NOTA OVER DE BODEMDALING.

RIJKSWATERSTAAT DIR. ALGEMEENE DIENST.

Nota over de bodemdaling.

In deze Nota bevat Hoofdstuk I beschouwingen over de "Bodemdaling". Hoofdstuk II behandelt uitvoerig de oude waterwaarnemingen te Amsterdam, verricht van 1700-1860 aan het Stadswaterkantoor.

Hoofdstuk I.

B O D E M D A L I N G

Bij het vraagstuk der bodemdaling of bodemrijzing is het in de eerste plaats de vraag, of hierbij sprake is van een werkelijke daling of rijzing van den bodem ten opzichte van een vasten stand van het zeeniveau, dan wel een rijzing of daling van dit zeeniveau ten opzichte van een wat hoogteligging betreft onveranderlijken bodem. Of wel doen beide soorten van bewegingen zich voor? Deze bewegingen kunnen elkaar versterken of verzwakken. Het levert in het algemeen groot bezwaar op ze uit elkaar te houden en afzonderlijk te bepalen.

Als oorzaken van de bodemdaling kunnen zeer verschillende factoren vermeld worden. Het vraagstuk wordt voldoende algemeen beschouwd als men de hieronder vermelde oorzaken in aanmerking neemt.

§1 Oorzaken der bodembewegingen.

I. Vanuit geologisch standpunt beschouwd.

Vanuit geologisch standpunt x) beschouwd kunnen in het spel zijn langzame rijzingen en dalingen van de aardkorst als gevolg van verschuivingen van plastische gesteentemassa's onder de vaste aardkorst, - zoogenaamde epirogenetische bewegingen, - welke ook in het Noordzeegebied en den bodem van Nederland een rol gespeeld kunnen hebben. Men acht dergelijke epirogenetische bewegingen ook thans nog denkbaar.

Naast de "epirogenese" is te vermelden de "orogenese", die over beperkte gebieden en over korter perioden werkzaam is, en welke aanleiding kan geven tot het vervormen van de aardkorst over bepaalde gebieden tot een complex van schollen (horsten en slenken) en daardoor tot tektonische veranderingen.

In dit verband zij nog genoemd de "isostasie", waarbij men er van uit gaat, dat de continenten als lichtere schollen op een plastisch magma drijven. Belasting van een schol veroorzaakt inzinking, ontlasting rijzing. Zoo zou b.v. door de zware ijskap, die in den ijstijd op Fennoskandinavië gerust heeft, dit gebied diep onder den zeespiegel kunnen zijn gedrukt, terwijl het verdwijnen of verminderen van het ijs het stijgen van het land in alluvialen tijd zou hebben veroorzaakt. Of dergelijke invloeden in den tegenwoordigen tijd bij het kustgebied

x) Zie Nos. 3), 4), 5) en 7) van de literatuurlijst aan het slot dezer nota.

van Nederland nog een rol spelen, zij in het midden gelaten.

Zoolang de epirogenetische bewegingen niet groot zijn, behoeven zij geen tektonische storingen achter te laten. De ondergrond van Nederland is echter tektonisch gestoord en door steilstaande breukvlakken in hoogere en lagere schollen verdeeld, in horsten en slenken. Langs de breukvlakken tusschen de schollen kunnen bewegingen plaats grijpen.

Dat tektonische bewegingen inderdaad in onzen bodem nog plaats vinden is o.a. gebleken, toen in 1932 in Noord-Brabant eenige aardbevingen voorkwamen, als gevolg van dergelijke bewegingen langs de breukvlakken.

De geologische geschiedenis wijst er op, dat reeds gedurende lange geologische perioden daling van den bodem in Nederland heeft plaats gehad; het is mogelijk te achten, dat zij ook thans nog in den bodem van Nederland voorkomt; de zakking behoeft niet continu te zijn geweest of te zijn, doch kan onderbroken zijn door tijdperken van stilstand of van opheffing.

Op grond van vrij speculatieve beschouwingen wordt voor de thans bedoelde absolute daling van onzen bodem wel een bedrag van 5 cm per eeuw genoemd; tot dit bedrag is men gekomen voor zeer langdurige tijdperken als 600000 en 200000 jaar, doch ook bij bepaling over korte periode (50 jaar). Ook wordt als seculaire zakking ten gevolge van tektonische bewegingen een bedrag 2 cm per eeuw vermeld.

De in het bovenstaande bedoelde zakkingen spelen waarschijnlijk een ondergeschikte rol tegenover andere invloeden, waardoor in de relatieve hoogte-verhouding van bodem en zeespiegel verandering kan komen, o.a. de rijzing van den zeespiegel, welke hieronder wordt behandeld.

II. Rijzing zeespiegel.

Als oorzaak, waardoor de stand van den zeespiegel kan rijzen of dalen ten opzichte van het vaste land is te noemen de "eustasie", welke berust op de mogelijkheid, dat de zeespiegel veranderlijk is, doordat de hoogte daarvan afhangt van de verdeeling der totale watermassa op aarde in water, ijs en waterdamp. In de ijstijden zouden b.v. groote hoeveelheden water in het ijs zijn vastgelegd, waardoor de zeespiegel verlaagd werd. De mogelijkheid bestaat, dat in de tegenwoordige en de hieraan voorafgaande periode de ijsmassa's, welke zich in de poolgebieden bevinden, kleiner worden in verband met wijzigingen in het klimaat, waardoor het vrijkomende water den zeespiegel zou kunnen doen rijzen.

Een samenhang met het afnemen der gletschers in andere gebieden van Europa, o.a. in de Alpen, wordt wel ter sprake gebracht en mogelijk geacht.

III. Verdere mogelijke oorzaken.

Als oorzaken van algemeen hydrographischen aard, die de onderlinge hoogteligging van zeespiegel en aardoppervlakte kunnen beïnvloeden, zijn te noemen:

veranderingen in de getijbeweging en in den gemiddelden waterstand;
stroomverlegging voor de kust of wijzigingen in de kustlijn;
inpolderingen.

En ten slotte de groep, gevormd door:

klink van den bodem;
samendrukking van den bodem ten gevolge van de aanwezigheid van slappe lagen in den ondergrond;
uitspoelen van grond;
uitdrogen van den bodem ten gevolge van verlaging van den grondwaterstand;
en invloeden van bewerking en bemaling van den grond.

De laatste groepen van oorzaken zullen in het algemeen slechts plaatselijk hun invloed doen gelden. En over groote oppervlakte zullen zij als regel geen min of meer gelijkmatig verdeelde werking hebben.

Zooals reeds opgemerkt, zullen alle wijzigingen in de hoogte-verhouding van zeespiegel en bodemoppervlakte, welke door de vermelde oorzaken kunnen ontstaan, zich gelijktijdig kunnen voordoen. Bij waarnemingen vindt men dus de resultante van meerdere bewegingen. De resultaten zullen in het algemeen ruwe benaderingen geven ten aanzien van elk der oorzaken.

§2 Waarnemingen ten aanzien van de bodemdaling.

Op welke wijze kan nu een onderzoek worden ingesteld naar de bodembeweging?

Voor een globale beoordeeling heeft men wel in de hoogteligging der zeepolders, welke in den loop der jaren achtereenvolgens werden ingedijkt langs de Groningsche en Friesche kusten, op de Zuid-Hollandsche en Zeeuwsche eilanden en in Zeeuwsch Vlaanderen een aanwijzing of zelfs een bewijs meenen te zien voor een seculaire daling van onzen bodem in historischen tijd.

Bij een niveau-verandering van de zee, waardoor de zeestand rijst ten opzichte van het land, moeten de jongere polders hooger liggen dan de oudere.

Zulks is nu inderdaad vaak het geval.

Bij het trekken van conclusies dient men wel in het oog te houden, dat bij de oudere bedijkingen onzekerheid

bestaat omtrent het jaar van aanleg, omtrent de hoogte van de terreinen en van dijken, waardoor het vaststellen van een maaiveldshoogte zeer bezwaarlijk is. Voorts spelen verschillende der onder §1, III genoemde factoren, als klink, samenpersing van den ondergrond enz. een rol.

