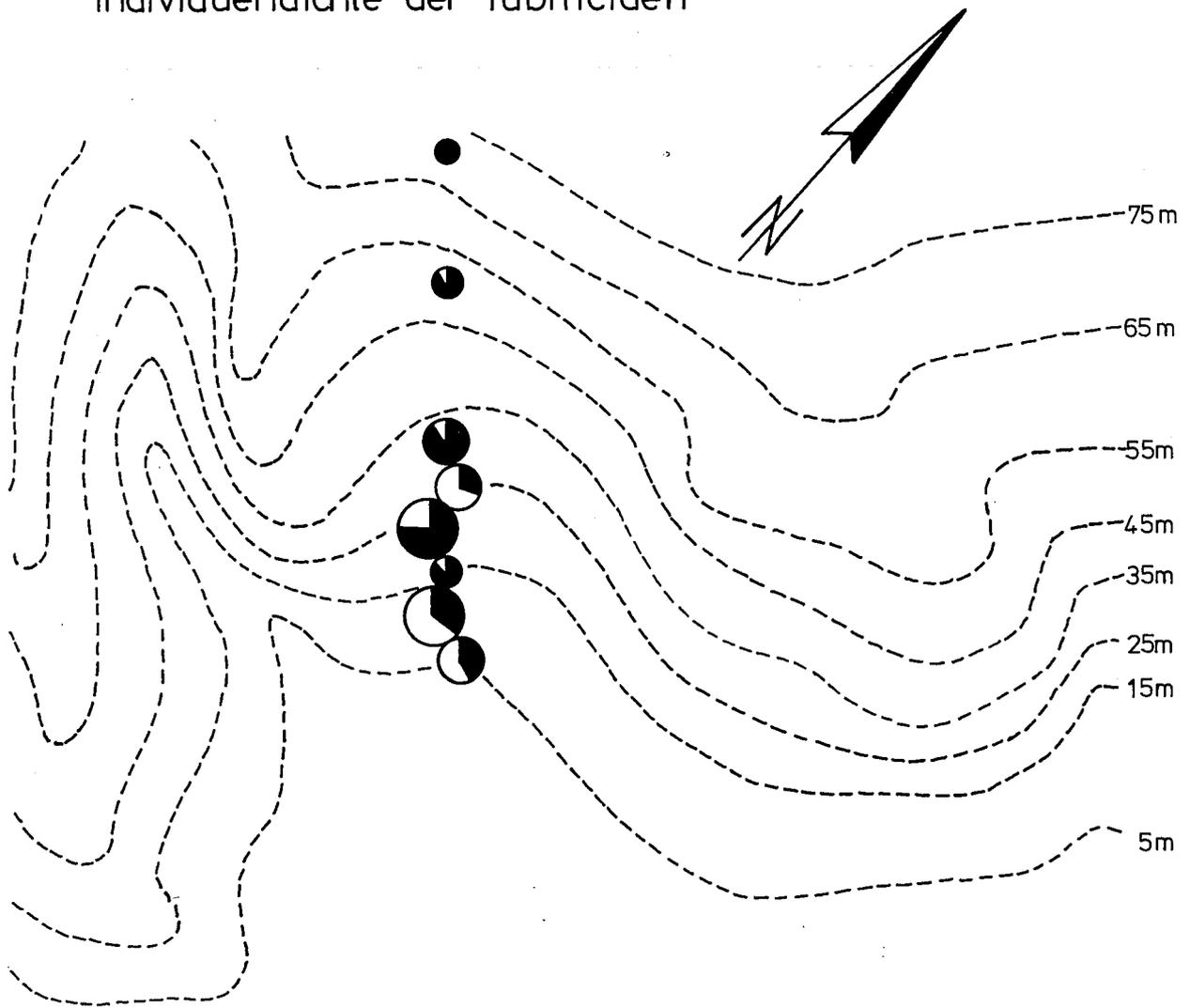
Die in mittleren Tiefen relativ gut entwickelten Tubificidenpopulationen werden besonders im Bereich der submersen Makro-

phyten durch ansehnliche Chironomiden und andere Dipterenpopulationen bereichert, auch Muscheln und Insektenlarven verschiedener Art sind hier zu verzeichnen.

Abgesehen von den beschränkten Bereichen mit allochthonen Einflüssen handelt es sich überwiegend um Sedimente geringer Korngrößen. Sie weisen mittlere Gehalte an organischem Kohlenstoff auf.

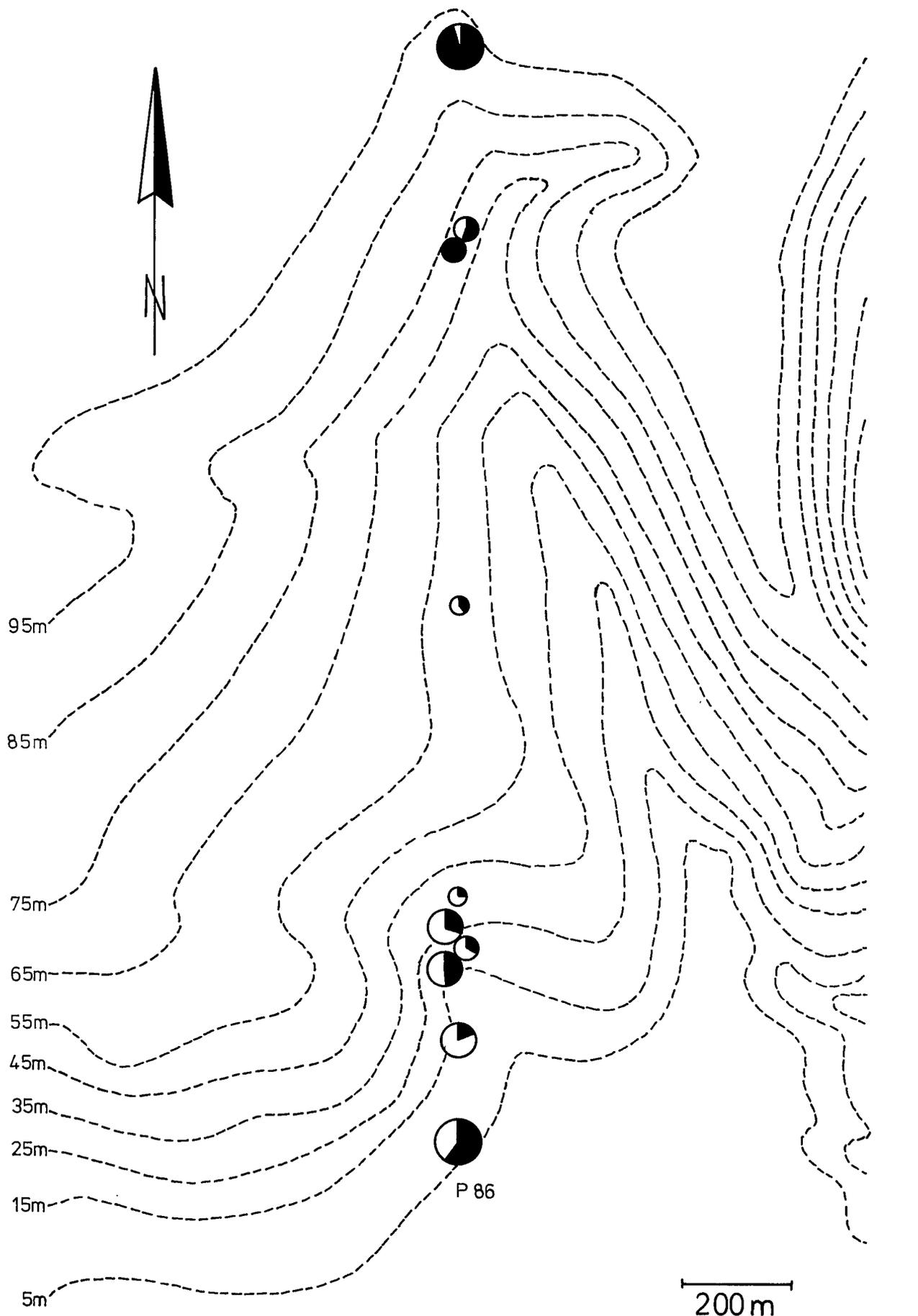
Seebodenareal vor Altenrhein - Ost 1973

Individuendichte der Tubificiden



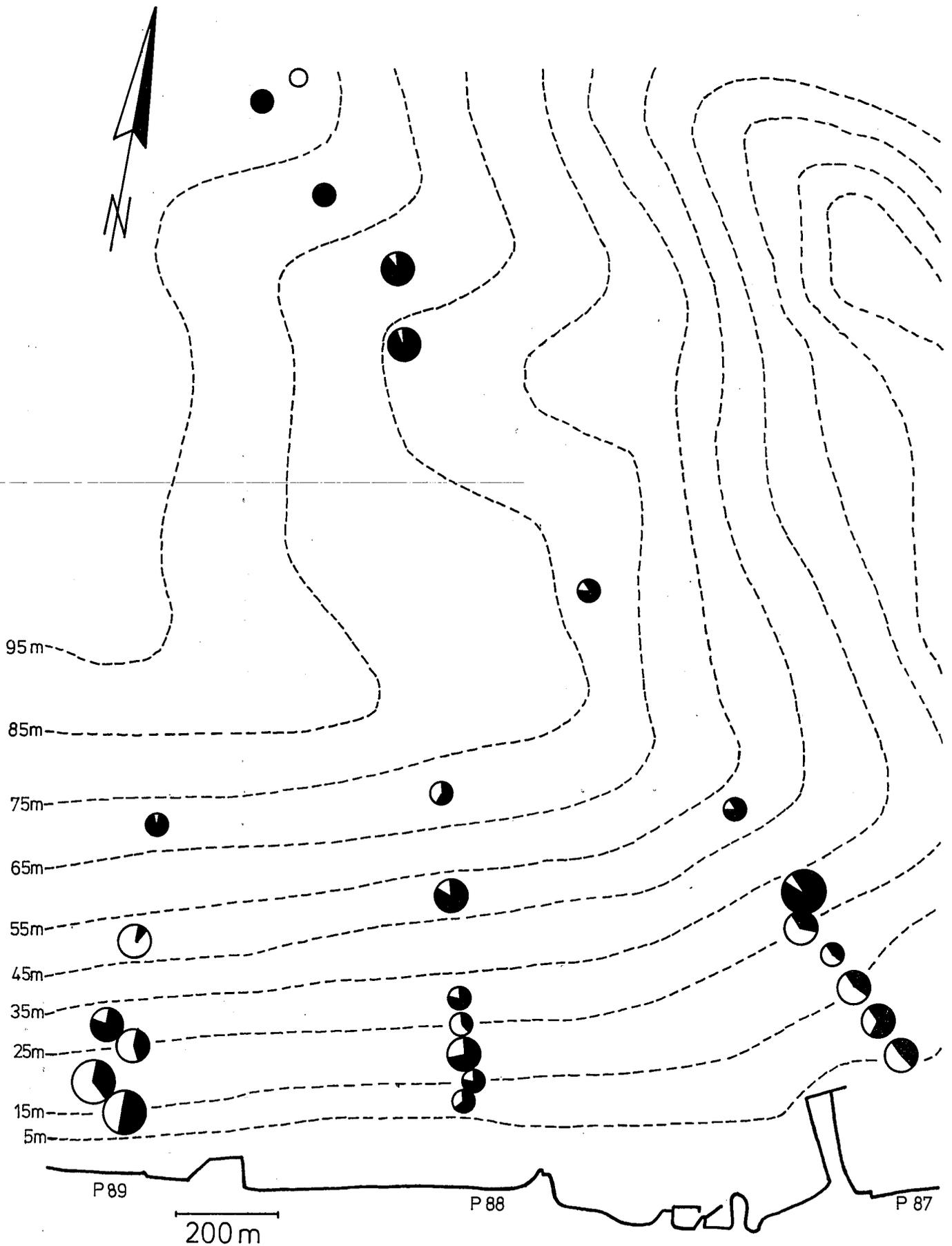
Seebodenareal vor Altenrhein - West 1973

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Stadt - Neu Seeland 1973 - 75

Individuendichte der Tubificiden



5.1.4.3 Seebodenareal vor Rorschach

Profil-Nr. 90 - 92

Es handelt sich um einen Uferbereich, der stark von technischen Eingriffen betroffen ist (Uferverbauung).

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1973 bis 1975

| Wassertiefe m | Proben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|------------------|-----------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 1 | 56.200 | 56.200 | 56.200 | 2 | 1.100 |
| 11 - 20 | 6 | 900 | 6.300 | 3.200 | 42 | 500 |
| 21 - 50 | 9 | 100 | 6.100 | 2.800 | 56 | 500 |
| 51 - 100 | 7 | 400 | 7.400 | 2.000 | 66 | 300 |
| 101 - 150 | 1 | 500 | 500 | 500 | 100 | 0 |

Die Tubificidenzahl ist im ufernahen Bereich am höchsten. Dabei handelt es sich allerdings überwiegend um Tiere ohne Haarborsten. Ab 11 m reduziert sich die Gesamtzahl erheblich, der Anteil der Tiere mit Haarborsten nimmt aber deutlich zu.

Bei der Begleitfauna ist für die Chironomiden-Larven ein ähnliches Verteilungsmuster zu registrieren. An sonstigen Organismen wurden relativ häufig Pisidien und vereinzelt Limnaea und Dreissena festgestellt, ferner auch Planaria spec., Herpobdella und Nematoden.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

In den Aufnahmen Anfang der 60er Jahre sind sowohl im Bereiche vor dem sogenannten Kornhaus, wie aber auch in demjenigen vor dem Schlachthof Stellen verzeichnet, wo Tubificiden völlig fehlten. Mit grösster Wahrscheinlichkeit ist die damalige Abwesenheit von benthalen Populationen auf toxische Einwirkungen von Abwässern zurückzuführen. Heute ist die Situation durch fabrikeigene Vorbehandlung und Zufuhr zur Gruppenreinigungsanlage Altenrhein offenbar einwandfrei geregelt.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1973 - 1975

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 6 - 10 | 1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 18 | 18 | 18 |
| 11 - 20 | 6 | 1,1 | 2,4 | 1,8 | 36 | 96 | 72 |
| 21 - 50 | 9 | 1,4 | 2,4 | 1,9 | 94 | 99 | 98 |
| 51 - 100 | 7 | 1,5 | 2,3 | 1,9 | 99 | 99 | 99 |
| 101 - 150 | 3 | 1,6 | 2,7 | 2,1 | 99 | 99 | 99 |

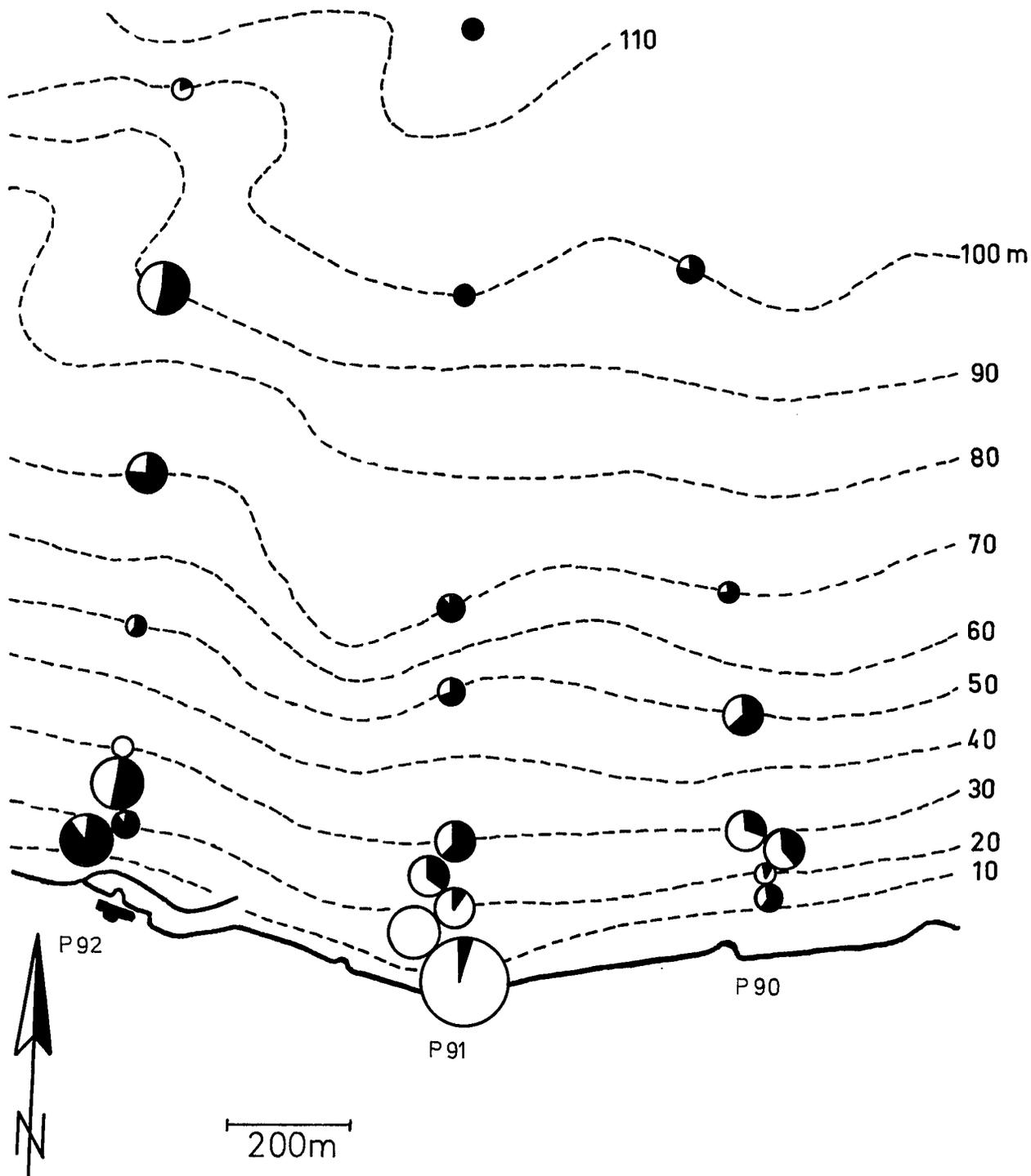
Die Mittelwerte an organischem Kohlenstoff nehmen mit zunehmender Tiefe zu, wobei in der grössten Tiefe ein recht hoher Einzelwert von 2,7 % erreicht wird.

Die Mittelwerte des Silt+Ton-Anteils erreichen bereits in der Tiefenstufe 21 - 50 m 98 % und steigen bis in die grössten Tiefen auf 99 % an.

Die Einzelwerte liegen zwischen 1,0 und 2,7 % organischer Kohlenstoff bzw. 18 und 99 % Silt+Ton-Anteil.

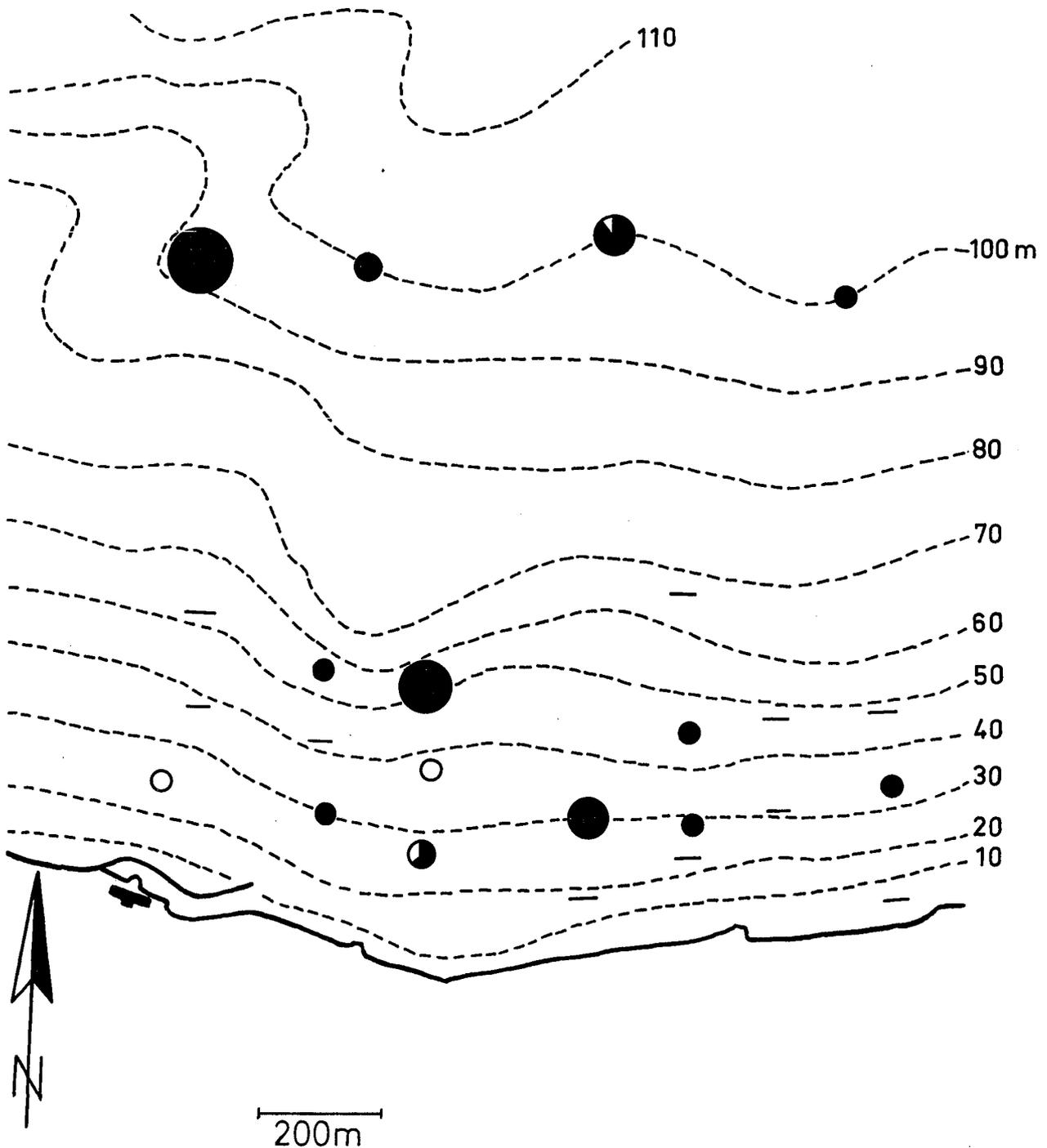
Seebodenareal Rorschacher Bucht 1973 - 1975

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal Rorschacher Bucht 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



d) Zusammenfassung

Es empfiehlt sich abzuwarten, ob die für den Raum Rorschach angedeutete Entwicklung im wesentlichen durch die Eliminierung toxischer Einwirkungen oder aber auch durch qualitative und quantitative Aenderungen der autochthonen Sedimentation bedingt ist.

5.1.4.4 Mündungsgebiet Goldach

Profil-Nr. 93 - 94

Der untersuchte Raum liegt im Einflussbereich der Goldach, eines voralpinen Gewässers mit folgenden hydrographischen Merkmalen: Q mittel = $1,4 \text{ m}^3/\text{sec}$; Einzugsgebiet 50 km^2 .

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1973/74

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/ m^2 | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden- Larven/ m^2 Mittel |
|------------------|------------|---------------------------------|--------|--------|--------------------------------|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 3 | 100 | 5.700 | 2.600 | 21 | 100 |
| 11 - 20 | 4 | 3.000 | 21.100 | 9.300 | 25 | 1.000 |
| 21 - 50 | 6 | 4.100 | 78.900 | 27.600 | 77 | 700 |
| 51 - 100 | 1 | 13.400 | 13.400 | 13.400 | 98 | 100 |

Die Populationsdichten an Tubificiden sind im ufernahen Bereich mässig erhöht, das Maximum wird im Tiefenbereich von 21 - 50 m erreicht. Seewärts ist dann wieder ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen.

Eindeutig ist in seewärtiger Richtung ein Anstieg des Anteils der haarborstentragenden Tiere festzustellen.

Unter der Begleitfauna sind vor allem die Chironomiden-Larven zu erwähnen. Es fanden sich in den ufernäheren Proben auch einige Pisidien und Dreissena, daneben auch Gehäuse von Trichopteren.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Der Vergleich der früheren Verhältnisse mit denjenigen, wie sie heute bestehen, wird durch die ungleiche Dichte der Probenahmestellen etwas erschwert. Immerhin dürfte die Aussage zutreffen, dass auch in diesem Seebodenareal die Populationsdichte an Tubificiden im allgemeinen zugenommen hat. Mit Sicherheit gilt dies für die tieferen Uferbereiche (ab ca. 40 m). Bemerkenswert erscheint, dass bei diesen Veränderungen die Arten mit Haarborsten stärker beteiligt waren als die haarborstenlosen Arten.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1973/74

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 6 - 10 | 2 | 1,1 | 2,9 | 2,0 | 33 | 45 | 39 |
| 11 - 20 | 4 | 1,0 | 2,2 | 1,7 | 48 | 77 | 62 |
| 21 - 50 | 5 | 1,5 | 2,0 | 1,8 | 77 | 98 | 91 |
| 51 - 100 | 4 | 1,5 | 1,8 | 1,7 | 98 | 99 | 99 |

Im Gegensatz zum "Normalfall" nehmen hier die Mittelwerte an organischem Kohlenstoff mit zunehmender Tiefe ab. Die Mittelwerte der Silt+Ton-Fraktion steigen dagegen mit zunehmender Tiefe an.

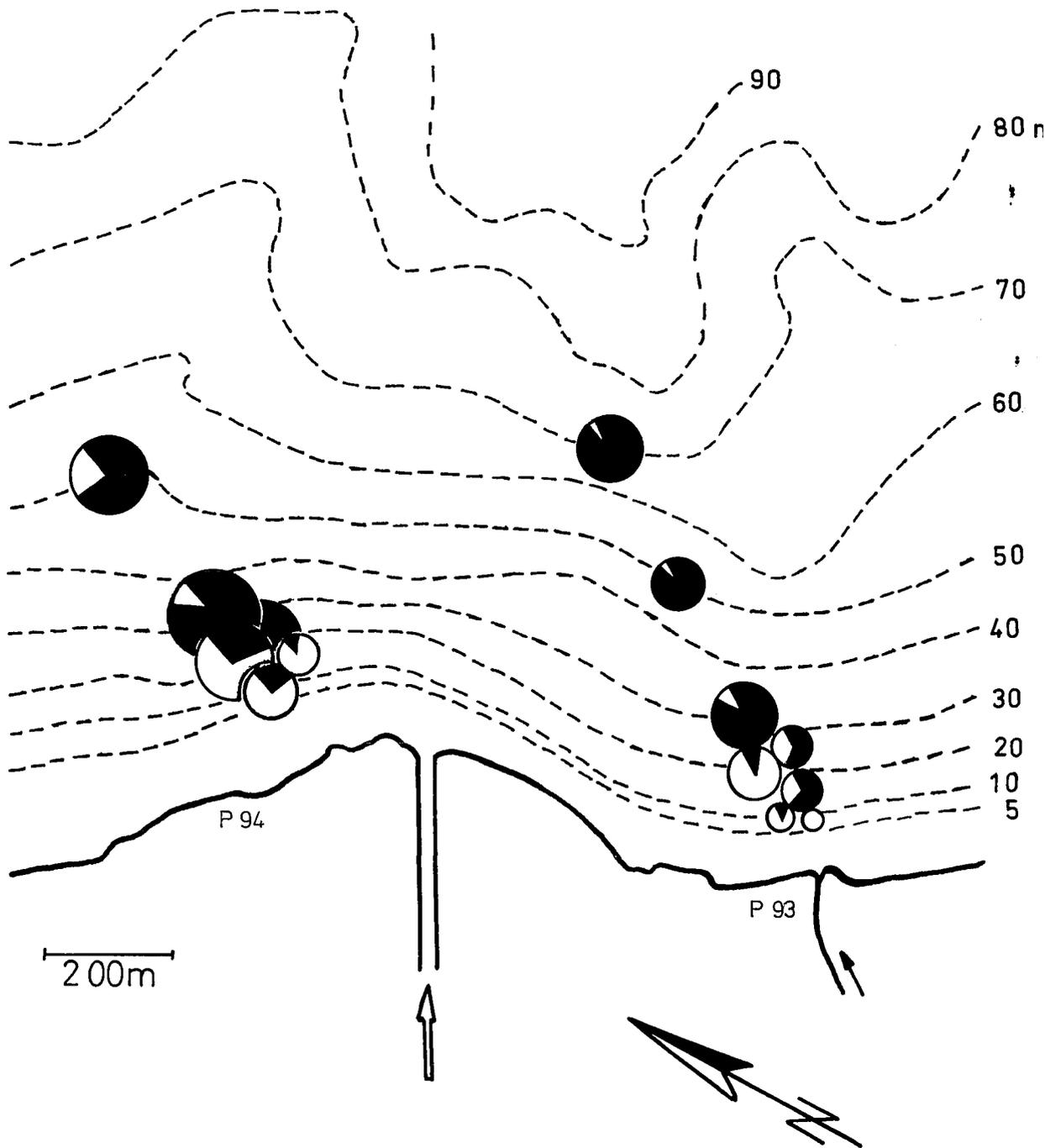
Die Einzelwerte liegen zwischen 1,0 und 2,9 % organischem Kohlenstoff bzw. 33 und 99 % Silt+Ton-Anteil.

d) Zusammenfassung

Innerhalb des in Betracht fallenden Zeitraumes haben sowohl die Besiedlungsdichten, wie auch die Anteile der mit Haarborsten ausgestatteten Tiere besonders ab den Tiefen von 30 und mehr Metern merklich zugenommen.

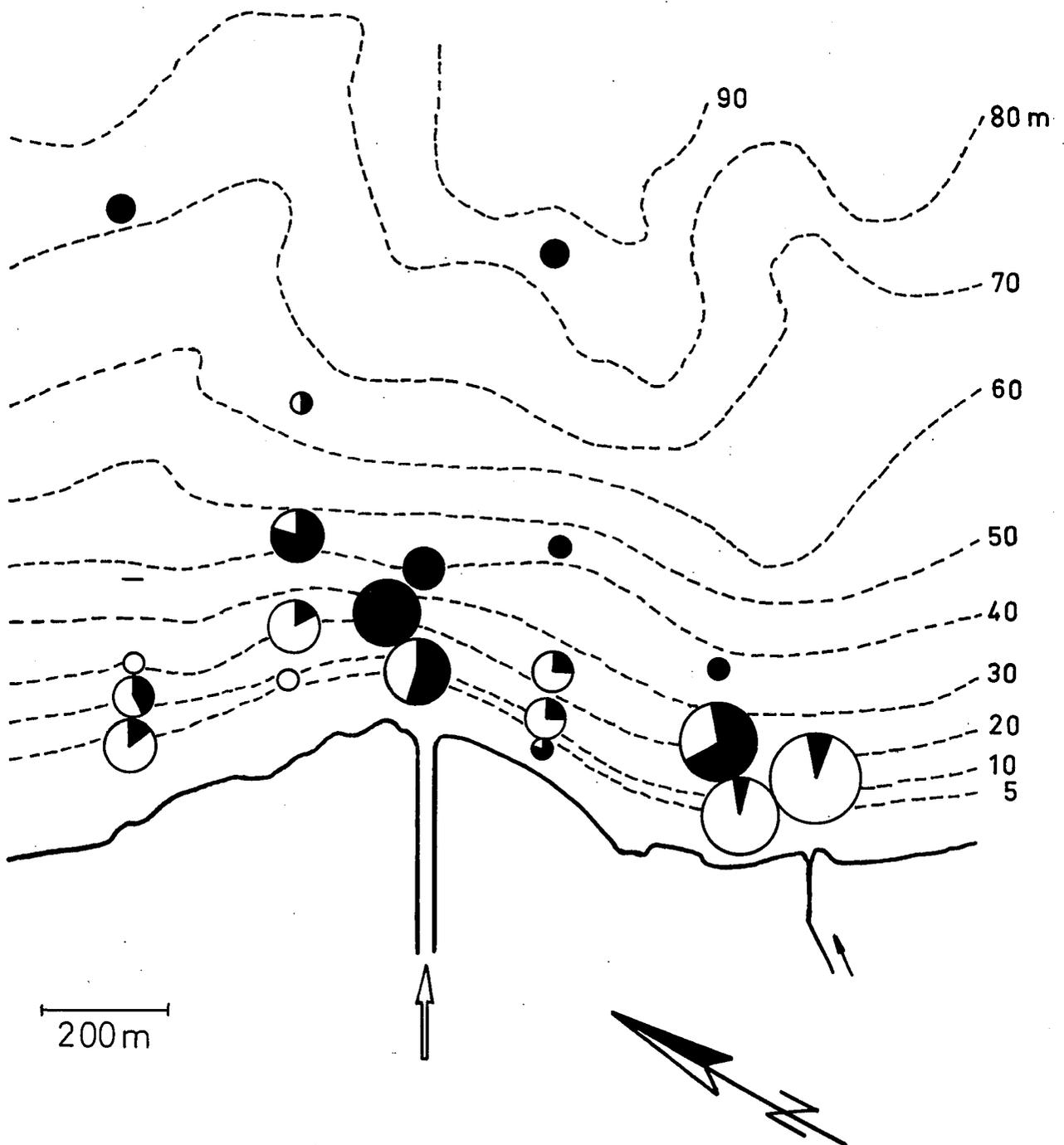
Mündungsgebiet Goldach 1973/74

Individuendichte der Tubificiden



Mündungsgebiet Goldach 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



5.1.4.5 Seebodenareal vor Horn

Profil-Nr. 95/96

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1974/78

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 3 | 3.800 | 5.600 | 4.900 | 12 | 6.200 |
| 11 - 20 | 4 | 3.000 | 19.700 | 10.200 | 65 | 5.900 |
| 21 - 50 | 6 | 5.000 | 22.700 | 12.500 | 64 | 1.400 |
| 51 - 100 | 5 | 200 | 6.300 | 2.500 | 66 | 100 |
| 101 - 150 | 1 | 700 | 700 | 700 | 86 | 100 |

Nur im Tiefenbereich von 11 - 50 m treten Tubificiden in grösserer Individuendichte auf, doch streuen die Dichtewerte lokal sehr stark.

