

**EUR 2771.d**

EUROPÄISCHE ATOMGEMEINSCHAFT - EURATOM

EMISSIONSSPEKTROGRAPHISCHE  
UNTERSUCHUNGEN AN PLANKTONPROBEN  
BEKANNTER BIOLOGISCHER  
ZUSAMMENSETZUNG

von

H.-J. BIELIG, H.-L. SCHMIDT, G. ROHNS und E. KLINGER  
(Universität des Saarlandes)

1966



Bericht abgefasst beim  
Institut für Biochemie der Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Deutschland

Vertrag Euratom/Université Libre de Bruxelles Nr. 015-62-2 BIOB



## HINWEIS

Das vorliegende Dokument ist im Rahmen des Forschungsprogramms der Kommission der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM) ausgearbeitet worden.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Euratomkommission, ihre Vertragspartner und die in deren Namen handelnden Personen :

keine Gewähr dafür übernehmen, daß die in diesem Dokument enthaltenen Informationen richtig und vollständig sind, oder daß die Verwendung der in diesem Dokument enthaltenen Informationen, oder der in diesem Dokument beschriebenen technischen Anordnungen, Methoden und Verfahren nicht gegen gewerbliche Schutzrechte verstößt;

keine Haftung für die Schäden übernehmen, die infolge der Verwendung der in diesem Dokument enthaltenen Informationen, oder der in diesem Dokument beschriebenen technischen Anordnungen, Methoden oder Verfahren entstehen könnten.

Dieser Bericht wird in den auf der vierten Umschlagseite genannten Vertriebsstellen

zum Preise von DM 4,—	FF 5,—	FB 50,—	Lit. 620	Fl. 3,60
-----------------------	--------	---------	----------	----------

verkauft.

**Es wird gebeten, bei Bestellungen die EUR-Nummer und den Titel anzugeben, die auf dem Umschlag jedes Berichts aufgeführt sind.**

Gedruckt von Guyot, s.a.  
Brüssel, September 1966



## EUR 2771.d

EMISSIONSSPEKTROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN AN PLANKTONPROBEN  
BEKANNTER BIOLOGISCHER ZUSAMMENSETZUNG von H.-J. BIELIG, H.-L. SCHMIDT,  
G. ROHNS und E. KLINGER (Universität des Saarlandes)

Europäische Atomgemeinschaft - EURATOM

Bericht abgefasst beim Institut für Biochemie der Universität des Saarlandes,  
Saarbrücken (Deutschland)

Vertrag Euratom/Université Libre de Bruxelles Nr. 015-62-2 BIOB  
Brüssel, September 1966 - 28 Seiten - 2 Abbildungen - FB 50

76 Proben marinen Planktons bekannter biologischer Zusammensetzung, die von 1957-1959 im Golf von Neapel/Italien und im Mouth of Moroiso Cove, Misaki/Japan, gesammelt worden waren, werden total verascht. Die von  $\text{SiO}_2$  befreiten Aschen werden emissionspektrographisch untersucht. Durch Vergleich mit Bezugsspektren wird die An- oder Abwesenheit von 38 Elementen qualitativ festgestellt.

13 Bioelemente (P, Cs, Sr, Ca, Cu, Zn, V, Cr, Mn, Mo, Fe, Co und Ni) werden quantitativ bestimmt durch vergleichende Auswertung des Schwärzungsgrades charakteristischer Linien in den Spektren der Plankton-Aschen und künstlicher Aschen bekannter elementarer Zusammensetzung. Der Gehalt an Ag als accidentellem Spurenelement wird ermittelt. Der Si-Gehalt ergibt sich aus dem Gewichtsverlust der Aschen nach Abrauchen mit Flußsäure.

Unterhalb der Nachweisbarkeitsgrenze der Methode liegen die Mengen der meisten Elemente, die von Terzaghi (1959) auf Grund der Strahlung ihrer radioaktiven Isotope nachgewiesen wurden.

## EUR 2771.d

INVESTIGATIONS BY EMISSION SPECTROGRAPHY ON PLANKTON SAMPLES OF  
KNOWN BIOLOGICAL COMPOSITION by H.-J. BIELIG, H.-L. SCHMIDT, G. ROHNS and  
E. KLINGER (Universität des Saarlandes)

European Atomic Energy Community - EURATOM

Report prepared by the Institut für Biochemie der Universität des Saarlandes,  
Saarbrücken (Germany)

Contract Euratom/Université Libre de Bruxelles No. 015-62-2 BIOB  
Brussels, September 1966 - 28 Pages - 2 Figures - FB 50

76 samples of marine plankton collected during the years 1957-1959 in the Gulf of Naples/Italy and in the Mouth of Moroiso Cove, Misaki/Japan have been completely ashed and freed from  $\text{SiO}_2$  after their biological composition was established. The ashes have been investigated by emission spectrography.

By comparison with reference spectra it was ascertained which of 38 elements are present or absent.

Comparison of the blackening of selected absorption lines in the spectra of plankton ashes and of artificial ashes of known elementary composition, permitted quantitative determination of the amount of the following 13 bioelements: P, Cs, Sr, Ca, Cu, Zn, V, Cr, Mn, Mo, Fe, Co, and Ni. The content of Ag as an accidental trace element has been established. The amount of Si was obtained from the loss of weight after treatment with hydrofluoric acid.

The content of most elements whose presence had been proved by Terzaghi (1959) from the

## EUR 2771.d

INVESTIGATIONS BY EMISSION SPECTROGRAPHY ON PLANKTON SAMPLES OF  
KNOWN BIOLOGICAL COMPOSITION by H.-J. BIELIG, H.-L. SCHMIDT, G. ROHNS and  
E. KLINGER (Universität des Saarlandes)

European Atomic Energy Community - EURATOM

Report prepared by the Institut für Biochemie der Universität des Saarlandes,  
Saarbrücken (Germany)

Contract Euratom/Université Libre de Bruxelles No. 015-62-2 BIOB  
Brussels, September 1966 - 28 Pages - 2 Figures - FB 50

76 samples of marine plankton collected during the years 1957-1959 in the Gulf of Naples/Italy and in the Mouth of Moroiso Cove, Misaki/Japan have been completely ashed and freed from  $\text{SiO}_2$  after their biological composition was established. The ashes have been investigated by emission spectrography.

By comparison with reference spectra it was ascertained which of 38 elements are present or absent.

Comparison of the blackening of selected absorption lines in the spectra of plankton ashes and of artificial ashes of known elementary composition, permitted quantitative determination of the amount of the following 13 bioelements: P, Cs, Sr, Ca, Cu, Zn, V, Cr, Mn, Mo, Fe, Co, and Ni. The content of Ag as an accidental trace element has been established. The amount of Si was obtained from the loss of weight after treatment with hydrofluoric acid.

The content of most elements whose presence had been proved by Terzaghi (1959) from the

## EUR 2771.d

INVESTIGATIONS BY EMISSION SPECTROGRAPHY ON PLANKTON SAMPLES OF  
KNOWN BIOLOGICAL COMPOSITION by H.-J. BIELIG, H.-L. SCHMIDT, G. ROHNS and  
E. KLINGER (Universität des Saarlandes)

European Atomic Energy Community - EURATOM

Report prepared by the Institut für Biochemie der Universität des Saarlandes,  
Saarbrücken (Germany)

Contract Euratom/Université Libre de Bruxelles No. 015-62-2 BIOB  
Brussels, September 1966 - 28 Pages - 2 Figures - FB 50

76 samples of marine plankton collected during the years 1957-1959 in the Gulf of Naples/Italy and in the Mouth of Moroiso Cove, Misaki/Japan have been completely ashed and freed from  $\text{SiO}_2$  after their biological composition was established. The ashes have been investigated by emission spectrography.

By comparison with reference spectra it was ascertained which of 38 elements are present or absent.

Comparison of the blackening of selected absorption lines in the spectra of plankton ashes and of artificial ashes of known elementary composition, permitted quantitative determination of the amount of the following 13 bioelements: P, Cs, Sr, Ca, Cu, Zn, V, Cr, Mn, Mo, Fe, Co, and Ni. The content of Ag as an accidental trace element has been established. The amount of Si was obtained from the loss of weight after treatment with hydrofluoric acid.

The content of most elements whose presence had been proved by Terzaghi (1959) from the

Graphische Darstellungen der relativen Mengen eines jeden bestimmten Elementes und der relativen Anzahl der verschiedenen ausgezählten Organismen in Abhängigkeit vom Fangdatum erlaubten einen Vergleich dieser Parameter.

Es besteht fast durchweg Parallelität zwischen der Häufigkeit an Diatomeen und dem Si-Gehalt der Plankton-Proben. Vanadin wird auch dann gefunden, wenn keine Tunicaten zugegen sind. Die Gehalte an Ca und Sr gehen im allgemeinen parallel.

Jahreszeitliche Spitzengehalte von Sr, Cu, Si, Mo u.a. finden sich sowohl im Neapel- wie im Misaki-Plankton. Maximalwerte von Co und V erscheinen unabhängig von der Jahreszeit.

Die Konzentration von Bioelementen in den Aschen der Misaki-Planktonproben ist bis zu einer Zehnerpotenz niedriger als in jenen der Neapel-Proben, was sich auf einen unterschiedlichen Gehalt an Meersalz zurückführen läßt.

Die Aufnahme von Bioelementen aus  $1 \text{ m}^3$  Seewasser durch das darin enthaltene Plankton liegt unabhängig vom Fangort im allgemeinen unterhalb 1 % des Angebots. Die möglichen Ursachen höherer Aufnahmen für Cs und Fe werden diskutiert.

Eine Anreicherung von Bioelementen in den Plankton-Aschen um den Faktor  $\geq 100$  (bezogen auf den mittleren Gehalt in der gleichen Menge Meersalz) wird nur für P, Cs und Zn sowie in Einzelfällen für V, Fe und Co gefunden. Die bis 20fache Anreicherung von Cr und Ni läßt nicht sicher entscheiden, ob diese Metalle als Bioelemente im Plankton anzusehen sind.

Insgesamt ergibt sich, daß nähere Aufschlüsse über eine spezifische Anreicherung (Funktion) von Bioelementen in Plankton-Organismen zu erwarten sind, wenn anstelle von Mischplankton-Proben einzelne Species untersucht werden.

radiation of their radioactive isotopes, was lower than the limit of detection by the emission spectrographic method.

Graphics of the relative amount of each of the determined elements and of the relative biological composition as a function of the collection date permitted comparison of these parameters.

There is in nearly all cases parallelism between the frequency of diatoms and the amount of Si in the different plankton samples. Vanadium can be found also in samples without any tunicates. Generally the contents of Ca and Sr are found to be in constant relation.

Maximum contents of Sr, Cu, Si, Mo and others are found at definite times of the year in Naples as well as in Misaki plankton. The maximum values of Co and V are independent of the season.

The concentration of bioelements in the ashes of Misaki plankton is up to a factor of ten below that of Naples plankton. This is very probably due to a different content of sea salt.

The total uptake of bioelements from  $1 \text{ m}^3$  of sea water by the plankton contained in it, lies, independently of the collection place, lower than 1 % of the amount present. Possible reasons for the higher uptake of Cs and Fe are discussed.

An enrichment factor  $\geq 100$  of bioelements in the plankton ashes (in relation to the average of those in the same amount of sea salt) has been found only for P, Cs, and Zn; in some cases this has been established also for V, Fe and Co. The up to 20-fold enrichment of Cr and Ni does not allow decision whether these metals are to be considered as bioelements in plankton.

Considering all these data it is evident that more precise results on the specific enrichment (function) of bioelements in plankton organisms are to be expected by investigation of individual species instead of a collective of organisms.

radiation of their radioactive isotopes, was lower than the limit of detection by the emission spectrographic method.

Graphics of the relative amount of each of the determined elements and of the relative biological composition as a function of the collection date permitted comparison of these parameters.

There is in nearly all cases parallelism between the frequency of diatoms and the amount of Si in the different plankton samples. Vanadium can be found also in samples without any tunicates. Generally the contents of Ca and Sr are found to be in constant relation.

Maximum contents of Sr, Cu, Si, Mo and others are found at definite times of the year in Naples as well as in Misaki plankton. The maximum values of Co and V are independent of the season.

The concentration of bioelements in the ashes of Misaki plankton is up to a factor of ten below that of Naples plankton. This is very probably due to a different content of sea salt.

The total uptake of bioelements from  $1 \text{ m}^3$  of sea water by the plankton contained in it, lies, independently of the collection place, lower than 1 % of the amount present. Possible reasons for the higher uptake of Cs and Fe are discussed.

An enrichment factor  $\geq 100$  of bioelements in the plankton ashes (in relation to the average of those in the same amount of sea salt) has been found only for P, Cs, and Zn; in some cases this has been established also for V, Fe and Co. The up to 20-fold enrichment of Cr and Ni does not allow decision whether these metals are to be considered as bioelements in plankton.

Considering all these data it is evident that more precise results on the specific enrichment (function) of bioelements in plankton organisms are to be expected by investigation of individual species instead of a collective of organisms.

radiation of their radioactive isotopes, was lower than the limit of detection by the emission spectrographic method.

Graphics of the relative amount of each of the determined elements and of the relative biological composition as a function of the collection date permitted comparison of these parameters.

There is in nearly all cases parallelism between the frequency of diatoms and the amount of Si in the different plankton samples. Vanadium can be found also in samples without any tunicates. Generally the contents of Ca and Sr are found to be in constant relation.

Maximum contents of Sr, Cu, Si, Mo and others are found at definite times of the year in Naples as well as in Misaki plankton. The maximum values of Co and V are independent of the season.

The concentration of bioelements in the ashes of Misaki plankton is up to a factor of ten below that of Naples plankton. This is very probably due to a different content of sea salt.

The total uptake of bioelements from  $1 \text{ m}^3$  of sea water by the plankton contained in it, lies, independently of the collection place, lower than 1 % of the amount present. Possible reasons for the higher uptake of Cs and Fe are discussed.

An enrichment factor  $\geq 100$  of bioelements in the plankton ashes (in relation to the average of those in the same amount of sea salt) has been found only for P, Cs, and Zn; in some cases this has been established also for V, Fe and Co. The up to 20-fold enrichment of Cr and Ni does not allow decision whether these metals are to be considered as bioelements in plankton.

Considering all these data it is evident that more precise results on the specific enrichment (function) of bioelements in plankton organisms are to be expected by investigation of individual species instead of a collective of organisms.

**EUR 2771.d**

EUROPÄISCHE ATOMGEMEINSCHAFT - EURATOM

EMISSIONSSPEKTROGRAPHISCHE  
UNTERSUCHUNGEN AN PLANKTONPROBEN  
BEKANNTER BIOLOGISCHER  
ZUSAMMENSETZUNG

von

H.-J. BIELIG, H.-L. SCHMIDT, G. ROHNS und E. KLINGER  
(Universität des Saarlandes)

1966



Bericht abgefasst beim  
Institut für Biochemie der Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Deutschland

Vertrag Euratom/Université Libre de Bruxelles Nr. 015-62-2 BIOB

## INHALTSVERZEICHNIS

1 —	PROBLEMSTELLUNG . . . . .	3
2 —	PLANKTON-MATERIAL . . . . .	3
3 —	METHODIK . . . . .	4
	3.1 Nachveraschung der Rohasche . . . . .	4
	3.2 Bestimmung des Silicium-Gehaltes . . . . .	4
	3.3 Beschickung der Spektralkohlen . . . . .	4
	3.4 Herstellung von Eichproben . . . . .	5
	3.5 Vorbereitung der Elektroden . . . . .	5
	3.6 Anregungsgerät und Spektrograph . . . . .	5
	3.7 Spektralplatten und Entwickler . . . . .	6
	3.8 Auswertung der Spektren . . . . .	6
	3.9 Verfahren zum Vergleich des Gehaltes an Bioelementen mit der quantitativen biologischen Zusammensetzung der Plankton-Proben . . . . .	6
4 —	ERGEBNISSE UND DISKUSSION . . . . .	7
	LITERATUR . . . . .	9

### ZUSAMMENFASSUNG

76 Proben marinen Planktons bekannter biologischer Zusammensetzung, die von 1957-1959 im Golf von Neapel/Italien und im Mouth of Morosio Cove, Misaki/Japan, gesammelt worden waren, werden total verascht. Die von SiO<sub>2</sub> befreiten Aschen werden emissionspektrographisch untersucht.

Durch Vergleich mit Bezugsspektren wird die An- oder Abwesenheit von 38 Elementen qualitativ festgestellt.

13 Bioelemente (P, Cs, Sr, Ca, Cu, Zn, V, Cr, Mn, Mo, Fe, Co und Ni) werden quantitativ bestimmt durch vergleichende Auswertung des Schwärzungsgrades charakteristischer Linien in den Spektren der Plankton-Aschen und künstlicher Aschen bekannter elementarer Zusammensetzung. Der Gehalt an Ag als accidentellem Spurenelement wird ermittelt. Der Si-Gehalt ergibt sich aus dem Gewichtsverlust der Aschen nach Abrauchen mit Flußsäure.

Unterhalb der Nachweisbarkeitsgrenze der Methode liegen die Mengen der meisten Elemente, die von Terzaghi (1959) auf Grund der Strahlung ihrer radioaktiven Isotope nachgewiesen wurden.

Graphische Darstellungen der relativen Mengen eines jeden bestimmten Elementes und der relativen Anzahl der verschiedenen ausgezählten Organismen in Abhängigkeit vom Fangdatum erlaubten einen Vergleich dieser Parameter.

Es besteht fast durchweg Parallelität zwischen der Häufigkeit an Diatomeen und dem Si-Gehalt der Plankton-Proben. Vanadin wird auch dann gefunden, wenn keine Tunicaten zugegen sind. Die Gehalte an Ca und Sr gehen im allgemeinen parallel.