Gegevens omtrent waargenomen zakkingen bij polders worden vermeld door Ir. J.C.Ramaer (litt. 1). Voorts worden in een verhandeling van Dr.J.F.Steenhuis (litt. 3) naast de gegevens van Ir. Ramaer diverse cijfers vermeld.

Daarbij is er van uitgegaan, dat een polder bedijkt wordt, als de grondslag 50 cm + volzee is gelegen. Uit het jaar van indijking en de hoogteligging van den polder op een later tijdstip kan dan een bedrag geschat worden voor de daling.

In de genoemde verhandeling van Ir. J.C. Ramaer is een mededeeling van Ir. A.A. Bekaar, toentertijd te Middelburg, opgenomen, waarin laatstgenoemde uit allerlei bronnen verzamelde gegevens over de hoogte van den bodem in diverse achtereenvolgens ingedijkte polders (totaal in bijna 200 polders) vermeldt.

De bedijkingsjaren waren niet altijd betrouwbaar. Na schifting en ter zijde legging der meest twijfelachtige verkreeg Ir. Bekaar het volgende resultaat:

	Gemiddelde hoogte in M onder hoogwater
voor 1300	2.15
1300-1500	1.55
1500-1600	0.90
1600-1700	0.60
1700-1800	0.43
1800-1900	0.28

Uit deze cijfers leidde Ir. Bekaar een sedert eeuwen doorgaande daling van den bodem (met inbegrip van klink en wellicht ook van verhooging van den hoogwater-stand) af van 0.28 m per eeuw over de laatste 4½ eeuw, en van 0.15 à 0.17 m per eeuw over de laatste 2 eeuwen.

Voor andere bewijzen van daling van den bodem wijst Ir. Bekaar er voorts op, dat overblijfselen van den tempel van Nehalennia op Walcheren schijnen te zijn gevonden op 2 m + N.A.P.; verder op het vinden van duidelijke overblijfselen van een bosch, waarvan de wortels 1 à 2 m onder H.W. lagen, bij den bouw der Westsluis te Terneuzen.

In de verhandeling van W. Dienemann en W. Scharff (litt. 4) worden cijfers opgegeven voor de hoogteligging van bedijkingen in Oost-Friesland.

In het kort kunnen de resultaten volgens bovengenoemde verhandelingen als volgt worden samengevat:

	Daling per jaar.	
Oostfriesche Dollardpolder	8 mm	
Groningsche "	8 "	
Zeeuwsche polders	2.6 "	
" " (volgens opgave van Ir.A.A.Bekaar)	2.8 "	(over de laatste 2 eeuwen 1.5 en 1.7 mm).
Polders in Oost-Friesland (volgens Dienemann en Scharff, litt. 7)	1.2 - 4.6 mm, grootendeels echter 1.2 - 2.9 mm,	
voor een enkelen polder	7.8 mm.	

Bij de hooge bedragen van ± 8 mm kan de aanwezigheid van gemakkelijk samendrukbare lagen in den ondergrond een rol gespeeld hebben, terwijl door bijzondere omstandigheden ook fouten bij de berekening kunnen zijn gemaakt.

Het meest-waarschijnlijke globale bedrag voor de bodemdaling, volgende uit de hoogteligging van polders, blijft beneden 20 cm per eeuw. (zie verder §4 Archaeologische gegevens.)

§3 Klink.

Men heeft vroeger de bodemdaling wel geheel willen toeschrijven aan den klink van den bodem.

De klink is nader ter sprake gebracht door Ir. Huyzinga (litt. 7). Hij stelt de vraag, of de bodemdaling, die volgens hem op 20 cm per eeuw wordt gesteld, en die is afgeleid uit de diepteligging van de zool der terpen en uit peilschaalwaarnemingen, niet grootendeels, ja wellicht geheel op den klink, - dus op een mechanische werking in den bodem - , berust.

Het is ongetwijfeld mogelijk, dat op enkele punten de klink bij een of meer peilschalen een rol gespeeld kan hebben. Dat deze in het algemeen en overwegend de oorzaak van de bodemdaling in ons land zou zijn, is voorshands niet aannemelijk. Alle peilschalen toch bevinden zich aan sluizen of dergelijke kunstwerken of zijn vastgelegd aan een merk, dat zich bevindt aan een voldoend hecht gefundeerd gebouw. Hierbij zal dus van eigenlijken "klink" geen sprake zijn, al zullen zettingen zich natuurlijk kunnen voordoen. Voorts bestaat op de hoogte der verkenmerken een geregelde contrôle. De relatieve stijging van den zeestand ten opzichte van het land zal in het algemeen door klink niet worden verklaard.

Het instellen van een onderzoek, speciaal gericht op den eventueelen invloed van klink bij de bodemdaling, zoo mogelijk ter plaatse van eenige peilschalen, zou zijn toe te juichen.

§4 Archaeologische gegevens enz.

Men heeft ook op grond van archaeologische gegevens getracht een maat voor de bodemdaling in historischen tijd te bepalen.

Dr. A.E. van Giffen o.a. heeft daaromtrent in ons land onderzoekingen ingesteld.

Op grond van terpenonderzoek kwam Dr. van Giffen (volgens een in 1916 gedane opgave) tot de navolgende bedragen voor de waarschijnlijke daling:

	Zakking per eeuw.
Zeeland	10 cm
Voorburg	4 cm à ± 2 cm
Katwijk	5 cm à ± 2 5 cm
Friesland en Groningen	10 cm.

dus varieerend van 2 tot 10 cm per eeuw. Volgens een onderzoek van den terp bij Ezinge*) over het tijdvak 300 v. Chr. - 1200 n. Chr. tot 3 cm per eeuw.

Als hoogste maat voor een mogelijke positieve niveau-verandering in historischen tijd werd door Dr. van Giffen dus op grond van het terpenonderzoek een bedrag van hoogstens 10 cm per eeuw aangenomen. Dit bedrag wordt echter door Dr. van Giffen thans niet meer gehandhaafd.

Ook door Dr. van Giffen (litt. 19) wordt gewezen op den grooten invloed van denklink. Hieromtrent kunnen behalve de terpzoolen de hoogteligging van de oppervlakten der polders - (in §3 behandeld) - een maatstaf voor vergelijking opleveren. De trapsgewijze daling naar het binnenland toe van de hoogte der polderoppervlakten wordt als een bewijs van positieve niveauverandering aangezien. Reeds in 1909 heeft Dr. van Giffen gewezen op de hiermede in tegenspraak staande hoogte-ligging der polders in den Fivelboezem. Deze toch liggen in beteekenende mate hooger dan de jongere polders in den Dollard. Hij noemt voor eerstbedoelde een hoogte van 1.13 m + N.A.P., voor de laatste, die enkele eeuwen later zijn ingedijkt, een hoogte van 0.38 m + N.A.P. De klink kan hierbij een belangrijke rol gespeeld hebben.

De hoogte-ligging der polders wordt dan ook door Dr. van Giffen als "verkenmerk" voor de zakking ondeugdelijk geacht.

*) i. N.W. Groningen

Ten aanzien van de zakkingen, geconstateerd aan de peilschalen, (zie §5 II hierachter) meent Dr. van Giffen, dat de uit de peilschaalstanden steeds weer afgeleide daling der kusten ten opzichte van den waterstand nadere beschouwing vereischt. Aan de hand van gegevens, verstrekt door den Heer J. Kooper - (zie ook "Het Waterstaatsverleden van de Provincie Groningen" 1939) - wijst hij er op, dat - terwijl verschillende Nederlandsche peilschalen een duidelijke relatieve stijging van den zeespiegel aangeven, de cijfers van twee Groninger peilschalen de gemiddelde standen, 70 jaar geleden en tegenwoordig, geheel overeenstemmen. Naar dezerzijdsche meening is deze conclusie niet in overeenstemming met de feiten. Weliswaar is het hoogwater gelijk gebleven, doch het laagwater is gestegen. Aan het vermelde feit kan dan ook geen groote waarde worden toegekend.