Unter der Begleitfauna sind vor allem die Chironomiden zu erwähnen, die bis in 20 m Wassertiefe verhältnismässig hohe Populationsdichten erreichen.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1974/78

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 3 | 0,8 | 1,4 | 1,1 | 36 | 67 | 56 |
| 11 - 20 | 4 | 1,5 | 1,7 | 1,6 | 74 | 96 | 88 |
| 21 - 50 | 6 | 1,3 | 2,0 | 1,7 | 97 | 99 | 99 |
| 51 - 100 | 4 | 1,6 | 2,6 | 2,0 | 99 | 99 | 99 |
| 101 - 150 | 1 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 99 | 99 | 99 |

Sowohl für den organischen Kohlenstoff als auch für die Silt+
Ton-Fraktion ist hier erwartungsgemäss eine deutliche Zunahme
der Mittelwerte mit zunehmender Wassertiefe festzustellen.

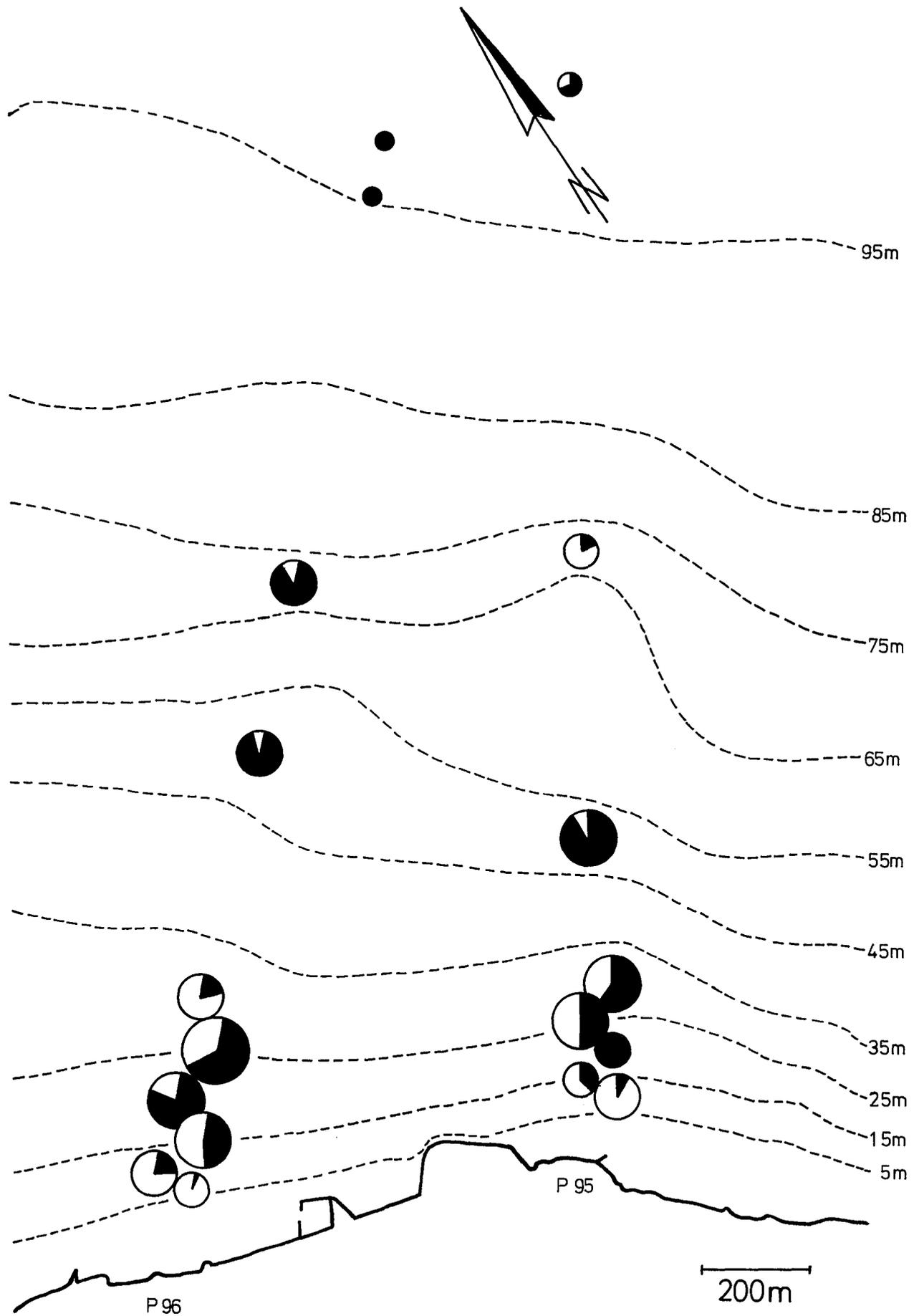
Die Einzelwerte liegen zwischen 0,8 und 2,6 % organischem Koh-
lenstoff bzw. zwischen 36 und 99 % Silt+Ton-Anteil.

c) Zusammenfassung

Nach dem Vorkommen der Tubificiden befinden sich Belastungs-
schwerpunkte lokal in Tiefen zwischen 11 - 50 m. Demgegenüber
nimmt der Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff erst
ab 51 m Wassertiefe deutlich zu.

Seebodenareal vor Horn 1974/78

Individuendichte der Tubificiden



5.1.4.6 Mündungsgebiet Steinach

Profil-Nr. 97 - 100 und 102

Auch dieses Untersuchungsgebiet liegt im Einflussbereich eines voralpinen Gewässers. Die massgeblichen hydrographischen Daten sind: Q mittel = $0,8 \text{ m}^3/\text{sec}$; Einzugsgebiet: 24 km^2 . Infolge des beachtlichen Gefälles über grössere Gebiete anstehender Molasse kommt öfters eine ansehnliche Geschiebeführung zustande.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1972 bis 1975

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/ m^2 | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/ m^2 Mittel |
|------------------|------------|---------------------------------|--------|--------|-----------------------------|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 8 | 900 | 6.300 | 3.500 | 27 | 3.300 |
| 11 - 20 | 8 | 4.800 | 34.000 | 25.000 | 62 | 1.900 |
| 21 - 50 | 13 | 600 | 71.300 | 15.100 | 82 | 1.100 |
| 51 - 100 | 4 | 400 | 3.000 | 1.900 | 77 | 300 |

Wie aus dem Vergleich der Tabellen für Steinach und Goldach (siehe Profil-Nr. 92/93) hervorgeht, handelt es sich bezüglich der Tubificiden um recht ähnliche Besiedlungsverhältnisse.

Unter der Begleitfauna sind vor allem die Chironomiden zu nennen, die bis 10 m Wassertiefe Populationsdichten bis über $3.000 \text{ Tiere}/\text{m}^2$ erreichen, aber auch noch in Tiefen über 50 m vertreten sind.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Auch im Sedimentationsbereich der Steinach wird eine gewisse Steigerung der Populationsdichte festgestellt. Wie anderwärts macht sich dies vor allem auch in den grösseren Wassertiefen (ab ca. 40 m) bemerkbar.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1972 - 1975

| Wassertiefe m | Proben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|-----------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 6 - 10 | 8 | 0,4 | 1,2 | 0,8 | 10 | 88 | 53 |
| 11 - 20 | 8 | 1,0 | 1,7 | 1,4 | 71 | 98 | 87 |
| 21 - 50 | 12 | 1,0 | 1,8 | 1,5 | 85 | 99 | 96 |
| 51 - 100 | 8 | 1,4 | 2,2 | 1,8 | 98 | 99 | 99 |

Die mittleren Kohlenstoffgehalte und der Silt+Ton-Anteil steigen mit zunehmender Wassertiefe.

Die Einzelwerte liegen zwischen min. 0,4 % und max. 2,0 % organischem Kohlenstoff bzw. min. 10 % und max. 99 % Silt+Ton-Anteil.

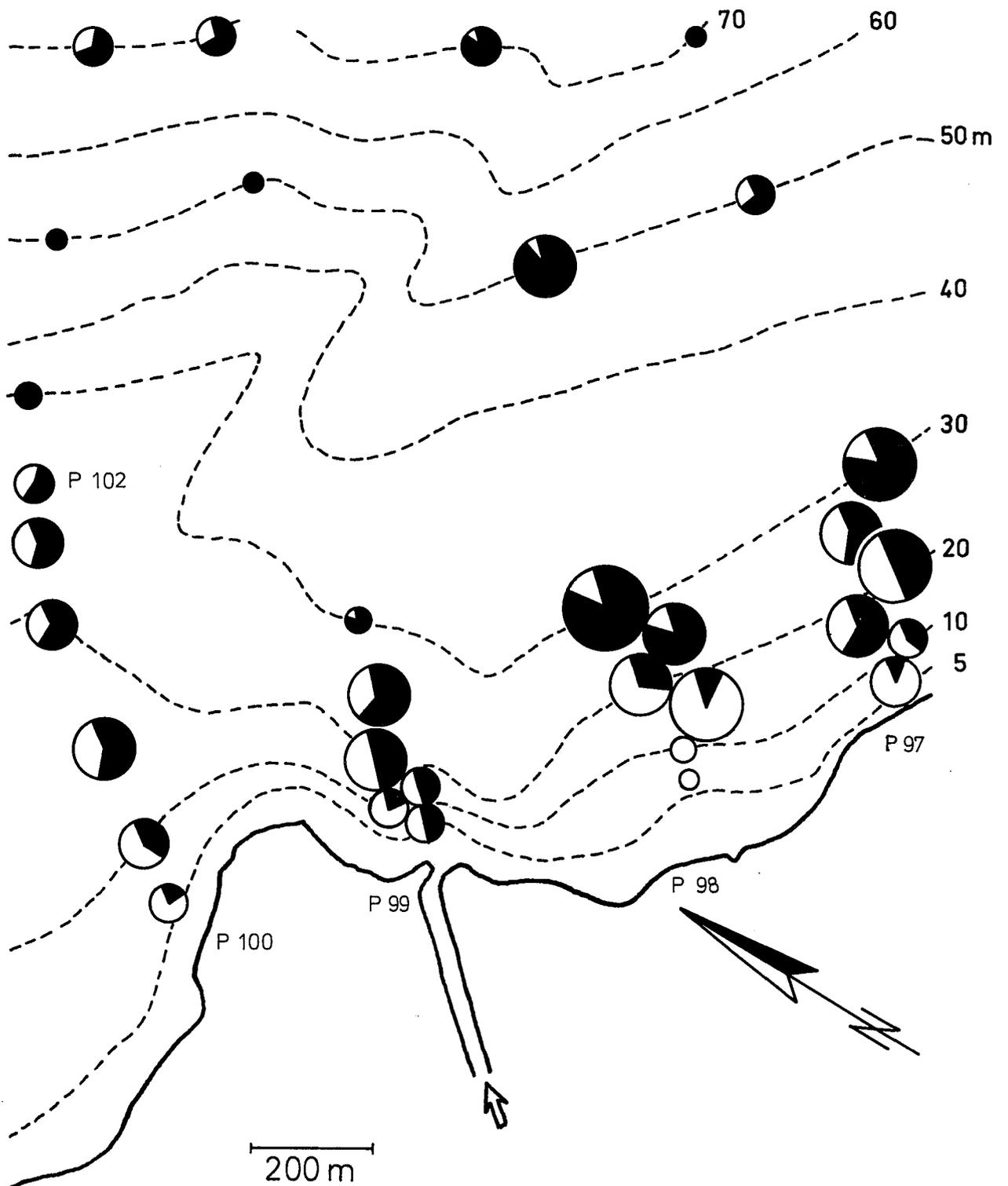
d) Zusammenfassung

Es handelt sich um einen Bereich, in welchem sich sowohl in biologischer wie auch in chemischer Hinsicht der Anstieg der allochthonen Belastung recht deutlich manifestiert. Wiederum sind die durch die Tubificiden angezeigten Belastungen merkbar grösser als in den Untersuchungsjahren 1960 - 1963.



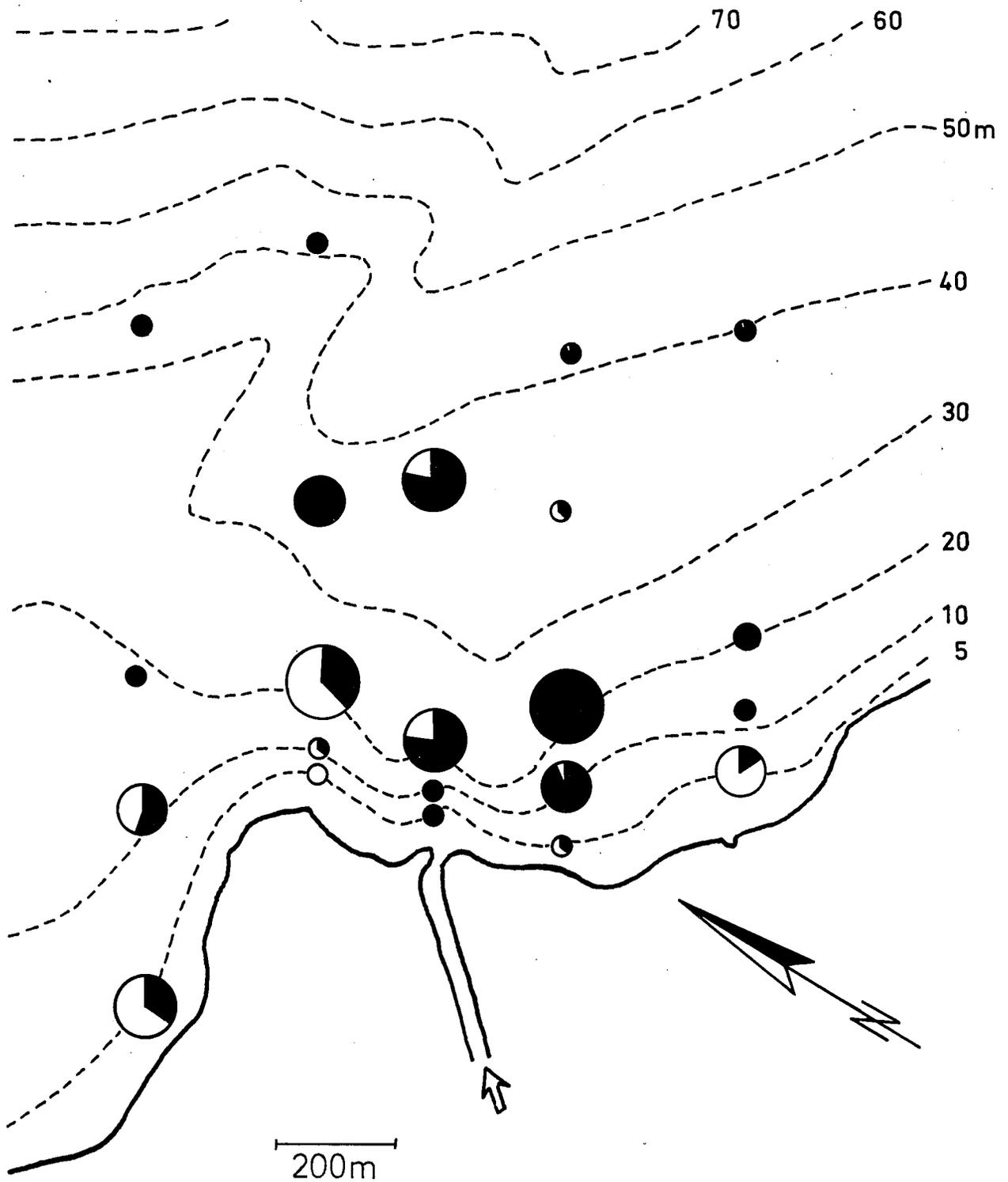
Mündungsgebiet Steinach 1972 - 1975

Individuendichte der Tubificiden



Mündungsgebiet Steinach 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



5.1.4.7 Seebodenareal vor Arbon

Profil-Nr. 100 - 104

Hydrographisch weist der Bereich des Raumes vor Arbon keine Besonderheiten auf. Die ursprüngliche, recht ausgedehnte Litoralzone ist in jüngsten Jahren durch Aufschüttungen wesentlich reduziert worden.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1972 - 1975

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden- Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 6 | 500 | 5.900 | 3.300 | 23 | 1.100 |
| 11 - 20 | 8 | 1.000 | 22.700 | 9.700 | 71 | 2.600 |
| 21 - 50 | 11 | 600 | 10.700 | 4.400 | 66 | 2.100 |
| 51 - 100 | 3 | 1.400 | 3.100 | 2.200 | 95 | 1.400 |

Der Seebereich vor Arbon weist im allgemeinen eine relativ reiche Besiedlungsdichte an Tubificiden auf. Insbesondere gilt dies für die Tiefen zwischen 11 und 50 m. Ab 11 m Tiefe ist eine zunehmende Dominanz der Tiere mit Haarborsten festzustellen.

Unter der Begleitfauna wurden in relativ guter Bestandesdichte Chironomiden-Larven und verschiedene Molluskenarten festgestellt.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen der Untersuchungen 1960 - 1963

Als bemerkenswert ist festzustellen, dass Flächen mit fehlender Besiedlung, wie sie in den 60er Jahren auch hier, ähnlich wie im Bereiche von Rorschach festgestellt wurden, heute nicht mehr zu verzeichnen sind. Vermutlich ist hierfür eine entsprechende Erklärung, wie sie für vorerwähnten Bereich gegeben wurde, angezeigt. Es ist festzustellen, dass in früheren Zeiträumen verschiedene Quellen toxischer Abwässer (galvanische Betriebe) bestanden haben. Sie sind sukzessive saniert worden. Die generelle organische Belastung war aber zur Zeit unserer Untersuchungen durch die derzeit voll in Betrieb stehende Sammelreinigungsanlage Morgental (erbaut 1973) noch nicht behoben. Gesamthaft hat aber die durch die Tubificiden angezeigte Belastung gegenüber den 60er Jahren deutlich zugenommen.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1972 - 1975

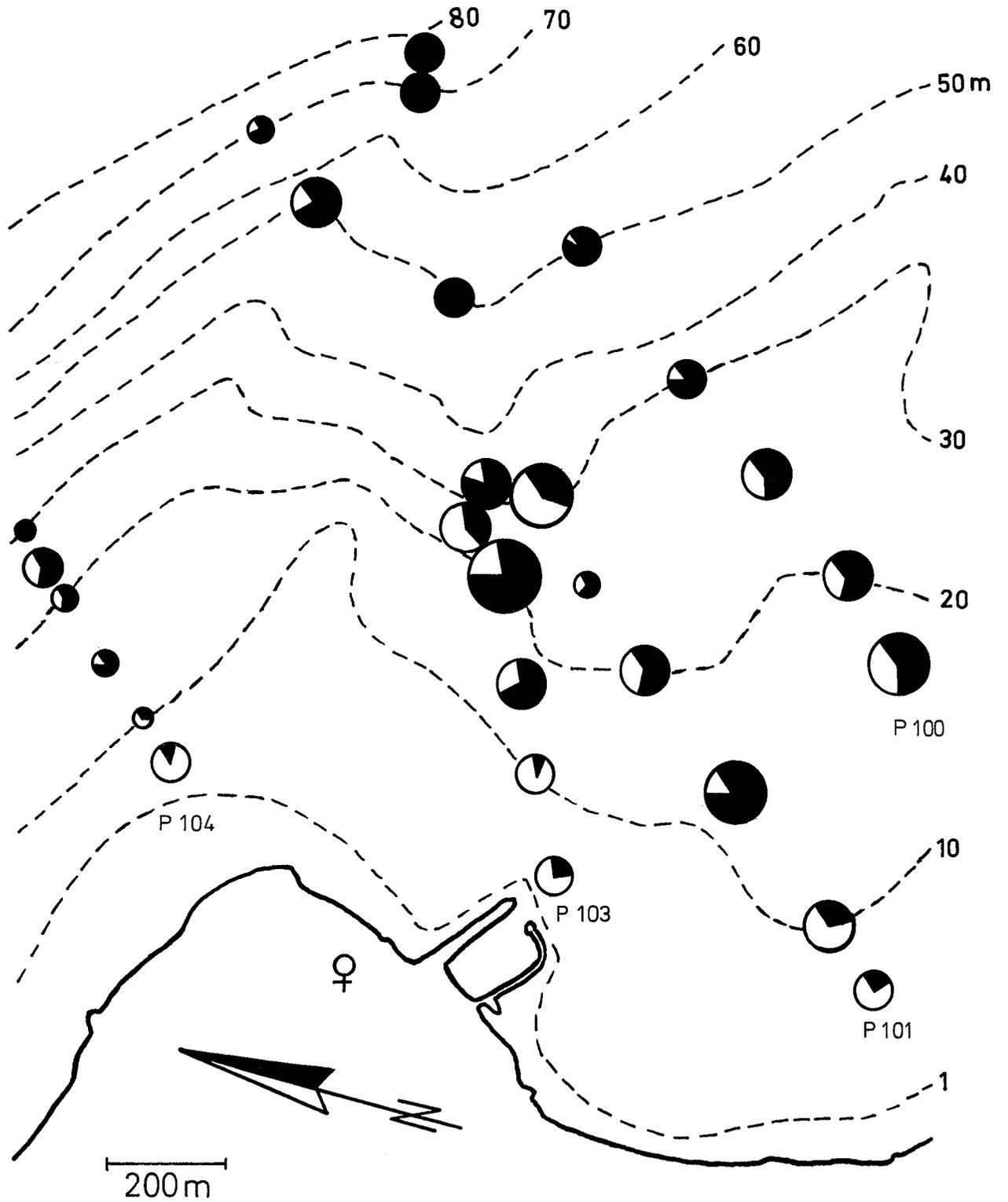
| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 6 - 10 | 10 | 0,4 | 1,7 | 1,0 | 25 | 98 | 64 |
| 11 - 20 | 10 | 0,7 | 1,6 | 1,2 | 55 | 98 | 88 |
| 21 - 50 | 14 | 1,3 | 1,9 | 1,5 | 85 | 99 | 94 |
| 51 - 100 | 11 | 1,0 | 2,0 | 1,6 | 88 | 99 | 98 |

Die Mittelwerte des organischen Kohlenstoffs und die Mittelwerte des Silt+Ton-Anteils steigen mit zunehmender Wassertiefe.

Die Einzelwerte liegen zwischen 0,4 und 2,0 % organischem Kohlenstoff bzw. 25 und 99 % Silt+Ton-Anteil.

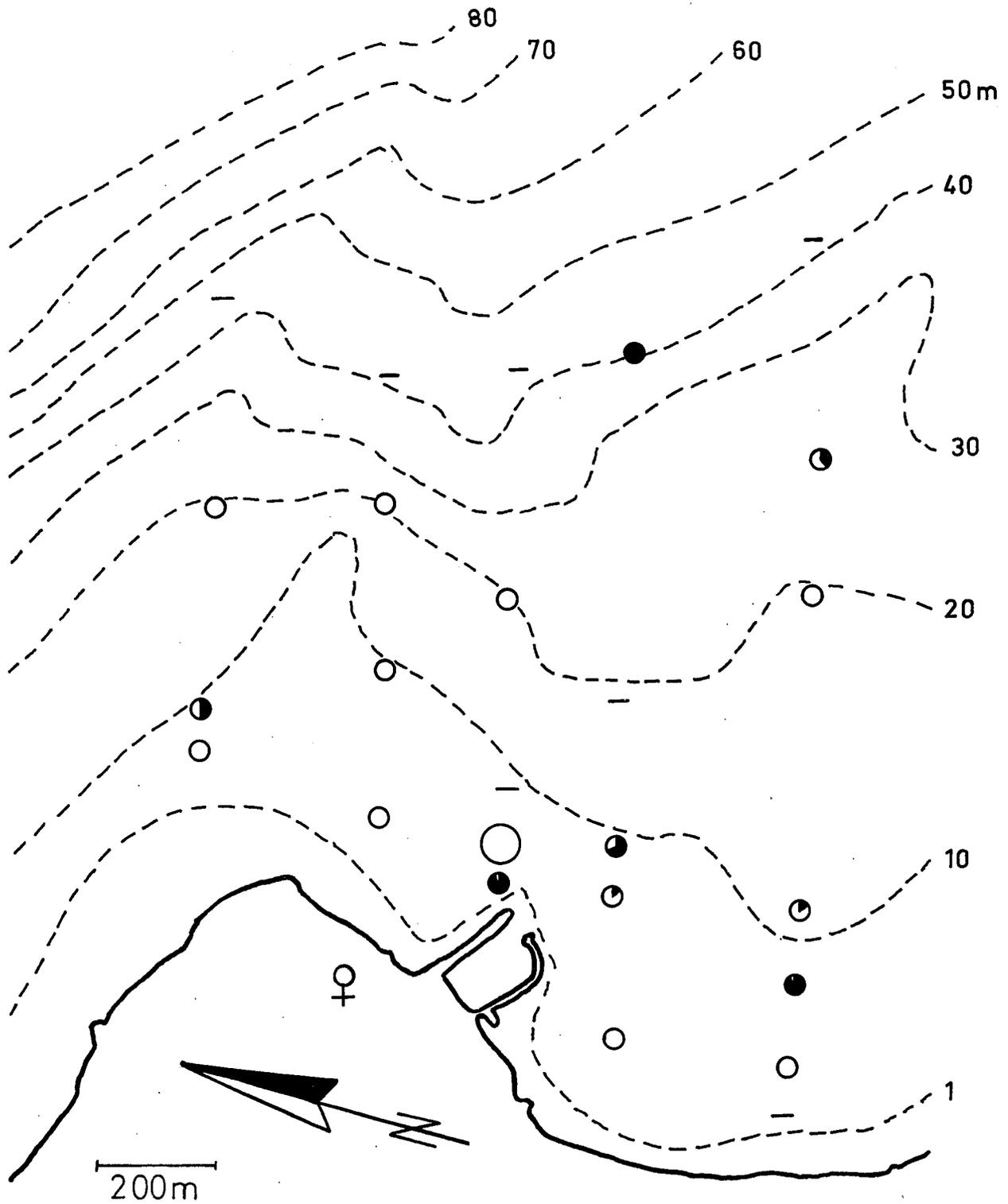
Seebodenareal vor Arbon 1972 - 1975

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Arbon 1960 - 1963

Individuendichte der Tubificiden



d) Zusammenfassung

Der Seeraum vor Arbon weist eine mittlere Besiedlungsdichte auf. Gewisse Bereiche, wo seinerzeit eine Tubificidenbesiedlung nicht nachgewiesen wurde, sind heute von Tubificiden mit und ohne Haarborsten besiedelt. Allgemein ist eine deutliche Erhöhung der Populationsdichten der Tubificiden festzustellen.

Auch die Begleitfauna ist recht gut entwickelt.

5.1.4.8 Seebodenareal vor Arbon-West bis vor Widenhorn

Profil-Nr. 105 - 109

Als allochthone Einflüsse kommen hier noch randliche Auswirkungen aus dem Raume Arbon und der Salmsacher Aach bzw. Wilerbach in Frage.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1972 - 1975

Die Populationsdichten der Tubificiden sind mittelmässig. Die Abnahme nach der grössten Seetiefe ist deutlich ersichtlich, parallel damit die Zunahme des Anteils an Haarborsten-Tieren in der selben Richtung.

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 10 | 700 | 5.200 | 2.600 | 27 | 1.800 |
| 11 - 20 | 10 | 2.500 | 8.900 | 4.500 | 57 | 2.900 |
| 21 - 50 | 15 | 700 | 20.000 | 3.400 | 65 | 900 |
| 51 - 100 | 10 | 400 | 9.400 | 2.900 | 91 | 500 |
| 101 - 150 | 3 | 800 | 1.300 | 1.000 | 93 | 100 |
| 151 - 200 | 4 | 200 | 1.900 | 900 | 92 | 0 |
| 201 - 252 | 4 | 100 | 300 | 200 | 100 | 0 |

Unter der Begleitfauna weisen die Chironomiden nur bis 20 m Wassertiefe höhere Populationsdichten auf. Die Muschelgattung Pisidium ist an den verschiedenen Standorten nur in geringer Dichte vertreten.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1972 - 1975

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 6 - 10 | 9 | 0,5 | 0,8 | 0,6 | 8 | 81 | 44 |
| 11 - 20 | 10 | 0,6 | 1,8 | 1,0 | 58 | 95 | 80 |
| 21 - 50 | 15 | 1,0 | 2,0 | 1,6 | 89 | 99 | 98 |
| 51 - 100 | 11 | 0,8 | 2,3 | 1,8 | 99 | 99 | 99 |
| 101 - 150 | 3 | 1,5 | 2,3 | 2,0 | 99 | 99 | 99 |
| 151 - 200 | 3 | 1,5 | 2,5 | 2,0 | 99 | 99 | 99 |
| 201 - 252 | 3 | 1,6 | 2,3 | 2,0 | 99 | 99 | 99 |

Die Mittelwerte für organischen Kohlenstoff und den Silt+Ton-Anteil steigen mit zunehmender Tiefe an, wobei der organische Kohlenstoff ab der Tiefenstufe 101 - 150 m den maximalen Wert von 2,0 % und der Silt+Ton-Anteil bereits ab der Tiefenstufe 51 - 100 m den maximalen Mittelwert von 99 % erreicht.

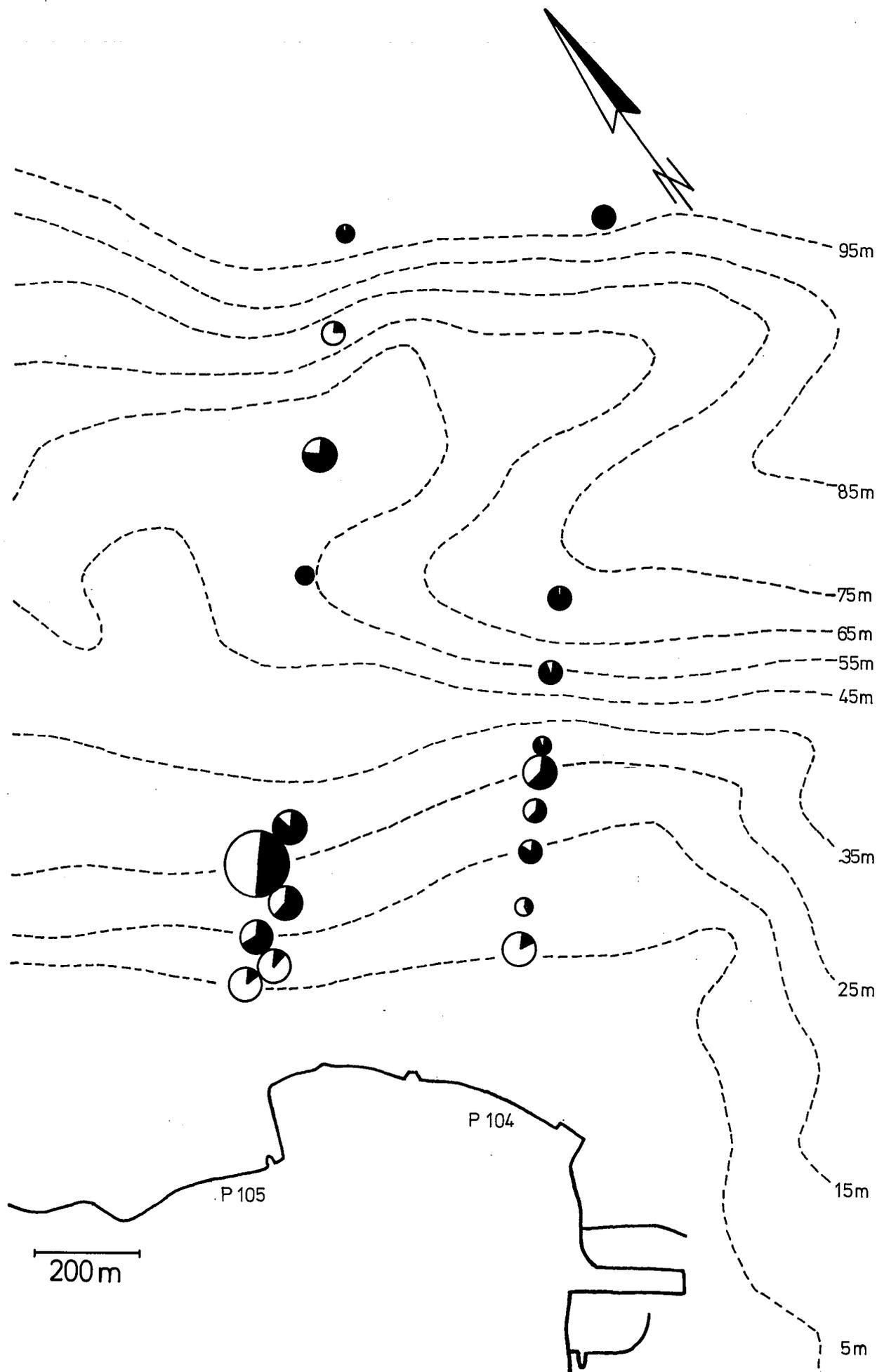
Die Einzelwerte liegen zwischen 0,5 und 2,5 % organischem Kohlenstoff bzw. 8 und 99 % Silt+Ton-Anteil.

c) Zusammenfassung

Allochthone Einflüsse sind in diesem Abschnitt, abgesehen von lokalen Bereichen, nur in mässiger Auswirkung festzustellen. Dies zeigen die in der Regel geringen Populationsdichten (Ausnahme lokal in 21 - 50 m Wassertiefe) an Tubificiden, wie auch die für die verschiedenen Tiefenbereiche durchschnittlichen Konzentrationen der Sedimente mit organischem Kohlenstoff an.