Jahreszeitliche Spitzengehalte von Sr, Cu, Si, Mo u.a. finden sich sowohl im Neapel- wie im Misaki-Plankton. Maximalwerte von Co und V erscheinen unabhängig von der Jahreszeit.

Die Konzentration von Bioelementen in den Aschen der Misaki-Planktonproben ist bis zu einer Zehnerpotenz niedriger als in jenen der Neapel-Proben, was sich auf einen unterschiedlichen Gehalt an Meersalz zurückführen läßt.

Die Aufnahmerate von Bioelementen aus 1 m<sup>3</sup> Seewasser durch das darin enthaltene Plankton liegt unabhängig vom Fangort im allgemeinen unterhalb 1 % des Angebots. Die möglichen Ursachen höherer Aufnahmen für Cs und Fe werden diskutiert.

Eine Anreicherung von Bioelementen in den Plankton-Aschen um den Faktor  $\geq 100$  (bezogen auf den mittleren Gehalt in der gleichen Menge Meersalz) wird nur für P, Cs und Zn sowie in Einzelfällen für V, Fe und Co gefunden. Die bis 20fache Anreicherung von Cr und Ni läßt nicht sicher entscheiden, ob diese Metalle als Bioelemente im Plankton anzusehen sind.

Insgesamt ergibt sich, daß nähere Aufschlüsse über eine spezifische Anreicherung (Funktion) von Bioelementen in Plankton-Organismen zu erwarten sind, wenn anstelle von Mischplankton-Proben einzelne Species untersucht werden.

# EMISSIONSSPEKTROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN AN PLANKTON-PROBEN BEKANNTER BIOLOGISCHER ZUSAMMENSETZUNG (\*)

Nachweis und Bestimmung von Silicium und Phosphor  
sowie Leicht- und Schwermetallen in Aschen  
von Neapel- und Misaki-Plankton

## 1 — PROBLEMSTELLUNG

Im Zusammenhang mit dem Internationalen Geophysikalischen Jahr sind von der Zoologischen Station in Neapel (Italien) und der Misaki Marine Biological Station (Japan) von 1957-1959 systematisch Plankton-Proben gesammelt und hydrographisch sowie biologisch charakterisiert worden. Das Ziel war die Möglichkeit zu einem vergleichenden Studium von Radioaktivität sowie chemischer und biologischer Zusammensetzung. Über die Ergebnisse der „Natural and Artificial Radioactivity Measurements of Naples and Misaki Plankton“ hat TERZAGHI [1] bereits berichtet. Es stand noch die chemische Analyse des von Terzaghi untersuchten Materials aus. Wegen des Nachweises der Radionuclide  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{95}\text{Zr}$  bzw.  $^{95}\text{Nb}$  war die Kenntnis der Gehalte an den entsprechenden Elementen erwünscht, die offenbar von den in den Plankton-Proben gefunden Organismen angereichert werden; weiterhin war auf deren stabile Zerfallsprodukte (Nd, Pd, Mo) zu achten. Im Hinblick auf das Fehlen von  $^{137}\text{Cs}$  und  $^{90}\text{Sr}$  war es von Interesse, zu prüfen, ob und in welchen Plankton-Aschen diese Elemente auftreten. Vom Standpunkt der Beziehungen zwischen Sr und Ca als Skelettmaterial in bestimmten Organismen des Planktons war auch der Gehalt an Calcium zu bestimmen. Um weitere Anhaltspunkte für die Spezifität und die Größe der Anreicherung von essentiellen Spurenmetallen im Plankton zu gewinnen, waren die Untersuchungen auf Fe, Co, Cu, Zn, V und Mn auszudehnen. Schließlich forderte das vorliegende Material dazu heraus, auf Anreicherungen solcher Schwermetalle zu fahnden, die, wie z.B. Ni und Cr, bisher nicht sicher als Biometalle erkannt sind. Unter den Anionen bildenden Nichtmetallen interessierten vor allem die im Seewasser als „Minimumstoffe“ vorhandenen Elemente P und Si.

## 2 — PLANKTON-MATERIAL

Als Ausgangsmaterial für die chemischen Analysen lagen insgesamt 76 partiell veraschte (verkohlte) Plankton-Proben vor. 37 dieser Proben stammten von Plankton, das in der Zeit von August 1957 bis Februar 1959 im Golf von Neapel gesammelt und mit 5-proz. Formalin in Seewasser (?) konserviert worden war. Ferner waren 39 Proben von Plankton vorhanden, die von März 1958 bis Juni 1959 im Mouth of Moroso Cove, Misaki, gesammelt und mit Formalin + Hexamethylentetramin (5 % in Seewasser ?) fixiert worden waren.

---

(\*) Manuskript erhalten am 3. November 1965.

### 3 — METHODIK

Um eine einwandfreie Bezugsgröße zu erhalten, wurden die partiell veraschten Proben (Rohaschen) bis zur Gewichtskonstanz nachverascht, wie unter 3.1 beschrieben ist. Zur *Anreicherung der Spurenelemente* wurde das meist in erheblicher Menge vorhandene  $\text{SiO}_2$  entfernt und dabei zugleich das Si bestimmt, wie unter 3.2 angegeben ist. Die nachstehenden Elemente sind dann in den  $\text{SiO}_2$ -freien Ascherückständen *auf emissionsspektrographischem Wege* (s. unter 3.3—3.8) *quantitativ bestimmt* worden: P, Cs, Ca, Sr, Cu, Zn, V, Cr, Mo, Mn, Fe, Co und Ni. Als Beispiel für ein accidentelles Spurenelement wurde der Gehalt an Ag ermittelt. *Qualitativ* wurden die Emissionsspektren auf das Vorliegen folgender 25 Elemente *ausgewertet*: Li, Na, K, Rb, Be, Mg, Ba, Cd, Al, Sc, Y, Ce, Na, Ga, In, Tl, Ge, Sn, Pb, Ti, Zr, Bi, Nb, Ta, W. Platin-Metalle wurden in allen Proben nachgewiesen, jedoch wegen der Verwendung von Pt-Geräten bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Die La-Linien sind bei Anwesenheit größerer Mengen Ca, wie dies hier der Fall ist, nicht sicher auswertbar.

#### 3.1 — Nachveraschung der Rohasche

50—300 mg der meist schwarzen Rohasche (hergestellt von TERZAGHI [1]) wurden im offenen Porzellantiegel 2.5 Stunden im Muffelofen bei  $560^\circ$  gehalten. Bei dieser Temperatur waren noch keine Verdampfungsverluste zu erwarten [2]. Einige der Proben aus Neapel enthielten so viel Kohlenstoff, daß sie anfangs langsam erhitzt werden mußten, damit kein Verglimmen eintrat. Ein besonderes Oxydationsmittel war in keinem Falle nötig.

Aus einigen Proben konnte ein Rest Kohlenstoff erst durch erneutes Erhitzen nach dem Abrauchen der Kieselsäure (s. unter 3.2) entfernt werden, was bei der nachfolgenden Berechnung des Asche-Gehaltes berücksichtigt ist. Mit Hilfe der Plankton-Feuchtwichte (Protokolle Neapel [3]) und der Rohasche-Werte (TERZAGHI [1]) wurden aus dem Rückstand der Nachveraschung die *wahren Asche-Gehalte* der Neapel-Proben in % des Feuchtwichtes errechnet (Tab. IV). Für die Misaki-Proben lagen Feuchtwichte nicht vor. Die wahren Asche-Gehalte konnten daher nur in mg, bezogen auf das Plankton aus  $1 \text{ m}^3$  Seewasser, angegeben werden, soweit die vorliegenden Protokolle der Misaki-Station eine solche Berechnung erlaubten. Da hierzu die Rohasche-Werte von Terzaghi als Grundlage dienten, diese aber nur aus einem bekannten Teil des nicht-veraschten Planktons erhalten worden waren, mußte noch auf das gefangene Gesamt-Plankton aus  $1 \text{ m}^3$  Seewasser umgerechnet werden (Tab. IV).

#### 3.2 — Bestimmung des Silicium-Gehaltes

10—20 mg Asche wurden im Platintiegel eingewogen und mit 0.1 ml 96-proz. Schwefelsäure (Suprapur, Merck) angefeuchtet. Bei vielen Misaki-Proben entwich dabei HCl-Gas. Die überschüssige Schwefelsäure wurde durch 20min. Abrauchen auf dem Sandbad entfernt, und die  $\text{SiO}_2$ -haltigen Rückstände wurden gewogen. Mit 0.05—0.15 ml 40-proz. Flußsäure (Suprapur, Merck) und 0.1 ml konz. Schwefelsäure wurde das  $\text{SiO}_2$  abgeraucht und aus der Gewichts-differenz, bezogen auf die Einwaage an Asche, der Anteil an  $\text{SiO}_2$  in der Asche ermittelt. Daraus wurden die %-Gehalte an Si errechnet (Tab. V); relativer Fehler  $\pm 1 \%$ .

Proben, die noch einen Rest Kohlenstoff enthielten (s. unter 3.1), wurden 1 Stunde bei  $560^\circ$  gehalten und anschließend noch einmal mit Schwefelsäure abgeraucht: Gewichts-differenz = restlicher Kohlenstoff-Gehalt.

#### 3.3 — Beschickung der Spektralkohlen

Der jeweilige  $\text{SiO}_2$ -freie Rückstand wurde mit 0.1—0.5 ml siedender wäßriger Salzsäure (Suprapur, Merck; 30-proz. HCl/Wasser = 1 : 1) behandelt. Evtl. unlösliche Anteile wurden mit



einem Platinspatel fein zerrieben. Die Lösung bzw. Suspension wurde dann mit so viel Wasser verdünnt, daß eine 5-proz. Lösung (bez. auf  $\text{SiO}_2$ -freien Rückstand) entstand. 0.4 ml der Lösung bzw. Suspension ließ man bei  $80^\circ$  auf einer paraffinierten Elektrode (s. unter 3.5) zu einer fest haftenden Salzkruste eindunsten. — In analoger Weise wurde mit den verwendeten Reagenzien ohne Zusatz von Plankton-Asche eine Kontrollprobe hergestellt.

Die so vorbereiteten Proben wurden nach den Angaben unter 3.6 abgebrannt.

### 3.4 — Herstellung von Eichproben

Aus Vorproben war der zu erwartende Gehalt der  $\text{SiO}_2$ -freien Aschen an den Hauptbestandteilen der Größenordnung nach bekannt. Dementsprechend wurden Lösungen der nachstehenden Zusammensetzung bereitet (p.a.-Reagenzien, Merck) :

Lösung I (100 ml)	Lösung II (100 ml)
1.854 g $\text{AlCl}_3$	3.733 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
1.435 g $\text{NaCl}$	219.9 mg $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
718.2 mg $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	98.2 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
440.8 mg $\text{Mg}(\text{OAc})_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	7.69 mg $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
187.2 mg $\text{CaCO}_3$ , wasserfrei	6.20 mg $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
38.03 mg $\text{SrCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	5.60 mg $\text{NiSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
7.07 mg $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	2.30 mg $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

Je 0.3 ml dieser Lösungen wurden im Platintiegel mit 0.1 ml konz. Schwefelsäure abgeraucht. Der Rückstand (26.05 mg) wurde mit 0.3 ml wäßriger Salzsäure (1 : 1, s. unter 3.3) gelöst. Hiervon wurden je 0.04, 0.03, 0.02, 0.015, 0.01, 0.005, 0.002, 0.001 ml mit Wasser auf 0.04 ml verdünnt und dann auf Elektroden aufgetragen. — Zur Eichung für die Elemente V, Ag, Cs und Ce dienen  $\text{SiO}_2$ -freie Plankton-Aschen, welchen bekannte Mengen dieser Elemente [als  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{CsCl}$  und  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ ] zugesetzt worden waren.

### 3.5 — Vorbereitung der Elektroden



Spektralkohlestäbe RW 1 ( $\varnothing$  6.15 mm; Ringsdorff-Werke, Bad Godesberg) wurden auf 30 mm Länge abgeschnitten und auf die in der nebenstehenden Abbildung gezeigte Form gebracht. Die stehenbleibende Spitze in der Mitte des Kohletrichters, der die Probe aufnimmt, verhinderte einen einseitigen Abbrand des Materials und garantierte einen gleichmäßigen Bogen. Der gesamte Elektrodenbecher wurde mit 0.02 ml einer gesättigten Lösung von Paraffin in Benzol gefüllt. Nach Abdampfen des Benzols war die Oberfläche der Elektrode paraffiniert, wodurch ein Einsickern der Salzlösung vermieden wurde. Die Gegenelektrode hatte die Form eines stumpfen Kegels gleicher Steigung.

### 3.6 — Anregungsgerät und Spektrograph

Der mit dem Anregungsgerät RSV/FES 4 (Präzisionsgeräte Hechendorf, Pilsensee) bei ca. 8 Ampère und 2 mm Elektrodenabstand erzeugte Abreiß-Wechselstrombogen wirkte bei einer Brennzeit von 0.56 Sek. (Zündfolge 100 Hz) und einer Brennpause von 0.08 Sek. eine Minute auf die Probe ein. Für Aufnahmen im Bereich von 252—427  $m\mu$  brannte der Bogen in  $\text{Co}_2$ -Atmosphäre, für Aufnahmen im Bereich von 290—465  $m\mu$  im Argon-Strom. Die emittierte Strahlung wurde mittels eines Plangitterspektrographen (PGS 2, Jena) mit einfachem Strahlendurchgang (Spaltbreite 20  $\mu$ ; 3-Stufenfilter für 100, 50 und 10 % Durchlässigkeit) spektral zerlegt und das

Spektrum photographisch aufgenommen. Zur genauen Ermittlung der Wellenlängen diene das auf jede Platte mehrfach aufgenommene Spektrum des Eisens.

### 3.7 — Spektralplatten und Entwickler

Für alle Aufnahmen wurde die Spektralplatte 450-blau (9 × 24 cm; Perutz Photowerke, München) verwendet. Die Entwicklungsdauer bei 20° war 6 Min. mit dem stets frisch angesetzten Entwickler (aus 25 ml Lösung A, 25 ml Lösung B und 450 ml Wasser) :

A (in 1 Liter)	B (in 1 Liter)
4 g Metol	100 g K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
10 g Hydrochinon	
30 g K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
6 g KBr	

Fixiert wurde mit einer Lösung von 200 g Natriumthiosulfat + 20 g Kaliummetabisulfid/Liter.

### 3.8 — Auswertung der Spektren

Durch Vergleich der aufgenommenen Spektren mit Bezugsspektren in Atlanten [4] wurden unter gleichzeitiger Benutzung von Tabellen [5] und vermessenen Eisenspektren [6] die angegebenen Elemente (vgl. Tab. III und V) nachgewiesen. Der *Nachweis* eines Elementes galt nur dann als eindeutig, wenn mindestens zwei ungestörte spezifische Spektrallinien aufgefunden wurden. Eine Abschätzung der relativen Mengen, in welchen einzelne Elemente vorlagen, war durch Berücksichtigung des Schwärzungsgrades der entsprechenden Linien möglich (Tab. III).

Die *quantitative Auswertung* geschah in Anlehnung an das Verfahren von HARVEY [7] : Den Schwärzungsgrad der jeweils unempfindlichsten, gerade noch sichtbaren Linien (L) der Elemente Sr, Ca, Fe, Zn, Cu, P und des benachbarten Untergrundes (U; Bezugsgröße) bestimmte man mit dem Schnellphotometer, Modell II (Jena). Eine Schwärzungskurve (Intensität eingestrahlen Lichtes gegen Schwärzungsgrad für die benutzte Photoplatten-Sorte) diene als Eichkurve zur Ermittlung der entsprechenden Intensitäten, aus welchen die Linienintensität ( $I_{L+U}$ ) als Vielfaches (Q) der Intensität des Untergrundes ( $I_U$ ) berechnet wurde. Für die Elemente Cs, Ag, V, Mo, Ni, Mn, Co, Cr wurde der Faktor Q direkt mittels eines Spektrenprojektors (R. Fuess, Berlin) abgeschätzt. Die Formel  $A = 2k(Q - 1)$  [A = scheinbare Menge des Elementes auf der Elektrode; k = Harvey-Faktor, tabellarisch ablesbar] ermöglichte die Berechnung der scheinbaren Substanz-Mengen (A), die sich auf der Elektrode befanden. Der Vergleich von A mit den in den Eichproben vorgegebenen Mengen (A') ergab einen für die speziellen Bedingungen (abweichende apparative Größen gegenüber den Angaben von HARVEY; Proben-Typ) gültigen Korrekturfaktor  $b = A'/A$ , mit welchem  $k' = k \cdot b$  ermittelt wurde. Die Formel zur Berechnung von A' war somit  $A' = 2k'(Q - 1)$ . Hiermit ließen sich die Element-Mengen auf den Elektroden bestimmen. Unter Berücksichtigung des Verhältnisses Einwaage an Asche/Auswaage an SiO<sub>2</sub>-freiem Rückstand wurde A' in % Element (bezogen auf die Asche) umgerechnet (Tab. V). Der *relative Fehler* beträgt, unabhängig vom bestimmten Element, durchschnittlich  $\pm 50\%$ .

### 3.9 — Verfahren zum Vergleich des Gehaltes an Bioelementen mit der quantitativen biologischen Zusammensetzung der Plankton-Proben

Es wurde die Gesamtzahl der in jeder Probe ausgezählten Organismen berechnet und die Anzahl an den gefundenen Organismen einer Klasse bzw. Ordnung in % dieser Gesamtzahl ausgedrückt (Tab. VI). Die Prozentwerte wurden graphisch in Abhängigkeit vom Fang-Datum (laufende Proben-Nummer) sowohl für die Neapel- als auch für die Misaki-Proben aufgezeichnet.



