Während der Anfertigung dieser Dissertation wurden unter meiner Beteiligung folgende Arbeiten, deren Inhalt teilweise Bestandteil dieser Arbeit ist, publiziert bzw. zur Publikation angenommen:

Wehausen R. & Brumsack H.-J. (1998) The formation of Pliocene Mediterranean sapropels: constraints from high-resolution major and minor element studies. In *Proc. ODP, Sci. Res.* (Hrsg. K.-C. Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter & A. Camerlenghi) **160**, 207-217. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Wehausen R. & Brumsack H.-J. (1999) Cyclic variations in the chemical composition of eastern Mediterranean Pliocene sediments: a key for understanding sapropel formation. *Mar. Geol.* **153**, 161-176.

Brumsack H.-J. & Wehausen R. (1999) A geochemical record of precession-induced cyclic eastern Mediterranean sedimentation: Implications for northern Sahara humidity during the Pliocene. *Naturwissenschaften*, im Druck.

Wehausen R. & Brumsack H.-J. (angenommen) Chemical cycles in Pliocene sapropel bearing and sapropel barren eastern Mediterranean sediments. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*

»Indem ich dieses Kapitel niederschreibe (April 1830), komme ich aus einer Versammlung der geologischen Gesellschaft zu London, in welcher der Präsident in seiner Anrede den Ausdruck „ein geologischer Logiker“ gebrauchte. Es zeigte sich ein Lächeln auf aller Anwesenden Antlitz, und einige konnten, gleich Ciceros Auguren, ein Lachen nicht unterdrücken; so drollig erschien die Zusammenstellung der Geologie und Logik.«
Ch. Lyell, Principles of Geology,
Deutsche Ausgabe von 1833.
(entnommen aus: Schwarzbach, 1993).

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung/Abstract 1

1. Einleitung..... 8

1.1. Untersuchungsgebiet Mittelmeer..... 8

1.2. Bildungshypothesen der Sapropele..... 10

1.3. Zyklizität der Mittelmeersedimente..... 12

1.4. ODP Leg 160..... 12

1.5. Ziel und Aufbau dieser Arbeit 14

2. Probenbeschreibung 16

2.1. Lokationen..... 16

2.2. Bohrkerne und Probenahme..... 17

3. Untersuchungsmethoden..... 19

3.1. Probenaufbereitung..... 19

3.2. Coulometrie..... 19

3.3. Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)..... 20

3.4. Auslaugungsexperimente (Leaching)..... 22

3.5. Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)..... 27

3.6. Thermionen-Massenspektrometrie (TIMS)..... 29

3.7. Bestimmung von $\delta^{34}S$ mittels Cirm-MS..... 29

4. Geochemische Charakterisierung und Herkunft der Sedimente..... 30

4.1. Sedimentkomponenten und Mittelwerte..... 30

4.2. Sapropele und Anreicherungshorizonte..... 34

4.2.1. Elementanreicherungen..... 36

4.2.2. Hintergrundwerte von Spurenelementen..... 42

4.3. Turbidite..... 46

4.3.1. Signaturen lithogener Elemente..... 48

4.3.2. Signaturen carbonatgebundener Elemente..... 52

4.3.3. Redoxsensible und chalkophile Elemente in Turbidit A..... 52

4.3.4. Vergleich von Turbiditen und Normalsedimenten..... 58

4.4. Carbonatzyklen..... 61

4.5. Zyklen und Herkunft des lithogenen Materials..... 69

5. Astronomische Datierung und Ablagerungsraten..... 85

5.1. Prozeßsteuerung durch astronomische Parameter..... 85

5.2. Erstellung von Altersmodellen..... 90

5.3. Bestimmung von Sedimentations- und Akkumulationsraten..... 102

6. Paläoumweltbedingungen 107

6.1. Bedeutung der Eintragsquellen 107

6.2. Transportwege 112

6.2.1. Transportwege im heutigen Mittelmeer..... 112

6.2.2. Mögliche Änderungen der Transportwege 115

6.3. Ablagerungsmilieu 119

6.3.1. Paläoproduktivität..... 119

6.3.2. Burn-down Phänomen 126

6.3.3. Spurenelementakkumulation..... 128

6.3.4. Verteilung von Mn..... 132

6.4. Modellvorstellungen 135

6.4.1. Aussagen dieser Arbeit..... 135

6.4.2. Literaturbefunde..... 136

6.4.3. Modellvorstellungen zu Zeiten von Insolationsminima (heutige Situation)..... 138

6.4.4. Modellvorstellungen zu Zeiten schwacher Insolations-maxima..... 139

6.4.5. Modellvorstellungen zu Zeiten moderater Insolations-maxima..... 140

6.4.6. Modellvorstellungen zu Zeiten intensiver Insolations-maxima..... 141

7. Zusammenfassung 143

8. Literaturverzeichnis..... 148

Anhang

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit hochauflösenden anorganisch-geochemischen Untersuchungen an pliozänen vor etwa 3,1 bis 2,3 Millionen Jahren abgelagerten Sedimenten aus dem östlichen Mittelmeer. Die Sedimente wurden während des Fahrtabschnitts 160 des internationalen Tiefseebohrprogramms (ODP) an den Lokationen 964 (Pisano Plateau, Ionisches Meer), 969 (Mediterraner Rücken, südlich von Kreta), 967 (nördlicher Hang des Eratosthenes Seamount, südlich von Zypern) und 966 (Gipfelplateau des Eratosthenes Seamount) abgeteuft. Ziel der Arbeit war die Erforschung der sich periodisch ändernden Paläoumweltbedingungen im Mittelmeer.

Bei dem untersuchten Material handelt es sich um kalkige Nannofossilschlämme mit Carbonatgehalten zwischen etwa 50 und 70 % in die Sapropele, d.h. Lagen mit organischen Kohlenstoffgehalten zwischen 2 und 31 %, eingeschaltet sind.
In den Sapropelen wurden zum Teil extrem hohe Spurenmetallgehalte nachgewiesen, die den in Kreide-Schwarzschiefern ermittelten Werten ähneln. Es wurde festgestellt, daß signifikante Mengen von Metallen auch unterhalb der Sapropele in der Zone diagenetisch gebildeter Sulfide angereichert sind. Barium-Anreicherungen wurden in allen Sapropelen, aber auch in Sedimenten vorgefunden, die arm an organischem Kohlenstoff sind. Diese Anreicherungen stellen geeignete Indikatoren für die ursprüngliche Position von Sapropelen und für Phasen erhöhter Produktion organischen Materials dar.

Als weitere Besonderheit konnten in den untersuchten Abschnitten von Lokation 964 (Ionisches Meer) zwei Turbidite nachgewiesen werden. Ihre Unter- und Obergrenzen können anhand von Teufenprofilen der Elementgehalte identifiziert werden. Sie zeichnen sich durch eine gradierte Schichtung mit höherem Siltanteil und Schwermineralgehalten in ihrem unteren Abschnitt aus. Die Teufenprofile der Gehalte fast aller Elemente können mit den sedimentationsbedingten Sortierungsprozessen erklärt werden. Das Mn/Al-Profil kann anhand der Remobilisierung und Diffusion von zweiwertigem Mangan unter suboxischen Bedingungen erklärt werden.

Eine Zyklizität der Carbonatgehalte, wie sie z.B. in den zeitgleich abgelagerten Sedimenten Siziliens auftritt, konnte nur in wenigen Abschnitten gefunden werden. Sapropele weisen in der Regel geringere Carbonatgehalte als die sie umgebenden Sedimente auf. Andere, ebenfalls an Barium angereicherte Lagen sind oftmals durch Maxima im Carbonatgehalt charakterisiert. Neben den Strontium- stehen auch die Mangan-, zum Teil auch die Magnesiumgehalte mit den Carbonatgehalten im Zusammenhang. Laterale Unterschiede im Verhältnis von Strontium zu Calcium weisen auf unterschiedliche

Häufigkeiten von Aragonit-bildenden Organismen hin. Die Korrelation von Mn/Al- und Ca/Al-Verhältnissen deutet auf eine Bildung von Mangancarbonat-Überzügen auf den Oberflächen von biogenen Calcitschalen hin.

Im Gegensatz zu den Carbonatgehalten lassen sich Fluktuationen in der Zusammensetzung des terrigen-detritischen Materials in fast allen untersuchten Sedimentabschnitten finden. Sie spiegeln sich in den zyklischen Variationen der Si/Al-, Ti/Al-, Mg/Al- und Zr/Al- Verhältnisse, an den Sites 967 und 966 auch der K/Al-Verhältnisse, wider.
Sapropele oder Sedimente die auf eine erhöhte Bioproduktion im östlichen Mittelmeer hinweisen zeichnen sich durch höhere Anteile an fluviatilem Material aus. Dieses stammt an den Sites 967 und 966 überwiegend vom Nil und besitzt geringe Mg/Al- und K/Al-Verhältnisse. Die Sites 964 und 969 hingegen erhalten Material der von Norden einmündenden Flüsse, das sich durch höhere Mg/Al- und K/Al-Verhältnisse auszeichnet und im Falle des Eintrags aus der Nordwest-Ägäis besonders Mg-, Cr- und Ni-reich ist. Die übrigen Sedimente enthalten höhere Anteile an größtenteils aus der Sahara stammendem äolisch eingetragenem Material, das beckenweit eine recht ähnliche Zusammensetzung aufweist und durch höhere Si/Al-, Ti/Al- und Zr/Al-Verhältnisse gekennzeichnet ist.

Daß die zyklischen Schwankungen der Zusammensetzung des terrigen-detritischen Materials auf die Variationen der astronomischen Parameter Präzession und Neigung der Erdachse zurückzuführen sind, beweist die Ähnlichkeit des Ti/Al-Profils von Site 967 mit der La90-65°N-Sommer-Sonneneinstrahlungskurve. Ein Abgleich der in dieser Arbeit gewonnenen chemischen Profile mit der genannten Sonneneinstrahlungskurve ermöglichte die Erstellung von exakten Altersmodellen der ungestörten Abfolgen. Basierend darauf konnten Sedimentations- und Akkumulationsraten berechnet werden.
Die getrennte Betrachtung von Ablagerungs-Halbzyklen der Lokationen 969 und 967 zeigt, daß die Sedimentationsraten während der Sonneneinstrahlungsmaxima geringer waren. Dabei nahm neben der Akkumulation von Carbonat im Mittel auch die Akkumulation von terrigen-detritischem Material ab. Da der Anteil äolischen Materials an der Sedimentation während dieser Perioden geringer ist, resultiert daraus eine Abnahme der Eintragsmengen diesen Materials. Bisherige Untersuchungen zur Paläoklimatologie der nördlichen Sahara sprechen dafür, daß in Zeiten der Sapropelbildung ein humideres Klima mit einer dichteren Vegetationsbedeckung vorgelegen hat. Aus diesem Grund konnte weniger Staub entstehen und ins Mittelmeer eingetragen werden.
Modellrechnungen zeigen, daß die akkumulierten Mengen fluviatil eingetragenen Materials an den Sites 969 und 967 während der Sonneneinstrahlungsmaxima höher waren. Die Akkumulationsraten äolischen Materials sind an beiden Lokationen in etwa

gleich hoch. Das fluviatile Material besitzt an Site 969 einen geringeren Anteil und an Site 967 einen höheren Anteil am gesamten terrigen-detritischen Material als das äolische Material.

Neben den Änderungen der Eintragsquellen könnte sich ein Wechsel des Strömungsmusters insbesondere auf die Sedimente von Lokation 969 ausgewirkt haben. Darauf deutet ein ungewöhnlich starker Rückgang des Ti/Al-Verhältnisses in einigen der dort vorliegenden Sapropele hin. Dieser kann mit einem drastischen Rückgang des mit der Strömung aus Osten herantransportierten Ti- reichen Materials erklärt werden. Während der Ablagerung Sapropel-freier rötlicher Sedimente hat ein solcher Strömungswechsel offenbar nicht stattgefunden.

Mit den Verhältnissen von organischem Kohlenstoff (TOC) zu Barium bietet sich die Möglichkeit, die initialen TOC-Gehalte der lediglich an Barium angereicherten Horizonte zu bestimmen und daraufhin die Höhe der Paläoprimärproduktion abzuschätzen. Verwendet werden dazu die TOC/Ba-Verhältnisse von solchen Proben, die aus dem unteren Teil von Sapropelen stammen und von einem postsedimentären oxischen Abbau unbeeinflußt geblieben sein sollten. Diese Verhältnisse nehmen mit zunehmender Wassertiefe des Ablagerungsraums ab. Aufgrund der anhand verschiedener Formeln abgeschätzten Paläoprimärproduktionsraten ist von Bedingungen einer verstärkten Erhaltung organischen Materials während der Sapropelbildung, z.B. anoxischen Verhältnissen im Tiefenwasser, auszugehen. Am Eratosthenes Seamount (Lokationen 967 und 966) war auch während der weniger ausgeprägten Sonneneinstrahlungsmaxima die Bioproduktion erhöht. Zu Zeiten besonders intensiver Sonneneinstrahlungsmaxima war die Primärproduktion an Lokation 969 am höchsten. Hier wurden Werte von über 300gC/m^2•a erreicht, ein Wert der mit Primärproduktionsraten von Auftriebsgebieten vergleichbar ist.
Die Dauer der Hochproduktionsphasen liegt im Mittel bei 8000- 9000 Jahre, an Lokation 964 (Ionisches Meer) bei etwa 3000 Jahren.
Werden die initialen mit heute vorliegenden organischen Kohlenstoffgehalten oder den geschätzten Primärproduktionsraten verschiedener Ba-reicher Horizonte verglichen, so zeigt sich, daß der postsedimentäre oxische Abbau von organischem Material von Fall zu Fall mit einer unterschiedlichen Effektivität stattgefunden hat. Um diese Unterschiede zu erklären, sind ein bei beckenweiter Sapropelbildung auftretender sich selbst verstärkender Prozeß der Erhaltung oder im Fall fehlender Sapropelerhaltung eine saisonale vollständige Remineralisierung des organischen Materials anzunehmen.

Die Spurenelement-Akkumulationsraten unterstützen die Hypothese eines von Fall zu Fall unterschiedlichen Ablagerungsmilieus der Sapropele. Während schwacher Sonnen-

einstrahlungsmaxima werden nur an Site 967 geringe Überschuß-Mengen an Spurenelementen akkumuliert. Während der intensiven Sonneneinstrahlungsmaxima werden an Site 969 die größten Spurenmetallmengen gefunden. An Site 964 jedoch ist, im Verhältnis zur Menge des akkumulierten TOC, die Anreicherung von Spurenmetallen (As, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, V, Zn) in den Sapropelen am höchsten. Möglicherweise ist die Verfügbarkeit dieser Elemente im Ionischen Becken besonders hoch.
Ein Vergleich der Mangangehalte und Mangan-Akkumulationsraten Sapropele enthaltender und Sapropel-freier Sedimente zeigt, daß die Umverteilung von Mangan von flacheren in tiefere Regionen während der Sapropelbildung intensiviert war. Nach Bilanzrechnungen erfolgte möglicherweise ein Export von Mn in das westliche Mittelmeer.

Sämtliche in dieser Arbeit ermittelten Einzelbefunde münden in einem Modell, das vier verschiedene Szenarien der paläoklimatisch-/paläoozeanographischen Bedingungen im östlichen Mittelmeer widerspiegelt.
Zu Zeiten von Sonneneinstrahlungsminina, entsprechend den heute vorzufindenden Verhältnissen, ist das östliche Mittelmeer durch ein arides Klima und oligotrophe Bedingungen geprägt.
Zeiten der Sonneneinstrahlungsmaxima zeichnen sich durch ein humideres Klima aus und können je nach ihrer Stärke schwache, moderate oder intensive Auswirkungen auf das östliche Mittelmeer haben.
Während schwacher Sonneneinstrahlungsmaxima werden keine Sapropele gebildet und rötliche Sedimente abgelagert.
Zu Zeiten moderater Sonneneinstrahlungsmaxima beschränkt sich die Bildung von Sedimenten die reich an organischem Material sind auf nur einige Bereiche des östlichen Mittelmeeres.
Während intensiver Sonneneinstrahlungsmaxima findet eine beckenweite Bildung und Erhaltung von Sapropelen, begleitet von einer zumindest zeitweisen Zirkulationsumkehr der Oberflächen- und Intermediärwassermassen, statt.

Abstract

In this thesis results of high-resolution geochemical investigations on 2.3 to 3.1 million year old Pliocene sediments from the eastern Mediterranean are presented. The sediments were recovered during Ocean Drilling Program Leg 160 at Sites 964 (Pisano Plateau, Ionian Sea), 969 (Mediterranean Ridge, south of Crete), 967 (northern slope of Eratosthenes Seamount, south of Cyprus), and 966 (top of Eratosthenes Seamount). The aim of this study is to contribute to the understanding of the periodic changes of the eastern Mediterranean paleoenvironment.

The investigated material was identified as nannofossil ooze with carbonate contents between 50 and 70 % with intercalated sapropels, layers with organic carbon (TOC) contents between 2 and 31 %. The sapropels are characterized by a high content of trace elements similar to Cretaceous black shales. It was found that significant amounts of some trace elements are also present below the sapropels in the zone of diagenetically formed sulphide-enrichment. Barium-enrichments were found in all investigated sapropels and also in sediments low in TOC content. These Ba-enrichments can be used as proxies for the former position of sapropels and intervals of enhanced productivity of organic matter.

Further remarkable intervals were found in the sediments from Site 964 and were identified as turbidites. They are characterized by a gradual bedding with higher silt and heavy mineral contents in the basal part. The upper and lower contacts of these deposits can be defined after the elemental signatures. Most of the investigated elements display depth profiles in the turbidites which can be explained by the sedimentation-related grain size sorting process. The Mn/Al profile can be explained by remobilization and diffusion of Mn(II) under suboxic conditions.
A cyclicity of the carbonate content was only found in some parts of the investigated sedimentary intervals. Sapropels generally have lower carbonate contents than the surrounding sediments. Sr and Mn contents of the sediments are correlated with the Ca content. It is likely that manganese carbonate coatings occur on the surfaces of biogenic calcite fragments.

In contrast to the carbonate content cyclic variations in the composition of the terrigenous-detrital matter were found in nearly all of the investigated sedimentary intervals. Those are displayed in the Si/Al-, Ti/Al-, Mg/Al-, and Zr/Al- profiles, at Sites 967 and 966 also in the K/Al-profile. Sapropels or sediments indicating an enhanced bioproductivity are characterized by a higher fraction of fluvially derived terrigenous-detrital matter. In the case of Sites 967 and 966 this material originates predominantly from the Nile and its Mg/Al and K/Al ratios are low. Sites 964 and 969 receive material originating from rivers of the northern borderlands of the eastern Mediterranean during intervals of a higher productivity of organic matter. This material is rich in Mg, Cr, and Ni and can partly be attributed to an ultramafic source, probably on the greek mainland. The other sedimentary intervals are characterized by a higher contribution of eolian derived material, mainly of Saharan origin. This material has a similar composition basinwide and is characterized by higher Si/Al, Ti/Al and Zr/Al ratios.

The mentioned cyclic variations in the chemical composition of the terrigenous-detrital matter are correlated with the earth´s orbital parameters, i.e., precession and obliquity.

Evidence for this is given by the similarity of the Ti/Al-profile from Site 967 and the La90-65°N-insolation target curve. By a combination of the chemical profiles with the insolation curve excact time models can be obtained for the undisturbed sedimentary sections. Based on this the sedimentation- and accumulation rates can be calculated. When the chemical profiles of Sites 969 and 967 are subdivided into minima- and maxima-half-cycles, this demonstrates that the accumulation rate of both carbonate and terrigenous- detrital matter are generally lower during the insolation maxima. Since the contribution of eolian derived material to the sediments is lower during these periods, it can be concluded that a decrease of the amount of dust introduced into the basin occured. Earlier investigations regarding the paleoclimatology of the northern Sahara suggest that during times of sapropel formation a more humid climate with a vegetation cover prevailed in this region. Therefore the amount of desert dust generated and transported into the Mediterranean may have been lower.
Model calculations show that during the insolation maxima the amount of fluvially derived material being deposited at Sites 969 and 967 was higher. The accumulation rates of eolian derived material are in a similar range for both sites. The fraction of the river derived material is smaller than the eolian derived material at Site 969 and higher at Site 967.

Besides the changes regarding the sources of the terrigenous- detrital matter there may have been an influence of the water currents, especially on the sediments from Site 969. This seems to be expressed by a drastic decrease of the Ti/Al- ratios in some of the sapropels of that location. This decrease may be explained by a shut-off of the current induced westward transport of Ti-rich material from a source in the East, where Ti/Al ratios are highest (Sites 967 and 966). Maybe during deposition of the sapropel-barren reddish intervals such a change in the water current pattern did not occur.

TOC/Ba ratios can be used to determine the initial organic carbon content of sediments and estimate the primary productivity of layers that are enriched in Ba. For such a procedure TOC/Ba ratios of samples from the lower part of sapropels which have not been under the influence of the postsedimentary burn-down process are used. These ratios are decreasing with an increasing water-depth. The estimated primary productivity values obtained by different equations indicate that conditions of enhanced preservation, e.g. anoxic bottom water, did exist during sapropel formation. At the Eratosthenes Seamount (Sites 967 and 966) productivity was also higher during the less intense insolation maxima. During very strong insolation maxima the primary productivity reaches the highest values of up to 300 $gC/m^2 \bullet yr$ at Site 969. This is a rate comparable to modern upwelling systems.
The duration of the intervals with higher productivity is on average between 8000 and

9000 years, at Site 964 (Ionian Sea) the average duration is 3000 years.
A comparison of the initial organic carbon content and the content of organic carbon preserved in sapropels or a comparison of primary productivity rates of different Ba-rich intervals shows that the postsedimentary decomposition of organic matter did not have the same efficiency in time and space. To explain these differences a self amplificating effect of preservation during a basinwide sapropel formation or a complete seasonal remineralization of the organic matter in the case of ‚missing' sapropels is necessary.
Trace metal accumulation rates support the hypothesis that the depositional environment was not the same for all sapropels or productivity-events. During weak insolation maxima only a slightly enhanced trace metal accumulation occured at Site 967 but not at the other locations. During a basinwide sapropel- formation the trace element/initial TOC ratios of As, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, V, and Zn are found to be the highest in the sapropels of Site 964. Perhaps the availability of these elements is highest in the Ionian Basin.
A comparison of manganese contents and manganese accumulation rates of sapropel-bearing and sapropel-barren sediments shows that the redistribution process, i.e. transport of Mn from shallower into deeper parts of the basin, must have been more intense during intervals of sapropel formation. According to budget calculations an export of Mn into the western Mediterranean may have occured.

Based on the results presented in this thesis a model is provided consisting of four different paleoclimatic/paleoceanographic scenarios in the eastern Mediterranen.
During insolation minima a more arid climate and oligotrophic conditions prevail in the eastern Mediterranean.
In times of insolation maxima climate is more humid and may have a weak, moderate or intense impact on the eastern Mediterranean paleoenvironment:
During weak insolation maxima no sapropels are formed and reddish sediments are deposited.
In times of moderate insolation maxima organic carbon rich sediments are only formed in some part of the eastern Mediterranean.
During intense insolation maxima a basinwide formation and preservation of sapropels occurs, accompanied by an at least temporary inversion of the surface and intermediate water currents.

1. Einleitung

1.1. Untersuchungsgebiet Mittelmeer

Das Mittelmeer stellt in vielerlei Hinsicht ein interessantes Objekt meeres- und geowissenschaftlicher Forschung dar. Dies ist vor allem mit seiner geographisch-tektonischen Lage in der Kollisionszone der afrikanischen und eurasischen Kontinentalplatten zu begründen. Verschiedenste geotektonische Vorgänge, z.B. Kollision, Subduktion und Überschiebung, können im Bereich des Mittelmeeres studiert werden (z.B. Ben-Avraham & Nur, 1986; Poole & Robertson, 1992; Robertson, 1994). Zudem sind jüngere europäische Gebirgsketten, wie z.B. Alpen und Pyrenäen, im Verlauf seiner Entwicklung im Tertiär gebildet worden. Den tektonischen Vorgängen verdankt das Mittelmeer seine komplizierte, durch Schwellen gegliederte Morphologie (Abb. 1.1.). Seine Verbindung zum Atlantischen Ozean, die Straße von Gibraltar, weist lediglich eine Wassertiefe von 286 m auf. Die Straße von Sizilien, die den Übergang zwischen westlichem und östlichem Mittelmeer bildet, besitzt eine Tiefe von 324 m. Zwischen diesen Schwellen befinden sich tiefe Becken und Tiefseebereiche mit zum Teil über 4000 m Wassertiefe (Vanney & Gennesseaux, 1985).

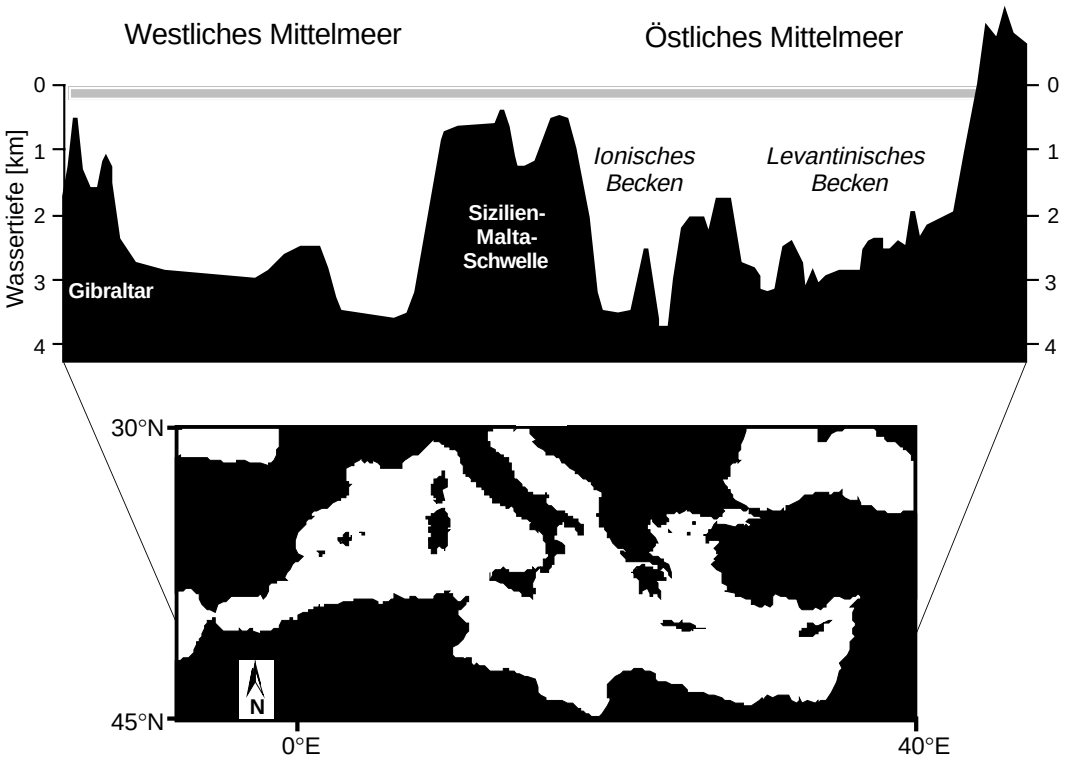


Abb. 1.1. *Querschnittsprofil (nach Emeis et al., 1996b) und Übersichtkarte des Mittelmeeres.*

Die komplexe Morphologie sowie die nur schmale Verbindung zum offenen Ozean sorgen auch aus der Sicht der Meeresforschung für eine Sonderstellung. Stofftransporte ins Mittelmeer und aus dem Mittelmeer heraus lassen sich gut beschreiben und quantifizieren, was diesem Randmeer des Nordatlantiks den Charakter eines „Modellozeans“ verleiht.

Vom geochemischen Standpunkt aus waren in der Vergangenheit insbesondere zwei Merkmale des Mittelmeeres von großem wissenschaftlichem Interesse:
Das Vorliegen messinischer *Evaporite* unterhalb der klastischen Sedimente und das periodische Auftreten von *Sapropel-Lagen*, insbesondere im östlichen Mittelmeer.

Die vor etwa 5,5 Ma gebildeten *Evaporite* sind das Ergebnis der nahezu vollständigen Schließung der Straße von Gibraltar und der dabei einsetzenden Salinitätskrise. Nach dem derzeitigen Stand der Forschung ist es wahrscheinlich, daß das abrupte Ende dieser Periode, d.h. das Wiederbefüllen des Mittelmeeres, im Zuge eines globalen Meeresspiegelanstiegs geschah (McKenzie et al., 1998) und nicht, wie früher vermutet, durch einen tektonisch initiierten „Dammbruch“ verursacht wurde (Hsü et al., 1978). Dort, wo die messinischen Evaporite heute aufgrund tektonischer Prozesse an der Sedimentoberfläche anstehen, haben sich zum Teil anoxische hypersaline Becken, wie z.B. Tyro- und Bannock-Becken (de Lange & ten Haven, 1983), ausgebildet. Wegen ihrer außergewöhnlichen chemischen Charakteristika als Extrembeispiele anoxischer Systeme, sind diese Becken intensiv geochemisch untersucht worden (Van der Weijden et al., 1989; de Lange et al., 1990; Rutten & de Lange, 1997). Auch die Erhaltung von organischem Material und die Umstände der Sapropelbildung wurden am Beispiel des Bannock-Beckens studiert (Howell & Thunell, 1992). Durch die Analyse der Sediment-Porenwässer können Vorkommen und Zusammensetzung der Evaporite auch bis in größere Tiefen von mehreren hundert Metern unter dem Meeresboden verfolgt werden (Emeis et al., 1996a).

Die pliozänen bis holozänen *Sapropele* des Mittelmeeres wurden als diskrete Sedimentlagen mit einer Mächtigkeit von mindestens einem Zentimeter und einem Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC = Total Organic Carbon) von mindestens 2 % definiert (Kidd et al., 1978). In den Jahren 1947/48 wurden von der schwedischen Tiefsee-Expedition erstmals Sapropele im östlichen Mittelmeer mittels des damals neu entwickelten Kolbenlots geborgen (Kullenberg, 1952) und waren forthin Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Es konnte später nachgewiesen werden, daß diese Lagen zeitgleich im gesamten östlichen Mittelmeer auftreten und vereinzelt auch im westlichen Mittelmeer zu finden sind (Stanley, 1978).
Die genaue Entstehungsgeschichte der Sapropele ist aus zweierlei Gründen interes-

sant. Erstens dient deren Erforschung dem besseren Verständnis regionaler wie globaler Klimaentwicklungen und deren Auswirkungen auf die Umweltbedingungen. Zweitens trägt das Wissen über die Sapropele zum Verständnis älterer TOC-reicher Ablagerungen, zum Beispiel der Kreide-Schwarzschiefer, bei.

1.2. Bildungshypothesen der Sapropele

Ein erster Erklärungsansatz zum Szenario der Sapropelbildung beruhte auf der Annahme einer stabilen Dichteschichtung (Stagnation) der Wassersäule und anoxischer Verhältnisse im Tiefenwasser des Mittelmeeres, wodurch die Erhaltung von organischem Material begünstigt wurde (Bradley, 1938). Dieses Modell erfuhr zunächst dadurch Bestätigung, daß man in den Sapropelen negative Sauerstoff-Isotopenanomalien in Schalen planktischer Foraminiferen (z.B. *Globigerinoides ruber*) fand (Williams et al., 1978; Vergnaud-Grazzini et al., 1986), welche auf geringere Salinitäten und damit einen erhöhten Süßwassereintrag hindeuteten. Zudem konnte ein häufigeres Vorkommen solcher Foraminiferen in den Sapropelen nachgewiesen werden, die bevorzugt bei geringeren Salinitäten auftreten (Thunell et al., 1984). Als Quelle für einen erhöhten Süßwassereintrag wurde einerseits ein erhöhter Zustrom von Schmelzwasser aus dem Schwarzen Meer angenommen (Olausson, 1961), was ein rhythmisches Auftreten von Sapropelen im Zuge von Glazial-/Interglazialzyklen erzeugt hätte. Andererseits konnte Rossignol-Strick (1983; 1985) zeigen, daß das zeitliche Auftreten der Sapropele mit dem Afrikanischen Monsun und dem daraus resultierenden erhöhten Nilabstrom in Verbindung zu stehen scheint. Cramp et al. (1988) sowie Rohling & Hilgen (1991) haben später postuliert, daß erhöhte Niederschlagsmengen in den nördlich an das Mittelmeer angrenzenden Ländern zusätzlich zum Nil für einen intensivierten Süßwassereintrag zu Zeiten der Sapropelablagerung gesorgt haben. Heutzutage überwiegt die Verdunstung von Wasser über dem Mittelmeer gegenüber den Einträgen durch Flüsse und Niederschläge (=negative Wasserbilanz). Zu den Zeiten der Sapropelbildung sollte gemäß der Theorie eine positive Wasserbilanz geherrscht haben.
Das reine Stagnations- und Erhaltungsmodell mußte inzwischen revidiert werden, weil anhand von geochemischen Untersuchungen nachgewiesen werden konnte, daß während der Sapropelbildung auch die Bioproduktion erhöht war (z.B. Calvert, 1983; Sutherland et al., 1984; Krom et al., 1992). Während das derzeitige anti-ästuarine Zirkulationsmuster des Mittelmeeres zu einem Export von Nährstoffen führt, wurde beispielsweise postuliert, daß sich die Zirkulation zu Zeiten der Sapropelbildung umgekehrt haben könnte (Sarmiento et al., 1988), was zu einem Nährstoff-Recycling geführt hätte (Abb. 1.2.). Neueste Ansätze versuchen, die verbesserte Nährstoffbilanz der Oberflächenwässer mit einem gleichbleibendem anti-ästuarinen Zirkulationsmuster, aber einer Verschiebung der Dichtesprungschicht des östlichen Mittelmeeres hinauf in die

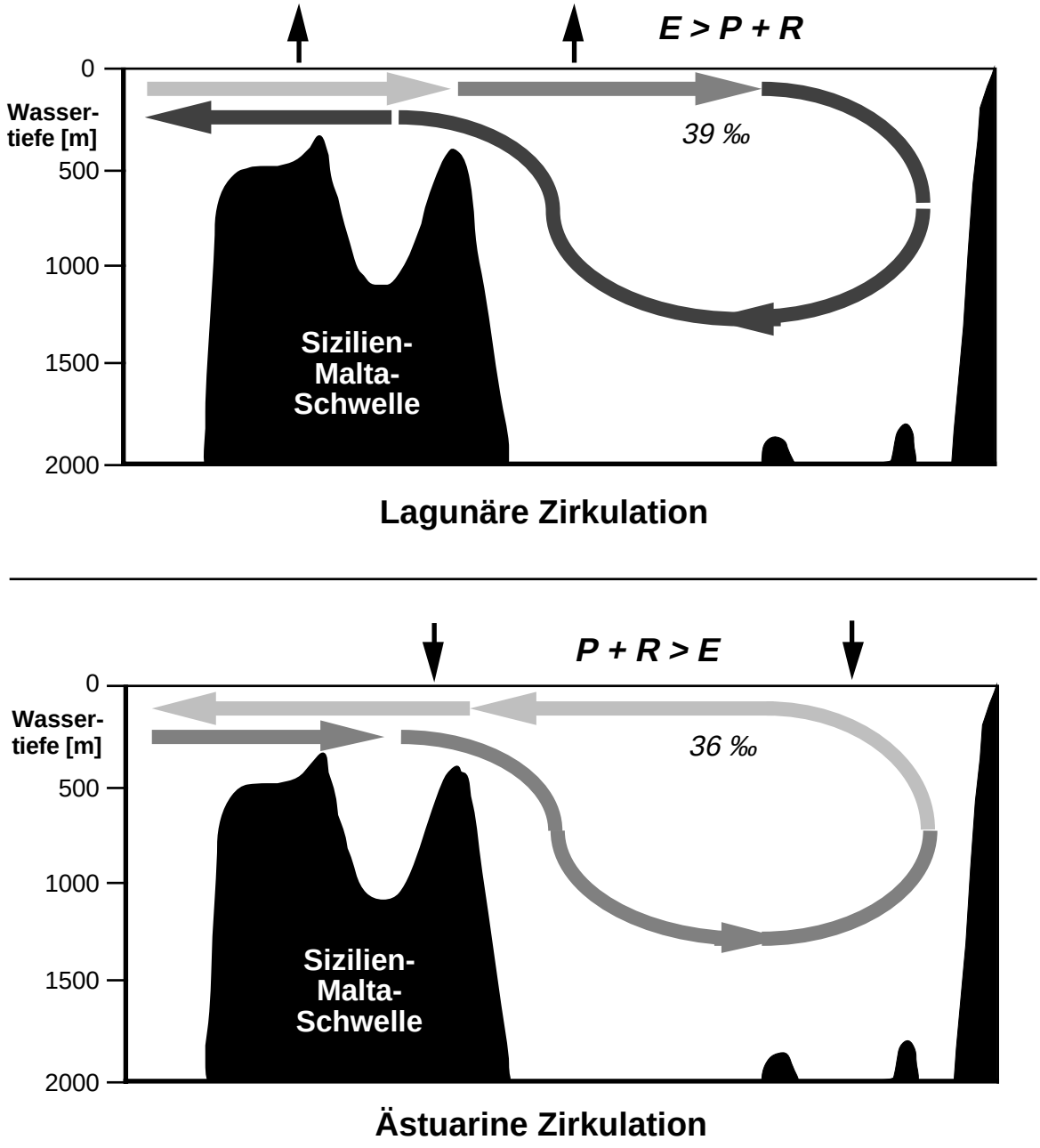


Abb. 1.2. *Schema zweier möglicher Zirkulationsmuster im östlichen Mittelmeer. Die obere Zeichnung repräsentiert die heutige Situation, die einer anti-ästuarinen Zirkulation entspricht. Die Verdunstung (E) ist dabei höher als die Summe der Niederschläge (P) und Flußwassereinträge (R), es herrscht eine negative Wasserbilanz. Das einströmende Wasser wird salzhaltiger und schwerer, sinkt ab und verläßt das östliche Mittelmeer als Intermediärwasser. Dabei findet ein Export von Nährstoffen statt. Eine ästuarine Zirkulation könnte zu Zeiten der Sapropelbildung vorgelegen haben. Die positive Wasserbilanz (P+R>E) sorgt für geringere Salinitäten im Oberflächenwasser, dadurch kehren sich die Strömungsrichtungen um. Es kommt zu einem „Recycling" von Nährstoffen, wodurch eine erhöhte Bioproduktion verursacht wird. (Nach Howell & Thunell, 1992 und Emeis et al., 1996a).*

photische Zone zu erklären (Rohling und Gieskes, 1989; Rohling, 1994).

1.3. Zyklizität der Mittelmeersedimente

Es ist im Rahmen vieler früherer Untersuchungen an Landaufschlüssen Süditaliens festgestellt worden, daß die miozänen bis holozänen Sedimente des Mittelmeeres zyklische Variationen in ihrer Farbe, ihrem Carbonatgehalt und der Tonmineralzusammensetzung aufweisen (Zijderveld et al., 1986; Hilgen, 1987; Hilgen und Langereis, 1989; De Visser et al., 1989; Van Os, 1994; Foucault und Mélières, 1995). Zunächst wurde angenommen, daß diese Zyklizität allein durch die Präzession gesteuert ist, denn die Bildung von Sapropelen korreliert mit dem Eintreten des Perihels im Nordhemisphären-Sommer, d.h. mit Minima im Präzessionsindex (Berger, 1978; Abb. 1.3), (Rossignol-Strick, 1983, 1985; Prell & Kutzbach, 1987; Hilgen, 1991). Neuere Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß die in die Sedimente eingeschalteten Sapropele in ihrem zeitlichen Auftreten und ihrer Dicke sehr gut mit den Maxima in der 65°N-Sommer-Sonneneinstrahlungskurve korrelieren (Lourens et al., 1996). Diese anhand der Formeln von Laskar (1990 & et al., 1993) aufgestellte Kurve stellt eine Kombination aus den Einflüssen der drei verschiedenen orbitalen Parameter dar: Exzentrizität, Neigung und Präzession der Erdachse (Abb. 1.3.).
Sedimentabschnitte mit einem sehr häufigen Vorkommen von Sapropelen (Sapropel-„Bündel“) sind mit Perioden hoher Amplituden und Bereiche ohne Sapropele mit Perioden kleiner Amplituden in der Sonneneinstrahlungskurve der nördlichen Hemisphäre assoziiert. Es kann also in hohem Maße von einer Klimasteuerung der Sapropelbildung ausgegangen werden, wobei die Stärke der Klimaänderung mit der Intensität der ozeanographischen Änderungen, die zur Sapropelbildung führen können, im Zusammenhang steht. Allerdings konnten Van Santvoort et al. (1997) z.B. keine klare Beziehung zwischen dem berechneten ursprünglichen organischen Kohlenstoffgehalt und der Stärke der Sonneneinstrahlung nachweisen. Die Frage nach dem genauen paläoklimatischen und paläoozeanographischen Scenario der Sapropelbildung ist bisher immer noch offen.

1.4. ODP Leg 160

Nach den DSDP (Deep Sea Drilling Project) Legs 13 und 42A (Leg = Fahrtabschnitt) sowie ODP (Ocean Drilling Program) Leg 107 fanden im Jahr 1995 erneut zwei Bohrfahrten des ODP ins östliche (Leg 160) und westliche (Leg 161; Comas et al., 1996) Mittelmeer statt. Während der Bohrfahrt ins östliche Mittelmeer (Leg 160), an der auch Prof. Dr. H.-J. Brumsack (Anorganischer Geochemiker) und Prof. Dr. J. Rullkötter (Organischer Geochemiker) vom Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) der

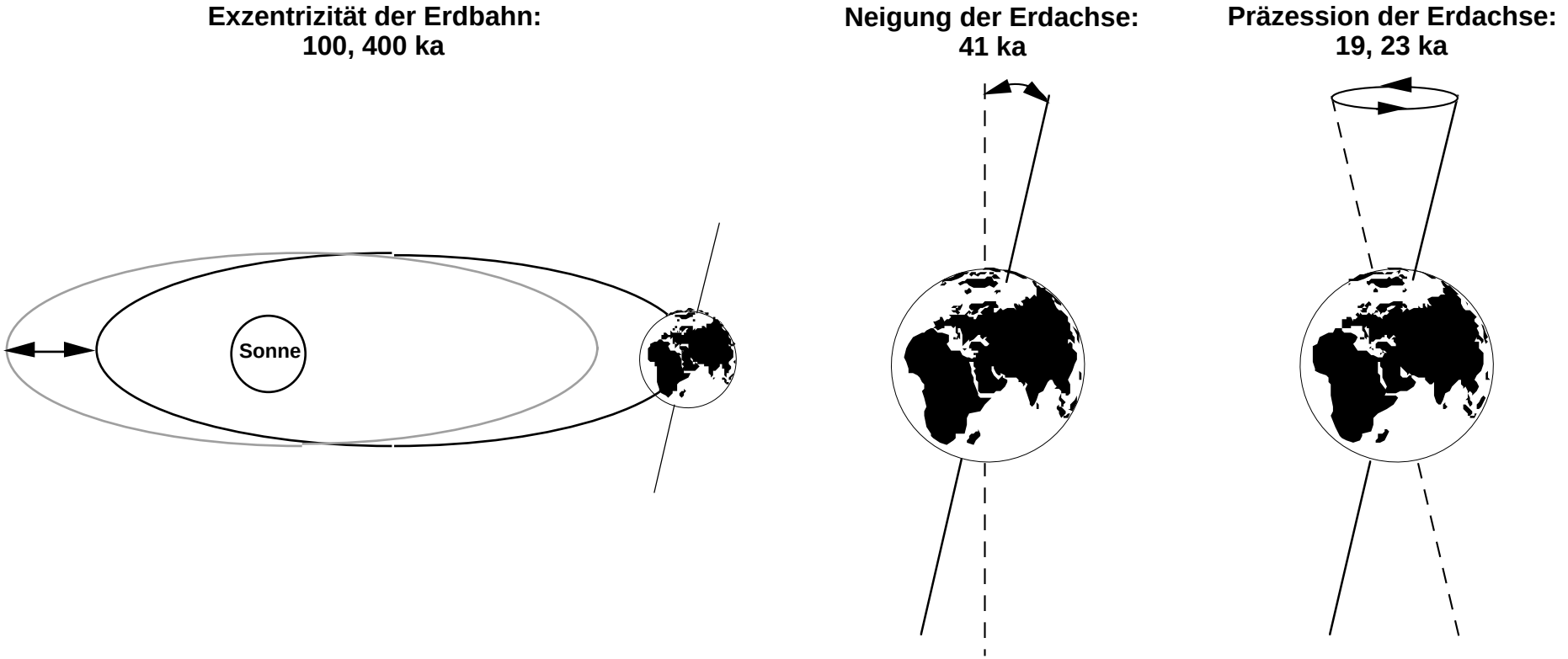


Abb. 1.3. *Zyklische Variationen der orbitalen Parameter (Milankovitch-Zyklen) nach Fischer & Bottjer, 1991; 1 ka = 1000 Jahre. Diese Variationen haben einen Einfluß auf die Sonneneinstrahlungsverteilung und damit auf die Saisonalität. Die mit einer Periode von 41 ka schwankende Neigung der Erdachse (zwischen 21°58´ und 24°36´, heute 23°27,; Schwarzbach, 1993) wirkt sich insbesondere auf den Unterschied zwischen Sommer- und Wintersonneneinstrahlung in den hohen Breiten aus. Exzentrizitätsunterschiede (Periodizitäten von etwa 100 und 400 ka) haben einen Einfluß auf den Kontrast zwischen den Sonneneinstrahlungsintensitäten bei Perihel (sonnennächste Position) und Aphel (sonnenfernste Position). Gegenwärtig fallen die Sommer der Nordhalbkugel mit dem Aphel zusammen und die Winter mit dem Perihel; auf der Südhalbkugel herrscht die jeweils entgegengesetzte Situation. Aufgrund der Präzession der Erdachse (ein Umlauf dauert 26 ka) ändern sich die Verhältnisse mit einer Periodizität von etwa 21 ka (Überlagerung von 19 und 23 ka Modi). Die dadurch auftretenden zyklischen Änderungen in der Saisonalität werden durch den von Berger (1978) eingeführten Präzessionsindex beschrieben, dessen Amplitude mit der Stärke der Exzentrizität variiert. Der Einfluß der Präzession macht sich besonders in niedrigen Breiten, z.B. bei der Monsunintensität (Prell & Kutzbach, 1987), bemerkbar.*

Universität Oldenburg teilnahmen, wurden komplette Abfolgen pliozäner bis holozäner hemipelagischer Sedimente verschiedener Lokationen gewonnen, die zum Teil mehr als 80 diskrete Sapropellagen enthielten (Emeis et al., 1996a). Damit war das Ziel erreicht, als Gegenstück zu den bereits früher intensiv untersuchten zeitgleichen geologischen Formationen Süditaliens oder Kretas (Hilgen, 1991) gut erhaltene, da nicht der Verwitterung ausgesetzte, Tiefseesedimente zu erbohren. Anhand von zeitlich hochauflösenden Untersuchungen sollten im Rahmen landgestützter Untersuchungen weitere Informationen bezüglich der paläoozeanographischen und paläoklimatischen Gegebenheiten die zur Ablagerung von Sapropelen führten, gewonnen werden (Emeis et al., 1996a).

Neben der vorliegenden Arbeit beschäftigen sich weitere Arbeiten am Oldenburger ICBM mit der Geochemie der während ODP Leg 160 abgeteuften Mittelmeersedimente. Von anorganisch-geochemischer Seite sei hier Frau Dipl. Chem. B. Warning genannt, die sich mit der Analyse seltener Spurenelemente in Sapropelen, Spurenelementbilanzen sowie diagenetischen Aspekten der Sapropele befaßt. Organisch-geochemische Untersuchungen führt Herr Dipl. Chem. J. Rinna durch, wobei der Schwerpunkt seiner Untersuchungen auf der Analyse von Lipiden in Sapropelen beruht.

1.5. Ziel und Aufbau dieser Arbeit

An einem ausgewählten pliozänen Sedimentabschnitt (—> Kap. 2; Beschreibung der Proben), der sowohl mehrere Sapropellagen als auch Bereiche ohne Sapropele beinhaltet, sollten als Schwerpunkt die zyklischen Aspekte der Sedimentation vier verschiedener Lokationen des östlichen Mittelmeeres mit geochemischen Methoden (—> Kap. 3; Beschreibung der Analytik) untersucht werden. Damit sollte ein Beitrag zur Erforschung der sich periodisch ändernden Paläoumweltbedingungen im Mittelmeer geleistet werden.

Es erfolgt in dieser Arbeit zunächst eine geochemische Charakterisierung sowie eine Klärung der Herkunft der Sedimente (—> Kap. 4.). Dies schließt eine Betrachtung der räumlichen Unterschiede und zeitlichen Fluktuationen des Sedimentchemismus ein. Auf diese Weise wird die Daten- und Informationsbasis für die folgenden Kapitel gelegt. Nach der sich anschließenden Klärung der Steuerungsmechanismen zyklischer Sedimentation (—> Kap. 5.1.) wird eine Datierung anhand der Astronomischen Zeitskala vorgenommen (—> Kap. 5.2.). Dies ermöglicht die Berechnung von Sedimentations- und Akkumulationsraten (—> Kap. 5.3.), welche im darauffolgenden Kapitel 6. für weitere Berechnungen zur Klärung der Paläoumweltbedingungen notwendig sind.
Mit Unterstützung quantitativer Aussagen werden dort die Verteilungsmuster terrigen-

detritischen Materials während verschiedener Zeitabschnitte studiert (—> Kap. 6.1. und 6.2.) sowie das Ablagerungsmilieu betrachtet (—> Kap. 6.3.). Somit können zum Abschluß unter Hinzuziehung aller bisheriger Ergebnisse Modellvorstellungen zum paläoklimatisch-/paläoozeanographischen Szenario während verschiedener Ablagerungszeiten präsentiert werden (—> Kap. 6.4.).

2. Probenbeschreibung

2.1. Lokationen

Für die Probennahme wurden vier ODP Leg 160 Bohrlokationen (Sites) ausgewählt, die sich auf einem Transekt durch das östliche Mittelmeer befinden (Abb. 2.1). ODP-Site 964 liegt im Ionischen Becken, am Fuß des Kalabrischen Rückens, auf einer kleinen Anhöhe, dem Pisano Plateau, in einer Wassertiefe von 3670 m. ODP-Site 969 befindet sich südlich von Kreta auf dem Mediterranen Rücken in einer Wassertiefe von 2210 m. Die ODP-Sites 967 und 966 liegen beide am Eratosthenes Seamount, einer untermeerischen Erhebung südlich von Zypern. Site 967 liegt am unteren nördlichen Hang in einer Wassertiefe von 2560 m und Site 966 auf der nördlichen Plateaufläche des Eratosthenes Seamount in einer Wassertiefe von 937 m. Genauere Beschreibungen der Bohrlokationen können dem Fahrtbericht (Initial Reports) von ODP Leg 160 entnommen werden (Shipboard Scientific Party, 1996a-d).

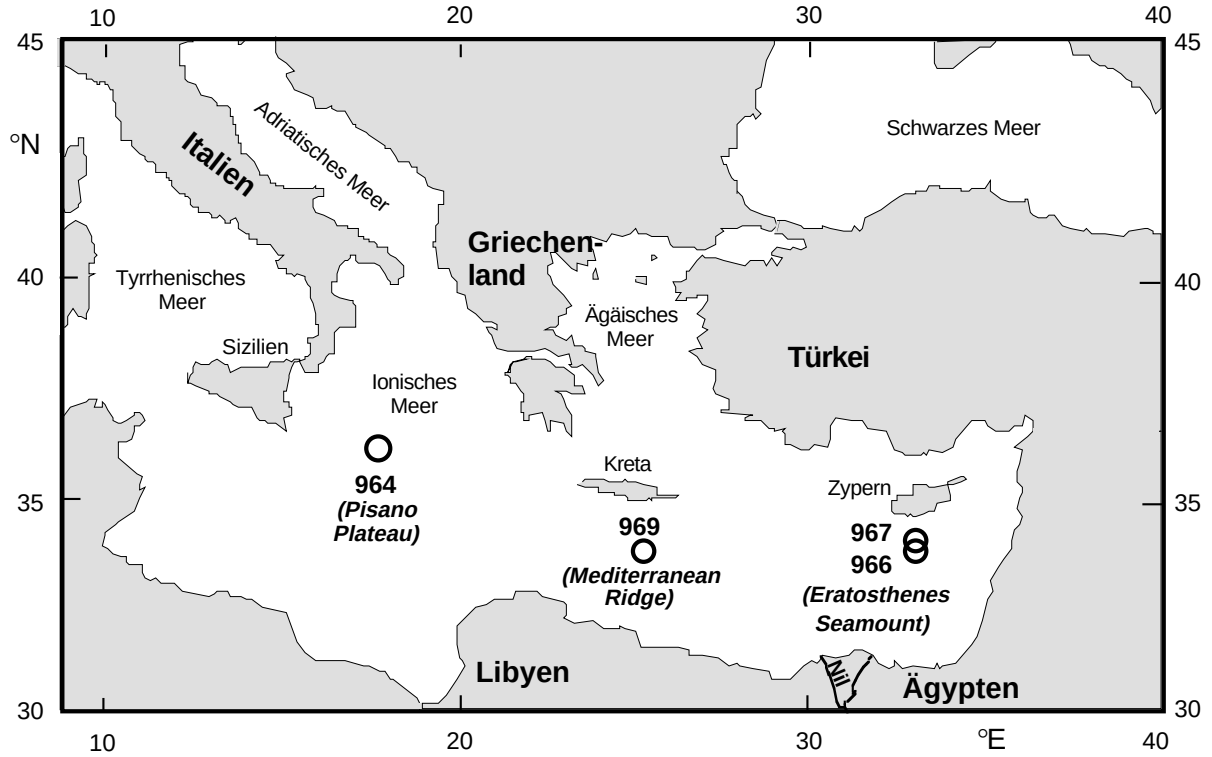


Abb. 2.1. *Lage der in dieser Arbeit untersuchten ODP Leg 160 Bohrlokationen (Sites)*

2.2. Bohrkerne und Probennahme

Für die Probennahme wurde ein aus dem mittleren Pliozän stammendes Sedimentintervall ausgewählt. Um möglichst zeitgleiche Sedimente der vier verschiedenen Lokationen zu untersuchen, orientierte sich diese Auswahl, die bereits an Bord des Bohrschiffes „JOIDES Resolution“ von Prof. Dr. H.-J. Brumsack vorgenommen wurde, an der biostratigraphischen Einstufung. Die beprobten Abschnitte entstammen den Nannofossil-Zonen MNN16 bis MNN 18, sind demgemäß zwischen etwa 3,1 und 2,3 Ma v.h. (Millionen Jahren vor heute) abgelagert worden (Shipboard Scientific Party, 1996a-d). Dieser Sedimentabschnitt erschien deswegen interessant, weil sich in ihm viele unterschiedliche Merkmale finden ließen. 1) Abfolgen in denen sich Sapropele äußerst regelmäßig mit sehr hellen Sedimenten abwechselten. 2) Abfolgen in denen lediglich „Schatten“ von Sapropelen erkennbar waren, aber laut Analysen an Bord kaum organischer Kohlenstoff vorhanden war. 3) Abfolgen, die durchgehend eine rötliche Färbung oder eine Beige-Färbung aufwiesen.
Um eine mögliche Zyklik oder kurzskalige Veränderungen im Sedimentchemismus erfassen zu können, wurden die Sedimente hochauflösend beprobt. Nach den Untersuchungen, die bereits an Bord vorgenommen wurden, wurden die Sedimente mit Raten zwischen etwa 2 und 3 cm/ka abgelagert (Shipboard Scientific Party, 1996a-d). Um beispielsweise eine Präzessionszyklik von 21 ka erfassen zu können, wurde ein Probenabstand, Probenmitte bis Probenmitte, von 3 oder 4 cm (in einigen Bereichen 2 cm) gewählt, so daß mindestens 10 Proben pro Zyklus vorlagen. Die Breite des jeweiligen Probenintervalls richtete sich nach den Volumenbeschränkungen des Ocean Drilling Program und betrug 1 oder 2 cm. Dadurch betrug der jeweils zwischen zwei Proben liegende, nicht beprobte Zwischenraum ebenfalls 1 oder 2 cm. Die Proben wurden mittels Ausstechern aus Polyethylen aus den Arbeitshälften der Bohrkerne gewonnen. Teile des Probensatzes wurden aus vorher für paläomagnetische Messungen verwendeten Teilkernen der Archivhälften, sogenannten „U-Channels“, genommen. Hierbei wurden die Proben mittels Spatel schichtweise aus den u-förmigen Kunststoffschienen entnommen. Eine Übersicht aller Probensätze befindet sich in Tabelle 2.1.

Tabelle 2.1. *Übersicht der untersuchten Probensätze; zur Art der Bezeichnung: Hole (A, B, C, D, E) = Bohrloch der jeweiligen Lokation; Core (1, 2, 3, ...) = Nummer des Kerns innerhalb des jeweiligen Bohrlochs; H = HPC = Hydraulic Piston Corer (Art der Kerngewinnung); Sec. (01, 02, ... , CC) = Sektion des jeweiligen Kerns; CC = Core Catcher; Int. = Intervall (Zentimeterangabe innerhalb einer Kernsektion).*

Site	Hole-Core	von (Sec., Int.)	bis (Sec., Int.)	Alter [Ma]	Auflösung	Proben-anzahl
964	B-8H	02, 0 cm	CC, 40 cm	2,3 - 2,6	4 cm	212
	C-9H	01, 0 cm	CC, 35 cm	2,5 - 2,9	3 oder 4 cm	270
969	B-7H	01, 0 cm	03, 148 cm	2,9 - 3,1	2, 3 oder 4 cm	140
	D-7H	01, 0 cm	CC, 18 cm	2,3 - 2,6	4 cm	231
	*E-6H	03, 0 cm	05, 150 cm	2,7 - 2,9	3 cm	150
967	A-8H	05, 0 cm	CC, 13 cm	2,4 - 2,6	4 cm	98
	B-9H	01, 0 cm	05, 29 cm	2,6 - 2,9	4 cm	158
966	*D-5H	01, 122 cm	06, 149 cm	2,5 - 3,1	3 oder 4 cm	215
* aus U-channel genommen						$\sum$ **1474**

3. Untersuchungsmethoden

3.1. Probenaufarbeitung

Sämtliche Proben wurden gefriergetrocknet, im Achatmörser auf 2 mm vorzerkleinert und in der Achat-Kugelmühle 3 bis 5 min bei 200 Umdrehungen/min gemahlen und homogenisiert. Das so erhaltene Probenmaterial diente als Ausgangssubstanz für sämtliche Messungen.

3.2. Coulometrie

Der Gesamtkohlenstoffgehalt (C_{ges}) ausgewählter Proben wurde mit einem Coulomaten 702 der Firma Ströhlein nach der Methode von Herrmann & Knake (1973) bestimmt. Es wurden 30 bis 50 mg der pulverisierten Probe im ausgeglühten Porzellanschiffchen bei 1200 °C im Sauerstoffstrom verbrannt und die Verbrennungsgase in die mit $BaClO_4$-Lösung gefüllte und auf pH 10 eingestellte Absorptionszelle eingeleitet. Die durch das eingeleitete CO_2 hervorgerufene Änderung des pH-Wertes wird elektrochemisch zurücktitriert. Die dabei verbrauchte Ladungsmenge ist proportional zur absorbierten CO_2-Menge.

Die Bestimmung des carbonatgebundenen Kohlenstoffs (C_{carb}) erfolgte mittels eines CO_2-Coulometers CM 5012 mit einer Acidifizierungseinheit CM 5130, beides von der Firma UIC. Der Carbonatkohlenstoff wird hierbei mit Hilfe von 2 N $HClO_4$ bei einer Temperatur von 70 °C aus der Probe als CO_2 freigesetzt und im Stickstoffstrom in die Analysenzelle eingeleitet. Durch eine Reaktion in der Absorptionslösung erfolgt eine pH-Änderung, die den Farbumschlag eines pH-Indikators bewirkt. Mittels Elektrolyse unter photometrischer Endpunktsbestimmung wird der ursprüngliche pH wieder eingestellt. Die dabei verbrauchte Ladungsmenge ist proportional zur absorbierten CO_2-Menge.

Aus der Differenz zwischen Carbonatkohlenstoff (C_{carb}) und Gesamtkohlenstoff (C_{ges}) ergibt sich der Gehalt von gesamtem organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC).

Zur Überprüfung von Reproduzierbarkeit und Richtigkeit der Methoden wurden in regelmäßigen Abständen hausinterne Standards (Loess-1, Med.1, Med.2, TW-TUC) bestimmt. Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen sind in Tabelle 3.1 aufgeführt. Sämtliche Meßdaten befinden sich im Anhang (A3.1.1.).

Tab. 3.1. *Ergebnisse der Mehrfachbestimmung von Standards mittels der coulometrischen Verfahren. C_{ges}= Gesamtkohlenstoffgehalt; C_{carb}= Carbonatgebundener Kohlenstoff; n= Anzahl der Messungen; MW = Mittelwert; s= Standardabweichung; $2s_{rel}$= relative Standardabweichung bei einer statistischen Sicherheit von 95 %; Berechnungen siehe Anhang.*

	C_{ges}				C_{carb}			
Standard	n	MW	s	$2s_{rel}$ [%]	n	MW	s	$2s_{rel}$ [%]
Löß	8	1,51	0,02	2,2	3	1,39	0,01	0,9
Med.1	10	6,35	0,08	2,4	5	4,00	0,07	3,7
Med.2	7	10,96	0,19	3,4	2	3,83	0,06	3,3
TW-TUC	41	1,51	0,02	2,6	48	1,13	0,01	2,4

3.3. Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)

Die RFA wurde eingesetzt, weil sie sich für hochauflösende Studien mit großen Probenzahlen besonders eignet. Die Probenpräparation ist einfach und schnell, die Messung läßt sich per automatischem Probenwechsler vollautomatisch durchführen und die Ergebnisse weisen eine hohe Reproduzierbarkeit auf. Das Anfertigen von Boratgläsern, sogenannten Schmelztabletten, ist als Probenpräparationsmethode insbesondere bei Messung der Hauptelemente geologischer Proben, wie Si, Ti, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K und P vorzuziehen. Schmelztabletten zeichnen sich durch eine hervorragende Homogenität aus. Es entfallen bei derartigen Meßproben sämtliche durch Korngröße und mineralogische Unterschiede hervorgerufene Matrixeffekte, welche z.B. für Pulverpreßlinge bekannt sind und sich gerade auf die Messung der Elemente kleinerer Ordnungszahlen besonders stark auswirken (Hahn-Weinheimer et al., 1984). Ein weiterer Vorteil der Herstellung von Schmelzlingen ist der geringere Probenbedarf, der für eine Einsparung kostbaren Probenmaterials sorgt und damit die Möglichkeit weiterer Untersuchungen gewährleistet.

Für die Herstellung der Schmelztabletten wurden jeweils 600 mg der getrockneten und gemahlenen Probe mit 3600 mg di-Lithiumtetraborat ($Li_2B_4O_7$; Spektromelt® A 10 von Merck) im Porzellantiegel vermischt und mit 1 g Ammoniumnitrat, p.A. bei 500°C voroxidiert. Sapropelproben, die aufgrund ihrer dunkelbraunen oder schwarzen Färbung zu erkennen waren, wurden zunächst bei 500°C vorverascht und erst anschliessend mit Ammoniumnitrat voroxidiert, um Verpuffungen durch heftige Reaktion von Ammoniumnitrat mit organischem Kohlenstoff vorzubeugen. Die Voroxidation dient in erster Linie der Überführung von Platingiften (z.B. As, C, P, S; Heinrichs &

Herrmann, 1990) in deren unschädliche Oxide. Bei Erhitzung der Proben auf 500°C muß beim Schwefel mit Verlusten gerechnet werden, da in sulfidischer Form vorliegender Schwefel teilweise zu leichtflüchtigen Verbindungen wie SO_2 reagiert. Nach der Vorbehandlung wurden die Proben mittels eines zweiflammigen Schmelzgeräts (Fa. Labor Schoeps) im Platintiegel bei 1200 °C unter Rühren homogen verschmolzen und zu Schmelzlingen mit 37 mm Durchmesser gegossen.

Von einigen ausgewählten Proben wurden zusätzlich Pulverpreßlinge angefertigt. Diese wurden zur Messung von Cl, Br und S eingesetzt. Es wurden dazu 2000 mg der getrockneten und gemahlenen Probe mit 600 mg Hoechst Wachs C durch 10 minütiges Schütteln in einem Rollrandgläschen innig vermischt. Anschließend wurde diese Mischung unter einem Druck von 15 t zusammen mit einem mittelgroßen Löffel Borsäure als Bodenschicht in eine Aluminiumhülse von 37 mm Durchmesser gepreßt.

Die Messung der Proben erfolgte an einem Röntgenspektrometer Philips PW 2400, das mit einer Rhodium-Target Endfensterröhre ausgestattet ist. Es handelt sich um ein wellenlängendispersives und sequentielles System. Die Analyseparameter für die gemessenen Elemente sind im Anhang (A2.1.) aufgeführt. Die verwendeten Kalibrierfunktionen wurden anhand der Meßdaten von ca. 50 (Schmelztabletten-Programm) bzw. 25 (Pulverpreßling-Programm) verschiedenen Geostandards (internationaler Referenzproben) erstellt.

Zur regelmäßigen Qualitätskontrolle der Schmelztabletten-Methode wurde nach etwa jeder zehnten Probe ein institutsinterner Standard dem gesamten Analyseverfahren (Einwaage, Voroxidation, Schmelzen und Messung) unterzogen. Dabei kamen die Proben BB-TUC, BUGM, G1RF, Loess-1, Med.1, Med.2, PB-TUC und TW-TUC zum Einsatz. Mit jeder Meßserie von etwa 40 Proben wurde zusätzlich eine Schmelztablette des internationalen Standards GSR-6 gemessen, der in seinem Carbonatgehalt den Mittelmeersedimenten ähnelt. Die einzelnen Meßdaten dieser Standards befinden sich im Anhang (A3.1.1.). Tabelle 3.2 liefert einen Überblick über Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der Mehrfachbestimmungen (n= Anzahl) verschiedener Proben.
Bei der am häufigsten gemessenen Probe TW-TUC wurde festgestellt, daß sich über den 2 1/2 Jahre andauernden Meßzeitraum hinweg leichte systematische Unterschiede zwischen den Meßserien ergeben. Dies kann durch reparatur- oder wartungsbedingte Änderungen am Röntgenspektrometer oder leichte Modifikationen des Meßprogramms erklärt werden. Somit ergeben sich für Proben, deren Daten über die gesamten 2 1/2 Jahre hinweg gesammelt wurden, schlechtere Reproduzierbarkeiten als für Proben, deren Daten aus einer Meßserie stammen. Die beiden letzten Spalten in der Tabelle

3.2. beinhalten jeweils die Ergebnisse von Schmelzlingen, die innerhalb eines relativ kurzen Zeitraums (gleiches Meßprogramm, keine Wartungsarbeiten am Spektrometer) gemessen wurden. Bei der Probe „TW-TUC (gleiches Meßprog.)“ liegen die relativen Standardabweichungen (P = 95 %) der Hauptelemente außer Na (8 %, vermutlich Kontamination) und P (3 %) unter 2 %. Bei Ba, Cr, Mn, Ni, Rb, Sr, V, Zn und Zr liegt dieser Fehler unter 8 %, Co, Cu und Pb werden mit einer Genauigkeit von etwa 12 %, As immerhin mit einer Genauigkeit von 21 % gemessen.
Beim „Homogenit (Turbidit A)“ handelt es sich um Material aus dem extrem homogenen Teil eines Turbidits der Lokation 964 (siehe Abb. 2.1.). Dieses Sediment wird in Kapitel 4.3. näher behandelt. Da es sich dabei um eine reale Probe aus dem östlichen Mittelmeer handelt, geben die Daten einen Eindruck über die Analysegenauigkeit der in dieser Arbeit behandelten hochauflösenden Profile. Die Hauptelemente außer Na weisen relative Standardabweichungen zwischen 1 und 3 % auf (Na 5 %), Ba, Cr, Sr, V und Zr liegen zwischen 2 und 8 %, Ni, Rb und Zn bei 8 bis 12 %. Die Elemente Co und Mo werden trotz ihrer geringen Gehalte von 11 und 8 µg/g noch mit einer befriedigenden Genauigkeit von 20 bzw. 26 % bestimmt. Bei höheren Gehalten, siehe z.B. die Proben Med.1 und Med.2, können auch für Co, Cu, Mo, Ni und U höhere Meßgenauigkeiten erzielt werden. Allerdings traten bei den beiden letztgenannten Proben Inhomogenitäten auf, wodurch sich der Fehler zum Teil wiederum stark vergrößert. Um auch Daten verschiedener Probenserien exakt miteinander vergleichen zu können, wurden zum Abschluß der Untersuchungen von jeder Probenserie fünf Schmelzlinge erneut gemessen und mittels einer Ausgleichsrechnung einander angeglichen. Dieses Vorgehen ist im Anhang (A3.2.) näher erläutert.
Zur Überprüfung der Richtigkeit der Schmelztabletten-Methode wurden neben dem GSR-6 weitere internationale Standards gemessen. Tabelle 3.3. liefert den Vergleich der Mittelwerte der Mehrfachbestimmungen (n= Anzahl) mit den zertifizierten Daten („working values“ nach Govindaraju, 1994).

Die Ergebnisse der Messung von Standards mit der Pulverpreßling-Methode sind im Anhang (A3.8.3.) aufgeführt.

3.4. Auslaugungsexperimente (Leaching)

Für die Bestimmung des Mg-Gehalts der Carbonatfraktion wurden an ausgewählten Proben Auslaugungsexperimente vorgenommen. 2-3 g Probe wurden jeweils mit destilliertem Wasser, 1 N Essigsäure, 0,1 N EDTA-Lsg., 0,5, 1,0 und 3,0 N Salzsäure behandelt.
Bei Wasser-, Essigsäure- und Salzsäure Extraktionen wurde ein Volumen von 50 ml verwendet und 30 min unter Ultraschall extrahiert, bei der EDTA-Extraktion wurden

Tab. 3.2. *RFA-Daten institutsinterner Standards: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen; Oxide in %, übrige in µg/g.*

	BB-TUC				BUGM				G1RF				Löß				Med.1			
	n	MW	s	$2s_{rel}$ [%]	n	MW	s	$2s_{rel}$ [%]	n	MW	s	$2s_{rel}$ [%]	n	MW	s	$2s_{rel}$ [%]	n	MW	s	$2s_{rel}$ [%]
SiO_2	7	48,85	0,06	0,2	10	41,47	0,21	1,0	10	68,31	0,45	1,3	21	69,48	0,45	1,3	15	27,85	0,13	0,9
TiO_2	7	2,39	0,01	0,5	10	0,91	0,01	1,1	10	0,52	0,01	2,1	21	0,67	0,01	1,8	15	0,62	0,00	1,3
Al_2O_3	7	13,60	0,04	0,6	10	14,97	0,05	0,6	10	15,12	0,11	1,5	21	7,77	0,13	3,2	15	10,49	0,06	1,1
Fe_2O_3	7	11,05	0,03	0,6	10	12,94	0,09	1,4	10	3,15	0,04	2,8	21	2,62	0,03	2,1	15	5,70	0,19	6,8
MgO	7	8,02	0,02	0,5	10	12,61	0,09	1,4	10	0,86	0,03	5,9	21	1,40	0,03	4,0	15	1,82	0,04	3,9
CaO	7	8,16	0,04	0,9	10	6,92	0,05	1,4	10	1,75	0,04	4,7	21	6,28	0,05	1,5	15	19,29	0,06	0,6
Na_2O	7	3,45	0,04	2,4	10	1,88	0,03	3,1	10	3,31	0,05	2,8	21	1,00	0,02	4,6	15	1,39	0,03	3,8
K_2O	7	1,72	0,01	1,5	10	0,45	0,05	21,2	10	4,90	0,04	1,8	21	1,94	0,04	4,3	15	1,31	0,05	7,1
P_2O_5	7	0,523	0,003	1,3	10	0,279	0,011	7,7	10	0,313	0,014	9,0	21	0,112	0,006	11,0	15	0,113	0,010	17,0
(SO_3)	0	n.b.	n.b.	n.b.	0	n.b.	n.b.	n.b.	0	n.b.	n.b.	n.b.	0	n.b.	n.b.	n.b.	15	5,2	1,5	58,9
As	7	1,6	1	68,0	7	2,3	0,5	42,7	7	6,0	0,6	19,2	21	4,3	3,7	172,3	12	24,3	3,1	25,8
Ba	7	669	11	3,3	10	145	5	7,5	9	806	10,0	2,5	18	345	17,0	9,8	15	708	13	3,6
Co	7	44	4	17,2	10	67	2	5,2	10	5	1,6	59,1	21	8	1,5	36,7	15	32	2	10,1
Cr	7	263	6	4,5	10	388	7	3,6	10	4	1,8	98,7	19	66	4,0	12,2	15	98	4	8,1
Cu	7	36	1	4,3	10	64	7	21,4	0	n.b.	n.b.	n.b.	14	4	1,4	66,4	15	104	5	10,3
Mn	7	1370	14	2,0	10	1571	16	2,1	10	427	10,2	4,8	19	425	13,6	6,4	15	492	21	8,4
Mo	0	n.b.	n.b.	n.b.	0	n.b.	n.b.	n.b.	0	n.b.	n.b.	n.b.	0	n.b.	n.b.	n.b.	15	44	6	26,7
Ni	7	180	4	4,7	10	324	4	2,6	0	n.b.	n.b.	n.b.	20	15	2,4	32,1	15	111	2	3,4
Pb	4	5	1	25,7	9	9	2	35,3	10	33	1,4	8,6	19	16	4,1	51,7	12	13	3	46,4
Rb	7	48	3	12,0	7	24	1	10,8	10	235	4,6	3,9	20	65	8,2	25,2	15	53	4	16,4
Sr	7	948	9	1,8	10	296	10	6,5	10	214	12,5	11,7	20	156	2,6	3,3	15	804	13	3,3
U	0	n.b.	n.b.	n.b.	0	n.b.	n.b.	n.b.	10	8	1,0	24,6	20	4	1,1	59,2	15	8	1	26,7
V	7	178	21	24,0	10	171	4	4,5	10	38	2,6	14,0	17	49	1,9	7,9	15	335	10	6,0
Y	7	24	2	12,8	10	27	4	28,1	10	21	1,2	11,6	19	29	1,0	6,9	15	27	1	10,6
Zn	7	123	4	6,4	10	144	4	6,1	10	74	5,5	14,9	19	34	2,7	15,6	15	85	4	10,5
Zr	7	199	16	16,5	10	101	4	7,7	10	219	4,1	3,8	17	568	16,6	5,9	11	131	5	7,7

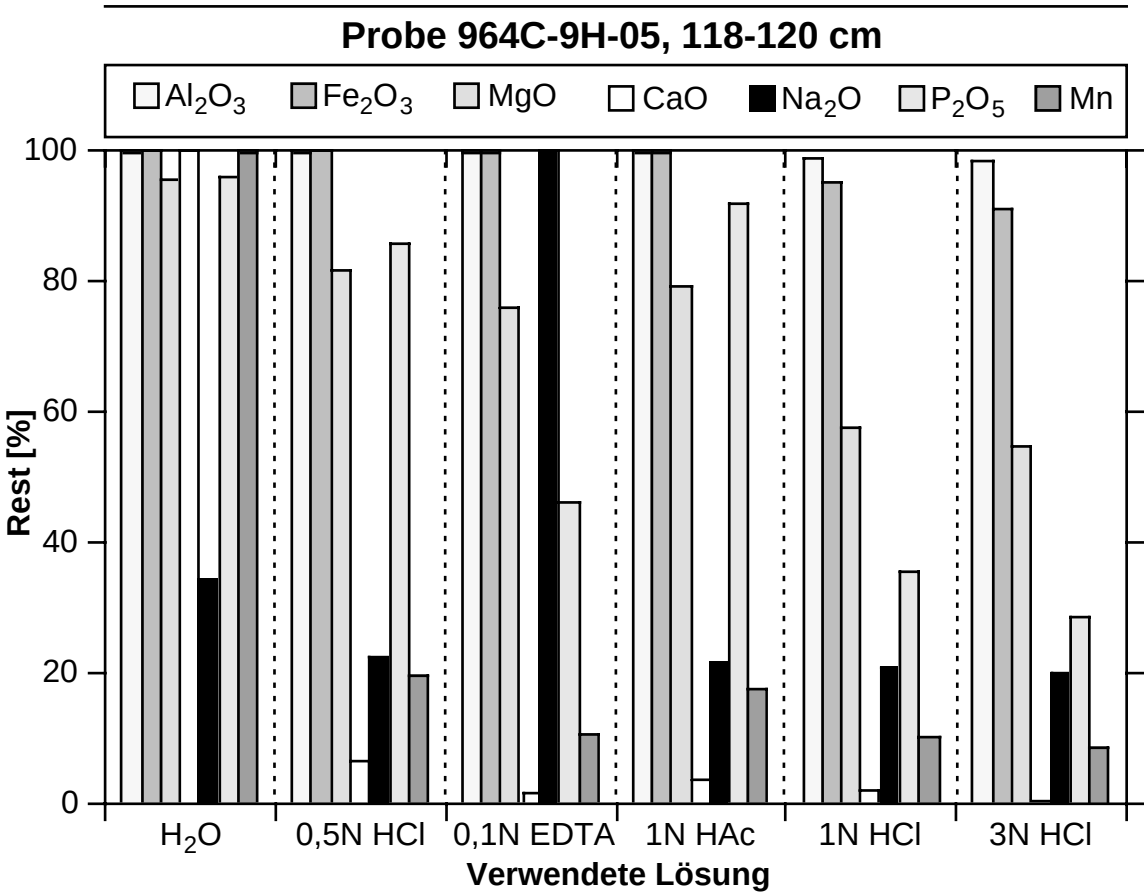
Tab. 3.2. *Fortsetzung*

	Med.2				PB-TUC				TW-TUC				TW-TUC (gleich. Meßprog.)				Homogenit (Turbidit A)			
	n	MW	s	$2s_{rel}$ [%]	n	MW	s	$2s_{rel}$ [%]	n	MW	s	$2s_{rel}$ [%]	n	MW	s	$2s_{rel}$ [%]	n	MW	s	$2s_{rel}$ [%]
SiO_2	11	21,82	0,21	1,9	16	37,40	0,17	0,9	109	54,77	0,24	0,9	29	54,71	0,17	0,6	29	18,20	0,16	1,8
TiO_2	11	0,48	0,01	2,6	16	0,54	0,01	4,7	109	0,74	0,01	1,7	29	0,74	0,00	0,8	29	0,35	0,00	1,7
Al_2O_3	11	8,68	0,05	1,1	16	4,93	0,13	5,1	109	15,95	0,08	1,0	29	16,00	0,06	0,7	29	6,44	0,05	1,4
Fe_2O_3	11	6,31	0,13	4,0	16	16,29	0,11	1,4	109	6,72	0,07	2,0	29	6,75	0,03	0,9	29	2,47	0,02	1,3
MgO	11	1,59	0,02	2,9	16	27,74	0,13	0,9	109	3,74	0,04	2,1	29	3,74	0,03	1,7	29	2,29	0,03	2,6
CaO	11	19,12	0,24	2,5	16	2,58	0,06	4,8	109	4,69	0,04	1,7	29	4,69	0,04	1,5	29	33,99	0,19	1,1
Na_2O	11	1,57	0,04	4,7	16	0,16	0,02	29,3	109	0,92	0,02	3,6	29	0,93	0,04	8,1	29	0,99	0,02	4,8
K_2O	11	1,02	0,04	7,0	16	0,23	0,04	33,6	109	3,69	0,02	1,1	29	3,66	0,01	0,8	29	1,23	0,02	2,6
P_2O_5	11	0,160	0,009	11,6	16	0,086	0,003	6,8	109	0,091	0,003	6,9	29	0,094	0,001	3,1	29	0,098	0,001	2,8
(SO_3)	10	9,4	1,0	21,0	16	0,1	0,0	116,0	109	1,1	0,1	22,0	29	1,3	0,1	17,7	29	0,9	0,1	13,8
As	11	40,3	5,7	28,1	0	n.b.	n.b.	n.b.	29	7,3	1	22,4	29	7,3	1	20,9	29	20,8	4	40,5
Ba	11	948	30	6,3	11	41	6	30,0	98	437	9	4,2	25	446	6	2,6	29	168	5	5,8
Co	11	52	2	8,1	16	136	5	7,0	109	21	2	17,9	29	21	1	11,5	29	11	1	19,5
Cr	11	86	4	8,5	16	1495	23	3,1	109	110	3	6,1	29	111	4	7,0	29	45	1	6,3
Cu	11	132	8	11,5	16	78	10	25,4	109	33	6	37,2	29	34	2	12,9	29	27	3	20,0
Mn	11	442	25	11,4	16	1591	17	2,1	109	607	16	5,2	29	622	10	3,2	29	1864	n.b.	n.b.
Mo	11	138	7	10,1	0	n.b.	n.b.	n.b.	0	n.b.	n.b.	n.b.	0	n.b.	n.b.	n.b	29	8	1	26,0
Ni	11	231	3	2,5	16	1177	12	2,0	109	70	2	4,9	29	71	2	5,2	29	23	1	11,3
Pb	8	13	1	22,6	0	n.b.	n.b.		109	30	5	30,6	29	25	1	11,0	29	8	3	65,9
Rb	10	41	5	23,2	4	17	1	7,0	109	173	14	15,9	29	164	7	7,9	29	39	2	9,5
Sr	11	860	18	4,1	16	58	2	5,9	109	200	8	8,5	29	202	5	5,3	29	1463	16	2,2
U	11	16	2	22,1	0	n.b.	n.b.	n.b.	99	3	1	58,9	29	3	1	64,8	29	2	1	117,4
V	11	604	25	8,3	16	93	2	4,6	106	122	3	5,1	29	125	2	3,6	29	62	1	4,0
Y	11	32	3	16,4	11	5	2	69,2	106	23	2	20,2	29	24	2	16,9	29	17	1	16,3
Zn	11	100	7	13,2	16	104	7	13,0	106	124	3	5,4	29	126	2	3,9	29	34	1	8,1
Zr	10	104	7	13,2	16	30	5	30,9	106	145	4	5,4	29	143	4	5,2	29	71	3	7,2

Tab. 3.3. *Datenvergleich internationaler Standards (Sollwerte nach Govindaraju, 1994); Oxide in %, übrige in µg/g.*

	BCSS-1			GSD-10			GSR-5			GSR-6			PACS-1			SDO-1			SGR-1		
	n	ist	soll	n	ist	soll	n	ist	soll	n	ist	soll	n	ist	soll	n	ist	soll	n	ist	soll
SiO_2	1	66,02	66,10	1	88,87	88,89	2	58,43	59,23	3	15,85	15,60	2	55,71	55,70	4	48,45	49,28	3	28,27	28,24
TiO_2	1	0,731	0,734	1	0,20	0,21	2	0,65	0,66	3	0,33	0,33	2	0,71	0,70	4	0,70	0,71	3	0,24	0,26
Al_2O_3	1	11,73	11,83	1	2,61	2,84	2	18,73	18,82	3	5,07	5,03	2	12,04	12,23	4	12,11	12,27	3	6,43	6,52
Fe_2O_3	1	4,69	4,70	1	3,81	3,59	2	7,48	7,60	3	2,56	2,52	2	6,92	6,96	4	9,39	9,34	3	2,98	3,03
MgO	1	2,29	2,44	1	0,09	0,12	2	1,96	2,01	3	5,17	5,19	2	2,35	2,41	4	1,55	1,54	3	4,41	4,44
CaO	1	0,82	0,76	1	0,70	0,70	2	0,61	0,60	3	35,87	35,67	2	2,96	2,92	4	1,09	1,05	3	8,34	8,38
Na_2O	1	2,50	2,72	1	0,01	0,04	2	0,31	0,35	3	0,14	0,08	2	4,32	4,40	1	0,33	0,38	3	3,01	2,99
K_2O	1	2,12	2,17	1	0,03	0,13	2	4,15	4,16	3	0,81	0,78	2	1,44	1,50	4	3,27	3,35	3	1,57	1,66
P_2O_5	1	0,165	0,154	1	0,060	0,062	2	0,155	0,160	3	0,050	0,052	2	0,233	0,233	4	0,112	0,110	3	0,269	0,328
(SO_3)	1	1,2	0,9	0	n.b.	0,02	0	n.b.	0,02	3	0,3	0,09	2	3,1	3,3	4	12,1	13,4	3	5,1	3,8
As	1	12	11	1	25	25	2	2	1,4	3	5	4,7	1	198	211	4	69	69	3	55	67
Ba	1	330	n.b.	1	43	42	2	435	450	3	122	120	2	681	n.b.	4	413	397	3	281	290
Co	1	11	11	1	15	14	2	21	21	3	10	9	2	21	18	4	46	47	3	13	12
Cr	1	125	123	1	138	136	2	100	99	3	30	32	2	106	113	4	64	66	3	39	30
Cu	1	17	19	1	17	23	2	37	42	3	23	23	2	436	452	4	61	60	2	63	66
Mn	1	232	232	1	1015	620	2	163	155	3	444	465	2	484	465	4	318	325	2	244	263
Mo	0	n.b.	2	0	n.b.	1,2	0	n.b.	0,4	0	n.b.	0,4	1	13	12,9	4	154	134	3	31	35
Ni	1	53	55	1	28	30	2	36	37	3	14	18	2	38	44	4	96	100	3	30	29
Pb	1	24	23	1	24	27	2	7	9	3	16	18	1	389	404	4	28	28	3	41	38
Rb	1	92	n.b.	1	15	9	2	211	205	3	37	32	2	38	n.b.	4	133	126	3	80	83
Sr	1	96	96	1	25	25	2	90	90	3	947	913	2	270	277	4	76	75	3	373	420
U	0	n.b.	n.b.	0	n.b.	2,1	2	1	1,5	3	2	1,9	2	6	n.b.	4	45	48,8	3	5	5,4
V	1	95	93	1	103	107	2	103	87	3	37	36	2	122	127	4	170	160	3	131	128
Y	1	21	n.b.	1	14	14	2	26	26	3	9	9	2	19	n.b.	4	40	41	3	8	13
Zn	1	112	119	1	43	46	2	53	55	3	45	52	1	842	824	4	61	64	3	69	74
Zr	1	218	n.b.	1	68	70	2	95	96	3	56	62	1	137	n.b.	4	167	165	3	39	53

200ml verwendet und über Nacht (14 h) gerührt. Der Extraktionsrückstand wurde, wie in Kap. 3.3. beschrieben, mittels RFA an einem Boratschmelzling gemessen. Abb. 3.1. zeigt die Ergebnisse einer Probe von Site 964. Die Daten hierzu sind im Anhang (A3.8.1.) aufgeführt. Bei der Behandlung mit Wasser wird noch vorhandenes Meersalz herausgelöst. Das wirkt sich nur auf die Gehalte von Na signifikant, in geringerem Maße auch auf Mg und P aus. Der anhand dieser Ergebnisse berechnete Salzgehalt beträgt 1,7 %. Wie sich an den Verlusten des Ca erkennen läßt, geht bei der Behandlung mit 0,5 N Salzsäure bereits der größte Teil des Carbonats in Lösung. Das Verhältnis von Mg zu Ca in der löslichen Fraktion ist bei den Verfahren mit 0,5 N HCl, EDTA oder Essigsäure nahezu gleich, es liegt bei 0,01. Die EDTA-Extraktion erweist sich hierbei am effektivsten. Neben Mg und Ca werden auch P (zu über 50 %) und Mn (zu etwa 90 %) bei dieser Prozedur in Lösung gebracht. Bei der Behandlung der Probe mit 1 oder 3 N



	H_2O	0,5N HCl	0,1N EDTA	1N HAc	1N HCl	3N HCl
Mg/Ca*	27	0,009	0,012	0,010	0,021	0,022
Sr/Ca*	0,062	0,0052	0,0051	0,0051	0,0051	0,0051

*Elementverhältnisse der löslichen Fraktion

Abb. 3.1. *Ergebnisse eines Auslaugungungsexperiments an einer Probe von ODP-Site 964.*

Salzsäure werden auch bereits alumosilikatische Phasen angelöst, was sich am Rückgang des Al-Gehalts erkennen läßt und möglicherweise die höheren Mg/Ca-Verhältnisse in der Lösung erklärt. Auch Fe wird bei Behandlung mit Salzsäure partiell herausgelöst.
Als das schnellste und selektivste Verfahren zur Bestimmung des Gehalts carbonatgebundener Elemente kann die Behandlung mit 1 N Essigsäure angesehen werden. Tessier et al. (1979) beschrieben eine Methode, bei der ein pH-Wert von 5 eingehalten wird, indem eine Acetat-gepufferte Lösung (1 M Na-Acetat-Lösung mit Essigsäure) verwendet wird. Da hier aufgrund der vorgeschalteten RFA-Messung bereits Vorinformationen bezüglich der zu erwartenden Carbonatgehalte vorliegen (CaO-Wert der Gesamtanalyse) kann auf die Verwendung von Na-Acetat verzichtet werden und stattdessen eine an den Carbonatgehalt angepaßte Menge der 1 N Essigsäure verwendet werden. Versuche ergaben, daß die Verwendung von 50 ml 1 N Essigsäure pro g $CaCO_3$ nach der Reaktion eine pH-Wert von etwa 3 in der Lösung vorliegt (theoretischer Schätzwert: pH 2,5) und die Reaktion aufgrund der feinen Aufmahlung der Proben bereits nach ca. 15 min abgeschlossen ist. Unter Beibehaltung dieses Verhältnisses (50 ml 1 N Essigsäure zu 1 g $CaCO_{3,\ berechnet}$) wurden weitere Proben der Auslaugung mit Essigsäure unterzogen, um gezielt die Gehalte carbonatgebundenen Magnesiums zu bestimmen. Die weiteren Meßwerte befinden sich im Anhang (A3.8.1.).

3.5. Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)

Zur Messung einiger ausgewählter Proben mittels ICP-MS wurden Säureaufschlüsse mit durch Destillation gereinigten Säuren angefertigt. Dabei wurden zwei verschiedene Prozeduren angewendet.

Für den Schwefelsäureaufschluß (HF/H_2SO_4) wurden jeweils 50 mg Probe in PTFE-Tiegel eingewogen und mit 3 ml halbkonzentrierter HCl behandelt, die anschließend bei 160 °C auf der Heizbank abgeraucht wurde. Dann wurden erneut 5 ml der halbkonzentrierten HCl zugegeben und die Tiegel für einige Stunden stehengelassen, so daß sich die Salzsäure und mit ihr der größte Teil des aus den Carbonaten stammenden Ca gut in einen zweiten PTFE-Tiegel abdekantieren ließen. Die Rückstände wurden anschließend auf der Heizbank getrocknet und danach mit 1 ml HNO_3 versetzt und über Nacht stehen gelassen. Dann wurden je 3 ml HF und H_2SO_4 zugegeben, die Tiegel verschlossen und einem sechsstündigen Druckaufschluß bei 180°C unterzogen. Nach dem sich daran anschließenden ca. 30 Stunden dauernden Abrauchvorgang bei 240 °C wurde die vormals abgetrennte salzsäurelösliche Fraktion dem Aufschluß wieder hinzugefügt. Nach abermaligem zweifachem Abrauchen bei 160 °C mit jeweils 3 ml halbkonz. HCl sind auch die Elemente Al und Fe vollständig in lösliche

Chloride überführt. Der Rückstand wurde mit 1 ml HNO_3 aufgenommen und auf ein Volumen von 50 ml aufgefüllt. Durch den parallel durchgeführten Aufschluß von hausinternen und internationalen Standards (GSR-6, PACS-1) wurde dieses Verfahren überprüft.

Für den Perchlorsäureaufschluß ($HF/HClO_4$) wurden jeweils 100 mg Probe in PTFE-Tiegel eingewogen und zur Voroxidation des organischen Materials mit 1 ml konz. HNO_3 bedeckt und über Nacht stehen gelassen. Nach Zugabe von jeweils 3 ml konz. HF und 3 ml konz. $HClO_4$ wird das Gemisch in den geschlossenen Tiegeln langsam (30 °C/h) auf 180 °C aufgeheizt und diese Temperatur sechs Stunden gehalten. Anschließend wird das Säuregemisch bei 160 °C auf der Heizbank abgeraucht und der Rückstand noch dreimal mit 3 ml halbkonz. HCl abgeraucht. Zum Schluß wird der Rückstand mit 1 ml HNO_3 aufgenommen und mit 18 MΩ Reinstwasser auf ein Volumen von 50 ml aufgefüllt.

Tab. 3.4. *Ergebnisse der ICP-MS Analyse des Standards GSR-6; Sollwert nach Govindaraju (1994).*

	GSR-6				**GSR-6**	
	ICP-MS (n=5)	Sollwert			ICP-MS (n=5)	Sollwert
Ba	135 ± 8	120		La	13 ± 2	14,6
Bi	0,14 ± 0,02	0,16		Ce	27 ± 3	25,4
Cd	0,065 ± 0,006	0,069		Pr	3,0 ± 0,3	3,4
Co	10 ± 1	9		Nd	12 ± 1	12
Cr	32 ± 5	32		Sm	2,1 ± 0,3	2,4
Cs	2,8 ± 0,2	3,2		Eu	0,47 ± 0,04	0,51
Cu	25 ± 1	23		Gd	2,1 ± 0,2	1,9
Li	21 ± 3	20		Gd	2,0 ± 0,2	1,9
Mo	0,38 ± 0,03	0,38		Tb	0,27 ± 0,02	0,35
Nb	5,6 ± 0,6	6,6		Dy	1,6 ± 0,2	1,6
Ni	22 ± 3	18		Ho	0,28 ± 0,02	0,33
Pb	16 ± 1	18,3		Er	0,9 ± 0,1	1,1
Rb	36 ± 5	32		Tm	0,13 ± 0,01	0,17
Sb	0,41 ± 0,04	0,43		Yb	0,8 ± 0,1	0,9
Sc	6 ± 1	6		Lu	0,12 ± 0,02	0,14
Sr	1030 ± 110	913				
Th	3,6 ± 0,5	4,1				
Tl	0,27 ± 0,04	0,36				
U	1,8 ± 0,2	1,9				
V	39 ± 5	36				
Y	8 ± 1	9				
Zn	52 ± 1	52				
Zr	61 ± 5	62				

Die Messung der Aufschlußlösungen bzw. ihrer 1+1 oder 2+3 mit 18 MΩ Reinstwasser verdünnten Lösungen erfolgte mit einem doppelt fokussierenden hochauflösenden ICP-MS „Element“ der Firma Finnigan MAT, das mit einer ungekühlten Spühkammer, einem Meinhard Zerstäuber (TR-30-A) und einer peristaltischen Pumpe ausgerüstet war. Die genauen Analyseparameter und Einzelmeßdaten von Standards befinden sich im Anhang (A2.2.; A3.1.2.). In Tabelle 3.4 sind die Ergebnisse der Messung des Geostandards GSR-6 aufgeführt. Die Standardabweichung der Mehrfachmessung liegt bei allen Elementen zwischen 8 und 15 %.

3.6. Thermionen-Massenspektrometrie (TIMS)

Vier Proben wurden am Geochemischen Institut in Göttingen von Herrn Dr. A. Eisenhauer mittels Thermionen-Massenspektrometrie (Finnigan MAT 262 RPQ) auf das Verhältnis der Strontium-Isotope ($^{87}Sr/^{86}Sr$) analysiert. Vor den Messungen wurde die Carbonatfraktion der Proben mit Salzsäure entfernt. Die Analysedaten sind im Anhang (A3.8.4.) aufgeführt.

3.7. Bestimmung von $\delta^{34}S$ mittels Cirm-MS

Die Bestimmungen der Schwefelisotopenverhältnisse ($^{34}S/^{32}S$) einiger ausgewählter Proben erfolgte an einem Finnigan MAT 252 Massenspektrometer, das an einen Carlo Erba EA 1108 Elementar-Analysator gekoppelt ist (Combustion isotope ratio monitoring Mass Spectrometry: Cirm-MS). Die Methode ist bei Böttcher et al. (1998) ausführlich beschrieben. Die Formel zur Berechnung der $\delta^{34}S$-Werte sowie Daten sind im Anhang (A3.8.3.) aufgeführt.

4. Geochemische Charakterisierung und Herkunft der Sedimente

Anhand von Tabellen, Teufenprofilen und anderen geeigneten Diagrammen sollen in diesem Kapitel ausgewählte Analysedaten präsentiert werden. Die für die Zusammensetzung der Sedimente relevanten geochemischen und sedimentologischen Prozesse werden ermittelt und erläutert.

4.1. Sedimentkomponenten und Mittelwerte

Sedimentologisch sind die in dieser Arbeit untersuchten pliozänen Sedimente, mit Ausnahme der eingeschalteten Sapropellagen, als kalkige Nannofossilschlämme zu bezeichnen (Shipboard Scientific Party, 1996a-d). Die hohen Carbonatgehalte zwischen 50 und 70 % (Tab. 4.1) werden überwiegend durch die Überreste von Coccolithophoriden verursacht. Die Schalen dieser zur Gruppe der Algen zu zählenden Arten zerfallen nach dem Absterben in kleine Plättchen, die dann als sogenannte Nannofossilien im Sediment vorliegen. Außerdem lassen sich Gehäuse von planktischen wie auch benthischen Foraminiferen finden, die in einigen Schichten gehäuft auftreten (Shipboard Scientific Party, 1996a-d).
Das Mittelmeer ist derzeit in Bezug auf die Bildung von Calcit vollständig gesättigt (Van Os et al., 1994). Während der Zeiten der Sapropelablagerung muß das nicht zwangsläufig der Fall gewesen sein. In den Sapropelen sind die Carbonatgehalte oftmals weit geringer als in den sie umgebenden Sedimenten, was teilweise mit einer Auflösung von Carbonat während des Abbaus von organischem Material zusammenhängen könnte (Emerson and Archer, 1990).

Anhand eines Dreiecksdiagramms in dem die relativen Verhältnisse von SiO_2 (stellvertretend für Quarz oder biogenen Opal), Al_2O_3 (stellvertretend für die Tonminerale) und CaO (stellvertretend für Carbonat) dargestellt sind (Brumsack, 1989), lassen sich die Sedimente als eine Mischung von biogenem Carbonat mit einer tonig-detritischen Komponente beschreiben, die einem mittleren Tonschiefer (Wedepohl, 1971 & 1991) in ihrer Zusammensetzung ähnelt (Abb. 4.1). In den Diagrammen sind alle Proben in der Nähe dieser Mischungslinie angeordnet. Die Sedimente vom Eratosthenes Seamount (Sites 966 und 967) besitzen geringfügig höhere Al_2O_3-Anteile als die Sedimente aus dem Ionischen Meer (Site 964) und vom Mediterranen Rücken (Site 969). Eine Reihe von Proben von Site 964 weisen höhere SiO_2-Werte auf, die durch höhere Anteile an Quarz erklärt werden können. Biogener Opal ist in den hier untersuchten Sedimenten nicht gefunden worden (Emeis et al., 1996a). Das Mittelmeer ist generell an Kieselsäure untersättigt und nur in Bereichen mit hoher biogener Kieselsäureproduktion und extrem hoher Akkumulationsrate ist eine Erhaltung von Opal in den Sedimenten möglich

(Kemp et al., 1997; Pearce et al., 1998).

Im Mittel besitzen die Sedimente der Sites 964 und 969 höhere Carbonatgehalte als die der Sites 966 und 967 (Tab. 4.1.). Aufgrund starker Schwankungen des Anteils an biogenem Carbonat (Verdünnungseffekt) liefert ein Vergleich der Absolutgehalte anderer Komponenten keine Aussagen hinsichtlich der Unterschiede der Zusammensetzung nicht-biogenen Materials. Im folgenden werden daher die Element zu Aluminium Massenverhältnisse (Element/Al-Verhältnisse) verwendet (Ruland et al., 1974).

Tab. 4.1. *Mittelwerte der in dieser Arbeit untersuchten pliozänen Sedimente.*

ODP Site	**964**	**969**	**967**	**966**
$CaCO_3$ [%]*	62,4	62,7	51,7	59,5
SiO_2 [%]	18,7	17,3	22,6	18,5
TiO_2 [%]	0,32	0,31	0,51	0,42
Al_2O_3 [%]	6,1	5,4	8,3	6,3
Fe_2O_3 [%]	2,8	2,7	4,3	3,3
MgO [%]	1,9	2,1	1,8	1,7
Na_2O [%]	1,0	1,2	1,4	1,3
K_2O [%]	1,22	1,06	1,16	0,92
P_2O_5 [%]	0,09	0,08	0,10	0,12
Mn [µg/g]	1630	1060	1550	660
Rb [µg/g]	39	39	41	39
Sr [µg/g]	1300	1230	1060	1220
Y [µg/g]	21	20	24	23
Zr [µg/g]	70	72	113	96
Si/Al	2,7	2,8	2,4	2,6
Ti/Al	0,060	0,065	0,069	0,077
Fe/Al	0,60	0,67	0,71	0,71
Mg/Al	0,36	0,45	0,25	0,32
Ca/Al	8,7	9,9	4,9	7,5
Na/Al	0,25	0,34	0,24	0,30
K/Al	0,32	0,31	0,22	0,23
P/Al	0,012	0,014	0,011	0,016
Mn/Al•10^{-4}	550	410	370	210
Rb/Al•10^{-4}	12	14	9	12
Sr/Al•10^{-4}	455	479	250	380
Y/Al•10^{-4}	7	8	5	7
Zr/Al•10^{-4}	22	25	26	29
Probenanzahl	348**	505	256	215

* Berechnet anhand der CaO-Gehalte

** Ohne Turbidite

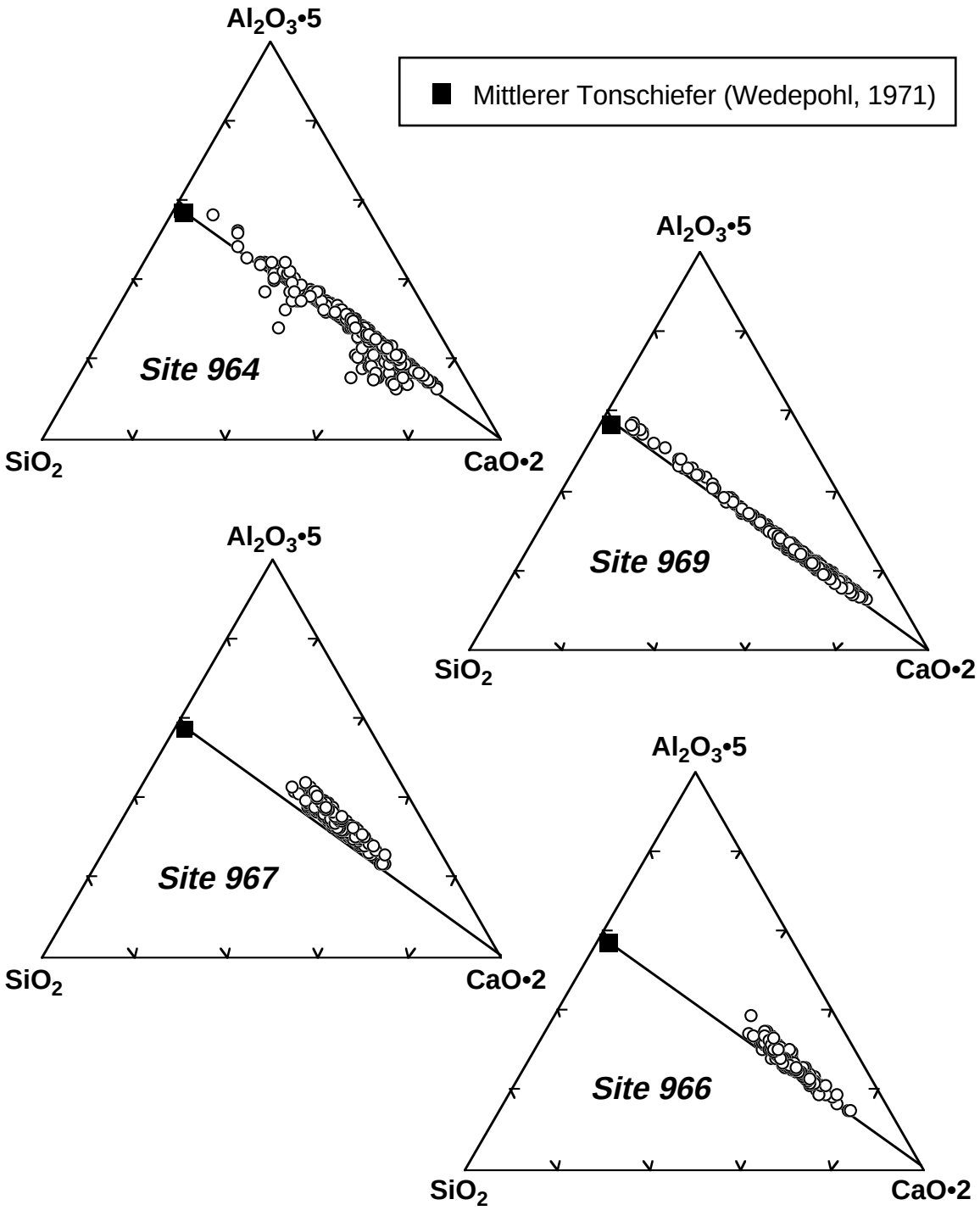


Abb. 4.1. *Relative Häufigkeit von SiO_2, Al_2O_3 und CaO in den Sedimenten der vier Bohrlokationen.*

Eingang in die Betrachtung von Mittelwerten (Tab. 4.1.) finden hier, mit Ausnahme von Eisen, nur Elemente, die bekanntermaßen nicht in den Sapropelen angereichert sind. Dies ist damit zu begründen, daß bei Elementgehalten deren Standardabweichung des Mittelwerts beispielsweise bei 200 % rel. liegt die Angabe des Mittelwerts nicht sinnvoll erscheint.

Die Si/Al-Verhältnisse weisen an Site 969 (Mediterraner Rücken) die höchsten und an Site 967 (Eratosthenes Seamount) die niedrigsten Werte auf. Die Ti/Al-Verhältnisse sind am Eratosthenes Seamount (Sites 966 und 967) höher, wohingegen die Mg/Al- und K/Al-Verhältnisse in den Sedimenten des Ionischen Beckens (Site 964) und des Mediterranen Rückens höhere Werte aufweisen. Diese Unterschiede in den Element/Al-Verhältnissen der Elemente, die vorwiegend in alumosilikatischen Phasen gebunden sind, deuten auf unterschiedliche Liefergebiete des terrigen-detritischen Materials hin. Von Untersuchungen an Oberflächensedimenten (Venkatarathnam & Ryan, 1971) sowie spätquartären Sedimenten des Mittelmeeres (Dominik & Stoffers, 1978) ist bekannt, daß die Sedimente des Ionischen Meeres und des Mediterranen Rückens größere Häufigkeiten der Tonminerale Illit und Chlorit aufweisen. Im Falle des Ionischen Beckens werden diese Tonminerale durch Bodenströmungen aus Adriatischem und Ägäischem Meer herantransportiert (Venkatarathnam & Ryan, 1971). Die Tonfraktion der Sedimente des Mediterranen Rückens stammt größtenteils aus der Ägäis und wird über Strömungen des intermediären Wassers transportiert (Venkatarathnam & Ryan, 1971). Die erhöhten Anteile an Illit und Chlorit könnten zu einem großen Teil für die höheren K/Al- (Illit) und Mg/Al-Verhältnisse (Chlorit) in den Sedimenten der Sites 964 und 969 verantwortlich sein. Laut Venkatarathnam & Ryan (1971) stehen die Sedimente des Bereichs südlich von Zypern unter dem Einfluß des Nil, dessen Schwebfracht von Smektiten, Mg- und K- armen Tonmineralen, dominiert wird.
Verglichen mit einem mittleren Tonschiefer ($Mn/Al \bullet 10^{-4} \sim 90$; Wedepohl, 1971) ist das Element Mn in den Sedimenten des östlichen Mittelmeeres stark angereichert. Die hier gefundenen Mn/Al-Verhältnisse lassen sich eher mit carbonatreichen Sedimenten des Atlantiks vergleichen (Thomson et al., 1986), die zum Teil ähnlich hohe Werte von über $200 \bullet 10^{-4}$ aufweisen. Tiefseesedimente sind seit längerem als Senke für Mn bekannt (Wedepohl, 1980). Als Hauptquellen für das Mn sind hydrothermale Fluide und die reduktive Mobilisierung aus Schelfsedimenten, den mächtigsten Ablagerungen terrigenen Materials, zu nennen (Wedepohl, 1980). Unterschiede im Mn-Gehalt (Tab. 4.1) lassen sich durch die unterschiedlichen Wassertiefen und den Transport von Mn aus flacheren in tiefere Regionen des Beckens erklären.
Die niedrigsten Mn/Al-Verhältnisse treten an Site 966 in 940 m Wassertiefe auf und die höchsten Mn/Al-Verhältnisse lassen sich an Site 964 in etwa 3700 m Wassertiefe finden. An Site 969 (2210 m) sind die Mn/Al-Verhältnisse etwas höher als an Site 967

(2560 m). Dies kann mit den höheren Carbonatgehalten und durch eine Assoziation von Mn mit biogenem Carbonat begründet werden kann. Mn, das im suboxischen Sediment mobilisiert wird (Froelich et al., 1979), kann einerseits an Calcit-Oberflächen adsorbiert werden (Boyle, 1983) und andererseits authigene Mn-Carbonate bilden. Letzteres geschieht frühdiagenetisch unter Bedingungen erhöhter Konzentrationen von gelöstem Mn und hoher Alkalinitäten im Porenwasser (Pedersen & Price, 1982).

4.2. Sapropele und Anreicherungshorizonte

Sapropele des östlichen Mittelmeeres (≥ 2 % TOC (= Total Organic Carbon), ≥ 1cm; Kidd et al., 1978) sind als dunkelbraune bis schwarze Lagen in die hellen „Normalsedimente“ eingeschaltet. Aus vielen früheren Untersuchungen ist bekannt, daß diese Lagen an Fe, S und Spurenelementen, u.a. As, Ba, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, V und Zn, angereichert sind (Calvert, 1983; Sutherland et al., 1984; Pruysers et al., 1991; Thomson et al., 1995; Nijenhuis et al., 1998). Die ersten Spurenmetalldaten stammten von Calvert (1983), der Sapropele des DSDP Leg 13 untersuchte und die für TOC-reiche Sedimente typischen Anreicherungen von Cu, Mo, Ni und Zn fand. Calvert (1983), wie auch Sutherland et al. (1984), die den jüngsten Sapropel (S1) vom Hellenischen Rücken untersucht hatten, machten vor allem eine erhöhte Bioproduktion für die Bildung der TOC-reichen Lagen verantwortlich. Eine ausschließliche Bildung durch erhöhte Bioproduktion ist allerdings aufgrund des von Müller & Suess (1979) ermittelten Zusammenhangs zwischen Sedimentationsrate und TOC-Akkumulationsrate fraglich, da eine Primärproduktion von 200 bis 300 gC/m^2•a erforderlich wäre, ein Wert, der nur in rezenten Auftriebsgebieten (z.B. vor Peru oder Namibia) realisiert ist (Howell & Thunell, 1992).
Nijenhuis et al. (1998) fanden im Gegensatz zu früheren Arbeiten an jüngeren Sapropelen (Calvert, 1983; Sutherland et al., 1984; Pruysers et al., 1991; Thomson et al., 1995) in plio- und frühpleistozänen Sapropelen extrem hohe Spurenmetallanreicherungen, wie sie zum Beispiel für kretazische Schwarzschiefer typisch sind (Brumsack, 1980 & 1986). Derartig hohe Spurenmetallgehalte lassen sich nur mit anoxischen Verhältnissen in der Wassersäule erklären (Brumsack, 1980; Passier et al., 1998; Nijenhuis et al., 1998).

Die in dieser Arbeit untersuchten Sedimente enthalten Sapropele mit einer großen Variationsbreite an TOC- (von 2 bis 31 %) und Spurenmetallgehalten. Die jeweiligen Variationsbereiche und Durchschnittswerte der Sapropelproben sind, nach Lokationen geordnet, in der Tabelle 4.2 aufgeführt. Dabei ist anzumerken, daß diese Werte keinen unmittelbaren Vergleich zwischen den Lokationen erlauben, weil jeweils ein unterschiedlich langer Zeitabschnitt und eine unterschiedliche Anzahl von Sapropelen betrachtet

Tab. 4.2. *Mittelwerte und Extrema der Carbonat-, TOC- und Spurenelementgehalte sowie mittlere Element/Al-Verhältnisse pliozäner Sapropele im Vergleich zu Literaturwerten von Nijenhuis et al. (1998; ebenfalls pliozäne Sapropele) und Arthur et al. (1990; CTBE-Schwarzschiefer.*

	964			969			967			966			Nijenhuis	
	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Max.	
$CaCO_3$ [%]*	15	62	**43**	3	71	**36**	30	57	**46**	39	71	**57**		
TOC[%]	0,5	9,7	**3,4**	0,5	31,2	**10,8**	0,5	7,2	**3,4**	0,6	12,7	**3,2**	26,7	
As [µg/g]	20	96	**52**	2	166	**47**	7	164	**63**	3	65	**24**	297	
Ba [µg/g]	148	2519	**1148**	104	4007	**1752**	280	1088	**742**	179	1379	**377**		
Co [µg/g]	22	395	**153**	10	214	**67**	26	243	**59**	11	124	**29**	673	
Cr [µg/g]	45	204	**111**	58	452	**165**	53	103	**72**	30	90	**54**	489	
Cu [µg/g]	22	545	**165**	17	481	**196**	48	145	**89**	29	105	**61**	403	
Mn [µg/g]	659	1529	**983**	201	1108	**539**	542	1058	**737**	242	544	**424**		
Mo [µg/g]	6	116	**35**	1	736	**147**	4	181	**54**	1	319	**44**	728	
Ni [µg/g]	34	649	**268**	50	974	**280**	51	394	**143**	34	242	**94**	1224	
V [µg/g]	79	841	**265**	48	4471	**962**	94	585	**275**	102	687	**278**	3575	
Zn [µg/g]	40	179	**88**	43	1611	**157**	43	149	**68**	33	73	**51**	181	
As/Al•10^{-4}	5	35	**14**	1	53	**17**	1	53	**18**	1	22	**8**		
Ba/Al•10^{-4}	39	914	**325**	41	1364	**570**	55	514	**200**	51	451	**130**		
Co/Al•10^{-4}	4	73	**38**	4	71	**22**	5	80	**16**	3	55	**10**		
Cr/Al•10^{-4}	14	42	**26**	23	113	**50**	12	28	**18**	12	37	**17**		
Cu/Al•10^{-4}	6	80	**35**	7	128	**60**	10	38	**22**	9	55	**21**		
Mn/Al•10^{-4}	119	547	**261**	58	393	**184**	111	355	**187**	67	338	**143**		
Mo/Al•10^{-4}	1	30	**10**	0	246	**51**	1	86	**18**	0	104	**15**		
Ni/Al•10^{-4}	9	117	**67**	20	332	**88**	9	130	**39**	9	108	**32**		
V/Al•10^{-4}	21	152	**60**	19	1432	**307**	20	283	**81**	23	307	**100**		
Zn/Al•10^{-4}	10	34	**21**	15	493	**50**	11	72	**18**	12	23	**17**		
Proben	11	11	**11**	46	46	**46**	31	31	**31**	38	38	**38**		
Anzahl Sapropele	5	5	**5**	14	14	**14**	8	8	**8**	12	12	**12**		

* $CaCO_3$ Berechnet anhand der CaO Werte

wird. In den untersuchten Sedimenten von Site 964 befinden sich z.B. lediglich fünf Sapropele. In dem untersuchten Intervall von Site 969 hingegen befinden sich 14, darunter die Sapropele mit den höchsten jemals beschriebenen TOC-Werten (Shipboard Scientific Party, 1996b). Die Tabelle soll dazu dienen, die Unterschiede zwischen den verschiedenen Sapropelen und Sapropelproben zu verdeutlichen sowie die Extremwerte aufzuzeigen und mit den Werten anderer Untersuchungen an Sapropelen und Schwarzschiefern (Nijenhuis et al., 1998; Arthur et al., 1990) zu vergleichen. Die Minima und Maxima in der Tabelle beziehen sich auf einzelne Proben. So wurden Proben mit TOC-Gehalten zwischen 0,5 und 2 % noch zu einem Sapropel hinzugerechnet, sofern sie noch zu einer jeweiligen Lage mit Werten über 2 % TOC dazugehörten (z.B. oberer oder unterer Rand).
Im Vergleich zu den Werten von Nijenhuis et al. (1998) liegen die mittleren Spurenelementgehalte der in dieser Arbeit untersuchten Sapropele niedriger, wobei die Extremwerte (Maxima) im selben Konzentrationsbereich liegen. Das verdeutlicht, daß Nijenhuis et al. (1998) zwei überdurchschnittlich metallreiche Sapropellagen untersucht haben. Dennoch läßt sich zunächst auch mit den Werten dieser Arbeit bestätigen, daß die pliozänen Sapropele des östlichen Mittelmeeres vergleichbar hohe Spurenelementgehalte aufweisen wie CTBE-Schwarzschiefer (CTBE = Cenomanian-Turonian Boundary Event). Dies zeigt der Vergleich mit den Daten von Arthur et al. (1990). Auffallend ist, wie bereits von Nijenhuis et al. (1998) beschrieben und diskutiert, daß die Kreide-Schwarzschiefer aus dem Atlantik sehr viel höhere Zn-Gehalte aufweisen. Diese hohen Werte können möglicherweise mit dem Eintrag durch hydrothermale Fluide erklärt werden (Brumsack, 1980; Arthur et al., 1990).

4.2.1. Elementanreicherungen

Neben den Sapropelen sind weitere an Fe, S und Spurenmetallen angereicherte Lagen zu finden, die ebenfalls mit den Prozessen der Sapropelbildung im Zusammenhang stehen. Diese befinden sich entweder direkt oberhalb oder unterhalb der Sapropele und sind bei der diagenetischen Überprägung der Sapropele entstanden (Pruysers et al., 1991; Thomson et al., 1995; Passier et al., 1996) oder sie befinden sich dort, wo ursprünglich Sapropele vorgelegen haben, deren organisches Material aber durch oxidativen Abbau vollständig zerstört („heruntergebrannt“) worden ist (Higgs et al., 1994; Thomson et al., 1995). In den Abbildungen 4.2. bis 4.4. sind Beispiele von Element/Al-Profilen dargestellt.
Bei den Spurenelementen kann zwischen zwei Gruppen unterschieden werden, wobei das Element Ba, dem eine Sonderstellung zukommt, zunächst unberücksichtigt gelassen wird. Spurenelemente, die in verschiedenen Oxidationsstufen auftreten gelten als redox-sensitiv; von den in dieser Arbeit untersuchten Elementen gehören As, Cr, Cu,

Mo und V in diese Kategorie. Desweiteren gelten solche Spurenelemente als chalkophil, die stabile Sulfide bilden oder sich in Eisensulfiden anreichern; As, Co, Cu, Mo, Ni und Zn zählen hierzu (Holland, 1979; Brumsack, 1989; Calvert & Pedersen, 1993).

