

Pompproef M199 ten N. W. van Varsseveld

J. J. de Vries

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Aan gebruikers buiten het Instituut wordt verzocht ze niet in publikaties te vermelden.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

Inleiding

Op 24 en 25 augustus 1966 werd door het I.C.W. in het kader van het geo-hydrologisch onderzoek in de Gelderse Achterhoek, een pompproef gehouden in het gebied ten N.W. van Varsseveld. Voor lokatie zie figuur 1.

Geologische gesteldheid en ligging van de filters

Ten behoeve van deze pompproef werden 4 boringen gezet te weten: M207, M208, M209 en M210.

M210 werd ingericht als pompput, terwijl M209, M208 en M207, gelegen op respectievelijk 15 m, 45 m en 135 m van de pompput, afgewerkt werden als waarnemingsput.

Figuur 2 toont een overzicht van de geologische en lithologische situatie, en de ligging van de verschillende filters.

Van maaiveld tot ca. 7 m diepte bevindt zich een pakket matig fijn tot middel fijn eolisch zand, behorende tot het dekzand (zanddiluvium).

Hierop volgt het ca. 25 m dikke watervoerende pakket, bestaande uit matig grove, grindhoudende zanden, overgaand in middel grove, sterk grindhoudende zanden.

Het bovenste deel, tot een dikte van ongeveer 12 m bestaat uit fluvia-tiel sediment van de post glaciële Rijn en behoort tot de formatie van Kreftenheye. De overgang naar het onderliggende fluvioglaciaal is moeilijk aan te geven, temeer daar het continentaal-Eemien hier ontbreekt. De grens is hier aangenomen met behulp van een geologisch profiel over M199, waarvan de stratigrafie voor een belangrijk deel berust op zware-mineraaltellingen (DE RIDDER, 1966).

Het fluvioglaciaal wordt aan de onderzijde begrensd door de als ondoorlatende basis te beschouwen fijne zanden en kleien van het Tertiair, waarvan de bovenzijde hier gevormd wordt door enkele meters fijn zand van het continentaal-Pliocene, overgaand in fijne slibhoudende zanden en kleien van het marien-Mioceen.

Zoals figuur 2 aangeeft werden in elke waarnemingsput 2 filters aangebracht, namelijk één in het dekzand op ca. 2,5 - maaiveld, en één in het fluvioglaciaal op ca. 21 m - maaiveld.

Grondwaterstandswaarnemingen voor en na de pompproef

Ongeveer 1 maand voordat de pompproef werd gehouden, is begonnen met grondwaterstandswaarnemingen in de nabij M210 gelegen peilputten M167, M152 en M199, en tevens in de waarnemingsputten M207, M208 en M209 vanaf de tijd dat deze gereed kwamen. Het verloop van de grondwaterspiegel in de diepe en ondiepe filters is weergegeven in figuren 3 en 4.

Uit deze figuren blijkt dat in de periode dat de pompproef werd gehouden, er een natuurlijke drainage van ongeveer 4 mm per etmaal plaatsvond. Deze hoge grondwaterafvoer was het gevolg van een sterk verhoogde grondwaterstand, veroorzaakt door de 24 mm neerslag die van 23 op 24 juli viel.

Bewerking van de uit de pompproef verkregen gegevens

Gestart werd met pompen op 24 augustus om 9.30 uur, gepompt werd tot 25 augustus 10.04 uur.

Het debiet van de pomp, dat constant werd gehouden, bedroeg $790 \text{ m}^3/\text{dag}$.

De stijghoogte dalingen die in de waarnemingsputten optraden zijn tegen de tijd uitgezet op semi-log-papier. (fig. 5 en fig. 6).

Zoals uit deze figuren blijkt werd na 400 minuten de proef verstoord door een regenbui van ca. 3 mm, die een stijging van de grondwaterspiegel zowel in de diepe als in de ondiepe filters veroorzaakte. Dientengevolge zijn alleen de gegevens die verkregen zijn in de eerste 400 minuten, in de berekening gebruikt. In figuur 5 werd een correctie aangebracht in de grondwaterstandsdalingen van 1 cm voor de natuurlijke daling die in deze periode optrad.

In de volgende berekening werd deze natuurlijke daling van 1 cm in de eerste 400 minuten van de pompproef buiten beschouwing gelaten. Het lijkt namelijk niet onwaarschijnlijk dat de natuurlijke drainage in de omgeving van de pompput sterk gereduceerd werd door de daar optredende, snelle grondwaterstandsdalingen.

De maximale dalingen die na 400 minuten in de peilfilters optraden zijn als volgt (fig. 7A)

	diep	ondiep
M209	9,3 cm	3 cm
M208	6,8 cm	4,9 cm
M207	4,4 cm	3,7 cm

Uit deze cijfers blijkt dat de verticale weerstand C_v tussen het bovenste en onderste watervoerende pakket niet groot is.

Voor de berekening van deze verticale weerstand kan de volgende formule gebruikt worden:

$$C_v = \frac{h_2 - h_1}{q_v}$$

waarin

$h_2 - h_1$ is het verschil in potentiaal tussen het diepe en ondiepe filter in meters

q_v is de verticale stroomsterkte

In de periode van 17 tot en met 19 augustus viel geen neerslag en waren de peilwaarnemingen als volgt:

	$h_2 - h_1$ in m		Daling van het freatisch vlak in m	
	17 - 18 aug.	18 - 19 aug.	17 - 18 aug.	18 - 19 aug.
M207	0,18	0,175	0,038	0,044
M208	0,105	0,11	0,04	0,041
M209	0,03	0,03	0,044	0,033

Bij een geschatte bergingscoëfficiënt van 0,1 geeft dit:

$$C_{v_1} = \frac{18 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-3}} = 65 \text{ dagen}$$

$$C_{v_2} = \frac{10,5 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-3}} = 30 \text{ dagen}$$

$$C_{v_3} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-3}} = 10 \text{ dagen}$$

Waarin voor de gemiddelde verticale stroomsterkte $4 \cdot 10^{-3}$ m/dag is genomen.