Dabei erhielt man einen vergleichbaren Standard dadurch, daß man für jeden Organismen-Typ den höchsten %-Gehalt, der sich beim Vergleich aller Proben heraushob, = 100 setzte und alle übrigen darauf bezog (Abb. 1a — e). Entsprechend wurde der %-Gehalt an jedem Bioelement in allen Proben (Tab. V) graphisch gegen die Proben-Nummer aufgetragen, wozu man wieder zunächst den Maximal-Gehalt ermittelte und = 100 setzte (Abb. 2a — m).

#### 4 — ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die wesentlichen quantitativen Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen gehen aus den Abbildungen 1 und 2 sowie aus den Tabellen I und II hervor.

Die aus den Darstellungen auf Transparentpapier (Abb. 1a — e) ersichtliche relative Verteilung der einzelnen *Organismen-Typen* (Klasse bzw. Ordnung) in allen untersuchten Proben erlaubt durch Auflage auf die entsprechenden Kurven der einzelnen *Bioelemente* (Abb. 2a — m) einen direkten *Vergleich der relativen Häufigkeiten*. So ergibt sich z.B. für das Nichtmetall Silicium im wesentlichen eine Übereinstimmung zwischen dessen Gehalt in den Plankton-Aschen und der Häufigkeit an Diatomeen in den entsprechenden Plankton-Proben. Es ist zugleich ersichtlich, daß eine Reihe von Proben, in denen keine Diatomeen gefunden wurden, trotzdem einen hohen Si-Gehalt aufwiesen. Ähnlich, wenn auch nicht so ausgeprägt, sind die Verhältnisse beim Bioelement Vanadium, von dem man weiß [8], daß es bei vielen Tunicaten-Familien angereichert vorkommt. Insbesondere in den Misaki-Proben fällt auf, daß man Vanadin auch dann findet, wenn keine Tunicaten vorhanden sind. Für das Nickel ist aus dem Vergleich der Abbildung 1c mit Abbildung 2m eine Rolle als Bioelement in Copepoden zu vermuten. Die Gehalte an Sr und Ca gehen im allgemeinen parallel, wobei die Sr-Werte vielfach die Ca-Werte erreichen (vgl. z.B. die Proben N 8 und N 31 in Tab. V). Weitere Auswertungen des umfangreichen Materials müssen der Kompetenz von Biologen überlassen bleiben. Es kann aber schon jetzt festgestellt werden, daß der Wert des vorliegenden Materials erst dann voll zur Geltung kommt, wenn Informationen über die Metall-Verteilung in möglichst vielen Species aus den verschiedenen Ordnungen bzw. Klassen eine einwandfreiere Zuordnung erlauben.

Vergleicht man ähnliche *Höchstgehalte an den Bioelementen* in verschiedenen Proben von Neapel- und Misaki-Plankton mit den zugehörigen Fang-Tagen (Tab. I), so erkennt man in den meisten Fällen eine *jahreszeitliche Übereinstimmung*. Als typisches Beispiel diene das Sr, das im Neapel-Plankton, unabhängig vom Fangjahr, stets in den Wintermonaten bevorzugt auftrat, während im Misaki-Plankton offenbar auch noch im Sommer Extremwerte vorkamen. Ähnliches gilt für das Cu. Hoch Si-haltiges Plankton wurde dagegen bevorzugt im Herbst und im Frühjahr gefangen. Mo erschien stets in den Sommermonaten am höchsten, während z.B. bei V und Co die Spitzenwerte unabhängig von der Jahreszeit auftraten.

Überraschend ist, wie sowohl aus den Abb. 1 mit 2 als auch aus Tab. I hervorgeht, daß in den Misaki-Proben der Gehalt an den meisten Bioelementen bis zu einer Zehnerpotenz niedriger als in den Neapel-Proben erscheint. Ausgenommen davon sind nur Si, Cs und Ca. Die *Abschätzung der relativen Gehalte an weiteren Elementen*, die in den Plankton-Aschen vorkommen (Tab. III) zeigt, daß in den Misaki-Proben wesentlich höhere Mengen an Na und Mg vorliegen müssen. Da diese Proben zudem bei der Veraschung mit konz. Schwefelsäure im Gegensatz zu den Neapel-Proben reinlich HCl-Gas entwickelten und die auf Plankton aus 1 m<sup>3</sup> Seewasser bezogenen Asche-Gewichte wesentlich höher liegen (vgl. Tab. IV), wird man mit der Annahme nicht fehlgehen, daß das zur Veraschung gekommene Misaki-Plankton noch beträchtliche Mengen Meerwasser enthielt. Das geht auch daraus hervor, daß die absolute Menge an den einzelnen Bioelementen in Plankton aus 1 m<sup>3</sup> Seewasser für die Misaki- und die Neapel-Proben im allgemeinen in der gleichen Größenordnung liegt (vgl. Tab. II).

In Tabelle II ist für die einzelnen Bioelemente zusammengestellt :

- a) die *Aufnahme in % des mittleren Gehaltes von 1 m<sup>3</sup> Seewasser* durch Plankton, das in diesem Volumen enthalten war;
- b) die *Anreicherung in Plankton-Asche*, bezogen auf den mittleren Gehalt in der entsprechenden Menge Meersalz. Grundlage dieser Auswertungen waren Aschen-Proben von Neapel- und Misaki-Plankton, die jeweils den höchsten gefundenen Gehalt an den einzelnen Bioelementen aufwiesen.

Man erkennt aus Tab. IIa, daß, unabhängig vom Fangort, im allgemeinen nur ein kleiner Teil des Angebotes (weniger als 1 %) aufgenommen wird. Ausnahmen bestehen bei Cs für das Misaki-Plankton (M), bei Fe für das Neapel-Plankton (N) und bei P sowie V für beide. Die außerordentlich große relative Cs-Aufnahme durch das Plankton M 37 gegenüber dem höchsten Wert in Neapel-Plankton (N 7) spricht dafür, daß das Seewasser in der Moroiso-Bucht zu jener Zeit einen höheren Cs-Gehalt aufgewiesen haben muß, als dem mittleren Gehalt entspricht. Daß es sich hierbei nicht im wesentlichen um <sup>137</sup>Cs gehandelt haben kann, geht aus den Radioaktivitätsmessungen von TERZAGHI [1] hervor. Gelegentlich gefundene hohe Fe-Gehalte in Neapel-Plankton dürften darauf zurückgehen, daß das Wasser des Golfs von Neapel, verursacht durch die Abwässer eines dort stationierten Eisenwerkes, zeitweise überdurchschnittliche Fe-Werte aufweist. — MORITA [9] hat bereits in den auch hier untersuchten Plankton-Proben die Elemente Fe (mittels o.o'-Phenanthrolin), Cu (mittels Diäthylthiocarbamat) sowie Zn (mittels Diphenylthiocarbazon) spektrophotometrisch bestimmt und deren Gehalte auf Plankton je m<sup>3</sup> Seewasser umgerechnet. Die Relationen zwischen den gefundenen Werten dieser drei Metalle stimmen im allgemeinen mit denen überein, die sich aus den emissionsspektrographisch ermittelten Gehalten ergeben. Da MORITA jedoch nicht C-freie Aschen, sondern die von TERZAGHI [1] erhaltenen Rohaschen verschieden hohen C-Gehaltes für seine Bestimmungen benutzte, sind die von ihm angegebenen absoluten Mengen zu Auswertungen nicht geeignet.

Der Grad der Anreicherung für die einzelnen Bioelemente durch die betrachteten Proben von Neapel- und Misaki-Plankton (Tab. IIb) liegt nahezu in der gleichen Größenordnung. Anreicherungs-faktoren von  $\geq 10^2$  findet man bei P, Cs, Zn (Neapel), V (Neapel), Fe (Neapel) und Co (Misaki). Die fast gleichartige Anreicherung von Ni und Cr (2 — 20fach) legt es nahe, zu prüfen, ob es sich hier um echte Bioelemente handelt. Dagegen bestehen selbst bei den höchsten gefundenen Mengen an Sr, Ca und Mo keine Anhaltspunkte für eine Anreicherung in den zugehörigen Proben sowohl des Neapel- wie des Misaki-Planktons, wenn man mit dem mittleren Gehalt an diesen Elementen im Seewasser vergleicht.

Was die von TERZAGHI [1] gefundenen *kurzlebigen Isotope* (<sup>144</sup>Ce, <sup>106</sup>Ru, <sup>95</sup>Zr, <sup>95</sup>Nb) und ihre stabilen Zerfallsprodukte (<sup>144</sup>Nd, <sup>106</sup>Pd, <sup>95</sup>Mo) angeht, so liegen diese, mit Ausnahme der Pt-Metalle (über die wegen der Anwendung von Platin-Geräten die Spektren keinen Aufschluß geben) und Mo (das ubiquitär vorkommt) im allgemeinen unterhalb der Nachweisbarkeitsgrenze der verwendeten Methode. Nb wurde nur in zwei Proben von Neapel-Plankton gefunden (Tab. III).



## L I T E R A T U R

- [1] — A. TERZAGHI, Natural and Artificial Radioactivity Measurements of Naples and Misaki Plankton, C.E.N.-Contrôle Radiations, Mol-Donck; Manuskript vom 18.11.1959.
- [2] — O.G. KOCH und G.A. KOCH-DEDIC, Handbuch der Spurenanalyse, Springer-Verlag, Berlin 1964, S. 145 ff.
- [3] — STAZIONE ZOOLOGICA NAPOLI/ITALIA, Raccolta Plancton Bisettimanale per Programma L.G.O.: Hydrographische, klimatologische und biologische Daten von 37 Proben, August 1957 — Februar 1959. Unterlagen von Direktor Dr. P. DOHRN.
- [4] — A. GATTERER und J. JUNKES, Atlas der Restlinien, Specola Vaticana, Città del Vaticano 1947.
- [5] — A.N. SAIDEL, W.K. PROKOFJEW und S.M. RAISKI, Spektraltabellen, Verlag Technik, Berlin 1961.
- [6] — A. GATTERER und J. JUNKES, Arc Spectrum of Iron, 2. Aufl., Specola Vaticana, Città del Vaticano 1956.
- [7] — C.E. HARVEY, Semiquantitative Spectrochemistry, Applied Res. Laboratories, Glendale/Calif. 1964.
- [8] — H.-J. BIELIG und E. BAYER, Metallproteide und verwandte Systeme, Hoppe-Seyler/Thierfelder, Handbuch der Physiologisch- und Pathologisch-chemischen Analyse, 10. Aufl., Bd. 4, S. 764, Springer-Verlag, Berlin 1960.
- [9] — Y. MORITA, The Determination of Copper, Zinc and Iron in Naples and Misaki Plankton. Vom Autor erhaltenes Manuskript über die von September 1959 bis März 1960 an der Zoologischen Station Neapel ausgeführten Untersuchungen.

TABELLE I

Zusammenhang zwischen Fang-Datum und Höchstgehalten  
an Bioelementen in Neapel- (N) und Misaki-Plankton (M)

Probe Nr.	Datum des Fanges	Plankton-Asche		Probe Nr.	Datum des Fanges	Plankton-Asche	
		mg/m <sup>3</sup> Seewasser	% Element			mg/m <sup>3</sup> Seewasser	% Element
N 3	23. 9.57	6.65	Si 24	N 1	24. 8.57	0.62	Zn 1.0
4	8.10.57	5.00	28	2	9. 9.57	0.74	0.9
37	4. 2.58	—	28	9	8. 1.58	0.28	1.6
13	19. 3.58	2.45	25	30	25.11.58	1.45	1.9
35	7. 2.59	3.88	29	M 24	6. 3.58	3.0	0.11
36	23. 2.59	1.69	25	33	17. 7.58	8.4	0.17
M 25	16. 3.58	9.8	37	41	15.11.58	7.7	0.12
26	1. 4.58	12.4	37	N 4	8.10.57	5.0	V 0.09
36	1. 9.58	13.8	36	16	19. 4.58	—	0.09
N 22	31. 7.58	0.81	P 10.3	24	29. 8.58	1.3	0.08
26	29. 9.58	2.61	10.6	M 31	15. 6.58	8.8	0.02
27	14.10.58	1.97	10.0	37	15. 9.58	33.1	0.02
29	11.11.58	1.01	12.9	39	16.10.58	—	0.02
M 24	6. 3.58	3.0	3.4	N 2	9. 9.57	0.74	Cr 0.03
37	15. 9.58	33.1	3.0	12	20. 2.58	0.29	0.04
38	3.10.58	9.0	2.9	26	29. 9.58	2.61	0.03
41	15.11.58	7.7	4.1	M 32	1. 7.58	6.1	0.006
N 1	24. 8.57	0.62	Cs 1.1	34	2. 8.58	4.3	0.005
9	8. 1.58	0.28	0.8	41	15.11.58	7.7	0.004
26	29. 9.58	2.61	0.7	N 6	19.11.57	1.87	Mn 0.19
32	27.12.58	0.51	0.8	31	10.12.58	1.09	0.15
M 33	17. 7.58	8.4	0.7	M 35	17. 8.58	10.9	0.07
37	15. 9.58	33.1	0.9	37	15. 9.58	33.1	0.04
N 8	23.12.57	0.68	Sr 3.3	N 17	19. 5.58	—	Mo 0.02
9	8. 1.58	0.28	1.3	18	31. 5.58	0.67	0.01
29	11.11.58	1.01	3.6	M 32	1. 7.58	6.1	0.002
31	10.12.58	1.09	2.1	34	2. 8.58	4.3	0.003
32	27.12.58	0.51	1.7	N 17	19. 5.58	—	Fe 11.2
33	14. 1.59	0.67	1.2	25	14. 9.58	1.89	10.0
M 32	1. 7.58	6.1	0.10	34	24. 1.59	1.05	19.0
33	17. 7.58	8.4	0.08	M 35	17. 8.58	10.9	0.6
41	15.11.58	7.7	0.13	39	16.10.58	—	0.7
N 7	7.12.57	4.80	Ca 11.1	43	15.12.58	—	1.0
30	25.11.58	1.45	11.0	N 12	20. 2.58	0.29	Co 0.022
32	27.12.58	0.51	7.7	20	1. 7.58	0.34	0.023
M 35	17. 8.58	10.9	11.4	22	31. 7.58	0.81	0.018
37	15. 9.58	33.1	11.2	M 33	17. 7.58	8.4	0.002
41	15.11.58	7.7	7.2	40	1.11.58	7.1	0.003
N 6	19.11.57	1.87	Cu 0.6	N 12	20. 2.58	0.29	Ni 0.14
21	15. 7.58	0.49	0.6	16	19. 4.58	—	0.22
28	27.10.58	1.77	0.5	29	11.11.58	1.01	0.12
33	14. 1.59	0.67	0.5	M 36	1. 9.58	13.8	0.03
M 32	1. 7.58	6.1	0.04	39	16.10.58	—	0.01
33	17. 7.58	8.4	0.05	42	2.12.58	6.7	0.02
34	2. 8.58	4.3	0.03				



TABELLE II

**Aufnahme und Anreicherung von Bioelementen  
aus Seewasser in Neapel- (N) und Misaki-Plankton (M)**

a) Aufnahme				b) Anreicherung			
Element (Proben- Nr.)	mg/m <sup>3</sup> Seewasser <sup>(1)</sup>	mg in Plankton- Asche aus 1m <sup>3</sup> Seewasser	% auf- genommen	µg/g Meersalz <sup>(1)</sup>	µg/g Plankton- Asche	Anrei- cherungs- faktor	Häufigster Organismen-Typ
Si (N 35) (M 25)	2·10 <sup>3</sup>	1.1 3.6	0.06 0.18	5.8·10 <sup>1</sup>	290 370	5.0·10 <sup>0</sup> 6.0·10 <sup>0</sup>	53 % Copep. 90 % Diatom.
P (N 29) (M 41)	1·10 <sup>1</sup>	0.13 0.31	1.3 3.1	3.0·10 <sup>-1</sup>	130 40	4.0·10 <sup>2</sup> 1.0·10 <sup>2</sup>	70 % Copep. 56 % Diatom.
Cs (N 1) (M 37)	2·10 <sup>0</sup>	0.01 0.3	0.35 15.0	6.0·10 <sup>-2</sup>	11 9	2.0·10 <sup>2</sup> 2.0·10 <sup>2</sup>	44 % Diatom. 41 % Diatom.
Sr (N 29) (M 41)	1.3·10 <sup>4</sup>	0.04 0.01	3·10 <sup>-4</sup> 8·10 <sup>-5</sup>	3.8·10 <sup>2</sup>	36 1	— —	70 % Copep. 56 % Diatom.
Ca (N 7) (M 35)	4·10 <sup>5</sup>	0.5 1.2	1·10 <sup>-4</sup> 3·10 <sup>-4</sup>	1.2·10 <sup>4</sup>	110 110	— —	72 % Diatom. 58 % Protoz.
Cu (N 6) (M 33)	5·10 <sup>0</sup>	0.01 0.004	0.20 0.08	1.5·10 <sup>-1</sup>	6 0.5	4.0·10 <sup>1</sup> 0.3·10 <sup>1</sup>	63 % Diatom. 89 % Diatom.
Zn (N 30) (M 33)	5·10 <sup>0</sup>	0.03 0.015	0.6 0.3	1.5·10 <sup>-1</sup>	19 2	1.3·10 <sup>2</sup> 0.1·10 <sup>2</sup>	45 % Copep. 89 % Diatom.
V (N 4) (M 37)	3·10 <sup>-1</sup>	4.5·10 <sup>-3</sup> 6.6·10 <sup>-3</sup>	1.5 2.2	8.7·10 <sup>-3</sup>	0.9 0.2	1.0·10 <sup>2</sup> 0.2·10 <sup>2</sup>	93 % Diatom. 41 % Diatom.
Cr (N 12) (M 32)	1·10 <sup>0</sup>	1.2·10 <sup>-4</sup> 3.6·10 <sup>-4</sup>	0.01 0.04	3.0·10 <sup>-2</sup>	0.4 0.06	1.3·10 <sup>1</sup> 0.2·10 <sup>1</sup>	39 % Copep. 91 % Diatom.
Mn (N 6) (M 35)	5·10 <sup>0</sup>	3.6·10 <sup>-3</sup> 7.6·10 <sup>-3</sup>	0.07 0.15	1.5·10 <sup>-1</sup>	1.9 0.7	1.3·10 <sup>1</sup> 0.5·10 <sup>1</sup>	63 % Diatom. 58 % Protoz.
Mo (N 18) (M 34)	5·10 <sup>0</sup>	0.7·10 <sup>-4</sup> 1.3·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-3</sup> 3·10 <sup>-3</sup>	1.5·10 <sup>-1</sup>	0.1 0.03	— —	37 % Cladoc. 92 % Protoz.
Fe (N 34) (M 35)	1·10 <sup>1</sup>	0.2 0.07	2.0 0.7	3.0·10 <sup>-1</sup>	19 6	6.3·10 <sup>2</sup> 0.2·10 <sup>2</sup>	51 % Cladoc. 58 % Protoz.
Co (N 20) (M 40)	1·10 <sup>0</sup>	0.7·10 <sup>-4</sup> 2.1·10 <sup>-4</sup>	7·10 <sup>-3</sup> 2·10 <sup>-2</sup>	3.0·10 <sup>-3</sup>	0.23 0.03	0.8·10 <sup>2</sup> 1.0·10 <sup>2</sup>	32 % Diatom. 64 % Diatom.
Ni (N 12) (M 36)	2.5·10 <sup>0</sup>	0.4·10 <sup>-3</sup> 4.1·10 <sup>-3</sup>	0.02 0.16	7.3·10 <sup>-2</sup>	1.4 0.3	1.9·10 <sup>1</sup> 0.4·10 <sup>1</sup>	58 % Copep. 78 % Diatom.