Omtrent de peilschaalaflezingen zij overigens verwezen naar het hieronder volgende. (§5 II)

Als resultaat van de archaeologische onderzoekingen wordt door Dr. van Giffen gesteld, dat alles bij elkaar genomen aan de Nederlandsche kusten in historischen tijd slechts met minimale positieve orogenetische niveau-veranderingen is rekening te houden. Groote voorzichtigheid is bij de beoordeeling van zakkingen in acht te nemen met het oog op den klink; terwijl ook met invloeden, die de getijbeweging en de middenstanden kunnen wijzigen, is rekening te houden, n.l. die van indijking, geulverlegging of geulverruiming, enz. xx)

---

xx) In een brochure "Historisch-morfologisch onderzoek van eenige Zeeuwsche eilanden" door A.W. Vlam (Tijdschrift Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap Deel LX.1 - 1943) wordt omtrent de relatieve niveau-verandering van den zeespiegel ten opzichte van het land een beschouwing gegeven.

Het volgende wordt medegedeeld.

(blz.22). Op Walcheren worden aangetroffen zoogenaamde ruggen te midden van het omringende lager gelegen land; men zou hier te doen hebben met een stelsel van verlande getijgeulen. De ruggen zijn opgebouwd uit zandige klei; het kronkelende beloop, de zandige gesteldheid en het niet voorkomen van veen deden vermoeden, dat men te doen had met oude verlande stroomgeulen.

(blz.39). De oorspronkelijke toestand zou juist het omgekeerde beeld te zien hebben gegeven van de tegenwoordige morfologische verhoudingen.

Het weidelandschap, dat thans gemiddeld 0.50 + tot 1.50 + N.A.P. ligt, werd boven H.W. gevormd. Hierin waren geulen, die na verlanding de hooge ruggen vormden. Door hun zandige gesteldheid is de klink hier waarschijnlijk gering geweest en zouden zij een merkteeken kunnen zijn voor de bepaling der niveau-verandering.

Hoewel zij, evenals het omliggende land, den invloed van recente positieve niveau-veranderingen moeten hebben ondergaan, liggen de hoogste punten der ruggen nu nog van 0.50 + tot 1.00 + N.A.P., d.w.z. slechts 0.50 à 1.00 m beneden de hoogte, waartoe in onze eeuw de buitendijksche schorren in Zeeland tot rijpheid opwassen (1.50 + N.A.P.)

Gegevens uit aan Nederland grenzend gebied.

In het aan Nederland grenzend gebied van België zijn uit lateren tijd geen nadere gegevens omtrent bodemdaling bekend geworden.

In de in Duitschland gelegen gebieden aan de Duitsche bocht tot de grens met Denemarken, zijn door verschillende onderzoekers waarnemingen verricht en beschouwingen gegeven omtrent de bodemdaling.

Door Dienemann en Scharff (litt. 4), boven reeds genoemd, wordt een uitvoerig overzicht daarvan gegeven, terwijl tevens van eigen onderzoekingen melding wordt gemaakt. Aangehaald worden de onderzoekingen van Schucht, Schütte, Wolff, Krüger, O.Jessen e.a.; van de genoemden wordt speciaal H.Schütte de onvermoeide onderzoeker van de Noordzee-"marsch" genoemd.

In het volgende beperken wij ons tot de nabij de Nederlandsche grens gelegen gedeelten, n.l. tot het gebied van de Eems alsmede het Jade-Weser gebied.

Het betreft onderzoekingen van zeer verschillenden aard.

Ook van terpenonderzoek wordt melding gemaakt; gememoreerd wordt, dat dit vooral in Nederland zeer intensief heeft plaats gevonden. De in het bovenstaande reeds vermelde onderzoekingen van Dr. van Giffen worden vermeld. Dienemann en Scharff noemen voor het resultaat der onderzoekingen bij de terpen in Nederland een bedrag voor de daling van 0.10 m per eeuw, welk bedrag, zooals boven reeds opgemerkt, door Dr. van Giffen zelf niet wordt gehandhaafd.

Men "neemt aan" dat de ruggen ± 850 reeds werden bewoond en de geulen dus toen geheel verland waren en komt dan over de sedert genoemd jaar verstreken periode tot een totale daling van 0.50 à 1.00 m, dus gemiddeld 5 à 9 cm per eeuw.

Het behoeft weinig betoog, dat de aanname van hoogten en tijd zeer vaag resp. willekeurig zijn.

Opgemerkt wordt nog, dat de geringe bodemdalingen van 5 à 10 cm per eeuw in tegenspraak zouden zijn met de gegevens der peilschaalwaarnemingen, welke 20 cm per eeuw voor de bodemdaling zouden geven. In de eerste plaats is het cijfer "20" beter te vervangen door ± 15 cm, wellicht nog eenige cm minder. Dit cijfer is echter een gemiddelde. Voor enkele Zeeuwsche peilschalen vindt men de volgende bedragen: voor Brouwershaven 10 cm, voor Zierikzee 15 cm, Vlissingen geeft een groot bedrag,voor de daling n.l. 26 cm; doch bij deze peilschaal moet zich blijkens de waarnemingen een of andere bijzonderheid hebben voorgedaan, of wel er moet sprake zijn van een fout in de waarnemingen. Rekening houdende met het hoogste cijfer voor de daling bij de ruggen vermeld, komt men dus al tot een bedrag, dat niet zooveel van dat voor Brouwershaven en Zierikzee verschilt. De mogelijkheid, dat in een gedeelte van Zeeland zich oorzaken hebben doen gevoelen of doen gevoelen, waardoor plaatselijk een stijging van het land ten opzichte van de zee zou hebben plaats gehad, is ten slotte denkbaar.

Een bepaalde tegenspraak van de cijfers met die der peilschalen behoeft in een en ander dus niet gezien te worden.

Bij verschillende terpen, die op Duitsch gebied zijn onderzocht, is wel gebleken van een groote waarschijnlijkheid, dat daling ten opzichte van de zeespiegel heeft plaats gehad, doch een bepaalde maat kon niet met voldoende zekerheid worden aangegeven. De vroegere hoogteligging der terpen, de eventueele verhoogende werking van den aanleg van dijken op den stormvloedstand, de klink enz. zijn evenzoovele factoren, die een schatting van het bedrag der zakking hoogst onzeker maken. Voorzichtige schattingen van diverse onderzoekers leiden tot niet meer dan 0.10 à 0.20 m per eeuw.

Andere onderzoekingen betreffen b.v. een kleigroeve bij Bentumersiel aan de Ems, alwaar op 1 m onder maaiveld een laag werd aangetroffen, die sporen droeg van vroegere bewoning, - volgens aardewerkvondsten in de eerste vier eeuwen onzer jaartelling. Uitgaande van een bepaald bedrag voor klink en op grond van diverse andere aannamen en veronderstellingen komt men hier tot een zakking van 3.5 m in 15 eeuwen, d.i. 23 cm per eeuw.

Bij het "Oberahnensche Feld" - een Hallig in den Jade-boezem, - dat aan afslag blootstond, is op 1.80 m beneden de oppervlakte van het eiland een laag gevonden, die duidelijk de sporen droeg vroeger als geploegd land in gebruik te zijn geweest. Ir. Ramaer (litt. 1) noemt dit geval reeds. In de lagen boven het oude, geploegde land komt bovendien een plant voor (triglochin maritima, zeezoutgras), die aan een bepaalde hoogte ten opzichte van den zeestand gebonden is. De ouderdom van het geploegde land was niet met zekerheid vast te stellen. Op grond van verschillende overwegingen en bij aanname van een betrekkelijk jonge leeftijd van het geploegde land stelt men, dat de 1.80 m diepere ligging zou zijn veroorzaakt door een daling per eeuw van 70 cm; latere schattingen gaven 35 cm.