Bei der Festlegung dieser Elemente im Sediment spielen hauptsächlich die drei folgenden Prozesse eine Rolle:

1) Fällung als oder Kopräzipitation mit Sulfiden (Eisenmonosulfid oder Pyrit)
2) Adsorption an organisches Material, bzw. Einbau in organische Verbindungen
3) Adsorption an Fe- oder Mn-Oxihydroxide

Die Festlegung von Spurenelementen nach 1) findet einerseits innerhalb der Sapropele statt, wo sich im Zuge der Sulfatreduktion authigene Sulfide bilden, andererseits aber auch unterhalb der Sapropele, wo es nach der Abwärtsdiffusion von Hydrogensulfid zur Bildung von Sulfiden kommt (Passier et al., 1996).
Abb. 4.2. zeigt beispielhaft das Verhalten von **Fe** und **S** im Bereich eines Sapropels. Beide Elemente sind gleichermaßen im Sapropel wie auch darunter angereichert, was auf das Vorliegen von Eisensulfiden hindeutet. Das Verhältnis der stabilen Schwefelisotope $^{34}S/^{32}S$, angegeben als $\delta^{34}S$ rel. CDT, zeigt, daß die Bildung der Sulfide in einem für Meerwassersulfat offenen System erfolgte. Das heißt, für die bakterielle Sulfatreduktion stand stets so viel Sulfat mit dem für Meerwasser typischen Isotopenverhältnis ($\delta^{34}S$ = + 20.7 ‰; Böttcher et al., 1998) zur Verfügung, daß sich dessen Isotopenverhältnis nicht änderte. Bei der bakteriellen Sulfatreduktion wird das leichtere Isotop ^{32}S bevorzugt, so daß das resultierende Sulfid isotopisch besonders „leicht“ ist bzw. negative $\delta^{34}S$-Werte aufweist. Dadurch daß die Sulfatreduktion innerhalb des Sapropels besonders intensiv war und ein Unterschuß von Fe vorlag, kam es zu der von Passier et al. (1996) beschriebenen Diffusion von H_2S oder HS^- in die unterlagernden Schichten mit der dortigen Bildung von Eisen- und anderen Sulfiden.
Die Festlegung von Spurenelementen nach 2) kann nur innerhalb der Sapropele stattfinden, weil nur dort ausreichend organisches Material mit Verbindungen bzw. funktionellen Gruppen vorliegt, die zur Komplexierung von Metallionen dienen können. Wenn das organische Material abgebaut wird, werden die darin fixierten Elemente freigesetzt, können jedoch anschließend wieder nach 1) oder 3) fixiert werden.
Eine Festlegung von Spurenelementen nach 3) findet an der Redoxgrenze statt, wenn eine Oxidationsfront in das Sediment eindringt und aufwärtsdiffundierendes Fe und Mn in Form von Oxihydroxiden gefällt wird (Wilson et al., 1985). Die dadurch entstehenden Anreicherungshorizonte befinden sich im Falle des holozänen S1-Sapropels direkt oberhalb der Sapropele (Pruysers et al., 1993; Thomson et al., 1995; Van Santvoort et al., 1996). Derartige Anreicherungsfronten entwickeln sich synsedimentär oder sind das

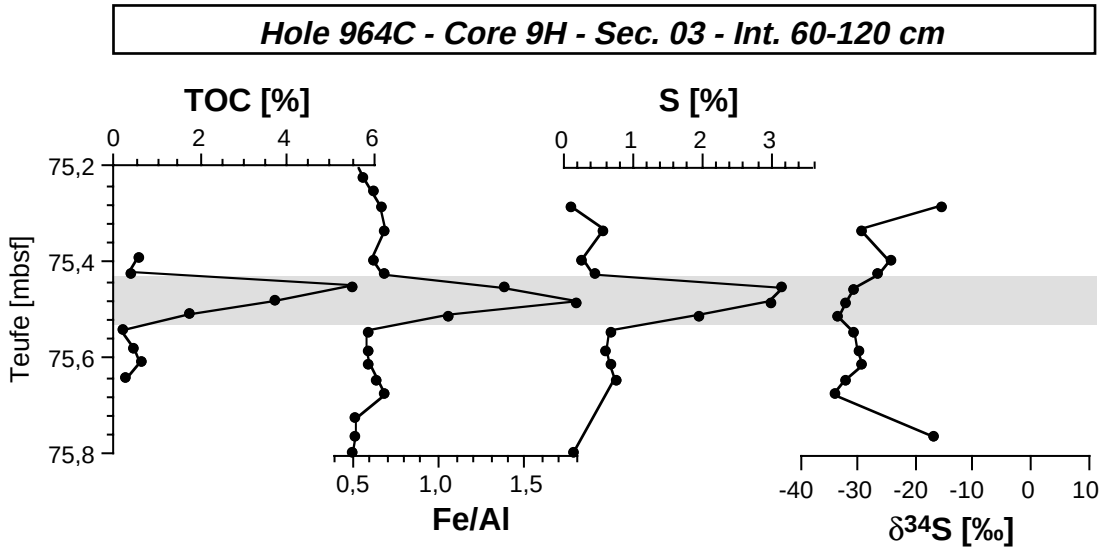


Abb. 4.2. *TOC-, Fe- und S-Profile eines Sapropels von ODP-Site 964 (Ionisches Bekken); die graue Zone zeigt den Bereich des Sapropels an; mbsf = meters below seafloor.*

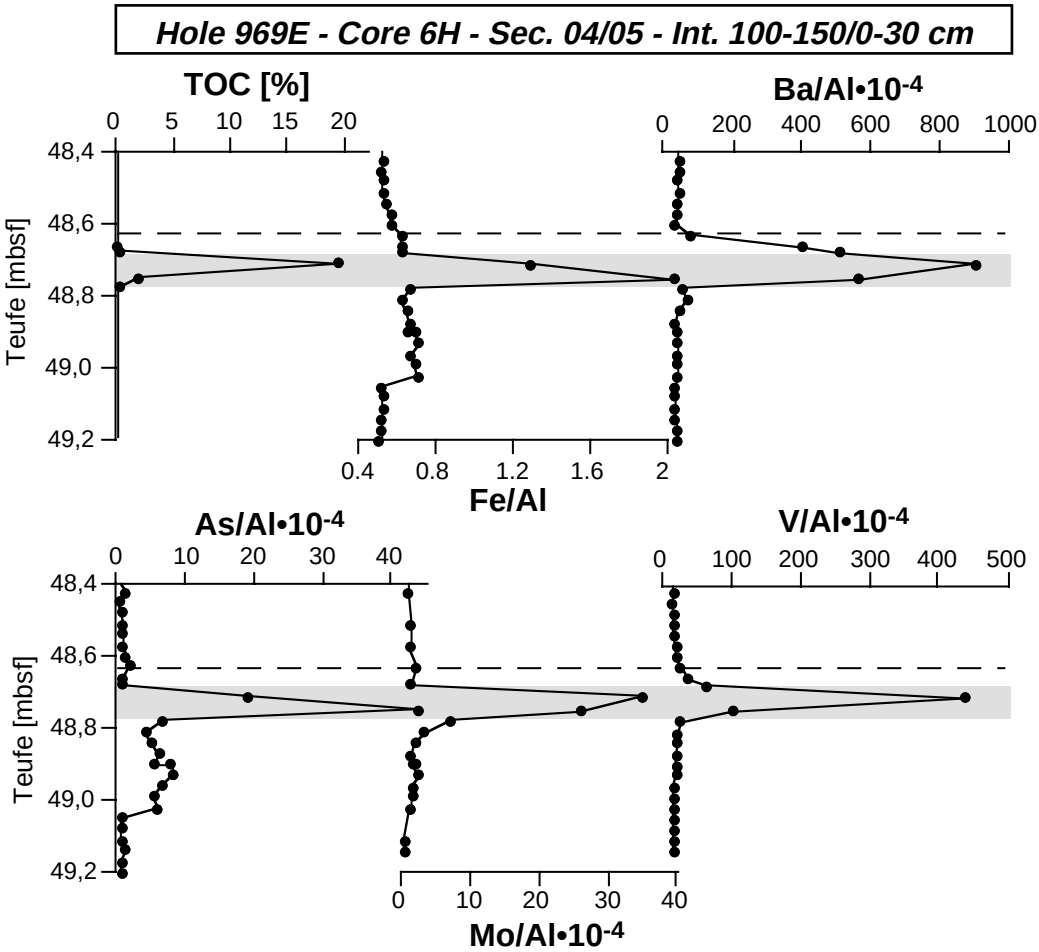


Abb. 4.3. *Element/Al-Profile eines Sapropels vom Mediterranen Rücken (ODP-Site 969; die graue Zone zeigt die heutige Lage des Sapropels, die gestrichelte Linie die ehemalige Obergrenze des Sapropels an.*

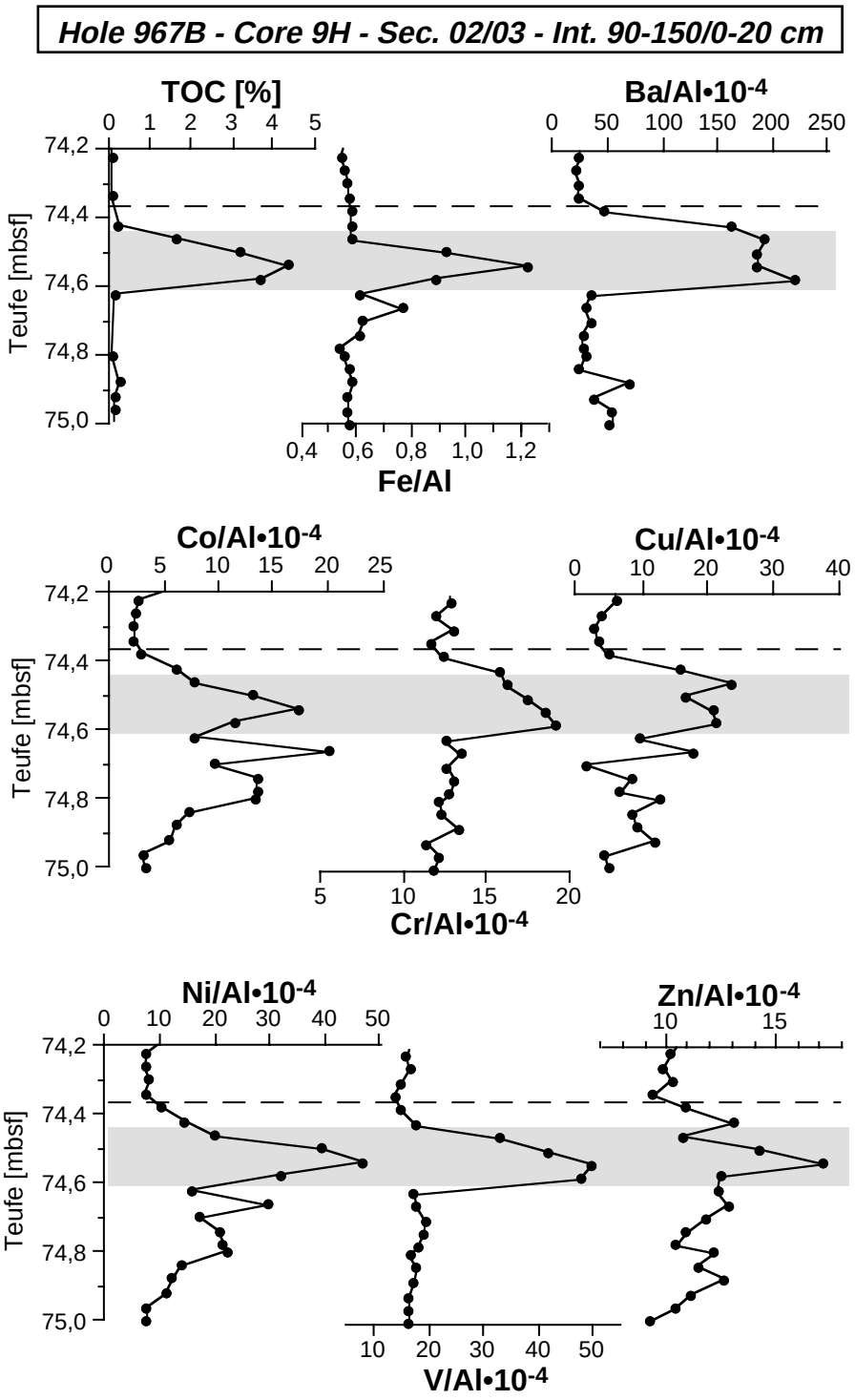


Abb. 4.4. *Element/Al-Profile eines Sapropels von ODP-Site 967 (Eratosthenes Seamount); die graue Zone zeigt die heutige Lage des Sapropels und die gestrichelte Linie dessen ehemalige Obergrenze an.*

Ergebnis der frühen Diagenese. In den hier untersuchten pliozänen Sedimenten sind sie in der Regel nicht mehr sichtbar, was durch die fortlaufende Überprägung unter suboxischen Bedingungen bzw. die erneute Reduktion und Umverteilung der Fe- und Mn-Oxihydroxide erklärt werden kann.

Wie in den Abbildungen 4.3. und 4.4. zu sehen ist, sind die höchsten Spurenelementanreicherungen direkt innerhalb der Sapropele zu finden.
Das Element **V** ist dabei nur im Sapropel signifikant angereichert, jedoch nicht darüber oder darunter; ein Umstand der für die nahezu ausschließliche Festlegung im organischen Material spricht. Während Vanadium im oxischen Meerwasser in Form des löslichen Metavanadats (VO_3^-) vorliegt, wird es im reduzierenden Milieu als Vanadyl-Kation (VO^{2+}) bevorzugt von organischen Verbindungen (z.B. Porphyrine) komplexiert (Szalay & Szilagyi, 1967; Emerson & Huested, 1991) und beim Abbau derselben wieder aus dem Sediment freigesetzt.
Die Elemente **As, Co, Cu, Ni** und **Zn** zeigen auch unterhalb der Sapropele signifikante Anreicherungen. As zeigt dabei ein sehr ähnliches Verteilungsmuster wie Fe, wie es auch für den jüngsten Sapropel berichtet worden ist (Thomson et al., 1995): Eine Kopräzipitation von As mit Eisensulfiden ist deshalb wahrscheinlich (z.B. Huerta-Diaz & Morse, 1992). Für Cu, Ni und Zn kommt in den Sapropelen sowohl die Bindung an organisches Material in Frage (z.B. Calvert et al., 1985) als auch das Vorliegen in Form von Sulfiden (z.B. Jacobs et al., 1985). Co und in geringerem Maße Ni besitzen eine starke Affinität zu Mn-Oxihydroxiden, welches sich vor allem während der frühen Diagenese stark auf die Verteilung dieser Elemente auswirkt (Klinkhammer, 1980; Hem, 1989). In den hier untersuchten pliozänen Sedimenten tritt jedoch der chalkophile Charakter von Co und Ni deutlich in den Vordergrund. Mangan ist im Gegensatz zu Cobalt und Nickel in den Sapropelen verarmt, wie der Vergleich der Daten zeigt (Tab.4.1.) und später noch deutlich wird (Kap. 4.4.).
Die Elemente **Cr** und **Mo** weisen nur unwesentliche Anreicherungen unterhalb der Sapropele auf, wobei hier angemerkt werden muß, daß sich die Mo-Gehalte dort im Bereich der Bestimmungsgrenze der RFA (siehe Anhang, A2.1., S. 3A) bewegen. Für beide Elemente wird sowohl die Fixierung in organischem Material als auch in Sulfiden diskutiert (Calvert & Pedersen, 1993). Darüber hinaus kann Mo auch in einer Assoziation mit Mn-Oxihydroxiden auftreten (Berrang & Grill, 1974). Dieser Prozeß ist jedoch nur unter oxischen Bedingungen von Bedeutung.
Welche Bindungsformen der Elemente im einzelnen vorliegen, kann und sollte in dieser Arbeit nicht geklärt werden. Klar wird jedoch, welch quantitativ wichtige Bedeutung die Fixierung bestimmter Spurenelemente auch unterhalb der Sapropele hat. Dies muß bei Bilanzierungen der Spurenelementgehalte und -kreisläufe daher berücksichtigt werden.

Anreicherungen an **Ba** können mit den bisher erwähnten Prozessen nicht erklärt werden. Das Element Ba wird bereits seit Jahrzehnten als Indikator für eine erhöhte Paläoproduktivität diskutiert (Goldberg & Arrhenius, 1958; Dehairs et al., 1980; Schmitz, 1987; Lea & Boyle, 1990; Von Breymann et al., 1992; Dymond et al., 1992; Francois et al., 1995; Dymond & Collier, 1996). Dabei ist nach wie vor unklar, welche genaue Kausalität sich hinter der vielfach beobachteten Korrelation zwischen biologischer Produktivität und Akkumulation von Ba verbirgt.

Obwohl Meerwasser in Bezug auf Baryt ($BaSO_4$) untersättigt ist, wird Ba in Form dieses Minerals in das Sediment eingetragen (Dehairs et al., 1980; Bishop, 1988; Gingele & Dahmke, 1994). Dabei wird angenommen, daß die Fällung innerhalb von Organismen oder Organismenschalen, in sogenannten „mikroenvironments", stattfindet (Bishop, 1988). Dymond & Collier (1996) weisen zudem darauf hin, daß die Auflösung des von Acantharien gebildeten Coelestin ($SrSO_4$) entscheidend zur Bildung von Baryt-Kristallen beitragen kann, denn Coelestin ist an Ba angereichert. Nach Bertram & Cowen (1997) liegt der größte Teil des in der Wassersäule und im Sediment gefundenen Baryts in einer eiförmigen Kristallform vor. Sowohl Morphologie als auch Sr-Gehalte dieser Kristalle lassen einen biologischen Entstehungsprozeß vermuten. Weil die Baryt-Bildung möglicherweise von einer spezifischen Organismenart oder -gattung abhängt, kann die Ökologie einen entscheidenen Einfluß auf das Verhältnis zwischen der Primärproduktion und der Ba-Flussrate haben. Aus diesem Grunde ist bei der Berechnung von Produktionsraten anhand der Ba-Gehalte, wie sie von Dymond et al. (1992) vorgeschlagen wurde, Vorsicht geboten (Dymond & Collier, 1996).

Das Element **Ba** läßt sich zumindest qualitativ, wenn nicht sogar halbquantitativ als Anzeiger einer erhöhten biologischen Produktion im östlichen Mittelmeer einsetzen. Frühere geochemische Untersuchungen, wie auch die vorliegende Arbeit, zeigen, daß die Sapropele des östlichen Mittelmeeres stets an Ba angereichert sind (Calvert, 1983; Sutherland et al., 1984; Pruysers, 1991 & 1993; Higgs et al., 1994; Van Os et al., 1994; Thomson et al., 1995; Nijenhuis, et al., 1996 & 1998). Die Vermutung, daß die Mittelmeersapropele unter Bedingungen einer erhöhten biologischen Produktion gebildet wurden, konnte z.B. auch anhand von Stickstoff-Isotopenuntersuchungen (Calvert et al., 1992) oder mikropaläontologischen Studien (Lourens et al., 1992) belegt werden. Bei Verwendung von Ba als Produktivitätsindikator ist zwar zu beachten, daß das Element unter Bedingungen intensiver Sulfatreduktion wieder mobilisiert werden und im Porenraum Baryt-Fronten bilden kann (Brumsack und Gieskes, 1983; Brumsack, 1986; Brumsack et al., 1992). Thomson et al. (1995) und Van Santvoort et al. (1996) konnten jedoch zeigen, daß das Ba-Signal auch dann noch erhalten bleibt, wenn das organische Material eines Sapropels vollständig abgebaut wird. So haben Van Santvoort et al. (1996) eine Abhängigkeit zwischen dem TOC und dem Ba-Gehalt im unteren, nicht oxidierten Abschnitt des jüngsten Sapropel S1 festgestellt und zur Berechnung der

ursprünglichen Dicke und des ursprünglichen TOC-Gehalts des Sapropels benutzt. Bei den in dieser Arbeit untersuchten Sapropelen fällt die Untergrenze der zu einem Sapropel zugehörigen Ba-Anreicherung, die sich in einem deutlich ausgeprägten Peak im Ba/Al-Profil ausdrückt, immer auch mit der Untergrenze des Sapropels zusammen (siehe z.B. Abb. 4.3 und 4.4.). Allerdings liegt die obere Grenze der meisten Sapropele etwas unterhalb des oberen Randes der Ba-Anreicherung.
Gemäß Thomson et al. (1995) und Van Santvoort et al. (1996) wird die Ba-Anreicherung hier (Abb. 4.3 und 4.4.) und im folgenden als Anzeiger für die ehemalige Position und Dicke einer Sapropellage angesehen, dient also auch zur Indikation einer ehemaligen „heruntergebrannten“ TOC-reichen Lage (Higgs et al., 1994). Ein Beispiel für einen solchen oxidierten Sapropel ist in Abb. 4.5. dargestellt. Im Gegensatz zum Ba sind die anderen Spurenelemente darin nur geringfügig (Co, Cr, Ni, Zn) oder gar nicht mehr angereichert (Mo, V).

4.2.2. Hintergrundwerte von Spurenelementen

Die in dieser Arbeit erfolgte, zeitlich hochauflösende und langskalige Untersuchung der Mittelmeersedimente ermöglicht die Unterscheidung zwischen dem lithogenen Hintergrund des Sediments und der sich davon abhebenden Anreicherung eines Spurenelements. Soll der Spurenelementgehalt des lithogenen Hintergrunds abgeschätzt werden, so müssen alle oben erwähnten, durch diagenetische Prozesse entstandenen Anreicherungen, unberücksichtigt gelassen werden. In den jeweiligen Teufenprofilen können diagenetische Anreicherungen, die sich im Bereich TOC-reicher oder ehemals TOC-reicher Sedimente gebildet haben, anhand des Ba-Signals erkannt werden. Das Element/Al-Verhältnis der „Grundlinie“ kann graphisch als Hintergrundwert ermittelt werden. Diese Vorgehensweise ist in Abb. 4.6. veranschaulicht.

Beim Element Cr wird deutlich, daß der Hintergrundwert erhebliche Variationen aufweisen kann. Das Cr/Al-Profil weist zyklische Variationen auch in den Bereichen auf, wo gemäß dem Ba-Signal keine Sapropele vorgelegen haben (Abb. 4.4.). An Site 964 wurden sogar Bereiche gefunden, in denen der lithogene Hintergrund Werte aufweist, die sich denen von Sapropelen nähern. Die Gründe für derartige Variationen sollen im Kap. 4.5 näher erläutert werden. Bei den Elementen Ba und V treten zwar auch Schwankungen im Hintergrundwert auf, sie sind aber bei der Höhe der vorgefundenen Anreicherungen zu vernachlässigen. Tabelle 4.3. liefert einen Überblick über die lithogenen Hintergrundwerte der Spurenelemente aller vier Lokationen im Vergleich zu einem mittlerem Tonschiefer (Wedepohl, 1971 & 1991) und der oberen kontinentalen Erdkruste (Taylor & McLennan, 1985). Falls stärkere Variationen auftraten, wie am Beispiel des Cr/Al-Verhältnisses gezeigt, werden diese in Klammern hinter den Werten angegeben.

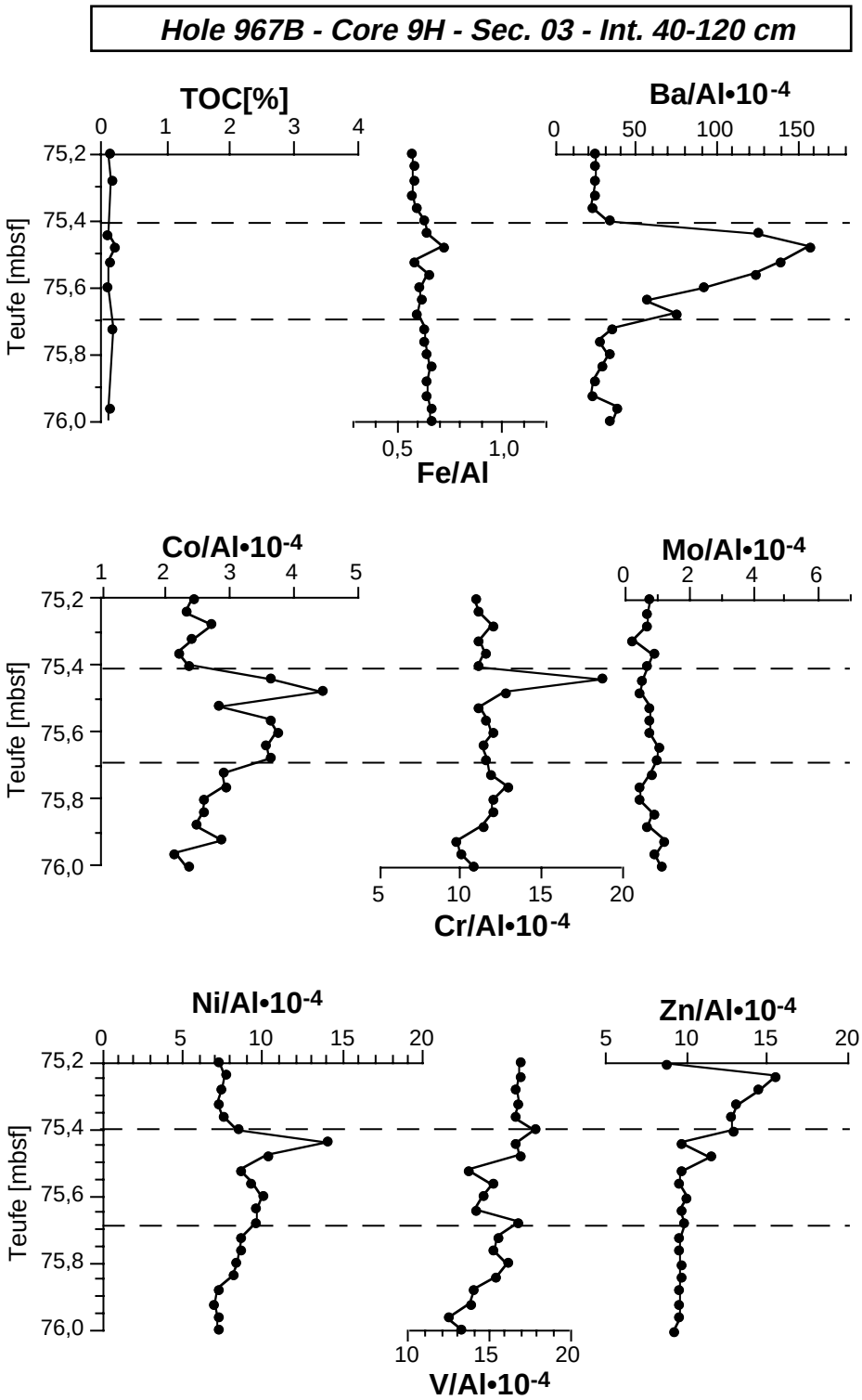


Abb. 4.5. *Element/Al-Profile eines aufoxidierten („heruntergebrannten“) Sapropels von ODP-Site 967 (Eratosthenes Seamount); die gestrichelten Linien deuten die ehemalige Ausdehnung des Sapropels an.*

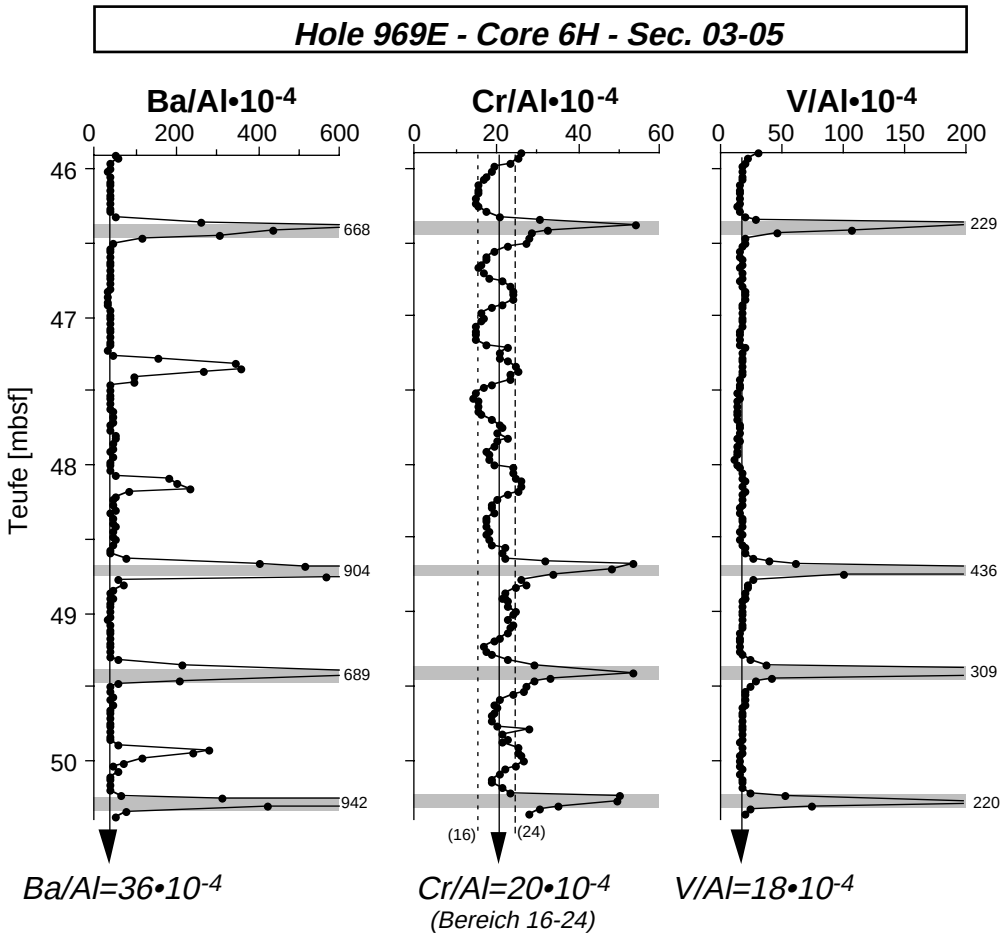


Abb. 4.6. *Drei Beispiele zur Ermittlung der lithogenen Hintergrundwerte von Spurenelementen anhand von Element/Al-Teufenprofilen. Graue Zonen zeigen Sapropellagen an.*

Die Hintergrundwerte einiger Spurenelement/Al-Verhältnisse von Site 969 (Mediterraner Rücken) und zum Teil auch von Site 964 (Ionisches Meer) liegen deutlich höher als die der beiden östlich gelegenen Sites. Dies ist mit spurenmetallreicheren Liefergebieten der beiden westlichen Lokationen zu erklären.

Insgesamt zeigt sich, daß für einige Elementverhältnisse beträchtliche Unterschiede zwischen den Mittelmeersedimenten und mittlerem Tonschiefer oder oberer kontinentaler Erdkruste festgestellt werden können (Tab. 4.3.). Die Ba-Werte sind um etwa den Faktor zwei niedriger, während Co, Cr und Ni im Mittelmeersediment höhere Werte aufweisen. Letzteres könnte als ein Hinweis auf ultramafische Gesteine im Liefergebiet gedeutet werden. Diese sind für hohe Co-, Cr- und Ni-Gehalte bekannt (Hartmann & Wedepohl, 1993).

Tab. 4.3. *Lithogene Hintergrundwerte der Spurenelemente im Vergleich zu mittlerem Tonschiefer (Wedepohl, 1971 & 1991) und oberer kontinentaler Erdkruste (Taylor & McLennan, 1985).*

	Site 964	**Site 969**	**Site 967**	**Site 966**	**mittlerer Tonsch.**	**obere kontinent. Erdkruste**
As/Al•10^{-4}	**<5**	**<2**	**<4**	**<1**	0,84	0,19
Ba/Al•10^{-4}	**32**	**36**	**25**	**30**	73	68
Co/Al•10^{-4}	**3** (3-6)	**4**	**3**	**3**	2,1	1,2
Cr/Al•10^{-4}	**13** (11-14, z.T. >40)	**20** (16-24)	**12** (11-13)	**12**	11	4
Cu/Al•10^{-4}	**5**	**8**	**5**	**3**	4,4	3,1
Mo/Al•10^{-4}	**<3** (z.T. 3-6)	**<3** (z.T. 3-7)	**<1**	**<1**	0,29	0,19
Ni/Al•10^{-4}	**7** (6-10, z.T. >30)	**13** (11-19)	**9** (6-12)	**9** (8-10)	7,6	2,5
V/Al•10^{-4}	**18**	**18**	**15**	**15**	15	7
Zn/Al•10^{-4}	**10** (8-13, z.T. >15)	**15** (13-16)	**13** (9-15)	**13**	12,9	8,8

4.3. Turbidite

Die Sedimentabfolge vom Pisano Plateau (Site 964) weist zahlreiche Störungen auf (Shipboard Scientific Party, 1996a). Diese Lokation liegt innerhalb eines Gebiets in dem eine sogenannte „Kopfsteinpflaster-Topographie“ (cobblestone-topography) vorliegt (Blechschmidt et al., 1982). Mehrere Meter mächtige Turbidite aus diesem Bereich des östlichen Mittelmeeres sind bereits von Kastens & Cita (1981) sowie Cita et al. (1996) beschrieben und untersucht worden. So wurde von diesen Autoren der Begriff Homogenit (engl. homogenite) geprägt, der darauf hindeutet, daß diese Turbidite über einen großen Teufenbereich hinweg sehr homogen erscheinen. Sie sollen aus Material gebildet worden sein, das durch den im Zuge des Ausbruchs und Kollapses der Caldera von Santorin vor 3500 Jahren aufgetretenen Tsunami transportiert worden ist. Einige der Turbidite, die an Site 964 erbohrt worden sind, weisen ähnliche Eigenschaften wie die Homogenite auf und könnten eine ähnliche Entstehungsgeschichte haben (Shipboard Scientific Party, 1996a). Stanley (1985) schätzte, daß mindestens zwei Drittel der pliozänen und quartären Ablagerungen des Ionischen Meeres aus Redepositen bestehen. An Site 964 sind Turbidite jedoch nur in den älteren, pliozänen oder frühpleistozänen Sedimenten gefunden worden (Shipboard Scientific Party, 1996a). Der Grund hierfür liegt wahrscheinlich in der tektonischen Anhebung des Pisano Plateaus während der Subduktion der Ionischen Tiefsee-Ebene unter den Kalabrischen Akkretionskeil (Shipboard Scientific Party, 1996a). Nachdem das Plateau im Pleistozän eine gewisse Höhe erreicht hatte, sind auftretende Trübeströme möglicherweise an der Anhöhe vorbeigedriftet.

In den zwei untersuchten Bohrkernen von Site 964 können zwei Turbidite eindeutig identifiziert werden. Der ältere und mächtigere befindet sich im Bohrloch C in einer Teufe zwischen etwa 75,5 und 78 mbsf (meters below seafloor). Er weist eine obere, etwa 2 m mächtige „Homogenit-Lage“ auf. Der jüngere befindet sich im Überlappungsbereich der beiden untersuchten Bohrkerne 964B-8H und 964C-9H. Im Kern 964B-8H befindet er sich in einer Teufe zwischen etwa 73,3 und 74 mbsf und im Kern 964C-9H bildet der untere Teil des Turbidits den oberen Abschluß des Kerns.

Ein klassisches Merkmal von Ablagerungen wie Turbiditen, die sich durch vollständige Resuspension und erneute Sedimentation gebildet haben, ist, daß sie eine gradierte Schichtung aufweisen (Reading, 1986). Das bedeutet, daß sich die gröberen, schneller sedimentierenden Partikel vermehrt an der Basis finden lassen und das feinere Material, wie die Tonminerale, im oberen Teil. Sedimentologisch kann die Basis eines Turbidits oft gut an seinem hohen Silt- und Sandanteil identifiziert werden. Das obere Ende eines Turbidits ist jedoch oftmals nur sehr schwer zu erkennen, zumal auch frühdia-

genetische Prozesse farbliche Veränderungen hervorrufen können (Colley et al., 1984; Jarvis & Higgs, 1987).

Mit Hilfe geochemischer Untersuchungen ist eine exakte Identifikation der Ober- und Untergrenzen von Turbiditen möglich. Anhand der Elementgehalte können diagenetische und primäre Signale voneinander unterschieden werden. Die Korngrößenunterschiede spiegeln sich zum Beispiel im Si/Al-Verhältnis wider (Abb. 4.7.). Die Turbidite können demnach in zwei Abschnitte eingeteilt werden, einer Basis mit geringen Tonanteilen und hohen Quarzgehalten (hohe Si/Al-Verhältnisse) sowie einem homogenen oberen Abschnitt mit höherem Tonanteil (geringe Si/Al-Verhältnisse). Die untere Grenze eines Turbidits ist also durch eine sprunghafte Veränderung im Chemismus gekennzeichnet. Das obere Ende zeigt sich in Form des plötzlichen Wiedereintretens stärkerer Variationen, welche im tonigen (homogenen) Abschnitt der Turbidite nicht erkennbar sind. Bevor eine sichere Identifikation der oberen Grenze erfolgt, sollte jedoch eine Betrach-

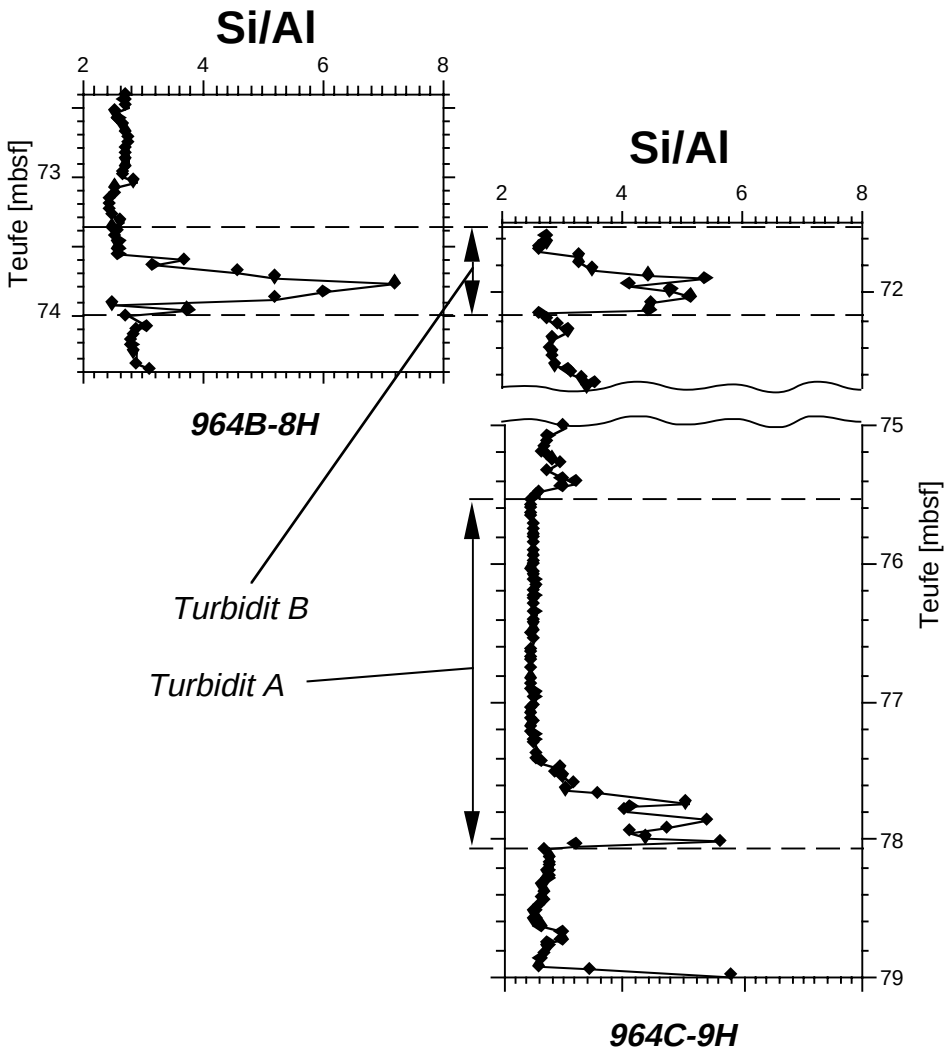


Abb. 4.7. *Si/Al-Teufenprofile der Turbidite*

tung sämtlicher untersuchter Parameter vorgenommen werden. Im folgenden werden die geochemischen Charakteristika anhand der Teufenprofile weiterer Elemente näher erörtert.

4.3.1. Signaturen lithogener Elemente

Die Element/Al-Verhältnisse von Ti, Mg, K und Zr (Abb. 4.8.) weisen ein dem Si/Al-Verhältnis ähnliches Profil in den Turbiditen auf (Abb. 4.7.). Das deutet darauf hin, daß sich diese Elemente ebenfalls durch den Sortierungsprozeß an der Basis der Turbidite anreichern.
Ti kommt größtenteils im Ilmenit ($FeTiO_3$), Rutil (TiO_2) oder Titanit ($CaTi[O/SiO_4]$) vor, wobei es sich bei all diesen Mineralen gemäß der Definition um Schwerminerale (Dichte >2,9 g/cm^3) handelt (Matthes, 1993), die sich ebenso wie Quarz an der Basis eines Turbidits anreichern.
Mg-Anreicherungen an der Turbiditbasis können einerseits mit einem höheren Carbonat/Tonmineral-Verhältnis (siehe Kap. 4.3.2., Abb. 4.11) erklärt werden. Zudem ist bekannt, daß sich das in den Sedimenten von Site 964 gefundene Mg-reiche Tonmineral Chlorit (Mélières et al., 1998) in der gröberen Kornfraktion relativ anreichert (Wedepohl, 1967). Dies könnte ebenfalls für einen höheren Anteil an Mg an der Basis sorgen. Außerdem können Schwerminerale wie Amphibole, Pyroxene, Olivine oder Biotite als Träger von Mg zu einer zusätzlichen Anreicherung an der Turbiditbasis führen. Allerdings sind diese sehr verwitterungsanfällig (Füchtbauer, 1988) und ihr tatsächliches Vorliegen nicht geklärt.
K kann in Form von Kalifeldspat ($KAlSi_3O_8$) bevorzugt in der Siltfraktion auftreten, ein Grund für dessen Anreicherung an der Basis der Turbidite. Dieses Mineral wurde von Mélières et al. (1998) in den Sedimenten von Site 964 nachgewiesen.
Das Element Zr ist vorwiegend im Zirkon ($ZrSiO_4$) gebunden, einem äußerst verwitterungsbeständigen Schwermineral (Schachtschabel et al., 1984), das ebenfalls mit der Siltfraktion angereichert wird. Zr-Anreicherungen an der Basis von Turbiditen wurden schon von Jarvis & Higgs (1987) am Beispiel von Sedimenten der Madeira-Tiefseebene beschrieben.

Das Verteilungsmuster der seltenen Erden (REE; Abb. 4.9.) in einigen ausgewählten Proben zeigt, daß diese Elemente ebenfalls an der Basis eines Turbidits angereichert werden. Die Probe aus dem homogenen Teil des Turbidits A weist im Gegensatz hierzu REE-Konzentrationen wie die „Normalsedimente“ auf. Proben von der Basis zeichnen sich zusätzlich durch eine Bevorzugung der schwereren (HREE: Gd bis Lu) gegenüber den leichteren seltenen Erden (LREE: La bis Sm) aus. Dieses kann auf ein vermehrtes Vorkommen von Zirkon (Gromet & Silver, 1983), Monazit, Apatit oder Xenothim (Mongelli

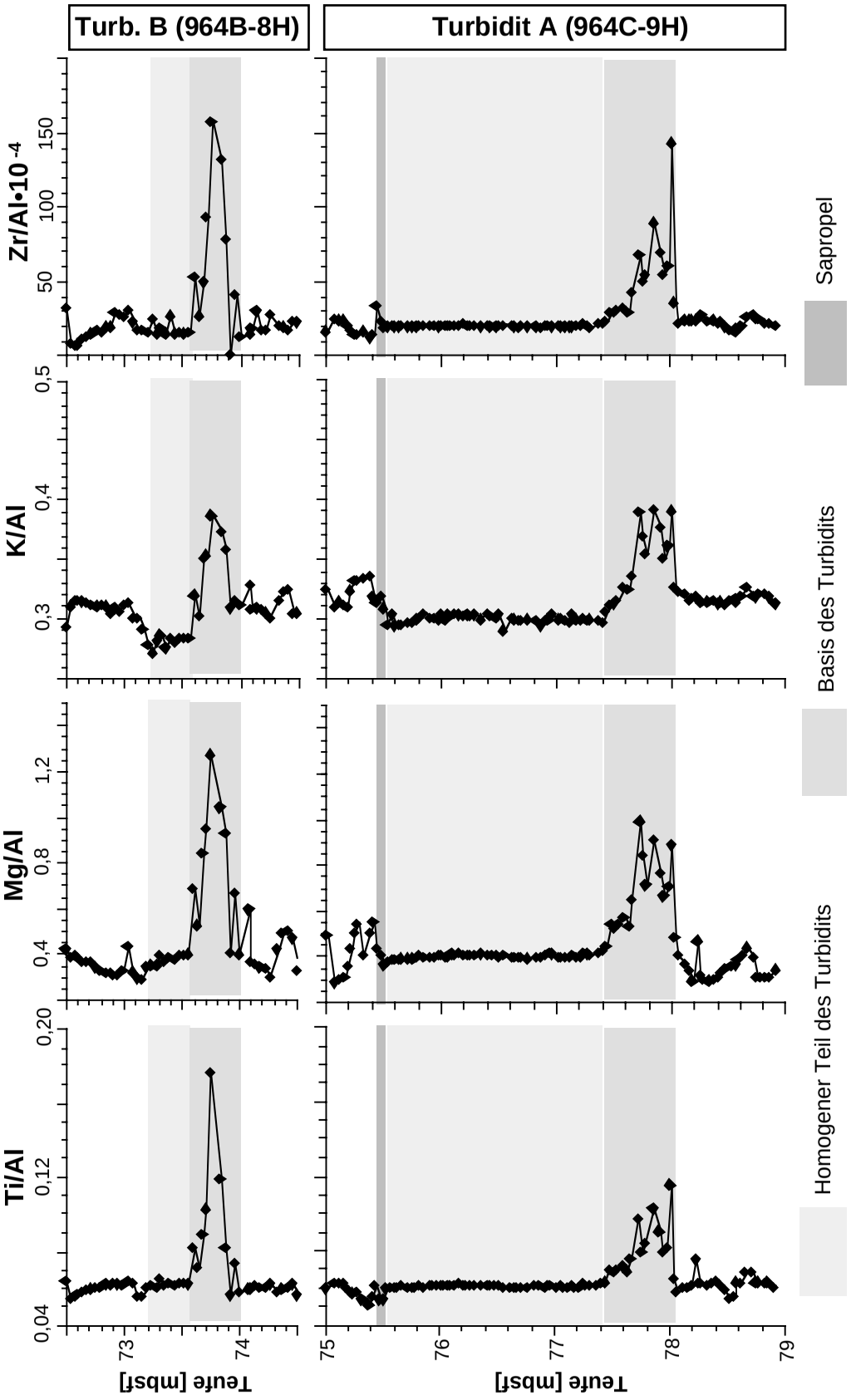


Abb. 4.8. *Teufenprofile lithogener Elemente in den Turbiditen*

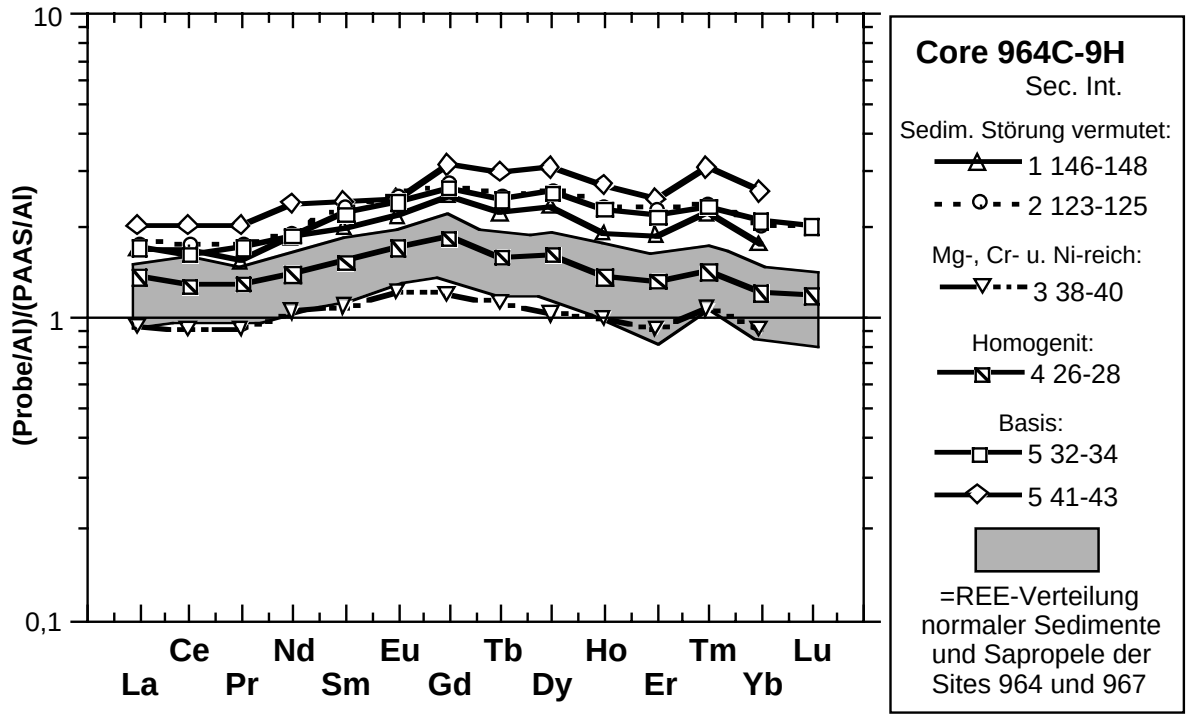


Abb. 4.9. *Seltenerdelement- (REE-) Verteilung ausgewählter Proben von Site 964. PAAS: Post-Archean average Australian shale (Nance & Taylor, 1976). Dargestellt sind Proben aus dem Turbidit A und Proben, die andere Besonderheiten aufweisen; näheres dazu im Text.*

et al., 1996) zurückzuführen sein.
Für die Proben 964C-9H-1, 146-148 und -2 123-125, die aus Abschnitten außerhalb der Turbidite A und B stammen, wurden ähnliche Anreicherungen an Si, Ti, Mg, K und Zr gefunden wie für die Turbiditbasen. Deshalb ist für diese Intervalle ebenfalls ein Einfluß von Resuspensions-/Resedimentationsprozessen wahrscheinlich. Diese Vermutung wird durch eine ähnliche REE-Verteilung in diesen Proben bestätigt (Abb. 4.9.). Die Probe 964C-9H-3 38-40 weist relativ hohe Mg-, Cr- und Ni-Gehalte auf, ist jedoch nicht mit einem Sapropel assoziiert. Im Gegensatz zur durchschnittlichen REE-Verteilung (grauer Bereich in Abb. 4.9.), die etwas höhere Anreicherungen zeigt, besitzt diese Probe geringere Gehalte, sehr ähnlich wie der Tonschiefer (PAAS; wurde hier aufgrund seiner konsistenten Datenbasis ausgewählt).

Im einem Diagramm der Zr/Al- gegen die Si/Al-Verhältnisse (Abb. 4.10.) heben sich die Proben der Turbiditbasen deutlich von den „Normalsedimenten“, Sapropelen und homogenen Lagen der Turbidite ab. Die Proben der Turbiditbasen liegen in einem klar abzugrenzenden Bereich, der grau unterlegt ist. Weitere, ebenfalls in diesen Bereich fallende Proben sind vermutlich ebenfalls durch Sortierungsprozesse in Folge von Resuspension und Resedimentation beeinflußt. Am deutlichsten ist dies bei der Probe 964C-9H-5, 138-140 zu erkennen, die hinsichtlich ihrer Zusammensetzung eine große

Ähnlichkeit mit den Turbiditbasen aufweist. Bei den Proben 964C-9H-1, 146-148 und -2, 123-125 wird der Befund auch durch die oben erwähnten REE-Untersuchungen unterstützt (Abb. 4.9.). Proben, die lediglich eine Anreicherung an biogenem Opal aufweisen, würden in dieser Abbildung Zr/Al-Verhältnisse wie die „Normalsedimente“ aber deutlich höhere Si/Al-Verhältnisse aufweisen. Einen eigenständigen Trend weisen Proben auf, die neben höheren Si/Al-Verhältnissen auch durch höhere Mg/Al-, Cr/Al- und Ni/Al- Verhältnisse als die „Normalsedimente“ gekennzeichnet sind. Diese werden in Kap. 4.5. näher diskutiert.

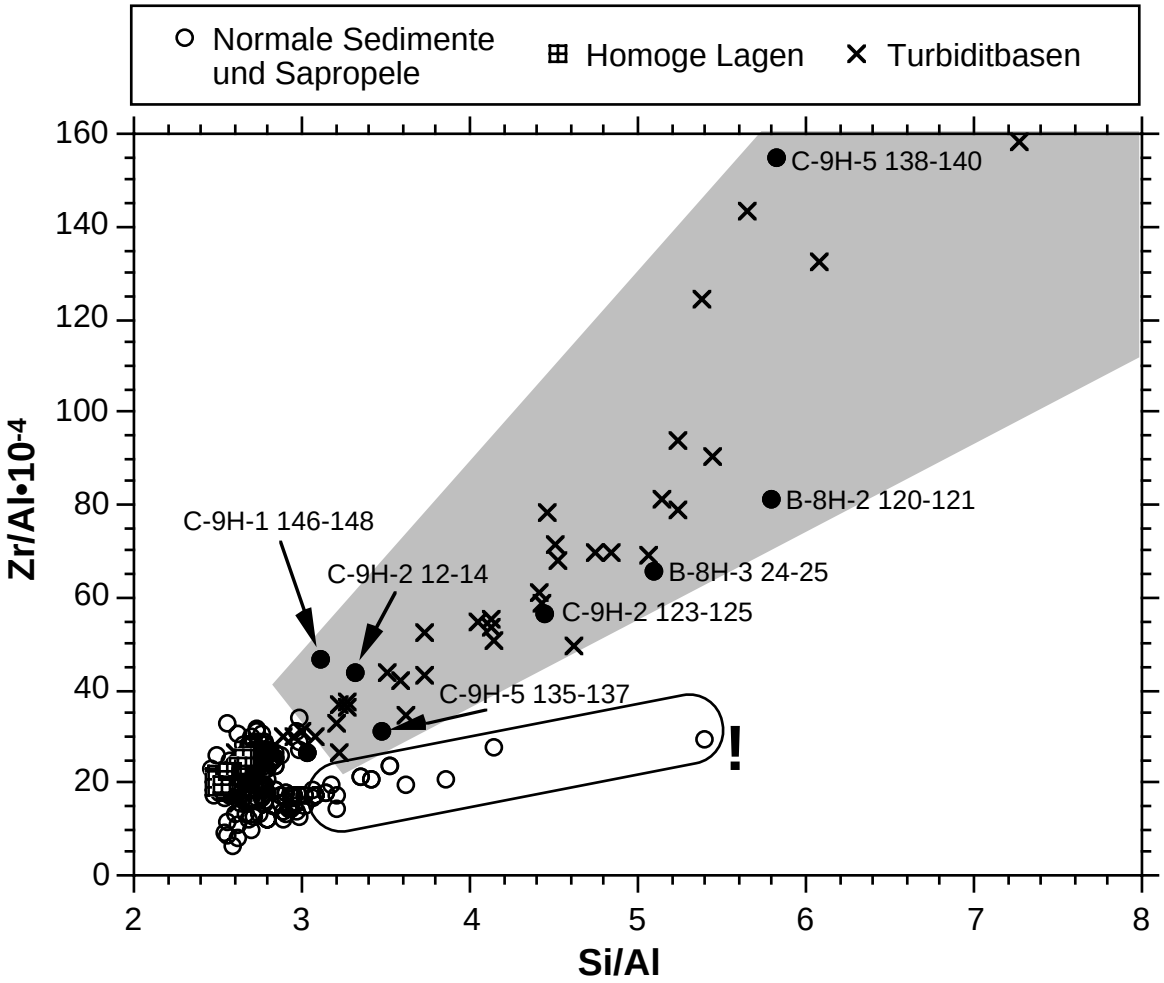


Abb. 4.10. *Zr/Al- und Si/Al-Verhältnisse in Sedimenten von Site 964. Die grau unterlegte Zone umfaßt diejenigen Proben, deren Zusammensetzung durch Sortierungsprozesse beeinflußt wurde. Die mit einem Ausrufezeichen versehenen Proben stammen aus Intervallen, die als Mg-, Cr- und Ni-reich identifiziert wurden und in Kap. 4.5. näher diskutiert werden.*

4.3.2. Signaturen carbonatgebundener Elemente

Die Carbonatgehalte der Turbidite weisen nahezu konstante Werte auf; nur in den untersten Zentimetern sind leicht erhöhte Konzentrationen vorzufinden. Bei den auf Al normierten Werten zeigt sich, daß die Carbonatkomponente an der Basis relativ zur Tonmineralkomponente angereichert ist (Abb. 4.11.). Dies ist beim Ca/Al- wie auch beim Sr/Al-Verhältnis gleichermaßen erkennbar und läßt sich mit dem bevorzugten Auftreten von Carbonatschalenfragmenten in der Siltfraktion erklären. Bei den Absolutgehalten des Carbonats sorgt die Verdünnung durch Quarz an der Basis für den vergleichsweise geringen Wert.
Anhand des Korrelationsdiagramms von Sr/Al- gegen Ca/Al-Verhältnissen wird deutlich, daß die homogenen Lagen ein höheres Sr/Ca-Verhältnis aufweisen als die Turbiditbasen und in letzteren eine weniger gute Korrelation vorliegt. Möglicherweise befindet sich an der Basis vorzugsweise biogenes Schalenmaterial mit einem geringen Sr/Ca-Verhältnis, z.B. Schalenfragmente aus Calcit von Foraminiferen. Derartiges niedrig-Mg Calcit besitzt ein Sr/Ca-Verhältnis von etwa $30 \bullet 10^{-4}$, Aragonit hingegen ein Sr/Ca-Verhältnis Verhältnis von etwa $200 \bullet 10^{-4}$ (Morse & MacKenzie, 1990).

4.3.3. Redoxsensible und chalkophile Elemente in Turbidit A

Die TOC-Gehalte des Turbidits A (Abb. 4.12.) liegen insgesamt höher als die des Hintergrundsediments, das Gehalte unter 0,2 % aufweist. Im homogenen Abschnitt sind die Gehalte mit etwa 0,3 bis 0,5 % höher als an der Basis. Eine Ausnahme bildet der untere Abschluß des Turbidits, in dem in einer Probe 1 % TOC gefunden wurde. Das Zustandekommen dieses hohen Werts ist unklar, denn eine Anreicherung aufgrund von Sortierungsprozessen ist unwahrscheinlich, da organisches Material eine geringe Dichte besitzt und deshalb nicht an der Basis angereichert werden sollte. Ein weiterer TOC-Peak findet sich am oberen Rand des Turbidits, an den sich nach einer kurzen Zwischenphase ein Sapropel anschließt. Turbidite aus der Madeira-Tiefsee-Ebene weisen im Gegensatz hierzu in ihrem oberen Teil geringere TOC-Werte auf, was durch Abbau von organischem Material im Zuge des Eindringens einer Oxidationsfront erklärt wird (Wilson et al., 1985). Offensichtlich hat beim Turbidit A ein solcher „burn-down“-Prozeß nicht stattgefunden, was mit einer eingeschränkten Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers nach der Ablagerung des Turbidits zu erklären ist. Möglicherweise hatte die Bildung des Sapropels bereits begonnen oder die Zeit bis zum Beginn der Sapropelbildung hat nicht ausgereicht, um eine Oxidationsfront tiefer in den Turbidit eindringen zu lassen.

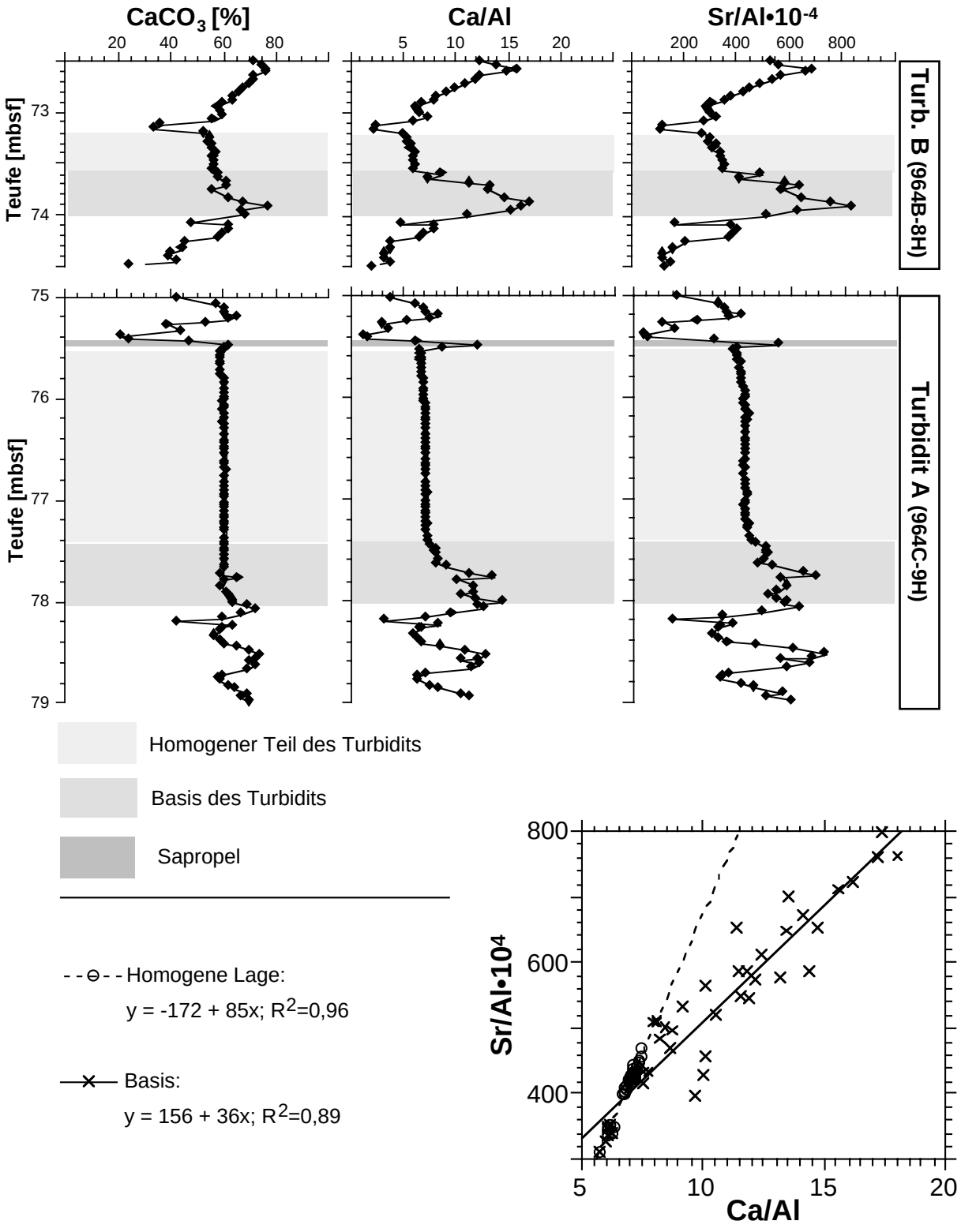


Abb. 4.11. *Teufenprofile und Korrelationsdiagramm der carbonatgebundenen Elemente Ca und Sr in den Turbiditen.*

Das Element Mn zeigt ein sehr spezifisches Verhalten (Abb. 4.12.). Innerhalb des Turbidits durchläuft das Mn/Al-Verhältnis ein Maximum, das sich am Übergang zwischen Basis und homogenem Teil befindet. An der Basis liegen die geringsten Werte vor. Direkt unterhalb des Turbidits ist ein ausgepägtes Maximum im Mn/Al-Verhältnis zu erkennen. Oberhalb des Homogenits, im unteren Teil des Sapropels, befindet sich ebenfalls eine geringe Anreicherung an Mn, die aber im Zusammenhang mit der dort vorliegenden Carbonatanreicherung (siehe Abb. 4.11.) steht (vgl. Kap. 4.4.).
Nach Thomson et al. (1986), die das Verhalten von Mn in carbonatreichen Sedimenten aus dem Atlantik untersuchten, spiegelt der Gradient der von unten nach oben abnehmenden Mn-Gehalte in älteren Turbiditen den ehemaligen Diffusionsgradienten des Porenwassers wider. Mit der schnellen Ablagerung eines Turbidits wird die typischerweise im Sediment vorzufindende Mn-Oxihydroxid-Front verschüttet, die unter den sich ausbildenden suboxischen Bedingungen metastabil ist. Das reduzierte gelöste Mn (II) diffundiert daraufhin in die angrenzenden Sedimentlagen und steht dabei im steten Austausch mit Calcitoberflächen, von denen es adsorbiert wird. Ein „bauchförmiger“ Verlauf des Mn/Al-Verhältnisses, wie er im Turbidit A zu erkennen ist (Abb. 4.12.), wird von Thomson et al. (1986) nicht diskutiert. Allerdings besitzen die dort beschriebenen Turbidite eine nur geringmächtige Basis (< 10 cm), auf die von den Autoren nicht näher eingegangen wird.
Die geringen Mn-Gehalte an der Basis des hier beschriebenen Turbidits A lassen sich dadurch erklären, daß die darin enthaltenen Calcitfragmente aufgrund ihrer Grobkörnigkeit eine geringe spezifische Oberfläche besitzen und damit eine geringe Adsorptionskapazität für das Mn aufweisen. Die Mn-Anreicherung unterhalb der Basis des Turbidits könnte hierbei als ein Relikt der früheren Mn-Oxihydroxid-Front angesehen werden (Thomson et al, 1986). Diese konnte in Form einer Anreicherung möglicherweise bestehen bleiben, weil die Carbonatgehalte dort mit etwa 70 % entsprechend hoch sind, ein Umstand, der für eine sofortige Fixierung reduzierten Mangans gesorgt hat.
Es muß ebenfalls in Betracht gezogen werden, daß beim Auftreten eines Trübestroms größere Mengen der Sedimentoberfläche erodiert werden können (Reading, 1986), wobei die ehemalige Mn-Oxihydroxidfront vollständig entfernt werden kann. In diesem Fall gibt es eine weitere Erklärungsmöglichkeit für das vorhandene Mn-Profil. So könnte sich während der Ablagerung eine Mn-Anreicherung an der Basis des Turbidits gebildet haben, ähnlich wie sie bei anderen Elementen (Si, Ti, etc.) vorliegt. Danach könnte unter den eintretenden suboxischen Bedingungen eine Mobilisierung von Mn an der Basis und Diffusion in die angrenzenden Lagen mit der bereits erwähnten Anlagerung an Carbonate stattgefunden haben.
Die erste Hypothese, nach der die Mn-Anreicherung unterhalb des Turbidits die ehemalige Mn-Oxihydroxid-Front repräsentiert wird wiederum dadurch unterstützt, daß Co

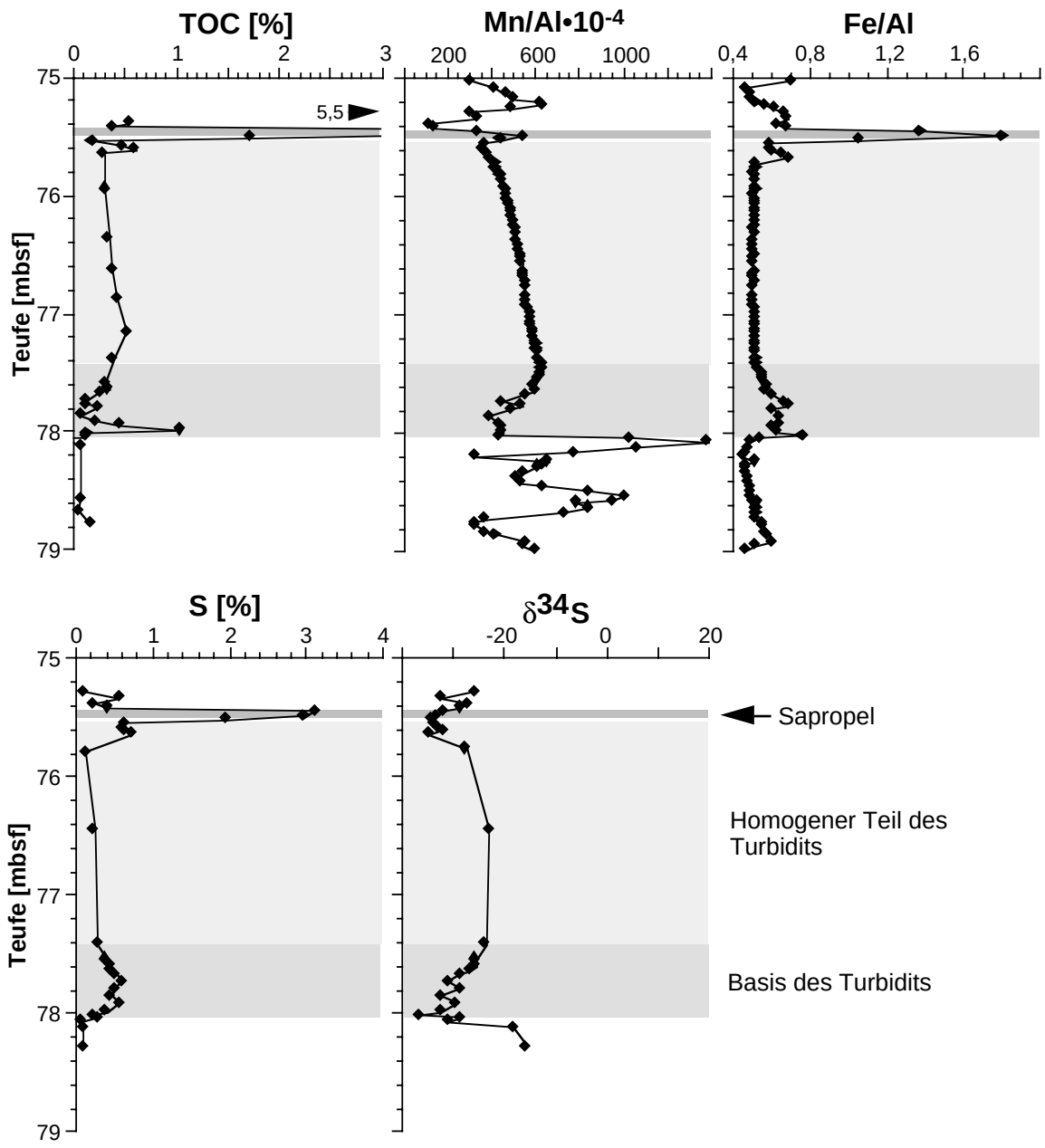


Abb. 4.12. *Teufenprofile von TOC, Mn, Fe und S in Turbidit A.*

und Ni, zwei Elemente, die sich in Mn-Oxihydroxid-Phasen anreichern (Klinkhammer, 1980; Hem, 1989) dort ebenfalls erhöhte Werte aufweisen (Abb. 4.13.).

Das Element Fe zeigt ein sehr ähnliches Verhalten wie die in Kapitel 4.3.1. diskutierten Elemente (Abb. 4.8.) mit dem Unterschied, daß es in den obersten Zentimetern des homogenen Bereichs des Turbidits angereichert ist. Bei dieser zuletzt genannten Anreicherung handelt es sich um ein typisches Beispiel für eine abwärtsgerichtete Sulfidisierung unterhalb von Sapropelen (Passier et al., 1996).
Die Ähnlichkeit des Fe-Profils mit den Si-, Ti-, etc. Profilen im unteren Teil des Turbidits, gibt Anlaß zu der Vermutung, daß dieses durch ähnliche Prozesse, also Korngrößen-

sortierung, hervorgerufen wurde. Da S gemeinsam mit Fe eine Anreicherung aufweist, besteht die Möglichkeit, daß sich die in den Mittelmeersedimenten (aufgrund der zahlreichen Sapropele) häufigen Pyrite (Schwermineral; Dichte 5 g/cm^3; Matthes, 1993) durch Sortierungsprozesse an der Basis des Turbidits angereichert haben.
Einen weiteren Hinweis dafür liefern die Schwefelisotopenverhältnisse. An der Basis des Turbidits liegen ähnliche δ^{34}S-Werte vor wie in oder unterhalb des Sapropels der über dem Turbidit liegt (Abb. 4.12.). Das bedeutet, daß die hier vorliegenden Eisensulfide unter Bedingungen einer ähnlichen Verfügbarkeit von organischem Material, Sulfat und Eisen wie die im Sapropel vorliegenden Pyrite (Passier et al., 1996) gebildet worden sind. Bei der bakteriellen Sulfatreduktion werden pro Mol Sulfat etwa zwei Mol organischen Kohlenstoffs verbraucht (Froehlich et al., 1979), wobei dieser in der für die sulfatreduzierenden Bakterien verfügbaren Form (einfachere organische Moleküle, keine Polymere; Schink, 1989) vorzuliegen hat. In der Regel findet man daher die höchsten Schwefelgehalte, wo sich das meiste organische Material befindet, also die höchsten TOC-Gehalte vorliegen. Ein derartige Korrelation fehlt hier, weswegen die alleinige authigene Bildung der Eisensulfide auszuschließen ist.
Außerdem ist zu folgendes zu beachten. Wären wesentliche Mengen der Sulfide erst nach der Ablagerung des Turbidits gebildet worden, dann hätte die Sulfatreduktion in einem halb geschlossenen System stattgefunden und damit zu isotopisch „schwerem“ Sulfid geführt. Außerdem hätten sich in den darunterliegenden Sedimentschichten sicherlich im Zuge der Abwärtsdiffusion von Sulfid (Passier et al., 1996) größere Mengen von Schwefel und Eisen angereichert. Daß in geringem Maße Sulfatreduktion stattgefunden hat, ist an den stark negativen δ^{34}S-Werten knapp unterhalb des Turbidits zu erkennen. Dies hatte aber mengenmäßig keinen signifikanten Einfluß auf die Schwefel-Gehalte jener Sedimente.
Dasselbe Verhalten wie bei Fe und Schwefel zeigt sich auch beim Element As (Abb. 4.13.). Da As bevorzugt in sulfidische Phasen eingebaut wird (Huerta-Diaz & Morse, 1992), ist es ebenfalls an der Basis angereichert.

Das Ba/Al-Verhältnis weist an der Basis des Turbidits ebenso wie die lithogenen Elemente (siehe Kap. 4.3.1.) höhere Werte auf als im homogenen Teil, wobei die Werte in letzterem ebenfalls über denen des Hintergrundsediments liegen (Abb. 4.13.). Eine Ba-Anreicherung an der Basis könnte zum Teil mit dem Vorkommen von Kalifeldspat erklärt werden, in dem K- durch Ba-Atome substituiert werden können (Mason & Moore, 1985). Wie bereits eingehend diskutiert (Kap. 4.2.1.), ist Ba in Sapropelen und ehemaligen Sapropelen angereichert und liegt dabei überwiegend in Form von Baryt vor. Ob Bariumsulfat während des Resuspensions- und Resedimentationsprozesses vollständig gelöst wird (Meerwasser ist in Bezug auf die Bildung von Baryt im allgemeinen untersättigt; Bruland, 1983) oder ob es partiell wieder mit absedimentiert und sich da-

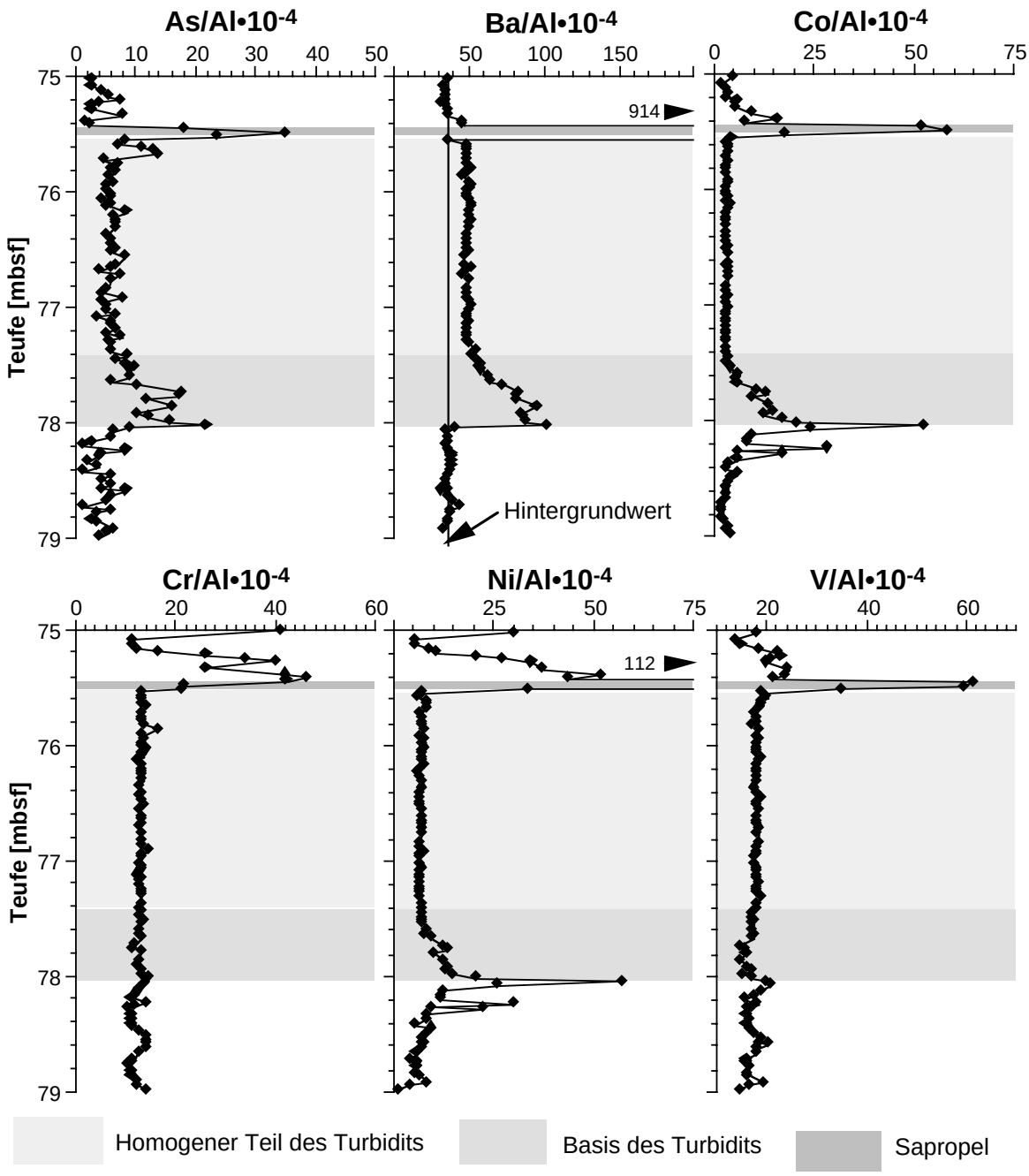


Abb. 4.13. *Teufenprofile von Spurenelementen in Turbidit A (964C-9H / Sec. 3, 40 cm - Sec. 5, 140 cm).*

bei aufgrund seiner Dichte (4,5 g/cm^3; Matthes, 1993) bevorzugt an der Turbiditbasis anreichert, kann hier nicht geklärt werden.

Co und Ni weisen ein sehr ähnliches Profil auf. Beide Elemente sind an der Basis des Turbidits angereichert und weisen einen sehr scharfen Peak am unteren Rand auf, dort, wo auch Mn angereichert vorliegt. Falls die Mn-Anreicherung unterhalb des Turbidits die ehemalige Oxihydroxid-Front widerspiegelt, könnte die Anreicherung von Co und

Ni ebenfalls darauf zurückzuführen sein (siehe oben). Anders als Mn werden beide Elemente unter suboxischen Bedingungen bei Anwesenheit von Sulfid nicht remobilisiert (Klinkhammer, 1980) und zeigen daher innerhalb des Turbidits ein anderes Verhalten als Mn.

Cr und V weisen keine wesentliche Bevorzugung im oberen oder unteren Teil des Turbidits auf. Das zeigt, daß diese Elemente in den vorliegenden Sedimenten relativ gleichmäßig über die unterschiedlichen Korngrößenfraktionen verteilt sind.

Zum Abschluß der Betrachtungen eine Auflistung der Intervalle, die anhand des Chemismus als Turbidite identifiziert wurden:

- Bohrkern 964B-8H, von Sec. 06, 60 cm bis Sec. 06, 137 cm (Turbidit B)
- Bohrkern 964C-9H, von Sec. 01, 0 cm bis Sec. 01, 57 cm (Turbidit B)
- Bohrkern 964C-9H, von Sec. 03, 97 cm bis Sec. 05, 46 cm (Turbidit A)

Von Turbidit A (Bohrkern 964C-9H) besitzt der Bereich von Sec. 03, 97 cm bis 03, 109 cm aufgrund der Bildung von Eisensulfiden eine andere Färbung als der übrige homogene Abschnitt.
Ähnliche chemische Charakteristika wie die Turbidite weisen die folgenden kürzeren Intervalle auf:

• Bohrkern 964B-8H:	Sec. 02, 120 bis 121 cm
	Sec. 03, 24 bis 25 cm
• Bohrkern 964C-9H:	Sec. 01, 146 bis 148 cm
	Sec. 02, 12 bis 14 cm
	Sec. 02, 120 bis 125 cm
	Sec. 05, 135 bis 140 cm

4.3.4. Vergleich von Turbiditen und Normalsedimenten

In Tab. 4.4. ist die mittlere Zusammensetzung der Turbidite im Vergleich zu den Normalsedimenten (inklusive Sapropele) sowie die mittlere Zusammensetzung der homogenen Lagen und der Turbiditbasen aufgeführt. Zudem wurden nach der Formel

$$EF = (Element/Al)_{Turbiditbasis}/(Element/Al)_{Homogener\ Abschnitt}$$

Anreicherungsfaktoren berechnet, die eine Information darüber geben, wie stark die an die Siltfraktion gekoppelten Elemente in den Sedimenten des Ionischen Meeres an der Basis eines Turbidits gegenüber dem oberen homogenen Teil, d.h. beim Sortierungsprozeß, angereichert werden.

Im Mittel besitzt das Material der jeweiligen Turbidite eine etwas andere Zusammensetzung als die übrigen Sedimente. Dies kann einerseits dadurch erklärt werden, daß das Material von einer Lokation stammen muß, die sich näher am Kontinent und in geringeren Wassertiefen befindet. Andererseits kann ein Turbidit auch laterale Unterschiede in der Zusammensetzung aufweisen, aufgrund dessen die untersuchten Abschnitte nicht unbedingt repräsentativ für den gesamten Turbiditkörper sein müssen. So enthält ein Turbidit im Bereich seines „Kopfes“ mehr toniges Material, das weiter transportiert wird, in seinem „Schwanz“ mehr grobkörniges Material, das schneller absedimentiert. Möglicherweise stammt der hier beschriebene Turbidit A aus der Kopfregion eines Turbidits, Turbidit B aus dem Schwanzbereich eines Turbidits (Abb. 4.7., 4.8., 4.11.). Nimmt man an, daß der Mittelwert aller Proben dieser beiden Turbidite (Tab. 4.4., Spalte 2) einen Durchschnittswert eines vollständigen Turbiditkörpers aus dem Ionischen Becken darstellt, so kann folgendes festgestellt werden:
Si, Ti, Mg, Ba und Zr sind im Turbidit gegenüber den übrigen Sedimenten leicht angereichert. Die Elemente Si, Ti und Zr werden aufgrund ihres bereits erwähnten Vorkommens in Quarz oder Schwermineralen vorwiegend in der Nähe der Kontinente abgelagert von wo sie mittels der Trübeströme in die Tiefsee verfrachtet werden. Mg ist im oberen homogenen Abschnitt der Turbidite noch stärker vertreten als in den Normalsedimenten. Aufgrund dessen ist zu vermuten, daß Mg in Form eines Tonminerals, z.B. Chlorit, vermehrt im Turbidit vertreten ist.
Das Element Ba ist ebenfalls im Turbidit angereichert. Das gilt insbesondere, wenn der lithogene Hintergrundwert von $Ba/Al=32 \bullet 10^{-4}$ (siehe Tab. 4.3.) als Vergleichswert herangezogen wird. Da, wie erwähnt, große Mengen an Ba im Sediment als Baryt fixiert sind, das zumindest teilweise bei der Resedimentation des Materials wieder akkumuliert werden könnte, kann dieses für die höheren Ba-Gehalte im Turbidit verantwortlich sein. Allerdings wird in den geringeren Wassertiefen, aus denen die Turbidite stammen müssen weniger Baryt im Sediment angereichert (Von Breymann et al., 1992). Ein vermehrtes Vorkommen von Kalifeldspat könnte ebenfalls eine Möglichkeit zur Anreicherung von Ba bieten. Dem steht entgegen, daß das Kalium im Durchschnitt keine Anreicherung im Turbidit aufweist.
Den mit Abstand höchsten Anreicherungsfaktor lithogener Elemente in der Turbiditbasis besitzt das Element Zr, gefolgt von Mg, Si und Ti. Am niedrigsten ist der Anreicherungsfaktor beim K. Die herausragende Position des Zr läßt sich damit erklären, daß dessen Anreicherung in Sedimenten quantitativ zum größten Teil auf ein bestimmtes Schwermineral, den Zirkon, zurückzuführen ist.

Tab. 4.4. *Datenvergleich zwischen Normalsedimenten und Turbiditen von Site 964; EF= Anreicherungsfaktor (siehe Text).*

	Mittelwert ohne Turb.	Mittelwert Turbidite	Homogene Lagen	Turbidit-basen	
SiO_2 [%]	18,7	19,3	18,7	20,1	
TiO_2 [%]	0,32	0,35	0,35	0,33	
Al_2O_3 [%]	6,06	5,80	6,53	4,76	
Fe_2O_3 [%]	2,79	2,49	2,59	2,36	
MgO [%]	1,92	2,49	2,32	2,73	
CaO [%]	35,0	33,9	33,6	34,3	
K_2O [%]	1,22	1,14	1,24	1,00	
Ba [µg/g]	167	181	177	184	
Co [µg/g]	22	19	14	25	
Cr [µg/g]	55	40	46	33	
Mn [µg/g]	1627	1409	1717	1079	
Ni [µg/g]	48	30	27	33	
Sr [µg/g]	1295	1347	1429	1259	
V [µg/g]	71	53	63	44	
Zr [µg/g]	70	95	70	121	EF(Basis/
TOC [%]	n.b.	n.b.	0,42	0,25	Homog.)
Si/Al	2,72	3,13	2,53	4,00	1,6
Ti/Al	0,060	0,070	0,061	0,083	1,4
Fe/Al	0,60	0,60	0,52	0,70	1,3
Mg/Al	0,36	0,53	0,40	0,71	1,8
Ca/Al	8,7	8,5	7,0	10,7	1,5
K/Al	0,32	0,31	0,30	0,34	1,1
$Ba/Al \cdot 10^{-4}$	50	61	51	78	1,5
$Co/Al \cdot 10^{-4}$	6	7	4	11	2,7
$Cr/Al \cdot 10^{-4}$	16	13	13	13	1,0
$Mn/Al \cdot 10^{-4}$	553	461	481	432	0,9
$Ni/Al \cdot 10^{-4}$	13	10	8	14	1,8
$Sr/Al \cdot 10^{-4}$	455	465	416	535	1,3
$V/Al \cdot 10^{-4}$	21	18	18	17	0,9
$Zr/Al \cdot 10^{-4}$	22	35	21	56	2,7

4.4. Carbonatzyklen

Carbonatzyklen in plio- bis holozänen Landsektionen Süditaliens sind in der Vergangenheit intensiv untersucht worden (z.B. Sprovieri et al., 1986; de Visser et al., 1989; Thunell et al., 1991; Van Os et al., 1994). Ihr Vorkommen wurde entweder durch Unterschiede in der Verdünnung durch lithogenes Material (de Visser et al., 1989; Thunell et al., 1991), durch Auflösung von Carbonat während anoxischer Bedingungen (Sprovieri et al., 1986) oder durch Unterschiede in der biologischen Carbonatproduktion (Van Os et al., 1994) erklärt. Erwiesen ist, daß sich in ihnen die astronomischen Parameter, hauptsächlich die Präzessionszyklik, widerspiegeln (Zijderfeld et al., 1986; Hilgen, 1987; Hilgen & Langereis, 1989; Hilgen, 1991; Lourens, 1992). Im folgenden soll überprüft werden, ob sich auch in den hemipelagischen Sedimenten eine derartige Zyklizität nachweisen läßt.

Da die Carbonatgehalte nicht von jeder Probe bestimmt werden konnten, wurde die Annahme gemacht, daß sämtliches Ca in Form von Carbonat vorliegt und sich die $CaCO_3$-Gehalte anhand der mit RFA ermittelten CaO-Werte berechnen lassen. Die gute Korrelation zwischen Carbonat-Kohlenstoff- (C_{carb}) und CaO-Werten derjenigen Proben, für die beide Parameter bestimmt wurden, legitimiert diese Vorgehensweise (Abb. 4.14.).

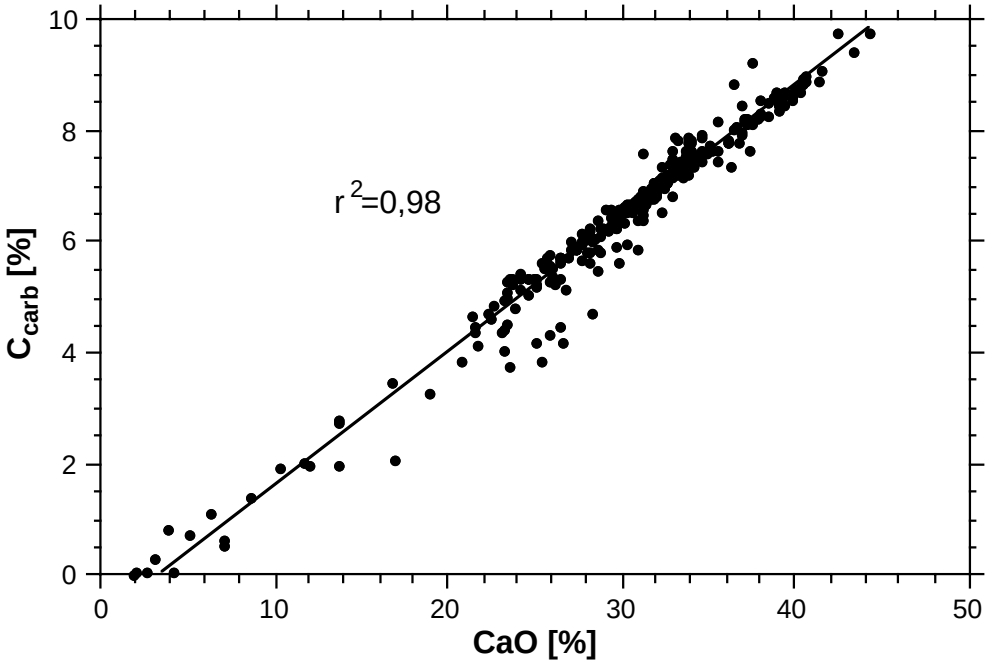


Abb. 4.14. *Korrelation zwischen Carbonatkohlenstoff (C_{carb}) und CaO.*

In den hier untersuchten Sedimenten lassen sich rhythmische Variationen im Carbonatgehalt zwar zum Teil erkennen (Abb. 4.15. bis 4.18.), doch es liegt keine klare Systematik vor. Die Sapropele weisen in den meisten Fällen geringere Carbonatgehalte auf, die sich deutlich von der Normalsedimentation unterscheiden, wie Profile der Sites 964 und 969 erkennen lassen (Abb. 4.15. und 4.16). Dort wo zwar keine Sapropele vorliegen aber Ba-Anreicherungen auf eine erhöhte Produktion organischen Materials hinweisen, lassen sich häufig erhöhte Carbonatgehalte nachweisen, wie beispielsweise am $CaCO_3$-Profil von Kern 969E-6H deutlich wird (Abb. 4.16.). Es gibt viele Ausnahmen oder Bereiche, in denen keine Zyklizität zu erkennen ist. Da der Carbonatgehalt von den verschiedenen bereits erwähnten Faktoren (Auflösung, Verdünnung und Produktion) beeinflußt wird, muß dieser immer im Zusammenhang mit anderen Parametern, wie z.B. Akkumulationsraten von terrigenem Material, TOC-Gehalt und diagenetischer Überprägung gesehen werden und kann nicht allein als „Proxy“ verwendet werden.

Ebenfalls mit dem Carbonatgehalt der Mittelmeersedimente im Zusammenhang stehen die Elemente Sr und Mn, wie der Vergleich der Teufenprofile von Ca/Al-, Sr/Al- und Mn/Al-Verhältnissen zeigt (Abb. 4.15. bis 4.18.).

Das Sr/Al-Verhältnis zeigt an allen vier Sites eine gute Korrelation mit dem Ca/Al-Verhältnis (Abb. 4.19), wobei die Steigung der Regressionsgeraden jeweils unterschiedlich ist. Niedrig-Mg-Calcit, der von Coccolithophoriden und Forminiferen gebildet wird (Turekian, 1985), enthält beispielsweise 1100 mg/kg Sr. Aragonit, der von einigen Mollusken wie Pteropoden gebildet wird (Turekian, 1985) enthält zwischen 8.000 und 10.000 mg/kg Sr (Morse & Mackenzie, 1990). So ist zu vermuten, daß die Sedimente von Site 964, die das höchste Sr/Ca-Verhältnis (Mittelwert $54 \cdot 10^{-4}$) aufweisen, die höchsten relativen Anteile an Aragonit in der biogenen Carbonatfraktion aufweisen, bzw. daß sich relativ gesehen die meisten Molluskenschalenreste darin finden lassen.

Im Gegensatz zu oberflächennahen Sedimenten, in denen Mn aufgrund seiner Redoxchemie ein eigenständiges Verhalten mit Anreicherungen bestehend aus Mn-Oxihydroxiden zeigt (Pruysers et al., 1991; Thomson et al., 1995; Van Santvoort et al., 1996), liegt in den pliozänen Sedimenten offensichtlich eine Beziehung zwischen Mn und Ca-Carbonat vor. Dies ist bereits beim Vergleich der Teufendiagramme (Abb. 4.15. bis 4.18.) sowie der Korrelationsdiagramme (Abb. 4.20.) erkennbar. Van Santvoort et al. (1997) erwähnten für einen älteren „heruntergebrannten“ Sapropel eine Korrelation zwischen Mn und Ca, die sie mit einer partiellen Adsorption von Mn an Carbonate begründeten. Diese Hypothese erfährt mit dieser Arbeit weitere Unterstützung. Obwohl während der frühen Diagenese der Sedimente typischerweise Mn-Oxihydroxid-Fron-

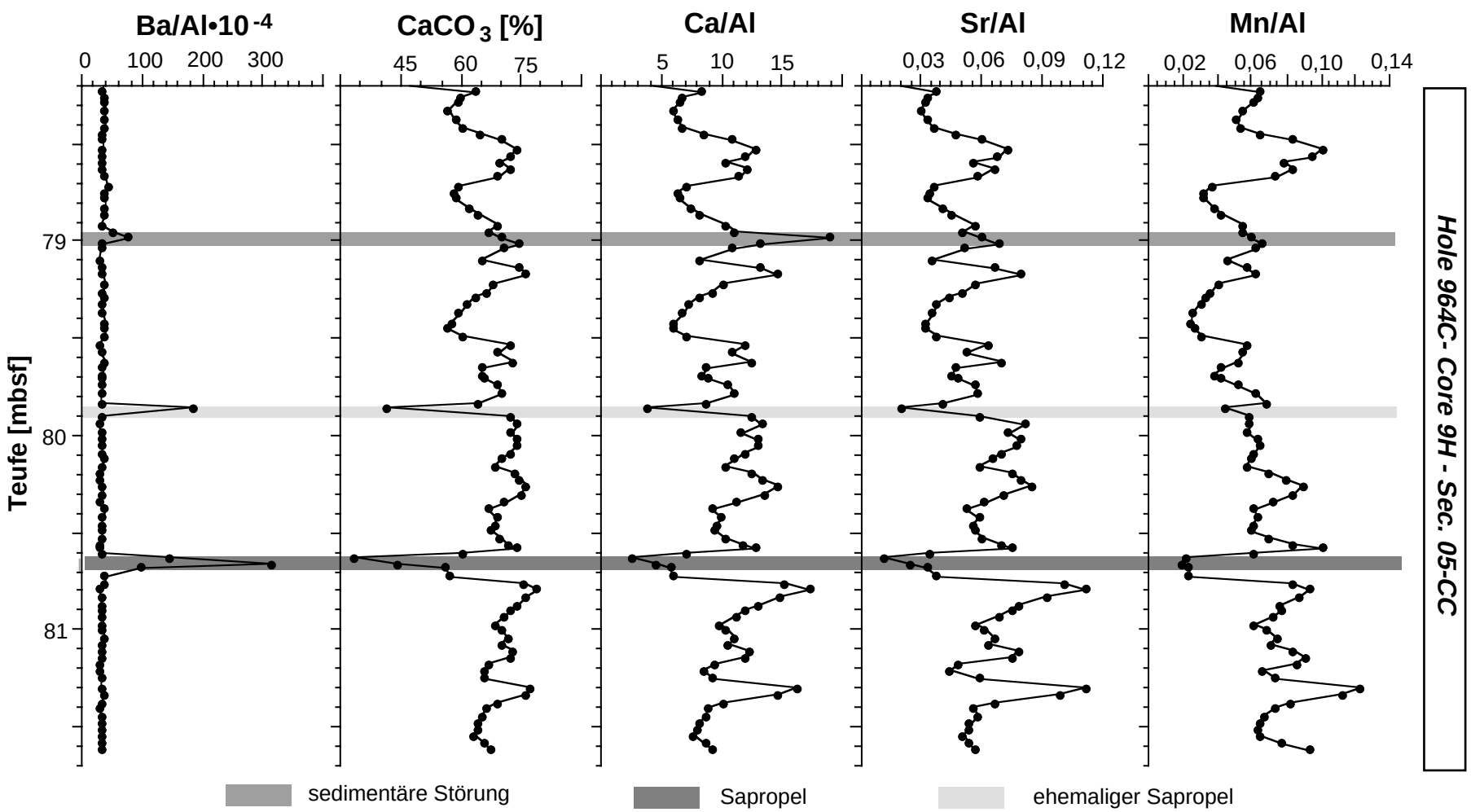


Abb. 4.15. *Teufenprofile von Ba/Al-Verhältnis, $CaCO_3$-Gehalt (berechnet anhand der CaO-Werte), Ca/Al-, Sr/Al- und Mn/Al-Verhältnissen im Bohrkern 964C-9H (Ionisches Becken).*

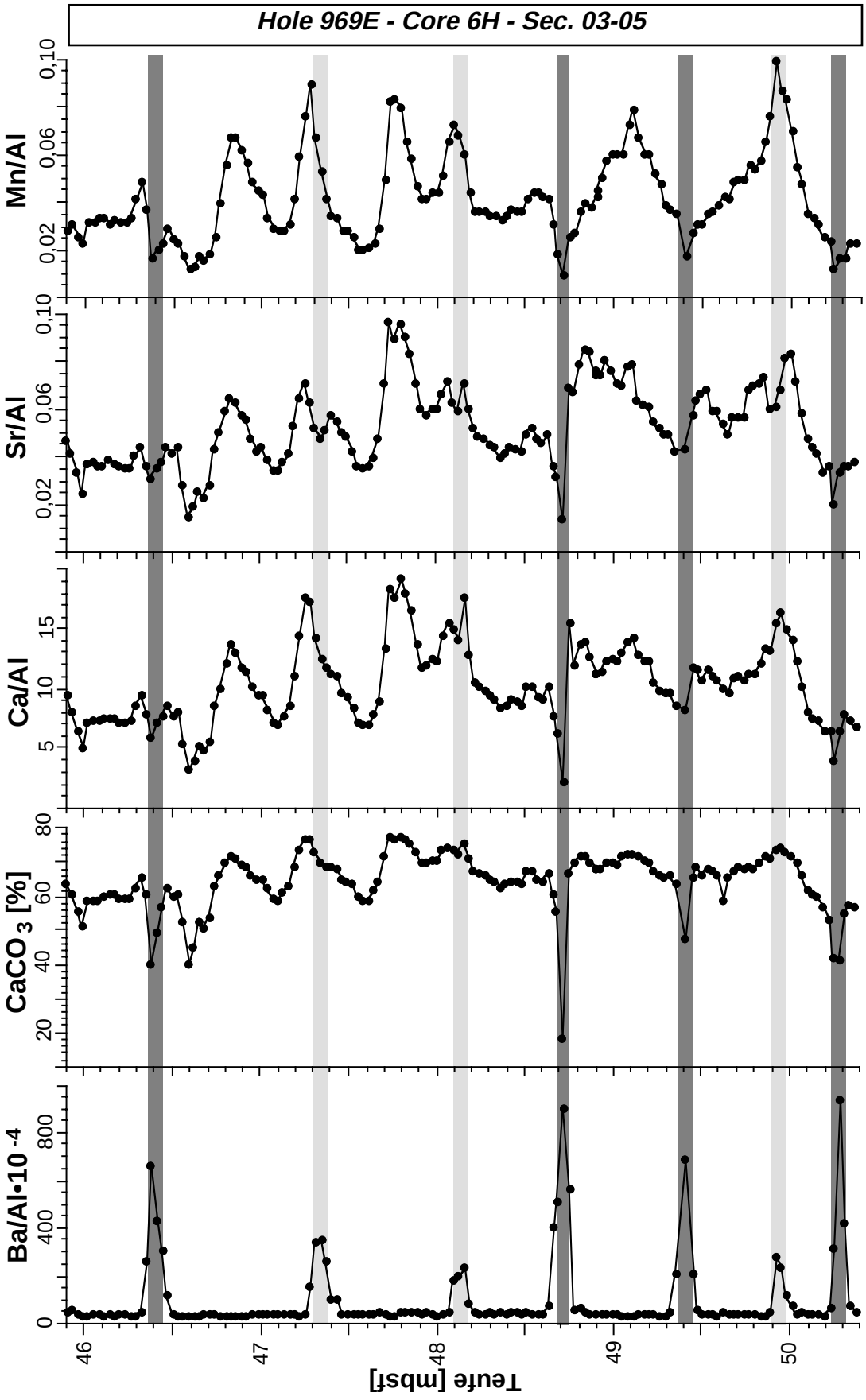


Abb. 4.16. *Teufenprofile von Ba/Al-Verhältnis, $CaCO_3$-Gehalt (berechnet anhand der CaO-Werte), Ca/Al-, Sr/Al- und Mn/Al-Verhältnissen in einem Bohrkern von Site 969 (Mediterr. Rücken); hellgrau = ehemaliger Sapropel, dunkelgrau = Sapropel.*

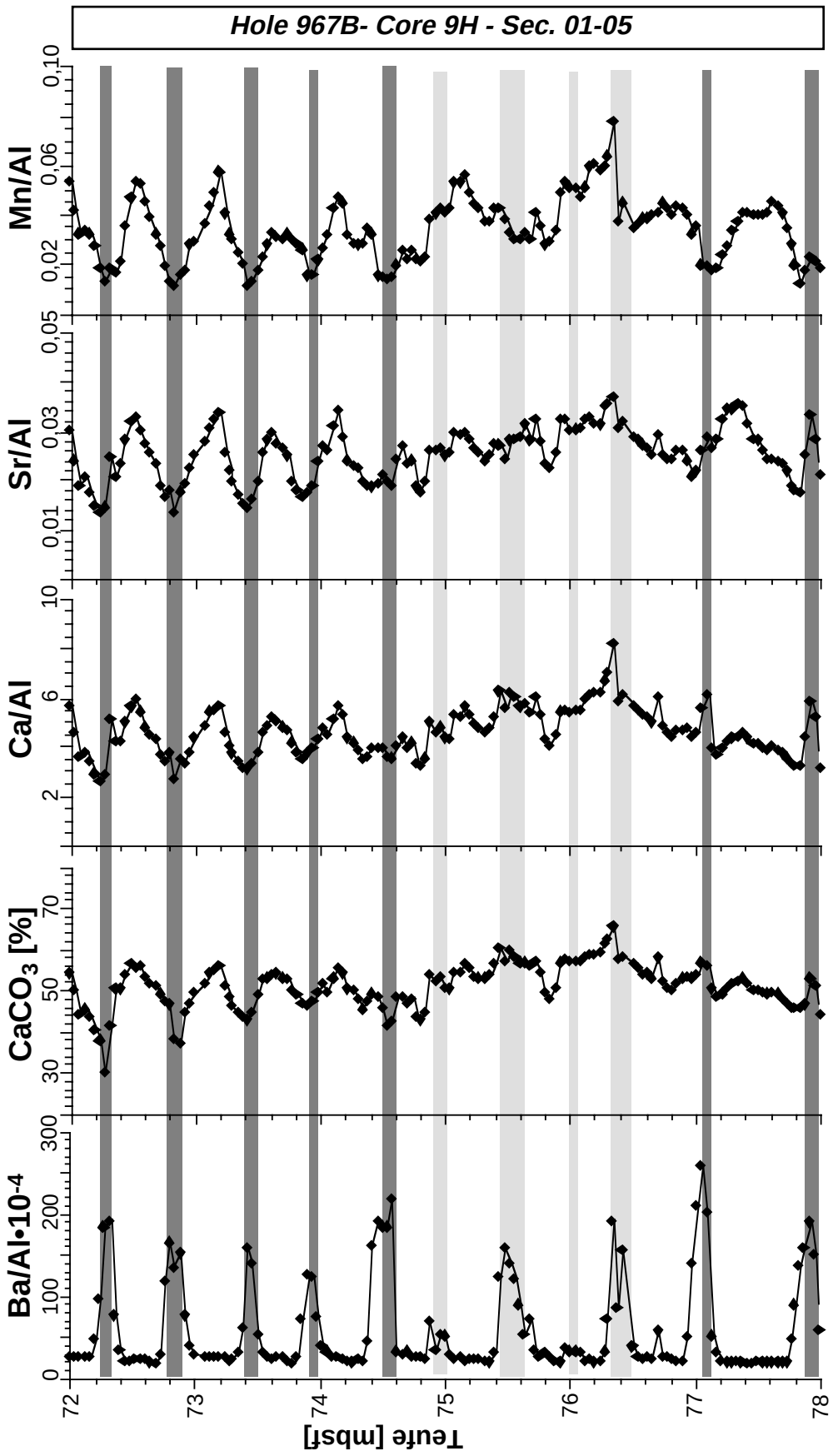


Abb. 4.17. *Teufenprofile von Ba/Al-Verhältnis, $CaCO_3$-Gehalt (berechnet anhand der CaO-Werte), Ca/Al-, Sr/Al- und Mn/Al-Verhältnissen in einem Bohrkern von Site 967 (unterer Hang des Eratosthenes Seamount); hellgrau = ehemaliger Sapropel, dunkelgrau = Sapropel.*

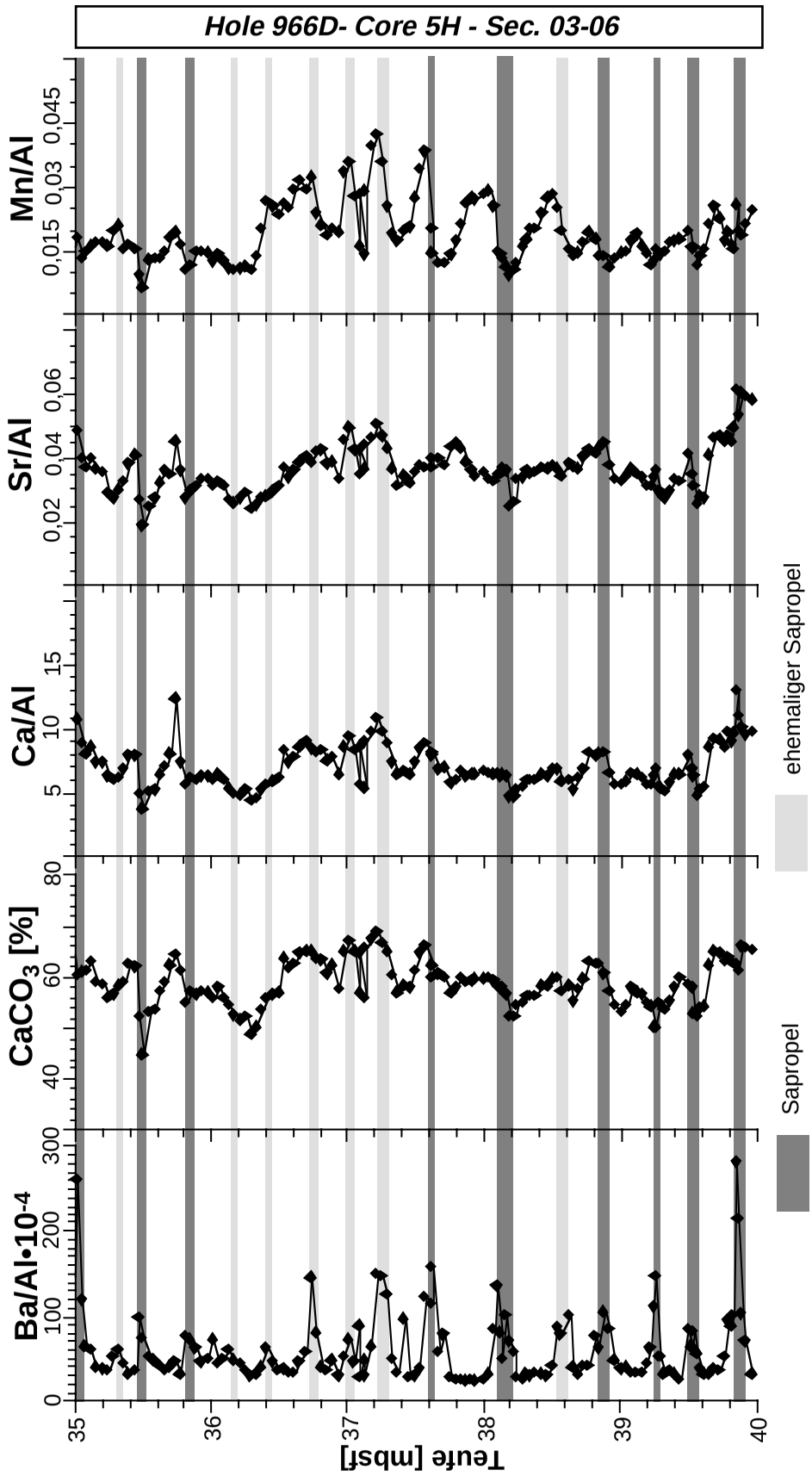


Abb. 4.18. *Teufenprofile von Ba/Al-Verhältnis, $CaCO_3$-Gehalt (berechnet anhand der CaO-Werte), Ca/Al-, Sr/Al- und Mn/Al-Verhältnissen in einem Bohrkern von Site 966(Gipfelplateau des Eratosthenes Seamount).*

ten vorgelegen haben sollten, fand bei der tieferen Versenkung der Sedimente eine Umverteilung des Mangans statt (Thomson et al., 1986). Unter sub- oder anoxischen Bedingungen werden vorhandene Mn-Oxihydroxide reduziert, Mn(II) wird mobilisiert und kann sich an Calcit-Oberflächen in Form von Carbonat ablagern (Franklin & Morse, 1983; Boyle, 1983; Thomson et al., 1986). Mn wird sich also dort anreichern, wo die Carbonatkonzentration am höchsten, bzw. die spezifische Oberfläche der Carbonatpartikel am größten ist (Middelburg et al., 1987). Die von Site zu Site unterschiedlichen Steigungen der Regressionsgeraden (Abb. 20) können gemäß den Untersuchungen von Middelburg et al. (1987) nicht mit Unterschieden in der Porenwasserchemie und einer daraus resultierenden unterschiedlichen Stöchiometrie der Mn-Carbonate erklärt werden. Es ist eher davon auszugehen, daß der primäre Eintrag von reduzierbarem Mn beispielsweise an Site 967 im Vergleich zu den drei anderen Lokationen am höchsten war und dadurch das höchste Mn/Ca-Verhältnis verursacht wurde.
Mg kann ebenfalls in Form von Carbonat vorliegen, und zwar wird es zu 1-3 mol % in Calcit (Niedrig-Mg-Calcit) inkorporiert (Goldsmith et al., 1961), d.h. in das zum größten Teil vorliegende biogene Schalenmaterial von Coccolithophoriden und Foraminiferen.

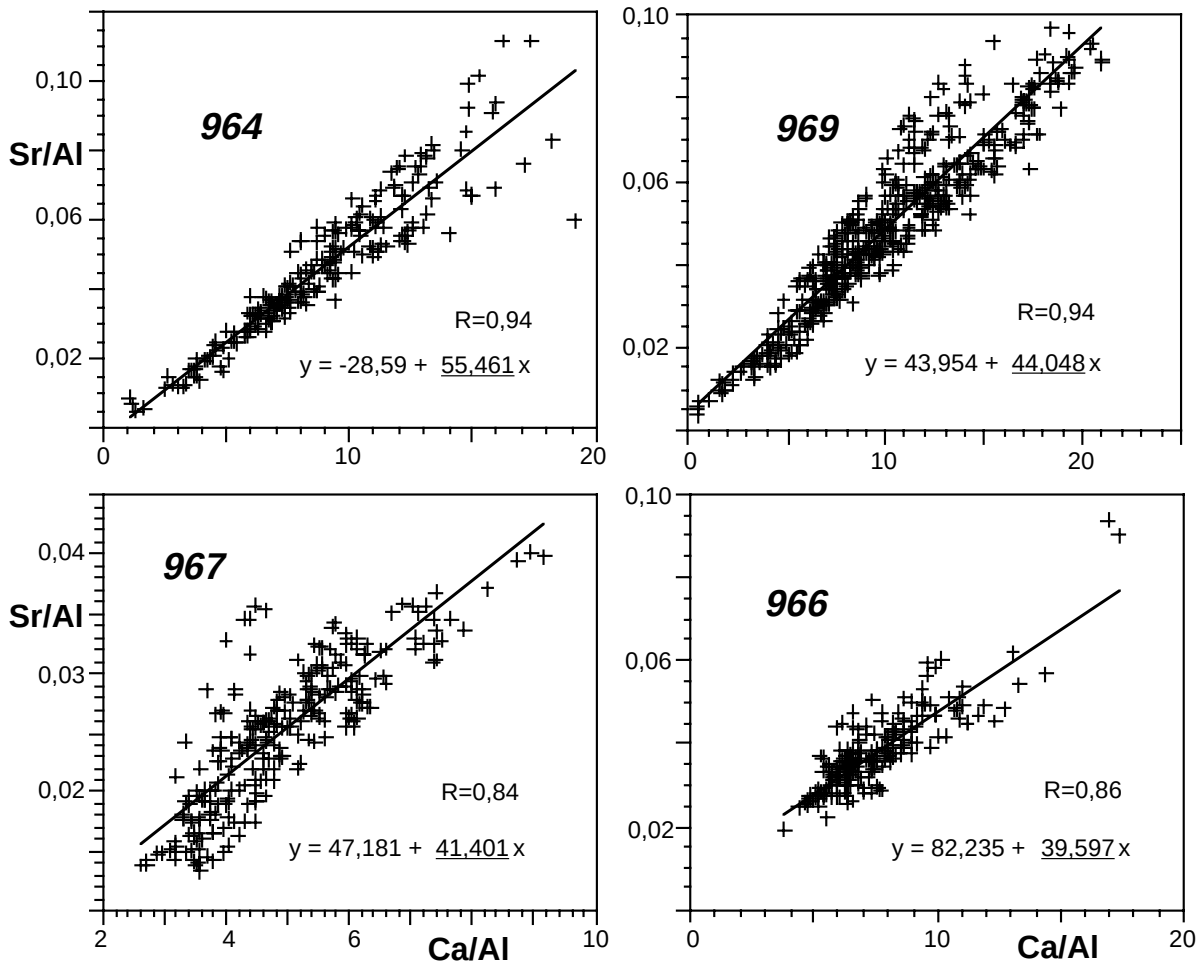


Abb. 4.19. *Korrelation der Sr/Al- und Ca/Al-Verhältnisse an vier Bohrlokationen des östlichen Mittelmeeres.*

Darüber hinaus kann Mg in Form von Dolomit vom Festland eingetragen werden (Landuzzi et al., 1982), wie auch bei der authigenen Bildung von Mg-Calcit im Sediment fixiert werden (Milliman & Müller, 1973).

Durch die Auslaugungsexperimente (siehe Kap. 3.4.) konnte herausgefunden werden, daß die Carbonatfraktion der in dieser Arbeit untersuchten pliozänen Mittelmeersedimente ein Mg/Ca-Verhältnis von etwa 0,01 besitzt. Dies entspricht einem Anteil von 1,7 mol % Mg in der Carbonatfraktion. Für eine (nicht-sapropelische) Probe mit einem $CaCO_3$-Gehalt von 60 % würde dies z.B. bedeuten, daß etwa 0,4 % MgO in der Carbonatphase gebunden sind. Bei einem MgO-Mittelwert des Sediments von ca. 2 % (Tab. 4.1.) entspricht das weniger als einem Viertel des gesamten vorliegenden MgO. Da der Anteil an carbonatgebundenem Mg trotzdem einen Einfluß auf die Form von Teufenprofilen haben kann, wird im folgenden Kapitel der terrigen-detritische Magnesiumanteil (Mg_{detr}) aufgeführt. Dieser entspricht der Differenz zwischen dem gesamten Mg und dem anhand obiger Beziehung berechneten carbonatgebundenen Mg.

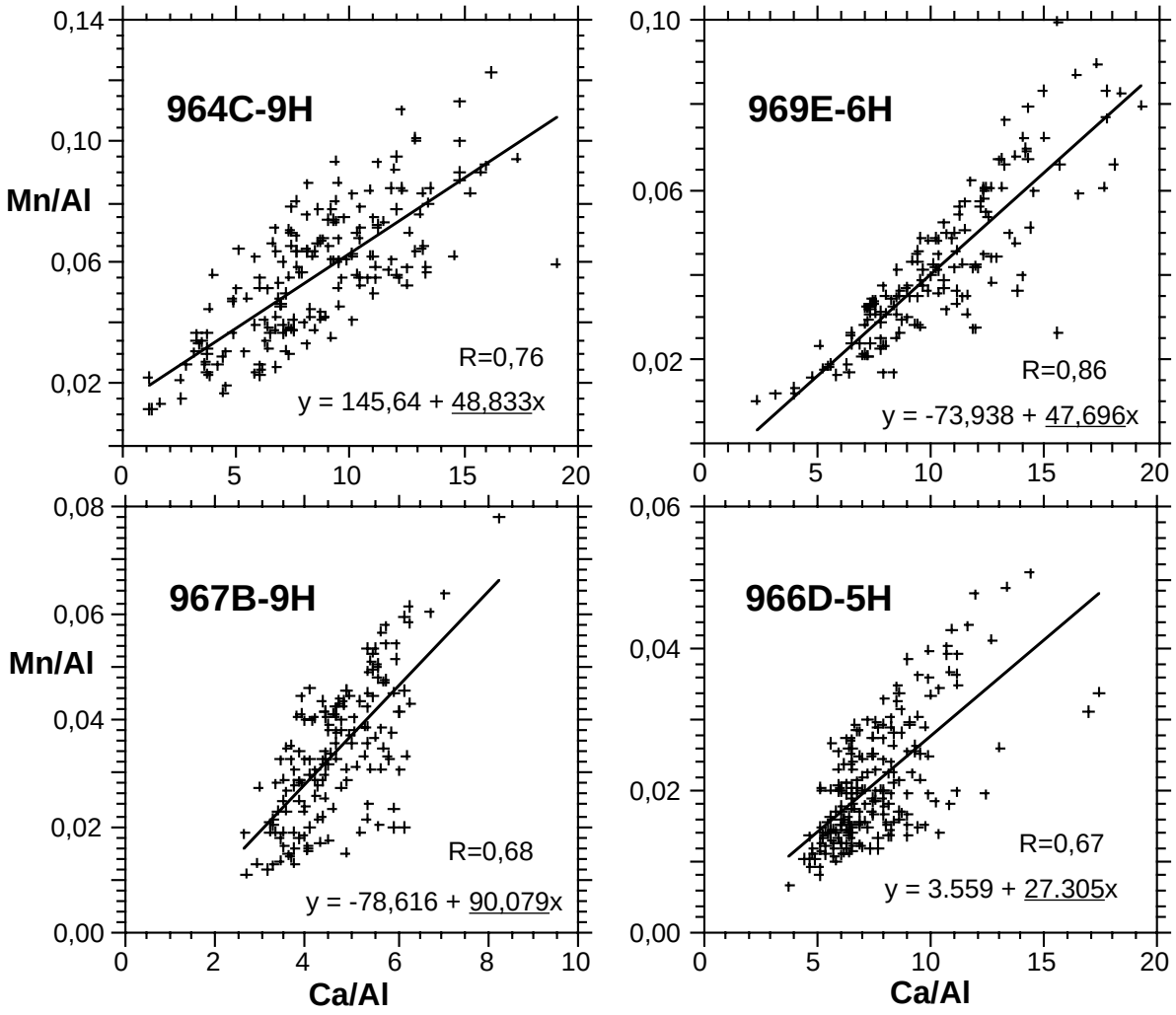


Abb. 4.20. *Korrelation der Sr/Al- und Mn/Al-Verhältnisse*

4.5. Zyklen und Herkunft des lithogenen Materials

In Kapitel 4.1 wurde gezeigt, daß sich die Sedimente der vier Lokationen hinsichtlich des lithogenen Materials voneinander unterscheiden. Anhand der Teufenprofile von Si/Al-, Ti/Al-, Mg/Al-, K/Al- und Zr/Al- Verhältnissen kann verdeutlicht werden, daß nicht nur räumliche, sondern auch zeitliche Unterschiede in der Verteilung des Materials auftreten (Abb. 4.21. bis 4.24.). Es wurden an allen vier Lokationen zyklische Variationen dieser Parameter gefunden, die mit dem rhythmischen Auftreten von Sapropelen offensichtlich im Zusammenhang stehen und daher ebenfalls auf die durch astronomische Parameter gesteuerten Variationen zurückzuführen sein sollten (vgl. Kap. 1.4.). Diese Zyklen treten auch dort mit klarer Systematik auf, wo sich die Carbonatgehalte nicht zyklisch verhalten.

An **Site 964** (Abb. 4.21.) ist die Sedimentation über weite Abschnitte durch die bereits in Kap. 4.3. erwähnten Resedimentationsereignisse gestört. Es lassen sich lediglich einige kürzere Intervalle finden, in denen die Si/Al-, Ti/Al-, Mg/Al- und Zr/Al-Verhältnisse eine Zyklizität aufweisen. Dabei fallen Sapropele bzw. ehemals TOC-reiche Lagen, die anhand von Ba-Anreicherungen identifiziert werden können (vgl. Abb. 4.15.) mit Minima in Si/Al-, Ti/Al- und Zr/Al- sowie Maxima im Mg/Al zusammen. Es ist sowohl das Verhältnis des detritischen Magnesiums zu Aluminium (Mg_{detr}/Al), wie auch das Gesamt-Mg/Al-Verhältnis (Mg_{tot}/Al) dargestellt. Dabei sind zwar Unterschiede der Profile erkennbar, doch die Maxima befinden sich an den gleichen Positionen. Über das gesamte an Site 964 untersuchte Intervall hinweg zeichnet sich das Mg_{detr}/Al-Verhältnis eher durch das Vorliegen diskreter Maxima denn durch einen gleichförmigen Kurvenverlauf aus (Abb. 4.22.). Die Höhe der Maxima ist offensichtlich unabhängig davon ob Sapropele vorliegen. In Intervallen ohne Sapropelereignisse wurden sogar die höchsten Mg-Anreicherungen gefunden (Abb. 4.22; z.B. im Bohrkern 964B-8H zwischen 69 und 72 mbsf).
Auffallend ist, daß Maxima im Mg/Al-, Cr/Al- und Ni/Al-Verhältnis gleichzeitig auftreten (Abb. 4.22.), wobei die Cr- und Ni-Anreicherungen dort keine der bekannten diagenetischen Ursachen haben. Variationen im Hintergrundgehalt von Spurenelementen wurden bereits im Kapitel 4.2.2. erwähnt und lassen auf einen bestimmten Charakter der Eintragsquellen schließen. Es ist bekannt, daß Mg, Cr und Ni in ultramafischen Gesteinen, d.h. Gesteinen mit einem Anteil von 90-100 % mafischen Mineralen wie Glimmern, Amphibolen, Pyroxenen, Olivin (Matthes, 1993), stark angereichert sind (Nockolds, 1954; Wedepohl, 1969). Daher könnte die Kovariation dieser drei Elemente auf solche Ausgangsgesteine hindeuten. Ein weiteres Indiz könnten die geringeren REE-Gehalte der Mg-, Cr-, und Ni-reichen Horizonte sein (Kap. 4.3.1.; Abb. 4.9.). Ultramafite sind für geringere REE-Gehalte bekannt (z.B. Hartmann & Wedepohl, 1993).

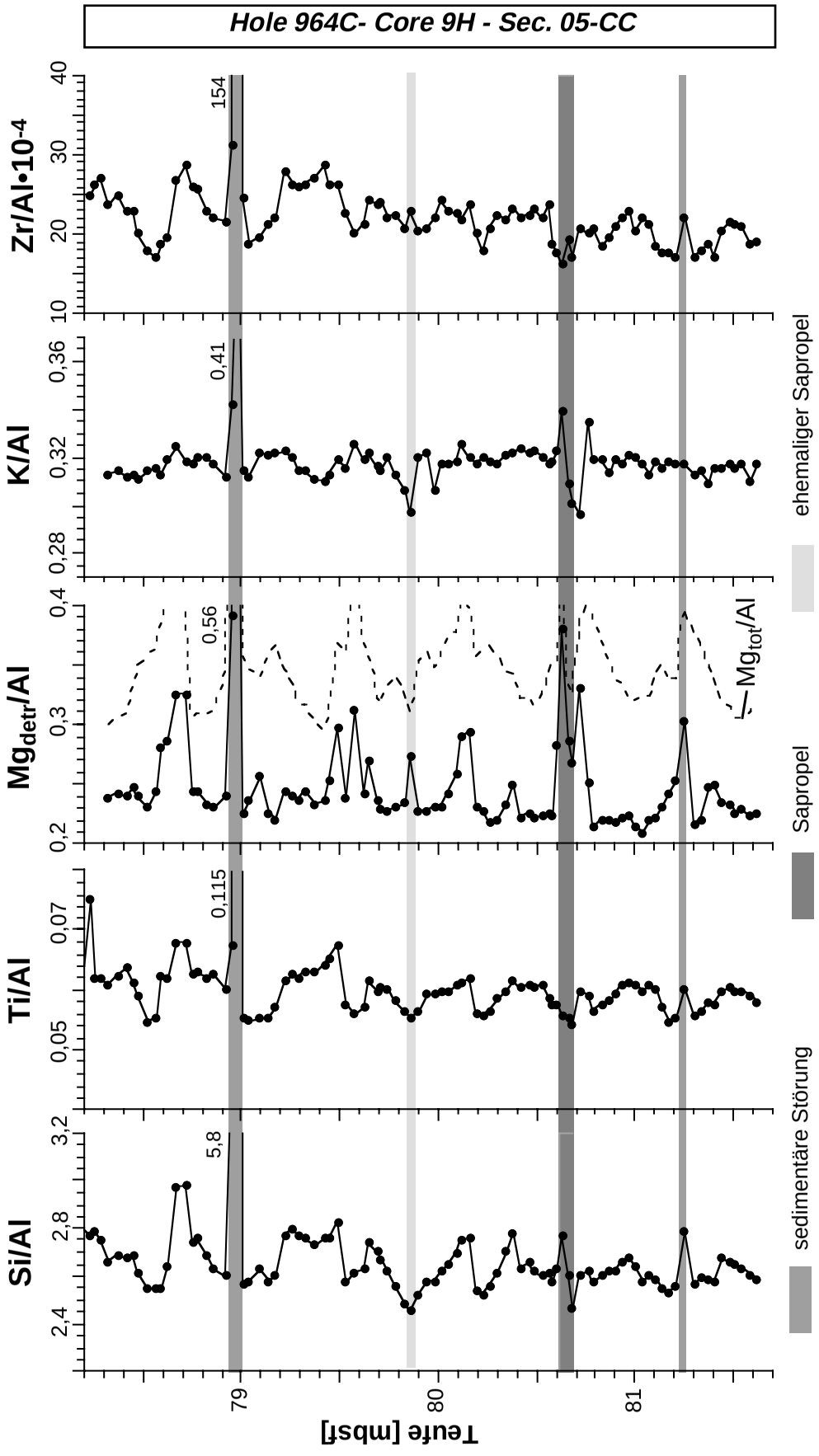


Abb. 4.21. *Teufenprofile von Element/Al-Verhältnissen im Bohrkern 964C-9H.*

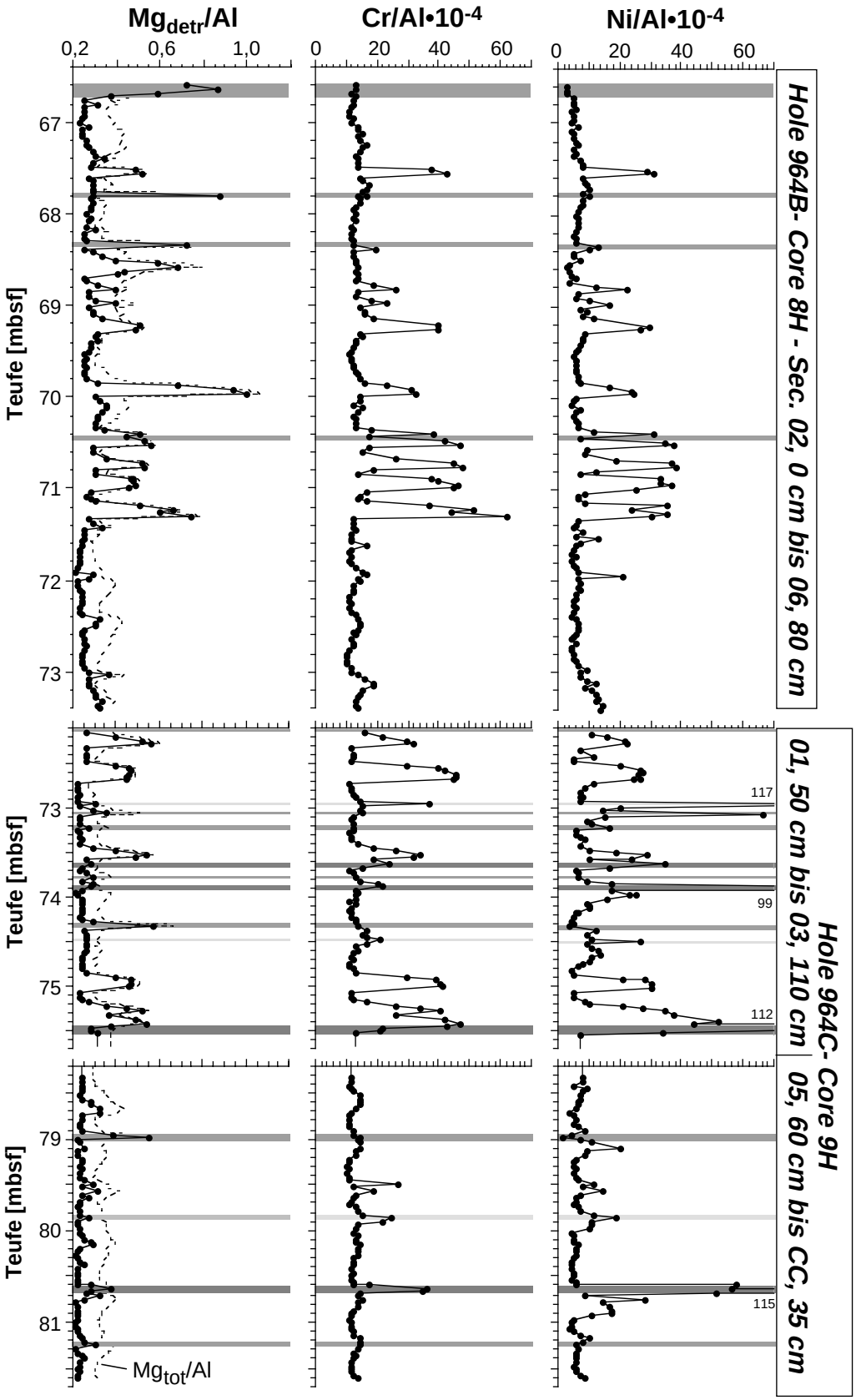


Abb. 4.22. *Kovariation von Mg_{detr}/Al-, Cr/Al- und Ni/Al-Verhältnissen in den Sedimenten von Site 964 (Legende siehe Abb. 4.21.).*

An **Site 969** ist die Zyklizität deutlicher ausgeprägt als an Site 964, wobei grundsätzlich das gleiche Element-Verteilungsmuster anzutreffen ist. Sapropele oder ehemals TOC-reiche Lagen fallen mit Minima in den Si/Al- und Ti/Al-Kurven zusammen, wohingegen sich das Mg/Al-Verhältnis spiegelbildlich dazu verhält. Das K/Al-Verhältnis zeigt weder an Site 964 (Abb. 4.21) noch an Site 969 (Abb. 4.23.) ein klares Verhalten und folgt entweder dem Mg_{detr}/Al-Verhältnis oder den Si/Al- und Ti/Al-Verhältnissen. Das Zr/Al-Verhältnis zeigt generell eine Übereinstimmung mit den Si/Al- und Ti/Al-Profilen, jedoch treten innerhalb der Sapropele Maxima auf, die in den „heruntergebrannten“ Sapropelen in dieser Form nicht zu erkennen sind. Von den Untersuchungen an Turbiditen (Kap. 4.3.) ist bereits bekannt, daß sich Zr (aufgrund des Vorliegens von Zirkon) bei Sortierungsprozessen am stärksten anreichert. Daher lassen sich Resuspensionsprozesse, z.B. Abtransport von tonigem Material („winnowing“), für die Erklärung dieses Musters in den Sapropellagen heranziehen. In diesem Fall hätte eine vergleichsweise starke Bodenströmung geherrscht, ein Zustand, der mit einer stabilen Dichteschichtung der Wassersäule („Stagnationsmodell“, vgl. Kap. 1.2.) kaum vereinbar wäre. Im Kern 969D-7H befindet sich, ebenso wie im Kern 964B-8H (Abb. 4.22.), ein längerer Abschnitt, in dem weder Sapropele noch ehemalige Sapropele oder TOC-reiche Lagen vorliegen. Dies wird durch konstant niedrige Ba/Al-Verhältnisse dokumentiert (siehe Anhang). Dieser Sedimentabschnitt ist durch eine rötliche Färbung gekennzeichnet (Shipboard Scientific Party, 1996b) und unterscheidet sich deutlich von den Abschnitten, die Sapropele enthalten (Abb. 4.24.). Eine Zyklizität ist zwar auch in diesem Abschnitt zu finden, doch ist sie weniger ausgeprägt und die einzelnen Zyklen umfassen längere Abschnitte. In den Si/Al- und Zr/Al-Verhältnissen treten größere Variationen auf, bei Mg/Al bleiben sie in etwa gleich und beim Ti/Al-Verhältnis sind sie geringer als in den Sapropele enthaltenden Bereichen. Es wurde eine höhere Sedimentationsrate für Bohrloch 969D dokumentiert und eine erhöhte Bioturbation für diesen Sedimentabschnitt aller Site 969 Bohrlöcher erwähnt (Shipboard Scientific Party, 1996b). Letzteres könnte ein Grund für eine gestörte Zyklizität sein. Allerdings sollten dann auch die Profile von Si/Al und Zr/Al durch die vertikale Durchmischung abgeflacht erscheinen. Das ist hier nicht der Fall. Eine höhere Sedimentationsrate erklärt die geringere Frequenz der Zyklizität.

