

Rechten voorbehouden

Van interne verslagen zijn nadruk of aanhalingen
slechts toegestaan met uitdrukkelijke toestemming
van het NIOZ.

Sedimentologisch onderzoek van een aantal bodem kernen
genomen voor Walvis baai in 1969

door

C.A. Passchier

Intern Verslag

over

werkzaamheden verricht als doctoraalstudie (onderdeel hoofdvak)
in de periode van augustus tot november 1975

aan

het NIOZ te Texel

onder supervisie van

D. Eisma

Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
P.O. Box 100
HOLLAND

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

VERSLAGEN

nummer 1976 - 18

Sedimentologisch onderzoek van een aantal bodem kernen
genomen voor Walvis baai in 1969

door

C.A. Passchier

Intern Verslag

Inhoud:

I. Summary en Samenvatting	2
II. Inleiding	3
1. Geografisch	3
2. Geologisch	3
3. Oceanografisch	5
4. Geochemisch	6
5. Historie en doel van het onderzoek	7
6. Werkwijze	8
III. De kernen	8
Beschrijving van de kernen	8
E ₁ , E ₄ , E ₇ , E ₉ ,	
E ₁₀	
F ₄ , F ₅ , F ₈	
F ₁₀ , F ₁₁ , F ₁₂	
I ₇	
I ₈	12
Röntgen diffractie	13
IV. Conclusies en discussie	14
Onderlinge relatie van de kernen	14
Conclusie	15
V. Literatuur	18
Tabellen en figuren	

I. Summary

Some cores taken on the shelf off Walvisbay were studied. With aid of X-ray diffraction the mineral composition was determined. A great difference in sediment types was found: diatoms ooze, sediment composed of carbonate fragments and sediment composed of phosphate pellets. The relation between this types of sediments is discussed.

Samenvatting

Een aantal kernen afkomstig van de shelf en Walvis Baai werden bekeken. Met behulp van de röntgen diffractie werd de mineralen inhoud bepaald. Er werd een duidelijk verschil gevonden in sediment types namelijk diatomeeën slib-, sediment voornamelijk bestaande uit carbonaat fragmenten en sediment voornamelijk bestaande uit fosfaat pellets. De onderlinge relatie wordt besproken.

II. Inleiding:

1. Geografisch

Het gebied, waar de kernen genomen zijn, bevindt zich op ongeveer 14°E en tussen 21° en 25°S , voor de kust van Namibië (S.W. Afrika). De nu bewerkte kernen zijn genomen langs lijnen loodrecht op de kust -- namelijk lijn E, $22^{\circ}52'-5''\text{S}$, lijn F, $23^{\circ}15'\text{S}$ en lijn I, $24^{\circ}15'\text{S}$ (zie fig. 1).

De kuststreek is begrensd door de Namib woestijn -- die zich uitstrekt tussen Angola en South Africa over een lengte van 2000 km. Ten zuiden van Walvisbaai bestaat de kust woestijn uit tot 300m hoge zand duinen. Ten noorden van Walvisbaai bevindt zich een relatief vlak erosie platform. Langs de gehele kust (op enige afstand daarvan) bevindt zich het "Great Escarpment". De Woestijn is bijna geheel regenloos -- (minder dan 100 mm per jaar). De weinige rivieren die afwateren uit de woestijn zijn klein en stromen niet continue af naar zee, temeer daar er vlakbij de kust een hoge duinenrij is, die een effectieve barrière vormt. Alleen de Cunene en de Oranje rivier zijn rivieren van betekenis en doorkruisen dan ook zowel het "Great Escarpment" als de kustwoestijn. De overheersende windrichting is S-SE (passaten) -- die plaatselijk van richting kan veranderen naar een meer S-SW richting aan de kust -- door het overdag opwarmen van de woestijn (zie ook EISMA, 1969).

2. Geologisch:

a) De kust:

Het basement wordt gevormd door precambrische formaties -- waarop zich hier en daar een dunne sediment laag bevindt. De trend van de precambrische gesteentes is evenwijdig aan de kust; echter tussen 21° en 23°S kruisen de laat precambrische Damara systeem sedimenten

de kust onder een rechte hoek. De afzettingen na het precambrium bestaan uit: midden paleozoische Table mountain sandstone, boven paleozoische glaciale en fluvio - glaciale Dwyha beds, - mesozoische terrestrische sedimenten en vulkanen, tertiaire terrestrische en zeer beperkte marine sedimenten, - laat tertiaire en pleistocene terras afzettingen langs sommige rivieren, - pleistocene en recente duinen (MARTIN, 1973).

b) De shelf:

SIMPSON (1971) concludeert uit de sterke magnetische anomalieën dat er onder de shelf een precambrische basement ligt. De shelf bestaat waarschijnlijk verder uit dikke zeewaards hellende lagen van krijt ouderdom tot 4 km dik. De krijtlagen, waarover een vrij gladde shelf is afgeërodeerd - zijn begraven onder progradesende en geslumpde Cenozoische lagen. De sedimenten op de shelf zijn waarschijnlijk geproduceerd sinds beneden krijt door de terugschrijdende erosie van het Great Escarpment, aangevuld met sedimenten uit de Oranje rivier, meer uit het binnenland (SIMPSON, 1971). Langs de kust worden mariene tertiaire afzettingen tot 40 m dik gevonden - met een warm water fauna, liggend op een erosie oppervlak van krijt ouderdom. De opgeheven pleistocene tot recente strand afzettingen, zijn het resultaat van marine regressies steeds gevolgd door een kleinere transgressie. Het oudste terras ligt 25 m hoog en is gekarakteriseerd door een warm water fauna - terwijl in de twee jongste terrassen een moderne koud(ere)water fauna wordt aangetroffen. Deze terrassen zijn goed onderzocht vanwege de grote hoeveelheid diamanten die in deze terrassen zijn aangetroffen. Ook op de shelf zijn een aantal terrassen gevonden. v. ANDEL & CALVERT (1971) vonden op 110 m een oude pleistocene kustlijn - die de zeewaardse grens vormt van recente sedimenten. Verder vonden zijn evenals SIMPSON (1971) een aantal terrassen op meer dan 150 m diep, longitudinale erosie troggen waar waarschijnlijk zee stromingen verantwoordelijk voor zijn

daar de vorm en richting niet wijzen op een kusterosie tijdens transgressies en regressies.

Daar waar de Walvis rug tegen de shelf aankomt is een opvallende scheiding in morfologie van de shelf. Ten noorden hiervan ligt een duidelijke shelf break op 200 m, ten zuiden echter is deze niet duidelijk en bevindt zich pas op ca 400 m diep (de gemiddelde shelf break diepte is ± 160 m, SHEPARD, 1963). De Walvisbaai shelf is te scheiden in een inner shelf tot 150 m diep, dan een step van 50 m - daarna de outer shelf van 200 m diep tot de shelf break op 400/500 m (CALVERT & PRICE; 1971). Op de shelf, dit stuk tenminste, is structureel gezien weinig afwisseling. Alleen beschrijft SIMPSON (1971) de Tripp seamount. Dit is waarschijnlijk een onderzeese vulkaan, met een vlakke top op 170 m diep. De krater depressie is gevuld met sediment. Op 200 m diepte, rond de top bevindt zich een "wave-cut" niveau. De basis van de vulkaan ligt op 1200 m diepte.

Dat in dit gebied vroeger andere omstandigheden hebben geheerst dan nu blijkt uit een aantal gegevens. De aanwezigheid van een warm water fauna in de oudste mariene terrassen wijst er op dat waarschijnlijk de Benguela stroom pas daarna is ontstaan. Afwezigheid van de Benguela stroom veroorzaakt volgens LOGAN (1960) regen in de Namib woestijn. Dit blijkt ook uit het grote aantal droge rivieren, die in deze woestijn worden aangetroffen. Dit betekent dat vroeger meer terrigeen materiaal aangevoerd zou zijn en dat de "upwelling" in dit gebied een betrekkelijk recent verschijnsel is.

3. Oceanografisch:

De aanwezigheid van "upwelling" en de daarmee verbonden Benguela current in dit gebied is wel het belangrijkste verschijnsel.

De Benguela current bestaat uit een smalle kuststroom en een

breedere, meer uit de kust, oceanische stroom, en heeft een poolwaardse onderstroom (CURRIE & HART, 1960).

Opwelling aan de kust is beperkt tot een smalle zone van ± 100 km. Het stijgen van het water treedt op van uit een diepte van ongeveer 100 tot 200 m, soms 300 m. De snelheid van deze verticale beweging is 10/12 m per maand tot 80 m per maand (NEUMAN, 1968) met een maximum "opwelling" in de zomer - ten noorden van Walvisbaai (23°S) neemt het effect van opwelling snel af. Opwelling ontstaat door beweging van opp. water van de kust af door S-SE passaten. Hierdoor kan water uit diepere lagen boven komen - om dit effect te compenseren.