Uit deze geringe waarden voor de verticale weerstand en uit het feit dat ondanks de grote doorlatendheid van het watervoerend pakket, na 400 minuten pompen nog geen evenwicht werd bereikt, is te concluderen dat zowel het diepe als het ondiepe grondwater zich bij benadering als freatisch water gedragen.

Voor dit niet-~~permanente~~ ^{stationaire} stromingsgeval geldt de formule van Theis:

$$h_0 - h = \frac{Q}{4\pi kD} \int_{\frac{r^2 S}{4kDt}}^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du$$

waarin:

- $h_0 - h$ is de optredende potentiaal daling in m na tijd t
- Q het debiet van de pompput in m^3/dag
- kD de doorlatendheid in m^2/dag
- t de tijd in dagen dat werd gepompt
- $u = \frac{r^2 S}{4kDt}$
- S de storage coëfficiënt

In figuur 6 is deze vergelijking grafisch opgelost. Hiertoe zijn de waarden $h_0 - h$ (in dit geval van M207) op log.papier uitgezet tegen r^2/t in m^2/dag . De op deze wijze verkregen punten werden zoveel mogelijk passend gelegd op de kromme, die de waarden van exponentiële integraal:

$$\int_{\frac{r^2 S}{4kDt}}^{\infty} \cdot \frac{e^{-u}}{u} du \text{ voorstelt.}$$

De verschuiving van de assenstelsels die hierbij optreden kan gelijkgesteld worden met de waarden van de constanten:

$$\frac{Q}{4\pi kD} \quad \text{en} \quad \frac{4kD}{S}$$

en wel zo dat de afstand tussen de horizontale assen gelijk is aan de waarde van $\frac{Q}{4\pi kD}$, terwijl de afstand tussen de verticale assen overeenkomt met de waarde $\frac{4kD}{S}$.

Voor M207:

$$\frac{Q}{4\pi kD} = 9 \cdot 10^{-3}$$

$$Q = 800 \text{ m}^3/\text{dag} \quad \text{dus} \quad \underline{kD = 7000 \text{ m}^2/\text{dag}}$$

$$\frac{4kD}{S} = 1,6 \cdot 10^6$$

$$\underline{S = 0,2}$$

De potentiaal dalingen in de putten M208 en M209, uitgezet tegen r^2/t leverden krommen op die minder goed overeenkomen met de type curve.

De uitkomsten in deze gevallen zijn:

M208

$$\frac{Q}{4\pi kD} = 1,5 \cdot 10^{-2}$$

$$\underline{kD = 4300 \text{ m}^2/\text{dag}}$$

$$\frac{4kD}{S} = 1,5 \cdot 10^{-2}$$

$$S = 10^{-2}$$

M209 $\frac{Q}{4\pi kD} = 1,5 \cdot 10^{-2}$

$$kD = 4300 \text{ m}^2/\text{dag}$$

$$\frac{4kD}{S} = 3 \cdot 10^5$$

$$S = 6 \cdot 10^{-2}$$

Deze lage uitkomsten voor de storage coëfficiënt, die in dit geval van freatisch water, overeen moet komen met de bergingscoëfficiënt, zijn mogelijk een aanwijzing, dat relatief veel water van grotere afstand van de pomp-put werd aangetrokken.

Hieruit volgt dat we met een vrijwel horizontaal stromingsgeval te maken hebben. Verder blijkt uit figuur 5 dat na ongeveer 10 minuten het verschil in daling tussen de filters in de verschillende putten onderling vrijwel constant blijft. De formule van Thiem mag dus toegepast worden:

$$Q = 2\pi kD \frac{h_2 - h_1}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

waarin:

h_2 is de potentiaal daling die optreedt in de put op afstand r_2 van de pompput

h_1 is de potentiaal daling die optreedt in de put op afstand r_1 van de pompput

Q is het debiet in m^3/dag

kD is de doorlatendheid in m^2/dag

Toegepast op de potentiaal dalingen in de putten M209 en M208 geeft dit:

$$kD = \frac{800}{0,025 \cdot 2\pi} \cdot 1,099$$

$$\underline{kD = 5600 \text{ m}^2/\text{dag}}$$

Thiem toegepast op de potentiaal dalingen in M207 en M209 geeft:

$$kD = \frac{800 \ln}{2\pi \cdot 0,049}$$

$$\underline{kD = 7900 \text{ m}^2/\text{dag}}$$

De gemiddelde doorlatendheid zal ongeveer 7000 m²/dag bedragen.

Stopproef

Na het stoppen van de pomp werd nog ongeveer 24 uur gepeild.

In figuur 8 is het verloop van het diepe grondwaterpeil weergegeven zoals dat optrad tijdens de stopproef in de putten M209 en M208.

Op het eerste gezicht lijkt het verloop van de grondwaterspiegel vreemd. Na 200 minuten stijgen, treedt plotseling een daling in.

Vergelijken we het verloop van het grondwaterpeil in M209 tijdens de pompproef en de stopproef met het verloop in M199 die niet of nauwelijks door de pompproef zal zijn gestoord, dan blijkt dat tijdens de stopproef het grondwaterpeil stijgt tot ongeveer het punt waar het gestaan zou hebben indien er geen pompproef gehouden was, en daarna de 'ongestoorde' daling van ca. 4 cm/etmaal vervolgt. figuur 9.

Opmerking

Wanneer bij de berekening volgens de methode Theis wel in aanmerking wordt genomen, een natuurlijke daling van 1 cm in de eerste 400 minuten van de pompproef, verandert er in de uitkomst van de kD-waarde nauwelijks iets. Wel neemt de storage coëfficiënt met een factor 10^{-2} af.