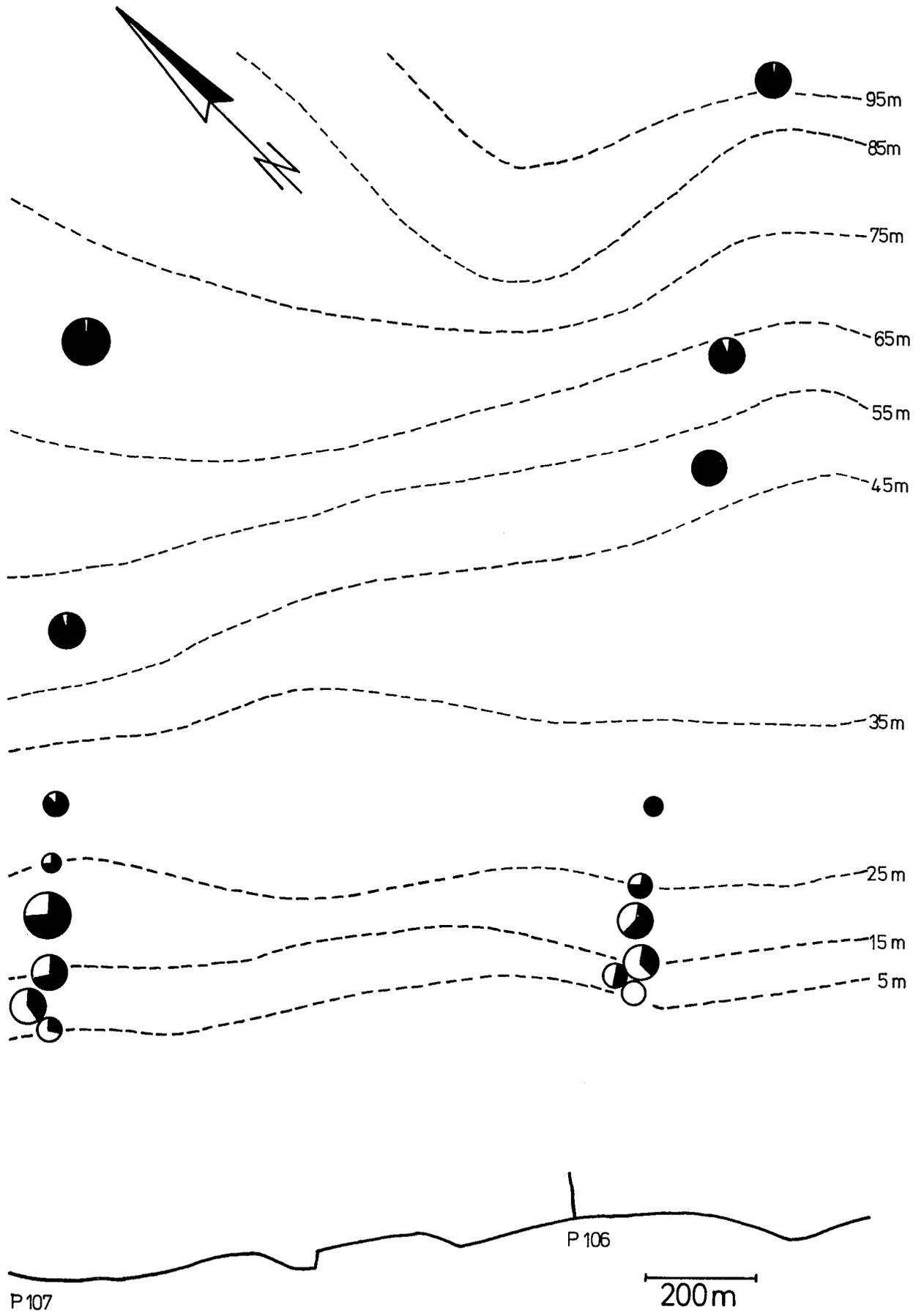
Seebodenareal vor Arbon - West 1974/75

Individuendichte der Tubificiden



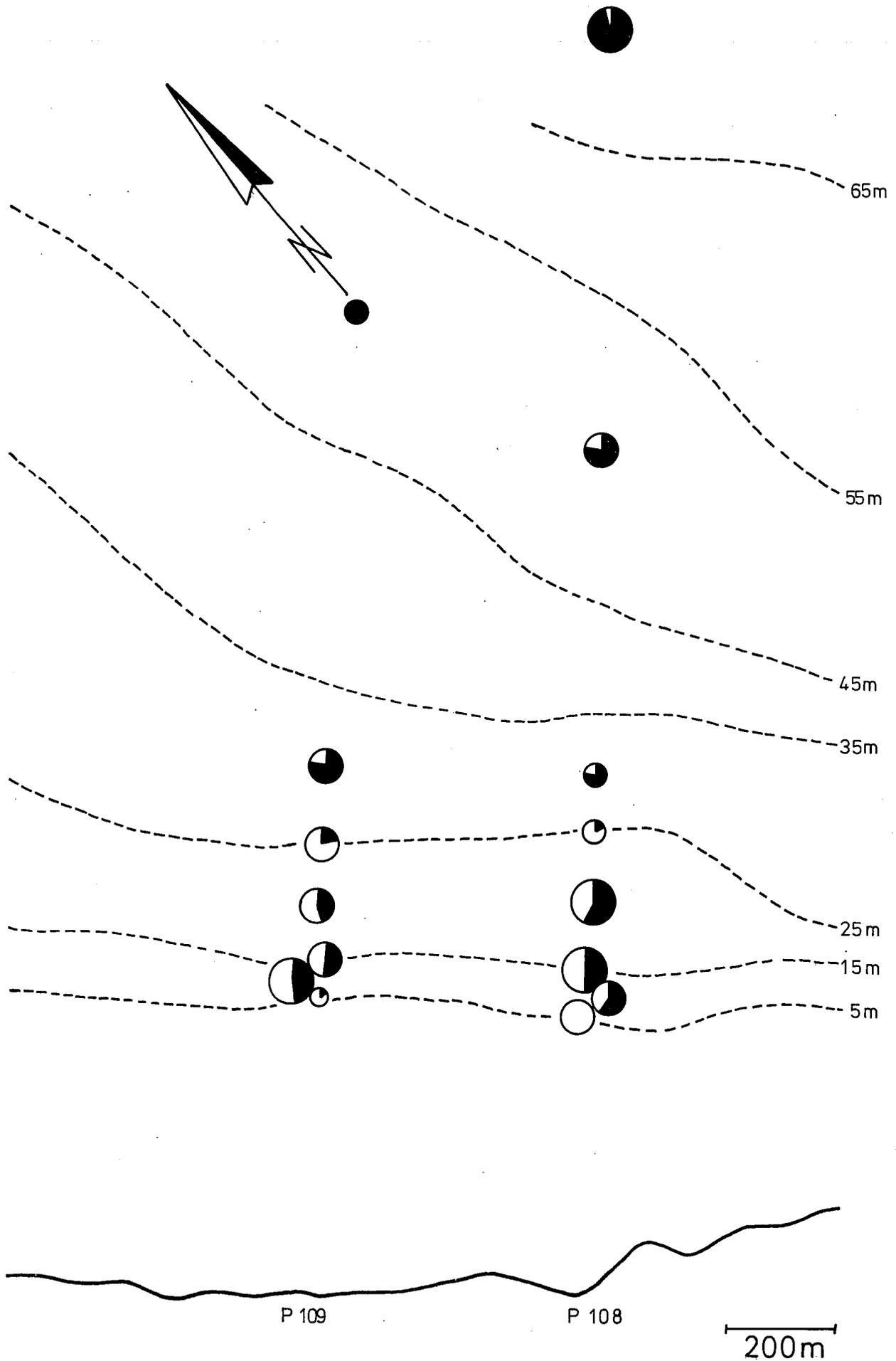
Seebodenareal vor Frasnacht 1972/74

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Buech - Widenhorn 1975

Individuendichte der Tubificiden



5.1.4.9 Mündungsgebiet Wilerbach und Salmsacher Aach

Profil-Nr. 110 - 112

Die in diesen Seebereich mündende Salmsacher Aach umfasst ein Einzugsgebiet von 48 km². Während der 17jährigen Beobachtungsdauer betrug die mittlere Jahresabflussmenge 0,7 m³/sec. Die mittlere Wasserführung des Wilerbaches liegt bei 0,3 m³/sec, sein Einzugsgebiet beträgt rund 19 km².

Die Salmsacher Aach mündet oberhalb des Bahnhofsareals Romanshorn in ziemlich genau östlicher Richtung in einen recht ausgedehnten Flachwasserbereich. Etwas weiter seeaufwärts besteht als Zufluss der Wilerbach mit einem etwas kleineren Einzugsgebiet.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1972 - 1974

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden- Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|-------|--------|--------------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 6 | 500 | 7.700 | 3.200 | 16 | 600 |
| 11 - 20 | 6 | 1.200 | 6.100 | 3.700 | 70 | 3.100 |
| 21 - 50 | 4 | 700 | 1.800 | 1.400 | 81 | 3.200 |

Die Populationen der Tubificiden weisen in der sogenannten Luxburger Bucht eine mittlere Dichte auf, wobei randseits Tiere ohne Haarborsten vorherrschen. Seewärts nimmt, wie im allgemeinen üblich, der Anteil der haarborstentragenden Vertreter merklich zu.

Als Begleitfauna wurden in erheblicher Dichte Chironomiden fest-

gestellt, daneben auch Pisidien, auf festen Unterlagen Dreisse-na, im übrigen auch verschiedene andere Molluskenarten.

Trichopteren-Larven aus den Gattungen Leptoceridae und Molanna wurden vereinzelt vorgefunden.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Im allgemeinen ist, insbesondere in den Tiefen von 10 und mehr Metern, eine Zunahme der Tubificidendichten, insbesondere der behaarten Vertreter, festzustellen. Auch in diesem Falle bestehen gewisse Unsicherheiten bezüglich der negativen Befunde aus den Jahren 1960 - 1963. Es erscheint nicht ausgeschlossen, dass seinerzeit seewärts von Romanshorn am Seeboden toxische Stoffe wirksam waren.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1972 - 1974

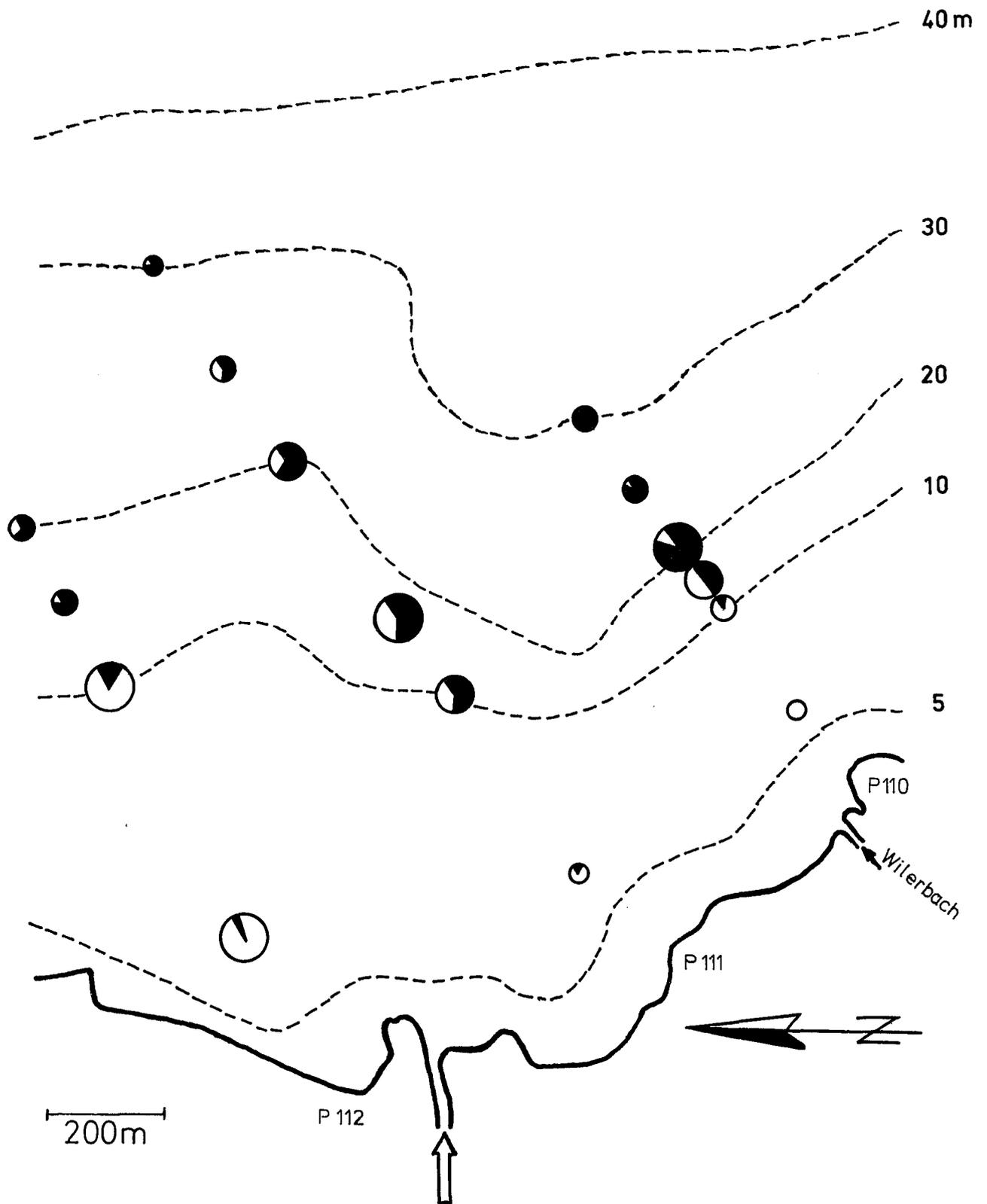
| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 6 - 10 | 6 | 0,8 | 1,3 | 1,1 | 27 | 76 | 54 |
| 11 - 20 | 6 | 1,1 | 1,4 | 1,2 | 51 | 97 | 79 |
| 21 - 50 | 9 | 1,2 | 1,8 | 1,6 | 75 | 99 | 94 |

Wie in den übrigen Gebieten steigt auch hier der Gehalt an organischem Kohlenstoff und der Silt+Ton-Anteil mit zunehmender Tiefe an.

Die Einzelwerte liegen zwischen min. 0,8 % und max. 1,8 % organischem Kohlenstoff bzw. min. 27 % und max. 99 % Silt+Ton-Anteil.

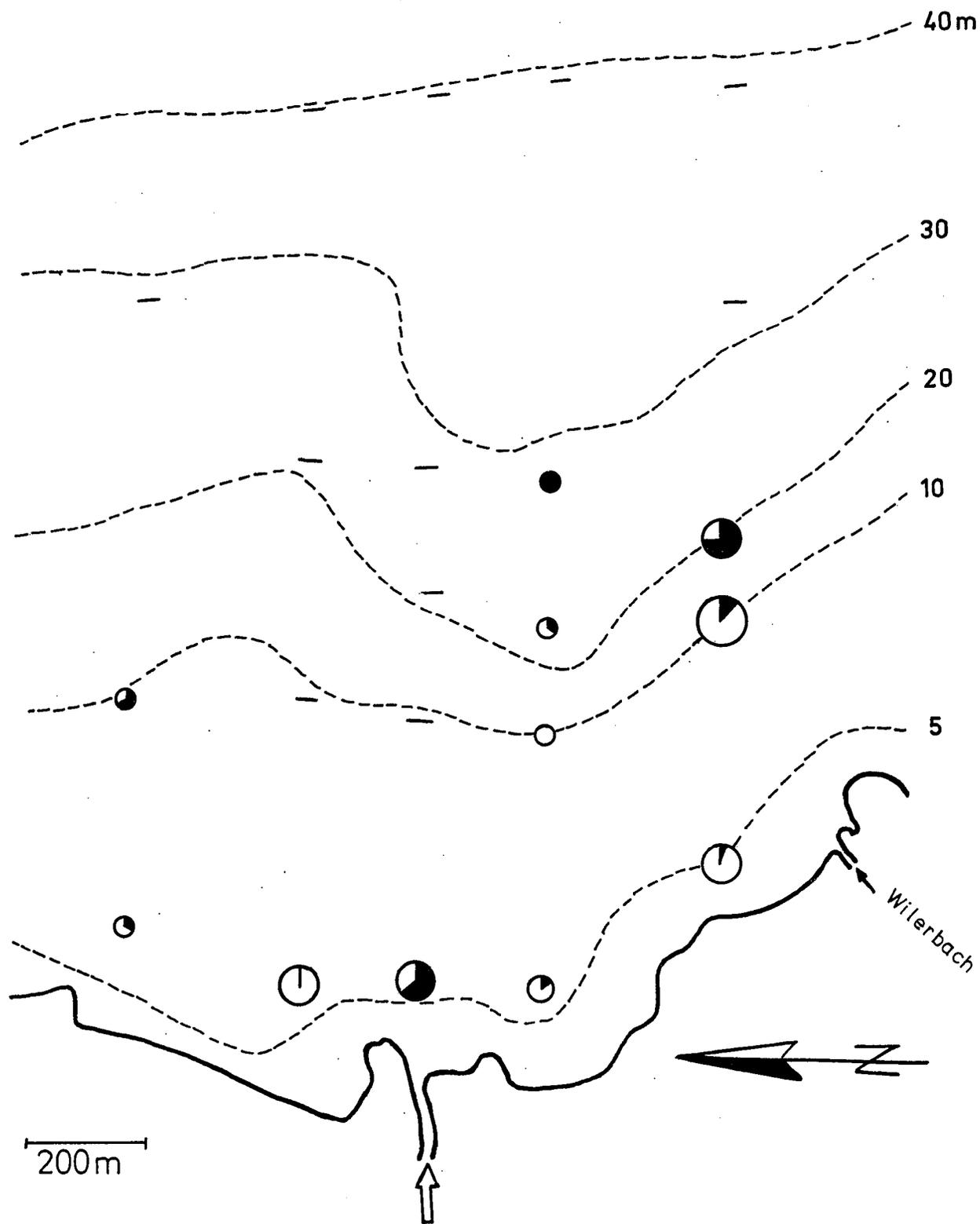
Mündungsgebiet Wilerbach und Salmsacher Aach 1972 - 1974

Individuendichte der Tubificiden



Mündungsgebiet Wilerbach und Salmsacher Aach 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



d) Zusammenfassung

In den vergleichbaren Abschnitten hat sich eine merkliche generelle Zunahme der Tubificidendichten eingestellt. Dies betrifft in den grösseren Seetiefen insbesondere die Vertreter mit Haarbörsten. Tubificiden sind heute über die gesamte Untersuchungsfläche nachgewiesen. Für das früher festgestellte teilweise Fehlen dieser Tiergruppe über einen erheblichen Abschnitt der Untersuchungsfläche kann eine befriedigende Erklärung nicht gegeben werden.

5.1.4.10 Seebodenareal vor Romanshorn-West bis vor Kesswil

Profil-Nr. 113 - 117

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1972 - 1978

Die kleinen Zuflüsse und die relativ geringe Bevölkerungsdichte bieten in diesem Seeabschnitt keine günstigen Voraussetzungen für die Entwicklung von stärkeren Tubificidenpopulationen. Der Rückgang der Populationsdichte und die Zunahme des Anteils der haarborstentragenden Tiere ist auch hier deutlich.

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|-------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 10 | 100 | 5.300 | 2.000 | 29 | 2.600 |
| 11 - 20 | 10 | 500 | 3.000 | 1.500 | 36 | 3.800 |
| 21 - 50 | 15 | 100 | 1.900 | 900 | 91 | 1.800 |
| 51 - 100 | 10 | 0 | 2.700 | 1.200 | 97 | 300 |
| 101 - 150 | 5 | 100 | 1.500 | 600 | 81 | 0 |
| 151 - 200 | 1 | 3.400 | 3.400 | 3.400 | 85 | 900 |
| 201 - 252 | 5 | 300 | 600 | 400 | 85 | 0 |

An Begleitorganismen finden sich in Tiefen bis 50 m Chironomiden in ansehnlicher Zahl, daneben die üblichen Vertreter unter den Mollusken und der sonstigen Insektenordnungen.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1972 - 1978

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 6 - 10 | 10 | 0,8 | 1,3 | 1,1 | 53 | 91 | 73 |
| 11 - 20 | 10 | 1,1 | 1,7 | 1,4 | 77 | 99 | 92 |
| 21 - 50 | 15 | 0,7 | 3,2 | 1,8 | 97 | 99 | 99 |
| 51 - 100 | 10 | 0,9 | 2,5 | 1,7 | 99 | 99 | 99 |
| 101 - 150 | 5 | 1,1 | 3,1 | 2,0 | 99 | 99 | 99 |
| 151 - 200 | 1 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 99 | 99 | 99 |
| 201 - 252 | 5 | 1,5 | 2,8 | 2,1 | 99 | 99 | 99 |

Erwartungsgemäss nehmen die Mittelwerte an organischem Kohlenstoff und die Mittelwerte der Silt+Ton-Fraktion mit zunehmender Tiefe zu. Als Ausnahme findet sich in der Tiefenstufe 151 - 200 m ein Einzelwert von 1,4 % organischem Kohlenstoff.

Die Einzelwerte liegen zwischen 0,8 und 3,1 % organischem Kohlenstoff bzw. 53 und 99 % Silt+Ton-Anteil.

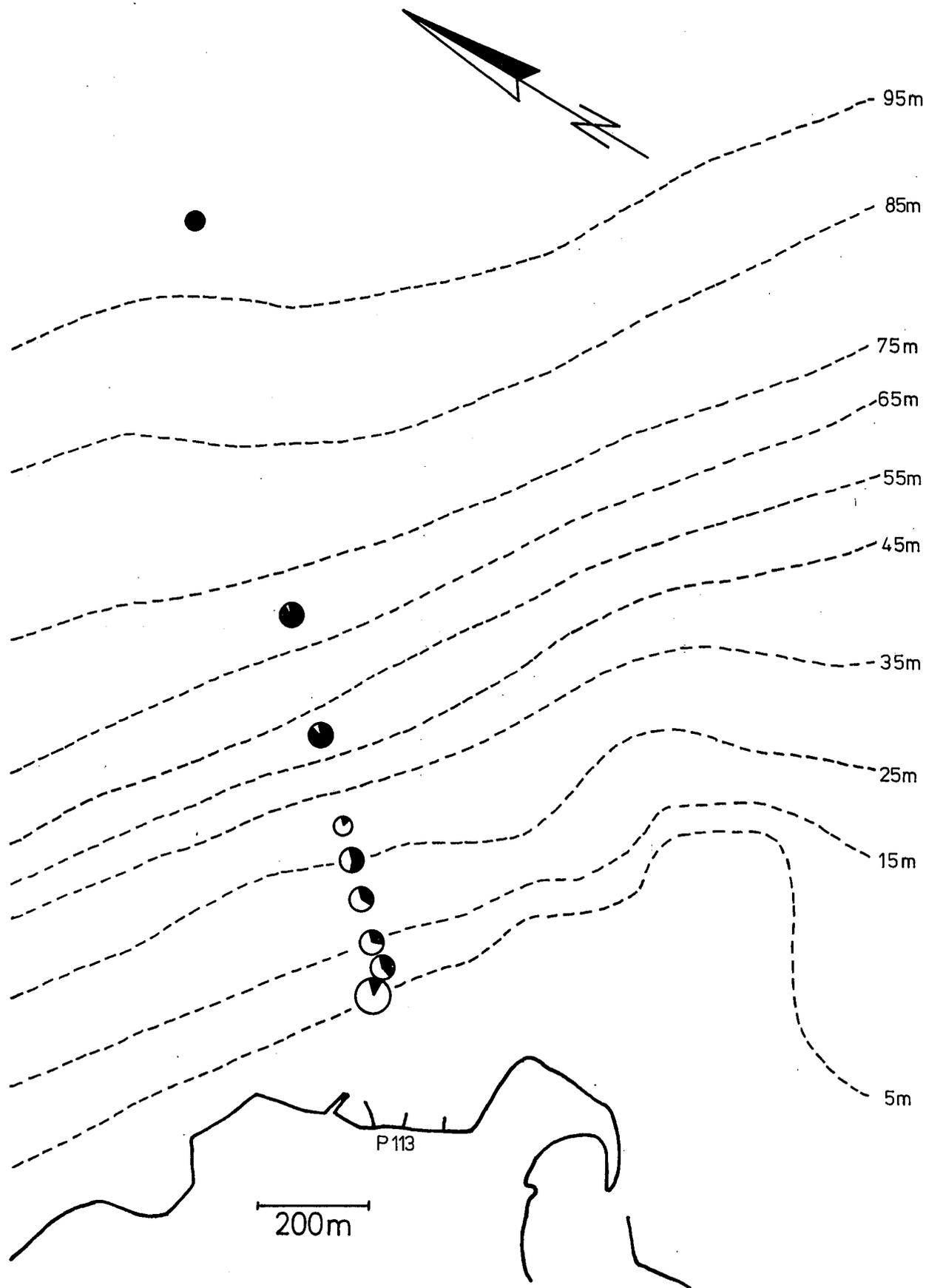
c) Zusammenfassung

Die Tubificidenpopulationen zeigen auch in diesem Seebodenareal eine sehr schwache Entwicklung. Nur in der Flachwasserzone und in der Tiefenstufe von 151 - 200 m werden höhere Populationsdichten gefunden. Beide Tiefenbereiche zeichnen sich gegenüber den übrigen Tiefenstufen durch niedrigere Werte an organischem Kohlenstoff aus.

Der Seebodenbereich vor Romanshorn-West bis vor Kesswil ist nur sehr wenig belastet.

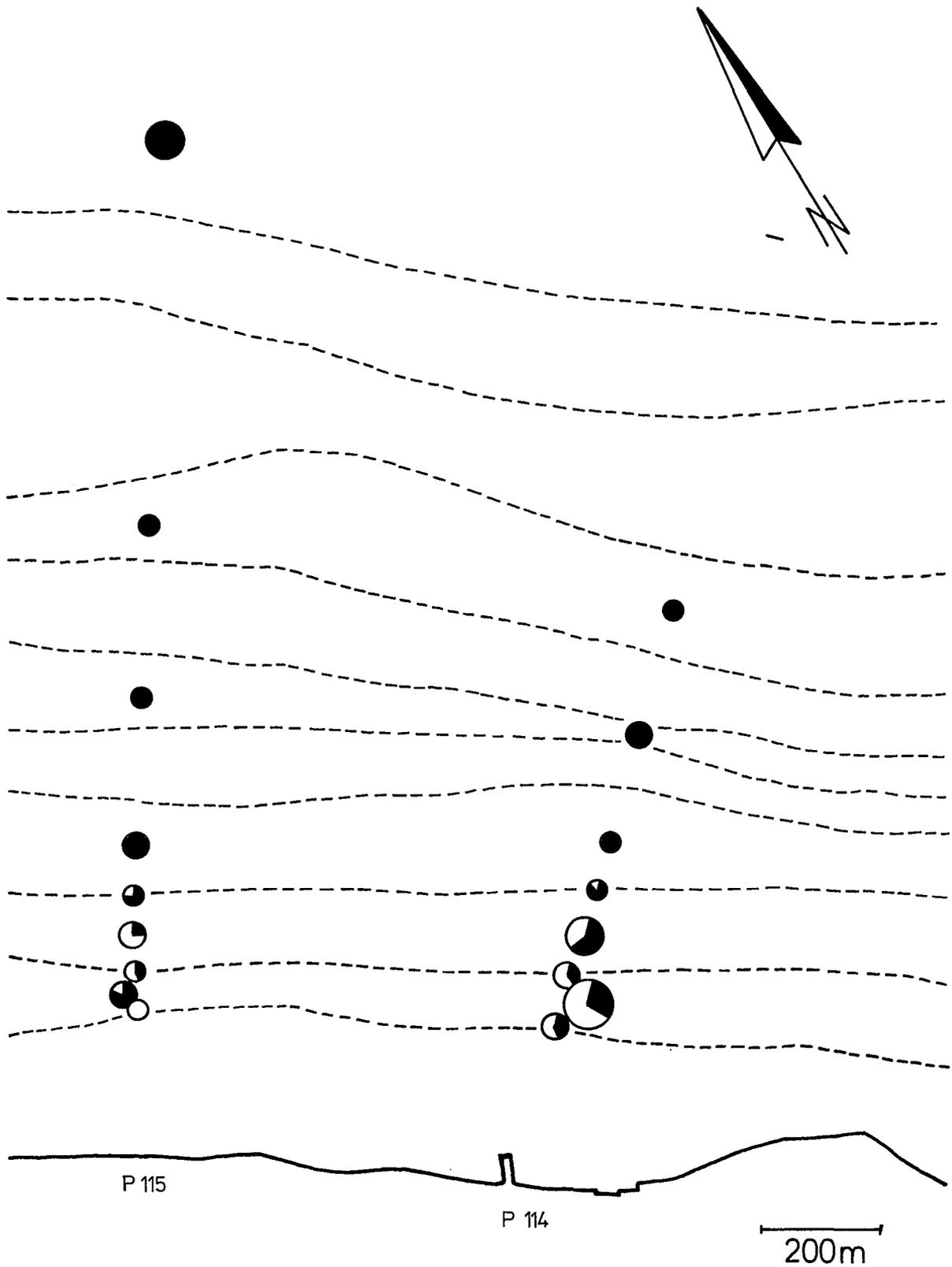
Seebodenareal vor Romanshorn - West 1978