Für die Sedimente von Site 969 wurde, ebenso wie für Site 964, eine Beziehung zwischen den Mg/Al-, Cr/Al- und Ni/Al-Verhältnissen festgestellt (Abb. 4.25.). Eine Kovariation wurde sowohl in den Intervallen, die Sapropele oder ehemalige TOC-reiche Lagen enthalten, wie auch in dem „roten Intervall“ des Kerns 969D-7H gefunden. Dies gibt Anlaß zu der Vermutung, daß beide Lokationen, 964 und 969, gleichermaßen Material erhalten, das bei der Verwitterung ultramafischer Gesteine gebildet wurde.

Die Korrelationsdiagramme von Cr/Al- zu Mg_{detr}/Al- und Ni/Al- zu Cr/Al-Verhältnissen zeigen, daß ein großer Teil der Proben beider Lokationen einem gemeinsamen Trend

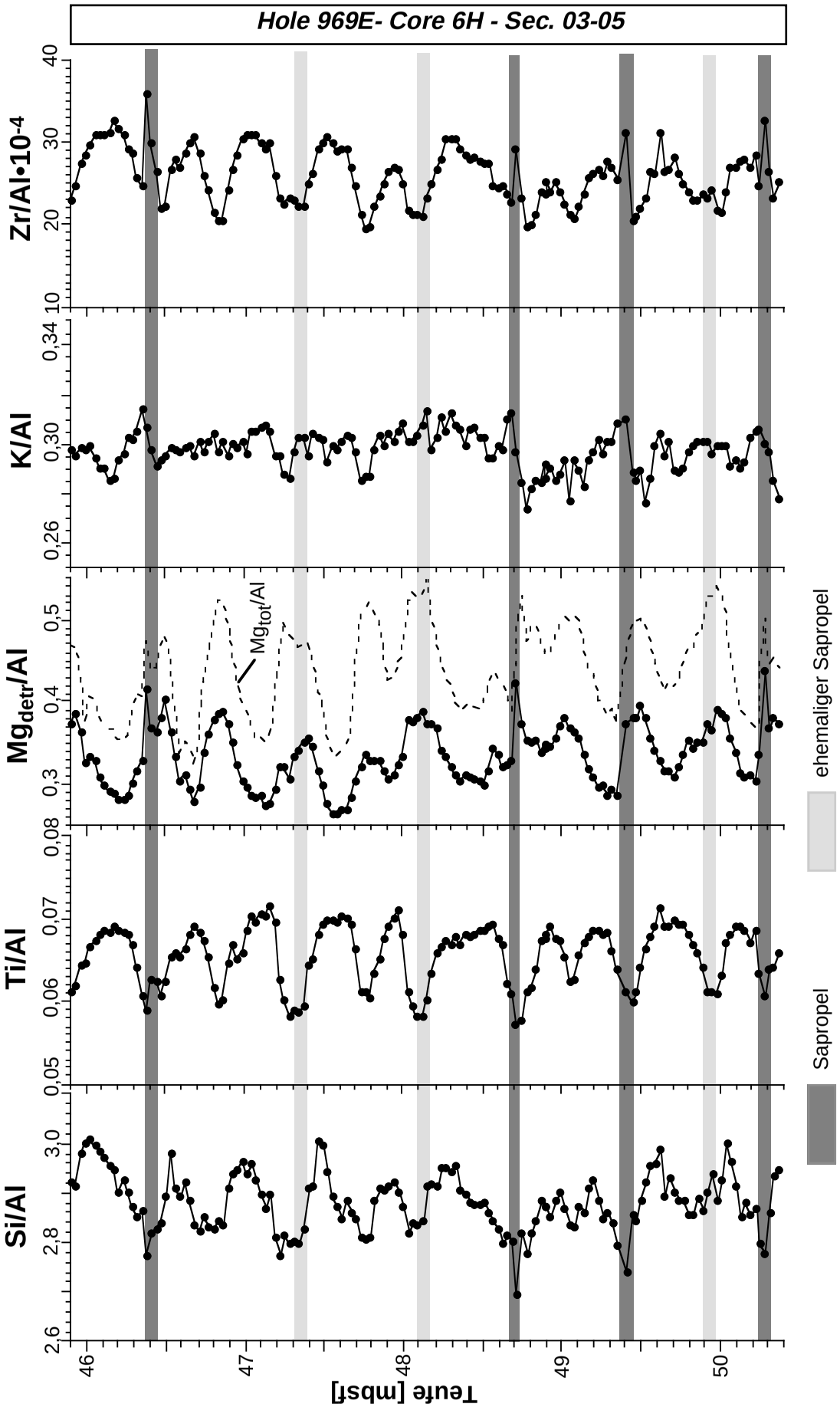


Abb. 4.23. *Teufenprofile von Element/Al-Verhältnissen im Bohrkern 969E-6H.*

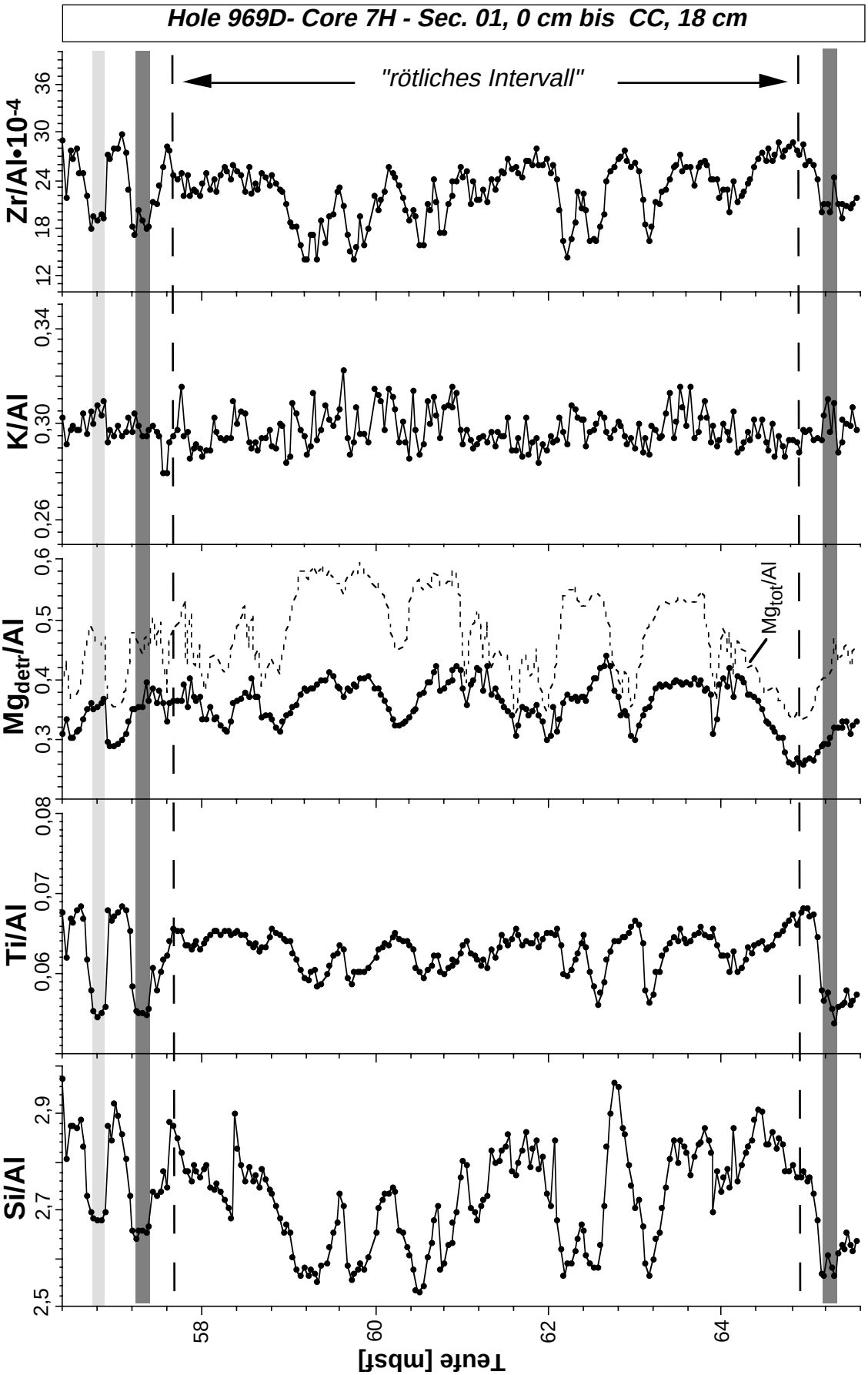


Abb. 4.24. *Teufenprofile von Element/Al-Verhältnissen im Bohrkern 969D-7H (Legende siehe Abb. 4.23.).*

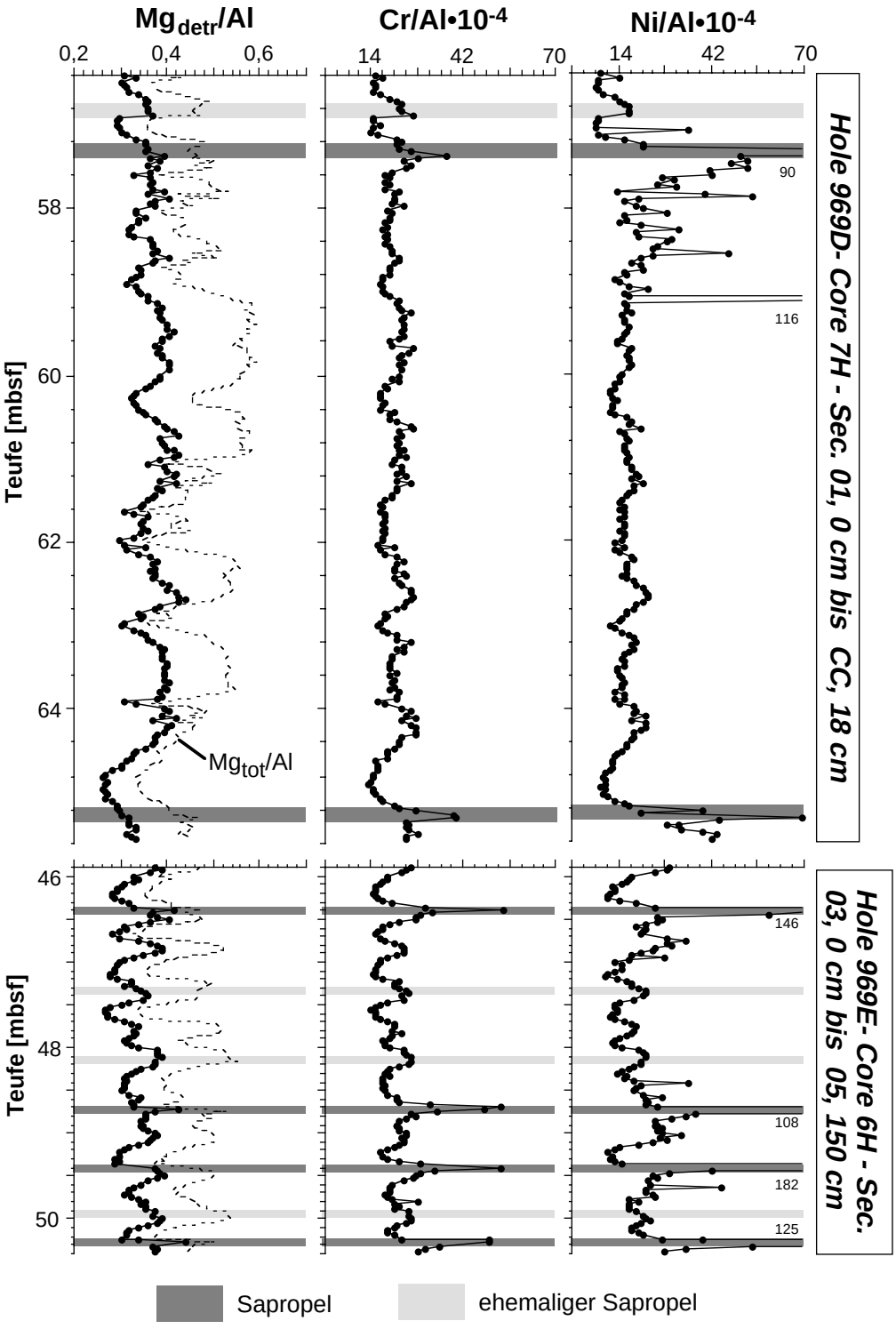


Abb. 4.25. *Kovariation von Mg_{detr}/Al-, Cr/Al- und Ni/Al-Verhältnissen in Sedimenten von Site 969.*

folgen (Abb. 4.26.), sofern sie nicht aufgrund diagenetischer Prozesse an Cr oder Ni zusätzlich angereichert sind (siehe Kap. 4.2.1.). Dieser gemeinsame Trend liegt auf einer Mischungslinie zwischen mittlerem Tonschiefer und Ultramafiten. Als Quellen für Verwitterungsmaterial ultramafischer Gesteine kommen Flüsse des griechischen Festlandes in Frage. Zu den Flüssen die Gebiete entwässern, in denen ultramafische Gesteine anstehen und die in die Nordwest-Ägäis münden, zählen heute z.B. Struma, Axios, Gallikos, Aliakmon, Pinios und Sperchios (Skoulikidis, 1993; Voutsinou-Taliadouri & Varnavas, 1993 und 1995). Entsprechend dem derzeitigen Zirkulationsmuster des Mittelmeeres wird klastisches Material aus dieser Region bis durch die Straße von Kithyra (zwischen Peloponnes und Kreta) transportiert und gelangt einerseits mit der Bodenströmung in den Hellenischen Graben (Hellenische Rinne) und andererseits zum Mediterranen Rücken (Venkatarathnam & Ryan, 1971). So besteht die Möglichkeit, daß bei Änderungen der Einträge oder der Wasserzirkulation die Gehalte dieses Endgliedes in den Sedimenten des Ionischen Beckens (Site 964) oder des Mediterranen Rückens (Site 969) variieren.

Die Sedimente von **Site 967** weisen eine eindeutige Zyklizität in den Si/Al-, Ti/Al-, Mg/Al-, K/Al- und Zr/Al-Verhältnissen auf und alle Profile sind durch das gleiche Muster geprägt (Abb. 4.27). Sapropele bzw. ehemals TOC-reiche Lagen fallen jeweils mit Minima dieser Element/Al-Verhältnisse zusammen. Die Zyklizität ist auch dort noch sehr deutlich ausgeprägt, wo keine erhöhte Produktivität vorgelegen hat; die Minima sind dort jedoch weniger intensiv.

Der untersuchte Sedimentkern von **Site 966** weist ebenfalls eine Zyklizität in den Si/Al-, Ti/Al-, Mg/Al-, K/Al- und Zr/Al-Verhältnissen auf, wobei wiederum die Sapropele mit den Minima dieser Profile zusammenfallen (Abb. 4.28.). Das konnte insofern erwartet werden, weil die Lokationen 967 und 966 nahe beieinander liegen. Die Sedimente vom Gipfelplateau des Eratosthenes Seamount (Site 966) sind allerdings durch Bioturbation gestört. Dies drückt sich durch eine Streuung der Datenpunkte in den Teufenprofilen aus. Zudem enthalten die Element/Al-Profile neben den hochfrequenten Zyklen langzeitliche Variationen, die in der Darstellung der Teufenprofile mit einem gleitenden Mittelwert veranschaulicht werden können (Abb. 4.29.). Eine mögliche Erklärung hierfür ist, daß Sedimentationsprozesse auf dem Gipfel dieser untermeerischen Erhebung empfindlicher auf leichte Änderungen im Strömungsgeschehen und der Sedimentverteilung reagieren als am Hang (Site 967), wo diese Veränderungen nicht beobachtet werden können. Einerseits könnten tektonische Prozesse, wie der Kollaps des Eratosthenes Seamount (Ben-Avraham & Nur, 1986), für Veränderungen der Sedimentbilanz und -verteilung auf dem Seamount-Plateau gesorgt haben, die sich am Hang (Site 967), in größeren Wassertiefen, weniger stark auswirken. Andererseits könnten

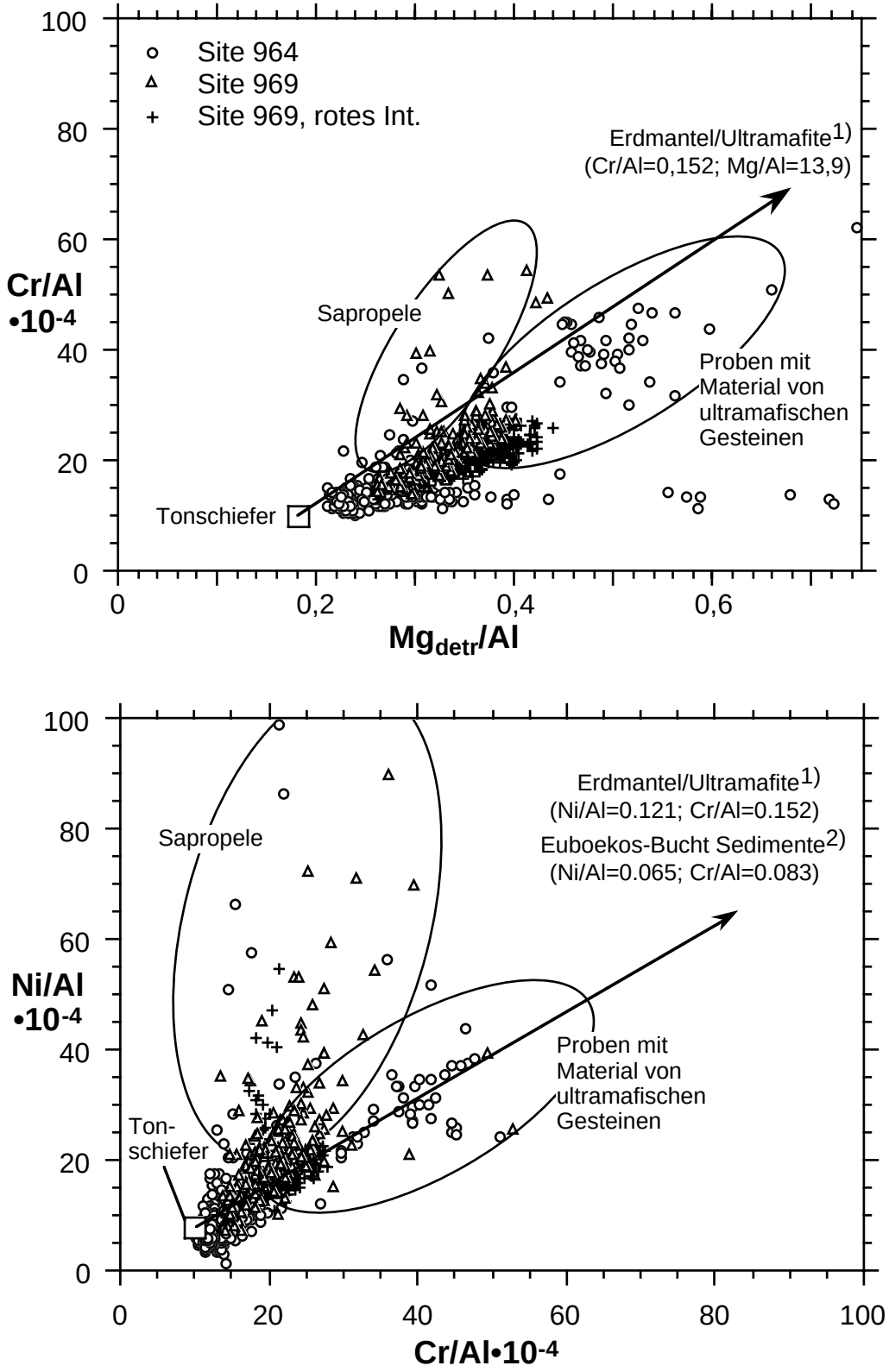


Abb. 4.26. *Korrelation von Mg_{detr}/Al-, Cr/Al- und Ni/Al-Verhältnissen in den Sedimenten von Site 964 und 969. 1) Hartmann und Wedepohl (1993); 2) Voutsinou-Taliadouri & Varnavas (1993).*

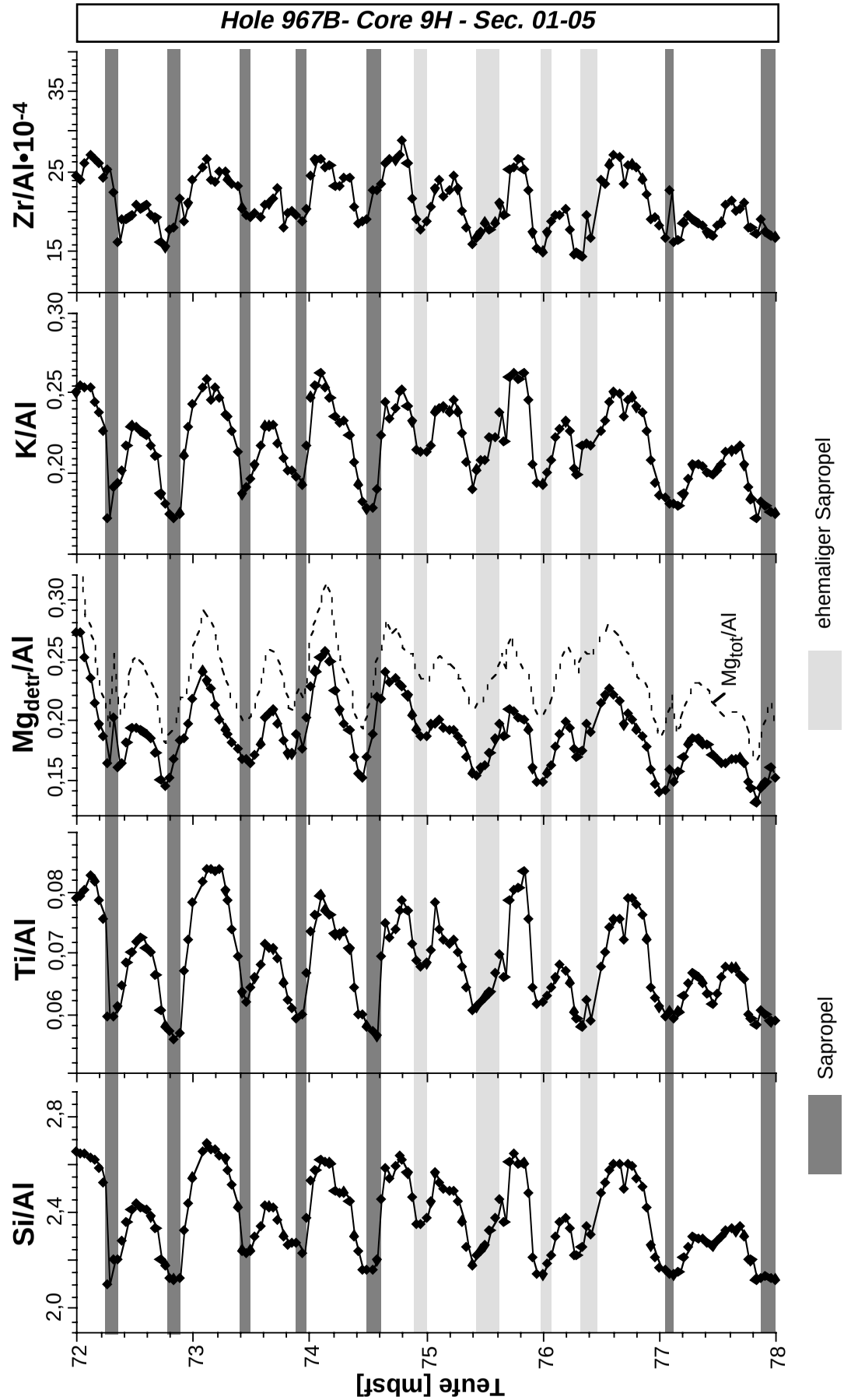


Abb. 4.27. *Teufenprofile von Element/Al-Verhältnissen in Sedimenten von Site 967 (Eratosthenes Seamount).*

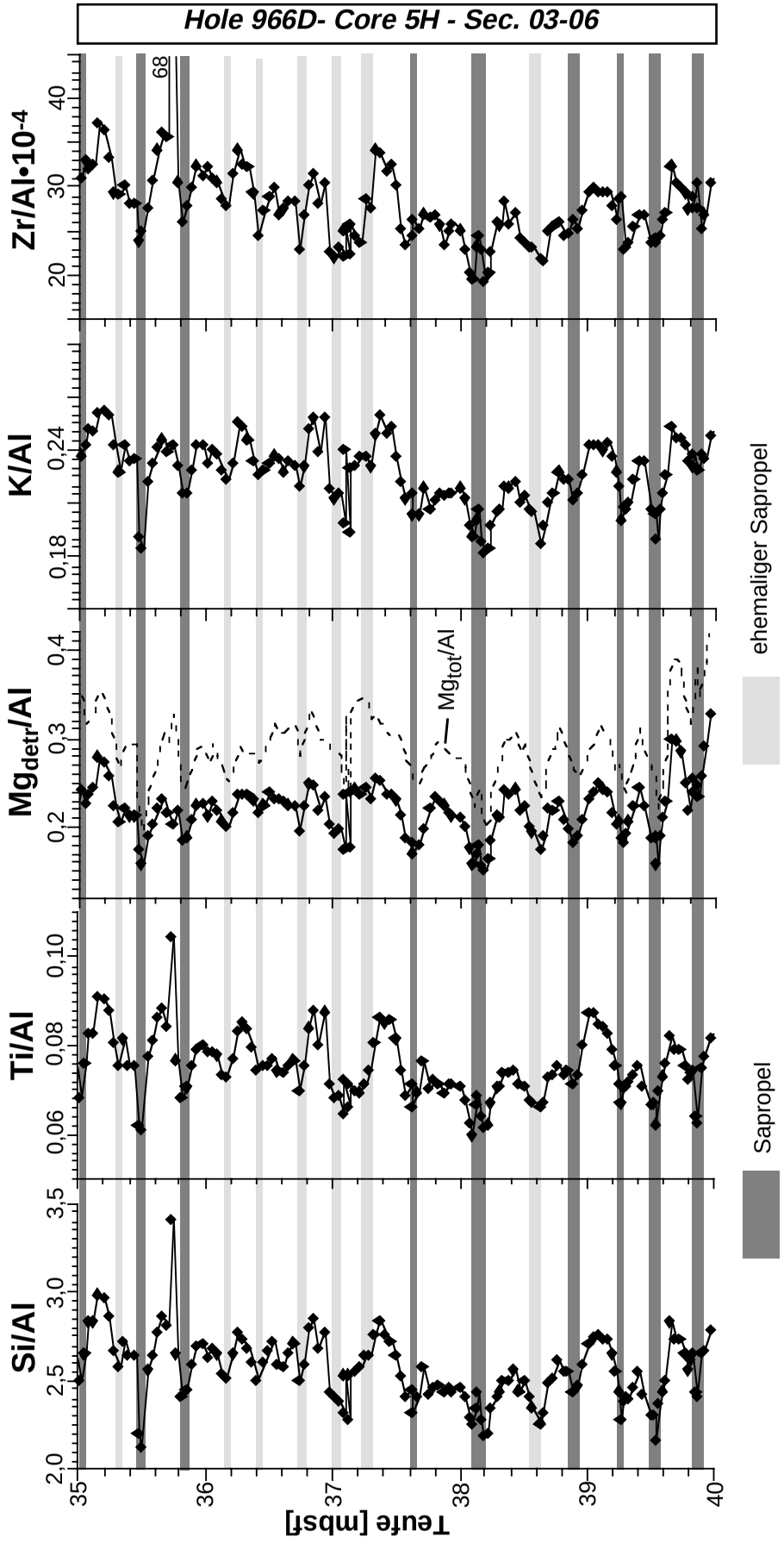


Abb. 4.28. *Teufenprofile von Element/Al-Verhältnissen in Sedimenten von Site 966 (Eratosthenes Seamount).*

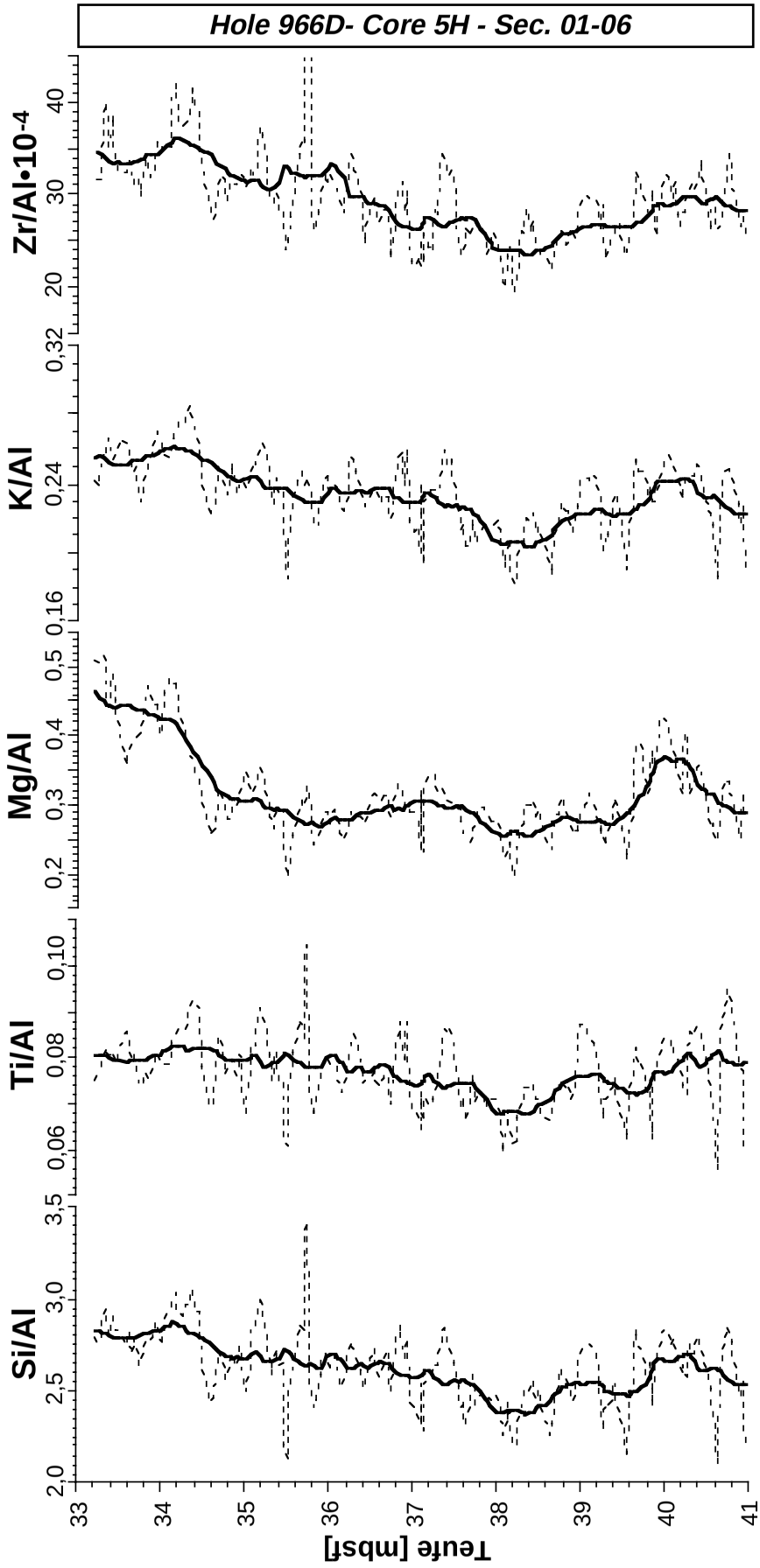


Abb. 4.29. *Teufenprofile von Element/Al-Verhältnissen in Sedimenten von Site 966 (Gipfelplateau des Eratosthenes Seamount); die durchgezogenen Kurven geben den gleitenden Mittelwert (n= 20) an.*

globale Klima- und Meeresspiegelschwankungen hierfür verantwortlich sein. Der betrachtete Sedimentabschnitt (etwa 3,1 bis 2,5 Ma v.h.) stammt aus der Phase pliozäner Abkühlung und des ersten Aufbaus größerer Eisschilde auf der nördlichen Hemisphäre (Haug & Tiedemann, 1998).

Trägt man die Mg_{detr}/Al- in Abhängigkeit der K/Al-Verhältnisse sämtlicher untersuchter Proben auf, so lassen sich zwei Bereiche voneinander trennen (Abb. 4.30.). Sedimente der Sites 967 und 966 (beide Eratosthenes Seamount) liegen auf einer Entwicklungslinie mit geringeren Mg_{detr}/Al- und K/Al-Verhältnissen. Die Sedimente von Site 964 (Ionisches Meer) und 969 (Mediterraner Rücken) liegen dagegen auf einer Entwicklungslinie mit höheren Mg_{detr}/Al- und K/Al-Verhältnissen.
Während der Sapropelbildung weisen die Sedimente vom Eratosthenes Seamount geringere Mg_{detr}/Al- und K/Al-Verhältnisse auf, wie in den Teufendiagrammen bereits zu sehen war (Abb. 4.28. und 4.29.). Sie nähern sich damit in ihrer Zusammensetzung derjenigen von Schwebstoffen des Nil (Martin & Meybeck, 1979).
Die Sedimente vom Ionischen Becken (Site 964) und Mediterranen Rücken (Site 969) weisen in den Sapropelen höhere Mg_{detr}/Al-Verhältnisse auf (Abb. 4.21. bis 4.25.). Dies deutet möglicherweise auf einen höheren Anteil fluviatilen Materials aus dem Norden hin.
Aufgrund der relativen Nähe des Eratosthenes Seamount zum Mündungsbereich des Nil kann ein starker Einfluß des vom Nil angelieferten Materials auf den Chemismus der Sedimente der Sites 967 und 966 erwartet werden. Laut Venkatarathnam & Ryan (1971) zeichnen sich die Nilschwebstoffe durch einen hohen Anteil von Smektit (>70 % der Tonfraktion) aus und haben einen großen Einfluß auf die Sedimente des Levantinischen Beckens bis zum östlichen Rand des Mediterranen Rückens. Durch die geringen Mengen an K- (Illit < 10 % der Tonfraktion) sowie Mg-reichen (Chlorit < 3 % der Tonfraktion) Tonmineralen lassen sich die niedrigen K/Al- und Mg_{detr}/Al-Verhältnisse der Sedimente erklären. Die Sedimente des Ionischen Meeres sowie des Mediterranean Rückens werden von Flüssen der nördlich an das östliche Mittelmeer angrenzenden Länder (NBEM = Northern Borderlands of the Eastern Mediterranean) beliefert (Venkatarathnam & Ryan, 1971; Dominik & Stoffers, 1978; Zufuhr an Illit und Chlorit; siehe auch Kap. 4.1.). Zudem erhalten sie Material aus der Verwitterung ultramafischer Gesteine, das für die Extremwerte im Mg_{detr}/Al-Verhältnis verantwortlich ist. Basierend auf diesen Feststellungen wird eine NBEM-Quelle postuliert, die für beide Lokationen (Sites 964 und 969) eines der Mischungsendglieder darstellt (Abb. 4.30.).
Diese Befunde stehen im Einklang mit Ergebnissen früherer Untersuchungen, wonach während der Sapropelbildung ein erhöhter Flußeintrag von Nil und den NBEM-Flüssen vorgelegen haben soll (Rossignol-Strick, 1983 & 1985; Rohling und Hilgen, 1991).

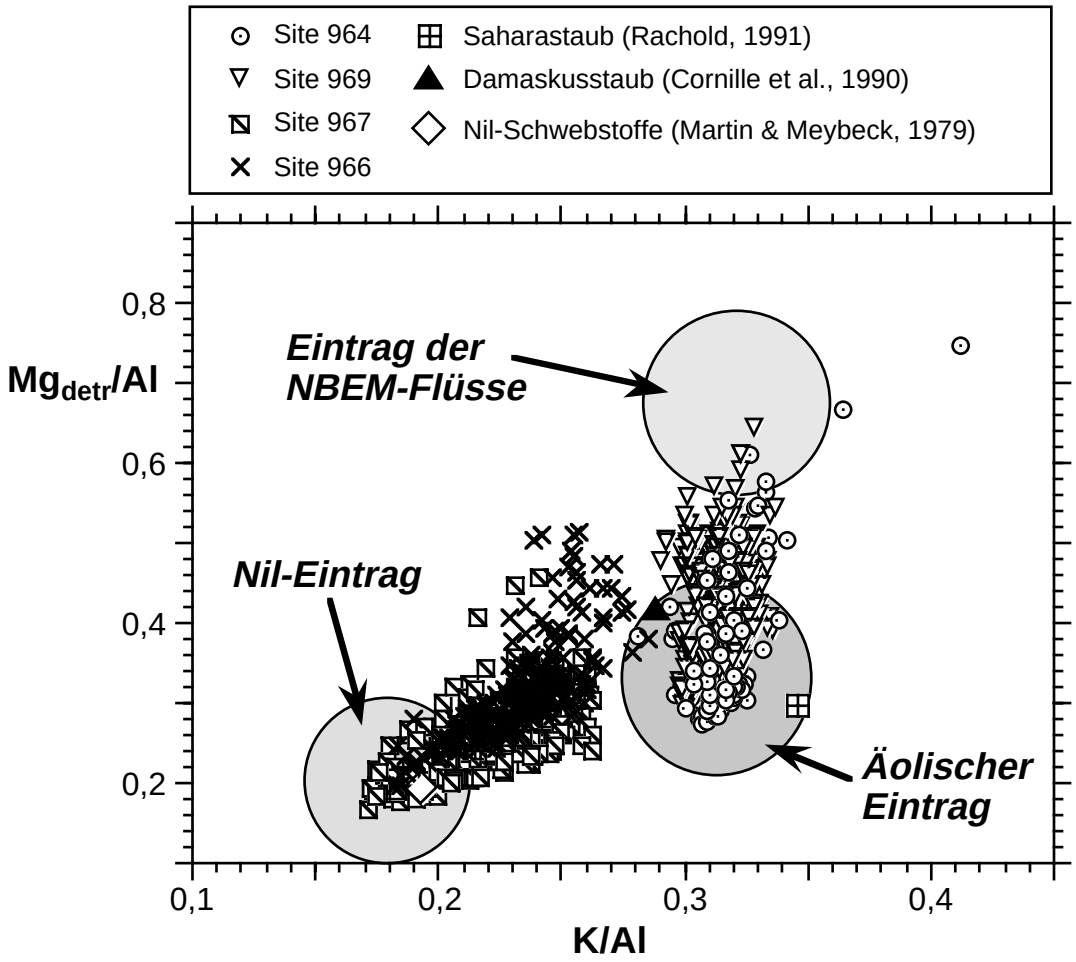


Abb. 4.30. *Korrelation der Mg_{detr}/Al- und K/Al-Verhältnisse aller untersuchter Probensätze. NBEM = nördlich an das östliche Mittelmeer angrenzende Länder.*

In den Übergangszeiten zwischen den Sapropelereignissen weisen die Sedimente der beiden verschiedenen Ablagerungsräume eine größere Ähnlichkeit in ihrer Zusammensetzung auf (Mg_{detr}/Al≈0,3; K/Al≈0,25-0,32; Abb. 4.30.). Es ist anzunehmen, daß diese Zeitabschnitte dem heutigen Ablagerungsmilieu entsprechen, das durch oligotrophe Verhältnisse, eine geringe Bioproduktion und das typische „mediterrane Klima“ mit trokkenen und heißen Sommern sowie feuchtkühlen Wintern gekennzeichnet ist (DHI, 1977). War das der Fall, dann erfolgte zu diesen Zeiten ein erhöhter Staubeintrag aus den angrenzenden ariden Gebieten, der die Sedimentation des gesamten östlichen Mittelmeeres stark mitbestimmt hat (Ganor & Mamane, 1982; Loÿe-Pilot et al., 1986; Molinaroli et al., 1993). Datenpunkte von Saharastaub (Rachold, 1991) und Staub, der bei Damaskus gesammelt wurde (Cornille et al., 1990) liefern ebenfalls Hinweise für das postulierte äolische Endglied. Die in Abb. 4.30. bei einigen Proben der Sites 967 und 966 zu erkennende Streuung hin zu höheren Mg_{detr}/Al-Verhältnissen während dieser Perioden könnte durch einen erhöhten Eintrag von Material der NBEM-Flüsse im Zuge eines verstärkten ostwärts gerichteten Transport verursacht worden sein.

Weitere wichtige Parameter für den Eintrag von Wüstenstaub sind die Si/Al- und Zr/Al-Verhältnisse. Si und Zr sind in Löß (Schnetger, 1992) oder Saharastaub (Rachold, 1991) angereichert, was mit dem Vorliegen der verwitterungsresistenten Minerale Quarz und Zirkon erklärt werden kann. Das Vorkommen von Quarz in Saharastaub ist vielfach dokumentiert worden, zum Beispiel von Chester et al. (1977) und Tomadin et al. (1984). Die Tatsache, daß geringere Si/Al- und Zr/Al-Verhältnisse in den Sapropelen und höhere Si/Al- und Zr/Al-Verhältnisse in den dazwischen liegenden Intervallen vorliegen, unterstützt deshalb die Hypothese eines geringeren Anteils äolischen Materials an der Sedimentation.

Weitere Hinweise auf die Eintragsquellen liefert das Verhältnis der Strontiumisotope ($^{87}Sr/^{86}Sr$) der lithogenen Komponente des Sediments (Dasch, 1969). Das schwerere Isotop ^{87}Sr entsteht beim Zerfall von ^{87}Rb, das eine Halbwertzeit von $4{,}88 \cdot 10^{10}$ Jahren besitzt (Mason & Moore, 1985). Somit haben ältere Gesteine oder Gesteine, die vorwiegend aus Magmen entstanden sind, die aus aufgeschmolzener Kruste stammen, ein höheres $^{87}Sr/^{86}Sr$-Verhältnis als zum Beispiel Mantelgesteine (Mason & Moore, 1985). Material das vom Nil herangetragen wird, stammt größtenteils aus der Erosion

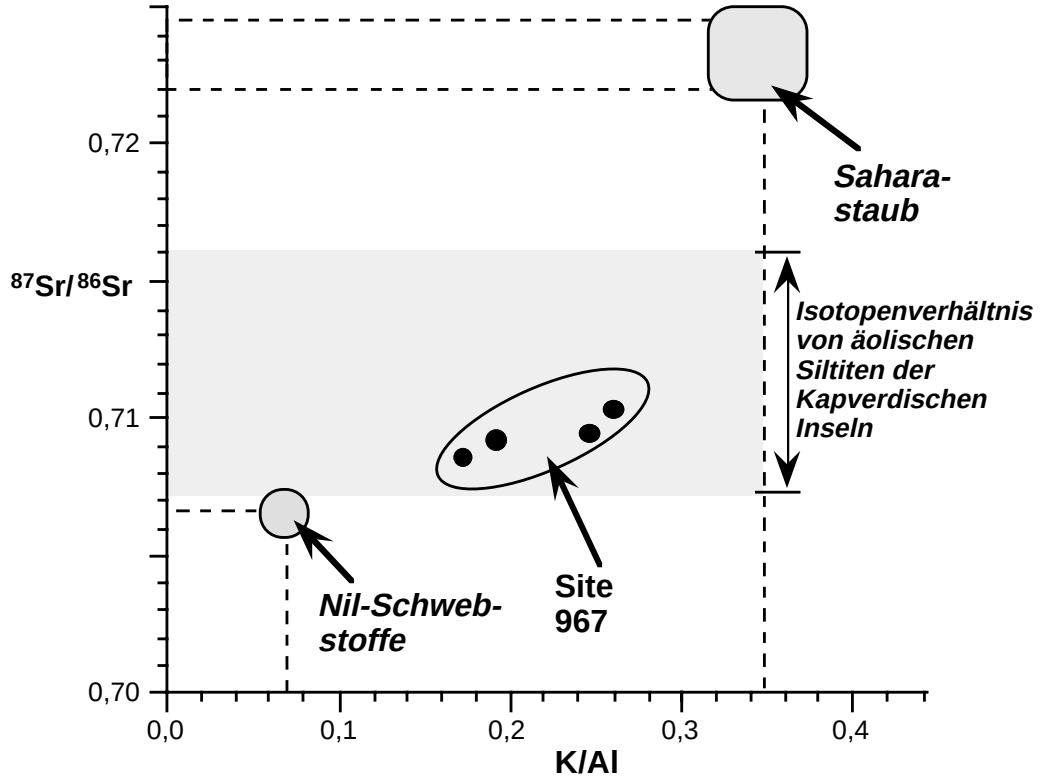


Abb. 4.31. *Sr-Isotopenverhältnisse und K/Al-Verhältnisse von ausgewählten Proben des Bohrkerns 967B-9H. Daten für Nil-Schwebstoffe nach Ströhle et al. (1996) und Martin & Meybeck (1979); Daten für Saharastaub und Siltite der Kapverden nach Rognon et al. (1996) und Rachold (1991).*

des relativ jungen äthiopischen Gebiets, wie auch Goldstein et al. (1984) anhand von Sm/Nd-Isotopen-Verhältnissen zeigen konnten. Es besitzt daher niedrige, wenig radiogene $^{87}Sr/^{86}Sr$-Verhältnisse. Hingegen besteht der Wüstenstaub der Sahara aus Material, das der Verwitterung eines alten archaischen Gebiets, dem nubischen Schild, enstammt und deshalb hohe $^{87}Sr/^{86}Sr$-Verhältnisse aufweist (Ströhle et al., 1996).
Die Analyse von vier Proben von Site 967 (Abb. 4.31.) bestätigt die bisherigen Ergebnisse. Proben mit einem geringen K/Al-Verhältnis (z.B. Sapropele) besitzen auch niedrigere $^{87}Sr/^{86}Sr$-Verhältnisse, wie es bei einem höheren Anteil suspendierten Materials vom Nil zu erwarten ist. Bei höheren K/Al-Verhältnissen liegt wiederum auch ein radiogeneres $^{87}Sr/^{86}Sr$-Verhältnis vor, das einen höheren Anteil an Saharastaub widerspiegelt.
Michard et al. (1995) und Ströhle et al. (1996) haben für den jüngsten Sapropel S1 ebenfalls niedrigere $^{87}Sr/^{86}Sr$-Verhältnisse festgestellt, die sie mit verminderten Saharastaubeinträgen und höheren fluviatilen Einträgen vom Nil erklären.

Es sei an dieser Stelle angemerkt, daß sich ein gegenläufiges Verhalten von äolischen und fluviatilen Eintragsquellen gut mit bestehenden Hypothesen zum Szenario der Sapropelbildung vereinbaren ließe. Doch die bisher diskutierten chemischen Signale der Sedimente könnten auch mit der alleinigen Variation jeweils einer Eintragsquelle, der fluviatilen oder der äolischen, erklärt werden. Daher sind in den folgenden Kapiteln noch weitere Untersuchungen und Berechnungen nötig, um die Frage nach den absoluten Beiträgen der jeweiligen Eintragsquellen zu klären.

5. Astronomische Datierung und Ablagerungsraten

5.1. Prozeßsteuerung durch astronomische Parameter

Variationen der astronomischen Parameter spiegeln sich in den Mittelmeersedimenten wider (siehe Kap. 1.3.). Dies äußert sich im Vorkommen der Sapropele (Rossignol-Strick, 1983 & 1985; Hilgen, 1991), in Variationen von Farbe, Carbonatgehalt (z.B. Hilgen, 1987, Van Os et al., 1994), Tonmineralzusammensetzung (Foucault & Mélières, 1995; Mélières et al., 1998) und, wie die vorliegende Arbeit zeigt, in einer Zyklizität der Elementgehalte der terrigen-detritischen Fraktion. Unklar ist bislang noch, welche genauen paläoklimatischen und paläoozeanographischen Bedingungen zu den jeweiligen Ablagerungszeiten geherrscht haben. Es gibt jedoch bereits relativ klare Vorstellungen darüber, welche Parameter miteinander gekoppelt sind und potentiell von der Anfachungsgröße, der Sonneneinstrahlung, bis zum Ergebnis, dem zyklischen Sediment, einen Einfluß haben. Rachold (1994; S. 78) liefert ein Schema, das die möglichen Auswirkungen der Milankovitch-Zyklen auf den Sedimentchemismus beschreibt. In Anlehnung hieran wird in Abb. 5.1. ein verändertes, an die im Mittelmeer gegebenen Verhältnisse angepaßtes Schema präsentiert.

Die astronomischen Parameter haben danach einen Einfluß auf die Sonneneinstrahlung, bzw. auf die Verteilung der Sonneneinstrahlungsmenge über die Breitengrade und das Jahr (siehe Abb. 1.2.). Dies hat Auswirkungen auf das gesamte globale Klimasystem. Für das Mittelmeer ist einerseits das vor Ort herrschende Klima (Konstellation von Zyklonen und Antizyklonen, Humidität, Temperatur) und andererseits die Intensität des afrikanischen Monsuns (Rossignol-Strick, 1985) von Bedeutung. Das mediterrane Klima hat einen Einfluß auf die Vegetation der angrenzenden Landmassen und die vorherrschenden Windrichtungen, beides Faktoren, die den äolischen Eintrag steuern. Weiterhin wirkt es über die Niederschlagsmenge direkt sowie über den Flußabstrom der nördlich angrenzenden Länder auf die Wasserbilanz (Verhältnis von Verdunstung zu Süßwassereintrag) und damit auf die Zirkulation im Mittelmeer (Sarmiento et al., 1988; Howell & Thunell, 1992; Rohling, 1994). Während der westafrikanische Monsun einen Einfluß auf Klima und Vegetation der südlichen Sahara und Sahel-Zone (Ruddiman et al., 1989) und damit eventuell auf den äolischen Eintrag besitzt, steuert der ostafrikanische Monsun die Niederschlagsmenge im Einzugsbereich des Nil und damit die Nilschüttung und hat folglich auch Auswirkungen auf Wasserbilanz und Wasserzirkulation im Mittelmeer (Rossignol-Strick, 1985).
Wie in dieser Arbeit gezeigt wurde, kann das unterschiedliche äolisch und fluviatil eingetragene siliziklastische Material anhand der Zusammensetzung unterschieden werden (siehe Kap. 4.5.). Änderungen der Strömungsrichtungen können sich ebenfalls auf

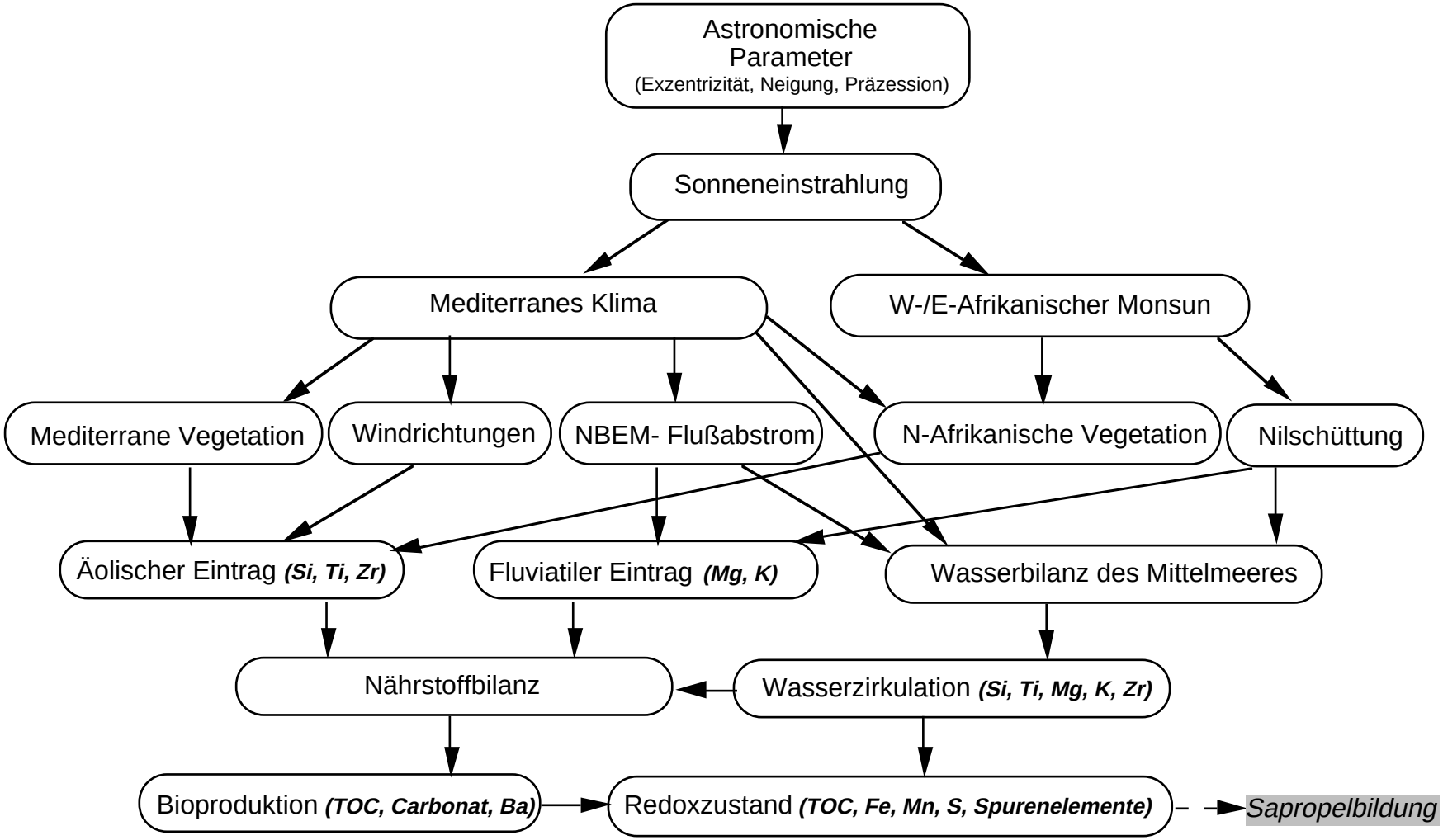


Abb. 5.1. *Einfluß der Astronomischen Parameter auf Klima und Ozeanographie des Mittelmeeres*

die Verteilung des siliziklastischen Materials (Gehalte von Si, Ti, Mg, K, Zr) auswirken. Obwohl der erforderliche Nachschub an Nährelementen äolisch oder fluviatil eingetragen wird (das aus dem Atlantik einströmende Wasser ist nährstoffarm; Sarmiento et al., 1988), ist die Wasserzirkulation ein zusätzlicher, entscheidender Faktor für die Nährstoffbilanz und Produktivität in der photischen Zone (Rohling, 1994). Das Zusammenwirken des Zirkulationsmusters (Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers) mit der Höhe der Produktion von organischem Material entscheidet schließlich darüber, ob der Redoxzustand von Sediment und Wassersäule die Bildung bzw. den Erhalt von Sapropelen erlaubt.

Obwohl der Einfluß der astronomischen Parameter auf die Eintragsquellen indirekt über mehrere Stufen hinweg erfolgt (Abb. 5.1.), weisen die in der lithogenen Fraktion gebundenen Elemente (Si, Ti, Mg, K, Zr) insbesondere an den Lokationen 967 und 969 sinuskurvenartige Verläufe auf (siehe Kap. 4.5.). Aufgrund dieser unerwartet eindeutigen Signale kann angenommen werden, daß die Zusammensetzung der lithogenen Fraktion der Sedimente von jeweils zwei Mischungsendgliedern abhängt (siehe Abb. 4.30.), deren Anteil mit dem Hin- und Herschwingen zwischen zwei Zuständen jeweils zu- oder abnimmt. Zu den Zeiten minimaler Sommer-Sonneneinstrahlung auf der nördlichen Hemisphäre (Maxima im Präzessionsindex) dominierte offensichtlich der äolische Eintrag, während der Maxima der Sommer-Sonneneinstrahlung auf der nördlichen Hemisphäre (Minima im Präzessionsindex, gegebenenfalls Sapropelbildung) dominierte der Flußeintrag.

Es hat sich gezeigt, daß eine Zyklizität auch zu den Zeiten auftritt, in denen keine drastischen Änderungen der ozeanographischen Verhältnisse erfolgten, die sich in Form einer erhöhten Produktivität (Ba-Anreicherung) oder Sapropelbildung äußern. Daher können zyklische Variationen der lithogenen Parameter offensichtlich als empfindliche Indikatoren für astronomisch gesteuerte Klimavariationen angesehen werden. Das wird auch anhand von Abb. 5.1. deutlich, denn die lithogen gebundenen Indikatorelemente (Si, Ti, Mg, K, Zr) sind in der schematischen Hierarchie der Steuerungsprozesse weiter oben angeordnet als z.B. der Produktivitätsindikator Ba. Dies deutet auf eine engere Beziehung der lithogenen Elemente zur Anfachungsgröße hin.

Abb. 5.2. zeigt einen Vergleich der Ba/Al- und Ti/Al-Profile von Site 967 mit den Profilen des Präzessionsindex nach Berger & Loutre (1991) und der 65°N-Sommer-Sonneneinstrahlungskurve (Monate Juni und Juli) nach Laskar (1990) für das Zeitintervall zwischen 2,4 und 2,9 Ma v.h. (Millionen Jahre vor heute). Für ODP-Site 967 war bereits mit den an Bord des Schiffes angewendeten Methoden eine sehr genaue Stratigraphie und Altersbestimmung möglich, da nahezu ungestörte Sedimentabfolgen erhalten werden konnten. Es besteht deshalb kein Zweifel darüber, daß das hier betrachtete Sedimentintervall von Site 967 (Siehe Tab. 2.1.) im Zeitabschnitt zwischen 2,4 und 2,9 Ma v.h. abgelagert wurde.

Während die genaue Zuordnung des Ba/Al- oder Ti/Al-Profils zur reinen Präzessionskurve kaum möglich ist, weisen das Ti/Al-Profil (umgekehrte Skala!) und die Insolationskurve eine sehr große Ähnlichkeit auf (Abb. 5.2.). Kleine Minima im Ti/Al-Verhältnis lassen sich mit kleinen Maxima im Insolationssignal in Übereinstimmung bringen, intensive Ti/Al-Minima mit intensiven Insolationsmaxima. Das Insolationssignal spiegelt sich insofern auch im Ba/Al-Profil wider, da Insolationsmaxima kleiner Amplituden mit Abschnitten sehr geringer bzw. ohne Ba-Anreicherungen übereinstimmen und das höchste Insolationsmaximum bei 2600 ka mit dem höchsten Ba-Peak zusammenfällt. Mit diesen Ergebnissen erfahren zum einen die Befunde von Lourens et al. (1996) Bestätigung, die besagen, daß eine 65°N-Insolationskurve besser geeignet ist, die im Mittelmeerraum vorliegenden miozänen bis holozänen Sedimentzyklen zu erklären, als der reine Präzessionsindex. Es muß also ein signifikanter Einfluß der Erdneigungskomponente vorliegen. Dies wird unter anderem durch $\delta^{18}O$-Kurven belegt (Kroon et al., 1998). Weiterhin eröffnet die Übereinstimmung zwischen chemischen Parametern, wie dem Ti/Al-Verhältnis, und der astronomisch berechneten Insolationskurve die Möglichkeit einer exakten Datierung der untersuchten Sedimente. Neu ist dabei, daß eine genaue zeitliche Einordnung auch für die Intervalle möglich ist, in denen keine Sapropele vorliegen, und in denen oft auch kein Produktivitätsanstieg in Form einer Ba-Anreicherung erkennbar ist.

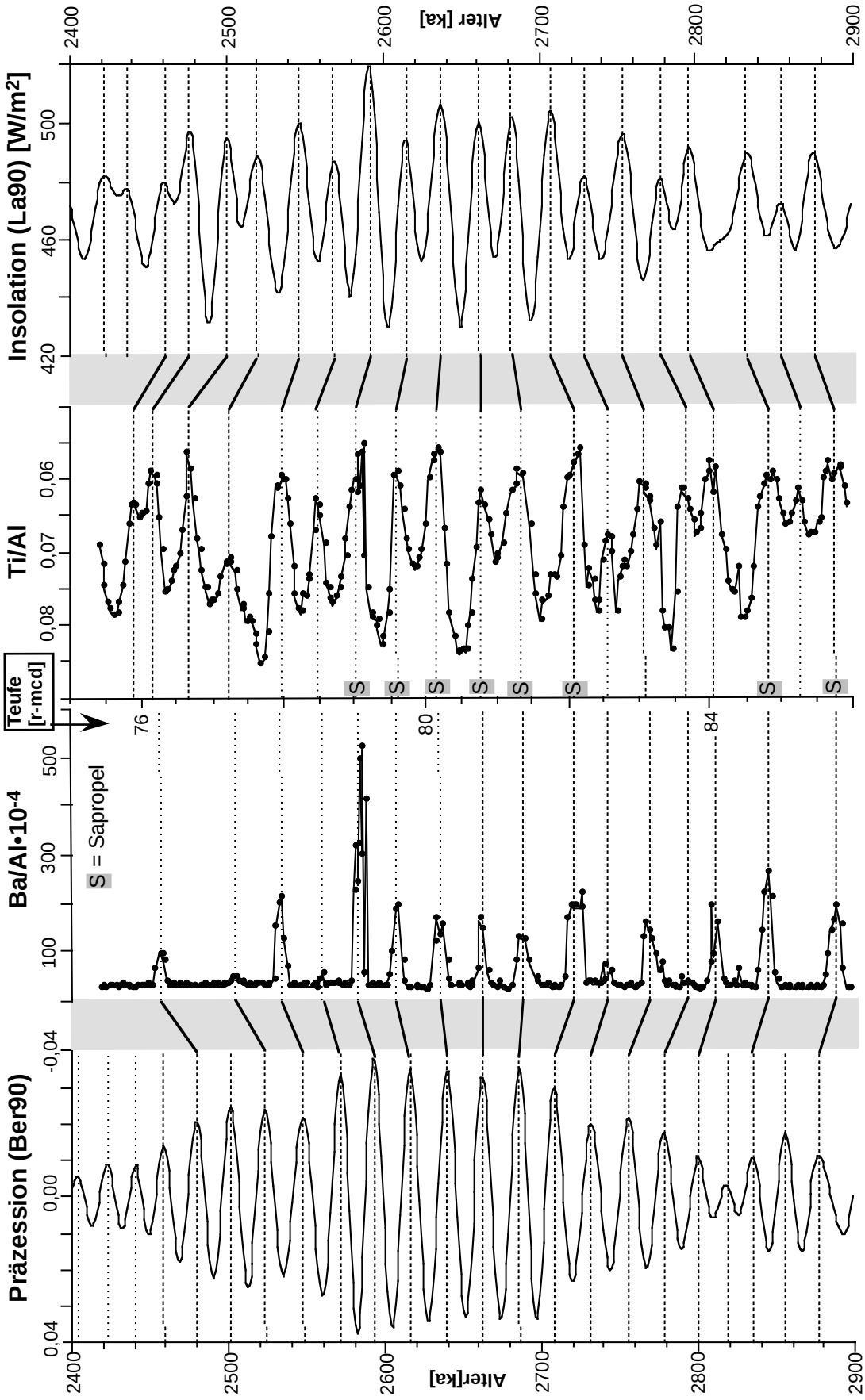


Abb. 5.2. *Vergleich zwischen Präzessionsindex (Berger & Loutre, 1991), Ba/Al- und Ti/Al-Profil von Site 967 und der 65°N-Sommer-Sonneneinstrahlung (Laskar, 1990); r-mcd= revised meters composite depth (Sakamoto et al., 1998).*

5.2. Erstellung von Altersmodellen

Bei der Erstellung eines Altersmodells wird eine Beziehung zwischen der Teufe und dem Alter des Sediments gebildet. Hierbei dient die Insolationskurve als Referenzserie. Es werden Bezugspunkte gleichen Alters für Referenzserie und Vergleichsserie (z.B. Ti/Al) festgelegt, wobei sich die entsprechenden Extrema am besten eignen. Als Bezugspunkte können zum Beispiel die Maxima der Insolationskurve und die Minima des Ti/Al-Verhältnisses dienen, die bereits in Abb. 5.2. als gestrichelte Linien angedeutet sind. Zwischen diesen Bezugspunkten wird eine lineare Zunahme des Alters mit der Teufe angenommen. Die Erstellung der Altersmodelle erfolgt mit dem Programm AnalySeries (Paillard et al., 1996; Version 1.1, März 1997).
Sofern eines der Si/Al-, Ti/Al-, Mg/Al-, K/Al- oder Zr/Al-Profile eine deutliche und ungestörte Zyklizität aufweist, sollte dieses als Vergleichsserie bei der Erstellung eines Altersmodells gewählt werden, weil diese Elemente am geringsten von Veränderungen im Redoxzustand oder der Ökologie beeinflußt werden. In Abb. 5.2. konnte zum Beispiel gezeigt werden, daß die Ba/Al-Maxima nicht immer genau mit den Ti/Al-Minima übereinstimmen. Aufgrund der vorangegangenen Überlegungen zu den Steuerungsmechanismen der Sedimentation (Kapitel 5.1., bzw. Abb. 5.1.) müßten terrigen-detritische Signale der Eintragsquellen eine schnellere und direktere Antwort auf die Klimaänderung liefern. Das Ba/Al-Signal hingegen sollte die erst später resultierenden paläoozeanographischen Änderungen reflektieren.
Lourens et al. (1996) wenden bei der astronomischen Datierung der Sedimente eine Verzögerungszeit von 3000 Jahren an, weil dies der Zeitdifferenz zwischen der Mitte des sehr genau datierten letzten Sapropelereignisses und dem letzten Insolationsmaximum entspricht. Diese zeitliche Verzögerung wird auch in den in dieser Arbeit untersuchten Zyklen angenommen.

Die Zyklen und Sapropele werden hier und im folgenden nach der von Van Santvoort et al. (1997) vorgeschlagenen Nomenklatur benannt. Entsprechend der Numerierung der Insolationszyklen (i-cycles) nach Lourens et al. (1996) erhalten die Insolationsmaxima dabei eine mit dem Alter ansteigende gerade, Insolationsminima eine ungerade Zahl. Liegen Sapropele vor, so beginnt die Bezeichnung der Lage mit einem großen „S“ gefolgt von einem kleinen „i“ (für Insolationszyklus) und der Nummer des Zyklus. Der jüngste Sapropel mit der herkömmlichen Bezeichnung S1 heißt demnach „Si2“. Eine Lage mit einem „fehlenden“ Sapropel, in der eine Anreicherung an Ba vorliegt, erhält statt des großen ein kleines „s“, z.B. „si246“.

Die Altersmodelle werden beginnend mit dem sichersten und eindeutigsten Beispiel (Site 967) vorgestellt. Als zweites folgen, in Reihenfolge zunehmenden Alters, die drei

Sedimentabschnitte von Site 969. Darauf wird ein Altersmodell für den untersuchten Kern von Site 966 vorgestellt und zum Abschluß folgen die beiden Bohrkerne von Site 964, deren Altersmodell die größten Unsicherheiten beinhaltet. Im Anschluß an die Abbildungen (Abb. 5.3. bis 5.9.), denen die graphische Zuordnung zwischen chemischem(/-n) Signal(en) und Referenzsignal (Insolationskurve) zu entnehmen ist, befindet sich eine Tabelle (Tab. 5.1.), in der die jeweils beim Erstellen der Altersmodelle festgelegten Bezugspunkte mit Alter und Teufenangaben enthalten sind

Site 967 (Abb. 5.3.)

Wie aus Abb. 5.2. ersichtlich, lassen sich die untersuchten Sedimente von Site 967 nahezu zweifelsfrei auf den Insolationszyklus genau datieren. Das in diesem Intervall vorliegende Bündel von sechs Sapropelen kann den sechs herausragenden Insolationsmaxima i250 bis i260 zugeordnet werden. Alle weiteren Ti/Al-Minima lassen sich ebenfalls mit je einem Insolationsmaximum in Übereinstimmung bringen.

Site 969 (Abb. 5.4. bis 5.6.)

Bohrkern 969D-7H beinhaltet ein „rotes Intervall“ (siehe Kap. 4.5.), das dem Abschnitt zwischen etwa 2,35 und 2,5 Ma der astronomischen Zeitskala zugeordnet werden kann. Dieses zeichnet sich durch kleinere Maxima in der Insolationskurve aus. Der am unteren Ende des Sedimentintervalls vorliegende Sapropel entspricht dem letzten intensiveren Insolationsmaximum i246, denn in dem sich nach unten anschließenden Kern liegt eine Abfolge von sechs Sapropelen vor (Shipboard Scientific Party, 1996b), die mit sechs Insolationsmaxima (i250 bis i260) korreliert werden kann. Am oberen Ende des Kerns befinden sich ebenfalls zwei intensive Ti/Al-Minima, von denen das untere einen Sapropel beinhaltet. Dieses kann dem intensiven Insolationsmaximum i226 zugeordnet werden. In dem „roten Intervall“ zwischen den Sapropellagen läßt sich das Ti/Al-Profil ebenfalls mit dem Insolationszyklus korrelieren.

Der zweite von Site 969 untersuchte Abschnitt (Hole E, Core 6H, Sec. 03-05; Abb. 5.5.) wurde grob auf etwa 2,65 bis 2,95 Ma datiert (Shipboard Scientific Party, 1996b) und enthält vier Sapropele. Im Ti/Al-Profil zeichnet sich deutlich ein breites Doppel-Maximum ab, das offensichtlich mit einem Doppel-Minimum (i269/i271) der Insolationskurve korreliert. Die Ti/Al-Minima können jeweils einem Insolationsmaximum zugeordnet werden. Der oberste Sapropel (46,4 mbsf) entspricht dem i-Zyklus 260, drei weitere Sapropele können den Zyklen i272, i276 und i280 zugeordnet werden. Drei Insolationsmaxima mit besonders geringer Amplitude (i262, i266, i274) entsprechen jeweils Abschnitten in denen TOC-reiche Lagen nicht aufgetreten sind.

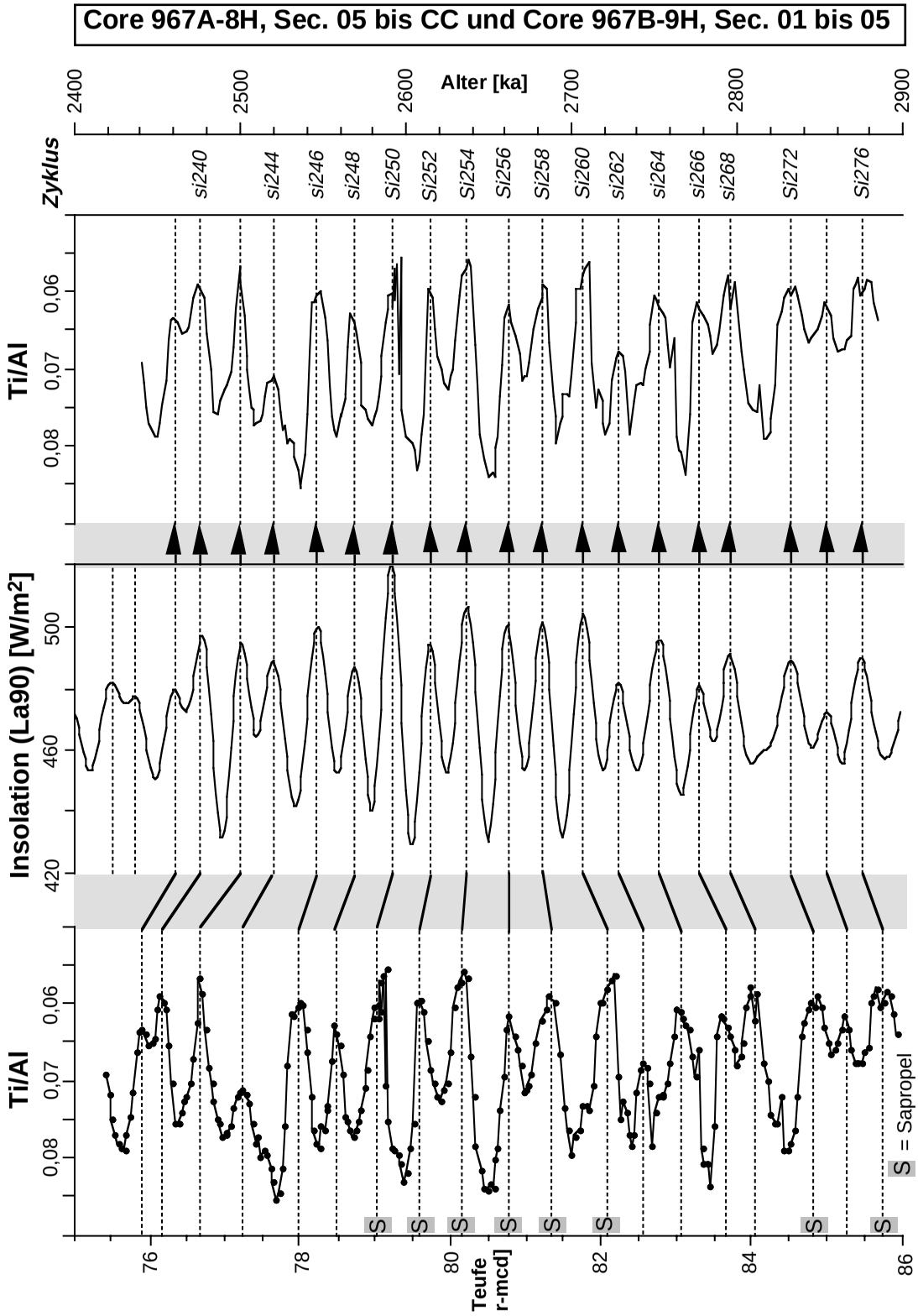


Abb. 5.3. *Altersmodell für Sedimente von Site 967. 65°N-Sommer-Insolationskurve nach Laskar (1990). Die Bezeichnung der Zyklen folgt dem Vorschlag von Van Santvoort et al. (1997).*

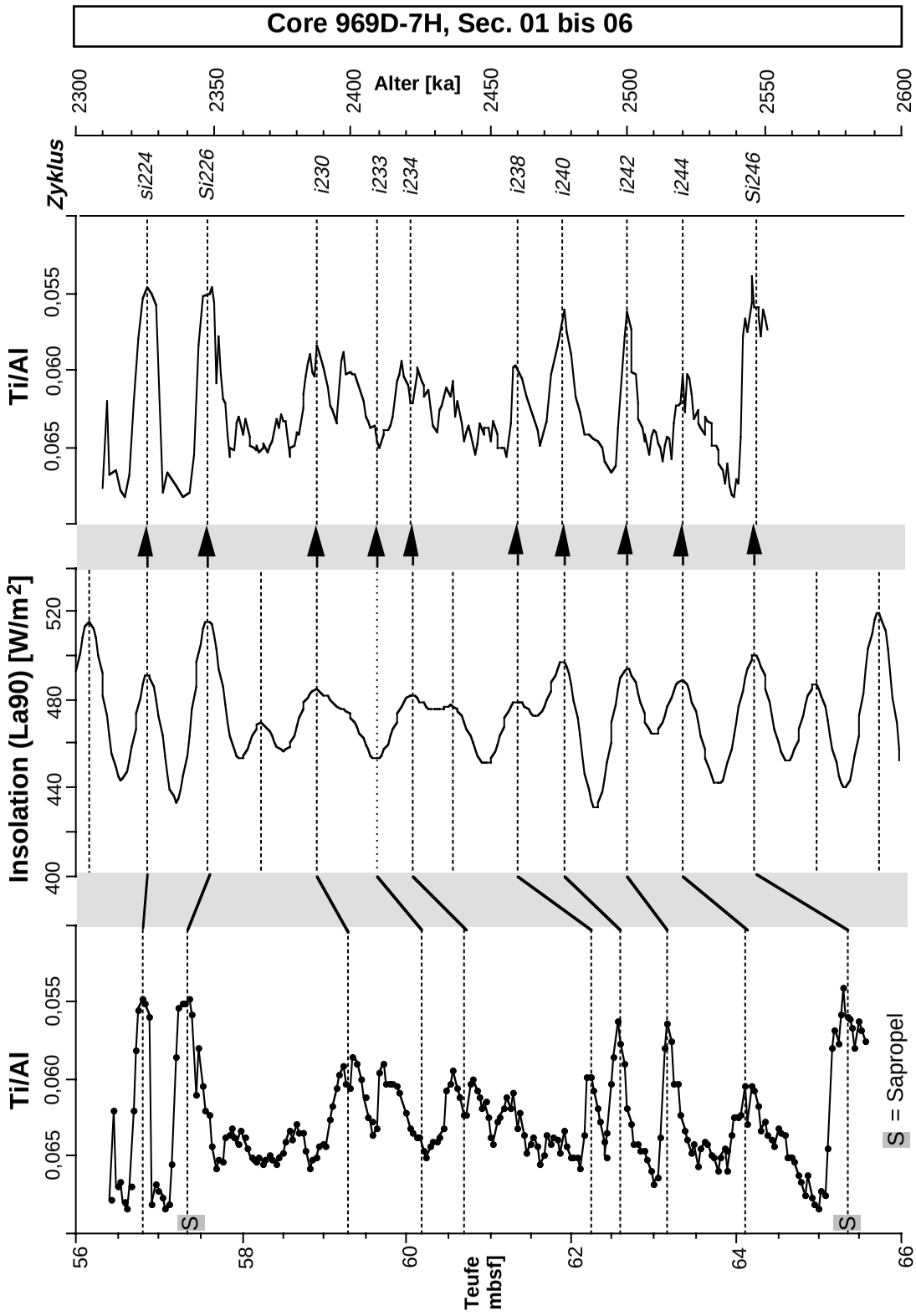


Abb. 5.4. *Erstellung eines Altersmodells für Core 969D-7H. 65°N-Sommer-Insolationskurve (Juni + Juli) nach Laskar (1990). Die Bezeichnung der Zyklen folgt dem Vorschlag von Van Santvoort et al. (1997).*

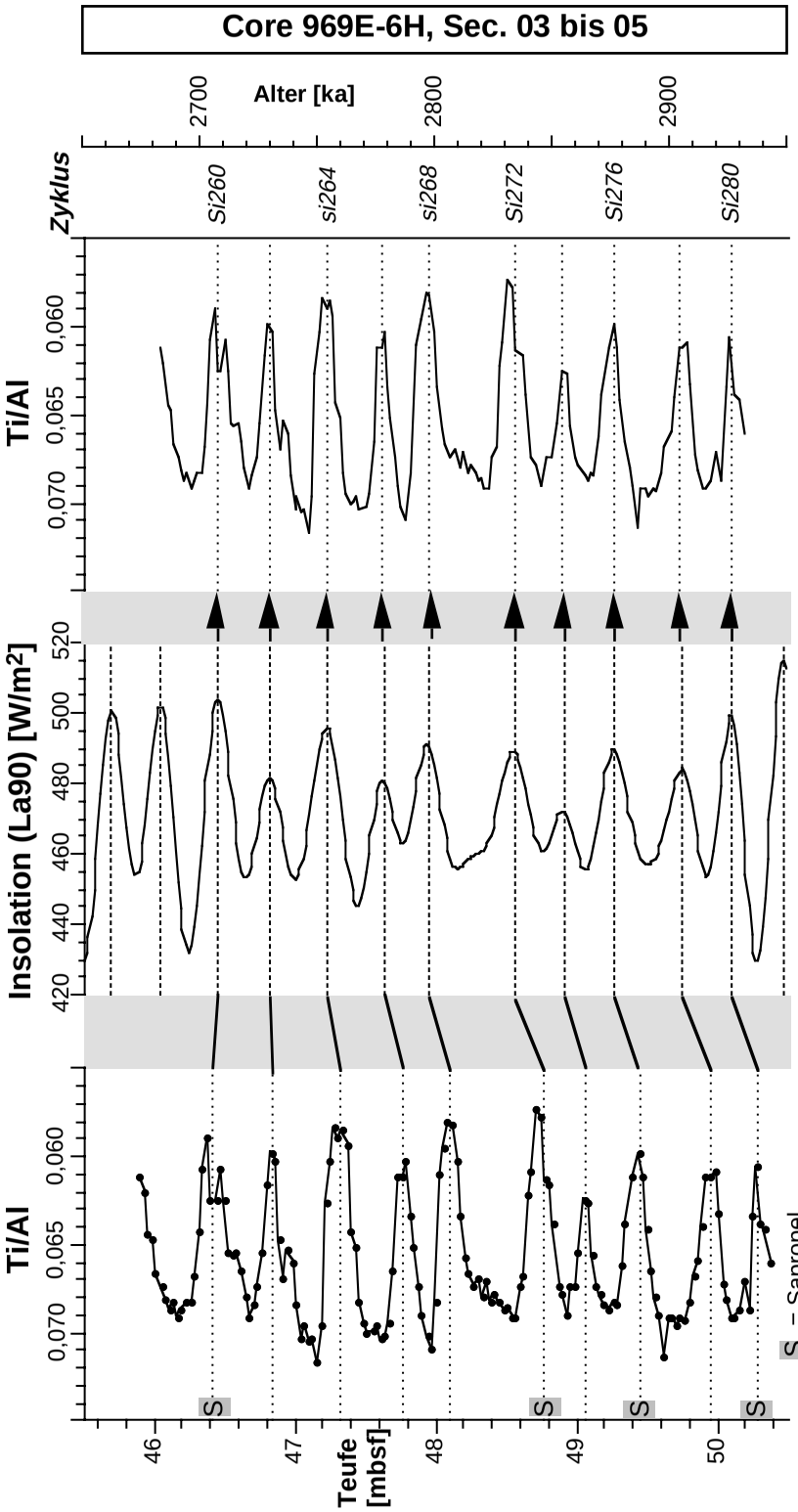


Abb. 5.5. *Altersmodell für Bohrkern 969E-6H. Insolationskurve für 65°N und die Monate Juni + Juli nach Laskar (1990). Die Bezeichnung der Zyklen folgt dem Vorschlag von Van Santvoort et al. (1997).*

Der Abschnitt 969B-7H, Sec. 1-3 (Abb. 5.6.) ist zeitlich unmittelbar vor dem soeben beschriebenen (969E-6H, Sec. 03-05; Abb. 5.5.) abgelagert worden. Das konnte bereits anhand der an Bord vorgenommenen Auswertung der Farbscans gezeigt werden (Shipboard Scientific Party, 1996b). Die Abfolge von neun Sapropelen kann den Insolationszyklen 282 bis 298 zugeordnet werden. Markant ist das Aufeinanderfolgen eines sehr intensiven (entspricht i290) und eines schwachen (entspricht i288) Ti/Al-Minimums, durch die die gesamte Zuordnung unterstützt wird.

Site 966 (Abb. 5.7.)

Wie bereits im Kapitel 4.5. erwähnt sind die Sedimente vom Gipfelplateau des Eratosthenes Seamount relativ stark durch Bioturbation überprägt. Daher läßt sich für diese kein vollständiges exaktes Altersmodell erstellen wie für die Sedimente von Site 967. Der in dieser Arbeit untersuchte Abschnitt 966D-5H, Sec. 1-6 ist etwa im Zeitraum zwischen 2,45 und 3,1 Ma vor heute abgelagert worden.
Im unteren Teil dieses Abschnitts liegt eine sehr regelmäßige Abfolge von sechs Sapropelen vor. Darüber, mit jeweils dem etwa doppelten Abstand, befinden sich zwei weitere Sapropele. Wie bei 969B-7H (Abb. 5.6.) spiegelt sich der drastische Unterschied der Insolationszyklen i290 und i288 im Ti/Al-Profil wider. In den sich zeitlich daran anschließenden vier Insolationsmaxima liegen ebenfalls Sapropele in den Ti/Al-Minima vor. Die dann mit Abständen folgenden zwei Sapropele lassen sich den Insolationsmaxima i276 und i272 zuordnen. In der oberen Hälfte des Kerns ist eine Zuordnung kaum möglich. Zwei sehr ausgeprägte Ti/Al-Maxima können den Insolationsminima i269 und i265 zugerechnet werden. Von den an Site 967 vorliegenden sechs Sapropelen der i-Zyklen 250 bis 260 sind an diesem Site lediglich drei vorhanden, wobei keine klare Zuordnung möglich ist.

Site 964 (Abb. 5.8. und 5.9.)

Für die massiv gestörten Abfolgen von Site 964 ist die Erstellung eines Altersmodells äußerst kompliziert. Zur besseren Übersicht sind hier auch die Ba/Al-Profile mit aufgeführt.
Bohrkern 964C-9H enthält im oberen Teil vier Sapropele bzw. fünf Ba/Al-Peaks, die dem Sapropelbündel i250 bis i260 zugeordnet werden können (Abb. 5.8.). Im unteren Teil des Kerns befinden sich lediglich zwei Ba/Al-Peaks, die mit den Insolationsmaxima i276 und i272 zu korrelieren sind. Diese Insolationsmaxima waren intensiv genug, um auch an den anderen Lokationen Sapropelbildung hervorzurufen (siehe Abb. 5.3., 5.5. und 5.7.).

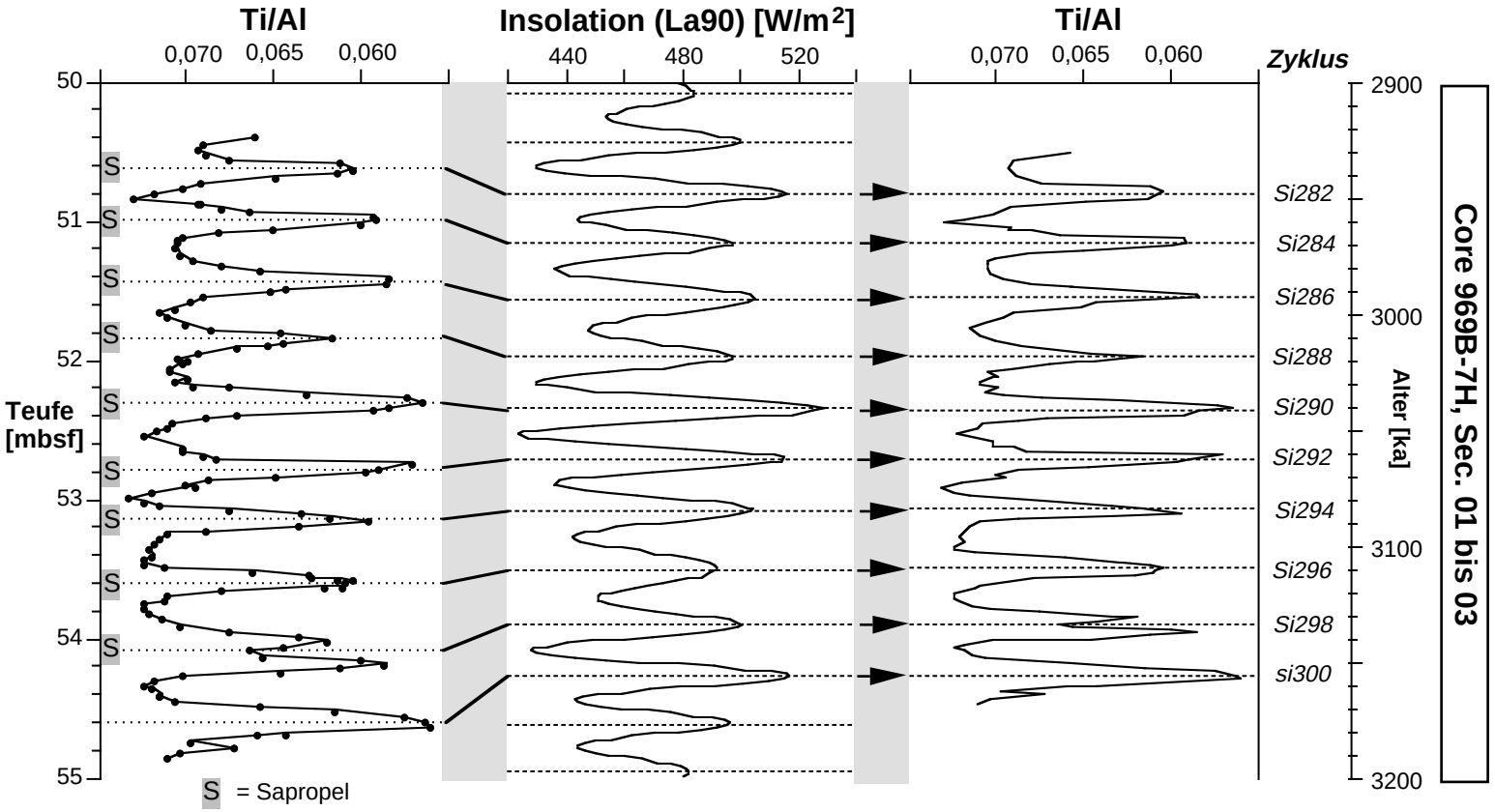


Abb. 5.6. *Altersmodell für Bohrkern 969B-7H. Insolationskurve für 65°N, Monate Juni + Juli nach Laskar (1990). Die Bezeichnung der Zyklen folgt dem Vorschlag von Van Santvoort et al. (1997).*

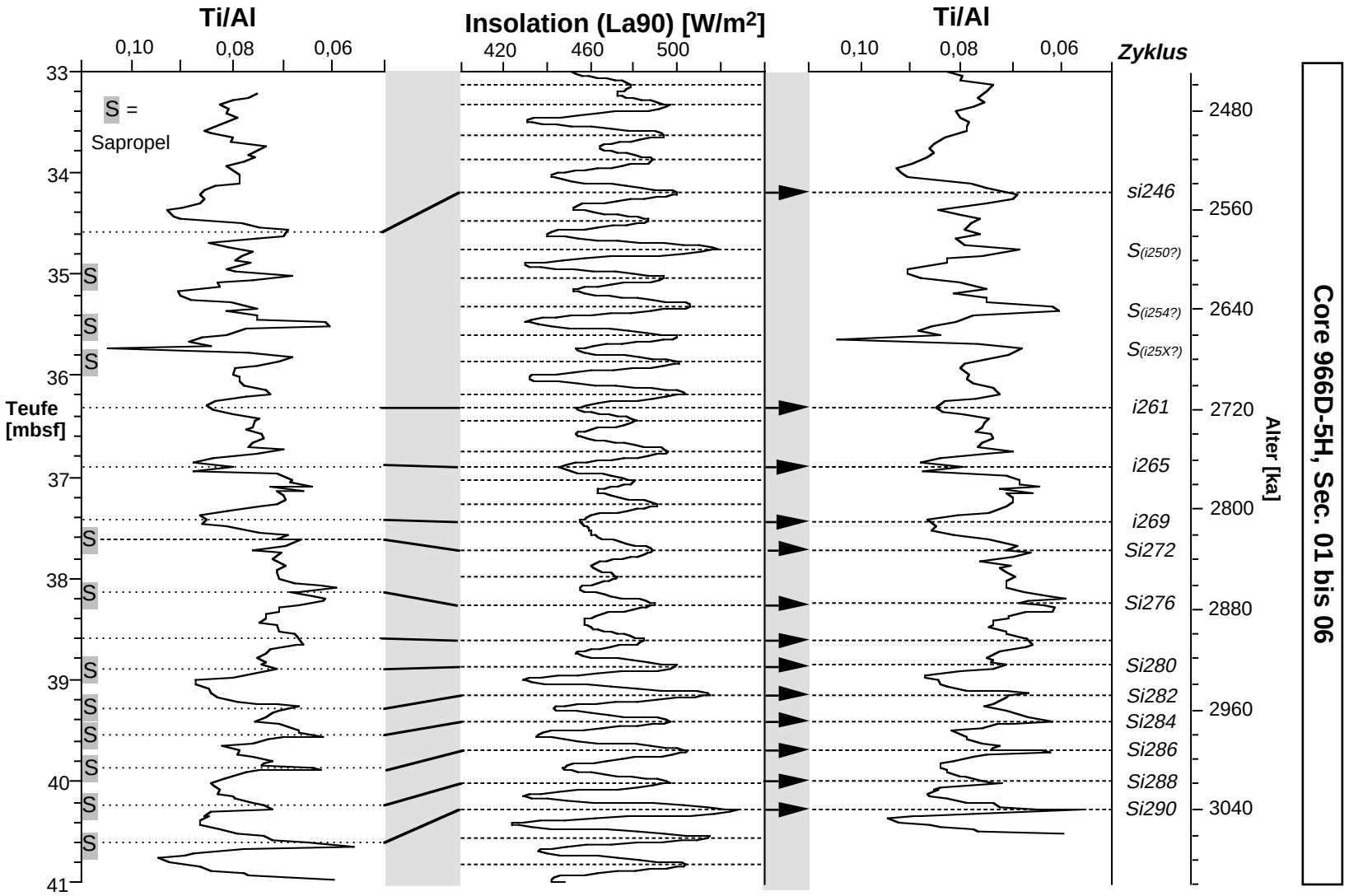


Abb. 5.7. *Altersmodell für Bohrkern 966D-5H; 65°N Insolationskurve nach Laskar (1990); Bezeichnung der Zyklen nach Van Santvoort et al. (1997).*

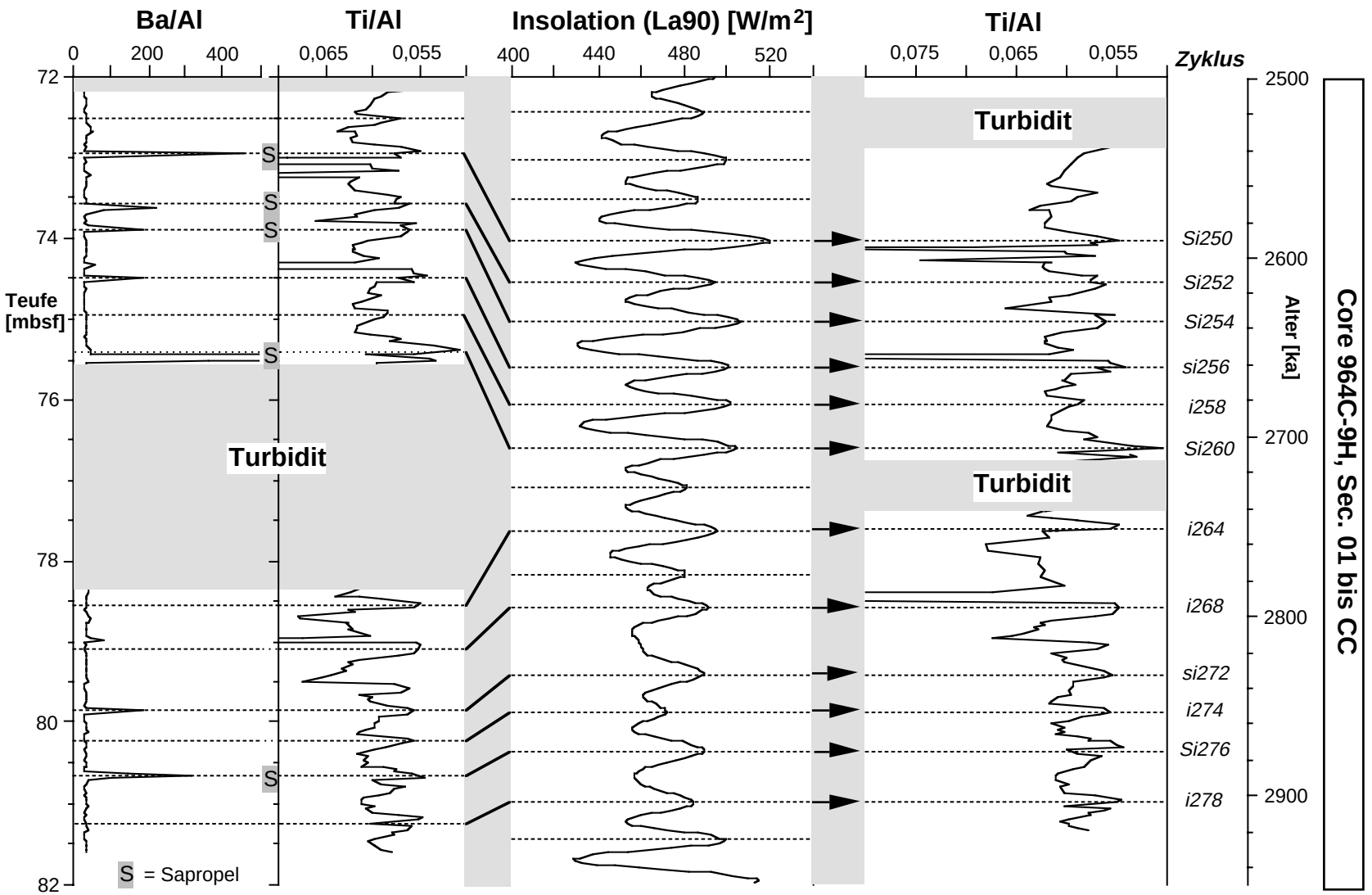


Abb. 5.8. *Altersmodell für Bohrkern 964C-9H. Insolationskurve für 65°N und die Monate Juni + Juli nach Laskar (1990); Bezeichnung der Zyklen nachVan Santvoort et al. (1997).*

Bohrkern 964B-8H läßt sich nur im unteren Teil zeitlich zuordnen (Abb. 4.9.). Dieser Teil des Kerns überschneidet sich mit dem oberen Teil von Kern 964C-9H (Abb. 4.8.) und beinhaltet die Sapropele i250 und i252. Für die oberen drei Viertel des Bohrkerns ist lediglich eine grobe Zeitangabe möglich. Dieser Abschnitt entspricht dem Zeitintervall geringer Maxima im Insolationssignal zwischen 2,35 und 2,55 Ma vor heute. Es sind keine nennenswerten Ba/Al-Peaks in diesem Abschnitt zu finden, worin diese Sedimente dem „roten Intervall“ von Site 969 (Abb. 5.4.), mit dem sie zeitlich übereinstimmen, gleichen. Kleinere Anreicherungen an Ba sind dort zu finden, wo ausgeprägte Maxima im Ti/Al-Verhältnis deutlich auf sedimentäre Störungen hinweisen. Die Mg-Anreicherungen, die bereits im Kap. 4.5. ausführlich diskutiert wurden, fallen somit in einen Bereich, der durch geringe Amplituden in der Insolationskurve und das Fehlen von Sapropelen gekennzeichnet ist.

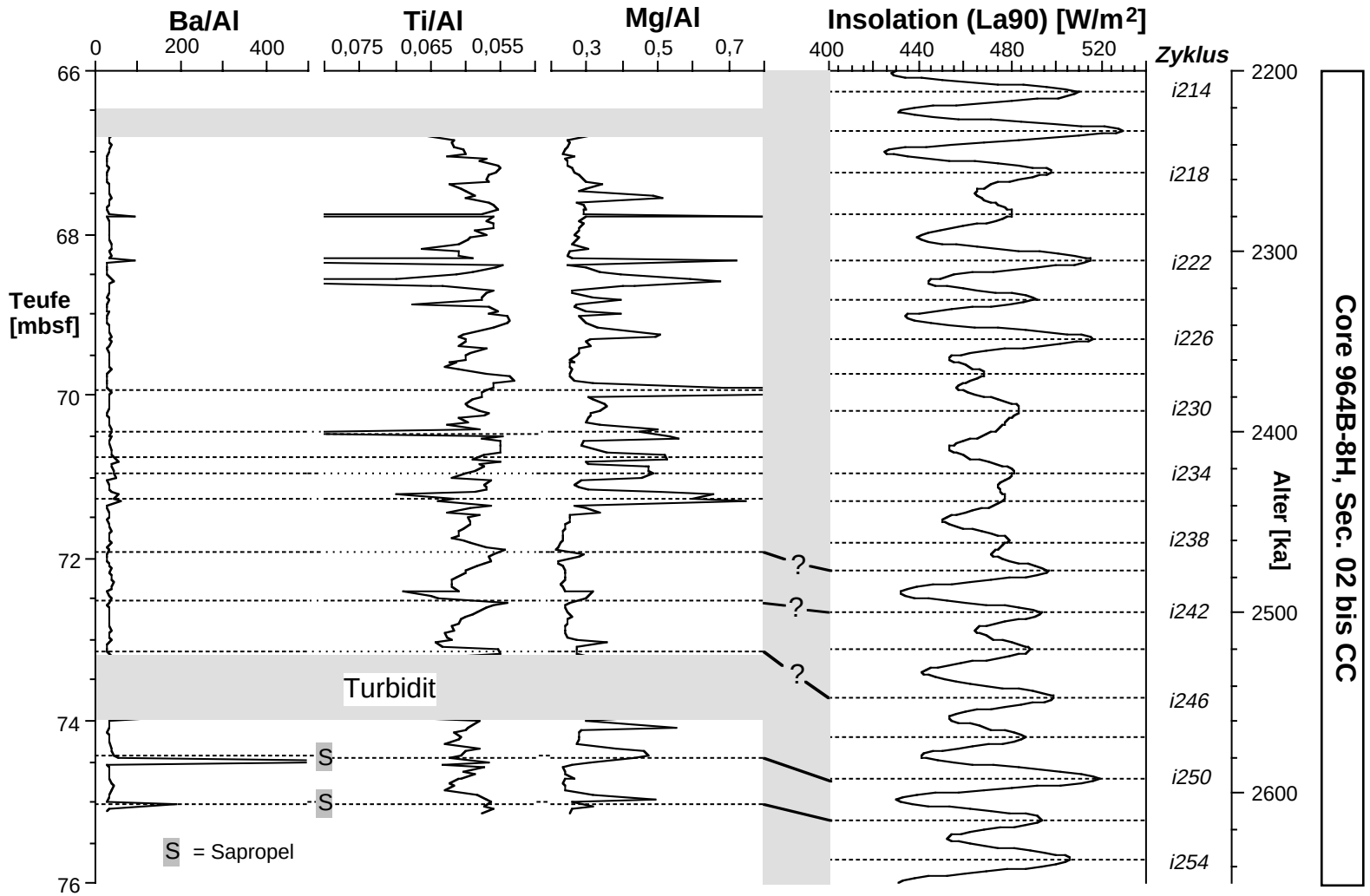


Abb. 5.9. *Ansatz zur Erstellung eines Altersmodells für Bohrkern 964B-8H. Insolationskurve für 65°N und die Monate Juni + Juli nach Laskar (1990); Bezeichnung der Zyklen nachVan Santvoort et al. (1997).*

Tab. 5.1. *Übersicht der Altersmodelle; Lagenbezeichnungen: S = Sapropel; b = ehem. Sapropel; r = rötlich.*

		Site 964			Site 969			Site 967			Site 966		
Zyklus	Alter [ka]	Hole-Core-Sec.-Int.	Teufe	Lage	Hole-Core-Sec.-Int.	Teufe	Lage	Hole-Core-Sec.-Int.	Teufe	Lage	Hole-Core-Sec.-Int.	Teufe	Lage
i224	2323				D-7H-1-40	56,80	b						
i226	2344				D-7H-1-90	57,30	S						
i230	2364				D-7H-2-132	59,22	r						
i234	2418				D-7H-3-128	60,68	r						
i238	2457				D-7H-4-132	62,22	r	A-8H-5-48	75,90				
i240	2473	(B-8H-5-92)	(72.02)	r	D-7H-5-16	62,56	r	A-8H-5-76	76,18	b			
i242	2496	(B-8H-5-140)	(72.50)	r	D-7H-5-76	63,16	r	A-8H-5-124	76,66				
i244	2516				D-7H-6-20	64,10	r	A-8H-6-32	77,24	b			
i246	2543	(B-8H-6-56)	(73.16)		D-7H-6-144	65,34	S	A-8H-6-104	77,96	b	(D-5H-2-108)	(34.58)	b
i248	2565							A-8H-7-12	78,49	b			
i250	2588	C-9H-1-134	72,94	S				B-9H-1-0	79,04	S			
i252	2611	C-9H-2-46	73,56	S				B-9H-1-52	79,60	S			
i254	2632	C-9H-2-79	73,89	S				B-9H-1-100	80,13	S			
i256	2658	C-9H-2-136	74,46	b				B-9H-2-16	80,79	S			
i258	2679	C-9H-3-38	74,98					B-9H-2-56	81,26	S			
i260	2703	C-9H-3-82	75,42	S	E-6H-3-51	46,41	S	B-9H-2-120	82,08	S			
i262	2726				E-6H-3-93	46,83		B-9H-3-16	82,56	b			
i264	2749	C-9H-5-98	78,58		E-6H-3-141	47,31	b	B-9H-3-68	83,09	b			
i266	2773				E-6H-4-36	47,76		B-9H-3-120	83,60	b			
i268	2792	C-9H-5-144	79,04		E-6H-4-69	48,09	b	B-9H-4-8	84,05	b			
i272	2828	C-9H-6-76	79,86	b	E-6H-4-135	48,75	S	B-9H-4-80	84,85	S	D-5H-4-112	37,62	S
i274	2849	C-9H-6-113	80,23		E-6H-5-15	49,05		B-9H-4-116	85,25				
i276	2871	C-9H-7-6	80,66	S	E-6H-5-55	49,45	S	B-9H-5-8	85,72	S	D-5H-5-15	38,15	S
i278	2900	C-9H-7-61	81,21		E-6H-5-105	49,95	b				D-5H-5-57	38,57	b
i280	2921				E-6H-5-138	50,28	S				D-5H-5-89	38,89	S
i282	2943				B-7H-1-22	50,62	S				D-5H-5-127	39,27	S
i284	2965				B-7H-1-59	50,99	S				D-5H-6-5	39,55	S
i286	2989				B-7H-1-104	51,44	S				D-5H-6-36	39,86	S
i288	3014				B-7H-1-144	51,84	S				D-5H-6-74	40,24	S
i290	3036				B-7H-2-40	52,30	S				D-5H-6-114	40,64	S
i292	3058				B-7H-2-88	52,78	S						
i294	3080				B-7H-2-123	53,13	S						
i296	3105				B-7H-3-19	53,59	S						
i298	3129				B-7H-3-69	54,09	S						
i300	3151				B-7H-3-120	54,60	b						

5.3. Bestimmung von Sedimentations- und Akkumulationsraten

Unter Verwendung der gewonnenen Altersdaten der Sedimente können die Sedimentationsraten (SR in cm/ka) berechnet werden. Das geschieht nach der Formel $SR = \Delta h / \Delta t$, wobei Δh die Teufendifferenz in cm und Δt die Zeitdifferenz in ka zwischen zwei Bezugpunkten ist. Anhand der Trockenraumdichte (ρ_{dry} in g/cm^3) der Sedimente werden zudem die Akkumulationsraten (MAR = Massenakkumulationsrate in g/cm^2•ka) nach der Formel $MAR = SR \bullet \rho_{dry}$ berechnet. Für die Trockenraumdichte wurden Durchschnittswerte der an Bord des Bohrschiffes ermittelten Daten (Index-data auf CD-ROM; Emeis et al., 1996a) verwendet.
Tabelle 5.2. enthält die Ergebnisse für alle im vorherigen Abschnitt (Kap. 5.2.) datierten sedimentären Zyklen. Es werden jeweils Intervalle zwischen zwei Insolationsmaxima betrachtet und für jede Lokation auch der Mittelwert angegeben.

Bemerkenswert sind die Schwankungen der Sedimentationsrate die innerhalb weniger Dezimeter autreten. Extrem große Unterschiede liegen zwischen den Sedimenten des „roten Intervalls“ im Kern 969D-7H (SR von fast 5 cm/ka) und den „normalen“ Sapropele enthaltenden Intervallen der Kerne 969E-6H und 969B-7H, (SR ca. 2 cm/ka) vor. Für Bohrloch 969D wurden insgesamt höhere Sedimentationsraten ermittelt (Shipboard Scientific Party, 1996b). Möglicherweise wurden die Sedimente von diesem Bohrloch in einer topographischen Senke akkumuliert.
Die biostratigraphisch ermittelten Sedimentationsraten weisen für Site 964 beträchtliche Differenzen zu den in dieser Arbeit ermittelten Werten auf. Für den Zeitabschnitt zwischen 2,13 und 3,22 Ma an Site 964 wurde eine Sedimentationsrate von 3 cm/ka angegeben (Shipboard Scientific Party, 1996a), die deutlich über dem in Tab. 5.2. angegebenen Mittelwert von 2,1 liegt. Dieser große Unterschied kann mit einer erhöhten Akkumulation aufgrund der Deposition von Turbiditen erklärt werden. Letztere wird bei dem hier angewendeten zyklochemostratigraphischen Ansatz nicht berücksichtigt. Für die übrigen Lokationen stimmen die Werte gut überein. Die an Bord für den betrachteten Zeitabschnitt ermittelten Daten sind für Site 969 2,4 cm/ka, Site 967 2,3 cm/ka und Site 966 1,5 cm/ka (Shipboard Scientific Party, 1996b-d).

Zyklische Änderungen der Akkumulationsraten

Im folgenden soll ein Ansatz zur Unterscheidung der Sedimentations- und Akkumulationsraten zwischen Insolationsmaxima (Ti/Al-Minima, gegebenenfalls Sapropele) und -minima (Ti/Al-Maxima) vorgestellt werden.
Es fällt auf, daß die Ti/Al-Profile der Sites 969 und 967 in den Minima, verglichen mit den Maxima, gestaucht erscheinen (Abb. 4.16. und 4.17.). Daher ist zu vermuten, daß

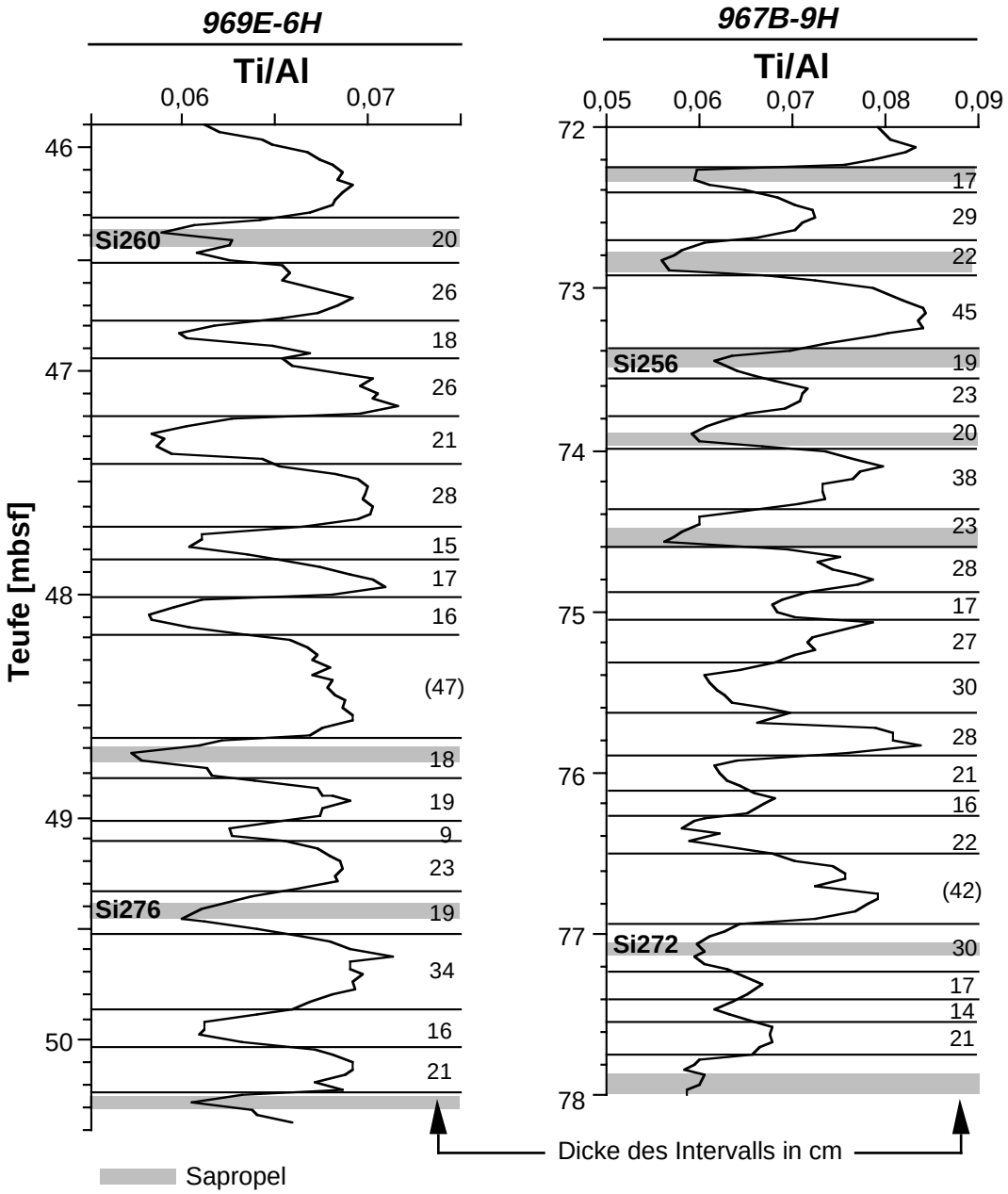
Tab. 5.2. *Sedimentationsraten (SR) und Akkumulationsraten (MAR) der pliozänen Sedimente. Für die Berechnung der Akkumulationsraten wurden Mittelwerte der Trockendichte von Sedimenten zeitgleicher Abschnitte des jeweiligen Bohrlochs A (Index-Data auf CD-ROM; Emeis et al., 1996a) verwendet.*

	Site 964		**Site 969**		**Site 967**		**Site 966**	
Zyklus	SR [cm/ka]	MAR [g/cm²•ka]	SR [cm/ka]	MAR [g/cm²•ka]	SR [cm/ka]	MAR [g/cm²•ka]	SR [cm/ka]	MAR [g/cm²•ka]
i224 - i226			2,29	2,84				
i226 - i230			4,87	6,04				
i230 - i234			4,22	5,23				
i234 - i238			4,00	4,96				
i238 - i240			2,06	2,56	1,70	1,93		
i240 - i242	(2.06)	(2.72)	2,58	3,19	2,06	2,35		
i242 - i244			4,70	5,83	2,90	3,31		
i244 - i246			4,68	5,80	2,72	3,10		
i246 - i248					2,41	2,75		
i248 - i250					2,39	2,73		
i250 - i252	2,71	3,57			2,45	2,79		
i252 - i254	1,50	1,98			2,41	2,75		
i254 - i256	2,27	3,00			2,63	3,00		
i256 - i258	2,49	3,28			2,25	2,56		
i258 - i260	1,80	2,38			3,36	3,83		
i260 - i262			1,92	2,38	2,19	2,50		
i262 - i264			1,96	2,43	2,16	2,47		
i264 - i266			1,89	2,34	2,14	2,44		
i266 - i268			1,75	2,17	2,38	2,71		
i268 - i272	2,23	2,94	1,79	2,22	2,17	2,48		
i272 - i274	1,75	2,31	1,42	1,76	1,90	2,16	(1.24)	(1.44)
i274 - i276	1,99	2,63	1,85	2,30	2,18	2,48	(1.24)	(1.44)
i276 - i278	1,88	2,49	1,71	2,12			1,44	1,67
i278 - i280			1,59	1,97			1,54	1,78
i280 - i282			1,52	1,89			1,70	1,98
i282 - i284			1,71	2,12			1,30	1,50
i284 - i286			1,89	2,34			1,30	1,51
i286 - i288			1,59	1,97			1,51	1,75
i288 - i290			2,06	2,56			1,79	2,08
i290 - i292			2,21	2,74				
i292 - i294			1,60	1,98				
i294 - i296			1,83	2,27				
i296 - i298			2,04	2,53				
i298 - i300			2,32	2,87				
Mittelwert	**2,1**	**2,7**	**2,4**	**2,9**	**2,4**	**2,7**	**1,5**	**1,8**

die jeweiligen Halbzyklen unterschiedliche Sedimentationsraten aufweisen. Generell scheinen die Sedimentationsraten der Sapropele geringer zu sein. Mangini & Dominik (1979) konnten bereits anhand von Analysen und Berechnungen zum Gehalt von U- und Th-Isotopen spätquartärer Sedimente zeigen, daß die Sedimentationsrate innerhalb eines Sapropels aus dem östlichen Mittelmeer geringer ist, als in den darüber- und darunterliegenden Sedimenten.

Zur Überprüfung der Hypothese geringerer Sedimentations- bzw. Akkumulationsraten in den Sapropelen werden die Ti/Al-Kurven der Abschnitte 967B-9H, Sec. 1-5 und 969E-

6H, Sec. 3-5 verwendet. Sie werden an den Wendepunkten der Kurven in Minima- und Maxima-Halbzyklen unterteilt (Abb. 5.10.). Obwohl die Festlegung der Wendepunkte (bzw. Punkte größter Änderungsraten des Ti/Al-Verhältnisses) aufgrund der begrenzten Auflösung der Profile eine gewisse Ungenauigkeit beinhaltet, gleicht sich dieser Fehler bei Festlegung von je etwa zwanzig derartigen Punkten bei jedem der beiden Abschnitte wieder aus, so daß sich im Mittel ein zuverlässiges Bild ergibt. Auf diese Weise können für die jeweiligen Halbzyklen gesondert die Sedimentations- und Akku-



	969E-6H	967B-9H
Mittlere Dicke Ti/Al-Maxima in cm	24	27
Mittlere Dicke Ti/Al-Minima in cm	17	21

Abb. 5.10. *Aufteilung von Ti/Al-Profilen in Minima- und Maxima-Halbzyklen.*

mulationsraten berechnet werden. Voraussetzung dafür, daß die jeweiligen Halbzyklen die gleiche Zeitspanne beinhalten wie der zugehörige Insolations-Halbzyklus, ist eine direkte und kontinuierliche Antwort des chemischen Signals auf den klimatischen Steuerungsmechanismus.
Für die Ti/Al-Profile der Bohrkerne 969E-6H und 967B-9H sollte dieses Kriterium erfüllt sein, zumal sie ein symmetrisches Muster aufweisen. Im Gegensatz hierzu würde ein Sägezahnmuster, wie es zum Beispiel in der globalen $\delta^{18}O$-Kurve vorliegt (Imbrie et al., 1984), auf eine diskontinuierliche Antwort dieses Parameters auf die Steuerungsgröße hindeuten.

Das Ergebnis dieser Betrachtung von Halbzyklen ist, daß, wie bereits der optische Eindruck der Ti/Al-Kurven verriet, die Ti/Al-Minima-Halbzyklen im Durchschnitt geringere Mächtigkeiten aufweisen als die Ti/Al-Maxima-Halbzyklen (Abb. 5.10.). Dasselbe Bild ergibt sich bei den Sedimentationsraten (Tab. 5.3.), die zu Zeiten der Insolationsmaxima an Site 969 ungefähr 25 % und an Site 967 um 14 % geringer waren.

Bei der folgenden Berechnung der Akkumulationsraten wird berücksichtigt, daß die Sapropele eine geringere Dichte aufweisen. Es wird ein Wert von 0,85 g/cm^3 für die Sapropellagen angenommen, wie er z.B. für einen Sapropel von Site 967 (967A-9H-04, 94-96; Index-data; Shipboard Scientific Party, 1996c) bestimmt wurde. Für die hellen Sedimente werden die an Bord für Normalsedimente der jeweiligen Lokation und des jeweiligen Teufenbereichs ermittelten Werte verwendet; für Site 969 ein Wert von 1,31 g/cm^3 und für Site 967 1,18 g/cm^3 (Shipboard Scientific Party, 1996b & c).

Bei den Akkumulationsraten ergeben sich stärkere Unterschiede zwischen Minima- und Maxima-Halbzyklen als bei den Sedimentationsraten. Während die Gesamt-Akkumulationsrate im Kern von Site 969 zu den Zeiten der Insolationsmaxima um 26 % abnimmt, geht die Carbonatakkumulation um 23 % zurück und die Akkumulation detritischen Materials (Summe aus SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, MgO und K_2O) sogar um 42 %. Im Kern 967B-9H geht die Gesamt-Akkumulation zu den Zeiten der Insolationsmaxima im Mittel um 18 % zurück, die Carbonatakkumulation um 20 % und die Akkumulation des detritischen Materials um 26 %. Ein Rückgang der Carbonatakkumulation findet an Site 967 nicht während jedes Insolationsmaximums statt. Im Zeitintervall geringerer Amplituden von i261 bis i275 weisen die Insolationsmaxima eine höhere Carbonatakkumulation auf als die Insolationsminima.