<sup>(1)</sup> Werte nach R.F. Richards, zit. bei G. Dietrich, Allgemeine Meereskunde, S. 185, 204, Verlag Bornträger, Berlin 1957.

TABELLE III

Mengen-Abschätzung der in den Aschen von  
Neapel- (N) und Misaki-Plankton (M) nur qualitativ nachgewiesenen Elemente

Vergleichbar sind nur die Relativwerte für jedes Element in den verschiedenen Proben, nicht aber diejenigen der verschiedenen Elemente in einer Probe. — Unterhalb der Nachweisbarkeitsgrenze ( $10^{-3}$ — $10^{-4}$  %) lagen die Elemente Be, Cd, Sc, Y, Ce, Nd, Ga, In, Tl, Ge, Zr und Ta.

## a) Neapel-Plankton

Nr.	Na	K	Rb	Mg	Ba	Al	Ti	Sn	Pb	Son- stige
N 1	2+	+	+	3+	3+	3+	2+	+	2+	
2	2+	+	+	3+	2+	3+	2+	+	2+	W 3+
3	2+	+	+	2+	2+	2+	+	+	2+	
4	3+	2+	2+	2+	3+	2+	+	+	2+	
5	2+	(+)	+	2+	2+	2+	2+	(+)	+	
6	2+	+	+	3+	2+	3+	2+	+	2+	Nb +
7	+	(+)	+	3+	2+	3+	2+	+	2+	
8	+	+	+	3+	+	3+	2+	2+	2+	
9	2+	+	2+	3+	2+	3+	2+	+	2+	
10	2+	+	+	3+	+	3+	+	+	2+	
11	+	+	+	3+	2+	3+	2+	+	2+	Bi +
12	2+	+	+	3+	2+	3+	2+	(+)	2+	
13	2+	+	+	3+	+	3+	+	+	2+	
14	2+	+	+	3+	+	3+	2+	+	2+	
15	+	+	+	3+	+	2+	2+	+	2+	
16	2+	+	+	2+	2+	3+	2+	+	2+	
17	+	+	+	3+	2+	3+	3+	+	2+	Bi +
18	2+	+	+	3+	2+	3+	2+	+	2+	
19	2+	+	+	3+	2+	4+	2+	+	2+	
20	2+	+	+	4+	+	3+	2+	+	2+	
21	2+	+	+	3+	+	3+	2+	+	2+	
22	2+	+	+	3+	2+	3+	+	+	2+	
23	2+	+	+	3+	+	3+	2+	+	2+	
24	2+	+	+	3+	+	3+	2+	+	2+	Bi +
25	2+	+	+	3+	+	3+	2+	+	2+	Bi 2+
26	2+	+	+	3+	2+	3+	2+	+	2+	Bi +
27	2+	+	+	3+	2+	3+	2+	+	2+	Bi +
28	2+	+	+	3+	+	3+	+	2+	2+	
29	2+	+	+	3+	2+	3+	2+	+	2+	
30	2+	+	+	3+	2+	3+	2+	+	2+	
31	+	+	+	3+	2+	3+	2+	+	+	Nb +
32	2+	+	+	3+	+	3+	2+	+	2+	
33	2+	+	+	3+	2+	3+	2+	2+	2+	
34	2+	+	+	3+	2+	3+	2+	+	2+	
35	2+	+	+	3+	2+	3+	2+	+	2+	
36	2+	+	+	3+	+	3+	2+	+	2+	
37	2+	+	+	3+	+	3+	+	+	2+	Bi +



TABELLE III (Fortsetzung)

Mengen-Abschätzung der in den Aschen von  
Neapel- (N) und Misaki-Plankton (M) nur qualitativ nachgewiesenen Elemente

Vergleichbar sind nur die Relativwerte für jedes Element in den verschiedenen Proben, nicht aber diejenigen der verschiedenen Elemente in einer Probe. — Unterhalb der Nachweisbarkeitsgrenze ( $10^{-3}$ — $10^{-4}$  %) lagen die Elemente Be, Cd, Sc, Y, Ce, Nd, Ga, In, Tl, Ge, Zr und Ta.

## b) Misaki-Plankton

Nr.	Na	K	Rb	Li	Mg	Ba	Al	Ti	Sn	Pb
M 24	3+	+	+	(+)	4+	+	3+	+	2+	+
25	3+	+	+	(+)	4+	(+)	3+	+	2+	+
26	3+	+		2+	4+		2+	+	+	(+)
27	3+	+	+	2+	3+	+	2+	+	(+)	+
28	3+	+	+	+	4+	(+)	3+	+	(+)	(+)
29	4+	2+	(+)	2+	2+	2+	2+	+	+	(+)
30	4+	2+	(+)	3+	3+	+	+	+	(+)	
31	4+	2+	+	+	3+	(+)	2+	+	(+)	
32	3+	+	+	(+)	4+	+	2+	+	(+)	+
33	2+	+	+	(+)	4+	2+	2+	2+	+	+
34	4+	2+	(+)	2+	3+	+	2+	+	2+	
35	4+	+	+	+	4+	(+)	3+	2+	+	(+)
36	3+	2+	(+)	(+)	4+	2+	2+	2+	+	+
37	4+	2+	+	(+)	4+	+	2+	+	(+)	(+)
38	3+	2+	+	(+)	3+	+	2+	+	2+	+
39	2+	+	+		3+	+	2+	+	+	+
40	4+	+	+		4+	+	3+	2+	(+)	+
41	4+	2+	(+)	(+)	3+	(+)	2+	+	(+)	+
42	3+	2+	+	(+)	3+	+	2+	2+	+	(+)
43	2+	2+	+	(+)	4+	+	3+	2+	2+	+
32'	3+	+		+	3+		2+	+		
34'A	3+	2+	(+)	3+	2+	(+)	+	+		
34'B	4+	+		3+	2+		+	+		
37'	4+	2+	(+)	(+)	4+	(+)	2+	+		
38'	3+	2+	(+)		3+	(+)	+	+		
39'	4+	2+	+	(+)	4+	+	3+	+	(+)	+
40'	3+	+	+	(+)	4+	+	2+	2+	(+)	(+)
41'	3+	+	(+)	+	2+	(+)	+	+		(+)
43'A	3+	2+	(+)		3+		+	+		
43'B	3+	2+	(+)		3+		2+	+		
45'	4+	+	+		3+	+	2+	+		
48'	2+	+	+	(+)	4+	(+)	2+	+	(+)	+
49'A	2+	+	(+)		2+	(+)	2+	(+)		
49'B	3+	(+)	+		3+	(+)	2+	(+)		(+)
50'	3+	+	(+)	+	2+	(+)	2+	+		
51'	2+	+	+	+	4+	+	2+	+		+
53'	3+	2+	+	3+	4+	+	2+	2+		+
54'	2+	+	+	2+	3+	+	2+	+		+
55'	4+	2+	+	+	3+	+	2+	+	(+)	+

TABELLE IV.

Mengen an Rohasche und C-freier (wirklicher) Asche  
von Neapel- (N) und Misaki-Plankton (M)

Für das Neapler Plankton (unter a) ist auch der %-Gehalt an Asche, bezogen auf das hier bekannte Frischgewicht des Planktons, angegeben. — Entsprechende Bezugsgrößen fehlen beim Misaki-Plankton.

## a) Neapel-Plankton

Probe Nr.	g frisches Plankton	g Roh- asche <sup>(1)</sup>	C-freie Asche		mg Asche von Plankton je m <sup>3</sup> Seewasser <sup>(3)</sup>
			g	% <sup>(2)</sup>	
N 1	63	0.5359	0.4350	0.69	0.62
2	81	0.6402	0.4840	0.59	0.74
3	148	1.1543	0.9693	0.96	5.42
4	183	0.9579	0.8299	0.82	4.98
5	107	1.4925	1.1544	1.15	3.29
6	62	1.2352	1.0238	1.65	1.87
7	84	2.3277	2.0534	2.44	4.80
8	45	0.7861	0.4706	1.04	0.68
9	23	0.2489	0.1107	0.48	0.28
10	43	0.2736	0.1686	0.39	0.30
11	50	0.5595	0.4918	0.98	0.91
12	22	0.1500	0.1103	0.50	0.29
13	104	0.6167	0.5373	0.54	2.51
14	27	0.5619	0.4938	1.83	—
15	29	0.1887	0.1264	0.44	—
16	77	0.5919	0.3067	0.40	—
17	23	0.2027	0.0904	0.39	0.15
18	30	0.2746	0.1787	0.60	0.67
19	16	0.2507	0.1814	1.13	0.69
20	19	0.3736	0.2409	1.27	0.34
21	19	0.3880	0.1464	0.76	0.49
22	49	0.7767	0.2448	0.50	0.81
23	14	0.7189	0.3980	2.82	1.45
24	85	0.8190	0.4361	0.51	1.29
25	81	1.1992	0.5154	0.64	1.89
26	120	1.3440	0.4449	0.44	2.62
27	31	0.7273	0.2256	0.37	1.97
28	65	0.5900	0.2727	0.42	1.77
29	99.5	1.4935	0.4142	0.42	1.01
30	74	1.3005	0.7009	0.95	1.45
31	33	0.4169	0.2147	0.65	1.09
32	49	0.4992	0.2649	0.54	0.51
33	44	0.2684	0.2469	0.56	0.67
34	35	0.4329	0.3944	1.12	1.05
35	124	1.0083	0.0961	0.76	3.88
36	50.5	0.4986	0.4705	0.93	1.69
37	67	0.5230	0.4924	0.73	—

<sup>(1)</sup> Nach den Angaben von Terzaghi<sup>[1]</sup>. Werte bei den Proben Nr. N 3, 4, 5, 13 und 26 aus nur 100 g frischem Plankton.

<sup>(2)</sup> Bezogen auf die jeweilige Gesamtmenge frisches Plankton.

<sup>(3)</sup> — bedeutet, daß die Angaben über das gefilterte Volumen Seewasser fehlen.

TABELLE IV (Fortsetzung)

Mengen an Rohasche und C-freier (wirklicher) Asche  
von Neapel- (N) und Misaki-Plankton (M)

Für das Neapler Plankton (unter a) ist auch der %-Gehalt an Asche, bezogen auf das hier bekannte Frischgewicht des Planktons, angegeben. — Entsprechende Bezugsgrößen fehlen beim Misaki-Plankton.

b) Misaki-Plankton

Probe Nr.	g Rohasche <sup>(1)</sup>	g C-freie Asche	mg Asche von Plankton je m <sup>3</sup> Seewasser <sup>(2)</sup>
M 24	0.5172	0.2492	2.9
25	0.8341	0.5563	9.8
26	0.9521	0.5803	12.3
27	0.7244	0.5196	45.0
28	0.6460	0.4640	—
29	0.6095	0.3817	—
30	1.1658	0.7762	—
31	0.4730	0.2550	8.7
32	0.2612	0.2004	6.1
33	0.3376	0.2243	8.4
34	0.2273	0.1339	4.3
35	0.3936	0.2134	10.9
36	0.3928	0.2609	13.8
37	0.7236	0.4067	33.0
38	0.4729	0.2310	6.1
39	0.3300	0.1999	3.5
40	0.4404	0.1931	7.1
41	0.6339	0.2519	7.7
42	0.2627	0.1475	6.7
43	0.3262	0.2711	—
32'	0.7062	0.5748	—
34'A	2.1129	1.5173	—
34'B	2.2665	1.7903	—
37'	0.5719	0.4114	—
38'	0.4566	0.3276	—
39'	0.5187	0.3893	—
40'	0.1779	0.0915	—
41'	1.1539	0.4945	—
43'A	1.2351	1.4025	—
43'B	2.0524	1.7665	—
45'	1.0627	0.8952	—
48'	0.6741	0.4275	—
49'A	1.8360	1.5398	—
49'B	1.7305	1.3894	—
50'	0.7584	0.6006	—
51'	0.5102	0.2857	—
53'	0.9639	0.7133	—
54'	0.6476	0.4420	—
55'	0.3725	0.1798	—

<sup>(1)</sup> Nach den Angaben von Terzaghi<sup>[1]</sup>. Werte bei den Proben Nr. N 3, 4, 5, 13 und 26 aus nur 100 g frischem Plankton.

<sup>(2)</sup> Bezogen auf die jeweilige Gesamtmenge frisches Plankton.

<sup>(3)</sup> — bedeutet, daß die Angaben über das gefilterte Volumen Seewasser fehlen.



TABELLE V

Emissionsspektrographisch bestimmte Elemente in Prozent  
der C-freien Asche von Neapel- (N) und Misaki-Plankton (M)

Si auf Grund gravimetrischer Bestimmung. — Fehlstellen = unterhalb der Bestimmungsgrenze

## a) Neapel-Plankton

Probe Nr.	Fang- Datum	Si %	P %	Cs %	Sr %·10	Ca %	Cu %·10	Zn %·10	V %·10 <sup>2</sup>	Cr %·10 <sup>2</sup>	Mn %·10 <sup>2</sup>	Mo %·10 <sup>2</sup>	Fe %	Co %·10 <sup>2</sup>	Ni %·10 <sup>2</sup>	Ag %·10 <sup>2</sup>
N 1	24. 8.57	14.5	6.0	1.1	5.0	2.7	1.1	9.8	3.2	2.5	5.4	5.8	6.4	1.7	4.0	1.3
2	9. 9.57	9.3	5.6		5.2	6.1	1.1	9.3	5.1	3.4	5.9	6.2	8.3	3.6	4.3	0.9
3	23. 9.57	23.8	0.1		1.3	0.6	0.2	0.8	1.1	0.4	1.4	0.8	1.0	0.5	0.2	1.0
4	8.10.57	28.0	0.2		2.3	1.2	0.3	1.1	8.9	0.9	7.3	1.1	0.4	0.5	3.6	1.3
5	23.10.57	13.1	0.2		0.2	0.2	0.3	0.7	2.7	0.4	2.7	0.6	1.0	1.0	0.1	1.1
6	19.11.57	13.5	1.5		6.3	1.6	6.0	1.8	3.1	0.6	18.7	2.1	5.4	1.7	0.9	0.8
7	7.12.57	9.3	2.4		7.0	11.1	0.3	0.6	3.2	0.8	9.8	3.2	2.6	1.3	0.3	1.1
8	23.12.57	9.8	3.6		33.0	3.7	0.7	4.2	4.5	1.7	11.7	2.8	4.4	1.0	0.8	1.7
9	8. 1.58	0.9	7.6	0.8	13.0	2.7	3.2	16.3	3.9	1.6	10.0	5.8	5.3	1.1	4.9	2.1
10	19. 1.58	15.9	0.3		0.03	0.2	0.2	8.1	0.5	0.3	1.2	0.2	0.8	1.0	0.2	0.3
11	4. 2.58	9.3	2.7		5.7	2.9	0.6	1.3	3.8	2.0	5.7	1.6	5.2	1.0	0.8	1.2
12	20. 2.58	0	2.3		1.8	3.0	1.7	5.3	3.7	3.7	9.5	5.5	5.5	21.9	14.1	1.1
13	19. 3.58	25.2	1.2		0.06	0.4	0.7	2.0	2.3	1.4	3.3	1.6	1.8	0.5	0.2	1.3
14	3. 4.58	5.1	3.3		0.2	1.0	1.3	0.7	4.7	2.1	6.0	8.1	8.2	1.1	0.8	1.1
15	8. 4.58	13.1	5.2		0.2	1.1	2.3	1.6	4.3	1.6	5.5	7.5	6.5	17.4	0.8	1.0
16	19. 4.58	12.1	6.4		0.6	1.9	1.0	2.1	8.8	2.5	9.1	6.5	9.3	1.9	22.5	1.9
17	19. 5.58	16.8	6.9	0.7	0.7	2.0	1.2	1.0	5.3	3.7	8.6	18.9	11.2	1.0	4.2	1.7
18	31. 5.58	15.4	6.3	0.6	0.5	1.1	1.2	0.8	4.5	2.6	7.3	10.0	9.9	0.8	7.3	1.4
19	16. 6.58	10.3	2.2	0.6	5.7	3.3	1.1	2.3	4.2	2.2	5.4	5.7	8.2	1.0	4.0	2.3
20	1. 7.58	13.1	2.7		0.8	1.2	1.0	2.0	3.6	1.2	2.6	4.5	6.9	23.1	0.7	0.6
21	15. 7.58	12.8	8.7		1.8	1.6	6.0	1.9	3.7	2.2	2.5	8.5	9.2	17.2	4.0	1.3
22	31. 7.58	0.9	10.3		0.5	1.5	0.8	3.2	3.1	1.5	6.4	0.3	3.8	18.1	0.6	1.7
23	19. 8.58	18.7	4.2		0.8	0.9	0.9	1.5	4.7	1.8	2.5	6.8	7.3	1.6	1.0	0.9
24	29. 8.58	19.2	4.0		0.01	0.6	0.8	1.1	7.9	1.1	2.3	6.3	7.8	1.4	3.4	1.1
25	14. 9.58	10.7	8.7		5.5	4.8	1.0	3.6	4.9	0.7	8.9	8.0	10.0	3.6	1.8	1.5
26	29. 9.58	7.5	10.5	0.7	1.1	3.4	1.5	6.9	2.9	3.2	6.1	8.2	5.0	3.7	1.8	1.3
27	14.10.58	7.0	10.0		0.7	1.7	0.8	2.9	5.9	1.1	12.1	8.2	8.8	3.7	1.2	1.9
28	27.10.58	7.0	7.2	0.5	9.5	3.7	5.1	6.8	2.4	1.5	2.9	1.2	2.9	1.9	1.2	2.9
29	11.11.58	0.3	12.9		36.0	7.2	1.4	7.1	6.2	1.8	7.9	5.4	2.6	1.4	11.8	2.8
30	25.11.58	2.3	5.1	0.5	9.6	11.0	0.6	19.0	1.9	1.2	10.0	1.2	6.3	4.1	0.9	1.0
31	10.12.58	8.4	7.4		20.8	1.8	0.6	6.6	4.0	2.0	14.6	5.1	6.1	1.8	1.1	1.7
32	27.12.58	3.3	7.8	0.8	16.5	7.7	2.4	8.4	6.8	2.8	10.4	7.4	7.8	4.3	5.1	2.2
33	14. 1.59	8.9	6.0		12.4	4.6	5.4	3.7	2.9	2.0	8.6	3.8	5.4	1.0	4.2	1.7
34	24. 1.59	8.9	4.1		0.7	2.3	2.6	3.2	4.7	2.1	2.7	5.2	19.0	1.8	8.9	1.2
35	7. 2.59	29.4	1.4		0.8	2.2	0.8	0.9	3.3	0.5	4.4	2.8	3.6	0.5	2.2	0.6
36	23. 2.59	25.2	1.7		0.4	1.1	1.6	1.6	2.8	1.2	3.4	2.6	2.4	2.1	0.5	1.1
37	4. 2.58	27.6	1.5	0.2	0.5	1.4	0.8	0.8	5.4	1.6	3.1	2.1	4.6	1.9	2.3	1.2