Literatuur

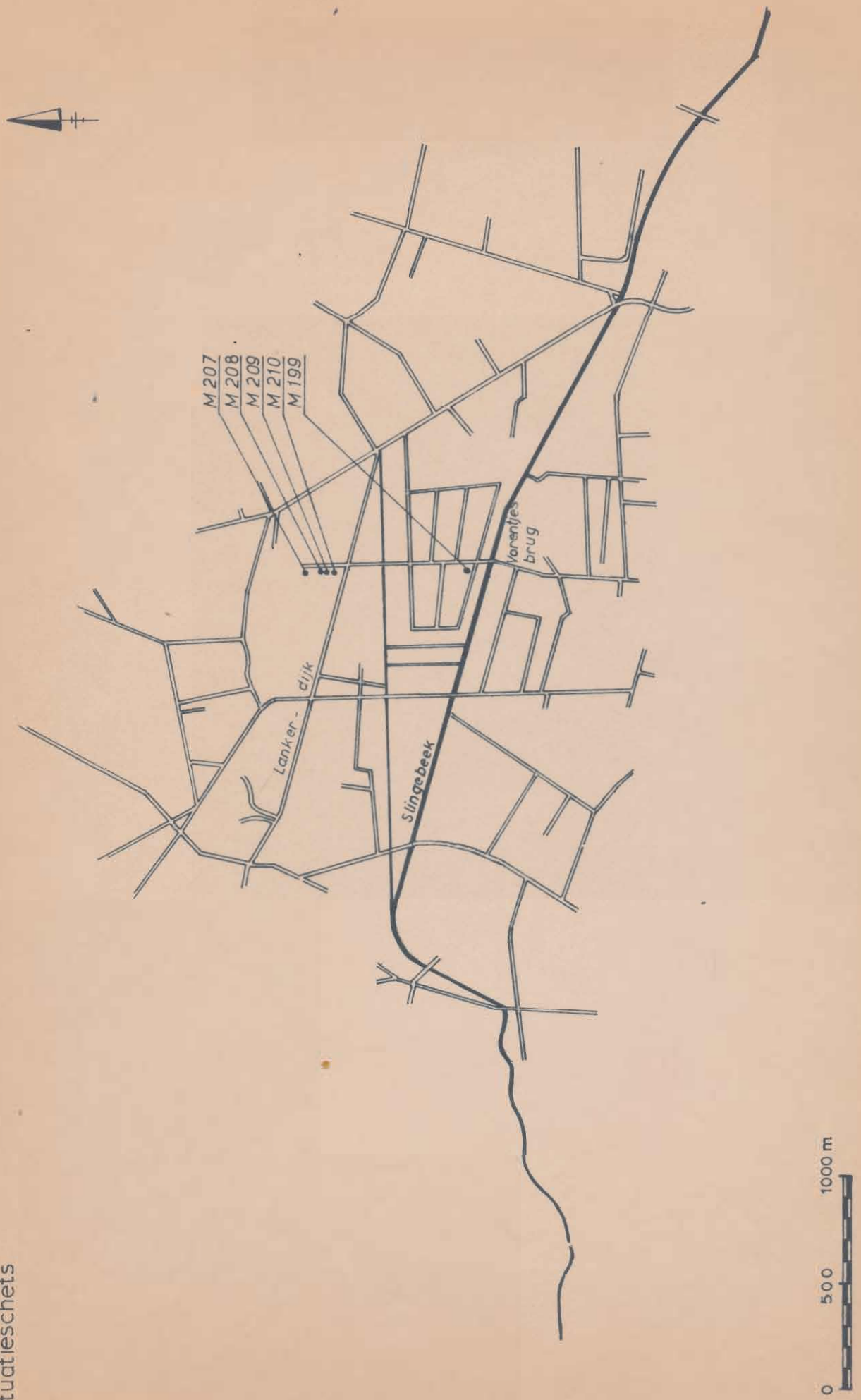
RIDDER, Dr. N.A. DE: De geohydrologische gesteldheid van de Achterhoek
(interim rapport) 1966.