Tab. 5.3. *Sedimentationsraten (SR) und Akkumulationsraten (MAR) für die ermittelten Halbzyklen (siehe Abb. 5.10.).*

	Site 969E-6H				**Site 967B-9H**			
Halb-Zyklen	SR [cm/ka]	MAR, ges. [g/cm²•ka]	MAR, Carb. [g/cm²•ka]	MAR, Detr. [g/cm²•ka]	SR [cm/ka]	MAR, ges. [g/cm²•ka]	MAR,Carb. [g/cm²•ka]	MAR,Detr. [g/cm²•ka]
i252					1,7	1,72	0,70	0,36
i253					2,4	2,74	1,53	0,94
i254					1,8	1,80	0,79	0,65
i255					3,5	3,99	2,02	1,51
i256					1,7	1,77	0,84	0,69
i257					2,3	2,62	1,44	0,93
i258					1,8	1,89	0,91	0,70
i259					2,9	3,31	1,75	1,25
i260	1,8	2,07	0,65	0,53	2,1	2,08	0,93	0,71
i261	2,2	2,73	0,84	1,04	2,3	2,62	1,26	1,09
i262	1,8	2,36	0,92	0,51	1,7	2,01	1,07	0,69
i263	2,0	2,48	0,93	0,71	2,1	2,39	1,36	0,84
i264	1,6	1,98	0,85	0,40	2,3	2,62	1,55	0,84
i265	2,3	2,85	1,06	0,83	2,3	2,62	1,45	0,94
i266	1,7	2,11	0,95	0,37	2,3	2,62	1,56	0,82
i267	1,7	2,11	0,89	0,46	1,6	1,82	1,11	0,56
i268	1,5	1,86	0,81	0,36	2,0	2,28	1,43	0,66
i269/i271	2,0	2,48	0,96	0,67	1,8	2,05	1,14	0,73
i272	1,4	1,62	0,54	0,40	2,3	2,55	1,32	0,84
i273	1,7	2,11	0,87	0,47	1,5	1,71	0,91	0,63
i274	1,1	1,36	0,57	0,29	1,8	2,05	1,09	0,76
i275	1,9	2,36	0,96	0,56	1,8	2,05	1,05	0,81
i276	1,6	1,82	0,64	0,41				
i277	2,1	2,60	0,96	0,63				
i278	1,3	1,61	0,70	0,32				
i279	1,9	2,36	0,85	0,70				
i-Maxima	1,5	1,87	0,74	0,40	2,0	2,13	1,11	0,70
i-Minima	2,0	2,45	0,93	0,67	2,2	2,54	1,36	0,93
Mittelw.	**1,8**	**2,2**	**0,8**	**0,5**	**2,1**	**2,3**	**1,2**	**0,8**

6. Paläoumweltbedingungen

6.1. Bedeutung der Eintragsquellen

In den vorangegangenen Kapiteln dieser Arbeit wurde gezeigt, daß äolische und fluviatile Einträge in ihren Anteilen an der Zusammensetzung der terrigen-detritischen Fraktion der Sedimente fluktuieren und dadurch eine Zyklizität im Chemismus der Sedimente erzeugen (siehe Kap. 4.5.). Desweiteren wurde festgestellt, daß die Akkumulationsraten lithogenen Materials zu den Zeiten der Insolationsmaxima, d.h. wenn der fluviatile Eintrag einen größeren Anteil an der Sedimentation besitzt, geringer sind (Kap. 5.3.). Es ist daher naheliegend, daß der äolische Eintrag in diesen Perioden abnimmt. Wie hoch die Einträge fluviatilen und äolischen Materials jeweils sind, soll im folgenden geklärt werden.

Zum Transport von Saharastaub oder partikulären Materials vom Nil ins heutige Mittelmeer liegen mehrere Publikationen vor. Gemäß der Abschätzungen einiger Autoren liegen die Depositionsraten von Staub im heutigen Mittelmeer bei $\leq$1 g/cm^2•ka (Molinaroli et al., 1993), 1,25 g/cm^2•ka (Loÿe-Pilot & Martin, 1996), 1,4 g/cm^2•ka (Loÿe-Pilot et al., 1986) oder 2 bis 4 g/cm^2•ka (Ganor & Mamane, 1982). Nach den Analysen von Rachold (1991) enthält Saharastaub größere Mengen an Calcit und insgesamt 11,4 % CaO. Die von Ganor & Mamane (1982) analysierten Stäube enthalten 24-32 % Carbonate und Loÿe-Pilot et al. (1986) geben einen Wert von 5 bis 30 % Calcit an. Zieht man den Carbonatanteil von den oben angegebenen Depositionsraten ab, so ergeben sich Raten von $\leq$0,6 bis 2,7 g/cm^2•ka. Die von Loÿe-Pilot et al. (1986) sowie Ganor & Mamane (1982) vorgeschlagenen Werte sind, gemessen an den für die pliozänen Sedimente von Site 969 und 967 ermittelten Akkumulationsraten detritischen Materials (Tab. 5.3.), wahrscheinlich zu hoch. Es wird bei Betrachtung all dieser Zahlen jedoch klar, welche quantitativ wichtige Bedeutung der äolische Eintrag für das Mittelmeer besitzt. Veränderungen dieses Eintrags können daher einen drastischen Einfluß auf die Akkumulationsraten des östlichen Mittelmeeres haben.

Die Sedimenteinträge vom Nil betrugen vor dem Bau des Assuan-Staudammes etwa 110•10^6 t/a (Milliman & Meade, 1983). Geht man davon aus, daß 90 % davon innerhalb des Nilfächers abgelagert wurden (Martin & Gordeev, 1986), so verbleiben noch 11•10^6 t/a für die Verteilung im übrigen Mittelmeer. Ein stärkerer Einfluß der Nileinträge auf die Sedimente südlich von Kreta (Site 969) oder weiter westlich (Site 964) konnte nicht nachgewiesen werden, wie in Kap. 4.5. gezeigt werden konnte. Auch Venkatarathnam & Ryan (1971) konnten bereits zeigen, daß sich die Einträge des Nil lediglich im östlichen Teil des Levantinischen Beckens finden lassen.

Die vom Nil stammenden 11•10^6 t Schwebstoffe pro Jahr verteilen sich somit insgesamt auf einer Fläche von ca. 800.000 km^2 (östliches Levantinisches Meer). Abzüglich der Fläche des Nilfächers (100.000 km^2; Emery et al., 1966) ergeben sich ca. 700.000 km^2, woraus eine Akkumulation von 1,6 g/cm^2•ka resultiert. Dabei ist zu berücksichtigen, daß diese Zahl die Summe der vom Nil stammenden partikulären Einträge beeinhaltet und diese größere Mengen organischen Materials enthalten können. Genaue Zahlen zum Gehalt organischen Materials liegen nicht vor. Jedoch ist die Akkumulationsrate von Nilschwebstoffen, selbst unter der Annahme, daß sie nur zur Hälfte aus lithogenem Material bestehen, noch im Größenordnungsbereich der gesamten detritischen Akkumulation an Site 967 (0,8 g/cm^2•ka; Tab. 5.3.). Daraus ist zu schließen, daß der angenommene Wert von 10 % des Anteils der Schwebstoffe des Nil, der tatsächlich das offene Meer erreicht, zu hoch ist, zumal die Sedimentationsraten der rezenten Sedimente von Site 967 nicht wesentlich höher liegen als die der untersuchten pliozänen Sedimente (Shipboard Scientific Party, 1996c).
Bei dieser Betrachtung wird deutlich, daß die Einträge des Nil für die Sedimente des östlichen Teils des östlichen Mittelmeeres eine ähnlich große Bedeutung besitzen wie die Staubeinträge.
Es konnte mehrfach gezeigt worden, daß ein erhöhter Süßwassereintrag vom Nil mit den Insolationsmaxima einhergeht (Rossignol-Strick, 1985; Fontugne et al., 1994). Bei einer Steigerung der Abflußraten erhöht sich auch der Eintrag von Schwebstoffen. Nach Hellmann (1986) nimmt der Schwebstoffgehalt eines Flusses exponentiell mit der Strömungsgeschwindigkeit zu. Allerdings besitzt die Höhe des Meeresspiegels und die sich daraus ergebende Fläche des Deltabereichs, sowie die Breite des Schelfbereichs einen Einfluß auf die Menge des ins offene Meer transportierten Sediments (Stanley, 1977). Deswegen muß nicht zwangsläufig eine drastische Zunahme der fluviatilen Sedimentation auch im Tiefseebereich erfolgen.

Die gleiche Problematik, wie sie für Site 967 und den Nil diskutiert wurde, ergibt sich auch für Site 969 und die NBEM-Flüsse. Hier nimmt die Akkumulationsrate detritischen Materials zu den Zeiten der Insolationsmaxima sogar noch etwas drastischer ab (siehe Tab. 5.3.), wobei der Anteil an fluviatilem Material zunimmt. Die Frage ist wiederum, ob die Eintragsmenge des fluviatilen Materials zu diesen Zeiten zugenommen hat, gleich geblieben ist oder leicht (weniger als der äolische Eintrag) abgenommen hat.

Anhand von einfachen Modellrechnungen sollen die jeweiligen Mengen fluviatilen und äolischen Eintrags im folgenden abgeschätzt werden. Es wird dabei von Mischungen zweier Endglieder mit unterschiedlichen Element/Al-Verhältnissen ausgegangen. Diese Zahlen ergeben sich aus Abbildung 4.30. (Kap. 4.5.).

Für 969E-6H:
- NBEM-Flußschwebstoffe mit Mg/Al = 0,7 [$(Mg/Al)_{fluv}$]
- Äolischer Eintrag mit Mg/Al = 0,25 [$(Mg/Al)_{äol}$]

Für 967B-9H:
- Nil-Schwebstoffe mit K/Al = 0,17 [$(K/Al)_{fluv}$]
- Äolischer Eintrag mit K/Al = 0,32 [$(K/Al)_{äol}$]

Der Gewichtsanteil des mit dem fluviatilen Material eingetragenen Elements $[El.]_{fluv}$ kann anhand der folgenden Formel berechnet werden:

$$[El.]_{fluv} = \frac{[El.]_{ges} - ((El./Al)_{äol} \bullet [Al]_{ges})}{1 - \frac{(El./Al)_{äol}}{(El./Al)_{fluv}}} \qquad (1)$$

Hierbei werden die jeweiligen Gewichtsanteile am Gesamtsediment, $[El.]_{ges}$ oder $[Al]_{ges}$ in g/cm^3, anhand der Trockendichte berechnet. Weiterhin läßt sich der Gewichtanteil von Al nach

$$[Al]_{fluv} = \frac{[El.]_{fluv}}{(El./Al)_{fluv}} \qquad (2)$$

ermitteln. Die jeweiligen Werte für das äolische Material lassen sich aus der Differenz zwischen dem Wert für das fluviatile Material und dem für das gesamte detritische Material berechnen.

$$[El]_{äol} = [El]_{ges} - [El]_{fluv.} \qquad (3)$$

Unter der Annahme, daß das äolische Material die von Rachold (1991) ermittelte Zusammensetzung von Saharastaub besitzt, kann anhand der K- und Mg-Gehalte der Gehalt an äolisch eingetragenem detritischem Material (SiO_2+TiO_2+Al_2O_3+ MgO+K_2O) berechnet werden. Aus der Differenz zwischen dem gesamten detritischen und dem äolischen Material ergibt sich daraufhin das fluviatil eingetragene detritische Material. Die Ergebnisse für die beiden Bohrkerne 969E-6H und 967B-9H sind in Abb. 6.1. in Form eines Flächendiagramms dargestellt. An beiden Lokationen sind die Insolationsmaxima von einem gleichzeitigen Rückgang des äolischen Materials sowie einem Anstieg des fluviatilen Materials gekennzeichnet. An Site 969 besitzt das äolische Material einen höheren Anteil am gesamten detritischen Material als das fluviatile Material der NBEM-Flüsse. Umgekehrt besitzt an Site 967 das vom Nil stammende Material

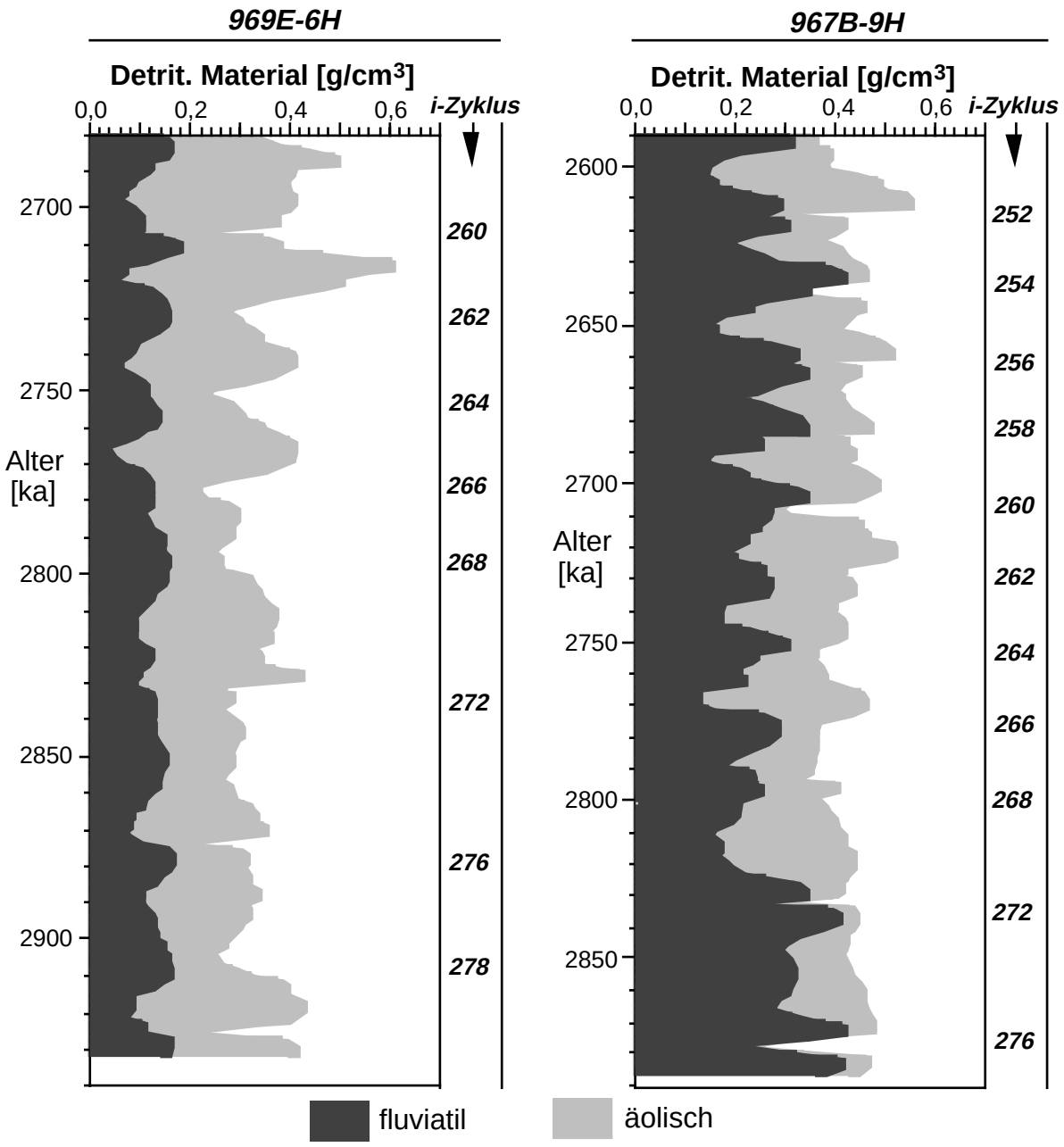


Abb. 6.1. *Alters-Flächendiagramme der berechneten Gehalte terrigen-detritischen Materials in den Bohrkernen 969E-6H und 967B-9H; es handelt sich um Stapeldiagramme, in denen der obere (rechte) Rand des hellgrauen Bereichs den Gesamtwert (fluviatil + äolisch anzeigt.*

einen höheren Anteil als das äolisch eingetragene Material.

Die Akkumulationsraten äolischen und fluviatilen Materials werden berechnet, indem die mittleren Gehalte (in g/cm^3) der jeweiligen Halbzyklen (siehe Kap. 5.3.) mit den Sedimentationraten multipliziert werden. Die Ergebnisse sind in Abb. 6.2. in Form eines Stapeldiagramms dargestellt. Hier ist zu erkennen, daß die Akkumulation fluviatilen

Materials in den Sedimenten der beiden betrachteten Sites während der Insolationsmaxima (i-Zyklen mit gerader Zahl) nicht immer zunimmt, die Akkumulation äolischen Materials in diesen Perioden aber stets abnimmt.

Anhand der Mittelwerte (Tab. 6.1.) ist zu erkennen, daß sich die Akkumulationsraten äolischen Materials an beiden Lokationen ähnlich verhalten und sehr ähnliche Werte

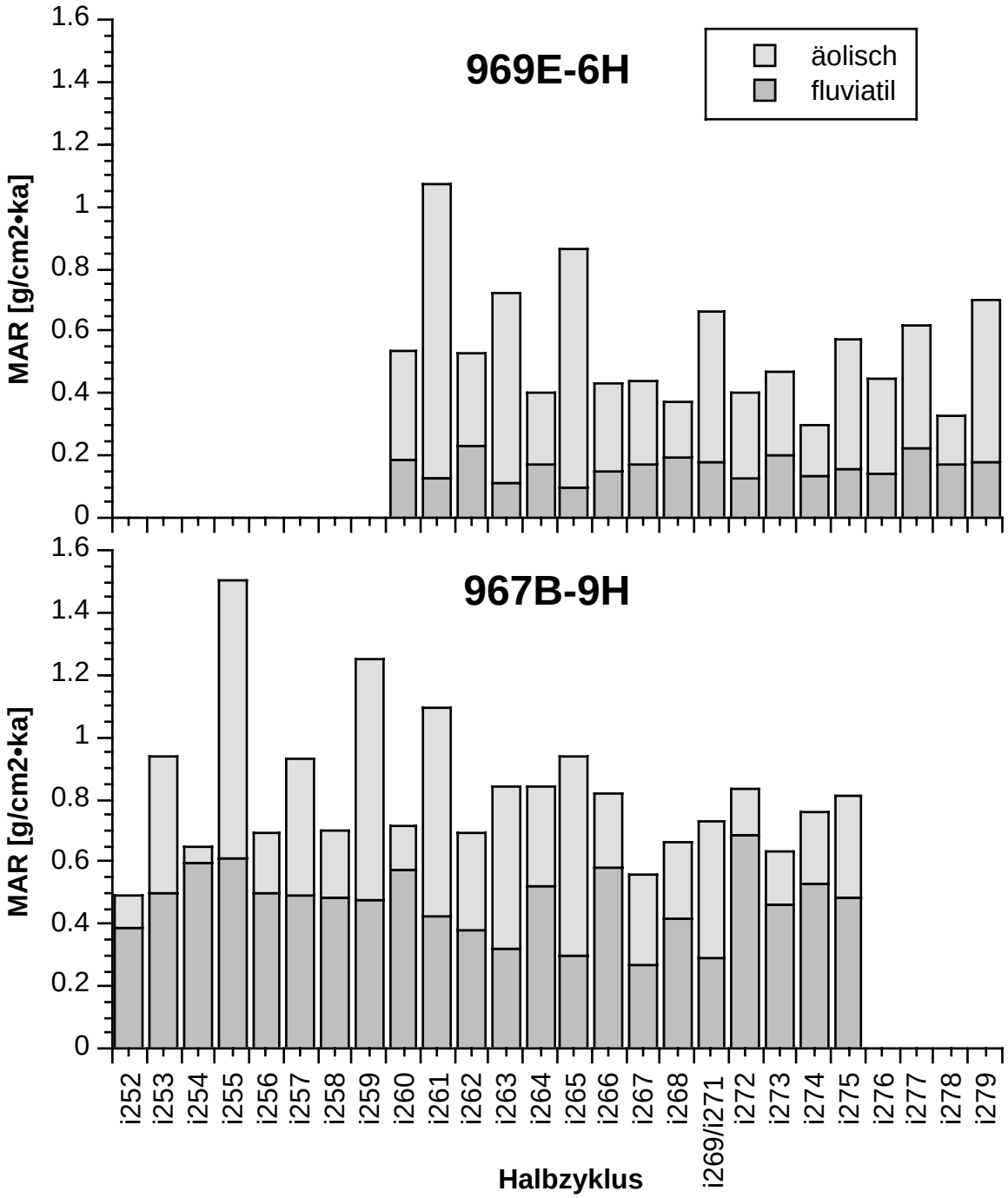


Abb. 6.2. *Stapeldiagramme der Akkumulationsraten äolischen und fluviatilen Materials in den Bohrkernen 969E-6H und 967B-9H.*

Tab. 6.1. *Akkumulationsraten äolisch sowie fluviatil eingetragenen Materials in g/cm²•ka.*

	Site 969E-6H		Site 967B-9H	
	Äolisch	Fluviatil	Äolisch	Fluviatil
I-Maxima	0,25	0,17	0,20	0,51
Standardabw.	0,07	0,03	0,08	0,09
I-Minima	0,52	0,16	0,51	0,42
Standardabw.	0,22	0,04	0,22	0,11
Gesamt	**0,38**	**0,16**	**0,35**	**0,47**
Standardabw.	**0,21**	**0,04**	**0,22**	**0,11**

aufweisen. Dies kann mit einer relativ gleichmäßigen Verteilung des Staubes über das östliche Mittelmeer erklärt werden. Der fluviatile Eintrag ist an Site 967 etwa dreimal so hoch wie an Site 969. Dies unterstreicht den herausragenden Stellenwert der Nileinträge für das pliozäne Mittelmeer.
Die Staubeinträge sind während der Insolationsmaxima im Durchschnitt nur noch halb so hoch wie während der Insolationsminima. Die Flußeinträge nehmen während der Insolationsmaxima an Site 969 um ca. 6 % und an Site 967 um etwa 20 % zu.

6.2. Transportwege

Für die Höhe der Deposition klastischen Materials spielen neben den absoluten Mengen der jeweiligen Quellen die ozeanographischen und atmosphärischen Zirkulationsmuster eine Rolle. So führen Änderungen der Strömungsrichtungen in erster Linie zu Variationen im Eintrag von fluviatilem Material und Änderungen der Windrichtungen können Variationen im äolischen Eintrag verursachen. Es ist sinnvoll, die Transportwege des Materials genauer zu betrachten, um deren Einfluß auf die im vorherigen Kapitel ermittelten quantitativen Variationen (Kap. 6.1.) beurteilen zu können.

6.2.1 Transportwege im heutigen Mittelmeer

Schwebstoffe des **Nil** werden heute mit der Oberflächenwasserströmung größtenteils im östlichen Levantinischen Becken verteilt (Venkatarathnam & Ryan, 1971). Diese bewegt sich entgegen dem Uhrzeigersinn, wie in Abb. 6.3. gezeigt ist. Die Sedimente des Eratosthenes Seamount werden von diesen Einträgen dominiert, wobei ein zusätzlicher Einfluß von Material aus dem Westen, bzw. von den NBEM (NBEM = Northern Borderlands of the Eastern Mediterranean), auf die Sedimente von Site 966 vermutet wird (siehe Kap. 4.5., Abb. 4.30), das möglicherweise mit einer ostwärts gerichteten Wasserströmung herantransportiert wird. Material von Nil ist aufgrund seiner Tonmineral-

zusammensetzung (dominiert durch Smektit) arm an K und Mg (siehe Kap. 4.1. und 4.5.).

Bezüglich des Materials, das von den **NBEM-Flüssen** stammt, kann zwischen drei verschiedenen Herkunftsgebieten unterschieden werden. Material von Flüssen, die in die Adria münden, von denen der Po die wichtigste Quelle darstellt, wird größtenteils mit der Bodenströmung in das Ionische Becken transportiert (Venkatarathnam & Ryan, 1971). Es enhält vergleichsweise hohe Mengen an Illit und Chlorit (Dominik & Stoffers, 1978) und ist daher K- und Mg-reich. Material aus der Nordwest-Ägäis wird südwärts durch die Strasse von Kithyra transportiert, gelangt zum größten Teil mit der Bodenströmung in den Hellenischen Graben und wird partiell mit der Oberflächenwasserströmung auf den Mediterranen Rücken verfrachtet (Venkatarathnam & Ryan, 1971). Dieses Material beinhaltet die Schwebstoffracht der das östliche Griechenland entwässernden Flüsse. Hierbei handelt es sich um das in Kap. 4.5 diskutierte Mg-, Cr- und Ni-reiche Material.

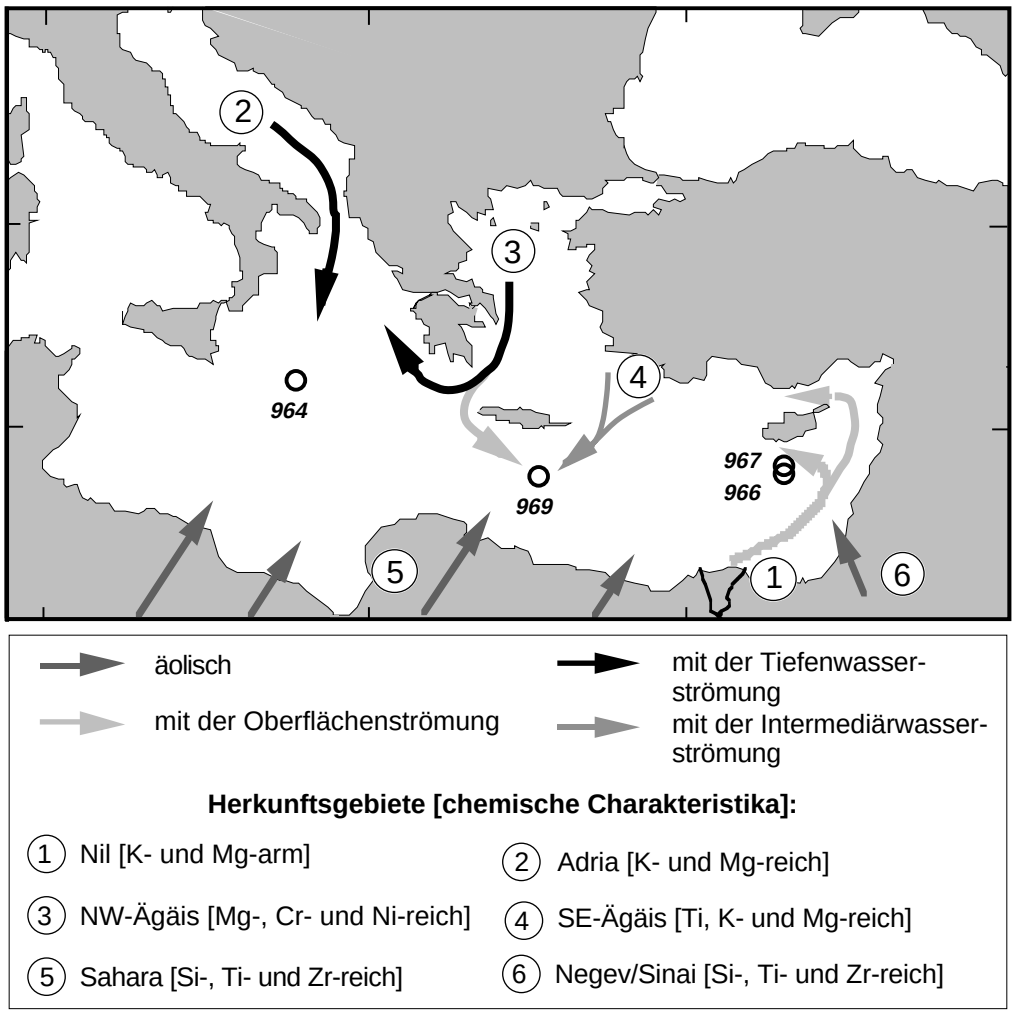


Abb. 6.3. *Transportwege terrigen-detritischen Materials im östlichen Mittelmeer.*

Schwebstoffe aus der Südost-Ägäis werden laut Venkatarathnam & Ryan (1971) vorwiegend mit dem Intermediärwasser in den Bereich südlich von Kreta transportiert und stammen größtenteils vom türkischen Festland. Sie enthalten, wie das Material vom Nil, größere Mengen an Smektit, aber auch signifikante Anteile an Illit und Chlorit, und sind daher als K- und Mg-reich zu bezeichnen (Abb. 6.3.). Aufgrund des vermehrten Vorkommens von Basalten in Anatolien wird zusätzlich eine Ti-reiche Komponente in diesem Material postuliert. Siehe hierzu die Diskussion im folgenden Kapitel 6.2.2..

Die **Sahara** stellt die wichtigste Quelle für äolisch ins Mittelmeer transportiertes Material dar (z.B. Eriksson, 1979; Ganor and Mamane, 1982; Tomadin et al., 1984; Loÿe-Pilot et al., 1986; Tomadin and Lenaz, 1989; Molinaroli et al., 1993; Mattsson and Nihlén, 1996; Loÿe-Pilot & Martin, 1996). Zum meteorologischen Szenario, das zum Eintrag größerer Mengen Staubes von Nordafrika ins Mittelmeer führt, existieren in der Literatur verschiedene Hypothesen. Während der Transport von Saharastaub in Richtung Westen durch den „African Easterly Jet“ (Tiedemann et al., 1994) erfolgt, ist für den Transport in das Mittelmeer die Konstellation von Zyklonen und Antizyklonen über Mittelmeer und nordafrikanischem Kontinent entscheidend (Yaalon & Ganor, 1979; Molinaroli et al., 1993; Moulin et al., 1997). Anhand der Auswertung von Satellitenbildern der Jahre 1983 bis 1994 konnten Dulac et al. (1996) zeigen, daß die Staubdichte über dem Mittelmeer im Sommer am höchsten ist. Der Staubeintrag ist mit dem Auftreten der aus südlichen Richtungen wehenden und im Volksmund Schirokko, Ghibli oder Chamsin genannten Winde oftmals gekoppelt, wobei aber der Transport in höheren Luftschichten ebenfalls in Betracht gezogen werden muß. Letzterer dokumentiert sich z.B. im Auftreten staubhaltiger rötlicher Niederschläge in Mitteleuropa (Littmann et al., 1990) oder Skandinavien (Franzén, 1989). Klar zu unterscheiden ist zwischen den Herkunftsgebieten der Stäube, die in Richtung Westen über den Atlantik transportiert werden und denen, die das Mittelmeer erreichen. Das zuerst genannte Material stammt überwiegend aus der südlichen Sahara und der Sahel-Zone (z.B. Sarnthein and Koopmann, 1980; Ruddiman et al., 1989). Im Gegensatz dazu stammt der ins Mittelmeer verfrachtete Staub aus der nördlichen Sahara (Mattsson and Nihlén, 1996), im Falle des östlichen Mittelmeeres vor allem aus Libyen und Ägypten (Yaalon & Ganor, 1979; Kubilay et al., 1997).

Neben der Sahara ist als zweite, weniger bedeutende Herkunftsregion für äolisches Material die Halbinsel **Sinai** und die nördlich davon liegende **Negev**-Wüste (Israel) zu nennen. Aus diesen Gebieten werden während der eher seltenen östlichen Stürme („Sharki“) Stäube ins Mittelmeer getragen (Yaalon & Ganor, 1979; Kubilay et al., 1997).

Das äolisch transportierte Material beider Quellengebiete ist an Si, Ti und Zr angereichert (siehe Kap. 5.4.).

6.2.2. Mögliche Änderungen der Transportwege

Änderungen im Strömungsmuster können sich in den Sedimenten von Site 969 widerspiegeln, weil die Strömungsrichtung dort einen entscheidenden Einfluß auf die dominierenden Liefergebiete der Schwebstoffe besitzt (Abb. 6.3.). Ti kann hierbei als Schlüsselelement dienen. Die Ti/Al-Verhältnisse nehmen im Mittelmeer von Westen nach Osten zu, d.h. im Ionischen Becken (Site 964) sind sie am geringsten und am Eratosthenes Seamount (Sites 967 und 966) am höchsten (siehe Tab. 4.1.). Mögliche Quellen für Ti-reicheres Material sind vermutlich die im Osten häufigeren basaltischen Gesteine. Diese zeichnen sich durch höhere Ti-Gehalte aus (Wedepohl, 1969; Wilson, 1989). Sie finden sich zum Beispiel in ophiolithischen Gesteinskörpern der Südtürkei oder Zyperns (Floyd et al., 1991). Neben den äolischen Einträgen an Ti aus dem Süden können kleinere fluviatile Einträge aus diesen Regionen für einen zusätzlichen Beitrag zur Gesamtmenge des Ti sorgen. Während einer Situation, in der das heute vorliegende Zirkulationsmuster im Mittelmeer vorherrscht, wird mit dem westwärts gerichteten Intermediärwasserstrom wahrscheinlich Ti-reiches Material aus dem Herkunftsgebiet 4 (Abb. 6.3.) herantransportiert.
Ein Diagramm der Ti/Al- und Mg/Al-Verhältnisse zeigt, daß die Sedimente der Sites 969 und 964 einem gemeinsamen Trend folgen, der dem vom Eratosthenes Seamount entgegengesetzt ist (Abb. 6.4.). Die Proben von Site 969 besitzen höhere Ti/Al-Verhältnisse als die von Site 964. Die Sapropele enthaltenden Sedimente von Site 969 zeigen ein bimodales Verhalten mit höheren Ti/Al-Werten in den hellen Lagen und geringeren Werten in einigen Sapropelen. Im Gegensatz dazu sind die rötlichen Sedimente des Bohrkerns 969D-7H durch eine hohe Variationsbreite in den Mg/Al-Verhältnissen aber geringe Unterschiede im Ti/Al-Verhältnis gekennzeichnet. Das Ti/Al-Teufenprofil weist daher ein weniger variierendes Signal auf (Abb. 4.24.). Wie erwähnt wurde (Kap. 4.5.), kann eine verstärkte Bioturbation nicht als Erklärung für diese flachere Kurve des Ti/Al-Verhältnisses dienen, denn die Variationen der Si/Al- und Zr/Al-Verhältnisse sind im rötlichen Intervall sogar stärker als in den übrigen Sedimenten.
Der Einbruch der Ti/Al-Verhältnisse in einigen Sapropelen von Site 969 kann mit dem gleichzeitigen Rückgang des äolischen Eintrags und des über die Strömung von Osten herantransportierten Materials erklärt werden (Abb. 6.5.). Eine verminderte Strömungsintensität oder sogar umgekehrte Strömungsrichtung könnte in diesen Perioden vorgeherrscht haben. Damit ist gleichzeitig die Intensivierung des durch die Straße von Kithyra transportierten Mg-reichen Materials (Herkunftsgebiet 3) auf den Mediterranen Rücken südlich von Kreta möglich. Während der Ablagerung der rötlichen Sedimente haben

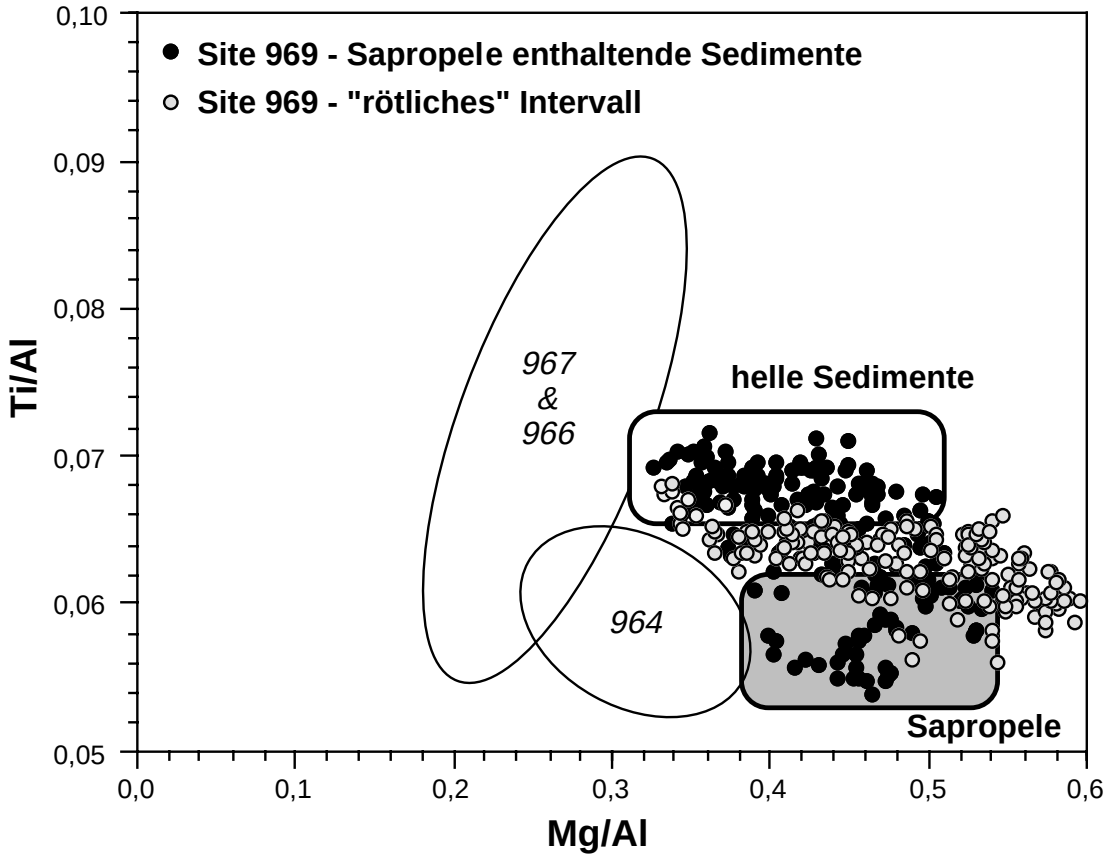


Abb. 6.4. *Mg/Al- und Ti/Al-Verhältnisse der Sedimente von ODP-Site 969 (Mediterraner Rücken, südlich von Kreta); die Zusammensetzung der Sedimente der anderen Sites ist der Übersichtlichkeit halber nur angedeutet.*

diese Unterbrechungen im Westwärts-Transport partikulären Materials möglicherweise nicht stattgefunden (Abb. 6.5.).

Es kann also zwischen Perioden mit hohen Amplituden der Insolationskurve (siehe z.B. Abb. 5.6.; 2950-3150 ka), in denen regelmäßig Sapropele gebildet werden, und Perioden mit geringen Amplituden der Insolationskurve (siehe z.B. Abb. 5.4.; 2350-2500 ka), in denen rötliche Sedimente abgelagert werden, unterschieden werden. Zeiten starker und schwacher Insolationsminima sind im Gegensatz dazu durch dasselbe Strömungsmuster gekennzeichnet, unterscheiden sich nur in der Stärke des Strömungstransports.

Dieses auf der Wasserzirkulation basierende Modell erklärt zudem, weshalb sich in dem „rötlichen Intervall“ an Site 964 starke Anreicherungen an Mg, Cr und Ni befinden. Höhere Einträge dieses Materials unter Beibehaltung des heutigen Strömungsmusters könnten zu einem vermehrten Transport in Richtung des Ionischen Beckens geführt haben.

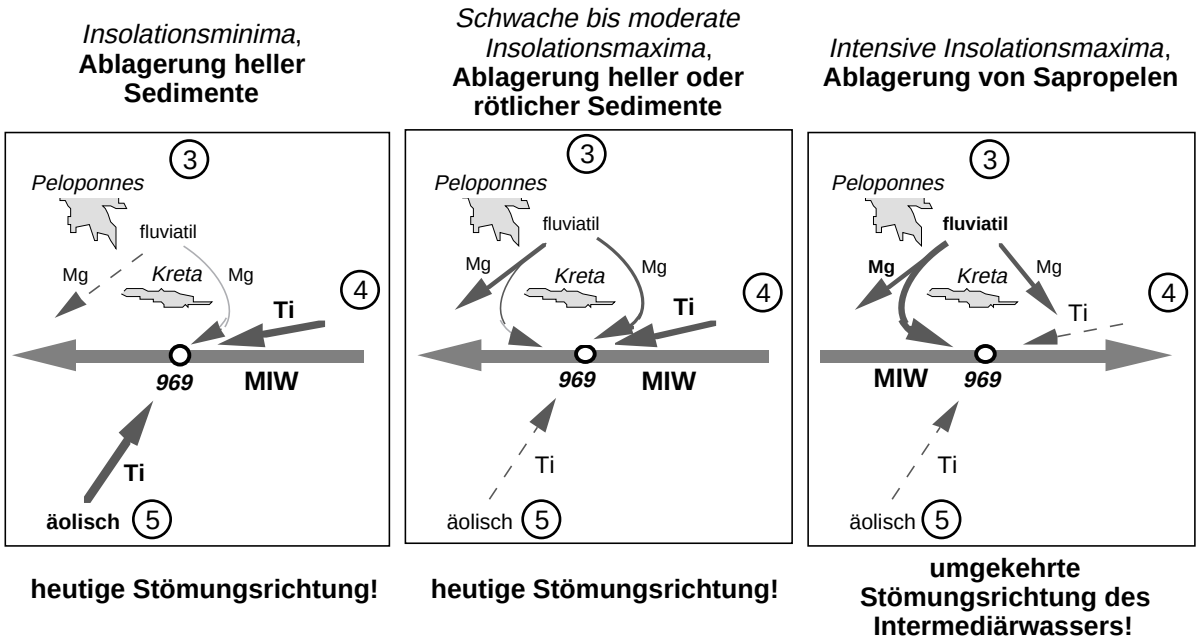


Abb. 6.5. *Mögliche Änderungen der Transportwege terrigen-detritischen Materials südlich von Kreta; Zahlen geben die Herkunftsgebiete an (siehe Abb. 6.3.); MIW = Mediterranes Intermediärwasser.*

Inwiefern sich Änderungen im Strömungsmuster auch auf den Eintrag der Nilschwebstoffe am Eratosthenes Seamount auswirken, kann nur vermutet werden. Bisherigen Hypothesen zufolge dürfte der Nil zu Zeiten der Sapropelbildung der wichtigste Süßwasserlieferant im östlichen Mittelmeer gewesen sein (Rossignol-Strick, 1985; Rohling, 1994). Im Fall einer ästuarinen Zirkulation würde das Oberflächenwasser vom östlichen Levantinischen Meer ausgehend in Richtung Westen fließen. Dabei würde sich das partikuläre Material mit den Süßwasser-Massen zunächst in nördliche Richtungen verteilen. Möglicherweise würde es den Eratosthenes Seamount auf etwas direkterem Weg erreichen als in der heutigen Situation. Im Falle eines höheren Meeresspiegels würden allerdings größere Mengen der partikulären Fracht im Deltabereich abgelagert werden (Stanley, 1977). Insgesamt gesehen ist die beobachtete Erhöhung der Nileinträge am Eratosthenes Seamount allein aufgrund von Änderungen der Strömungsrichtungen unwahrscheinlich.

Da der Transport terrigen-detritischen Materials aus der Adria in Richtung Ionisches Meer mit der Bodenströmung erfolgt (Venkatarathnam & Ryan, 1971), kann bei einem Ausbleiben der winterlichen Tiefenwasserproduktion eine Verminderung dieses Eintrags stattfinden. Das Adriatische Meer stellt heute das wichtigste Gebiet für die Produktion von Tiefenwasser im östlichen Mittelmeer dar (Malanotte-Rizzoli & Hecht, 1988). Zu Zeiten erhöhter Niederschläge und damit erhöhten Süßwassereintrags wäre die

Bildung und das Absinken spezifisch schwerer Wassermassen vermindert oder gänzlich unterbunden (Rohling, 1994). Sollte diese Situation während der Sapropelbildung vorgelegen haben, so hätte das einerseits zu einem geringeren bodennahen Transport fluviatilen Materials ins Ionische Becken geführt, der oberflächennahe Transport partikulären Materials aus der Adria hätte dann aber möglicherweise zugenommen.

Der Transport von Staub aus dem Süden ins Mittelmeer ist, wie erwähnt, an bestimmte meteorologische Situationen (Konstellation von Zyklonen und Antizyklonen über Mittelmeer und nordafrikanischem Kontinent; Yaalon & Ganor, 1979; Molinaroli et al., 1993; Moulin et al., 1997) gebunden. Daher läßt sich eine Verringerung des Staubeintrags entweder durch ein selteneres Auftreten dieser Situationen oder durch eine verminderte Produktion von Aerosolen, z.B. bei humiderem Klima und dichterer Vegetationsbedeckung, erklären. Eine generelle Änderung der Transportwege ist nicht möglich. Verschiedene Untersuchungen zur paläoklimatischen Vergangenheit des nordafrikanischen Kontinents unterstützen die Möglichkeit einer Verringerung der Staubentstehung. Humidere Bedingungen in den Liefergebieten werden zum Beispiel durch das Vorliegen lakustriner Ablagerungen in Libyen (Petit-Marie et al., 1980; Gaven et al., 1981) und Ägypten (Pachur & Kröpelin, 1987; McKenzie, 1993; Szabo et al., 1995), fossile Grundwässer in der nördlichen und östlichen Sahara (Sonntag et al., 1980; Klitzsch, 1991) sowie Änderungen der Vegetation der nordwestlichen Sahara (Lauer & Frankenberg, 1980) belegt. Für die Zeitspannen von 4.500 bis 9.500 sowie 110.000 bis 130.000 Jahre vor heute sind für verschiedene Lokationen humidere Bedingungen in der nördlichen und östlichen Sahara dokumentiert (Gaven et al., 1981; Pachur & Kröpelin, 1987; McKenzie, 1993; Szabo et al., 1995). In diese beiden Zeitintervalle fallen jeweils die Sapropelereignisse S1 (etwa 8.000 Jahre vor heute) und S5 (etwa 124.000 Jahre vor heute; Lourens et al., 1996).

6.3. Ablagerungsmilieu

6.3.1. Paläoproduktivität

Im folgenden soll ein Vergleich der Paläoproduktivitäten der verschiedenen Lokationen vorgenommen werden. Als Parameter zur Ermittlung der Produktivität können Barium und TOC dienen. Gemäß Van Santvoort et al. (1996) läßt sich eine Beziehung zwischen dem Gehalt an organischem Kohlenstoff und Ba für diejenigen unteren Abschnitte von Sapropelen herstellen, die nicht unter einem oxidativen Abbau (Burn-Down; siehe Kap. 4.2.) gelitten haben.

Abb. 6.6. zeigt, daß die von Van Santvoort et al. (1996) aufgestellte Beziehung für die in dieser Arbeit untersuchten Sapropele nicht gilt. Es ist eine große Streuung der Daten zu verzeichnen. Für die Sapropele jeweils einer Lokation läßt sich jedoch eine Ausgleichsgerade und damit ein mittleres TOC/Ba-Verhältnis ermitteln.
Die Menge an Ba, die mit dem organischen Material ins Sediment eingetragen wird, hängt u.a. von der Wassertiefe ab (Von Breymann et al., 1992). Je größer die Wassertiefe, desto mehr Baryt wird relativ zum organischen Material im sedimentiert. Folgerichtig ist das TOC/Ba-Verhältnis an der tiefsten Lokation, Site 964 (3670 m), am niedrigsten und am Site 966 mit der geringsten Wassertiefe (937 m) am höchsten.

Unter Verwendung der TOC-Ba-Beziehung können die Initial-TOC-Konzentrationen (TOC_{init}) der Sedimente berechnet werden. Diese Vorgehensweise beinhaltet zwar aufgrund der Streuung der Daten (Abb. 6.6.) eine relativ hohe Unsicherheit, bietet jedoch die seltene Gelegenheit, Paläo-Bioproduktionsraten auch anhand solcher Sedimente abzuschätzen, die kein organisches Material mehr enthalten.

Mit den TOC_{init}-Werten ergeben sich verschiedene Möglichkeiten, um die Höhe der Paläo-Bioproduktion abzuschätzen.
Erstens können die Primärproduktionsraten unter Verwendung der Gleichung von Müller & Suess (1979) berechnet werden:

$$PP = ([TOC_{init}] \bullet \rho_{dry}) / (0{,}003 \bullet SR^{0,3}) \qquad (4)$$

PP = Primärproduktionsrate [$gC/m^2 \bullet a$]
ρ_{dry} = Trockenraumdichte [g/cm^3]
SR = Sedimentationsrate [cm/ka]

Diese Gleichung gilt jedoch nur für die Ablagerung unter oxischen Bedingungen. Daher

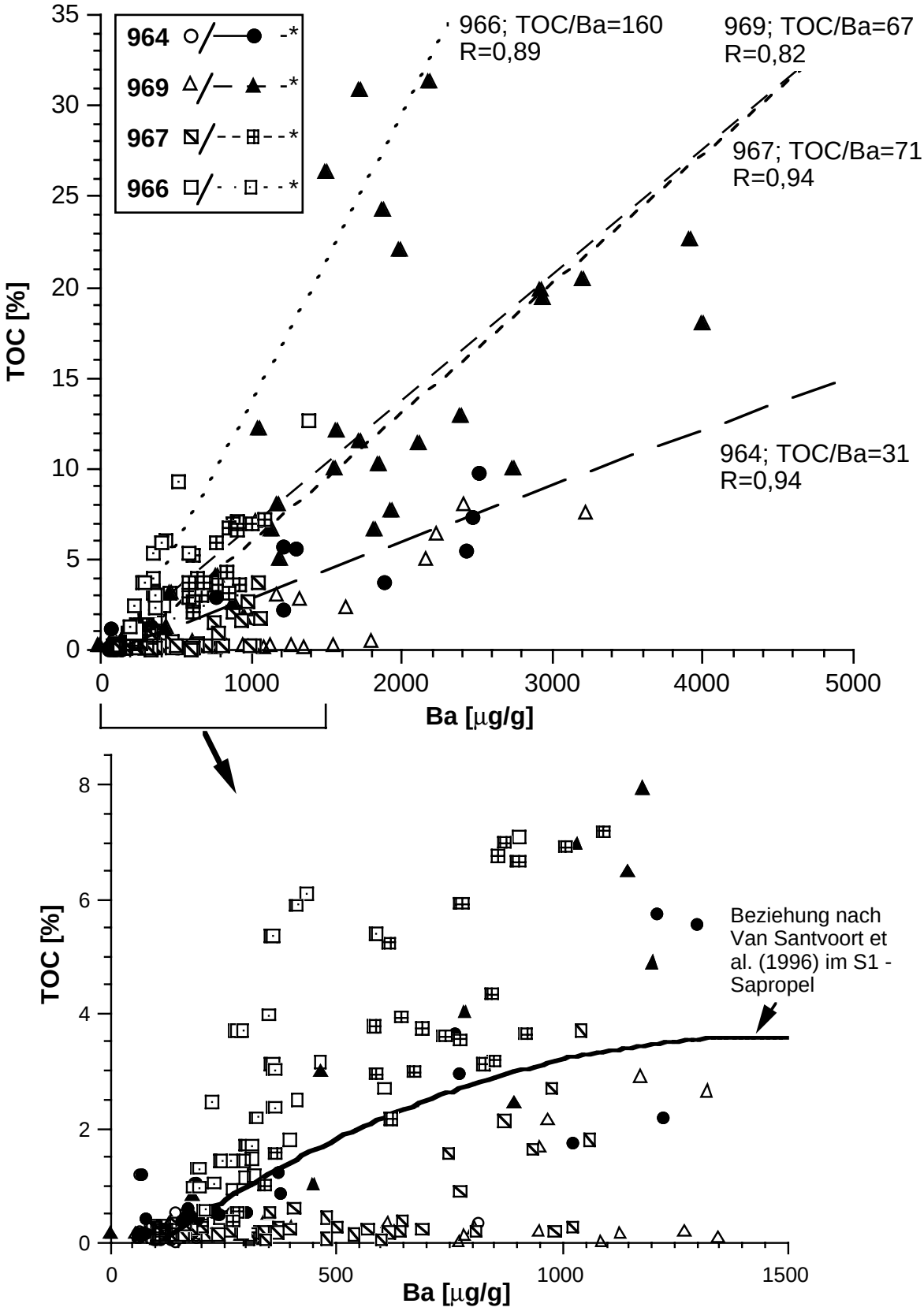


Abb. 6.6. *Beziehung zwischen TOC- und Ba-Gehalt der Sapropele; * die jeweils zweiten Symbole einer Serie stellen Proben dar, die aus dem unteren Teil von Sapropelen stammen (siehe Text).*

werden bei erhöhter Erhaltung des organischen Materials, bzw. unter anoxischen Bedingungen, zu hohe Werte erhalten.
Zweitens können die Primärproduktionsraten unter Verwendung der von Howell & Thunell (1992) bestimmten Erhaltungsfaktoren ermittelt werden. Nach diesen Autoren liegen die heutigen Kohlenstoff-Akkumulationsraten innerhalb des anoxischen hypersalinen Bannock-Beckens bei 0,74 gC/m^2•a (Gramm Kohlenstoff pro Quadratmeter pro Jahr), im oxischen Sediment dagegen bei 0,048 gC/m^2•a. Bei einer Primärproduktionsrate von 30 gC/m^2•a (Berman et al., 1986) ergeben sich Erhaltungsfaktoren von 2,5 % für das anoxische und 0,2 % für das oxische Milieu.

Die Berechnung der initialen Kohlenstoff-Akkumulationsraten ($MAR_{TOC,init}$) erfolgt nach der Formel

$$MAR_{TOC,init} = [TOC_{init}] \bullet MAR_{ges} / 10 \quad (5)$$

wobei $[TOC_{init}]$ in % und MAR_{ges} (nach Tab. 5.2.) in g/cm^2•ka einzusetzen sind, um Werte in der Einheit gC/m^2•a zu erhalten. Für die Berechnung der Primärproduktionsraten werden die anhand dieser Gleichung erhaltenen Werte mit 40 (anoxische Situation) bzw. 500 (oxische Situation) multipliziert.

Abbildung 6.7. zeigt die Ergebnisse für Site 967 in Form von Teufendiagrammen. Das erste Diagramm enhält die TOC- und Ba-Daten, die Grundlage für die Berechnung der TOC_{init}- bzw. $MAR_{TOC,init}$ - Werte sind. Letztere sind im zweiten Profil dargestellt. Im dritten und vierten Profil sind die Primärproduktionsraten berechnet nach Müller & Suess (1979) bzw. Howell & Thunell (1992) gegen das Alter der Sedimente aufgetragen. Die Profile von Ba, $MAR_{TOC,init}$ und PP unterscheiden sich nur geringfügig. Da sich die Primärproduktionsraten für oxisches und anoxisches Milieu nach Howell & Thunell (1992) nur um einen Faktor unterscheiden, ist lediglich ein Profil mit zwei Werteskalen dargestellt.

Wie bereits erwähnt wurde, beruht die Beziehung von Müller & Suess (1979) auf Daten, die für oxische Ablagerungsbedingungen ermittelt wurden. Die danach berechneten Primärproduktionsraten sind zum Teil unrealistisch hoch (bis etwa 2000 gC/m^2•a !). Daher ist davon auszugehen, daß Bedingungen einer erhöhten Erhaltung von organischem Material vorgelegen haben. Howell & Thunell (1992) konnten bereits am Beispiel der Sedimente des Bannock-Beckens zeigen, daß die Formeln von Müller & Suess (1979) und Suess (1980; Gleichung zur Berechnung des Fluxes von organischem Kohlenstoff im Ozean) dort keine richtigen Ergebnisse liefern. Selbst für die oxische Situation, das beweisen auch die Werte dieser Arbeit (Abb. 6.7.), ergeben sich nach der

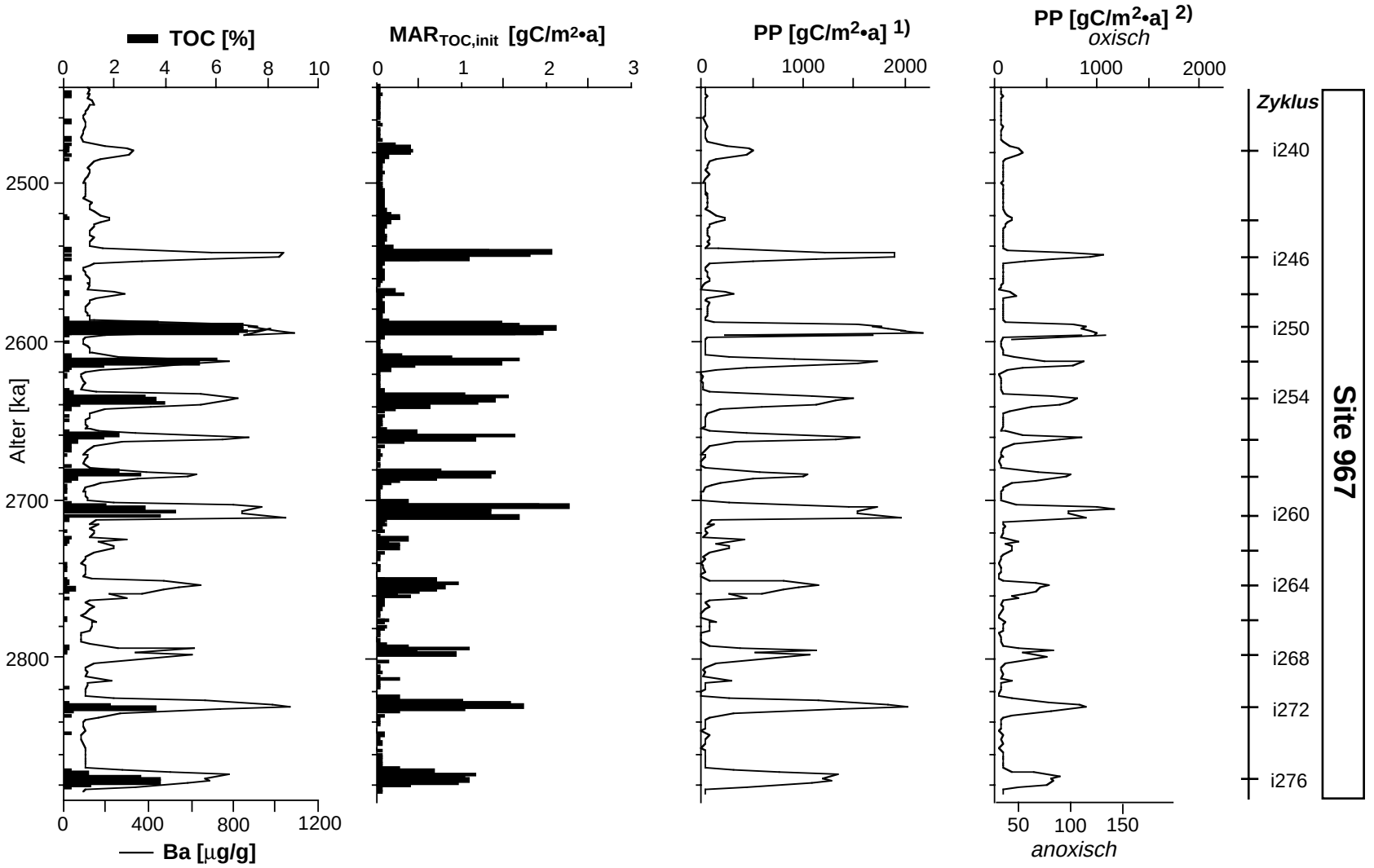


Abb. 6.7. *Teufendiagramme von TOC- und Ba-Gehalten, Initial-TOC-Akkumulationsraten ($MAR_{TOC,init}$) und Primärproduktionsraten berechnet anhand der TOC_{init}-Werte (siehe Text) nach den Formeln von [1)] Müller & Suess (1979) und [2)] Howell & Thunell (1992) für Site 967 (Eratosthenes Seamount).*

Müller & Suess - Gleichung fast doppelt so hohe Primärproduktionsraten wie nach der Beziehung zwischen Primärproduktionsrate und TOC-Akkumulation nach Howell & Thunell (1992). Jedoch liefert auch letztere noch unrealistische Werte von z.T. über 1000 gC/m^2•a. In den heutigen Ozeanen lassen sich nur in Gebieten mit extrem starkem Auftrieb Werte über 500 gC/m^2•a finden (siehe z.B. Suess, 1980).

Bei Annahme anoxischer Bedingungen ergeben sich für die von Site 967 untersuchten Sapropele Primärproduktionsraten von etwa 90 gC/m^2•a, die dem dreifachen der heutigen Rate von 30 gC/m^2•a (Berman et al., 1986) entsprechen und einen realistischen Wert darzustellen scheinen. Allerdings sind die für die hellen Sedimente (Insolations-Minima) ermittelten Gehalte dann mit etwa 2 gC/m^2•a als zu gering anzusehen. Zu diesen Zeiten sind die Sedimente unter oxischen Bedingungen abgelagert worden und deshalb ist der geringere Erhaltungsfaktor anzuwenden.

In Abbildung 6.8. sind für alle untersuchten Sedimente die über die an Ba angereicherten Lagen (Sapropele und ehemals TOC-reiche Lagen) integrierten Gehalte an gesamtem pro Flächeneinheit akkumuliertem organischen Kohlenstoff ($TOC_{init,integ}$) dargestellt. Diese geben eine Information darüber, wieviel organischer Kohlenstoff insgesamt während eines Insolationsmaximums pro Flächeneinheit abgelagert worden ist. Weiterhin sind die nach dem Erhaltungsfaktor für anoxische Bedingungen von Howell & Thunell (1992) berechneten Primärproduktionsraten dargestellt, wobei für die hellen Intervalle ein Wert von 30 gC/m^2•a (heutiger Wert, s.o.) angenommen wurde.

Während intensiver Insolationsmaxima bzw. Perioden der Sapropelbildung, z.B. i246, i260, i272, i276, i280 etc., werden an Site 969 die höchsten Produktivitäten erreicht und die größten Mengen an organischem Kohlenstoff akkumuliert. Zu Zeiten schwächerer Insolationsmaxima ohne überlieferte Sapropele, z.B. i240, i244, i262, i264, i266, i268 und i288, ist die Produktivität an den Eratosthenes Seamount Lokationen, Sites 967 und 966, am höchsten. Im Ionischen Meer (Site 964) sind die Produktivitäten wie auch die $TOC_{init,integ}$ - Gehalte im Vergleich zu den anderen Lokationen am geringsten. Während am Eratosthenes Seamount die Primärproduktion selten über 100 gC/m^2•a steigt, werden an Site 969, südlich von Kreta, zum Teil Werte von über 300 gC/m^2•a erreicht. Dies würde dem zehnfachen der heutigen Pimärproduktion entsprechen und wäre mit rezenten Auftriebsgebieten vergleichbar. Insgesamt scheinen die Produktivitätsunterschiede zwischen verschiedenen Sapropelereignissen an den beiden westlichen Lokationen größer zu sein als am Eratosthenes Seamount. An Site 964 findet nur während der intensiveren Insolations-Maxima ein signifikanter Produktivitätsanstieg statt. In den Insolationszyklen i246, i264 und i268 tritt kein Anstieg in der Primärproduktionsrate auf.

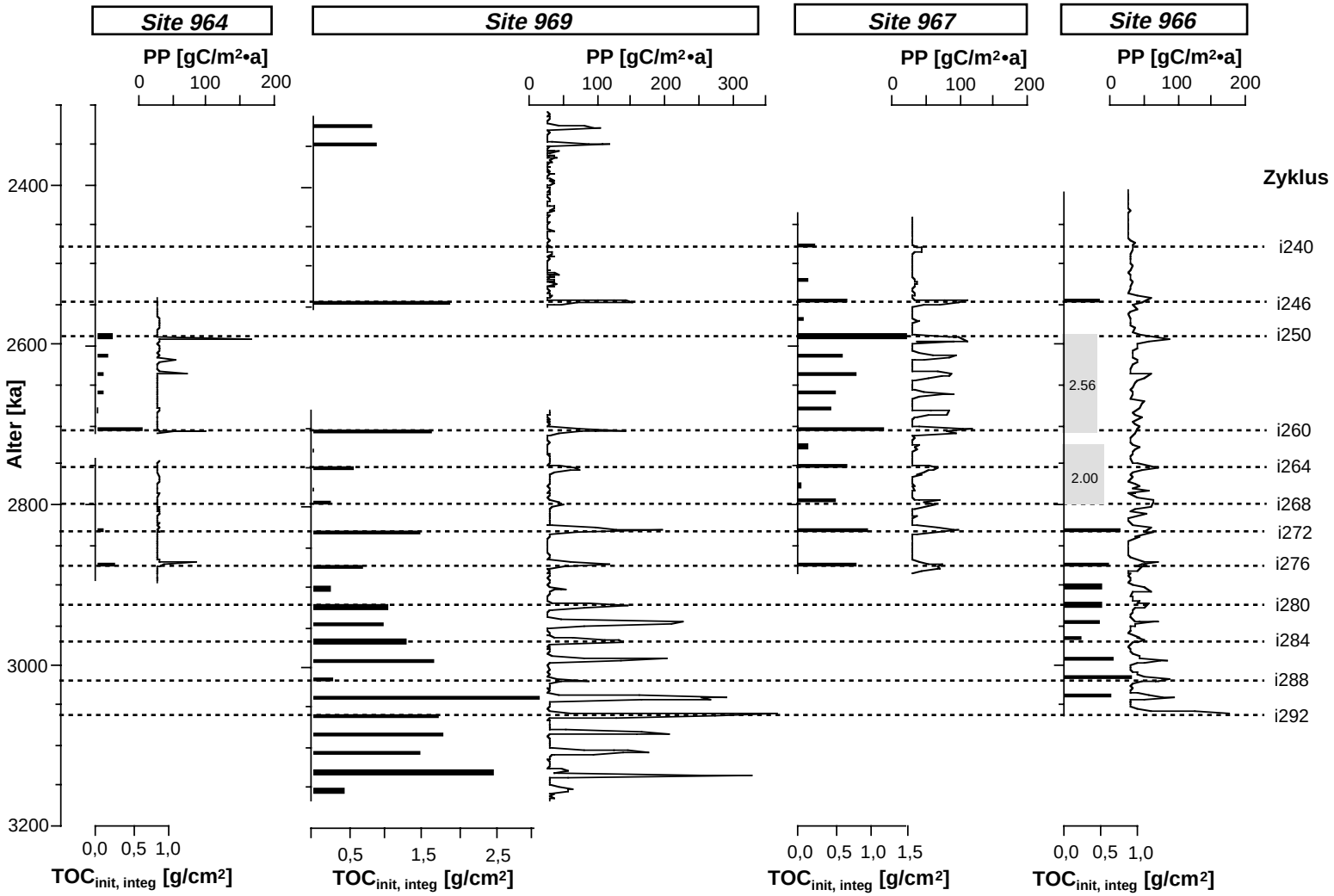


Abb. 6.8. *$TOC_{init,integ}$-Gehalte und Primärproduktionsraten aller Sapropele und ehemals TOC-reichen Lagen.*

Anhand der Mächtigkeiten der Sapropele bzw. Ba-Anreicherungshorizonte kann die Dauer dieser Ereignisse berechnet werden. Je nachdem ob berücksichtigt wird, ob die Sedimentakkumulation während der Insolationsmaxima abnimmt (siehe Kap. 5.3.) oder nicht, gelangt man zu leicht unterschiedlichen Ergebnissen (Tab. 6.2.). An Site 964 waren die Produktivitätsereignisse in den meisten Fällen von geringerer Dauer. An den Sites 969, 967 und 966 betrug die Dauer der Phasen erhöhter Produktivität im Mittel etwa 8 bis 9 ka, wohingegen sie an Site 964 im Mittel nur 3 ka andauerten. Eine Ausnahme bildet z.B. das Ereignis bei i260 (etwa 2704 ka vor heute), das überall etwa 8 ka dauerte.

Tab. 6.2. *Dauer der Produktivitätsereignisse (bzw. Sapropelbildung); werden Bereiche angegeben, so gilt der niedrigere Wert für den Fall einer gleichbleibenden Sedimentationsrate und der höhere Wert für den Fall der Abnahme der Sedimentationsrate um 25 % (Kap. 5.3., Tab. 5.3.).*

		Site 964		**Site 969**		**Site 967**		**Site 966**	
Zyklus	Alter [ka]	h [cm]	Dauer [ka]	h [cm]	Dauer [ka]	h [cm]	Dauer [ka]	h [cm]	Dauer [ka]
i224	2323			14	6 - 8				
i226	2344			17	5 - 6				
i230	2364								
i234	2418								
i238	2457								
i240	2473					13	7 - 8		
i242	2496								
i244	2516					5	2		
i246	2543			26	7 - 10	17	7	15	10 - 11
i248	2565					5	2		
i250	2588	3	1 - 2			21	9 - 10	17	11 - 13
i252	2611	5	2 - 3			17	10		
i254	2632	5	3 - 4			17	9	6	4
i256	2658	3	1 - 2			13	8		
i258	2679	3	1 - 2			13	7	9	6 - 7
i260	2703	14	7 - 9	15	8	18	9		
i262	2726					13	8		
i264	2749			14	9	25	11	10	7
i266	2773					9	4		
i268	2792			12	8	13	7	16	11 - 12
i272	2828	3	2	14	10	21	9	16	11 - 12
i274	2849								
i276	2871	7	4 - 5	14	9	22	10 - 11	16	11 - 12
i278	2900			12	9			11	7 - 8
i280	2921			12	8 - 10			17	11 - 12
i282	2943			11	7 - 9			9	6 - 7
i284	2965			15	8 - 11			7	5 - 6
i286	2989			17	10 - 13			16	11 - 13
i288	3014			9	5 - 7			13	8 - 9
i290	3036			17	8 - 11			13	8 - 9
i292	3058			19	10 - 13				
i294	3080			13	8 - 10				
i296	3105			15	8 - 10				
i298	3129			24	10 - 13				
i300	3151			14	6 - 8				
Mittelwert			**3**		**9**		**8**		**9**

6.3.2. „Burn-Down"-Phänomen

Bei Betrachtung der berechneten TOC_{init}-Gehalte (Abb. 6.8.) fällt auf, daß einige der an Sites 969 oder 967 gefundenen ehemals TOC-reichen Lagen („burned-down" sapropels = aufoxidierte Sapropele; Higgs et al., 1994) genauso hohe oder gar höhere Mengen an TOC enthielten als einige der noch existierenden Sapropele.
An Site 969 sind z.B. bei i276 und i288 Sapropele mit initialen TOC-Gehalten von 3,5 und 2,5 % zu finden, bei i224 und i264 lagen TOC_{init}-Gehalte von etwa 4,7 und 3,2 % vor, von denen fast nichts erhalten wurde.
An Site 967 sind beispielsweise bei i252 und i258 Sapropele vorhanden, deren TOC_{init}-Gehalte etwa 3,4 und 2,7 % betrugen. Bei i246 (TOC_{init}= 4,6 %), i264 (TOC_{init}= 2,6 %) und i268 (TOC_{init}= 2,7 %) hingegen sind an dieser Lokation keine Sapropele erhalten.

Nach Jung et al. (1997) hängt der „Burn-Down"-Prozeß der Mittelmeersapropele von der Flußrate organischen Kohlenstoffs, dem TOC-Gehalt des Sapropels, der Sedimentationsrate und der Sauerstoffkonzentration im Tiefenwasser ab. Die Autoren haben berechnet, daß bei einer Sedimentationsrate unter 1-2 cm/ka keine Erhaltung des organischen Materials möglich ist.

Den Tabellen 5.2. und 5.3. ist zu entnehmen, daß die Sedimentationsrate hier nicht der entscheidende Faktor für oder wider eine Erhaltung sein kann. Die Sedimentationsraten sind in den Sapropel-freien Intervallen nicht geringer als dort, wo Sapropele vorliegen. Wie berichtet nehmen die Akkumulationsraten, in den Sapropelen ab (Kap. 5.3.). Vorrausgesetzt, die Initial-TOC-Gehalte der betrachteten Lagen waren ähnlich, also die TOC/Ba-Beziehung stimmt, müssen auch die Primärproduktionsraten und der Kohlenstoff-Fluss in etwa gleich hoch gewesen sein. Damit bleibt als Möglichkeit zur Erklärung der Unterschiede im Erhaltungsgrad des organischen Materials lediglich eine unterschiedliche Sauerstoffkonzentration des Tiefenwassers.

Es gibt theoretisch zwei mögliche Szenarien, um die heute geringen TOC-Gehalte der ehemals TOC-reichen Sedimente zu erklären. Erstens kann ein postsedimentärer „Burn-down" Prozeß stattgefunden haben, wie ihn De Lange et al. (1989), Higgs et al. (1994) und Thomson et al. (1995) vorschlagen. Zweitens könnte der oxidative Abbau saisonal, also quasi-synsedimentär abgelaufen sein.
Bei einem postsedimentären „Burn-down" wären zur Erklärung der vorliegenden Meßwerte Unterschiede in der Sauerstoffversorgung zwischen den Sites sowie zwischen den Ablagerungszyklen nötig, um eine unterschiedliche Effektivität des „Burn-Downs" hervorzurufen. Bei einer beckenweiten Ablagerung von Sapropelen ist die Sauerstoff-

zehrung aufgrund der Bedeckung einer größeren Fläche möglicherweise höher. Das heißt, es läge ein sich selbst verstärkender negativer Effekt vor: Je mehr organisches Material zur Verfügung steht, desto mehr Sauerstoff wird verbraucht, desto langsamer ist der „Burn-down“ Prozeß. Ist nur ein kleinerer Teil der Fläche mit Sapropelen bedeckt, so kann der Burn-down Prozeß möglicherweise mit größerer Effektivität voranschreiten. Es muß zudem beachtet werden, daß neben dem organischen Material auch Sulfide bei einem Burn-down als Reduktionsmittel dienen. So erhöht sich beim Eintreten der biogenen Sulfatreduktion und resultierender Sulfidbildung das Erhaltungspotential eines Sapropels.
Im Falle eines synsedimentären Abbaus wären zum Beispiel saisonale Unterschiede im Sauerstoffangebot notwendig. Da eine Saisonalität in der Bioproduktion selbstverständlich vorgelegen haben muß, schwankt im Zuge der Variationen des Kohlenstoff-Flusses auch die Zehrung von Sauerstoff. Einer sommerlichen Phase hoher Primärproduktion und hohen organischen Kohlenstoff-Flusses stand also möglicherweise ein winterlicher Austausch des Tiefenwassers gegenüber, bei dem sämtliches organische Material wieder abgebaut werden konnte.

Bei einer Abwägung, welche der beiden Szenarien die im Sediment gefundenen Signale besser beschreibt, müssen auch auf die Carbonatgehalte berücksichtigt werden. So kann der komplette Abbau eines Sapropels mit 3 % organischem Kohlenstoff theoretisch nach den Reaktionen

$CH_2O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ und
$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \leftrightarrows 2\ HCO_3^- + Ca^{2+}$ (Emerson & Bender, 1981)

zur Auflösung von absolut über 20 % Carbonat führen, z.B. zu einem Rückgang von 60 % auf 40 % $CaCO_3$ im Gesamtsediment. Die Betrachtung des $CaCO_3$-Profils von Site 967 (Abb. 4.17.) zeigt, daß ein derartiger Einschnitt der Carbonatgehalte bei i264 und i268 nicht stattgefunden hat. Die Carbonatakkumulation ist in den Intervallen mit fehlenden Sapropelen häufig höher (siehe Kap. 5.3.). Das heißt, es muß entweder die Carbonatproduktion höher oder die Erhaltung desselben während der Sapropel-freien Insolationsmaxima besser gewesen sein.

Die Konsequenz dieser Überlegungen ist, daß sich die an Ba angereicherten Lagen nicht in allen Fällen durch einen postsedimentären „Burn-down“-Prozeß erklären lassen. Es müssen bereits während der Ablagerung voneinander abweichende Bedingungen vorgelegen haben. Faktoren wie die Carbonatproduktion, die Sauerstoffzehrung und das Maß der TOC-Erhaltung könnten von Fall zu Fall variiert haben.

6.3.3. Spurenelementakkumulation

Zur Betrachtung der Mengen an Spurenelementen, die aufgrund der in Kap. 4.2.1. diskutierten Prozesse im Zuge der Ablagerung erhöhter Mengen organischen Materials oder während anoxischer Bedingungen im Sediment fixiert werden, ist die Berechnung der Excess- (Überschuß-) Gehalte erforderlich. Sie werden nach folgender Formel erhalten:

$$[El_{xs}] = [El_{ges}] - ((El/Al)_{lith} \bullet [Al_{ges}]) \quad (6)$$

Dabei sind $[El_{ges}]$ und $[Al_{ges}]$ die Gesamt-Konzentrationen der betrachteten Spurenelemente (As, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, V, Zn) und des Aluminiums in der Probe. $(El/Al)_{lith}$ basieren auf den in Kap. 4.2.2. ermittelten Hintergrundwerten (Tab.4.3.).

Da die Spurenelementverteilung in hohem Maße durch diagenetische Prozesse beeinflußt wird, liegen Anreicherungen nicht nur in den Schichten vor, die an Ba angereichert sind, sondern zum Teil auch darüber oder darunter (siehe Kap. 4.2.1.). Es werden für die jeweiligen Ablagerungszyklen (benannt nach Insolationszyklen) durch Integration die Gesamtmengen, sowie die oberhalb, unterhalb und innerhalb eines Ba-Anreicherungshorizontes abgelagerten Mengen an El_{xs} berechnet.

In Tab. 6.3. sind die Ergebnisse für acht Insolationsmaxima und die Lokationen 964, 969 und 967 aufgelistet. Dabei wird sichtbar, daß an Site 969 die größten Mengen an Ba, TOC und Spurenelementen akkumuliert werden. Lediglich von den Elementen Co und Cu wurden an Site 967 größere Mengen akkumuliert. Vom gesamten akkumulierten As sind über 30 % unterhalb der Sapropele oder ehemaligen Sapropele fixiert, von den Elementen Co, Cu und Mo sind es ebenfalls etwa 20 %. Die Akkumulation von Spurenelementen direkt oberhalb des Ba-Anreicherungshorizontes spielt nur beim Element Co mit etwa 15 % eine bedeutende Rolle. Dies könnte mit der Affinität dieses Elements zu Mn-Oxihydroxiden zu erklären sein (Hem, 1989). Während der frühen Diagenese findet möglicherweise eine Anreicherung von Co oberhalb der Sapropele im Bereich einer Mn-Oxihydroxid-Front statt.
Nach Nijenhuis et al. (1998) lassen sich die Spurenelementanreicherungen pliozäner Sapropele mit der Herkunft aus dem Meerwasser erklären. Die einzige Ausnahme bildet das Element Co, bei dem die im Meerwasser verfügbare Menge gemäß Nijenhuis et al. (1998) nicht ausreicht, um die Anreicherungen zu erklären. Der Kopplung des Co mit dem Mn-Kreislauf ist möglicherweise für die besondere Anreicherung dieses Elements verantwortlich.

Tab. 6.3.a) *Akkumulierte Mengen an Ba-Excess (in mg/cm²), $TOC_{init,integ}$ (in g/cm²) und Spurenelement-Excess (in µg/cm²) an Site 964.*

		Site 964 (Pisano Plateau)									
Zyklus	Lage	Ba_{XS}	TOC_{INIT}	As_{XS}	Co_{XS}	Cr_{XS}	Cu_{XS}	Mo_{XS}	Ni_{XS}	V_{XS}	Zn_{XS}
	oberhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
i246	innerhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	unterhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	gesamt	**0,0**	**0,00**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	oberhalb			101	206	434	352	1	992	206	96
i260	innerhalb			426	1531	1936	832	439	3974	1201	512
	unterhalb			400	42	35	250	152	34	91	84
	gesamt	**19,4**	**0,60**	**927**	**1779**	**2405**	**1434**	**592**	**5000**	**1498**	**692**
	oberhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
i262	innerhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	unterhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	gesamt	**0,0**	**0,00**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	oberhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
i264	innerhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	unterhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	gesamt	**0,0**	**0,00**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	oberhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
i266	innerhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	unterhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	gesamt	**0,0**	**0,00**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	oberhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
i268	innerhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	unterhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	gesamt	**0,0**	**0,00**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	oberhalb			146	55	36	62	39	62	91	7
i272	innerhalb			111	75	201	337	5	207	431	68
	unterhalb			270	86	101	3645	71	71	810	0
	gesamt	**1,8**	**0,06**	**527**	**216**	**338**	**4044**	**115**	**340**	**1332**	**75**
	oberhalb			101	408	41	129	7	520	35	18
i276	innerhalb			272	1636	648	872	130	2606	1653	645
	unterhalb			91	192	33	206	77	195	104	23
	gesamt	**7,1**	**0,22**	**464**	**2236**	**722**	**1207**	**214**	**3321**	**1792**	**686**
∑ oberhalb				348	669	511	543	47	1574	332	121
∑ innerhalb				809	3242	2785	2041	574	6787	3285	1225
∑ unterhalb				761	320	169	4101	300	300	1005	107
∑ **gesamt**		**28,3**	**0,88**	**1918**	**4231**	**3465**	**6685**	**921**	**8661**	**4622**	**1453**
% oberhalb				18	16	15	8	5	18	7	8
% unterhalb				40	8	5	61	33	3	22	7

Tab. 6.3.b) *Akkumulierte Mengen an Ba-Excess (in mg/cm²), $TOC_{init,integ}$ (in g/cm²) und Spurenelement-Excess (in µg/cm²) an Site 969.*

		Site 969 (Mediterraner Rücken)									
Zyklus	Lage	Ba_{XS}	TOC_{INIT}	As_{XS}	Co_{XS}	Cr_{XS}	Cu_{XS}	Mo_{XS}	Ni_{XS}	V_{XS}	Zn_{XS}
	oberhalb			100	0	0	0	117	0	77	30
i246	innerhalb			268	915	603	7461	272	1504	2527	555
	unterhalb			85	538	179	854	98	759	536	116
	gesamt	**27,5**	**1,84**	**453**	**1453**	**782**	**8319**	**487**	**2263**	**3140**	**701**
	oberhalb			0	0	0	0	0	0	0	35
i260	innerhalb			414	680	651	1331	405	2342	2996	803
	unterhalb			245	254	5	182	16	617	0	0
	gesamt	**23,9**	**1,60**	**659**	**934**	**656**	**1513**	**421**	**2959**	**2996**	**838**
	oberhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
i262	innerhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	unterhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	gesamt	**0,0**	**0,00**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	oberhalb			0	0	3	23	0	51	0	80
i264	innerhalb			0	6	128	231	0	290	5	166
	unterhalb			0	0	0	67	0	53	0	176
	gesamt	**7,9**	**0,53**	**0**	**6**	**131**	**321**	**0**	**394**	**5**	**422**
	oberhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
i266	innerhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	unterhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
	gesamt	**0,0**	**0,00**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	oberhalb			0	0	47	30	0	113	0	431
i268	innerhalb			0	0	161	132	0	252	30	1116
	unterhalb			0	0	10	0	0	105	0	745
	gesamt	**3,3**	**0,22**	**0**	**0**	**218**	**162**	**0**	**470**	**30**	**2292**
	oberhalb			0	67	30	180	0	204	34	2113
i272	innerhalb			384	670	836	1149	457	1815	5124	8923
	unterhalb			163	155	116	320	5	533	95	2257
	gesamt	**21,6**	**1,45**	**547**	**892**	**982**	**1649**	**462**	**2552**	**5253**	**13293**
	oberhalb			0	0	0	0	0	0	0	90
i276	innerhalb			347	329	555	849	375	1718	2826	547
	unterhalb			308	140	141	292	105	596	110	137
	gesamt	**9,9**	**0,66**	**655**	**532**	**696**	**1141**	**480**	**2314**	**2936**	**774**
∑ oberhalb				100	67	80	233	117	368	111	2779
∑ innerhalb				1413	2600	2934	11153	1509	7921	13508	12110
∑ unterhalb				801	1087	451	1715	224	2663	741	3431
∑ gesamt		**94,1**	**6,30**	**2314**	**3817**	**3465**	**13105**	**1850**	**10952**	**14360**	**18320**
% oberhalb				4	2	2	2	6	3	1	15
% unterhalb				35	28	13	13	12	24	5	19

Tab. 6.3.c) *Akkumulierte Mengen an Ba-Excess (in mg/cm²), $TOC_{init,integ}$ (in g/cm²) und Spurenelement-Excess (in µg/cm²) an Site 967.*

		Site 967 (Eratosthenes Seamount)									
Zyklus	Lage	Ba_{XS}	TOC_{INIT}	As_{XS}	Co_{XS}	Cr_{XS}	Cu_{XS}	Mo_{XS}	Ni_{XS}	V_{XS}	Zn_{XS}
	oberhalb			0	0	37	188	0	0	0	0
i246	innerhalb			0	1293	184	6396	0	1845	649	69
	unterhalb			0	0	65	327	0	0	211	19
	gesamt	**9,5**	**0,67**	**0**	**1293**	**286**	**6911**	**0**	**1845**	**860**	**88**
	oberhalb			1	0	17	0	0	0	0	0
i260	innerhalb			690	775	528	1430	481	2059	2194	45
	unterhalb			190	660	63	292	124	84	234	0
	gesamt	**16,4**	**1,16**	**881**	**1435**	**608**	**1722**	**605**	**2863**	**2428**	**45**
	oberhalb			0	397	19	209	0	483	119	0
i262	innerhalb			0	101	10	175	0	39	103	0
	unterhalb			0	64	0	980	0	122	150	38
	gesamt	**2,0**	**0,14**	**0**	**562**	**29**	**1364**	**0**	**644**	**372**	**38**
	oberhalb			0	0	0	339	0	0	94	0
i264	innerhalb			0	72	79	0	0	133	52	0
	unterhalb			0	0	10	0	0	0	29	0
	gesamt	**9,5**	**0,67**	**0**	**72**	**89**	**339**	**0**	**133**	**175**	**0**
	oberhalb			0	0	0	0	0	0	0	0
i266	innerhalb			0	0	0	0	5	0	0	0
	unterhalb			0	0	0	43	6	0	0	0
	gesamt	**0,6**	**0,04**	**0**	**0**	**0**	**43**	**11**	**0**	**0**	**0**
	oberhalb			0	0	0	75	0	0	0	0
i268	innerhalb			0	20	10	0	0	0	59	0
	unterhalb			0	0	3	0	0	0	123	0
	gesamt	**7,2**	**0,51**	**0**	**20**	**13**	**75**	**0**	**0**	**182**	**0**
	oberhalb			0	1121	0	734	0	81	208	0
i272	innerhalb			15	15	403	1619	96	1490	1933	56
	unterhalb			211	1011	0	538	75	1302	155	0
	gesamt	**13,5**	**0,96**	**226**	**2147**	**403**	**2891**	**171**	**2873**	**2296**	**56**
	oberhalb			0	57	0	0	0	0	73	0
i276	innerhalb			678	678	581	2243	462	1613	3606	141
	unterhalb			70	86	0	162	64	95	104	0
	gesamt	**11,2**	**0,80**	**748**	**821**	**581**	**2405**	**526**	**1708**	**3783**	**141**
∑ oberhalb				1	1575	73	1545	0	564	494	0
∑ innerhalb				1383	2954	1795	11863	1044	7179	8596	311
∑ unterhalb				471	1821	141	2342	269	1603	1006	57
∑ gesamt		**69,9**	**4,96**	**1855**	**6350**	**2009**	**15750**	**1313**	**10066**	**10096**	**368**
% oberhalb				0	25	4	10	0	6	5	0
% unterhalb				25	29	7	15	20	16	10	15

Bei Betrachtung der Verhältnisse von $El._{xs}$ zu TOC_{init}, die entsprechend Tab. 6.3 berechnet wurden, kann zwischen verschiedenen Insolationsmaxima unterschieden werden (Abb. 6.9.).
In Zeiten schwächerer Insolationsmaxima, z.B. i262, i264, i266 oder i268, ist die Menge von akkumuliertem TOC_{init} im Osten (Site 967) am höchsten. Zu diesen Zeiten werden keine Sapropele erhalten und nur sehr geringe Mengen an Spurenelementen akkumuliert. Zu Zeiten intensiverer Insolations-Maxima werden an Site 969 die höchsten Mengen an TOC akkumuliert, jedoch an Site 964, im Ionischen Becken, die höchsten El_{xs}/TOC_{init}-Verhältnisse erreicht. Das bedeutet, daß gemessen an der Menge initial akkumulierten organischen Materials die Anreicherung an Spurenmetallen während der Sapropelablagerung an Site 964 am höchsten ist. Der Grund ist in einer besseren Verfügbarkeit von Spurenelementen an dieser Lokation zu suchen. Es könnten z.B. höhere Konzentrationen im Tiefenwasser vorgelegen haben. Eine zweite Erklärungsmöglichkeit ist ein seltenerer Austausch des Tiefenwassers an Site 964, wodurch anoxische Verhältnisse, im Jahresmittel betrachtet, länger vorgeherrscht haben könnten. Das würde allerdings voraussetzen, daß anoxische Verhältnisse in der Wassersäule nur saisonal vorgelegen hätten.

6.3.4. Verhalten von Mn

Im Gegensatz zu den in Kap. 6.3.2. betrachteten Spurenelementanreicherungen ist eine klare Zuordnung von Mn-Anreicherungen oder Abreicherungen während bestimmter Ablagerungszyklen nicht möglich. Mn wird bereits unter suboxischen Bedingungen mobilisiert und verteilt sich demgemäß bei tieferer Versenkung der Sedimente um (Thomson et al., 1986). Wie bereits diskutiert wurde ist die Affinität dieses Elements zu Carbonatoberflächen hierbei ein wichtiger Faktor (Kap. 4.1. und 4.4.). Aufgrund dieser Umverteilung des Mangans können nur längere Sedimentabschnitte miteinander verglichen werden. Es soll im folgenden zwischen Sapropele enthaltenden und Sapropel-freien Intervallen unterschieden werden (Tab. 6.4.). Betrachtet werden die Sapropele enthaltenden Intervalle von i246 bis i260, i272 bis i276 und i280 bis i288 sowie die Sapropel-freien Intervalle von i238 bis i244 und i262 bis i268.

Im Mittel besitzen die Sapropel-freien Sedimente höhere Konzentrationen an Carbonat und ein höheres Ca/Al-Verhältnis. Mittlere Mn-Konzentration und Mn/Al-Verhältnisse sind an den Lokationen 969, 967 und 966 in den Sapropel-freien Sedimenten höher, jedoch an Site 964 geringer. Dieses gegensätzliche Verhalten von Site 964 und den anderen Lokationen zeigt sich auch bei den Mn-Akkumulationsraten (MAR_{Mn}). Das Mn/Ca-Verhältnis ist in den Sedimenten von Site 967 und 966 in den Sapropel-freien Intervallen ebenfalls höher als dort, wo Sapropele enthalten sind. An Site 969 nimmt

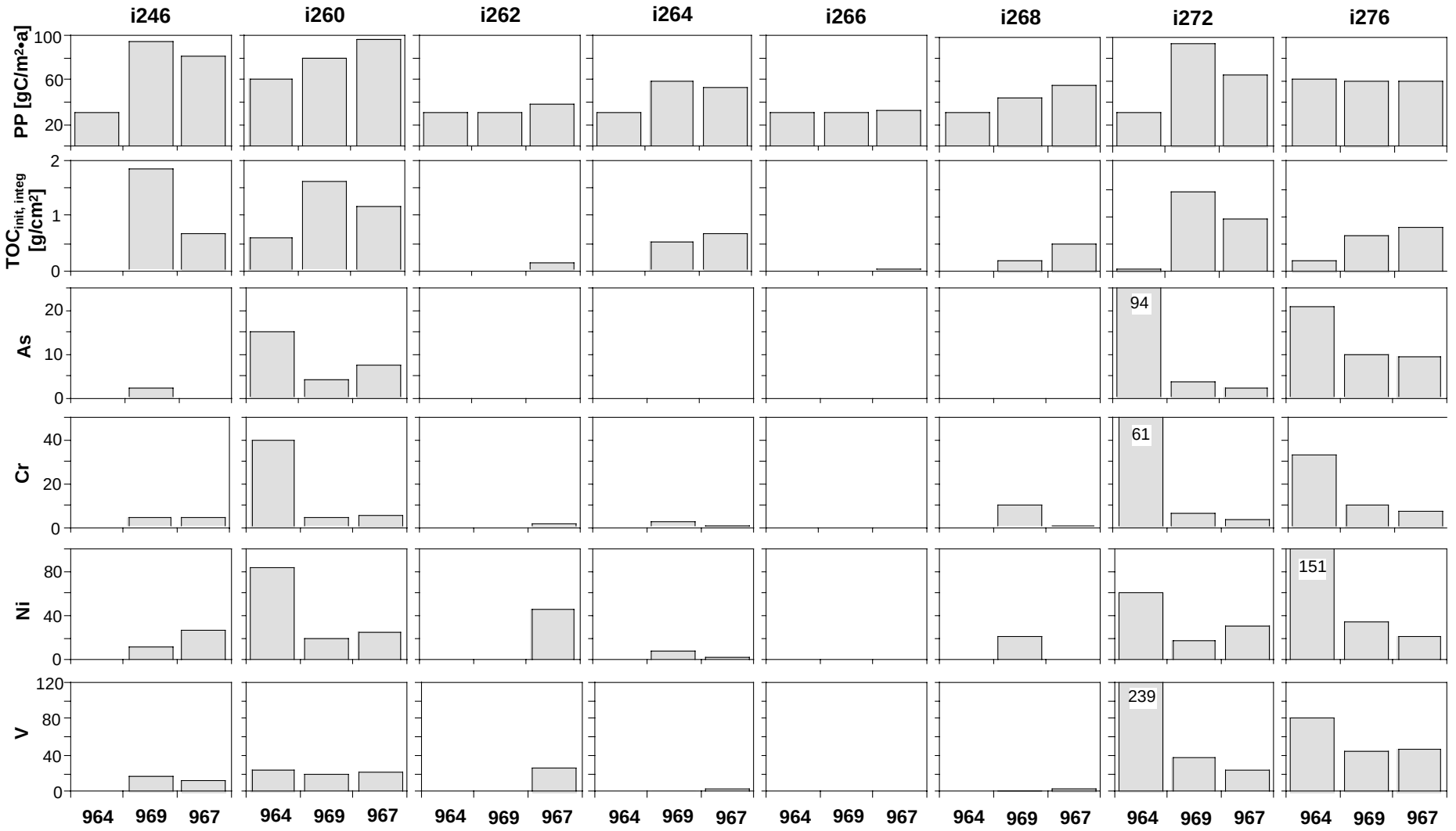


Abb. 6.9. *Primärproduktionsraten (PP), $TOC_{init,integ}$-Gehalte und Spurenelement/TOC_{init}-Verhältnisse (El/TOC_{init}•10^{-4}) ausgewählter Ablagerungszyklen (benannt nach Insolationszyklen) an den Lokationen 964 (Ionisches Meer), 969 (Mediterraner Rücken) und 967 (Eratosthenes Seamount).*

Tab. 6.4. *Vergleich von Carbonat- und Manganwerten Sapropele enthaltender und Sapropel-freier Sedimente.*

	Sapropele enthaltende				**Sapropel-freie Intervalle**			
Site	964	969	967	966	964	969	967	966
CaCO3 [%]	59,6	57,8	50,1	58,8	63,4	65	53,9	61,6
Mn [µg/g]	1668	944	1399	559	1387	1010	1771	839
Ca/Al	7,9	8,3	4,6	7,2	9	10,4	5,3	8,1
Mn/Al•10^{-4}	537	332	315	169	488	397	436	275
Mn/Ca•10^{-4}	72,6	42,9	69,2	23,8	55,3	39,2	82,2	34
MAR_{Mn} [µg/cm^2•ka]	4675	2142	3905	976	3783	3272	4553	1510

der Ca-Gehalt in den Sapropelen möglicherweise aufgrund von Auflösung sehr drastisch ab, wodurch die leicht höheren Mn/Ca-Verhältnisse verursacht werden.
Wie bereits in Kap. 4.1. erwähnt, ist ein Transport von Mn aus flacheren in tiefere Regionen des östlichen Mittelmeeres zu erwarten. Beim Vorliegen oxischen Bodenwassers wird das Mn während der frühen Diagenese unterhalb der Sedimentoberfläche mobilisiert. Die Reduktion geschieht dort unter suboxischen Bedingungen durch bakterielle Oxidation von organischem Kohlenstoff, Schwefel oder Sulfiden (Aller & Rude, 1988; Canfield et al., 1993). Das aufwärtsdiffundierende Mn^{2+} wird dann an der Front des abwärtsdiffundierenden Sauerstoffs wieder zu Mn(IV) aufoxidiert und gefällt (Thomson et al., 1986).
Thamdrup et al. (1994) untersuchten saisonale Variationen in küstennahen Sedimenten der dänischen Nordseeküste und konnten zeigen, daß der Mn-Kreislauf sich während der Frühjahrsblüte sowie im Herbst bis in die Wassersäule hinauf verlagert. Wenn Wiederausfällung von Mn an der Sedimentoberfläche oder in der Wassersäule stattfindet, können Mn-Oxihydroxide als Teil der bodennahen Nepheloidschicht mit Bodenströmungen in tiefere Bereiche verfrachtet werden. Diese Prozesse erklären den generellen Trend einer Zunahme des Mn-Gehalts mit der Wassertiefe. Beim ständigen Vorliegen einer anoxischen Sediment-Meerwasser-Grenzschicht ist der Transport partikulären Mangans intensiviert. Das erklärt, warum in Perioden der Sapropelablagerung gegenüber Perioden ohne Sapropelvorkommen in Wassertiefen unter 3000 m (Sites 969, 967, 966) ein Verlust von Mn im Sediment stattfindet, in größeren Wassertiefen (Site 964) jedoch ein Zugewinn von Mn zu verzeichnen ist.

Es stellt sich die Frage, ob die beobachtete, erhöhte Mn-Akkumulation in großen Wassertiefen den relativen Verlust von Mn in geringeren Wassertiefen aufwiegt. Hierzu wird modellhaft die Annahme gemacht, daß aufgrund des zyklischen Auftretens von Sapropelen in Wassertiefen unter 3000 m im Mittel ein Verlust von 770 µg/cm2•ka Mn und in Wassertiefen über 3000 m ein Zugewinn von 890 µg/cm2•ka stattfindet. Diese Zahlen

ergeben sich aus der Differenz der Mn-Akkumulationsraten der Sapropele enthaltenden und Sapropel-freien Sedimente (Tab. 6.4.). Um eine ausgeglichene Bilanz des Mangans zu erhalten, müßte der Flächenanteil der Bereiche mit Wassertiefen über 3000 m 46 % der Gesamtfläche betragen. Wie bathymetrischen Karten zu entnehmen ist (Emery et al., 1966) ist das allerdings nicht der Fall. Höchstens ein Viertel der Gesamtfläche des östlichen Mittelmeeres weist Tiefen größer oder gleich 3000 m auf. Das bedeutet, daß in dieser Bilanz fehlendes Mangan entweder in einigen noch tieferen Bereichen (> 3700 m) extrem stark akkumuliert wird, daß eine erhöhte Akkumulation in geringeren Wassertiefen oberhalb der Redoxkline stattfindet (z.B. Thurow et al., 1992) oder daß Mangan vermehrt ins westliche Mittelmeer exportiert wird. Welche dieser drei Möglichkeiten zutrifft kann in dieser Arbeit nicht geklärt werden und bedarf weiterer Untersuchungen. Klar ist jedoch, daß der Umverteilungsprozeß des Mangans während der Phasen der Sapropelbildung intensiviert gewesen sein muß. Ein signifikanter Export von Mangan ist nur dann möglich, wenn anoxische Bedingungen für eine erhöhte Konzentration gelösten Mangans auch in den oberen Wasserschichten sorgen.

6.4. Modellvorstellungen

Um zu Modellvorstellungen bezüglich eines paläoklimatisch-/paläoozeanographischen Szenarios der Sapropelbildung zu gelangen, müssen die Ergebnisse dieser Arbeit, wie auch aus der Literatur bekannte Ergebnisse berücksichtigt werden. Zunächst werden die wichtigsten Aussagen und Fakten aufgelistet, denen bei der Aufstellung eines Modells Rechnung getragen werden muß.

6.4.1. Aussagen dieser Arbeit

• Der Chemismus der Sedimente des östlichen Mittelmeeres spiegelt Signale variierender Eintragsquellen wider, die von der Zyklizität der 65°N-Sommer-Sonneneinstrahlung gesteuert werden und daher Klimazyklen anzeigen.
• Fluviatile Einträge nehmen mit der Insolation zu und äolische Einträge nehmen bei zunehmender Insolation ab.
• Es treten starke Unterschiede zwischen Perioden unterschiedlich intensiver Insolationsmaxima auf, die auf unterschiedliche ozeanographische Bedingungen hinweisen.

- Während besonders intensiver Insolationsmaxima kommt es beckenweit zur Bildung und Erhaltung von Sapropelen. Die Carbonatakkumulation ist gering, die Produktion organischen Materials ist an Site 969 besonders hoch, doch relativ zur Akkumulation organischen Materials ist die Spurenelementakkumulation an Site 964 am höchsten. Es kommt zu einer drastischen Umverteilung und wahrscheinlich einem Export von Mn.

- Während moderater Insolationsmaxima tritt lediglich im zentralen Bereich und im Osten des östlichen Mittelmeeres eine erhöhte Produktion organischen Materials auf und es kommt dort teilweise zur Bildung bzw. Erhaltung von Sapropelen. In diesen Fällen ist die Produktivität und die Spurenelementakkumulation im Osten, am Eratosthenes Seamount, oft am höchsten. Die Carbonatakkumulation ist nicht immer geringer, an Site 964 liegen zu diesen Zeiten höhere Carbonatgehalte vor als während der Insolationsminima.
- Während schwacher Insolationsmaxima ist die Produktivität nur im Osten (Eratosthenes Seamount) leicht erhöht. Es kommt an keiner der Lokationen zur Erhaltung von Sapropelen und es findet keine signifikante Akkumulation von redoxsensiblen oder chalkophilen Spurenelementen statt. An den Sites 964 und 969 werden rötliche Sedimente abgelagert. An Site 969 sind die Ti/Al-Verhältnisse im Gegensatz zu intensiveren Insolationsmaxima relativ hoch. An Site 964 kommt es zum Teil zum Eintrag größerer Mengen Mg-, Cr-, und Ni-reichen Materials.
- Zeiten intensiver und schwacher Insolationsminima unterscheiden sich lediglich in der relativen Höhe der Eintragsmengen terrigen-detritischen Materials fluviatiler oder äolischer Herkunft. Dies weist auf gleiche ozeanographische Bedingungen hin.

6.4.2. Literaturbefunde

• Die Nilschüttung korreliert mit der Intensität des ostafrikanischen Monsuns, die wiederum von der Sommer-Sonneneinstrahlungsintensität auf dem Nordafrikanischen Kontinent abhängt (Rossignol-Strick, 1983 & 1985).
• Während der Sapropelbildung herrscht in den NBEM ein feuchteres Klima wodurch ein erhöhter Flußeintrag induziert wird (Cramp et al., 1988; Rohling & Hilgen, 1991).
• Klimagesteuerte Fluktuationen des äolischen Materials konnten auch von Mélières et al. (1998) in Mittelmeersedimenten nachgewiesen werden. Ein wichtiger Indikator ist dabei das Tonmineral Palygorskit, dessen Herkunftsort nach der Angabe der Autoren nur der afrikanische Kontinent sein kann.
• Während der beckenweiten Ablagerung besonders TOC-reicher Sapropele herrschten anoxische Bedingungen im Tiefenwasser bis hinauf in die photische Zone (Passier et al., 1998). Dies ist durch die extrem hohen Gehalte an Eisensulfiden, Spurenmetallen wie auch das Vorliegen von Derivaten von Isorenieratan belegt. Letztere stellen Biomarker für Chlorobiazeae, grüne Schwefelbakterien, dar, welche für ihre Existenz Licht, wie auch H_2S benötigen.
• Das organische Material der Sapropele stammt größtenteils von marinen Algen (Bouloubassi et al., 1998; Rullkötter et al., 1998), wobei auch ein signifikanter Anteil

terrigenen organischen Materials nachgewiesen werden konnte (Bouloubassi et al., 1998).
• Die Untersuchungen von Pearce et al. (1998) an Sapropel S5 deuten darauf hin, daß zur Zeit seiner Bildung kein Auftrieb geherrscht hat. An einer Lokation mit extrem hoher Sedimentationsrate (Site 971, Napoli Dome Schlammvulkan) wurden im Sapropel S5 laminierte Ablagerungen einer mattenbildenden Diatomeenart gefunden, die unter Bedingungen einer geschichteten Wassersäule leben.

In der Vergangenheit wurden zwei gegensätzliche ozeanographische Modellvorstellungen zur Erklärung der Sapropelbildung diskutiert.
Nach den Berechnungen von Sarmiento et al. (1988) muß sich die Zirkulation zu Zeiten der Sapropelbildung von einem lagunären zu einem ästuarinen Modus umgekehrt haben (vgl. Abb. 1.2.). Im Gegensatz zur heutigen Situation, in der ein Export von Nährstoffen ins westliche Mittelmeer stattfindet, hätte dann ein Nährstoff-Recycling im östlichen Mittelmeer stattgefunden.
Rohling & Gieskes (1989) und Rohling (1994) haben postuliert, daß es durch einen erhöhten Süßwassereintrag oder eine verminderte Evaporation zu einer Verlagerung der Dichtesprungschicht (Pyknokline) bis hinauf in die photische Zone kommt. Zusammen mit der Pyknokline wandert auch die Nutrikline in Richtung der Wasseroberfläche und es kommt im unteren Bereich der photischen Zone zu einer erhöhten Bioproduktion, und damit zu einem tiefgelegenen Chlorophyll-Maximum. Nach diesem Modell wäre der heute vorliegende anti-ästuarine (lagunäre) Zirkulationsmodus (Abb. 6.10.) erhalten geblieben.
Im Ansatz von Sarmiento et al. (1988) wird auf ein stark vereinfachtes Zirkulationsmodell zurückgegriffen, das insbesondere dann Schwächen aufweist, wenn es gilt laterale Unterschiede in der Sapropelbildung oder die Abstufung verschieden starker Produktivitätsereignisse zu erklären.
Laut Rohling (1994) ist als Kritik am Modell von Sarmiento et al. zu nennen, daß die Autoren von einem sehr geringen Nährstoffexport vom östlichen ins westliche Mittelmeer ausgehen. Dies ist nicht mit dem Vorkommen von Sapropelen im westlichen Mittelmeer vereinbar. Außerdem können unter Aufrechterhaltung der heutigen Zirkulationsrichtung und einer guten Abschirmung der Nährstoffe unterhalb der Pyknokline durchaus größere Mengen an Phosphat etc. mit dem Intermediärwasser ins westliche Mittelmeer und weiter in den Atlantik transportiert werden, ohne daß die Bioproduktion im westlichen Mittelmeer signifikant erhöht wird.
Ein Kritikpunkt an dem Modell von Rohling (1994) ist, daß seine Argumentation fast ausschließlich auf Ergebnissen der Analyse eines einzigen Sapropels, des holozänen S1-Sapropels, basiert und sich daher schlecht verallgemeinern läßt.

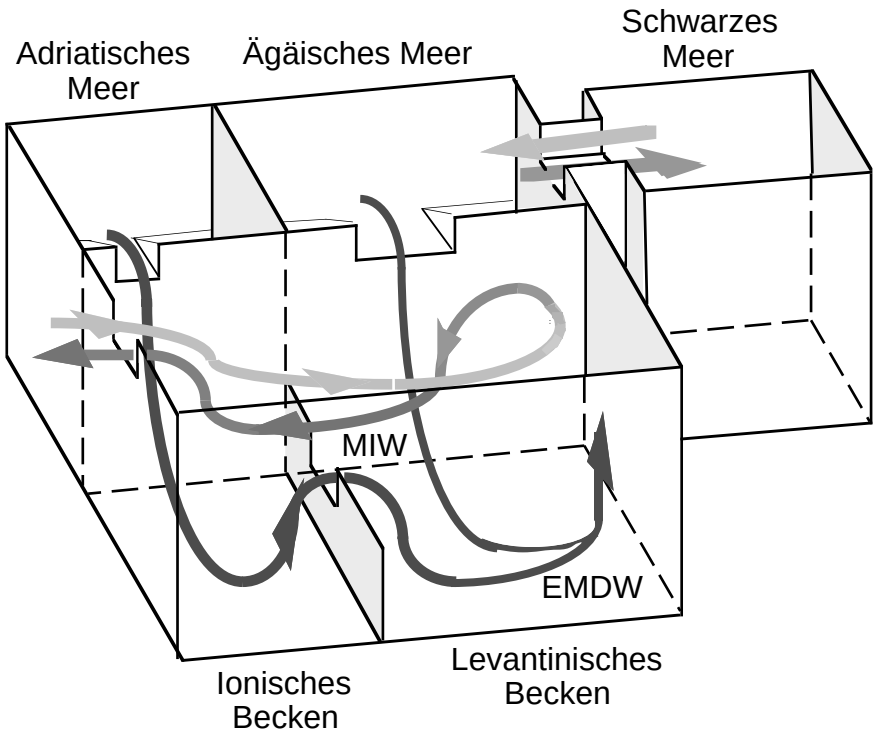


Abb. 6.10. *Schema der Wasserzirkulation im heutigen östlichen Mittelmeer (nach Malanotte-Rizzoli & Hecht, 1988).*
Wasser aus dem Atlantik strömt als Nordafrikanischer Strom oberflächlich durch die Straße von Sizilien bis in den östlichen Teil des Levantinischen Beckens. Dort sinkt es aufgrund von Verdunstung und dadurch bedingte Zunahme des Salzgehalts ab und bildet einen großen Teil des Mediterranen Intermediärwassers (MIW). Dieses strömt in Gegenrichtung des Oberflächenwassers durch das westliche Mittelmeer bis in den Atlantik. Tiefenwasser (EMDW = Eastern Mediterranean deep water) bildet sich im Winter größtenteils in der Adria, wo kalte Bora-Winde das Wasser stark abkühlen und in der Tiefe in Richtung Süden abfließen lassen. Dieses kühle Wasser aus dem Adriatischen Meer mischt sich mit salzreichem Intermediärwasser, sinkt bis ins tiefe Ionische Becken ab und verteilt sich weiter im Levantinischen Becken.

Nur unter Berücksichtigung beider Erklärungsmodelle können neue bzw. erweiterte Vorstellungen entwickelt werden, die mit den neuesten Forschungsergebnissen kompatibel sind.
Im folgenden werden Modellvorstellungen zu den Paläoumweltbedingungen präsentiert, mit denen versucht wird, allen genannten Untersuchungsergebnissen gerecht zu werden.

6.4.3. Modellvorstellungen zu Zeiten von Insolationsminima (heutige Situation)

In den nördlich an das Mittelmeer angrenzenden Ländern herrscht das typische „mediterrane Klima“ mit trockenen und heißen Sommern sowie feuchtkühlen Wintern (DHI, 1977). Die nördliche Sahara ist durch aride Bedingungen gekennzeichnet und der Eintrag von Staub ist daher hoch. Aufgrund des geringen Süßwassereintrags und hoher Verdunstung liegt eine anti-ästuarine oder lägunäre Zirkulation im östlichen Mittelmeer

vor (Abb. 6.11a.). Meerwasser fließt an der Oberfläche über die Straße von Sizilien herein, sinkt aufgrund der Zunahme des Salzgehalts im nordöstlichen Levantinischen Meer ab und verläßt das östliche Mittelmeer als Intermediärwasser (siehe auch Abb. 6.10.). Nährstoffreiches Wasser kann in dieser Situation nicht in die photische Zone gelangen, denn die Durchmischung von Intermediärwasser und Oberflächenwasser wird durch die knapp darunter liegende Pyknokline verhindert. Es herrschen also oligotrophe Verhältnisse, die Bioproduktion organischen Materials ist gering. Zusätzlich findet ein effektiver Austausch des Tiefenwassers statt (siehe auch Abb. 6.10.). Die unter oxischen Bedingungen abgelagerten Sedimente besitzen eine helle Farbe (beige oder hellgrau), die Erhaltung organischen Materials ist sehr gering (TOC-Gehalte ≤ 0,2).

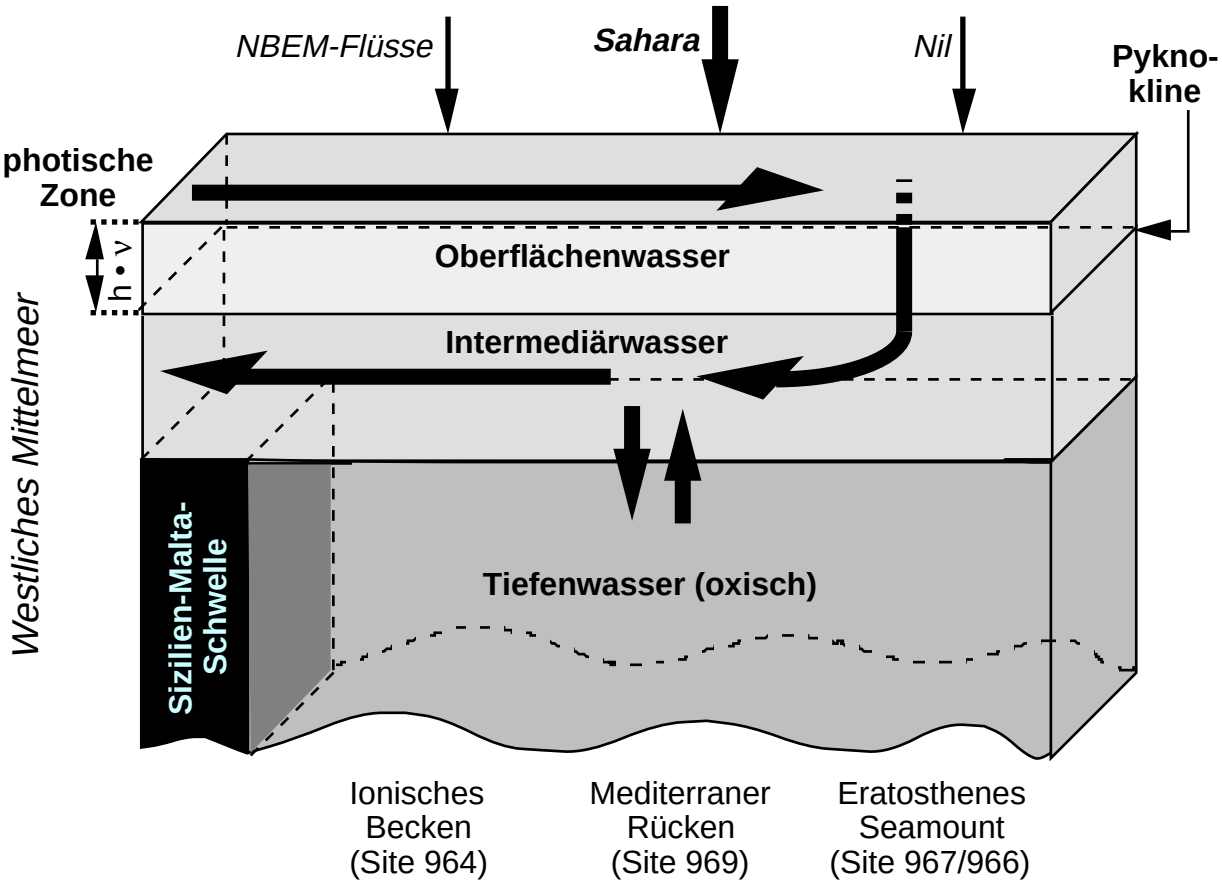


Abb. 6.11a. *Ozeanographisches Scenario im heutigen Mittelmeer, bzw. während Sommer-Insolationsminima auf der nördlichen Hemisphäre.*

6.4.4. Modellvorstellungen zu Zeiten schwacher Insolationsmaxima

Das Klima im Mittelmeerraum ist geringfügig humider als in der heutigen Situation und die Aktivität des ostafrikanischen Monsuns ist leicht verstärkt. Die Einträge von Süßwasser sind etwas höher. Durch erhöhte Einträge vom Nil (Abb. 6.11b.) kommt es zu

einer leicht verbesserten Nährstoffsituation im Osten (Eratosthenes Seamount). Dies ist entweder mit den fluviatil eingetragenen Nährstoffen oder mit einer leichten Aufwärtswanderung der Pyknokline in Folge des erhöhten Süßwasserzustroms zu erklären. Die Wasserzirkulation folgt dem heute vorliegenden Muster, wobei die Flußraten leicht abgeschwächt sind. Bei gut durchlüftetem Tiefenwasser werden unter oxischen Bedingungen beigefarbene bis rötliche Sedimente mit äußerst geringen TOC-Gehalten (≤ 0,2) abgelagert. (Beispiele hierfür sind die Zyklen i240, i244, i262, i266.)

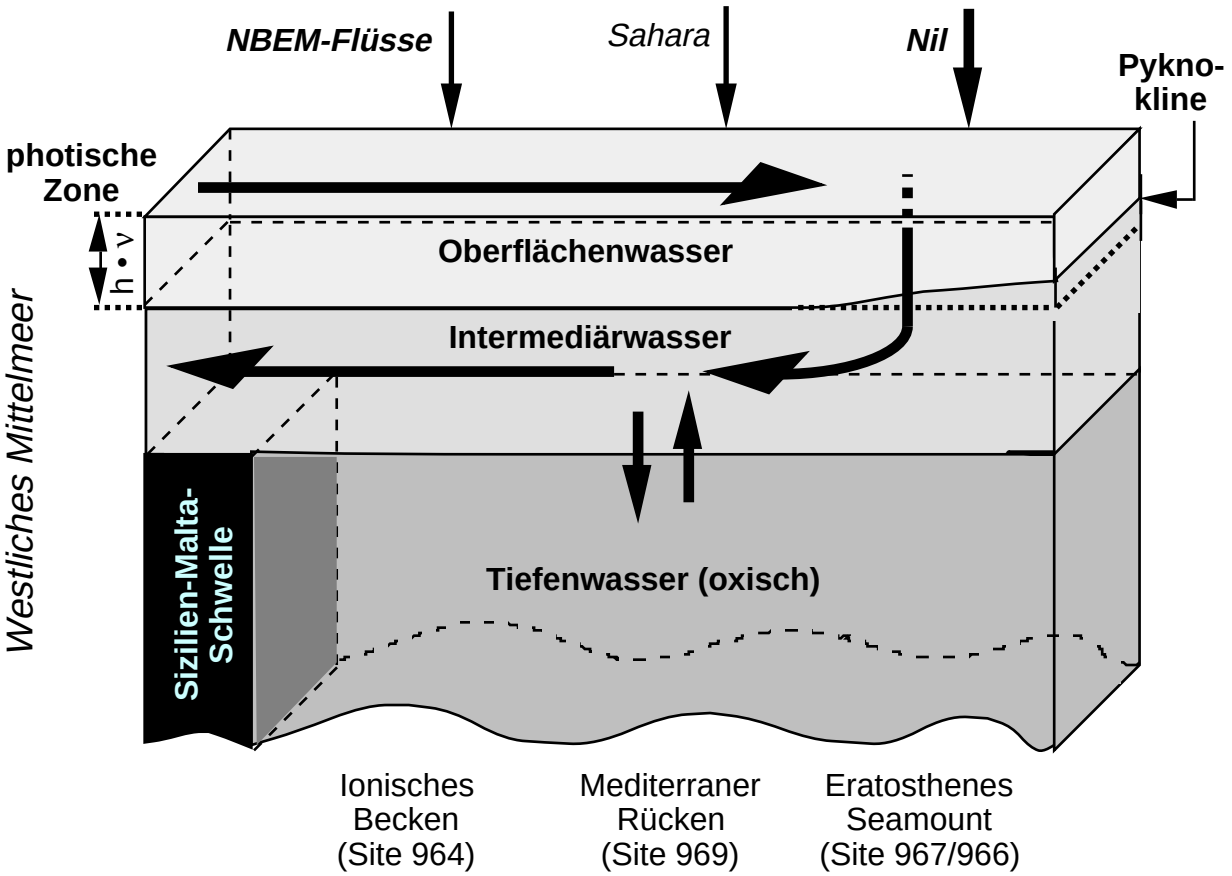


Abb. 6.11b. *Ozeanographisches Scenario während schwacher Sommer-Insolationsmaxima auf der nördlichen Hemisphäre.*

6.4.5. Modellvorstellungen zu Zeiten moderater Insolationsmaxima

Ein feuchteres Klima im Mittelmeerraum wie auch eine verstärkte Aktivität des ostafrikanischen Monsuns führen zu einem stark erhöhten Flußeintrag. Der Süßwassereintrag sorgt für eine Verschiebung der Pyknokline in Richtung der Wasseroberfläche (Abb. 6.11c.). Da der Nil in dieser Situation die wichtigste Quelle für Süßwasser darstellt, befindet sich die Pyknokline im Osten in der geringsten Wassertiefe und sorgt dort für

die höchste Bioproduktivität in der photischen Zone. Im Bereich südlich von Kreta ist die Produktivität etwas geringer und im Ionischen Meer ist sie kaum erhöht. Es liegt zwar ein anti-ästuarines Zirkulationsmuster vor, doch die Strömungsintensitäten sind verringert. Der Austausch des Tiefenwassers erfolgt seltener. Dieser Umstand sorgt zum Teil für sauerstoffarme oder anoxische Bedingungen durch die eine Sapropelbildung ermöglicht werden kann. Aufgrund einer geringen Vegetationsdecke in der nördlichen Sahara sind die Staubeinträge ins Mittelmeer vermindert. (Beispiele hierfür sind die Zyklen i246, i264, i268, i278.)

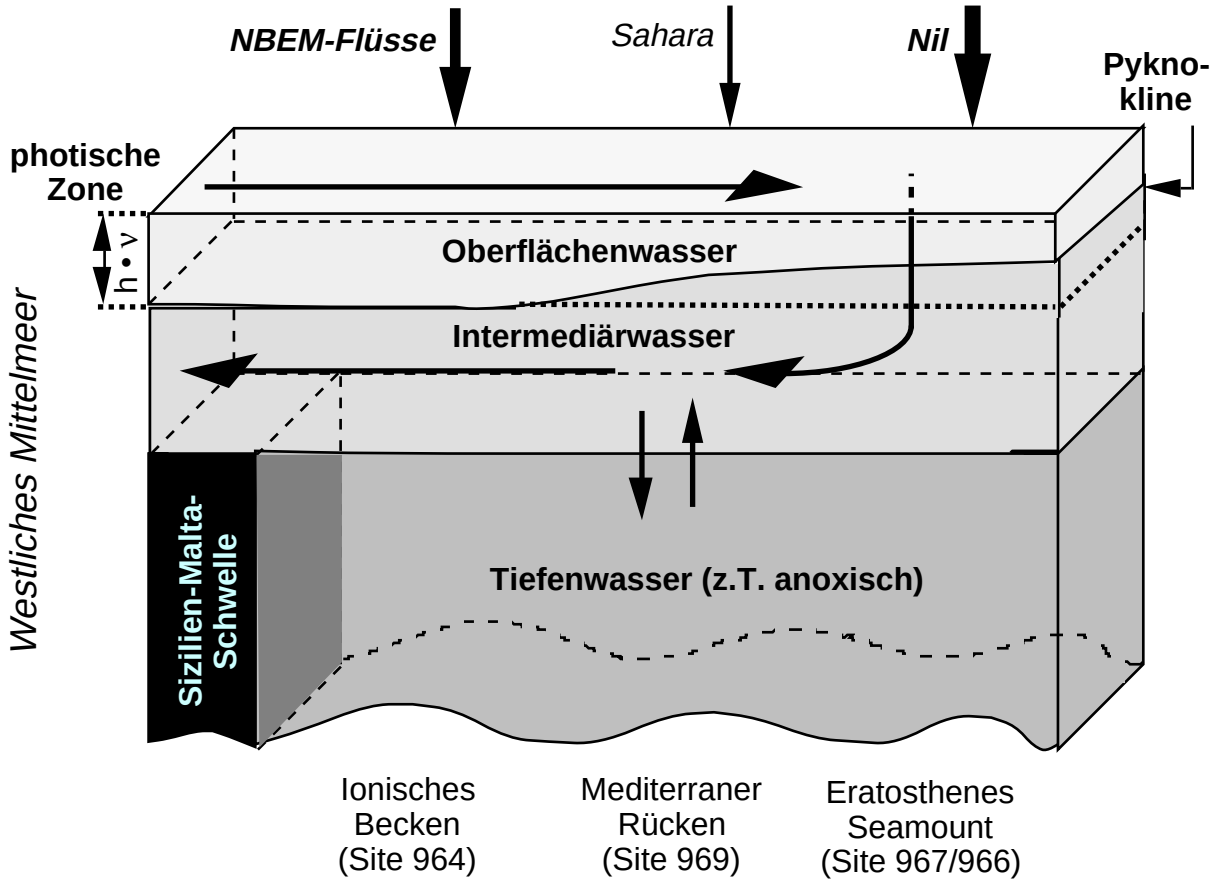


Abb. 6.11c. *Ozeanographisches Scenario während moderater Sommer-Insolationsmaxima auf der nördlichen Hemisphäre.*

6.4.6. Modellvorstellungen zu Zeiten intensiver Insolationsmaxima

Erhöhte Niederschlagsintensität im Mittelmeerraum und ein stark intensivierter ostafrikanischer Monsun sorgen für eine drastische Zunahme der Süßwassereinträge und eine positive Wasserbilanz (vgl. Abb. 1.2.). Dies führt weiterhin zu einer flach liegenden Pyknokline und erhöhter organischer Bioproduktion im gesamten östlichen Mittelmeer

(Abb. 6.11d.). Die Unterbrechung oder Umkehrung der Wasserzirkulation könnte zur Ausbildung von Auftriebszellen in den Bereichen führen, die am weitesten von den Süßwasserquellen entfernt liegen. Dies würde die hohe Bioproduktion an der Lokation südlich von Kreta (Site 969) erklären. Anoxische Verhältnisse im Tiefenwasser, das nur sehr selten erneuert wird, und zum Teil auch im Intermediärwasser bis hinauf zur photischen Zone sorgen für die beckenweite Bildung und Erhaltung von Sapropelen. Aufgrund einer dichteren Vegetationsdecke in der nördlichen Sahara sind die Staubeinträge ins Mittelmeer stark vermindert (Beispiele hierfür sind die Sapropele enthaltenden Zyklen i250 bis i260, i276, etc..).