TABELLE V (Fortsetzung)

## b) Misaki-Plankton

Probe Nr.	Fang-Datum	Si %	P %	Cs %	Sr % · 10	Ca %	Cu % · 10 <sup>2</sup>	Zn % · 10 <sup>2</sup>	V % · 10 <sup>2</sup>	Cr % · 10 <sup>2</sup>	Mn % · 10 <sup>2</sup>	Mo % · 10 <sup>2</sup>	Fe % · 10	Co % · 10 <sup>2</sup>	Ni % · 10 <sup>2</sup>	Ag % · 10 <sup>2</sup>
M 24	6. 3.58	28.5	3.4		0.3	3.0	2.2	10.9	1.2	2.3	9.4	0.5	3.9	0.4	5.0	0.8
25	16. 3.58	36.9	1.4		0.1	1.7	2.7	3.9	0.4	0.3	3.0	0.2	0.4	0.1	1.2	0.3
26	1. 4.58	36.4	0.6		0.2	2.7	0.7	2.0	0.5	0.4	4.4	0.3	0.8	0.1	1.9	0.6
27	16. 4.58	31.3	0.5		0.06	1.5	0.8	2.3	0.3	2.1	4.0	0.1	2.6	0.2	2.0	0.7
28	1. 5.58	21.0	0.3	0.3	0.2	3.4	1.9	5.2	1.4	2.6	20.2	0.3	0.9	0.6	2.7	1.3
29	16. 5.58	11.2	0.2		0.3	2.0	2.2	4.8	0.6	5.0	7.5	1.8	1.3	1.1	6.3	1.4
30	1. 6.58	10.7	0.2		0.2	2.6	3.6	4.0	0.6	0.6	33.3	0.3	1.0	1.4	3.0	2.0
31	15. 6.58	6.5	0.6		0.3	5.8	2.4	7.9	2.1	2.0	19.4	0.5	1.1	1.2	6.9	1.7
32	1. 7.58	19.6	0.2	0.3	1.0	6.1	3.5	3.9	1.2	5.9	20.0	2.3	1.1	0.6	1.5	0.9
33	17. 7.58	27.1	0.7	0.6	0.8	6.6	4.7	16.9	0.9	0.9	12.8	0.4	3.2	2.0	4.3	1.0
34	2. 8.58	0	0.2		0.3	2.5	3.3	2.7	0.8	4.5	10.0	2.5	1.4	1.5	5.8	3.2
35	17. 8.58	22.9	2.1	0.4	0.6	11.4	3.4	5.4	1.7	1.3	68.1	0.3	6.3	0.7	6.1	1.8
36	1. 9.58	35.9	1.5		0.2	4.3	1.9	8.2	0.4	1.5	31.0	0.1	0.9	0.6	3.0	0.6
37	15. 9.58	9.8	3.0	0.9	0.6	11.2	2.5	6.0	2.1	2.1	36.4	0.5	1.1	1.3	2.8	1.7
38	3.10.58	30.8	2.9		0.05	1.7	3.4	6.8	0.5	1.4	13.8	0.2	1.4	0.4	3.8	0.9
39	16.10.58	26.6	1.3		0.2	2.7	1.8	2.6	0.9	2.3	15.2	0.2	7.0	0.4	4.1	1.0
40	1.11.58	13.5	2.3		0.5	5.0	1.8	7.4	1.6	2.8	21.3	0.5	5.5	3.2	5.2	1.7
41	15.11.58	7.0	4.1		1.3	7.2	2.3	12.2	1.3	3.5	15.7	0.6	1.2	1.2	9.2	1.8
42	2.12.58	31.8	0.2		0.09	4.5	1.7	7.0	1.9	3.0	12.0	0.2	0.3	0.3	19.0	1.0
43	15.12.58	39.2	0.6		0.2	0.6	0.9	3.2	0.5	1.5	21.0	0.7	10.1	1.0	3.1	0.4
32'	1. 7.58	27.1	0.05		0.5	1.9	1.8	2.7	1.2	1.5	1.0	0.2	1.2	0.9	1.9	1.1
34'A	2. 8.58	2.8	0.1		0.4	2.1	2.6	1.7	0.7	0.8	6.3	0.4	0.8	1.7	3.5	3.2
34'B	2. 8.58	5.1	0.05		0.3	2.7	1.6	0.5	0.5	1.9	3.9	0.3	0.6	1.2	4.6	1.5
37'	15. 9.58	9.8	0.4		0.3	6.0	2.3	1.8	1.0	0.6	34.4	0.2	0.7	1.2	3.0	1.2
38'	3.10.58	20.1	0.9		0.3	3.1	2.0	1.9	1.2	5.0	6.1	0.5	2.0	1.1	1.2	1.2
39'	16.10.58	14.0	1.4		0.2	6.5	8.0	6.7	2.2	1.3	18.3	0.8	8.9	2.7	14.0	1.2
40'	1.11.58	7.0	2.2	1.0	1.0	13.9	2.4	8.1	2.7	2.0	34.4	0.5	8.9	1.2	9.0	1.8
41'	15.11.58	19.6	0.3		0.3	1.5	2.6	2.7	0.6	0.6	4.4	0.2	0.4	1.1	2.4	1.0
43'A	15.12.58	3.3	0.02		0.4	3.0	2.3	1.6	0.7	0.4	5.0	0.3	0.6	1.3	2.7	1.5
43'B	15.12.58	17.3	0.03		0.3	2.4	3.0	1.8	1.2	0.4	6.0	0.2	0.4	1.1	7.2	0.7
45'	16. 1.59	10.7	0.02		0.4	2.1	2.4	2.6	1.4	0.5	5.4	0.2	0.8	1.2	2.6	1.8
48'	2. 3.59	6.5	0.2		0.3	1.4	3.0	4.5	0.5	0.8	10.4	0.2	0.9	1.1	7.4	0.4
49'A	16. 3.59	16.8	0.3		0.06	1.0	1.8	0.5	0.5	0.3	1.2	0.2	0.4	1.1	2.4	2.0
49'B	16. 3.59	7.0	0.01		0.3	1.0	2.5	0.9	0.1	2.3	3.0	0.2	0.3	1.4	2.9	1.2
50'	2. 4.59	10.3	0.1		0.2	1.7	4.3	3.6	0.8	0.4	6.2	0.2	0.8	1.4	3.0	0.9
51'	18. 4.59	5.6	0.5	0.6	0.3	1.2	2.9	5.3	0.7	2.1	6.5	0.2	1.0	1.3	2.8	1.0
53'	19. 5.59	2.3	0.1	0.7	0.2	3.7	3.4	5.4	1.7	1.0	39.8	0.4	1.1	1.5	3.3	3.6
54'	2. 6.59	15.4	0.2		0.3	0.7	2.4	3.5	0.6	0.4	17.6	0.2	1.9	1.3	1.3	1.3
55'	15. 6.59	10.3	3.5	0.7	0.2	6.3	4.6	43.5	2.3	6.8	118.0	1.1	2.5	3.6	8.0	2.4

TABELLE VI

**Biologische Zusammensetzung von  
Neapel- (N) und Misaki-Plankton (M) nach den Protokollen  
der Zoologischen Station Neapel und der Misaki Marine Biological Station**

Angegeben sind die Gesamtzahl der ausgezählten Organismen je Probe und der darauf bezogene %-Gehalt an ausgezählten Organismen je Klasse bzw. Ordnung.

## a) Neapel-Plankton (+ = &lt; 0.1 %)

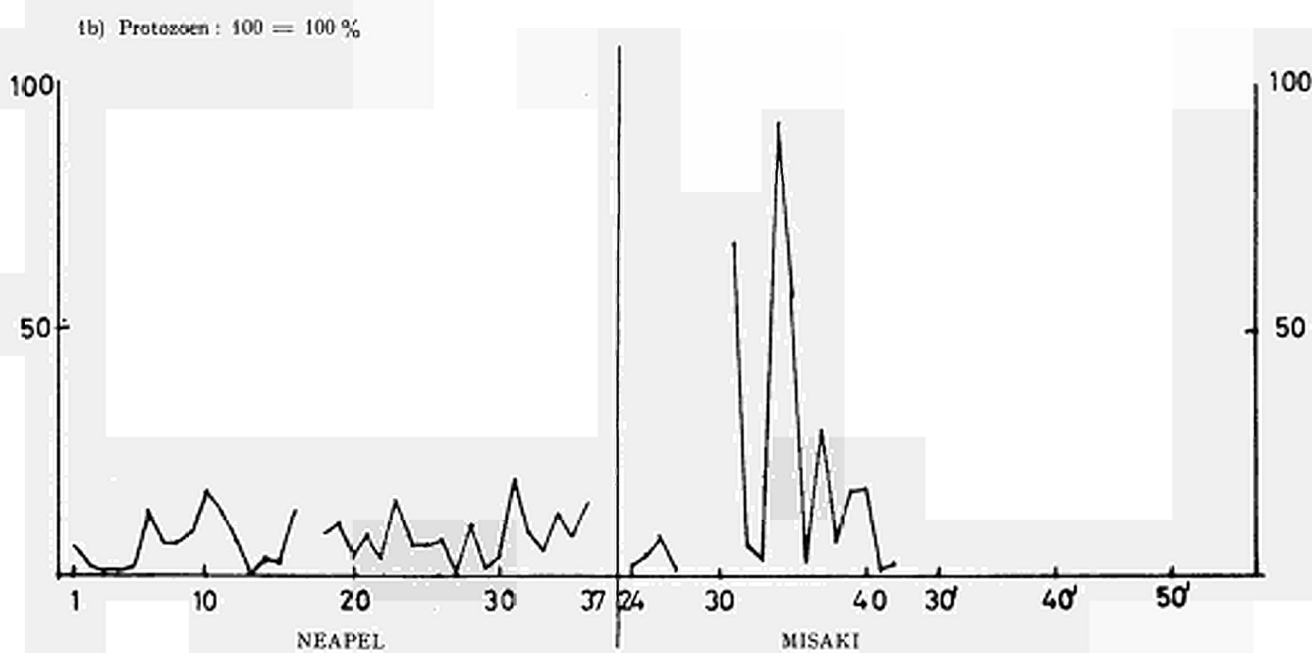
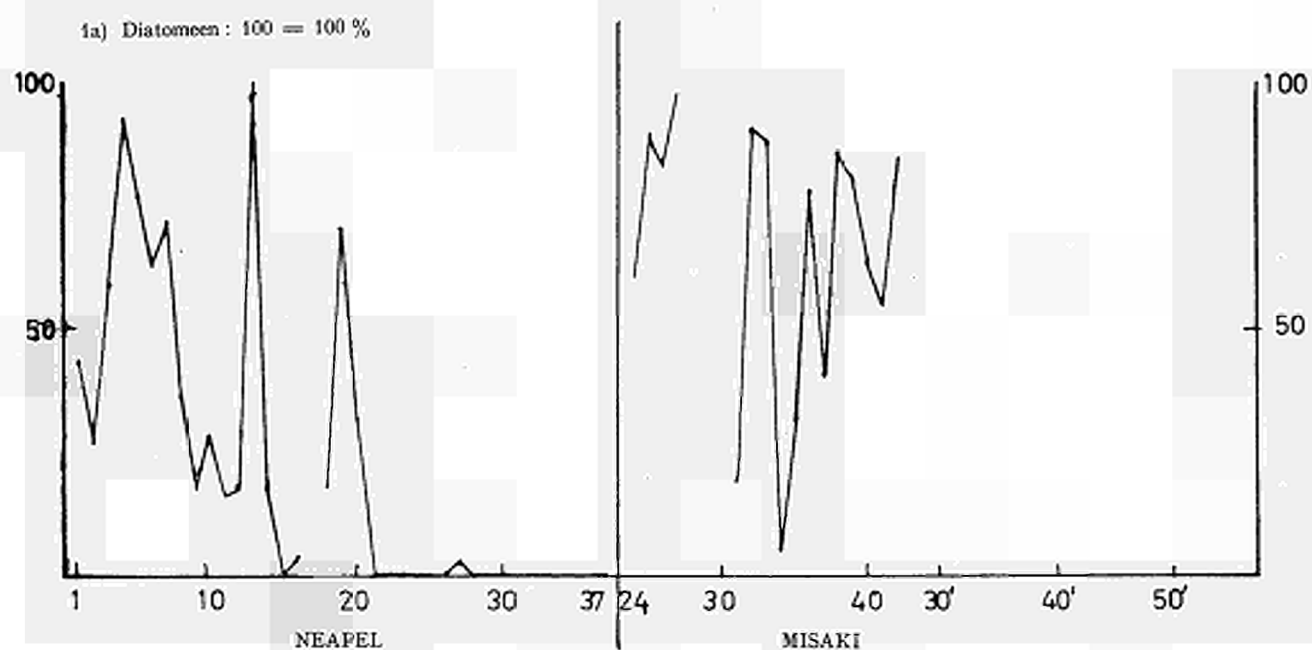
Nr.	Gesamtzahl	Diatomeen	Protozoen	Medusen	Siphonophoren	Chaetognaten	Copepoden	Cladoceren	Tunicaten	Larven
N 1	279	44	6	1	0.7	3.8	20	11	5.8	2
2	496	27.6	1.8	0	0.6	1.2	30.6	25.8	11.1	0.6
3	650	59.5	0.6	0	0.15	1.2	21.1	15.7	3.4	0.15
4	2 569	93	0.75	0	0	0.7	4.04	0.5	0.7	0.2
5	1 205	77.5	1.5	0	0	0.9	9.45	3.2	6.45	0.9
6	632	63.3	13.0	0.16	0	1.74	10.4	4.28	5.85	1.26
7	420	72.1	6.9	0	0	1.2	8.8	3.55	5.7	0.7
8	399	36.6	6.5	0	0	4.75	37.0	8.8	4.5	1.5
9	78	17.9	8.9	5.1	0	5.1	45	7.7	10.1	0
10	171	29.8	17	3.5	0	1.75	34	1.2	11.7	1.2
11	210	17.2	12.9	0	1.4	1.4	31	2.4	34	1.0
12	124	18.5	7.3	1.6	0	0	38.5	4.2	29	0.8
13	177 078	99.8	0.02	0	+	+	0.08	+	0.035	+
14	332	17.8	3.6	0	0	0	49.2	5.7	22.6	1.2
15	287	0	2.8	0	0	0	71	0.35	25.8	0
16	163	3.7	12.9	0	0	1.2	57.5	6.1	17.8	0.6
18	504	18.6	8.7	0.4	0	0.5	9.5	37.2	24.5	0.2
19	286	70.2	10.9	0.35	0	0.35	6.9	2.5	11.2	1.1
20	452	32.0	3.1	0	0	0.9	24.2	22.6	16.6	0.9
21	1 112	0	8.3	0.55	0.45	1.55	52.6	29.5	6.0	1.25
22	2 249	0	3.0	0.25	0	0.5	8.0	83.0	4.3	0.6
23	943	0	14.8	0.5	0	2.2	39.7	39.0	2.85	0.85
24	1 665	0	6.4	0.55	0.3	1.0	42.3	44.5	3.8	1.15
25	1 261	0	6.4	0.85	0	1.5	30.4	50.5	3.5	1.75
26	1 579	0	7.3	0	0	1.25	26.4	60.5	3.65	1.1
27	371	2.4	0	0	0	2.15	77	8.9	6.45	2.4
28	310	0	10.3	0	0	4.2	43.5	3.55	35.5	2.55
29	749	0	1.9	0.7	0	3.9	70.2	6.0	11.35	6.0
30	328	0	3.95	0.6	0	0.9	64.3	8.55	19.8	1.85
31	188	0	19.2	1.6	0	7.5	47.8	0	17.6	6.4
32	226	0	8.85	4.4	0	3.55	62.3	4.4	12.8	3.55
33	224	0	5.35	0.9	1.8	4.45	68.8	0	16.1	2.7
34	234	0	12.4	0	0.85	0.85	27.8	0	54.2	3.85
35	250	0	8.4	0	0	1.2	53.2	4.4	29.2	3.6
36	335	0	14.9	0	0.9	2.7	66.0	2.1	9.55	3.85