Een ander voorbeeld is merkwaardig, omdat men hieruit aanvankelijk een aanwijzing afleidde, dat geen daling van den bodem ten opzichte van den zeespiegelstand zou hebben plaats gehad. Het betrof hier een mossellaag nabij Funnix, een dorpsterp, gelegen in het binnenste gedeelte van de met slik gevulde Harlebocht, alwaar de diluviale ondergrond dicht onder de oppervlakte komt. In een grindgroef aldaar werd op bepaalde hoogte een 15 cm dikke horizont aangetroffen, waarin mossels (scrobicularia) talrijk en in "levens-positie" voorkwamen. De levensruimte van de mossel ligt tusschen 0.50 en 0.90 - N.N. en men zou aan een laag, als bedoeld, dus een vrij nauwkeurig aanwijzend hoogtemerk hebben. Waterpassingen hebben uitgewezen, dat de mossellaag thans nog op 0.53 à 0.69 - N.N. ligt. Daar de mossellaag zich dus nog op dezelfde hoogte bevond, als waarop zij vroeger moet gelegen hebben - feitelijk zelfs op iets grooter hoogte - zou uit een en ander volgen, dat geen daling had plaats gevonden. - Hiertegen werd echter

aangevoerd, dat de bovenste grens, waarop de mossel leven kan, belangrijk hooger is dan 0.50 - N.N. en bovendien mossels door stormvloeden veel hooger kunnen worden opgeworpen. De ouderdom van de mossellaag op 500 à 600 jaar stellende, komt bovengenoemde H. Schütte op grond van diverse overwegingen hier tot een bedrag van een daling van 37 cm per eeuw; Dienemann en Scharff op grond van afwijkende aannamen tot 14 à 19 cm per eeuw.

H. Schütte heeft ook uit andere onderzoekingen een daling van 37 cm per eeuw afgeleid, - welk bedrag zeker wel als te hoog mag worden beschouwd.

Het behoeft geen betoog, dat de vaststelling van een bedrag voor de zakking per eeuw bij dergelijke onderzoekingen als boven behandeld niet op zeer vasten grond berust en men daarbij niet van deugdelijk gefundeerde cijfers kan spreken.

Vermeld zij nog, dat ten aanzien van het Weser-Jade gebied, - en wellicht ook het aangrenzend Nederlandsch gebied - door verschillende onderzoekers, speciaal ook door den meergenoemden H. Schütte aangenomen werd, dat in het holocene tijdvak en in vroeg-historische tijden rijzingen van het land ten opzichte van den zeespiegel zouden hebben plaats gevonden, speciaal in het 1000-jarig tijdvak vóór Chr. Schütte neemt zelfs een drietal van dergelijke rijzingen aan, telkens door perioden van stilstand of daling onderbroken.

Uit den aard der zaak zou - indien dergelijke rijzingen van het land ten opzichte van den zeespiegel hadden plaats gehad, - dit op het bedrag der daling van grooten invloed zijn geweest.

De aangevoerde bewijzen voor dergelijke rijzingen zijn zeer zwak. Van diverse zijden wordt de aanname daarvan niet voldoende gegrond geacht.

§5 Nauwkeurige meetmethoden.

Als meer nauwkeurige meetmethoden om zich rekenschap te geven van eventueele bodembewegingen zijn te noemen:

1e. nauwkeurigheidswaterpassingen;
2e. peilschaalwaarnemingen.

I. Nauwkeurigheidswaterpassingen.

Uit nauwkeurigheidswaterpassingen, - met tusschenpoozen bepaald, zullen gegevens omtrent beweging van den bodem kunnen worden afgeleid.

Zou de bodem zeer gelijkmatig zakken over uitgestrekte oppervlakten, waarover de waterpassingen zijn verricht, dan zal van zakking uit de resultaten der

waterpassing niet blijken. Het zal dan noodig zijn, een vergelijking te treffen met gebieden, waarvan op goede gronden mag worden aangenomen, dat zij niet aan zakking of rijzing onderhevig zijn. Voor ons land is daarbij dus te denken aan aansluiting bij waterpassingen in België of in Duitschland , alwaar gedeelten gelegen kunnen zijn, waarvan redelijkerwijze onveranderlijkheid in hoogte mag worden verwacht.

Van de laatstelijk (1921-1939) uitgevoerde nauwkeurigheidspassing in Nederland zijn de resultaten thans nog niet bekend. Vergelijking van cijfers met de nauwkeurigheidswaterpassing van 1875-1885 is dus thans nog niet mogelijk. [xxx])

Medegedeeld zij nog, dat ten behoeve van de nauwkeurigheidswaterpassing een serie ondergrondsche merken verdeeld in een Ie, IIe en IIIe categorie zijn opgesteld op plaatsen, alwaar op grond van geologische gegevens een vaste ondergrond mag worden verwacht. Bij later opnieuw te verrichten nauwkeurigheidswaterpassingen zullen speciaal deze merken goede vergelijkingspunten kunnen opleveren bij de beoordeeling van de vraag, of zakkingen of opheffingen zich al of niet hebben voorgedaan.

II. Peilschaalaflezingen.

Wij komen dan tot de peilschaalaflezingen en daarmede op speciaal waterstaatkundig terrein.

Op de hierbij overgelegde teekening (bijlage 1) zijn grafisch voor reeksen van jaren, die voor verschillende peilschalen van ongelijken duur zijn, uitgezet de gemiddelde zeestanden voor de navolgende peilschalen:

Breskens (halftij)
Vlissingen
Zierikzee
Brouwershaven
Hellevoetsluis
Maassluis
Hoek van Holland
Scheveningen
Katwijk
IJmuiden
Amsterdam) (halftij) nader behan-
Durgerdam) deld in Hoofdstuk II.
Den Helder
Harlingen
Terschelling

---

xxx) In de Geologische Sectie van het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap is door Prof.Schermerhorn over de resultaten der laatste nauwkeurigheidswaterpassing en de vergelijking met de vorige een voordracht gehouden. Op blz. 141 van "Nederlandsche Landschappen" van Dr.F.J.Faber m.i. komen eenige mededeelingen omtrent bovenbedoelde voordracht van Prof.Schermerhorn voor. Overigens zijn echter nog geen publicaties over het nieuwe vergelijkingsvlak verschenen.

Zoutkamp
Oostmahorn
Delfzijl.

Andere geregeld van Rijkswege waargenomen peilschalen komen niet voor het onderzoek in aanmerking. De ligging dier andere peilschalen toch maakt, dat de standen, daaraan waargenomen, te zeer door plaatselijke omstandigheden beinvloed kunnen zijn. Zoo hebben o.a. de standen der peilschalen langs de rivieren in den loop der jaren te veel onder invloed van verbeteringswerken in het rivierbed gestaan.

De gemiddelde standen zijn ten deele direct, ten deele indirect berekend.

Onder directe bepaling wordt verstaan het opmeten der hoogten op de uren 2-8-14-20 of 2-5-8-11-14-17-20-23. Voor de jaren na 1922 ontbreken deze directe gegevens ten deele; zij zouden weliswaar nog kunnen worden bepaald, doch van de jaren vóór ± 1884 is dit in ieder geval niet mogelijk, omdat toen de meeste peilschalen nog niet registreerend waren. Nu zijn de gegevens van vóór 1884 juist voor de studie der bodemdaling zeker van zooveel belang als die van meer recenten datum.

Wat de indirecte bepaling betreft, daarvoor is het verschil tusschen halftij en gemiddelden zeespiegel als volgt in aanmerking genomen. Voor elk station is voor de periode 1884-1920 grafisch uitgezet het verschil tusschen halftij en gemiddelden zeespiegel. Aan de hand van deze grafieken zijn de waarden van halftij vóór 1884 gereduceerd tot gemiddelden zeestand. Ook voor de jaren 1920-1935 is een dergelijke correctie aan halftij aangebracht. De op deze wijze mogelijk ontstane fout zal niet meer dan enkele mm bedragen.