Voor Walvisbaai is er 's zomer en sterke thermocline met een tendens naar een uniforme saliniteit van 35.05‰S , en de hoogste temperaturen komen dan vlak bij de kust voor (EISMA, 1969). De temperatuur van het "opwellende" water is 10° tot 12°C en heeft een saliniteit van 34.9 tot 35.0‰S . Dit wordt aangetroffen op 200/300 m diepte. Dit water vermengt zich gradueel met water van de hogere niveaus; de temperatuur aan opp. van het water is 17° tot 18°C (EISMA, 1969).

4. Geochemisch:

Door "opwelling" wordt er koud, nutriënten rijk water aangevoerd -- wat een grote primaire productie veroorzaakt. Door deze grote productiviteit van het opp. water is er een groot verbruik aan zuurstof. Bij de bodem echter is weinig zuurstof aanwezig in het water, door verbruik door organisch materiaal. Er kan op deze manier een azoische zone ontstaan, en die bevindt zich daar waar een lage zuurstof aanvoer bij de bodem en een hoog verbruik aan de oppervlakte samen gaan. Dit is voor Walvisbaai het geval (EISMA, 1969). Tengevolge van deze "opwelling" treden verschijnselen op als enorme algenbloei, grote visrijkdom en een rijke fauna van grote zeedieren en vogels.

Enorme vissterfte gedurende "red-tides" is hier een spectaculair fenomeen (BRONGERSMA-SANDERS, 1947; HART & CURRIE, 1960). Verschillende onderzoekers zijn opzoek gegaan naar gebieden waar recent fosforieten gevormd worden en kwamen uit bij gebieden waar "upwellings" verschijnen optreden. BATURIN (1969, 1970, 1971) vindt voor Walvisbaai fosfaat nodules in recente sedimenten. Ze bevinden zich in diatomeen slik, dat veel H_2S bevat en rijk is zowel aan amorfe silica als organisch materiaal en fosfor. De resten van phytoplankton zijn de hoofd-zakelijke fosfaat bron. Hij vond dat de fosfor concentratie in de nodules verschijnt door middel van herverdeling in het sediment en neerslag van slik. De concentratie van de fosfaat nodules zelf vindt plaats door veranderingen in hydrologische omstandigheden en door transport van de fijne fractie door sterker worden van bodem stromen of door transgressies.

Ook DINGLE et al. (1973) vonden verrijking aan fosfor in diatomeen slib in S.W. Afrika en vonden tevens dat de fosfaat rijk sedimenten te zuiden van Luderitz - op de outer shelf geconcentreerd zijn, ten noorden hiervan echter meer op de inner shelf. Er wordt nu weinig fosfaat gevormd in diatomeen slib. Vroeger echter veel meer, zoals blijkt uit de grote hoeveelheid fosfaat nodules.

CALVERT & PRICE (1970) en BRONGERSMA-SANDERS (1965) beschrijven de aanrijking van metalen in het sediment in dergelijke gebieden.

De meest bekende andere gebieden waar ook fosfaat sedimenten aangetroffen worden op de shelf zijn Peru (VEEH, 1973) en California (d'ANGLEJAN, 1967).

5. Historie en doel van het onderzoek:

De nu bewerkte kernen zijn genomen in 1969. De gegevens omtrent monsternamen, omstandigheden etc. zijn te vinden in: D. EISMA, "Sediment

sampling and hydrographic observations off Walvisbaai, S.W. Africa, december 1968 - januari 1969" Netherlands Institute for Sea Research, Den Helder publicaties en verslagen, nr. 1969-1 (februari 1969).

Voor dit onderzoek werden de kernen, aangegeven met een kruisje in Fig. 1, gebruikt. Jaap Boon heeft in najaar 1973 één kern (H_8) zeer nauwkeurig onderzocht (verslag 1974-).

6. Werkwijze:

De kernen werden uitgeperst, in december 1974, in glijgoten - en door midden gezaagd (de andere helft ging naar Leiden). Ze werden verpakt in plastic en naar Texel vervoerd. Het uitpersen geschiedde in Rijswijk op het Shell laboratorium. Macroscopisch werd daarna een indeling gemaakt van de verschillende herkenkbare eenheden, en deze verschillende eenheden werden nader in detail bekeken onder de stereoscoop door hier een aantal monsters uit te nemen. Globaal werd een schatting gemaakt van de hoeveelheden fossielen en fosfaat nodules ("zwarte bolletjes"). Met behulp van de Röntgen diffractie werd van deze zelfde monsters een analyse gedaan van de mineraal inhoud. Met behulp van zeven werden eerst de monsters gescheide in een aantal fracties ($< 125\mu$, 250μ , 315μ , $>315\mu$). De identiteit van de hier en daar aangetroffen langwerpige, heldere doorzichtige kristalletjes (Calciet), werd bepaald met de polarisatie microscoop, de kristalletjes werden er "uitgevist" met een pincet.

III. De Kernen:

(E_1 , E_4 , E_7 , E_9 , E_{10} , F_4 , F_5 , F_8 , F_{10} , F_{11} , F_{12} , I_{12} , I_7 , I_8)

beschrijven van de kernen :

E_1 :

Tijdens het uitpersen is E_1^I leeggelopen, daar deze pijp veel water

bleek te bevatten. Wat materiaal is bewaard gebleven - donker blauw venig.

E_1^{II} , lengte 128 cm

Sterke H_2S stank - donker olijfgroen. (tijdens het uitpersen iets in elkaar gedrukt). Over de gehele kern hetzelfde materiaal. Er bevonden zich donkere en lichte vlekken in, die uit het zelfde materiaal bestaan. Veel diatomeen slib, wat kwarts.

E_4 : lengte 95 cm

Weinig geur - olijfgroen met donkere vegen, blazig - niet erg compact van 59/95 cm. Van 0 tot 59 cm veel compacter; meer stank. 40 cm van de bodem een paar slakjes - 65-95 cm sterk geoxideerd door corecatcher - materiaal bestaat uit diatomeen slib. Er werden een paar forams aangetroffen.

E_7 : lengte 92 cm

Nauwelijks geur - mosgroen tot olijfgroen.

58 - 70 cm: Kleine schelpjes (heel dubbel) diatomeen slib; een paar forams.

E_9 : lengte 81 cm

Zwakke stank, om 71 cm (v.d. top) zeer slap (d.w.z. veel water bevattend).

0 - 75 cm: veel foraminiferen, schelpgruis, diatomeen slib.

Detail 24 cm: een grote dubbele schelp.

75 - 81 cm: Zeer veel schelpen gruis, weinig hele schelpen, niet in levens positie.

E_{10} : (zie fig. 2) geknakte buis, onderste deel 60 cm lang, bovenste deel 23 cm. Bij uit persen doorgezaagd en materiaal wat zich in de knik, bevond apart bewaard.

Bovenste 23 cm: Opeenstapeling van carbonaat fragmenten met hele intacte fossielen, zoals kleine schelpjes, slakjes, kapotte koralen en zeeëgel-naalden, verder foraminiferen. Zandfractie zwart/bruine fosfaat pellets (250 - 300 μ). Aan terrigeen materiaal wat roze kwarts.

De knik: Over geheel genomen, hetzelfde als hierboven alleen onderin meer fosfaat pellets en meer kapotte grote schelpen.

Onderste 60 cm:

0 - $1\frac{1}{2}$ cm: Overheersend carbonaat fragmenten, schelpgruis, weinig intacte fossielen, wat fosfaat pellets; kwarts korrels, compacter.

$1\frac{1}{2}$ - 23 cm: Veel minder kwarts, veel schelpgruis, intacte fossielen zoals slakjes, schelpjes, de grote schelpen zijn alleen kapot, meer fosfaat bolletjes, maar niet veel.

23 - 37 cm: Voornamelijk carbonaat fragmenten intacte fossielen; slakjes, schelpjes, veel meer grote, hele platliggende schelpen (35/37 cm, 29 cm, 23 cm), kapotte koralen, fosfaat pellets, bruine hoekige steentjes.

37 - 60 cm: Veel meer koralen, veel meer slakjes en schelpjes verder gruis, 45 cm: grote schelp, fosfaat pellets.

Dus van boven naar beneden: Afname kwarts korrels, toename aantal slakjes, toename hele schelpen groter worden van de schelpen, toename aantal koraal fragmenten ongeveer gelijk blijven hoeveelheid fosfaat pellets.

F₄: lengte 84 cm

Donker olijfgroen, gelaagdheid zicht paar, lichte donkere bandjes.