FIG 1

HALLE

Pompproef M 199

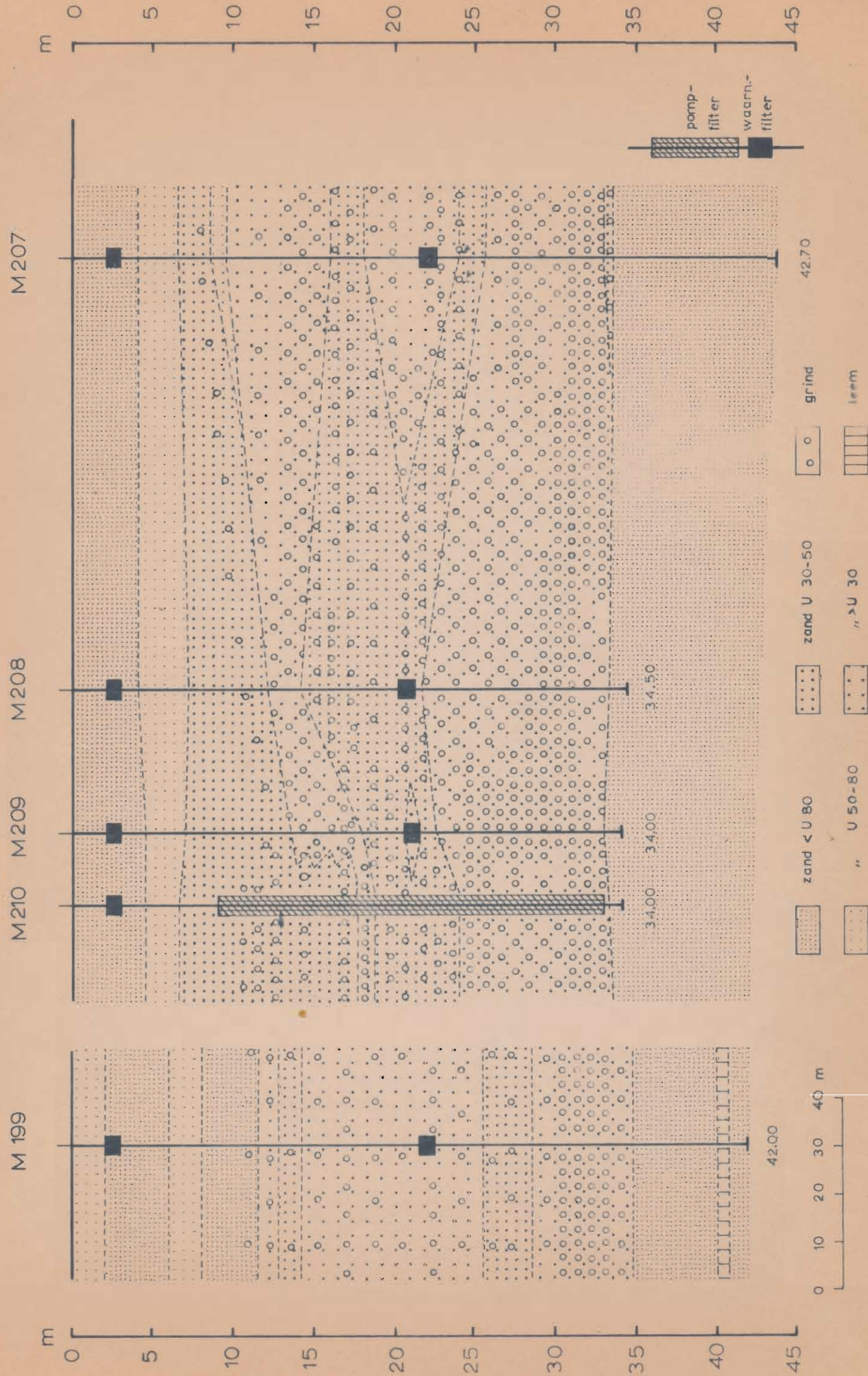
Situatieschets



VARSEVELD

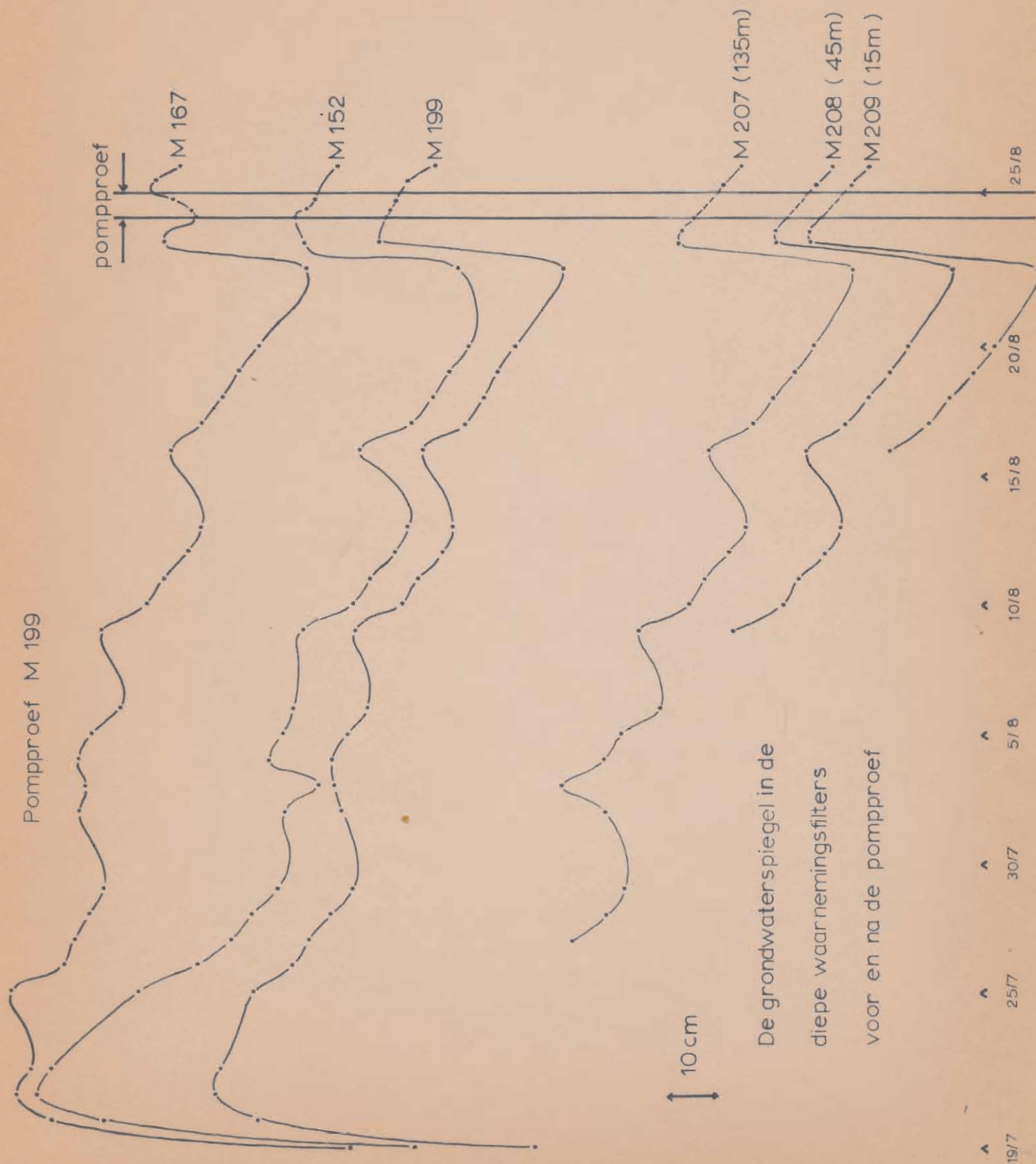