## b) Misaki-Plankton (+ = &lt; 0.1 %)

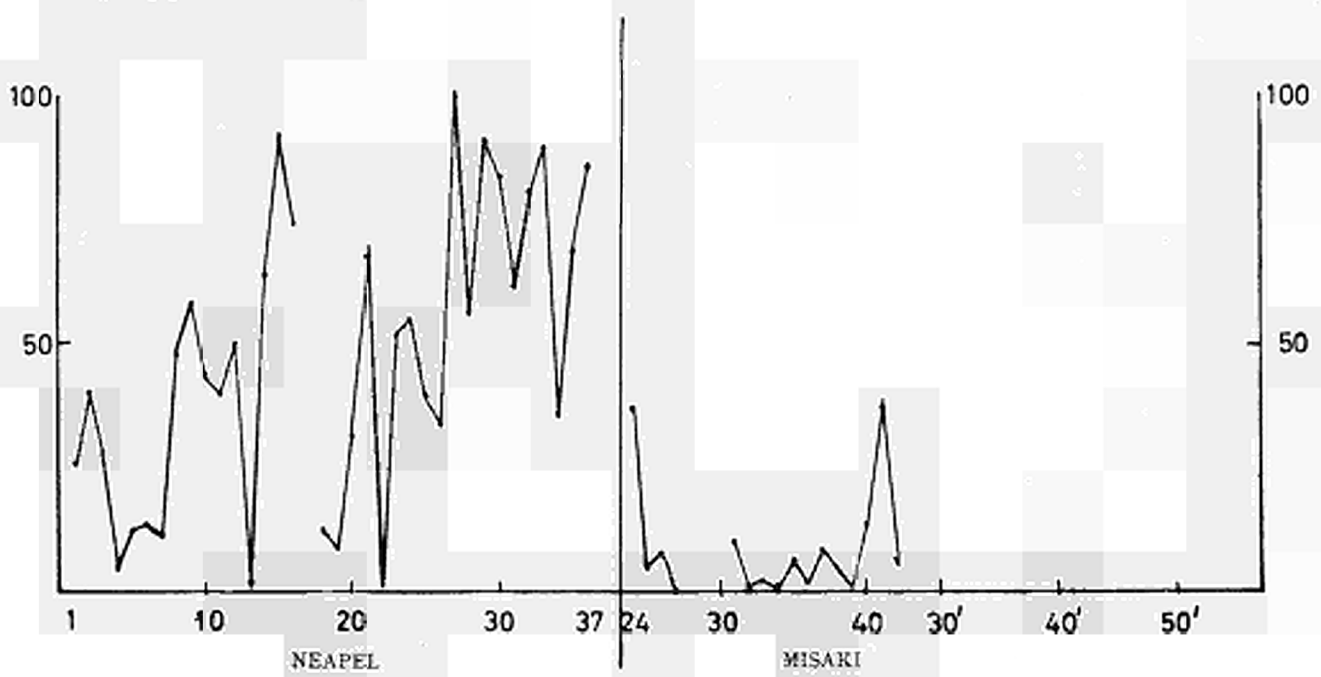
Nr.	Gesamtzahl	Diatomeen	Protozoen	Medusen	Siphonophoren	Chaetognaten	Copepoden	Cladoceren	Tunicaten	Larven
M 24	1 573	60.8	2.1	+	0	0	28.5	7.25	+	1.45
25	3 434	89.98	3.98	0	0	0	4.05	2.03	+	0.3
26	3 230	85.0	7.3	+	0	+	6.1	1.25	+	0.22
27	11 901	98.7	1.17	0	0	0	+	+	+	+
31	1 712	19.6	67.4	0.3	0	0.5	7.7	1.8	0.4	2.33
32	3 723	90.95	6.58	+	0	0	0.45	0.94	0.3	0.75
33	2 473	88.76	3.84	+	+	0.15	1.7	1.55	0.15	2.35
34	2 051	5.45	92.1	0	0	0	0.80	0.5	0	0.35
35	2 140	32.0	57.65	0	0	+	4.9	2.25	0.75	2.45
36	1 688	78.25	3.15	0.18	0	+	1.65	1.90	0.3	2.73
37	1 444	40.95	28.65	0.2	+	0.2	6.5	16.6	2.25	4.4
38	3 148	85.85	7.25	+	0.1	0.1	3.90	0.3	0.6	1.8
39	3 388	80.50	17.20	0	0	+	1.00	+	+	1.15
40	1 040	64.25	17.70	+	0	0.2	10.3	+	2.8	4.5
41	1 235	55.5	1.90	+	0	0.15	28.8	0	0.75	1.3
42	2 007	88.2	2.5	0	0	0	4.6	0	2.6	2.0



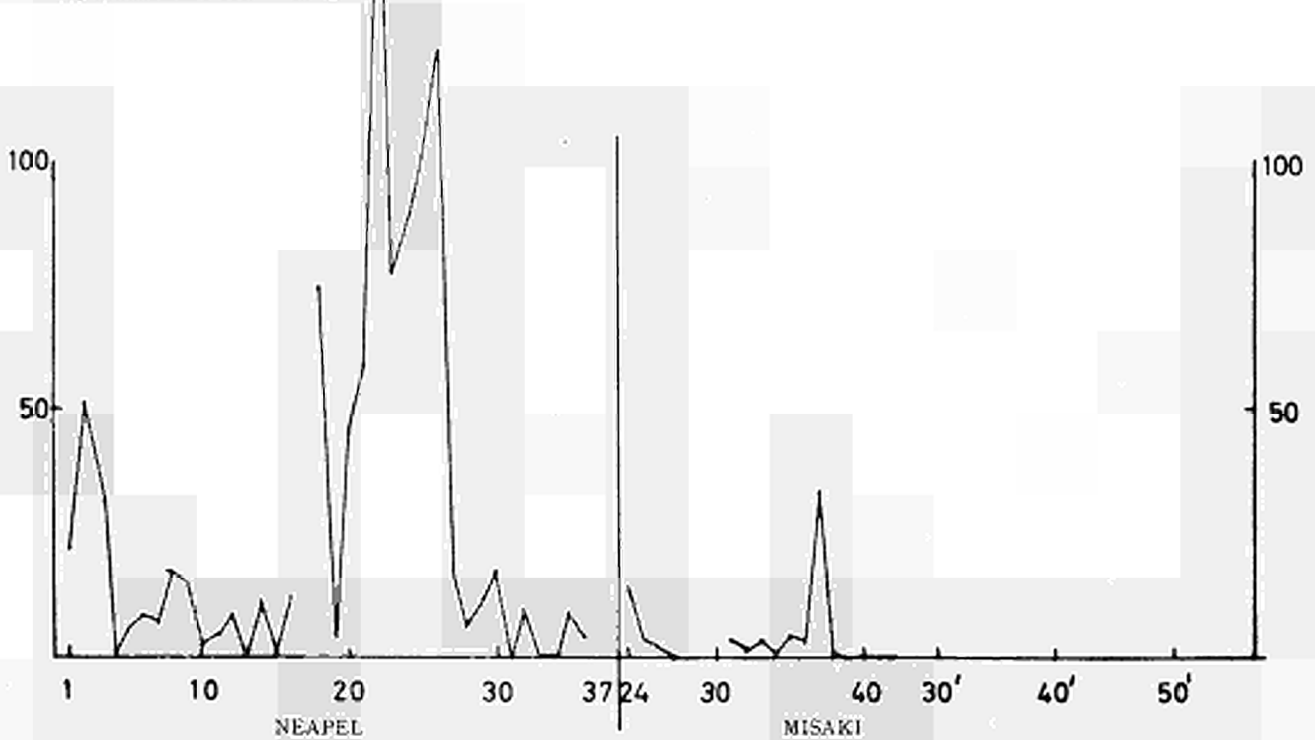
Abbildung 1. — Graphische Darstellung der relativen Häufigkeit einzelner Organismen-Typen in Neapel- und Misaki-Plancton  
 Werte aus Tab. VI; Art der Darstellung nach den Angaben unter Methodik (3.9)  
 a) Diatomeen b) Protozoen c) Copepoden d) Cladoceren e) Turditen



1c) Copepoden : 100 = 77 %



1d) Cladoceren : 100 = 50 %



1e) Tunicaten : 100 = 54.2 %

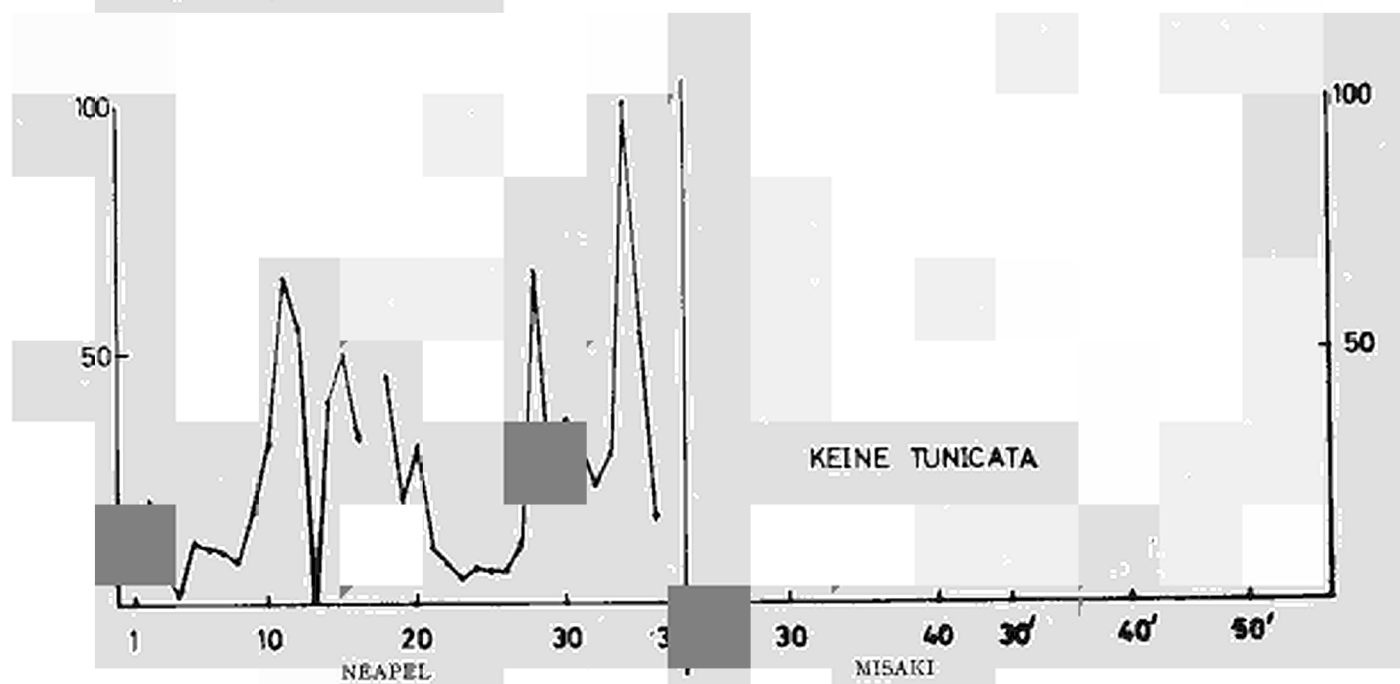
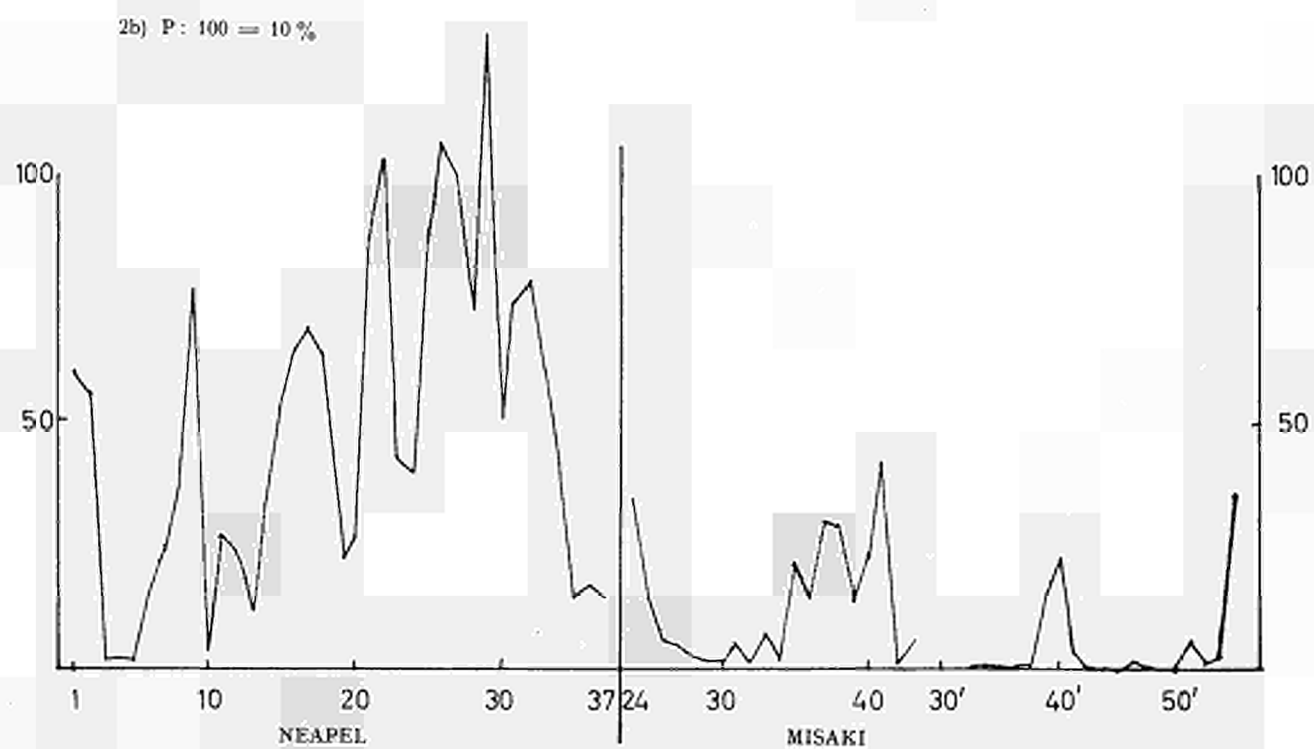
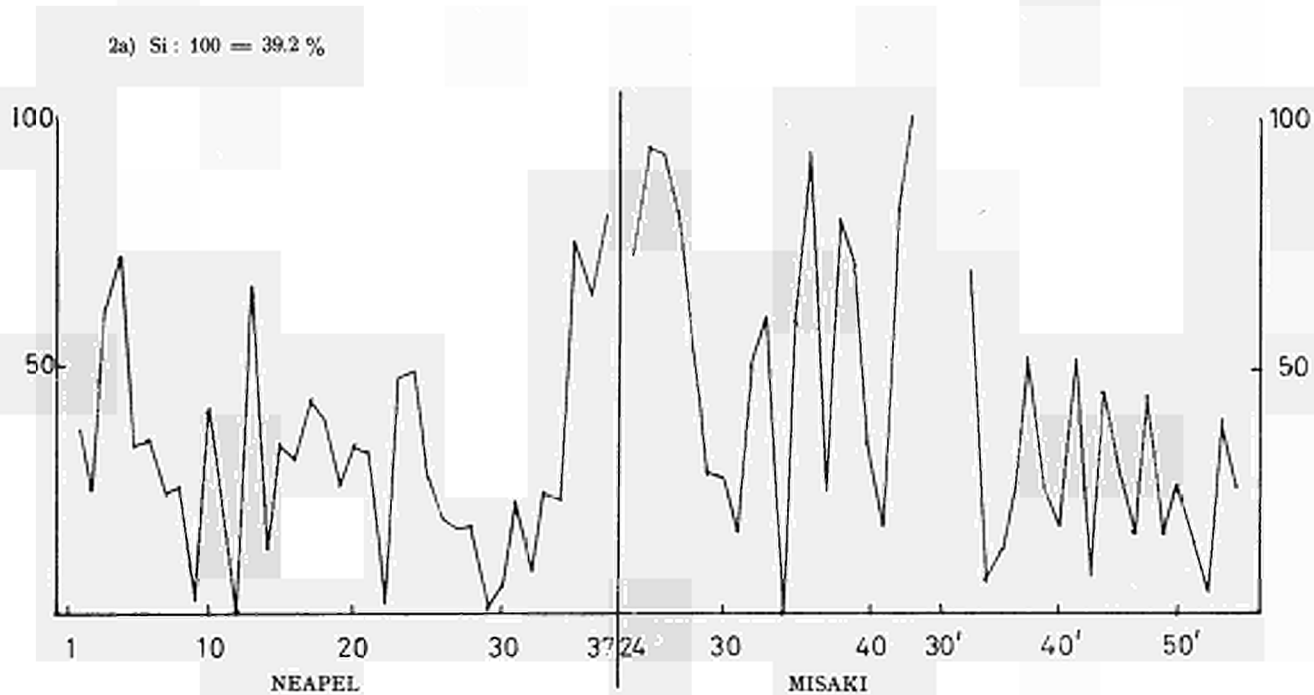
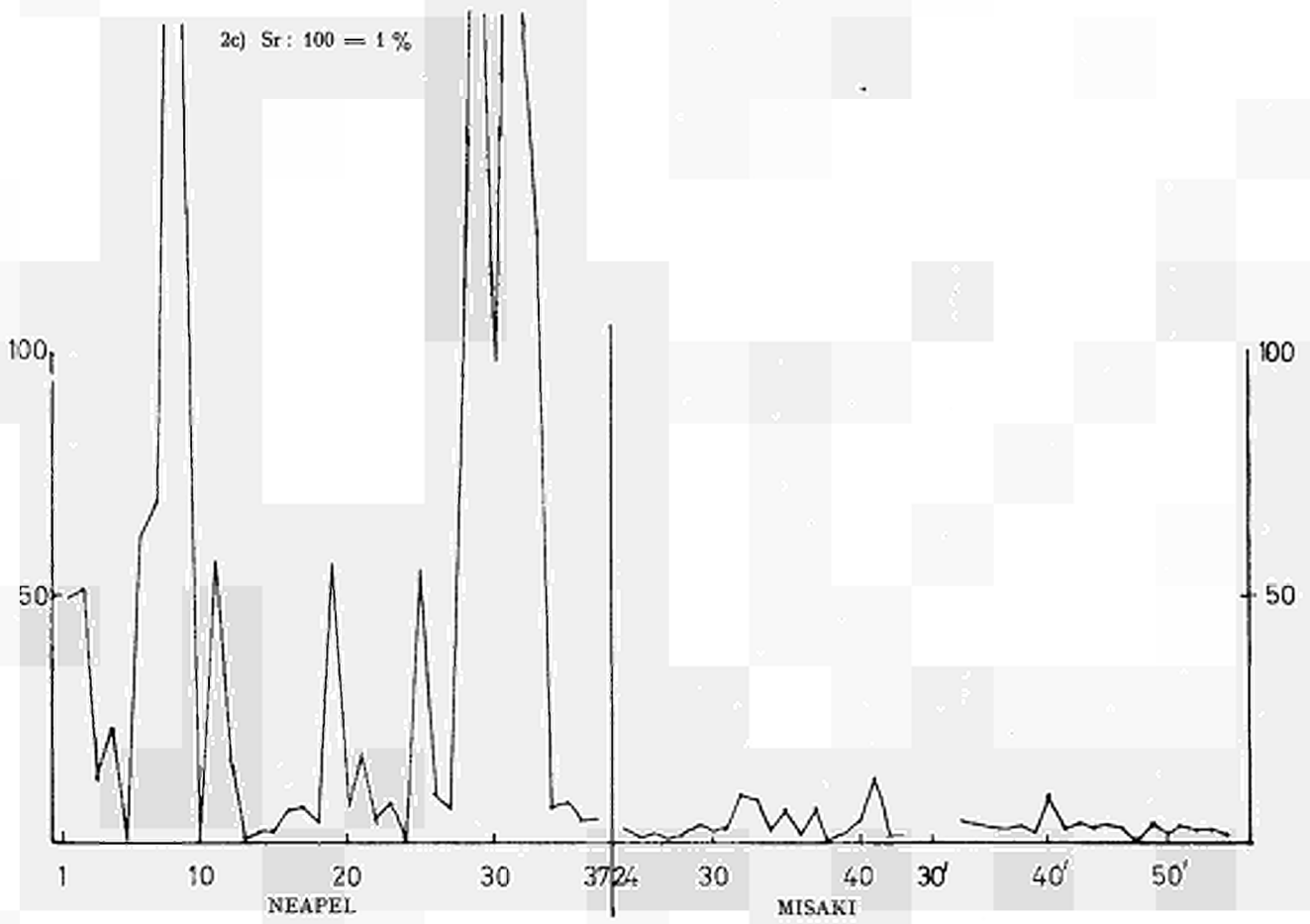