De gehele kern bestaat uit diatomeën slib, bovenin wat forams, glimmer terwijl onderin zich wat schelpgruis bewindt en kleine dubbele schelpjes, ook wat glimmer.

F₅: lengte 105 cm

Stank, blauwige gedeeltes, verder olijfgroen 80 cm + $\pm$ 25 cm, want bovenste 25 cm bevat erg veel water en is dientengevolge erg slap.

gehele kern bestaat uit diatomeën slib, met wat forams.

F₈: (zie fig. 3) lengte 30 cm

Kleur slib; olijfgroen

0 - 6 cm: Donker slib met zeer veel forams. Zeeëgelnaalden, schelpgruis.

6 - 24 cm: Voornamelijk carbonaat fragmenten, bestaande uit schelpgruis, zeeëgelnaalden, koraal fragmenten, en forams. Klei, stukjes roze kwarts, bruine hoekige steentjes, fosfaat pellets.

24 - 27 cm: Veel meer fosfaat pellets bruine hoekige steentjes, roze kwarts, schelpgruis (tussen 6/24 en 24/27 bestaat geen scherpe overgang, alleen en toename van fosfaat pellets).

27 - 30 cm: Schelpgruis, bestaande uit stukken van grote schelpen.

F₁₀: (zie fig. 4) lengte 39 cm

0 - 6 cm: Voornamelijk carbonaat fragmenten, foraminiferen, geen intacte fossielen, wat fosfaat pellets, wat kwarts korrels.

6 - 27 cm: Carbonaat fragmenten bestaande uit schelpgruis, koraal stukken, foraminiferen. Slakjes, rozekwarts, klei weinig fosfaat pellets (minder dan in 0-6 cm).

27 - 39 cm: Carbonaat fragmenten bestaande uit schelpgruis, koraal stukken, foraminiferen, grote stukken schelp. Kleine hele schelpjes meer fosfaat pellets dan in 0-27 cm.

F₁₁: (zie fig. 5) lengte 56 cm

0 - 3 cm: opeenstapeling carbonaat fragmenten geen intacte fossielen, foraminiferen zeeëgelnaalden. Veel fosfaat pellets, wat kwarts korrels, klei.

3 - 14 cm: Als enige verschil met bovenstaande aanwezigheid van kleine, hele schelpjes en veel minder fosfaat pellets.

14 - 44 cm: hetzelfde alleen minder forams en meer pellets (dan in 0-14cm).

44 - 48 cm: Hetzelfde alleen minder forams en meer pellets (dan in 0-44cm) hele schelpjes en slakjes.

48 - 56 cm: Het sediment bestaat nu voornamelijk uit zwart/bruine fosfaat pellets, met daarin wat forams en veel kapotte, grote schelpen.

F₁₂: (zie fig. 6) lengte 79 cm

De kleur, wat betreft slib, is donker olijfgroen.

0 - 3 cm: Voornamelijk carbonaat fragmenten. Schelpgruis, kapotte zeeëgelnaalden en veel foraminiferen kwarts korrels, glimmer wat fosfaat pellets.

3 - 35 cm: Carbonaat fragmenten bestaande uit schelpgruis, foraminiferen hele schelpjes en slakjes naar beneden toe veel meer fosfaat pellets.

35 - 79 cm: Boven in wat oesters. Grote/kleine hele schelpen, ook dubbel grote/kleine hele slakken weinig forams. Het sediment zelf bestaat verder alleen nog maar uit fosfaat pellets.

I₇: (zie fig. 7) lengte 60 cm

Kleur, olijfgroen naar zwart onderin de kern.

0 - 13 cm: Carbonaat fragmenten, en wel grote hele schelpen. Slakjes, forams en schelpgruis kwarts korrels veel fosfaat pellets.

13 - 26 cm: Hetzelfde als bovenstaande alleen meer fosfaat pellets, ook grote slakken aangetroffen.

26 - 48 cm: Het sediment bestaat nu voornamelijk uit fosfaat pellets met wat schelpgruis en foraminiferen, kleine hele schelpjes wormgangen.

48 - 60 cm: Sediment bestaat uit zwarte fosfaat pellets, met bruine hoekige steentjes, bijna geen schelpgruis meer wat calcië kristalletjes.

I₈: (zie fig. 8) lengte 84 cm

0 - 8 cm: Veel zwarte fosfaat pellets wat forams. Schelpgruis paar kapotte slakjes grote, hele schelpen aangetroffen.

8 - 36 cm: Zelfde als bovenstaande alleen meer fosfaat pellets en minder foraminiferen.

36 - 68 cm: Nog meer fosfaat pellets, nu ook kleine, hele slakjes veel minder schelpgruis.

68 - 84 cm: Sediment bestaat geheel uit zwarte fosfaat pellets met wat schelpgruis en wat forams.

Röntgen diffractie

Met behulp van de röntgen diffractie werd getracht een overzicht te krijgen van de mineralen inhoud van de verschillende sedimenten.

(In Tabel II is hier een overzicht van gegeven). In E_1 , E_4 , E_7 , F_4 en F_5 werden diatomeën aangetoond en waarschijnlijk ook in E_9 . In E_{10} en onderin F_{12} wordt wat apatiet gevonden, in F_8 en I_8 , onderin meer, 't meest echter midden in de kernen F_{11} , I_7 en I_8 . Kwarts werd overal aangetroffen, zeer veel NaCl werd in die monsters, waar ook diatomeën werden gevonden aangetoond. Ook Calciet komt in alle monsters voor, zeer veel (en dus zeer duidelijk) daar waar geen diatomeën en weinig tot geen apatiet gevonden werd (E_9 , E_{10} , F_{10} , F_{12}). Daarnaast werd bij die monsters die veel calciet bevatten, ook aragoniet aangetroffen.

Wat betreft de klei mineralen:

Mica werd overal aangetroffen (weinig tot zeer veel) en in verschillende monsters ook wat smechet en chloriet, In één monster (F_8) werd talk aangetroffen.

Verder werd getracht enige duidelijkheid te krijgen over welke apatiet hier gevonden wordt. Hiertoe werden uit de kernen nieuwe monsters genomen, daar waren veel apatiet aangetroffen was (I_7 , I_8 , F_{11}). De apatiet is duidelijk te herkennen door drie vlak bij elkaar liggende, in intensiteit afnemende (100, 90, 70) pieken rond de 2.7 Å. ($\pm 2,6$; 2,7 en 2,8 Å). Deze monsters werden gescheiden in verschillende fracties, tussen 300 en 250 μ , tussen 250, en 125 μ en kleiner dan 125 μ .

In de fractie kleiner dan 125 μ werd geen apatiet meer aangetroffen, wel werd in deze fractie veldspaat gevonden (in de andere fracties niet).

In de fractie kleiner 250 μ werd wel apatiet aangetroffen. Het monster werd zeer langzaam gedraaid tussen 20 36.5 en 38.5. De hoofdpiek (intensiteit 100) blijkt op 20 37-53 ± 0.05 te liggen, maar er bevindt zich een "schouder" tussen 20 37.10 en 37.20.

De eerste piek is van francoliet, de schouder wordt door wat wilkeit veroorzaakt.

IV. Conclusies en Discussie:

Onderlinge relatie van de kernen:

Om een indruk van de verschillen en de overeenkomsten te krijgen zijn de "logs" naast elkaar in figuur gebracht (zie fig. 9, 10 en 11). Hieruit blijkt dat de kernen E_1 , E_4 , E_7 , F_4 en F_5 voornamelijk bestaan uit diatomeën slib, ze liggen ook het dichtst bij de kust, en bevinden zich niet dieper dan 120 m.

E_9 vormt een soort overgangsstadium want er worden geen fosfaat pellets aangetroffen en weinig tot geen diatomeën.

De andere kernen (E_{10} , F_8 , F_{10} , F_{11} , F_{12} , I_7 en I_8) bevatten alle (meer of minder) fosfaat pellets, (waarbij geldt dat I_7 en I_8 verreweg het meeste bevatten). Al deze kernen bevinden zich op een diepte, groter dan 135 m. Ook geldt voor deze kernen dat ze alle bovenin voornamelijk bestaan uit carbonaat fragmenten, en naar beneden toe minder, terwijl dan de hoeveelheid fosfaat pellets toeneemt. (Met de toename van fosfaat pellets, gaat een afname in aantal foraminiferen gepaard). Alleen in E_{10} blijft de hoeveelheid carbonaat fragmenten en fosfaat pellets nagenoeg gelijk, over de hele kern. Waarschijnlijk moet E_{10} ook net als E_9 tot een soort overgangsstadium gerekend worden. Er kan dus de volgende indeling gemaakt worden: ondieper dan 120 m, bestaan de kernen uit diatomeën slib (E_1 , E_4 , E_7 , F_4 en F_5). Tussen de 120 m en 140 m bestaan de kernen uit carbonaat fragmenten met of slib (E_9) (waarbij het slib geen of weinig diatomeën bevat) of fosfaat pellets (E_{10}) maar weinig in aantal (ze maken niet het hoofd deel van het sediment uit).