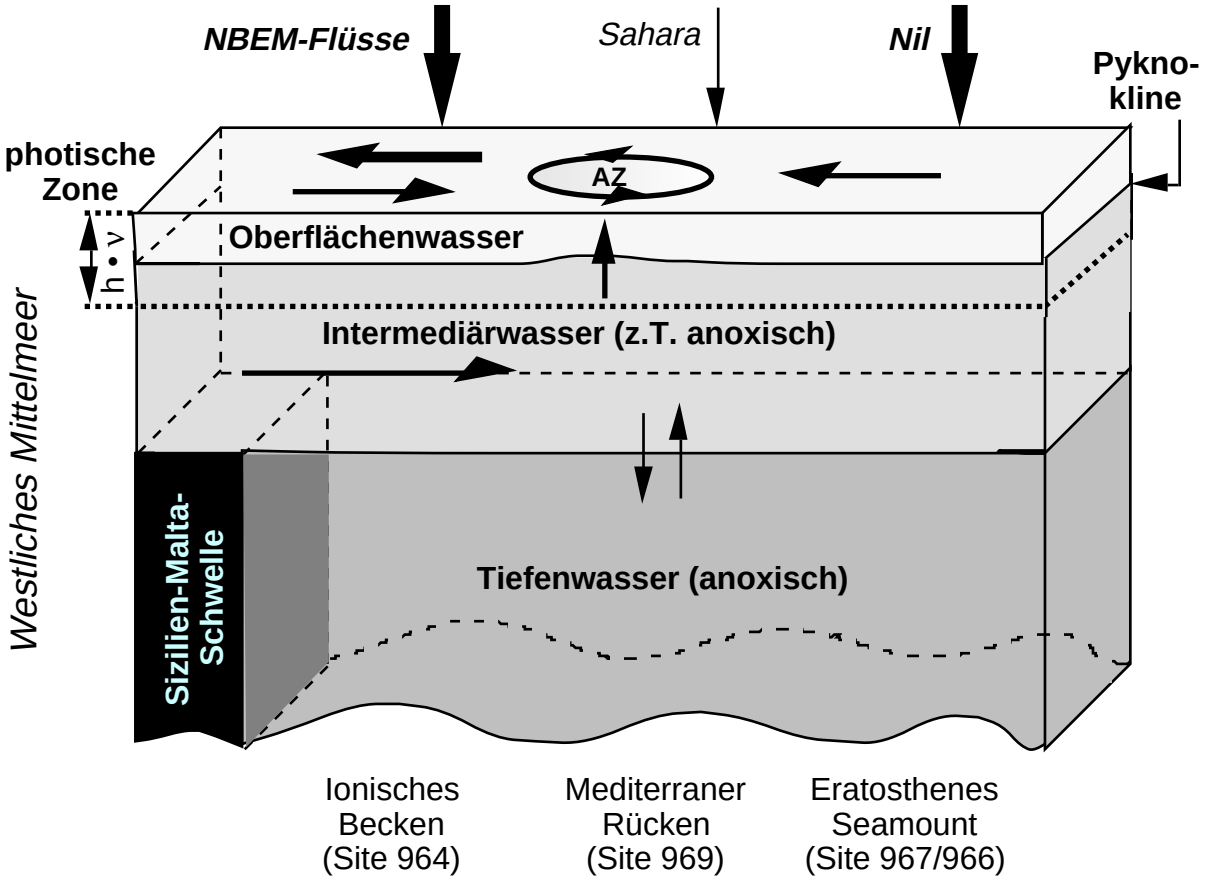


Abb. 6.11d. *Ozeanographisches Scenario während intensiver Sommer-Insolationsmaxima auf der nördlichen Hemisphäre; AZ = Auftriebszelle.*

7. Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden zeitlich hochauflösende anorganisch-geochemische Untersuchungen an pliozänen Sedimenten aus dem östlichen Mittelmeer durchgeführt. Die Sedimente wurden während ODP Leg 160 (Bohrfahrt des Ocean Drilling Program) im Frühjahr 1995 an den Sites 964 (Pisano Plateau, Ionisches Meer), 969 (Mediterraner Rücken, südlich von Kreta), 967 (nördlicher Hang des Eratosthenes Seamount, südlich von Zypern) und 966 (Gipfelplateau des Eratosthenes Seamount) abgeteuft und weisen ein Alter von 2,3 bis 3,1 Ma auf. Ziel der Arbeit war die Erforschung der sich periodisch ändernden Paläoumweltbedingungen im Mittelmeer.

Bei den erbohrten Sedimenten handelt es sich um kalkige Nannofossilschlämme mit variierenden Carbonatgehalten zwischen etwa 50 und 70 %. An den Sites 964 und 969 sind die Carbonatgehalte im Mittel höher als an den Sites 967 und 966. Die chemische Zusammensetzung und die Hauptelement/Al-Verhältnisse weisen auf unterschiedliche Liefergebiete des terrigen-detritischen Materials hin. Die mit der Wassertiefe zunehmenden Mn/Al-Verhältnisse lassen einen Transportprozeß von Mangan aus flacheren in tiefere Regionen des östlichen Mittelmeeres vermuten.

In die Sedimente eingeschaltete Sapropele, d.h. Lagen mit TOC-Gehalten über 2 %, weisen eine große Bandbreite in den Gehalten von TOC (2 - 31 %) und Spurenmetallen auf. Die Maximalwerte ähneln den in Kreide-Schwarzschiefern ermittelten Werten, wobei das Element Zink mit geringeren Konzentrationen eine Ausnahme bildet.
Die während der frühen Diagenese oberhalb von Sapropelen entstehenden Elementanreicherungen sind in den pliozänen Sedimenten kaum noch zu erkennen. Die unterhalb der Sapropele diagenetisch gebildeten Sulfide sind neben ihrer Bedeutung für die Akkumulation von Eisen und Schwefel auch bezüglich der Ablagerung von Spurenelementen von großer Bedeutung.
Barium-Anreicherungen wurden in allen Sapropelen, aber auch in TOC-armen Sedimenten gefunden. Sie eignen sich als Indikatoren für die ursprüngliche Lage und Mächtigkeit von Sapropelen und für Phasen erhöhter Produktion organischen Materials.
Der lithogene Hintergrundwert des Sedimentchemismus wurde für die in den Sapropelen angereicherten Elemente bestimmt. Zum Teil konnten erhebliche Variationen dieses Hintergrundwerts nachgewiesen werden, die auf unterschiedliche Eintragsquellen des terrigenen Materials zurückzuführen sind. Beim Element Barium sind diese Werte niedriger und beim Cobalt höher als die eines mittleren Tonschiefers bzw. der kontinentalen Oberkruste. Die Elemente Chrom und Nickel weisen insbesondere an den Sites 964 und 969 höhere Werte auf.

In den untersuchten Abschnitten von Site 964 (Ionisches Meer) konnten zwei Turbidite nachgewiesen werden. Ihre Unter- und Obergrenzen können anhand von Teufenprofilen der Elementgehalte identifiziert werden. Sie zeichnen sich durch eine gradierte Schichtung mit höherem Siltanteil und Schwermineralgehalten in ihrem unteren Abschnitt aus. Die Teufenprofile der Gehalte fast aller Elemente können mit den sedimentationsbedingten Sortierungsprozessen erklärt werden. Das Mn/Al-Profil kann anhand der Remobilisierung und Diffusion von zweiwertigem Mangan unter suboxischen Bedingungen erklärt werden.

Eine Zyklizität der Carbonatgehalte, wie sie z.B. in den zeitgleich abgelagerten Sedimenten Siziliens auftritt, konnte nur in wenigen Abschnitten gefunden werden. Die Sapropele weisen nicht in allen Fällen geringere Carbonatgehalte als die sie umgebenden Sedimente auf. Andere, ebenfalls an Barium angereicherte Lagen, sind oftmals durch Maxima im Carbonatgehalt charakterisiert.
Neben den Strontium- stehen auch die Mangan-, zum Teil auch die Magnesiumgehalte mit den Carbonatgehalten im Zusammenhang. Laterale Unterschiede im Verhältnis von Strontium zu Calcium weisen auf unterschiedliche Häufigkeiten von Aragonit-bildenden Organismen hin. Die Korrelation von Mn/Al- und Ca/Al-Verhältnissen deutet auf eine Bildung von Mangancarbonat-Überzügen auf den Oberflächen von biogenen Calcitschalen hin.

Die Sedimente aller vier Lokationen zeichnen sich durch zyklische Variationen der Si/Al-, Ti/Al-, Mg/Al- und Zr/Al- Verhältnisse, an den Sites 967 und 966 auch der K/Al-Verhältnisse, aus. Diese Zyklizität wird von astronomisch gesteuerten Klimavariationen hervorgerufen und läßt sich mit Fluktuationen der Eintragsquellen terrigen-detritischen Materials erklären.
Sapropele oder Sedimente die auf eine erhöhte Bioproduktion im östlichen Mittelmeer hinweisen zeichnen sich durch höhere Anteile an fluviatilem Material aus. Im Falle der Sites 967 und 966 stammt dieses überwiegend vom Nil und besitzt geringe Mg/Al- und K/Al-Verhältnisse. Die Sites 964 und 969 hingegen erhalten Material der von Norden einmündenden Flüsse, das sich durch höhere Mg/Al- und K/Al-Verhältnisse auszeichnet und im Falle des Eintrags aus der Nordwest-Ägäis besonders Mg-, Cr- und Ni-reich ist.
Die übrigen Sedimente enthalten höhere Anteile an größtenteils aus der Sahara stammendem äolisch eingetragenem Material, das beckenweit eine recht ähnliche Zusammensetzung aufweist und durch höhere Si/Al-, Ti/Al- und Zr/Al-Verhältnisse gekennzeichnet ist.

Daß die Zyklizität der Zusammensetzung des terrigen-detritischen Materials auf die Variationen der astronomischen Parameter zurückzuführen ist, beweist die Ähnlichkeit des Ti/Al-Profils von Site 967 mit der La90-65°N-Sommer-Sonneneinstrahlungskurve auf, wie sie von Lourens et al. (1996) zur Erklärung und Datierung von Mittelmeersedimenten vorgeschlagen wurde. Der reine Präzessionsindex hingegen spiegelt sich im Chemismus der Sedimente weniger deutlich wider. Man kann daher vermuten, daß ein signifikanter Einfluß der Erdneigungs-Komponente auf das Klima wirken muß.
Ein Abgleich der in dieser Arbeit gewonnenen chemischen Profile mit der genannten Sonneneinstrahlungskurve ermöglicht die Erstellung von exakten Altersmodellen für die ungestörten Abfolgen. Darauf basierend lassen sich die Sedimentations- und Akkumulationsraten berechnen.
Mit Ausnahme der Sedimente von Site 964, für die die an Bord ermittelten Sedimentationsraten aufgrund der Deposition von Turbiditen zu hoch sind, liegt eine gute Übereinstimmung zwischen den biostratigraphisch (an Bord) und den in dieser Arbeit cyclochemostratigraphisch ermittelten Sedimentationsraten vor.
Eine getrennte Betrachtung der den jeweiligen Insolationsmaxima (Sonneneinstrahlungsmaxima; Sapropelbildung) oder -minima zuzuordnenden Ablagerungs-Halbzyklen der Sites 969 und 967 zeigt, daß die Sedimentations- und Akkumulationsraten ebenfalls Variationen aufweisen. Während der Insolationsmaxima waren die Sedimentationsraten insgesamt geringer. Dabei nahm neben der Akkumulation von Carbonat im Mittel auch die Akkumulation von terrigen-detritischem Material ab. Da der Anteil äolischen Materials an der Sedimentation während dieser Perioden geringer ist, resultiert daraus eine Abnahme der Eintragsmengen diesen Materials.
Bisherige Untersuchungen zur Paläoklimatologie der nördlichen Sahara sprechen dafür, daß in Zeiten der Sapropelbildung ein humideres Klima mit einer dichteren Vegetationsbedeckung vorgelegen hat. Aus diesem Grund konnte weniger Staub entstehen und ins Mittelmeer eingetragen werden.
Modellrechnungen zeigen, daß die akkumulierten Mengen fluviatil eingetragenen Materials an den Sites 969 und 967 während der Insolationsmaxima höher waren. Die Akkumulationsraten äolischen Materials sind an beiden Lokationen in etwa gleich hoch. Das fluviatile Material besitzt an Site 969 einen geringeren Anteil und an Site 967 einen höheren Anteil am gesamten terrigen-detritischen Material als das äolische Material.

Neben den Änderungen der Eintragsquellen könnte sich ein Wechsel des Strömungsmusters insbesondere auf die Sedimente von Lokation 969 ausgewirkt haben. Darauf deutet ein ungewöhnlich starker Rückgang des Ti/Al-Verhältnisses in einigen der dort vorliegenden Sapropele hin. Dieser kann mit einem drastischen Rückgang des mit der Strömung aus Osten herantransportierten Ti-reichen Materials erklärt werden. Während der Ablagerung Sapropel-freier rötlicher Sedimente hat ein solcher Strömungs-

wechsel offenbar nicht stattgefunden.

Mit den TOC/Ba-Verhältnissen bietet sich die Möglichkeit, die initialen TOC-Konzentrationen der an Barium angereicherten Horizonte zu bestimmen und daraufhin die Höhe der Paläoprimärproduktion abzuschätzen. Verwendet werden dazu die TOC/Ba-Verhältnisse von solchen Proben, die aus dem unteren Teil von Sapropelen stammen und von einem postsedimentären oxischen Abbau unbeeinflußt geblieben sein sollten. Aufgrund der anhand verschiedener Formeln abgeschätzten Paläoprimärproduktionsraten ist von Bedingungen einer verstärkten Erhaltung organischen Materials während der Sapropelbildung, z.B. anoxischen Verhältnissen im Tiefenwasser, auszugehen.
Am Eratosthenes Seamount (Sites 967 und 966) war auch während der weniger ausgeprägten Insolationsmaxima die Bioproduktion erhöht. Während der besonders intensiven Insolationsmaxima war die Primärproduktion an Site 969 am höchsten. Hier wurden Werte von über 300 gC/m^2•a erreicht, ein Wert der mit Primärproduktionsraten von Auftriebsgebieten vergleichbar ist.
Die Dauer der Hochproduktionsphasen liegt im Mittel bei 8-9 ka, an Site 964 (Ionisches Meer) bei etwa 3 ka.

Werden die initialen mit heute vorliegenden organischen Kohlenstoffgehalten oder den geschätzten Primärproduktionsraten verschiedener Ba-reicher Horizonte verglichen, so zeigt sich, daß der postsedimentäre oxische Abbau von organischem Material von Fall zu Fall mit einer unterschiedlicher Effektivität stattgefunden hat. Um diese Unterschiede zu erklären, sind ein bei beckenweiter Sapropelbildung auftretender sich selbst verstärkender Prozeß der Erhaltung und/oder eine saisonale vollständige Remineralisierung des organischen Materials anzunehmen.

Die Spurenelement-Akkumulationsraten unterstützen die Hypothese eines von Fall zu Fall unterschiedlichen Ablagerungsmilieus. Während schwacher Insolationsmaxima werden nur an Site 967 geringe Überschuß-Mengen an Spurenelementen akkumuliert. Während der intensiven Insolationsmaxima werden an Site 969 die größten Spurenmetallmengen gefunden. An Site 964 jedoch ist, im Verhältnis zur Menge des akkumulierten TOC, die Anreicherung von Spurenmetallen (As, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, V, Zn) in den Sapropelen am höchsten. Dies spricht für die höchste Verfügbarkeit dieser Elemente im Ionischen Becken.

Ein Vergleich der Mangangehalte und Mangan-Akkumulationsraten Sapropele enthaltender und Sapropel-freier Sedimente zeigt, daß die Umverteilung von Mangan von flacheren in tiefere Regionen während der Sapropelbildung intensiviert war. Nach Bilanzrechnungen erfolgte möglicherweise ein Export von Mn in das westliche Mittelmeer.

Sämtliche in dieser Arbeit ermittelten Einzelbefunde münden in einem Modell, das vier verschiedene Szenarien der paläoklimatisch-/paläoozeanographischen Bedingungen im östlichen Mittelmeer widerspiegelt.
Zu Zeiten von Insolationsminina, entsprechend den heute vorzufindenden Verhältnissen, ist das östliche Mittelmeer durch ein arides Klima und oligotrophe Bedingungen geprägt.
Zeiten der Insolationsmaxima zeichnen sich durch ein humideres Klima aus und können je nach ihrer Stärke schwache, moderate oder intensive Auswirkungen auf das östliche Mittelmeer haben.
Während schwacher Insolationsmaxima werden keine Sapropele gebildet und rötliche Sedimente abgelagert.
Während moderater Insolationsmaxima beschränkt sich die Bildung TOC-reicher Sedimente auf Teile des östlichen Mittelmeeres.
Während intensiver Insolationsmaxima findet eine beckenweite Bildung und Erhaltung von Sapropelen, begleitet von einer zumindest zeitweisen Zirkulationsumkehr der Oberflächen- und Intermediärwassermassen, statt.

8. Literaturverzeichnis

Aller R.C. & Rude P.D. (1988) Complete oxidation of solid phase sulfides by manganese and bacteria in anoxic marine sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* **52**, 751-765.

Arthur M.A., Brumsack H.-J., Jenkyns H.C. & Schlanger S.O. (1990) Stratigraphy, geochemistry, and paleoceanography of organic carbon-rich Cretaceous sequences. In *Cretaceous resources, events and rhythms* (Hrsg. R.N. Ginsburg & B. Beaudoin) 75-119. Elsevier, Amsterdam.

Ben-Avraham Z. & Nur A. (1986) Collisional processes in the eastern Mediterranean. *Geol. Rundschau* **75**(1), 209-217.

Berger A. (1978) Long-term variations of daily insolation and Quaternary climatic changes. *J. Atmos. Sci.* **35**, 2362-2367.

Berger A. & Loutre M.F. (1991) Insolation values for the climate of the last 10 million years. *Quat. Sci. Rev.* **10**, 297-317.

Berman T. et al. (1986) Extend, transparency and phytoplankton distribution of the neritic waters overlying the Israeli coastal shelf. *Oceanol. Acta* **9**, 439-447.

Berrang P.G. & Grill E.V. (1974) The effect of manganese oxide scavenging on molybdenum in Saanich Inlet, B.C. *Mar. Chem.* **2**, 125-148.

Bertram M.A. & Cowen J.P. (1997) Morphological and compositional evidence for biotic precipitation of marine barite. *J. Mar. Res.* **55**, 577-593.

Bishop J.K. (1988) The barite-opal-organic carbon association in oceanic particulate matter. *Nature* **332**, 341-343.

Blechschmidt G., Cita M.B., Mazzei R. & Salvatori G. (1982) Stratigraphy of the Western Meditarranean and Southern Calabrian Ridges, Eastern Mediterranean. *Mar. Micropaleontol.* **7**, 101-134.

Böttcher M.E., Brumsack H.-J. & de Lange G.J. (1998) Sulfate reduction and related stable isotope (^{34}S, ^{18}O) variations in interstitial waters from the Eastern Mediterranean (Leg 160). In *Proc. ODP, Sci. Res.* (Hrsg. K.-C. Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter & A. Camerlenghi) **160**, 365-374. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Bouloubassi I., Guehenneux G. & Rullkötter J. (1998) Biological marker significance of organic matter origin in sapropels from the Mediterranean Ridge, Site 969. In *Proc. ODP, Sci. Res.* (Hrsg. K.-C. Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter & A. Camerlenghi) **160**, 261-270. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Boyle E.A. (1983) Manganese carbonate overgrowths on foraminifera tests. *Geochim.Cosmochim. Acta* **47**, 1815-1819.

Bradley W.H. (1938) Mediterranean Sediments and Pleistocene Sea Levels. *Science* **88**(2286), 376-379.

Bruland K.W. (1983) Trace Elements in Sea-water. In *Chemical Oceanography*, Vol. 8 (Hrsg. J.P. Riley & R. Chester), 157-220. Academic Press, London.

Brumsack H.-J. (1980) Geochemistry of Cretaceous Black Shales from the Atlantic Ocean (DSDP Legs 11, 14, 36 and 41). *Chem. Geol.* **31**, 1-25.

Brumsack H.-J. & Gieskes J.M. (1983) Interstitial Water Trace Metal Chemistry of Laminated Sediments from the Gulf Of California, Mexico. *Mar.Chem.* **14**, 89-106.

Brumsack H.-J. (1986) The inorganic geochemistry of Cretaceous black shales (DSDP Leg 41) in comparison to modern upwelling sediments from the Gulf of California. In *North Atlantic paleoceanography* (Hrsg. N.J. Shackleton & C.P. Summerhayes) *Geol. Soc. Spec. Publ.* **21**, 447-462.

Brumsack H.-J. (1989) Geochemistry of recent TOC-rich sediments from the Gulf of California and the Black Sea. *Geol. Rdschau* **78**(3), 851-882.

Brumsack H.-J., Zuleger E., Gohn E. & Murray R.W. (1992) Stable and radiogenic isotopes in pore waters from LEG 127, Japan Sea. In *Proc. ODP Sci. Res.* (Hrsg. K.A. Pisciotto, J.C. Ingle Jr., M.T. Breymann & J. Barron, et al.) **127/128,** 635-650. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Calvert S.E. (1983) Geochemistry of Pleistocene Sapropels and associated sediments from the Eastern Mediterranean. *Oceanol. Acta* **6**, 255-267.

Calvert S.E., Mukherjee S. & Morris R. J. (1985) Trace metals in fulvic and humic acids from modern organic-rich sediments. *Oceanol. Acta* **8**(2), 167-173.

Calvert S.E., Nielsen B. & Fontugne M.R. (1992) Evidence from nitrogen isotope ratios for enhanced productivity during formation of eastern Mediterranean sapropels. *Nature* **359**, 223-225.

Calvert S.E. & Pedersen T.F. (1993) Geochemistry of Recent oxic and anoxic marine sediments: Implications for the geological record. *Mar. Geol.* **113**, 67-88.

Canfield D.E., Thamdrup B. & Hansen J.W. (1993) The anaerobic degradation of organic matter in Danish coastal sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* **57**, 3867-3883.

Chester R., Baxter G.G., Behairy A.K.A., Connor K., Cross D., Elderfield H. & Padgham R.C. (1977) Soil-sized eolian dusts from the lower troposphere of the Eastern Mediterranean Sea. *Mar. Geol.* **24**, 201-217.

Cita M.B., Camerlenghi A. & Rimoldi B. (1996). Deep-sea tsunami deposits in the eastern Mediterranean: new evidence and depositional models. *Sed. Geol.* **104**, 155-173.

Comas M., Zahn R., Klaus A., et al. (1996) *Proc. ODP, Init. Repts.* **161**. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Colley S., Thomson J., Wilson T.R.S., Higgs N.C. (1984). Post-depositional migration of elements during diagenesis in brown clay and turbidite sequences in the North East Atlantic. *Geochim. Cosmochim. Acta* **48**, 1223-1235.

Cornille P., Maenhaut W. & Pacyna J.M. (1990) Sources and Characteristics of the atmospheric Aerosol near Damascus, Syria. *Atmos.Environ.* **24A**(5), 1083-1093.

Cramp A., Collins M. & West R. (1988) Late Pleistocene-Holocene Sedimentation in the NW Aegean Sea: A Palaeoclimatic Palaeoceanographic Reconstruction. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* **68**, 61-77.

Dasch E.J. (1969) Strontium isotopes in weathering profiles, deep-sea sediments, and sedimentary rocks. *Geochim.Cosmochim. Acta* **33**, 1521-1552.

Dehairs F., Chesselet R., and Jedwab J. (1980) Discrete suspended particles of barite and the barium cycle in the open ocean. *Earth Planet. Sci. Lett.* **49**, 528-550.

De Lange G.J. & ten Haven H.L. (1983) Recent sapropel formation in the eastern Mediterranean. *Nature* **305**, 797-798.

De Lange G.J., Middelburg J.J. & Pruysers P.A. (1989) DISCUSSION, Middle and Late Quaternary depositional sequences and cycles in the eastern Mediterranean. *Sedimentology* **36**, 151-158.

De Lange G.J., Middelburg J.J., van der Weijden C.H., Catalano G., Luther I., G.W., Hydes D.J., Woittiez J.R.W. & Klinkhammer G.P. (1990) Composition of anoxic hypersaline brines in the Tyro and Bannock Basins, eastern Mediterranean. *Mar. Chem.* **31**, 63-88.

De Visser J.P., Ebbing J.H.J., Gudjonsson L., Hilgen F.J., Jorissen F.J., Verhallen P. J.J.M. & Zevenboom D. (1989) The origin of rhythmic bedding in the Pliocene Trubi formation of Sicily, southern Italy. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol., Palaeoecol.* **69**, 45-66.

DHI (1977) Klima und Wetter im Mittelmeer. In *Mittelmeer-Handbuch, III. Teil*, Vol. **2180** (Hrsg. Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt Hamburg & Deutsches Hydrographisches Institut). DHI (Deutsches Hydrographisches Institut), Hamburg.

Dominik J. & Stoffers P. (1978) The Influence of Late Quaternary Stagnations on Clay Sedimentation in the Eastern Mediterranean Sea. *Geol. Rdschau* **68**, 302-317.

Dulac F., Moulin C., Lambert C.E., Guillard F., Poitou J., Guelle W., Quetel C.R., Schneider X. & Ezat U. (1996) Quantitative remote sensing of African dust transport to the Mediterranean. In *The Impact of Desert Dust Across the Mediterranean* (Hrsg. S. Guerzoni & R. Chester), 25-49. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Dymond J. & Collier R. (1996) Particulate barium fluxes and their relationship to biological productivity. *Deep Sea Res.* **43**(4-6), 1283-1308.

Dymond J., Suess E. & Lyle M. (1992) Barium in deep-sea sediment: a proxy for paleoproductivity. *Paleoceanogr.* **7**(2), 163-181.

Emeis K.-C., Robertson A.H.F., Richter C., et al. (1996a) *Proc. ODP, Init. Repts.* **160**. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Emeis K.-C., Brumsack H.-J., Kopf A., Rullkötter J., et al. (1996b) Kontinentkollisionen und Klimawechsel im Mittelmeer: Ergebnisse von Leg 160 des Internationalen Tiefseebohrprogramms (ODP) *Geowissenschaften* **14**(1), 28-32.

Emerson S.R. & Archer D. (1990) Calcium carbonate preservation in the ocean. *Phil.*

Trans. Soc. Lond. **331**, 29-41.

Emerson S.E., Jahnke R., Bender M., Froehlich P., Klinkhammer G., Bowser C. & Setlock G. (1980) Early diagenesis in sediments from the eastern equatorial Pacific I.: Pore water nutrient and carbonate results. *Earth Planet Sci. Lett.* **49**, 57-80.

Emerson S.R. & Bender M.L. (1981) Carbon fluxes at the sediment-water interface of the deep-sea: calcium carbonate preservation. *J. Mar. Res.* **39**, 139-162.

Emerson S.R. & Huested S.S. (1991) Ocean anoxia and the concentrations of molybdenum and vanadium in seawater. *Mar. Chem.* **34**, 177-196.

Emery K.O., Heezen B.C. & Allan T.D. (1966) Bathymetry of the eastern Mediterranean Sea. *Deep-Sea Res.* **13**, 173-192.

Eriksson K.G. (1979) Saharan Dust Sedimentation in the Western Mediterranean Sea. In *Saharan Dust* (Hrsg. C. Morales) 197-210. Wiley & Sons, New York.

Fischer A.G. and Bottjer D.J. (1991) Orbital Forcing and Sedimentary Sequences. *J.Sed. Petrol.* **61**(7), 1063-1069.

Floyd P.A., Kelling G., Gökçen S.L. & Gökçen N. (1991) Geochemistry and tectonic environment of basaltic rocks from the Misis ophiolitic mélange, south Turkey. *Chem. Geol.* **89**, 263-280.

Fontugne M., Arnold M., Labeyrie L., Paterne M., Calvert S.E., and Duplessy J.-C. (1994) Paleoenvironment, Sapropel Chronology and Nile River Discharge during the last 20,000 years as indicated by Deep-Sea Sediment Records in the Eastern Mediterranean. In *Late Quaternary Chronology and Paleoclimates of the Eastern Mediterranean* (Hrsg. O. Bar-Yosef & R.S. Kra) 75-88. Tucson, Arizona.

Foucault A. & Mélières F. (1995) Nature et origine des cycles sédimentaires métriques du Pliocène de l´Ouest méditerranéen d´après l´étude du contenu terrigène de la Formation Narbone (Punta Piccola, Sicile, Italie). *C. R. Académie des Sciences Paris* **321**(II a), 869-876.

Francois R., Honjo S., Manganini S. J. & Ravizza G.E. (1995) Biogenic barium fluxes to the deep sea: Implications for paleoproductivity reconstruction. *Global Biogeochem.Cycles* **9**(2), 289-303.

Franklin M.L. & Morse J.W. (1983) The interaction of manganese (II) with the surface of calcite in dilute solutions and seawater. *Mar. Chem.* **12**, 241-254.

Franzén L. (1989) A Dustfall Episode on the Swedish West Coast, October 1987. *Geografiska Annaler* **71A**(3-4), 263-267.

Froehlich P.N., Klinkhammer G.P., Bender M.L., Luetge N.A., Heath G.R., Cullen D. & Dauphin P. (1979) Early oxidation of organic matter in pelagic sediments of the eastern equatorial Atlantic: suboxic diagenesis. *Geochim. Cosmochim. Acta* **43**, 1075-1090.

Füchtbauer, H. (1988) *Sedimente und Sedimentgesteine*, 4. Auflage. Schweizerbart, Stuttgart.

Ganor E. & Mamane Y. (1982) Transport of Saharan Dust across the eastern Mediterranean. *Atmos. Environ.* **16**(3), 581-587.

Gaven C., Hillaire-Marcel C. & Petit-Maire N. (1981) A Pleistocene lacustrine episode in southeastern Libya. *Nature* **290**, 131-133.

Gingele F. & Dahmke A. (1994) Discrete barite particles and barium as tracers of paleoproductivity in south Atlantic sediments. *Paleoceanogr.* **9**, 151-168.

Goldberg E.D., & Arrhenius G.O.S. (1958) Geochemistry of Pacific pelagic sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* **13**,153-212.

Goldsmith J.R., Graf D.L. & Heard H.C. (1961) Lattice constants of the calcium magnesium carbonates. *Am. Mineral.* **46**, 453-457.

Goldstein S.L., O´Nions R.K. & Hamilton P.J. (1984) A Sm-Nd isotopic study of atmospheric dusts and particulates from major river systems. *Earth Planet. Sci. Lett.* **70**, 221-236.

Govindaraju K. (1994) Compilation of Working Values and Sample Description for 383 Geostandards. *Geostandards Newslett.* **18** (Special Issue July 1994).

Gromet L.P. & Silver L.T. (1983) Rare earth element distributions among minerals in a granodiorite and their petrogenetic implications. *Geochim. Cosmochim. Acta* **47**, 925-939.

Hahn-Weinheimer P., Hirner A. & Weber-Diefenbach K. (1984) *Grundlagen und praktische Anwendung der Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)*. Vieweg, Braunschweig.

Hartmann G. & Wedepohl K.H. (1993) The composition of peridotite tectonites from the Ivrea Complex, northern Italy: Residues from melt extraction. *Geochim. Cosmochim. Acta* **57**, 1761-1782.

Haug G.H. & Tiedemann R. (1998) Effect of the formation of the Isthmus of Panama on Atlantic Ocean thermohaline circulation. *Nature* **393**, 673-676.

Heinrichs H. & Herrmann A.G. (1990) *Praktikum der Analytischen Geochemie*. Springer, Berlin · Heidelberg.

Hellmann H. (1986) *Analytik von Oberflächengewässern*. Thieme, Stuttgart.

Hem J.D. (1977) Reactions of metal ions at surfaces of hydrous iron oxide. *Geochim. Cosmochim. Acta* **41**, 527-538.

Hem J.D. (1989) Coprecipitation and redox reactions of manganese oxides with copper and nickel. *Geochim. Cosmochim. Acta* **53**, 2811-2822.

Herrmann A.G. & Knake D. (1973) Coulometrisches Verfahren zur Bestimmung von Gesamt-, Carbonat- und Nichtcarbonat-Kohlenstoff in magmatischen, metamorphen und sedimentären Gesteinen. *Z. Anal. Chem.* **266**, 196-201.

Higgs N.C., Thomson J., Wilson T.R.S. & Croudace I.W. (1994) Modification and complete removal of eastern Mediterranean sapropels by postdepositional oxidation. *Geology* **22**, 423-426.

Hilgen F.J. (1987) Sedimentary rhythms and high-resolution chronostratigraphic

correlations in the Mediterranean Pliocene. *Newsl. Stratigr.* **17**, 109-127.

Hilgen F.J. & Langereis C.G. (1989) Periodicities of $CaCO_3$ cycles in the Pliocene of Sicily: discrepancies with the quasi-periods of the Earth´s orbital cycles? *Terra Nova* **1**, 409-415.

Hilgen F.J. (1991) Astronomical calibration of Gauss to Matuyama sapropels in the Mediterranean and implication for the Geomagnetic Polarity Time Scale. *Earth Planet. Sci. Lett.* **104**, 226-244.

Holland H.D. (1978) *The chemistry of the atmosphere and oceans*. Wiley & Sons, New York.

Howell M.W. & Thunell R.C. (1992) Organic carbon accumulation in Bannock Basin: Evaluating the role of productivity in the formation of eastern Mediterranean sapropels. *Mar. Geol.* **103**, 461-471.

Hsü K.J., Montadert L., et al. (1978) History of the Mediterranean salinity crisis. In *Init. Repts. DSDP* **42A** (Hrsg. Hsü K.J., Montadert L., et al.) pp. 1053-1078. U.S. Government Printing Office, Washington.

Huerta-Diaz M.A. & Morse J.W. (1992) Pyritization of trace metals in anoxic marine sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* **56**, 2681-2702.

Imbrie J., Hays J.D., Martinson D.G., McIntyre A., Mix A.C., Morley J.J., Pisias N.G., Prell W.L. & Shackleton N.J. (1984) The orbital theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of the marine $\delta^{18}O$ record. In *Milankovitch and Climate, Part I*, Vol. 126 (Hrsg. A. Berger, J. Imbrie, J.D. Hays, G. Kukla & B. Saltzman) 269-305. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht.

Jacobs L. & Emerson S. (1985) Partitioning and transport of metals across the O_2/H_2O interface in a permanently anoxic basin: Framvaren Fjord, Norway. *Geochim.Cosmochim. Acta* **49**, 1433-1444.

Jarvis I., Higgs N. (1987). Trace-element mobility during early diagenesis in distal turbidites: late Quaternary of the Madeira Abyssal Plain, N Atlantic. In *Geology and Geochemistry of Abyssal Plains* (Hrsg. P.P.E. Weaver & J. Thomson). *Geol. Soc. Spec. Publ.* **31**, 179-209. Blackwell, Oxford.

Jung M., Ilmberger J., Mangini A. & Emeis K.-C. (1997) Why some Mediterranean sapropels survived burn-down (and others did not). *Mar. Geol.* **141**, 51-60.

Kaiser H. & Specker H. (1956) Bewertung und Vergleich von Analyseverfahren. *Z. Anal. Chem.* **149**, 46-66.

Kastens K.A. & Cita M.B. (1981) Tsunami-induced sediment tansport in the abyssal Mediterranean Sea. *Geol. Soc. Amer. Bull. I* **92**, 845-857.

Kemp A.E.S., Pearce R.B., Rance J. & Cramp A. (1997) A Laminated Diatom Ooze „S5“ from the Eastern Mediterranean: Implications for Sapropel Origins. *Terra Nova* **9** (Abstract Supplement No 1), 402.

Kidd R.B., Cita M.B. & Ryan W.B.F. (1978) Stratigraphy of Eastern Mediterranean

sapropel sequences recovered during DSDP Leg 42A and their paleoenvironmental significance. In *Init.Repts. DSDP* (Hrsg. R.B. Kidd, M.B. Cita, & W.B.F. Ryan) **42A,** 421-443. U.S. Govt. Printing Office, Washington.

Klinkhammer G.P. (1980) Early diagenesis in sediments from the eastern equatorial Pacific - II: Pore water metal results. *Earth Planet. Sci. Lett.* **49**, 81-101.

Klitzsch E. (1991) Die Grundwassersituation Nordafrikas. *Naturwiss.* **78**, 59-63.

Krom M.D., Brenner S., Kress N., Neori A. & Gordon L.I. (1992) Nutrient dynamics and New Production in a Warm-core eddy from the Eastern Mediterranean. *Deep Sea Res.* **39**, 467-480.

Kroon D., Alexander I., Little M., Lourens L.J., Matthewson A., Robertson A.H.F. & Sakamoto T. (1998) Oxygen isotope and sapropel stratigraphy in the Eastern Mediterranean during the last 3.2 million years. In *Proc. ODP, Sci. Res.* (Hrsg. K.-C. Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter & A. Camerlenghi) **160**, 181-190. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Kubilay N.N., Saydam A.C., Yemenicioglu S., Kelling G., Kapur S., Karaman C. & Akça E. (1997) Seasonal chemical and mineralogical variability of atmospheric particles in the coastal region of the Northeast Mediterranean. *Catena* **28**, 313-328.

Kullenberg B. (1952) On the salinity of the water contained in marine sediments. *Meddelanden från Oceanografiska Institutet i Göteborg. 21.* **6**(6), 3-38.

Landuzzi V., Renzo L., Mazzucotelli A., Tomadin L. & Vannucci R. (1982) Updating our knowledge on the eolian input over the Mediterranean Sea. *Giornale di Geologia* **XLV**, 17-24.

Laskar J. (1990) The Chaotic Motion of the Solar System: A Numerical Estimate of the Size of the Chaotic Zones. *Icarus* **88**, 266-291.

Laskar J., Joutel F. & Boudin F. (1993) Orbital, precessional, and insolation quantities for the Earth from -20 Myr to +10 Myr. *Astron. Astrophys.* **270**, 522-533.

Lauer W. & Frankenberg P. (1980) Modelling of climate and plant cover in the Sahara for 5500 B.P. and 18000 B.P. In *Sahara and surrounding seas*, Vol. 12 (Hrsg. M. Sarnthein & E. Seibold) 307-315. A.A. Balkema, Rotterdam.

Lea D.W. & Boyle A. (1990) Foraminiferal reconstruction of barium distributions in water masses of the glacial oceans. *Paleoceanogr.* **5**, 719-742.

Littmann T., Steinrücke J., and Gasse F. (1990) African Mineral Aerosol Deposition in West Germany 1987-1989: Characteristics, Origin and Transport Mechanisms. *Geoökodynamik* **XI**, 163-189.

Lourens L.J., Hilgen F.J., Gudjonsson L. & Zachariasse W.J. (1992) Late Pliocene to early Pleistocene astronomically forced sea surface productivity and temperature variations in the Mediterranean. *Mar. Micropaleontol.* **19**, 49-78.

Lourens L.J., Antonarakou A., Hilgen F.J., Van Hoof A.A.M., Vergnaud-Grazzini C., and Zachariasse W.J. (1996) Evaluation of the Plio-Pleistocene astronomical timescale.

Paleoceanogr. **11**(4), 391-413.

Loÿe-Pilot M.D., Martin J.M., and Morelli J. (1986) Influence of Saharan dust on the rain acidity and atmospheric input to the Mediterranean. *Nature* **321**, 427-428.

Loÿe-Pilot M.D. & Martin J.M. (1996) Saharan dust input to the Western Mediterranean: an eleven years record in Corsica. In *The Impact of Desert Dust Across the Mediterranean* (Hrsg. S. Guerzoni & R. Chester), 191-199. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Malanotte-Rizzoli P. & Hecht A. (1988) Large-scale properties of the Eastern Mediterranean. *Oceanol. Acta* **11**(4), 323-335.

Martin J.-M. & Meybeck M. (1979) Elemental Mass-Balance of Material carried by major World Rivers. *Mar. Chem.* **7**, 173-206.

Martin J.-M. & Gordeev V.V. (1986) River input to the ocean system: a reassessment. In *Proc. Scientific Workshop on Estuarine Processes.* UNESCO/ IOC/CNA, Lisbon, 1986, pp. 203-240.

Mason B. & Moore C.B. (1985) *Grundzüge der Geochemie*. Enke, Stuttgart.

Matthes S. (1993) *Mineralogie*. Springer, Berlin · Heidelberg.

Mattsson J.O. and Nihlén T. (1996) The transport of Saharan dust to southern Europe: a scenario. *J. Arid Environ.* **32**, 111-119.

McKenzie J.A. (1993) Pluvial conditions in the eastern Sahara following the penultimate deglaciation: implications for changes in atmospheric circulation patterns with global warming. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* **103**, 95-105.

McKenzie J. et al. (1998) Paleoceanographic changes across the Miocene/ Pliocene Boundary in the Mediterranean (ODP Leg 160) and Bahamas (ODP Leg 166): evidence for a global flooding event. *Vortrag*. DFG-SPP-ODP/DSDP- Kolloquium, Freiburg i.Br.

Mélières F., Foucault A. & Blanc-Valleron M.-M. (1998) Mineralogical record of cyclic changes in Mediterranean Mid-Pliocene deposits from Hole 964A (Ionian Basin) and from Punta Piccola (Sicily). In *Proc. ODP, Sci. Res.* (Hrsg. K.-C. Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter & A. Camerlenghi) **160**, 219-226. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Michard A., Thomson J. & de Lange, G.J. (1995) Radiogenic isotopes and sources of S1 sapropel. *Terra Nova* **7** (Abstract supplement No. 1), 217.

Middelburg J.J., de Lange G.J. & van der Weijden C.H. (1987) Manganese solubility control in marine pore waters. *Geochim. Cosmochim. Acta* **51**, 759-763.

Milliman J.D. and Müller J. (1973) Precipitation and lithification of magnesian calcite in the deep-sea sediments of the eastern Mediterranean Sea. *Sedimentology* **20**, 29-45.

Milliman J.D. & Meade R.H. (1983) World-wide delivery of river sediment to the oceans. *J. Geol.* **91**(1), 1-21.

Molinaroli E., Guerzoni S. & Rampazzo G. (1993) Contribution of Saharan dust to the Central Mediterranean Basin. In *Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments*, **Vol. 284** (Hrsg. M.J. Johnsson & A. Basu), 303-312. Geological Society of America.

Mongelli G., Cullers R. L. & Muelheisen S. (1996) Geochemistry of Late Cretaceous - Oligocenic shales from the Varicolori Formation, southern Apennines, Italy: implications for mineralogical, grain-size control and provenance. *Eur. J. Mineral.* **8**(4), 733-754.

Morse J.W. & MacKenzie F.T. (1990) Geochemistry of Sedimentary Carbonates. *Developments in Sedimentology*, **Vol. 48**. Elsevier, New York.

Moulin C., Lambert C.E., Dulac F., and Dayan U. (1997) Control of atmospheric export of dust from North Africa by the North Atlantic Oscillation. *Nature* **387**, 691-694.

Müller P.J. and Suess E. (1979) Productivity, sedimentation rate, and sedimentary organic matter in the oceans- I. Organic carbon preservation. *Deep-Sea Research* **26A**, 1347-1362.

Nance W.B. & Taylor S.R. (1976) Rare earth element patterns and crustal evolution- I. Australian post-Archaean sedimentary rocks. *Geochim. Cosmochim. Acta* **40**, 1539.

Nijenhuis I.A., Schenau S.J., Van der Weijden C.H., Hilgen F.J., Lourens L.J. & Zachariasse W.J. (1996) On the origin of upper Miocene sapropelites: A case study from the Faneromeni section, Crete (Greece). *Paleoceanogr.* **11**(5), 633-645.

Nijenhuis I.A., Brumsack H.-J. & de Lange G.J. (1998) The trace element budget of the Eastern Mediterranean during Pliocene sapropel formation. In *Proc. ODP, Sci. Res.* (Hrsg. K.-C. Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter & A. Camerlenghi) **160**, 199-206. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Nockolds S.R. (1954) Average chemical composition of some igneous rocks. *Bull. Soc. Geol. Am.* **65**, 1007-1032.

Olausson E. (1961) Studies of deep-sea cores. *Rep. Swed. Deep Sea Exped. 1947-1948* **8**, 353-391.

Pachur H.-J. & Kröpelin S. (1987) Wadi Howar: Paleoclimatic Evidence from an Extinct River System in the Southeastern Sahara. *Science* **237**, 298-300.

Paillard D., Labeyrie L. & Yiou P. (1996) Macintosh program performs time-series analysis. *Eos Trans. AGU* **77**, 379.

Passier H.F., Middelburg J.J., Van Os B.J.H., and De Lange G.J. (1996) Diagenetic pyritisation under eastern Mediterranean sapropels caused by downward sulphide diffusion. *Geochim. Cosmochim. Acta* **60**(5), 751-763.

Passier H.F., Bosch H.-J., Nijenhuis I.A., Lourens L.J., Böttcher M.E., Leenders A., Sinnighe Damsté J.S., de Lange G.J. & de Leeuw, J.W. (1998) Eastern Mediterranean photic zone euxinia during Pliocene sapropel formation. In *Sulphur geochemistry*

and sapropel formation - Syngenetic and diagenetic signals in eastern Mediterranean sediments (PhD-thesis, H.F. Passier). *Geologica Ultraiectina* **158**, 109-114.

Pearce R.B., Kemp A.E.S., Koizumi I., Pike J., Cramp A. & Rowland S.J. (1998) A lamina scale, SEM-based study of a late Quaternary diatom-ooze sapropel from the Mediterranean Ridge, Site 971. In *Proc. ODP, Sci. Res.* (Hrsg. K.-C. Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter & A. Camerlenghi) **160**, 349-364. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Pedersen T.F. & Price N.B. (1982) The geochemistry of manganese carbonate in Panama Basin sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* **46**, 59-68

Petit-Marie N., Delibrias G. & Gaven C. (1980) Pleistocene Lakes in the Shati Area, Fezzan (27°30´N). In *Sahara and the surrounding Seas*, Vol. 12 (Hrsg. M. Sarnthein & E. Seibold) 289-295. A.A. Balkema, Rotterdam.

Poole A.J. & Robertson A.H.F. (1992) Quaternary uplift and sea-level change at an active plate boundary, Cyprus. *J. Geol. Soc. London* **148**, 909-921.

Prell W.L. & Kutzbach J.E. (1987) Monsoon Variability Over the Past 150 000 Years. *J. Geophys.Res.* **92**(D7), 8411-8425.

Pruysers P.A., De Lange G.J. & Middelburg J.J. (1991) Geochemistry of eastern Mediterranean sediments: Primary sediment composition and diagenetic alterations. *Mar. Geol.* **100**, 137-154.

Pruysers P.A., De Lange G.J., Middelburg J.J. & Hydes D.J. (1993) The diagenetic formation of metal-rich layers in sapropel-containing sediments in the eastern Mediterranean. *Geochim.Cosmochim. Acta* **57**, 527-536.

Rachold V. (1991) *Spinnweben als Indikatoren für atmosphärisch transportierte natürliche und anthropogene Stäube.* [unveröff. Diplomarbeit] Geochemisches Institut, Universität Göttingen.

Rachold V. (1994) *Geochemie der Unterkreide Nordwestdeutschlands: Zyklen und Events.* [Dissertation] Universität Göttingen.

Reading H.G. (1986) *Sedimentary Environments and Facies.* Blackwell, Oxford, UK.

Robertson A.H.F. (1994) Role of the tectonic facies concept in orogenic analysis and its application to Tethys in the Eastern Mediterranean region. *Earth-Sci. Rev.* **37**, 139-213.

Rognon P., Coudé-Gaussen G., Revel M., Grousset F.E. & Pedemay P. (1996) Holocene Saharan dust deposition on the Cape Verde Islands: sedimentological and Nd-Sr isotopic evidence. *Sedimentology* **43**, 359-366.

Rohling E.J. & Gieskes W.W.C. (1989) Late Quaternary Changes in Mediterranean intermediate Water Density and Formation Rate. *Paleoceanogr.* **4**(5), 531-545.

Rohling E. J. & Hilgen F. J. (1991) The eastern Mediterranean climate at times of sapropel formation: a review. *Geol. Mijnbouw* **70**, 253-264.

Rohling E. J. (1994) Review and new aspects concerning the formation of Eastern

Mediterranean sapropels. *Mar. Geol.* **122**, 1-28

Rossignol-Strick M. (1983) African monsoons, an immediate climate response to orbital insolation. *Nature* **304**, 46-49.

Rossignol-Strick M. (1985) Mediterranean Quaternary sapropels, an immediate response of the African monsoon to variation of insolation. *Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol.* **49**, 237-263.

Ruddiman W.F., Sarnthein M., Backman J., Baldauf J.G., Curry W., Dupont L.M., Janecek T., Pokras E.M., Raymo M.E., Stabell B., Stein R. & Tiedemann R. (1989) Late Miocene to Pliocene evolution of climate in Africa and the low-latitude Atlantic: overview of Leg 108 results. In *Proc. ODP, Sci. Res.* (Hrsg. W. Ruddiman & M. Sarnthein, et al.) **108,** 463-484. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Rullkötter J., Rinna J., Bouloubassi I., Scholz-Böttcher B.M., Meyers P.A., Johns L. & Rowland S.J. (1998) Biological marker significance of organic matter origin and transformation in sapropels from the Pisano Plateau, Site 964. In *Proc. ODP, Sci. Res.* (Hrsg. K.-C. Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter & A. Camerlenghi) **160**, 271-284. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Rutten A. & de Lange G.J. (1997) Sapropel Deposition in Pelagic and Brine-Covered Sediment in the Eastern Mediterranean: Diagenesis and Preservation. *Terra Nova* **9** (Abstract Supplement No 1), 409.

Sakamoto T., Janecek T. & Emeis K.-C. (1998) Continuous sedimentary sequences from the Eastern Mediterranean Sea: composite depth sections. In *Proc. ODP, Sci. Res.* (Hrsg. K.-C. Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter & A. Camerlenghi) **160**, 37-60. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Sarmiento J.L., Herbert T. & Toggweiler J.R. (1988) Mediterranean nutrient balance and episodes of anoxia. *Global Biogeoch.Cycles* **2**(4), 427-444.

Sarnthein M. & Koopmann B. (1980) Late Quaternary deep-Sea record on northwest African dust supply and wind circulation. In *Sahara and the surrounding Seas*, Vol. 12 (Hrsg. M. Sarnthein & E. Seibold) 239-253. A.A. Balkema, Rotterdam.

Schachtschabel P., Blume H.-P., Hartge K.-H. & Schwertmann U. (1984) *Scheffer/ Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde*, 11. Auflage. Enke, Stuttgart.

Schink B. (1989) Mikrobielle Lebensgemeinschaften in Gewässersedimenten. *Naturwissenschaften* **76**, 364-372.

Schmitz B. (1987) Barium, equatorial high productivity, and the northward wandering of the Indian continent. *Paleoceanogr.* **2**(1), 63-77.

Schnetger B. (1992) Chemical composition of loess from a local and worldwide view. *N. Jb. Miner. Mh.* **Jg. 1992** (H. 1), 29-47.

Schwarzbach M. (1993) *Das Klima der Vorzeit - Eine Einführung in die Paläoklimatologie*, 5. Auflage. Enke, Stuttgart.

Shipboard Scientific Party (1996a) Site 964. In *Proc. ODP, Init. Repts.* (Hrsg. K.-C.

Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter, et al.) **160**, 85-123. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Shipboard Scientific Party (1996b) Site 969. In *Proc. ODP, Init. Repts.* (Hrsg. K.-C. Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter, et al.) **160,** 335-375. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Shipboard Scientific Party (1996c) Site 967. In *Proc. ODP, Init. Repts.* (Hrsg. K.-C. Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter, et al.) **160,** 215-287. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Shipboard Scientific Party (1996d) Site 966. In *Proc. ODP, Init. Repts.* (Hrsg. K.-C. Emeis, A.H.F. Robertson, C. Richter, et al.) **160,** 155-213. Ocean Drilling Program, College Station, TX.

Skoulikidis N.T. (1993) Significance evaluation of factors controlling river water composition. *Environ. Geol.* **22**, 178-185.

Sonntag C., Thorweihe U., Rudolph J., Löhnert E.P., Junghans C., Münnich K.O., Klitzsch E., El Shazly E.M. & Swailem F.M. (1980) Isotopic identification of Saharian groundwaters, groundwater formation in the past. In *Sahara and the surrounding Seas*, Vol. 12 (Hrsg. M. Sarnthein & E. Seibold E.) 159-171. A.A. Balkema, Rotterdam.

Sprovieri R., Thunell R. & Howell M. (1986) Paleontological and geochemical analyses of three laminated sedimentary units of late Pliocene-early Pleistocene age from the Monte San Nicola section in Sicily. *Riv. Ital. Paleontol.* **92**, 401-434.

Stanley D.J. and Maldonado A. (1977) Nile Cone: Late Quaternary stratigraphy and sediment dispersal. *Nature* **266**, 129-135.

Stanley D.J. (1978) Ionian Sea sapropel distribution and late Quaternary paleoceanography in the eastern Mediterranean. *Nature* **274**, 149-152.

Stanley D.J. (1985) Mud redeposition and problems of assessing microfossil, isotopic and radiocarbon data in the Mediterranean. *Mar. Geol.* **62**, 381-389.

Ströhle K.-D., Cliff R.A., Krom M.D. & Raiswell R. (1996) Strontium Isotope systematics of the eastern Mediterranean detrital sediment fraction. In *Fourth International Symposium on the Geochemistry of the Earth´s Surface* at Ilkley, Yorkshire, England (Hrsg. S.H. Bottrell et al.) 117-120. University of Leeds,UK.

Suess E. (1980) Particulate organic carbon flux in the oceans - surface productivity and oxygen utilization. *Nature* **288**, 260-263.

Sutherland H., Calvert S.E. & Morris R.J. (1984) Geochemical Studies of the recent sapropel and associated sediments from the Hellenic Outer Ridge, eastern Mediterranea Sea. I: Mineralogy and Chemical Composition. *Mar. Geol.* **56**, 79-92.

Szabo B.J., Haynes Jr. C.V. & Maxwell T.A. (1995) Ages of Quaternary pluvial episodes determined by uranium-series and radiocarbon dating of lacustrine deposits of

Eastern Sahara. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* **113**, 227-242.

Szalay A. & Szilagyi M. (1967) The association of vanadium with humic acids. *Geochim. Cosmochim. Acta* **31**, 1-6.

Taylor S.R. & McLennan S.M. (1985) *The Continental Crust: its Composition and Evolution.* Blackwell, Oxford.

Tessier A., Campbell P.G.C. & Bisson M. (1979) Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals. *Anal. Chem.* **51**(7), 844-851.

Thamdrup B., Fossing H. & Jørgensen B.B. (1994) Manganese, iron, and sulfur cycling in a coastal marine sediment, Aarhus Bay, Denmark. *Geochim. Cosmochim. Acta* **58**, 5115-5129.

Thomson J., Higgs N.C., Jarvis I., Hydes D.J., Colley S. & Wilson T.R.S. (1986) The behavior of manganese in Atlanic carbonate sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* **50**, 1807-1818.

Thomson J., Higgs N.C., Wilson T.R.S., Croudace I.W., de Lange G.J., and van Santvoort P.J.M. (1995) Redistribution and geochemical behavior of redox-sensitive elements around S1, the most recent eastern Mediterranean sapropel. *Geochim. Cosmochim. Acta* **59**, 3487-3501.

Thunell R.C., Williams D.F. & Belyea P.R. (1984) Anoxic events in the Mediterranean Sea in relation to the evolution of late Neogene Climates. *Mar. Geol.* **59**, 105-134.

Thunell R.C., Rio D., Sprovieri R. & Raffi I. (1991) Limestone-marl couplets: origin of the early Pliocene Trubi marls in Calabria, Southern Italy. *J. Sediment. Petrol.* **61**, 1109-1122.

Thurow J., Brumsack H.-J., Rullkötter J., Littke R. & Meyers, P. (1992) The Cenomanian/Turonian Boundary Event in the Indian Ocean - a Key to Understand the Global Picture. In *The Indian Ocean: A Synthesis of Results from the Ocean Drilling Program* (Hrsg. R.A. Duncan, D.K. Rea, R.B. Kidd, U. von Rad & J.K. Weissel) *Geophys. Monograph* **70**, 253-273. Am. Geophys. Union, Washington, D.C.

Tiedemann R., Sarnthein M. & Shackleton N.J. (1994) Astronomic timescale for the Pliocene Atlantic $\delta^{18}O$ and dust flux records of Ocean Drilling Program site 659. *Paleoceanogr.* **9**(4), 619-638.

Tomadin L., Lenaz R., Landuzzi V., Mazzucotelli A. & Vannucci R. (1984) Wind-blown dusts over the Central Mediterranean. *Oceanol. Acta* **7**(1), 13-23.

Tomadin L. & Lenaz R. (1989) Eolian dust over the Mediterranean and their contribution to the present sedimentation. In *Paleoclimatology and paleometeorology: modern and past patterns of of global atmospheric transport* (Hrsg. M. Leinen & M. Sarnthein) 267-282. Kluver, The Hague.

Turekian K.K. (1985) *Die Ozeane*. Enke, Stuttgart.

Van der Weijden C.H., Hoede D., de Lange G.J. & van der Sloot H.A. (1989) Profiles of dissolved As, Sb, V, Mo, and U in the water column of Tyro and Bannock basins.

In *Anoxic Basins of the Eastern Mediterranean* (Hrsg. M.B. Cita, A. Camerlenghi & S. Corselli) *Univ. Milan Suppl.* **No 72**, 89-91.

Vanney J.-R. & Gennesseaux M. (1985) Mediterranean Seafloor Features: Overview and Assessment. In *Geological Evolution of the Mediterranean Basin* (Hrsg. D.J. Stanley & F.-C.Wezel) 3-32. Springer, New York.

Van Os B.J.H., Lourens L.J., Hilgen F.J., De Lange G.J. & Beaufort L. (1994) The formation of Pliocene sapropels and carbonate cycles in the Mediterranean: Diagenesis, dilution, and productivity. *Paleoceanogr.* **9**(4), 601-617.

Van Santvoort P.J.M., de Lange G.J., Thomson J., Cussen H., Wilson T.R.S., Krom M.D. & Ströhle K. (1996) Active post-depositional oxidation of the most recent sapropel (S1) in sediments of the eastern Mediterranean Sea. *Geochim. Cosmochim. Acta* **21**, 4007-4024.

Van Santvoort P.J.M., de Lange G.J., Langereis C.G. & Dekkers M.J. (1997) Geochemical and paleomagnetic evidence for the occurence of ‚missing´ sapropels in Eastern Mediterranean sediments. *Paleoceanogr.* **12,** 773-786.

Venkatarathnam K. & Ryan B.F. (1971) Dispersal patterns of clay minerals in the sediments of the eastern Mediterranean Sea. *Mar. Geol.* **11**, 261-282.

Vergnaud Grazzini C., Devaux M. & Znaidi J. (1986) Stable Isotope „Anomalies“ in Mediterranean Pleistocene Records. *Mar. Micropaleontol.* **10**, 35-69.

Vine J.D. & Tourtelot E.B. (1970) Geochemistry of Black Shale Deposits-A Summary Report. *Economic Geology* **65**, 253-272.

Von Breymann M.T., Emeis K.-C., and Suess E. (1992) Water depth and diagenetic constraints on the use of barium as a palaeoproductivity indicator. In *Upwelling Systems: Evolution Since the Early Miocene* (Hrsg. C.P. Summerhayes, W.L. Prell, & K.-C. Emeis). *Geol. Soc. London, Spec. Publ.* **64**, 273-284.

Voutsinou-Taliadouri F. & Varnavas S.P. (1993) Geochemical study of sediments from northern Euboekos Bay, Greece, with regard to the presence of submarine mineral deposits. *Mar. Geol.* **110**, 93-114.

Voutsinou-Taliadouri F. & Varnavas S.P. (1995) Geochemical and Sedimentological Patterns in the Thermaikos Gulf, North-west Aegean Sea, Formed from a Multisource of Elements. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **40**, 295-320.

Wedepohl K.H. (1967) *Geochemie*. Sammlung Göschen, de Gruyter, Berlin.

Wedepohl K.H. (1969) Composition and abundance of common igneous rocks. In *Handbook of geochemistry* (Hrsg. K.H. Wedepohl). Springer, Berlin · Heidelberg · New York.

Wedepohl K.H. (1971) Environmental influences on the chemical composition of shales and clays. In *Physics and Chemistry of the Earth* (Hrsg. L.H. Ahrens, F. Press, S.K. Runcorn & H.C. Urey) 307-331. Pergamon, Oxford, UK.

Wedepohl K.H. (1980) Potential Sources for Manganese Oxide Precipitation in the

Oceans. In *Geology and Geochemistry of Manganese, Volume III.* (Hrsg. I.M. Varentsov & Gy. Grasselly.) 13-22. Schweizerbart, Stuttgart.

Wedepohl K.H. (1991) The composition of the upper earth´s crust and the natural cycles of selected metals. Metals in natural raw materials. Natural resources. In *Metals and their Compounds in the Natural Environment* (Hrsg. E. Merian) 3-17. VCH, Weinheim.

Williams D.F., Thunell R.C. & Kennett J.P. (1978) Periodic Freshwater Flooding and Stagnation of the Eastern Mediterranean Sea During the Late Quaternary. *Science* **201**, 252-254.

Wilson T.R.S., Thomson J., Colley S., Hydes D.J. & Higgs N.C. (1985) Early organic diagenesis: The significance of progressive subsurface oxidation fronts in pelagic sediments. *Geochim.Cosmochim. Acta* **49**, 811-822.

Wilson M. (1989) *Igneous Petrogenesis*. Unwin Hyman, London, UK.

Yaalon D.H. & Ganor E. (1979) East Mediterranean Trajectories of Dust-carrying Storms from the Sahara and Sinai. In *Saharan Dust* (Hrsg. C. Morales) 187-193. Wiley & Sons, New York.

Yamane T. (1976) *Statistik - Ein Einführendes Lehrbuch.* Band 2. Fischer Taschenbuch-Verlag, Frankfurt a.M.

Zijderfeld J.D.A., Zachariasse J.W., Verhallen P.J.J.M. & Hilgen F.J. (1986) The age of the Miocene-Pliocene boundary. *Newsl. Stratigr.* **16**, 169-181.

Anhang

Übersicht:

A1. Berechnung statistischer Größen..... 1A
A1.1. Mittelwert..... 1A
A1.2. Standardabweichungen..... 1A
A1.3. Korrelationskoeffizient 2A

A2. Methodik..... 2A
A2.1. Geräteparameter und Bestimmungsgrenzen RFA..... 2A
A2.1.1. Kanalsatz RFA..... 4A
A2.2. Geräteparameter ICP-MS..... 5A
A2.3. Berechnung von $\delta^{34}S$..... 5A

A3. Daten..... 5A
A3.1. Standards..... 6A
A3.1.1. RFA- und Coulometrie-Daten..... 6A
A3.1.2. ICP-MS-Daten..... 15A
A3.2. Abweichungen der RFA-Meßserien..... 17A
A3.2.1. TW-TUC-Meßserien..... 17A
A3.2.2. Anwendung einer Korrektur..... 18A
A3.3. Site 964/ RFA- und Coulometrie-Daten..... 19A
A3.3.1. 964B-8H..... 19A
A3.3.2. 964C-9H..... 25A
A3.4. Site 966/ RFA- und Coulometrie-Daten..... 34A
A3.4.1. 966D-5H..... 34A
A3.5. Site 967/ RFA- und Coulometrie-Daten..... 41A
A3.5.1. 967A-8H..... 41A
A3.5.2. 967B-9H..... 45A
A3.6. Site 969/ RFA- und Coulometrie-Daten..... 50A
A3.6.1. 969B-7H..... 50A
A3.6.2. 969D-7H..... 55A
A3.6.3. 969E-6H..... 63A

A3.7. RFA- und Coulometrie-Daten weiterer Proben..... 68A
A3.7.1. Verschiedene Proben..... 68A
A3.8. Daten ausgewählter Proben..... 69A
A3.8.1. Ergebnisse Auslaugungsexperimente..... 69A
A3.8.2. ICP-MS-Daten..... 71A
A3.8.3. Pulverpreßling-RFA- und Cirm-MS-Daten..... 73A
A3.8.4. TIMS-Daten..... 74A

A1. Berechnung statistischer Größen

Verwendete Symbole:

N = Anzahl der Messungen

r = Korrelationskoeffizient
s = Standardabweichung (Näherungswert)

s_{rel} = relative Standardabweichung

$\bar{x}$ = arithmetischer Mittelwert

x_i = Einzelmeßwert

x_i' , x_i'' = Einzelmeßwerte einer Doppelbestimmung

y_i , $\bar{y}$ = Intensitäts-Einzel- und Mittelwert einer Kalibrierfunktion

Die folgenden Formeln stammen aus den Publikationen von Kaiser & Specker (1956) und Yamane (1976).

A1.1. Mittelwert

$$\bar{x} = \frac{\sum_{1}^{N} x_i}{N}$$

A1.2. Standardabweichungen

Standardabweichung (Näherungswert):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{N} (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Standardabweichung der Doppelbestimmung:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{N/2} (x_i' - x_i'')^2}{N}}$$

Relative Standardabweichung:

$$s_{rel} = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 \ [\%]$$

A1.3. Korrelationskoeffizient

$$r = \frac{\sum_{1}^{N} (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{1}^{N} (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{1}^{N} (y_i - \bar{y})^2}}$$

A2. Methodik

A2.1. Geräteparameter und Bestimmungsgrenzen RFA

<u>Gerätekonfiguration:</u>

Spektrometer	Philips PW 2400 (sequentielles, wellenlängendispersives System)
Anregungsquelle	Endfenster-Röntgenröhre mit Rh-Anode („Super-Sharp Tube“; maximale Leistung 3000 W)
Primärstrahlfilter	Wahl zwischen 6 Positionen: Ohne Filter, 0.2 mm Al, 0.1 mm Messing, 1 mm Pb („Beam Stop“), 0.3 mm Messing, 0.75 mm Al

Kanalmaske	Wahl zwischen 48, 37, 27 und 30 mm (Hier verwendet: 27 mm)
Primärkollimator	Wahlweise 0.15, 0.3 oder 0.7 mm
Analysatorkristalle	Wechsler mit 8 verschiedenen Kristallen (LiF200, Ge, PE, TlAP, PX1, InSb, LiF420, LiF220)
Detektoren	Wahlweise Durchflußzähler (Ar/CH_4; 1 µm Fensterdicke), Zugeschmolzener Xe-Zähler, Duplex-Betrieb (Durchfluß- und Xe-Zähler) oder Szintillationszähler
Software	Auswertesoftware X47 (X40-Reihe) unter MS-DOS

Verwendeter Kanalsatz: Siehe Tabelle A2.1.1.

Bestimmungsgrenzen (6 • s):

SiO_2	0.97 %	Cr	9 µg/g
TiO_2	0.018 %	Cu	16 µg/g
Al_2O_3	0.28 %	Mn	59 µg/g
Fe_2O_3	0.09 %	Mo	6 µg/g
MgO	0.18 %	Ni	8 µg/g
CaO	0.24 %	Pb	15 µg/g
Na_2O	0.14 %	Rb	11 µg/g
K_2O	0.09 %	Sr	97 µg/g
P_2O_5	0.008 %	U	6 µg/g
(SO_3)	0.35 %	V	8 µg/g
As	6 µg/g	Y	8 µg/g
Ba	29 µg/g	Zn	8 µg/g
Co	7 µg/g	Zr	15 µg/g

A2.1.1. Kanalsatz RFA

Elem.	Linie	kV	mA	Filter	Koll.	Krist.	Winkel	Ug (+Offset)	Ug (-Offset)	Detek.	u.DL	o.DL
Al	Kα	30	100	ohne	0,70	PE	144,9414	0,00	1,54	FL	25	75
As	Kα	60	50	Al 0.75	0,15	LiF200	33,9330	0,36	0,36	SC	30	70
Ba	Lα	40	75	ohne	0,15	LiF200	87,1165	1,00	0,00	DU	35	65
Br	Kα	60	50	Al 0.75	0,30	LiF200	29,8974	1,09	1,12	SC	30	65
Ca	Kα	40	75	ohne	0,70	LiF200	113,1115	2,54	2,56	FL	25	78
Cl	Kα	60	50	Al 0.2	0,70	Ge	92,7852	2,00	2,00	FL	40	72
Co	Kα	60	50	ohne	0,15	LiF200	52,7239	0,33	0,33	DU	40	62
Cr	Kα	50	60	ohne	0,15	LiF200	69,3244	0,62	0,00	DU	38	63
Cu	Kα	60	50	ohne	0,15	LiF200	44,9650	0,36	0,36	DU	40	62
Fe	Kα	60	50	ohne	0,15	LiF200	57,4730	2,18	0,00	DU	16	75
K	Kα	30	100	ohne	0,70	LiF200	136,7031	0,00	2,82	FL	25	75
Mg	Kα	30	100	ohne	0,70	TlAP	45,1040	2,54	2,30	FL	25	75
Mn	Kα	50	60	ohne	0,15	LiF200	62,9133	0,60	0,00	DU	40	65
Mo	Kα	60	50	Cu 0.1	0,15	LiF220	28,7482	0,30	0,00	SC	35	70
Na	Kα	30	100	ohne	0,70	TlAP	55,0251	0,00	2,30	FL	25	80
Ni	Kα	60	50	ohne	0,15	LiF200	48,6073	0,28	0,28	DU	40	62
Pb	Lβ	60	50	Al 0.75	0,15	LiF220	40,2697	0,26	0,26	SC	35	69
Rb	Kα	60	50	Al 0.75	0,15	LiF220	37,8499	0,40	0,40	SC	35	70
S	Kα	30	100	ohne	0,70	Ge	110,6985	0,00	2,48	FL	34	68
Si	Kα	30	100	ohne	0,70	PE	109,1044	2,30	0,00	FL	25	75
Sr	Kα	60	50	Al 0.75	0,15	LiF220	35,7315	0,46	0,46	SC	35	67
Ti	Kα	40	75	ohne	0,30	LiF200	86,1113	0,00	1,80	DU	10	70
U	Lα	60	50	Al 0.75	0,15	LiF220	37,2092	0,24	0,25	SC	35	68
V	Kα	40	75	ohne	0,15	LiF220	123,1728	0,00	0,60	DU	36	63
Y	Kα	60	50	Al 0.75	0,15	LiF220	33,7506	0,36	0,36	SC	35	70
Zn	Kα	60	50	ohne	0,15	LiF200	41,7313	0,36	0,36	DU	40	62
Zr	Kα	60	50	Al 0.75	0,15	LiF220	31,9519	0,40	0,00	SC	30	75

Erläuterungen:
Elem. = Element; kV und mA = Anregungsspannung und -stromstärke; Filter = Primärstrahlfilter;
Koll. = Primärkollimator; Krist. = Analysatorkristall; Winkel = Peakposition 2 • t in °; Ug = Untergrundmeß-position in ° relativ zum Peak; Detek. = Detektor; FL = Durchflußzähler; DU = Duplex (Durchfluß-/Xe-Zähler);
SC = Szintillationszähler; u.DL und o.DL = unterer und oberer Diskriminatorlevel der Impulshöhenverteilung.

A2.2. Geräteparameter ICP-MS

Verwendetes Gerät: Finnigan MAT ELEMENT: hochauflösendes, doppelt-fokussierendes Massenspektrometer mit umgekehrter Nier-Johnson Geometrie (magnetisches Sektorfeld befindet sich vor dem Elektrostatischen Analysator, ESA)

Auflösung: Wahlweise niedrige (LR; r = 300), mittlere (MR; r = 3000) oder hohe Auflösung (HR; r = 7500)

Zerstäuber: Meinhard (TR-30-A)

Sprühkammer: Scott, Quarz, ungekühlt

Plasmabedingungen: 1300 W Generatorleistung, 13 l/min Plasmagas, 0.75 l/min Auxiliary-Gas, 0.60 - 0.75 l/min Zerstäubergas. (Der Anteil doppelt geladener Ionen betrug beim Ba etwa 3 %, die Oxidbildungsrate etwa 0.09 %.)

A2.3. Berechnung von $\delta^{34}S$

$$\delta^{34}S = \left(\frac{(^{34}S/^{32}S)_{Probe} - (^{34}S/^{32}S)_{Standard}}{(^{34}S/^{32}S)_{Standard}} \right)$$

Als Standard dient hierbei der Vienna-Canyon-Diablo Troilit (V-CDT; Böttcher et al., 1998).

A3. Daten

Falls nicht anders erwähnt werden die Hauptelementoxide (SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, P_2O_5, SO_3, CO_2), TOC (gesamter organisch gebundener Kohlenstoff) und C_{ges} (Gesamtkohlenstoff) in % angegeben und die übrigen Elemente in µg/g (ppm).

A3.1.1. RFA- und Coulometrie-Daten

Probe	Meßdat.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	C_{ges}
ALAUN1	11.07.97	69,97	0,311	6,74	0,40	0,32	0.05<	0.01<	1,81	0,065	1,41	11	1731	1<	111	9<	39	92	86	53	78	59	11	2107	84	43	70	81,5		
BB-TUC	28.02.97	48,91	2,401	13,58	11,09	8,02	8,21	3,49	1,74	0,524	0.01<	1	664	44	261	35	1379	7<	171		45	944	1<	166	26	126	207	98,4		
BB-TUC	08.03.97	48,90	2,387	13,59	11,07	8,02	8,20	3,37	1,73	0,519	0.01<	1	685	50	269	37	1386	11	179		45	945	11	156	24	128	219	98,3		
BB-TUC	10.03.97	48,75	2,400	13,53	11,08	8,06	8,16	3,44	1,74	0,519	0.01<	1	683	49	274	37	1386	10	179		44	951	14	146	25	126	222	98,2		
BB-TUC	30.09.97	48,81	2,394	13,64	11,04	8,03	8,13	3,48	1,72	0,527	0.01<	2	668	42	260	37	1363	1<	182	5	50	939	1<	195	22	119	185	98,2		
BB-TUC	23.09.97	48,87	2,388	13,62	11,01	8,00	8,13	3,43	1,71	0,524	0.01<	2	658	41	259	36	1355	1<	183	4	50	959	2<	194	23	120	188	98,1		
BB-TUC	23.09.97	48,87	2,388	13,62	11,01	8,00	8,13	3,43	1,71	0,524	0.01<	2	658	41	259	36	1355	1<	183	4	50	959	2<	194	23	120	188	98,1		
BB-TUC	30.09.97	48,81	2,394	13,64	11,04	8,03	8,13	3,48	1,72	0,527	0.01<	2	668	42	260	37	1363	1<	182	5	50	939	1<	195	22	119	185	98,2		
BCSS-1	30.06.97	66,02	0,731	11,73	4,69	2,29	0,82	2,50	2,12	0,165	1,16	12	330	11	125	17	232	1<	53	24	92	96	1<	95	21	112	218	92,4	0,22	
BUGM	20.09.96	41,78	0,919	15,01	12,74	12,74	6,98	1,87	0,53	0,264	0.01<		149	69	390	49	1553	6<	320			311	1<	172	35	135	93	93,1		
BUGM	12.10.96	41,65	0,918	14,96	13,06	12,64	6,95	1,85	0,52	0,266	0.01<		136	68	393	60	1607	9<	330	11		310	4<	166	31	151	101	93,2		
BUGM	31.10.96	41,61	0,921	14,91	13,02	12,68	6,99	1,85	0,52	0,263	0.01<		139	70	399	57	1590	10<	329	7		310	2<	166	30	144	102	93,1		
BUGM	27.09.97	41,35	0,913	14,98	12,98	12,58	6,87	1,89	0,43	0,287	0.03<	2	146	66	392	70	1572	1<	326	9	22	290	1<	176	25	147	98	92,7		
BUGM	27.09.97	41,35	0,913	14,98	12,98	12,58	6,87	1,89	0,43	0,287	0.03<	2	146	66	392	70	1572	1<	326	9	22	290	1<	176	25	147	98	92,7		
BUGM	09.11.01	41,57	0,917	15,04	12,96	12,67	6,95	1,91	0,42	0,290	0.01<	2	148	65	383	69	1564	1<	327	10	23	290	1<	174	25	144	101	93,1		
BUGM	18.10.97	41,26	0,908	14,92	12,85	12,50	6,87	1,89	0,42	0,288	0.01<	2	140	65	380	65	1557	2<	321	12	24	289	1<	172	25	141	101	92,3		
BUGM	02.11.97	41,06	0,905	14,92	12,87	12,52	6,89	1,88	0,42	0,283	0.01<	2	149	66	389	69	1564	1<	322	11	24	292	1<	173	25	140	100	92,1		
BUGM	25.11.97	41,53	0,910	15,03	12,94	12,70	6,89	1,91	0,43	0,284	0.02<	3	147	66	386	67	1564	1<	323	8	25	292	1<	169	25	144	103	93,0		
BUGM	25.03.98	41,55	0,915	14,99	12,95	12,49	6,90	1,82	0,42	0,276	0.01<	3	154	68	375	65	1564	1<	317	8	25	290	0<	167	23	143	108	92,7		
CCH-1	23.05.97	0,88	0.009<	0.01<	0,16	2,89	52,07	0.16<	0.01<	0,041	0,32	2<	5<	1<	7<	9<	46	1<	6<	5<	16	291	3<	3<	6<	25	4<	56,6		
G1RF	23.06.96	68,40	0,529	15,09	3,18	0,87	1,75	3,32	4,94	0,302	0.01<			4	2	3<	428	7<	1<	36	241	233	8	35	23	75	216	98,6		
G1RF	22.10.96	68,77	0,530	15,19	3,20	0,89	1,82	3,31	4,94	0,292	0.01<		792	4	2	4<	440	11<	1<	33	241	232	8	36	20	78	217	99,1		
G1RF	30.10.96	68,75	0,527	15,15	3,20	0,90	1,83	3,28	4,93	0,294	0.01<		803	2	2	3<	443	11<	1<	33	237	229	9	35	21	78	218	99,0		
G1RF	30.03.97	68,11	0,531	15,13	3,16	0,85	1,73	3,25	4,89	0,324	0.01<	5	807	6	5	1<	434	2<	1<	33	230	209	9	40	23	69	220	98,2		
G1RF	24.05.97	68,44	0,525	15,22	3,14	0,87	1,73	3,39	4,92	0,321	0.01<	6	810	6	5	1<	418	1<	1<	32	235	206	8	40	21	72	217	98,8		
G1RF	29.05.97	68,74	0,524	15,25	3,16	0,87	1,74	3,37	4,91	0,331	0.01<	7	819	7	7	1<	434	1<	1<	32	235	208	8	37	19	69	221	99,1		

A3.1.1. RFA- und Coulometrie-Daten

Probe	Meßdat.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	C_{ges}
G1RF	17.09.97	68,49	0,520	15,18	3,13	0,86	1,75	3,29	4,93	0,325	0.01<	6	822	7	3	1<	418	1<	2<	34	236	204	7	38	21	72	213	98,7		
G1RF	28.11.97	68,16	0,524	15,12	3,13	0,85	1,73	3,28	4,85	0,322	0.01<	6	801	6	5		418	1<	2<	34	234	208	10	43	21	85	227	98,2		
G1RF	05.12.97	67,38	0,520	14,89	3,07	0,84	1,71	3,32	4,83	0,318	0.01<	6	799	5	2	1<	418	1<	1<	31	232	202	7	36	21	68	217	97,3		
G1RF	11.03.98	67,85	0,513	14,95	3,08	0,81	1,72	3,25	4,83	0,302	0.01<	6	797	6	3	1<	418	1<	2<	32	226	204	7	36	22	69	224	97,5		
GD-GÖ	26.04.98	63,30	0,675	14,78	5,24	2,42	1,92	3,76	2,17	0,132	0,24	11	726	14	53	9<	589	1<	22	55	67	253	2<	101	15	163	155	94,9		
GSD-10	07.03.97	88,38	0,178	2,66	3,78	0.10<	0,66	0.1<	0.06<	0,060	0.04	20	10<	17	134	14	1007	1<	26	31	5<	19	6<	100	9<	40	53	96,1		
GSD-10	11.03.97	88,37	0,179	2,66	3,79	0.10<	0,66	0.1<	0.06<	0,060	0.04	19	10<	18	131	14	1007	1<	27	30	4<	18	5<	97	10<	40	52	96,1		
GSD-10	23.05.97	88,87	0,199	2,61	3,81	0.09<	0,70	0.01<	0.03<	0,060	0.01<	25	43	15	138	17	1015	1<	28	24	15	25	1<	103	14	43	68	96,6		
GSR-5	04.09.97	58,42	0,646	18,58	7,42	1,94	0,60	0.30<	4,14	0,153	0.01<	2<	434	21	99	35	163	1<	36	7<	208	88	1<	87	25	51	93	92,3		
GSR-5	12.10.97	58,43	0,654	18,88	7,53	1,98	0,61	0,31	4,16	0,156	0.01<	2<	435	21	101	39	163	1<	36	6<	214	92	1<	85	26	54	97	92,8		
GSR-6[1)]	09.12.94	15,87	0,328	5,14	2,58	5,26	35,91	0.12<	0,86	0,050			116	9<	34	26	447	13<	14	15	30	946	1<	36		43	59	69,5	32,8	
GSR-6[1)]	09.12.94	15,88	0,330	5,14	2,57	5,27	35,91	0.12<	0,85	0,050			121	10	33	23	443	12<	16	13	33	948	1<	40		43	55	69,5	32,7	
GSR-6[1)]	30.10.95	15,90	0,347	5,14	2,56	5,22	36,01	0.12<	0,85	0,052				9<	31	19<	429	1<	15	14	25<	952	1<	37		47	62	69,6	32,6	
GSR-6[1)]	27.11.95	15,88	0,330	5,14	2,57	5,20	36,03	0.13<	0,85	0,052			125	10	32	33	428	3<	16	15	23<	951	0<	35		48	60	69,5	32,5	
GSR-6[1)]	29.11.95	15,88	0,331	5,14	2,56	5,22	35,98	0.13<	0,85	0,052			123	11	33	31	431	2<	16	15	25<	953	3<	38		45	62	69,5		
GSR-6[1)]	16.12.95	15,91	0,334	5,17	2,57	5,21	36,07	0.12<	0,85	0,052				10<	32	32	425	2<	17	15	24<	957	2<	36		45	61	69,7		
GSR-6[1)]	23.12.95	15,84	0,330	5,13	2,55	5,17	35,82	0.12<	0,85	0,052			116	9<	31	31	430	3<	16	15	25<	945	1<	39		43	59	69,2		
GSR-6[1)]	27.12.95	15,84	0,329	5,14	2,55	5,08	35,90	0.12<	0,85	0,052			118	12	32	30	429	3<	16	16	26<	951	1<	40		43	59	69,2		
GSR-6[1)]	31.12.95	15,85	0,330	5,13	2,55	5,15	35,93	0.12<	0,85	0,052			123	9<	32	31	429	3<	16	15	26<	947	2<	40		42	60	69,2		
GSR-6[1)]	08.05.96	15,91	0,335	5,16	2,56	5,33	36,07	0.13<	0,85	0,051			114	10<	31	24	451	12<	16	15	16<	952	1<	38		47	57	69,7		
GSR-6[1)]	18.05.96	15,87	0,328	5,15	2,57	5,28	35,86	0.13<	0,85	0,051			122	10<	33	23	444	11<	15	13	30<	947	1<	38		42	56	69,5		
GSR-6[1)]	28.05.96	15,86	0,330	5,14	2,57	5,24	35,94	0.12<	0,85	0,050			120	8<	32	24	442	11<	15	13	32	946	1<	36		42	56	69,4		
GSR-6[1)]	08.06.96	15,83	0,331	5,13	2,56	5,25	35,80	0.11<	0,85	0,049			124	8<	30	25	448	13<	14	15	31	949	1<	37		40	54	69,3		
GSR-6[1)]	22.06.96	15,84	0,330	5,13	2,56	5,30	35,86	0.12<	0,85	0,050			116	11	34	27	449	11<	15	13	32	952	1<	38		42	55	69,4		
GSR-6[1)]	26.06.96	15,90	0,330	5,16	2,56	5,27	35,88	0.12<	0,85	0,050			125	10<	31	24	452	11<	15	15	33	947	1<	38		41	53	69,5		
GSR-6	19.07.96	15,92	0,330	5,15	2,53	5,28	35,86	0,13	0,85	0,050	0,32			9	32	21	437	11<	14	19	41	941	1<	37		40	44	69,4		
GSR-6[2)]	15.08.96	15,96	0,330	5,20	2,53	5,35	35,98	0,11	0,85	0,079	0,32		117	10	33	24	446	11<	15	20	42	948	1<	39		38	41	69,7		
GSR-6[2)]	21.08.96	15,97	0,333	5,20	2,53	5,33	35,91	0,11	0,86	0,050	0,32		118	10	33	24	446	11<	14	20	44	954	1<	35		39	42	69,7		

A3.1.1. RFA- und Coulometrie-Daten

Probe	Meßdat.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	C_{ges}
GSR-6[2)]	11.09.96	16,02	0,332	5,21	2,52	5,34	36,00	0,11	0,86	0,051	0,32		118	11	31	24	449	9<	16	19	44	951	1<	36		40	41	69,8		
GSR-6[2)]	13.09.96	16,02	0,330	5,20	2,52	5,38	36,07	0,11	0,85	0,051	0,32		125	11	32	24	443	11<	14	19	45	951	3<	38		41	40	69,9		
GSR-6[2)]	20.09.96	16,02	0,331	5,20	2,52	5,33	36,00	0,11	0,86	0,050	0,32		128	9	32	25	447	12<	16	19	45	945	1<	37		40	42	69,8		
GSR-6[2)]	27.10.96	16,05	0,333	5,21	2,60	5,34	36,06	0,10	0,86	0,050	0,33		123	11	35	30	466	12<	15	14	34	951	1<	39		46		70,1		
GSR-6	04.09.97	15,76	0,329	4,89	2,56	5,04	35,65	0,17	0,73	0,047	0,35	5	126	9	29	18	449	1<	13	14	39	945	2<	39	10	49	53	65,7		
GSR-6	09.03.97	15,79	0,311	4,96	2,56	5,00	35,83	0,14	0,77	0,048	0,32			5	29	16	449	1<	11	22	29	929		35	8	47		65,9		
GSR-6	12.03.97	15,78	0,313	4,96	2,56	4,99	35,91	0,15	0,77	0,048	0,33			5	29	17	441	1<	11	22	29	931		34	8	45		66,0		
GSR-6	23.05.97	15,79	0,332	4,92	2,56	5,01	35,76	0,16	0,73	0,046	0,34	5	123	9	26	19	449	1<	12	14	40	949	2<	37	8	49	50	65,8		
GSR-6	21.09.97	15,73	0,329	4,90	2,55	4,98	35,63	0,16	0,74	0,047	0,35	6	129	10	23	20	449	1<	13	14	40	942	2<	37	9	49	53	65,6		
GSR-6	28.09.97	15,72	0,330	4,88	2,56	4,98	35,71	0,16	0,73	0,047	0,35	5	119	9	21	19	449	1<	12	16	40	942	2<	38	9	49	52	65,6		
GSR-6	28.09.97	15,72	0,330	4,88	2,56	4,98	35,71	0,16	0,73	0,047	0,35	5	119	9	21	19	449	1<	12	16	40	942	2<	38	9	49	52	65,6		
GSR-6	05.10.97	15,79	0,330	4,91	2,56	5,06	35,78	0,16	0,74	0,048	0,36	6	121	11	26	21	449	1<	13	12	40	944	4<	34	9	51	54	65,9		
GSR-6	14.10.97	15,79	0,330	4,91	2,56	5,01	35,75	0,16	0,73	0,048	0,35	5	122	10	27	19	449	1<	12	13	40	949	1<	34	10	51	54	65,8		
GSR-6	23.10.97	15,72	0,329	4,90	2,56	5,02	35,72	0,17	0,73	0,047	0,36	5	128	9	26	21	449	1<	11	14	40	950	3<	37	9	49	51	65,8		
GSR-6	11.04.98	15,69	0,329	4,95	2,56	4,95	35,67	0,12	0,73	0,033	0,37	6	126	9	26	20	441	3<	13	14	35	951	3<	35	9	50	60	65,6		
GSR-6	02.05.98	15,71	0,329	4,96	2,56	4,92	35,73	0,13	0,74	0,033	0,37	6	121	11	25	20	441	1<	12	13	37	953	2<	33	8	50	60	65,7		
GXR-1	11.10.97	48,23	0,045	7,97	36.60>	0,49	1,28	0.26<	0.01<	0,158	0,87	437	764	16	22	1115	937	21	43	716	19	298	30	82	5<	804	32	96,5		
GXR-4	11.10.97	65,46	0,479	14,62	4,44	2,87	1,43	0,74	4,89	0,319	5,58	106	1628	14	68	6354>	155	312	41	46	159	220	6<	96	12	70	208			
KK-GÖ	07.03.97	34,95	0,435	7,49	3,14	3,07	23,69	0,57	2,10	0,076	0.07	50	478	6<	59	6<	775	1<	22	17	68	178	5<	31	16	54	150	75,8		
KK-GÖ	12.03.97	34,98	0,437	7,51	3,14	3,02	23,64	0,57	2,10	0,076	0.07	49	468	5<	59	7<	775	1<	23	15	68	176	4<	34	16	53	149	75,8		
Loess	29.11.95	69,69	0,670	7,86	2,65	1,39	6,26	1,03	1,98	0,114	0.01<	1	339	11	61		415	1<	15	15	52	155	4<	51	29	34	559	91,8	5,09	1,51
Loess	22.12.95	69,49	0,672	7,83	2,64	1,39	6,24	1,02	1,97	0,113	0.01<	1	339	8	63		407	1<	14	16	47	151	3<	49	27	30	544	91,5	5,13	1,52
Loess	26.12.95	69,38	0,667	7,85	2,63	1,40	6,25	1,01	1,97	0,113	0.01<	1	331	8	64		407	1<	13	16	51	153	5<	50	28	30	562	91,4	5,09	1,51
Loess	31.12.95	69,33	0,659	7,77	2,61	1,37	6,23	0,99	1,95	0,114	0.01<	1	334	8	64	7	404	1<	13	17	51	154	4<	50	28	29	566	91,2		1,53
Loess	06.03.96	70,01	0,672	7,93	2,63	1,40	6,32	1,02	1,97	0,115	0.01<	6	336	7	65		412	1<	14	23	63	156	4<	51	31	32	565	92,2		1,50
Loess	07.03.96	70,07	0,671	7,93	2,62	1,40	6,33	1,03	1,99	0,114	0.01<	1	328	9	64		422	1<	15	20	63	153	4<	51	28	31	558	92,3		1,54
Loess	19.04.96	69,86	0,669	7,99	2,63	1,41	6,39	1,02	1,99	0,111	0.01<	12	337	7	63		432	1<	13	24	72	155								1,50
Loess	26.06.96	69,69	0,668	7,88	2,65	1,40	6,28	1,01	1,99	0,108	0.01<	1		11	64	3	425	5<	14	16	59	156	2<	49	29	34	568	91,8		1,49

A3.1.1. RFA- und Coulometrie-Daten

Probe	Meßdat.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	C_{ges}
Loess	15.08.96	69,80	0,669	7,88	2,61	1,44	6,29	1,00	1,99	0,128	0.01<	1	339	9	65	2	432	1<	15	19	74	156	3<	48	29	35	569	91,9		
Loess	23.10.96	70,01	0,674	7,88	2,68	1,44	6,35	1,01	1,97	0,106	0.01<	1	344	7	65	4	446	11<	14	8<	59	155	4<	48	28	38	559	92,2		
Loess	30.10.96	69,84	0,669	7,83	2,68	1,43	6,33	1,01	1,99	0,106	0.01<	1	336	10	69		467	9<	15	13	59	156	4<	48	28	41	552	92,0		
Loess	07.03.97	69,92	0,654	7,75	2,60	1,43	6,32	1,02	1,94	0,115	0.05	1	391	10	71	5	426	1<	20	21	61	154	6		27	36		92,0		
Loess	12.03.97	70,03	0,652	7,77	2,60	1,41	6,33	1,04	1,94	0,115	0.06	1	387	9	70	4	426	1<	22	21	62	157	5<		28	34		92,1		
Loess	29.09.97	68,96	0,665	7,65	2,60	1,39	6,25	0,99	1,91	0,115	0.01<	8	348	6	74	4	418	1<	17	12	70	151	3<	50	29	34	543	90,7		
Loess	10.11.01	68,94	0,663	7,62	2,62	1,39	6,26	0,98	1,88	0,114	0.01<	7	336	9	64	4	418	1<	15	14	74	160	4<	50	30	34	582	90,6		
Loess	29.09.97	68,96	0,665	7,65	2,60	1,39	6,25	0,99	1,91	0,115	0.01<	8	348	6	74	4	418	1<	17	12	70	151	3<	50	29	34	543	90,7		
Loess	01.11.97	68,76	0,663	7,62	2,59	1,38	6,28	0,99	1,88	0,115	0.01<	8	338	9	68	2	426	1<	14	12	75	160	2<	47	30	35	593	90,4		
Loess	26.11.97	68,95	0,662	7,59	2,59	1,39	6,25	0,98	1,89	0,115		8	338	8	64	5	418	1<	13	12	74	160	2<	50	30	33	576	90,6		
Loess	29.11.97	69,05	0,663	7,62	2,60	1,38	6,24	1,01	1,90	0,114		8	347	7	70	6	418	1<	16	12	74	156	3<	48	30	34	574	90,8		
Loess	14.03.98	68,89	0,655	7,62	2,59	1,33	6,23	0,95	1,88	0,099		7	335	6	62	5	418	2<	12	13	70	158	3<	44	29	33	586	90,4		
Loess	04.05.98	69,41	0,665	7,70	2,63	1,34	6,24	0,96	1,91	0,099		8	343	8	61	6	426	1<	15	12	71	156	3<	46	29	34	605	91,1		
MESS-2	05.05.98	54,42	0,708	16,02	6,06	2,78	2,14	1,75	3,12	0,250	0,39	21	978	15	93	30	349	1<	44	20	142	128	5<	244	24	150	136	87,9	2,53	
ooko151	24.11.95	64,30	0,717	12,04	4,86	1,88	2,70	1,14	2,68	0,217	0.01<	6<	429	15	129	30	675	1<	46	20	85	134	3<	103	23	69	281	90,7		
ooko152	24.11.95	67,56	0,721	9,97	3,69	0,98	1,51	0,74	2,28	0,173	0.01<	1<	430	10	76	15<	573	2<	47	17	78	97	3<	72	25	46	417	87,8		
ooko 203	24.11.95	50,59	0,807	16,09	6,18	1,46	1,10	1,29	2,52	0,174	0,05	17<	492	17	115	40	520	1<	45	16	91	151	4<	153	23	82	203	80,5		
PACS-1	11.03.97	55,64	0,706	12,02	6,93	2,34	2,96	4,33	1,43	0,233	3.12	251	682	21	107	439	488	10	38	347	38	269	7<	121	19	857	123	90,1	0,40	
PACS-1	13.03.97	55,78	0,703	12,06	6,92	2,36	2,96	4,31	1,44	0,233	3.11	250	680	21	105	434	480	10	38	346	38	270	5<	123	19	859	123	90,3	0,37	
PACS-1	27.04.98	54,38	0,705	11,75	6,76	2,23	2,88	4,12	1,35	0,213	1,90	198	697	19	95	408	465	13	38	389	47	255	3<	127	5<	842	137	86,7		
PB-TUC	09.03.96	37,45	0,543	5,10	16,14	27,64	2,62	0,14	0,28	0,089	0,01	23	31<	138	1473	92	1550	1<	1173	8<	7<	54	3<	95		94	30	90,5		
PB-TUC	25.06.96	37,48	0,557	5,09	16,34	27,80	2,54	0,14	0,28	0,089	0,05	11<		143	1554	70	1569	4<	1202	3<	7<	58	2<	94		97	30	90,9		
PB-TUC	14.09.96	37,67	0,546	5,09	16,08	27,78	2,65	0,12	0,28	0,081	0,02	8<	26<	136	1499	63	1573	4<	1170	7<	17<	58	3<	93		93	30	90,8		
PB-TUC	10.09.96	37,67	0,555	5,12	16,15	27,92	2,66	0,13	0,28	0,081	0,02	6<	27<	136	1514	61	1584	5<	1168	7<	16<	59	1<	96		92	28	91,1		
PB-TUC	25.11.96	37,74	0,555	5,11	16,56	27,96	2,66	0,13	0,28	0,082	0,02	19<	26<	137	1532	69	1596	8<	1190	2<	6<	57	3<	95		103	30	91,6		
PB-TUC	28.02.97	37,37	0,526	4,86	16,35	27,72	2,58	0,17	0,22	0,085	0,10	1<	33	131	1486	78	1595	4<	1160	12	9<	57	1<	94	3	107	26	90,5		

A3.1.1. RFA- und Coulometrie-Daten

Probe	Meßdat.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	C_{ges}
PB-TUC	01.03.97	37,30	0,521	4,86	16,32	27,69	2,59	0,17	0,22	0,085	0,11	1<	41	130	1478	71	1603	1<	1168	10	9<	56	1<	92	2	108	23	90,4		
PB-TUC	07.03.97	37,34	0,527	4,88	16,34	27,77	2,47	0,16	0,22	0,089	0,15	1<	50	139	1486	82	1603	9<	1181	24	9<	60	8<	93	4	112	27	90,5		
PB-TUC	08.03.97	37,39	0,529	4,86	16,37	27,59	2,58	0,17	0,22	0,085	0,10	1<	42	143	1487	78	1619	8<	1171	22	10<	59	7<	93	4	110	28	90,4		
PB-TUC	09.03.97	37,27	0,522	4,84	16,32	27,71	2,58	0,17	0,22	0,085	0,11	1<	41	141	1487	75	1611	4<	1174	21	9<	58	5<	92	3	111	24	90,4		
PB-TUC	10.03.97	37,29	0,522	4,85	16,31	27,64	2,58	0,17	0,22	0,084	0,10	1<	47	141	1463	76	1603	8<	1173	22	8<	60	8<	94	4	109	26	90,3		
PB-TUC	12.03.97	37,37	0,534	4,89	16,36	27,73	2,47	0,17	0,22	0,088	0,15	1<	50	139	1507	83	1595	9<	1189	24	10<	60	7<	88	5	112	29	90,5		
PB-TUC	11.07.97	37,40	0,547	4,82	16,30	27,86	2,61	0,20	0,19	0,086	0,10	1<	37	131	1483	89	1595	1<	1179	1<	17	58	1<	91	6	106	36	90,6		
PB-TUC	10.11.01	37,22	0,547	4,81	16,26	27,88	2,51	0,18	0,18	0,090	0,05	1<	34	131	1496	89	1595	1<	1186	3<	16	56	1<	89	6	104	38	90,2		
PB-TUC	29.11.97	37,26	0,539	4,80	16,21	27,50	2,61	0,19	0,18	0,086	0,08	1<	35	129	1475	84	1588	2<	1157	1<	17	57	1<	93	6	102	37	90,0		
PB-TUC	04.12.97	37,17	0,535	4,82	16,21	27,64	2,50	0,19	0,18	0,089	0,09	1<	38	133	1505	94	1580	1<	1187	2<	16	56	2<	92	7	104	36	89,9		
SDO-1	10.10.97	48,53	0,700	12,12	9,37	1,58	1,09	0,65	3,26	0,117	11.02>	69	407	46	66	64	318	154	97	28	135	76	44	174	40	62	166	88,7		
SDO-1	16.10.97	48,53	0,696	12,14	9,38	1,59	1,09	0,65	3,27	0,117	11.11>	69	416	47	65	62	318	152	98	27	136	76	45	168	41	60	165	88,8		
SDO-1	21.10.97	48,37	0,702	12,08	9,41	1,49	1,10	0,33	3,28	0,114	15.52>	69	414	48	61	55	318	155	94	28	131	76	45	169	39	63	163	92,6		
SDO-1	12.04.98	48,35	0,695	12,11	9,38	1,53	1,09	0,61	3,25	0,101	10.85>	68	413	44	62	62	318	153	96	28	129	74	46	170	40	59	172	88,2		
SGR-1	29.10.95	28,45	0,250	6,60	3,02	4,39	8,37	3,02	1,63	0,271	4,78	33	280	14	41	31	196	34	32	44	70	388	4<	130	6<	60	40	60,9		
SGR-1	10.10.97	28,17	0,239	6,35	2,96	4,40	8,32	3,01	1,54	0,268	5,28	65	280	13	36	62	240	28	30	40	86	365	5<	132	8<	73	39	60,7		
SGR-1	18.10.97	28,18	0,240	6,35	2,96	4,44	8,32	3,00	1,55	0,269	5,33	66	282	12	41	63	240	30	29	39	85	365	5<	131	9<	74	39	60,8		
TW-GÖ	25.04.95	56,39	0,721	15,49	6,41	3,81	3,59	0,83	3,68	0,086	0,91	25	382	17	99	40	543	1<	64	46	183	85	4<	110	27	118	183	92,1		
TW-TUC	11.11.95	54,85	0,743	15,94	6,79	3,73	4,66	0,96	3,72	0,093	1,18	7<	430	22	108	41	591	1<	70	31	163	194	4<	120	22	117	147	92,9	4,21	1,50
TW-TUC	12.11.95	54,64	0,740	15,87	6,75	3,72	4,64	0,93	3,69	0,092	1,11	1<	439	20	106	31	586	1<	68	28	157	192	4<	120	21	119	139	92,4	4,10	1,52
TW-TUC	13.11.95	54,81	0,747	15,95	6,79	3,72	4,66	0,93	3,70	0,091	1,15	2<	441	22	107	35	587	1<	70	27	160	193	5<	123	22	121	141	92,8	4,14	1,52
TW-TUC	26.11.95	54,99	0,742	15,94	6,81	3,75	4,69	0,93	3,69	0,093	0,85	17<	458	23	107	38	594	1<	70	23	163	197	4<	121	24	123	154	92,7	4,14	1,54
TW-TUC	25.11.95	54,78	0,742	15,91	6,78	3,71	4,65	0,92	3,69	0,093	1,09	1<	434	20	104	32	586	1<	70	26	154	191	5<	120	22	122	140	92,6	4,14	1,46
TW-TUC	01.12.95	54,64	0,739	15,89	6,75	3,71	4,64	0,93	3,69	0,092	1,15	5<	439	21	107	33	592	1<	69	29	160	191	4<	126	23	123	147	92,4	4,18	1,49
TW-TUC	01.12.95	55,04	0,745	15,97	6,81	3,75	4,68	0,93	3,71	0,091	1,04	13<	439	21	109	34	593	1<	70	29	166	196	4<	122	23	125	152	93,0	4,21	1,51
TW-TUC	03.12.95	54,76	0,742	15,92	6,78	3,74	4,65	0,92	3,69	0,092	1,11	12<	442	19	109	39	591	1<	72	28	163	197	4<	122	24	120	148	92,6	4,21	1,45
TW-TUC	05.12.95	54,62	0,746	15,88	6,77	3,74	4,65	0,94	3,68	0,091	0,94	9<	436	19	108	31	584	1<	70	26	160	194	4<	121	22	117	143	92,3	4,18	1,51
TW-TUC	14.12.95	54,50	0,739	15,81	6,74	3,72	4,67	0,93	3,67	0,093	1,08	10<	437	19	107	34	581	1<	70	28	161	221	5<	121	23	123	150	92,2	4,21	1,51

A3.1.1. RFA- und Coulometrie-Daten

Probe	Meßdat.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	C_{ges}
TW-TUC	15.12.95	54,63	0,745	15,83	6,77	3,72	4,67	0,95	3,68	0,093	0,88	11<	436	19	107	37	588	1<	70	25	160	201	3<	121	23	122	146	92,2	4,21	1,52
TW-TUC	17.12.95	54,75	0,739	15,92	6,76	3,72	4,67	0,93	3,68	0,092	1,11	3<	438	21	112	35	588	1<	69	28	158	192	3<	123	23	131	144	92,6	4,18	1,51
TW-TUC	27.12.95	54,77	0,744	15,92	6,74	3,71	4,64	0,91	3,68	0,093	1,10	11<	450	21	107	32	593	1<	70	27	165	222	3<	122	23	123	148	92,5	4,14	1,54
TW-TUC	23.12.95	54,66	0,742	15,89	6,75	3,73	4,64	0,93	3,69	0,092	1,16	2<	436	20	110	32	587	1<	70	28	158	192	4<	121	22	121	142	92,5	4,18	1,50
TW-TUC	26.12.95	54,83	0,741	15,92	6,75	3,71	4,66	0,95	3,67	0,092	0,99	12<	432	20	106	39	588	1<	69	29	165	195	2<	122	23	121	149	92,5	4,21	1,49
TW-TUC	27.12.95	54,68	0,746	15,88	6,73	3,71	4,66	0,91	3,65	0,093	0,74	19<	440	21	107	31	591	1<	69	27	168	196	3<	119	23	125	149	92,0	4,14	1,50
TW-TUC	05.01.96	54,84	0,744	15,93	6,76	3,71	4,68	0,95	3,70	0,092	1,14	13<	442	20	106	36	595	1<	72	31	170	203	2<	123	22	123	147	92,8	4,10	1,49
TW-TUC	06.03.96	54,93	0,746	15,96	6,68	3,71	4,71	0,93	3,70	0,093	1,07	11<	437	20	108	43	601	1<	70	33	180	194	3<	121	21	120	149	92,8	4,14	1,54
TW-TUC	07.03.96	55,06	0,745	16,02	6,68	3,73	4,68	0,93	3,69	0,092	0,96	12<	435	18	107	41	596	1<	69	34	184	192	3<	125	20	122	142	92,8	4,18	1,51
TW-TUC	07.03.96	55,01	0,744	16,01	6,69	3,73	4,71	0,93	3,72	0,093	0,98	14<	445	19	110	48	603	1<	69	33	187	197	4<	121	20	119	146	92,9	4,14	1,50
TW-TUC	12.03.96	54,88	0,740	15,95	6,68	3,70	4,66	0,93	3,69	0,092	1,02	18<	429	20	106	43	594	1<	69	31	185	195	4<	123	21	123	147	92,6	4,10	1,50
TW-TUC	12.03.96	54,83	0,743	16,00	6,67	3,71	4,68	0,94	3,69	0,092	1,08	17<	444	23	106	52	598	1<	71	33	186	195	2<	121	21	124	145	92,7	4,14	1,50
TW-TUC	12.03.96	54,72	0,737	15,91	6,66	3,72	4,68	0,93	3,68	0,092	1,09	15<	439	22	108	43	589	1<	70	35	186	193	5<	124	21	121	147	92,5	4,21	1,53
TW-TUC	12.03.96	54,76	0,737	15,92	6,65	3,70	4,67	0,92	3,67	0,091	1,05	12<	437	22	106	41	593	1<	70	34	183	194	2<	124	20	122	142	92,4	4,10	1,49
TW-TUC	20.03.96	55,09	0,744	16,08	6,67	3,73	4,72	0,94	3,70	0,093	1,05	18<	431	19	106	44	595	1<	71	34	190	195	3<	123	21	123	148	93,1	4,18	1,53
TW-TUC	20.03.96	54,83	0,734	15,95	6,62	3,70	4,68	0,94	3,67	0,092	1,04	18<	439	18	111	42	595	1<	68	35	189	194	4<	124	21	123	148	92,5	4,18	1,53
TW-TUC	20.03.96	55,09	0,737	16,01	6,65	3,73	4,72	0,93	3,69	0,093	0,94	16<	438	20	110	40	598	1<	70	36	188	194	2<	125	20	119	145	92,8	4,18	1,50
TW-TUC	20.03.96	54,92	0,735	16,00	6,62	3,72	4,69	0,93	3,68	0,092	0,91	20	423	20	106	42	598	1<	70	34	189	193	4<	122	20	122	146	92,5	4,07	1,50
TW-TUC	27.03.96	54,88	0,739	15,96	6,63	3,70	4,69	0,91	3,67	0,093	1,01	17<	436	20	110	34	599	1<	72	35	190	194	3<	123	19	126	145	92,5	4,18	1,50
TW-TUC	27.03.96	54,47	0,737	15,88	6,59	3,67	4,66	0,92	3,68	0,092	1,05	16<	429	21	117	39	597	1<	71	34	190	194	4<	122	20	120	144	92,0	4,18	1,51
TW-TUC	28.03.96	54,73	0,739	15,99	6,65	3,69	4,77	0,92	3,68	0,093	1,02	18<	429	20	107	38	592	1<	71	34	193	199	3<	121	20	121	149	92,5	4,18	1,47
TW-TUC	28.03.96	54,57	0,737	15,92	6,62	3,71	4,80	0,93	3,67	0,093	0,91	18<	432	20	110	34	596	1<	70	32	189	199	5<	125	20	118	144	92,2	4,10	1,53
TW-TUC	02.04.96	54,81	0,738	15,98	6,64	3,70	4,76	0,92	3,69	0,093	1,15	15<	438	19	108	35	588	1<	69	36	191	201	4<	122	20	124	143	92,7	4,07	1,52
TW-TUC	02.04.96	54,84	0,741	16,00	6,66	3,70	4,81	0,92	3,71	0,093	1,10	19<	438	20	106	41	597	1<	70	34	193	200	4<	124	20	120	148	92,8	4,14	1,48
TW-TUC	04.04.96	54,89	0,743	16,03	6,63	3,71	4,80	0,93	3,68	0,094	0,97	17<	431	20	108	45	595	1<	69	35	195	199	4<	124	19	122	142	92,7	4,21	1,51
TW-TUC	04.04.96	54,81	0,742	15,95	6,63	3,70	4,77	0,91	3,67	0,092	1,08	19<	428	20	107	44	592	1<	71	37	195	199	4<	123	20	123	144	92,6	4,25	1,47
TW-TUC	12.04.96	54,85	0,738	15,95	6,59	3,73	4,69	0,92	3,68	0,094	0,99	23	431	22	105	42	601	1<	67	36	197	196	2<	126	20	124	147	92,5	4,07	1,53
TW-TUC	12.04.96	54,61	0,731	15,87	6,56	3,69	4,70	0,92	3,67	0,093	1,02	23	435	22	106	44	598	1<	69	35	196	196	4<	125	20	122	146	92,1	4,10	1,52
TW-TUC	19.04.96	54,52	0,729	15,86	6,57	3,69	4,68	0,92	3,66	0,088	1,09	18<	423	23	104	26	594	5<	68	38	192	198	3<						4,10	1,48
TW-TUC	19.04.96	54,75	0,728	15,96	6,58	3,69	4,67	0,91	3,68	0,089	1,08	20<	422	19	106	26	600	5<	68	34	195	195	3<						4,14	1,51
TW-TUC	19.04.96	54,92	0,736	15,99	6,61	3,73	4,69	0,91	3,69	0,089	1,06	17<	437	22	106	26	598	6<	69	38	192	195	2<						4,14	1,50
TW-TUC	06.05.96	55,02	0,743	16,05	6,59	3,72	4,71	0,92	3,71	0,090	1,10	21	437	20	113	46	615	5<	69	37	201	198	5<	126	19	121	147	92,9	4,21	1,51

A3.1.1. RFA- und Coulometrie-Daten

Probe	Meßdat.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	Cges
TW-TUC	08.05.96	54,78	0,755	15,90	6,75	3,80	4,71	0,96	3,71	0,092	1,12	6<	441	22	116	31	622	6<	71	29	150	225	4<	120	26	122	148	92,8		
TW-TUC	15.05.96	54,61	0,742	15,84	6,78	3,75	4,69	0,93	3,70	0,088	1,05	5<	436	21	111	27	608	7<	70	26	167	194	1<	120	23	122	145	92,4		
TW-TUC	15.05.96	54,66	0,743	15,85	6,76	3,79	4,68	0,92	3,70	0,089	1,15	7<	437	20	113	27	607	6<	69	26	168	206	4<	120	24	121	148	92,6		
TW-TUC	16.05.96	54,83	0,747	15,90	6,79	3,80	4,70	0,93	3,71	0,090	0,92	12<		21	119	27	611	7<	72	25	168	202	3<	121	25	121	146	92,6		
TW-TUC	19.05.96	54,72	0,743	15,81	6,79	3,77	4,67	0,93	3,70	0,090	1,07	11<		20	114	30	610	6<	71	27	168	197	3<	120	24	124	147	92,5		
TW-TUC	20.05.96	54,65	0,743	15,87	6,79	3,77	4,67	0,92	3,70	0,089	1,11	7<	440	21	109	32	607	6<	70	28	170	196	2<	119	24	128	148	92,5		
TW-TUC	22.05.96	54,67	0,748	15,86	6,77	3,78	4,69	0,93	3,71	0,089	1,09	6<	428	18	113	28	610	7<	71	29	171	218	3<	120	23	121	146	92,6		
TW-TUC	27.05.96	54,73	0,743	15,87	6,80	3,76	4,69	0,94	3,71	0,087	1,04	2<	439	21	112	27	613	6<	69	29	168	195	4<	120	23	125	146	92,6		
TW-TUC	29.05.96	54,62	0,737	15,82	6,74	3,77	4,70	0,91	3,70	0,088	1,06	3<	436	20	109	25	610	6<	72	29	169	196	3<	117	23	124	147	92,3		
TW-TUC	08.06.96	54,49	0,742	15,83	6,75	3,78	4,68	0,93	3,70	0,093	1,06	12<		19	112	29	608	5<	71	28	173	211	3<	120	24	126	151	92,3		
TW-TUC	11.06.96	54,62	0,744	15,85	6,75	3,78	4,69	0,93	3,71	0,089	1,12	11<		19	111	30	618	6<	69	28	173	226	3<	121	25	124	151	92,5		
TW-TUC	12.06.96	54,31	0,741	15,79	6,72	3,77	4,64	0,92	3,68	0,087	1,12	3<	423	20	109	26	607	5<	71	28	168	195	3<	118	23	124	148	92,0		
TW-TUC	12.06.96	54,54	0,741	15,82	6,74	3,76	4,66	0,92	3,71	0,082	1,10	1<	432	18	108	28	604	5<	70	29	167	195	4<	123	23	126	147	92,3		
TW-TUC	22.06.96	54,47	0,741	15,77	6,73	3,76	4,68	0,92	3,69	0,088	1,01	5<		21	111	29	611	5<	71	27	168	196	1<	121	24	125	147	92,1		
TW-TUC	27.06.96	55,06	0,746	15,94	6,78	3,79	4,69	0,92	3,71	0,083	1,04	5<		22	110	26	616	7<	72	27	173	194	3<	121	23	123	148	93,0		
TW-TUC	10.07.96	54,68	0,734	15,87	6,66	3,76	4,67	0,91	3,71	0,088	1,05	3<		21	108	22	600	5<	70	33	185	195	4<	120	22	119	146	92,3		
TW-TUC	12.07.96	54,75	0,736	15,85	6,68	3,78	4,68	0,92	3,69	0,089	1,10	5<	459	18	111	26	600	4<	70	32	185	204	4<	123	22	122	145	92,5		
TW-TUC	19.07.96	54,29	0,737	15,81	6,62	3,76	4,69	0,90	3,67	0,086	1,16	1<	422	18	109	23	595	6<	70	31	181	196	3<	122	21	122	144	91,9		
TW-TUC	09.08.96	54,36	0,734	15,79	6,63	3,73	4,67	0,91	3,68	0,087	1,04	1<	436	19	110	25	595	5<	67	33	184	194	2<	119	22	119	140	91,9		
TW-TUC	14.08.96	56,12	0,764	16,30	6,77	3,87	4,74	0,91	3,76	0,077	1,11	5<	444	19	111	27	620	4<	68	33	192	227	4<	123	23	123	145	94,7		
TW-TUC	16.08.96	54,81	0,742	15,95	6,65	3,80	4,66	0,89	3,70	0,087	1,09	1<	434	22	108	25	597	6<	67	34	188	196	2<	121	21	118	142	92,6		
TW-TUC	09.09.96	55,31	0,748	16,06	6,68	3,83	4,71	0,91	3,74	0,087	1,08	1<	433	18	115	25	612	6<	72	29	191	196	3<	122	21	123	141	93,4		
TW-TUC	10.09.96	54,87	0,741	15,98	6,64	3,81	4,79	0,92	3,71	0,086	1,06	4<	450	20	107	27	602	5<	68	32	191	210	5<	121	22	126	144	92,8		
TW-TUC	12.09.96	55,19	0,744	16,01	6,68	3,82	4,69	0,90	3,72	0,087	1,04	1<	442	17	113	24	608	3<	70	33	191	201	4<	121	21	122	143	93,1		
TW-TUC	19.08.96	54,61	0,747	15,94	6,64	3,78	4,70	0,89	3,71	0,086	1,06	1<	430	22	109	25	600	5<	68	28	185	194	3<	123	20	119	142	92,4		
TW-TUC	21.09.96	55,17	0,748	16,04	6,67	3,83	4,72	0,91	3,71	0,086	0,97	1<	430	21	110	24	606	5<	69	35	192	196	2<	122	21	124	143	93,1		
TW-TUC	14.10.96	55,11	0,749	15,99	6,84	3,78	4,72	0,90	3,71	0,087	1,07	8<	440	22	114	28	625	8<	72	23	170	194	3<	120	23	130	149	93,2		
TW-TUC	25.11.96	55,29	0,752	16,08	6,88	3,83	4,80	0,90	3,73	0,087	1,05	17<	440	21	114	32	627	10<	73	26	174	199		121	27	133	151	93,6		
TW-TUC	07.12.96	54,73	0,743	15,89	6,76	3,70	4,65	0,91	3,68	0,092	1,06	13	445	19	106	34	590	1<	71	29	166	194		125	22	121	149	92,4		
TW-TUC	28.02.97	54,73	0,730	16,00	6,75	3,75	4,71	0,90	3,68	0,093	1,03	5	418	18	109	34	635	1<	65	27	157	203		120	23	122	135	92,6		
TW-TUC	07.03.97	54,68	0,731	15,96	6,75	3,75	4,71	0,89	3,68	0,092	1,03	2	424	25	111	35	635	1<	69	37	157	207		115	25	127	138	92,5		
TW-TUC	08.03.97	54,95	0,729	16,04	6,77	3,76	4,64	0,91	3,69	0,092	1,06	2	420	27	111	29	635	1<	69	38	157	206		116	26	124	137	92,9		

A3.1.1. RFA- und Coulometrie-Daten

Probe	Meßdat.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	C_{ges}
TW-TUC	09.03.97	54,82	0,729	16,03	6,76	3,73	4,74	0,92	3,69	0,092	0,99	2	427	27	115	31	635	3<	74	40	163	219		116	27	130	143	92,8		
TW-TUC	10.03.97	54,72	0,728	15,95	6,75	3,75	4,70	0,91	3,68	0,093	1,01	3	426	24	115	28	627	3<	70	41	160	215		115	28	127	144	92,5		
TW-TUC	11.03.97	54,79	0,728	15,99	6,75	3,74	4,71	0,90	3,67	0,093	1,03	3	425	23	112	33	643	1<	69	35	156	210		111	25	126	137	92,6		
TW-TUC	12.03.97	55,03	0,728	16,06	6,78	3,75	4,64	0,92	3,70	0,093	1,03	2	422	25	114	31	635	1<	68	36	156	204		115	26	125	137	93,0		
TW-TUC	13.03.97	54,87	0,728	16,03	6,78	3,76	4,75	0,90	3,69	0,092	0,98	2	426	25	114	32	635	1<	71	39	163	217		119	27	129	143	92,8		
TW-TUC	28.03.97	54,60	0,748	16,01	6,79	3,75	4,75	0,97	3,65	0,093	1,23	6	438	22	113	32	620	3<	71	27	159	209	2<	123	27	125	145	92,8		
TW-TUC	31.03.97	54,58	0,741	15,95	6,75	3,79	4,66	0,94	3,66	0,092	1,24	7	450	21	109	33	620	3<	73	29	160	203	2<	120	26	127	142	92,6		
TW-TUC	01.04.97	54,50	0,746	15,93	6,76	3,71	4,75	0,90	3,65	0,092	1,17	8	441	20	110	33	620	2<	73	23	159	210	4<	126	28	125	143	92,4		
TW-TUC	03.04.97	54,65	0,745	15,91	6,76	3,74	4,65	0,91	3,66	0,091	1,29	7	443	22	108	36	627	3<	70	25	160	203	3<	125	27	125	146	92,6		
TW-TUC	27.04.97	54,71	0,746	15,97	6,75	3,75	4,68	0,90	3,66	0,099	1,24	7	445	21	116	34	627	2<	72	26	159	204	3<	122	28	128	144	92,7		
TW-TUC	07.05.97	54,43	0,743	15,96	6,62	3,62	4,70	0,86	3,69	0,093	1,29	5	444	18	100	32	573	2<	65	22	139	181	2<	123	17	119	131	92,2		
TW-TUC	27.05.97	54,87	0,743	16,03	6,75	3,74	4,67	0,94	3,68	0,094	1,34	7	452	21	112	39	627	1<	70	26	167	204	2<	126	25	127	146	93,1		
TW-TUC	30.05.97	54,79	0,748	16,02	6,76	3,77	4,77	0,92	3,65	0,095	1,13	8	448	20	107	34	620	1<	71	24	168	208	4<	123	24	125	148	92,9		
TW-TUC	31.05.97	54,92	0,750	16,03	6,77	3,74	4,67	0,93	3,67	0,094	1,29	8	449	21	118	34	627	1<	75	25	169	204	4<	127	25	125	146	93,1		
TW-TUC	30.06.97	54,57	0,737	15,92	6,74	3,72	4,78	0,95	3,66	0,092	1,31	8	465	23	108	36	620	1<	71	25	174	209	2<	128	24	128	143	92,7		
TW-TUC	10.07.97	54,73	0,748	15,96	6,77	3,75	4,66	0,91	3,66	0,093	1,29	6	448	22	109	36	627	1<	71	25	167	204	4<	124	25	127	149	92,8		
TW-TUC	27.07.97	54,63	0,742	15,94	6,74	3,70	4,65	0,90	3,65	0,094	1,21	7	455	21	113	31	620	1<	71	26	165	203	3<	123	26	128	144	92,5		
TW-TUC	05.08.97	55,09	0,749	16,14	6,80	3,79	4,69	0,93	3,69	0,093	1,32	7	447	20	107	34	627	1<	70	25	165	203	2<	126	23	128	145	93,5		
TW-TUC	13.08.97	54,97	0,750	16,04	6,80	3,77	4,67	0,93	3,66	0,093	1,08	8	450	22	116	36	627	1<	72	24	167	205	3<	128	23	126	146	93,0		
TW-TUC	25.08.97	54,85	0,741	16,05	6,74	3,74	4,66	0,90	3,67	0,093	1,35	7		20	108	34	620	1<	72	25	162	196	3<	127	24	124	139	93,0		
TW-TUC	03.09.97	54,66	0,742	15,97	6,76	3,73	4,73	0,91	3,65	0,094	1,36	8	444	20	108	32	627	1<	71	24	160	197	2<	128	23	125	137	92,8		
TW-TUC	09.09.97	54,94	0,744	16,01	6,77	3,75	4,67	0,94	3,68	0,095	1,34	8	451	20	110	33	627	1<	73	23	161	199	4<	125	24	130	139	93,2		
TW-TUC	18.09.97	54,90	0,743	15,99	6,73	3,74	4,67	0,93	3,66	0,093	1,39	8		20	110	38	627	1<	73	25	173	200	2<	125	23	132	140	93,1		
TW-TUC	22.09.97	54,73	0,744	15,99	6,75	3,73	4,67	0,92	3,66	0,095	1,35	8	445	22	111	35	627	1<	73	25	166	200	3<	128	24	126	145	92,9		
TW-TUC	28.09.97	54,57	0,746	16,02	6,76	3,72	4,69	0,93	3,68	0,094	1,36	7	439	22	112	33	620	1<	72	25	161	198	3<	128	23	123	141	92,8		
TW-TUC	22.09.97	54,73	0,744	15,99	6,75	3,73	4,67	0,92	3,66	0,095	1,35	8	445	22	111	35	627	1<	73	25	166	200	3<	128	24	126	145	92,9		
TW-TUC	28.09.97	54,57	0,746	16,02	6,76	3,72	4,69	0,93	3,68	0,094	1,36	7	439	22	112	33	620	1<	72	25	161	198	3<	128	23	123	141	92,8		
TW-TUC	04.10.97	54,46	0,742	15,96	6,75	3,73	4,66	0,92	3,66	0,093	1,36	8	447	22	114	32	620	1<	69	24	161	197	4<	124	23	128	138	92,6		
TW-TUC	06.10.97	54,94	0,748	16,14	6,77	3,75	4,70	0,92	3,67	0,095	1,31	8	446	20	116	31	627	1<	73	23	166	203	3<	123	23	126	144	93,3		
TW-TUC	21.10.97	54,62	0,745	15,95	6,74	3,72	4,72	0,91	3,62	0,093	0,84	8	439	23	113	31	620	1<	70	25	166	203	2<	127	25	122	147	92,2		
TW-TUC	23.10.97	54,66	0,743	16,07	6,76	3,74	4,67	0,92	3,66	0,093	1,29	7	441	22	107	30	620	1<	70	25	163	201	1<	124	25	126	143	92,8		
TW-TUC	26.10.97	54,63	0,744	16,00	6,74	3,73	4,69	1,09	3,68	0,093	1,37	7		20	103	32	620	1<	72	27	172	203	1<	127	24	126	144	93,0		

A3.1.1. RFA- und Coulometrie-Daten

Probe	Meßdat.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	$\sum$	CO_2	C_{ges}
TW-TUC	27.10.97	54,73	0,747	16,04	6,76	3,73	4,69	0,90	3,65	0,095	1,21	7	445	19	112	31	620	1<	73	26	166	204	3<	126	24	125	144	92,8		
TW-TUC	29.10.97	54,53	0,742	15,94	6,75	3,77	4,67	0,92	3,65	0,094	1,29	8		22	112	34	620	1<	70	25	172	201	2<	123	24	125	143	92,6		
TW-TUC	16.11.97	54,61	0,738	15,86	6,72	3,70	4,71	0,91	3,62	0,094	1,07	8	442	21	113	35	620	1<	72	25	166	204	3<	124	25	133	149	92,3		
TW-TUC	06.12.97	55,05	0,742	16,06	6,76	3,79	4,78	0,94	3,66	0,094	1,32	8		25	113	38	620	1<	71	25	174	208	2<	126	25	125	145	93,4		
TW-TUC	09.12.97	54,28	0,741	15,88	6,70	3,72	4,63	0,90	3,62	0,093	1,25	8	442	22	109	38	620	1<	71	26	166	203	2<	125	25	125	146	92,1		
TW-TUC	09.12.97	54,60	0,745	15,97	6,74	3,71	4,67	0,91	3,62	0,093	0,75	7	439	23	107	32	620	1<	71	26	170	206	3<	126	24	128	151	92,1		
TW-TUC	13.12.97	54,93	0,748	16,07	6,78	3,78	4,72	0,95	3,63	0,095	0,67	8	443	22	113	34	627	1<	70	25	172	209	1<	125	23	124	149	92,6		
TW-TUC	13.03.98	54,88	0,745	15,99	6,76	3,64	4,70	0,88	3,62	0,077	0,67	8	433	23	104	32	620	1<	67	24	164	205	1<	122	24	122	156	92,2		
TW-TUC	13.04.98	54,79	0,746	15,99	6,78	3,70	4,69	0,88	3,62	0,077	0,63	7	432	25	105	36	620	4<	67	26	163	204	2<	125	24	125	156	92,1		
TW-TUC	25.04.98	54,55	0,744	15,90	6,73	3,68	4,64	0,86	3,60	0,078	0,58	8	435	23	105	32	620	1<	70	23	159	200	2<	123	24	124	154	91,6		
Anmerkungen:																														
Das Meßdatum bezieht sich nur auf die RFA-Daten. Die Indices 1) und 2) deuten darauf hin, daß dieselbe Schmelztablette wiederholt gemessen wurde.																														