Van de laatste jaren zijn wederom zuiver gemiddelde zeestanden bekend.

De grafiek van de oudere waarnemingen te Vlissingen schijnt niet ten volle vertrouwen te verdienen. Ter vergelijking is de wel betrouwbaar geachte halftijgrafiek van Breskens ook op de teekening aangegeven. Men mag hieruit afleiden, dat er in de gegevens van Vlissingen voor 1880 waarschijnlijk onjuistheden, wellicht nulpuntsfouten van ongeveer 15 cm voorkomen.

Regelmatige en onderling goed overeenkomende grafieken geven de lijnen van Breskens, Hellevoetsluis, Hoek van Holland, den Helder en Harlingen. In het bijzonder is de lange reeks van den Helder van 1832 tot 1938 van belang.

Ook Maassluis is in de grafiek opgenomen. De waarnemingen strekken zich hier uit over een tijdvak, aanvangende in 1848. Het algemeen karakter sluit, ondanks den herkenbaren invloed van werken aan den Waterweg, goed aan bij Hoek van Holland en Hellevoetsluis.

Scheveningen vertoont in tegenstelling tot de overige grafieken een daling van den gemiddelden zeestand. De mogelijkheid bestaat, dat dit wordt veroorzaakt door het spuien door de zeesluis van het Ververschingskanaal, dat na 1925 aanzienlijk is afgenomen.

De grafiek van Katwijk geeft een resultaat, dat goed in overeenstemming is met Hoek van Holland en den Helder.

IJmuiden schijnt wegens de vele onregelmatigheden niet voldoende betrouwbaar; de lijn vertoont ten opzichte van den Helder en Katwijk afwijkingen, die wellicht aan plaatselijke bijzonderheden zijn toe te schrijven.

In de grafiek zijn ook ingeteekend de gegevens volgens de oude waarnemingen te Amsterdam van 1700-1860.

Ten aanzien van deze waarnemingen doet zich de vraag voor, of het 0-punt in het Stads-Waterkantoor, alwaar de waarnemingen geschiedden in 1870 een fout vertoonde van ± 79 mm, gelijk van bepaalde zijde werd betoogd. Anderzijds is er op gewezen, dat deze fout in 1707 reeds aanwezig zou zijn geweest.

De fout in het 0-punt zou - indien zij werkelijk alleen omstreeks 1860 bestaan heeft - de geheele daling, die de oud Amsterdamsche cijfers aangeven, te niet doen. In het andere geval zou wel van een, zij het ook zeer langzame en geleidelijke bodemdaling sprake kunnen zijn.

De grafiek voor Amsterdam past op zich zelf goed in het algemeen beeld.

De oude waarnemingen te Amsterdam worden in Hoofdstuk II afzonderlijk uitvoerig behandeld.

Na de afsluiting van het IJ bij Schellingwoude zijn van 1877 t/m 1903 waarnemingen verricht aan een peilschaal te Durgerdam, gelegen ten oosten der afsluiting.

De waarnemingen aan deze peilschaal zijn mede op bijlage 1 aangegeven.

Over het tijdvak van 25 jaar is het gemiddeld verloop overeenkomstig dat bij diverse andere peilschalen over dit tijdvak.

Zoutkamp geeft een regelmatig verloop te zien, zoodat het bijzonder verloop van de lijn voor Delfzijl van 1877-1883 eveneens een gevolg zou kunnen zijn van plaatselijke invloeden.

Uit de overgelegde gegevens kunnen de navolgende gemiddelde bedragen bij [illegible] verschillende peilschalen worden afgeleid:

Bodemdaling uit peilschaalwaarnemingen
in cm/eeuw.

1	2	3
	Tijdvak van waarneming	Daling in cm per eeuw
Delfzijl	1865 t/m 1942	12
Zoutkamp	1866 - 1931	18
Terschelling	1921 - 1942	14
Harlingen	1865 - 1942	17
Den Helder	1832 - 1942	11
IJmuiden	1871 - 1942	3
Amsterdam	1700 - 1860	7
Amsterdam, voortgezet in Durgerdam	1700 - 1903	5
Katwijk	1863 - 1942	16
Scheveningen	1896 - 1942	- 3
Hoek van Holland	1864 - 1942	26
Maassluis	1848 - 1942	15
Hellevoetsluis	1861 - 1942	14
Brouwershaven	1872 - 1942	10
Zierikzee	1872 - 1942	15
Vlissingen	1888 - 1942	26
Breskens	1862 - 1942	23

De gemiddelde waarde van de stations, waarvan de reeksen met elkaar in overeenstemming kunnen worden geacht, bedraagt 15 cm/eeuw. Hierbij zijn dus de stations IJmuiden, Scheveningen en Vlissingen voor 1888 niet meegeteld. Bij de middeling is aan elk cijfer een gewicht toegekend, gelijk aan den duur van de waarnemingsperiode. Amsterdam voortgezet in Durgerdam blijft bij de middelingen buiten beschouwing.

Brengt men IJmuiden en Scheveningen wel in rekening, dan wordt als gemiddelde gevonden 14 cm/eeuw.

Het gemiddelde van de 5 noordelijke plaatsen is 14 cm/eeuw, dat van de 11 zuidelijke is eveneens 14 cm/eeuw. Blijven IJmuiden en Scheveningen buiten beschouwing, dan bedraagt de daling voor de zuidelijke plaatsen 16 cm/eeuw. Een systematisch verschil tusschen Noord- en Zuid-Nederland is dus practisch niet te constateeren. De onregelmatigheden in de waarnemingen hebben klaarblijkelijk niet veel invloed op het algemeen gemiddelde, doch aan het gemiddelde van de regelmatige reeksen dient uiteraard meer waarde te worden toegekend. De gemiddelde bodemdaling kan dus worden gesteld op rond 15 cm/eeuw.

De afzonderlijke peilschalen vertoonen onderling verschillen. Waarschijnlijk zullen zich op de ééne plaats bepaalde invloeden, hetzij van zettingen van ondergrond of bouwwerken, hetzij van werkelijke zakkingen of rijzingen van den bodem en fouten in de nulpunten zich sterker doen gevoelen dan op een andere.

III. Waarnemingen op buitenlandsche stations.

Op de overgelegde grafiek, bijlage 1, zijn mede geteekend grafieken voor enkele stations in het buitenland, waarvan peilschaal-gegevens bekend waren.

Het betreft:

Brest, voor welk station de gegevens werden verstrekt door J. Legrand (Zie xxxx).

Voorts:

Felixstowe) waarvoor de gegevens zijn overgenomen uit een verhandeling van H.L.P.
Newlyn) Jolly. Verslagen Aardrijkskundig Congres Amsterdam 1938 (Oceanographie).
Dunbar)

en Bergen (Noorwegen), overgenomen uit de publicatie, vermeld in noot xxxx)

De grafiek van Brest, die over de lange periode 1807-1940 strekt, toont een gestadige stijging van den gemiddelden zeestand.

Ook de andere buitenlandsche stations geven een stijging van het zeeniveau aan. Dunbar alleen feitelijk niet, daar het gemiddelde van alle waarnemingen hier vrijwel horizontaal blijft.

In het algemeen sluiten deze buitenlandsche gegevens goed aan bij de Nederlandsche.

---

xxxx) De aandacht zij nog gevestigd op een publicatie van den Heer J. Legrand (verschenen in het "Bulletin Géodésique, Organe de l'Association de Géodésie de l'union géodésique et géophisique" 1937, 4me trimestre), getiteld "Les oscillations périodiques du niveau marin annuel. Leur rapport avec le climat."