Dieper dan 140 m (F_8 , F_{10} , F_{11} , F_{12} , I_7 en I_8) vinden wij kernen waarbij het sediment boven in bestaat uit carbonaat fragmenten met wat

fosfaat pellets en onderin uit fosfaat pellets met wat carbonaat fragmenten.

Conclusies:

1. Er is een duidelijk verschil in sediment types, diatomeen slib tot ± 120 m diep, van recente ouderdom, en daarnaast sediment, voornamelijk uit carbonaat fragmenten bestaande. Dit komt overeen met de vondsten van v. ANDEL en CALVERT (1971) die een oude pleistocene kustlijn vinden op ongeveer 110 m diep, die de zeewaardse grens vormt van recente sedimenten.
2. De noordelijke lijn E bevat veel minder fosfaat pellets wat (betreft E_{10}) dan lijn I (wat betreft I_7 en I_8). Lijn F (F_8 , F_{10} , F_{11} en F_{12}) bevat vrij veel fosfaat pellets, waarbij onder in F_{11} en F_{12} het meeste. Dit komt overeen met de verdeling die BREMNER (1973) vindt voor de Carbonaat apatiet in dit gebied. Ook hij vindt een concentratie van fosfaat houdend sediment rond de 200 m diepte lijn.
3. De gelaagdheid in F_4 in diatomeen slik (lichte en donkere bandjes van 1 tot 3 mm dik) wordt door d'Anglejan (1967) ook aangetroffen voor California in de groene slikken. De donkere bandjes kunnen verklaard worden als zijnde kleine reductie zones, die waarschijnlijk corresponderen met maxima in de aanvoer van organisch materiaal gedurende jaren of seizoenen met een hogere biologische productie. (Zo zouden ook de lichtere en donkere vlekken verklaard kunnen worden, als plaatselijk meer gereduceerde delen, ontstaan tijdens het lange bewaren van de kernen. In de meeste kernen die diatomeen slib bevatten, werden deze vlekken aangetroffen).
4. Uit een aantal kernen blijkt duidelijk dat de omstandigheden drastisch veranderd zijn. Onderin een aantal kernen vinden we sediment voornamelijk bestaande uit fosfaat pellets, weinig fossielen worden hier aangetroffen. Om de grote concentratie van deze pellets te bewerkstelligen, zo goed gesorteerd, is een sterke stroom nodig, of al het fijnere sediment is er tussen uit meegenomen, door een stroom, te zwak om de fosfaat pellets

mee te nemen. Dit is een relict sediment EMERY (1968) beschrijft dit soort sediment, wat op de outer shelf een bekend verschijnsel is. Het is dus een sediment dat bestaat uit componenten, die door een fysisch transport proces, zijn verzameld uit oudere componenten. Het wordt verklaard door eustatische zeeniveau wisseling, vooral in het pleistoceen ten gunste van de ijstijden. Boven deze laag fosforieten vindt er een snelle toename in carbonaat fragmenten plaats. Na de "slechte" omstandigheden tijdens het sorteren van de fosfaat pellets, kunnen nu de beesten weer leven in een rustige omgeving zonder veel aanvoer van terrigeen materiaal. Als de fosfaat pellets inderdaad een relict sediment voorstellen wil dat zeggen dat de bioclastische sedimenten die erna gevormd zijn na de laatste ijstijd ontstaan zijn, evenals het diatomeeën slib.

5. Het feit dat (bijvoorbeeld F_{12} , F_{11} , F_{10} , F_8) onderin grote schelpen worden aangetroffen, met grote slakken met mooie versierde schalen, en bovenin alleen kleine slakjes en schelpjes kan er op wijzen dat de leefomstandigheden verslechterd zijn echter door het relict karakter van dit sediment moet men er rekening mee houden dat het ook relict fossielen kunnen zijn uit oudere lagen, die dus dan niets over het leef milieu kunnen zeggen.

V. Literatuur

- ANDEL, v. T.H. & S.E. CALVERT, 1971. Evolution of sediment wedge, Walvis shelf. S.W. Africa. J. Geol. 79. p. 585-602.
- d'ANGLEJAN, B.F. 1967. Origin of marine phosphorites off Baja California, Mexico. Mar. Geol. 5 p. 15-44.
- BATURIN, G.N., 1969. Authigenic phosphate concretions in recent sediments of the South west African shelf. Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R. (Oceanography) vol. 189 p. 1359-1362.
- BATURIN, G.N., A.V. KOCHENOV & V.P. PETIHN, 1970. Phosphorite formation on the shelf of S.W. Africa. Lithol. Mineral. Dep. 3, p. 15-26.
- BATURIN, G.N. & Y.A. Romankevich, 1972. Composition of the organic matter in phosphorites from the continental shelf of south west Africa Geokhimiya, No. 6. p. 719-726.
- BREMNER, J.M., 1973. a) Bathymetry of the South west African continental shelf and upper slope from Silvia hill (25°S) to the Kunene river (17°S). b) Texture and composition of surficial continental margin sediments between the Kunene river and Silvia hill. c) Further analyses on the sardinops gravity cores collected from the shelf near Walvis Bay. Joint geological survey University of Cape Town. Technical report: no. 6 - progress reports for the year 1973.
- BOON, J., 1974. Verslag bijvak sedimentologie, najaar 1973.
- BRONGERSMA-SANDERS, M., 1947. On the desirability of a research into certain phenomena in the region of upwelling water along the coast of S.W. Africa. proc. Kon. Akad. Wetenschappen. Vol. L, no. 6.
- BRONGERSMA-SANDERS, M., 1965. Metals of Kupfer Schiefer supplied by normal Sea water. Geol. Rdsch. Vol. 55 p. 365-375.
- CALVERT, S.E. & N.B. PRICE, 1970. Minor metal contents of recent Organic rich sediments off South west Africa. Nature Vol. 227 august 8, 1970. p. 593-595.
-
- _____, 1971. Recent sediments of South west African shelf. In: The geology of the East Atlantic continental Margin. 2. Africa. ed. F.M. Delany. rep. 70/16 Inst. geol. Sci. p. 209.
- DINGLE, R.V., J. ROGERS, G.F. BIRCH & C.P. SUMMERHAYES, 1973. Phosphate in sediments off South west Africa. Nature Vol. 243 June 29 1973. p. 509-511.
- EISMA, D., 1969. Sediment sampling and hydrographic observations off Walvis Bay, S.W. Africa December 1968, January 1969. NIOZ-verslag 1969-1.

- EMERY, K.O., 1968. Relict sediments on continental shelves of the world. Bull. AAPG. 52, p. 445-464.
- HART, T.J. & R.I. CURRIE, 1960. The Benguela Current. Discovery Rep. 31, p. 123-298.
- MARTIN, H., 1973. The Atlantic margin of southern Africa between latitude 17°S and the Cape of good Hope.
- NEUMANN, G. 1968. Ocean currents. Elsevier scientific publishing company. p. 288-290.
- SHEPARD, F.P., 1963. Submarine geology. New York, Harper and Row. p. 257.
- SIMPSON, E.S.W., 1971. The geology of the S.W. African continental Margin, a review..Inst. geol. sc. rep. 70/16. p. 153-170 ed. F.M. Delany
- SMITH, J.P. & J.R. LEHR, 1966. An Xray investigation of carbonate Apatite J. Agr. food Chem. 14, p. 342-350.
- VEEH, H.H. & W.C. BURNETT, 1973. Contemporary phosphoritics on the continental margin of Peru.. Science 181, p. 844-845.