Lithologisch profiel pompproef M199

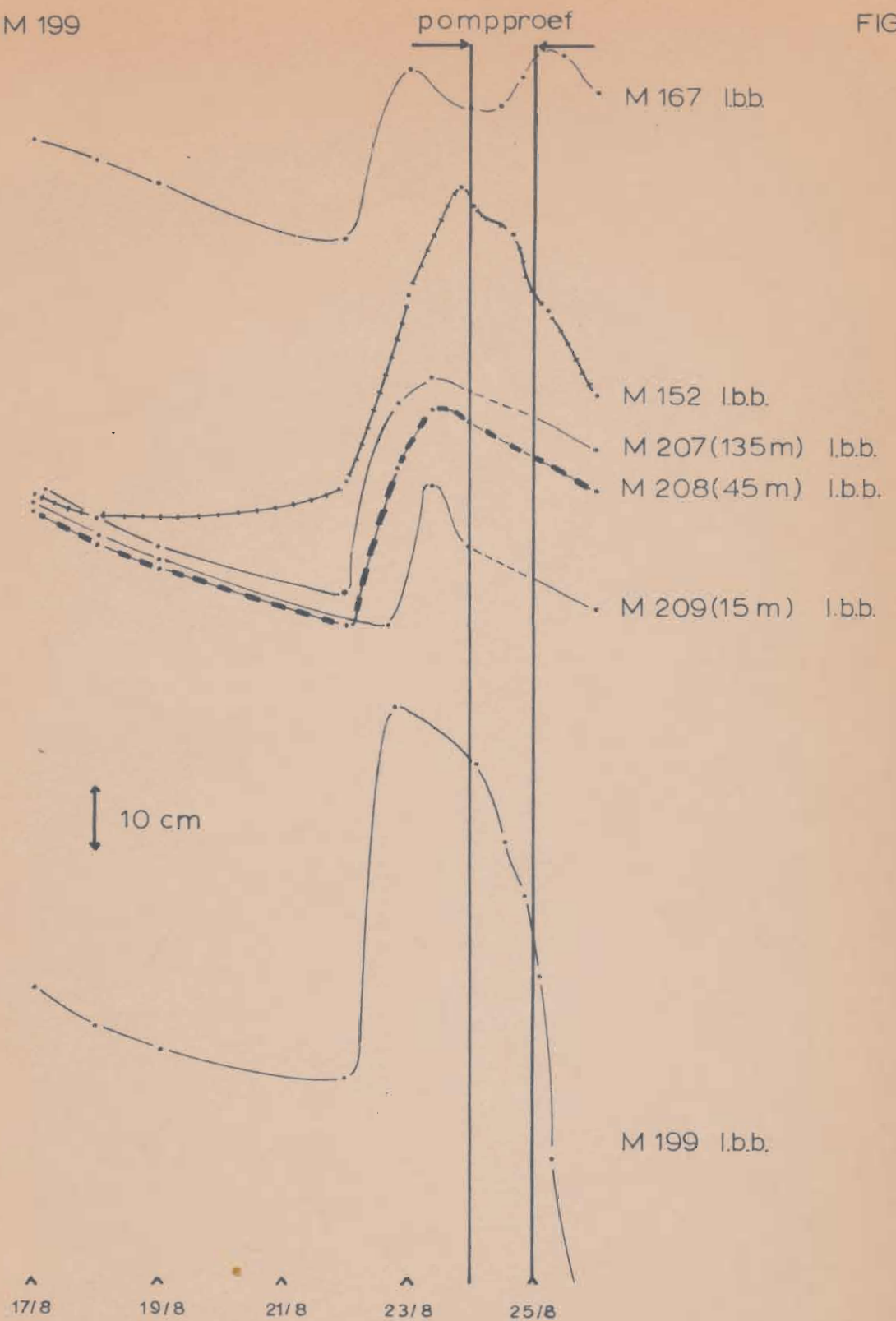
FIG 2



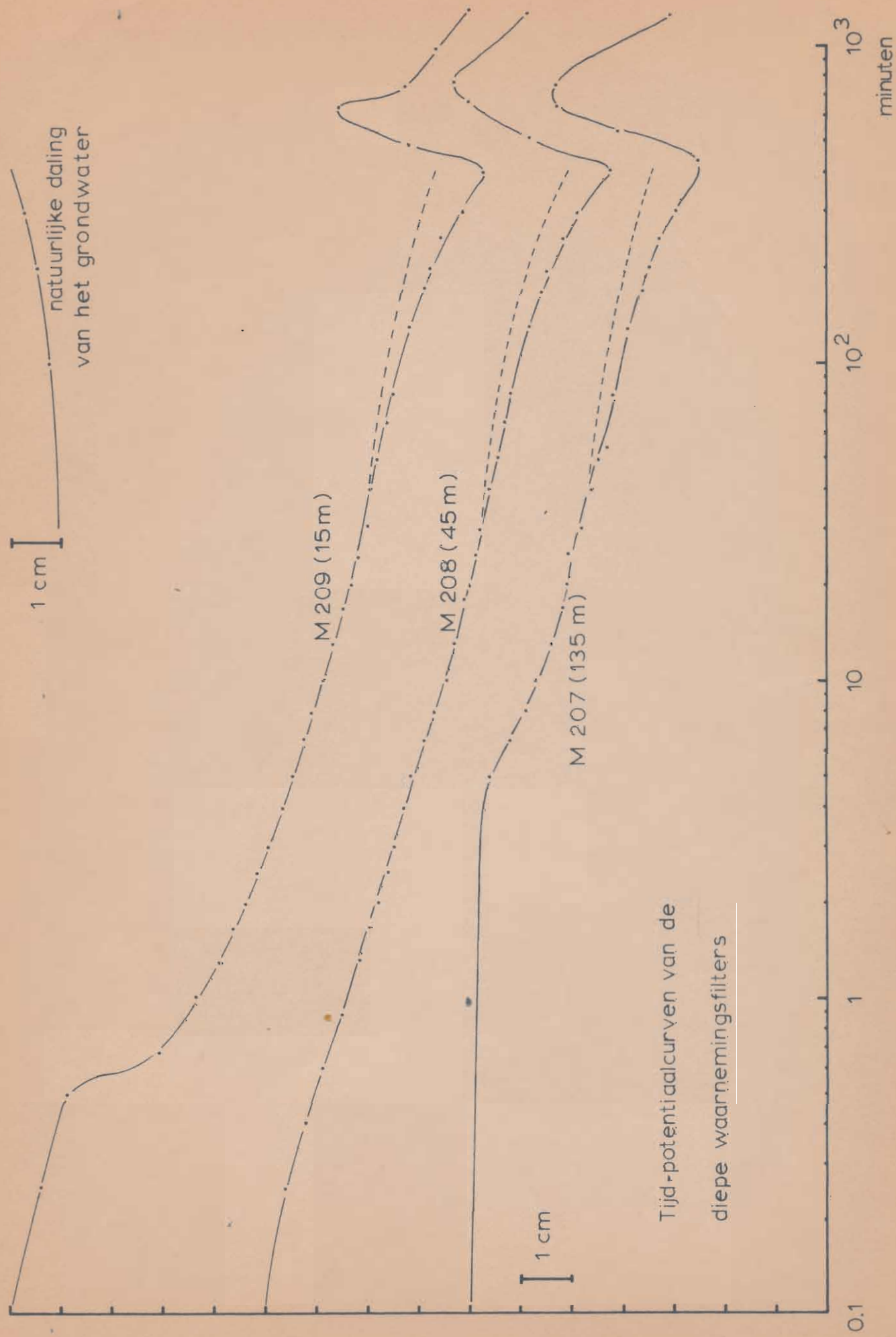