A3.1.2. ICP-MS-Daten

Isotop (Auflösung)	***Std.*** Aufschl.	**DR-N a** HF/H_2SO_4	**DR-N b** HF/H_2SO_4	***DR-N*** Ref.[1)]	**GSR-6 a** HF/H_2SO_4	**GSR-6 b** HF/H_2SO_4	**GSR-6 c** HF/H_2SO_4	**GSR-6 d** $HF/HClO_4$	**GSR-6 e** $HF/HClO_4$	***GSR-6*** Ref.[1)]	**TW-TUC a** HF/H_2SO_4	**TW-TUC b** HF/H_2SO_4	***TW-TUC*** Verglsw.[2)]	**W-2 b** HF/H_2SO_4	***W-2*** Ref.[1)]
Ba135(LR)	µg/g	256	181	385	148	127	133	131	135	120	300	310	439	174	182
Bi209(LR)	ng/g	403	484	500)	151	125	165	131	132	160	190	240		29	30)
Cd111(LR)	ng/g	850	914	900)	105	82	85	92	11	69	130	130	60	178	104)
Cd114(LR)	ng/g	800	880	900)	67	60	60	74		69	90	120	60	175	104)
Co59(LR)	µg/g	36	38	35	12,0	8,2	9,3	6,4	8,7	9	19	23	20	41	44
Co59(MR)	µg/g	32	34	35	11,6	9,9	10,4	9,4	11,0	9	22	21	20	41	44
Cr52(LR)	µg/g	51	36	40	41	29	33	32	26	32	116	113	107	90	93
Cr52(MR)	µg/g	44	31	40	43	42	43	39	34	32	132	114	107	90	93
Cr53(MR)	µg/g	44	31	40	44	45	46	38	33	32	141		107	91	93
Cs133(LR)	ng/g	6070	6580	6300	3140	2760	2810	2550	2630	3200	6600	6900		900	990)
Cu63(LR)	µg/g	48	47	50	23,9	22,4	21,5	21,6	21,0	23,4	35	39	35	103	103
Cu63(MR)	µg/g	41	45	50	23,6	25,6	24,3	23,4	26,6	23,4	40	44	33	105	103
Cu65(MR)	µg/g	40	42	50	24,0	28,4	25,4	24,6	24,0	23,4	42	43	33	100	103
Li7(LR)	µg/g	36	38	40	21,9	18,6	18,9	19,7	26,8	20,4		68	68	9,7	9,3
Mo95(LR)	µg/g	1,4	1,0	0.9)		0,15	0,07	0,13	0,38	0,38		0,5	1	0,6	0.6)
Mo98(LR)	µg/g	1,2	0,9	0.9)		0,14	0,07	0,24	0,41	0,38		0,4	1	0,5	0.6)
Nb93(LR)	ng/g	6490	6850	7000	4920	5460	5610	6480	5670	6600	13000	15000	17000	6700	7900
Ni60(LR)	µg/g	27	17	15	27,2	22,3	23,3	22,6	20,5	17,8	70	66	70	68	70
Ni60(MR)	µg/g	24	14	15	25,9	19,9	19,3	21,6	21,0	17,8	88	65	70	70	70
Ni62(MR)	µg/g	22	14	15	26,6	19,7	20,1	21,8	22,1	17,8	88	63	70	68	70
Pb206(LR)	µg/g	48	54	55	17,2	16,1	15,7	15,4	16,4	18,3	23	29	27	7,3	9.3)
Pb207(LR)	µg/g	47	52	55	17,0	14,6	14,4	16,6	14,7	18,3	22	30	27	7	9.3)
Pb208(LR)	µg/g	48	53	55	17,3	15,7	15,5	15,8	15,5	18,3	23	28	27	7,2	9.3)
Rb85(LR)	µg/g	76	71	73	44	34	36	32	34	32	170	134	162	20	20
Re185(LR)	ng/g	5,7	7,7		0,4										
Re187(LR)	ng/g	2,2	2,9					0,4							
Sb121(LR)	ng/g	223	345	400	270	400	410	490	520	430		600	400	540	790)
Sb123(LR)	ng/g	229	328	400	360	410	440	380	460	430		600	400	550	790)
Sc45(LR)	µg/g	2,53	2,59	2,80	0,71	0,51	0,56	0,51	0,64	0,60	1,6	1,5	1,6	3,2	3,5
Sn120(LR)	ng/g	1350	1826	2000)	60	970	890	670	300	980	1300	2700		1540	
Sr86(LR)	µg/g	397	382	400	1200	949	1013	915	1053	913	199	203	198	198	194
Th232(LR)	µg/g	4,6	4,8	5	4,4	3,5	3,6	3,5	3,1	4,1	9,2	10,1		2,1	2,2

A3.1.2. ICP-MS-Daten

Isotop (Auflösung)	***Std.*** Aufschl.	**DR-N a** HF/H_2SO_4	**DR-N b** HF/H_2SO_4	***DR-N*** Ref.[1)]	**GSR-6 a** HF/H_2SO_4	**GSR-6 b** HF/H_2SO_4	**GSR-6 c** HF/H_2SO_4	**GSR-6 d** $HF/HClO_4$	**GSR-6 e** $HF/HClO_4$	***GSR-6*** Ref.[1)]	**TW-TUC a** HF/H_2SO_4	**TW-TUC b** HF/H_2SO_4	***TW-TUC*** Verglsw.[2)]	**W-2 b** HF/H_2SO_4	***W-2*** Ref.[1)]
Tl205(LR)	ng/g	601	682	700)					270	360		1200		130	200)
U238(LR)	ng/g	1345	1680	1500	2190	1810	1780	1710	1560	1900	2400	3100	3000	505	530)
V51(LR)	µg/g	223	226	220	49	48	43	44	36	36			122	280	262
V51(MR)	µg/g	189	204	220	39	54	54	41	40	36			122	264	262
Y89(LR)	µg/g	23	21	26	10,0	8,0	8,4	7,8	8,1	9,1	22	24	23	18	24
Zn66(MR)	µg/g	128	136	145	79	53	52	50		52	163	130	122	78	77
Zn68(LR)	µg/g	142	140	145	63	45	47	44		52	120	132	122	73	77
Zn68(MR)	µg/g	128	124	145	76	184	131	56		52	168	181	122	78	77
Zr91(LR)	µg/g	69	76	125	68	60	61	61	54	62	145	148	146	88	94
La139(LR)	µg/g	20,3	21,1	21,5	15,0	12,3	13,1	12,2	12,3	14,6	31	30	35	10,6	11,4
Ce140(LR)	µg/g	46	47	46	32,0	25,1	26,8	26,3	25,3	25,4	66	68	70	24	24
Pr141(LR)	ng/g	5300	5540	5700	3450	2760	2970	3030	2620	3400	7300	7600	7200	2850	5900)
Nd143(LR)	µg/g	2,18	2,28	2,35	1,4	1,1	1,2	1,2	1,0	1,2	2,9	2,8	3,0	1,3	1,4
Sm147(LR)	ng/g	5200	5400	5400	2470	2030	2230	1980	1740	2400	5300	6000	6000	3020	3250
Sm149(LR)	ng/g	5100	5200	5400	2560	1840	2040	2040	2030	2400	5300	5800	6000	3210	3250
Eu151(LR)	ng/g	1320	1370	1450	530	420	450	420	310	510	1020	1100	1130	1040	1100
Eu153(LR)	ng/g	1330	1420	1450	540	460	460	470	440	510	1030	1150	1130	1020	1100
Gd157(LR)	ng/g	4810	4980	4700	2390	1940	2130	1890	1950	1900	5100	5800	4800	3290	3600
Gd158(LR)	ng/g	5150	5080	4700	2380	1930	2070	1930	1750	1900	5000	5100	4800	3550	3600
Tb159(LR)	ng/g	780	780	770	290	260	260	270	250	350	660	810		580	630)
Dy161(LR)	ng/g	4800	5000	4600	1890	1580	1650	1500	1410	1600	4400	4700	4500	3620	3800
Dy163(LR)	ng/g	4800	4600	4600	1860	1510	1540	1470	1390	1600	4100	4800	4500	3850	3800
Ho165(LR)	ng/g	930	940	1000	310	280	290	270	260	330	740	820	900	720	760
Er166(LR)	ng/g	2700	2800	2500	1030	800	850			1100	2400	2600	2500	2070	2500)
Er167(LR)	ng/g	2700	2500	2500	1010	820	830			1100	2400	2700	2500	2040	2500)
Tm169(LR)	ng/g	370	390	390	140	120	130	120	120	170	360	420		290	380)
Yb172(LR)	ng/g	2300	2400	2500	990	740	740	700	700	900	2200	2200	2500	1700	2050
Yb174(LR)	ng/g	2300	2500	2500	1010	740	740	800	700	900	2200	2300	2500	1720	2050
Lu175(LR)	ng/g	350	360	400						140		440	350	260	330
Hf178(LR)	ng/g	2300	2500	3500	1500	1500	1300	1400		1800		4200		2520	2560
Hf180(LR)	ng/g	2400	2700	3500	1400	1400	1300	1400		1800		4300		2310	2560
Ta181(LR)	ng/g			600		300				460		900			500

1) Govindaraju, 1994; 2) Schnetger, pers. Mitt.

A3.2.1. TW-TUC Meßserien

	TW-TUC																									
	11.11.-27.12.95 *(964C-9H)*				08.03.-13.04.96 *(967B-9H)*				16.05.-27.06.96 *(969D-7H)*				16.08.-14.10.96 *(964B-8H)*				28.02.-13.03.97 *(967A-8H)*				03.09.-29.10.97 *(966D-5H)*				16.11.97-21.04.98 *(969B-7H u. 969E-6H)*			
	MW	S	S_{rel}	n	MW	S	S_{rel}	n	MW	S	S_{rel}	n	MW	S	S_{rel}	n	MW	S	S_{rel}	n	MW	S	S_{rel}	n	MW	S	S_{rel}	n
SiO_2	54,75	0,14	0,26	16	54,84	0,16	0,29	21	54,70	0,20	0,37	7	55,01	0,25	0,46	7	54,82	0,12	0,22	8	54,70	0,16	0,30	11	54,71	0,25	0,45	8
TiO_2	0,743	0,003	0,36	16	0,739	0,004	0,53	21	0,744	0,002	0,29	7	0,746	0,003	0,43	7	0,729	0,001	0,15	8	0,744	0,002	0,28	11	0,744	0,003	0,42	8
Al_2O_3	15,90	0,04	0,27	16	15,97	0,05	0,32	21	15,85	0,06	0,36	7	16,00	0,04	0,28	7	16,01	0,04	0,24	8	16,01	0,06	0,35	11	15,97	0,08	0,50	8
Fe_2O_3	6,77	0,02	0,36	16	6,64	0,03	0,51	21	6,77	0,03	0,39	7	6,69	0,07	1,05	7	6,76	0,01	0,20	8	6,75	0,01	0,18	11	6,75	0,03	0,43	8
MgO	3,72	0,01	0,38	16	3,71	0,02	0,44	21	3,78	0,01	0,40	7	3,81	0,02	0,56	7	3,75	0,01	0,26	8	3,74	0,01	0,37	11	3,72	0,05	1,33	8
CaO	4,66	0,02	0,33	16	4,72	0,05	1,02	21	4,69	0,01	0,21	7	4,71	0,04	0,85	7	4,70	0,04	0,87	8	4,68	0,02	0,43	11	4,69	0,05	1,02	8
Na_2O	0,93	0,014	1,46	16	0,93	0,009	0,93	21	0,93	0,007	0,74	7	0,90	0,011	1,23	7	0,91	0,011	1,17	8	0,94	0,052	5,55	11	0,90	0,031	3,39	8
K_2O	3,69	0,02	0,44	16	3,68	0,01	0,38	21	3,70	0,01	0,21	7	3,71	0,01	0,34	7	3,69	0,01	0,25	8	3,66	0,01	0,33	11	3,62	0,02	0,46	8
P_2O_5	0,092	0,001	0,84	16	0,093	0,001	0,80	21	0,089	0,003	3,50	7	0,087	0,001	0,62	7	0,093	0,001	0,58	8	0,094	0,001	0,95	11	0,088	0,009	9,76	8
(SO_3)	1,04	0,13	12,3	16	1,02	0,06	6,18	21	1,04	0,06	5,96	7	1,05	0,04	3,79	7	1,02	0,03	2,51	8	1,33	0,05	3,86	11	0,87	0,30	34,4	8
As	8	5,68	67,3	16				21	8	4,15	50,1	7				7	3	1,06	40,4	8	8	0,50	6,61	11	8	0,46	5,97	8
Ba	439	6,75	1,54	16	434	5,48	1,26	21	503	30,36	6,04	7	437	7,37	1,69	7	424	3,21	0,76	8	449	8,66	1,93	11	438	4,62	1,05	7
Co	21	1,21	5,91	16	20	1,34	6,61	21	20	1,13	5,55	7	20	2,06	10,1	7	24	2,87	11,8	8	21	1,17	5,61	11	23	1,41	6,15	8
Cr	108	1,82	1,70	16	108	2,70	2,50	21	113	3,04	2,70	7	111	3,13	2,83	7	113	2,20	1,95	8	110	3,53	3,20	11	109	3,93	3,61	8
Cu	35	3,26	9,43	16	42	4,28	10,3	21	28	1,60	5,67	7	25	1,51	5,95	7	32	2,39	7,55	8	33	2,23	6,79	11	35	2,56	7,39	8
Mn	589	3,61	0,61	16	596	3,79	0,64	21	612	3,51	0,57	7	607	9,35	1,54	7	635	4,28	0,67	8	623	3,66	0,59	11	621	2,47	0,40	8
Ni	70	0,86	1,23	16	70	1,17	1,67	21	71	1,25	1,77	7	69	1,99	2,86	7	69	2,56	3,69	8	72	1,49	2,08	11	70	1,89	2,70	8
Pb	27	1,86	6,78	16	34	1,42	4,14	21	27	1,25	4,59	7	31	4,20	13,7	7	37	4,37	11,9	8	25	1,19	4,82	11	25	1,07	4,28	8
Rb	161	3,68	2,28	16	189	4,49	2,37	21	170	2,67	1,57	7	187	7,82	4,18	7	159	2,97	1,87	8	166	4,89	2,95	11	167	4,98	2,99	8
Sr	198	9,64	4,88	16	196	2,63	1,34	21	203	11,72	5,77	7	198	5,73	2,89	7	210	6,15	2,93	8	200	2,41	1,20	11	205	2,85	1,39	8
U	4	0,83	21,9	16	3	0,93	26,7	21	3	0,90	31,5	7	3	1,07	34,0	7	8	1,99	23,6	8	3	1,04	40,7	11	2	0,76	37,8	8
V	122	1,63	1,34	16	123	1,55	1,25	21	121	0,53	0,44	7	121	0,98	0,80	7	116	2,75	2,37	8	126	1,97	1,57	11	125	1,41	1,14	8
Y	23	0,79	3,50	16	20	0,60	2,98	21	24	0,82	3,40	7	21	0,95	4,47	7	26	1,55	6,00	8	24	0,67	2,85	11	24	0,71	2,92	8
Zn	122	3,36	2,75	16	122	1,99	1,63	21	124	1,63	1,32	7	123	4,10	3,33	7	126	2,60	2,06	8	127	2,54	2,01	11	126	3,37	2,68	8
Zr	146	4,34	2,97	16	146	2,25	1,54	21	148	2,16	1,46	7	143	2,64	1,84	7	139	3,49	2,51	8	142	2,77	1,95	11	151	4,27	2,83	8

A3.2.2. Anwendung einer Korrektur

Bei der am häufigsten gemessenen Probe TW-TUC wurde festgestellt, daß sich über den etwa 2 1/2 Jahre andauernden Meßzeitraum hinweg leichte systematische Unterschiede zwischen den Meßserien ergeben (siehe A3.2.1.). Dies kann durch reparatur- oder wartungsbedingte Änderungen am Röntgenspektrometer oder leichte Modifikationen des Meßprogramms erklärt werden. Somit ergeben sich zwischen den gemessenen Probenserien (jeweils aus einem ODP-Bohrkern) ebenfalls Unterschiede, die korrigiert werden müssen, um diese besser miteinander vergleichen zu können.

Im folgenden wird ein Beispiel gegeben:

Die TW-TUC-Meßserie vom 16.5. bis 27.6.96 unterscheidet sich hinsichtlich ihrer Al_2O_3- und K_2O-Mittelwerte ein wenig von der Meßserie vom 16.11.97 bis 21.4.98 (A3.2.1.). Es ergeben sich damit um 0.12 % höhere Al_2O_3-Werte und 0.08 % niedrigere K_2O-Werte der Probenserie 969B-7H im Vergleich zur Probenserie 969D-7H. Diese Differenz wurde dadurch bestätigt, daß einige Proben der Serie 969D-7H im Zeitraum vom 16.11.97 bis 21.4.98 erneut gemessen wurden.
Als Auswirkung dieser auf den ersten Blick geringfügigen Unterschiede waren die anhand der ursprünglichen Werte berechneten K/Al-Verhältnisse der Proben von 969B-7H um den Betrag 0.017 geringer als die der Proben von 969D-7H. Damit schienen sich die beiden Bohrkerne im Diagramm der Mg/Al- gegen die K/Al-Verhältnisse beispielsweise deutlich zu unterscheiden.
Nachdem von sämtlichen Al_2O_3-Werten der Probenserie 969B-7H 0.12 % subtrahiert und zu den K_2O-Werten 0.08 % hinzuaddiert worden waren, hob sich der Unterschied der K/Al-Verhältnisse auf, wurde also als analytisches Artefakt aufgedeckt.

A3.3.1. 964B-8H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	Ba	Co	Cr	Mn	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
2 0-1	66,60	19,75	0,330	4,68	1,91	3,42	34,79	0,89	0,99	0,097	0,14	132	6<	32	1383	8<	2<	30<	1131	1<	42	21	23	107	67,3		
2 4-5	66,64	23,20	0,427	4,53	1,91	3,90	32,32	0,99	1,05	0,096	0,15	163	7<	32	1452	8<	3<	31	957	3<	43	16	25	163	68,9		
2 8-9	66,68	19,51	0,326	4,77	1,90	2,92	35,44	0,93	1,03	0,094	0,15	135	8<	29	1292	8<	12	42	1085	1<	45	19	19	87	67,4		
2 12-13	66,72	14,41	0,242	4,21	1,63	1,90	39,84	0,92	0,87	0,074	0,16	80	8<	30	1424	12	15	40	1351	1<	38	20	18	41	64,6		
2 16-17	66,76	13,48	0,238	4,48	1,86	1,51	40,78	0,92	0,90	0,065	0,15	71	10<	29	1379	13	1<	33	1448	1<	39	22	25	69	64,7		
2 20-21	66,80	16,47	0,289	4,95	1,79	1,82	37,99	0,94	1,00	0,072	0,21	101	9<	32	1217	13	30	44	1306	1<	39	20	22	43	65,8		
2 24-25	66,84	15,20	0,274	5,02	2,16	1,62	43,40	0,99	0,99	0,068	0,18	88	7<	32	1329	16	7<	19<	1522	1<	41	27	33	85	70,2		
2 28-29	66,88	15,35	0,278	5,05	2,09	1,60	39,00	0,94	1,01	0,068	0,13	92	7<	30	1175	13	13	47	1319	1<	40	22	21	42	65,8		
2 32-33	66,92	14,16	0,261	4,78	2,06	1,53	39,91	0,95	0,96	0,067	0,14	89	9<	28	1143	14	11	43	1293	1<	40	24	19	33	65,1		
2 36-37	66,96	12,73	0,235	4,38	1,91	1,44	41,25	0,99	0,89	0,063	0,16	76	11	28	1204	12	2<	14<	1379	1<	37	24	24	66	64,3		
2 40-41	67,00	10,31	0,191	3,58	1,47	1,27	43,68	0,89	0,72	0,058	0,15	63	5<	22	1311	8<	10<	38	1436	1<	34	23	15	13<	62,6		
2 44-45	67,04	13,10	0,261	4,70	2,12	1,61	40,57	0,89	0,91	0,090	0,12	73	10	34	1218	16	8<	45	1400	1<	55	23	22	14<	64,7		
2 48-49	67,08	9,12	0,165	3,27	1,27	1,24	44,85	0,95	0,65	0,056	0,15	49	5<	24	1188	8<	10	36	1434	1<	37	22	14<	4<	62,0		
2 52-53	67,12	8,56	0,157	3,06	1,22	1,21	45,24	0,94	0,60	0,053	0,16	50	6<	25	1197	9<	1<	6<	1440	1<	35	24	19	50	61,5		
2 56-57	67,16	9,16	0,162	3,29	1,30	1,23	42,65	0,90	0,66	0,084	0,18	48	8<	24	1163	9<	7<	30<	1438	1<	42	20	10<	1<	59,9		
2 60-61	67,20	9,59	0,167	3,42	1,19	1,31	44,07	0,94	0,68	0,057	0,15	58	7<	26	1274	11	10	34	1392	1<	40	23	12<	5<	61,9		
2 64-65	67,24	10,86	0,187	3,78	1,46	1,41	43,15	0,94	0,77	0,064	0,15	58	9<	33	1462	13	6<	28<	1375	2<	49	24	23	54	63,1		
2 68-69	67,28	9,93	0,172	3,42	1,33	1,37	44,06	0,96	0,69	0,061	0,15	53	5<	28	1460	10<	4<	26<	1501	1<	39	23	19	57	62,5		
2 72-73	67,32	12,81	0,227	4,49	1,67	1,65	40,97	0,94	0,90	0,066	0,15	67	7<	34	1173	14	2<	32	1373	1<	49	24	24	60	64,2		
2 76-77	67,36	21,60	0,389	7,75	3,07	2,44	31,36	0,92	1,51	0,094	0,16	109	11	55	978	20	2<	56	1108	2<	83	16	42	87	69,6		
2 80-81	67,40	25,08	0,433	7,83	3,54	2,74	28,97	1,05	1,58	0,093	0,13	144	11	58	1038	30	11	57	1011	3<	84	21	45	105	71,7		
2 84-85	67,44	28,05	0,482	8,95	4,22	2,64	25,59	1,08	1,77	0,086	0,13	161	13	66	896	40	6<	44	850	1<	91	19	53	123	73,3		
2 88-89	67,48	31,30	0,545	10,27	4,82	2,85	22,24	1,16	2,04	0,095	0,13	186	15	75	864	45	10<	54	735	3<	94	20	62	124	75,7		
2 92-93	67,52	30,41	0,481	9,26	5,32	4,31	22,65	1,26	1,92	0,100	0,06	165	32	183	1190	141	13	99	672	2<	97	20	83	69	76,1		
2 96-97	67,56	34,75	0,530	9,92	5,91	4,79	18,71	1,36	2,04	0,136	0,09	188	31	222	1301	164	14	99	478	2<	104	19	90	81	78,5		
2 100-101	67,60	24,79	0,423	8,40	3,66	2,36	28,99	1,08	1,64	0,086	0,12	145	14	66	961	37	12	79	1082	1<	76	18	46	66	71,8		
2 104-105	67,64	17,17	0,289	5,80	2,60	1,93	36,42	1,00	1,16	0,065	0,12	105	11	46	1103	26	11	55	1284	1<	57	25	29	30	66,8		
2 108-109	67,68	16,71	0,280	5,68	2,56	1,93	37,05	1,03	1,14	0,069	0,14	88	9<	53	1175	28	13	54	1253	1<	53	25	31	33	66,9		
2 112-113	67,72	22,24	0,371	7,55	3,64	2,31	31,07	1,08	1,48	0,082	0,11	119	12	66	1175	40	7<	37	1050	3<	66	23	48	82	70,2		
2 116-117	67,76	24,71	0,419	8,20	3,85	2,45	28,64	1,08	1,64	0,089	0,12	136	14	65	1014	36	17	76	957	1<	71	19	44	70	71,5		
2 120-121	67,80	21,97	0,308	3,35	1,99	3,04	34,55	1,00	0,80	0,079	2,78	163	15	24	553	18	11	31	1168	3<	25	17	12<	144	70,1		
2 120-121	67,80	22,88	0,383	7,67	3,69	2,38	30,53	1,07	1,50	0,080	0,12	114	17	67	1227	41	5<	56	1098	1<	65	27	46	88	70,6		
2 124-125	67,84	33,01	0,546	10,82	5,09	2,95	19,96	1,17	2,16	0,105	0,10	183	18	82	937	48	18	94	664	1<	92	19	56	106	76,2		
2 128-129	67,88	19,57	0,324	6,49	2,88	2,08	33,99	1,02	1,30	0,071	0,13	107	8<	50	1078	27	13	58	1189	1<	53	26	31	48	68,1		
2 132-133	67,92	22,43	0,373	7,47	3,38	2,23	31,70	1,05	1,47	0,081	0,12	123	10<	53	1086	29	12	69	1227	1<	63	21	38	54	70,6		
2 136-137	67,96	22,66	0,381	7,31	3,36	2,21	31,21	0,98	1,44	0,078	0,11	125	10	49	1104	26	17	66	1208	1<	59	18	36	64	70,0		

A3.3.1. 964B-8H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	Ba	Co	Cr	Mn	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
2 140-141	68,00	19,14	0,321	6,35	2,93	1,91	34,81	1,03	1,23	0,078	0,14	114	9<	44	1089	21	3<	45	1301	1<	57	22	37	83	68,2		
2 144-145	68,04	20,34	0,348	6,61	2,92	2,03	33,49	1,00	1,31	0,077	0,14	117	11	43	1059	23	12	57	1184	1<	54	23	29	60	68,5		
2 148-149	68,08	28,13	0,483	9,14	4,28	2,53	25,79	1,09	1,77	0,091	0,13	162	11	63	912	32	7<	65	865	1<	77	18	47	120	73,7		
3 4-5	68,14	26,30	0,469	8,66	3,76	2,32	27,99	1,06	1,70	0,086	0,13	165	14	55	929	29	14	71	1002	1<	81	16	40	89	72,7		
3 8-9	68,18	22,58	0,405	6,89	2,69	2,25	32,23	1,01	1,36	0,084	0,12	142	9<	45	1025	22	9<	30<	1114	1<	52	20	39	117	69,9		
3 12-13	68,22	19,24	0,345	6,37	2,80	1,83	34,68	0,98	1,27	0,073	0,12	118	11	39	1080	18	14	59	1314	1<	50	19	27	52	68,0		
3 16-17	68,26	16,32	0,296	5,49	2,55	1,65	37,47	0,92	1,09	0,069	0,14	102	7<	35	1216	17	4<	38	1378	1<	44	25	29	81	66,3		
3 20-21	68,30	14,63	0,266	5,06	2,41	1,62	38,77	0,85	1,00	0,076	0,12	87	7<	34	1334	15	2<	40	1483	1<	41	19	29	73	65,1		
3 24-25	68,34	17,94	0,244	3,11	2,33	2,46	37,39	1,01	0,70	0,086	3,49	147	13	20	615	22	13	31	1159	1<	26	25	17	108	69,0		
3 28-29	68,38	10,27	0,177	3,65	1,71	1,33	43,43	0,92	0,72	0,065	0,14	49	7<	38	1431	20	1<	31	1592	1<	35	21	23	57	62,8		
3 32-33	68,42	10,59	0,191	3,87	1,65	1,53	43,22	0,88	0,73	0,068	0,13	54	7<	25	1215	11	9<	39	1547	1<	32	25	18	7<	63,2		
3 36-37	68,46	14,86	0,287	5,49	2,56	2,11	38,07	0,84	1,02	0,089	0,17	82	9<	36	1039	15	3<	17<	1292	1<	46	29	30	68	65,8		
3 40-41	68,50	15,39	0,300	5,51	2,57	2,38	36,95	0,77	1,03	0,092	0,19	82	14	38	1046	21	8<	35	1205	1<	50	18	29	72	65,4		
3 44-45	68,54	16,15	0,302	4,86	2,16	3,00	37,10	0,75	0,91	0,092	0,13	87	7<	34	1178	10<	9<	40	1214	1<	56	23	19	49	65,7		
3 48-49	68,58	17,08	0,312	4,37	1,59	3,10	37,51	0,84	0,89	0,083	0,13	98	5<	32	1219	7<	15	38	1150	1<	51	20	31	68	66,2		
3 52-53	68,62	15,33	0,278	4,82	1,88	2,33	38,21	0,85	0,93	0,083	0,14	84	6<	33	1156	10<	2<	30	1235	1<	62	21	26	76	65,1		
3 56-57	68,66	15,34	0,280	4,98	1,72	2,24	38,20	0,81	0,92	0,081	0,14	86	6<	36	1165	11	20	41	1316	2<	70	16	21	40	65,0		
3 60-61	68,70	8,33	0,146	2,94<	1,02	1,22	45,93	0,94	0,59	0,054	0,15	49	5<	22	1354	9<	15	33	1763	1<	39	22	12<	1<	61,7		
3 64-65	68,74	9,72	0,172	3,41	1,29	1,32	44,53	0,92	0,67	0,060	0,15	58	5<	24	1249	7<	9<	35	1659	1<	47	24	15	1<	62,6		
3 68-69	68,78	14,19	0,251	4,90	2,34	1,84	39,14	0,91	0,97	0,075	0,14	72	11	48	1203	33	5<	20<	1471	1<	70	26	33	63	65,1		
3 72-73	68,82	21,30	0,357	6,99	3,77	2,85	31,84	1,02	1,46	0,091	0,14	124	22	97	1219	83	5<	58	1116	1<	90	23	58	74	70,1		
3 76-77	68,86	11,98	0,243	4,06	1,89	1,48	41,90	0,96	0,80	0,076	0,14	63	8<	30	1014	14	13	40	1609	1<	43	24	18	11<	63,8		
3 80-81	68,90	12,32	0,218	4,33	1,92	1,53	41,67	0,91	0,85	0,074	0,14	68	5<	30	1048	13	8<	41	1550	1<	43	25	20	9<	64,3		
3 84-85	68,94	12,32	0,213	4,33	2,12	1,65	41,05	0,89	0,86	0,079	0,14	68	8<	41	1106	23	1<	16<	1452	1<	46	27	29	54	63,9		
3 88-89	68,98	15,67	0,266	5,29	2,73	2,31	37,63	0,93	1,09	0,091	0,13	95	12	65	1173	46	0<	24<	1281	1<	53	23	41	62	66,4		
3 92-93	69,02	13,47	0,227	4,75	2,29	1,65	40,13	0,98	0,94	0,085	0,14	69	8<	36	1193	19	10<	47	1517	1<	47	27	24	14<	65,0		
3 96-97	69,06	13,37	0,222	4,65	2,02	1,69	40,25	1,03	0,94	0,079	0,13	63	9<	40	1283	24	10	44	1149	1<	42	29	24	18<	64,7		
3 100-101	69,10	11,87	0,195	4,08	1,62	1,57	41,81	1,07	0,83	0,057	0,16	62	4<	35	1239	17	11	41	1350	1<	35	26	18	8<	63,6		
3 104-105	69,14	19,78	0,323	6,52	3,36	2,32	33,34	1,05	1,32	0,081	0,14	111	10<	65	1237	41	5<	50	1079	1<	57	20	38	79	68,5		
3 112-113	69,22	34,89	0,539	10,08	6,57	4,77	18,08	1,30	2,04	0,125	0,06	186	27	210	1612	157	7<	88	435	3<	104	21	92	97	78,8		
3 116-117	69,26	35,11	0,521	9,65	5,87	4,45	18,70	1,32	1,97	0,119	0,06	183	30	201	1359	138	14	97	481	1<	95	22	75	88	78,1		
3 120-121	69,30	25,36	0,416	7,79	3,53	2,51	29,07	1,05	1,59	0,080	0,12	134	12	60	1000	35	7<	58	1014	1<	64	16	45	117	71,8	24,0	0,04
3 124-125	69,34	31,49	0,502	9,44	4,37	2,80	23,31	1,12	1,94	0,094	0,12	175	14	76	905	39	12	70	714	1<	84	19	54	131	75,4		
3 128-129	69,38	35,18	0,579	10,66	5,24	3,16	18,60	1,10	2,21	0,106	0,11	181	20	75	846	44	20	88	504	3<	93	18	53	135	77,2		
3 132-133	69,42	24,99	0,407	8,04	3,59	2,35	28,86	1,03	1,60	0,086	0,12	131	14	57	936	30	16	73	980	1<	67	17	41	73	71,3		
3 136-137	69,46	33,31	0,556	10,53	4,81	2,90	21,00	1,08	2,12	0,104	0,11	178	14	69	891	37	22	88	676	1<	88	18	52	115	76,8		

A3.3.1. 964B-8H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	Ba	Co	Cr	Mn	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
3 140-141	69,50	20,85	0,361	6,76	3,03	2,03	33,13	0,93	1,32	0,080	0,12	122	10<	42	1082	20	18	59	1193	1<	58	24	30	59	68,9		
3 144-145	69,54	21,43	0,371	6,98	3,14	1,96	32,32	0,99	1,38	0,080	0,16	123	10	41	1094	20	12	57	1167	1<	57	17	31	65	69,1		
3 148-149	69,58	30,29	0,536	9,68	4,62	2,56	23,59	1,08	1,91	0,093	0,14	173	13	59	972	32	14	46	824	2<	77	21	50	138	74,8		
4 0-1	69,60	26,04	0,466	8,57	4,01	2,24	27,67	1,05	1,65	0,089	0,11	156	9<	54	917	27	17	76	998	1<	71	17	40	94	72,2		
4 4-5	69,64	24,56	0,454	8,14	3,84	2,16	29,29	1,02	1,60	0,085	0,12	147	11	53	984	26	12	57	1084	1<	67	21	45	110	71,5		
4 8-9	69,68	17,03	0,306	5,66	2,64	1,76	36,75	0,96	1,13	0,072	0,13	105	7<	37	1073	17	17	54	1327	1<	49	21	25	41	66,7		
4 12-13	69,72	15,79	0,274	5,40	2,55	1,67	37,79	0,94	1,07	0,071	0,11	84	8<	37	1151	16	14	53	1325	1<	48	24	25	28	66,0		
4 16-17	69,76	13,82	0,231	4,85	2,28	1,55	39,54	0,93	0,95	0,097	0,16	64	7<	36	1227	17	9<	46	1435	1<	48	24	22	12<	64,7		
4 20-21	69,80	11,84	0,193	4,08	1,80	1,47	42,13	0,92	0,83	0,065	0,13	61	5<	32	1397	15	8<	42	1449	1<	39	26	19	8<	63,8		
4 24-25	69,84	11,13	0,189	3,79	1,67	1,58	42,53	0,89	0,76	0,061	0,15	56	8<	32	1638	15	2<	12<	1412	1<	32	25	24	57	63,1		
4 28-29	69,88	15,90	0,259	5,21	2,94	3,61	35,54	0,87	1,09	0,087	0,11	82	9<	64	2373	46	12	55	1070	1<	56	25	31	27	66,0		
4 32-33	69,92	19,42	0,311	6,13	3,81	5,50	30,04	0,88	1,32	0,105	0,11	98	16	101	3183	78	13	65	716	1<	72	22	44	40	68,1		
4 36-37	69,96	20,04	0,313	6,13	4,00	5,84	29,21	0,86	1,30	0,113	0,11	119	23	106	3254	81	13	63	648	2<	81	24	47	39	68,4		
4 40-41	70,00	12,76	0,216	4,22	1,79	1,64	40,84	0,88	0,86	0,065	0,14	70	5<	33	1280	14	3<	30<	1436	1<	46	21	22	60	63,7		
4 44-45	70,04	14,55	0,244	4,64	1,83	1,80	39,86	0,93	0,93	0,068	0,14	81	6<	35	1318	13	10<	45	1358	1<	52	23	22	32	65,3		
4 48-49	70,08	15,24	0,252	4,75	1,76	1,94	38,24	0,94	0,95	0,065	0,15	80	6<	32	1277	11	10<	44	1265	1<	55	14<	17	38	64,6		
4 52-53	70,12	16,07	0,270	5,11	2,34	2,07	37,82	0,98	1,05	0,073	0,14	93	8<	41	1331	20	1<	22<	1293	1<	63	23	31	81	66,2		
4 56-57	70,16	15,29	0,255	4,96	2,19	1,94	38,12	0,95	1,00	0,070	0,14	86	8<	37	1418	16	9<	46	1307	1<	58	18	22	37	65,2		
4 60-61	70,20	18,28	0,314	6,23	2,58	2,14	35,44	0,95	1,23	0,084	0,13	98	8<	42	1348	18	8<	56	1229	1<	66	21	29	37	67,7		
4 64-65	70,24	16,01	0,266	5,22	2,25	1,90	37,84	0,99	1,04	0,067	0,15	83	7<	37	1404	17	9<	49	1279	2<	55	25	22	34	66,0		
4 68-69	70,28	21,36	0,365	6,75	3,08	2,23	32,56	0,98	1,35	0,073	0,14	122	11	48	1235	25	5<	29<	1077	1<	62	19	39	104	69,2		
4 72-73	70,32	32,83	0,548	10,34	4,76	3,00	21,42	1,15	2,07	0,092	0,12	181	13	72	1005	37	20	88	657	2<	87	18	51	121	76,6		
4 76-77	70,36	35,04	0,606	10,93	5,71	3,51	17,81	1,10	2,24	0,100	0,11	199	16	104	1037	68	14	81	513	3<	86	19	67	143	77,4		
4 80-81	70,40	34,82	0,547	10,64	6,37	4,99	17,82	1,32	2,23	0,120	0,13	210	34	214	1424	177	16	109	455	2<	110	20	88	79	79,3		
4 84-85	70,44	16,11	0,334	4,69	1,84	2,33	37,82	1,03	0,94	0,119	0,20	89	8<	44	991	18	86	42	986	2<	42	20	21	66	65,7		
4 88-89	70,48	32,19	0,495	10,20	6,02	5,06	19,27	1,25	2,10	0,092	0,12	186	29	225	1358	188	11	101	532	1<	105	19	82	66	77,1		
4 92-93	70,52	36,06	0,555	10,83	6,88	5,63	15,95	1,35	2,23	0,122	0,06	206	33	268	1462	215	13	110	407	2<	113	21	91	84	80,0		
4 96-97	70,56	21,75	0,351	7,20	3,27	2,23	31,89	1,12	1,42	0,073	0,14	119	12	66	964	37	10<	55	893	1<	59	19	42	78	69,7		
4 100-102	70,60	32,92	0,527	10,76	4,92	3,00	20,65	1,19	2,18	0,097	0,10	184	15	88	952	51	15	96	623	1<	91	18	57	98	76,6		
4 108-109	70,68	27,23	0,431	8,81	4,71	3,09	25,69	1,18	1,75	0,084	0,10	166	15	120	1063	87	4<	68	750	2<	79	21	60	90	73,3		
4 112-113	70,72	36,74	0,557	10,94	6,90	5,26	15,67	1,35	2,25	0,113	0,12	208	36	259	1278	214	13	121	411	2<	112	18	88	81	80,2		
4 116-117	70,76	37,11	0,560	10,69	7,37	5,21	15,62	1,36	2,17	0,138	0,06	227	41	270	1321	217	6<	99	404	4<	114	21	94	95	80,6		
4 120-121	70,80	21,26	0,343	7,04	3,37	2,27	32,26	1,10	1,41	0,073	0,11	196	14	71	1141	46	10<	68	986	3<	66	21	38	49	69,5	26,1	0,13
4 124-125	70,84	22,94	0,420	8,18	3,72	2,56	28,89	0,96	1,52	0,096	0,20	153	16	59	1020	31	10	69	1009	1<	65	19	36	65	69,7		
4 128-129	70,88	34,42	0,532	10,43	6,35	4,57	17,98	1,27	2,16	0,134	0,18	202	46	206	1340	185	13	103	468	2<	117	21	83	79	78,3		
4 128-129	70,88	34,45	0,532	10,45	6,32	4,63	17,96	1,23	2,16	0,114	0,17	205	44	206	1341	184	10<	107	468	2<	121	23	83	75	78,3		

A3.3.1. 964B-8H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	Ba	Co	Cr	Mn	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
4 132-133	70,92	34,78	0,530	10,19	6,74	4,56	18,58	1,30	2,09	0,146	0,16	226	43	214	1282	181	15	104	478	2<	122	23	80	82	79,4		
4 136-137	70,96	34,64	0,512	9,62	7,86	4,39	17,87	1,34	1,94	0,177	0,19	204	43	234	1257	188	5<	83	462	2<	137	25	81	101	78,8		
4 140-141	71,00	40,19	0,507	9,22	3,87	3,99	18,40	1,49	1,79	0,106	0,39	239	23	218	880	123	39	82	447	1<	83	19	66	101	80,3		
4 144-145	71,04	20,88	0,342	6,84	2,36	2,13	33,33	1,00	1,37	0,056	0,15	102	9<	61	998	32	22	51	1092	2<	70	18	41	83	68,7		
4 148-149	71,08	26,12	0,430	8,44	2,73	2,32	28,06	1,07	1,66	0,071	0,14	144	11	65	858	29	12	61	812	1<	82	18	46	95	71,3		
5 0-1	71,10	34,58	0,557	10,97	3,55	2,95	20,47	1,12	2,17	0,081	0,11	183	15	80	873	38	24	95	621	1<	101	18	52	113	76,8		
5 4-5	71,14	33,88	0,544	10,73	3,72	3,18	21,33	1,16	2,15	0,083	0,14	194	13	96	979	52	26	94	631	1<	101	18	56	102	77,2		
5 8-9	71,18	32,12	0,500	9,59	4,67	4,59	21,46	1,18	2,01	0,086	0,27	184	48	186	1534	179	5<	83	520	2<	104	21	82	85	76,8		
5 12-13	71,22	35,93	0,474	7,66	3,37	4,78	21,56	1,36	1,52	0,092	0,06	211	20	207	1372	98	2<	58	425	3<	67	19	57	113	77,1		
5 16-17	71,26	33,91	0,453	8,29	3,66	4,70	22,20	1,27	1,70	0,089	0,23	190	50	192	1381	155	15	78	481	1<	80	19	59	85	76,8		
5 20-21	71,30	39,28	0,366	6,43	2,39	4,55	21,49	1,55	1,22	0,085	0,11	206	40	211	934	103	17	42	388	1<	55	15	63	101	77,7		
5 24-25	71,34	28,52	0,476	9,52	3,17	2,57	25,98	1,10	1,83	0,078	0,18	143	14	64	883	35	15	78	893	2<	81	17	45	94	73,7		
5 28-29	71,38	23,66	0,438	8,31	2,88	2,52	29,30	0,99	1,52	0,084	0,23	124	11	54	947	26	12	65	1022	2<	66	17	36	70	70,2		
5 32-33	71,42	23,27	0,441	7,93	2,78	2,72	30,25	0,97	1,43	0,086	0,20	139	9<	53	965	21	15	64	1057	1<	74	19	38	75	70,3		
5 36-37	71,46	24,19	0,399	7,77	2,55	2,10	30,83	1,00	1,53	0,065	0,18	134	16	54	981	33	12	36	1037	3<	71	19	61	105	70,9		
5 40-41	71,50	21,40	0,361	6,82	2,23	1,93	33,76	0,99	1,33	0,058	0,16	122	8<	43	1342	21	18	61	1159	1<	63	19	31	67	69,3		
5 44-45	71,54	26,85	0,448	8,50	2,79	2,24	28,17	1,08	1,66	0,065	0,24	138	32	53	1218	59	19	71	925	1<	73	17	40	93	72,4		
5 48-49	71,58	27,36	0,464	8,81	3,21	2,22	27,63	1,05	1,73	0,074	0,19	157	15	54	1028	36	14	74	890	1<	78	20	44	91	73,0		
5 52-53	71,62	22,68	0,392	7,33	2,68	1,92	31,78	1,02	1,44	0,066	0,18	125	12	64	1060	24	14	63	1029	1<	65	17	66	71	69,7		
5 56-57	71,66	22,53	0,392	7,22	2,62	1,86	32,02	0,99	1,42	0,066	0,15	135	8<	44	1121	20	14	61	1105	1<	63	15	30	70	69,6		
5 60-61	71,70	22,72	0,403	7,45	2,67	1,90	31,50	0,97	1,47	0,068	0,15	133	9<	42	1169	19	14	61	1103	1<	66	20	35	73	69,6		
5 64-65	71,74	22,12	0,395	7,21	2,71	1,88	32,61	1,05	1,44	0,067	0,17	131	6<	44	1152	23	4<	31	1115	1<	60	22	39	104	69,9		
5 68-69	71,78	19,23	0,344	6,43	2,35	1,75	35,25	1,02	1,27	0,064	0,15	112	11	37	1163	16	12	58	1199	2<	58	23	29	53	68,1		
5 72-73	71,82	17,74	0,316	6,00	2,24	1,65	36,00	0,95	1,18	0,064	0,15	113	6<	38	1241	16	14	52	1229	1<	52	19	26	43	66,6		
5 76-77	71,86	14,49	0,254	5,03	1,92	1,46	39,33	0,95	0,97	0,054	0,17	73	6<	34	1504	15	13	48	1332	1<	46	21	25	24	65,0		
5 80-81	71,90	12,70	0,218	4,51	2,08	1,35	40,93	0,99	0,88	0,067	0,15	75	5<	36	1836	16	2<	34	1326	1<	56	25	28	62	64,2		
5 84-85	71,94	25,46	0,433	8,72	9,27	2,54	24,15	1,19	1,68	0,239	0,17	134	63	78	1692	98	18	66	790	1<	130	36	66	107	74,2		
5 88-89	71,98	19,08	0,331	6,58	2,66	2,01	33,54	0,91	1,28	0,094	0,11	99	12	48	1219	22	8<	57	1078	1<	70	20	30	41	66,9		
5 92-93	72,02	9,57	0,165	3,30	1,33	1,18	44,58	0,83	0,68	0,048	0,14	52	5<	25	1631	13	2<	26<	1453	1<	37	23	21	57	62,2		
5 96-97	72,06	10,20	0,178	3,49	1,44	1,22	44,17	0,85	0,70	0,053	0,17	60	7<	23	1414	12	10<	35	1405	1<	37	23	14<	12<	62,8		
5 100-101	72,10	11,48	0,200	3,86	1,72	1,30	42,61	0,84	0,78	0,058	0,20	67	8<	25	1419	15	1<	10<	1374	2<	36	25	21	63	63,4		
5 104-105	72,14	13,06	0,228	4,27	1,95	1,41	41,13	0,87	0,88	0,061	0,20	80	9<	28	1333	14	1<	13<	1311	1<	39	25	24	68	64,4		
5 108-109	72,18	14,83	0,257	4,82	2,18	1,51	39,64	0,85	0,98	0,065	0,17	86	9<	28	1292	16	10<	43	1305	1<	44	24	18	33	65,6		
5 112-113	72,22	16,49	0,291	5,35	2,37	1,59	37,80	0,91	1,09	0,067	0,14	100	8<	32	1207	15	13	47	1264	1<	44	23	22	45	66,4		
5 116-117	72,26	17,76	0,317	5,78	2,63	1,66	36,60	0,94	1,15	0,070	0,15	112	8<	36	1178	17	3<	22<	1215	1<	45	26	32	89	67,3		
5 120-121	72,30	17,36	0,313	5,70	2,66	1,60	36,83	0,96	1,12	0,071	0,14	119	7<	33	1202	18	1<	39	1195	1<	45	19	29	86	67,0		

A3.3.1. 964B-8H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	Ba	Co	Cr	Mn	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
5 124-125	72,34	16,35	0,299	5,45	2,57	1,57	37,75	0,93	1,10	0,069	0,15	102	6<	34	1251	15	6<	21<	1236	1<	42	24	31	82	66,5		
5 128-129	72,38	14,04	0,255	4,73	2,21	1,48	39,64	0,86	0,96	0,067	0,13	94	6<	32	1229	12	11	46	1329	1<	38	22	19	27	64,7		
5 132-133	72,42	14,47	0,283	4,62	2,23	1,79	39,43	0,78	0,92	0,089	0,18	72	8<	33	1322	15	3<	34	1283	1<	40	23	27	75	65,1		
5 136-137	72,46	13,42	0,251	4,35	2,12	1,66	40,47	0,86	0,88	0,077	0,15	77	8<	33	1465	16	5<	33	1326	2<	37	25	24	72	64,6		
5 140-141	72,50	13,64	0,250	4,40	2,19	1,66	40,31	0,92	0,83	0,078	0,14	83	6<	34	1584	16	1<	30<	1237	1<	39	27	27	74	64,7		
5 144-145	72,54	11,73	0,195	4,05	1,95	1,41	42,03	0,92	0,81	0,061	0,14	68	4<	30	1708	14	11	38	1209	2<	38	25	17	19<	63,6		
5 148-149	72,58	10,67	0,181	3,65	1,75	1,30	42,82	0,84	0,74	0,056	0,13	57	6<	24	1777	11	7<	37	1338	1<	34	25	14<	13<	62,5		
6 0-1	72,60	11,38	0,194	3,84	1,82	1,33	42,65	0,81	0,78	0,058	0,11	66	6<	26	1757	11	8<	37	1356	1<	34	22	16	16<	63,3		
6 4-5	72,64	13,41	0,229	4,41	2,13	1,46	40,52	0,77	0,89	0,064	0,11	75	6<	28	1712	11	7<	44	1330	1<	38	21	17	28	64,3		
6 8-9	72,68	14,02	0,236	4,52	2,19	1,49	40,25	0,83	0,91	0,066	0,13	78	7<	29	1590	14	9<	43	1295	1<	39	24	20	32	65,0		
6 12-13	72,72	15,21	0,257	4,84	2,23	1,58	39,41	0,89	0,97	0,069	0,13	80	7<	31	1396	12	12	42	1265	1<	42	23	19	40	65,9		
6 16-17	72,76	15,86	0,272	5,06	2,39	1,57	37,83	0,85	1,01	0,071	0,15	88	8<	29	1531	12	12	46	1207	1<	42	18	18	47	65,4		
6 20-21	72,80	16,97	0,294	5,44	2,56	1,63	37,41	0,92	1,09	0,074	0,17	100	9<	30	1578	15	15	49	1244	1<	45	25	23	48	66,9		
6 24-25	72,84	18,45	0,326	5,92	2,76	1,70	35,82	0,90	1,18	0,075	0,18	100	10<	33	1521	16	12	53	1201	1<	47	20	24	60	67,6		
6 28-29	72,88	18,59	0,326	5,96	2,75	1,70	35,73	0,94	1,17	0,078	0,20	112	9<	32	1542	19	12	52	1144	1<	45	22	25	61	67,8		
6 32-33	72,92	20,48	0,369	6,59	3,09	1,82	33,36	0,95	1,31	0,080	0,24	119	8<	37	1556	22	5<	46	1065	1<	49	20	33	100	68,6		
6 36-37	72,96	21,16	0,386	6,94	3,36	1,92	32,52	0,95	1,37	0,088	0,28	123	14	42	1742	34	8<	49	1066	1<	54	18	37	104	69,3		
6 40-41	73,00	20,65	0,372	6,78	3,33	2,03	33,17	0,96	1,36	0,100	0,26	128	14	42	1997	26	5<	49	1073	1<	57	22	36	94	69,4		
6 44-45	73,04	19,44	0,340	5,96	4,08	2,32	33,36	0,89	1,20	0,144	0,16	110	14	44	2147	24	6<	44	1024	2<	71	29	37	97	68,3		
6 48-49	73,08	20,55	0,398	7,08	4,57	2,08	31,72	0,96	1,37	0,168	0,25	105	16	59	2466	37	11	33	1044	1<	97	32	43	84	69,6		
6 52-53	73,12	30,65	0,520	10,55	7,29	2,78	20,45	1,21	2,04	0,247	0,15	171	19	105	1778	70	27	90	682	2<	303	34	74	97	76,2		
6 56-57	73,16	30,61	0,539	10,98	8,15	2,86	18,97	1,26	2,06	0,255	0,19	171	13	110	1311	52	26	90	671	2<	313	32	62	103	76,2		
6 60-61	73,20	22,06	0,425	7,89	2,97	2,43	29,83	1,02	1,41	0,114	1,26	163	26	63	904	46	27	62	1136	4<	272	16	95	67	69,7		
6 64-65	73,24	21,18	0,411	7,56	3,03	2,40	31,11	1,02	1,32	0,090	1,63	195	24	57	1014	51	7<	46	1196	10	109	17	59	98	70,1		
6 68-69	73,28	21,56	0,409	7,57	2,89	2,40	30,87	1,02	1,37	0,091	1,44	207	31	55	1058	52	15	59	1190	9	88	19	46	60	69,9		
6 72-73	73,32	21,17	0,405	7,06	2,73	2,49	31,27	0,98	1,30	0,090	1,51	212	30	48	1093	46	13	57	1226	4<	71	18	42	67	69,3		
6 76-77	73,36	21,14	0,404	7,40	2,92	2,44	31,44	1,05	1,31	0,093	1,59	217	36	52	1151	57	12	57	1225	3<	76	19	45	59	70,1		
6 80-81	73,40	20,44	0,391	6,95	2,85	2,41	32,15	1,02	1,27	0,091	1,67	221	31	51	1257	52	7<	25<	1255	7	66	24	45	98	69,6		
6 84-85	73,44	20,35	0,383	7,00	2,75	2,39	31,70	1,02	1,26	0,091	1,42	203	33	53	1248	49	12	54	1254	9	71	19	36	56	68,7		
6 88-89	73,48	20,83	0,395	7,03	2,81	2,50	31,84	1,04	1,28	0,091	1,56	223	27	49	1229	44	14	57	1297	10	69	24	37	59	69,7	25,8	0,57
6 92-93	73,52	20,80	0,390	6,98	2,76	2,49	31,88	1,03	1,27	0,091	1,54	214	28	47	1307	38	13	56	1303	7	66	23	35	57	69,5		
6 96-97	73,56	20,89	0,390	7,02	2,80	2,53	31,58	1,05	1,28	0,091	1,63	217	24	51	1267	37	10	56	1300	7	68	19	35	60	69,6		
6 100-101	73,60	21,34	0,370	5,06	2,52	3,12	32,68	1,08	1,04	0,087	2,61	203	40	37	929	47	2<	35	1328	4<	42	16	36	140	70,2		
6 104-105	73,64	21,37	0,368	5,87	2,55	2,78	32,78	1,03	1,14	0,090	1,87	226	22	40	1078	33	13	48	1290	2<	54	19	31	83	70,2	27,2	0,55
6 108-109	73,68	21,08	0,318	4,03	2,36	3,05	34,22	1,07	0,91	0,085	3,17	175	40	28	706	42	12	36	1254	4<	30	18	21	106	70,6		
6 112-113	73,72	20,60	0,318	3,47	2,41	2,97	34,53	1,04	0,79	0,070	3,96	150	32	23	599	41	8<	33	1189	3<	25	19	17	172	70,4		

A3.3.1. 964B-8H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	Ba	Co	Cr	Mn	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
6 116-117	73,76	26,44	0,505	3,21	2,37	3,66	31,21	1,03	0,80	0,069	3,80	194	18	27	494	23	12	29<	981	2<	26	19	14<	269	73,3	27,6	0,09
6 124-125	73,84	22,04	0,339	3,20	2,14	3,00	34,89	1,02	0,77	0,082	3,07	169	15	25	567	17	4<	21<	1105	2<	25	21	20	224	70,8		
6 128-129	73,88	17,76	0,219	2,99<	1,94	2,50	38,06	0,98	0,69	0,083	2,92	137	16	20	606	17	1<	4<	1204	3<	22	20	20	125	68,4		
6 132-133	73,92	10,29	0,181	3,62	1,68	1,32	43,43	0,86	0,72	0,064	0,12	63	5<	24	1414	8<	11	38	1604	1<	32	24	14<	3<	62,6		
6 136-137	73,96	14,17	0,216	3,31	3,17	1,98	37,56	1,14	0,67	0,092	5.6>	377	23	26	804	50	14	30	1109	3<	45	27	21	72	68,2	29,6	0,88
6 140-141	74,00	14,34	0,238	4,63	2,34	1,68	38,68	0,97	0,93	0,060	2,27	82	11	36	2710	23	12	47	1262	2<	50	24	23	31	66,6		
6 148-149	74,08	26,31	0,399	7,55	3,56	4,06	26,78	1,06	1,59	0,086	1,47	137	31	128	1804	100	16	77	657	2<	84	17	54	60	73,2		
7 0-1	74,10	19,32	0,313	5,87	2,00	1,92	34,99	1,04	1,16	0,078	0,31	100	12	39	2437	21	12	50	1182	1<	54	20	27	56	67,4		
7 4-5	74,14	19,16	0,321	5,88	2,15	1,89	35,05	1,03	1,17	0,075	0,40	96	12	41	2591	19	5<	44	1248	1<	56	13<	35	94	67,6		
7 8-9	74,18	20,36	0,342	6,36	2,24	1,98	33,67	0,98	1,26	0,081	0,26	110	19	42	2409	33	18	57	1317	1<	58	16	30	57	68,0		
7 12-13	74,22	21,76	0,364	6,72	2,40	2,03	32,95	1,00	1,32	0,082	0,26	111	7<	44	2361	15	14	58	1344	1<	62	16	34	63	69,3		
7 16-17	74,26	29,08	0,497	8,92	3,26	2,44	25,56	1,07	1,73	0,082	0,28	158	6<	57	1737	24	11	40	984	3<	75	19	42	134	73,2		
7 24-25	74,34	28,81	0,450	8,77	4,08	3,30	25,03	1,09	1,78	0,090	0,23	163	12	137	1716	91	3<	71	737	2<	81	18	61	93	74,0		
7 28-29	74,38	32,23	0,485	9,12	4,84	4,02	22,63	1,24	1,89	0,097	0,30	186	18	201	1584	134	9<	81	597	2<	92	19	68	94	77,2		
7 32-33	74,42	32,46	0,484	8,99	4,89	4,06	22,36	1,25	1,88	0,099	0,95	192	20	211	1765	152	18	93	571	3<	103	21	63	80	77,8		
7 36-37	74,46	32,28	0,462	8,35	3,69	3,52	23,74	1,29	1,63	0,086	0,71	236	17	195	1079	107	8<	65	688	2<	96	17	60	105	76,0	19,4	0,55
7 40-41	74,50	27,00	0,440	8,73	8,27	2,59	13,67	1,34	1,71	0,097	12.6>	2475	287>	139	657	473	32	79	602	7	633	17	106	104	77,1	7,2	7,34
7 44-45	74,54	13,76	0,269	4,78	2,04	1,58	39,45	0,86	0,93	0,112	1,52	66	32	36	1979	37	12	44	1422	5<	75	24	28	19<	65,7	31,9	0,06
7 48-49	74,58	11,28	0,193	3,78	1,67	1,29	42,17	0,89	0,76	0,064	1,48	66	24	25	2338	30	9<	38	1484	4<	44	22	19	13<	64,0		
7 52-53	74,62	15,73	0,271	5,05	2,01	1,54	38,57	0,93	1,02	0,078	1,10	91	26	32	2303	30	13	48	1483	2<	56	22	27	34	66,7		
7 56-57	74,66	17,43	0,306	5,88	2,08	1,69	36,64	0,91	1,12	0,107	0,34	105	28	43	2364	38	7<	43	1383	3<	60	19	34	74	66,9		
7 60-61	74,70	19,64	0,340	6,31	2,24	1,92	34,86	0,94	1,25	0,132	0,37	112	54	45	2226	66	18	55	1305	2<	66	26	49	43	68,4		
CC 0-1	74,72	16,73	0,290	5,36	1,91	1,57	37,63	0,94	1,01	0,074	0,28	98	25	34	2251	35	7<	36	1329	1<	51	23	27	85	66,2		
CC 4-5	74,76	17,19	0,306	5,53	2,02	1,59	37,00	0,92	1,12	0,077	0,24	104	9<	33	2049	16	2<	41	1352	1<	51	21	29	86	66,4		
CC 8-9	74,80	18,78	0,332	6,08	2,22	1,72	35,31	0,92	1,23	0,082	0,40	133	10	33	1850	23	15	52	1299	3<	62	15	27	50	67,4		
CC 12-13	74,84	19,36	0,353	6,34	2,36	1,76	34,83	0,96	1,27	0,089	0,29	123	15	38	1842	26	4<	27<	1268	2<	58	20	35	94	68,0		
CC 20-21	74,92	15,92	0,275	5,31	2,29	1,95	37,27	0,93	1,06	0,086	0,29	94	9<	56	2061	34	14	55	1400	1<	67	21	35	24	65,8		
CC 24-25	74,96	24,38	0,386	7,65	3,65	3,75	28,58	1,05	1,62	0,104	0,24	134	18	130	2237	94	15	81	816	1<	89	21	58	46	71,8		
CC 28-29	75,00	18,57	0,314	6,27	3,30	1,88	34,81	0,99	1,23	0,122	0,26	101	10	65	2343	34	7<	48	1192	1<	110	35	38	77	68,2		
CC 32-33	75,04	39,97	0,661	12,99	7,36	3,68	5,23	1,52	2,61	0,270	5.8>	1300	164>	258	517	318	77	122	321	8	442	33	153	141	80,6	2,6	5,56
CC 36-37	75,08	14,71	0,245	4,93	2,02	1,59	39,06	0,94	0,99	0,076	1,27	88	58	45	1285	88	14	45	1324	5<	113	20	35	23	66,2		
CC 40-41	75,12	17,49	0,303	5,91	2,69	1,75	36,07	0,96	1,17	0,079	2,21	88	46	42	1559	61	3<	46	1535	3<	68	21	43	78	69,0		

A3.3.2. 964C-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
1 1-3	71,61	17,99	0,319	5,78	2,73	1,63	36,28	1,07	1,16	0,080	0,23	20<	98	7<	31	14<	1548	4<	18	6<	33	1208	2<	46	21	67	78	67,6		
1 5-7	71,65	19,43	0,345	6,25	2,92	1,69	34,32	1,10	1,25	0,086	0,24	22	104	11	33	11<	1506	3<	20	7<	37	1126	1<	49	20	29	89	67,9		
1 8-10	71,68	20,79	0,388	6,91	2,94	2,28	32,39	1,14	1,31	0,095	1,27	27	193	23	46	29	1325	8<	42	10	39	1281	2<	64	18	61	93	69,9	25,0	0,40
1 11-13	71,71	20,42	0,385	6,87	2,84	2,39	31,51	1,15	1,27	0,096	1,38	21	203	24	50	23	1251	10<	38	5<	35	1288	3<	65	17	37	86	68,6		
1 15-17	71,75	21,40	0,383	5,77	2,64	2,86	32,20	1,11	1,15	0,095	2,28	43	207	34	41	21	1023	11<	42	5<	28<	1324	5<	53	18	33	114	70,2		
1 19-21	71,79	21,04	0,365	5,68	2,65	2,75	32,71	1,09	1,12	0,094	2,16	46	211	32	38	23	1035	10<	41	9<	31	1304	3<	53	19	32	110	70,0		
1 24-26	71,84	20,66	0,347	5,21	2,52	2,74	33,31	1,16	1,07	0,094	2,42	41	225	24	35	27	957	12<	36	8<	26<	1295	2<	51	18	31	120	69,8		
1 28-30	71,88	19,34	0,290	3,85	2,26	2,73	35,43	1,16	0,87	0,091	2,62	47	176	26	26	18<	718	8<	35	7<	17<	1251	2<	33	16	23	120	68,9		
1 32-34	71,92	20,38	0,331	3,34	2,50	2,84	34,96	1,08	0,79	0,087	4.15>	70	156	24	23	15<	595	9<	31	4<	14<	1185	4<	26	17	20	220	70,7		
1 36-38	71,96	15,55	0,227	3,33	2,18	2,23	38,27	1,18	0,71	0,093	3,01	39	211	19	21	20	740	9<	31	6<	13<	1255	2<	33	20	20	94	67,0		
1 40-42	72,00	16,26	0,224	2,97	1,96	2,42	38,31	1,13	0,68	0,087	2,95	39	136	12	19	15<	619	9<	16	4<	10<	1253	1<	26	22	14<	110	67,2	31,6	0,17
1 44-46	72,04	18,17	0,249	3,12	2,00	2,45	37,32	1,12	0,72	0,089	2,44	40	154	9<	20	16<	639	8<	17	4<	12<	1194	3<	26	19	19	134	67,9		
1 48-50	72,08	16,16	0,233	3,17	2,12	2,25	37,94	1,21	0,71	0,092	3,06	43	179	10	22	19<	688	10<	21	6<	14<	1212	3<	33	21	21	120	67,2	31,2	0,38
1 53-55	72,13	14,14	0,211	2,80	4,99	2,04	37,39	1,13	0,62	0,085	8.83>	185	227	19	22	24	632	18<	64	7<	15<	1128	3<	35	28	30	116	72,5	29,5	0,53
1 56-58	72,16	13,25	0,217	4,42	2,21	1,50	40,08	1,17	0,89	0,058	2,17	24	66	11	37	45	2502	7<	25	7<	25<	1260	2<	48	25	37	48	66,4	28,0	1,16
1 60-62	72,20	19,33	0,317	6,14	3,09	2,54	33,67	1,08	1,27	0,080	2,27	28	100	16	70	36	2471	9<	51	8<	42	1041	1<	68	20	39	61	70,2		0,12
1 65-67	72,25	25,60	0,402	7,69	3,72	3,82	27,30	1,15	1,64	0,101	1,64	25	133	22	122	29	1881	2<	89	9<	62	710	3<	88	18	54	71	73,4		
1 68-70	72,28	26,28	0,398	7,52	3,43	4,04	26,95	1,12	1,57	0,107	0,88	20	134	25	127	37	1814	2<	91	12	58	662	2<	83	17	53	69	72,6		
1 74-76	72,34	18,78	0,312	5,84	2,07	1,79	35,37	1,15	1,17	0,081	0,28	10<	107	16	36	24	2579	3<	23	10<	31	1223	2<	55	17	28	78	67,3		
1 81-83	72,41	21,15	0,358	6,66	2,46	1,95	32,78	1,09	1,32	0,089	0,31	10<	111	23	43	87	2444	6<	42	11	37	1338	1<	61	17	39	86	68,6		
1 84-86	72,44	25,25	0,432	7,88	2,88	2,17	29,12	1,12	1,55	0,086	0,23	13<	137	6<	51	25	2080	4<	21	12	47	1189	1<	68	16	44	105	71,1	23,8	0,09
1 87-89	72,47	33,42	0,567	10,39	3,80	2,67	21,48	1,22	2,09	0,094	0,19	11<	193	12	65	44	1422	1<	30	18	67	691	1<	85	18	44	131	76,2		
1 93-95	72,53	29,22	0,450	8,89	4,19	3,37	24,62	1,21	1,85	0,100	0,21	10<	165	17	140	21	1685	2<	97	11	67	719	3<	85	19	58	85	74,4		
1 96-98	72,56	31,56	0,473	9,06	4,81	3,92	22,50	1,31	1,93	0,105	0,23	10<	179	17	190	20	1554	1<	129	11	72	599	2<	91	19	61	83	76,2		
1 99-101	72,59	32,14	0,477	9,03	4,99	3,97	22,02	1,31	1,90	0,108	0,32	13<	184	18	200	15<	1716	1<	132	13	70	565	3<	95	20	62	86	76,6		
1 103-105	72,63	33,87	0,495	8,93	4,35	3,83	21,82	1,38	1,82	0,102	0,35	12<	201	16	214	75	1587	1<	123	13	65	554	2<	111	19	59	101	77,3		
1 106-108	72,66	33,27	0,470	8,32	3,74	3,57	23,09	1,38	1,64	0,092	0,94	15<	219	20	200	30	1010	2<	109	9<	57	667	3<	97	17	55	104	76,8		
1 108-110	72,68	32,46	0,459	8,38	3,80	3,59	23,38	1,37	1,65	0,094	0,74	13<	237	24	198	27	978	3<	118	11	58	662	2<	87	17	54	93	76,2	19,3	0,46
1 113-115	72,73	26,06	0,458	8,40	2,90	2,02	28,46	1,16	1,65	0,079	0,39	21	160	34	50	59	1327	3<	53	13	54	1000	3<	78	18	50	115	71,9		
1 117-119	72,77	24,84	0,446	8,08	2,84	1,96	29,00	1,13	1,60	0,081	0,32	16<	145	26	50	46	1532	2<	39	12	50	993	3<	75	17	44	104	70,6		
1 121-123	72,81	21,70	0,397	7,21	2,59	1,81	32,16	1,12	1,44	0,079	0,29	15<	131	14	44	36	1920	2<	27	12	44	1077	3<	66	17	42	96	69,2		
1 126-128	72,86	20,14	0,359	6,78	2,49	1,80	33,95	1,09	1,34	0,080	0,23	10<	112	14	45	59	2223	2<	30	14	41	1116	2<	72	23	45	78	68,6		

A3.3.2. 964C-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
1 128-130	72,88	18,87	0,327	6,46	2,42	1,70	35,13	1,08	1,28	0,077	0,26	18<	114	9<	45	27	2344	2<	26	9<	42	1181	1<	73	20	37	70	68,0	28,2	0,02
1 133-135	72,93	21,80	0,363	7,48	2,85	1,88	32,23	1,22	1,50	0,078	0,28	12<	115	13	58	29	2376	4<	29	21	49	1050	1<	110	22	55	71	70,1	25,6	0,11
1 136-138	72,96	31,68	0,532	10,44	8,92	2,91	8,27	1,72	2,11	0,300	12.7>	96	2519	395>	204	295	638	116	649	35	72	478	26	841	41	166	144	80,3	5,8	9,71
1 139-141	72,99	12,53	0,213	4,23	1,93	1,35	41,32	1,00	0,85	0,053	1,53	37	61	30	34	49	1807	27	46	7<	25<	1388	6	73	20	27	46	65,4	32,5	0,12
1 142-144	73,02	15,75	0,329	5,37	2,21	1,83	37,64	0,97	1,06	0,130	1,35	29	78	32	42	38	1883	17<	41	9<	32	1352	7	73	21	37	63	67,0	30,1	0,12
1 146-148	73,06	12,35	0,261	3,51	6,09	1,57	38,55	0,92	0,74	0,101	11.5>	162	68	45	29	31	1801	25	124	5<	23<	1283	4<	44	29	28	87	76,0	31,1	0,13
2 0-2	73,10	14,55	0,253	4,74	2,42	1,43	39,40	0,97	0,96	0,078	2,45	53	81	36	31	39	2263	10<	39	8<	28<	1499	4<	52	18	30	61	67,7		
2 4-6	73,14	16,75	0,290	5,45	1,90	1,59	37,83	0,98	1,10	0,092	0,30	15<	89	19	34	30	2247	5<	27	7<	30	1435	1<	56	21	28	69	66,7		
2 7-9	73,17	17,51	0,308	6,08	2,13	1,68	36,37	0,98	1,20	0,118	0,25	19<	101	26	40	32	2362	7<	36	8<	36	1384	2<	61	18	34	64	67,0		
2 12-14	73,22	19,85	0,349	5,28	1,89	1,70	35,84	1,08	1,12	0,102	0,32	17<	123	33	34	93	2112	4<	47	9<	29<	1250	1<	50	20	25	122	67,9		
2 15-17	73,25	16,94	0,297	5,46	1,95	1,54	37,48	1,00	1,09	0,079	0,24	11<	104	10<	35	23	2084	6<	17	7<	29<	1370	2<	52	17	24	70	66,5		
2 19-21	73,29	19,01	0,341	6,18	2,26	1,69	35,45	1,06	1,26	0,088	0,26	20<	122	12	35	22	1883	3<	19	9<	36	1345	1<	59	17	29	78	68,0		
2 22-24	73,32	19,03	0,340	6,14	2,25	1,69	35,49	1,06	1,26	0,090	0,28	11<	120	11	39	23	1798	5<	23	7<	34	1279	2<	57	21	28	80	68,0		
2 25-27	73,35	19,71	0,354	6,41	2,35	1,76	34,78	1,07	1,32	0,093	0,26	16<	117	19	40	37	1826	6<	29	8<	37	1273	1<	56	20	34	79	68,5		
2 31-33	73,41	16,74	0,305	5,57	2,10	1,58	37,47	1,01	1,11	0,097	0,25	16<	97	13	40	32	1870	4<	22	7<	31	1388	1<	53	19	36	67	66,6		
2 36-38	73,46	15,71	0,274	5,29	2,19	1,82	38,19	0,98	1,06	0,104	0,23	17<	92	9<	52	21	2043	7<	29	9<	34	1464	1<	62	21	29	56	66,2		
2 39-41	73,49	19,08	0,314	6,23	2,85	2,61	34,47	1,08	1,28	0,112	0,24	21	98	12	87	25	2117	3<	62	9<	47	1194	1<	75	23	44	56	68,7		
2 43-45	73,53	27,57	0,432	8,48	4,25	4,31	25,15	1,19	1,81	0,115	0,41	14<	151	25	154	23	2466	-1<	131	10<	70	614	3<	98	21	72	70	74,1		
2 46-48	73,56	24,75	0,389	7,60	3,82	3,63	28,59	1,18	1,60	0,113	0,31	13<	143	21	129	22	2518	1<	97	6<	58	815	2<	99	23	61	70	72,4	23,9	0,07
2 48-50	73,58	18,60	0,313	6,30	3,36	1,85	34,62	1,11	1,28	0,136	0,24	18<	103	11	63	28	2264	4<	34	13	40	1200	1<	119	31	40	67	68,2	27,4	0,09
2 53-55	73,63	31,25	0,520	10,26	4,95	2,84	19,91	1,53	2,06	0,134	3,78	38	1222	99	129	196	822	10<	190	29	70	835	8	262	22	89	112	77,7	16,0	2,17
2 57-59	73,67	19,58	0,341	6,44	2,64	1,77	34,50	1,13	1,29	0,076	1,15	20	274	34	52	46	1249	10<	56	12	38	1269	4<	113	18	43	81	69,2	27,4	0,29
2 60-62	73,70	20,45	0,369	6,74	2,59	1,81	33,72	1,08	1,32	0,087	0,31	16<	121	9<	40	21	1471	6<	21	9<	39	1315	1<	59	20	38	86	68,8	26,8	0,08
2 63-65	73,73	19,84	0,363	6,65	2,65	1,92	33,86	1,07	1,30	0,107	0,33	16<	114	8<	43	16<	1660	6<	23	10	39	1303	1<	56	21	34	80	68,4	27,3	0,08
2 68-70	73,78	19,73	0,343	5,86	2,53	1,95	34,92	1,14	1,21	0,121	0,34	15<	115	8<	41	19<	1932	4<	21	8<	35	1232	2<	54	23	30	97	68,5	28,1	0,08
2 73-75	73,83	18,03	0,301	6,15	4,26	1,72	34,58	1,20	1,21	0,131	0,25	30	97	17	48	16<	2540	7<	32	12	42	1118	2<	78	32	32	66	68,3	27,6	0,11
2 75-77	73,85	38,54	0,647	12,78	10,61	3,44	10,67	1,52	2,59	0,287	0,54	32	274	30	136	545	1481	6<	117	75	92	458	3<	313	30	84	140	82,0	8,8	0,53
2 79-81	73,89	23,69	0,389	7,83	4,03	2,25	26,01	1,44	1,58	0,128	3,99	40	764	234>	89	170	694	13<	411	16	50	980	8	237	20	94	92	71,7	20,8	3,66
2 83-85	73,93	18,35	0,320	6,40	2,36	1,79	35,67	1,02	1,23	0,081	0,82	20<	93	41	45	50	1360	14<	59	10<	37	1325	2<	75	17	72	57	68,4	28,4	0,09
2 86-88	73,96	10,81	0,185	3,66	1,72	1,20	42,93	1,01	0,75	0,052	1,58	27	58	35	27	40	1693	15<	45	6<	19<	1774	3<	40	20	29	41	64,3	33,9	0,09
2 88-90	73,98	10,81	0,184	3,65	1,50	1,22	43,25	0,96	0,74	0,055	1,03	26	62	37	25	44	1739	14<	49	7<	20<	1820	3<	38	20	19	38	63,8	34,4	0,07
2 93-95	74,03	14,91	0,259	4,83	1,74	1,51	39,47	1,02	0,98	0,063	0,67	20<	86	29	33	34	1235	6<	41	8<	26<	1546	3<	50	21	26	58	65,8	31,5	0,07

A3.3.2. 964C-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
2 96-98	74,06	16,77	0,292	5,38	1,77	1,62	37,99	1,03	1,10	0,067	0,20	15<	103	21	32	34	1264	5<	28	7<	30	1488	1<	52	18	27	70	66,6		
2 99-101	74,09	17,76	0,314	5,71	1,89	1,67	36,92	1,04	1,15	0,068	0,20	14<	109	22	39	31	1233	7<	31	9<	32	1473	2<	54	18	31	73	67,1		
2 103-105	74,13	18,78	0,334	6,08	2,02	1,74	35,89	1,03	1,23	0,072	0,21	19<	113	24	38	42	1252	6<	34	10	37	1449	1<	55	14	40	79	67,7		
2 106-108	74,16	19,14	0,345	6,26	2,10	1,76	35,10	1,03	1,26	0,075	0,21	12<	118	15	37	40	1230	6<	23	9<	35	1394	1<	55	16	78	79	67,6		
2 108-110	74,18	19,24	0,348	6,32	2,15	1,75	34,82	1,11	1,27	0,077	0,20	17<	118	7<	38	88	1242	5<	19	12	37	1384	1<	54	16	35	77	67,6		
2 112-114	74,22	15,80	0,288	5,33	1,96	1,57	38,15	1,01	1,06	0,080	0,20	17<	99	8<	34	90	1504	6<	15	10	31	1428	4<	51	21	25	60	65,8		
2 116-118	74,26	15,15	0,271	5,15	1,94	1,58	38,80	1,03	1,04	0,092	0,17	12<	80	5<	36	23	1655	5<	12	8<	28<	1399	1<	53	26	23	53	65,6		
2 119-121	74,29	16,94	0,297	5,42	2,16	1,84	36,97	0,98	1,10	0,124	0,21	15<	87	8<	38	14<	1711	4<	16	9<	32	1308	1<	59	19	27	64	66,4	29,8	0,08
2 123-125	74,33	23,76	0,386	4,72	1,77	2,78	33,07	1,09	1,10	0,192	0,19	9<	146	8<	34	14<	1265	1<	10		23<	918	4<	44	21	18	141	69,3	27,8	0,07
2 128-130	74,38	17,93	0,298	6,02	2,78	1,76	35,31	1,01	1,22	0,120	0,34	21	89	10	53	21	1753	5<	39	14	39	1152	2<	74	25	33	61	67,1	26,5	0,11
2 133-135	74,43	18,46	0,304	6,17	3,60	1,82	34,72	1,04	1,25	0,138	0,20	20	106	13	51	20	2174	3<	32	6<	40	1078	2<	72	32	34	64	68,1	27,8	0,10
2 136-138	74,46	19,65	0,320	6,68	4,72	1,93	32,56	1,10	1,34	0,167	0,17	25	108	14	60	36	2293	2<	38	20	44	1007	1<	79	31	36	71	69,0	26,0	0,11
2 139-141	74,49	26,85	0,451	8,89	6,24	2,37	24,67	1,39	1,85	0,487	0,83	27	895	37	99	41	1461	3<	125	19	59	864	4<	125	56	52	99	74,4		
2 143-145	74,53	20,01	0,321	6,52	3,17	1,92	33,53	1,12	1,36	0,084	0,28	15<	101	9<	57	204	1536	5<	34	16	41	1118	1<	92	23	30	71	68,7	26,8	0,10
2 146-148	74,56	28,13	0,457	8,67	3,54	2,30	26,71	1,13	1,77	0,070	2,77	31	151	29	59	66	1173	11<	52	21	58	924	6	121	17	45	118	75,8	21,4	0,11
3 0-2	74,60	19,81	0,328	6,18	2,54	1,83	34,25	1,02	1,25	0,062	1,78	23	108	27	46	39	1292	7<	42	10	37	1261	3<	61	19	43	81	69,4		
3 4-6	74,64	20,72	0,345	6,46	2,73	1,84	33,68	1,03	1,30	0,064	1,98	26	114	33	43	42	1305	8<	47	13	38	1199	6	61	14	42	87	70,5		
3 7-9	74,67	20,28	0,342	6,39	2,26	1,78	34,56	1,06	1,26	0,066	0,75	23	106	30	39	42	1282	5<	36	7<	38	1248	4<	58	16	37	91	69,1		
3 11-13	74,71	23,78	0,404	7,71	2,52	2,00	30,87	1,07	1,48	0,076	0,16	18<	121	30	52	44	1211	3<	42	12	49	1126	1<	69	15	46	95	70,4		
3 15-17	74,75	20,73	0,350	6,54	2,14	1,80	34,19	1,09	1,27	0,069	0,19	16<	103	19	39	29	1234	3<	29	11	37	1174	2<	59	15	35	91	68,7		
3 18-21	74,78	21,37	0,366	6,76	2,27	1,83	33,51	1,04	1,31	0,074	0,15	16<	107	16	40	32	1335	3<	25	10	39	1194	1<	59	18	39	96	69,0		
3 21-23	74,81	21,09	0,383	6,96	2,41	1,91	33,13	1,03	1,34	0,091	0,19	19<	114	10<	45	63	1388	2<	16	12	42	1201	2<	60	17	29	88	68,8		
3 26-28	74,86	21,26	0,410	7,47	2,83	2,10	32,48	1,00	1,44	0,125	0,17	11<	103	7<	51	36	1525	2<	20	12	44	1122	3<	73	21	34	71	69,6	26,1	0,03
3 31-33	74,91	26,85	0,432	8,33	3,92	3,24	26,80	1,16	1,70	0,083	0,15	16<	143	15	132	20<	1242	2<	94	13	60	910	3<	83	17	53	82	73,0		
3 33-35	74,93	29,51	0,457	8,85	4,70	3,91	23,90	1,20	1,83	0,093	0,13	15<	171	17	183	20<	1222	-0<	134	6<	67	781	1<	95	18	63	80	74,9		
3 38-40	74,98	29,92	0,461	8,84	4,79	3,97	23,65	1,23	1,83	0,094	0,24	18<	172	23	189	16<	1204	1<	142	6<	68	780	-0<	91	18	63	82	75,3	19,4	0,25
3 41-43	75,01	29,86	0,463	8,74	4,70	3,83	23,91	1,24	1,81	0,099	0,27	12<	170	22	192	22	1331	2<	140	9<	63	792	2<	85	19	59	81	75,2		
3 48-50	75,08	22,12	0,387	7,08	2,52	1,82	32,48	1,07	1,40	0,071	0,19	10<	124	8<	44	15<	1500	5<	20	10	39	1246	1<	52	17	28	95	69,5		
3 52-54	75,12	20,34	0,360	6,59	2,41	1,78	33,96	1,04	1,32	0,071	0,18	16<	124	11	40	17<	1577	5<	18	6<	38	1227	3<	53	15	26	87	68,4		
3 56-58	75,16	19,92	0,357	6,50	2,43	1,79	34,24	1,05	1,29	0,073	0,20	19<	120	13	43	74	1667	4<	30	11	39	1239	2<	64	17	36	83	68,2		
3 59-61	75,19	17,84	0,313	5,86	2,30	1,84	36,41	1,04	1,16	0,071	0,15	23	107	10<	52	32	1885	4<	32	8<	38	1301	1<	70	21	32	68	67,3		
3 62-64	75,22	19,07	0,316	6,16	2,63	2,37	34,84	1,09	1,27	0,076	0,22	13<	103	18	86	37	2016	4<	68	9<	41	1205	1<	76	22	46	61	68,4		

A3.3.2. 964C-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
3 65-67	75,25	23,62	0,373	7,39	3,46	3,26	29,92	1,17	1,56	0,082	0,22	10<	139	20	134	26	1852	1<	107	4<	55	961	3<	82	18	55	59	71,4		
3 68-70	75,28	31,75	0,490	9,51	4,78	4,58	21,94	1,29	2,01	0,093	0,33	14<	184	27	203	26	1510	-1<	175	7<	79	587	3<	103	19	81	77	77,1		
3 73-75	75,33	28,73	0,440	9,29	4,84	3,32	24,48	1,27	1,98	0,091	1,38	40	181	46	130	78	1614	4<	185	21	69	820	2<	120	22	64	83	76,2		
3 79-81	75,39	41,99	0,557	12,44	5,88	5,55	12,11	1,55	2,66	0,094	0,87	10<	301	103	277	55	743	1<	341	11	120	326	2<	157	16	94	84	84,0		0,54
3 82-84	75,42	41,36	0,559	11,37	5,83	5,56	13,75	1,57	2,31	0,100	1,22	14<	275	45	281	37	831	2<	265	12	103	351	4<	130	16	92	87	83,9		0,38
3 85-87	75,45	19,28	0,307	5,70	5,96	2,19	26,65	1,44	1,14	0,305	10.5>	55	2436	158>	128	88	991	77	340	14	37	941	18	187	32	76	103	74,0		5,50
3 88-90	75,48	11,41	0,185	3,88	5,31	1,38	35,00	1,37	0,79	0,067	9.9>	72	1884	120	45	59	1093	61	178	10<	23	1142	10	123	25	40	49	69,8		3,69
3 91-93	75,51	15,49	0,249	5,29	4,24	1,71	34,13	1,45	1,04	0,063	6.6>	67	1022	50	60	89	1199	19<	95	5<	35	1110	8	98	24	42	53	70,7		1,72
3 94-96	75,54	19,18	0,361	6,84	3,07	2,30	33,15	0,99	1,29	0,155	1,97	30	133	16	48	27	1298	15<	26	7<	40	1390	8	70	18	51	72	69,6		0,17
3 98-100	75,58	18,89	0,361	6,71	3,01	2,28	33,18	1,01	1,30	0,154	2,12	26	171	10	48	36	1243	12<	21	8<	37	1427	6	72	19	36	76	69,3		0,46
3 101-103	75,61	18,86	0,358	6,71	3,03	2,30	33,21	1,02	1,26	0,145	2,07	39	172	13	47	29	1280	14<	29	10<	36	1421	8	68	18	35	73	69,3	26,3	0,59
3 104-106	75,64	18,69	0,357	6,64	3,25	2,26	33,02	1,00	1,25	0,132	2,71	46	173	13	48	31	1311	16<	29	7<	40	1418	9	68	17	39	73	69,7	27,1	0,29
3 107-109	75,67	18,54	0,354	6,57	3,46	2,27	33,01	1,00	1,24	0,120	2,76	49	170	12	49	29	1340	17<	28	8<	39	1429	5	65	19	38	76	69,7		
3 112-114	75,72	18,71	0,355	6,60	2,56	2,30	33,36	1,00	1,25	0,111	1,06	17<	170	11	46	26	1427	7<	23	9<	35	1425	6	62	18	37	72	67,7		
3 116-118	75,76	18,70	0,351	6,60	2,60	2,30	33,37	1,02	1,25	0,107	1,10	25	171	12	47	27	1434	10<	24	6<	36	1441	4<	64	18	35	71	67,7		
3 119-121	75,79	18,69	0,354	6,59	2,52	2,31	33,48	1,01	1,26	0,106	0,95	22	179	11	46	28	1471	9<	25	8<	38	1441	3<	63	16	36	71	67,6		
3 122-124	75,82	18,75	0,358	6,58	2,54	2,34	33,88	1,00	1,26	0,106	0,86	23	173	10	48	30	1492	9<	24	5<	37	1460	2<	61	17	38	74	68,0		
3 126-128	75,86	18,76	0,354	6,58	2,54	2,32	33,78	1,14	1,28	0,105	0,93	20<	162	11	58	28	1525	9<	27	9<	36	1460	3<	65	17	36	75	68,1		
3 132-134	75,92	18,66	0,354	6,57	2,55	2,32	33,81	1,03	1,26	0,103	1,00	22	174	12	47	29	1553	8<	23	6<	36	1474	5<	64	17	37	76	68,0		
3 135-137	75,95	18,56	0,351	6,51	2,55	2,30	33,71	0,99	1,25	0,101	0,98	18<	181	12	48	27	1573	9<	26	7<	36	1465	2<	64	15	37	72	67,7	27,9	0,31
3 138-140	75,98	18,66	0,354	6,52	2,51	2,33	33,72	1,02	1,24	0,101	0,84	18<	169	11	47	24	1563	6<	25	6<	35	1472	2<	62	18	34	71	67,7		
3 141-143	76,01	18,61	0,352	6,50	2,51	2,33	33,71	1,00	1,26	0,100	0,94	21	165	11	45	28	1571	7<	26	7<	39	1475	1<	62	16	37	75	67,7		
3 144-146	76,04	18,35	0,351	6,49	2,52	2,29	33,62	1,00	1,24	0,100	0,87	20	170	9<	49	27	1598	9<	25	8<	36	1455	3<	62	16	35	74	67,2		
3 147-149	76,07	18,42	0,351	6,50	2,51	2,29	33,84	1,02	1,26	0,100	0,89	16<	175	12	46	28	1602	10<	25	8<	35	1452	2<	63	18	34	72	67,6		
4 0-2	76,10	18,38	0,349	6,43	2,48	2,33	33,86	1,01	1,24	0,100	0,89	21	174	10<	46	27	1622	8<	23	7<	38	1469	2<	65	17	33	71	67,4		
4 3-5	76,13	18,34	0,347	6,38	2,46	2,30	33,40	1,00	1,24	0,099	0,93	18<	175	13	42	27	1604	9<	23	9<	37	1467	2<	63	17	34	72	66,8		
4 7-9	76,17	18,60	0,350	6,41	2,48	2,37	33,93	1,02	1,24	0,100	0,93	29	171	12	45	26	1635	7<	26	7<	41	1504	2<	62	16	36	71	67,8		
4 11-13	76,21	18,39	0,350	6,43	2,49	2,31	33,85	1,04	1,24	0,099	0,95	22	172	11	46	31	1660	9<	22	7<	38	1481	4<	62	15	34	75	67,5		
4 14-16	76,24	18,30	0,346	6,37	2,46	2,28	33,67	0,99	1,23	0,098	0,94	23	176	10<	46	27	1656	7<	21	19	38	1476	2<	62	16	33	72	67,1		
4 17-19	76,27	18,42	0,349	6,44	2,48	2,32	33,85	1,01	1,24	0,099	0,96	24	171	10	46	32	1684	8<	22	7<	40	1481	3<	62	16	35	72	67,5		
4 20-22	76,30	18,45	0,350	6,46	2,49	2,32	34,06	1,04	1,25	0,100	0,84	23	172	10<	46	32	1702	11<	24	9<	39	1476	1<	62	17	35	74	67,7		
4 26-28	76,36	18,45	0,351	6,44	2,48	2,34	34,06	1,02	1,23	0,100	0,91	18<	167	10<	44	26	1714	8<	23	10	37	1479	1<	61	17	34	69	67,8	27,8	0,34

A3.3.2. 964C-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
4 35-37	76,45	18,25	0,347	6,44	2,48	2,30	33,91	0,97	1,24	0,099	0,92	20<	169	11	44	29	1747	9<	22	7<	37	1470	3<	65	16	34	70	67,3		
4 39-41	76,49	18,08	0,344	6,37	2,46	2,27	33,71	0,98	1,22	0,096	0,81	23	166	12	44	25	1744	9<	22	6<	39	1458	1<	62	15	32	69	66,7		
4 42-44	76,52	18,25	0,349	6,47	2,48	2,28	34,10	1,00	1,25	0,099	0,87	21	174	10<	47	33	1783	8<	22	8<	38	1471	2<	63	16	34	74	67,5		
4 46-48	76,56	18,25	0,346	6,44	2,48	2,29	34,15	0,99	1,19	0,098	0,72	28	161	12	44	25	1785	7<	23	9<	41	1467	1<	64	16	34	74	67,3		
4 52-54	76,62	18,23	0,346	6,48	2,50	2,28	34,10	1,01	1,24	0,099	0,86	24	161	12	46	28	1815	8<	23	8<	38	1471	3<	62	19	33	73	67,5	27,8	0,37
4 55-57	76,65	18,16	0,345	6,45	2,47	2,27	34,10	0,98	1,23	0,098	0,82	20	175	10<	45	26	1809	8<	23	6<	38	1448	1<	62	17	34	69	67,3		
4 58-60	76,68	18,03	0,344	6,41	2,46	2,26	33,91	0,99	1,22	0,097	0,84	14<	164	12	45	29	1807	8<	25	7<	36	1434	3<	61	20	33	65	66,9		
4 61-63	76,71	18,21	0,347	6,48	2,50	2,29	34,37	1,01	1,23	0,098	0,83	26	157	12	44	28	1844	6<	25	7<	40	1459	1<	64	19	35	74	67,8		
4 66-68	76,76	18,24	0,347	6,50	2,49	2,27	34,25	0,98	1,24	0,099	0,84	20	175	13	45	27	1846	9<	23	6<	37	1462	4<	63	18	34	70	67,6		
4 73-75	76,83	18,12	0,346	6,42	2,47	2,27	34,09	0,99	1,22	0,098	0,80	18<	163	11	45	29	1836	8<	22	7<	38	1456	2<	64	16	34	69	67,2		
4 77-79	76,87	18,04	0,344	6,39	2,45	2,27	33,92	0,96	1,20	0,096	0,87	15<	168	10	45	24	1836	8<	22	7<	35	1442	2<	62	17	32	65	66,9	28,0	0,42
4 80-83	76,91	18,14	0,345	6,42	2,46	2,29	34,20	0,98	1,22	0,097	0,76	27	169	12	50	31	1861	8<	26	5<	41	1467	1<	61	17	35	74	67,3		
4 84-86	76,94	18,16	0,341	6,28	2,43	2,32	33,95	0,97	1,20	0,097	0,82	15<	168	11	45	22	1835	8<	22	11	35	1459	1<	60	18	31	70	67,0		
4 87-89	76,97	18,24	0,346	6,35	2,45	2,33	34,03	0,99	1,23	0,097	0,82	18<	174	11	45	27	1879	9<	22	8<	37	1482	3<	60	17	33	68	67,3		
4 93-95	77,03	18,08	0,341	6,38	2,46	2,26	33,95	0,96	1,22	0,096	0,84	17<	169	12	44	27	1898	9<	22	7<	36	1457	1<	60	16	31	72	67,0		
4 96-98	77,06	18,07	0,346	6,40	2,47	2,26	34,16	0,97	1,23	0,096	0,80	24	169	10<	46	28	1919	8<	24	8<	39	1464	2<	62	16	34	70	67,2		
4 99-101	77,09	17,96	0,341	6,38	2,48	2,24	33,82	0,96	1,21	0,096	0,91	12<	162	10<	45	22	1912	7<	22	5<	34	1429	3<	61	19	30	70	66,8		
4 102-104	77,12	17,98	0,341	6,39	2,47	2,25	34,05	0,96	1,21	0,097	0,80	20<	171	11	43	24	1944	7<	22	6<	37	1446	2<	61	16	33	70	66,9		
4 105-107	77,15	18,16	0,346	6,42	2,48	2,29	34,09	0,98	1,24	0,096	0,88	21	167	9<	45	27	1959	7<	22	9<	39	1455	1<	63	16	35	70	67,4	27,8	0,51
4 108-110	77,18	18,00	0,341	6,39	2,47	2,26	34,03	0,96	1,22	0,096	0,80	24	168	10	44	29	1957	9<	22	6<	38	1453	1<	63	15	34	72	67,0		
4 112-114	77,22	17,99	0,342	6,38	2,46	2,26	33,89	0,96	1,21	0,097	0,84	17<	164	10	44	28	1968	7<	22	7<	36	1441	2<	61	15	33	71	66,8		
4 115-117	77,25	18,15	0,345	6,26	2,45	2,32	33,97	0,95	1,20	0,095	0,86	26	164	10	45	26	1957	8<	22	8<	39	1494	3<	60	16	32	75	67,0		
4 118-120	77,28	18,06	0,339	6,27	2,45	2,30	33,83	0,96	1,19	0,095	0,91	19<	164	11	44	26	1954	8<	21	9<	35	1463	3<	61	15	31	71	66,8		
4 121-123	77,31	18,11	0,344	6,34	2,48	2,29	34,12	0,97	1,21	0,096	0,85	20<	171	9<	44	30	1998	9<	21	12	37	1465	2<	64	17	34	66	67,2		
4 127-129	77,37	18,19	0,341	6,27	2,47	2,32	34,12	0,95	1,19	0,097	0,92	20	182	11	44	27	1993	8<	23	5<	37	1491	4<	60	17	33	74	67,3	28,5	0,39
4 131-133	77,41	18,22	0,342	6,23	2,48	2,33	34,04	0,95	1,18	0,096	0,85	29	171	11	43	26	2021	8<	22	7<	40	1502	1<	60	16	34	75	67,1		
4 134-136	77,44	18,45	0,344	6,16	2,48	2,42	34,08	1,00	1,20	0,096	1,02	22	177	12	43	26	1986	8<	22	11	36	1535	3<	57	18	32	76	67,7		
4 138-140	77,48	19,03	0,352	5,70	2,39	2,73	34,16	0,99	1,13	0,097	1,11	26	174	10<	39	18<	1830	10<	21	7<	32	1537	4<	52	15	31	91	68,1		
4 141-143	77,51	18,91	0,348	5,77	2,41	2,67	33,88	0,98	1,15	0,096	1,23	30	175	11	42	22	1839	9<	21	9<	34	1558	5<	54	16	34	92	67,9		0,47
4 144-146	77,54	19,05	0,349	5,62	2,37	2,70	33,75	0,97	1,13	0,096	1,31	27	175	12	39	20<	1784	8<	22	9<	32	1527	4<	52	16	30	92	67,7		
5 0-2	77,60	19,68	0,344	5,43	2,38	2,75	33,91	1,02	1,13	0,098	1,46	26<	182	17	37	7<	1662	7<	23	9<	29<	1441	2<	50	15	28	95	68,6	28,4	0,30
5 4-6	77,64	19,35	0,338	5,56	2,39	2,62	33,77	1,03	1,15	0,097	1,38	18<	189	15	38	11<	1712	8<	22	6<	28<	1422	3<	52	20	27	88	68,1	28,0	0,34

A3.3.2. 964C-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
5 13-15	77,73	22,66	0,339	3,95	1,99	3,44	33,18	1,09	0,98	0,092	2,15	37	176	23	25	0<	906	7<	26	9<	17<	1368	3<	31	16	15	144	70,2	28,7	0,11
5 16-18	77,76	17,36	0,259	3,70	1,95	2,76	36,89	1,19	0,87	0,097	2,16	34	159	26	23	7<	1029	8<	27	6<	18<	1374	3<	31	15	21	99	67,5	30,9	0,12
5 19-21	77,79	20,92	0,337	4,56	2,09	2,87	34,09	1,11	1,03	0,096	1,71	29<	199	23	32	10<	1167	8<	24	8<	24<	1364	3<	39	17	24	132	69,1	28,6	0,24
5 26-28	77,86	23,46	0,344	3,81	1,86	3,03	33,31	1,15	0,95	0,094	2,03	33	192	28	26	0<	761	3<	25	6<	19<	1188	2<	30	16	16	182	70,3	28,5	0,07
5 32-34	77,92	21,66	0,321	4,03	1,95	2,72	34,58	1,16	0,97	0,096	1,95	22<	184	32	27	4<	902	5<	29	8<	16<	1175	3<	35	18	19	149	69,7	29,1	0,21
5 35-37	77,95	20,72	0,312	4,43	2,04	2,58	34,65	1,10	0,99	0,096	1,77	29<	205	29	31	9<	1028	7<	30	9<	22<	1217	3<	41	19	23	130	69,0	28,9	0,45
5 38-40	77,98	20,22	0,292	4,04	1,94	2,50	35,67	1,10	0,93	0,097	1,92	34	188	36	29	8<	938	5<	32	6<	20<	1166	4<	33	17	22	131	69,0	27,2	1,03
5 41-43	78,01	21,31	0,340	3,33	1,92	2,59	35,49	1,14	0,83	0,096	2,46	39	180	37	26	8<	748	4<	36	6<	15<	1035	3<	30	18	19	253	69,7	29,8	0,13
5 44-46	78,04	15,75	0,247	4,32	1,75	1,83	38,76	1,08	0,90	0,069	0,97	21	93	121	33	141	2291	4<	131	10	22<	1315	3<	46	22	31	84	66,1	31,4	0,11
5 47-49	78,07	13,29	0,221	4,33	1,61	1,55	40,58	1,03	0,89	0,057	0,39	15<	82	55	32	44	3080	5<	60	9<	21<	1461	2<	48	23	27	52	64,5	32,1	0,20
5 52-54	78,12	16,72	0,280	5,27	1,90	1,72	37,35	0,99	1,08	0,061	0,34	17<	101	26	36	25	2884	5<	35	7<	29<	1374	1<	53	21	29	69	66,2	30,1	0,07
5 56-58	78,16	20,37	0,343	6,42	2,25	1,91	33,58	1,03	1,29	0,065	0,36	9<	125	29	40	21	2565	3<	40	10<	34	1185	2<	60	17	31	82	68,1		
5 59-61	78,19	31,43	0,534	9,85	3,37	2,59	23,76	1,12	1,99	0,086	0,40	7<	179	42	59	39	1631	1<	61	14	59	796	2<	83	17	48	130	75,5		
5 63-65	78,23	18,01	0,381	5,73	2,22	2,37	35,57	0,90	1,16	0,136	0,48	26	110	86	43	36	1936	3<	92	9<	32	1163	4<	56	20	34	76	67,3		
5 66-68	78,26	21,15	0,368	6,68	2,36	1,88	33,52	1,03	1,34	0,071	0,31	15<	138	22	42	27	2172	7<	34	8<	38	1190	2<	60	16	30	93	69,1		
5 68-70	78,28	21,20	0,372	6,78	2,39	1,82	33,21	1,05	1,36	0,068	0,33	14<	138	62	38	93	2149	4<	81	13	40	1172	2<	59	21	52	98	69,0		
5 73-75	78,33	21,63	0,386	7,14	2,54	1,88	31,89	0,98	1,43	0,077	0,26	8<	145	21	43	33	2010	3<	32	14	39	1142	1<	61	18	38	90	68,6		
5 78-80	78,38	21,30	0,384	6,96	2,51	1,88	32,89	1,02	1,40	0,079	0,25	14<	141	14	42	31	1846	4<	29	11	40	1225	1<	62	18	46	92	69,0		
5 82-84	78,42	20,24	0,377	6,66	2,43	1,81	33,81	1,00	1,33	0,067	0,24	5<	131	10<	40	20	1822	5<	19	14	35	1287	2<	57	24	31	81	68,3		
5 85-87	78,45	17,66	0,315	5,79	2,15	1,69	36,44	0,98	1,16	0,063	0,27	19<	112	19	36	90	1906	5<	30	13	34	1445	1<	51	17	71	71	66,9		
5 88-90	78,48	14,49	0,255	4,88	1,83	1,50	39,34	0,95	0,97	0,061	0,25	11<	88	11	33	74	2114	7<	21	9<	25<	1569	1<	46	23	25	52	64,9		
5 93-95	78,53	12,53	0,210	4,33	1,62	1,37	41,30	0,95	0,87	0,055	0,23	14<	79	8<	33	88	2247	6<	17	11	24<	1676	1<	44	24	26	41	63,9		
5 97-99	78,57	13,10	0,222	4,51	1,73	1,45	40,51	0,98	0,91	0,060	0,20	10<	87	7<	34	23	2206	7<	18	10<	23<	1625	1<	45	24	21	41	64,1	32,6	0,06
5 99-101	78,59	14,57	0,279	5,04	2,03	1,71	39,10	0,92	1,01	0,095	0,22	23	87	9<	39	15<	2036	6<	18	9<	31	1496	1<	55	21	25	50	65,4		
5 103-105	78,63	13,40	0,244	4,46	1,75	1,61	40,47	0,93	0,91	0,082	0,22	14<	85	8<	34	31	1944	5<	16	8<	24<	1585	1<	43	24	21	47	64,5		
5 107-109	78,67	15,44	0,275	4,57	1,80	1,77	38,89	0,91	0,95	0,090	0,28	13<	95	7<	31	259	1730	5<	14	19	23<	1418	1<	44	23	26	65	65,3	31,7	0,05
5 112-114	78,72	21,13	0,375	6,24	2,41	2,19	33,43	0,95	1,27	0,082	0,25	4<	144	7<	38	125	1194	5<	13	25	32	1221	2<	53	22	26	95	68,6		
5 115-117	78,75	21,67	0,385	6,94	2,90	1,88	32,77	0,99	1,41	0,076	0,26	22	139	8<	41	7<	1150	4<	20	6<	43	1270	1<	59	16	34	96	69,6		
5 118-120	78,78	21,58	0,383	6,88	2,91	1,87	32,90	1,02	1,41	0,078	0,26	14<	136	8<	39	-3<	1128	5<	21	6<	39	1230	1<	61	16	32	94	69,6	26,2	0,16
5 123-125	78,83	19,06	0,344	6,25	2,67	1,70	34,82	0,99	1,28	0,075	0,25	9<	122	7<	37	-2<	1209	6<	17	8<	34	1354	1<	54	20	28	76	67,7		
5 126-128	78,86	17,70	0,328	5,92	2,60	1,63	36,21	0,97	1,20	0,075	0,26	12<	116	8<	35	1<	1287	5<	20	4<	32	1438	2<	52	23	29	69	67,2		
5 132-134	78,92	14,96	0,270	5,06	2,33	1,53	38,93	0,96	1,01	0,080	0,29	17<	90	10<	33	0<	1439	6<	23	3<	29<	1532	1<	53	24	26	58	65,8		

A3.3.2. 964C-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
5 138-140	78,98	18,28	0,282	2,77	0,97	1,82	39,33	1,20	0,73	0,121	0,25	6<	115	6<	21	76	851	1<	2	1	7<	883	4<	22	24	25	227	66,0		0,14
5 141-143	79,01	12,34	0,207	4,23	1,74	1,33	41,70	1,01	0,85	0,064	0,24	18<	71	7<	31	118	1441	4<	16	12	23<	1555	2<	42	26	50	55	64,1		
5 144-146	79,04	14,24	0,236	4,86	2,41	1,48	39,62	1,01	0,97	0,076	0,25	18<	85	8<	37	19<	1555	3<	29	6<	28<	1338	1<	54	26	27	49	65,5		
6 0-2	79,10	17,71	0,290	5,93	2,77	1,77	36,47	0,99	1,22	0,084	0,27	25	95	17	46	28	1375	2<	65	6<	38	1123	1<	60	25	34	62	67,8		
6 4-6	79,14	12,40	0,208	4,23	1,80	1,34	41,84	0,95	0,87	0,058	0,19	21	75	7<	30	21	1234	6<	22	1<	23<	1488	1<	39	25	22	48	64,2		
6 7-9	79,17	11,63	0,199	3,93	1,73	1,27	42,60	0,84	0,81	0,054	0,17	28	74	7<	28	16<	1263	7<	18	4<	22<	1682	1<	36	21	18	46	63,5		
6 12-14	79,22	16,03	0,277	5,09	2,46	1,55	38,24	0,94	1,05	0,069	0,18	28	100	9<	30	14<	1067	7<	16	3<	32	1563	1<	47	16	24	76	66,2		
6 16-18	79,26	17,27	0,301	5,43	2,53	1,59	37,17	0,96	1,11	0,070	0,14	19<	99	8<	31	12<	997	7<	16	7<	30	1475	1<	49	19	23	76	66,9		
6 20-22	79,29	18,71	0,328	5,95	2,76	1,67	35,77	0,97	1,20	0,077	0,17	20	117	8<	33	13<	1023	5<	17	7<	34	1397	1<	52	18	28	82	67,9		
6 22-24	79,32	19,99	0,357	6,37	3,02	1,78	34,48	0,98	1,28	0,086	0,17	25	121	8<	36	15<	980	4<	19	9<	40	1300	1<	56	23	31	89	68,8		
6 27-29	79,37	20,64	0,370	6,64	3,07	1,76	33,38	0,99	1,32	0,084	0,20	18<	128	7<	37	12<	870	4<	19	12	38	1251	1<	55	16	30	96	68,7		
6 32-34	79,42	22,45	0,408	7,15	3,44	1,87	32,31	0,99	1,42	0,090	0,15	21	140	11	42	16<	912	3<	23	12	44	1224	1<	59	17	35	109	70,6		
6 35-37	79,45	22,43	0,415	7,15	3,51	1,97	31,79	1,02	1,43	0,098	0,23	17<	140	11	41	17<	977	5<	26	14	40	1234	1<	63	19	33	100	70,3		
6 39-41	79,49	20,66	0,384	6,42	2,94	2,08	33,82	0,96	1,31	0,108	0,22	25	130	12	92	18<	1042	5<	41	18	40	1304	1<	55	17	33	90	69,2		
6 43-45	79,53	13,20	0,231	4,51	2,53	1,43	40,48	0,86	0,91	0,090	0,18	30	69	8<	30	18<	1309	6<	20	3<	29<	1508	1<	45	25	23	54	64,8		
6 47-49	79,57	14,38	0,240	4,84	2,99	1,79	38,80	0,91	1,01	0,084	0,13	36	83	12	48	33	1357	5<	37	7<	35	1346	1<	47	26	33	52	65,5		
6 52-54	79,62	13,17	0,223	4,41	2,07	1,43	41,00	0,91	0,90	0,061	0,13	26	86	8<	31	14<	1189	5<	17	4<	25<	1652	1<	42	22	21	50	64,6		
6 55-57	79,65	17,38	0,304	5,58	2,75	1,76	36,69	0,94	1,15	0,085	0,17	18<	104	10	36	15<	1225	5<	18	4<	33	1384	1<	53	19	28	72	67,1		
6 59-61	79,69	17,91	0,310	5,83	2,71	1,65	36,49	0,96	1,18	0,070	0,15	17<	113	7<	37	14<	1140	5<	18	7<	34	1402	1<	49	25	28	74	67,6		
6 61-63	79,71	17,02	0,301	5,61	2,67	1,57	36,96	0,93	1,13	0,071	0,08	28	101	7<	33	13<	1220	5<	16	12	36	1448	1<	45	19	26	72	66,7		
6 64-66	79,74	14,86	0,266	4,99	2,54	1,46	38,89	0,95	1,02	0,074	0,16	18<	93	7<	34	14<	1346	7<	18	8<	29<	1508	1<	45	23	24	59	65,5		
6 68-70	79,78	13,98	0,248	4,80	3,15	1,44	39,38	1,00	0,96	0,097	0,14	28	81	9<	35	16<	1542	6<	19	6<	29<	1484	1<	52	28	25	57	65,5		0,40
6 73-75	79,83	15,56	0,275	5,52	5,49	1,57	36,11	1,03	1,08	0,161	0,16	28	99	21	45	25	1926	9<	34	7<	34	1207	1<	70	31	34	61	67,3	28,1	0,22
6 76-78	79,86	23,06	0,406	8,27	12,59	2,27	23,47	1,25	1,57	0,502	0,22	50	813	32	108	107	1913	10<	83	19	57	881	3<	188	54	61	100	74,1	18,2	0,42
6 80-82	79,90	12,47	0,217	4,34	2,99	1,35	40,35	0,99	0,89	0,089	0,16	25	73	8<	50	26	1307	6<	26	5<	24<	1369	1<	130	26	25	47	64,2	31,9	0,20
6 84-86	79,94	12,27	0,220	4,18	2,01	1,33	41,54	1,00	0,86	0,062	0,67	24	68	16	31	458	1270	13<	24	28	23<	1825	2<	118	22	20	46	64,5	33,2	0,19
6 88-90	79,98	13,77	0,247	4,70	1,47	1,44	40,62	0,95	0,92	0,059	0,20	24	82	20	32	60	1393	8<	25	8<	29<	1845	1<	52	18	22	55	64,7		
6 92-94	80,02	12,93	0,230	4,34	1,37	1,38	41,66	1,00	0,88	0,057	0,16	24	82	5<	29	93	1424	7<	11	16	26<	1833	1<	45	20	24	56	64,4		
6 95-97	80,05	12,78	0,224	4,24	1,49	1,40	41,39	0,98	0,86	0,059	0,23	21	81	5<	31	233	1408	8<	11	26	24<	1756	1<	44	19	20	52	64,0		
6 99-101	80,09	14,01	0,246	4,57	1,79	1,52	40,37	0,99	0,93	0,071	0,16	18<	81	3<	31	30	1439	9<	13	5<	27<	1694	2<	50	21	23	55	65,0		
6 102-104	80,12	14,88	0,259	4,76	2,05	1,68	39,27	1,00	0,99	0,088	0,15	22	95	7<	34	28	1450	7<	14	3<	29<	1668	1<	56	28	25	55	65,5		
6 106-108	80,16	15,79	0,275	5,03	2,24	1,76	38,48	0,98	1,03	0,097	0,14	22	84	7<	38	26	1463	7<	18	4<	31	1587	1<	57	26	27	63	66,2		

A3.3.2. 964C-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
6 113-115	80,23	12,05	0,207	4,20	1,71	1,34	41,86	0,97	0,86	0,062	0,15	22	69	7<	31	22	1722	8<	13	2<	25<	1782	1<	44	23	21	40	63,8		
6 116-118	80,26	11,29	0,195	3,88	1,55	1,25	42,64	0,95	0,79	0,056	0,14	18<	75	7<	28	20	1794	7<	12	-1<	20<	1764	2<	39	26	18	43	63,1		
6 120-122	80,30	12,43	0,217	4,18	1,66	1,31	41,93	0,96	0,85	0,062	0,13	27	79	8<	28	16<	1816	6<	12	3<	25<	1579	1<	37	24	20	50	64,1		
6 124-126	80,34	14,65	0,253	4,77	1,95	1,45	39,71	0,97	0,98	0,072	0,16	15<	79	5<	31	18<	1756	7<	12	4<	26<	1556	1<	44	25	21	55	65,3		
6 128-130	80,38	17,19	0,297	5,44	2,24	1,64	37,46	1,00	1,12	0,088	0,15	20<	106	7<	36	17<	1711	6<	14	4<	32	1517	1<	49	20	26	67	67,0		
6 132-134	80,42	15,44	0,276	5,16	2,08	1,47	38,61	1,00	1,07	0,066	0,16	22	97	6<	32	15<	1682	7<	13	4<	31	1615	1<	43	23	23	61	65,7		
6 136-138	80,46	16,29	0,291	5,39	2,12	1,53	38,29	1,01	1,11	0,068	0,15	21	93	4<	35	17<	1687	5<	14	7<	32	1606	1<	42	20	26	64	66,6		
6 139-141	80,49	16,14	0,290	5,42	2,05	1,51	37,87	1,02	1,12	0,067	0,18	21	100	5<	33	15<	1674	8<	14	8<	33	1631	2<	42	16	25	67	66,1	30,0	0,14
6 143-145	80,53	15,14	0,277	5,12	2,03	1,47	39,00	1,08	1,05	0,067	0,15	19<	90	5<	32	18<	1847	7<	13	9<	30	1656	1<	39	20	23	60	65,8		
6 146-148	80,56	13,73	0,241	4,62	1,84	1,40	40,28	1,03	0,94	0,067	0,15	25	72	7<	30	17<	2009	8<	14	10<	30	1706	1<	37	24	21	58	64,7		
6 148-150	80,58	12,66	0,220	4,32	1,78	1,34	41,36	1,04	0,88	0,069	0,15	16<	66	5<	29	16<	2250	6<	13	9<	25<	1734	1<	40	26	21	43	64,2	32,5	0,20
7 0-2	80,60	19,47	0,333	6,50	3,39	2,02	33,81	1,01	1,34	0,110	0,72	33	110	145	61	50	2024	5<	199	27	48	1166	1<	82	27	46	61	69,1		0,37
7 3-5	80,63	31,16	0,490	9,92	5,36	3,54	18,77	1,33	2,15	0,123	3,30	39	772	161>	190	155	1100	22	297	21	86	581	5	290	21	179	86	76,6		2,96
7 6-8	80,66	21,47	0,355	7,27	5,27	2,13	24,66	1,36	1,44	0,093	4.2>	69	1212	282>	133	144	725	29	445	20	50	956	6	349	16	82	75	68,7	17,8	5,88
7 8-10	80,68	20,19	0,348	7,21	3,51	2,07	31,49	1,10	1,39	0,082	3,20	45	372	127	56	49	871	17<	195	11	47	1280	6	131	17	78	66	70,9		1,22
7 12-14	80,72	21,40	0,384	7,22	2,47	2,48	32,11	1,01	1,37	0,091	0,53	20<	148	22	54	22	864	15<	34	7<	45	1454	3<	79	16	40	80	69,4		0,51
7 16-18	80,76	11,12	0,195	3,73	1,74	1,33	42,45	1,03	0,80	0,053	1,51	32	73	44	30	59	1599	16<	56	8<	22<	2017	2<	52	22	24	40	64,4		
7 19-21	80,79	10,03	0,172	3,43	1,13	1,17	44,22	0,96	0,70	0,048	0,19	29	55	19	25	26	1662	10<	27	4<	23<	2035	1<	43	20	17	38	62,5		
7 23-25	80,83	11,44	0,198	3,87	1,32	1,26	42,66	1,02	0,79	0,054	0,36	28	65	27	29	33	1745	8<	34	7<	24<	1902	1<	43	20	20	38	63,4		
7 27-29	80,87	12,78	0,221	4,29	1,36	1,33	41,66	0,98	0,86	0,055	0,13	22	76	30	29	30	1689	7<	40	7<	26<	1800	1<	45	21	24	45	64,1		
7 30-32	80,90	13,60	0,240	4,56	1,42	1,36	40,77	0,97	0,93	0,055	0,21	15<	79	34	29	33	1828	7<	42	7<	27<	1834	1<	48	22	25	51	64,5		
7 33-35	80,93	14,48	0,258	4,78	1,49	1,41	39,87	1,01	0,97	0,057	0,19	22	92	20	29	41	1797	8<	27	11	29<	1747	1<	47	21	32	56	64,9		
7 37-39	80,97	16,01	0,285	5,26	1,64	1,49	38,47	1,06	1,08	0,061	0,19	19<	100	10	31	47	1655	7<	14	7<	32	1615	1<	50	17	29	64	65,9		
7 40-42	81,00	15,27	0,275	5,08	1,60	1,43	39,30	1,03	1,04	0,060	0,13	23	91	7<	31	28	1770	7<	12	6<	32	1674	1<	48	19	20	55	65,6		
7 44-46	81,04	14,32	0,259	4,88	1,54	1,38	40,11	0,97	0,99	0,058	0,17	26	98	7<	30	22	1882	6<	11	10<	32	1734	1<	49	20	21	57	65,1		
7 47-49	81,07	14,89	0,271	5,04	1,63	1,44	39,36	0,98	1,01	0,062	0,14	15<	96	6<	31	40	1844	7<	11	12	29<	1725	1<	49	21	20	57	65,2		
7 51-53	81,11	13,14	0,238	4,47	1,58	1,36	40,94	1,02	0,91	0,066	0,26	24	78	8<	29	269	1936	9<	12	13	29<	1864	2<	47	18	33	44	64,4		
7 54-56	81,14	13,21	0,231	4,56	1,82	1,41	40,52	0,99	0,92	0,081	0,16	24	80	6<	30	23	2132	7<	17	17	31	1821	2<	49	20	23	43	64,3		
7 57-59	81,17	15,39	0,259	5,35	3,49	1,59	37,51	1,02	1,09	0,134	0,20	25	82	9<	42	26	2379	5<	30	11	37	1388	1<	72	28	36	50	66,5		
7 61-63	81,21	16,92	0,284	5,82	2,39	1,73	36,98	0,98	1,18	0,103	0,12	18<	89	10	44	15<	1989	5<	25	7<	38	1383	1<	50	26	34	53	66,9		
7 65-67	81,25	16,87	0,284	5,32	2,12	1,86	37,09	0,92	1,08	0,108	0,17	17<	94	7<	42	20<	2022	6<	16	7<	33	1680	2<	48	20	24	63	66,2	30,1	0,07
CC 1-3	81,30	10,49	0,178	3,60	1,49	1,20	43,43	0,86	0,72	0,065	0,15	22	63	5<	27	13<	2272	10<	13	4<	22<	2145	1<	33	18	14<	33	62,6		

A3.3.2. 964C-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
CC 8-10	81,37	15,15	0,264	5,15	2,19	1,58	38,70	0,94	1,02	0,093	0,15	26	88	5<	35	16<	2185	9<	16	6<	35	1820	1<	46	18	28	52	65,7		
CC 11-13	81,40	16,36	0,286	5,59	2,35	1,67	37,35	1,01	1,13	0,106	0,20	17<	85	8<	37	14<	2132	6<	17	6<	36	1660	1<	48	24	35	51	66,5		
CC 15-17	81,44	17,33	0,302	5,70	2,35	1,61	36,69	0,93	1,15	0,085	0,18	18<	95	10<	36	11<	1983	8<	17	8<	35	1766	1<	49	22	31	62	66,7		
CC 19-21	81,48	18,09	0,322	6,00	2,40	1,66	35,93	0,99	1,22	0,083	0,19	19<	112	9<	37	11<	1996	6<	17	7<	38	1730	1<	47	15	32	69	67,3		
CC 22-24	81,51	18,17	0,320	6,04	2,42	1,63	36,01	0,99	1,22	0,085	0,16	27	115	8<	38	14<	1978	7<	18	9<	40	1729	1<	48	17	33	68	67,5		
CC 25-27	81,54	18,59	0,329	6,21	2,52	1,67	35,35	1,02	1,26	0,086	0,30	16<	119	7<	39	14<	2043	8<	20	13	40	1699	1<	49	16	31	69	67,8		
CC 29-31	81,58	17,06	0,301	5,75	2,40	1,57	36,95	1,01	1,14	0,087	0,38	20	109	7<	37	13<	2301	8<	23	13	35	1649	1<	49	25	30	57	67,1		
CC 33-35	81,62	15,95	0,278	5,42	2,45	1,52	37,64	1,04	1,10	0,093	0,44	24	96	10	39	16<	2619	7<	26	13	38	1630	1<	57	23	31	55	66,4		