Tabel I

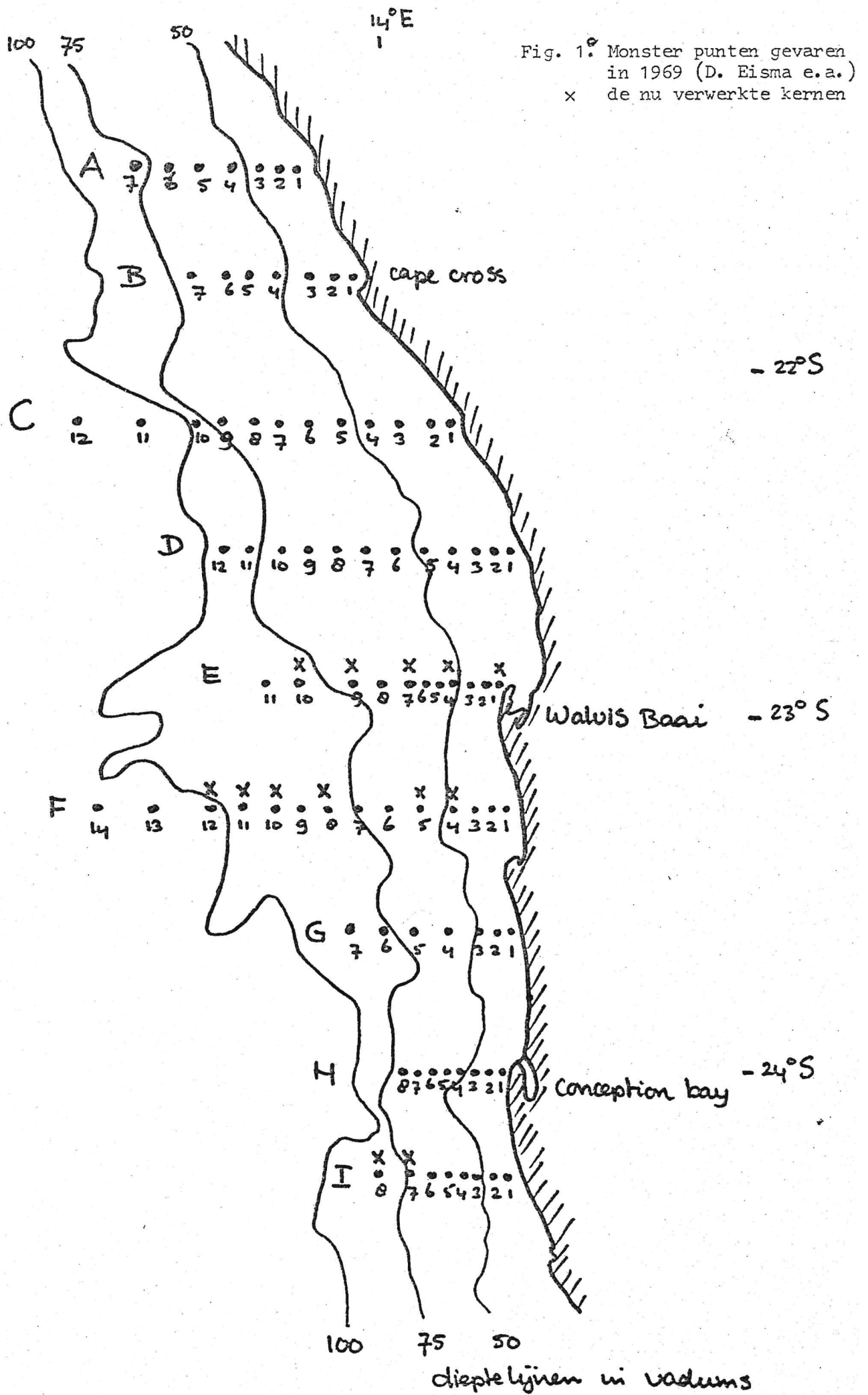
Gegevens monster punten D. Eisma, 1969. Alle kernen zijn warm (d.i. bij kernentemperatuur) bewaard.

Monster- punten	Positie	Diepte	Datum	Lengte kern
E ₁	22°52.5 S 14°20 E	29 m	110169	128 cm
E ₄	22°52.5 S 14°14.5 E	91.5 m	110169	95 cm
E ₇	22°52.5 S 14°06 E	118 m	110169	92 cm
E ₉	22°52.5 S 13°55.5 E	133 m	110169	81 cm
E ₁₀	22°52.5 S 13°45 E	137 m	110169	118 cm
F ₄	23°15 S 14°16 E	73 m	200169	84 cm
F ₅	23°15 S 14°10 E	110 m	200169	105 cm
F ₈	23°15 S 13°55 E	143 m	200169	30 cm
F ₁₀	23°15 S 13°44 E	150 m	200169	39 cm
F ₁₁	23°15 S 13°39 E	152 m	200169	86 cm
F ₁₂	23°15 S 13°34 E	188 m	190169	79 cm
I ₇	24°15 S 14°10 E	165 m	190169	60 cm
I ₈	24°15 S 14°04.8 E	219 m	190169	84 cm

Tabel II

Overzicht van de monsters uit de kernen met hun mineralen inhoud bepaald met Röntgen diffractie

	Apatiet	Calciet	Aragoniet	Diatomeën	Kwarts	NaCl	Smectiet	Mica	Kaoliniet	Chloriet	Talk	13.7°2θ	17.2°2θ
E ₁	-	+	-	+++	++	+++	+	++	-	+	-	-	32.75 +
E ₄	-	+	-	+++	++	+++	+	+++	-	+	-	-	32.75 ++
E ₇	-	++	-	+++	+	+++	+	++	-	?	+	-	32.75 +
E ₉	-	++++	+	?	+	+++	+	++++	-	+	-	-	32.75 +
E _{10 3}	-	++++	+++	-	+	-	-	+	-	?	-	-	-
E ₁₀	+	+++ a	+++	-	++	-	+	+++	-	?	+	-	-
F ₄	?	?	-	+++	?	+++	+	++++	-	++	-	-	31.20° 32.75° 24.50° 34.50° 32.6
F ₅	-	+	-	+++	+	+++	?	+	+	+	-	+	+
F ₈	+++	+++ a	+	-	+	-	?	++	-	++	+	-	-
F ₁₀	-	++++ a	++	-	++	+	-	+++	-	+	+	-	32.75 +?
F ₁₁	++++	+	-	-	+++	-	+	+++	-	+	+	-	-
F ₁₂	+	+++	+	-	+	+	-	+	-	?	-	-	-
I ₇	++++	+	-	-	+	-	?	+	-	-	-	-	-
I _{8 (2-36)}	++++	++	+	-	+	-	?	+	-	-	-	-	-
I _{8 4}	++	-	-	?	+++	+	+	+++	-	+	-	-	+