Op de bijlagen daarvan zijn voor de peilschalen langs de kusten van diverse zeeën en oceanen dergelijke overzichten aangegeven, als voor de Nederlandsche peilschalen thans overgelegd. Onder verwijzing overigens naar bovenbedoelde verhandeling zij alleen aangestipt, dat de schrijver daarin o.a. opmerkt, dat uit de evenbedoelde gegevens niet een algemeene stijging van het gemiddelde zeeniveau valt af te leiden, terwijl ook niet de verhooging in een groep van zeeën zou worden gecompenseerd door een verlaging in een andere groep.

Dezelfde schrijver heeft een publicatie doen verschijnen over "Le rôle de l'échauffement progressif de la mer dans l'affaisement des côtes septentrionales de l'Europe". (Zie "Genie Civil" 7 Dec. 1938, ook die van 5 October 1935). Hij brengt de rijzing van het zeeniveau in verband met een langzame verwarming van de wateren langs de kusten en geeft een grafische voorstelling van het gemiddeld zeeniveau te Brest, IJmuiden, eenige Duitsche havens en Bergen (Noorwegen) ten opzichte van een lijn, aangevende over zekere periode het verloop van de gemiddelde jaartemperatuur aan de oppervlakte van de zee te Terschellingerbank en bij de lichtschepen Maas, Noordhinder en Schouwenbank.

Hoewel de overeenkomstigheid in het verloop der lijnen niet te ontkennen valt, is het uit den aard der zaak bezwaarlijk een oordeel

IV. Meeningsverschil Ir. Ramaer - Prof.v.d.Sande Bakhuyzen.

Er is indertijd gebleken van een verschil van meening tusschen Ir. J.C. Ramaer en Prof. v.d. Sande Bakhuyzen, welk meeningsverschil van principieelen aard was, daar het de vraag betrof, of er al dan niet sprake was van bodemdaling. De sedert verkregen waarnemingen werpen eenig nieuw licht op deze questie.

In de Verhandeling van Ir. J.C. Ramaer (1908) heeft deze onder meer gegevens opgenomen omtrent de waarnemingen aan 8 peilschalen langs de kust (Waarde, Breskens, Gorishoek, Stavenisse, Bergh, Ouddorp, Texel (Oude Schild) en Muiden) over 1872-1906, n.l. de verschillen van de gemiddelde jaarlijksche hoogten van halftij des daags met hun algemeen gemiddelde, alsmede een overzicht van de gemiddelde verschillen van de jaarcijfers met de eindgemiddelden, berekend naar de eerstbedoelde gemiddelden.

Ir. Ramaer leidt hieruit door middel van de waarschijnlijkheidsrekening een benaderde formule af voor de gemiddelde waterhoogten langs onze kust en vindt daarvoor $y = -9.1 + 0.13x$, waarin x het aantal jaren is, verloopen na 1900; 0.13 cm geeft dan aan de rijzing van het gemiddelde niveau per jaar.

Prof. van de Sande Bakhuyzen geeft in litt. 17 van de cijfers van Ir. Ramaer een grafische voorstelling; deze grafiek is op het overzicht op bijlage 1 opgenomen.

Prof. van de Sande Bakhuyzen is van meening, dat daaruit een rijzing niet zoo duidelijk spreekt. Hij sluit de cijfers voor de eerste vier en de laatste vier jaren uit, en vindt dan in plaats van + 0.13 cm een bedrag van - 0.05 cm; in plaats van een rijzing van het gemiddeld niveau, dus een daling van het niveau.xxxxx)

---

uit te spreken, of het hier bedoelde verschijnsel een der algemeene oorzaken betreft, welke bij de relatieve zeespiegelrijzing in aanmerking dienen te komen.

De Heer Legrand wijst er nog op, dat bij op- en neergangen van het gemiddelde zeeniveau ook het zoutgehalte van het water en veranderingen daarin een rol kunnen spelen.

Alle genoemde oorzaken zullen bij een volledig onderzoek uit den aard der zaak ter sprake moeten komen. Wat den tegenwoordigen stand van het onderzoek betreft, zijn daaromtrent voor de Nederlandsche kust nog te weinig gegevens bekend.

xxxxx) Over deze questie heeft een min of meer "vinnige" discussie plaats gevonden tusschen de Heeren Prof. H. Lorentz, Dr. C. Lely en Ir. R. P.J. Tuteyn Nolthenius, zie de "Ingenieur" van 1913, no. 41 (blz. 864) en no. 45 (blz. 970

Aangezien enkele van de 8 door den Heer Ramaer gebezigde peilschalen later niet meer zijn waargenomen, kunnen voor een periode, loopend tot den tegenwoordigen tijd, de overeenkomstige cijfers van de door den Heer Ramaer gebezigde, niet meer bepaald worden.

Er zij echter op gewezen, dat de grafiek van halftij Breskens over de jaren 1872-1906 nagenoeg hetzelfde beeld vertoont als die voor de 8 peilschalen bovenbedoeld.xxxxxx)

Nu is het voor Breskens uit de latere reeks waarnemingen 1906-1942 duidelijk, dat een stijging van het zeeniveau te Breskens groote waarschijnlijkheid heeft verkregen.

De sedert verkregen cijfers schijnen dus eerder een bevestiging te geven van het standpunt van Ir. Ramaer dan van dat van Prof. v.d. Sande Bakhuyzen.

V.. Rijzing of daling volgens een golflijn.

De vraag is van belang, of de rijzing van den zeespiegel ten opzichte van het land een verschijnsel zou zijn, dat - hetzij over korte, hetzij over lange periode - een "golflijn", dus een periodiciteit, zou vertoonen. Ir. Ramaer (litt. 1 blz. 46) bracht dit reeds ter sprake, doch aan zijn onderzoek is in verband met de veel te korte waarnemingstermijn thans geen waarde meer toe te kennen.

De groote onregelmatigheden in de chronologische grafiek van een enkele peilschaal maken ook voor de thans zooveel langere waarnemingstermijn elke conclusie dienaangaande twijfelachtig. Behalve door meteorologische invloeden van zeer wisselvalligen aard zijn de reeksen van waarnemingen aan één peilschaal vermoedelijk ook nog beinvloed door nulpuntsfouten en door plaatselijke wijzigingen van waterstaatkundigen aard.

Om een gedeelte van deze onregelmatigheden uit te schakelen is het gemiddelde bepaald voor 9 peilschalen: Vlissingen, Zierikzee, Brouwershaven, Hellevoetsluis, Maassluis, Hoek van Holland, den Helder, Harlingen en Delfzijl. In deze gemiddelde lijn (lijn A bijlage 2) doen plaatselijke fouten en bijzonderheden slechts voor 1/9 deel hun invloed gelden. De lijn vertoont echter, zij het in mindere mate, toch nog een onregelmatig beeld.

Voor een verder onderzoek is gebruik gemaakt van de maandgemiddelden. In bijlage 2 zijn voor elke maand de gemiddelden op chronologische wijze grafisch uitgezet. Indien nu de lijn der jaarstanden een periodiciteit vertoonen zou, zal deze zich ook moeten voordoen in de lijnen der maandstanden. Men vindt echter niets daarvan. Het beeld, dat de lijn voor Januari vertoont, is geheel verschillend van dat voor Februari enz. En zelfs bij de meer rustige maanden Mei, Juni, Juli en Augustus, waar ook een kleine periodiciteit gemakkelijk teruggevonden zou kunnen worden, treft men slechts willekeurige schommelingen aan.

---

xxxxxx) Op bijlage 1 is aangegeven de halftijlijn voor de bovenvermelde 8 stations, afgeleid uit de door Ir. Ramaer vermelde gegevens.

Men kan vrijwel met zekerheid er toe besluiten, dat de schommelingen, welke de maandgemiddelden in bijlage 2 vertoonen, ook schijnbaar regelmatige als die van Maart en December, aan het toeval mogen worden toegeschreven; elk der lijnen vertoont niet het minste verband met die van de voorafgaande of volgende maand.