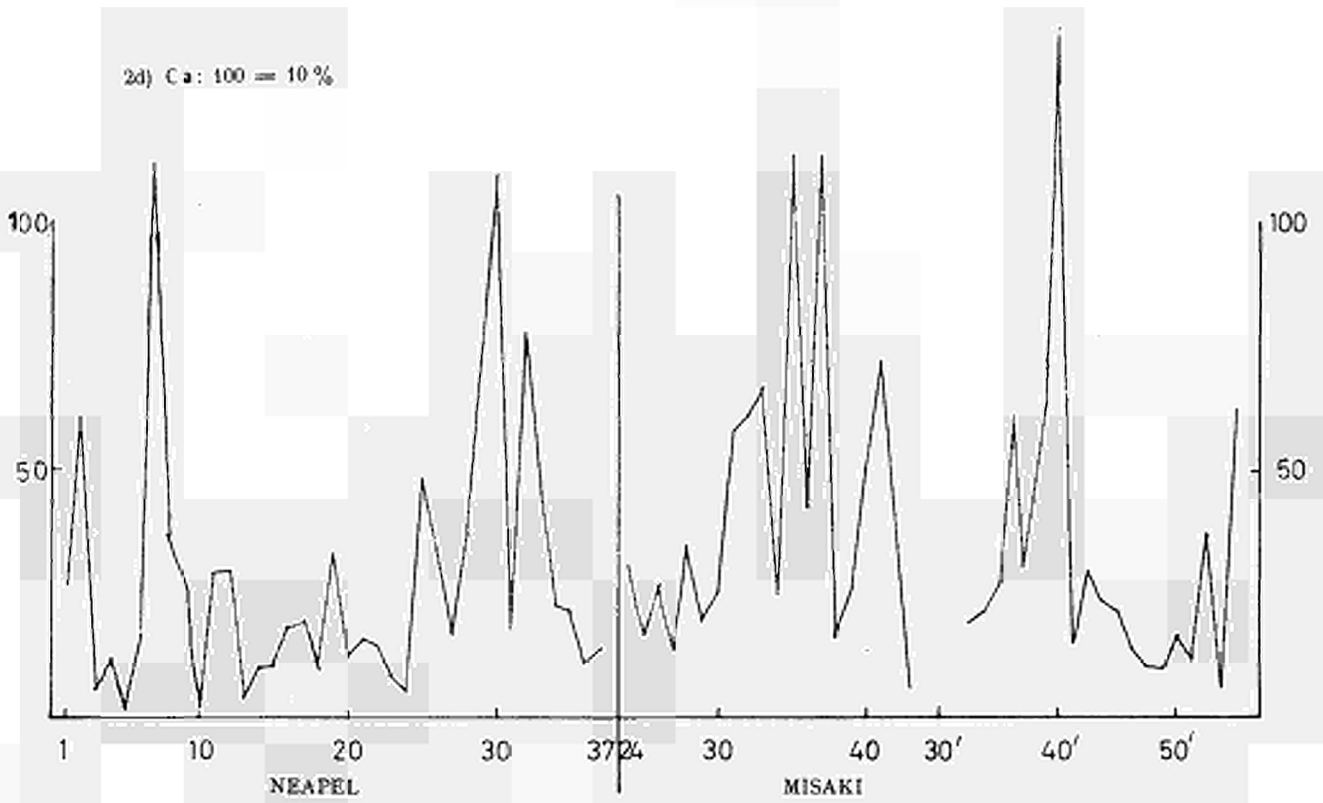
Abbildung 2. — Graphische Darstellung der relativen Häufigkeit von Bioelementen in C-freier Aschen von Neapel- und Misaki-Plankton  
 Werte aus Tab. V; Art der Darstellung nach den Angaben unter Methodik (3.9)  
 a) Si b) P c) Sr d) Ca e) Cu f) Zn g) V h) Cr i) Mn k) Fe l) Co m) Ni