E10 1:3cm

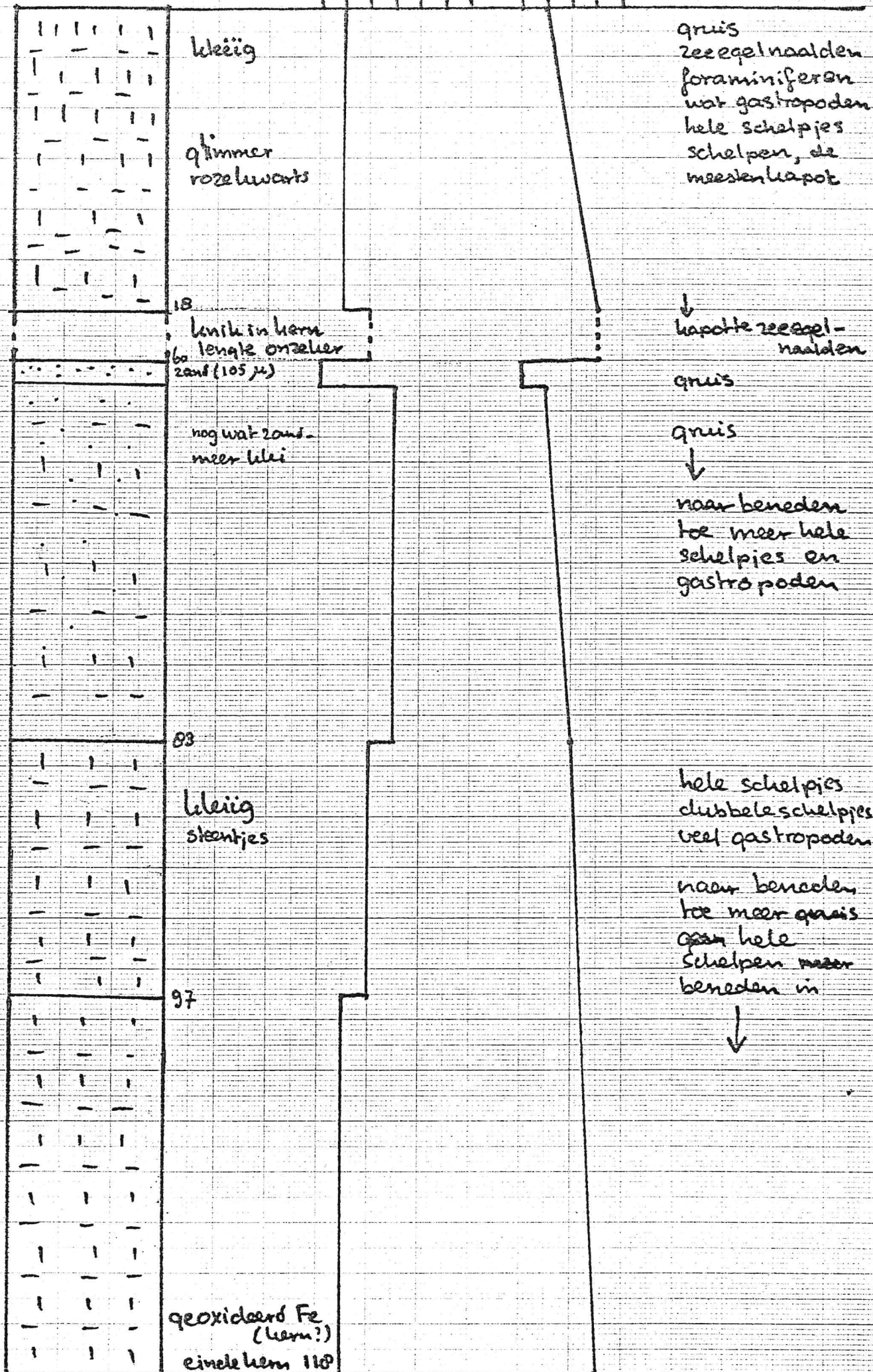
Zwarte bollekes
niet (fosfaat)
veel

Koralen
niet

veel

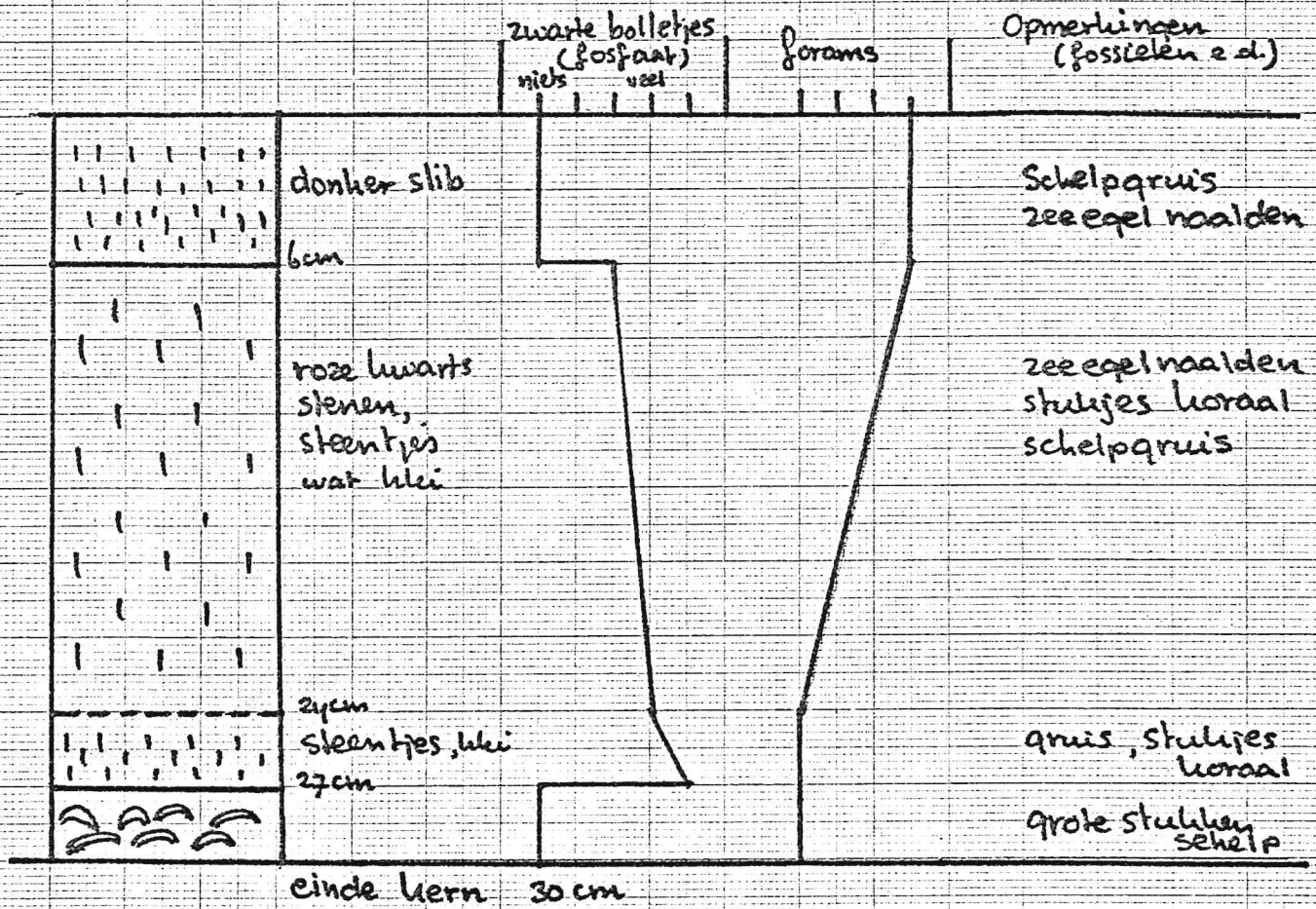
opmerkingen

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



1:3 cm

F₈



1:3cm

F₁₀

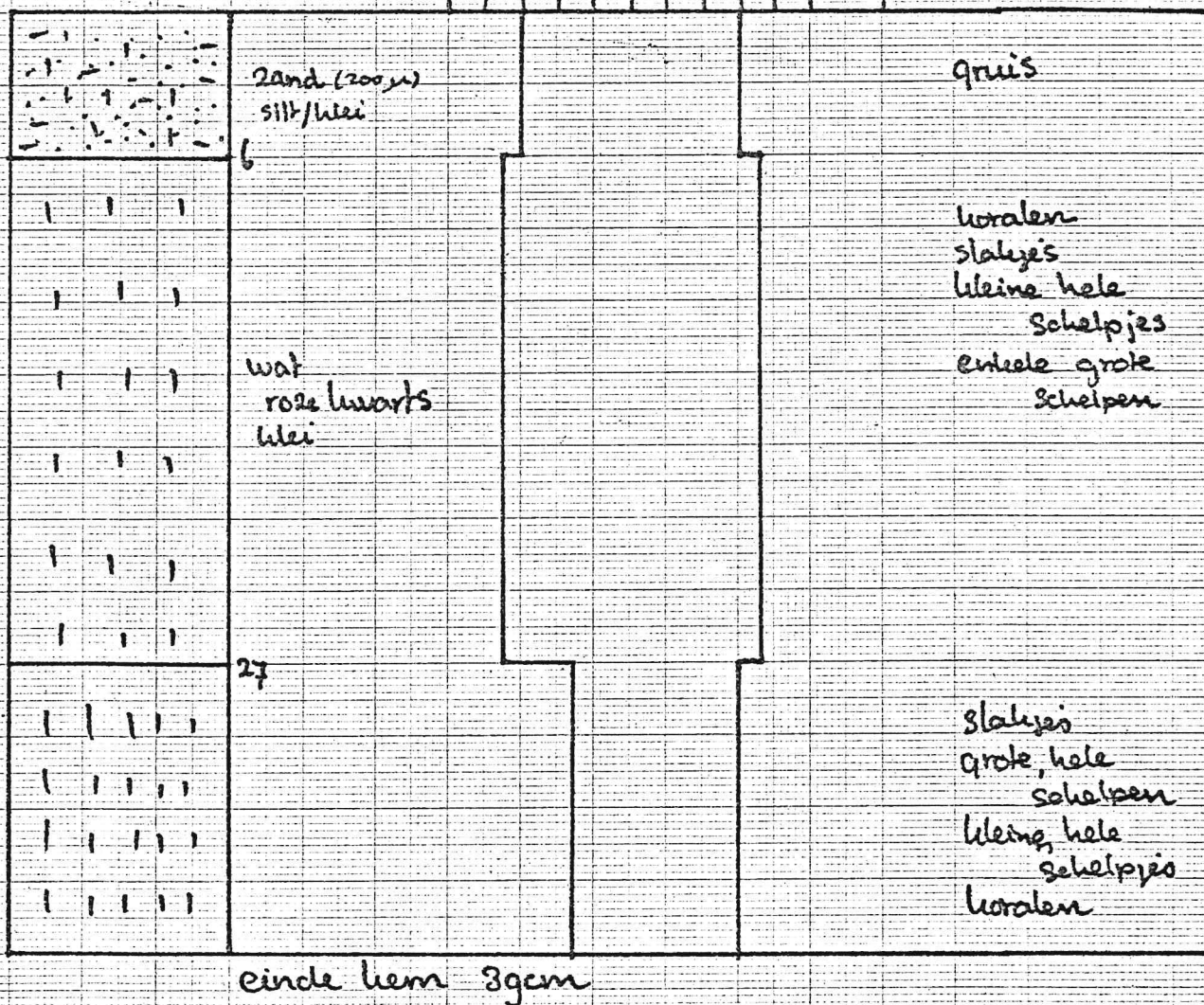
zwarte bolletjes

forams

niets → veel → ext

niets → veel

opmerkingen



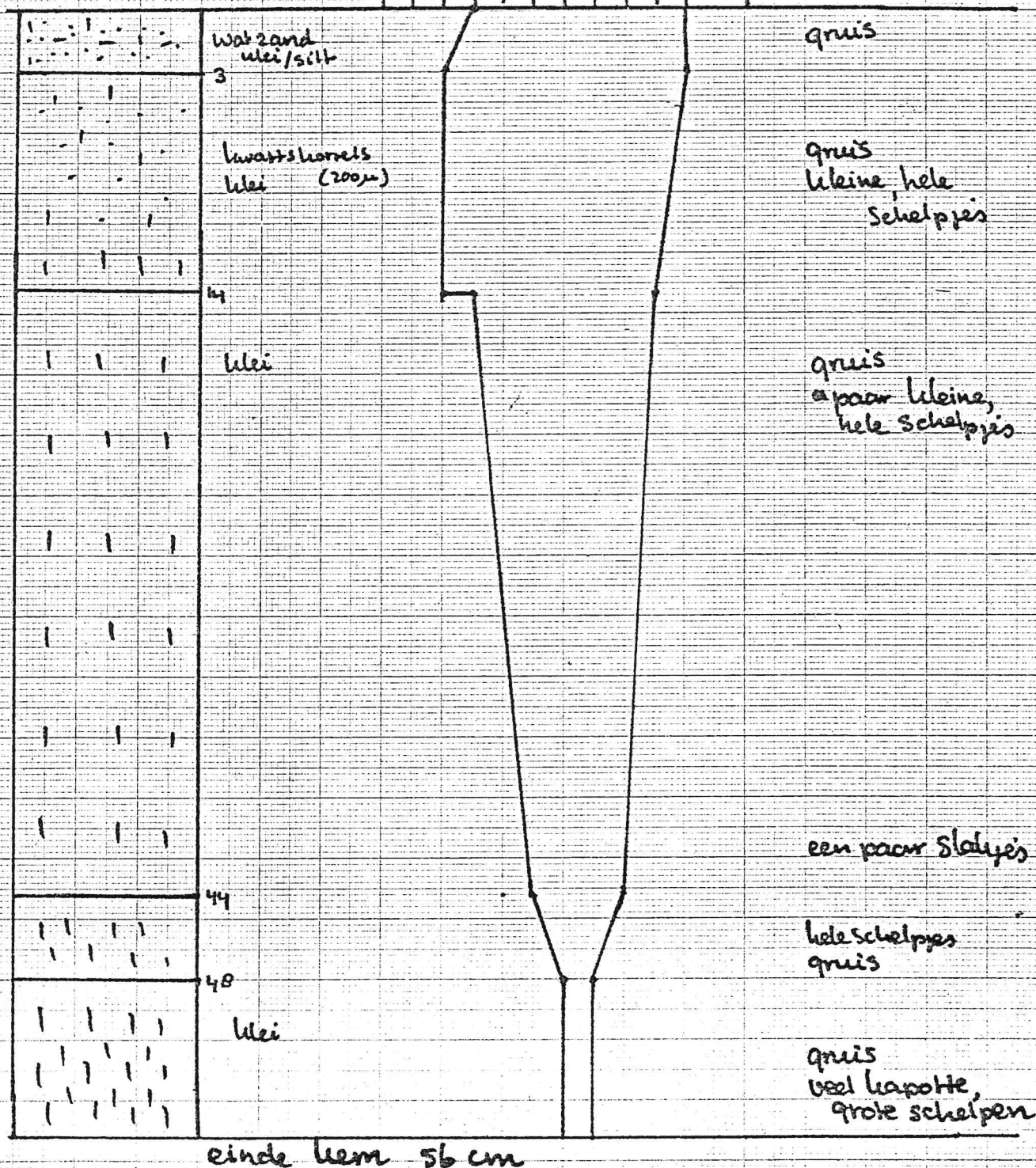
1:3cm



zwarte bolletjes
niets veel en niets veel

forams

opmerkingen



1:30m

zwarte bolletjes

forams

veel

opmerkingen

819 0

F
12

klei, zand (200µ)
glimmer

3

gruis

klei/silt

35

klei

kleine slakjes
kleine schelpjes
koraal resten
gruis
paar grote
schelpen
zeeegelmosselen

boven een
paar oesters

gruis
grote slakken
grote schelpen
(heel, dubbel)

kleine slakjes
kleine schelpjes

einde kern 79cm

1:3cm

I₇

fosfaat
zwarte bolletjes
niet veel exten

opmerkingen

1 1 1 1 1 1 1 1 1	strijps kwarts klei		veel quars grote hele Schelpen slakjes wat forams
13			
1 1 1 1 1 1 1 1 1	klei		wat forams grote slak slakjes grote Schelpen quars
26			
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	klei		paar forams veel minder quars kleine slakjes kleine Schelpjes wormgangen
48			
1 1 1 1 1 1 1 1 1	steenjes calciet kristalletjes		geen schelpquars paar forams