Pompproef M 199

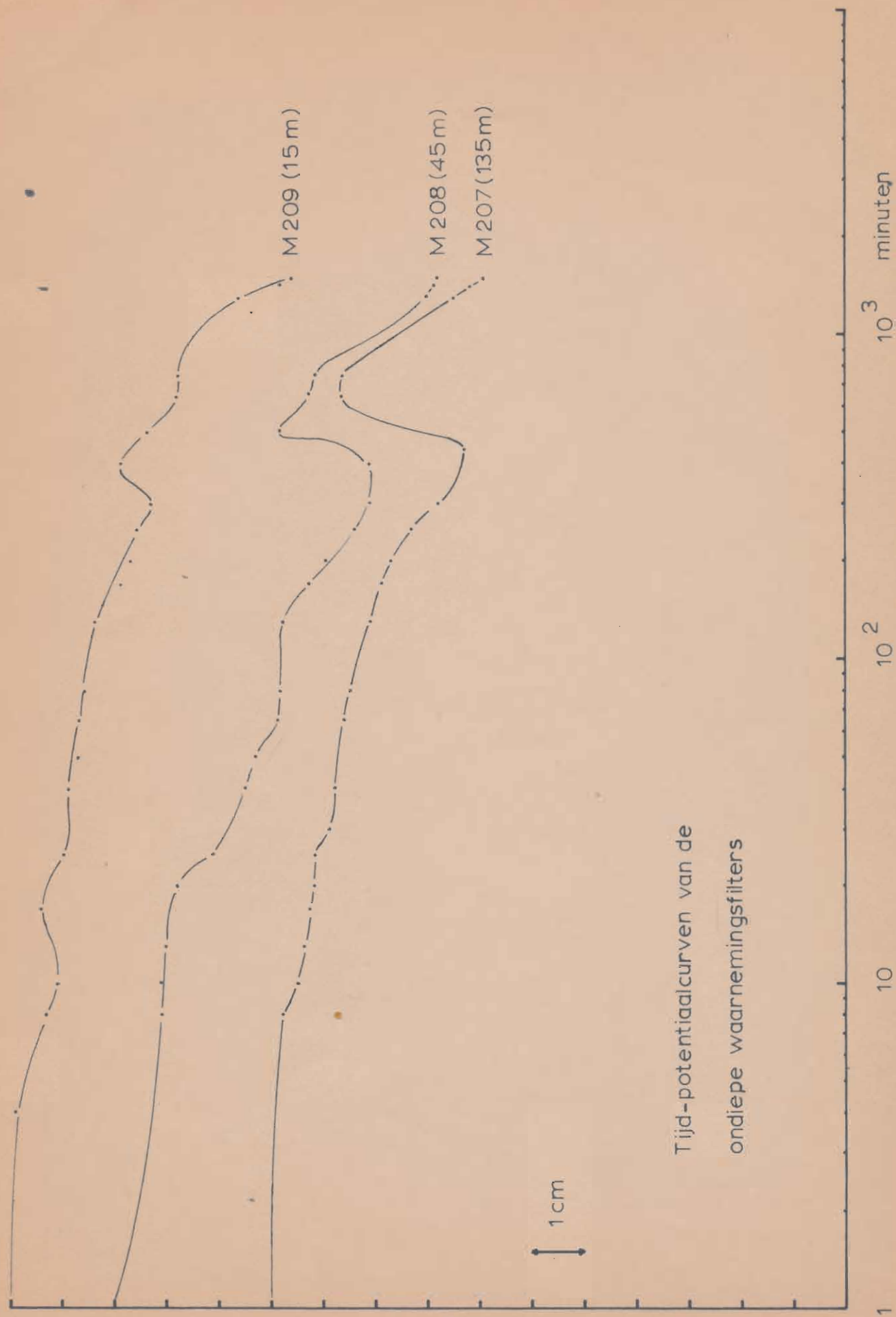
FIG 3



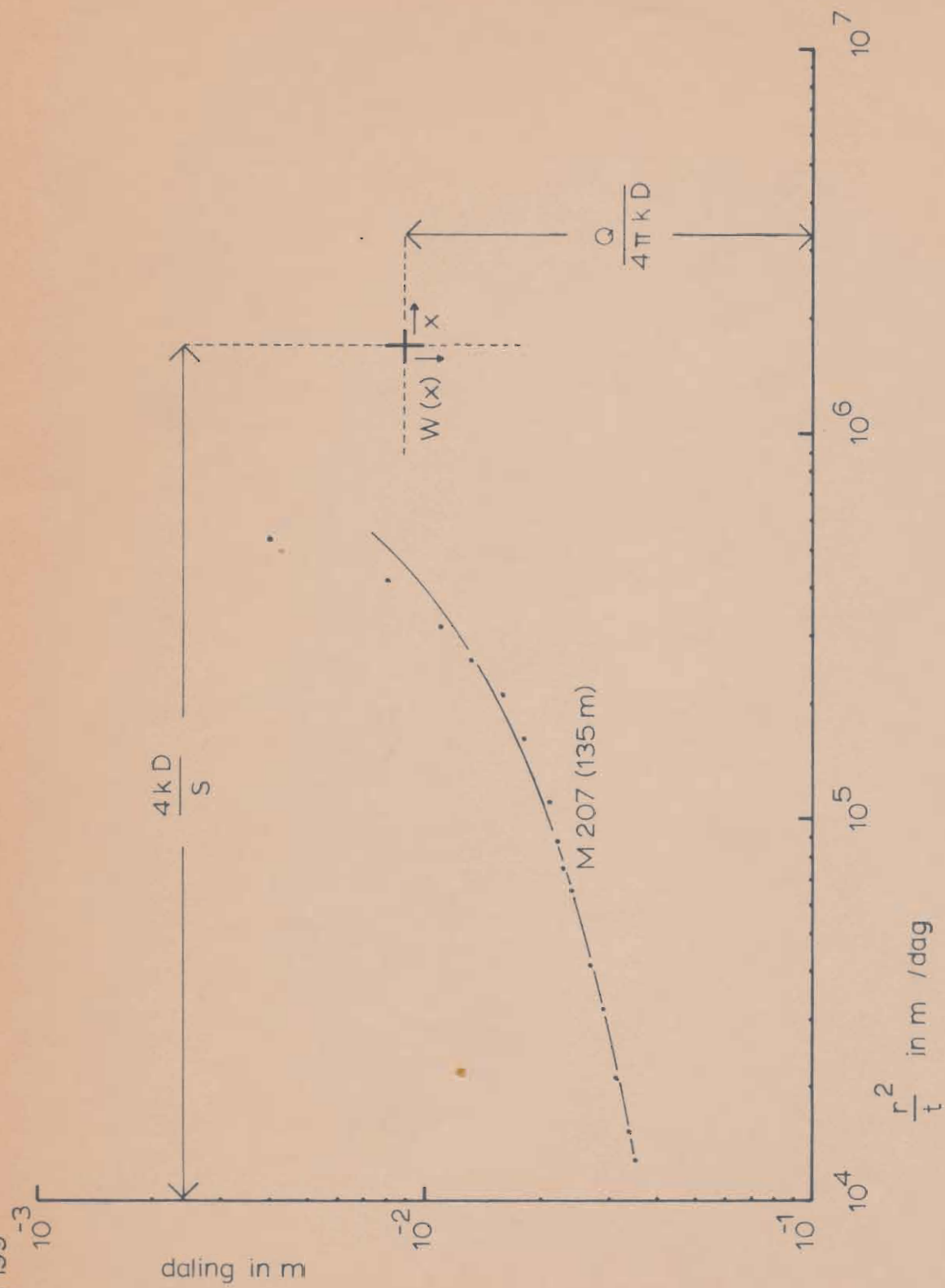