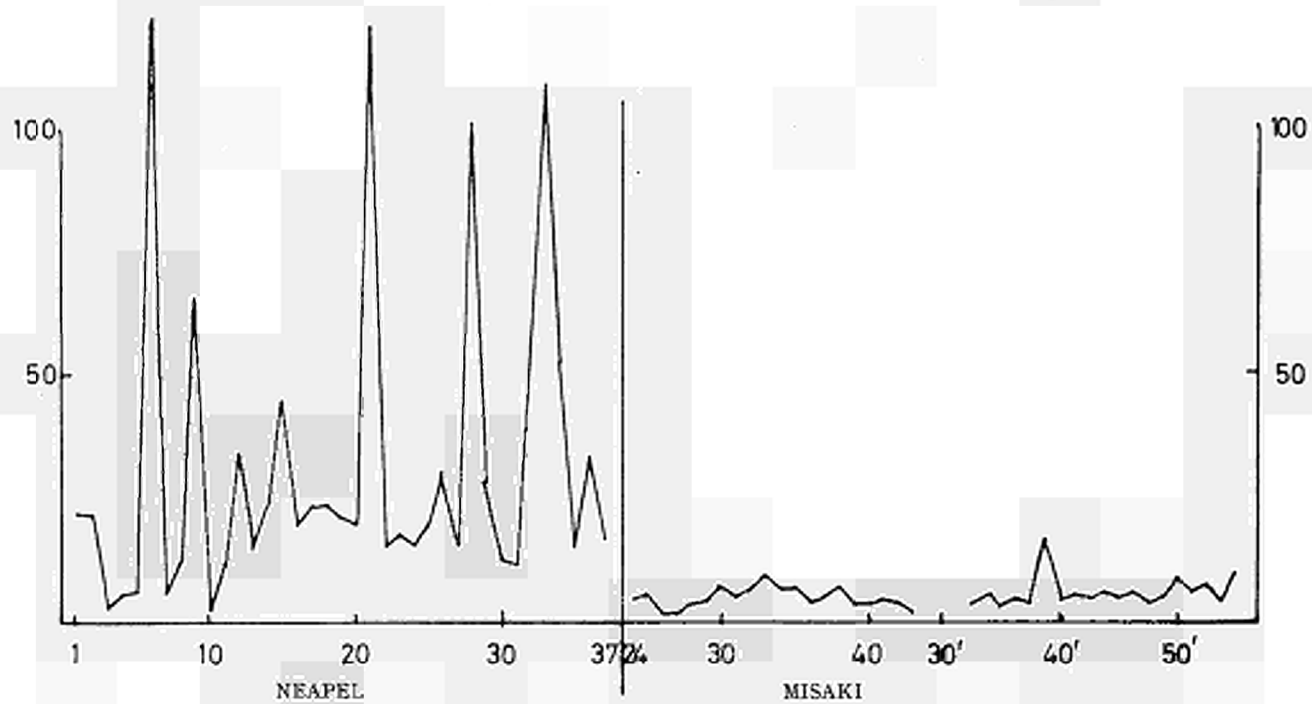
2c) Sr: 100 = 1 %



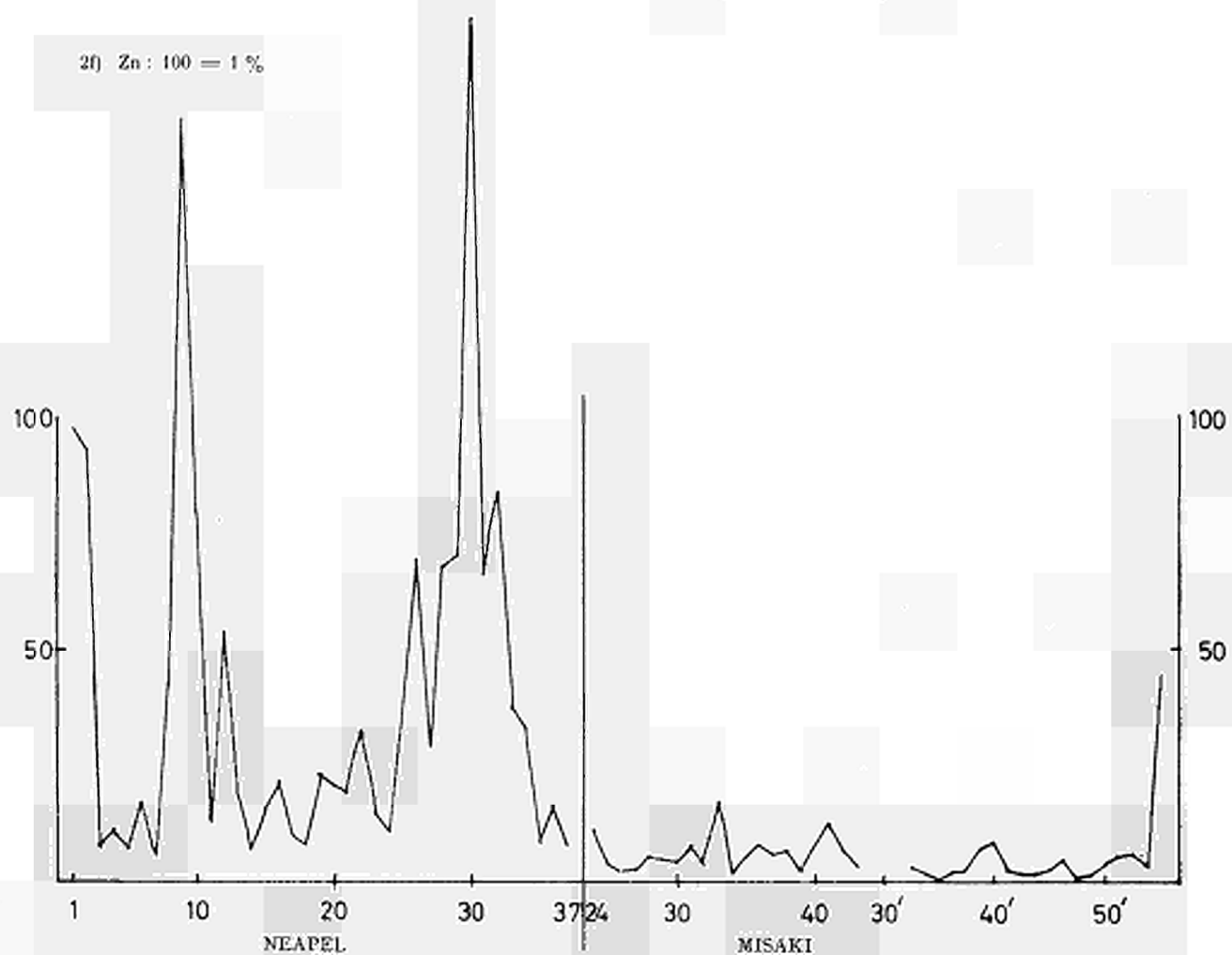
2d) Ca: 100 = 10 %



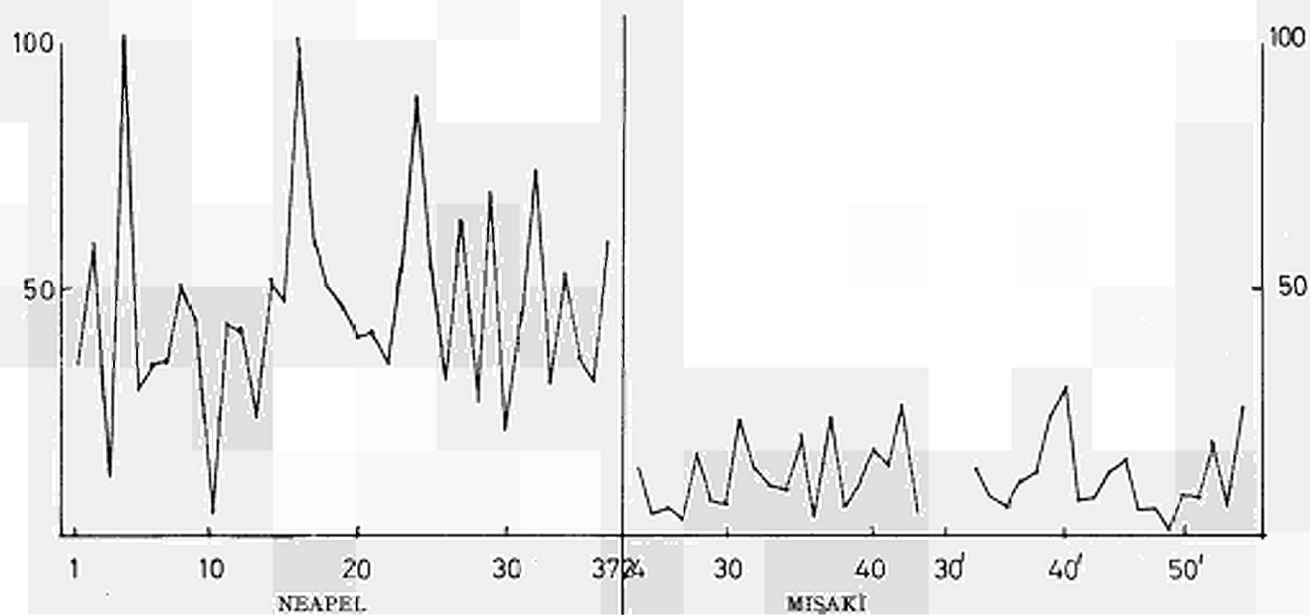
2e) Cu : 100 = 0.5 %



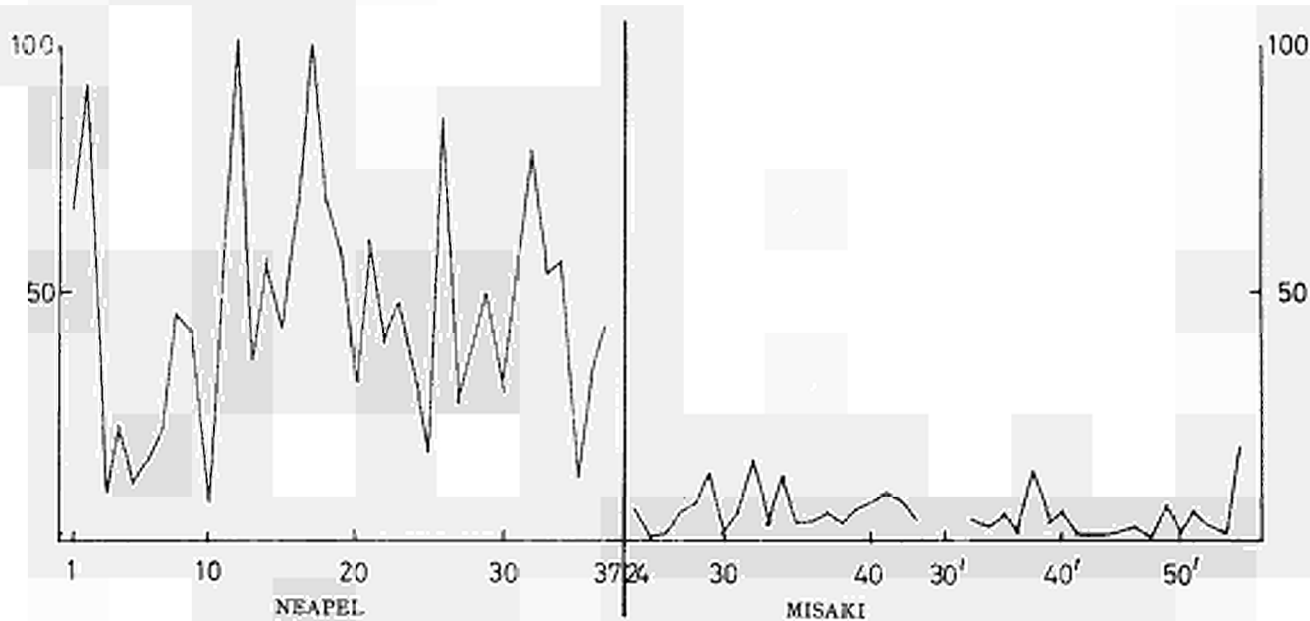
2f) Zn : 100 = 1 %



2g) V : 100 = 0.089 %

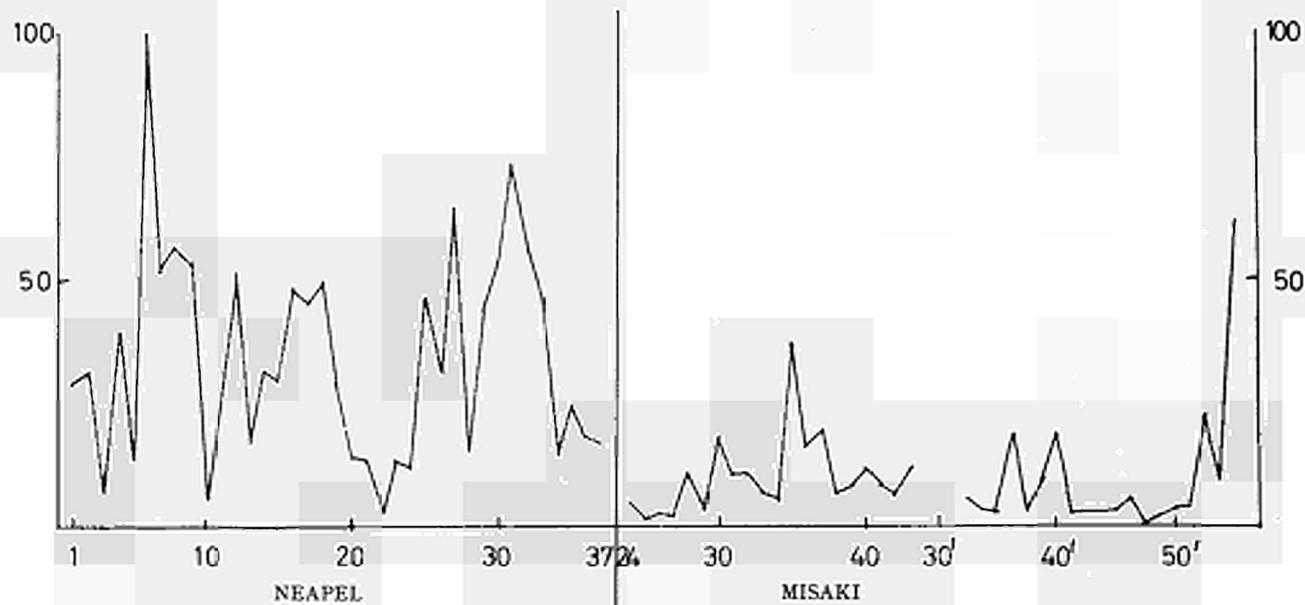


2h) Cr : 100 = 0.037 %

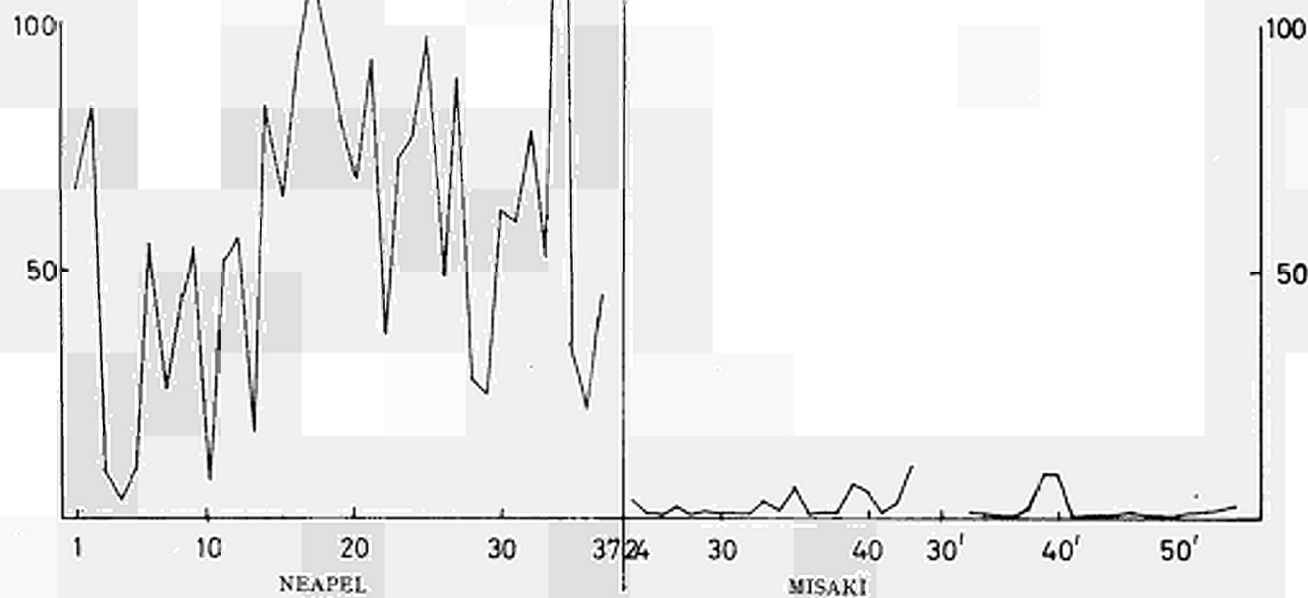




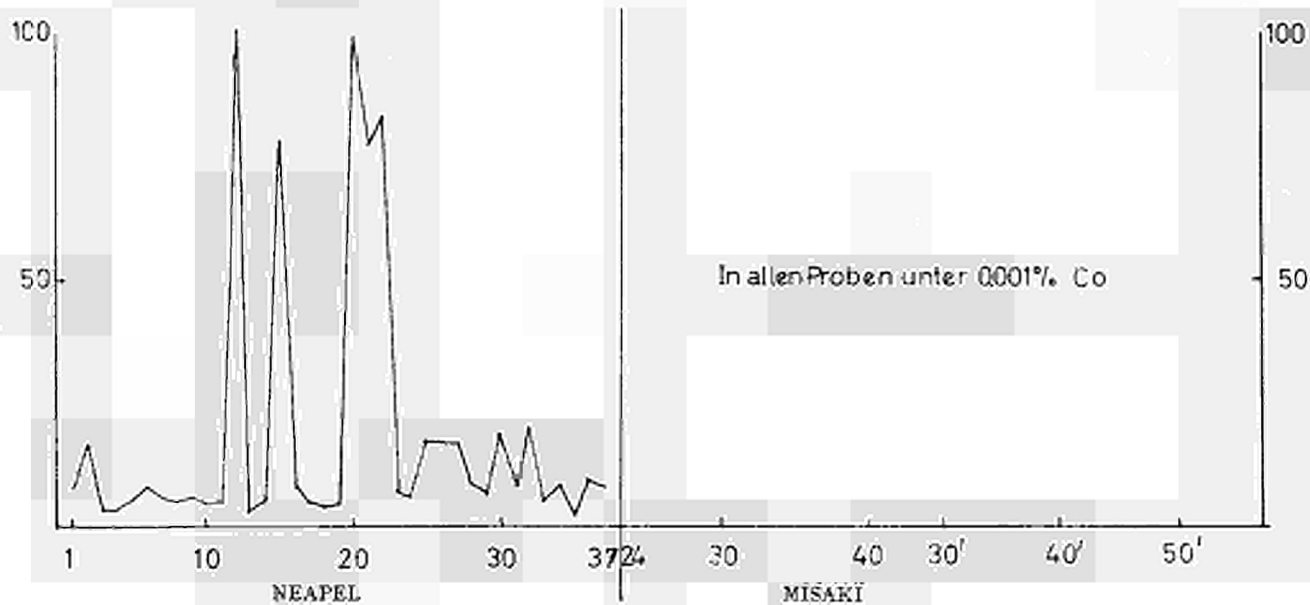
2i) Mn : 100 = 0.187 %



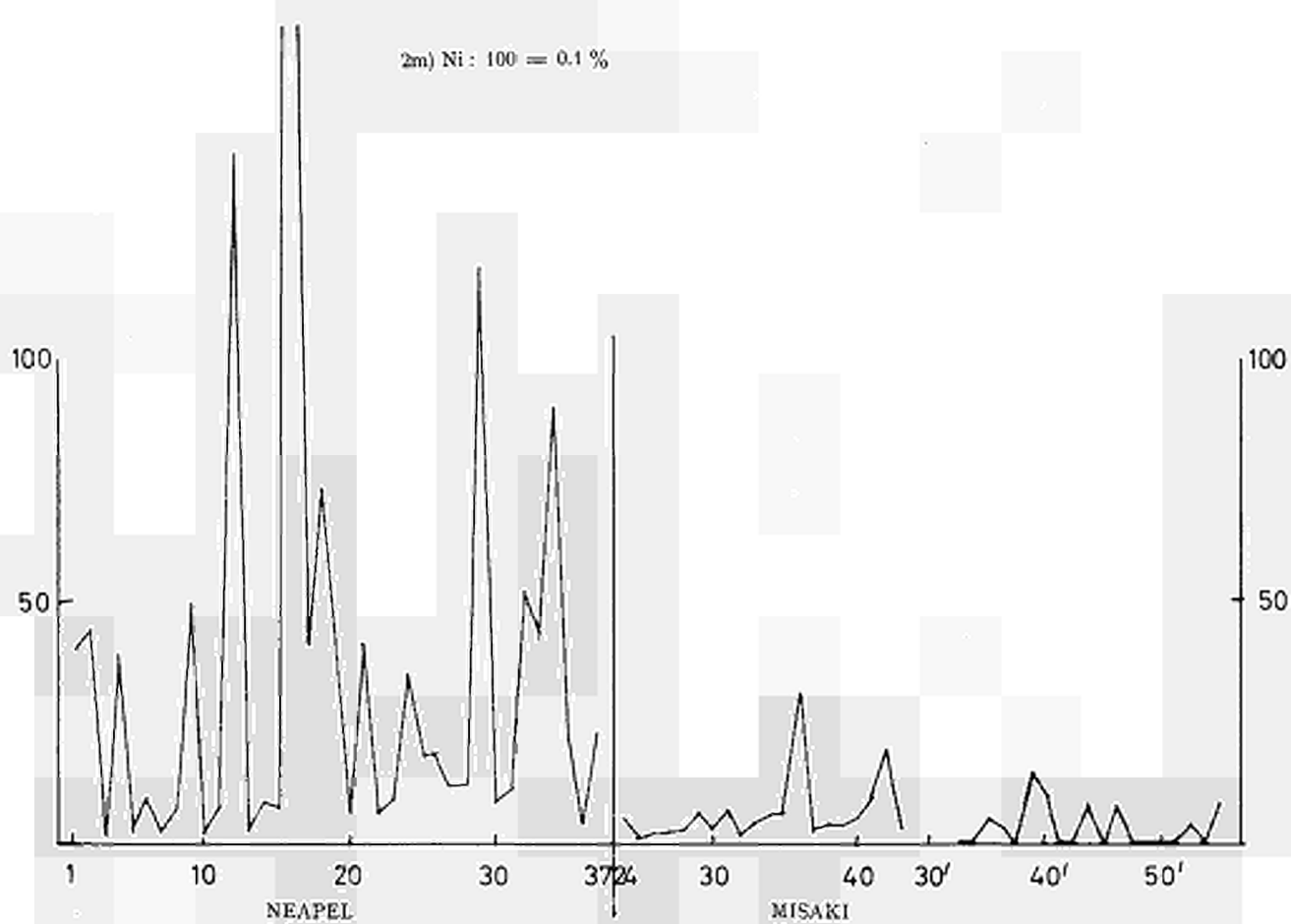
2k) Fe : 100 = 10 %



2l) Co : 100 = 0.0219 %



2m) Ni : 100 = 0.1 %







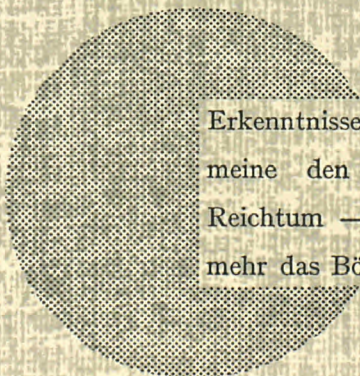
**AN UNSERE LESER**

Alle Euratom-Berichte werden nach Erscheinen in der von der Zentralstelle für Information und Dokumentation (CID) herausgegebenen Monatszeitschrift **EURATOM INFORMATION** angezeigt. Abonnements (1 Jahr : DM 60) und Probehefte sind erhältlich bei :

**Handelsblatt GmbH**  
**"Euratom Information"**  
**Postfach 1102**  
**D-4 Düsseldorf (Deutschland)**

oder

**Office de vente des publications**  
**des Communautés européennes**  
**2, Place de Metz**  
**Luxembourg**



Erkenntnisse verbreiten ist soviel wie Wohlstand verbreiten — ich meine den allgemeinen Wohlstand, nicht den individuellen Reichtum — denn mit dem Wohlstand verschwindet mehr und mehr das Böse, das uns aus dunkler Zeit vererbt ist.

Alfred Nobel



# VERTRIEBSSTELLEN

Alle Euratom-Berichte sind bei folgenden Stellen zu den auf der ersten Rückseite des Umschlags angegebenen Preisen erhältlich (bei schriftlicher Bestellung bitte die EUR-Nummer und den Titel, die beide auf der ersten Umschlagsseite jedes Bericht stehen, deutlich angeben).

## PRESSES ACADEMIQUES EUROPEENNES

98, Chaussée de Charleroi, Bruxelles 6

Banque de la Société Générale - Bruxelles  
compte N° 964.558,

Banque Belgo Congolaise - Bruxelles  
compte N° 2444.141,

Compte chèque postal - Bruxelles - N° 167.37,

Belgian American Bank and Trust Company - New York  
compte No. 22.186,

Lloyds Bank (Europe) Ltd. - 10 Moorgate, London E.C.2,  
Postscheckkonto - Köln - Nr. 160.861.

## OFFICE CENTRAL DE VENTE DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTES EUROPEENNES

2, place de Metz, Luxembourg (Compte chèque postal N° 191-90)

### BELGIQUE — BELGIË

MONITEUR BELGE  
40-42, rue de Louvain - Bruxelles  
BELGISCH STAATSBLAD  
Leuvenseweg 40-42 - Brussel

### LUXEMBOURG

OFFICE CENTRAL DE VENTE  
DES PUBLICATIONS DES  
COMMUNAUTES EUROPEENNES  
9, rue Goethe - Luxembourg

### DEUTSCHLAND

BUNDESANZEIGER  
Postfach - Köln 1

### NEDERLAND

STAATSDRUKKERIJ  
Christoffel Plantijnstraat - Den Haag

### FRANCE

SERVICE DE VENTE EN FRANCE  
DES PUBLICATIONS DES  
COMMUNAUTES EUROPEENNES  
26, rue Desaix - Paris 15<sup>e</sup>

### ITALIA

LIBRERIA DELLO STATO  
Piazza G. Verdi, 10 - Roma

### UNITED KINGDOM

H. M. STATIONERY OFFICE  
P. O. Box 569 - London S.E.1

EURATOM — C.I.D.  
51-53, rue Belliard  
Bruxelles (Belgique)