A3.4.1. 966D-5H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
1 122-124	33,22	12,09	0,255	3,84	1,93	1,72	40,69	1,08	0,59	0,096	0,23	1<	63	7<	21	10	1053	1<	18	5<	28	1146	1<	31	17	29	63	62,8		
1 126-128	33,26	12,70	0,276	4,08	2,12	1,80	40,11	1,12	0,62	0,102	0,17	2<	68	9<	23	10	1077	1<	19	5<	31	1169	1<	39	18	29	67	63,4		
1 130-132	33,30	14,12	0,307	4,35	2,36	1,96	38,35	1,10	0,71	0,100	0,22	3<	68	9<	40	6<	1123	1<	23	1<	32	1121	1<	38	20	31	81	63,9		
1 134-136	33,34	14,76	0,323	4,45	2,34	1,99	38,37	1,12	0,72	0,093	0,20	2<	69	9<	36	9<	1046	1<	24	5<	35	1095	2<	38	20	33	92	64,6		
1 138-140	33,38	19,63	0,441	6,20	3,47	2,40	32,93	1,29	1,05	0,095	0,18	3<	88	13	47	10	1007	1<	37	7<	44	1047	1<	61	21	44	113	68,0	27,3	
1 142-144	33,42	15,00	0,329	4,58	2,34	1,96	37,95	1,09	0,74	0,087	0,20	2<	67	9<	36	9<	867	1<	23	7<	32	1079	2<	45	20	34	91	64,5		
1 146-148	33,46	16,23	0,355	5,09	2,69	2,02	36,52	1,14	0,83	0,089	0,21	2<	85	9<	35	13	798	1<	25	7<	36	1050	3<	45	20	36	86	65,4		
2 0-2	33,50	22,25	0,499	6,96	3,93	2,48	30,50	1,34	1,18	0,093	0,23	3<	106	12	52	11	875	1<	40	7<	45	993	1<	70	23	50	117	69,7		
2 8-10	33,58	23,59	0,574	7,60	4,38	2,38	28,87	1,34	1,27	0,103	0,16	5<	122	15	47	13	844	1<	41	7<	50	1067	1<	69	23	52	128	70,5		
2 12-14	33,62	21,01	0,492	6,61	3,72	2,20	31,71	1,29	1,09	0,094	0,20	3<	102	12	38	13	852	1<	33	7<	44	1132	1<	54	20	45	115	68,7		
2 16-18	33,66	17,56	0,405	5,76	3,10	1,95	34,93	1,13	0,90	0,101	0,18	3<	87	11	40	12	945	1<	27	5<	39	1191	1<	47	20	40	93	66,3		
2 20-22	33,70	18,48	0,417	5,87	3,33	2,02	34,58	1,22	0,93	0,100	0,18	3<	88	12	108	9<	1046	6	67	4<	40	1147	2<	49	19	40	97	67,4		
2 24-26	33,74	14,32	0,312	4,80	2,71	1,71	38,07	1,12	0,70	0,104	0,17	3<	72	10<	23	6<	1046	1<	22	5<	35	1215	1<	39	19	34	74	64,3		
2 28-30	33,78	14,65	0,319	4,81	2,66	1,77	38,00	1,12	0,72	0,105	0,21	3<	70	8<	34	10<	1022	1<	22	4<	33	1218	1<	38	19	36	79	64,6		
2 32-34	33,82	14,66	0,317	4,67	2,68	1,87	38,24	1,15	0,73	0,110	0,14	3<	93	11	33	8<	922	1<	23	4<	33	1203	1<	41	21	34	82	64,8		
2 36-38	33,86	14,77	0,315	4,73	2,48	1,95	37,85	1,18	0,76	0,100	0,23	2<	145	12	36	18	945	1<	25	4<	33	1145	2<	42	22	37	78	64,7		
2 40-42	33,90	17,85	0,388	5,65	3,33	2,20	34,48	1,23	0,94	0,102	0,23	4<	118	12	44	8<	891	1<	32	6<	38	1093	2<	44	22	42	94	66,7		
2 44-46	33,94	18,92	0,417	5,83	3,41	2,27	33,75	1,29	1,00	0,097	0,15	4<	148	10	42	12	767	1<	34	6<	43	1053	1<	45	23	42	107	67,4		
2 48-50	33,98	21,96	0,492	6,97	4,07	2,45	30,64	1,24	1,18	0,105	0,20	5<	116	11	51	10	782	1<	37	8<	48	1138	3<	53	21	47	129	69,6		
2 52-54	34,02	19,25	0,426	6,15	3,45	2,23	33,54	1,16	1,01	0,110	0,15	4<	109	11	40	11	836	1<	30	7<	43	1085	1<	49	23	44	110	67,7		
2 56-58	34,06	16,17	0,345	4,97	2,77	2,02	36,77	1,09	0,81	0,108	0,20	3<	90	8<	34	8<	898	1<	23	5<	36	1095	1<	37	21	35	90	65,5		
2 60-62	34,10	13,92	0,291	4,19	2,31	1,77	39,34	1,10	0,68	0,100	0,13	3<	87	8<	26	5<	937	1<	18	3<	31	1066	1<	33	21	29	76	64,1		
2 64-66	34,14	15,38	0,335	4,55	2,53	1,89	37,64	1,10	0,77	0,099	0,20	3<	105	10<	37	9<	968	1<	22	4<	33	1073	1<	35	22	32	97	64,8		
2 68-70	34,18	16,47	0,363	4,81	2,70	2,00	36,91	1,13	0,83	0,097	0,20	2<	97	8<	42	10	898	1<	22	6<	35	1057	2<	40	21	32	104	65,8		
2 72-74	34,22	20,57	0,476	6,24	3,57	2,36	32,34	1,23	1,09	0,100	0,20	4<	100	12	49	15	836	1<	34	7<	45	930	1<	53	22	43	121	68,4	26,7	
2 76-78	34,26	21,33	0,491	6,49	3,77	2,37	31,51	1,30	1,14	0,102	0,22	4<	122	11	55	12	813	1<	35	7<	43	884	2<	58	24	47	126	69,0		
2 80-82	34,30	20,58	0,468	6,13	3,36	2,21	32,81	1,25	1,07	0,094	0,20	3<	117	10	50	11	751	1<	33	9<	42	916	1<	55	24	43	120	68,4		
2 84-86	34,34	24,01	0,569	7,18	4,20	2,38	29,26	1,31	1,30	0,099	0,19	4<	138	13	56	11	790	1<	37	8<	49	827	1<	72	25	51	144	70,8		
2 88-90	34,38	22,97	0,546	6,67	3,67	2,12	30,91	1,28	1,18	0,094	0,20	3<	125	13	44	9<	713	1<	31	8<	49	901	1<	64	24	49	143	69,9		
2 92-94	34,42	20,79	0,510	6,30	3,23	1,89	32,74	1,27	1,07	0,097	0,19	2<	110	10	49	10	751	1<	25	7<	44	962	1<	59	24	41	128	68,4		
2 96-98	34,46	20,21	0,487	6,10	3,06	1,80	33,83	1,26	1,00	0,102	0,13	1<	97	11	40	9<	836	1<	23	7<	44	960	1<	54	24	40	123	68,2		
2 100-102	34,50	18,10	0,421	6,11	3,05	1,63	34,68	1,19	0,93	0,105	0,21	2<	198	10<	38	10<	953	1<	23	6<	39	931	2<	51	25	40	102	66,7		

A3.4.1. 966D-5H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
2 104-106	34,54	18,05	0,409	6,18	3,23	1,55	34,78	1,28	0,90	0,102	0,13	2<	381	10	45	10<	991	1<	26	7<	42	948	1<	55	25	41	97	66,9	27,9	
2 108-110	34,58	19,26	0,426	6,99	4,16	1,57	32,64	1,24	0,99	0,106	0,23	6<	272	15	50	11	798	1<	34	7<	42	1000	1<	75	22	47	101	67,9	26,4	
2 112-114	34,62	19,65	0,437	7,08	3,84	1,63	32,57	1,31	1,02	0,094	0,23	3<	158	14	41	9<	620	1<	34	8<	42	1058	2<	80	18	47	100	68,1		
2 116-118	34,66	18,96	0,438	6,60	3,21	1,61	33,64	1,27	0,97	0,093	0,21	2<	196	14	41	98	720	1<	40	8<	41	1102	1<	63	19	73	97	67,3		
2 120-122	34,70	18,37	0,448	6,00	3,02	1,70	34,92	1,18	0,95	0,105	0,22	2<	110	12	42	48	891	1<	31	6<	40	1162	1<	52	21	53	100	67,2		
2 124-126	34,74	18,84	0,448	6,29	3,15	1,68	34,33	1,21	0,97	0,105	0,18	2<	101	10	48	20	945	1<	27	4<	43	1128	1<	53	21	37	103	67,5		
2 128-130	34,78	19,81	0,462	6,86	3,55	1,68	33,02	1,25	1,02	0,099	0,15	2<	119	13	55	44	937	1<	36	8<	45	1080	2<	64	21	44	104	68,2		
2 132-134	34,82	19,76	0,459	6,65	3,24	1,63	33,18	1,28	1,01	0,095	0,24	1<	128	20	55	94	736	1<	42	10	42	1059	3<	68	22	61	108	67,8		
2 136-138	34,86	18,89	0,434	6,18	2,90	1,68	34,56	1,24	0,99	0,096	0,19	2<	110	10<	58	14	666	1<	29	5<	41	1168	2<	57	21	49	99	67,4		
2 140-142	34,90	18,00	0,409	6,06	2,48	1,57	35,38	1,24	0,90	0,099	0,23	1<	164	13	43	13	627	1<	28	6<	39	1178	3<	75	21	38	97	66,6		
2 144-146	34,94	17,00	0,393	5,50	2,28	1,51	36,49	1,25	0,84	0,108	0,25	2<	145	20	41	19	449	1<	37	5<	38	1242	5<	90	21	45	91	65,8		
2 148-150	34,98	14,88	0,342	4,87	2,21	1,40	37,43	1,45	0,75	0,138	0,75	6<	227	34	38	29	372	5<	63	5<	33	1316	12	195	25	41	80	64,5	29,8	1,04
3 2-4	35,02	11,98	0,256	4,25	3,30	1,30	33,90	1,81	0,64	0,204	5,64	44	585	124	39	69	418	47	242	6<	25	1092	30	424	31	38	68	63,6	26,3	5,39
3 6-7	35,06	15,47	0,346	5,17	3,00	1,43	34,16	1,64	0,80	0,100	3,49	24	324	70	58	44	380	43	135	6<	32	1098	14	242	21	46	88	65,9	26,7	2,19
3 9-11	35,09	18,58	0,425	5,80	2,91	1,62	34,44	1,41	0,93	0,073	2,03	12	199	38	50	29	472	20	68	7<	36	1135	6<	70	20	47	96	68,5	27,6	
3 13-15	35,13	17,88	0,408	5,58	2,88	1,62	35,37	1,33	0,89	0,084	2,11	16	181	37	46	29	488	12	64	7<	36	1170	6<	65	22	45	94	68,4		
3 17-19	35,17	20,47	0,486	6,06	3,19	1,88	33,15	1,26	1,01	0,099	2,58	19	129	38	56	19	558	4<	69	8<	39	1167	6<	63	23	45	117	70,4		
3 21-23	35,21	20,25	0,482	6,04	4,01	1,83	32,85	1,25	1,01	0,117	4,86	43	123	47	49	37	558	1<	73	6<	41	1134	5<	66	23	45	114	72,9		
3 25-27	35,25	21,56	0,518	6,66	3,79	1,88	31,42	1,32	1,10	0,139	3,38	13	130	16	47	14	589	1<	50	8<	43	1035	5<	65	28	49	115	72,0		
3 29-31	35,29	21,28	0,502	7,06	3,15	1,76	31,71	1,33	1,09	0,123	0,90	4<	193	10	56	16	759	1<	33	8<	41	1019	5<	92	26	50	107	69,2	25,5	
3 33-35	35,33	20,54	0,467	7,04	3,05	1,65	32,63	1,34	1,02	0,099	0,62	3<	229	12	56	14	798	1<	32	7<	44	1124	4<	81	25	48	106	68,7		
3 37-39	35,37	20,13	0,470	6,54	2,94	1,66	33,11	1,33	1,01	0,093	1,07	6<	153	17	50	27	542	1<	39	7<	40	1135	3<	80	22	45	102	68,6		
3 41-43	35,41	17,88	0,397	5,99	2,65	1,53	35,13	1,23	0,89	0,093	1,04	4<	102	13	46	13	542	1<	28	6<	36	1219	3<	62	22	40	87	67,1		
3 45-47	35,45	17,56	0,390	5,88	2,90	1,51	34,85	1,25	0,88	0,104	1,43	9<	113	13	48	23	488	1<	35	6<	41	1276	4<	73	22	44	86	67,0		
3 48-50	35,48	19,56	0,427	7,84	4,64	1,55	29,25	1,60	0,95	0,165	4,45	48	414	34	62	86	395	13	112	7<	43	1116	12	221	25	66	97	70,7	22,6	2,48
3 51-53	35,51	21,64	0,484	9,03	6,26	1,55	25,10	1,81	1,06	0,289	9,26	61	355	43	90	67	325	30	147	9<	42	908	16	299	33	64	117	76,8	18,9	3,10
3 55-57	35,55	22,69	0,535	7,83	3,73	1,66	29,92	1,43	1,11	0,075	2,47	9<	219	21	71	29	542	2<	55	9<	43	1031	5<	85	21	57	112	71,7		
3 59-61	35,59	22,88	0,548	7,65	3,98	1,72	30,03	1,37	1,13	0,079	3,01	14	199	20	51	28	558	4<	48	7<	45	1117	4<	76	22	52	122	72,7		
3 63-65	35,63	21,28	0,514	6,77	3,53	1,70	32,13	1,33	1,04	0,080	2,60	12	153	19	52	28	496	2<	45	8<	40	1168	4<	68	23	47	120	71,2		
3 67-69	35,67	20,18	0,488	6,25	3,22	1,67	33,12	1,29	0,98	0,100	2,29	8<	120	14	48	25	503	1<	35	6<	40	1191	5<	62	25	43	117	69,8		
3 71-73	35,71	18,63	0,436	5,85	2,81	1,52	35,00	1,31	0,89	0,104	1,59	6<	124	13	48	23	573	1<	33	6<	37	1088	3<	58	24	40	108	68,4		
3 74-76	35,74	15,19	0,364	3,94	5,98	1,13	36,05	1,17	0,61	0,103	7,85	74	99	32	37	17	418	3<	99	5<	30	945	4<	40	22	36	139	72,6		

A3.4.1. 966D-5H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
3 78-80	35,78	18,72	0,423	6,25	2,79	1,60	34,47	1,29	0,92	0,104	0,88	3<	108	11	50	13	565	1<	26	6<	39	1189	1<	63	23	40	99	67,7		
3 82-84	35,82	19,80	0,438	7,28	3,72	1,55	30,73	1,56	1,00	0,155	3,19	14	297	22	78	76	418	2<	68	7<	40	1049	5<	115	27	58	98	69,7	24,0	1,70
3 86-88	35,86	19,22	0,432	6,93	3,80	1,53	32,13	1,47	0,95	0,103	3,79	20	268	22	59	46	441	1<	66	6<	38	1085	5<	107	25	50	100	70,6	25,4	0,92
3 90-92	35,90	20,73	0,470	7,08	3,31	1,67	31,82	1,39	1,03	0,079	1,93	8<	234	20	59	31	581	1<	55	8<	41	1180	4<	68	23	51	110	69,8		
3 94-96	35,94	20,73	0,477	6,81	3,29	1,72	32,22	1,36	1,05	0,104	1,94	9<	169	20	58	27	558	1<	47	8<	41	1209	5<	64	24	52	114	70,0		
3 98-100	35,98	20,93	0,484	6,85	3,41	1,74	31,93	1,34	1,06	0,088	2,33	10<	180	24	56	34	534	1<	51	7<	40	1215	4<	69	24	53	111	70,4		
3 102-104	36,02	20,92	0,487	7,03	3,69	1,68	31,36	1,42	1,04	0,095	2,56	13	269	24	53	38	480	1<	57	8<	42	1159	6<	72	24	49	117	70,5	25,1	
3 106-108	36,06	20,44	0,467	6,73	3,29	1,73	32,49	1,36	1,03	0,099	2,01	10	158	20	55	31	511	1<	50	6<	40	1180	5<	68	25	53	108	69,9		
3 110-112	36,10	21,25	0,486	7,08	3,48	1,74	31,44	1,32	1,07	0,094	2,02	13	192	20	56	32	488	1<	54	7<	43	1176	5<	78	24	53	112	70,2		
3 114-116	36,14	22,06	0,498	7,68	3,37	1,75	30,58	1,46	1,12	0,088	1,27	7<	247	21	70	36	457	1<	56	8<	43	1105	3<	82	24	53	114	70,1		
3 118-120	36,18	23,04	0,518	8,09	3,58	1,77	29,48	1,42	1,15	0,082	1,36	8<	209	21	60	31	457	1<	48	8<	45	1116	3<	74	24	53	117	70,7		
3 122-124	36,22	24,27	0,552	8,10	4,12	1,88	28,86	1,36	1,20	0,072	2,54	15	192	34	69	31	480	6	72	9<	49	1172	3<	76	22	57	132	73,2		
3 126-128	36,26	23,86	0,560	7,62	3,85	1,94	29,32	1,39	1,24	0,081	2,31	16	148	30	56	28	472	3<	66	8<	49	1180	4<	75	23	49	135	72,4		
3 130-132	36,30	26,00	0,633	8,43	3,81	2,08	27,41	1,37	1,36	0,098	1,02	19	139	41	57	24	472	1<	88	10<	52	1086	4<	79	23	59	142	72,5		
3 134-136	36,34	25,18	0,613	8,29	3,70	2,06	28,22	1,39	1,30	0,124	0,53	19	141	54	51	29	612	1<	105	11	52	1122	3<	73	26	59	138	71,7		
3 138-140	36,38	23,07	0,551	7,84	3,51	1,94	30,12	1,36	1,17	0,142	0,33	9<	169	29	53	26	852	1<	66	10	46	1146	3<	68	26	59	119	70,3		
3 142-144	36,42	21,28	0,493	7,50	3,43	1,79	31,35	1,36	1,08	0,124	0,39	3<	245	19	53	30	1084	1<	48	8<	39	1122	3<	59	25	48	95	69,1	25,3	
3 146-148	36,46	21,27	0,481	7,22	3,34	1,80	31,72	1,41	1,05	0,109	0,36	1<	176	16	44	18	999	1<	37	9<	40	1136	1<	56	23	50	102	69,1		
4 0-2	36,50	20,99	0,465	6,96	3,11	1,84	32,03	1,45	1,03	0,100	0,29	2<	135	13	40	18	891	1<	32	6<	38	1142	2<	52	20	42	104	68,5		
4 4-6	36,54	17,78	0,392	5,77	2,67	1,60	35,65	1,29	0,87	0,126	0,24	1<	118	9<	34	14	821	1<	24	6<	36	1143	2<	46	19	35	89	66,6		
4 8-10	36,58	18,46	0,412	6,29	2,85	1,69	34,60	1,21	0,94	0,124	0,24	1<	113	10<	52	25	852	1<	28	8<	38	1124	2<	53	20	43	88	67,1		
4 12-14	36,62	17,64	0,395	6,06	2,72	1,63	35,21	1,21	0,88	0,163	0,26	2<	112	18	41	157	968	1<	54	12	39	1151	1<	50	20	65	86	66,5		
4 16-18	36,66	16,97	0,377	5,64	2,55	1,54	36,26	1,21	0,84	0,113	0,25	2<	141	11	43	42	960	1<	31	6<	35	1162	3<	45	19	58	83	66,1		
4 20-22	36,70	16,72	0,368	5,44	2,43	1,50	36,52	1,20	0,80	0,087	0,27	2<	169	9<	33	31	875	1<	24	7<	44	1157	3<	47	21	41	80	65,6		
4 24-26	36,74	16,37	0,358	5,80	2,73	1,43	36,42	1,30	0,81	0,070	0,29	2<	449	11	40	8<	1022	1<	26	4<	34	1191	2<	40	22	38	69	65,9	32,2	
4 28-30	36,78	17,20	0,388	5,85	2,76	1,57	35,69	1,23	0,86	0,071	0,24	1<	253	10	53	10	759	1<	27	5<	37	1296	3<	47	20	39	81	66,2		
4 32-34	36,82	18,12	0,426	5,74	2,66	1,67	35,48	1,19	0,92	0,085	0,23	1<	125	9<	42	8<	651	1<	25	5<	38	1293	1<	51	21	36	90	66,8		
4 36-38	36,86	19,63	0,472	6,09	2,87	1,72	34,12	1,21	1,00	0,094	0,22	2<	117	10<	41	5<	620	1<	26	6<	39	1236	1<	53	20	38	99	67,7		
4 40-42	36,90	18,33	0,427	6,06	2,76	1,58	34,93	1,24	0,92	0,088	0,24	2<	155	11	49	10	666	1<	27	7<	38	1242	2<	51	20	46	88	66,8		
4 44-46	36,94	21,19	0,521	6,74	3,25	1,77	32,32	1,32	1,11	0,109	0,22	2<	111	11	47	10<	713	1<	31	7<	43	1186	2<	54	22	42	106	68,8		
4 48-50	36,98	15,84	0,362	5,76	2,67	1,46	36,54	1,19	0,80	0,098	0,24	2<	158	10	43	12	1053	1<	25	5<	34	1389	1<	45	21	41	68	65,3		
4 52-54	37,02	14,72	0,326	5,41	2,53	1,36	37,60	1,19	0,73	0,087	0,24	1<	206	9<	36	9<	1061	1<	24	6<	32	1412	2<	41	23	33	62	64,5	33,7	

A3.4.1. 966D-5H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
4 56-58	37,06	15,95	0,358	5,91	2,87	1,46	36,43	1,23	0,81	0,092	0,29	2<	145	13	39	12	898	1<	36	6<	34	1325	1<	51	21	40	71	65,7		
4 59-61	37,09	20,01	0,436	7,65	3,53	1,55	31,92	1,40	0,97	0,081	0,53	5<	360	13	68	44	666	1<	46	8<	42	1409	3<	97	21	57	88	68,4		
4 60-62	37,10	16,31	0,364	5,69	2,72	1,61	36,38	1,20	0,87	0,110	0,25	2<	83	9<	48	7<	867	1<	26	4<	36	1281	1<	47	22	37	74	65,8		
4 63-64	37,13	20,37	0,461	7,90	3,14	1,61	31,41	1,33	0,97	0,070	0,42	2<	201	17	50	30	612	1<	41	7<	42	1525	2<	106	20	47	92	68,0		
4 64-66	37,14	15,71	0,345	5,48	2,60	1,59	36,85	1,16	0,80	0,143	0,24	1<	88	9<	27	7<	867	1<	22	5<	35	1274	1<	46	22	36	73	65,2		
4 68-70	37,18	14,86	0,318	5,16	2,45	1,55	37,74	1,20	0,76	0,143	0,29	2<	179	8<	40	8<	1108	1<	22	4<	33	1272	3<	40	22	35	65	64,8		
4 72-74	37,22	13,99	0,295	4,80	2,36	1,45	38,64	1,23	0,72	0,097	0,28	2<	378	8<	43	6<	1108	1<	22	3<	30	1291	1<	41	24	33	59	64,2		
4 76-78	37,26	15,31	0,322	5,13	2,51	1,55	37,49	1,22	0,77	0,089	0,29	2<	398	11	36	14	999	1<	28	6<	33	1271	3<	49	24	37	76	65,0		
4 80-82	37,30	16,45	0,363	5,51	2,44	1,55	36,46	1,26	0,81	0,081	0,30	1<	364	13	42	47	759	1<	35	5<	35	1258	3<	51	22	51	79	65,6		
4 84-86	37,34	19,37	0,442	6,20	2,85	1,78	33,89	1,26	0,98	0,089	0,27	2<	165	15	42	132	635	1<	46	11	40	1205	3<	56	23	87	110	67,4		
4 88-90	37,38	21,58	0,513	6,72	3,33	1,87	31,95	1,27	1,11	0,146	0,25	2<	122	10	49	12	635	1<	29	7<	43	1106	2<	72	26	44	118	69,0		
4 92-94	37,42	20,57	0,495	6,60	3,09	1,76	32,78	1,33	1,05	0,095	0,28	1<	336	11	55	19	705	1<	29	14	43	1197	3<	74	22	42	109	68,3		
4 96-98	37,46	20,98	0,517	6,82	3,17	1,81	32,49	1,32	1,10	0,105	0,26	2<	104	14	48	27	759	1<	32	8<	45	1167	3<	82	24	44	115	68,8		
4 100-102	37,50	18,69	0,449	6,26	2,82	1,67	34,48	1,19	0,94	0,114	0,28	1<	101	9<	49	24	937	1<	27	5<	40	1173	4<	63	25	43	98	67,2		
4 104-106	37,54	16,49	0,381	5,79	2,55	1,52	36,24	1,18	0,82	0,130	0,31	1<	119	8<	39	11	1084	1<	21	6<	35	1148	7<	59	24	36	76	65,7		
4 108-110	37,58	15,24	0,341	5,61	2,51	1,36	37,09	1,22	0,76	0,135	0,38	1<	367	10<	37	12	1169	1<	27	5<	34	1106	4<	68	26	34	68	65,0	29,7	
4 112-113	37,62	16,55	0,376	5,97	3,10	1,36	34,94	1,33	0,82	0,123	1,02	8<	361	34	69	97	651	1<	61	7<	35	1182	3<	162	23	84	76	65,9	27,7	
4 113-115	37,63	14,54	0,325	5,56	3,92	1,23	33,67	1,51	0,72	0,103	4,27	33	465	47	67	79	434	7	114	6<	32	1166	5<	235	20	61	76	66,2	26,5	3,14
4 118-120	37,68	18,30	0,413	6,72	2,97	1,46	33,95	1,32	0,87	0,077	1,36	6<	208	30	41	32	449	1<	56	9<	38	1424	4<	118	21	47	88	67,7		
4 122-124	37,72	19,03	0,439	6,53	3,04	1,53	33,58	1,36	0,91	0,080	1,68	11	271	33	46	34	426	1<	65	6<	37	1302	4<	82	20	44	91	68,4		
4 126-128	37,76	20,27	0,458	7,40	3,53	1,81	31,91	1,27	0,97	0,082	2,18	12	109	35	49	27	573	2<	73	7<	41	1706	3<	70	23	54	102	70,2		
4 130-132	37,80	20,01	0,459	7,20	3,00	1,86	32,54	1,25	0,97	0,094	0,57	6<	99	32	46	23	674	1<	65	7<	41	1697	3<	66	24	49	100	68,3		
4 134-136	37,84	18,99	0,428	6,79	2,89	1,76	33,66	1,30	0,93	0,102	0,60	5<	92	39	49	38	782	1<	70	7<	38	1544	4<	63	23	50	90	67,8		
4 138-140	37,88	19,41	0,431	7,05	3,04	1,78	33,04	1,25	0,96	0,109	0,44	2<	88	22	43	31	999	1<	51	7<	39	1442	5<	61	25	50	86	67,8		
4 142-144	37,92	19,31	0,438	6,95	3,03	1,71	33,23	1,25	0,95	0,116	0,36	2<	96	11	46	29	1030	1<	34	8<	39	1328	3<	62	24	47	90	67,7		
4 144-146	37,94	19,31	0,441	7,00	3,04	1,70	33,38	1,27	0,96	0,114	0,36	1<	87	11	42	80	1022	1<	30	9<	39	1272	4<	70	24	60	94	67,9		
5 0-2	38,00	18,63	0,418	6,69	2,96	1,63	33,53	1,19	0,93	0,122	0,34	1<	96	9<	45	13	1030	1<	23	7<	38	1256	3<	60	22	42	87	66,8		
5 4-6	38,04	18,51	0,406	6,80	3,01	1,59	33,57	1,22	0,92	0,156	0,37	1<	119	8<	47	18	1077	1<	22	6<	38	1205	3<	68	23	43	81	66,9		
5 8-9	38,08	17,92	0,380	6,90	3,23	1,46	33,37	1,26	0,87	0,159	0,46	2<	310	9<	46	13	960	1<	24	8<	37	1192	4<	104	26	42	73	66,3		
5 10-11	38,10	17,17	0,354	6,74	3,26	1,32	32,72	1,48	0,82	0,162	1,15	6<	483	13	81	194	542	5<	50	8<	36	1246	4<	149	24	79	69	65,5		
5 13-14	38,13	18,25	0,405	6,88	3,33	1,40	32,54	1,43	0,88	0,130	2,10	13	297	18	53	62	534	9	50	8<	37	1278	6<	233	20	73	83	67,7	25,5	1,14
5 15-16	38,15	18,80	0,414	6,83	2,92	1,46	32,61	1,34	0,90	0,084	1,08	6<	182	17	52	35	496	5<	43	6<	38	1352	5<	213	20	48	86	66,7	25,8	0,97

A3.4.1. 966D-5H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
5 17-19	38,17	17,38	0,380	6,74	3,67	1,30	31,76	1,52	0,81	0,081	3,63	28	359	27	55	54	410	13	85	7<	34	1282	8<	283	18	52	80	67,6	25,0	2,37
5 20-22	38,20	20,78	0,455	8,39	3,62	1,45	29,29	1,53	0,97	0,070	2,21	11	313	19	58	39	418	3<	54	6<	39	1096	4<	130	19	53	84	69,0	22,9	1,47
5 23-24	38,23	21,03	0,461	8,42	4,13	1,56	29,31	1,43	0,99	0,074	3,53	17	262	31	59	42	480	6	70	8<	39	1184	5<	105	19	65	88	71,2	23,0	1,44
5 25-27	38,25	20,64	0,462	7,81	3,83	1,63	30,71	1,31	0,98	0,080	2,97	17	118	22	50	34	519	4<	54	9<	41	1371	5<	85	22	52	91	70,7		
5 29-31	38,29	20,36	0,467	7,49	4,72	1,76	30,78	1,26	0,98	0,085	5,50	29	107	30	58	42	658	9	72	10<	41	1349	3<	76	20	56	101	73,7	24,5	0,25
5 32-34	38,32	19,31	0,437	7,00	5,00	1,67	31,63	1,27	0,92	0,100	6,59	43	120	34	46	52	674	4<	78	9<	46	1331	5<	80	21	51	93	74,2		
5 35-37	38,35	20,09	0,461	7,09	3,63	1,87	31,63	1,19	0,99	0,114	2,48	25	110	25	44	26	782	1<	57	9<	49	1317	3<	69	23	53	104	69,8		
5 39-41	38,39	20,12	0,463	7,12	3,27	1,86	31,66	1,21	0,99	0,121	1,27	13	129	36	45	61	775	1<	69	10	51	1333	5<	85	22	53	95	68,4	25,5	
5 43-45	38,43	19,57	0,446	6,77	2,95	1,83	32,74	1,21	0,96	0,135	0,46	3<	116	16	45	34	883	1<	38	9<	49	1340	4<	62	22	51	95	67,4		
5 47-49	38,47	19,35	0,440	7,00	3,18	1,74	32,72	1,19	0,94	0,138	0,68	4<	110	10<	44	15	1038	1<	26	8<	49	1361	3<	53	22	44	88	67,7		
5 51-53	38,51	18,63	0,413	6,60	2,95	1,69	33,50	1,18	0,90	0,144	0,40	2<	147	9<	44	16	1015	1<	20	8<	49	1315	5<	53	23	43	81	66,7		
5 55-57	38,55	18,21	0,399	6,69	3,01	1,57	33,71	1,27	0,88	0,101	0,45	2<	306	7<	41	12	906	1<	22	7<	48	1289	2<	60	24	45	80	66,6	27,3	0,07
5 57-59	38,57	19,57	0,436	7,35	3,49	1,63	32,17	1,30	0,96	0,096	0,49	7<	307	11	57	12	790	1<	35	8<	40	1340	2<	81	24	42	88	67,8		
5 64-66	38,64	18,69	0,427	7,32	3,02	1,50	32,62	1,36	0,87	0,076	0,58	8<	393	22	43	44	604	1<	54	8<	39	1488	3<	85	19	51	83	66,8	26,1	
5 66-68	38,66	20,72	0,469	7,90	3,22	1,69	30,94	1,28	0,99	0,075	0,45	4<	165	21	53	35	581	1<	47	10	49	1544	2<	79	21	65	89	68,0		
5 70-72	38,70	19,77	0,450	7,02	3,01	1,75	32,40	1,25	0,94	0,093	0,38	3<	119	12	45	16	558	1<	29	8<	48	1360	2<	66	21	47	91	67,3		
5 74-76	38,74	18,80	0,428	6,61	2,82	1,66	33,55	1,24	0,91	0,180	0,42	2<	150	12	45	18	604	1<	25	9<	47	1415	4<	68	24	46	87	66,9		
5 78-80	38,78	17,14	0,384	5,79	2,59	1,58	35,41	1,17	0,84	0,222	0,57	5<	128	9<	44	20	612	1<	17	6<	45	1298	5<	73	25	43	78	66,0		
5 82-83	38,82	17,26	0,388	5,98	2,56	1,51	35,20	1,17	0,85	0,125	0,45	2<	246	10<	52	20	581	1<	22	7<	45	1311	4<	100	23	51	76	65,8		
5 85-87	38,85	16,84	0,382	5,83	2,45	1,43	35,16	1,35	0,83	0,101	0,84	3<	192	15	43	39	434	1<	35	7<	43	1328	4<	167	21	41	75	65,5	27,8	0,97
5 89-91	38,89	15,32	0,350	5,57	4,89	1,29	34,02	1,35	0,75	0,094	7,64	38	308	23	49	48	410	11	79	9<	40	1318	7<	173	20	46	76	71,5	26,7	1,68
5 93-95	38,93	18,48	0,429	6,62	3,70	1,49	32,10	1,37	0,91	0,075	3,45	19	297	18	64	39	410	1<	63	9<	47	1317	5<	127	19	50	87	68,9	25,3	1,43
5 97-99	38,97	21,63	0,520	7,37	4,06	1,71	30,63	1,27	1,06	0,091	3,75	23	187	26	55	39	527	5<	55	10<	53	1302	4<	88	24	57	104	72,4		
5 101-103	39,01	21,98	0,553	7,19	4,90	1,82	29,81	1,26	1,11	0,113	5,88	59	149	31	48	41	565	5	58	9<	50	1248	5<	86	25	57	110	74,9		
5 105-107	39,05	21,44	0,533	6,91	4,67	1,81	30,58	1,23	1,07	0,130	5,48	37	151	23	53	37	565	1<	49	10<	51	1262	5<	83	23	53	107	74,1		
5 109-111	39,09	20,56	0,493	6,60	3,03	1,83	32,43	1,19	1,02	0,208	1,20	12	117	16	48	21	627	1<	37	10<	52	1277	7<	78	26	48	101	68,9		
5 113-115	39,13	20,82	0,502	6,74	2,94	1,82	32,04	1,17	1,03	0,273	0,69	6<	125	12	48	47	697	1<	31	10	52	1245	7<	88	28	55	103	68,3		
5 117-119	39,17	21,24	0,504	6,88	2,97	1,82	31,73	1,21	1,07	0,179	0,59	4<	125	11	48	29	596	2<	29	9<	51	1245	4<	97	29	54	105	68,5		
5 121-122	39,21	21,99	0,511	7,33	3,18	1,75	30,86	1,25	1,10	0,135	0,63	4<	175	13	62	62	581	2<	31	9<	54	1203	3<	145	28	59	106	69,0		
5 123-124	39,23	20,69	0,477	7,18	3,53	1,64	30,44	1,36	1,04	0,130	2,48	18	241	21	56	51	457	11	60	9<	49	1197	7<	194	28	63	98	69,2	23,9	1,44
5 125-126	39,25	16,59	0,378	6,01	6,26	1,42	28,10	1,62	0,84	0,142	11.35>	60	355	60	50	75	410	117	199	8<	45	1072	13	395	25	56	89	73,0	21,3	5,36
5 127-128	39,27	14,30	0,327	5,55	7,33	1,24	28,22	1,73	0,71	0,119	14.29>	65	433	42	48	98	457	121	181	7<	40	1058	16	479	23	50	83	74,1	21,3	6,09

A3.4.1. 966D-5H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
5 129-130	39,29	20,19	0,466	7,47	4,05	1,57	30,78	1,39	0,99	0,084	3,79	27	205	26	48	47	573	21	54	10<	51	1175	6<	142	21	65	89	71,0	24,3	0,38
5 131-132	39,31	20,74	0,476	7,62	3,86	1,65	30,64	1,35	1,00	0,093	3,01	18	212	30	51	47	581	12	60	10	51	1183	6<	109	22	64	91	70,7		
5 133-135	39,33	21,25	0,498	7,83	4,29	1,78	29,98	1,34	1,05	0,096	4,41	42	138	24	53	34	635	24	50	11	51	1150	5<	95	23	56	96	72,8		
5 137-139	39,37	19,97	0,467	7,19	4,50	1,77	31,02	1,29	1,02	0,124	5,58	34	135	18	50	39	666	2<	45	10<	47	1135	5<	77	23	52	95	73,2		
5 141-143	39,41	19,51	0,452	6,77	3,36	1,84	32,48	1,22	1,01	0,166	2,60	10<	115	12	39	15	643	1<	32	8<	51	1200	6<	75	25	51	94	69,7		
5 145-150 s	39,45	19,37	0,443	7,08	3,44	1,78	33,68	0,81	1,05	0,189	1,78	27	102	10	47	32	677	5	31	9	28	1222	6	97	30	42	98	69,9		
6 1-2	39,51	14,63	0,331	5,62	5,07	1,31	32,89	1,49	0,74	0,105	9,05	34	254	24	50	56	604	40	112	6<	32	1237	9<	262	20	48	69	71,5		
6 3-4	39,53	16,69	0,377	6,39	3,03	1,44	32,47	1,50	0,83	0,145	3,35	15	221	20	47	55	542	21	73	6<	36	1189	11	285	25	50	80	66,5	25,6	2,46
6 5-6	39,55	15,31	0,344	6,28	6,61	1,22	29,76	1,55	0,76	0,091	13.73>	50	277	24	65	72	534	27	110	6<	33	1034	10<	376	18	49	77	76,0	22,8	3,71
6 7-8	39,57	21,97	0,505	8,19	4,03	1,72	29,35	1,32	1,08	0,086	3,76	20	246	26	66	39	527	12	54	7<	42	1116	4<	137	22	62	104	72,3		
6 9-10	39,59	21,53	0,502	7,79	4,06	1,79	30,17	1,29	1,07	0,092	3,76	32	160	29	57	40	589	13	55	9<	45	1149	5<	109	22	59	106	72,3		
6 12-14	39,62	21,20	0,503	7,50	4,26	1,86	30,42	1,28	1,08	0,100	4,70	24	126	19	42	24	627	5	47	8<	42	1094	4<	91	23	52	105	73,1		
6 16-18	39,66	17,72	0,401	5,53	2,69	1,87	35,05	1,11	0,89	0,143	2,11	6<	93	10	46	13	643	2<	28	7<	38	1195	4<	65	22	41	93	67,8		
6 20-22	39,70	16,31	0,367	5,28	2,53	1,81	36,57	1,09	0,83	0,181	2,06	8<	107	11	39	14	728	1<	26	5<	37	1295	5<	65	25	37	83	67,3		
6 24-26	39,74	16,47	0,373	5,34	2,38	1,76	36,24	1,11	0,84	0,141	1,51	4<	102	10<	41	26	651	2<	22	4<	39	1325	4<	80	26	39	83	66,4		
6 27-29	39,77	16,66	0,371	5,55	2,80	1,64	35,42	1,25	0,86	0,124	2,15	8<	155	11	47	47	519	8	39	6<	38	1331	5<	141	25	45	84	67,1		
6 30-31	39,80	14,20	0,313	4,91	3,94	1,37	35,86	1,40	0,73	0,111	6,29	33	249	17	50	43	519	26	57	6<	33	1212	8<	201	24	42	70	69,4		
6 32-33	39,82	15,70	0,347	5,32	2,71	1,54	35,31	1,40	0,78	0,101	2,16	11	248	16	36	42	480	15	51	6<	37	1272	8<	235	22	39	76	65,6		
6 34-35	39,84	14,61	0,320	4,88	2,59	1,51	35,19	1,44	0,74	0,139	3,15	12	260	16	30	45	403	21	61	5<	35	1279	11	321	25	42	73	64,8	27,6	2,49
6 36-37	39,86	9,99	0,205	3,63	2,46	1,20	35,09	1,90	0,53	0,127	3,79	19	540	24	41	105	511	77	137	6<	27	1185	16	608	24	45	57	59,3	27,5	6,57
6 38-39	39,88	11,42	0,231	4,19	3,42	1,27	34,32	1,86	0,61	0,079	5,02	25	474	20	82	88	449	45	102	4<	29	1189	11	561	18	43	60	62,8	26,9	5,54
6 40-41	39,90	14,90	0,328	4,96	2,49	1,56	37,14	1,23	0,75	0,091	2,16	12	271	17	32	31	496	8	37	5<	34	1580	7<	139	22	40	65	65,9		
6 42-43	39,92	15,77	0,357	5,22	2,27	1,77	36,88	1,15	0,78	0,101	1,04	9<	194	15	30	23	612	8	30	5<	37	1638	4<	100	23	38	73	65,6		
6 47-49	39,97	15,78	0,362	5,01	2,64	1,88	36,63	1,11	0,79	0,125	2,37	19	88	17	38	20	674	6	32	5<	34	1548	5<	63	20	38	79	67,0	29,4	0,27
6 51-53	40,01	16,44	0,382	5,13	2,77	1,91	36,17	1,09	0,83	0,158	2,72	9<	90	13	40	26	705	2<	31	7<	35	1523	5<	62	20	39	85	67,9		
6 55-57	40,05	16,62	0,387	5,22	2,46	1,92	36,10	1,09	0,85	0,173	1,65	5<	101	10<	38	14	744	1<	25	6<	36	1467	5<	64	21	41	86	66,8		
6 59-61	40,09	16,19	0,382	5,23	2,49	1,76	36,59	1,12	0,84	0,151	1,62	3<	126	8<	42	26	867	1<	22	7<	37	1366	4<	82	27	41	80	66,7		
6 62-63	40,12	16,86	0,393	5,36	2,62	1,71	35,54	1,24	0,84	0,115	2,22	6<	173	10<	44	50	565	1<	29	6<	36	1421	4<	104	22	46	87	67,2		
6 65-66	40,15	16,63	0,384	5,44	2,70	1,69	35,06	1,24	0,85	0,105	2,46	5<	179	11	49	44	496	3<	34	7<	35	1464	4<	126	22	44	78	66,8	27,5	0,91
6 68-69	40,18	16,67	0,392	5,59	2,46	1,62	34,76	1,26	0,85	0,097	1,78	5<	270	12	49	49	472	4<	37	5<	35	1405	6<	180	23	47	77	65,8		
6 71-72	40,21	14,59	0,333	4,98	3,42	1,38	34,63	1,37	0,73	0,108	4,57	15	609	15	57	68	403	31	71	7<	31	1315	8<	372	23	50	72	66,5	27,2	2,68
6 74-75	40,24	9,46	0,207	3,17	2,43	1,09	39,63	1,44	0,49	0,083	4,18	14	362	16	32	61	534	25	77	2<	24	1568	11	457	21	36	46	62,5	31,5	3,01

A3.4.1. 966D-5H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
6 77-78	40,27	8,86	0,194	3,05	2,06	1,08	39,20	1,55	0,47	0,121	3,77	13	347	14	53	76	558	22	79	3<	22	1451	13	442	24	33	47	60,7	31,1	3,98
6 80-81	40,30	18,44	0,442	5,93	3,25	1,63	33,62	1,32	0,92	0,073	3,08	14	241	18	51	33	426	16	41	7<	37	1488	5<	159	21	51	94	69,0	26,9	0,43
6 83-84	40,33	18,76	0,466	6,17	3,33	1,76	32,35	1,19	0,96	0,086	3,13	22	129	21	43	27	527	17	38	9<	39	1366	6<	103	23	45	99	68,5		
6 85-87	40,35	18,58	0,457	6,11	3,39	1,80	33,84	1,15	0,95	0,094	3,41	19	113	21	46	28	612	9	39	6<	40	1361	6<	86	23	47	96	70,1		
6 89-91	40,39	17,63	0,427	5,59	3,86	1,74	34,28	1,13	0,89	0,160	5,39	55	106	18	35	20	682	3<	36	6<	38	1283	6<	67	23	41	91	71,4		
6 93-95	40,43	17,98	0,435	5,71	3,79	1,79	34,33	1,11	0,89	0,149	5,21	17	123	18	41	69	697	23	159	7<	39	1294	9<	78	22	46	100	71,7	27,6	0,17
6 97-99	40,47	18,39	0,446	6,10	3,23	1,78	34,17	1,11	0,91	0,139	3,17	8<	101	11	41	19	759	3<	29	8<	40	1248	7<	72	24	45	98	69,7		
6 101-103	40,51	18,91	0,449	6,43	3,05	1,73	33,74	1,11	0,94	0,130	2,38	5<	108	9<	53	28	705	6	28	7<	42	1223	7<	83	28	47	97	69,1	27,2	0,15
6 101-103	40,51	18,95	0,449	6,44	3,05	1,73	33,78	1,14	0,94	0,130	2,37	6<	115	10	59	24	705	3<	29	5<	42	1218	6<	82	28	46	96	69,3	27,2	0,15
6 105-106	40,55	19,85	0,457	7,01	3,07	1,63	31,45	1,36	0,99	0,152	2,41	7<	192	16	63	86	418	10	56	9<	41	1232	8<	137	30	59	94	68,6	25,0	1,28
6 108-109	40,58	16,11	0,367	5,75	4,83	1,38	31,06	1,57	0,79	0,191	7,50	26	291	32	40	53	372	126	98	7<	34	1155	14	230	32	46	88	69,8	24,1	3,72
6 111-112	40,61	16,96	0,375	6,53	3,76	1,44	28,33	1,79	0,83	0,115	5,61	21	412	33	48	62	356	97	131	6<	36	1107	15	340	26	56	89	66,0	22,1	5,90
6 114-115	40,64	14,06	0,292	5,91	4,32	1,28	27,03	1,96	0,69	0,099	8,70	25	512	21	49	84	364	166	135	7<	29	1074	20	549	26	54	80	64,7	20,7	9,24
6 117-118	40,67	18,66	0,448	6,52	3,64	1,60	31,81	1,36	0,92	0,098	4,52	25	317	21	48	44	426	47	67	6<	38	1506	10	174	24	51	91	69,9	24,7	1,17
6 120-121	40,70	19,98	0,511	6,58	3,49	1,82	32,04	1,18	0,99	0,087	3,41	18	121	20	51	24	542	20	41	8<	40	1651	8<	88	22	48	98	70,4	25,5	0,30
6 122-124	40,72	19,09	0,481	6,08	3,66	1,79	33,24	1,17	0,95	0,107	4,29	32	100	17	49	23	558	18	41	6<	40	1614	7<	75	21	43	94	71,1	26,3	0,28
6 126-128	40,76	20,00	0,520	6,21	3,65	1,81	32,59	1,17	0,98	0,123	4,21	18	113	16	47	26	604	6	35	8<	41	1455	8<	73	22	46	110	71,6	25,8	0,20
6 130-132	40,80	20,59	0,539	6,60	3,83	1,80	31,93	1,12	1,02	0,136	4,07	13	114	13	53	29	651	3<	35	7<	44	1335	10<	81	25	67	106	71,9	25,4	0,21
6 134-136	40,84	21,15	0,538	7,06	3,61	1,79	31,31	1,23	1,07	0,124	3,37	8<	121	11	58	25	612	5<	32	8<	45	1265	9<	97	29	50	108	71,5	24,5	0,24
6 138-139	40,88	21,42	0,540	7,26	3,14	1,70	30,77	1,29	1,05	0,120	2,37	6<	207	12	62	39	496	6	35	7<	44	1232	4<	116	28	51	106	69,9	24,3	0,56
6 141-142	40,91	19,25	0,475	6,92	4,99	1,52	30,18	1,38	0,95	0,130	8,06	17	396	22	53	52	503	27	71	8<	43	1169	15	155	29	52	95	74,1	23,2	1,78
6 144-145	40,94	14,58	0,344	5,07	4,79	1,41	28,75	1,72	0,73	1.598>	8,88	34	906	42	45	65	325	140	153	7<	31	1208	133	419	123	60	72	68,3	20,0	7,08
6 147-149	40,97	14,43	0,306	5,79	5,18	1,42	21,75	2,17	0,70	0,252	9,90	42	1379	36	51	95	248	319	167	6<	30	860	27	710	40	61	76	62,3	15,1	12,67

A3.5.1. 967A-8H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
5 0-1	72,30	24,76	0,506	8,46	5,28	2,64	26,84	1,43	1,24	0,109	0,25	3<	116	17	60	28	1944	2<	54	11	43	814	1<	79	18	61	125	71,9		
5 4-5	72,34	25,95	0,546	8,81	5,48	2,56	25,74	1,44	1,33	0,102	0,23	1<	126	19	64	28	1874	1<	53	21	41	822	6<	74	19	65	140	72,6		
5 8-9	72,38	24,64	0,541	8,33	4,83	2,34	27,44	1,40	1,28	0,095	0,24	1<	119	14	64	21	1882	2<	47	20	41	943	6<	59	19	57	146	71,6		
5 12-13	72,42	24,17	0,538	8,07	4,73	2,25	27,76	1,36	1,28	0,099	0,25	1<	126	14	57	21	1851	1<	45	20	38	943	3<	62	16	56	139	70,9	22,4	0,24
5 16-17	72,46	23,63	0,536	7,91	4,61	2,16	28,69	1,36	1,22	0,100	0,25	1<	121	13	56	20	1812	1<	43	18	37	997	2<	55	16	53	145	70,9	23,4	0,21
5 20-21	72,50	27,39	0,636	9,33	5,62	2,40	24,50	1,44	1,44	0,105	0,24	1<	140	17	74	19	1534	1<	55	22	45	910	6<	68	18	64	157	73,5		
5 24-25	72,54	30,62	0,720	10,54	6,21	2,53	21,07	1,51	1,63	0,107	0,26	1<	154	21	81	41	1200	4<	62	26	56	827	7<	78	18	72	171	75,5		
5 28-29	72,58	24,23	0,562	8,45	4,53	2,02	27,98	1,39	1,25	0,090	0,32	1<	128	12	59	24	1518	4<	41	20	40	1124	8<	57	18	53	157	71,2		
5 32-33	72,62	21,56	0,495	7,66	4,18	1,85	30,46	1,36	1,09	0,094	0,23	1<	117	8<	55	18	1727	1<	34	19	36	1135	5<	52	15	52	138	69,4		
5 36-37	72,66	21,16	0,471	7,61	4,19	1,81	30,86	1,33	1,07	0,099	0,25	1<	114	9<	54	14	1758	3<	35	20	36	1103	9<	48	17	48	139	69,2		
5 40-41	72,70	19,22	0,415	7,23	3,95	1,71	32,66	1,31	0,91	0,094	0,24	1<	105	9<	47	13	1758	2<	33	19	30	1104	5<	47	14	47	120	68,1		
5 44-45	72,74	18,11	0,387	7,02	3,79	1,60	33,23	1,31	0,84	0,096	0,24	1<	99	10<	48	19	1836	6<	33	19	32	1142	10	41	15	46	118	67,0		
5 48-49	72,78	18,66	0,394	7,18	3,89	1,63	32,99	1,34	0,91	0,102	0,30	1<	96	7<	48	22	1812	1<	33	17	30	1129	3<	45	14	46	113	67,8		
5 52-53	72,82	18,10	0,381	6,88	3,84	1,62	33,56	1,29	0,85	0,104	0,25	1<	106	9<	51	18	1959	8<	42	21	28	1217	8<	45	16	43	118	67,3	26,9	0,22
5 56-57	72,86	17,91	0,370	6,54	3,66	1,72	34,01	1,21	0,84	0,117	0,25	1<	105	9<	49	11	1867	5<	33	20	32	1188	10<	41	16	44	121	67,1		
5 60-61	72,90	17,34	0,356	6,31	3,39	1,70	34,49	1,27	0,85	0,118	0,25	1<	98	9<	46	10<	1898	1<	30	18	26	1166	6<	42	13	40	112	66,5		
5 64-65	72,94	17,31	0,351	6,28	3,34	1,77	34,74	1,23	0,85	0,123	0,24	1<	96	9<	44	9<	1913	1<	30	17	26	1136	5<	41	12	40	109	66,6		
5 68-69	72,98	16,33	0,322	6,12	3,15	1,72	35,58	1,22	0,80	0,118	0,26	1<	92	7<	60	13	1595	1<	30	17	25	1135	6<	42	14	41	102	66,0		
5 72-73	73,02	17,42	0,335	6,55	3,63	1,76	34,08	1,34	0,88	0,123	0,27	1<	99	10	50	15	1874	4<	34	19	31	1156	9<	44	18	44	111	66,8	27,3	0,25
5 76-77	73,06	17,37	0,329	6,37	3,36	1,77	34,69	1,45	0,87	0,104	0,28	1<	198	9<	51	20	1952	2<	37	18	26	1141	6<	46	18	47	106	67,0	27,7	0,22
5 80-81	73,10	17,61	0,330	6,26	3,27	1,88	34,29	1,50	0,87	0,096	0,60	1<	297	8<	46	22	1921	2<	35	17	25	1078	6<	49	18	46	104	67,1	27,4	0,17
5 84-85	73,14	20,49	0,394	6,97	3,94	2,16	31,25	1,43	1,07	0,095	0,27	1<	330	12	52	13	1990	1<	43	15	28	981	4<	54	16	51	112	68,5	25,1	0,16
5 88-89	73,18	22,87	0,466	7,68	3,99	2,36	29,51	1,38	1,16	0,092	0,27	2<	312	15	78	58	1634	2<	46	53	34	952	7<	60	19	56	134	70,2	24,0	0,13
5 92-93	73,22	28,45	0,609	9,31	5,40	2,90	23,72	1,46	1,53	0,108	0,23	1<	177	21	84	24	1549	5<	66	23	48	775	9<	87	20	68	159	74,1	19,1	0,29
5 96-97	73,26	27,93	0,595	9,08	5,30	2,64	24,15	1,43	1,50	0,104	0,24	1<	147	19	74	16	1348	1<	63	21	45	800	7<	82	17	64	161	73,3	19,7	0,15
5 100-101	73,30	27,20	0,583	9,10	5,09	2,53	25,03	1,45	1,49	0,103	0,25	1<	139	18	72	21	1371	5<	57	23	47	900	8<	84	18	62	160	73,2		
5 104-105	73,34	21,93	0,469	7,46	3,99	2,15	30,02	1,27	1,18	0,095	0,24	1<	119	9<	52	26	1619	1<	39	19	36	1108	6<	72	16	49	140	69,2		
5 108-109	73,38	23,70	0,520	8,32	4,11	2,32	28,41	1,33	1,30	0,092	0,24	1<	126	14	64	32	1750	1<	45	18	41	904	4<	76	16	55	136	70,7		
5 112-113	73,42	23,28	0,502	8,24	4,18	2,14	28,95	1,35	1,23	0,097	0,54	1<	133	12	59	15	1719	3<	43	21	44	954	9<	77	17	54	143	70,9		
5 116-117	73,46	20,27	0,420	7,23	3,65	1,92	31,61	1,28	1,03	0,100	0,24	1<	115	10	50	17	1944	1<	33	18	33	1013	8<	64	16	50	126	68,2		
5 120-121	73,50	19,52	0,390	7,21	3,69	1,87	32,30	1,33	0,99	0,103	0,25	1<	108	9<	50	20	1967	2<	33	18	31	1028	8<	60	18	45	119	68,1		
5 124-125	73,54	18,57	0,354	7,20	3,62	1,65	32,83	1,33	0,92	0,102	0,26	1<	96	9<	54	37	2037	1<	32	16	30	1091	6<	54	17	47	110	67,3		

A3.5.1. 967A-8H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
5 128-129	73,58	18,90	0,363	7,14	3,76	1,70	32,81	1,36	0,95	0,107	0,25	1<	101	8<	52	14	2083	5<	32	19	33	1081	9<	55	19	48	120	67,8		
5 132-133	73,62	19,86	0,395	7,21	3,98	1,82	31,96	1,39	1,00	0,110	0,24	1<	106	9<	50	39	2130	2<	33	19	31	1039	7<	55	16	47	123	68,4		
5 136-137	73,66	19,95	0,417	7,07	3,96	1,85	32,09	1,33	1,03	0,105	0,23	1<	103	11	50	13	2192	1<	33	17	31	1024	5<	53	15	47	127	68,5		
5 140-141	73,70	20,19	0,436	7,18	3,89	1,92	32,03	1,27	1,06	0,105	0,24	1<	106	10	50	10<	2238	2<	34	19	33	1056	8<	51	16	49	134	68,8		
5 144-145	73,74	19,55	0,434	6,91	3,80	1,87	32,39	1,23	1,02	0,103	0,25	1<	107	8<	48	36	2347	1<	31	17	31	1035	6<	50	13	43	130	68,0		
5 148-149	73,78	19,40	0,436	6,71	3,92	1,90	32,68	1,28	1,03	0,102	0,31	1<	108	10<	49	13	2277	2<	33	18	32	1080	6<	49	15	46	135	68,2		
6 0-1	73,80	19,47	0,438	6,72	4,18	1,86	32,56	1,26	1,00	0,105	0,24	1<	105	12	47	13	2238	3<	33	20	31	1101	8<	54	14	46	136	68,3		
6 4-5	73,84	18,58	0,423	6,32	3,61	1,85	33,59	1,25	0,99	0,098	0,23	1<	101	10	47	12	2262	2<	32	18	30	1138	6<	47	13	42	131	67,4		
6 8-9	73,88	18,00	0,406	6,10	3,42	1,84	34,42	1,22	0,96	0,097	0,24	1<	100	8<	45	18	2262	1<	30	16	29	1166	3<	45	13	41	124	67,2		
6 12-13	73,92	20,67	0,469	7,06	4,16	2,09	31,16	1,29	1,15	0,104	0,24	1<	115	11	53	17	2200	1<	40	17	33	1036	3<	52	13	48	128	68,8		
6 16-17	73,96	27,11	0,611	9,32	5,80	2,61	23,95	1,38	1,53	0,120	0,23	1<	141	19	72	24	1766	3<	56	24	48	731	8<	72	17	64	148	73,0		
6 20-21	74,00	24,94	0,544	8,55	5,09	2,45	26,66	1,42	1,37	0,111	0,24	1<	132	16	72	20	1874	3<	52	22	43	771	7<	71	19	60	141	71,8		
6 24-25	74,04	24,20	0,516	8,30	5,17	2,44	27,32	1,41	1,29	0,116	0,25	1<	124	17	71	26	2014	1<	51	20	40	798	5<	75	19	61	131	71,4		
6 28-29	74,08	26,42	0,556	8,98	5,52	2,60	25,05	1,48	1,39	0,125	0,41	1<	153	21	77	82	1797	3<	58	22	46	706	7<	77	22	68	147	72,9		
6 32-33	74,12	27,03	0,564	9,18	6,01	2,64	24,26	1,46	1,43	0,125	0,24	2<	180	25	82	23	1797	2<	65	22	45	676	7<	93	20	72	141	73,3		
6 36-37	74,16	25,95	0,544	8,76	5,26	2,51	25,71	1,45	1,39	0,105	0,53	1<	216	19	73	30	1905	1<	57	20	42	719	5<	90	21	66	137	72,6	21,0	0,12
6 40-41	74,20	25,84	0,545	8,66	5,12	2,51	25,91	1,42	1,36	0,101	0,23	1<	215	19	71	24	1774	1<	54	19	42	739	5<	84	19	65	136	72,1	21,1	0,15
6 44-45	74,24	27,74	0,604	9,23	5,35	2,60	24,19	1,47	1,50	0,097	0,23	1<	177	15	85	21	1564	3<	55	21	46	709	7<	88	21	67	150	73,4		
6 48-49	74,28	28,28	0,625	9,26	5,31	2,57	23,90	1,41	1,50	0,100	0,22	1<	155	17	77	21	1588	3<	53	21	49	703	8<	80	19	65	155	73,5		
6 52-53	74,32	27,84	0,610	9,10	5,08	2,52	24,71	1,45	1,50	0,095	0,24	1<	155	17	80	20	1487	5<	51	21	46	734	8<	80	20	63	158	73,5		
6 56-57	74,36	28,29	0,641	9,29	5,17	2,54	24,32	1,43	1,51	0,098	0,23	1<	140	16	76	42	1503	3<	48	22	50	770	5<	79	19	63	163	73,9		
6 60-61	74,40	25,46	0,570	8,32	4,60	2,26	27,53	1,32	1,38	0,095	0,23	1<	130	14	68	15	1882	3<	42	20	43	886	9<	70	20	57	158	72,2		
6 64-65	74,44	23,64	0,531	7,71	3,96	2,11	29,32	1,33	1,26	0,089	0,23	1<	124	11	61	17	2138	1<	37	18	39	938	6<	63	18	49	148	70,6		
6 68-69	74,48	25,15	0,577	8,20	4,25	2,15	27,30	1,32	1,34	0,087	0,23	1<	130	10	66	13	1766	1<	36	17	42	867	7<	68	19	53	155	71,0		
6 72-73	74,52	26,61	0,635	8,83	4,44	2,12	26,33	1,38	1,42	0,089	0,43	1<	148	13	68	24	1673	3<	39	22	47	873	8<	76	20	56	170	72,7		
6 76-77	74,56	24,48	0,587	7,95	3,84	1,83	28,70	1,35	1,26	0,086	0,24	1<	136	9<	60	22	1959	4<	30	20	40	1001	9<	61	19	46	161	70,8		
6 80-81	74,60	24,56	0,594	8,11	3,86	1,81	28,67	1,31	1,27	0,086	0,24	1<	131	9<	57	42	2060	1<	30	18	40	987	4<	56	16	47	155	71,0		
6 84-85	74,64	24,97	0,588	8,37	3,92	1,81	28,20	1,35	1,28	0,085	0,24	1<	135	9<	58	39	1983	3<	29	19	41	969	8<	56	20	49	159	71,2		
6 88-89	74,68	24,50	0,562	8,56	3,99	1,79	28,30	1,36	1,24	0,087	0,35	1<	127	9<	57	48	1936	1<	29	19	39	939	5<	53	21	50	151	71,2		
6 92-93	74,72	23,79	0,521	8,84	4,47	1,65	28,30	1,43	1,16	0,098	0,39	1<	184	12	59	36	1805	1<	34	18	36	922	2<	63	21	53	138	71,0		
6 96-97	74,76	22,83	0,475	8,96	6,46	1,52	27,41	1,54	1,08	0,147	0,41	4<	692	40	61	27	1626	5<	65	23	36	863	6<	106	23	61	138	71,3	21,4	0,24
6 100-101	74,80	25,55	0,529	9,93	6,09	1,61	24,81	1,57	1,24	0,108	0,95	6<	1036	323>	74	53	1363	2<	475	24	40	816	5<	106	20	64	139	72,9		

A3.5.1. 967A-8H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
6 104-105	74,84	24,23	0,496	9,49	5,26	1,57	26,49	1,55	1,15	0,101	0,76	5<	1022	24	68	1481	1154	1<	69	31	36	871	7<	120	19	92	131	71,6	20,6	0,26
6 108-109	74,88	25,44	0,527	10,14	4,62	1,68	26,21	1,57	1,21	0,074	0,31	1<	666	17	78	62	1007	3<	47	21	43	889	10	101	18	60	135	72,1		
6 112-113	74,92	25,49	0,539	10,35	4,28	1,64	26,47	1,53	1,23	0,069	0,30	1<	374	22	76	156	960	2<	52	20	41	929	12	94	18	76	139	72,2	20,7	0,27
6 116-117	74,96	24,08	0,514	9,38	3,82	1,73	28,27	1,40	1,19	0,070	0,27	1<	148	16	66	71	1193	1<	46	19	38	1044	10<	96	16	58	142	71,1		
6 120-121	75,00	22,58	0,502	8,76	3,47	1,67	29,75	1,38	1,09	0,072	0,25	1<	134	14	60	46	1301	2<	36	20	40	1127	12	84	17	72	140	69,9		
6 124-125	75,04	18,45	0,405	6,48	2,69	1,64	34,52	1,22	0,95	0,083	0,25	1<	100	7<	47	34	2153	3<	28	20	33	1275	15	58	17	44	133	67,2		
6 128-129	75,08	18,57	0,419	6,35	2,66	1,67	34,51	1,19	0,96	0,089	0,25	1<	99	7<	45	15	2347	1<	25	14	29	1213	9<	53	13	35	125	67,1		
6 132-133	75,12	19,94	0,469	6,94	2,91	1,72	33,34	1,24	1,05	0,088	0,34	1<	112	9<	50	26	2192	1<	29	18	33	1217	11	56	15	42	141	68,5		
6 136-137	75,16	20,55	0,489	7,18	2,95	1,73	32,65	1,23	1,07	0,086	0,26	1<	113	12	52	58	2091	1<	34	16	32	1178	7<	66	13	43	133	68,6		
6 140-141	75,20	21,34	0,506	7,71	3,07	1,69	31,36	1,28	1,08	0,088	0,27	1<	128	23	55	106	1851	1<	47	23	35	1134	11	112	15	59	138	68,8		
6 144-145	75,24	22,02	0,526	7,97	3,35	1,76	30,84	1,33	1,13	0,096	0,26	1<	130	13	58	34	1944	2<	36	21	38	1134	9<	79	17	63	140	69,7	24,4	0,24
6 148-149	75,28	23,26	0,551	8,61	3,56	1,77	29,28	1,37	1,17	0,092	0,26	1<	125	15	59	54	1766	3<	38	22	38	1081	11	79	19	62	142	70,3		
7 0-1	75,30	23,29	0,556	8,77	3,58	1,74	28,73	1,31	1,12	0,088	0,26	1<	119	15	60	57	1719	1<	38	21	38	1063	10	74	17	68	141	69,9		
7 4-5	75,34	24,51	0,563	9,67	3,89	1,73	27,53	1,47	1,19	0,082	0,26	1<	126	11	65	26	1572	4<	37	21	42	1007	12	74	21	65	145	71,3		
7 8-9	75,38	24,11	0,533	9,81	3,95	1,57	27,57	1,54	1,15	0,072	0,26	1<	120	9<	63	19	1332	3<	32	19	37	900	10	66	20	52	136	70,9		
7 12-13	75,42	26,63	0,587	10,61	4,63	1,70	24,95	1,42	1,32	0,075	1,08	54	236	645>	65	25	1309	5<	634	26	43	868	12	67	20	94	149	73,5		
7 16-17	75,46	27,37	0,615	10,85	4,56	1,75	24,73	1,46	1,38	0,076	0,31	1<	292	12	70	26	1433	4<	40	23	43	902	10<	68	20	60	154	73,5	19,5	0,16
7 20-21	75,50	27,32	0,636	10,63	4,40	1,80	24,73	1,45	1,32	0,080	0,24	1<	158	12	70	24	1386	3<	35	20	43	924	7<	75	18	59	158	73,0		
7 24-25	75,54	23,29	0,542	8,39	3,71	1,73	29,19	1,34	1,24	0,084	0,23	1<	123	9<	55	21	1859	1<	30	19	36	1056	7<	60	17	49	142	70,2		
7 28-29	75,58	21,06	0,484	7,43	3,24	1,65	31,83	1,34	1,14	0,085	0,26	1<	125	11	54	22	1944	4<	32	20	38	1167	13	66	17	42	142	68,9		
7 32-33	75,62	18,81	0,430	6,50	2,76	1,59	34,19	1,26	0,99	0,084	0,29	1<	107	34	56	61	1975	2<	57	18	31	1262	10	58	15	44	132	67,4		
7 36-37	75,66	18,66	0,424	6,33	2,64	1,60	34,67	1,24	0,96	0,091	0,31	1<	107	22	49	54	2021	1<	42	16	28	1283	8<	61	11	45	127	67,4		
7 40-41	75,70	19,43	0,442	6,69	2,73	1,64	33,89	1,30	1,03	0,088	0,63	1<	110	28	51	43	1797	1<	48	19	31	1321	11	62	15	46	134	68,3		
7 44-45	75,74	20,50	0,463	7,11	2,80	1,70	32,96	1,24	1,04	0,089	0,28	1<	117	15	54	23	1727	1<	38	19	37	1269	12	58	15	41	138	68,6		
7 48-49	75,78	21,82	0,486	7,63	3,00	1,73	31,55	1,26	1,12	0,089	0,37	1<	118	26	53	34	1518	1<	46	19	36	1180	8<	69	15	47	140	69,4		
7 52-53	75,82	22,75	0,505	8,23	3,20	1,73	30,25	1,29	1,15	0,087	0,36	1<	123	20	59	24	1495	4<	42	20	44	1159	14	69	17	49	146	69,9		
7 56-57	75,86	22,53	0,501	8,44	3,33	1,66	30,36	1,34	1,09	0,090	0,43	1<	123	28	61	54	1224	1<	50	20	37	1100	11	81	18	54	135	70,1		
7 60-61	75,90	20,62	0,446	8,03	3,32	1,51	31,63	1,39	0,96	0,093	0,85	2<	154	23	61	64	1100	5<	40	21	37	1083	14	98	20	63	123	69,2	25,0	0,17
7 64-65	75,94	17,96	0,380	7,08	6,08	1,35	28,43	1,42	0,82	0,118	7,75	50	828	76	68	112	713	29	107	25	32	946	23	188	19	72	110	71,8		
7 68-69	75,98	14,33	0,288	5,51	6,75	1,19	29,93	1,48	0,63	0,150	10,24	70	918	62	53	75	635	66	189	25	23	940	34	278	23	56	93	70,9	20,5	3,63
CC 0-1	76,00	13,91	0,276	5,29	9,33	1,23	23,62	1,69	0,63	0,183	16,19	100	873	84	58	68	589	180	228	26	22	855	45	427	26	70	97	72,7	13,7	7,00
CC 4-5	76,04	11,42	0,191	3,86	9,04	1,38	25,52	1,62	0,53	0,187	16,10	102	1006	38	56	78	697	176	145	24	20	856	43	482	23	60	83	70,3	14,1	6,93

A3.5.1. 967A-8H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
CC 8-9	76,08	12,32	0,196	4,01	8,22	1,57	25,82	1,69	0,59	0,151	14,54	79	1088	43	57	71	767	143	128	22	17	876	41	511	21	70	85	69,5	15,8	7,19
CC 12-13	76,12	12,14	0,189	3,92	8,28	1,57	26,48	1,77	0,60	0,146	15,00	78	853	43	58	75	767	173	132	26	22	862	48	556	25	149	91	70,5	16,3	6,75

A3.5.2. 967B-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
1 0-1	71,80	19,27	0,426	7,79	5,51	1,48	28,14	1,70	0,92	0,114	7.41>	61	977	112	64		628	33	149	15	35	953	13	257	33	99	76	73,1	30,4	2,70
1 4-5	71,84	14,72	0,310	5,74	7,91	1,41	25,22	1,85	0,74	0,175	14.78>	94	902	243>	53		603	131	394	13	27	878	28	418	39	62	59	73,3	39,7	6,66
1 8-9	71,88	21,84	0,474	7,59	3,98	1,98	30,19	1,46	1,16	0,074	3,29	50	197	28	55	58	977	31	54	15	44	1062	9	98	31	54	81	72,3	25,3	0,31
1 12-13	71,92	21,21	0,481	7,24	3,93	1,95	31,28	1,36	1,14	0,076	3,23	47	114	25	55		1250	9<	46	18	42	1113	7	79	28	45	87	72,2	25,4	0,16
1 16-17	71,96	21,39	0,491	7,06	3,74	2,04	30,92	1,25	1,13	0,091	3,01	41	99	25	51	40	1694	5<	42	17	42	1149	7	74	25	41	98	71,5		
1 20-21	72,00	21,66	0,504	7,21	3,63	2,09	30,54	1,26	1,15	0,102	2,57	36	100	22	53		2064	5<	40	16	43	1158	9	76	26	40	93	71,1	25,0	0,15
1 24-25	72,04	24,31	0,571	8,13	3,92	2,28	28,08	1,32	1,32	0,109	2,49	33	115	27	67	35	1821	5<	50	17	49	1048	8	85	25	49	103	72,9		
1 28-29	72,08	27,55	0,656	9,22	5,64	2,33	24,87	1,40	1,49	0,109	4.91>	55	130	32	69		1582	3<	60	19	58	942	4<	91	31	58	127	78,5		
1 32-33	72,12	26,79	0,659	8,99	5,27	2,15	25,60	1,39	1,45	0,117	4.22>	41	128	37	63		1620	3<	66	20	51	990	6	84	29	66	129	77,0		
1 36-37	72,16	28,38	0,694	9,58	4,10	2,09	24,46	1,48	1,49	0,121	0,37	16<	140	13	68	25	1656	2<	31	18	53	892	4<	90	27	54	135	73,1		
1 40-41	72,20	30,59	0,725	10,44	4,57	2,06	22,73	1,56	1,58	0,140	0,32	23	266	12	77		1518	1<	33	18	60	826	4<	120	28	62	144	75,1	18,4	0,21
1 44-45	72,24	31,40	0,736	11,00	4,63	2,05	21,46	1,61	1,59	0,145	0,34	19<	568	12	94	106	1085	2<	37	21	59	801	3<	183	31	85	141	75,3	17,9	0,24
1 48-49	72,28	18,79	0,417	7,91	12,90	1,34	16,96	1,61	0,87	0,139	24.06>	159	775	102	66	123	542	132	221	17	43	615	12	568	40	70	106	85,4	29,2	5,93
1 52-53	72,32	15,13	0,319	6,06	12,05	1,35	23,22	1,71	0,74	0,149	24.14>	173	618	33	56	108	610	99	149	17	38	796	17	475	41	58	72	85,2	33,9	5,24
1 56-57	72,36	22,23	0,479	8,89	5,93	1,59	28,30	1,63	1,10	0,057	7.07>	95	365	28	58		811	12<	66	13	41	971	4<	141	28	57	77	77,6	22,9	1,56
1 60-61	72,40	23,27	0,516	9,02	4,35	1,64	28,43	1,50	1,16	0,069	2,96	46	174	31	56		1020	15<	58	19	46	1120	4<	107	21	56	91	73,2	23,3	0,32
1 64-65	72,44	21,82	0,494	8,17	3,94	1,66	30,30	1,33	1,13	0,080	2,39	31	101	23	54	48	1547	9<	49	17	42	1221	4<	80	27	48	82	71,7	24,9	0,15
1 68-69	72,48	20,56	0,467	7,52	3,60	1,65	31,62	1,26	1,10	0,096	2,33	31	92	23	47		1877	7<	44	14	40	1274	5	73	25	43	78	70,6		
1 72-73	72,52	19,53	0,450	7,08	5,57	1,57	31,21	1,25	1,03	0,103	6.99>	83	92	56	44		2028	6<	77	17	42	1238	3<	76	30	46	78	75,2	24,5	0,09
1 76-77	72,56	21,35	0,500	7,80	3,15	1,68	31,56	1,27	1,13	0,113	0,47	24	99	26	48		2174	4<	43	16	43	1249	5	71	27	41	84	69,5		
1 80-81	72,60	22,70	0,522	8,32	3,28	1,73	29,93	1,32	1,19	0,111	0,33	24	107	23	52		2015	4<	42	16	46	1223	4<	71	19	49	92	69,8		
1 84-85	72,64	23,34	0,537	8,66	3,49	1,75	28,93	1,29	1,20	0,110	0,29	27	99	9<	55	28	1807	3<	25	15	49	1189	3<	72	21	41	90	70,0		
1 88-89	72,68	23,61	0,523	8,93	3,71	1,70	28,75	1,29	1,20	0,118	0,36	27	92	9<	54	25	1537	3<	26	15	48	1116	5<	74	23	47	91	70,5		
1 92-93	72,72	24,89	0,533	9,97	3,90	1,64	27,62	1,39	1,19	0,138	0,34	18<	157	10	64		1464	4<	31	20	42	1006	3<	94	31	56	86	72,0	22,5	0,20
1 96-97	72,76	25,39	0,526	10,28	4,13	1,63	26,56	1,46	1,19	0,126	0,36	19<	645	17	93		1046	1<	44	20	43	900	2<	131	27	66	85	72,0	22,0	0,37
1 100-101	72,80	22,62	0,474	9,37	4,62	1,56	26,17	1,68	1,04	0,132	3,78	31	824	40	76		652	36	142	18	37	909	9	305	32	61	88	71,8	30,9	3,10
1 104-105	72,84	25,95	0,532	10,80	5,53	1,84	21,63	1,74	1,19	0,102	4.94>	39	773	42	95	105	632	32	109	19	45	786	12	259	20	72	103	74,6	28,8	3,55
1 108-109	72,88	19,26	0,400	7,98	12,83	1,53	20,85	1,60	0,89	0,425	22.53>	137	642	63	72		682	56	210	17	39	751	27	252	70	75	92	88,7	28,7	3,96
1 112-113	72,92	26,23	0,588	9,94	5,00	1,91	25,16	1,43	1,34	0,077	3,61	42	406	44	69		949	10<	79	18	49	1031	7	121	21	63	99	75,6	21,7	0,60
1 116-117	72,96	25,58	0,591	9,27	4,72	1,92	26,46	1,43	1,35	0,084	3,10	37	204	36	75	70	1398	8<	66	19	50	1109	5<	95	24	60	103	74,8	21,9	0,26
1 120-121	73,00	24,56	0,591	8,52	4,56	1,96	27,84	1,40	1,32	0,083	2,99	30	135	26	58		1337	7<	53	14	43	1149	6	84	24	50	108	74,2		
1 128-129	73,08	23,81	0,573	7,93	4,33	2,02	28,97	1,33	1,28	0,100	2,90	41	122	27	63	43	1559	4<	51	16	47	1178	4<	82	30	49	107	73,6	23,5	0,18

A3.5.2. 967B-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
1 132-133	73,12	22,87	0,558	7,52	3,34	1,89	30,51	1,33	1,24	0,120	0,65	30	108	15	52		1762	3<	32	16	45	1229	4<	76	20	39	106	70,4		
1 136-137	73,16	22,69	0,559	7,53	3,26	1,86	30,90	1,28	1,18	0,138	0,44	22	106	13	52	29	1985	5<	30	17	44	1286	2<	79	23	38	95	70,2	25,2	0,16
1 140-141	73,20	22,33	0,547	7,41	3,11	1,75	31,41	1,33	1,20	0,131	0,25	19<	110	10	54	25	2272	5<	25	15	44	1332	3<	68	27	43	93	69,9		
1 144-145	73,24	25,19	0,626	8,45	3,65	1,82	28,77	1,38	1,33	0,109	0,21	22	119	8<	57		1840	3<	26	16	49	1160	2<	76	27	40	112	71,9		
1 148-149	73,28	26,79	0,639	9,01	3,92	1,84	27,30	1,42	1,36	0,105	0,24	18<	112	11	61	19<	1551	1<	29	16	50	1059	3<	79	26	51	119	73,0		
2 0-1	73,30	27,46	0,654	9,41	4,10	1,86	26,11	1,41	1,41	0,107	0,32	18<	122	11	64		1528	2<	33	16	51	1002	3<	88	25	50	120	73,2		
2 4-5	73,34	27,89	0,639	9,80	4,28	1,86	25,08	1,42	1,41	0,109	0,67	24	165	13	69	22	1305	3<	40	20	54	905	3<	99	24	54	121	73,5		
2 8-9	73,38	28,67	0,642	10,45	4,54	1,90	24,62	1,46	1,42	0,114	0,59	27	341	21	77		1138	2<	65	20	52	852	2<	120	27	85	128	74,7	20,1	0,18
2 12-13	73,42	26,26	0,579	10,33	4,66	1,80	24,19	1,72	1,23	0,111	1,83	24	873	37	86		657	9<	90	17	41	788	3<	198	24	69	112	73,0	26,4	2,12
2 16-17	73,46	25,20	0,544	9,98	4,83	1,76	25,19	1,70	1,22	0,088	2,96	35	751	30	77	82	712	6<	77	18	45	866	5	163	26	64	103	73,8	24,8	1,56
2 20-21	73,50	24,51	0,546	9,64	4,39	1,72	27,42	1,56	1,21	0,073	2,04	31	280	58	64		918	6<	96	17	44	1028	3<	112	23	70	99	73,4	23,4	0,54
2 24-25	73,54	22,66	0,507	8,71	4,15	1,66	29,62	1,43	1,14	0,076	2,07	34	146	27	55		1076	10<	56	14	40	1195	3<	80	22	54	92	72,3	24,3	0,32
2 28-29	73,58	21,85	0,496	8,25	4,22	1,66	29,85	1,34	1,14	0,077	2,42	43	117	23	50		1245	8<	53	16	43	1241	3<	74	29	48	85	71,7	24,3	0,21
2 32-33	73,62	21,42	0,492	7,79	4,08	1,74	30,33	1,25	1,14	0,090	2,38	48	99	19	48		1374	5<	45	16	45	1238	1<	68	25	43	86	71,1		
2 36-37	73,66	22,14	0,506	8,07	3,49	1,82	30,38	1,27	1,18	0,107	0,80	31	120	27	53	27	1331	2<	52	15	44	1178	3<	71	21	46	90	70,1		
2 40-41	73,70	22,81	0,520	8,32	3,49	1,87	29,85	1,30	1,22	0,115	0,45	23	117	16	50		1365	2<	39	13	43	1180	2<	70	20	39	96	70,3	24,6	0,13
2 44-45	73,74	22,89	0,521	8,54	3,55	1,83	29,68	1,31	1,19	0,113	0,39	21	106	15	53		1488	4<	36	16	40	1135	3<	66	23	43	104	70,4		
2 48-49	73,78	23,61	0,521	9,06	3,90	1,79	28,17	1,38	1,21	0,115	0,54	8<	95	10<	57		1454	2<	30	16	40	965	1<	71	30	45	87	70,6		
2 52-53	73,82	24,78	0,531	9,66	4,18	1,78	27,44	1,44	1,24	0,131	0,46	19<	132	11	62		1466	1<	38	15	41	933	1<	82	27	52	102	72,0	22,5	0,24
2 56-57	73,86	25,93	0,541	10,06	4,36	1,83	26,47	1,50	1,29	0,129	0,36	22	396	12	76	28	1411	2<	37	19	48	883	5<	97	30	57	107	72,8	21,8	0,25
2 60-61	73,90	24,03	0,488	9,34	4,39	1,85	25,97	1,68	1,18	0,145	1,51	26	621	40	88	152	790	12<	99	21	43	876	5<	164	26	79	97	70,9	28,1	2,14
2 64-65	73,94	22,56	0,472	8,93	5,70	1,70	26,58	1,58	1,10	0,110	5.76>	53	587	38	82	74	764	10<	107	16	41	903	6	143	30	55	89	74,8	26,0	2,95
2 68-69	73,98	23,45	0,512	8,71	4,23	1,88	27,98	1,46	1,21	0,084	2,34	30	351	46	63	68	1014	4<	83	17	44	1107	3<	94	27	57	94	72,2	24,0	0,52
2 72-73	74,02	23,38	0,530	8,16	4,03	1,97	28,87	1,41	1,29	0,083	2,21	31	182	38	58		1178	8<	68	13	40	1172	2<	80	29	53	106	72,3	23,8	0,25
2 76-77	74,06	24,43	0,565	8,38	4,24	2,10	27,96	1,40	1,36	0,091	2,46	36	154	31	58		1409	4<	61	18	50	1171	4<	85	21	52	117	73,3		
2 80-81	74,10	23,04	0,547	7,78	3,79	2,07	29,78	1,34	1,30	0,106	1,83	28	107	23	53		1789	4<	49	16	43	1283	4<	76	25	48	110	72,0		
2 84-85	74,14	21,69	0,500	7,34	3,75	2,02	31,26	1,26	1,19	0,115	2,13	35	104	28	50		1854	5<	49	14	40	1333	5<	72	27	41	99	71,7	25,3	0,10
2 88-89	74,18	22,70	0,518	7,69	3,27	2,04	30,52	1,30	1,21	0,123	0,46	19<	100	28	52		1835	3<	46	17	39	1178	4<	70	24	44	105	70,2		
2 92-93	74,22	24,50	0,562	8,69	3,59	2,04	28,26	1,36	1,30	0,103	0,27	19<	108	13	59	35	1462	3<	35	17	47	1116	3<	74	23	47	107	71,0	23,0	0,09
2 96-97	74,26	25,32	0,584	9,03	3,84	1,98	28,08	1,38	1,33	0,096	0,40	15<	103	12	57	27	1370	3<	35	17	47	1110	2<	79	23	47	111	72,4		
2 100-101	74,30	26,30	0,608	9,35	4,02	1,94	27,00	1,35	1,39	0,092	0,50	20	119	11	64	21	1397	3<	40	20	51	1117	2<	74	24	51	120	72,9		
2 104-105	74,34	27,16	0,611	9,80	4,23	1,95	25,52	1,42	1,40	0,097	0,51	23	121	12	60		1503	2<	37	18	49	1040	2<	72	19	49	126	73,0	20,8	0,10

A3.5.2. 967B-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
2 108-109	74,38	25,72	0,559	9,86	4,31	1,78	26,69	1,47	1,30	0,128	0,67	27	246	15	65		1832	1<	53	15	42	1006	1<	77	28	57	108	72,9		
2 112-113	74,42	23,82	0,497	9,39	4,11	1,61	27,72	1,52	1,16	0,119	0,57	15<	807	30	79		1621	2<	72	17	37	942	4<	88	33	65	92	70,9	22,6	0,21
2 116-117	74,46	22,51	0,486	9,19	4,06	1,55	27,36	1,62	1,07	0,111	1,98	27	935	38	79		774	16<	98	14	34	950	7	160	23	52	92	70,3	27,3	1,61
2 120-121	74,50	21,17	0,443	8,64	6,05	1,59	25,86	1,64	0,98	0,102	7.94>	71	846	60	80		704	40	181	18	36	980	10	190	29	65	87	74,8	30,9	3,19
2 124-125	74,54	21,02	0,433	8,59	7,92	1,70	23,20	1,77	0,98	0,172	11.75>	108	841	78	84		653	52	213	14	36	915	15	226	39	78	103	77,9	32,1	4,35
2 128-129	74,58	22,35	0,445	8,96	6,00	2,00	23,91	1,86	1,09	0,120	7.54>	87	1042	54	91		705	31	151	17	39	912	10	226	27	59	107	74,7	31,1	3,72
2 132-133	74,62	25,11	0,554	9,04	4,19	2,05	27,20	1,39	1,29	0,075	2,31	34	162	37	60		957	16<	74	15	45	1174	4<	83	20	59	113	73,5	22,4	0,15
2 136-137	74,66	24,68	0,558	8,42	4,90	2,09	27,37	1,34	1,31	0,079	4.26>	48	134	89	60		1137	25	132	19	45	1199	4<	79	25	57	116	75,4		
2 140-141	74,70	26,19	0,584	9,10	4,30	2,16	26,53	1,39	1,36	0,081	2,21	37	167	46	61		1105	7<	83	16	46	1135	3<	93	21	57	128	74,2		
2 144-145	74,74	25,53	0,569	8,69	4,00	2,11	27,10	1,36	1,33	0,083	1,41	43	131	62	60		1194	4<	96	18	45	1111	3<	88	21	50	122	72,5		
2 148-149	74,78	29,06	0,662	9,75	4,00	2,26	24,54	1,40	1,56	0,091	0,46	24	146	70	66	42	1181	2<	111	19	57	977	3<	94	20	54	139	74,1		
3 0-1	74,80	29,36	0,687	9,90	4,13	2,26	24,10	1,40	1,59	0,095	0,46	20<	152	70	64		1112	1<	116	19	55	936	3<	88	23	64	152	74,3	19,9	0,10
3 4-5	74,84	27,76	0,651	9,57	4,13	2,15	25,25	1,37	1,48	0,096	0,31	20	126	37	62		1169	1<	71	19	53	1000	2<	89	22	58	132	73,1		
3 8-9	74,88	22,56	0,511	8,09	3,61	1,81	30,14	1,38	1,20	0,095	0,34	23	299	26	57	47	1635	2<	52	21	46	1122	2<	75	26	54	92	70,1	25,1	0,30
3 12-13	74,92	22,91	0,523	8,61	3,67	1,80	29,47	1,39	1,18	0,101	0,24	18<	167	25	52		1856	4<	51	18	41	1187	1<	74	29	51	87	70,3	24,1	0,16
3 16-17	74,96	22,29	0,501	8,37	3,59	1,72	29,98	1,40	1,14	0,095	0,25	15<	239	14	54	26	1923	4<	34	16	39	1191	2<	72	28	46	79	69,7	24,4	0,12
3 20-21	75,00	23,72	0,532	8,82	3,81	1,78	28,59	1,44	1,20	0,093	0,22	20	244	16	55	31	1951	3<	35	16	43	1180	1<	76	21	43	88	70,6		
3 24-25	75,04	24,26	0,545	8,77	3,75	1,84	28,31	1,44	1,22	0,093	0,25	23	144	15	53	51	2029	5<	38	22	42	1197	1<	77	22	53	96	70,9		
3 28-29	75,08	22,50	0,537	7,75	3,52	1,70	30,63	1,34	1,18	0,100	0,27	14<	101	28	48		2193	3<	71	26	38	1227	2<	75	23	89	94	70,0		
3 32-33	75,12	22,37	0,512	7,82	3,48	1,73	30,71	1,37	1,20	0,107	0,21	20	113	10<	49		2210	3<	32	16	40	1211	2<	74	25	35	99	69,9		
3 36-37	75,16	21,51	0,484	7,60	3,31	1,67	31,75	1,32	1,17	0,097	0,24	25	88	15	46	130	2277	3<	44	19	46	1204	1<	68	26	53	88	69,6		
3 40-41	75,20	22,04	0,495	7,82	3,41	1,68	31,11	1,29	1,19	0,098	0,24	18<	102	10<	45	72	2026	3<	30	15	43	1180	1<	70	25	36	94	69,8	25,2	0,12
3 44-45	75,24	23,04	0,520	8,16	3,57	1,72	30,00	1,32	1,28	0,101	0,24	17<	106	10<	48		1930	3<	33	22	44	1159	1<	73	21	67	106	70,4		
3 48-49	75,28	23,20	0,518	8,36	3,70	1,72	29,78	1,29	1,27	0,101	0,22	19<	109	12	53		1897	3<	33	21	44	1135	1<	74	26	64	101	70,6	24,1	0,14
3 52-53	75,32	23,15	0,518	8,64	3,74	1,73	29,81	1,31	1,24	0,100	0,22	16<	105	11	51		1722	1<	33	22	45	1105	2<	77	22	60	92	70,8		
3 56-57	75,36	21,87	0,486	8,56	3,82	1,63	30,23	1,30	1,13	0,096	0,24	21	98	10	52	54	1722	4<	34	21	43	1159	1<	75	27	58	81	69,7		
3 60-61	75,40	19,91	0,432	8,06	3,88	1,48	31,70	1,37	0,98	0,090	0,25	21	138	10	47	38	1814	3<	36	19	37	1184	1<	76	31	55	68	68,5		
3 64-65	75,44	18,31	0,392	7,27	3,54	1,38	33,88	1,46	0,94	0,076	0,28	27	479	14	72	14<	1665	2<	54	16	36	1047	1<	64	32	37	65	67,9	27,2	0,08
3 68-69	75,48	19,58	0,422	7,71	4,22	1,46	32,13	1,47	1,02	0,092	0,30	23	643	18	52	32	1573	2<	42	18	36	1006	2<	69	32	47	71	68,8	25,8	0,20
3 72-73	75,52	18,67	0,405	7,30	3,23	1,44	33,58	1,47	0,97	0,064	0,30	20	542	11	43		1284	3<	33	15	33	1088	1<	53	28	37	72	67,8	27,1	0,13
3 76-77	75,56	19,32	0,411	7,33	3,59	1,50	32,86	1,48	1,04	0,069	0,32	22	478	14	45	19<	1178	3<	36	16	37	1106	2<	59	29	37	69	68,2	26,6	0,44
3 80-81	75,60	20,51	0,450	7,62	3,48	1,61	31,87	1,42	1,08	0,072	0,27	21	369	15	48	10<	1246	3<	40	11	40	1163	1<	59	19	40	75	68,7	25,7	0,17

A3.5.2. 967B-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
3 84-85	75,64	20,73	0,459	7,46	3,47	1,67	32,03	1,37	1,13	0,078	0,24	18<	219	14	45		1319	4<	38	8<	34	1242	1<	56	25	38	83	69,0		
3 88-89	75,68	20,94	0,459	7,85	3,56	1,66	31,47	1,38	1,10	0,080	0,24	20<	306	15	48		1285	4<	40	13	38	1177	1<	70	24	41	81	69,1		
3 92-93	75,72	21,21	0,499	7,18	3,44	1,70	32,12	1,29	1,19	0,100	0,22	15<	133	11	45		1577	3<	33	13	36	1242	1<	59	27	36	96	69,3	26,0	0,15
3 96-97	75,76	23,21	0,553	7,76	3,73	1,77	30,61	1,31	1,30	0,100	0,22	21	111	12	53	14<	1470	2<	35	16	49	1147	1<	63	30	39	105	70,9		
3 100-101	75,80	25,55	0,619	8,68	4,21	1,87	28,01	1,38	1,43	0,103	0,21	18<	147	12	55		1310	2<	38	16	47	1080	1<	74	25	44	122	72,4		
3 104-105	75,84	26,15	0,655	8,86	4,43	1,88	26,84	1,41	1,48	0,106	0,19	17<	129	12	56		1395	4<	38	18	49	1067	2<	72	26	45	118	72,3		
3 108-109	75,88	23,81	0,569	8,49	4,11	1,77	28,60	1,40	1,33	0,103	0,20	20	104	11	51		1513	3<	32	13	42	1152	1<	63	27	43	102	70,7		
3 112-113	75,92	19,88	0,449	7,93	3,84	1,49	32,02	1,39	1,04	0,096	0,22	19<	90	12	41		2072	5<	29	13	34	1364	1<	58	26	40	73	68,8		
3 116-117	75,96	19,28	0,431	7,93	3,95	1,42	32,45	1,37	0,98	0,098	0,25	30	162	9<	42	16<	2237	4<	30	12	38	1357	1<	52	32	40	65	68,6	26,1	0,12
3 120-121	76,00	19,46	0,440	8,03	4,00	1,43	32,18	1,33	0,99	0,099	0,24	20<	141	10	46	20	2180	5<	31	17	36	1277	1<	56	30	39	64	68,6		
3 124-125	76,04	19,37	0,435	7,81	3,96	1,45	32,12	1,32	1,00	0,101	0,23	16<	141	11	42		2100	5<	30	12	31	1255	1<	55	30	36	72	68,2		
3 128-129	76,08	19,64	0,443	7,80	4,05	1,49	32,06	1,29	1,04	0,104	0,22	21	130	8<	43		1983	3<	29	14	34	1268	2<	54	25	38	78	68,5		
3 132-133	76,12	19,30	0,431	7,41	3,86	1,54	32,67	1,29	1,05	0,108	0,22	23	91	12	42		2021	5<	30	12	34	1273	1<	51	26	36	77	68,3		
3 136-137	76,16	19,31	0,435	7,23	3,50	1,58	32,96	1,24	1,05	0,107	0,23	17<	92	10<	40		2280	5<	27	19	37	1260	1<	52	24	37	75	68,1		
3 140-141	76,20	19,22	0,423	7,15	3,42	1,64	33,05	1,24	1,06	0,113	0,23	17<	80	10	40		2317	4<	26	14	36	1198	1<	51	27	34	77	68,0		
3 144-145	76,24	19,06	0,415	7,21	3,43	1,62	33,33	1,24	1,04	0,115	0,27	25	90	10<	43	23	2228	4<	27	19	41	1202	2<	56	30	40	68	68,1		
3 148-149	76,28	17,53	0,371	6,95	3,36	1,49	34,55	1,36	0,90	0,104	0,27	27	128	12	40	24	2212	3<	28	15	36	1291	1<	52	32	38	54	67,3		
4 0-1	76,30	17,01	0,353	6,75	3,20	1,42	35,11	1,34	0,86	0,099	0,23	20<	263	11	42	10<	2282	3<	28	14	32	1277	1<	52	33	35	53	66,8		
4 4-5	76,34	15,44	0,309	6,04	2,86	1,36	36,89	1,42	0,84	0,090	0,33	22	618	12	39	21	2501	3<	28	15	30<	1188	1<	52	32	34	46	66,1	29,7	0,16
4 8-9	76,38	19,80	0,409	7,45	3,32	1,67	32,41	1,35	1,04	0,078	0,25	19<	342	12	46	14<	1482	3<	34	17	38	1218	2<	66	25	40	77	68,1	26,3	0,04
4 12-13	76,42	18,90	0,375	7,22	3,33	1,59	32,85	1,36	1,00	0,079	0,27	19<	600	14	50	9<	1742	2<	37	15	34	1228	1<	64	31	39	64	67,4	26,6	0,05
4 20-21	76,50	21,13	0,451	7,53	3,48	1,79	31,76	1,30	1,09	0,081	0,22	16<	155	12	47		1397	3<	32	15	36	1150	1<	67	27	39	95	69,2		
4 24-25	76,54	21,70	0,470	7,59	3,63	1,83	31,05	1,29	1,13	0,085	0,20	18<	105	11	51	8<	1479	3<	31	17	40	1137	1<	66	28	39	94	69,3		
4 28-29	76,58	22,41	0,504	7,68	3,60	1,88	30,34	1,26	1,20	0,087	0,22	19<	103	9<	46		1578	1<	30	16	42	1116	1<	71	25	41	105	69,5		
4 32-33	76,62	22,90	0,519	7,78	3,61	1,87	30,40	1,32	1,24	0,088	0,19	20	119	10<	51		1600	2<	31	15	42	1105	2<	72	22	39	112	70,3		
4 36-37	76,66	23,49	0,534	7,99	3,69	1,86	29,84	1,36	1,27	0,090	0,22	16<	105	10<	47		1702	3<	28	17	43	1075	1<	72	27	41	113	70,7		
4 40-41	76,70	20,60	0,465	7,29	3,18	1,64	32,63	1,38	1,09	0,086	0,26	13<	227	12	48		1599	3<	28	19	36	1137	1<	64	28	62	90	69,0		
4 44-45	76,74	23,85	0,566	8,10	3,78	1,81	29,48	1,30	1,27	0,100	0,18	18<	116	12	53	13<	1951	3<	28	14	44	1092	1<	76	29	37	110	70,8		
4 48-49	76,78	24,56	0,584	8,36	3,96	1,80	28,61	1,32	1,32	0,103	0,22	19<	116	13	51		1883	3<	27	14	45	1091	1<	78	24	46	115	71,2		
4 52-53	76,82	24,71	0,593	8,59	4,11	1,78	28,22	1,36	1,32	0,105	0,23	23	112	11	62	33	1834	1<	32	16	49	1110	2<	86	23	42	116	71,4	23,2	0,15
4 56-57	76,86	23,85	0,567	8,39	4,01	1,72	29,24	1,31	1,27	0,109	0,31	22	101	19	55	135	1946	1<	50	18	47	1160	1<	89	27	46	107	71,2		
4 60-61	76,90	23,22	0,542	8,49	3,80	1,68	29,74	1,34	1,23	0,101	0,28	18<	102	27	53		1942	4<	63	19	44	1180	1<	88	32	66	99	70,8		

A3.5.2. 967B-9H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
4 64-65	76,94	21,87	0,484	8,53	3,63	1,54	30,08	1,35	1,13	0,106	0,31	16<	234	24	55	59	1814	2<	48	18	42	1088	2<	92	29	57	86	69,4		
4 68-69	76,98	22,61	0,499	9,03	3,83	1,51	29,78	1,40	1,12	0,116	0,33	19<	663	78	72		1577	2<	123	21	39	1009	3<	103	30	62	93	70,7		
4 72-73	77,02	21,76	0,476	8,84	3,66	1,44	30,19	1,45	1,05	0,119	0,40	26	985	43	68	66	1665	3<	74	16	43	1032	3<	110	31	59	86	69,8	24,6	0,19
4 76-77	77,06	18,85	0,407	7,72	3,26	1,34	31,94	1,63	0,91	0,091	0,72	21	1060	58	92		828	8<	101	17	32	1067	3<	152	23	73	68	67,3	31,4	1,79
4 80-81	77,10	16,76	0,368	6,90	3,48	1,33	31,42	1,75	0,80	0,097	2,90	43	738	66	68		723	27	136	12	30	1051	7	317	24	47	83	66,2	37,6	3,61
4 84-85	77,14	23,48	0,507	9,69	4,08	1,60	28,23	1,47	1,12	0,074	2,16	40	268	82	68	70	941	9<	133	18	48	1375	3<	113	22	65	83	72,7	23,7	0,37
4 88-89	77,18	24,23	0,530	9,94	4,45	1,69	27,18	1,40	1,14	0,074	2,74	44	168	93	63	69	1004	15<	153	16	46	1500	5	92	21	62	87	73,7	22,6	0,31
4 92-93	77,22	23,55	0,523	9,39	4,59	1,73	27,78	1,36	1,12	0,077	3,25	54	108	91	54		1187	10<	139	14	45	1626	3<	85	21	59	93	73,8		
4 96-97	77,26	23,03	0,517	9,01	4,27	1,76	28,52	1,35	1,13	0,080	2,27	49	99	83	53		1327	7<	128	13	43	1654	1<	83	20	54	93	72,3		
4 100-101	77,30	23,26	0,526	8,95	3,57	1,80	29,09	1,38	1,17	0,087	0,54	25	99	65	53		1619	8<	109	16	42	1640	4<	78	18	55	90	70,8		
4 104-105	77,34	22,98	0,516	8,85	3,56	1,78	29,29	1,37	1,16	0,087	0,34	27	104	19	55	56	1773	8<	40	13	47	1669	2<	75	19	45	87	70,3		
4 108-109	77,38	22,55	0,499	8,68	3,53	1,73	29,82	1,36	1,13	0,088	0,35	24	92	30	58		1901	8<	75	18	43	1623	1<	79	20	59	84	70,2	24,5	0,31
4 112-113	77,42	23,15	0,502	8,98	3,71	1,76	29,10	1,38	1,15	0,090	0,30	23	91	13	53	76	1983	6<	41	16	45	1506	1<	74	19	58	83	70,5		
4 116-117	77,46	23,54	0,499	9,18	3,78	1,71	28,21	1,43	1,17	0,088	0,25	10<	95	12	49		1970	6<	30	15	39	1394	1<	72	27	40	83	70,3		
4 120-121	77,50	23,82	0,514	9,21	3,77	1,68	28,20	1,36	1,19	0,093	0,27	20	112	13	54	23	1957	4<	29	17	44	1373	2<	73	20	42	89	70,5		
4 124-125	77,54	24,71	0,554	9,50	3,99	1,70	27,91	1,39	1,25	0,099	0,21	19<	104	13	55	23	2015	5<	28	15	45	1336	2<	74	20	49	94	71,7		
4 128-129	77,58	25,16	0,573	9,57	4,20	1,71	27,64	1,32	1,30	0,108	0,37	25	102	18	53		2091	3<	45	17	47	1249	2<	70	22	54	106	72,4		
4 132-133	77,62	24,57	0,555	9,30	4,00	1,69	27,96	1,26	1,27	0,116	0,23	18<	103	13	54		2253	5<	31	16	44	1211	3<	73	26	51	105	71,4		
4 136-137	77,66	25,14	0,571	9,56	4,11	1,73	27,61	1,31	1,31	0,114	0,25	11<	107	10	56		2242	3<	30	14	44	1202	4<	78	29	51	102	72,2		
4 140-141	77,70	25,65	0,568	9,69	4,15	1,75	27,11	1,39	1,34	0,114	0,27	23	105	10	59	30	2092	5<	31	19	51	1202	3<	82	21	47	104	72,4		
4 144-145	77,74	25,89	0,575	9,93	4,25	1,74	26,37	1,39	1,30	0,107	0,32	17<	106	13	64		1835	5<	39	16	47	1161	4<	93	22	47	111	72,3		
4 148-149	77,78	26,02	0,551	10,41	4,46	1,66	25,71	1,42	1,27	0,105	0,65	23	275	13	77		1560	2<	52	23	48	1049	2<	129	27	97	99	72,7		
5 0-1	77,80	26,32	0,553	10,57	4,50	1,63	25,77	1,44	1,24	0,099	0,40	23	504	16	93	60	1137	3<	43	18	50	1015	2<	159	22	71	101	72,9	21,4	0,27
5 4-5	77,84	25,50	0,545	10,61	4,17	1,54	25,80	1,53	1,16	0,092	0,54	16<	776	26	103		719	4<	51	16	42	988	2<	201	21	89	97	71,8	23,6	0,90
5 8-9	77,88	19,11	0,423	7,92	7,63	1,31	26,27	1,54	0,92	0,084	11.75>	107	670	96	84		738	47	226	14	36	1064	9	289	31	63	80	77,3	30,1	2,98
5 12-13	77,92	16,43	0,359	6,79	6,10	1,23	29,77	1,64	0,78	0,099	9.01>	100	686	66	68		839	54	172	13	30	1200	8	313	30	49	63	72,6	35,3	3,73
5 16-17	77,96	17,61	0,378	7,31	5,55	1,37	28,76	1,69	0,82	0,077	7.67>	83	582	48	73	69	831	41	130	13	33	1109	8	283	27	43	66	71,6	35,2	3,77
5 20-21	78,00	25,40	0,550	10,58	4,77	1,71	24,92	1,53	1,18	0,071	3,15	36	341	42	72		1058	12<	82	16	44	1196	5	142	18	69	94	74,2	23,0	0,99
5 24-25	78,04	25,44	0,565	10,42	4,86	1,74	25,64	1,49	1,22	0,074	3,30	47	109	35	62		1056	21	72	15	46	1341	3<	103	19	63	102	75,1	21,0	0,22
5 28-29	78,08	24,29	0,544	9,65	4,52	1,74	27,38	1,39	1,16	0,079	2,83	38	99	27	56		1284	12<	57	17	43	1358	4<	93	22	55	96	73,9		

A3.6.1. 969B-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
1 0-2	50,40	15,88	0,277	4,46	2,05	2,08	37,49	1,15	0,84	0,058	0,55	2<	104	10<	60	17	953	1<	50	5<	44	1336	1<	48	14	44	62	65,5		
1 4-6	50,44	23,19	0,430	6,77	2,68	2,18	30,76	1,22	1,18	0,086	0,67	3<	131	9<	61	18	775	10	45	10<	57	1292	6<	71	19	46	100	69,8		
1 8-10	50,48	28,05	0,533	8,42	3,69	2,40	25,66	1,36	1,50	0,106	2,62	5<	164	12	80	22	782	15	53	13	70	1097	7<	106	26	56	126	75,0		
1 12-14	50,52	33,50	0,647	10,34	4,39	2,74	20,07	1,32	1,82	0,107	3,28	7<	203	17	104	94	658	15	69	15	82	719	7<	237	28	79	149	78,9		
1 16-17	50,56	35,84	0,665	10,86	8,20	3,40	5,03	2,14	1,96	0,147	8,45	57	586	89	153	174	341	121	314	18	84	255	21	1831	31	124	173	77,5		
1 19-20	50,59	18,58	0,305	5,36	7,09	2,51	2,78	2,59	1,03	0,225	13.88>	51	1502	30	168	271	209	736>	279	9<	46	184	49	3017	49	116	98	55,4	0,1	26,15
1 22-23	50,62	19,76	0,324	5,78	5,65	2,75	4,22	2,71	1,09	0,102	9,31	36	1889	45	171	188	240	437>	339	11	48	230	38	2865	22	130	93	52,8	0,2	24,11
1 25-26	50,65	12,35	0,205	3,50	5,36	1,84	30,26	1,69	0,59	0,066	5,57	62	1147	60	82	139	589	218	201	6<	36	996	27	487	17	72	54	62,3	21,7	6,45
1 28-30	50,68	16,24	0,285	4,68	2,64	2,06	36,27	1,32	0,81	0,073	2,69	17	101	18	73	59	751	27	66	7<	46	1346	13	92	18	39	55	67,8		
1 32-43	50,72	18,86	0,348	5,41	2,70	2,03	34,36	1,26	0,96	0,080	2,02	13	105	16	61	49	705	21	56	7<	50	1318	13	76	19	42	86	68,7		
1 36-38	50,76	17,49	0,318	4,84	2,80	1,82	36,12	1,23	0,87	0,093	3,19	14	104	15	53	32	805	13	48	6<	44	1251	10	62	17	34	78	69,5		
1 40-42	50,80	19,91	0,387	5,81	3,45	1,97	33,40	1,25	1,02	0,124	3,26	20	134	16	76	29	875	20	63	7<	52	1312	11	81	20	42	90	71,3		
1 44-45	50,84	19,80	0,386	5,70	3,86	1,90	33,13	1,25	1,02	0,121	4,78	18	128	15	62	73	991	20	56	7<	51	1294	10	90	20	42	88	72,7		
1 47-48	50,87	22,79	0,436	6,86	4,09	2,29	30,01	1,28	1,23	0,165	4,52	15	135	16	97	29	991	37	73	10<	59	1181	11	152	31	61	96	74,4		
1 48-49	50,88	23,30	0,446	7,00	3,83	2,31	29,81	1,29	1,27	0,150	3,94	12	159	16	99	32	945	22	73	11	61	1168	11	173	31	66	98	74,1	23,0	0,27
1 50-51	50,90	24,85	0,470	7,54	3,73	2,44	28,44	1,32	1,33	0,140	2,42	11	309	15	118	127	813	16	80	11	64	1094	10<	243	32	71	104	73,4		
1 53-54	50,93	27,96	0,516	8,53	4,34	2,85	21,50	1,62	1,52	0,144	3,40	24	787	49	160	152	511	44	228	15	72	822	16	773	30	116	122	73,2	16,3	4,00
1 56-57	50,96	19,75	0,327	5,97	17,86	2,64	7,15	2,04	1,12	0,121	23.92>	166	1580	57	366	267	705	325	287	13	51	332	15	1134	23	191	105	81,9	1,9	11,99
1 59-60	50,99	11,63	0,189	3,33	4,50	1,86	26,84	2,05	0,61	0,059	9,99	34	1726	40	121	136	527	220	186	5<	35	1082	18	1117	16	84	53	62,0	18,7	11,37
1 62-63	51,02	10,78	0,176	3,03	5,36	1,77	30,88	1,99	0,55	0,122	8,42	93	1826	58	104	103	635	249	205	6<	33	1019	23	487	24	63	45	64,0	21,4	6,47
1 65-66	51,05	17,64	0,302	4,97	2,86	2,18	34,73	1,31	0,88	0,060	3,28	21	139	18	83	59	689	21	71	7<	47	1367	9<	83	16	42	61	68,9		
1 68-69	51,08	19,22	0,346	5,46	2,43	2,25	34,23	1,26	0,95	0,067	1,45	12	124	17	78	39	705	9	68	7<	51	1445	8<	73	17	41	76	68,4		
1 71-72	51,11	20,42	0,366	5,62	2,71	2,21	33,10	1,29	1,02	0,075	2,62	12	114	18	69	46	790	13	66	9<	49	1340	9<	70	17	42	82	70,1		
1 74-75	51,14	20,64	0,375	5,74	4,81	2,21	31,20	1,24	1,02	0,093	5,71	55	183	30	70	69	867	59	86	8<	57	1237	9<	86	17	43	92	73,7		
1 76-77	51,16	21,01	0,390	5,98	3,08	2,26	32,37	1,20	1,04	0,098	2,25	15	119	15	70	38	898	7	60	8<	52	1310	8<	68	17	43	89	70,4		
1 80-82	51,20	22,23	0,415	6,37	4,65	2,19	30,47	1,27	1,10	0,106	4,51	20	139	19	72	37	1015	40	64	8<	58	1380	6<	67	18	44	100	74,0		
1 84-86	51,24	23,31	0,444	6,86	4,25	2,21	29,38	1,22	1,21	0,108	4,94	22	144	15	66	44	1077	12	59	9<	58	1358	12	73	21	47	102	74,7		
1 88-90	51,28	25,90	0,495	7,76	4,27	2,35	27,02	1,30	1,37	0,118	3,69	9<	157	13	82	26	1177	18	62	11	63	1196	11	96	24	58	112	75,0		
1 92-94	51,32	29,65	0,559	9,02	4,34	2,65	23,57	1,36	1,63	0,114	3,27	8<	253	14	105	94	968	9	76	14	73	860	8<	172	31	75	126	76,9		
1 96-98	51,36	30,83	0,569	9,52	5,65	3,07	13,66	1,75	1,69	0,126	5,84	31	1034	63	161	158	410	62	274	15	79	519	14	784	28	131	144	73,5	10,0	6,97
1 100-102	51,40	19,08	0,312	5,77	7,16	2,83	6,79	2,61	1,08	0,135	6,93	78	2891	73	212	278	318	263	325	13	55	389	18	2352	24	137	97	53,8		
1 104-106	51,44	16,57	0,276	5,05	8,52	2,44	18,91	2,15	0,87	0,150	10,39	100	2125	71	209	214	542	160	318	10	47	692	19	846	31	121	85	66,3	11,9	11,25

A3.6.1. 969B-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
1 108-110	51,48	15,58	0,266	4,40	2,63	2,04	36,70	1,36	0,78	0,065	4,20	18	179	17	78	51	767	11	67	7<	41	1469	8<	83	18	39	50	68,7		
1 110-112	51,50	15,50	0,265	4,32	2,49	2,03	37,25	1,35	0,75	0,072	2,48	18	154	16	69	45	775	12	68	5<	41	1565	5<	70	17	38	51	67,2		
1 114-116	51,54	16,56	0,290	4,47	2,24	2,02	37,03	1,29	0,79	0,089	1,66	13	98	18	60	43	813	4<	55	6<	42	1518	5<	57	17	34	65	67,1		
1 118-120	51,58	18,82	0,343	5,28	2,67	2,17	34,34	1,23	0,95	0,112	2,86	15	114	16	64	33	875	4<	58	8<	46	1471	6<	57	17	39	79	69,5		
1 122-124	51,62	19,35	0,351	5,33	2,36	2,16	34,32	1,26	0,97	0,126	2,20	7<	119	17	59	43	1069	5<	60	7<	47	1501	7<	60	17	40	84	69,2		
1 126-128	51,66	20,37	0,378	5,69	2,61	2,14	33,09	1,27	1,03	0,144	2,25	5<	125	18	64	34	1255	-0<	60	9<	51	1369	7<	58	17	41	89	69,7		
1 130-132	51,70	20,95	0,394	5,99	2,84	2,14	32,31	1,28	1,08	0,145	2,63	5<	120	15	63	27	1495	3<	60	9<	52	1349	7<	59	18	45	94	70,6		
1 134-136	51,74	21,95	0,419	6,49	3,87	2,26	30,43	1,29	1,18	0,187	4,02	8<	142	22	64	36	1673	4<	81	8<	56	1310	10	68	20	54	96	72,9		
1 138-139	51,78	21,60	0,406	6,41	4,55	2,31	30,34	1,33	1,18	0,192	6,00	16	121	35	74	56	1867	1<	114	9<	56	1334	12	66	24	58	93	75,2		
1 141-142	51,81	25,84	0,457	7,72	3,59	2,73	26,93	1,43	1,42	0,122	1,72	5<	409	38	98	173	1719	0<	133	14	64	1039	4<	83	27	76	104	72,8		
1 144-145	51,84	17,17	0,287	4,99	2,95	2,07	33,57	1,38	0,91	0,164	2,96	4<	957	27	138	209	883	4<	137	9<	45	1078	5<	110	25	94	65	67,2	26,2	1,67
1 147-148	51,87	19,38	0,340	5,68	2,68	2,27	33,22	1,52	1,03	0,065	1,85	10<	386	36	86	58	1108	2<	116	8<	49	1278	3<	126	17	55	72	68,8		
1 149-150	51,89	18,92	0,332	5,47	2,25	2,36	33,69	1,72	0,98	0,067	0,93	3<	153	31	85	49	1216	-3<	100	7<	49	1453	5<	100	17	47	72	67,5		
2 0-2	51,90	18,76	0,332	5,32	2,18	2,28	34,77	1,26	0,93	0,071	0,74	2<	110	34	80	49	1154	1<	100	11	47	1542	5<	75	18	42	73	67,4		
2 4-6	51,94	18,99	0,335	5,19	2,16	2,18	34,79	1,28	0,96	0,081	1,24	3<	128	19	71	53	1193	0<	77	6<	49	1475	6<	62	16	39	77	67,9		
2 8-10	51,98	19,53	0,346	5,27	2,59	2,14	34,24	1,27	0,96	0,093	1,91	3<	113	10	61	23	1169	4<	60	8<	46	1332	7<	59	16	37	83	69,1		
2 10-12	52,00	20,86	0,368	5,67	2,31	2,15	33,17	1,28	1,02	0,102	1,03	2<	121	9<	59	16	1154	2<	48	6<	50	1254	7<	61	17	38	89	68,7		
2 12-14	52,02	21,50	0,385	5,92	2,35	2,24	32,43	1,18	1,05	0,105	0,81	3<	127	9<	68	16	1154	1<	47	7<	55	1271	7<	64	17	40	94	68,7		
2 16-17	52,06	21,84	0,392	5,97	2,31	2,09	32,55	1,27	1,06	0,105	0,92	4<	120	9<	58	19	1015	0<	40	10	52	1321	5<	56	17	41	102	69,2		
2 19-20	52,09	21,64	0,399	6,08	5,96	2,03	30,10	1,15	1,06	0,098	8,09	11	127	11	67	27	1069	33	60	8<	54	1339	5<	56	18	45	98	77,3		
2 22-23	52,12	23,82	0,448	6,97	3,33	2,18	29,64	1,25	1,23	0,089	2,90	15	132	12	69	17	984	3<	53	9<	61	1351	5<	67	20	46	110	72,6		
2 25-26	52,15	25,42	0,489	7,54	3,56	2,23	28,25	1,23	1,31	0,086	3,35	7<	149	19	72	48	1084	14	65	11	64	1298	6<	79	22	52	120	74,2		
2 28-29	52,18	28,09	0,537	8,45	3,02	2,36	25,94	1,32	1,50	0,093	0,98	4<	156	20	83	55	960	0<	67	12	70	1068	6<	102	25	61	131	73,0		
2 30-32	52,20	30,73	0,568	9,24	4,82	2,61	22,33	1,35	1,65	0,101	4,29	17	404	30	124	71	728	22	93	15	74	840	6<	165	26	78	140	78,4	17,2	0,25
2 34-35	52,24	32,83	0,580	10,13	10,93	3,10	8,78	1,68	1,79	0,200	12.69>	84	2168	102	231	221	503	96	590	19	74	398	14	560	50	212	133	83,7	5,2	4,88
2 37-38	52,27	22,95	0,369	7,00	8,55	2,70	2,09	2,31	1,25	0,368	11.32>	66	3921	20	394	481	294	401>	206	16	56	204	38	1732	45	144	113	60,1	0,1	22,44
2 40-41	52,30	23,94	0,377	7,26	9,22	3,24	3,18	2,53	1,33	0,221	9,31	58	3219	61	452	433	550	252	614	15	58	281	33	1794	46	226	102	61,8	0,9	20,35
2 43-44	52,33	18,58	0,290	5,34	5,95	3,16	7,22	2,43	1,02	0,122	14.36>	35	1995	75	173	164	480	377	319	9<	47	337	32	1949	27	124	90	59,5	2,3	21,89
2 46-47	52,36	13,35	0,219	3,90	4,64	2,09	28,79	1,96	0,69	0,369	7,93	45	1937	55	135	128	666	174	251	6<	38	1095	37	688	49	78	64	64,9	21,3	7,55
2 49-50	52,39	19,03	0,330	5,28	2,86	2,22	33,97	1,21	0,93	0,066	3,15	17	120	20	83	56	713	15	74	6<	50	1481	9<	103	18	41	68	69,8	26,9	0,18
2 52-53	52,42	19,83	0,353	5,52	2,85	2,21	33,30	1,17	0,97	0,072	3,06	11	136	19	75	43	844	12	68	8<	48	1546	11	83	18	41	77	70,1		
2 55-56	52,45	20,59	0,370	5,63	3,14	2,15	32,56	1,20	1,01	0,081	3,88	19	113	19	69	35	898	15	63	7<	51	1472	8<	73	15	42	86	71,3		

A3.6.1. 969B-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
2 60-62	52,50	21,20	0,390	5,87	3,35	2,08	32,43	1,20	1,01	0,097	3,44	19	126	16	61	33	945	15	54	7<	49	1450	9<	65	18	39	88	71,8		
2 64-66	52,54	22,53	0,436	6,54	7,09	2,13	28,84	1,14	1,15	0,101	13.33>	17	133	13	66	35	937	48	57	10	56	1316	11	76	20	46	105	84,0	22,3	0,18
2 72-72,5	52,62	27,96	0,533	8,31	3,75	2,40	25,54	1,25	1,45	0,096	3,31	8<	157	14	79	76	1069	24	57	10	67	971	10	132	24	59	125	75,3		
2 75-75,5	52,65	30,88	0,587	9,18	3,85	2,54	23,23	1,27	1,61	0,092	2,32	8<	179	20	90	58	844	25	67	13	72	841	8<	236	27	70	142	76,2	18,2	0,18
2 78-78,5	52,68	34,05	0,645	10,29	5,31	2,90	16,81	1,51	1,81	0,122	5,62	28	468	37	129	136	558	62	135	17	80	623	13	824	27	99	154	79,8	12,6	2,99
2 81-81,5	52,71	33,00	0,594	9,57	5,26	3,08	12,06	1,87	1,74	0,161	6,08	28	1062	46	152	197	372	84	221	17	75	470	25	1523	34	128	158	74,3	7,1	12,11
2 84-85	52,74	19,32	0,297	5,61	4,59	2,74	1,90	2,88	1,10	0,112	9,26	50	1728	24	166	400	201	502>	341	13	46	184	29	4471	21	202	91	49,0	0,1	30,74
2 88-88,5	52,78	18,59	0,289	5,27	4,76	2,63	1,91	2,90	1,04	0,126	11.14>	40	2196	30	167	297	201	688>	292	11	46	175	32	3895	24	144	85	49,9	0,0	31,17
2 91-92	52,81	13,02	0,213	3,75	5,58	2,15	23,53	2,29	0,69	0,079	8,40	51	2403	71	128	200	558	308	264	7<	35	834	23	1614	19	108	63	60,8	16,5	12,74
2 94-94,5	52,84	15,71	0,268	4,39	3,10	1,86	36,34	1,28	0,77	0,059	5,86	29	140	16	66	69	736	24	58	7<	42	1327	8<	183	14	41	55	70,3	27,0	0,38
2 96,5-97,5	52,86	18,10	0,322	5,02	2,24	2,01	35,26	1,24	0,88	0,067	1,84	10<	106	14	63	41	829	18	57	8<	43	1568	9<	115	17	41	69	67,7	27,9	0,14
2 99-100	52,89	19,17	0,347	5,32	3,03	2,00	33,83	1,22	0,96	0,073	3,95	21	120	19	58	69	883	28	58	8<	48	1502	10	96	17	40	80	70,6		
2 101-103	52,91	18,79	0,334	5,16	2,35	1,98	34,69	1,32	0,93	0,076	2,14	10<	123	18	57	48	945	13	54	6<	49	1504	8<	75	17	38	77	68,5		
2 105-107	52,95	20,20	0,360	5,37	2,67	1,94	33,94	1,25	0,98	0,091	2,93	15	118	14	54	27	922	8	44	8<	47	1504	7<	65	18	40	93	70,5		
2 108-110	52,98	21,03	0,380	5,59	3,05	1,97	33,01	1,27	1,01	0,094	3,19	17	129	16	57	42	922	13	48	8<	51	1487	10<	71	16	39	95	71,3		
2 112-113	53,02	21,42	0,390	5,80	3,81	1,98	31,96	1,24	1,05	0,092	5,53	16	125	13	59	25	1046	22	49	9<	52	1490	7<	67	19	40	93	74,0		
2 114-115	53,04	22,33	0,405	6,12	3,28	2,06	31,38	1,29	1,09	0,097	2,97	8<	131	11	66	22	1077	8	47	11	57	1446	8<	74	20	45	95	71,8		
2 117-118	53,07	29,91	0,538	8,75	4,71	2,72	23,36	1,42	1,64	0,190	3,69	17	676	23	134	114	1061	29	89	17	71	860	11	154	39	89	118	77,7		
2 120-121	53,10	27,97	0,485	8,38	4,95	3,02	13,75	1,96	1,53	0,355	5,36	22	2756	62	205	279	480	55	261	19	65	584	24	575	42	158	126	68,7	10,1	9,88
2 123-124	53,13	18,78	0,317	5,53	5,63	2,50	11,71	2,36	1,05	0,317	9,48	39	2936	60	253	314	472	113	237	11	46	461	23	718	35	141	86	58,7	7,3	19,68
2 126-127	53,16	13,51	0,216	3,82	3,40	2,03	31,25	1,91	0,70	0,096	5,60	48	2236	42	136	115	643	53	191	8<	39	1059	16	406	16	71	56	63,4	23,7	6,23
2 129-130	53,19	14,80	0,248	4,13	2,24	1,89	37,85	1,32	0,73	0,069	2,15	15	159	16	65	58	844	12	58	6<	39	1683	6<	70	16	36	47	66,2		
2 132-133	53,22	15,87	0,279	4,30	2,16	1,91	37,44	1,32	0,80	0,088	2,12	13	89	15	51	43	922	12	51	7<	40	1789	7<	60	16	34	63	67,0		
2 134-136	53,24	16,22	0,289	4,32	2,99	1,90	36,79	1,19	0,78	0,110	4,57	27	114	16	62	38	1053	14	48	6<	43	1777	7<	57	15	36	66	70,0		
2 138-140	53,28	17,24	0,306	4,55	2,43	1,97	36,23	1,28	0,85	0,121	2,40	13	101	14	53	31	1139	2<	47	7<	43	1681	6<	59	14	34	71	68,1		
2 142-144	53,32	17,43	0,314	4,66	2,28	1,94	36,18	1,22	0,84	0,131	1,91	11	100	12	45	27	1293	4<	39	8<	45	1646	6<	54	16	33	74	67,7		
2 146-148	53,36	19,00	0,358	5,33	2,80	1,96	34,21	1,24	0,95	0,138	3,16	15	112	14	58	35	1270	8	50	6<	48	1478	5<	58	16	36	85	69,9		
3 0-2	53,40	19,52	0,369	5,52	2,64	1,99	34,05	1,19	1,00	0,144	2,70	9<	122	13	51	26	1239	2<	49	8<	50	1458	6<	62	17	40	86	69,9		
3 3-4	53,43	19,22	0,361	5,36	2,74	1,90	34,11	1,26	0,99	0,139	2,61	11	119	14	47	30	1239	9	51	6<	51	1374	4<	58	17	40	86	69,5		
3 6-7	53,46	20,87	0,400	5,97	3,36	2,04	32,15	1,27	1,11	0,135	4,28	14	126	18	56	29	1301	12	64	8<	55	1338	4<	65	19	46	94	72,3		
3 8-9	53,48	20,30	0,383	5,80	3,33	2,04	32,78	1,27	1,09	0,114	4,27	13	201	26	54	43	1278	10	77	8<	51	1287	4<	66	20	48	92	72,1		
3 11-12	53,51	26,48	0,472	7,80	4,15	2,65	26,78	1,27	1,50	0,094	2,85	10	1057	50	95	112	1657	1<	142	16	66	896	3<	94	25	84	114	74,9		