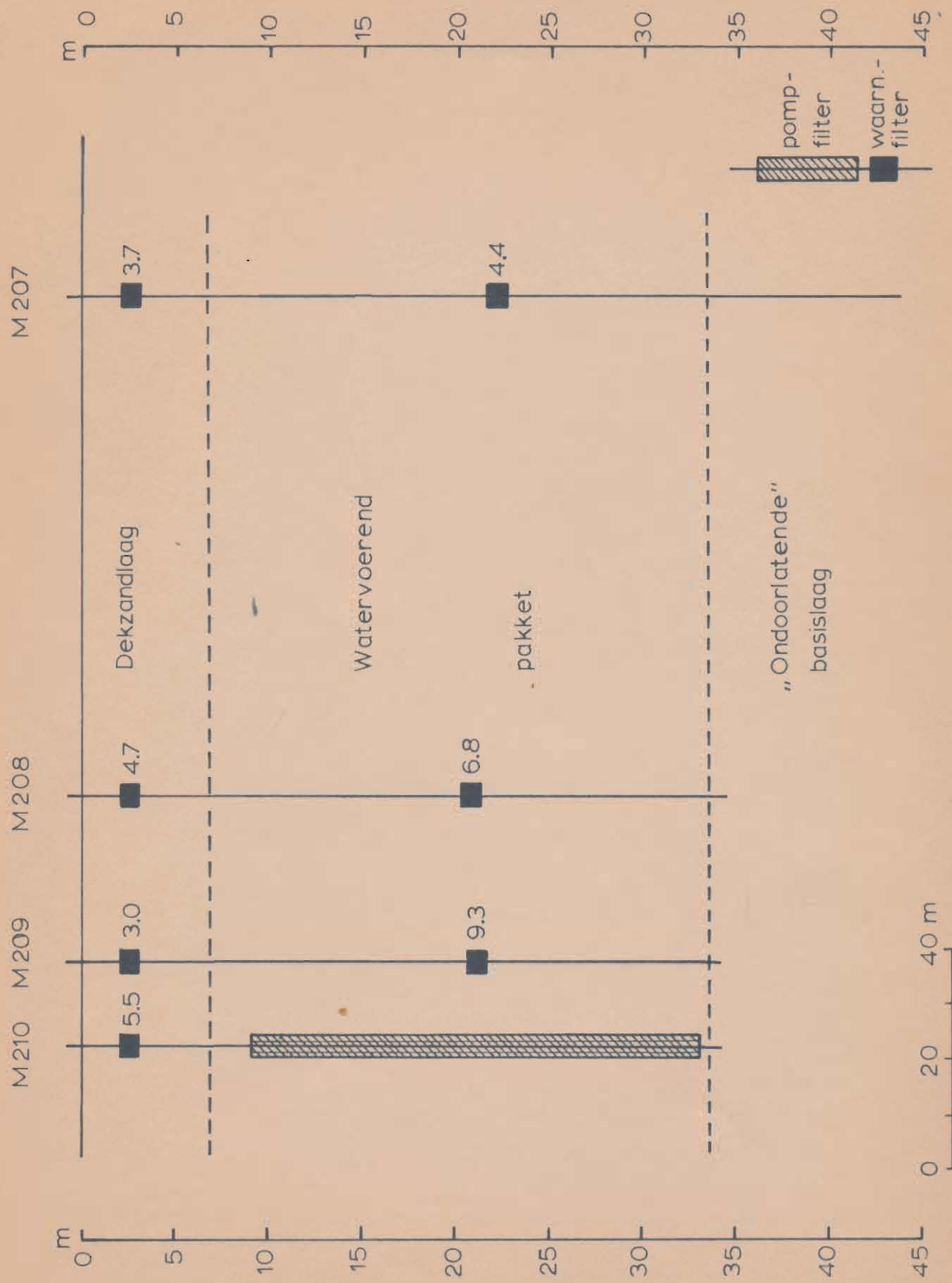
De grondwaterspiegel in de
ondiepe waarnemingsfilters
voor en na de pompproef