Individuendichte der Tubificiden



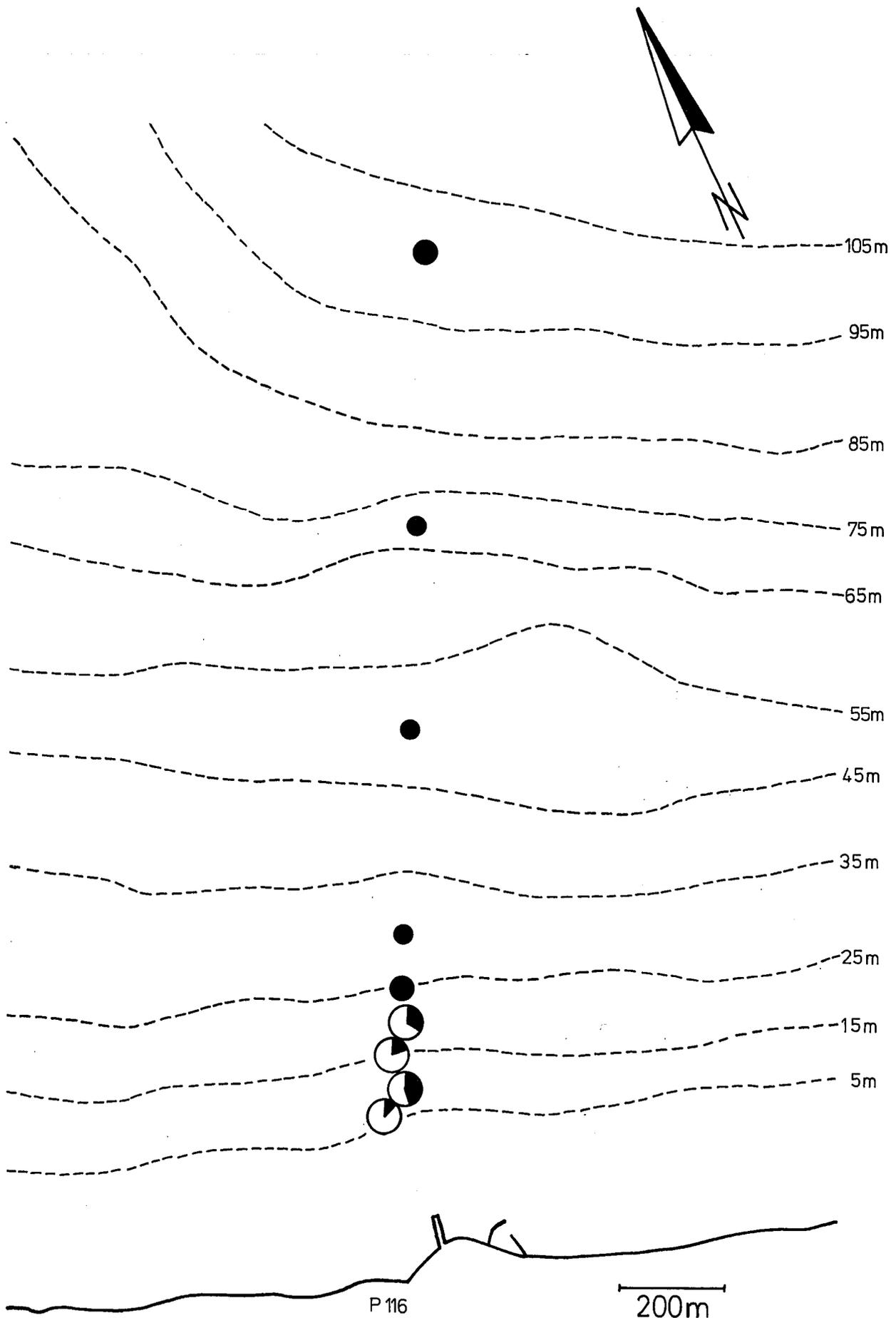
Seebodenareal vor Holzenstein-Mitte -West 1972

Individuendichte der Tubificiden



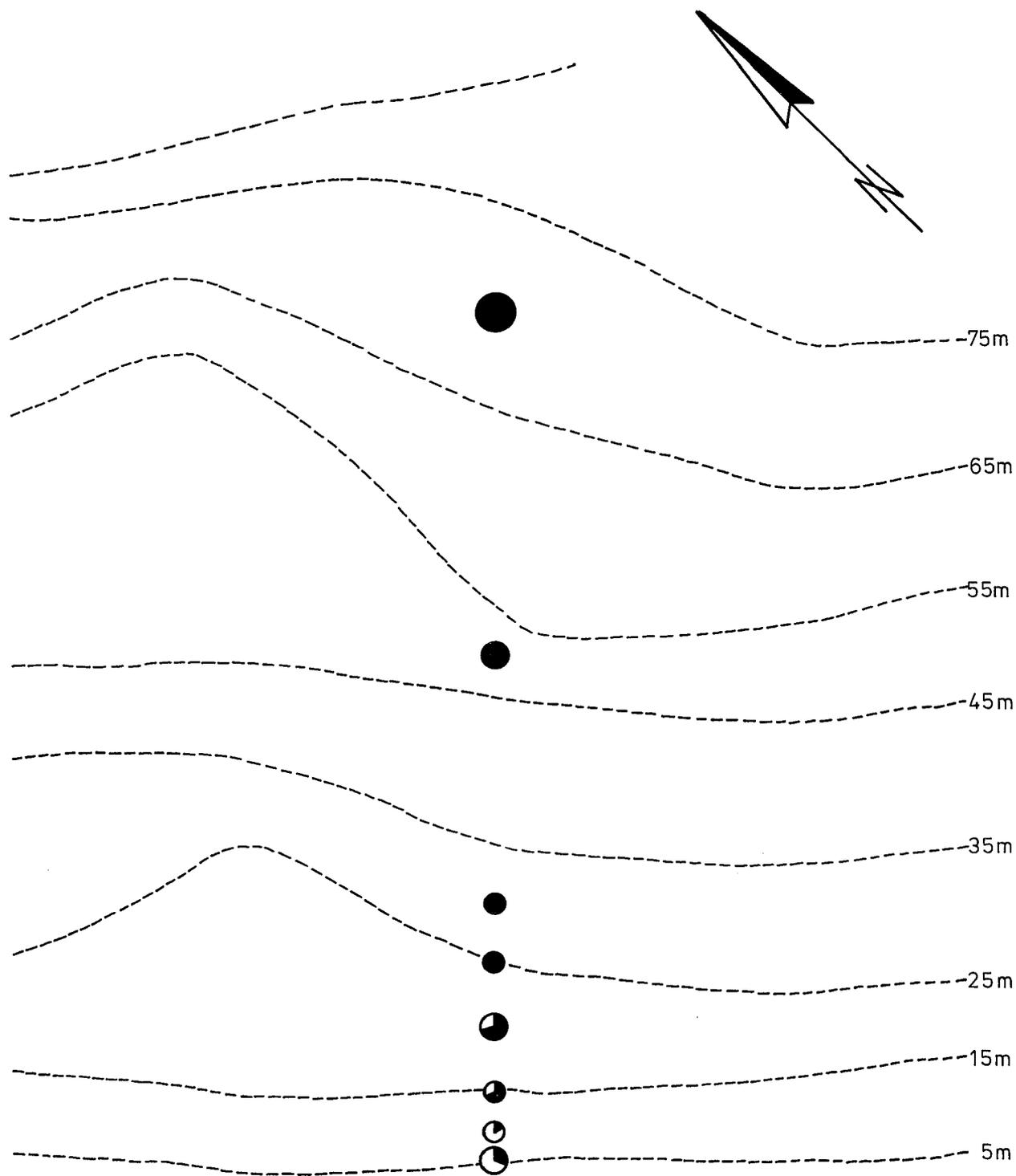
Seebodenareal vor Uttwil 1972

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Kesswil 1975

Individuendichte der Tubificiden



5.1.4.11 Seebodenareal vor Göttingen

Profil-Nr. 118/119

Es handelt sich hier um einen ausgesprochen monoton gestalteten Seebereich. Der Seegrund weist ein mittleres Gefälle auf. An Zuflüssen sind der Sandbach und der Hornbach mit relativ bescheidenen Einzugsgebieten zu verzeichnen.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1972 und 1978

Die Untersuchungen ergaben recht bescheidene Populationsdichten. Dabei war im ufernahen Bereich Dominanz der haarborstenlosen, ab 11 m Wassertiefe in zunehmendem Masse Ueberwiegen der Tubificiden mit Haarborsten zu verzeichnen.

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden- Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|-------|--------|--------------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 4 | 1.100 | 4.500 | 2.800 | 39 | 2.200 |
| 11 - 20 | 4 | 300 | 600 | 500 | 67 | 1.800 |
| 21 - 50 | 6 | 400 | 2.100 | 1.100 | 94 | 1.300 |

Begleitfauna: Die Chironomiden sind auch in Tiefen über 21 m noch zahlreich vertreten. Es fanden sich auch Nematoden, von Mollusken vor allem Pisidien. Im ufernäheren Bereich wurden Gehäuse von seebewohnenden Trichopteren vorgefunden.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren 1960 - 1963

Es muss auffallen, dass im Vergleichsbereich bei den früheren Untersuchungen nur an drei Stellen und nur haarborstenlose Tiere gefunden wurden.

In der Tat ist in diesem Seebereich aber die Besiedlungsdichte der Tubificiden auch heute noch relativ schwach. Wie üblich herrscht ufernah Dominanz der haarborstenlosen Tiere; mit zunehmender Tiefe nimmt der Anteil der haarborstentragenden Tiere zu.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1972 und 1978

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 4 | 0,8 | 1,2 | 1,0 | 49 | 83 | 66 |
| 11 - 20 | 4 | 1,0 | 1,7 | 1,4 | 74 | 99 | 88 |
| 21 - 50 | 6 | 1,1 | 2,1 | 1,7 | 67 | 99 | 86 |

Die Einzelwerte liegen zwischen 0,8 und 2,1 % organischem Kohlenstoff, 49 bis 99 % Silt+Ton-Anteil.

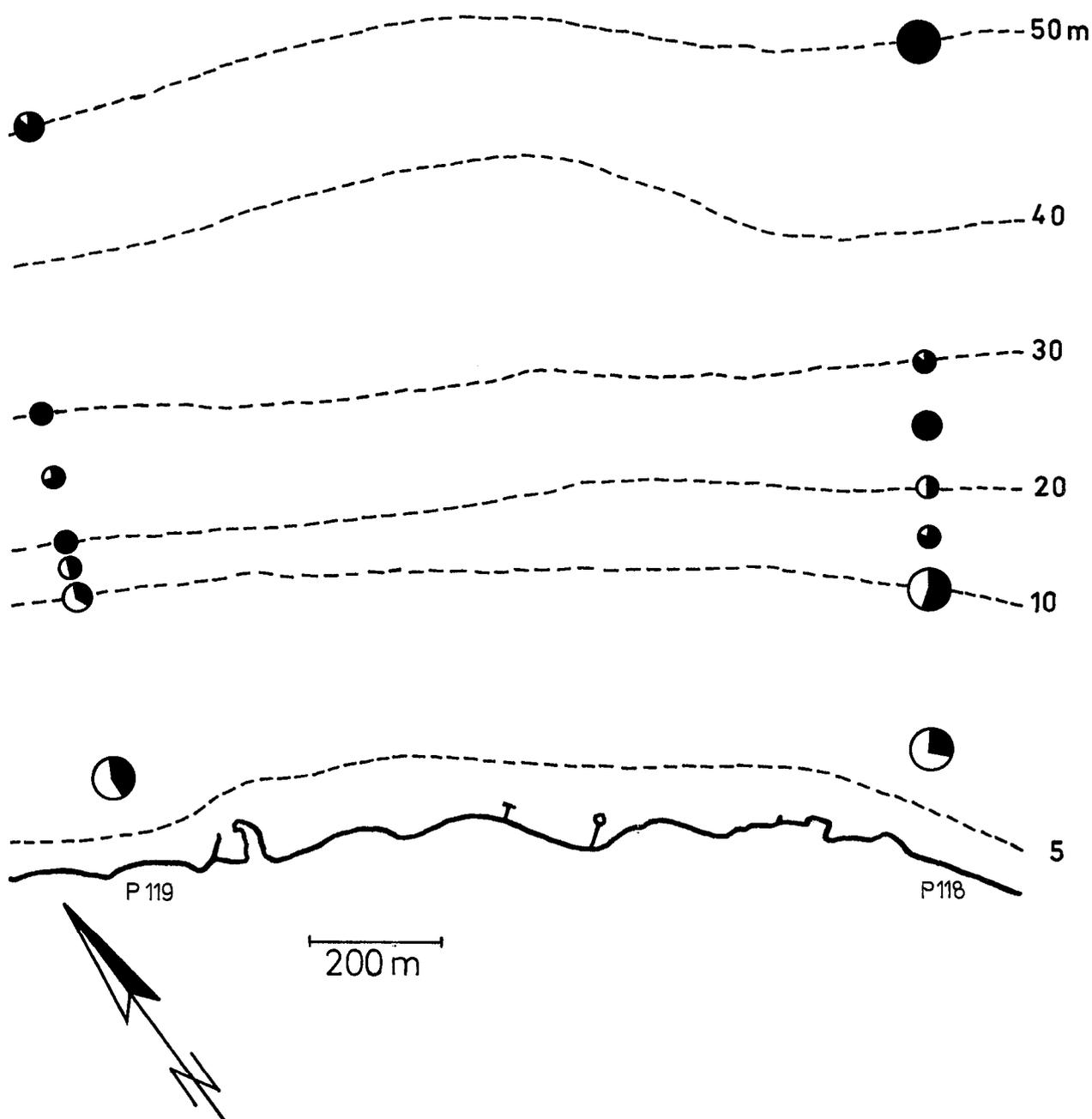
d) Zusammenfassung

Entsprechend der offensichtlich geringen allochthonen Belastung war und ist in diesem Seebereich die Besiedlungsdichte der Tubificiden gering. Die Zunahme der Tubificidenzahlen seit den sechs

ziger Jahren kann wohl am ehesten als Ausdruck der allgemein gesteigerten Trophie des Sees gedeutet werden.

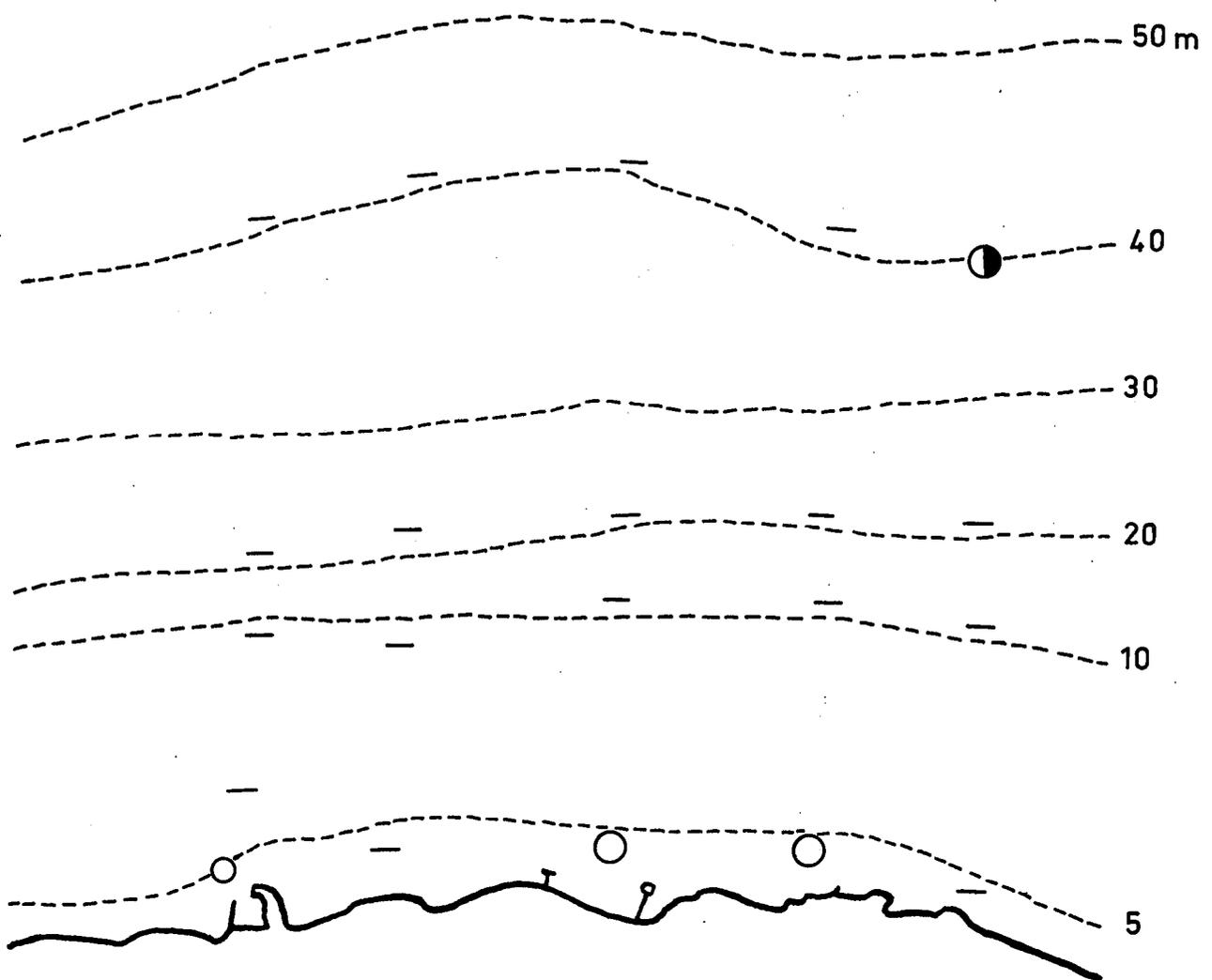
Seebodenareal vor Göttingen 1972 u. 1978

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Göttingen 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



5.1.4.12 Seebodenareal vor Altnau bis vor Bottighofen-Ost

Profil-Nr. 120 - 126

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1972 - 1975

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 8 | 200 | 11.900 | 2.800 | 59 | 1.100 |
| 11 - 20 | 10 | 600 | 2.900 | 1.900 | 72 | 7.300 |
| 21 - 50 | 16 | 200 | 3.200 | 1.200 | 74 | 2.200 |
| 51 - 100 | 11 | 700 | 3.100 | 1.900 | 76 | 1.100 |
| 101 - 150 | 4 | 100 | 700 | 400 | 93 | 100 |
| 151 - 200 | 3 | 0 | 200 | 100 | 100 | 0 |
| 201 - 252 | 3 | 0 | 700 | 400 | 100 | 0 |

Nur im Bereich der Flachwasserzone sind vereinzelt höhere Tubificidendichten zu verzeichnen. Im allgemeinen ähnelt das Besiedlungsbild des Seebodens jenem im Abschnitt Romanshorn-Güttingen.

Begleitfauna: Hier sind besonders die Chironomiden-Larven zu erwähnen, die vor allem im Bereich von 11 - 20 m Tiefe mit hoher Individuendichte auftreten. Auch in diesem Bereiche sind Nematoden und diverse Molluskenarten beobachtet worden, wie üblich auch Gehäuse von Trichopterenlarven.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1972 - 1975

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 6 - 10 | 12 | 0,6 | 1,2 | 0,9 | 7 | 91 | 46 |
| 11 - 20 | 14 | 0,9 | 1,8 | 1,3 | 57 | 94 | 84 |
| 21 - 50 | 22 | 0,8 | 2,1 | 1,6 | 79 | 99 | 96 |
| 51 - 100 | 15 | 1,5 | 2,1 | 1,8 | 93 | 99 | 98 |
| 101 - 150 | 3 | 1,1 | 2,0 | 1,5 | 99 | 99 | 99 |
| 151 - 200 | 4 | 1,3 | 2,2 | 1,7 | 98 | 99 | 99 |
| 201 - 252 | 2 | 1,2 | 1,9 | 1,6 | 99 | 99 | 99 |

Die Mittelwerte an organischem Kohlenstoff nehmen bis zur Tiefenstufe 51 - 100 m zu. Die Mittelwerte in den folgenden Tiefenstufen, insbesondere in den Stufen 101 - 150 m und 201 - 252 m, liegen etwas tiefer.

Die Mittelwerte des Silt+Ton-Anteils nehmen mit zunehmender Tiefe erwartungsgemäss zu.

Die Einzelwerte liegen zwischen 0,6 und 2,1 % organischem Kohlenstoff bzw. 7 und 99 % Silt+Ton-Anteil.

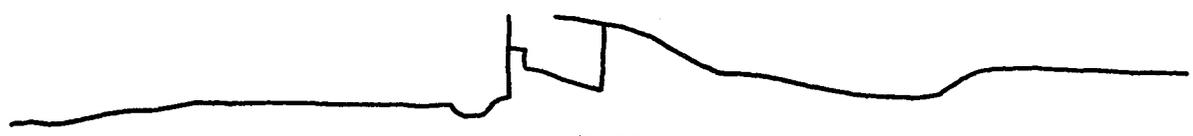
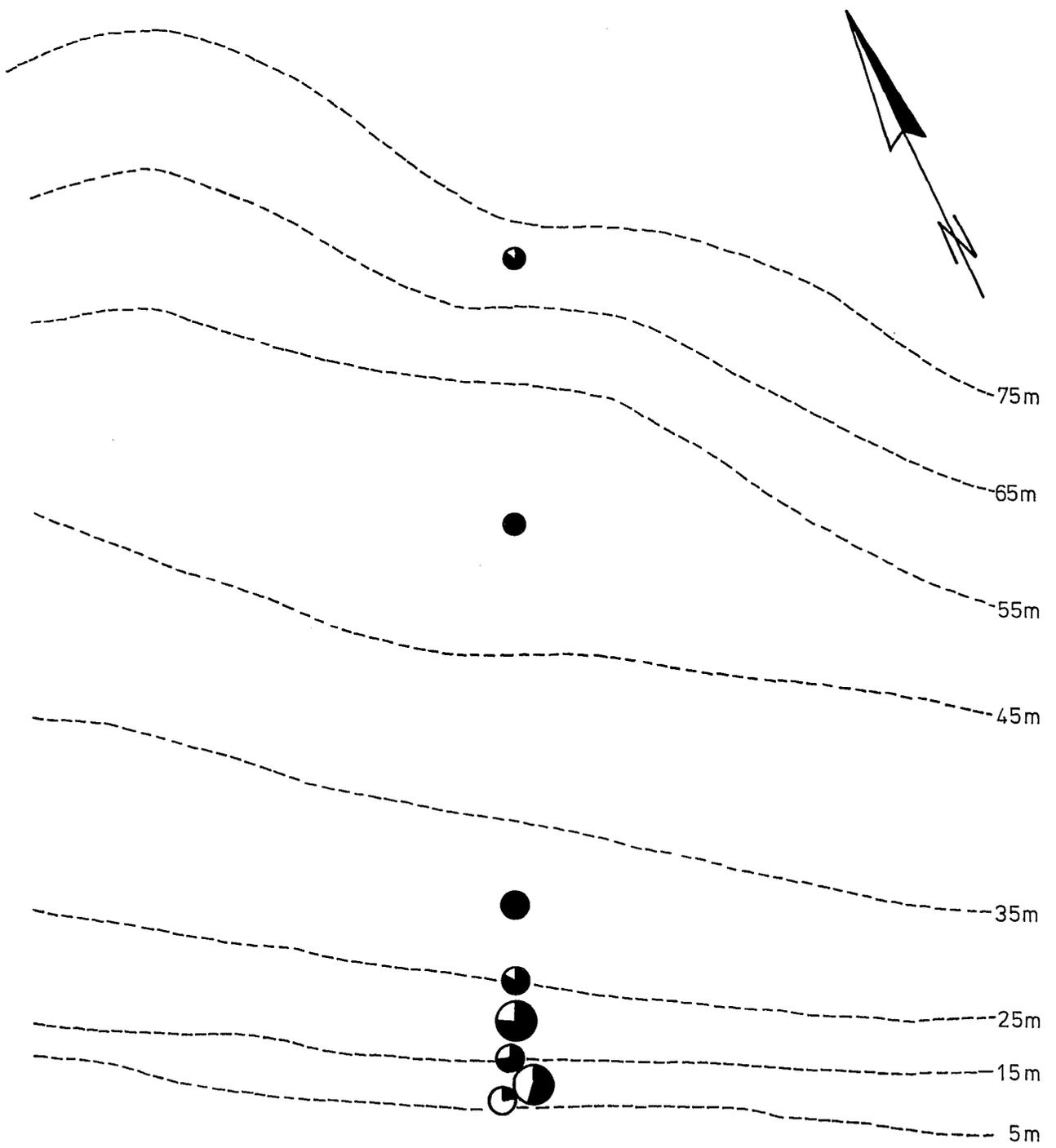
c) Zusammenfassung

In den Seebodenarealen vor Romanshorn bis vor Münsterlingen (Prof. 113 - 122) wurden in den Untersuchungsjahren 1972 - 1975 die niedrigsten Populationsdichtewerte bei Tubificiden im schweizerischen Bereich des Obersees registriert.

Die Mittelwerte an organischem Kohlenstoff weisen in den Sedimenten des Seebodenareals der Profil-Nr. 120 - 126 die niedrigsten Werte im schweizerischen Oberseeteil auf.

Seebodenareal vor Altnau 1973

Individuendichte der Tubificiden

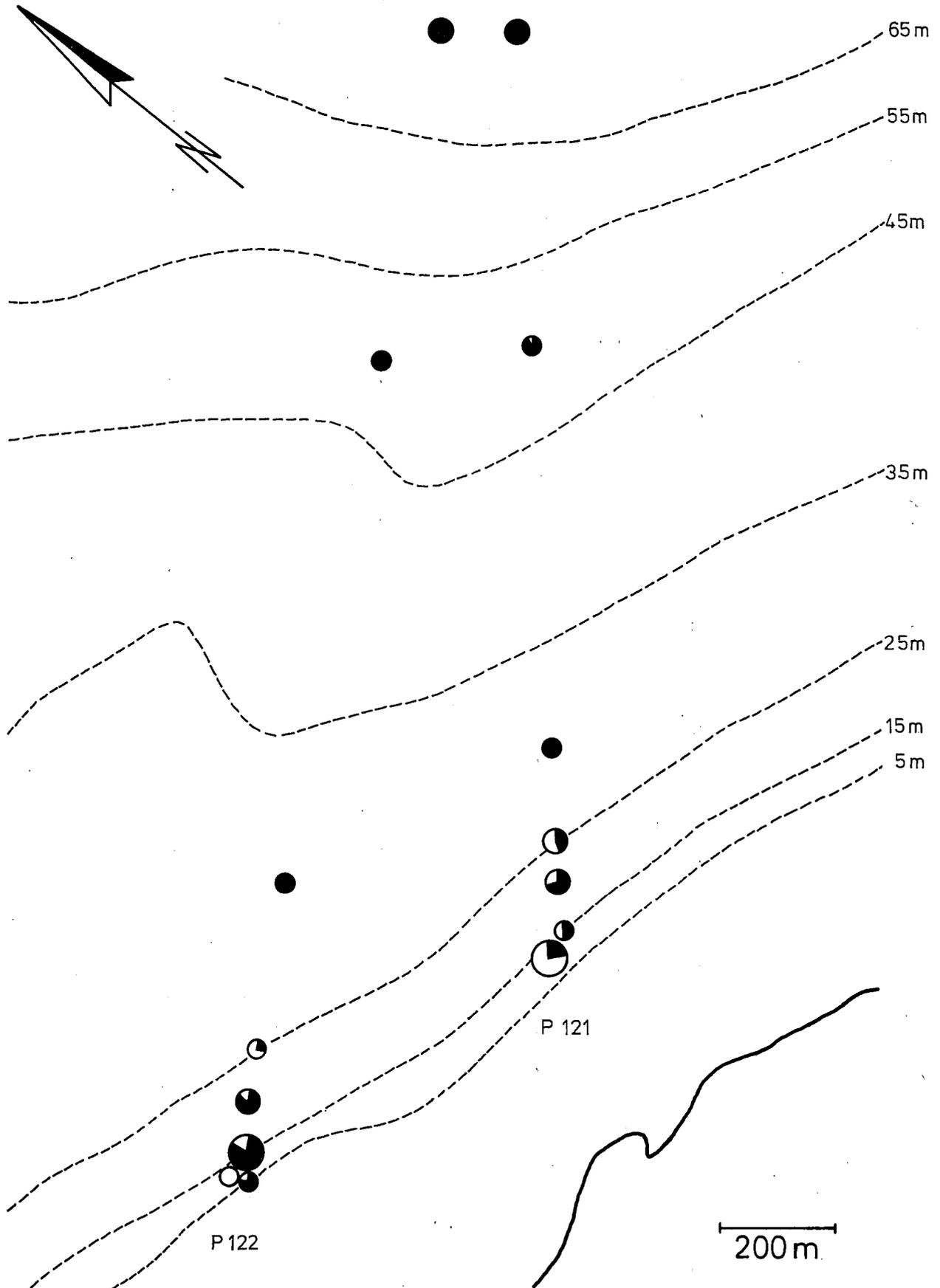


P 120

200m

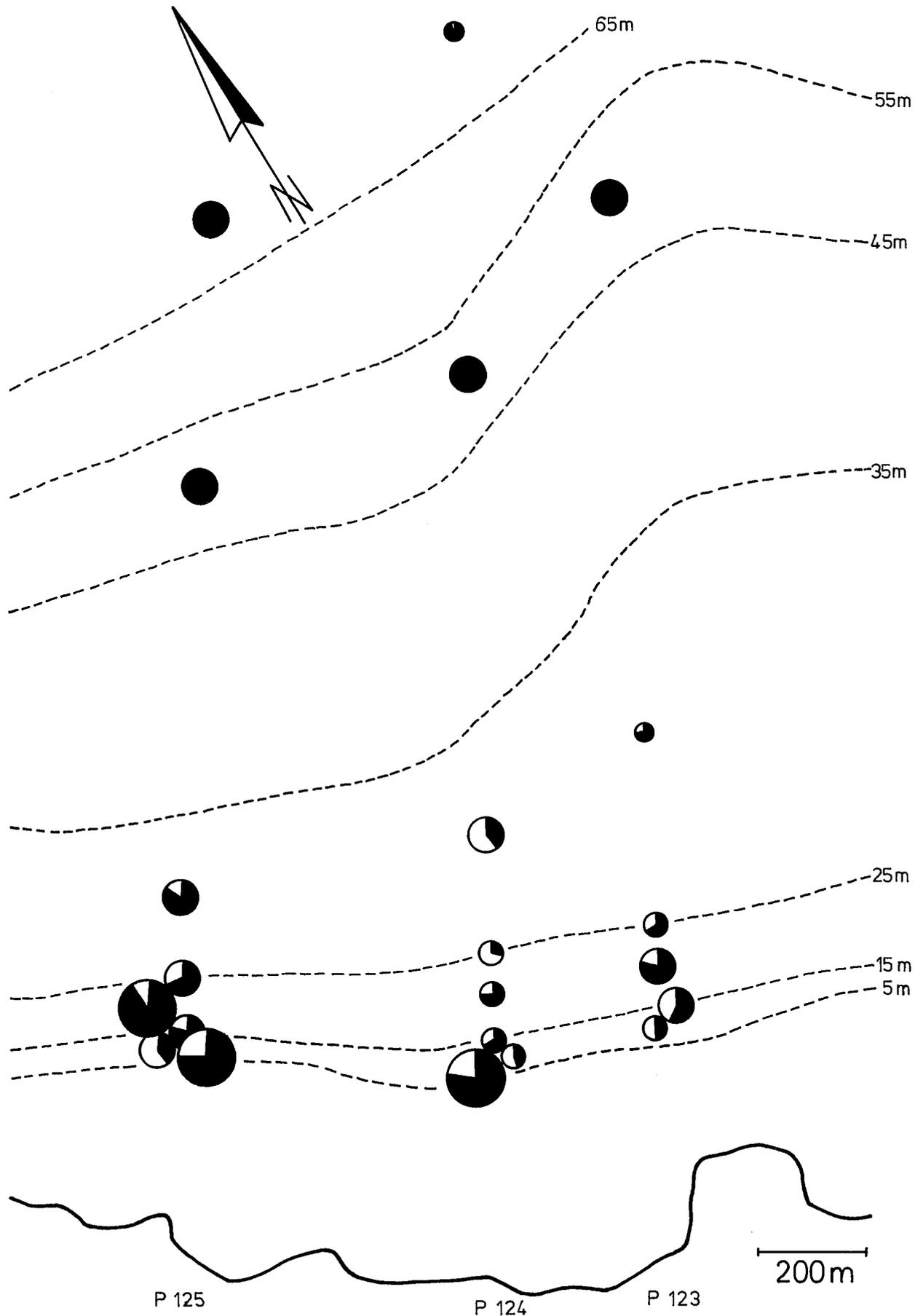
Seebodenareal vor Münsterlingen - Ost 1973/74

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal vor Münsterlingen - Mitte - West 1974 / 75

Individuendichte der Tubificiden



5.1.4.13 Seebodenareal vor Bottighofen

Profil-Nr. 127/128

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1972 - 1975

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/m ² Mittel |
|------------------|------------|----------------------------------|--------|--------|-----------------------------|--|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 9 | 0 | 16.100 | 5.600 | 38 | 2.700 |
| 11 - 20 | 10 | 600 | 39.800 | 10.200 | 82 | 5.900 |
| 21 - 50 | 13 | 500 | 24.800 | 5.700 | 80 | 2.900 |
| 51 - 100 | 2 | 1.600 | 2.600 | 2.100 | 100 | 700 |
| 101 - 150 | 3 | 900 | 4.400 | 2.600 | 84 | 1.800 |

Besonders im Tiefenbereich von 11 - 20 m und etwas abgeschwächt auch bis in 50 m Seetiefe ist stellenweise eine auffallende Steigerung der Populationsdichten an Tubificiden festzustellen.

Begleitfauna: Die Chironomiden weisen im Tiefenbereich von 11 - 20 m ebenfalls hohe Populationsdichten auf. Daneben finden sich Nematoden, Muscheln (Pisidium, Dreissena) und Köcherfliegenlarven.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1972 - 1975

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 6 - 10 | 7 | 0,6 | 1,9 | 1,1 | 30 | 67 | 47 |
| 11 - 20 | 8 | 0,8 | 2,0 | 1,4 | 44 | 97 | 71 |
| 21 - 50 | 11 | 0,8 | 1,8 | 1,4 | 77 | 97 | 86 |
| 51 - 100 | 2 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 74 | 78 | 76 |

Die Mittelwerte an organischem Kohlenstoff und des Silt+Ton-Anteils nehmen bis zur Tiefenstufe 21 - 50 m zu, die Mittelwerte in der folgenden Tiefenstufe liegen wieder tiefer.