einde kern 60cm

3cm

zwarte
bolletjes

forams

Opmerkingen:
schelpgruis
grote/hele schelpen

steentjes

schelpgruis
grote, hele schelpen
rare lapotte
slalys

klei/silt

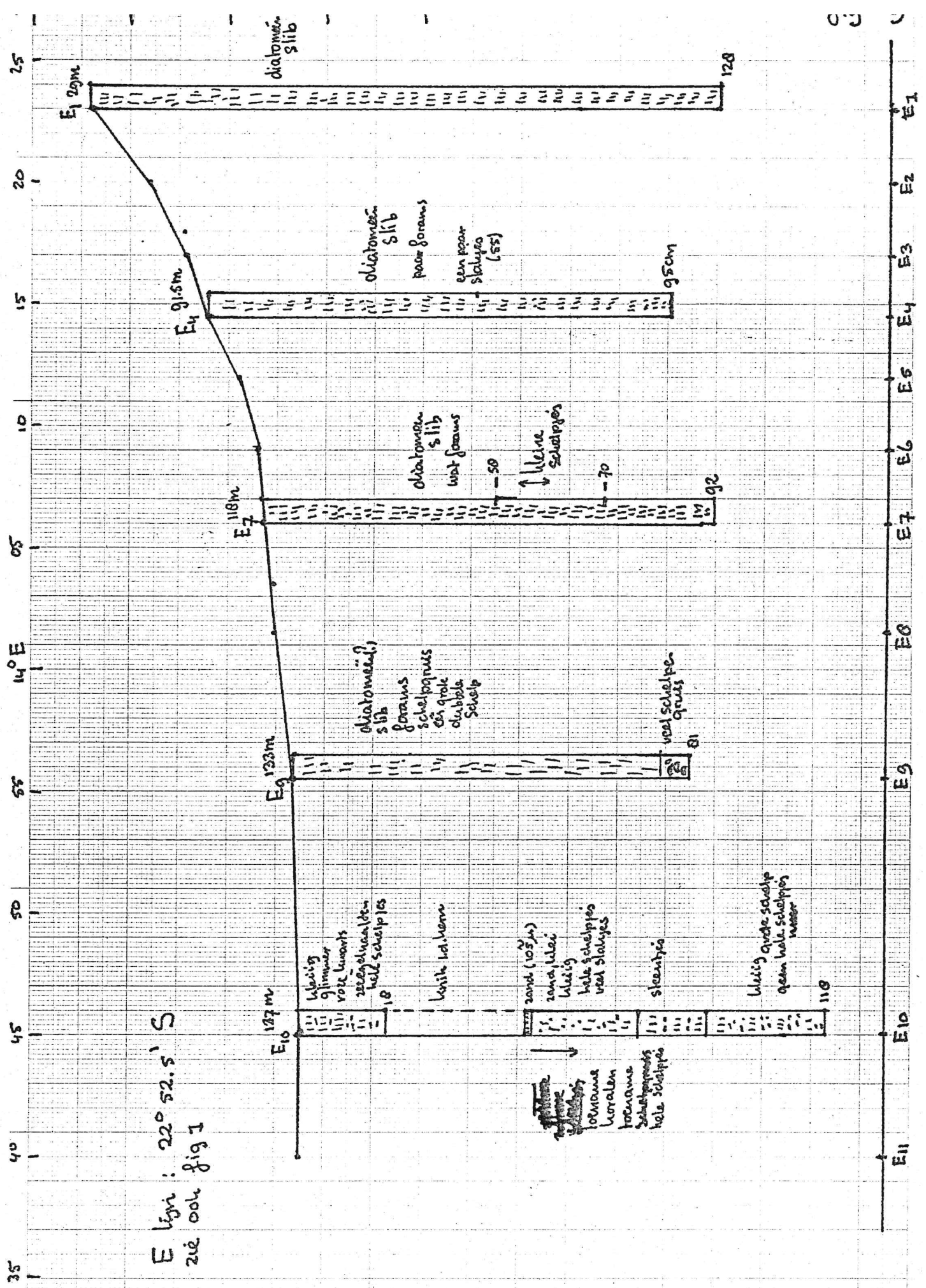
slalys
veel minder gruis

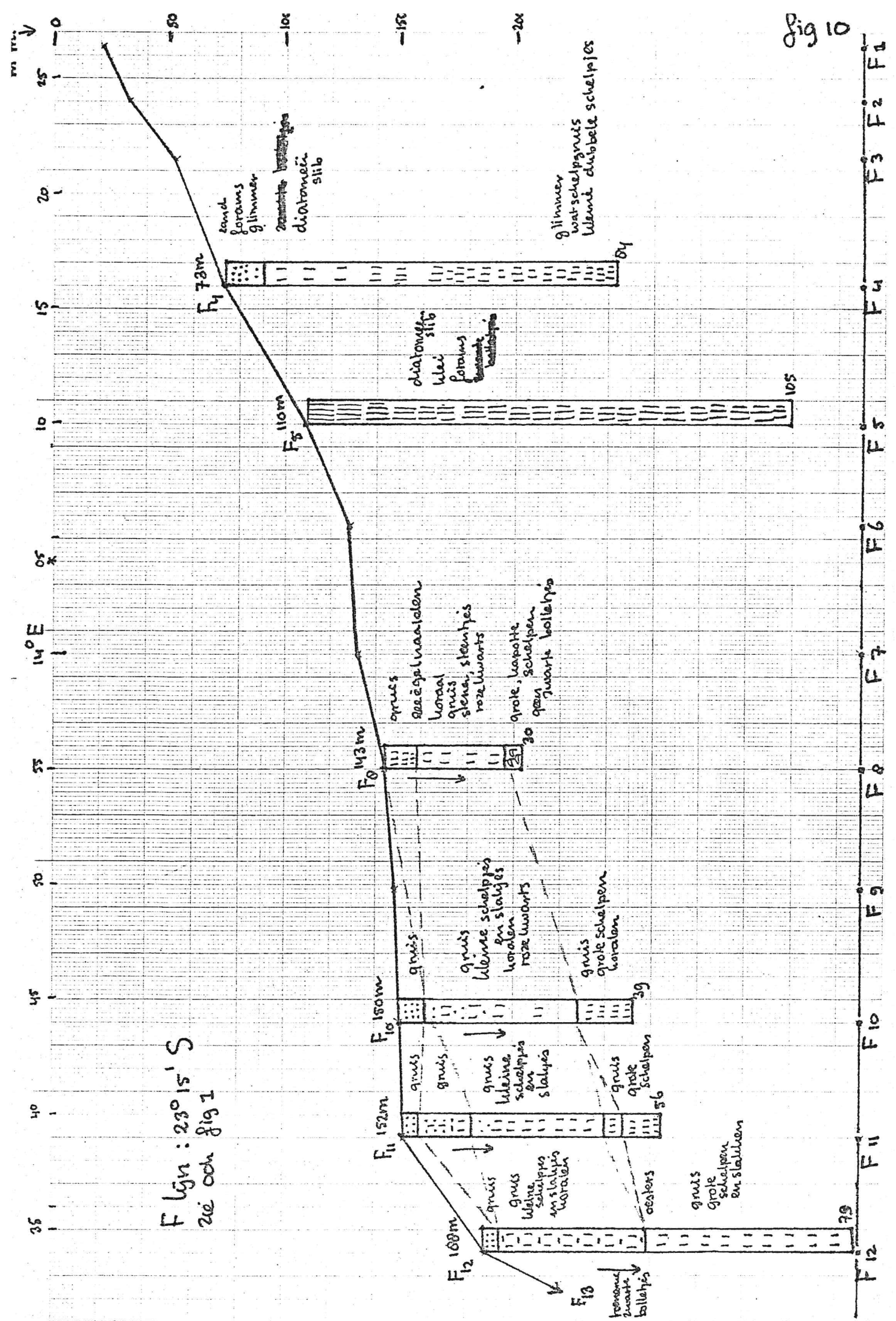
60

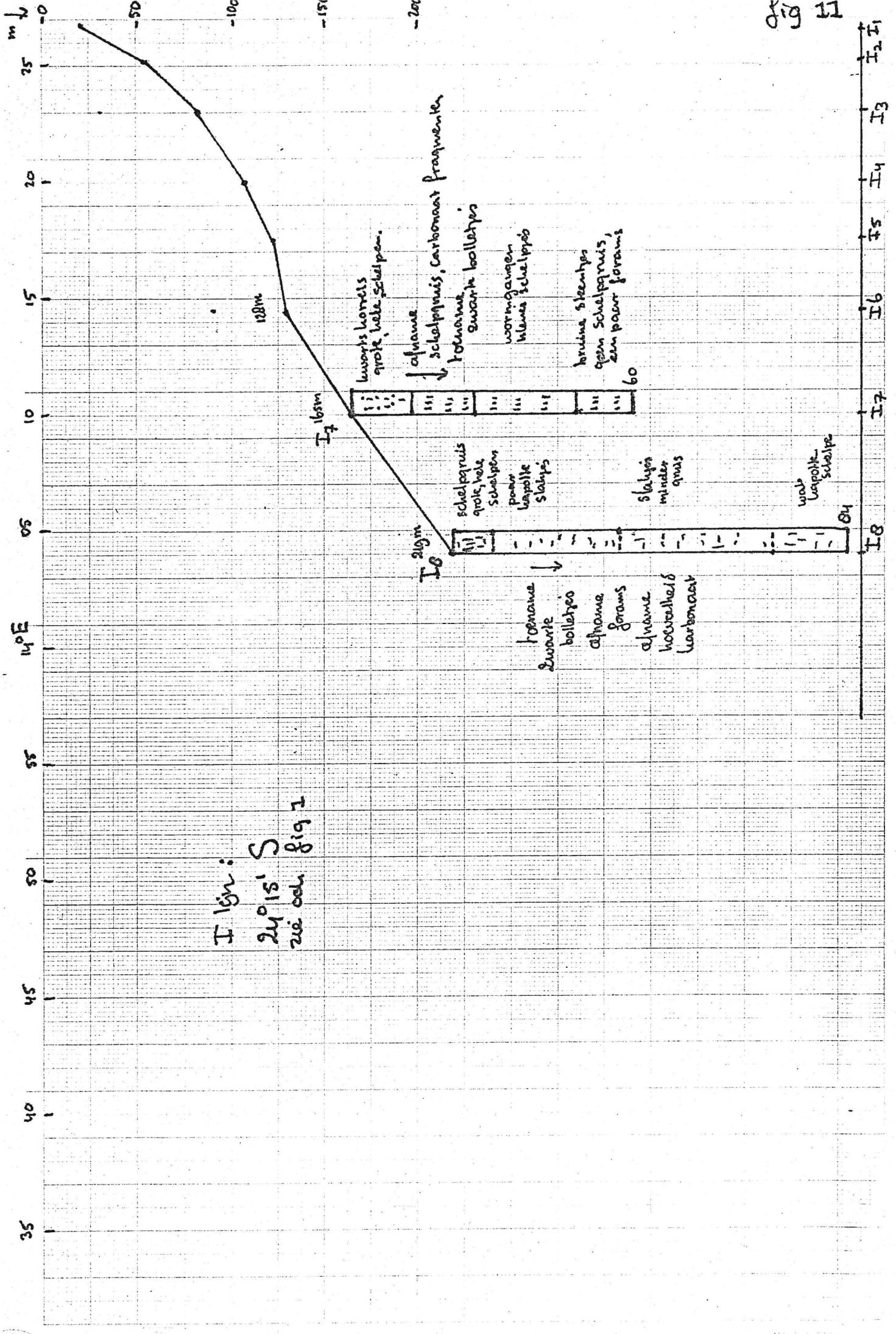
klei
kleine
kristalletjes
calciet

wat lapotte
schelpen

einde kern 84







I lgn:
24°15' S
zie ook fig 1