Als nu van maand tot maand de toevallige invloeden veel grooter zijn dan een eventueele systematische, voor alle maanden geldende periodiciteit, dan is het duidelijk, dat zelfs de z.g. periodiciteiten in het jaargemiddelde nog grootendeels of geheel aan het toeval zullen mogen worden toegeschreven.

De methode om tot een juiste vereffening van alle toevallige invloeden te komen is, om de op de teekening aangegeven gestreepte maandlijnen voor alle 12 maanden te middelen. Het resultaat hiervan is de lijn B.

Deze lijn B geeft dus het meest nauwkeurige beeld van de sinds 1872 plaats gehad hebbende relatieve bodemdaling ten opzichte van het zeeniveau, zooals die door de 9 peilschalen wordt aangegeven.

Opgemerkt zij, dat de top in de grafiek omstreeks 1880 zijn oorzaak kan hebben in een mogelijke nulpuntsfout van 15 cm in de waarnemingen van Vlissingen.

Van een golflijn of van eenige periodiciteit blijkt ook hierbij niet. De relatieve stijging van het zeeniveau ten opzichte van het land voltrekt zich blijkbaar vrij onregelmatig. Soms in langzaam, soms in sneller tempo; en zelfs wordt zij afgewisseld door tijdvakken, waarin het niveau van de zee eenigszins daalt ten opzichte van het land.

Uit deze beschouwingen blijkt, dat men uit de lijnen van bijlage 1 of 2 ook niet mag afleiden, dat de bodemdaling sinds ongeveer 1912 tot stilstand is gekomen. Zulks kan het geval zijn, doch eerst na nog veel langer periode zal men hieromtrent een nader inzicht kunnen verkrijgen. Voorshands zal aangenomen moeten worden, dat zich hierin schommelingen van toevallig karakter voordoen.

Ook uit de in het bovenstaande opgenomen gemiddelden over langdurige jaarreeksen, - n.l. die van Amsterdam en Brest, - blijkt niet, dat een periodiciteit waarschijnlijk is. Over deze langere perioden wordt de indruk verkregen, dat in het algemeen de relatieve stijging van het zeeniveau plaats vindt op de zoo juist omschreven wijze.

§6 Samenvatting.

Als eindresultaat mag speciaal op grond van de peilschaalwaarnemingen gesteld worden, dat voor den duur der onderzochte periode een stijging van den zeespiegel ten opzichte van het land waarschijnlijk is, met het oog op het overeenkomstig beeld, dat alle peilschalen vertoonen, en de relatief vrij groote gelijkmatigheid in de bedragen bij de verschillende peilschalen gevonden.

In het algemeene beeld, dat bijlage 1 geeft, komen gelijktijdig tot uiting de eigenlijke verandering van het zeeniveau, eventueele werkingen van geologischen aard in den bodem, zakkingen en klink, fouten in verkenmerken, fouten en verstellingen van peilschalen enz.; al deze oorzaken doen, bij de eene peilschaal in meerdere, bij de andere in mindere mate hun invloed gelden; de verschillen bij de onderscheiden peilschalen kunnen daardoor een verklaring vinden.

Als gemiddelde voor de daling is te stellen een bedrag van 15 cm, gerekend over een periode van een eeuw.

Op grond van de betrekkelijk korte perioden, waarover de waarnemingen strekken, is het uit den aard der zaak niet verantwoord aan te nemen, dat het genoemde bedrag voor de daling ook voor perioden van vele eeuwen zoude gelden.

Hoofdstuk II.

Oude waarnemingen te Amsterdam.

In verband met de in het bovenstaande behandelde peilschaalwaarnemingen is het van belang de oude waarnemingen nader te beschouwen, welke van 1700-1860 geregeld werden verricht aan het voormalige Stadswaterkantoor te Amsterdam aan de Nieuwe Markt.

Dr. J.F. Steenhuis en Ir. J.C. Ramaer maken daarvan in genoemde verhandelingen melding. Ook vroeger is over deze oude Amsterdamsche waarnemingen in den loop van den tijd reeds veel geschreven. Een lijst der diverse brochures en verhandelingen, welke omtrent bedoeld onderwerp, - veelal tevens in verband met de geschiedenis van het Amsterdamsch peil, - zijn verschenen, is in de literatuurlijst opgenomen.

Voor het thans beoogde doel - (de beschouwing der bodemdaling) - zij volstaan met het in herinnering brengen van het navolgende.

Vrijwel algemeen wordt aangenomen, dat het A.P. overeenkwam met den gemiddelden zomervloedstand van het IJ voor Amsterdam, toen dit nog in open verbinding stond met de Zuiderzee. Zekerheid omtrent de oorspronkelijke beteekenis van dit vlak bestaat echter niet.

In 1682-1683 zijn aan de waterkeering van Amsterdam tegen het IJ verbeteringen aangebracht en zijn een aantal kunstwerken, schutsluizen resp. waterkeeringen vernieuwd of nieuw gebouwd. In verschillende daarvan waren in het metselwerk ingebouwd witmarmeren steenen, waarin een horizontale lijn gegraveerd was of een wigvormig toeloopende groef gemaakt met het opschrift: "Zeedijkshoogte, zijnde negen voet en vijf duim boven Stads-peijl". Deze maat bedraagt, in m omgerekend, 2.677 m.

Volgens het artikel van C.W. van de Sterr (litt. 18) bestonden er in 1851 nog 8 stuks dier steenen. Op bijgaand schetsje van Amsterdam volgens den toestand in 1796 (bijlage 3) zijn de kunstwerken, waarin zij aanwezig waren, aangegeven, n.l.:

de Eenhoornsluis;
de Nieuwe Haarlemmersluis (waarbij in 1851 de groef niet meer te onderkennen was);
de oude Haarlemmersluis (in 1884 gesloopt. Thans Martelaarsgracht);
de Nieuwebrugsluis;
de Kolksluis (bij de Schreierstoren);
de Kraansluis;
de Westindische sluis;
de Scharrebiersluis.

(Bij de nauwkeurigheidswaterpassingen (1875-1885) is men uitgegaan van het gemiddelde van 5 van die merken, n.l. de beide Haarlemmersluizen, de Nieuwe Brugsluis, de Kolksluis, de Kraansluis en de West-Indische sluis. Deze merken lagen toen vrijwel in een waterpasvlak. Het grootste verschil was 4.32 mm uit het middelbare vlak van alle 5 merken. In 1940 waren de merken alleen nog aanwezig in de Nieuwebrugsluis en in de Kraansluis; die in de Kraansluis was in verband met herstel van schade door bominslag tijdelijk verwijderd.)

Hoewel de eigenlijke beteekenis van het A.P. niet volkomen vast stond, was de ligging van het vlak zelf van ± 1681 af met volkomen zekerheid bepaald.

Er heeft vanaf het begin van het jaar 1700 tot 1860 een geregelde opteekening van waterstanden plaats gevonden aan het Stadswaterkantoor, dat gelegen was aan het Zuid-einde van het water voor de Geldersche kade, nabij de "Waag" en de "Nieuwe Markt".

Prof. Dr. Stamkart schreef, dat men waarschijnlijk reeds bij het bouwen van het Waterkantoor het doel gehad zal hebben "de waterstanden daar te peilen, eerder "dan telkens naar één der sluizen te loopen. Dit gebeurde "eerst dan, wanneer wegens hoege vloeden de sluis aan de "Schreierstoren moest gesloten blijven en men aan het "Waterkantoor den stand van het water niet kon waar-"nemen; dan begaf zich de persoon, die ambtshalve met "de opteekening belast was, naar het Zeeregt bij de "Nieuwe Brug om het onderzoek daar voort te zetten. "Deze uitzondering kwam echter zelden voor, zoodat de "aanteekeningen van de waterstanden te Amsterdam van "1700 tot 1861 toe gerekend moeten worden volgens de "peilschaal van het voormalige Waterkantoor. Dit kan-"toor is ± 1860 afgebroken en ter plaatse is een nieuwe "vischmarkt gemaakt". x)

Omtrent de wijze, waarop de peilingen geschiedden, schrijft Stamkart:

"De peilingen geschiedden in het kantoor zelf "door het steken van een peilstok door een gat in den "vloer. Het punt tot waar de stok bevogtigd werd, toonde "den stand van het water aan. De nul op het A.P. was "op den peilstok, die tot een bepaalde diepte alleen "ingestoken kon worden, zelf aangeteekend."