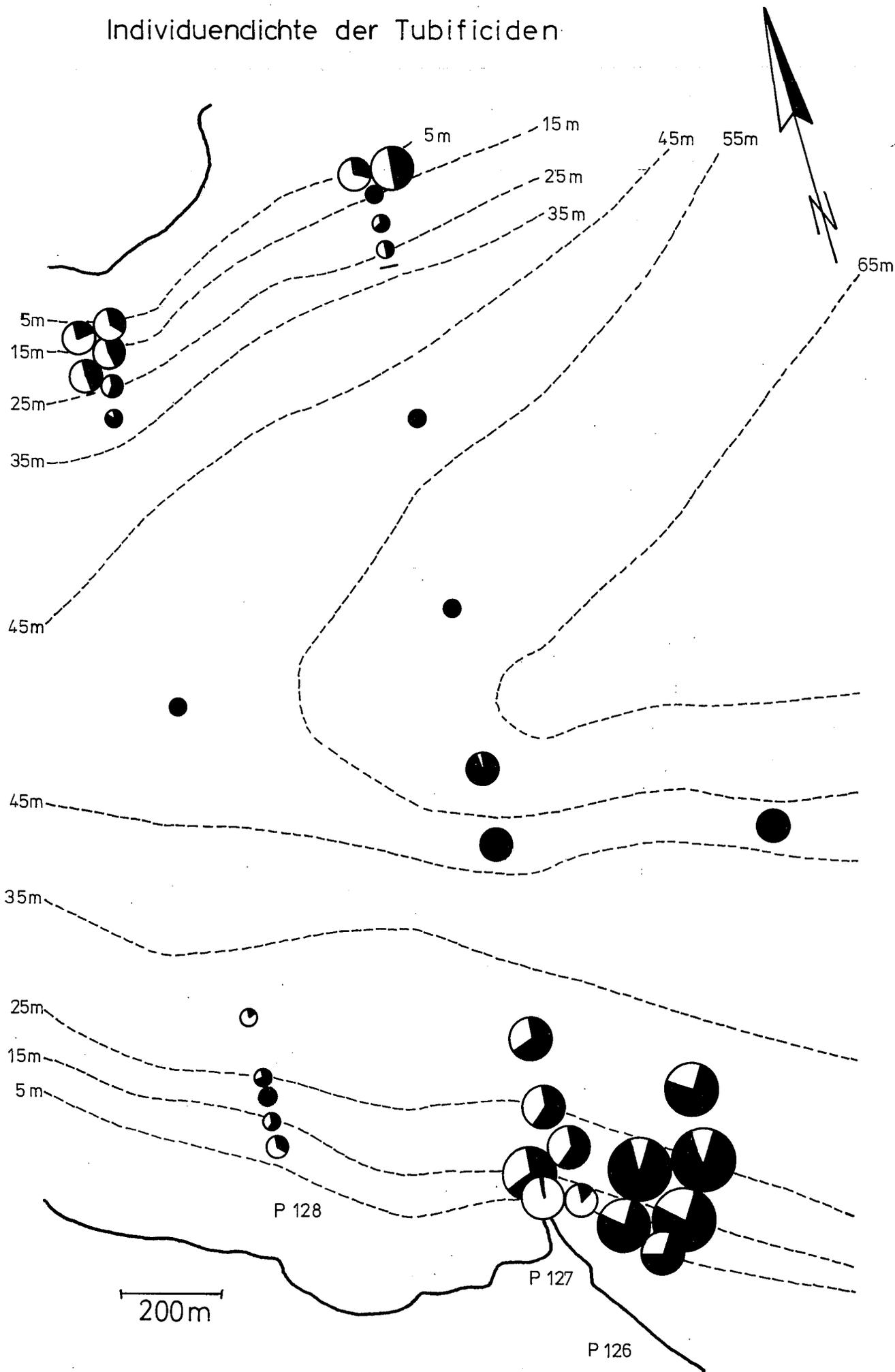
Die Einzelwerte liegen zwischen 0,6 und 2 % organischem Kohlenstoff bzw. 30 und 97 % Silt+Ton-Anteil.

c) Zusammenfassung

Als Ursache für die auffallend hohe Besiedlungsdichte der Tubificiden im Tiefenbereich von 11 - 50 m kommt allenfalls eine in der Vergangenheit gesteigerte organische Belastung des Bottighofen durchfliessenden Baches in Betracht. Es ist zudem nicht ausgeschlossen, dass sich Verfrachtungserscheinungen aus dem Raume Münsterlingen-Scherzingen erst hier manifestieren.

Seebodenareal vor Bottighofen 1972/75

Individuendichte der Tubificiden



5.1.4.14 Seebodenareal Konstanzer Trichter

Profil-Nr. 129/130

Die hier zum Vergleich herangezogenen Untersuchungen umfassen den engeren Bereich des Konstanzer Trichters nordwestlich der Verbindungslinie Hafemole Kreuzlingen - Rosenau.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den Untersuchungsjahren 1973/74

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|-------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 4 | 1.700 | 7.800 | 4.500 | 12 | 1.400 |
| 11 - 20 | 1 | 3.100 | 3.100 | 3.100 | 61 | 6.200 |
| 21 - 50 | 3 | 500 | 4.400 | 2.100 | 69 | 1.000 |

Die Tubificidendichten erreichen auch hier mittlere Werte. Zu-
folge des Ueberwiegens geringerer Seetiefen sind die Anteile
der haarborstenlosen Tiere relativ hoch.

Unter der Begleitfauna sind Chironomiden und Mollusken zum Teil
stark vertreten.

b) Vergleich der Tubificidenvorkommen mit jenen aus den Jahren
1960 - 1963

Das teilweise Fehlen des Tubificiden-Nachweises in den Jahren
1960 - 1963 kann derzeit nicht befriedigend erklärt werden.
Allgemein ist aber eine Zunahme der Populationsdichten der Tu-
bificiden zu verzeichnen.

c) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1973/74

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 6 - 10 | 8 | 0,5 | 1,6 | 1,1 | 29 | 91 | 60 |
| 11 - 20 | 5 | 1,3 | 3,0 | 1,8 | 27 | 97 | 79 |
| 21 - 50 | 5 | 1,1 | 1,6 | 1,4 | 43 | 97 | 83 |

Die Mittelwerte an organischem Kohlenstoff nehmen von der Tiefenstufe 6 - 10 m zur Tiefenstufe 11 - 20 m von 1,1 auf 1,8 % zu, fallen dagegen in der folgenden Tiefenstufe 21 - 50 m auf 1,4 % zurück.

Die Mittelwerte des Silt+Ton-Anteils nehmen mit zunehmender Tiefe zu.

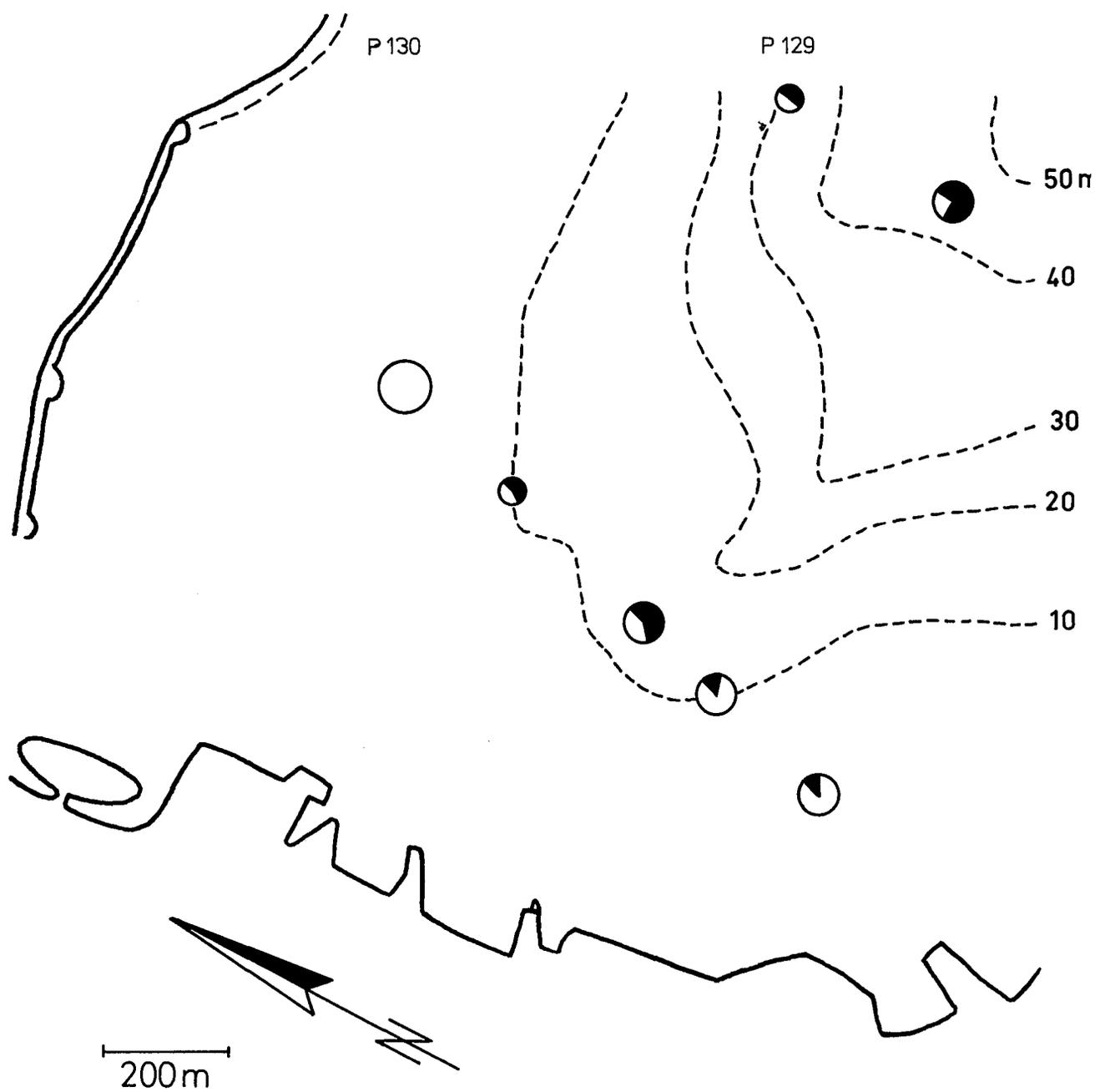
Die Einzelwerte liegen zwischen 0,5 und 3,0 % organischem Kohlenstoff bzw. 29 und 97 % Silt+Ton-Anteil.

d) Zusammenfassung

Die seit 1960 - 1963 eingetretene Zunahme der Populationsdichten der Tubificiden kann sowohl auf eine Steigerung der allochthonen Zufuhren wie auch auf eine Verstärkung der autochthonen Produktion zurückgeführt werden.

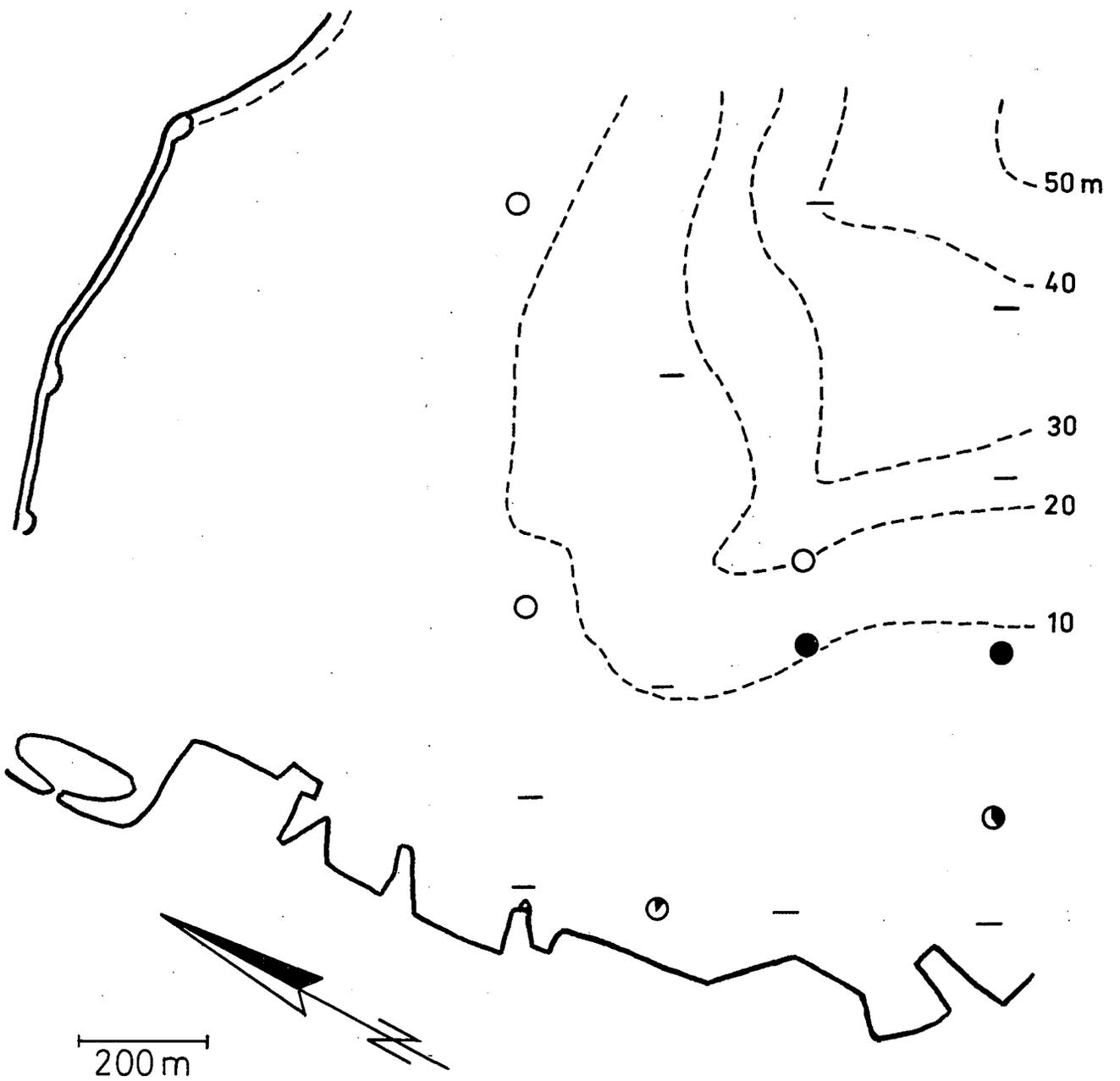
Seebodenareal Konstanzer Trichter 1973/74

Individuendichte der Tubificiden



Seebodenareal Konstanzer Trichter 1960-1963

Individuendichte der Tubificiden



5.1.4.15 Zusammenfassung: Obersee-Süd

Im südlichen Abschnitt des Obersees erreichen die Tubificiden im Mündungsbereich des Alten Rheins die höchste Besiedlungsdichte. Hier können in 11 - 100 m Tiefe stellenweise 120.000 - 160.000 Tiere (im Mittel 14.000 - 73.000 Tiere/m²) gefunden werden. In der Flachwasserzone konnten noch 1.700 - 37.800 Tubificiden/m² gezählt werden. Nur vor Rorschach wird diese Populationsdichte im gleichen Tiefenbereich noch übertroffen (56.200 Tiere/m²). Ueber 50.000 Tiere/m² erreichen die Tubificidenpopulationen zum Teil in 21 - 50 m Wassertiefe im Sedimentationsraum von Goldach und Steinach. Mehr als 20.000 Tubificiden/m² sind in 11 - 20 m Tiefe im Mündungsgebiet von Goldach und Steinach, vor Arbon und vor Bottighofen, im Tiefenbereich von 21 - 50 m vor Horn und wiederum vor Bottighofen festzustellen. Im Flachwasserbereich westlich von Altnau bis vor Bottighofen können vereinzelt mehr als 10.000 Tiere/m² auftreten. Damit sind die Belastungsschwerpunkte im Obersee-Süd erfasst.

Die Seebodenareale südlich der Mündung des Alten Rheins sowie vom Mündungsbereich der Salmsacher Aach bis Güttingen-Altnau weisen für den Obersee normale bis geringe Tubificidenbesiedlungen auf. Besonders niedrige Tubificidenzahlen finden sich in den Sedimenten vor Güttingen.

In den Seetiefen von 151 - 200 m sind durchschnittlich nur 200 - 900 Tiere/m² (östlich von Kesswil 3.400 Tubificiden/m²) zu finden, ab 201 m Tiefe geht die durchschnittliche Besiedlungsdichte auf 200 - 400 Tiere/m² zurück.

Gegenüber den Sechzigerjahren ist eine deutliche Zunahme der Tubificidendichte nur im Sedimentationsraum des Alten Rheins (ab 21 m Wassertiefe), weniger ausgeprägt im Mündungsbereich von Goldach und Steinach (ab 41 m Wassertiefe) und vor der Salmsacher Aach (ab 11 m Tiefe) sowie schliesslich vor Güttingen.

gen und im Konstanzer Trichter feststellbar.

Einige Untersuchungsstellen vor Rorschach, Arbon und Romanshorn, die in den Untersuchungsjahren von 1960 - 1963, wahrscheinlich aufgrund toxischer Einflüsse, tubificidenfrei waren, sind heute wieder von Tubificiden besiedelt. Damit darf die damalige negative Auswirkung von Abwassereinleitungen auf die Bodenfauna nunmehr als beseitigt gelten.

Der Anteil der Tiere mit Haarborsten hat seit 1960 - 1963 vor allem in den Belastungsschwerpunkten deutlich zugenommen. Im Mündungsgebiet des Alten Rheins und vor Bottighofen können sie stellenweise bereits ab 21 m Wassertiefe 90 - 100 % der Populationen ausmachen.

Der Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff erreicht nur an einigen wenigen Probenahmestellen 3 %, so westlich von Romanshorn und vor Bottighofen. Der durchschnittliche org. C-Gehalt der Sedimente beträgt im Tiefenbereich von 2 - 10 m 0,7 - 1,3 %, in 11 - 50 m Tiefe 1,0 - 1,8 %, im Tiefenbereich von 51 - 100 m 1,6 - 2,0 %, von 101 - 150 m 1,4 - 2,6 %, von 151 - 200 m 1,4 - 2,0 % und in den grossen Seetiefen über 201 m 1,6 - 1,8 %. Der Silt+Ton-Anteil erreicht in den Seebodenarealen vor Romanshorn-West bis vor Kesswil bereits ab 11 m Wassertiefe, von der Mündung des Alten Rheins bis zur Salmsachmündung und vor Altnau bis vor Bottighofen ab 21 m Tiefe bereits über 90 %.

5.1.5 Zusammenfassung: Obersee

Im Bodensee-Obersee wurden im Untersuchungszeitraum 1972 - 1978 an nahezu allen Probenahmestellen Tubificiden angetroffen (siehe Anhang, Karte 2).

Die Tiere treten vermehrt in den Sedimenten der östlichen Hälfte des Obersees auf. Dies gilt ganz besonders im Sedimentationsbereich der Zuflüsse (hier auch des Ueberlinger Sees) sowie in den Seebodenarealen der Bregenzer Bucht und des unmittelbar daran anschliessenden Seeteils, ferner im Seegebiet Rorschach - Arbon und Langenargen - Wasserburg. Hier sind stellenweise Besiedlungsdichten von mehr als 50.000, im Mündungsgebiet der Argen und des Alpenrheins von mehr als 100.000 Tieren/m² zu verzeichnen. Die höchste Dichte wird mit 328.000 Tubificiden/m² im gemeinsamen Sedimentationsraum von Alpenrhein, Dornbirnerach und Bregenzerach erreicht. Ausserhalb der vorgenannten Gebiete beträgt die Individuendichte in den ufernahen Bereichen von 4 - 50 m Wassertiefe (einschliesslich Ueberlinger See) in der Regel zwischen 1.000 und 5.000 Tiere/m², nur westlich von Ueberlingen, vor Nussdorf und Hagnau sowie im Konstanzer Trichter steigt die Populationsdichte stellenweise bis auf nahezu 10.000, östlich von Ludwigshafen bis auf 20.000 und vor Bottighofen auf maximal 36.000 Tiere/m² an. Verhältnismässig hohe Tubificidenzahlen (8.000 - 10.000 Tiere/m²) finden sich noch in 101 - 150 m Seetiefe im Seebereich vor Romanshorn - Rorschach und Friedrichshafen - Langenargen. Im zentralen Seeteil werden in 201 - 250 m Seetiefe im allgemeinen noch zwischen 100 - 900 Tiere/m² gefunden.

Mit zunehmender Seetiefe steigt der Anteil der Tubificidenarten mit Haarborsten in der Regel deutlich an. Dies gilt besonders für den Bereich der Bregenzer Bucht, das Mündungsgebiet Alpenrhein, Dornbirnerach, Bregenzerach und für die grossen Seetiefen, wo die Tiere mit Haarborsten 90 - 100 % der Tubificidenpopulationen ausmachen.

Die Chironomiden-Larven, die meist höhere Ansprüche an die Sauerstoffversorgung aus den bodennahen Wasserschichten stellen als die Tubificiden, sind besonders in Wassertiefen bis 25 m vertreten. Sie erreichen im Mündungsgebiet des Alten Rheins mit rund 50.000 Tieren/m² die höchste Individuendichte am Bodensee. Mit zunehmender Wassertiefe nimmt die Larvenzahl ab. Vereinzelt werden Tiere auch noch in 151 - 200 m Tiefe gefunden.

Die durchschnittlichen Gehalte der Sedimente an organischem Kohlenstoff liegen in den Flachwasserbereichen bis 10 m Wassertiefe in der Regel zwischen 0,3 und 1,1 %. Höhere Anteile an organischem Kohlenstoff treten in geringen Wassertiefen (Mittelwerte der Proben aus 2 - 10 m Wassertiefe) nur in der Fussacher Bucht (1,2 %) und im Konstanzer Trichter (1,3 %) sowie in den Sedimentationsbereichen von Stockacher Aach (1,2 %), Seefelder Aach (1,5 %) und Goldach (2,0 %) auf (siehe Anhang, Karte 3).

Mit zunehmender Seetiefe nimmt der Gehalt an organischem Kohlenstoff deutlich zu. In der Tiefenstufe von 51 - 100 m werden häufig Mittelwerte zwischen 1,1 und 2,5 % erreicht. Im Mündungsbereich der Stockacher Aach steigt der Gehalt an organischem Kohlenstoff bis auf 3,2 % an. In 101 - 200 m Wassertiefe liegen die Mittelwerte zwischen 0,9 % (Seebereich vor Hagnau in 101 - 150 m Wassertiefe) und 2,5 % (seewärts Schussenmündung in 151 - 200 m Wassertiefe). Die zentralen Seebodenareale ab 201 m Wassertiefe weisen in der Regel mittlere Gehalte an organischem Kohlenstoff zwischen 1,8 und 2,6 % auf, seewärts von Hagnau wird der maximale Mittelwert von 3,1 % erreicht.

Da die chemische Analyse auch die für Tubificiden nicht verwertbaren Kohlenstoffverbindungen erfasst, ist ein eindeutiger Zusammenhang zwischen den ermittelten Gehalten an organischem Kohlenstoff und der Tubificidendichte nicht zu erwarten. Dies gilt auch dann, wenn man die Konzentrationen an organischem Kohlenstoff auf den von den Tieren "fressbaren" Sedimentanteil unter 0,06 mm Korndurchmesser bezieht. Die Populationsdichte

der Tubificiden wird insbesondere auch von der Intensität des Sinkstoffnachsches bestimmt. Die im östlichen Seeteil, besonders in der Bregenzer Bucht und im Sedimentationsbereich der grösseren Zuflüsse deutlich erhöhten Tubificidenzahlen je Flächeneinheit korrelieren daher nur wenig mit den ermittelten Gehalten an organischem Kohlenstoff (vergl. Anhang, Karte 2 und 3).

Zusammenhänge ergeben sich beim Vergleich des Silt+Ton-Anteils der Sedimente mit der Artenzusammensetzung der Tubificidenpopulationen. Der Silt+Ton-Anteil beträgt in Ufernähe zwischen 5 und 20 % und erreicht in Tiefen über 80 m nicht selten 85 - 99 %. Entsprechend steigt auch der Anteil der Tubificiden mit Haarborsten an, wenngleich lokal starke Unterschiede auftreten.

Soweit die Probenahmestellen der Sedimentuntersuchungen von 1963 - 1966 (MÜLLER, 1966) ungefähr mit jenen aus den Untersuchungsjahren 1972 - 1978 übereinstimmen, zeigen die in diesem Zeitraum erfolgten Veränderungen im Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff ähnliche Tendenzen wie die Änderung der Tubificidendichten. Unter Berücksichtigung der nur bedingten Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Analysemethoden dürften die Gehalte an organischem Kohlenstoff in den Sedimenten der ufernahen Bereiche im allgemeinen wenig oder nicht abgenommen haben. In den grösseren Seetiefen und im zentralen Seeteil aber sind sie deutlich angestiegen. Für die Bregenzer Bucht und den Ueberlinger See reicht das spärliche Datenmaterial aus den Jahren 1963 - 1966 für einen bewertenden Vergleich nicht aus.

Trotz der beschränkten Vergleichsmöglichkeit der Ergebnisse der biologischen Untersuchungen in den Jahren 1960 - 1963 mit jenen aus dem Untersuchungszeitraum von 1972 - 1978 lassen sich doch deutliche Veränderungen in der Populationsdichte der Tubificiden im Obersee erkennen.

Stellenweise hat die Tubificidendichte im ufernahen Bereich von

4 - 10 m Seetiefe deutlich abgenommen, so vor allem vor Langenargen und Wasserburg und im Mündungsgebiet von Argen, Schussen, Rotach, Seefelder Aach, Stockacher Aach und Goldach sowie lokal insbesondere in den von Direkteinleitungen nicht mehr betroffenen Stellen auf der Uferbank. Eine Zunahme der Tubificidenzahlen ist in diesem Tiefenbereich für die Uferzone vor Rorschach, Arbon und Güttingen und im Konstanzer Trichter sowie im Mündungsgebiet des Alten Rheins zu verzeichnen.

In 11 - 20 m Seetiefe sind an vielen Standorten die Tubificidendichten merkbar angestiegen, wie in den Uferzonen vor Rorschach, Arbon, Güttingen, Kippenhorn, Langenargen-West, im Konstanzer Trichter und im ufernahen Sedimentationsraum von Altem Rhein, Steinach, Goldach, Salmsach, Leiblach, Schussenbereich-Ost, Rotach, Seefelder Aach und Stockacher Aach und ferner an den wenigen noch von Direkteinleitungen belasteten Stellen.

Auch im Tiefenbereich von 21 - 50 m ist, im Vergleich mit den in den Jahren 1960 - 1963 vorgefundenen Populationsdichten an Tubificiden, meist ein deutlicher Anstieg der Individuenzahlen/m² zu verzeichnen, so vor allem in der Bregenzer Bucht, vor Lindau-Zech, Wasserburg, Langenargen, Kippenhorn, Ueberlingen, Arbon, Güttingen und im Konstanzer Trichter sowie im Sedimentationsbereich der Bodenseezuflüsse (Ausnahme stellenweise im Mündungsgebiet von Argen-West, Schussen-Mitte und Steinach). Die Tendenz zunehmender Tubificidendichte setzt sich weitgehend auch in Seebodenarealen von 51 - 200 m Wassertiefe fort.

In den grossen Seetiefen von 201 - 250 m wurden Anfang der 60er Jahre keine oder nur ganz vereinzelt Schlammröhrenwürmer gefunden, nunmehr beträgt die mittlere Individuendichte in diesem Seebodenareal rund 400 Tiere/m², im Maximum 1.500 Tubificiden/m².

Mit der Zunahme der Individuendichte gegenüber 1960 - 1963 steigt meist auch der Anteil der Tubificiden mit Haarborsten,

die vor allem auf die Zufuhr von organischem Feinstmaterial und die bei Ablagerung und Akkumulation dieser Stoffe auftretenden Folgewirkungen ansprechen.

Der nur auf 20 kleinere Seebodenareale und den zentralen See-
teil bezogene Vergleich lässt trotz des beschränkten Aussage-
wertes deutlich erkennen, dass die Zufuhr organischer Stoffe,
vor allem durch Abwassereinleitungen in die Bodenseezuflüsse,
zwischen den beiden Untersuchungszeiträumen (1960 - 1963 und
1972 - 1978) und somit innerhalb von 10 - 15 Jahren erheblich
zugenommen hat.

5.2 Untersee

5.2.1 Rheinsee

5.2.1.1 Seebodenareal Rheinsee-Ost
(vor Ermatingen bis Reichenau)

Profil-Nr. 131 - 135

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den
Untersuchungsjahren 1976/77

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| S. 1 - 10 | 7 | 300 | 9.400 | 4.200 | 45 | 4.800 |
| S. 11 - 20 | 5 | 500 | 7.900 | 4.000 | 71 | 600 |
| M. 21 - 24 | 5 | 2.500 | 25.700 | 11.300 | 50 | 1.400 |
| N. 20 - 11 | 5 | 2.100 | 23.800 | 8.900 | 64 | 600 |
| N. 10 - 1 | 6 | 900 | 13.000 | 6.600 | 15 | 1.200 |

S. = Südufer, M. = Seemitte, N. = Nordufer

Das Maximum der Tubificidenvorkommen erstreckt sich vor der Insel Reichenau von Seemitte bis in den Flachwasserbereich des Nordufers.

Bezeichnend ist der relativ hohe Anteil der haarborstenlosen Tiere in den Populationen mit hoher Individuendichte.

Oestlich und westlich davon gehen die Tubificidenpopulationen deutlich zurück.

Die Begleitfauna wird überwiegend von Chironomiden repräsen-

tiert, die aber nur am Südufer stärkere Individuendichten erreichen. Im übrigen sind in geringeren Tiefen öfters Planarien, weniger häufig Herpobdella festgestellt worden. An Mollusken fanden sich, nebst reichlichem zerbrochenem Schalenmaterial, Pisidium, Bithynia und, je nach Beschaffenheit des Grundes, auch Dreissena in ansehnlicher Zahl vor. In der Uferzone wurden Trichopteren-Gehäuse gefunden. In tieferen Lagen kamen recht häufig Nematoden vor, als Maximalzahl können 5.000 Tiere/m² angegeben werden.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente in den Untersuchungsjahren 1976/77

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| S. 1 - 10 | 8 | 0,6 | 2,2 | 1,5 | 4 | 96 | 48 |
| S. 11 - 20 | 6 | 0,8 | 3,0 | 1,9 | 31 | 98 | 85 |
| M. 21 - 24 | 3 | 1,7 | 2,6 | 2,1 | 83 | 99 | 93 |
| N. 20 - 11 | 6 | 0,8 | 2,2 | 1,6 | 31 | 98 | 82 |
| N. 10 - 1 | 8 | 0,4 | 1,5 | 0,9 | 6 | 85 | 39 |

S. = Südufer, M. = Seemitte, N. = Nordufer

Am Südufer können in 11 - 20 m Wassertiefe lokal höhere Gehalte an organischem Kohlenstoff auftreten (bis 3 %) als am Nordufer.

Der Silt+Ton-Anteil streut im Flachwasserbereich ausserordentlich stark. Er erreicht mit zunehmender Wassertiefe verhältnismässig hohe Werte.