A3.6.1. 969B-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
3 14-14,5	53,54	30,69	0,519	9,06	5,56	3,17	21,79	1,36	1,81	0,090	4,67	22	1781	59	149	175	1177	6	179	22	79	789	2<	141	22	109	130	79,6		
3 15,5-16	53,56	30,39	0,511	8,93	7,19	3,15	18,21	1,55	1,77	0,087	8,37	13	2064	70	189	305	976	27	285	18	74	691	4<	182	19	153	129	81,1	14,3	2,33
3 17-17,5	53,57	34,63	0,577	10,39	5,56	3,63	14,43	1,71	2,03	0,092	3,59	16	2627	133	191	244	674	4<	417	25	84	555	5<	279	19	171	145	77,6	11,3	3,65
3 18,5-19	53,59	26,06	0,434	7,83	3,82	2,93	25,46	1,51	1,47	0,078	2,58	7<	1938	81	131	143	875	1<	246	18	63	906	5<	147	19	105	99	73,1		
3 20-21	53,60	17,22	0,286	5,03	2,56	2,15	35,08	1,42	0,93	0,064	2,03	6<	1058	41	89	99	1108	1<	128	10<	46	1207	1<	85	16	63	62	67,6	27,5	0,69
3 22-23	53,62	13,25	0,218	3,76	2,19	1,85	39,50	1,31	0,69	0,073	2,23	10<	238	26	59	56	1262	1<	79	6<	38	1626	2<	52	18	37	42	65,9		
3 23-24	53,63	13,56	0,223	3,78	1,94	1,84	39,40	1,27	0,68	0,080	1,45	8<	164	21	62	76	1247	2<	76	8<	36	1647	3<	50	18	36	42	65,0		
3 26-27	53,66	12,50	0,213	3,26	1,54	1,68	40,61	1,16	0,59	0,099	0,91	3<	70	12	47	22	1324	3<	49	5<	36	1757	4<	39	16	27	43	63,3		
3 29-30	53,69	13,55	0,239	3,52	1,84	1,68	39,71	1,22	0,66	0,105	1,69	6<	105	12	49	87	1386	2<	49	6<	36	1779	5<	46	16	29	52	65,0		
3 32-33	53,72	14,49	0,256	3,78	1,99	1,75	39,08	1,18	0,70	0,111	1,79	5<	79	11	41	21	1379	1<	37	6<	36	1773	3<	41	13	30	55	65,9		
3 35-36	53,75	15,90	0,287	4,19	1,94	1,81	37,84	1,19	0,77	0,113	1,41	3<	108	8<	41	17	1448	1<	35	6<	40	1586	5<	42	14	32	67	66,2		
3 38-40	53,78	17,20	0,314	4,62	2,31	1,89	36,45	1,22	0,87	0,121	2,12	5<	108	10	45	20	1402	1<	36	6<	47	1594	1<	43	14	37	70	67,9		
3 42-44	53,82	17,96	0,336	4,99	2,74	1,90	35,24	1,23	0,93	0,124	2,99	6<	109	8<	47	20	1355	1<	37	6<	45	1591	3<	48	15	40	73	69,2		
3 46-48	53,86	18,33	0,344	5,17	2,59	1,94	35,05	1,23	0,96	0,127	2,29	5<	117	9<	48	44	1286	1<	39	7<	46	1596	2<	43	17	39	76	68,8		
3 50-52	53,90	15,32	0,278	4,19	2,36	1,82	37,77	1,14	0,76	0,132	1,73	5<	82	9<	50	41	1898	1<	39	9<	40	1377	2<	37	16	36	63	66,3		
3 54-56	53,94	14,40	0,253	3,95	2,99	1,71	38,36	1,08	0,72	0,111	3,64	7<	123	10	49	25	2548	7	50	7<	40	1224	4<	37	18	35	56	68,1		
3 58-60	53,98	15,31	0,256	4,28	2,28	1,85	37,94	1,04	0,80	0,073	0,93	6<	365	15	54	26	2610	1<	65	8<	43	1127	3<	45	20	41	60	65,7		
3 62-64	54,02	18,37	0,303	5,25	2,75	2,21	34,44	1,15	0,99	0,062	1,32	10	498	25	71	78	2045	2<	100	10<	51	1147	2<	64	18	56	67	67,7		
3 66-68	54,06	18,40	0,309	5,15	2,41	2,22	34,89	1,28	0,98	0,069	1,19	6<	234	35	75	52	1348	1<	108	7<	51	1531	3<	63	19	52	69	67,7		
3 69-70	54,09	19,99	0,342	5,55	2,47	2,18	33,70	1,29	1,05	0,066	1,05	6<	250	42	75	61	1123	1<	114	10	49	1394	3<	75	18	58	74	68,5		
3 72-73	54,12	19,84	0,340	5,58	2,40	2,20	33,74	1,27	1,03	0,063	0,75	4<	335	36	79	56	1007	1<	102	9<	51	1359	2<	90	18	58	76	68,0		
3 75-76	54,15	41,38	0,683	12,61	6,35	4,18	3,87	2,11	2,42	0,119	2,59	17	3228	214>	398	472	410	1<	691	29	96	261	7<	525	33	237	160	77,4	2,8	7,38
3 78-79	54,18	17,15	0,287	5,26	9,25	2,40	6,34	2,18	0,95	0,113	11.74>	133	4007	210>	261	278	356	50	974	13	50	350	15	1209	28	201	104	56,9	4,0	17,88
3 81-82	54,21	15,00	0,247	4,29	3,82	1,95	35,61	1,46	0,76	0,091	4,97	38	478	22	79	104	658	12	92	7<	41	1163	6<	172	20	43	46	68,9		
3 84-85	54,24	15,78	0,272	4,48	2,18	1,94	37,67	1,26	0,79	0,120	0,94	15	116	19	66	52	891	7	67	6<	47	1479	5<	67	18	39	54	66,2		
3 87-88	54,27	17,12	0,307	4,66	2,52	1,85	36,03	1,21	0,85	0,162	2,78	16	96	22	51	46	875	5<	55	6<	44	1407	6<	60	19	36	72	68,2		
3 90-91	54,30	18,55	0,341	5,09	3,71	1,93	34,61	1,21	0,93	0,167	4,44	34	119	29	60	36	960	7	70	8<	48	1350	6<	58	17	38	80	71,7		
3 93-94	54,33	20,50	0,385	5,73	2,22	2,00	32,61	1,22	1,04	0,143	1,21	16	120	29	56	27	1007	1<	61	8<	51	1408	5<	68	17	49	87	67,8		
3 96-98	54,36	23,30	0,446	6,73	2,95	2,19	30,82	1,27	1,20	0,145	1,24	7<	150	36	59	32	1053	1<	73	9<	59	1305	3<	71	18	45	102	71,0		
3 100-102	54,40	22,20	0,427	6,47	2,86	2,09	31,45	1,27	1,16	0,141	1,80	6<	138	24	56	46	1115	1<	62	9<	56	1280	3<	65	18	52	95	70,6		
3 102-104	54,42	21,78	0,415	6,28	3,19	2,08	31,63	1,23	1,16	0,141	3,26	7<	132	23	53	46	1193	2<	62	9<	55	1267	3<	66	19	48	96	71,9		
3 104-106	54,44	20,26	0,385	5,88	3,22	2,03	32,85	1,23	1,09	0,146	2,97	7<	127	36	51	51	1286	2<	75	10	58	1284	4<	72	18	50	90	70,8		

A3.6.1. 969B-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
3 108-110	54,48	19,15	0,341	5,58	2,73	2,05	33,82	1,18	1,05	0,121	1,49	10<	112	59	61	123	1541	1<	121	10<	54	1186	2<	67	21	53	81	68,3		
3 112-114	54,52	20,19	0,341	6,00	4,33	2,26	31,93	1,23	1,11	0,086	3,75	19	291	33	66	88	1743	4<	106	22	55	1041	2<	62	21	57	87	72,0		
3 116-118	54,56	22,99	0,366	6,93	2,93	2,59	33,14	1,39	1,30	0,083	0,35	9<	571	32	81	50	1750	1<	110	16	58	1090	1<	66	19	63	94	72,9		
3 120-122	54,60	21,26	0,332	6,40	2,58	2,43	31,76	1,58	1,24	0,080	0,72	9<	521	40	74	53	1495	1<	119	14	55	1089	3<	71	17	60	88	69,2		
3 124-126	54,64	20,03	0,310	5,98	2,42	2,32	32,91	1,40	1,16	0,077	0,55	8<	494	34	68	45	1464	1<	109	14	56	1141	2<	73	16	56	85	67,9		
3 128-129	54,68	15,07	0,250	4,12	1,71	1,82	38,57	1,24	0,77	0,073	0,49	5<	122	19	49	26	1177	1<	65	10<	41	1598	3<	42	15	32	59	64,9		
3 130-132	54,70	16,20	0,278	4,49	1,84	1,84	35,96	1,15	0,83	0,077	0,34	11	179	35	54	62	1286	1<	83	7<	45	1436	1<	59	15	39	68	63,8		
3 134-136	54,74	17,01	0,312	4,77	1,78	1,83	36,99	1,20	0,86	0,080	0,33	7<	115	31	43	50	1379	1<	71	6<	45	1602	3<	45	15	29	72	65,9		
3 138-140	54,78	19,20	0,347	5,56	2,03	1,99	36,06	1,26	0,96	0,085	0,04	12	216	59	49	119	1355	1<	111	8<	46	1327	2<	65	14	46	71	68,3		
3 142-144	54,82	19,70	0,376	5,77	2,04	1,93	34,18	1,23	1,06	0,082	0,51	6<	128	41	82	44	1332	1<	80	8<	50	1404	3<	58	15	37	81	67,6		
3 146-148	54,86	18,53	0,357	5,40	1,92	1,87	35,42	1,18	1,02	0,084	0,45	9<	120	37	45	42	1386	1<	70	9<	54	1442	2<	52	13	38	80	67,0		

A3.6.2. 969D-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
1 0-2	56,40	19,42	0,345	5,73	2,41	2,00	35,06	1,26	1,21	0,076	0,19	13<	96	7<	46	8<	1254	12<	25	11	37	1158	1<	52	17	26	89	68,0		
1 4-6	56,44	16,20	0,279	5,06	2,18	1,95	37,24	1,22	1,03	0,082	0,23	7<	140	8<	46	9<	1517	12<	38	6<	31	1156	2<	50	28	28	59	65,8		
1 8-10	56,48	21,77	0,395	6,64	2,73	2,18	32,34	1,27	1,38	0,084	0,18	10<	132	7<	51	9<	914	13<	27	10<	42	1060	1<	49	18	46	98	69,2		
1 12-14	56,52	21,36	0,385	6,51	2,60	2,17	32,80	1,35	1,36	0,087	0,20	3<	187	7<	52	7<	964	11<	27	8<	37	1043	1<	50	18	29	93	69,1		
1 16-18	56,56	21,75	0,401	6,65	2,74	2,24	32,36	1,33	1,38	0,089	0,19	7<	190	7<	53	9<	955	11<	26	7<	39	1054	1<	45	18	30	99	69,4		
1 20-22	56,60	20,79	0,383	6,31	2,67	2,18	33,28	1,35	1,31	0,093	0,20	1<	176	7<	50	2<	946	12<	27	9<	31	1012	1<	47	26	26	84	68,8		
1 24-26	56,64	17,05	0,314	5,28	2,35	2,02	36,73	1,30	1,12	0,093	0,18	10<	91	7<	46	9<	1122	13<	25	5<	33	1199	1<	37	23	24	70	66,7		
1 28-30	56,68	13,85	0,245	4,45	1,94	1,87	39,77	1,28	0,92	0,093	0,21	12<	133	9<	47	22	1442	15<	30	24	27<	1268	1<	37	23	26	52	64,9	31,5	0,13
1 32-34	56,72	12,87	0,216	4,19	1,84	1,83	40,40	1,34	0,89	0,090	0,22	7<	69	7<	48	33	1713	15<	31	46	25<	1230	1<	38	25	34	40	64,2	31,9	0,11
1 36-38	56,76	13,30	0,214	4,35	1,93	1,85	40,03	1,38	0,91	0,082	0,21	8<	289	7<	54	21	1822	12<	37	20	25<	1145	1<	38	28	28	45	64,6	31,8	0,09
1 40-42	56,80	15,08	0,240	4,94	2,19	2,03	38,01	1,44	1,06	0,087	0,24	7<	787	8<	60	19<	1838	11<	44	20	29<	1019	1<	51	30	27	50	65,7	30,2	0,10
1 44-46	56,84	15,72	0,252	5,15	2,28	2,10	37,27	1,45	1,09	0,086	0,27	8<	952	9<	64	15<	1671	11<	47	9<	30	1024	1<	58	28	32	54	66,1	29,6	0,16
1 48-50	56,88	14,99	0,242	4,88	2,04	2,06	38,00	1,50	1,05	0,112	0,31	9<	1089	8<	69	31	1449	12<	45	12	32	1025	1<	60	30	27	50	65,6	30,4	0,01
1 52-54	56,92	20,35	0,375	6,21	2,47	2,05	33,82	1,21	1,27	0,072	0,18	9<	121	8<	47	9<	977	13<	26	8<	39	1172	1<	60	17	28	90	68,3	27,2	0,17
1 56-58	56,96	20,48	0,374	6,31	2,48	2,03	33,31	1,27	1,31	0,072	0,20	5<	116	9<	48	19<	939	13<	26	13	38	1150	1<	60	21	36	90	68,1	26,7	0,20
1 60-62	57,00	21,83	0,391	6,55	2,51	2,08	32,57	1,27	1,35	0,076	0,19	9<	123	8<	58	18<	955	13<	25	10	42	1096	1<	60	17	38	97	69,1	26,2	0,15
1 64-66	57,04	22,33	0,406	6,76	2,56	2,16	31,59	1,29	1,41	0,080	0,21	4<	128	4<	52	32	925	12<	25	7<	41	1066	1<	55	21	48	101	69,1		
1 68-70	57,08	22,57	0,421	6,93	2,65	2,24	31,80	1,39	1,43	0,085	0,33	14<	126	37	51	467	905	11<	129	11	42	1063	1<	58	18	53	110	70,1		
1 72-74	57,12	19,90	0,376	6,22	2,37	2,13	33,81	1,32	1,29	0,087	0,20	14<	116	7<	52	33	1016	11<	26	7<	41	1134	1<	53	16	27	91	68,0		
1 76-78	57,16	15,94	0,298	5,12	2,04	1,97	37,61	1,28	1,08	0,090	0,21	8<	22	4<	59	35	1276	13<	27	7<	32	1263	2<	53	20	24	62	65,9		
1 80-82	57,20	12,74	0,218	4,20	1,73	1,80	40,49	1,33	0,87	0,083	0,23	11<	72	9<	52	34	1618	13<	35	5<	26<	1275	3<	47	26	26	41	64,0		
1 84-86	57,24	13,06	0,213	4,34	1,83	1,84	40,13	1,42	0,92	0,075	0,25	6<	172	18	51	40	1852	13<	50	7<	26<	1181	3<	44	29	30	40	64,5		
1 88-90	57,28	15,66	0,253	5,17	2,21	2,09	37,44	1,42	1,08	0,081	0,28	9<	870	17	62	28	1909	10<	58	9<	32	1043	1<	64	30	26	56	66,1		
1 92-94	57,32	16,79	0,271	5,54	2,33	2,19	36,19	1,44	1,14	0,086	0,42	7<	1130	107	76	167	1760	12<	213	8<	33	1070	1<	81	27	51	56	66,9	28,7	0,15
1 96-98	57,36	15,56	0,250	5,14	2,99	2,17	29,74	1,78	1,06	0,070	3,72	28	1183	107	100	139	492	28	246	9<	28<	933	3<	206	12<	60	49	62,8	22,8	7,92
1 100-102	57,40	16,39	0,267	5,39	2,62	2,19	36,15	1,51	1,12	0,080	2,11	25	354	70	80	62	946	25	146	6<	34	1230	2<	109	26	43	52	68,2	28,4	0,46
1 104-106	57,44	14,08	0,244	4,51	2,31	2,02	38,98	1,21	0,94	0,066	1,84	32	77	72	57	41	1126	26	127	7<	30<	1374	2<	58	28	28	51	66,5	31,2	0,09
1 108-110	57,48	15,63	0,258	5,02	2,50	2,06	37,29	1,29	1,04	0,071	1,98	28	333	65	70	49	1021	24	128	10<	32	1231	3<	73	26	35	56	67,5		
1 112-114	57,52	14,08	0,242	4,51	2,31	2,00	39,20	1,27	0,93	0,066	1,70	34	97	68	59	41	1088	26	127	5<	29<	1368	1<	51	23	26	56	66,6		
1 116-118	57,56	19,39	0,336	6,11	3,37	2,38	33,50	1,20	1,20	0,064	3,52	43	115	67	65	35	991	31	134	10<	38	1154	1<	62	27	39	83	71,4		
1 120-122	57,60	24,25	0,428	7,74	3,22	2,63	29,57	1,35	1,52	0,064	1,46	31	124	88	75	45	810	14<	174	12	47	982	2<	72	21	44	116	72,5		
1 124-126	57,64	16,70	0,290	5,08	1,89	2,09	37,48	1,15	1,04	0,071	0,30	11<	102	45	53	25	1049	12<	74	8<	32	1275	1<	51	20	24	75	66,4		

A3.6.2. 969D-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
1 128-130	57,68	14,49	0,258	4,42	1,61	1,92	39,51	1,18	0,91	0,080	0,21	10<	74	50	43	30	1275	14<	73	4<	27<	1337	4<	45	21	22	58	64,9		
1 132-134	57,72	13,91	0,248	4,28	1,57	1,88	40,36	1,16	0,89	0,079	0,19	4<	137	40	44	22	1469	12<	58	7<	23<	1295	1<	42	24	20	55	64,9		
1 136-138	57,76	13,05	0,236	4,06	1,52	1,82	40,93	1,15	0,89	0,078	0,22	13<	73	44	40	50	1582	14<	69	6<	25<	1392	3<	41	24	20	54	64,3		
1 140-142	57,80	12,61	0,225	3,98	1,55	1,89	41,06	1,22	0,82	0,073	0,18	15<	65	11	47	11<	1449	15<	29	6<	25<	1371	1<	43	18	14<	47	63,9		
1 144-146	57,84	20,03	0,357	6,32	2,38	2,41	33,77	1,32	1,31	0,071	0,27	12<	213	79	71	127	1317	12<	136	9<	39	1031	1<	66	17	33	83	68,6		
1 148-150	57,88	15,26	0,272	4,85	1,90	2,21	38,43	1,13	0,97	0,065	0,28	9<	89	91	55	122	1265	13<	141	10	31	1132	3<	54	25	36	57	65,7		
2 0-2	57,90	21,87	0,388	6,86	2,66	2,66	31,82	1,22	1,39	0,066	0,20	5<	123	27	78	45	1171	11<	74	11	43	962	1<	72	18	40	83	69,4		
2 4-6	57,94	22,08	0,397	6,96	2,67	2,64	31,85	1,18	1,42	0,065	0,18	7<	127	17	76	26	1160	10<	59	11	44	1009	1<	68	20	32	84	69,7		
2 8-10	57,98	17,78	0,316	5,63	2,13	2,30	36,26	1,15	1,14	0,061	0,17	13<	95	17	72	30	1153	13<	57	8<	38	1131	3<	58	20	27	66	67,2		
2 12-14	58,02	24,42	0,435	7,68	2,80	2,65	29,71	1,25	1,54	0,063	0,20	10<	151	32	78	80	942	11<	87	13	52	960	2<	79	19	65	97	71,0		
2 16-18	58,06	24,71	0,444	7,76	3,07	2,66	29,54	1,27	1,57	0,066	0,38	19<	207	32	83	46	903	12<	117	12	47	980	1<	73	20	36	103	71,7		
2 20-22	58,10	18,28	0,337	5,84	2,25	2,27	35,79	1,11	1,18	0,064	0,18	8<	96	12	61	27	1086	13<	48	12	36	1222	2<	57	18	33	71	67,6		
2 24-26	58,14	15,55	0,288	4,97	1,83	1,95	38,34	1,22	1,05	0,068	0,21	8<	92	16	52	69	1305	14<	44	7<	28<	1218	1<	50	23	28	64	65,8		
2 28-30	58,18	15,48	0,286	4,93	1,83	1,94	38,13	1,15	1,02	0,067	0,20	8<	86	12	47	37	1270	12<	38	5<	31	1211	2<	48	21	25	59	65,3		
2 32-34	58,22	15,52	0,287	4,97	1,85	1,90	38,53	1,17	1,02	0,071	0,23	10<	160	25	50	87	1320	12<	54	9<	28<	1193	1<	55	27	19	65	65,9		
2 36-38	58,26	16,52	0,309	5,32	2,04	1,96	37,52	1,13	1,09	0,075	0,25	14<	158	42	49	197	1177	13<	92	10<	32	1189	1<	54	21	45	73	66,6		
2 40-42	58,30	15,91	0,299	5,16	1,97	1,91	38,11	1,13	1,06	0,075	0,20	9<	162	17	51	60	1143	12<	52	8<	30<	1191	1<	51	22	29	69	66,1		
2 44-46	58,34	13,85	0,261	4,53	1,77	1,81	40,14	1,09	0,93	0,075	0,21	11<	145	20	43	65	1230	14<	48	5<	26<	1256	1<	42	26	20	58	65,0	32,0	0,08
2 48-50	58,38	14,92	0,261	4,51	1,67	1,92	39,10	1,14	0,97	0,080	0,22	12<	91	50	46	29	1231	14<	72	7<	29<	1319	2<	46	19	22	62	65,1		
2 52-54	58,42	14,16	0,255	4,39	1,63	1,91	39,68	1,10	0,92	0,079	0,22	12<	91	42	43	26	1388	12<	66	8<	29<	1305	1<	43	20	23	59	64,7		
2 56-58	58,46	12,88	0,233	4,04	1,53	1,82	41,13	1,18	0,86	0,078	0,22	14<	107	34	42	33	1338	13<	56	5<	24<	1381	2<	43	21	23	53	64,3		
2 60-62	58,50	12,31	0,225	3,91	1,51	1,82	41,35	1,13	0,83	0,074	0,21	10<	70	28	42	36	1505	15<	50	5<	24<	1379	2<	41	27	13<	47	63,7		
2 64-66	58,54	18,03	0,322	5,67	2,15	2,30	35,78	1,22	1,16	0,069	0,24	16<	96	84	62	106	1439	11<	142	11	38	1126	3<	60	19	32	77	67,3		
2 68-70	58,58	15,07	0,269	4,79	1,88	2,18	38,53	1,18	0,97	0,065	0,19	11<	93	25	58	41	1231	12<	61	7<	30	1143	1<	54	19	30	57	65,4		
2 72-74	58,62	21,96	0,394	6,94	2,71	2,68	31,81	1,26	1,42	0,065	0,19	7<	57	26	82	44	1147	10<	76	12	44	980	2<	71	20	34	87	69,7	25,7	0,14
2 76-78	58,66	18,46	0,329	5,89	2,25	2,37	35,46	1,21	1,19	0,061	0,20	8<	99	18	66	36	1148	12<	56	7<	37	1115	1<	61	22	27	72	67,7		
2 80-82	58,70	23,95	0,425	7,54	2,74	2,63	29,53	1,34	1,55	0,062	0,21	6<	75	32	80	76	942	11<	83	15	48	960	1<	74	19	49	100	70,3		
2 84-86	58,74	21,19	0,379	6,72	2,70	2,44	32,31	1,24	1,38	0,064	0,22	21	124	24	71	103	923	13<	77	10<	43	1100	1<	65	18	38	87	68,9		
2 88-90	58,78	16,86	0,309	5,39	2,06	2,08	36,98	1,23	1,12	0,066	0,21	5<	97	15	56	35	1140	12<	44	7<	32	1221	1<	51	21	20	67	66,6		
2 92-94	58,82	15,64	0,293	5,02	1,86	1,95	38,09	1,14	1,02	0,067	0,21	7<	103	15	47	53	1352	13<	43	8<	31	1221	1<	47	26	33	66	65,6		
2 96-98	58,86	16,00	0,300	5,18	1,97	1,94	37,81	1,14	1,05	0,071	0,19	6<	112	14	48	31	1298	11<	36	8<	31	1207	1<	48	23	23	65	65,9		
2 100-102	58,90	16,05	0,303	5,25	2,05	1,92	37,91	1,12	1,10	0,074	0,20	9<	93	12	47	45	1150	13<	40	7<	33	1213	1<	46	28	24	64	66,3		

A3.6.2. 969D-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
2 104-106	58,94	13,76	0,260	4,55	1,80	1,82	40,11	1,12	0,95	0,071	0,20	8<	76	13	42	66	1235	13<	41	5<	27<	1266	2<	45	28	22	55	65,0		
2 108-110	58,98	11,94	0,223	3,92	1,56	1,69	41,82	1,03	0,78	0,067	0,22	10<	69	18	36	103	1344	12<	48	6<	25<	1267	1<	36	25	20	44	63,6		
2 112-114	59,02	10,85	0,205	3,59	1,43	1,62	43,01	1,03	0,72	0,065	0,20	10<	72	10	34	67	1367	14<	30	7<	22<	1333	1<	35	24	14<	36	63,0		
2 116-118	59,06	10,08	0,189	3,40	1,42	1,60	43,44	1,07	0,73	0,068	0,20	13<	57	9<	36	78	1279	15<	31	4<	20<	1440	1<	37	24	14<	33	62,5		
2 120-122	59,10	9,43	0,176	3,21	1,41	1,55	43,94	1,07	0,68	0,066	0,43	13<	55	77	38	611	1281	16<	199	9<	18<	1433	1<	34	24	35	31	62,3		
2 124-126	59,14	8,59	0,158	2,94	1,24	1,53	45,06	1,06	0,61	0,066	0,19	11<	42	7<	34	46	1161	14<	24	3<	17<	1458	1<	30	24	10<	25	61,7		
2 128-130	59,18	9,00	0,162	3,06	1,31	1,59	44,46	1,04	0,63	0,065	0,17	13<	32	7<	37	22	1143	15<	27	3<	22<	1411	2<	33	25	14<	23	61,8		
2 132-134	59,22	9,29	0,167	3,18	1,36	1,61	44,26	1,01	0,64	0,063	0,19	15<	61	8<	39	16<	1211	13<	28	2<	21<	1435	1<	34	24	16	24	62,1		
2 136-138	59,26	8,95	0,163	3,05	1,32	1,58	44,54	1,05	0,62	0,065	0,18	12<	104	7<	42	19<	1198	14<	29	3<	17<	1421	1<	31	25	13<	28	61,8		
2 140-142	59,30	8,61	0,158	2,94	1,25	1,55	44,79	1,10	0,64	0,064	0,18	10<	5<	3<	37	19<	1216	15<	23	3<	17<	1442	1<	32	23	12<	27	61,6		
2 144-146	59,34	9,37	0,167	3,22	1,38	1,65	44,13	1,02	0,66	0,069	0,18	8<	55	5<	40	9<	1240	14<	27	2<	20<	1404	1<	34	26	15	24	62,2		
2 148-150	59,38	9,08	0,161	3,08	1,34	1,63	44,35	1,05	0,64	0,066	0,19	13<	53	8<	39	15<	1202	14<	26	5<	18<	1472	1<	34	20	13<	31	61,9		
3 4-6	59,44	9,92	0,179	3,36	1,48	1,72	43,41	1,08	0,72	0,067	0,18	8<	5<	9<	43	17<	1058	14<	30	4<	21<	1410	1<	39	26	13<	29	62,4	34,4	0,15
3 8-10	59,48	10,08	0,183	3,37	1,49	1,76	43,34	1,05	0,71	0,066	0,17	14<	38	8<	41	14<	1055	12<	29	4<	23<	1339	1<	38	22	15<	35	62,5		
3 12-14	59,52	10,85	0,199	3,59	1,61	1,81	42,59	1,05	0,75	0,064	0,18	11<	52	8<	45	10<	1093	13<	30	2<	23<	1387	1<	40	25	16	38	63,0		
3 16-18	59,56	10,40	0,190	3,41	1,50	1,70	43,30	1,03	0,72	0,065	0,18	14<	113	5<	41	7<	1162	14<	27	2<	20<	1443	1<	36	24	14<	41	62,8		
3 20-22	59,60	10,38	0,188	3,33	1,39	1,67	43,47	1,07	0,71	0,060	0,24	14<	39	6<	35	172	1180	14<	24	16	21<	1466	1<	37	27	14<	41	62,8		
3 24-26	59,64	10,63	0,193	3,44	1,41	1,66	43,31	1,12	0,77	0,064	0,18	12<	66	6<	37	75	1203	14<	25	8<	22<	1467	1<	34	25	14<	38	63,1		
3 28-30	59,68	9,31	0,167	3,16	1,36	1,62	44,32	1,11	0,65	0,064	0,19	12<	111	6<	45	51	1196	15<	30	3<	18<	1416	1<	34	24	14<	29	62,2	35,7	0,04
3 32-34	59,72	8,98	0,161	3,08	1,33	1,58	44,64	1,10	0,62	0,066	0,24	9<	104	8<	42	184	1206	14<	28	14	16<	1418	1<	33	23	13<	25	62,1		
3 36-38	59,76	9,01	0,165	3,08	1,34	1,61	44,66	1,07	0,63	0,063	0,17	10<	65	5<	38	13<	1275	14<	27	0<	20<	1423	1<	35	25	15<	23	62,1		
3 40-42	59,80	9,23	0,168	3,14	1,37	1,62	44,02	1,12	0,67	0,068	0,18	11<	46	7<	38	14<	1279	16<	28	7<	19<	1413	1<	37	26	12<	26	61,9		
3 44-46	59,84	9,15	0,166	3,10	1,38	1,65	44,45	1,03	0,64	0,066	0,18	18<	22	5<	39	13<	1234	14<	28	4<	21<	1487	1<	36	24	15<	32	62,1		
3 48-50	59,88	9,96	0,182	3,39	1,51	1,74	43,56	1,04	0,70	0,067	0,17	12<	56	7<	41	16<	1206	15<	32	5<	21<	1493	1<	38	25	18	29	62,6		
3 52-54	59,92	9,99	0,182	3,37	1,55	1,74	43,36	1,04	0,69	0,067	0,18	8<	55	9<	41	12<	1042	12<	31	2<	21<	1325	1<	40	27	18	32	62,5		
3 60-62	60,00	10,52	0,192	3,48	1,67	1,71	43,15	1,12	0,76	0,067	0,17	9<	61	6<	42	18<	1127	15<	27	3<	20<	1421	1<	39	26	14<	41	63,1		
3 64-66	60,04	10,24	0,186	3,32	1,62	1,66	43,30	1,09	0,72	0,065	0,19	12<	5<	8<	36	12<	1139	16<	25	4<	20<	1453	1<	35	25	15<	36	62,7		
3 68-70	60,08	10,53	0,191	3,39	1,64	1,65	42,98	1,11	0,73	0,065	0,18	12<	66	8<	40	3<	1171	12<	25	4<	21<	1438	1<	37	24	11<	39	62,8		
3 72-74	60,12	10,35	0,188	3,32	1,60	1,60	43,30	1,03	0,69	0,064	0,19	12<	56	7<	32	7<	1197	13<	23	1<	21<	1474	1<	31	23	14<	40	62,6		
3 76-78	60,16	11,70	0,212	3,75	1,89	1,68	42,04	1,15	0,82	0,072	0,17	11<	70	6<	37	5<	1197	14<	25	5<	22<	1382	1<	39	25	16	51	63,8		
3 80-82	60,20	12,59	0,231	4,02	1,98	1,69	41,12	1,12	0,87	0,072	0,16	17<	76	7<	36	10<	1099	13<	24	6<	25<	1384	1<	39	23	16	53	64,1		
3 84-86	60,24	13,62	0,252	4,36	2,17	1,75	40,10	1,12	0,93	0,078	0,17	12<	89	9<	39	13<	995	15<	26	5<	26<	1290	1<	43	26	18	57	64,8		

A3.6.2. 969D-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
3 88-90	60,28	12,72	0,240	4,20	2,05	1,70	40,97	1,05	0,86	0,074	0,16	15<	79	8<	38	6<	1055	14<	27	6<	28<	1316	1<	45	24	20	52	64,3		
3 92-94	60,32	12,97	0,244	4,29	2,10	1,74	40,82	1,07	0,90	0,076	0,17	12<	79	7<	41	18<	999	12<	30	6<	27<	1242	1<	42	26	19	50	64,7		
3 96-98	60,36	11,99	0,228	4,01	2,01	1,68	41,30	1,02	0,82	0,074	0,17	9<	69	7<	37	9<	990	13<	25	9<	23<	1291	1<	42	24	18	43	63,6		
3 100-102	60,40	9,37	0,178	3,15	1,50	1,48	44,28	0,99	0,63	0,067	0,18	9<	48	8<	28	3<	1059	14<	20	6<	20<	1307	1<	31	23	13<	32	62,1		
3 104-106	60,44	8,49	0,162	2,89	1,38	1,44	45,13	1,10	0,63	0,064	0,18	14<	47	5<	32	17<	1064	14<	17	4<	16<	1380	1<	27	24	11<	31	61,7		
3 108-110	60,48	8,35	0,156	2,89	1,50	1,45	45,03	1,05	0,60	0,067	0,18	10<	43	5<	30	4<	1029	14<	20	2<	17<	1366	1<	32	24	11<	30	61,5		
3 112-114	60,52	8,89	0,165	3,08	1,64	1,56	44,36	1,06	0,62	0,069	0,17	8<	40	11	32	7<	1054	15<	27	2<	17<	1380	1<	34	24	16	26	61,9		
3 116-118	60,56	9,95	0,181	3,43	1,85	1,68	43,37	1,10	0,70	0,069	0,16	13<	88	10	40	11<	1179	15<	32	5<	23<	1387	1<	39	26	18	29	62,8		
3 120-122	60,60	10,32	0,187	3,48	1,82	1,74	42,91	1,23	0,75	0,076	0,19	12<	49	7<	48	15<	1158	14<	31	2<	20<	1286	1<	38	26	17	39	63,0		
3 124-126	60,64	10,89	0,197	3,63	1,98	1,79	42,07	1,15	0,76	0,079	0,16	13<	57	11	52	7<	1302	14<	40	4<	23<	1267	1<	43	26	16	39	63,0		
3 128-130	60,68	10,71	0,194	3,51	1,57	1,81	42,71	1,15	0,76	0,075	0,18	13<	53	7<	42	19<	1122	13<	26	2<	21<	1282	1<	33	27	17	45	63,0		
3 132-134	60,72	11,40	0,204	3,69	1,62	1,90	42,25	1,11	0,78	0,071	0,16	8<	65	7<	46	9<	927	13<	31	8<	22<	1232	1<	37	26	16	42	63,4		
3 136-138	60,76	9,87	0,180	3,36	1,41	1,67	43,60	1,09	0,69	0,064	0,19	14<	39	7<	39	15<	1161	13<	29	40	21<	1387	1<	34	21	15	31	62,4		
3 140-142	60,80	10,09	0,182	3,42	1,53	1,70	43,30	1,17	0,73	0,069	0,18	14<	54	8<	41	8<	1143	12<	31	1<	23<	1305	1<	33	24	15	32	62,7		
3 144-146	60,84	10,22	0,184	3,41	1,56	1,72	43,09	1,21	0,73	0,071	0,19	6<	55	8<	40	9<	1183	13<	29	2<	19<	1265	1<	36	24	15	38	62,7		
3 148-150	60,88	10,95	0,198	3,65	1,74	1,81	42,48	1,14	0,80	0,077	0,14	18<	50	8<	46	10<	1291	15<	31	2<	23<	1316	1<	39	25	16	43	63,3		
4 0-2	60,90	10,55	0,190	3,46	1,68	1,80	42,88	1,08	0,74	0,077	0,17	9<	120	9<	42	8<	1049	12<	29	2<	20<	1262	1<	36	27	17	44	62,9		
4 4-6	60,94	11,16	0,198	3,63	1,67	1,88	42,36	1,17	0,79	0,074	0,17	14<	121	7<	43	16<	941	12<	31	21	21<	1230	1<	35	24	17	46	63,4		
4 8-10	60,98	14,10	0,248	4,47	2,14	2,13	39,34	1,14	0,93	0,074	0,18	18<	145	11	59	10<	929	13<	40	6<	28<	1155	1<	44	23	23	61	65,0		
4 12-14	61,02	21,92	0,388	6,86	3,46	2,74	31,65	1,21	1,40	0,076	0,16	8<	136	16	76	21	1008	12<	61	8<	44	960	1<	66	16	38	89	70,1		
4 16-18	61,06	28,67	0,512	9,00	4,73	3,17	24,15	1,32	1,87	0,090	0,15	14<	104	18	97	16<	1006	10<	79	13	61	768	3<	84	19	47	121	73,9		
4 20-22	61,10	16,99	0,307	5,51	2,85	2,36	36,28	1,22	1,13	0,072	0,17	1<	163	12	67	9<	902	13<	52	11	29<	1169	1<	53	27	28	62	67,1		
4 24-26	61,14	15,76	0,284	5,13	2,68	2,27	37,18	1,21	1,04	0,073	0,18	13<	147	12	63	7<	902	14<	49	6<	31	1179	1<	50	23	28	65	66,1		
4 28-30	61,18	15,72	0,283	5,15	2,59	2,37	37,13	1,21	1,05	0,075	0,17	9<	90	12	59	10<	930	11<	52	9<	31	1142	1<	49	26	29	59	66,0		
4 32-34	61,22	19,39	0,341	6,28	3,02	2,73	33,55	1,27	1,29	0,074	0,17	12<	110	17	82	20	977	12<	66	8<	40	1018	1<	59	22	35	72	68,4		
4 36-38	61,26	22,45	0,397	7,23	3,82	2,83	30,54	1,31	1,49	0,086	0,17	14<	123	16	83	17<	982	12<	68	12	48	915	2<	69	20	42	88	70,6		
4 40-42	61,30	18,70	0,325	6,01	3,37	2,67	34,12	1,17	1,23	0,082	0,15	15<	88	15	83	16<	884	10<	68	8<	39	1019	1<	59	24	35	68	68,1		
4 44-46	61,34	27,06	0,471	8,40	4,63	3,14	26,07	1,18	1,74	0,089	0,14	14<	142	16	96	16<	1043	10<	83	13	54	844	2<	82	22	50	108	73,2		
4 48-50	61,38	22,27	0,385	6,98	3,83	2,78	30,98	1,13	1,42	0,085	0,14	11<	144	14	80	11<	924	12<	70	12	46	952	2<	65	25	38	85	70,3		
4 52-54	61,42	19,14	0,338	5,99	3,25	2,40	33,91	1,12	1,24	0,079	0,16	15<	40	13	64	9<	934	12<	54	10<	39	1169	1<	56	20	30	77	67,9		
4 56-58	61,46	19,86	0,355	6,17	3,28	2,42	33,36	1,09	1,27	0,081	0,15	16<	107	11	66	9<	937	12<	54	10	41	1135	1<	57	21	31	83	68,3	27,3	0,08
4 60-62	61,50	17,70	0,312	5,48	2,78	2,17	35,82	1,11	1,13	0,080	0,17	10<	95	15	52	11<	1001	13<	43	8<	33	1178	1<	50	24	24	73	67,0		

A3.6.2. 969D-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
4 64-66	61,54	17,91	0,311	5,50	2,65	2,14	36,20	1,16	1,16	0,077	0,16	12<	98	13	49	11<	887	14<	41	10<	32	1153	1<	47	23	27	78	67,5		
4 68-70	61,58	25,77	0,464	8,12	4,15	2,80	27,42	1,20	1,64	0,085	0,13	12<	150	16	75	12<	894	9<	68	12	52	919	1<	74	20	44	110	72,0		
4 72-74	61,62	28,47	0,524	9,00	4,51	2,77	25,07	1,21	1,82	0,088	0,13	9<	99	15	80	20<	800	10<	67	17	56	872	1<	77	21	45	123	73,8		
4 76-78	61,66	27,36	0,494	8,57	4,29	2,81	26,68	1,26	1,76	0,088	0,14	8<	152	17	82	18<	821	11<	70	10<	52	885	1<	76	21	43	114	73,7		
4 80-82	61,70	19,09	0,335	5,93	2,90	2,30	34,79	1,08	1,19	0,077	0,16	7<	122	12	57	6<	1001	14<	49	9<	37	1150	1<	55	26	32	77	68,2		
4 84-86	61,74	17,17	0,300	5,26	2,65	2,08	36,47	1,11	1,11	0,078	0,15	13<	99	10<	50	9<	930	12<	40	8<	31	1176	1<	49	22	24	74	66,6		
4 88-90	61,78	21,35	0,380	6,71	3,33	2,44	32,36	1,11	1,35	0,081	0,15	14<	122	13	63	11<	880	11<	56	9<	41	1039	2<	58	22	34	94	69,5		
4 92-94	61,82	22,05	0,388	6,84	3,37	2,50	31,80	1,13	1,40	0,081	0,13	15<	121	14	67	16<	933	12<	56	14	45	1046	1<	61	21	35	94	69,9		
4 96-98	61,86	17,04	0,302	5,25	2,64	2,12	36,78	1,08	1,08	0,077	0,16	12<	81	9<	48	12<	922	13<	40	7<	32	1194	1<	45	22	24	78	66,8		
4 100-102	61,90	21,71	0,384	6,83	3,45	2,46	31,86	1,10	1,36	0,083	0,14	13<	117	13	66	11<	844	11<	56	13	42	1020	2<	59	20	34	94	69,6		
4 104-106	61,94	29,61	0,528	9,24	4,75	2,99	23,37	1,27	1,88	0,090	0,14	12<	162	17	86	12<	880	10<	76	14	57	756	3<	81	20	47	128	74,1		
4 108-110	61,98	24,72	0,458	7,92	4,01	2,45	28,67	1,17	1,60	0,082	0,15	17<	126	15	73	9<	805	13<	63	11	51	1034	1<	68	19	39	113	71,5		
4 112-114	62,02	18,60	0,348	6,02	2,80	2,07	35,19	1,16	1,24	0,073	0,17	10<	43	10	51	17<	820	14<	41	10	37	1227	1<	51	24	28	80	67,9		
4 116-118	62,06	26,68	0,475	8,22	4,16	2,93	27,10	1,19	1,68	0,088	0,12	12<	212	14	91	11<	1039	8<	68	9<	51	753	1<	70	21	44	114	72,9		
4 120-122	62,10	13,87	0,265	4,54	2,26	1,75	39,85	1,06	0,93	0,073	0,15	18<	86	9<	41	6<	908	14<	31	9<	30	1362	1<	39	24	20	58	65,0		
4 124-126	62,14	11,31	0,214	3,79	1,99	1,64	42,03	1,13	0,80	0,074	0,17	10<	69	10<	37	6<	912	14<	29	4<	21<	1386	1<	34	26	15	41	63,4		
4 128-130	62,18	9,74	0,177	3,33	1,72	1,60	43,51	1,17	0,69	0,072	0,19	12<	57	9<	38	7<	869	14<	31	3<	20<	1373	1<	32	26	14<	29	62,5		
4 132-134	62,22	10,00	0,180	3,39	1,81	1,66	43,34	1,04	0,69	0,075	0,16	11<	56	9<	43	10<	926	14<	34	4<	21<	1419	1<	32	25	19	26	62,6		
4 136-138	62,26	9,65	0,176	3,27	1,68	1,60	43,71	1,07	0,70	0,079	0,16	13<	8<	9<	38	12<	962	15<	29	5<	21<	1497	1<	29	24	14<	29	62,4		
4 140-142	62,30	9,51	0,175	3,19	1,64	1,59	44,17	1,08	0,68	0,078	0,17	14<	56	8<	36	13<	909	14<	28	4<	19<	1505	1<	31	23	14<	32	62,6		
4 144-146	62,34	10,27	0,190	3,41	1,78	1,63	43,23	1,05	0,72	0,082	0,16	16<	54	8<	38	6<	867	13<	30	6<	21<	1433	1<	31	24	14<	41	62,8		
4 148-150	62,38	11,43	0,213	3,75	2,00	1,75	41,94	1,11	0,79	0,088	0,17	13<	123	9<	47	6<	837	14<	33	4<	21<	1424	1<	35	25	16	41	63,5		
5 0-2	62,40	11,25	0,214	3,71	1,96	1,74	42,13	1,09	0,78	0,091	0,18	12<	128	8<	48	6<	770	14<	30	3<	20<	1384	1<	32	25	15	44	63,4		
5 4-6	62,44	10,82	0,205	3,64	1,88	1,70	42,55	1,09	0,74	0,089	0,17	16<	73	9<	41	11<	715	14<	31	6<	25<	1391	1<	35	25	17	39	63,1		
5 8-10	62,48	11,25	0,204	3,81	2,06	1,82	41,78	1,18	0,79	0,096	0,18	14<	69	10<	45	15<	751	13<	38	9<	24<	1322	1<	39	25	23	33	63,4		
5 12-14	62,52	11,62	0,205	3,95	2,08	1,91	41,15	1,33	0,82	0,097	0,22	12<	65	11	48	9<	819	13<	41	5<	23<	1306	1<	40	28	23	35	63,6		
5 16-18	62,56	11,38	0,193	3,87	1,97	1,88	41,37	1,44	0,81	0,090	0,23	8<	135	9<	54	9<	900	12<	44	2<	20<	1170	1<	36	27	20	34	63,5		
5 20-22	62,60	13,30	0,227	4,44	2,23	2,14	39,43	1,37	0,94	0,085	0,20	13<	86	14	62	10<	1060	13<	53	5<	28<	1145	1<	43	26	25	43	64,6		
5 24-26	62,64	16,09	0,273	5,21	2,90	2,41	36,66	1,31	1,10	0,090	0,18	16<	95	11	74	17<	1165	11<	64	9<	34	1137	1<	54	28	30	55	66,5		
5 28-30	62,68	19,33	0,329	5,99	3,33	2,75	33,46	1,27	1,24	0,083	0,17	8<	99	13	83	15<	1086	10<	73	9<	37	1024	1<	58	25	34	76	68,2		
5 32-34	62,72	24,76	0,418	7,49	4,04	3,16	27,88	1,25	1,54	0,086	0,13	8<	140	16	97	18<	1024	10<	84	10<	46	840	1<	69	26	40	100	71,0		
5 36-38	62,76	30,62	0,516	9,05	4,74	3,37	22,68	1,32	1,88	0,094	0,14	7<	231	18	114	18<	911	10<	91	14	56	638	2<	81	21	48	124	74,7		

A3.6.2. 969D-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
5 40-42	62,80	28,11	0,476	8,34	4,48	3,08	25,38	1,27	1,75	0,093	0,13	14<	226	16	96	22	823	11<	81	14	53	803	3<	72	20	45	118	73,4		
5 44-46	62,84	27,90	0,488	8,52	4,33	2,89	25,57	1,26	1,78	0,089	0,16	10<	142	17	83	13<	761	10<	74	11	54	822	1<	68	20	44	122	73,2		
5 48-50	62,88	21,38	0,377	6,56	3,25	2,42	32,42	1,21	1,35	0,084	0,15	14<	185	11	65	12<	767	12<	56	7<	39	1067	1<	48	20	32	97	69,4	23,9	0,80
5 52-54	62,92	20,30	0,369	6,37	3,17	2,34	32,72	1,19	1,30	0,080	0,16	10<	125	12	61	11<	787	12<	50	6<	40	1018	1<	49	20	32	90	68,2		
5 56-58	62,96	25,37	0,474	8,09	4,07	2,55	27,67	1,29	1,66	0,087	0,14	12<	160	13	72	12<	871	11<	60	11	50	849	1<	59	17	40	111	71,6		
5 60-62	63,00	19,92	0,383	6,46	3,09	2,14	33,56	1,18	1,31	0,081	0,16	10<	125	9<	56	11<	956	13<	40	11	40	1059	3<	48	21	31	90	68,6		
5 64-66	63,04	16,76	0,318	5,40	2,74	2,01	36,46	1,19	1,13	0,082	0,16	9<	105	9<	51	5<	966	12<	37	6<	32	1145	1<	39	19	24	72	66,5		
5 68-70	63,08	15,07	0,281	4,96	2,55	1,97	37,98	1,14	1,00	0,080	0,17	8<	99	9<	49	4<	994	11<	40	9<	31	1174	1<	38	25	24	57	65,5		
5 72-74	63,12	12,34	0,215	4,18	2,10	1,80	40,62	1,28	0,86	0,075	0,19	5<	69	7<	49	12<	1063	13<	38	6<	23<	1191	1<	32	27	21	41	63,9		
5 76-78	63,16	12,05	0,206	4,12	2,09	1,80	40,85	1,26	0,83	0,073	0,19	9<	48	9<	48	13<	1134	13<	40	4<	24<	1180	1<	33	27	22	36	63,8		
5 80-82	63,20	12,76	0,220	4,31	2,30	1,90	40,44	1,22	0,90	0,081	0,16	14<	67	9<	60	18<	1202	12<	44	5<	27<	1203	1<	36	28	23	42	64,6		
5 84-86	63,24	12,74	0,226	4,23	2,06	1,94	40,56	1,12	0,88	0,080	0,16	12<	61	10<	54	17<	1269	13<	40	3<	25<	1218	1<	35	27	21	48	64,3		
5 88-90	63,28	12,64	0,224	4,18	2,17	1,95	40,63	1,06	0,86	0,079	0,15	15<	62	7<	49	14<	1300	13<	41	6<	27<	1258	1<	37	25	24	47	64,2		
5 92-94	63,32	12,28	0,220	3,98	2,11	1,87	40,95	1,04	0,82	0,083	0,15	9<	63	8<	50	9<	1263	13<	36	7<	22<	1239	1<	35	24	19	48	63,8		
5 96-98	63,36	12,28	0,220	3,92	2,01	1,86	41,00	1,11	0,83	0,085	0,18	12<	61	8<	43	9<	1159	13<	32	4<	24<	1226	1<	33	20	17	48	63,8		
5 100-102	63,40	12,63	0,224	3,95	2,09	1,86	40,91	1,16	0,86	0,084	0,17	10<	7<	7<	43	10<	1058	13<	32	8<	24<	1184	1<	33	26	18	51	64,2		
5 104-106	63,44	13,60	0,241	4,19	2,17	1,97	40,18	1,08	0,86	0,086	0,17	17<	93	8<	44	6<	1097	12<	35	9<	28<	1204	1<	37	21	22	57	64,8		
5 108-110	63,48	12,77	0,228	4,00	2,05	1,91	40,68	1,11	0,84	0,078	0,18	10<	70	8<	42	6<	1106	14<	33	7<	24<	1250	1<	36	23	18	55	64,1		
5 112-114	63,52	12,29	0,221	3,79	1,86	1,83	41,25	1,19	0,83	0,075	0,17	16<	5<	8<	40	9<	945	15<	27	4<	24<	1276	1<	33	22	17	55	63,8		
5 116-118	63,56	12,54	0,222	3,88	1,92	1,85	41,26	1,12	0,83	0,075	0,18	12<	140	6<	45	9<	956	13<	28	5<	22<	1278	1<	34	22	17	52	64,1		
5 120-122	63,60	13,40	0,237	4,17	2,03	1,96	40,46	1,06	0,87	0,083	0,15	10<	165	8<	43	7<	1064	13<	32	4<	25<	1224	1<	36	24	23	57	64,7		
5 124-126	63,64	13,00	0,234	4,11	2,06	1,93	40,43	1,17	0,90	0,086	0,16	12<	66	8<	46	8<	1064	11<	32	8<	23<	1198	1<	37	25	18	56	64,3		
5 128-130	63,68	13,40	0,241	4,18	2,21	1,98	40,03	1,04	0,86	0,083	0,16	9<	69	9<	45	5<	1094	13<	34	5<	24<	1220	1<	38	24	21	52	64,5		
5 132-134	63,72	12,81	0,229	3,96	2,04	1,88	40,74	1,08	0,82	0,080	0,18	13<	132	9<	45	3<	1045	13<	32	5<	22<	1262	1<	36	24	19	54	64,1		
5 136-138	63,76	12,12	0,219	3,74	1,83	1,83	41,30	1,17	0,79	0,075	0,18	8<	71	7<	39	9<	933	12<	29	3<	22<	1264	1<	34	24	17	52	63,5		
5 140-142	63,80	11,84	0,209	3,62	1,66	1,74	41,82	1,22	0,78	0,069	0,19	8<	71	9<	43	6<	843	13<	24	5<	20<	1267	1<	29	22	13<	51	63,4		
5 144-146	63,84	17,84	0,315	5,50	2,71	2,33	35,77	1,20	1,16	0,078	0,16	12<	97	11	64	15<	958	12<	45	4<	32	1097	1<	51	18	26	76	67,3		
5 148-150	63,88	20,43	0,364	6,35	3,13	2,53	32,85	1,16	1,30	0,081	0,14	1<	117	13	74	5<	968	12<	53	9<	36	949	1<	53	20	31	82	68,6		
6 0-2	63,90	15,62	0,297	5,08	2,42	1,86	38,27	1,17	1,06	0,073	0,16	8<	157	11	43	14<	873	13<	35	8<	29<	1330	1<	45	26	23	65	66,3		
6 4-6	63,94	30,27	0,539	9,55	4,75	3,12	23,36	1,19	1,94	0,092	0,13	5<	182	16	92	11<	1015	9<	71	16	60	635	1<	75	19	49	123	75,2		
6 8-10	63,98	20,11	0,357	6,44	3,35	2,66	33,07	1,14	1,32	0,080	0,13	11<	112	12	80	10<	998	10<	63	10	42	908	1<	54	23	36	75	68,9		
6 12-14	64,02	17,95	0,315	5,69	2,86	2,47	35,43	1,20	1,19	0,076	0,17	11<	162	13	80	14<	920	12<	58	7<	34	931	1<	45	23	31	69	67,6		

A3.6.2. 969D-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
6 16-18	64,06	22,09	0,385	6,96	3,61	2,79	31,07	1,25	1,44	0,084	0,15	15<	185	14	92	13<	1006	11<	69	11	45	820	1<	60	20	40	85	70,1		
6 20-22	64,10	22,30	0,382	7,12	3,77	3,03	30,53	1,21	1,46	0,082	0,14	10<	120	17	103	15<	1083	10<	85	12	48	773	1<	62	26	44	76	70,3		
6 24-26	64,14	27,25	0,464	8,32	4,34	3,06	26,03	1,31	1,77	0,088	0,14	8<	216	15	103	32	1081	10<	79	12	52	674	1<	73	20	47	106	73,0		
6 28-30	64,18	22,46	0,383	7,14	3,81	2,96	30,46	1,22	1,44	0,082	0,14	6<	156	15	100	22	1033	12<	83	19	45	780	2<	64	24	46	81	70,4		
6 32-34	64,22	23,26	0,393	7,30	3,86	2,97	29,63	1,27	1,48	0,084	0,14	9<	213	13	107	16<	1046	10<	85	8<	45	737	2<	66	24	45	86	70,6		
6 36-38	64,26	24,20	0,413	7,53	4,12	3,00	28,70	1,27	1,54	0,086	0,13	12<	220	14	109	14<	1088	11<	84	12	47	726	2<	70	28	46	91	71,2		
6 40-42	64,30	26,16	0,455	8,10	4,33	3,05	26,83	1,23	1,68	0,088	0,13	5<	131	15	120	14<	1089	12<	81	14	52	706	3<	74	24	46	102	72,3		
6 44-46	64,34	25,52	0,438	7,86	4,08	2,97	27,86	1,19	1,61	0,087	0,11	8<	129	14	96	15<	1025	10<	76	13	52	730	1<	73	25	44	101	72,0		
6 48-50	64,38	24,29	0,416	7,37	3,87	2,80	29,18	1,21	1,55	0,085	0,14	5<	192	13	88	10<	998	10<	70	12	44	747	1<	69	23	41	101	71,2		
6 52-54	64,42	27,02	0,462	8,14	4,21	2,98	26,43	1,24	1,68	0,087	0,12	9<	144	14	97	14<	936	9<	72	12	50	689	3<	76	21	45	116	72,6		
6 56-58	64,46	28,20	0,486	8,51	4,37	2,97	25,27	1,29	1,79	0,088	0,13	15<	147	14	95	16<	940	9<	73	12	54	701	1<	77	20	44	125	73,4		
6 60-62	64,50	25,61	0,444	7,92	3,93	2,67	27,73	1,22	1,62	0,082	0,12	7<	135	10<	80	10<	887	9<	63	10	48	805	1<	69	20	41	111	71,6		
6 64-66	64,54	23,82	0,415	7,36	3,52	2,51	29,48	1,23	1,49	0,077	0,15	14<	131	13	74	16<	930	12<	53	9<	46	862	1<	61	20	37	109	70,3		
6 68-70	64,58	21,82	0,378	6,69	3,25	2,30	31,96	1,21	1,40	0,075	0,14	10<	127	10<	66	12<	993	11<	46	8<	39	941	1<	58	20	32	94	69,5		
6 72-74	64,62	19,45	0,348	6,03	2,72	2,10	34,49	1,09	1,21	0,070	0,13	10<	117	9<	50	16<	1076	12<	39	8<	38	1000	1<	52	21	29	87	67,9		
6 76-78	64,66	21,90	0,389	6,74	3,28	2,20	31,64	1,19	1,39	0,076	0,14	12<	57	9<	58	10<	1020	9<	42	9<	42	911	1<	59	22	32	103	69,2		
6 80-82	64,70	22,58	0,405	6,98	3,34	2,27	31,52	1,08	1,42	0,076	0,13	7<	133	10<	59	12<	1015	11<	45	9<	43	929	1<	59	20	37	100	70,1		
6 84-86	64,74	21,07	0,390	6,64	3,29	2,05	32,93	1,12	1,33	0,081	0,13	10<	114	11	56	6<	1112	10<	41	10	40	979	2<	59	19	30	98	69,3		
6 88-90	64,78	19,01	0,355	6,00	3,07	1,83	35,13	1,17	1,23	0,084	0,14	15<	112	12	47	7<	1118	13<	32	9<	37	1086	1<	51	23	27	90	68,3		
6 92-94	64,82	20,05	0,377	6,29	2,99	1,87	34,40	1,12	1,29	0,080	0,14	12<	121	9<	49	7<	1161	11<	31	9<	40	1068	1<	51	18	29	96	68,9		
6 96-98	64,86	19,28	0,359	6,11	2,98	1,88	34,70	1,16	1,25	0,080	0,13	15<	114	9<	46	10<	1150	12<	33	8<	39	1066	1<	53	24	29	90	68,2		
6 100-102	64,90	19,40	0,369	6,15	2,89	1,86	34,47	1,09	1,24	0,080	0,14	13<	118	7<	43	6<	1145	12<	33	9<	39	1092	1<	53	23	31	89	68,0		
6 104-106	64,94	19,84	0,379	6,26	2,77	1,86	34,39	1,19	1,30	0,077	0,15	13<	116	8<	48	8<	1176	12<	29	3<	38	1089	1<	52	21	28	95	68,5		
6 108-110	64,98	19,76	0,381	6,28	2,75	1,90	34,26	1,13	1,30	0,075	0,14	7<	145	9<	48	7<	1155	12<	32	8<	38	1092	1<	48	20	31	87	68,3		
6 112-114	65,02	18,69	0,353	5,92	2,69	1,84	35,29	1,15	1,23	0,074	0,15	9<	112	8<	48	7<	1077	11<	30	9<	37	1104	2<	48	26	26	83	67,7		
6 116-118	65,06	17,35	0,333	5,56	2,66	1,76	36,50	1,15	1,14	0,078	0,16	5<	105	12	50	5<	1160	12<	32	8<	32	1123	1<	47	25	26	77	67,0	29,3	0,04
6 120-122	65,10	15,15	0,284	4,96	2,42	1,70	38,42	1,19	1,02	0,079	0,17	11<	73	10<	46	7<	1291	12<	34	6<	31	1146	1<	52	29	26	64	65,7		
6 124-126	65,14	14,01	0,246	4,78	2,67	1,70	39,04	1,19	0,98	0,090	0,21	14<	775	12	53	17<	1657	12<	40	10<	30	1105	1<	73	34	24	51	65,3	31,2	0,01
6 128-130	65,18	13,82	0,238	4,73	2,46	1,70	39,06	1,30	1,00	0,101	0,29	11<	1029	11	56	102	1593	13<	43	8<	27<	1135	1<	100	34	24	53	65,1		
6 132-134	65,22	14,06	0,242	4,73	2,25	1,71	39,07	1,36	1,02	0,094	0,73	12<	1350	31	70	1356	976	12<	99	23	28<	1178	1<	106	33	25	53	65,8	31,0	0,06
6 136-138	65,26	13,81	0,232	4,69	1,97	1,74	39,20	1,40	0,97	0,084	0,34	13<	1557	15	98	102	749	12<	52	6<	32	1236	1<	123	27	36	50	64,9	30,8	0,15
6 140-142	65,30	10,60	0,174	3,63	1,81	1,51	39,93	1,81	0,78	0,251	1,40	20	1634	91	77	178	630	15<	135	12	20<	1222	6	277	35	47	47	62,4	31,3	2,22

A3.6.2. 969D-7H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
6 144-146	65,34	14,02	0,234	4,71	1,81	1,81	39,40	1,35	0,95	0,060	0,34	14<	615	71	62	83	897	14<	112	6<	31	1235	3<	146	25	166	53	65,0	31,0	0,33
6 148-150	65,38	13,17	0,219	4,40	1,66	1,74	40,52	1,27	0,90	0,058	0,26	9<	344	40	60	51	914	14<	75	6<	27<	1276	2<	79	24	71	45	64,5	32,4	0,03
CC 0-2	65,40	13,08	0,220	4,38	1,64	1,78	40,28	1,32	0,92	0,058	0,24	12<	213	33	58	60	946	14<	67	5<	28<	1291	1<	69	19	33	49	64,2		
CC 4-6	65,44	13,14	0,223	4,34	1,64	1,77	40,56	1,21	0,91	0,059	0,21	13<	146	38	58	66	999	12<	76	7<	27<	1337	1<	65	21	31	48	64,4	32,4	0,06
CC 8-10	65,48	14,06	0,234	4,69	1,88	1,77	39,27	1,23	0,98	0,063	0,45	9<	568	58	70	86	902	12<	98	8<	29<	1208	2<	120	25	67	51	65,0		
CC 12-14	65,52	13,27	0,224	4,45	1,72	1,77	40,23	1,36	0,95	0,059	0,30	13<	380	63	59	92	981	14<	103	7<	28<	1281	4<	74	23	45	50	64,7		
CC 16-18	65,56	12,90	0,219	4,29	1,64	1,75	40,61	1,21	0,89	0,059	0,23	8<	190	57	57	74	993	14<	96	7<	24<	1299	2<	59	27	26	50	64,1		

A3.6.3. 969E-6H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
3 0-1	45,90	16,90	0,276	4,82	2,72	2,10	35,69	1,32	0,87	0,037	1,69	15	137	25	70	42	767	8	79	5<	42	1284	5<	83	11	127	62	67,1		
3 3-4	45,93	18,74	0,311	5,39	3,10	2,33	34,08	1,26	0,97	0,041	1,56	20	174	26	75	49	929	29	85	8<	50	1268	3<	70	12	75	74	68,5		
3 6-7	45,96	21,95	0,370	6,22	3,69	2,45	31,24	1,22	1,14	0,046	2,56	26	135	26	80	43	906	10	85	9<	56	1161	3<	67	14	67	94	71,6		
3 9-10	45,99	25,57	0,430	7,23	3,15	2,49	28,58	1,23	1,33	0,050	1,02	10<	144	19	76	37	922	4<	71	11	62	994	4<	72	14	66	113	71,8		
3 12-13	46,02	20,88	0,361	5,84	2,58	2,19	32,86	1,12	1,07	0,051	1,07	7<	110	16	60	31	1046	2<	55	9<	50	1216	4<	58	13	54	96	68,7		
3 15-16	46,05	20,76	0,364	5,83	2,70	2,15	32,99	1,11	1,05	0,058	1,26	11	119	15	56	36	1030	4<	52	8<	52	1223	4<	58	13	54	100	69,0		
3 18-19	46,08	20,44	0,364	5,76	3,31	2,03	32,96	1,08	1,02	0,062	1,77	27	120	17	53	27	1061	3<	48	9<	50	1170	4<	54	14	53	99	69,5		
3 21-22	46,11	20,36	0,367	5,76	2,26	1,99	33,50	1,08	1,02	0,065	0,45	4<	114	14	49	27	1084	2<	39	8<	47	1166	4<	50	14	50	99	67,6		
3 24-25	46,14	20,24	0,365	5,76	2,23	1,95	33,88	1,07	1,00	0,064	0,25	3<	124	15	50	27	991	4<	41	7<	49	1233	4<	52	13	50	100	67,5		
3 27-28	46,17	20,29	0,371	5,79	2,27	1,95	33,85	1,09	1,01	0,065	0,17	2<	116	18	49	29	1061	-1<	42	9<	49	1202	4<	49	13	48	105	67,6		
3 30-31	46,20	20,53	0,379	5,96	2,35	1,94	33,38	1,10	1,07	0,068	0,37	2<	124	11	49	36	1069	4<	38	8<	48	1190	4<	49	15	48	105	67,9		
3 33-34	46,23	20,88	0,380	6,01	2,51	1,96	33,40	1,12	1,09	0,070	0,25	5<	130	8<	50	19	1077	4<	36	9<	49	1175	3<	49	16	45	103	68,4		
3 36-37	46,26	20,06	0,368	5,82	2,52	1,93	33,41	1,10	1,08	0,072	0,51	5<	115	9<	51	15	1108	1<	35	8<	47	1143	6<	47	17	51	94	67,6		
3 39-40	46,29	18,09	0,328	5,27	2,40	1,89	35,18	1,10	0,97	0,078	0,36	4<	103	8<	52	19	1216	0<	41	8<	47	1198	3<	48	18	54	84	66,4		
3 42-43	46,32	16,76	0,294	4,90	2,31	1,87	36,63	1,16	0,91	0,074	0,46	2<	139	15	56	34	1340	1<	52	9<	42	1216	4<	56	21	65	71	66,1		
3 45-46	46,35	18,95	0,313	5,55	2,77	2,09	33,93	1,24	1,07	0,116	0,66	7<	808	30	94	127	1146	3<	77	14	48	1126	5<	92	29	88	76	67,5	26,7	0,25
3 48-49	46,38	16,56	0,274	4,98	5,91	2,19	22,64	2,07	0,93	0,357	2,88	62	1862	127	151	187	457	61	408	12	43	876	20	640	43	174	100	59,7	16,9	10,15
3 51-52	46,41	16,63	0,288	4,92	5,69	2,01	27,85	1,62	0,89	0,160	7,68	57	1203	57	89	88	573	66	195	9<	42	971	17	293	27	68	82	68,5	20,7	4,88
3 54-55	46,44	17,75	0,306	5,25	3,53	2,15	31,74	1,50	0,93	0,058	3,71	23	897	39	84	74	658	23	174	9<	45	1109	11	135	14	63	77	67,7	24,7	2,43
3 57-58	46,47	17,50	0,292	5,15	2,70	2,23	35,08	1,24	0,92	0,042	1,60	17	342	20	80	57	844	11	73	7<	45	1259	7<	60	14	59	63	67,5		
3 60-61	46,50	19,11	0,322	5,54	2,85	2,46	33,55	1,18	1,00	0,039	1,47	17	127	21	84	50	759	12	84	9<	47	1294	4<	60	14	51	69	68,2		
3 63-64	46,53	19,35	0,331	5,44	2,92	2,23	33,77	1,16	0,99	0,042	1,72	16	111	24	68	39	705	12	77	8<	48	1329	3<	54	13	46	81	68,6		
3 66-67	46,56	23,96	0,422	6,98	3,40	2,49	29,28	1,16	1,28	0,046	2,89	19	139	33	74	39	697	7	85	11	55	1112	5<	64	15	55	107	72,6		
3 69-70	46,59	31,26	0,552	9,26	4,33	2,83	22,57	1,24	1,71	0,054	1,68	26	184	36	88	42	596	8	98	13	72	765	4<	83	18	65	136	76,1		
3 72-73	46,62	28,48	0,506	8,32	3,77	2,66	25,33	1,23	1,54	0,054	1,63	37	163	43	79	43	620	5<	102	12	66	866	3<	78	17	64	131	74,2		
3 75-76	46,65	24,63	0,453	7,25	2,73	2,30	29,35	1,18	1,34	0,057	0,50	6<	142	36	64	39	705	1<	84	9<	58	1047	4<	69	16	55	119	70,5		
3 78-79	46,68	25,81	0,490	7,74	2,90	2,30	28,30	1,17	1,41	0,055	0,31	4<	159	40	65	35	674	2<	89	12	64	997	2<	71	16	56	130	71,1		
3 81-82	46,71	23,45	0,443	7,05	2,75	2,27	30,18	1,17	1,31	0,058	0,52	4<	150	58	64	55	728	2<	112	12	57	1111	2<	68	16	63	111	69,9		
3 84-85	46,74	17,93	0,330	5,26	2,22	2,07	35,41	1,13	0,95	0,062	0,31	3<	108	57	53	104	767	1<	101	9<	44	1269	3<	53	15	45	76	66,4		
3 87-88	46,77	16,03	0,289	4,71	2,09	2,02	36,95	1,16	0,86	0,060	0,33	2<	92	34	56	63	1053	2<	75	8<	42	1333	4<	44	15	48	64	65,2		
3 90-91	46,80	13,85	0,236	4,04	1,86	1,90	39,01	1,11	0,74	0,056	0,31	2<	81	27	53	66	1278	1<	68	7<	37	1358	3<	41	15	44	49	63,8		
3 93-94	46,83	12,75	0,209	3,67	1,74	1,82	40,23	1,09	0,65	0,056	0,29	3<	69	13	50	30	1417	2<	52	3<	33	1351	3<	43	14	40	43	63,2		

A3.6.3. 969E-6H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	Σ	CO_2	TOC
3 96-97	46,86	13,22	0,219	3,83	1,80	1,88	39,89	1,09	0,69	0,055	0,20	2<	71	14	52	42	1464	3<	53	4<	36	1383	4<	43	14	40	45	63,6		
3 99-100	46,89	14,70	0,255	4,17	1,94	1,93	38,81	1,03	0,74	0,061	0,11	1<	80	10<	56	38	1464	2<	49	7<	41	1363	1<	46	13	40	57	64,5		
3 102-103	46,92	15,11	0,268	4,25	1,92	1,85	38,49	1,01	0,77	0,061	0,22	2<	82	8<	52	26	1363	3<	43	5<	36	1338	4<	42	13	37	64	64,7		
3 105-106	46,95	16,48	0,285	4,65	2,01	1,85	37,36	1,04	0,84	0,057	0,23	3<	99	28	49	158	1270	2<	72	10<	39	1253	3<	47	12	59	74	65,6		
3 108-109	46,98	17,45	0,303	4,91	2,04	1,82	36,42	1,05	0,90	0,058	0,25	2<	102	11	45	40	1255	4<	47	4<	43	1172	3<	48	12	38	84	65,9		
3 111-112	47,01	17,43	0,317	4,95	2,11	1,80	36,54	1,02	0,89	0,059	0,07	1<	110	8<	46	29	1193	2<	36	6<	45	1216	2<	49	13	41	86	65,9		
3 114-115	47,04	19,10	0,354	5,41	2,28	1,86	34,96	1,06	1,01	0,063	0,16	3<	121	11	49	73	1030	1<	45	8<	45	1185	2<	51	13	53	93	67,0		
3 117-118	47,07	20,65	0,383	5,94	2,49	1,95	33,36	1,07	1,11	0,068	0,24	2<	134	12	50	49	968	4<	49	8<	50	1143	2<	58	14	45	102	68,0		
3 120-121	47,10	20,80	0,395	6,05	2,53	1,99	33,15	1,09	1,14	0,074	0,25	2<	129	11	50	43	945	3<	42	8<	49	1157	2<	56	14	47	100	68,2		
3 123-124	47,13	19,36	0,370	5,67	2,41	1,84	34,30	1,05	1,07	0,072	0,27	3<	127	9<	46	40	914	1<	34	6<	47	1206	3<	52	14	45	92	67,1		
3 126-127	47,16	18,41	0,355	5,32	2,33	1,78	35,36	1,06	0,99	0,076	0,24	2<	118	8<	45	22	914	3<	30	6<	45	1228	1<	50	15	43	89	66,6		
3 129-130	47,19	15,03	0,290	4,43	2,04	1,67	38,47	1,05	0,79	0,073	0,11	2<	93	8<	44	16	1046	1<	33	3<	40	1329	2<	39	13	38	65	64,7		
3 132-133	47,22	12,03	0,212	3,54	1,71	1,57	41,16	1,02	0,62	0,065	0,27	2<	63	8<	46	20	1200	2<	33	3<	32	1312	1<	39	14	39	47	62,9		
3 135-136	47,25	10,42	0,174	2,98	1,49	1,43	42,93	1,06	0,50	0,056	0,11	2<	75	6<	36	21	1332	1<	31	4<	31	1232	1<	32	13	41	39	61,9		
3 138-139	47,28	10,58	0,172	3,05	1,53	1,41	42,90	1,04	0,51	0,046	0,13	2<	276	8<	37	31	1588	1<	31	5<	28	1118	2<	33	16	42	41	62,1		
3 141-142	47,31	12,25	0,201	3,57	1,75	1,61	40,80	1,15	0,63	0,046	0,22	1<	702	9<	46	40	1379	1<	41	5<	35	1065	0<	36	14	36	47	63,0		
3 144-145	47,34	13,46	0,220	3,96	1,95	1,74	39,26	1,16	0,72	0,049	0,32	2<	800	8<	55	36	1200	1<	49	5<	34	1087	4<	40	15	51	50	63,6		
3 147-148	47,37	14,11	0,231	4,12	2,08	1,82	38,65	1,16	0,75	0,045	0,24	2<	613	10<	59	21	976	3<	51	3<	38	1202	3<	44	13	45	52	63,9		
4 0-1	47,40	15,03	0,259	4,27	2,01	1,88	38,43	1,04	0,76	0,045	0,12	1<	237	10<	56	25	836	2<	52	6<	37	1382	1<	43	13	36	60	64,6		
4 3-4	47,43	15,32	0,267	4,35	2,03	1,86	38,20	1,05	0,80	0,045	0,26	2<	242	10	58	24	821	1<	46	7<	38	1361	2<	40	14	51	64	64,9		
4 6-7	47,46	17,46	0,309	4,84	2,22	1,86	36,40	0,98	0,89	0,049	0,17	2<	107	12	51	25	751	2<	38	8<	45	1379	1<	42	12	51	79	65,9		
4 9-10	47,49	17,82	0,322	4,96	2,23	1,81	36,16	0,97	0,91	0,051	0,18	2<	113	9<	47	14	790	4<	35	4<	45	1344	1<	44	12	51	83	66,1		
4 12-13	47,52	18,94	0,351	5,39	2,29	1,80	35,58	1,02	0,96	0,053	0,08	2<	121	11	45	51	767	2<	38	13	48	1282	2<	43	13	49	92	67,2		
4 15-16	47,55	20,59	0,388	6,00	2,56	1,86	33,45	1,06	1,10	0,057	0,30	3<	135	11	47	21	689	2<	45	7<	49	1202	3<	52	15	67	99	68,0		
4 18-19	47,58	20,88	0,395	6,13	2,58	1,89	33,13	1,03	1,12	0,056	0,15	2<	132	11	52	20	705	3<	45	7<	50	1198	2<	47	14	49	98	68,0		
4 21-22	47,61	20,52	0,395	6,07	2,62	1,90	33,11	1,06	1,12	0,056	0,24	2<	134	10	52	37	713	1<	40	11	51	1236	3<	47	14	58	98	67,7		
4 24-25	47,64	19,40	0,368	5,65	2,41	1,82	34,61	1,09	1,05	0,057	0,26	2<	134	10<	49	23	728	3<	35	7<	46	1264	1<	46	14	65	92	67,4		
4 27-28	47,67	17,59	0,333	5,14	2,28	1,78	35,99	1,05	0,95	0,059	0,20	3<	125	8<	47	23	852	0<	37	7<	43	1372	1<	41	14	65	77	66,1		
4 30-31	47,70	13,13	0,239	3,78	1,81	1,57	40,43	1,00	0,67	0,057	0,14	2<	88	9<	41	20	1069	2<	33	4<	35	1522	2<	29<	13	62	53	63,5		
4 33-34	47,73	10,15	0,172	2,90	1,44	1,42	43,42	0,98	0,48	0,053	0,08	1<	58	6<	35	12	1394	3<	30	1<	31	1634	1<	26<	13	58	36	61,9		
4 36-37	47,76	10,43	0,177	2,99	1,50	1,48	42,97	0,97	0,50	0,052	0,16	2<	62	6<	37	22	1448	3<	33	1<	29	1553	2<	27<	13	58	34	62,0		
4 39-40	47,79	9,74	0,163	2,77	1,38	1,40	43,62	0,98	0,46	0,051	0,16	2<	77	6<	33	27	1293	2<	30	3<	29	1554	1<	26<	11	68	32	61,5		

A3.6.3. 969E-6H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
4 42-43	47,82	10,48	0,180	2,92	1,46	1,44	42,93	0,94	0,51	0,057	0,23	2<	85	7<	39	12	1123	1<	30	1<	28	1538	2<	22<	12	57	38	61,9		
4 45-46	47,85	11,40	0,199	3,17	1,56	1,50	42,28	0,97	0,57	0,053	0,22	2<	84	7<	37	13	1077	2<	30	3<	32	1529	2<	27<	10	52	43	62,6		
4 48-49	47,88	13,27	0,240	3,74	1,75	1,61	40,89	0,96	0,67	0,058	0,14	2<	96	7<	42	16	1015	1<	31	3<	36	1512	1<	27<	11	53	53	64,0		
4 51-52	47,91	14,62	0,270	4,14	1,88	1,66	39,13	0,95	0,76	0,062	0,25	2<	87	6<	41	28	991	2<	30	6<	37	1430	3<	31	12	66	62	64,4		
4 54-55	47,94	14,62	0,274	4,13	1,90	1,67	39,36	0,97	0,75	0,064	0,16	2<	102	6<	43	20	968	1<	28	6<	39	1361	1<	32	12	65	63	64,6		
4 57-58	47,97	14,00	0,267	3,97	1,87	1,68	39,61	1,01	0,73	0,065	0,28	2<	90	9<	41	18	991	1<	29	5<	36	1346	1<	28<	12	70	60	64,2		
4 60-61	48,00	14,06	0,260	4,03	1,91	1,74	39,48	1,04	0,75	0,074	0,25	2<	83	9<	45	17	1022	1<	34	2<	36	1368	2<	33	13	64	57	64,3		
4 63-64	48,03	12,32	0,208	3,57	1,84	1,77	41,14	1,11	0,64	0,068	0,25	1<	83	8<	49	21	1046	3<	41	4<	34	1358	2<	34	15	83	44	63,6		
4 66-67	48,06	11,54	0,189	3,30	1,73	1,68	41,60	1,05	0,59	0,066	0,30	2<	94	7<	45	21	1255	1<	40	3<	31	1365	0<	33	15	77	40	62,8		
4 69-70	48,09	11,94	0,191	3,43	1,83	1,73	41,44	1,09	0,62	0,060	0,22	3<	356	9<	48	19	1425	1<	44	2<	33	1240	2<	37	16	89	42	63,3		
4 72-73	48,12	12,46	0,199	3,58	1,92	1,80	40,68	1,11	0,66	0,054	0,32	2<	406	7<	53	19	1410	2<	45	7<	33	1221	3<	39	15	94	43	63,5		
4 75-76	48,15	10,72	0,173	2,96	1,48	1,57	42,39	1,23	0,55	0,050	0,36	1<	401	6<	45	32	1038	2<	36	40	29	1226	3<	31	13	102	40	62,2		
4 78-79	48,18	13,75	0,233	3,87	1,86	1,84	39,76	1,10	0,69	0,046	0,27	3<	190	9<	56	29	976	4<	46	15	35	1342	1<	44	12	134	55	64,1		
4 81-82	48,21	15,90	0,280	4,53	2,06	2,00	37,66	1,02	0,83	0,044	0,30	2<	127	10<	58	23	929	1<	48	11	39	1324	3<	46	13	116	68	65,3		
4 84-85	48,24	16,51	0,291	4,65	2,04	1,93	37,50	1,00	0,88	0,045	0,32	2<	112	11	52	20	937	4<	45	10	39	1278	1<	48	14	115	73	65,9		
4 87-88	48,27	16,97	0,302	4,79	2,12	1,93	36,95	1,01	0,89	0,045	0,27	2<	114	10	50	14	976	2<	41	6<	44	1290	3<	46	14	112	82	66,0		
4 90-91	48,30	17,41	0,309	4,93	2,13	1,91	36,50	1,05	0,94	0,048	0,29	2<	134	8<	51	15	960	2<	38	5<	43	1248	3<	45	15	89	84	66,2		
4 93-94	48,33	18,08	0,324	5,11	2,18	1,90	36,11	1,07	0,96	0,050	0,36	3<	116	10<	56	21	991	1<	46	6<	43	1250	1<	46	15	129	87	66,8		
4 96-97	48,36	18,72	0,337	5,40	2,23	1,94	35,23	1,07	1,01	0,055	0,36	3<	139	9<	52	23	984	2<	46	5<	45	1212	3<	53	15	118	88	67,1		
4 99-100	48,39	18,54	0,340	5,36	2,21	1,96	35,56	1,06	0,98	0,054	0,17	2<	123	11	53	18	1038	3<	55	7<	45	1229	3<	54	15	107	85	67,0		
4 102-103	48,42	17,71	0,325	5,14	2,16	1,90	36,25	1,05	0,96	0,054	0,31	4<	136	30	51	324	1069	3<	100	9<	44	1269	2<	50	15	141	80	66,6		
4 105-106	48,45	17,80	0,329	5,17	2,12	1,90	36,10	1,04	0,97	0,055	0,49	2<	128	14	52	67	1061	2<	60	8<	43	1261	3<	44	14	157	81	66,7		
4 108-109	48,48	18,24	0,340	5,31	2,22	1,93	35,78	1,04	0,98	0,060	0,33	3<	127	12	51	54	1069	1<	56	9<	46	1272	2<	52	15	174	82	67,0		
4 111-112	48,51	16,21	0,301	4,68	1,97	1,76	37,68	1,10	0,86	0,061	0,51	3<	128	13	47	62	1084	4<	48	7<	39	1321	4<	44	14	243	72	65,9		
4 114-115	48,54	16,04	0,302	4,66	2,01	1,83	37,77	1,03	0,83	0,065	0,34	3<	113	20	49	60	1162	3<	56	8<	43	1388	1<	46	15	307	72	65,6		
4 117-118	48,57	16,97	0,322	4,98	2,26	2,02	36,58	1,12	0,89	0,068	0,38	3<	110	26	61	63	1239	4<	76	8<	41	1334	4<	55	16	351	69	66,4		
4 120-121	48,60	17,12	0,319	5,06	2,31	2,01	36,16	1,17	0,92	0,071	0,42	4<	106	18	61	40	1216	2<	63	6<	40	1301	6<	57	17	415	69	66,3		
4 123-124	48,63	15,67	0,292	4,66	2,32	1,84	37,44	1,16	0,84	0,072	0,32	5<	199	20	58	44	1084	6	60	9<	44	1285	4<	68	18	464	65	65,4		
4 126-127	48,66	18,89	0,325	5,63	2,79	2,09	34,03	1,22	1,07	0,107	0,48	4<	1272	19	99	44	984	4<	70	8<	50	1144	3<	122	23	400	74	67,5	26,7	0,18
4 128-129	48,68	21,20	0,359	6,39	3,20	2,29	31,20	1,36	1,23	1.205>	0,81	4<	1808	26	188	64	666	5	90	7<	55	1121	18	220	56	320	80	70,1	23,3	0,38
4 131-132	48,71	18,84	0,312	5,88	6,05	2,42	10,37	2,38	1,07	0,288	5,03	62	2953	139	158	239	333	114	355	13	49	465	22	1423>	32	1611	95	53,8	7,0	19,24
4 135-136	48,75	10,38	0,166	2,96	5,00	1,51	37,41	1,55	0,49	0,149	5,31	75	972	64	58	85	449	45	182	5<	32	1187	18	173	20	282	40	65,7	28,0	2,13

A3.6.3. 969E-6H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
4 138-139	48,78	13,84	0,238	4,11	2,23	1,83	39,00	1,16	0,67	0,036	1,50	16	133	30	60	54	635	17	86	5<	35	1574	7<	64	12	256	46	65,3	30,6	0,32
4 141-142	48,81	12,61	0,215	3,66	1,85	1,70	40,35	1,23	0,61	0,039	0,95	9<	140	23	57	44	759	7	71	7<	37	1652	6<	48	11	257	42	64,0		
4 144-145	48,84	12,57	0,220	3,61	1,93	1,69	40,50	1,16	0,61	0,041	1,46	11	96	16	51	39	821	4<	62	5<	32	1766	6<	47	11	272	44	64,5		
4 147-148	48,87	13,70	0,249	3,90	2,08	1,72	39,44	1,10	0,66	0,046	1,56	14	82	16	49	34	844	3<	56	5<	36	1861	4<	44	12	146	53	65,2		
4 150-151	48,90	14,84	0,272	4,27	2,23	1,85	38,36	1,10	0,75	0,053	1,77	14	93	19	52	40	1022	5	60	6<	37	1808	8<	49	13	130	57	66,3		
5 0-1	48,91	14,96	0,277	4,31	2,42	1,84	37,95	1,08	0,74	0,055	1,89	20	100	18	53	38	1108	4<	62	7<	39	1853	7<	47	14	81	61	66,3		
5 3-4	48,93	14,46	0,273	4,19	2,41	1,81	38,20	1,09	0,73	0,054	2,24	20	92	20	53	33	1200	6	64	6<	40	1772	6<	45	13	158	57	66,2		
5 6-7	48,96	13,99	0,255	3,99	2,17	1,80	39,10	1,08	0,68	0,055	1,13	15	90	17	51	37	1309	4<	58	5<	40	1822	5<	41	12	86	57	65,1		
5 9-10	48,99	13,80	0,250	3,91	2,21	1,83	39,09	1,07	0,67	0,059	1,16	12	87	16	55	25	1340	4<	60	6<	35	1688	5<	41	13	49	53	64,8		
5 12-13	49,02	13,90	0,247	3,99	2,27	1,89	38,91	1,07	0,70	0,063	1,84	14	91	23	55	40	1371	3<	75	6<	35	1618	6<	41	13	45	51	65,7		
5 15-16	49,05	13,25	0,228	3,84	1,60	1,81	40,10	1,09	0,63	0,060	0,12	2<	71	22	50	43	1324	1<	58	5<	38	1524	4<	39	12	39	46	63,5		
5 18-19	49,08	12,51	0,216	3,61	1,55	1,73	40,54	1,07	0,63	0,058	0,28	2<	73	24	49	50	1495	1<	59	5<	34	1614	5<	38	14	42	43	63,0		
5 21-22	49,11	12,53	0,223	3,56	1,52	1,69	40,75	1,01	0,61	0,057	0,12	2<	73	13	48	41	1611	1<	49	4<	33	1613	6<	36	13	44	45	62,9		
5 24-25	49,14	13,64	0,250	3,92	1,65	1,72	40,32	0,99	0,66	0,059	0,10	3<	83	10	50	145	1495	1<	45	6<	36	1425	4<	36	12	48	53	64,1		
5 27-28	49,17	14,23	0,259	4,03	1,67	1,68	39,64	0,97	0,71	0,062	0,15	2<	88	6<	48	12	1386	1<	32	5<	36	1416	4<	38	12	38	59	64,2		
5 30-31	49,20	14,35	0,262	4,04	1,65	1,64	39,40	1,03	0,72	0,062	0,22	2<	92	7<	44	14	1371	1<	29	5<	37	1408	2<	37	14	42	60	64,1		
5 33-34	49,23	15,77	0,293	4,54	1,83	1,71	37,82	1,04	0,83	0,068	0,24	2<	100	6<	43	18	1332	2<	27	5<	40	1398	4<	41	14	46	68	64,9		
5 36-37	49,26	16,38	0,306	4,79	1,93	1,77	37,31	1,00	0,86	0,069	0,15	2<	97	5<	47	17	1286	1<	32	6<	42	1401	4<	44	15	53	70	65,3		
5 39-40	49,29	16,85	0,314	4,91	2,12	1,75	36,80	1,10	0,90	0,077	0,53	5<	98	7<	51	13	1069	2<	31	8<	42	1377	4<	50	17	48	76	66,1		
5 42-43	49,32	16,56	0,301	4,86	2,14	1,77	36,89	1,12	0,89	0,075	0,31	1<	152	6<	62	15	1015	2<	35	7<	42	1364	5<	67	20	45	73	65,6	29,2	0,28
5 45-46	49,35	17,69	0,315	5,30	2,46	1,83	35,60	1,17	1,00	0,185	0,44	1<	631	11	86	60	1038	4<	44	10	43	1260	4<	109	37	71	75	66,8	28,0	0,16
5 48-54	49,41	13,35	0,232	4,01	6,36	1,73	26,52	1,83	0,75	0,133	9,47	68	1568	88	121	152	387	108	415	8<	35	987	15	703	20	117	71	65,3	19,4	9,87
5 55-56	49,45	13,51	0,221	3,89	4,41	1,83	36,77	1,39	0,67	0,040	7,06	45	452	22	73	60	604	15	94	5<	37	1265	5<	94	10	59	45	70,5	28,5	1,01
5 57-58	49,47	14,48	0,243	4,21	2,23	1,96	38,46	1,20	0,72	0,042	1,04	10	138	18	69	58	736	4<	70	6<	40	1529	2<	67	12	54	50	65,3	30,2	0,30
5 60-61	49,50	15,42	0,267	4,43	2,48	2,08	37,34	1,11	0,77	0,050	2,06	14	94	15	68	49	790	2<	61	5<	39	1673	4<	61	13	45	55	66,7		
5 63-64	49,53	14,84	0,263	4,19	2,42	1,95	38,32	1,05	0,69	0,053	0,94	10	87	18	63	42	836	2<	61	5<	38	1622	4<	50	13	44	55	65,4		
5 66-67	49,56	15,39	0,276	4,31	2,30	1,89	37,89	1,07	0,74	0,059	1,20	15	100	17	58	32	875	8	56	6<	42	1449	2<	49	13	42	64	65,8		
5 69-70	49,59	15,96	0,290	4,47	2,31	1,87	37,37	1,09	0,81	0,062	2,17	13	91	16	52	29	976	5<	59	5<	39	1490	5<	48	13	44	66	67,1		
5 72-73	49,62	14,99	0,279	4,14	10,53	1,67	33,00	0,95	0,76	0,060	16,65	68	102	26	46	36	999	40	106	6<	38	1259	5<	45	12	50	73	83,7		
5 75-76	49,65	16,88	0,314	4,86	1,70	1,87	36,81	1,03	0,87	0,067	0,33	2<	108	23	54	31	1123	4<	60	6<	41	1351	5<	48	13	48	72	65,4		
5 78-79	49,68	15,57	0,286	4,40	1,56	1,75	37,87	1,05	0,80	0,065	0,30	2<	98	24	48	32	1208	1<	54	6<	39	1399	6<	43	12	42	66	64,4		
5 81-82	49,71	15,48	0,290	4,42	1,59	1,73	38,45	1,05	0,77	0,063	0,20	3<	96	28	46	29	1247	5<	60	6<	41	1409	5<	45	11	49	70	64,8		

A3.6.3. 969E-6H

Sec. Int.	Teufe	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
5 84-85	49,74	15,79	0,295	4,54	1,69	1,82	38,12	1,03	0,79	0,066	0,18	1<	101	27	48	32	1270	3<	63	6<	41	1455	4<	45	13	50	67	65,1		
5 87-88	49,77	15,15	0,284	4,35	1,66	1,83	38,45	1,02	0,76	0,070	0,17	2<	100	9<	49	62	1371	1<	41	5<	38	1670	4<	44	13	44	61	64,5		
5 90-91	49,80	14,87	0,277	4,31	1,76	1,88	38,27	1,06	0,77	0,074	0,28	2<	96	10<	68	166	1317	3<	48	8<	38	1698	4<	43	14	68	58	64,3		
5 93-94	49,83	14,04	0,256	4,05	1,70	1,77	39,06	1,03	0,73	0,076	0,23	1<	83	6<	49	22	1317	2<	39	6<	38	1618	5<	40	14	41	53	63,7		
5 96-97	49,86	13,32	0,237	3,78	1,63	1,73	40,03	1,06	0,68	0,076	0,22	1<	78	7<	49	22	1417	2<	36	6<	35	1581	4<	37	15	46	49	63,5		
5 99-100	49,89	13,21	0,230	3,78	1,67	1,73	39,90	1,01	0,68	0,084	0,24	2<	119	8<	46	33	1642	1<	37	14	34	1307	5<	34	16	46	51	63,3		
5 102-103	49,92	11,80	0,194	3,30	1,57	1,67	41,41	1,03	0,59	0,073	0,24	2<	526	8<	48	25	1890	3<	36	7<	35	1164	4<	33	15	39	44	62,7		
5 105-106	49,95	11,45	0,186	3,15	1,91	1,60	41,67	1,06	0,55	0,067	1,14	3<	441	9<	46	18	1588	6	39	5<	33	1256	3<	33	13	48	44	63,6		
5 108-109	49,98	12,15	0,200	3,43	1,59	1,76	41,02	1,06	0,61	0,057	0,27	1<	231	8<	51	23	1642	4<	43	3<	35	1605	3<	32	12	50	43	62,9		
5 111-112	50,01	12,83	0,216	3,58	1,69	1,79	40,50	1,07	0,64	0,055	0,49	2<	147	9<	54	33	1433	3<	48	4<	35	1711	2<	33	12	116	44	63,7		
5 114-115	50,04	14,43	0,252	3,96	1,68	1,88	39,18	1,05	0,71	0,059	0,35	1<	93	10	56	29	1224	1<	46	5<	34	1621	5<	36	13	52	54	64,3		
5 117-118	50,07	16,42	0,294	4,60	1,88	1,97	37,30	1,00	0,81	0,064	0,19	2<	146	9<	57	47	1247	4<	50	8<	40	1523	5<	47	15	133	70	65,3		
5 120-121	50,10	19,24	0,356	5,54	2,14	2,14	34,52	1,05	0,99	0,065	0,33	2<	116	12	64	34	1084	3<	54	7<	46	1471	5<	49	14	52	83	67,1		
5 123-124	50,13	19,89	0,376	5,87	2,30	2,10	33,87	1,07	1,04	0,067	0,24	2<	120	19	62	49	1077	2<	59	9<	52	1456	2<	55	16	46	90	67,6		
5 126-127	50,16	20,10	0,374	5,87	2,74	2,07	33,48	1,10	1,05	0,070	1,24	4<	126	18	61	64	1007	6	64	7<	48	1369	5<	61	18	57	91	68,8		
5 129-130	50,19	21,59	0,396	6,39	2,65	2,21	32,12	1,16	1,19	0,091	0,83	2<	126	22	75	52	906	5	75	10<	54	1202	4<	66	22	71	95	69,3		
5 133-134	50,23	19,89	0,371	5,83	9,07	1,98	29,53	1,06	1,09	0,069	12,63	18	216	19	75	59	767	81	87	8<	53	1162	3<	76	20	102	92	82,2		
5 135-136	50,25	25,33	0,447	7,71	5,89	2,64	23,39	1,45	1,46	0,073	5,44	23	1326	35	211	180	496	33	166	12	60	864	8<	222	20	211	105	74,6	18,3	2,62
5 138-139	50,28	15,29	0,260	4,57	8,90	2,14	23,15	1,89	0,83	0,107	7,42	87	2422	101	127	132	434	92	321	9<	42	875	14	567	20	210	84	65,5	16,0	7,88
5 141-142	50,31	17,07	0,297	4,98	4,64	2,07	30,89	1,57	0,90	0,148	7,10	42	1176	34	97	85	465	19	151	8<	44	1030	16	206	25	66	74	70,4	23,3	2,87
5 144-145	50,34	19,75	0,336	5,65	4,45	2,36	32,19	1,18	0,98	0,042	4,22	36	250	28	95	59	744	21	108	9<	46	1158	7<	75	15	58	73	71,8		
5 147-148	50,37	20,85	0,364	5,96	3,80	2,43	31,76	1,19	1,01	0,048	1,71	15	168	21	93	49	782	16	92	8<	52	1247	7<	70	16	86	83	69,8		

A3.7.1. Verschiedene Proben

Bezeichn.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	(SO_3)	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sr	U	V	Y	Zn	Zr	∑	CO_2	TOC
nonmar MPl	36,22	0,509	9,86	5,47	4,46	18,95	1,26	0,98	0,080	1,21	2<	245	19	138	44	714	8<	59	10<	28<	612	1<	269	15	72	26	79,2		
nonmar UPl	37,96	0,511	9,85	5,85	3,87	18,08	1,29	0,99	0,078	0.01<	1<	176	21	135	38	983	8<	57	9<	28<	568	1<	165	16	72	20<	78,7		
Paleosoil	36,66	0,642	8,19	4,58	2,52	20,42	0,93	1,22	0,123	0,09	1<	373	13	275	1<	306	5<	135	14	47	446	1<	75	19	44	140	75,6		
sm-r-clay	56,56	0,502	12,09	5,21	3,61	4,37	0,63	1,61	0,299	0.01<	1<	4238	38	117	250	477	8<	151	25	66	644	1<	171	34	153	92	85,5		
Limestone	7,08	0,075	1.78<	1,06	17,30	29,83	0.13<	0,36	0,115	0,09	1<	57	7<	29	1<	181	6<	17	5<	6<	260	2<	44	8<	4<	1<	57,9		
Eracl. Min. B.	21,42	0,308	5,61	2,53	1,16	35,06	0,38	1,00	0,138	0,16	7<	237	12	32	21	1123	1<	23	26	51	1146	2<	54	14	58	76	68,1		
Salzton Siz.	21,76	0,379	7,60	2,96	10,30	13,74	1,18	1,75	0,104	20,65	5<	147	8<	53	12	410	1<	23	4<	79	2218	1<	72	11	45	51	80,7		
Lat.Boden<63	52,67	0,737	12,96	5,04	1,04	8,00	0.28<	2,32	0,078	0,02	19	278	12	70	10	318	1<	29	28	131	75	3<	100	32	54	530	83,3	5,8	1,69

Probenbeschreibung/Herkunft:

nonmar MPl:	nichtmarine Ablagerung aus dem mittleren Pliozän/ Zypern
nonmar UPl:	nichtmarine Ablagerung aus dem oberen Pliozän/ Zypern
Paleosoil:	Paläoboden/ Zypern
sm-r-clay:	smektitreicher Ton/ Zypern
Limestone:	Kalkstein/ Zypern
Eracl. Min. B.:	Eraclea-Minoa/ Strand/ Sizilien
Salzton Siz.:	Salzton/ Sizilien
Lat.Boden<63:	lateritischer Boden, Fraktion < 63 µm/Ibiza

A3.8.1. Ergebnisse der Auslaugungsexperimente

RFA-Daten																							
Probe	**Lösung**	**SiO_2**	**TiO_2**	**Al_2O_3**	**Fe_2O_3**	**MgO**	**CaO**	**Na_2O**	**K_2O**	**P_2O_5**	**(SO_3)**	**Ba**	**Cr**	**Cu**	**MnO**	**Ni**	**Pb**	**Rb**	**Sr**	**V**	**Y**	**Zn**	**Zr**	**∑**
		32,46	0,459	8,38	3,80	3,59	23,38	1,37	1,65	0,094	0,74	237	198	27	0,098	118	11	58	662	87	17	54	93,0	76,2
964C-9H	H_2O	32,47	0,462	8,40	3,87	3,57	23,84	0,75	1,57	0,093	0,69	255	197	27	0,130	124	10<	80	693	93	18	67	91,0	76,0
01 108-110	1N HAc	53,28	0,760	13,95	6,36	5,46	3,61	1,04	2,53	0,149	1,00	396	330	42	0,062	196	15	126	126	151	22	106	152,0	88,4
	3N HCl	59,93	0,833	12,26	2,52	1,55	2,54	1,14	2,56	0,028	1,00	296	243	10	0,024	38	5	116	118	103	13	31	154,0	84,5
		18,87	0,327	6,46	2,42	1,70	35,13	1,08	1,28	0,077	0,26	114	45	27	0,303	26	9	42	1181	73	20	37	70,0	68,0
964C-9H	H_2O	19,06	0,330	6,34	2,43	1,63	35,44	0,37	1,14	0,075	0,19	121	47	23	0,296	28	11	59	1206	72	19	46	64,0	67,5
01 128-130	1N HAc	43,42	0,757	14,89	5,55	3,17	10,53	0,51	2,63	0,157	0,14	254	115	40	0,094	68	19	124	354	166	22	94	150,1	82,0
	3N HCl	50,03	0,856	13,95	2,72	1,47	4,58	0,60	2,48	0,035	0,11	260	91	2	0,046	13	8	108	195	112	12	36	152,0	77,0
		13,10	0,222	4,51	1,73	1,45	40,51	0,98	0,91	0,060	0,20	87	34	23	0,285	18	10	23	1625	45	24	21	41,0	64,1
	H_2O	13,33	0,220	4,29	1,75	1,36	41,07	0,25	0,76	0,057	0,02	87	37	39	0,281	20	10<	54	1719	45	13	32	35,0	63,6
964C-9H	0.5N HCl	30,70	0,515	10,44	4,06	2,61	21,98	0,36	1,85	0,127	0,04	180	89	62	0,146	56	20	100	965	107	29	71	89,0	73,0
	0.1N EDTA	47,89	0,804	17,17	6,43	3,70	1,10	2,66	2,95	0,070		271	146	63	0,036	90	11	161	98	164	13	117	137,4	82,8
05 97-99	1N HAc	48,80	0,827	16,78	6,47	4,12	3,34	0,48	2,93	0,189		280	148	84	0,092	91	16	160	165	165	25	114	149,9	84,2
	1N HCl	49,65	0,859	16,72	5,85	3,05	2,08	0,46	2,95	0,047		283	144	46	0,038	67	9	155	144	158	14	92	145,4	81,8
	3N HCl	48,11	0,809	15,93	5,44	2,82	1,45	0,47	2,83	0,037		267	136	33	0,033	66		143	119	152	13	88	138,5	78,1
		21,58	0,383	6,88	2,91	1,87	32,90	1,02	1,41	0,078	0,26	136	39		0,146	21	6	39	1230	61	16	32	94,0	69,6
	H_2O	21,67	0,382	6,77	2,92	1,79	32,97	0,35	1,26	0,075	0,09	157	39	14	0,145	22	9<	69	1261	63	15	42	85,0	68,6
964C-9H	0.5N HCl	47,79	0,851	15,57	6,62	3,38	4,81	0,51	2,85	0,148	0,17	314	95	28	0,063	54	18	132	210	142	26	93	187,0	82,9
	0.1N EDTA	48,74	0,863	16,57	6,88	3,21	1,19	2,84	2,95	0,081	0,10	299	97	22	0,035	56	12	131	107	141	15	97	169,0	83,6
05 118-120	1N HAc	51,11	0,906	16,50	6,96	3,49	2,91	0,52	3,03	0,169	0,16	325	100	24	0,060	61	17	140	174	148	23	98	206,0	86,0
	1N HCl	51,14	0,922	16,21	6,58	2,56	1,70	0,51	2,97	0,066	0,18	324	95	14	0,036	45	14	137	144	135	15	87	199,0	83,0
	3N HCl	54,74	0,972	17,11	6,70	2,59	0,47	0,52	3,11	0,056	0,17	351	104	19	0,032	45	14	139	106	139	17	89	209,0	86,6
969A-7H		10,63	0,180	3,33	1,75	1,53	44,04	0,94	0,69	0,059	0,18	310	39	10<	0,244	40	4<	4<	1083	29	30	27	38,0	63,7
04 140-151	1N HAc	47,84	0,790	14,65	7,96	4,95	4,40	0,52	2,58	0,207	0,10	1398	180	57	0,152	209	15	101	161	128	29	129	171,0	84,3
967A-9H		24,44	0,550	9,35	3,88	1,62	27,21	1,05	1,24	0,103	0,18	94	51	25	0,283	29	12	30<	1274	70	19	45	115,0	70,0
04 145-151	1N HAc	48,37	1,099	18,70	7,80	2,26	2,78	0,39	2,02	0,168	0,10	192	106	39	0,060	63	13	83	178	127	22	102	231,0	83,8
966D-5H		19,37	0,443	7,08	3,44	1,78	33,68	0,81	1,05	0,189	1,78	102	47	32	0,087	31	9<	28<	1222	97	30	42	98,0	69,9
05 145-151	1N HAc	48,53	1,134	17,96	8,12	2,74	2,64	0,44	2,23	0,393	3,19	243	123	58	0,062	75	17	91	151	238	38	105	247,0	87,6

A3.8.1. Ergebnisse der Auslaugungsexperimente

Berechnete Gehalte bezogen auf das Ausgangsmaterial vor dem Leaching																							
Probe	**Lösung**	**SiO_2**	**TiO_2**	**Al_2O_3**	**Fe_2O_3**	**MgO**	**CaO**	**Na_2O**	**K_2O**	**P_2O_5**	**(SO_3)**	**Ba**	**Cr**	**Cu**	**MnO**	**Ni**	**Pb**	**Rb**	**Sr**	**V**	**Y**	**Zn**	**Zr**	**∑**
		32,46	0,459	8,38	3,80	3,59	23,38	1,37	1,65	0,094	0,74	237	198	27	0,098	118	11	58	662	87	17	54	93,0	76,2
964C-9H	H_2O	32,54	0,465	8,37	3,86	3,60	23,82	0,75	1,57	0,094	0,74	251	195	24	0,130	124	10	79	683	90	18	66	93,0	76,1
01 108-110	1N HAc	32,50	0,464	8,51	3,88	3,33	2,20	0,63	1,54	0,091	0,61	242	201	26	0,038	120	9	77	77	92	13	65	92,7	53,9
	3N HCl	32,96	0,458	6,74	1,39	0,85	1,40	0,63	1,41	0,015	0,55	163	134	6	0,013	21	3	64	65	57	7	17	84,7	46,5
		18,87	0,327	6,46	2,42	1,70	35,13	1,08	1,28	0,077	0,26	114	45	27	0,303	26	9	42	1181	73	20	37	70,0	68,0
964C-9H	H_2O	19,06	0,330	6,34	2,43	1,63	35,44	0,37	1,14	0,075	0,19	121	47	23	0,296	28	11	59	1206	72	19	46	64,0	67,5
01 128-130	1N HAc	18,67	0,325	6,40	2,39	1,36	4,53	0,22	1,13	0,068	0,06	109	49	17	0,040	29	8	53	152	71	9	40	64,6	35,2
	3N HCl	19,01	0,325	5,30	1,03	0,56	1,74	0,23	0,94	0,013	0,04	99	35	1	0,017	5	3	41	74	43	5	14	57,8	29,3
		13,10	0,222	4,51	1,73	1,45	40,51	0,98	0,91	0,060	0,20	87	34	23	0,285	18	10	23	1625	45	24	21	41,0	64,1
	H_2O	13,33	0,220	4,29	1,75	1,36	41,07	0,25	0,76	0,057	188,00	87	37	39	0,281	20	10<	54	1719	45	13	32	35,0	63,6
964C-9H	0.5N HCl	13,20	0,221	4,49	1,75	1,12	9,45	0,15	0,80	0,055	0,02	77	38	27	0,063	24	9	43	415	46	12	31	38,3	31,4
	0.1N EDTA	13,17	0,221	4,72	1,77	1,02	0,30	0,73	0,81	0,019	0,00	75	40	17	0,010	25	3	44	27	45	3	32	37,8	22,8
05 97-99	1N HAc	13,18	0,223	4,53	1,75	1,11	0,90	0,13	0,79	0,051	0,00	76	40	23	0,025	24	4	43	44	44	7	31	40,5	22,7
	1N HCl	12,71	0,220	4,28	1,50	0,78	0,53	0,12	0,76	0,012	0,00	73	37	12	0,010	17	2	40	37	40	4	24	37,2	20,9
	3N HCl	12,99	0,218	4,30	1,47	0,76	0,39	0,13	0,76	0,010	0,00	72	37	9	0,009	18	0	39	32	41	4	24	37,4	21,1
		21,58	0,383	6,88	2,91	1,87	32,90	1,02	1,41	0,078	0,26	136	39		0,146	21	6	39	1230	61	16	32	94,0	69,6
	H_2O	21,67	0,382	6,77	2,92	1,79	32,97	0,35	1,26	0,075	893,00	157	39	14	0,145	22	9<	69	1261	63	15	42	85,0	68,6
964C-9H	0.5N HCl	21,60	0,385	7,04	2,99	1,53	2,17	0,23	1,29	0,067	0,08	142	43	13	0,028	24	8	60	95	64	12	42	84,5	37,5
	0.1N EDTA	21,59	0,382	7,34	3,05	1,42	0,53	1,26	1,31	0,036	0,04	132	43	10	0,016	25	5	58	47	62	7	43	74,9	37,0
05 118-120	1N HAc	21,67	0,384	7,00	2,95	1,48	1,23	0,22	1,28	0,072	0,07	138	42	10	0,025	26	7	59	74	63	10	42	87,3	36,5
	1N HCl	21,48	0,387	6,81	2,76	1,08	0,71	0,21	1,25	0,028	0,08	136	40	6	0,015	19	6	58	60	57	6	37	83,6	34,9
	3N HCl	21,68	0,385	6,78	2,65	1,03	0,19	0,21	1,23	0,022	0,07	139	41	8	0,013	18	6	55	42	55	7	35	82,8	34,3
969A-7H		10,63	0,180	3,33	1,75	1,53	44,04	0,94	0,69	0,059	0,18	310	39	10<	0,244	40	4<	4<	1083	29	30	27	38,0	63,7
04 140-151	1N HAc	10,90	0,180	3,34	1,81	1,13	1,00	0,12	0,59	0,047	0,02	318	41	13	0,035	48	3	23	37	29	7	29	39,0	19,2
967A-9H		24,44	0,550	9,35	3,88	1,62	27,21	1,05	1,24	0,103	0,18	94	51	25	0,283	29	12	30<	1274	70	19	45	115,0	70,0
04 145-151	1N HAc	24,21	0,550	9,36	3,90	1,13	1,39	0,20	1,01	0,084	0,05	96	53	20	0,030	32	7	42	89	64	11	51	115,6	41,9
966D-5H		19,37	0,443	7,08	3,44	1,78	33,68	0,81	1,05	0,189	1,78	102	47	32	0,087	31	9<	28<	1222	97	30	42	98,0	69,9
05 145-151	1N HAc	19,41	0,454	7,18	3,25	1,10	1,06	0,18	0,89	0,157	1,28	97	49	23	0,025	30	7	36	60	95	15	42	98,8	35,0

A3.8.2. ICP-MS-Daten

Site	Hole	Core Sec.	Int.	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Hf	Li	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Re	Sb	Sc	Sr	Ta	Th	Tl	U	V	Y	Zn	Zr
964C	9H	01	108-110	248	0,161	0,27	22,0	197	4,0	30	2,3	49	2,6	8,3	123	12	72	0,0040	1,5	9,7	672	0,30	6,0	0,505	2,8	89	16,1	76	82
964C	9H	01	128-130	113	0,205	0,15	8,3	53	3,1	26	1,8	32	0,8	8,1	33	11	53	0,0020	2,2	7,1	1228	0,34	6,0	0,304	1,8	73	16,5	46	65
964C	9H	01	146-148	84	0,081	0,08	43,4	40	1,5	26	1,6	16	13,8	5,7	115	6	29	0,0020	42,2	3,6	1323	0,10	2,9	0,929	4,0	44	12,7	24	72
964C	9H	02	123-125	146	0,096	0,16	4,6	42	1,7	11	3,1	21	0,5	7,6	14	6	36	0,0007	0,5	5,3	915	0,24	4,5	0,198	2,5	45	19,1	28	118
964C	9H	03	26-28	103	0,153	0,14	6,7	61	3,2	33	1,8	35	0,6	9,3	29	10	55	0,0009	0,6	7,3	1111	0,39	5,5	0,269	1,7	67	15,8	41	67
964C	9H	03	38-40	188	0,143	0,13	21,1	212	4,3	22	1,5	50	0,4	7,5	160	7	77	0,0004	0,8	9,0	765	0,19	5,1		1,0	94	14,1	72	74
964C	9H	04	26-28	171	0,123	0,26	9,9	50	2,6	27	1,9	32	2,9	9,2	31	9	47	0,0030	2,0	6,5	1518	0,25	4,9	0,281	2,7	62	15,0	54	71
964C	9H	05	32-34	195	0,089	0,24	28,0	33	1,3	19	3,4	16	2,5	7,6	28	7	32	0,0030	0,6	4,2	1224	0,32	4,3	0,358	2,9	35	14,5	33	127
964C	9H	05	41-43	202	0,061	0,18	37,0	35	1,0	21	5,0	10	2,4	6,2	45	7	27	0,0005	0,7	3,1	1115	0,10	4,3	0,612	2,9	30	17,3	23	211
964C	9H	06	139-141	109	0,121	0,08	6,1	46	2,2	16	1,2	23	0,5	6,8	27	11	44	0,0008	0,6	4,5	1696	0,21	3,4	0,151	0,7	42	12,8	28	56
964C	9H	07	6-8	323	0,288	3,19	256,0	138	3,5	166	1,5	33	21,4	7,4	432	17	63	0,0360	11,2	7,2	1003	0,21	4,2	2,340	7,2	308	13,4	81	73
964C	9H	07	40-42	104	0,104	0,09	4,9	56	2,2	28	1,2	20	0,4	6,5	26	7	40	0,0003	0,7	4,5	1727	0,13	3,4	0,142	1,4	49	10,8	23	56
964C	9H	07	65-67	104	0,146	0,03	7,3	49	2,5	24	1,4		0,4	6,4	29	8	48	0,0003	0,8	6,8	1968	0,14	3,7	0,163	1,1	47	15,4		60
967B	9H	02	84-85	107	0,096	0,17	26,0	57	1,9	40	2,8	25	0,7	11,3	56	9	41	0,0010	0,5	8,6	1436	0,14	5,0		4,7	70	17,5	43	113
967B	9H	02	104-105	121	0,109	0,14	9,9	77	2,2	27	3,3	33	0,5	14,1	46	10	42		0,8	7,8	1019	0,22	5,2		2,5	81	16,3	51	131
967B	9H	02	124-125	557	0,091	5,90	71,1	99	1,7	87	2,1	31	37,7	10,7	200	8	31	0,0455	1,3	8,6	854	0,08	3,8	1,200	15,5	228	21,7	78	105
967B	9H	03	0-1	158	0,132	0,17	67,6	88	2,6	74	3,9	34	0,4	16,9	123	13	54	0,0055	1,0	9,4	989	0,42	6,8		2,7	106	19,0	68	159
967B	9H	03	16-17	366	0,095	0,10	11,8	55	1,6	21	2,2	25		10,8	43	9	35		0,1	8,6	1318	0,06	4,4		0,8	67	17,5	48	100

A3.8.2. ICP-MS-Daten

Site	Hole	Core Sec.	Int.	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	$^{206}Pb/^{207}Pb$	$^{208}Pb/^{206}Pb$	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$
964C	9H	01	108-110	19,4	40,6	4,5	17,3	3,6	0,765	3,4	0,50	3,0	0,58	1,63	0,25	1,48	0,229	1,202	2,070	17,15	35,50
964C	9H	01	128-130	20,4	44,3	4,7	18,2	3,8	0,786	3,6	0,53	3,1	0,62	1,71	0,25	1,50	0,221	1,199	2,068	17,49	36,17
964C	9H	01	146-148	13,1	27,7	2,8	12,2	2,3	0,493	2,4	0,35	2,1	0,40	1,11	0,18	1,01		1,218	2,041	15,83	32,30
964C	9H	02	123-125	18,6	38,8	4,3	17,0	3,6	0,770	3,6	0,53	3,2	0,64	1,82	0,26	1,56		1,202	2,066	16,66	34,40
964C	9H	03	26-28	22,0	49,8	5,0	19,4	3,8	0,816	3,7	0,53	3,0	0,60	1,58	0,24	1,42	0,207	1,203	2,072	17,44	36,10
964C	9H	03	38-40	18,3	37,7	4,2	17,3	3,1	0,690	2,9	0,45	2,3	0,51	1,39	0,22	1,33					
964C	9H	04	26-28	19,8	38,5	4,4	16,9	3,3	0,707	3,3	0,46	2,7	0,52	1,44	0,22	1,28	0,194	1,200	2,066	17,09	35,31
964C	9H	05	32-34	15,2	30,7	3,6	14,0	2,9	0,626	3,0	0,45	2,7	0,54	1,47	0,22	1,37	0,205	1,207	2,061	16,62	34,20
964C	9H	05	41-43	14,8	31,5	3,5	14,7	2,6	0,531	2,9	0,45	2,7	0,53	1,40	0,24	1,42					
964C	9H	06	139-141	15,5	31,0	3,4	14,4	2,6	0,528	2,6	0,36	2,0	0,39	1,08	0,17	1,05		1,204	2,062	17,52	36,10
964C	9H	07	6-8	16,1	39,8	4,1	15,7	2,9	0,681	3,1	0,45	2,3	0,47	1,10	0,20	1,04					
964C	9H	07	40-42	14,5	29,0	3,1	12,7	2,1	0,471	2,2	0,32	1,8	0,35	0,88	0,16	0,80		1,202	2,074	17,03	35,30
964C	9H	07	65-67	15,8	33,1	3,3	13,9	2,4	0,587	2,8	0,40	2,3	0,44	1,21	0,19	1,06		1,197	2,082	16,73	34,80
967B	9H	02	84-85	22,2	50,0	5,0	20,0	3,9	0,870	4,0	0,53	3,3	0,57	1,73	0,25	1,54					
967B	9H	02	104-105	22,9	48,8	5,2	20,4	3,9	0,857	3,8	0,56	3,2	0,59	1,79	0,25	1,58					
967B	9H	02	124-125	22,3	49,2	5,2	20,7	4,2	0,999	4,5	0,63	3,9	0,74	2,21	0,32	1,91					
967B	9H	03	0-1	24,4	59,6	6,2	24,4	4,5	0,968	4,5	0,62	3,7	0,66	1,94	0,28	1,71					
967B	9H	03	16-17	20,5	44,2	4,8	19,3	3,8	0,894	4,0	0,53	3,3	0,58	1,77	0,25	1,56					

A3.8.3. Pulverpreßling-RFA- und Cirm-MS-Daten

Site	Hole	Core	Sec.	Int.	Br_{ges} [µg/g]	Cl_{ges} [µg/g]	S_{ges} [µg/g]	Cl^- [%]	Na^+ [%]*	Mg^{2+} [%]*	SO_4^{2-} [%]*	Br^- [µg/g]*	S_{Sulfat} [%]*	$d^{34}S_{ges}$	S^{2-} [%]*	$d^{34}S_{Sulfid}$
964C-9H		03	68-70		35	4875	764	0,49	0,27	0,033	0,07	16,9	0,023	-15,5	0,08	-26,0
964C-9H		03	73-75		45	6446	1936	0,64	0,36	0,043	0,09	22,3	0,030	-29,6	0,55	-32,3
964C-9H		03	79-81		33	3272	1570	0,33	0,18	0,022	0,05	11,3	0,015	-24,3	0,24	-27,1
964C-9H		03	82-84		31	4515	2180	0,45	0,25	0,030	0,06	15,6	0,021	-26,3	0,40	-28,8
964C-9H		03	85-87		155	14764	21161	1,48	0,82	0,099	0,21	51,1	0,069	-30,5	3,08	-31,6
964C-9H		03	88-90		111	14574	10761	1,46	0,81	0,098	0,20	50,5	0,068	-32,1	2,92	-33,3
964C-9H		03	91-93		48	7299	2171	0,73	0,41	0,049	0,10	25,3	0,034	-33,3	1,94	-34,2
964C-9H		03	94-96		54	7730	1998	0,77	0,43	0,052	0,11	26,8	0,036	-30,8	0,62	-33,7
964C-9H		03	98-100		56	7544	3194	0,75	0,42	0,050	0,11	26,1	0,035	-29,9	0,57	-33,0
964C-9H		03	101-103		55	7123	3879	0,71	0,40	0,048	0,10	24,7	0,033	-29,3	0,64	-31,9
964C-9H		03	104-106		55	7362	4428	0,74	0,41	0,049	0,10	25,5	0,034	-32,5	0,72	-35,0
964C-9H		03	116-118		57	7415	1964	0,74	0,41	0,050	0,10	25,7	0,035	-16,6	0,12	-27,6
964C-9H		04	35-37		55	7530	1879	0,75	0,42	0,050	0,11	26,1	0,035	-17,3	0,22	-23,1
964C-9H		04	131-133		53	7859	1765	0,79	0,44	0,053	0,11	27,2	0,037	-18,2	0,25	-23,7
964C-9H		04	144-146		50	6798	2258	0,68	0,38	0,045	0,10	23,5	0,032	-21,8	0,37	-25,4
964C-9H		05	0-2		50	5015	2451	0,50	0,28	0,034	0,07	17,4	0,023	-23,1	0,43	-25,5
964C-9H		05	4-6		52	8112	2483	0,81	0,45	0,054	0,11	28,1	0,038	-22,8	0,40	-26,8
964C-9H		05	7-9		49	7487	3043	0,75	0,42	0,050	0,10	25,9	0,035	-25,7	0,50	-28,9
964C-9H		05	13-15		38	6100	3978	0,61	0,34	0,041	0,09	21,1	0,029	-28,8	0,59	-31,2
964C-9H		05	16-18		57	8089	4209	0,81	0,45	0,054	0,11	28,0	0,038	-26,0		
964C-9H		05	19-21		49	8932	3096	0,89	0,50	0,060	0,13	30,9	0,042	-24,8	0,48	-28,7
964C-9H		05	26-28		46	10284	3713	1,03	0,57	0,069	0,14	35,6	0,048	-26,9	0,41	-32,4
964C-9H		05	32-34		52	10289	3471	1,03	0,57	0,069	0,14	35,6	0,048	-25,3	0,52	-29,5
964C-9H		05	35-37		52	9721	3092	0,97	0,54	0,065	0,14	33,7	0,045	-24,9		
964C-9H		05	38-40		52	10563	3438	1,06	0,59	0,071	0,15	36,6	0,049	-25,9	0,36	-32,2
964C-9H		05	41-43		51	7584	4253	0,76	0,42	0,051	0,11	26,3	0,035	-27,7	0,19	-36,4
964C-9H		05	44-46		55	11005	1776	1,10	0,61	0,074	0,15	38,1	0,051	-19,9	0,24	-28,5
964C-9H		05	47-49		54	9186	947	0,92	0,51	0,061	0,13	31,8	0,043	-6,7	0,05	-31,1
964C-9H		05	52-54		49	7812	834	0,78	0,43	0,052	0,11	27,0	0,037	-4,2	0,06	-18,1
964C-9H		05	68-70		44	7466	867	0,75	0,42	0,050	0,10	25,8	0,035	-3,2	0,07	-15,6
PACS-1 (gemessen)					179	24066			*berechnet anhand von Clges und der Zusammensetzung von Mittelmeerwasser							
PACS-1 (Sollwert**)						23900	13200		**Govindaraju, 1994							

A3.8.4. TIMS-Daten

Site	Hole	Core	Sec.	Int.	$^{87}Sr/^{86}Sr$	1/Sr
967B-9H		1	104-105		0,7085692	0,00248
967B-9H		1	136-137		0,7094053	0,00105
967B-9H		3	60-61		0,7092064	0,00117
967B-9H		3	100-101		0,710293	0,00320

Danksagung

Zuallererst möchte ich meinem Doktorvater Hans-Jürgen Brumsack herzlich danken. Er hat diese Arbeit in allen Phasen mit vorbildlichem Engagement und stetiger Diskussionsbereitschaft begleitet. Durch seine Motivation hat er mir zu einem zügigen Eintritt in die internationale Präsentation und Publikation verholfen.
Meinem Erstreferenten und -gutachter Herrn Jürgen Rullkötter sei ebenfalls herzlich gedankt. Mit großem Interesse und vielen wertvollen Anregungen hat er den Fortgang der Arbeit bei jeder Gelegenheit unterstützt.
Bernhard Schnetger danke ich für die kompetente Beratung bei allen analytisch-chemischen Fragen, das kritische Korrekturlesen der Arbeit und für die vielen interessanten Diskussionen und Gespräche.
Für seinen großartigen Arbeitseinsatz bei der Probenpräparation und die nette „Container"-Gesellschaft möchte ich Holger Schale danken.
Eleonore Gründken danke ich an dieser Stelle für die permanente Hilfsbereitschaft bei allen labortechnischen und organisatorischen Dingen.
Den Mittelmeer-Spezialisten und Kollegen Joachim Rinna und Birgit Warning sei für die gute wissenschaftliche Zusammenarbeit und das Korrekturlesen von Teilen dieser Arbeit herzlich gedankt.
Für viele Anregungen und die Durchführung der S-Isotopenmessungen am ICBM bedanke ich mich bei Michael E. Böttcher.
Ein besonderes Dankeschön gebührt auch Gert de Lange, Lucas Lourens, Ivar Nijenhuis und Hilde Passier für das rege Interesse an meiner Arbeit, den fachlichen Austausch und die spannenden Aufenthalte in Utrecht.
Desweiteren danke ich allen bisher noch nicht erwähnten Kollegen für die hervorragende Arbeitsatmosphäre, Alex Wülbers vom ODP-Bohrkernlager in Bremen für seine Hilfe bei der Probenahme, Herrn Anton Eisenhauer für die TIMS-Messungen, die er am Geochemischen Institut der Universität Göttingen für mich durchgeführt hat, meinen Eltern für ihr Vertrauen sowie die vielseitige Unterstützung während meiner Ausbildung und natürlich meiner lieben Freundin Christine Theurer, die immer für mich da war (auch telefonisch) und beim Korrekturlesen einiger Kapitel geholfen hat.
Zum Schluß sei erwähnt, daß diese Arbeit von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Schwerpunktprogramms Ocean Drilling Program/ Deep Sea Drilling Project finanziell gefördert wurde.

Curriculum Vitae

Rolf Helmut Wehausen wurde am 26. Oktober 1967 in Bassum (Niedersachsen) geboren. Von 1974 bis 1978 besuchte er die Grundschule in Neubruchhausen, von 1978 bis 1980 die Orientierungsstufe in Bassum und von 1980 bis 1988 das Gymnasium in Syke, welches er mit dem Abitur abschloß. Im Anschluß daran leistete er von 1988 bis 1990 in den Delme-Werkstätten für Behinderte in Sulingen Zivildienst. Im Sommersemester desselben Jahres begann er mit dem Studium der Chemie an der Universität Oldenburg, machte im Jahre 1992 das Vordiplom und schloß das Studium im September 1995 mit dem Diplom ab. Das Thema seiner Diplomarbeit lautet „Röntgenfluoreszenzanalytische Untersuchungen an Schwebstoffen aus dem Niedersächsischen Wattenmeer“. Von 1995 bis 1998 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) der Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. H.-J. Brumsack. Seit Oktober 1995 beschäftigt er sich mit dem Thema der vorliegenden Arbeit.

Erklärung

Hiermit versichere ich, daß ich die vorliegende Dissertation selbständig angefertigt habe und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Oldenburg, 28.04.1999

(Rolf Wehausen)