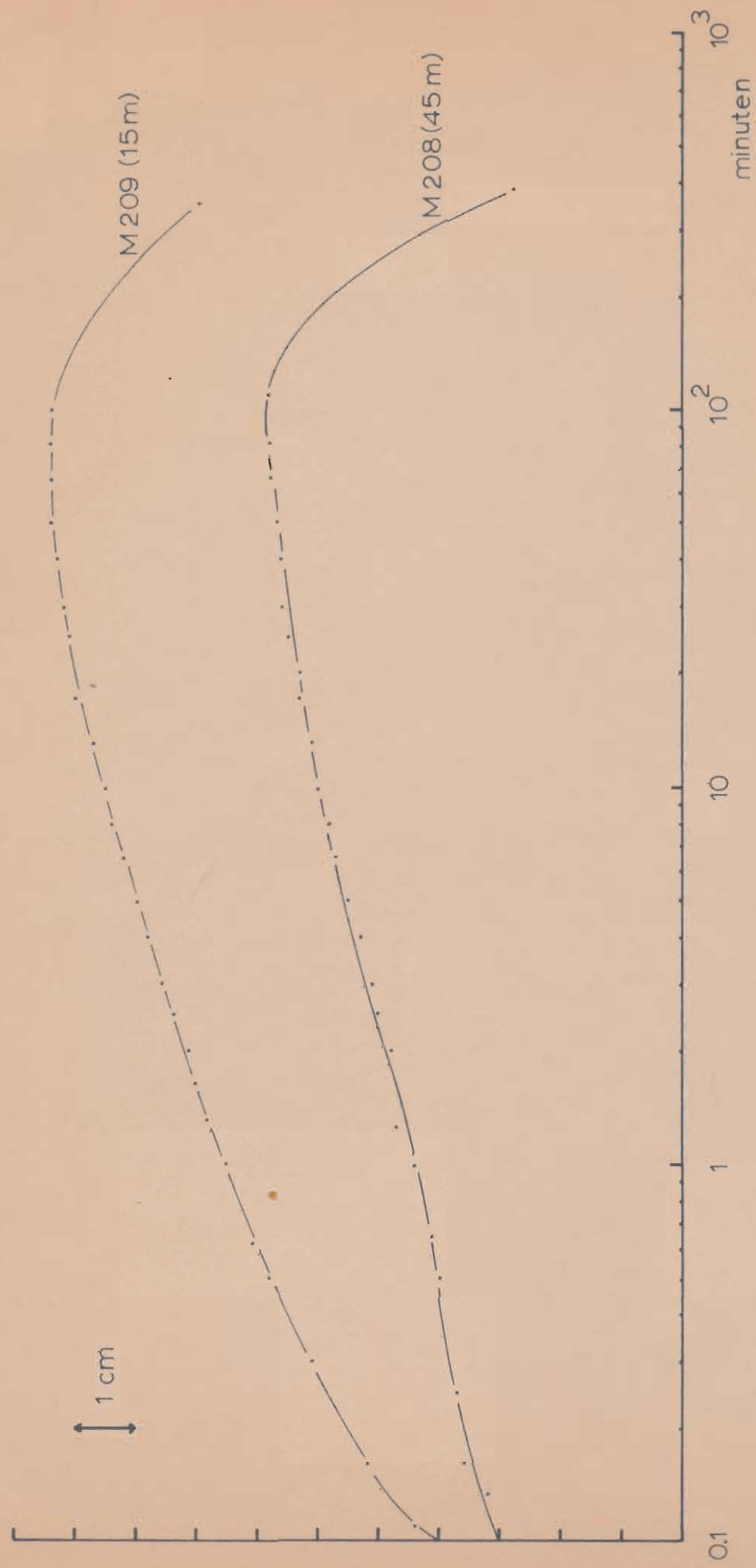




Tijd-potentiaalcurven van de
ondiepe waarnemingsfilters







Stopproef

Tijd-potentiaalcurven van de diepe waarnemingsfilters