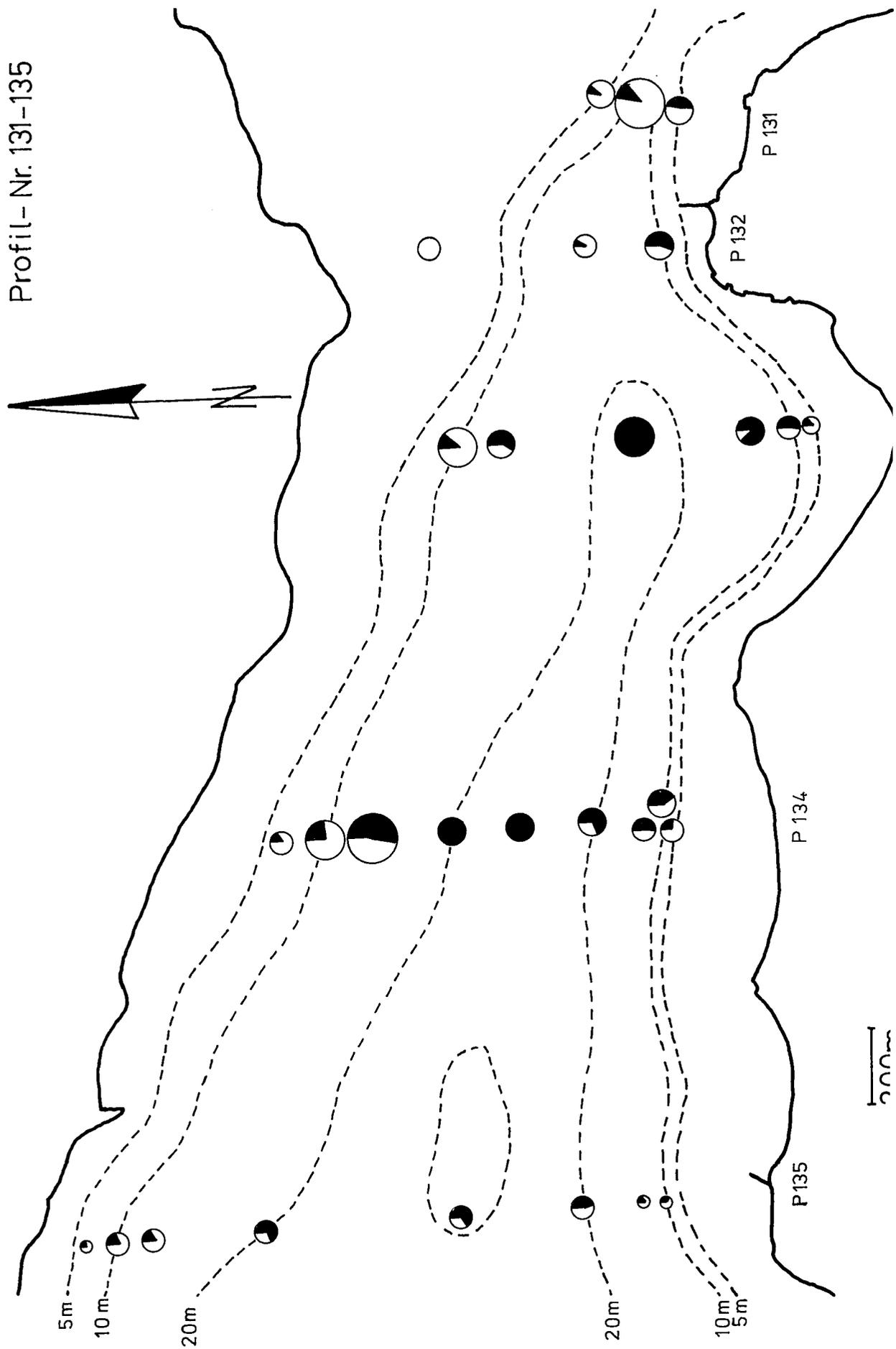
c) Zusammenfassung

Wiederum besteht keine deutliche Beziehung zwischen der Populationsdichte der Tubificiden und dem Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff.

Der Schwerpunkt der Belastung des Seebodens beschränkt sich anhand der Tubificidenvorkommen auf das Seebodenareal südlich der Insel Reichenau bis zur Seemitte.

Seebodenareal Rheinsee - Ost (Ermatingen - Mannenbach, Reichenau) 1976 / 77

Individuendichte der Tubificiden



5.2.1.2 Seebodenareal Rheinsee-Mitte
(Berlingen, Horn)

Profil-Nr. 136 - 138

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den
Untersuchungsjahren 1976/77

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| S. 1 - 10 | 4 | 0 | 3.600 | 1.300 | 23 | 900 |
| S. 11 - 20 | 6 | 500 | 10.900 | 3.800 | 40 | 1.400 |
| S. 21 - 30 | 3 | 1.100 | 5.700 | 3.000 | 44 | 100 |
| M. 31 - 38 | 3 | 1.000 | 2.000 | 1.400 | 79 | 0 |
| N. 30 - 21 | 3 | 2.000 | 4.400 | 3.300 | 45 | 100 |
| N. 20 - 11 | 6 | 400 | 9.000 | 3.200 | 49 | 600 |
| N. 10 - 1 | 6 | 600 | 2.400 | 1.600 | 21 | 1.300 |

S. = Südufer, M. = Seemitte, N. = Nordufer

Die Verteilung der Tubificiden nach der Individuendichte ist
am Süd- und Nordufer nahezu symmetrisch.

Unter der Begleitfauna sind auch die Chironomiden nur in rela-
tiv geringer Individuenzahl vertreten. In Tiefen über 30 m fal-
len die Chironomiden-Larven aus. In geringeren Tiefen fanden
sich vereinzelt Planaria spec., Glossiphonia, häufiger Nemato-
den. An Mollusken waren, nebst relativ verbreitet vorkommenden
Pisidien, auch Bithynia und Dreissena verschiedenen Alters ver-
treten. Im Litoralbereich fanden sich verschiedentlich Tri-
chopteren-Gehäuse. Leere Exemplare hiervon konnten bis in die
tieferen Probenahmestellen verfrachtet sein.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1976/77

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| S. 1 - 10 | 4 | 0,7 | 1,4 | 1,0 | 11 | 39 | 26 |
| S. 11 - 20 | 6 | 1,3 | 2,4 | 1,9 | 33 | 98 | 72 |
| S. 21 - 30 | 5 | 1,8 | 2,4 | 1,9 | 96 | 99 | 98 |
| M. 31 - 38 | 1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 99 | 99 | 99 |
| N. 30 - 21 | 5 | 1,9 | 2,4 | 2,1 | 99 | 99 | 99 |
| N. 20 - 11 | 6 | 1,6 | 2,0 | 1,8 | 95 | 99 | 98 |
| N. 10 - 1 | 6 | 0,7 | 1,1 | 0,9 | 40 | 67 | 54 |

S. = Südufer, M. = Seemitte, N. = Nordufer

Die Gehalte an organischem Kohlenstoff in den Sedimenten verteilen sich in den verschiedenen Tiefenstufen nahezu symmetrisch auf den südlichen und nördlichen Uferbereich. Nur der Silt+Ton-Anteil ist am Nordufer deutlich höher.

c) Zusammenfassung

Tubificidenverteilung und Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff zeigen für diesen Seeabschnitt ab 11 m Seetiefe mittlere Belastungen des Seebodens an.

Seebodenareal Rheinsee - Mitte (Berlingen, Horn) 1976/77

Individuendichte der Tubificiden

Profil-Nr. 136 - 138

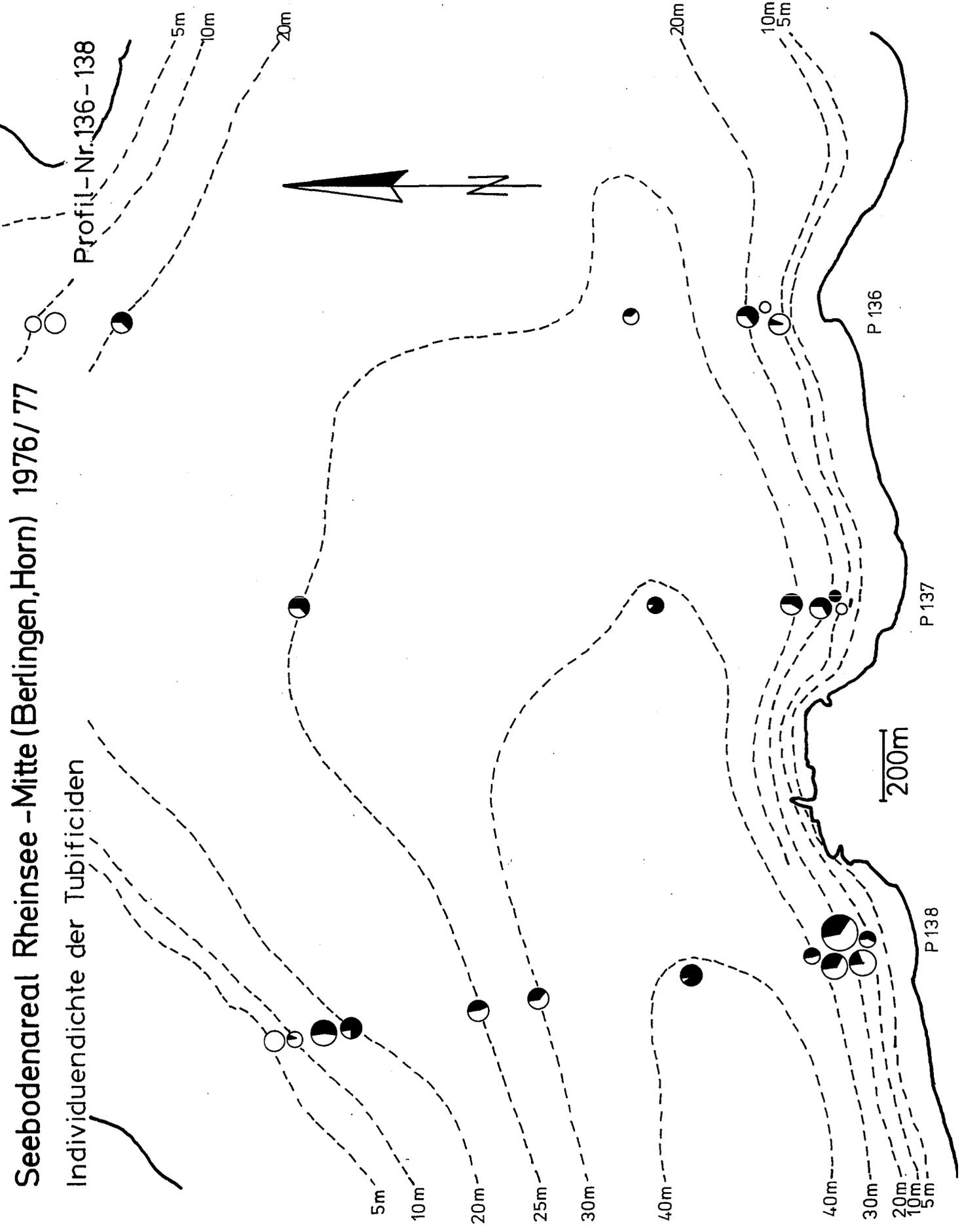


200m

P 136

P 137

P 138



5.2.1.3 Seebodenareal Rheinsee-Mitte
(Steckborn - Gaienhofen - Hemmenhofen)

Profil-Nr. 139 - 146

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den
Untersuchungsjahren 1976/77

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| S. 1 - 10 | 13 | 800 | 4.600 | 1.600 | 22 | 1.500 |
| S. 11 - 20 | 16 | 500 | 5.300 | 1.900 | 50 | 1.400 |
| S. 21 - 30 | 14 | 800 | 8.900 | 3.100 | 70 | 100 |
| M. 31 - 46 | 8 | 1.100 | 4.100 | 2.100 | 74 | 0 |
| N. 30 - 21 | 14 | 300 | 6.800 | 2.400 | 77 | 100 |
| N. 20 - 11 | 16 | 200 | 4.000 | 1.800 | 62 | 800 |
| N. 10 - 1 | 15 | 400 | 18.500 | 3.900 | 43 | 1.600 |

S. = Südufer, M. = Seemitte, N. = Nordufer

Bemerkenswert ist die für den Flachwasserbereich des Untersees stellenweise hohe Individuendichte der Tubificiden am Nordufer. Aber auch die grösste Tiefe des Untersees (46 m) ist noch mit Tubificiden besiedelt.

Wiederum hält sich die Entwicklung der untersuchten Begleitfauna, hier vor allem die Chironomiden, in mässigen Grenzen. Ab 31 m Wassertiefe fallen die Chironomiden-Larven aus. Hinsichtlich der übrigen Begleitfauna wurden entsprechende Beobachtungen gemacht, wie sie für den östlichen Mittelabschnitt des Rheinsees bereits festgehalten sind.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1976/77

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| S. 1 - 10 | 13 | 0,3 | 1,5 | 0,9 | 3 | 74 | 33 |
| S. 11 - 20 | 16 | 0,6 | 2,2 | 1,7 | 10 | 97 | 73 |
| S. 21 - 30 | 14 | 1,7 | 2,4 | 2,1 | 80 | 99 | 96 |
| M. 31 - 46 | 8 | 1,9 | 2,6 | 2,2 | 98 | 99 | 99 |
| N. 30 - 21 | 14 | 1,9 | 2,2 | 2,0 | 94 | 99 | 98 |
| N. 20 - 11 | 16 | 1,3 | 2,1 | 1,7 | 38 | 98 | 85 |
| N. 10 - 1 | 15 | 0,4 | 2,2 | 0,9 | 3 | 68 | 29 |

S. = Südufer, M. = Seemitte, N. = Nordufer

Zwischen dem mittleren Gehalt an organischem Kohlenstoff und dem mittleren Silt+Ton-Anteil am Süd- und am Nordufer bestehen nur sehr geringe Unterschiede.

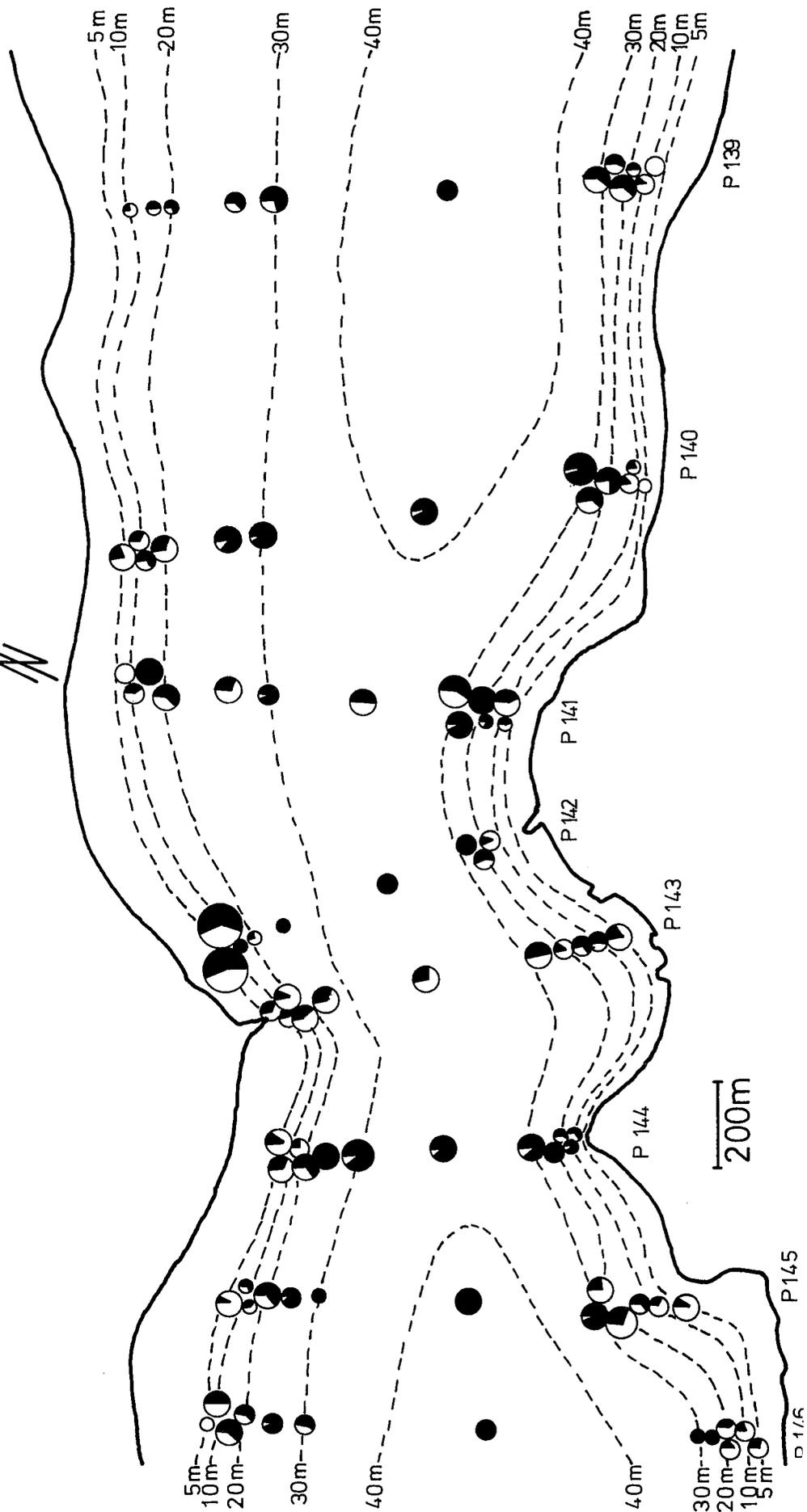
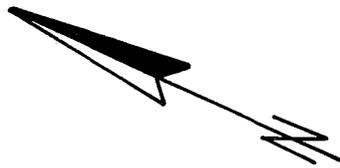
c) Zusammenfassung

Abgesehen von stärkeren lokalen Belastungen am Nordufer geben Tubificidenverteilung und Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff eine für den Untersee mittlere Belastung der Sedimente mit organischen Stoffen an.

Seebodenareal Rheinsee - Mitte (Steckborn, Gaienhofen - Hemmenhofen) 1976/77

Individuendichte der Tubificiden

Profil-Nr. 139 - 146



5.2.1.4 Seebodenareal Rheinsee-Mitte
(Glarisegg - Wangen)

Profil-Nr. 147 - 151

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den
Untersuchungsjahren 1976/77

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|-------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| S. 1 - 10 | 10 | 200 | 3.400 | 1.200 | 13 | 1.400 |
| S. 11 - 20 | 10 | 200 | 2.300 | 1.100 | 58 | 1.200 |
| S. 21 - 30 | 6 | 500 | 3.000 | 1.700 | 81 | 600 |
| M. 31 - 46 | 5 | 100 | 2.600 | 1.200 | 93 | 0 |
| N. 30 - 21 | 6 | 900 | 2.700 | 2.100 | 81 | 100 |
| N. 20 - 11 | 10 | 400 | 3.100 | 1.200 | 64 | 800 |
| N. 10 - 1 | 10 | 300 | 6.900 | 1.800 | 9 | 1.000 |

S. = Südufer, M. = Seemitte, N. = Nordufer

In diesem Seeabschnitt geht die Dichte der Tubificidenpopula-
tionen deutlich zurück. Wiederum weist die Flachwasserzone des
Nordufers an einigen Stellen das höchste Tubificidenvorkommen
auf.

Unter den Begleitorganismen können die Chironomiden-Larven den
Seeboden auch hier nur bis in 30 m Wassertiefe besiedeln.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1976/77

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| S. 1 - 10 | 10 | 0,4 | 1,7 | 1,0 | 7 | 69 | 31 |
| S. 11 - 20 | 10 | 1,2 | 2,8 | 1,9 | 42 | 97 | 74 |
| S. 21 - 30 | 8 | 1,6 | 2,5 | 2,0 | 84 | 99 | 94 |
| M. 31 - 46 | 3 | 2,0 | 2,9 | 2,4 | 99 | 99 | 99 |
| N. 30 - 21 | 7 | 1,8 | 2,8 | 2,2 | 95 | 99 | 98 |
| N. 20 - 11 | 10 | 1,0 | 2,2 | 1,8 | 33 | 98 | 81 |
| N. 10 - 1 | 10 | 0,7 | 2,0 | 1,1 | 4 | 69 | 38 |

S. = Südufer, M. = Seemitte, N. = Nordufer

Die Gehalte der Sedimente an organischem Kohlenstoff und der Silt+Ton-Anteil weichen am Südufer und Nordufer nur wenig voneinander ab.

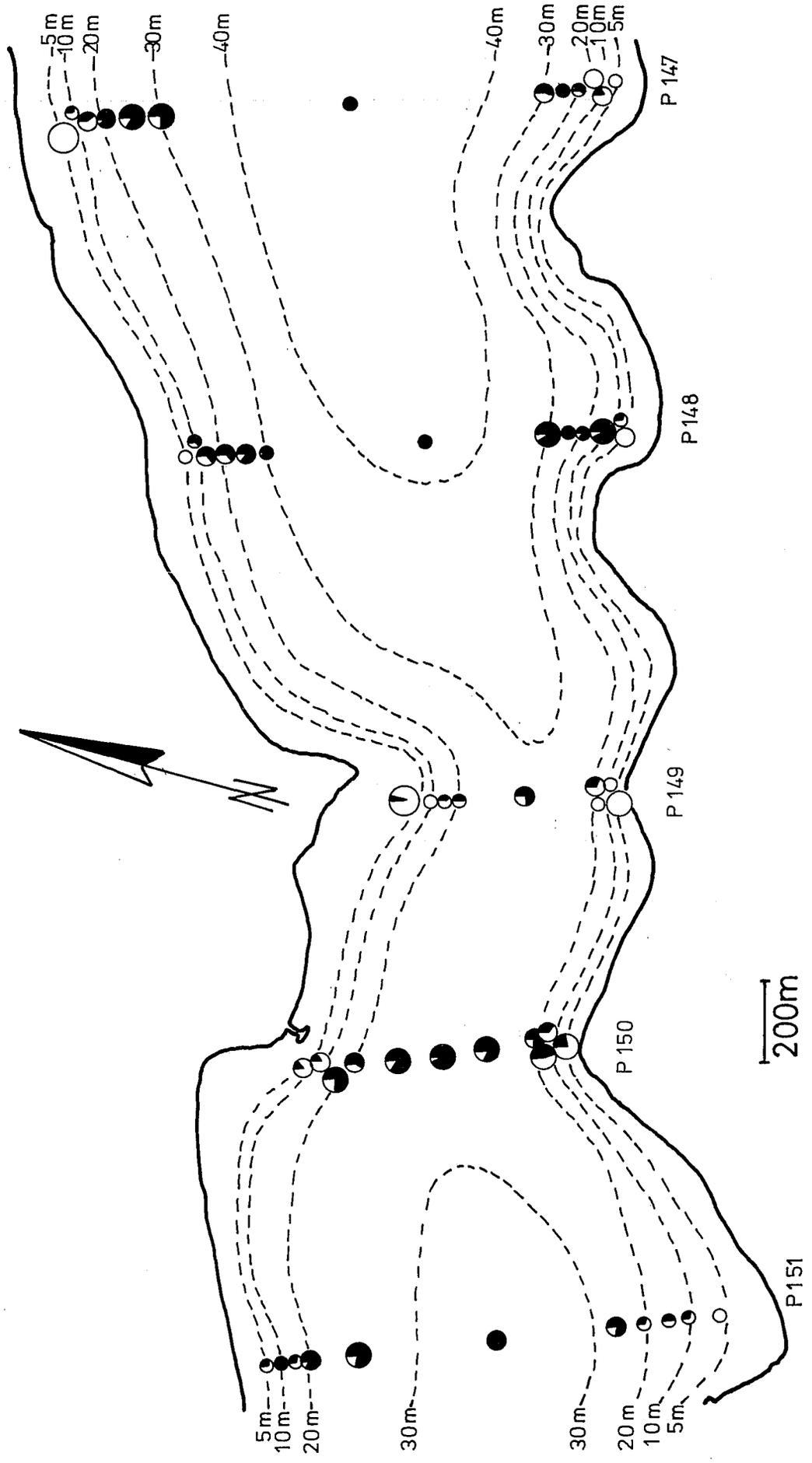
c) Zusammenfassung

Die geringe Individuendichte der Tubificiden zeigt an, dass in diesem Seeabschnitt die Belastung des Seebodens deutlich zurückgeht. Auch die Gehalte der Sedimente an organischem Kohlenstoff bewegen sich für Unterseeverhältnisse in mässigen Grenzen.

Seebodenareal Rheinsee - Mitte (Glarisegg, Wangen) 1976/77

Individuendichte der Tubificiden

Profil - Nr. 147 - 151



5.2.1.5 Seebodenareal Rheinsee-West
(Mammern-Eschenz)

Profil-Nr. 152 - 156

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen in den
Untersuchungsjahren 1976/77

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| S. 1 - 10 | 9 | 200 | 18.200 | 3.900 | 12 | 1.800 |
| S. 11 - 20 | 6 | 400 | 3.100 | 2.000 | 70 | 800 |
| S. 21 - 30 | 1 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 94 | 300 |
| M. 30 | 5 | 1.500 | 4.400 | 2.600 | 68 | 300 |
| N. 30 - 21 | 1 | 1.100 | 1.100 | 1.100 | 73 | 1.100 |
| N. 20 - 11 | 6 | 1.800 | 4.000 | 3.000 | 50 | 1.200 |
| N. 10 - 1 | 9 | 600 | 8.500 | 3.200 | 13 | 1.300 |

S. = Südufer, M. = Seemitte, N. = Nordufer

Vor Eschenz sind im Flachwasserbereich für den Untersee ver-
hältnismässig hohe Individuendichten an Tubificiden zu finden.
Die Tubificidenentwicklung hat gegenüber dem oberhalb liegen-
den Seeabschnitt allgemein wieder merkbar zugenommen.

Unter der Begleitfauna sind die Chironomiden-Larven, wenn auch
nur in mässiger Individuendichte, nun wieder im gesamten See-
becken vertreten. Die Begleitfauna weist im übrigen die übli-
che Zusammensetzung auf. Oertlich sind Nematoden in grosser
Zahl (2 - 3.000/m²) festgestellt worden.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
in den Untersuchungsjahren 1976/77

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| S. 1 - 10 | 9 | 0,5 | 2,4 | 1,2 | 28 | 93 | 55 |
| S. 11 - 20 | 6 | 1,3 | 2,4 | 1,8 | 57 | 98 | 89 |
| S. 21 - 30 | 5 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 93 | 99 | 97 |
| N. 30 - 21 | 5 | 2,1 | 2,2 | 2,1 | 93 | 99 | 96 |
| N. 20 - 11 | 6 | 1,3 | 2,2 | 1,8 | 57 | 98 | 84 |
| N. 10 - 1 | 9 | 0,5 | 1,8 | 1,2 | 10 | 84 | 47 |

S. = Südufer, N. = Nordufer

Die Mittelwerte für organischen Kohlenstoff sind in den verschiedenen Tiefenbereichen am Süd- und Nordufer gleich, der Silt+Ton-Anteil dagegen in der nördlichen Flachwasserzone etwas niedriger.

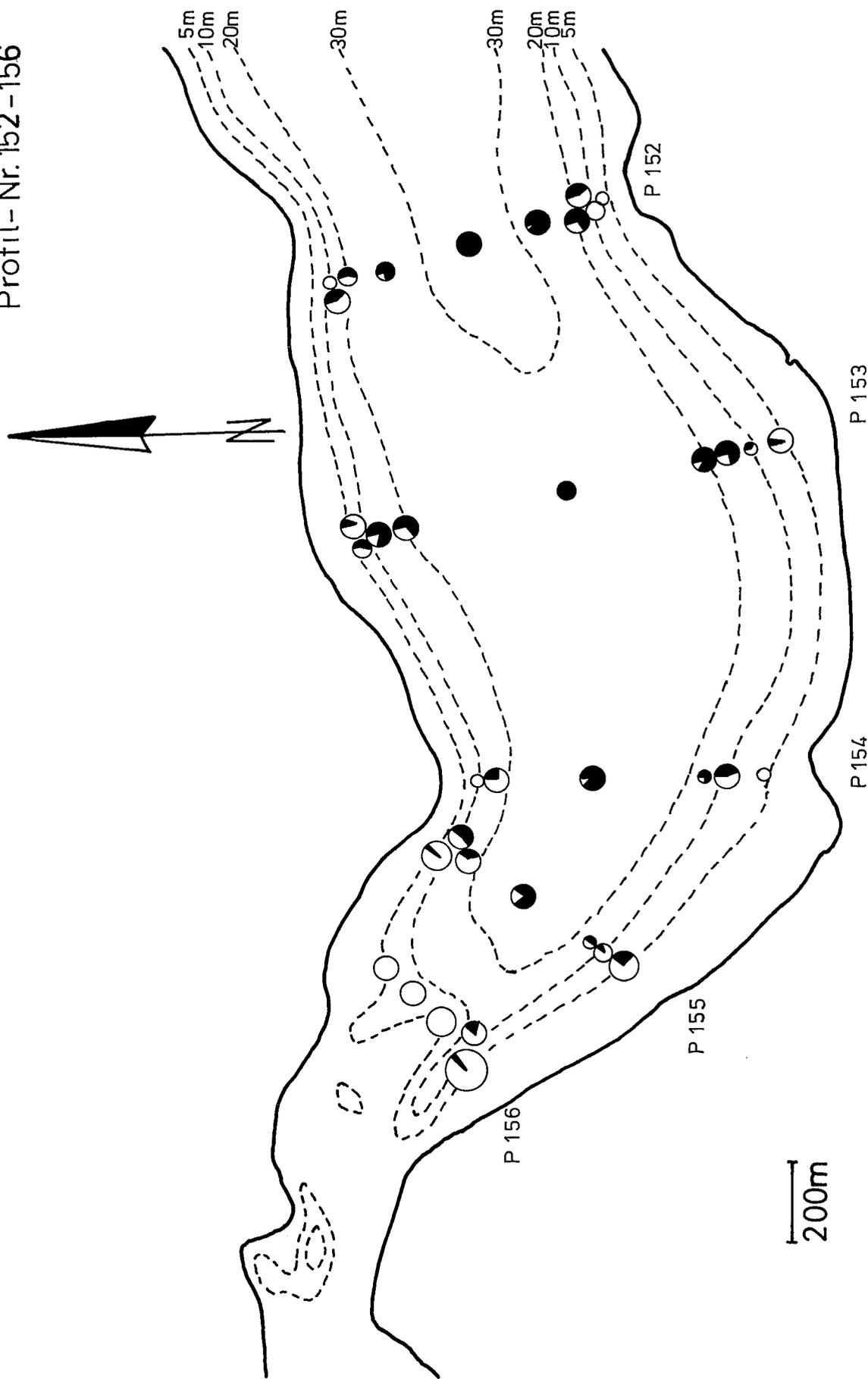
c) Zusammenfassung

Nur anhand der Individuendichte der Tubificiden lässt sich im Flachwasserbereich vor Eschenz eine höhere Belastung der Sedimente nachweisen, der Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff (Süd- und Nordufer = 1,2 %) zeigt dies nicht an.

Seebodenareal Rheinsee - West (Mammern - Eschenz) 1976/77

Individuendichte der Tubificiden

Profil-Nr. 152 - 156



5.2.2 Zellersee

5.2.2.1 Zellersee-Ost

Profil-Nr. 157 - 159

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im
Untersuchungsjahr 1978

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 18 | 600 | 11.200 | 3.450 | 31 | 405 |
| 11 - 20,5 | 11 | 200 | 9.600 | 3.620 | 62 | 120 |

Im östlichen Zellersee treten die höchsten Tubificiden-Individuendichten mit 9.600 Tieren/m² und 11.200 Tieren/m² bei den Untersuchungsprofilen Nr. 157 und 158 auf. Am wenigsten von Tubificiden besiedelt ist der Zellersee im Bereich des Profils Nr. 159. Die mittlere Tubificidendichte des östlichen Zellersees ist mit 3.500 Tieren/m² nur geringfügig niedriger als die des westlichen Seeteils.

In der grössten Seetiefe (20,5 m) liegt die Besiedlungsdichte der Tubificiden mit 630 Tieren/m² deutlich unter dem Durchschnitt.

In 4 - 10 m Tiefe überwiegt besonders im südlichen Areal der Anteil der haarborstenlosen Arten, dagegen sind ab 21 m Tiefe nur mehr Haarborstentiere anzutreffen.

Unter der Begleitfauna finden sich stellenweise Nematoden (bis 6.100 Tiere/m²), Pisidien (bis 3.100 Tiere/m²), Chironomiden-

Larven (bis 1.800 Tiere/m²) sowie Schnecken (bis 800 Tiere/m²) und Turbellarien (bis 700 Tiere/m²).

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1978

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 18 | 0,5 | 1,9 | 1,2 | 3 | 74 | 38 |
| 11 - 20,5 | 11 | 1,8 | 3,4 | 2,5 | 62 | 99 | 92 |

Im allgemeinen überwiegt in 4 - 7 m Tiefe der Sandanteil, in grösserer Tiefe der Silt+Ton-Gehalt der Sedimente; letzterer beträgt in 20,5 m Tiefe schliesslich 99 %.

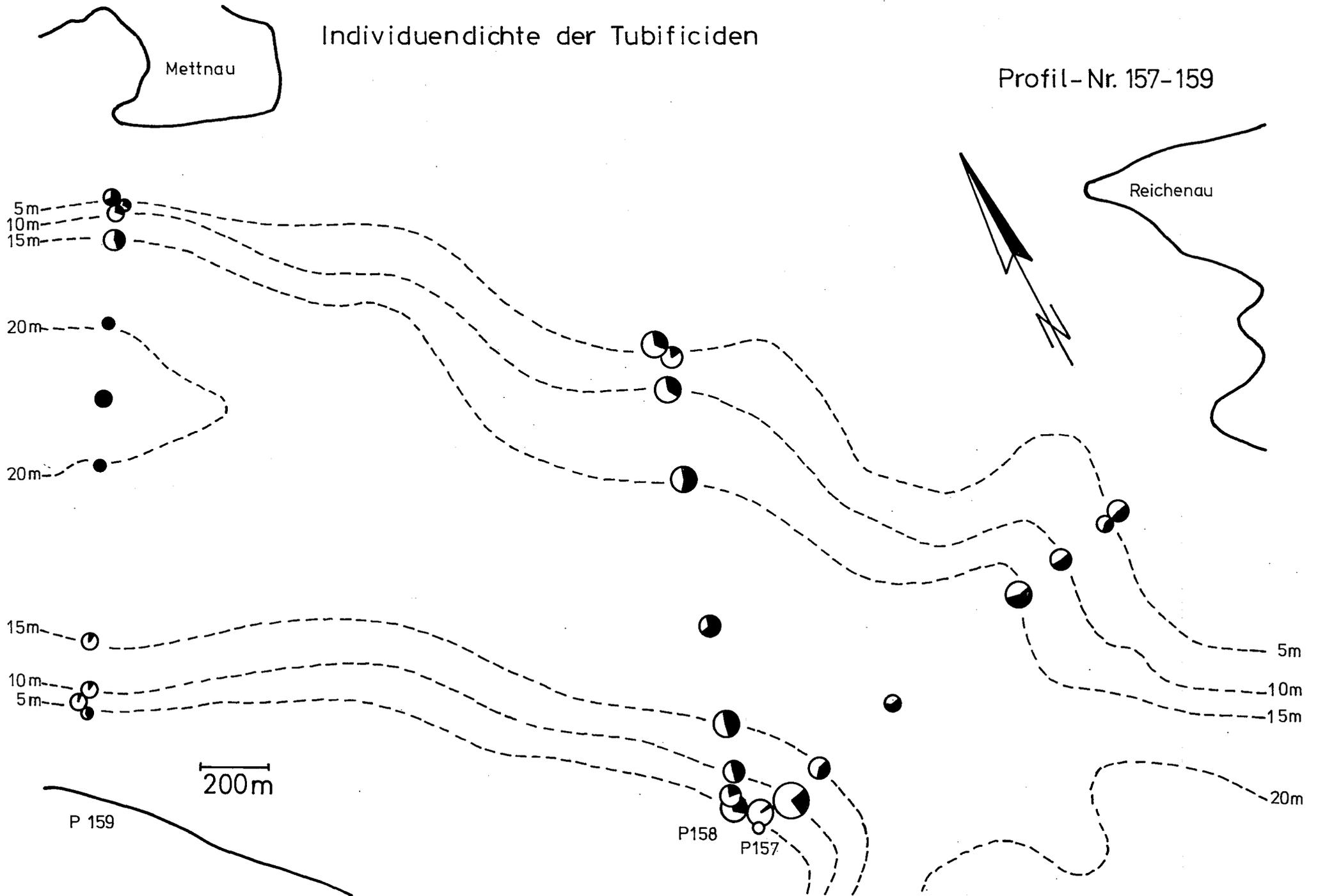
Der Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff liegt bei durchschnittlich 1,2 %, in 2 - 10 m Tiefe; er nimmt dann im allgemeinen zur Tiefe hin stark zu.

c) Zusammenfassung

Die durchschnittliche Besiedlung beträgt, mit Ausnahme der grössten Tiefen, rund 3.500 Tubificiden/m². Im Einflussbereich von Gnadensee und Rheinsee treten mit 9.600 und 11.200 Tieren/m², bei einem Gehalt an organischem Kohlenstoff von 2,2 und 1,4 %, die höchsten Individuendichten auf.

Seebodenareal Zellersee - Ost 1978

Individuendichte der Tubificiden



5.2.2.2 Zellersee-West

Profil-Nr. 160 - 162

In diesen Seeteil mündet die Radolfzeller Aach, deren langjährige mittlere Wasserführung $9,8 \text{ m}^3/\text{sec}$ beträgt. Zum natürlichen Niederschlagsgebiet kommt bei Niedrig- bis Mittelwasser noch ein Teil des Einzugsgebietes der Donau hinzu.

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im Untersuchungsjahr 1978

| Wassertiefe m | Probenzahl | Tubificidendichte/ m^2 | | | Tubificiden mit Haarb. % | Chironomiden-Larven/ m^2 Mittel |
|------------------|------------|---------------------------------|--------|--------|-----------------------------|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 12 | 600 | 6.400 | 2.360 | 19 | 70 |
| 11 - 20 | 13 | 0 | 22.900 | 6.010 | 64 | 50 |
| 21 - 25 | 3 | 0 | 400 | 170 | 100 | 0 |

Die höchsten Individuendichten der Tubificiden treten vorwiegend in einer Tiefe von 11 - 15 m und zwar meist am Süd- und Westufer auf. Am Südufer beträgt die Anzahl der Tubificiden bei Profil-Nr. 160 zwischen $19.800 - 22.900 \text{ Tiere}/\text{m}^2$, bei Profil-Nr. 161 $11.400 \text{ Tiere}/\text{m}^2$ und am Westufer bei Profil-Nr. 162 im Mündungsbereich der Radolfzeller Aach $6.400 - 16.600 \text{ Tiere}/\text{m}^2$; am Nordwestufer (Profil-Nr. 161) sind in 6 m Tiefe noch $5.200 \text{ Tiere}/\text{m}^2$ zu finden. An den restlichen Stellen herrscht eine durchschnittliche Besiedlungsdichte von $1.100 \text{ Tubificiden}/\text{m}^2$. Auffallend gering ist die Besiedlung in der Tiefenzone von 21 - 25 m.

Bis in eine Tiefe von 10 m überwiegt meist der Anteil der Tubi-

ficidenarten ohne Haarborsten. Mit zunehmender Tiefe nehmen die haarborstentragenden Arten zu und erreichen in 20 m Tiefe 100 %.

Die Begleitfauna setzt sich vor allem aus Nematoden (bis 2.600 Tiere/m²), Pisidien (bis 600 Tiere/m²) und in geringer Anzahl Turbellarien sowie Schnecken und Chironomiden-Larven zusammen.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1978

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 12 | 0,3 | 2,2 | 0,9 | 3 | 60 | 14 |
| 11 - 20 | 13 | 1,7 | 3,8 | 2,8 | 76 | 98 | 91 |
| 21 - 25 | 3 | 3,0 | 3,4 | 3,3 | 97 | 98 | 97 |

Bis in eine Tiefe von etwa 6,5 m und vor der Mündung der Radolfzeller Aach sogar bis in eine Tiefe von 10 m, hat der Sandanteil der Sedimente einen Durchschnittswert von 91 %; dieser geht mit zunehmender Tiefe stark zurück. In 22 - 25 m Tiefe beträgt dann der Silt+Ton-Anteil durchschnittlich 97 %. In 2 - 10 m Tiefe enthalten die Sedimente im Mittel nur 0,9 % an organisch gebundenem Kohlenstoff. Er nimmt zur Tiefe hin weiter zu und erreicht im westlichen Zellersee schliesslich 3,0 - 3,4 %.

c) Zusammenfassung

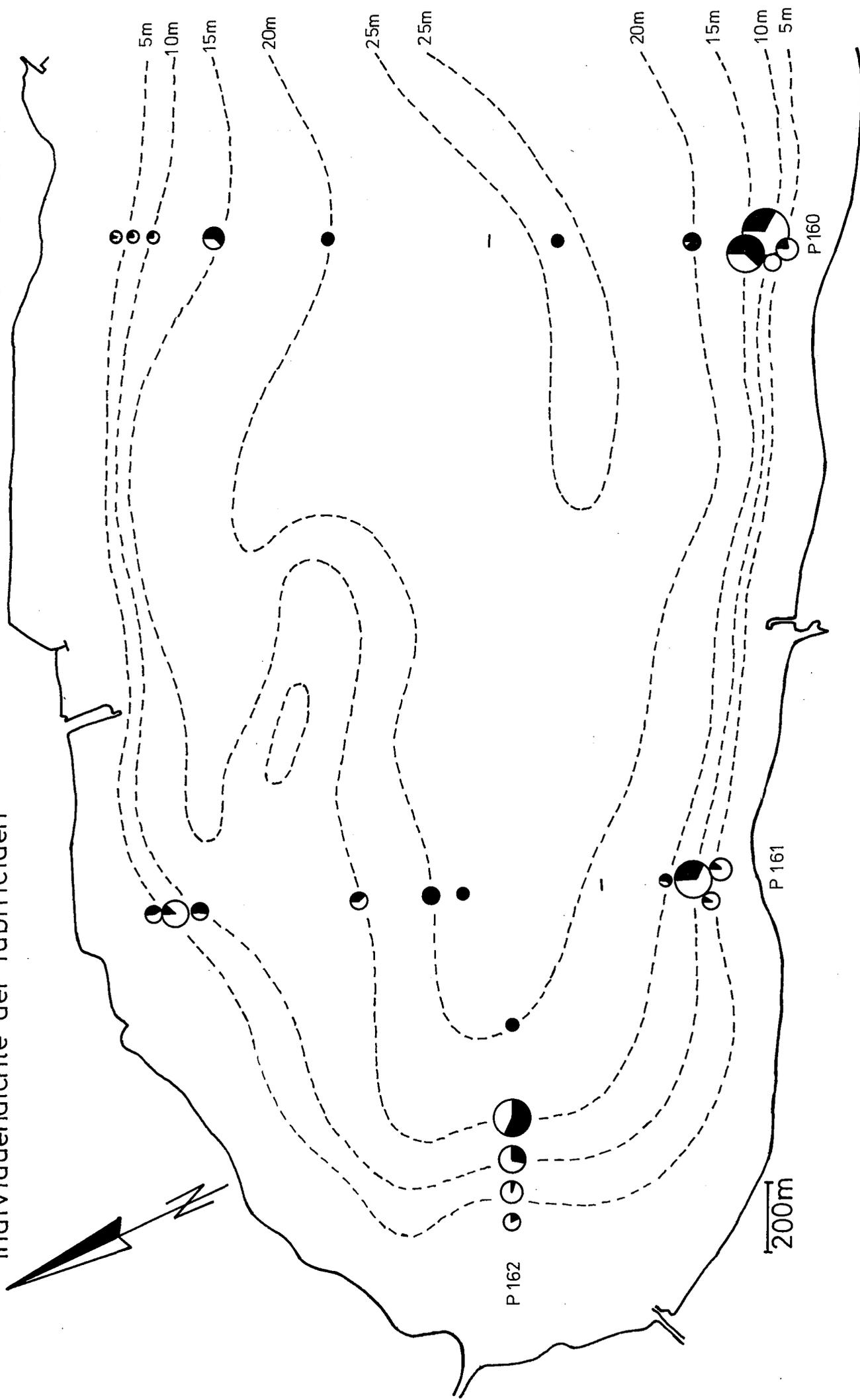
Die höchste Individuendichte ist mit 23.000 Tubificiden/m² in

der Tiefenzone von 11 - 20 m anzutreffen. Dabei enthalten die Sedimente mit den höchsten Besiedlungsdichten nur 1,7 - 2,2 % organischen Kohlenstoff. Die tiefste Zone von 21 - 25 m ist hingegen, bei einem organischen Kohlenstoffgehalt von 3,0 - 3,4 % und einem Silt+Ton-Anteil von 97 - 98 %, nur sehr gering besiedelt (0 - 400 Tubificiden/m²).

Seebodenareal Zellersee - West 1978

Individuendichte der Tubificiden

Profil - Nr. 160-162



5.2.3 Gnadensee

5.2.3.1 Gnadensee-West mit Markelfinger Winkel

Profil-Nr. 163 - 165

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im
Untersuchungsjahr 1978

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|-------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 17 | 0 | 2.000 | 880 | 43 | 40 |
| 11 - 17,5 | 8 | 0 | 1.000 | 350 | 100 | 0 |

Die höchsten Besiedlungsdichten der Tubificiden treten hier mit 1.800 - 2.000 Tieren/m² am Nordufer in 10 m Tiefe bei Profil-Nr. 165 sowie im Markelfinger Winkel in 9 m (Nordufer) und in 4 m Tiefe (Südufer) auf. An den übrigen Stellen beträgt die Tubificidenzahl im Mittel 490 Tiere/m² und im Markelfinger Winkel 480 Tiere/m². Auffallend dünn besiedelt ist am Südufer die Engstelle, die den Markelfinger Winkel vom übrigen Gnadensee abgrenzt.

In der Tiefenzone von 2 - 10 m überwiegen die haarborstenlosen Tubificidenarten und erreichen mit 84 % im engeren Bereich von 4 - 6 m Tiefe ihr Maximum. Die Tiefenregion wird ab 11 m nur von Tubificiden mit Haarborsten besiedelt.

Begleitfauna: In den Sedimenten des östlichen Gnadensees und des Markelfinger Winkels können als weitere Makroorganismen noch stellenweise Nematoden bis zu 1.100 Tieren/m², Pisidien bis zu 400 Tieren/m², Schnecken bis zu 200 Tieren/m², Naiden bis zu 200 Tieren/m² sowie Chironomiden-Larven bis zu 100 Tie-

ren/m² gefunden werden. Diese Organismen sind vorwiegend auf die Tiefenzone von 2 - 10 m beschränkt.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente im Untersuchungsjahr 1978

| Wassertiefe m | Probenzahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|------------------|------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 17 | 0,5 | 2,4 | 1,2 | 3 | 98 | 36 |
| 11 - 17,5 | 8 | 2,1 | 2,8 | 2,6 | 90 | 99 | 97 |

In den ufernahen Bereichen bis zu 6 m Tiefe bestehen die Sedimente vorwiegend aus Sand, hingegen in den tieferen Bereichen im Mittel zu 97 % aus Silt + Ton. An der tiefsten Stelle des Markelfinger Winkels enthält das Sediment einen Silt+Ton-Anteil von 99 %.

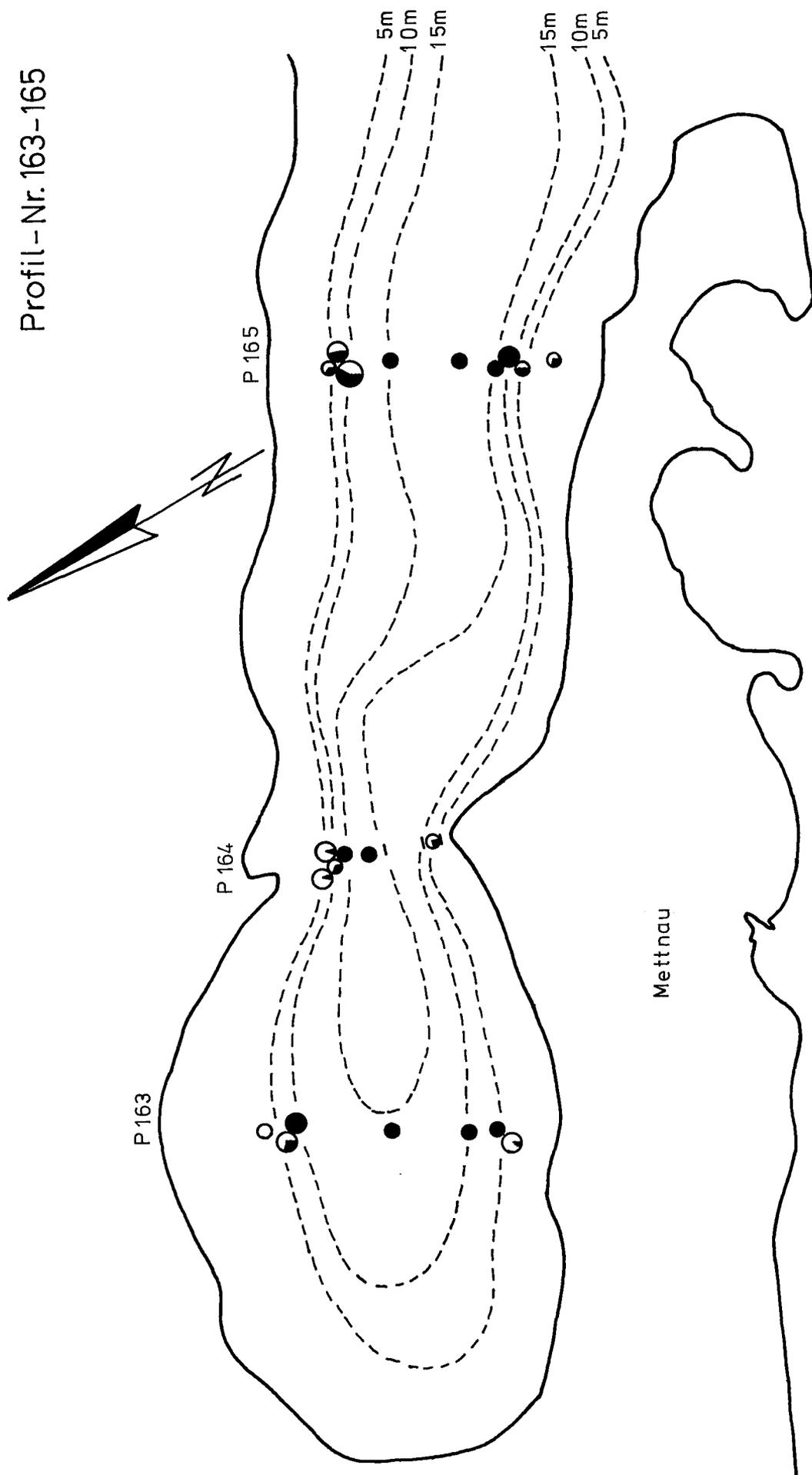
Der mittlere Gehalt der Sedimente an organisch gebundenem Kohlenstoff beträgt im westlichen Gnadensee in 2 - 10 m Tiefe 1,2 % und in 11 - 17,5 m 2,6 %.

c) Zusammenfassung

Das Areal weist durchgehend eine geringe Tubificidenbesiedlung von im Mittel 900 Tieren/m² in 2 - 10 m und von 350 Tieren/m² in den tieferen Bereichen auf, bei einem durchschnittlichen Gehalt von 1,2 % bzw. 2,6 % organischem Kohlenstoff.

Seebodenareal Gnadensee - West mit Markelfinger Winkel 1978

Individuendichte der Tubificiden



5.2.3.2 Gnadensee-Mitte

Profil-Nr. 166 und 167

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im Untersuchungsjahr 1978

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 12 | 500 | 6.300 | 1.770 | 35 | 20 |
| 11 - 20,5 | 8 | 1.000 | 10.100 | 3.690 | 97 | 35 |

Im mittleren Abschnitt des Gnadensees sind am Nordufer bei Profil-Nr. 166 in 9,5 m Tiefe mit 6.300 Tieren/m² und bei Profil-Nr. 167 in 15,5 m Tiefe mit 10.100 Tieren/m² hohe Individuendichten zu verzeichnen. Sonst beträgt die durchschnittliche Besiedlung dieses Gebietes 1.900 Tiere/m². In 20,5 m Tiefe sind auch hier, ähnlich wie im östlichen Teil des Gnadensees, im zeitweise sauerstofffreien Seeboden 4.600 Tubificiden/m² anzutreffen. Der tiefere Teil des Sees (11 - 20,5 m) wird fast ausschliesslich von mit Haarborsten versehenen Tubificidenarten besiedelt.

In diesem Abschnitt wird die höchste im Gnadensee auftretende Tubificidendichte gefunden.

Unter der Begleitfauna finden sich stellenweise und meist bevorzugt in der flacheren Region von 2 - 10 m Tiefe Nematoden bis zu 1.300 Tiere/m², die Muscheln *Pisidium* (bis zu 1.200 Tiere/m²) und *Dreissena* (bis zu 500 Tiere/m²) und Schnecken (bis zu 700 Tiere/m²) sowie nur an wenigen Stellen Chironomiden-Larven bis zu 200 Larven/m². Vereinzelt treten Klein-Turbellarien und Hirudineen auf.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
im Untersuchungsjahr 1978

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 12 | 0,8 | 1,9 | 1,2 | 4 | 93 | 45 |
| 11 - 20,5 | 8 | 2,1 | 3,0 | 2,5 | 90 | 99 | 96 |

Am Südufer vor Niederzell findet sich in 3 m Tiefe und im flachen Uebergangsbereich zum Zellersee in 4 - 6 m in den Sedimenten 1 - 7 % Kies. Ansonsten haben die Sedimente am Südufer in 3 m und zum Teil auch noch in 6 m Tiefe einen hohen Sandanteil, der zur Tiefe hin rasch zurückgeht. Am Nordufer nimmt bei Profil-Nr. 167 der Sandgehalt von 38 % (4 m Tiefe) auf 81 % (bei 10 m Tiefe) zu, um dann zur Tiefe hin wieder stark zurückzugehen. In der Seemitte in 20,5 m Tiefe herrscht wieder ein Silt+Ton-Anteil von 98 % vor. Der durchschnittliche Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff in 2 - 10 m Tiefe beträgt 1,2 %. Weitaus höhere Werte an organischem Kohlenstoff sind in der Tiefenzone von 11 - 20,5 m anzutreffen.

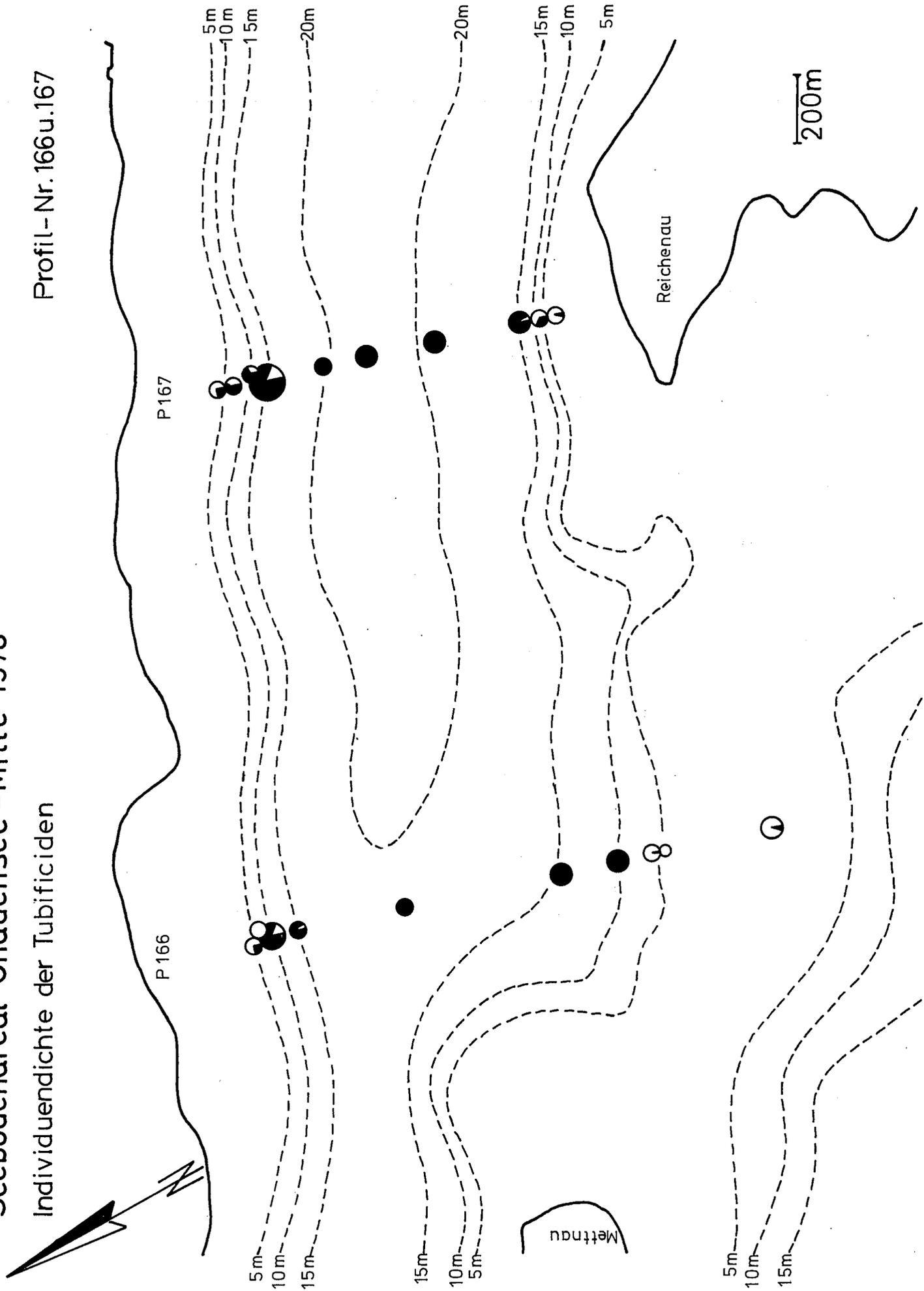
c) Zusammenfassung

Im mittleren Abschnitt des Gnadensees enthält die Tiefenzone von 11 - 20,5 m mit rund 10.000 Tieren/m² die höchste Tubificidenbesiedlung bei einem Gehalt der Sedimente von 2,1 - 3,0 % organischem Kohlenstoff und einem mittleren Silt+Ton-Anteil von 96 %.

Seebodenareal Gnadensee - Mitte 1978

Individuendichte der Tubificiden

Profil-Nr. 166u.167



5.2.3.3 Seebodenareal Gnadensee-Ost

Profil-Nr. 168 - 170

a) Vorkommen von Tubificiden und Begleitorganismen im Untersuchungsjahr 1978

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | Tubificidendichte/m ² | | | Tubifi- ciden mit Haarb. % | Chirono- miden- Larven/m ² Mittel |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------|--------|--|---|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| 2 - 10 | 12 | 100 | 10.400 | 3.660 | 25 | 60 |
| 11 - 20,5 | 15 | 0 | 16.900 | 3.210 | 90 | 40 |

Im östlichen Gnadensee finden sich am Nordufer vor Allensbach in 5,5 m Tiefe 10.400 Tubificiden/m², am Südufer vor Mittelzelle in 10,5 m Tiefe 16.900 Tiere/m² und vor Oberzelle im Tiefenbereich von 5 - 10,5 m 5.000 - 10.300 Tiere/m². Im restlichen Gebiet ist nur eine mittlere Individuendichte von 1.800 Tubificiden/m² zu verzeichnen. Wie die Tabelle verdeutlicht, ist die Besiedlungsdichte lokal sehr unterschiedlich.

Bemerkenswerterweise können in Seemitte (20,5 m Tiefe), in einem Gebiet, das zeitweise ohne Sauerstoff ist, bis 2.400 - 4.300 Tubificiden/m² auftreten.

Im sehr deutlichen Gegensatz zum flacheren Uferbereich überwiegen in der Zone ab 11 m Wassertiefe mit einem Anteil von 90 % die mit Haarborsten versehenen Tubificidenarten.

Als Begleitfauna kommen im östlichen Gnadensee an mehreren Stellen und in unterschiedlichen Tiefen hauptsächlich Nematoden bis zu 2.500 Tieren/m² und Pisidien bis zu 2.100 Tieren/m² sowie nur an wenigen Stellen Chironomiden bis zu 500 Tieren/m² vor.

b) Physikalische und chemische Charakteristik der Sedimente
im Untersuchungsjahr 1978

| Wasser- tiefe m | Pro- ben- zahl | org. Kohlenstoff in % Trockensubstanz | | | Silt + Ton - Anteil in % Trockensubstanz | | |
|-----------------------|----------------------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| 2 - 10 | 12 | 0,6 | 2,3 | 1,2 | 8 | 94 | 44 |
| 11 - 20,5 | 15 | 1,9 | 3,3 | 2,5 | 82 | 99 | 96 |

Am Ostufer dieses Seeabschnittes findet sich in 4 - 6 m Tiefe mit 74 - 82 % ein relativ hoher, am Nord- und Südufer dagegen ein deutlich niedrigerer Silt+Ton-Anteil. Mit zunehmender Seetiefe steigt im allgemeinen der Silt+Ton-Anteil stark an und erreicht in der grössten Tiefe 98 - 99 %. In gleicher Weise erhöht sich der Gehalt der Sedimente an gebundenem organischem Kohlenstoff vom Ufer zur Seemitte hin.

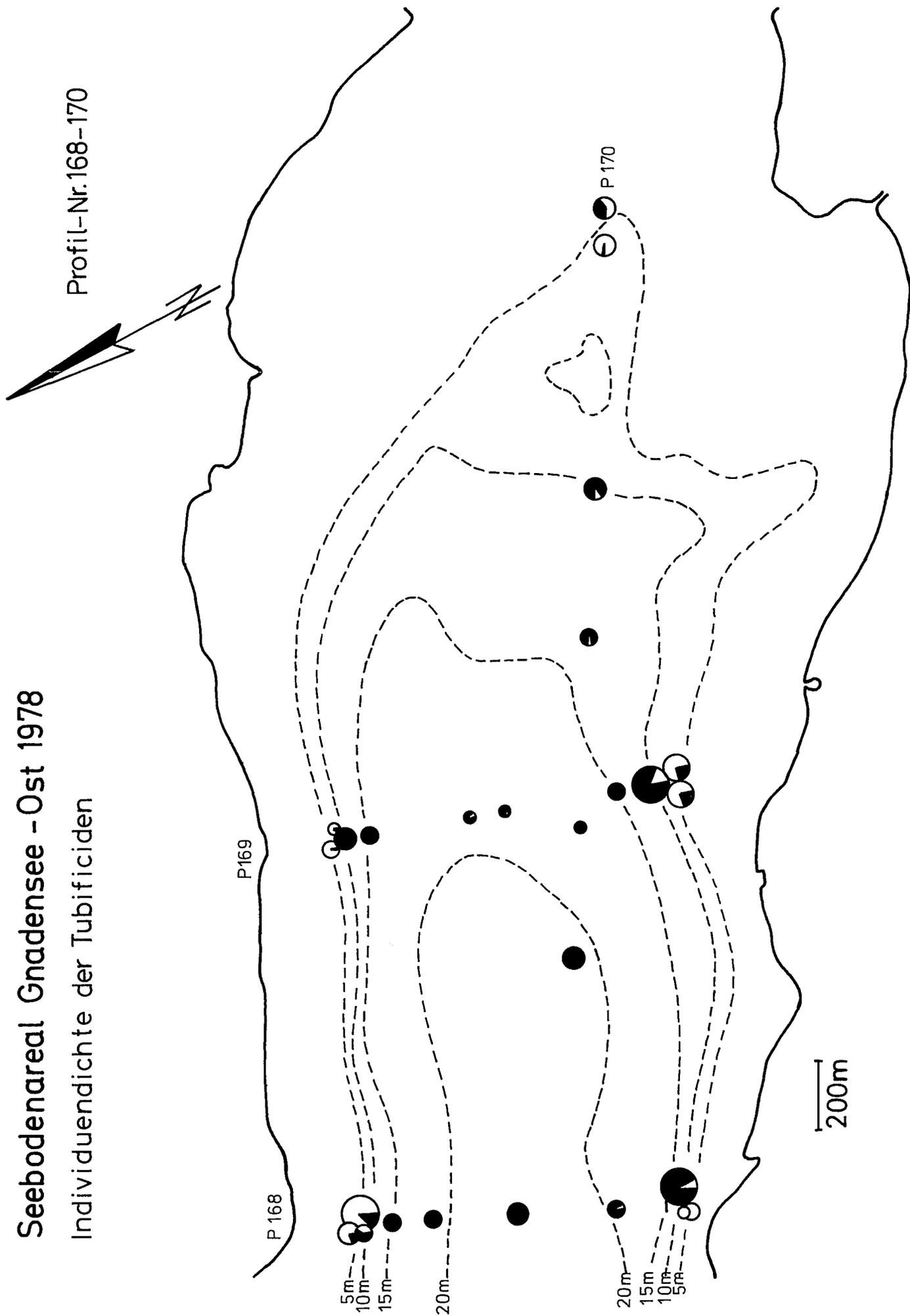
c) Zusammenfassung

Der östliche Gnadensee weist eine unterschiedliche Besiedlung auf. Die mittlere Individuendichte der Tubificiden ist mit 3.600 Tieren/m² in 2 - 10 m Tiefe nur geringfügig höher als die in der tieferen Zone. Die höchste Tubificidenzahl wird mit 17.000 Tubificiden/m² in 11 - 20,5 m Tiefe bei einem mittleren Gehalt der Sedimente von 2,5 % organischem Kohlenstoff und 96 % Silt+Ton-Anteil erreicht.

Seebodenareal Gnadensee - Ost 1978

Individuendichte der Tubificiden

Profil-Nr. 168-170



5.2.4 Zusammenfassung: Untersee

Im Bodensee-Untersee treten Schlammröhrenwürmer nahezu an allen Probenahmestellen auf. Nur im Markelfinger Winkel und im westlichen Seebereich des Zeller Sees können Tubificiden gelegentlich fehlen (Anhang, Karte 2).

Die Maxima der Tubificidenentwicklung finden sich im Seerhein südlich der Insel Reichenau (25.700 Tiere/m² in 21 - 30 m Wassertiefe, 23.800 Tiere/m² in 11 - 20 m Tiefe), im westlichen Teil des Zeller Sees (22.900 Tiere/m² in 11 - 20 m Tiefe), im Seerhein vor Hemmenhofen (18.500 Tiere/m² in 1 - 10 m Tiefe), vor Eschenz (18.200 Tiere/m² in 1 - 10 m Tiefe) und im Ostteil des Gnadensees (16.900 Tiere/m² in 11 - 20 m Tiefe). Knapp über 10.000 Tubificiden/m² sind im östlichen und mittleren Bereich des Gnadensees (in 2 - 10 bzw. 11 - 25 m Wassertiefe), im östlichen Bereich des Zeller Sees (2 - 10 m Tiefe) und im Rheinsee vor Ermatingen (11 - 20 m Tiefe) anzutreffen. Mit Ausnahme des Markelfinger Winkels weisen die Seebodenareale des Gnadensees, des Zeller Sees und des Rheinsees südlich Reichenau weitaus häufiger höhere Tubificidendichten auf als der Rheinsee-Abschnitt von Berlingen bis Eschenz.

Somit erreichen die Schlammröhrenwürmer in den Sedimenten des Untersees im Durchschnitt Populationsdichten wie sie im allgemeinen für den westlichen Teil des Obersees charakteristisch sind. Gegenüber den Verhältnissen im Obersee sind die Tiere mit Haarborsten im Untersee bereits in 11 - 20 m Wassertiefe mit 60 - 100 % an der Zusammensetzung der Tubificidenpopulationen beteiligt.

Die Chironomiden-Larven haben nur im Rheinsee gute Entwicklungsmöglichkeiten. Die höchsten mittleren Larvenzahlen werden mit 4.800 Tieren/m² vor Ermatingen in 1 - 10 m Wassertiefe gefunden. Sonst liegen die Dichtewerte der Chironomidenpopulationen in diesem Tiefenbereich im Rheinsee zwischen 900 - 1.800 Tie-

ren/m². In Tiefen von 21 - 30 m treten in diesem Seeteil noch 100 - 1.100 Tiere/m² auf. Im Zeller See fehlen Chironomiden-Larven in 21 - 25 m, im Markelfinger Winkel ab 11 m Wassertiefe. In den übrigen Bereichen von Zeller See und Gnadensee beträgt die mittlere Larvendichte nur 20 - 400 Individuen/m².

Die durchschnittlichen Gehalte an organisch gebundenem Kohlenstoff erreichen in den belasteten Seebodenarealen des Gnadensees und des Zeller Sees (Anhang, Karte 3) in den maximalen Seetiefen verhältnismässig hohe Werte (2,8 - 3,9 %). Die mittleren Kohlenstoffgehalte liegen im Untersee zwischen 0,9 und 2,4 % und damit etwas höher als im Obersee (0,7 - 2,0 %).

Wiederum ergeben sich keine eindeutigen Beziehungen zwischen dem Gehalt der Sedimente an organischem Kohlenstoff und den jeweiligen Populationsdichten der Schlammröhrenwürmer. Dies gilt vor allem beim Vergleich der Tubificidendichten an Standorten mit höherem org. C-Gehalt der Sedimente und insbesondere bei Gegenüberstellung der im Untersee bestehenden Verhältnisse zu jenen im Obersee.

Der stark ansteigende Silt+Ton-Anteil der Sedimente des Untersees, bereits ab 11 m Wassertiefe (72 - 99 %), steht in guter Relation zum zunehmenden Anteil der Tiere mit Haarborsten.

Da der Untersee nicht in das Untersuchungsprogramm von 1960 - 1963 einbezogen war, können die 1976 - 1978 ermittelten biologischen Befunde und chemischen Daten nur mit den Ergebnissen der Untersuchungen von RITZI und VOGEL (1956) in den Jahren 1954/55 sowie jenen von WACHEK (1958) und MÜLLER (1966) verglichen werden. WACHEK fand 1958 im Bereich des Rheinsees bis zu 8.000 Tubificiden/m², RITZI und VOGEL in den Sedimenten des Gnadensees maximal 11.700, im Zeller See 1.400 und im Rheinsee 4.200 Tiere/m². Damit liegen die Tubificidendichten zum Teil deutlich unter den von 1976 - 1978 gefundenen Werten, doch ist die Zunahme in den dazwischenliegenden 20 Jahren keineswegs so markant wie an vielen Standorten des Obersees. Soweit die von

MÜLLER (1966) in den Jahren 1963 - 1966 ermittelten Gehalte der Sedimente des Untersees an organischem Kohlenstoff mit den 1976 - 1978 gefundenen Werten vergleichbar sind, ergeben sich keine beachtenswerten Unterschiede.

Im Untersee mit typischem eutrophen Charakter und extremen Belastungszuständen des Seebodens in den Bereichen des Gnaden-sees und des Zeller Sees, wie zum Teil auch im Rheinsee, vermochten sich somit die ansteigenden Nährstoff- und Sinkstoffzufuhren nicht mehr so intensiv auszuwirken wie im Obersee. Der Seeboden des Untersees wird, da der Obersee als riesiger Auffangraum die über die Zuflüsse zugeführten Schwebstoffe im wesentlichen zurückhält, vor allem von sedimentierenden Feinstoffen mit relativ hohem Gehalt an organischen Stoffen betroffen. Dies bestätigen die chemischen Analysen und auch die biologischen Befunde (Vorherrschen der Tubificidenarten mit Haarborsten).

6. Gesamtbeurteilung

Im Bodensee haben die in den vergangenen Jahrzehnten bis in die 70er Jahre stark angestiegenen Nährstoff- und Sinkstofffrachten direkt (über Zuflüsse, Abwassereinleitungen usw.) und indirekt (über die Primär- und Folgeproduktion) zu einer erheblichen Belastung des Seebodens mit organischen Stoffen geführt.

Dies zeigen insbesondere die im Seeboden lebenden Schlammröhrenwürmer an, die seit den Jahren 1960 bis 1963 vor allem in Wassertiefen über 10 m in weiten Seebodenarealen deutlich zugenommen haben. Die Schlammröhrenwürmer transportieren durch ihre Fresstätigkeit, verstärkt in den Belastungszentren des Seebodens des Obersees, die etwa 2 - 15 Jahre zuvor auf den Seeboden sedimentierten organischen Stoffe erneut an die Sedimentoberfläche, wo sie einem intensiveren Abbau unterliegen. Die hierbei von den Schlammröhrenwürmern umgelagerten Sedimentmengen dürften nach experimentellen Befunden im Bodensee-Obersee mindestens $500\ 000\ \text{m}^3/\text{Jahr}$ betragen.

Die von 1972 bis 1978 durchgeführten Untersuchungen haben sehr wahrscheinlich den Höhepunkt der Belastung des Seebodens mit organischer Substanz erfasst. Damals wurden den Vorflutern bis zur Fertigstellung der Kläranlagen im Zuge des Sanierungsprogramms über die zunächst erstellten Kanalisationen vermehrt Abwässer mit hohem Gehalt an partikulärer organischer Substanz zugeführt. Derzeit ist ein Belastungsrückgang stellenweise im Bereich geringer Wassertiefen zu verzeichnen.

Trotz der durch die Sanierungsmassnahmen bewirkten Abnahme der Frachten an organischen Sinkstoffen und Nährstoffen werden die intensiven Stoffabbau- und Umsatzprozesse mit allen ihren Folgewirkungen durch die seit den 60er Jahren erfolgte Akkumulation von organischen Stoffen am Seeboden noch längere Zeit andauern.

7. Literatur

BRINKHURST, R.O., COOK, D.G. (1980): Aquatic oligochaete biology. - Plenum Press, New York u. London

INTERNATIONALE GEWAESSERSCHUTZKOMMISSION FUER DEN BODENSEE
(1964): Die Abwasserbelastung der Uferzone des Bodensees. - IGKB, Bericht Nr. 2

ZAHNER, R. (1964): Beziehungen zwischen dem Auftreten von Tubificiden und der Zufuhr organischer Stoffe im Bodensee. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 49: 417-454

ZAHNER, R. (1965): Organismen als Indikatoren für den Gewässerzustand. - Arch. Hygiene Bakteriologie 149: 243-256

Zeichenerklärung

zur Darstellung der Individuendichte der Tubificiden
und des Anteils der Tiere mit und ohne Haarborsten

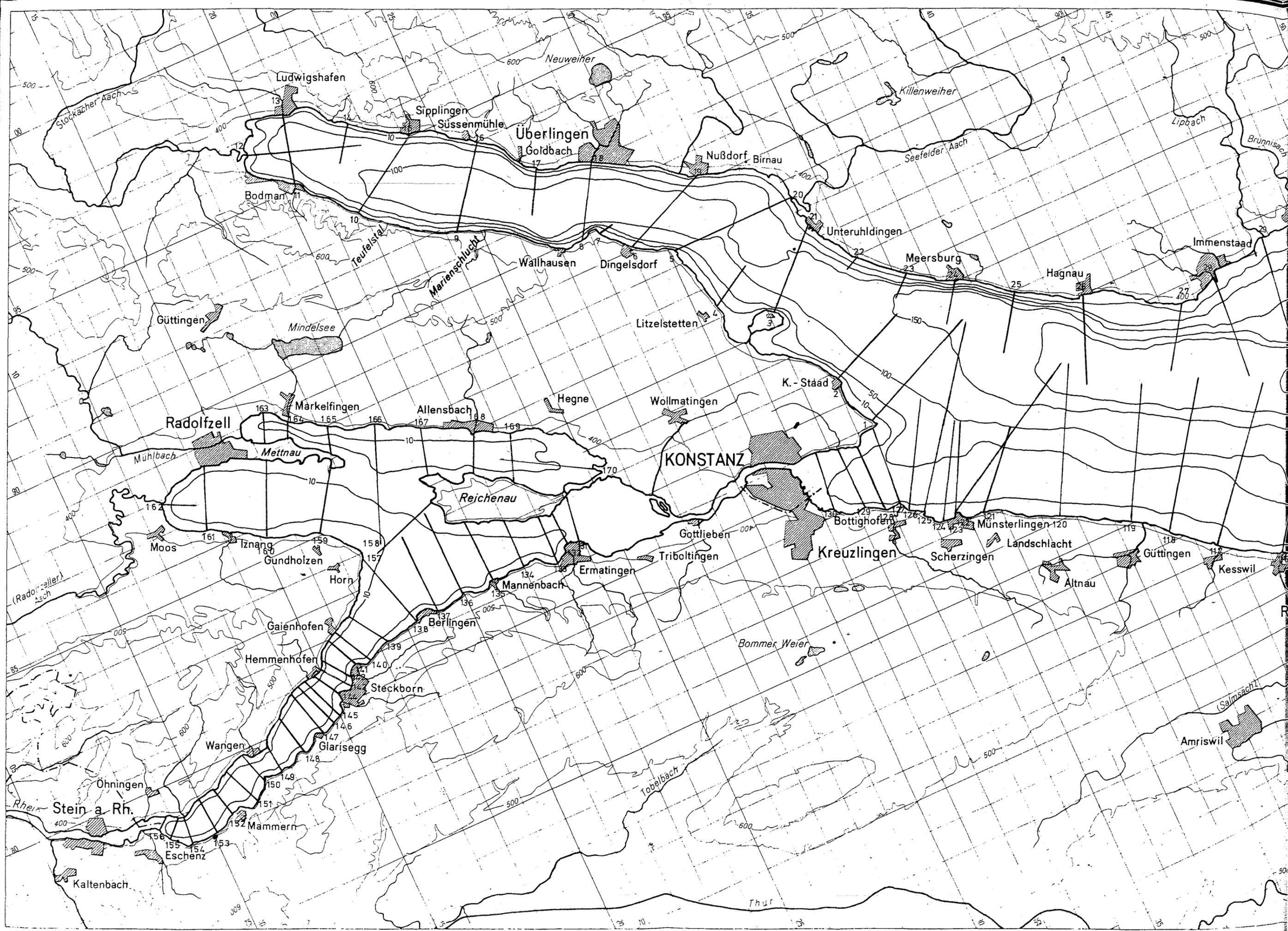
| M 1:10 000 <u>200m</u> | M 1:20 000 <u>200m</u> | M 1:14 000 <u>200m</u> | Anzahl der Tubi- ficiden pro m ² |
|---|---|----------------------------------|--|
| Bodensee-Obersee Prof.-Nr. 1-56, 65, 72-130 | Bregener Bucht Prof.-Nr. 56-64, 66-71 | Untersee Prof.-Nr. 131-170 | |
| — | — | — | 0 |
| ○ | ○ | ○ | 100 - 900 |
| ○ | ○ | ○ | 1.000 - 1.900 |
| ○ | ○ | ○ | 2.000 - 4.900 |
| ○ | ○ | ○ | 5.000 - 9.900 |
| ○ | ○ | ○ | 10.000 - 19.900 |
| ○ | ○ | ○ | 20.000 - 49.900 |
| ○ | ○ | ○ | 50.000 - 99.900 |
| ○ | ○ | ○ | ≥ 100.000 |

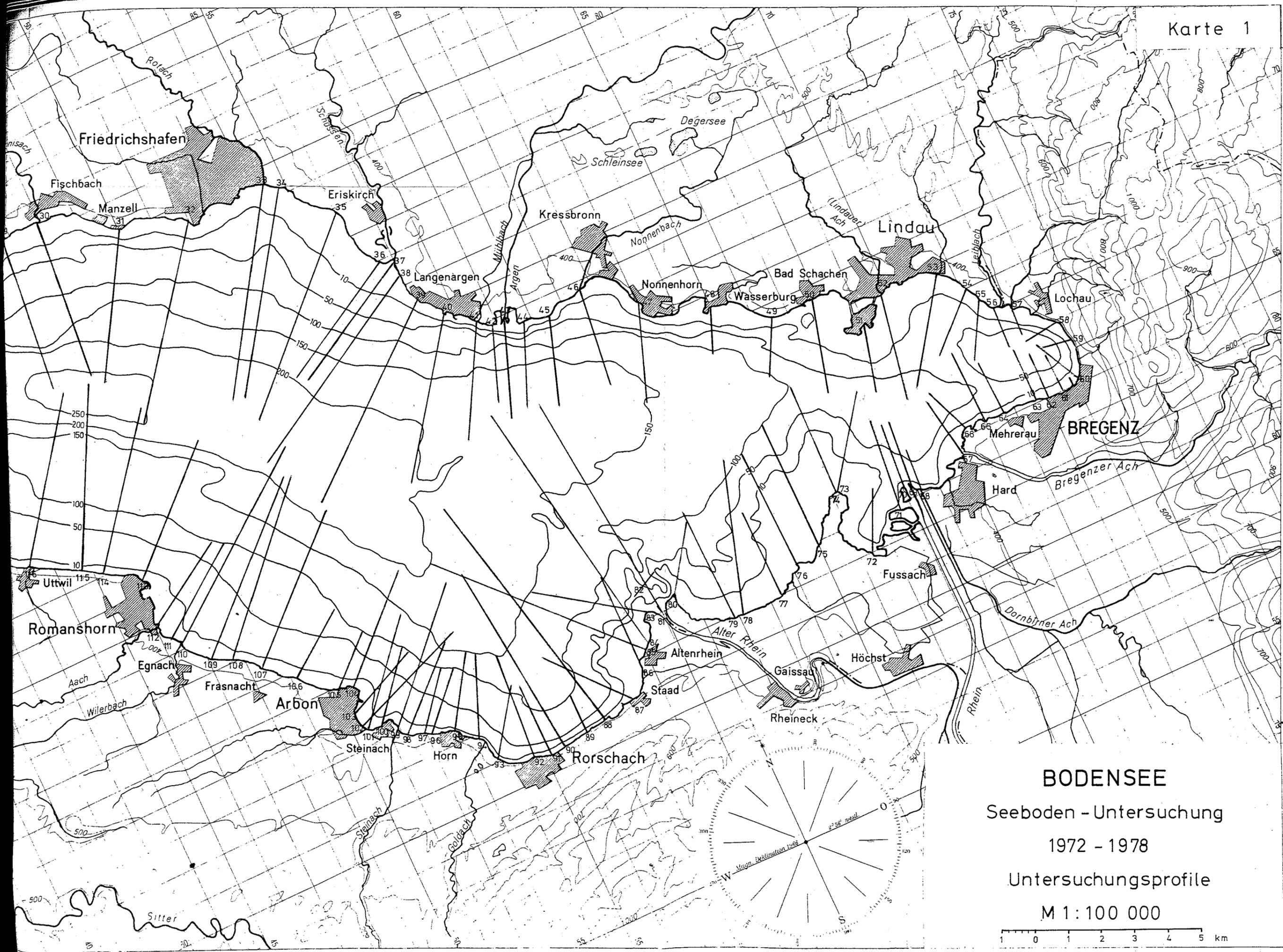

 — Tiere ohne Haarborsten
 — Tiere mit Haarborsten

In der Arbeit erwähnte Organismengruppen:

| | |
|-------------------|---------------------|
| Turbellaria | Strudelwürmer |
| Nematoda | Fadenwürmer |
| Oligochaeta | Wenigborster |
| Tubificidae | Schlammröhrenwürmer |
| Naididae | Naiden |
| Hirudinea | Egel |
| Mollusca | Weichtiere |
| Gastropoda | Schnecken |
| Lamellibranchiata | Muscheln |
| Amphipoda | Flohkrebse |
| Hydracarina | Wassermilben |
| Isopoda | Asseln |
| Insecta | Insekten |
| Ephemeroptera | Eintagsfliegen |
| Trichoptera | Köcherfliegen |
| Chironomidae | Zuckmücken |
| Ceratopogonidae | Gnitzen |

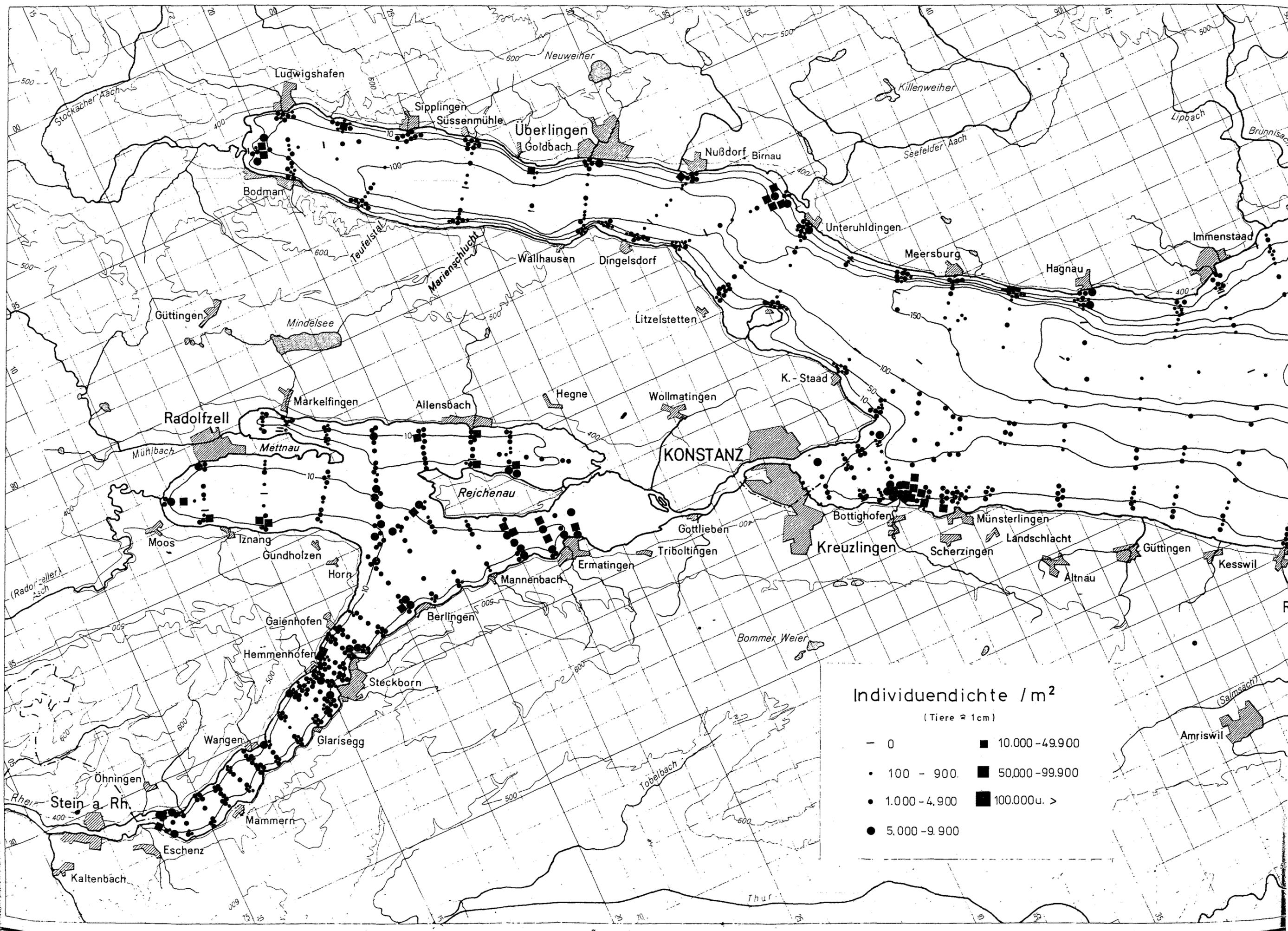






BODENSEE
 Seeboden - Untersuchung
 1972 - 1978
 Untersuchungsprofile
 M 1:100 000

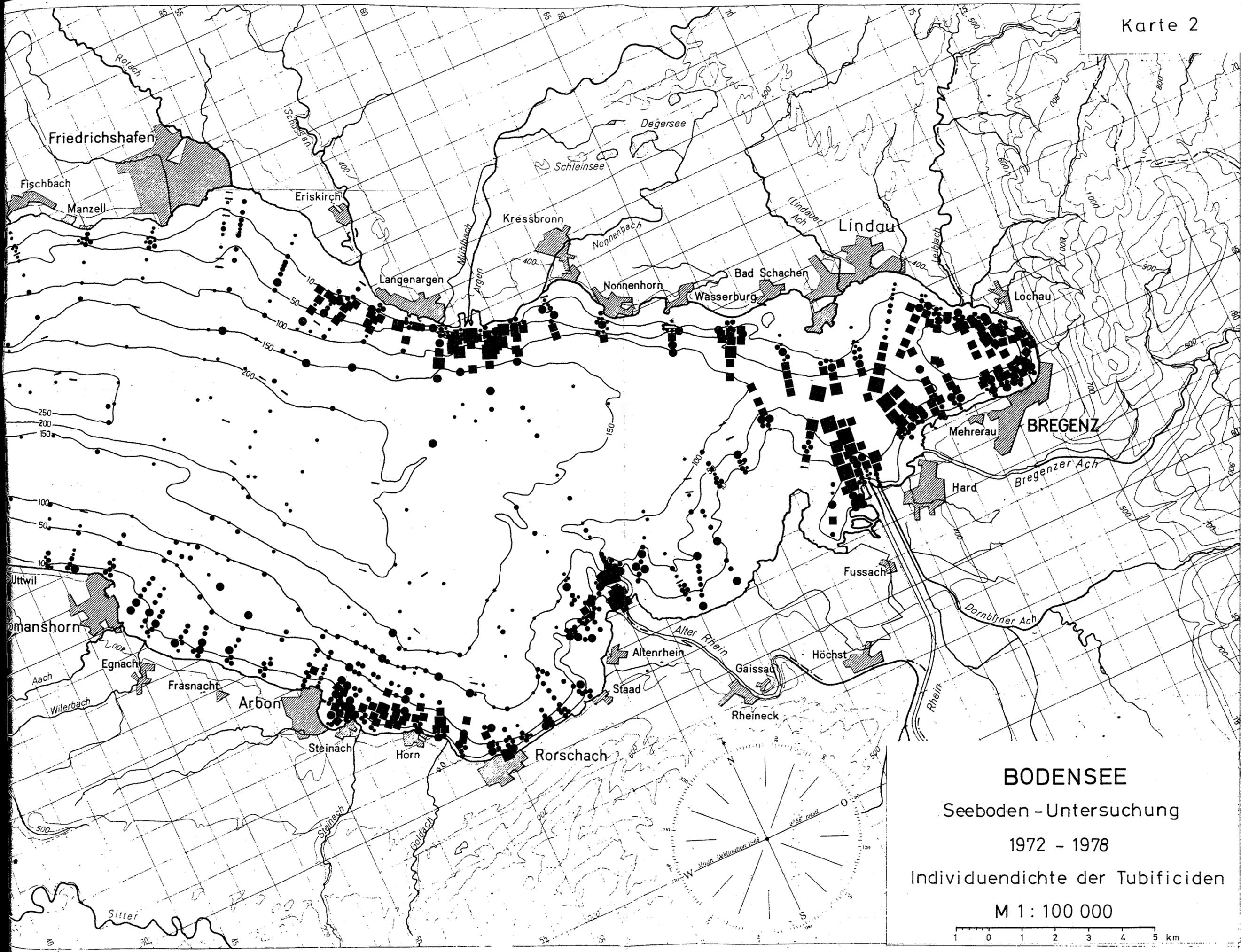
0 1 2 3 4 5 km



Individuendichte / m²

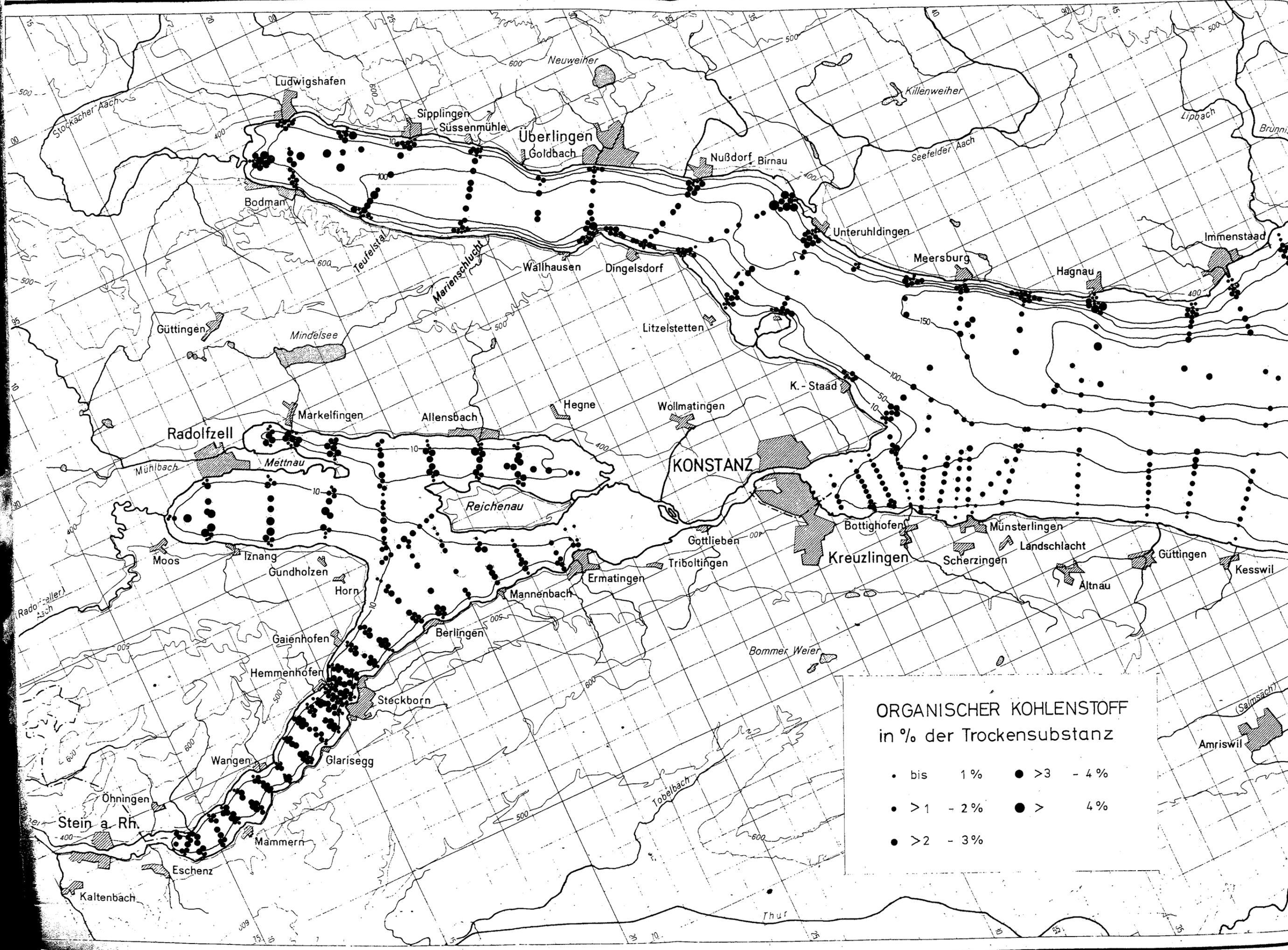
(Tiere ≈ 1cm)

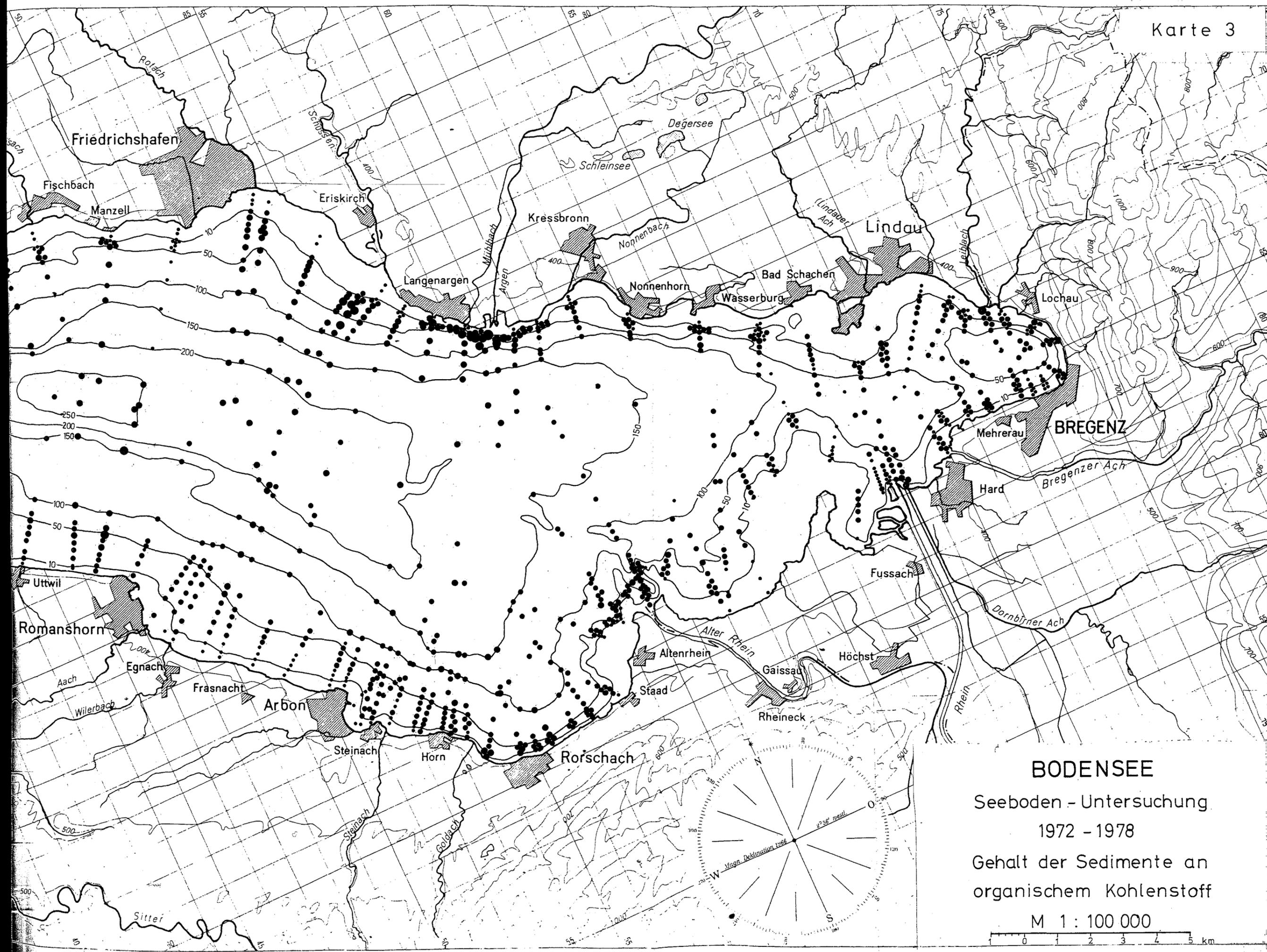
- 0
- 100 - 900
- 1.000 - 4.900
- 5.000 - 9.900
- 10.000 - 49.900
- 50.000 - 99.900
- 100.000 u. >



BODENSEE
Seeboden - Untersuchung
1972 - 1978
Individuendichte der Tubificiden
M 1 : 100 000

1 0 1 2 3 4 5 km





BODENSEE

Seeboden - Untersuchung
1972 - 1978

Gehalt der Sedimente an
organischem Kohlenstoff

M 1 : 100 000