De standen werden geregeld van uur tot uur gedurende den dag en van half uur tot half uur des nachts opgeteekend.

Het doel, dat met deze waarnemingen beoogd werd, was de contrôle op de noodzakelijkheid van het openzetten of sluiten der keeringen langs het IJ.

---

x) Deze vischmarkt is sedert ook reeds weder verdwenen.

Wagenaar vermeldt in zijn "Beschrijving van Amsterdam" daaromtrent: "Zoodra de vloed rijst tot 5 à 6 duimen "beneden dezen peil (d.i. het Stadspeijl) moeten de IJ-"sluizen; en wanneer dezelve tot zestien of achttien "duim boven den-zelven rijst ook de waterkeeringen toege-"zet worden. Wanneer het water tot vier en twintig dui-"men klimt, wordt het slot aan de deuren der waterkeerin-"gen gehangen; op veertig duimen worden de nooddeuren, "zijnde de binnenste deuren der waterkeeringen, toegezet; "op vijftig duimen worden de deuren met balken versperd; "op omstreeks zestig duimen loopt de slaperdijk bij "Spaarnedam over, waardoor eenige ontlasting voor de "Stad komt....."

De waarnemingen aan het Stadswaterkantoor hadden dus niet een bepaald wetenschappelijk doel (b.v. het bepalen van den gemiddelden zeestand.).

Het maakt wel een eenigszins eigenaardigen indruk, dat men voor het omschreven doel, dag in, dag uit, ook des zomers en bij meest gunstige en vaste weergesteldheid, steeds door deze waarnemingen verrichtte, alleen met het oog op een contrôle op het sluiten van keeringen. Het groote belang van het voorschrift kan op zichzelf natuurlijk niet worden ontkend. De mogelijkheid mag misschien worden verondersteld, dat de oorspronkelijke opzet wèl eenig meer wetenschappelijk of statistisch doel heeft gehad, doch dat de kennis daarvan in den loop der jaren verloren is gegaan en de doorvoering van het voorschrift omtrent de waarnemingen verder alleen plaats vond met het oog op het vermelde practische doel van het dichtzetten der keeringen. De zeer consequente handhaving zou dan misschien alleen een gevolg zijn geweest van den wensch, zeker te zijn, dat de waarneming bij ongunstige omstandigheden van weer en wind plaats vonden. Bij dergelijke reeksen van waarnemingen is het wel meer voorgekomen, dat de oorspronkelijke bedoeling en beteekenis geheel verloren gingen.

Wat van een en ander ook zij, - wij beschikken dus over de periode 1700-1860 over een reeks waterstanden op geregelde tijdstippen waargenomen, en de vraag is te stellen, in hoeverre deze een waardevol gegeven ten aanzien van de bodemdaling zouden kunnen leveren.

Zooals gezegd, heeft in vroegere jaren al meermalen een nader onderzoek van de waterstanden plaats gevonden. Volstaan zij thans met eenige gevens te vermelden uit de Verhandeling-Stamkart (1863) (litt. 12) en die van Prof. H.G. van de Sande Bakhuyzen (1907-1908) (litt. 16).

Het tijverschil te Amsterdam vertoont in den loop der jaren zeer weinig verschil.

Het was gemiddeld:

van 1700-1717 31.83 cm
1796-1813 31.77 cm
1843-1860 31.63 cm

van een vergrooting van het tijverschil is dan ook geen sprake geweest.

In de verhandeling van Stamkart - 1863 - zijn over de geheele periode 1700-1860 de uitkomsten alleen nader becijferd over de zoo juist aangegeven achttienjarige tijdvakken 1700-1717, 1796-1813 en 1843-1860.

Voor elken dag zijn de hoogste en laagste standen van het water uitgezocht en het gemiddelde der maand opgemaakt. De halve som der gemiddelden was de middelbare stand van het water gedurende de maand; het verschil dierzelfde gemiddelden gaf het verval.

Van elk der drie 18-jarige tijdvakken is voor iedere maand afzonderlijk het gemiddelde genomen van 18 gelijknamige maanden. Gemiddeld over alle maanden vindt men dan de middelbare standen per jaar over de drie perioden als volgt:

1700-1717 (middenjaar 1709) - 161.2 mm)			
		)verschil in 96 jaar	
1796-1813 (" 1805) - 104.3 mm)			56.8 mm
		)verschil in 47 jaar	
1843-1860 (" 1852) - 60.9 mm)			43.4 mm

Na eenige correcties stelt Stamkart het verschil in het aangegeven 96-jarig tijdvak op 53.8 mm, in het 47-jarig tijdvak op 43.1 mm. Deze cijfers geven per jaar van 1709 tot 1805 0.55 mm, van 1805 tot 1852 0.92 mm verschil.

Vergelijkt men rechtstreeks de standen van 1709 met die van 1852, dan vindt men als verschil 95.2 mm of over 143 jaar per jaar dus 0.67 mm.

De genoemde cijfers wijzen dus op een rijzing van het gemiddelde niveau, zij het dan van een zeer langzame, of wel op een geringe daling van den bodem ten opzichte van het zeeniveau.

Er is echter een omstandigheid, op grond waarvan Stamkart een daling van den bodem ontkent.

In 1861 is er een waterpassing verricht, welke uitvoerig in de Verhandeling-1863 wordt beschreven - (en welke blijkbaar verband hield met het afbreken van het gebouwtje van het Waterkantoor) - waarbij is gebleken, dat het 0-punt van den peilstok in het Stadswaterkantoor te Amsterdam 79 mm te laag stond (vergeleken met het gemiddeld vlak van A.P. volgens de merken van Zeedijkshoogte der Kraans-, Kolks- en Nieuwe Brugswaterkeering).

Volgens Stamkart zoude dan als de evenbedoelde te lage ligging van het 0-punt op den peilstok van het waterkantoor niet bestond, er tusschen 1709 en 1852 slechts 16 mm verschil zijn gevonden in plaats de 95 mm bovenbecijferd; een verschil, dat volgens hem te gering was om daaruit af te leiden, dat het water op het einde der periode hooger gestaan zou hebben, of dat de bodem iets gezakt zou zijn.

Stamkart komt dus - als gezegd - tot het besluit, dat de cijfers geen bodemdaling aantoonen.

In zijn Verhandeling voor de Koninklijke Academie van Wetenschappen (Afdeeling Wis- en Natuurkunde 1907-1908 blz. 766-772) behandelt Prof. H.G. van de Sande Bakhuyzen hetzelfde onderwerp. De titel luidt: "Omtrent de hoogte van den gemiddelden zeestand in het IJ voor Amsterdam van 1700-1860".

Hij deelt mede, dat hij bij zijn uitkomsten hoofdzakelijk gebruik heeft gemaakt van de opteekeningen van de waterstanden, bewerkt in de twee verhandelingen van Stamkart (1862 en 1863) en voorts van gegevens uit de nagelaten papieren van Stamkart.

Het betoog van Prof. van de Sande Bakhuyzen loopt vrijwel parallel met dat van Stamkart. Hij geeft ten slotte "een zeer groote mate van waarschijnlijkheid aan "de meening, dat deze daling" (dat is de daling, die van het 0-punt van den peilstok in het Stadswaterkantoor zou hebben ondergaan) "een zuiver plaatselijk karakter "heeft, en dat het niet geoorloofd is er iets uit af "te leiden omtrent een mogelijke daling van een grooter "gedeelte van Amsterdamsch bodem".

De door Prof. van de Sande Bakhuyzen vermelde cijfers voor den middelbaren zeestand komen geheel met die van Prof. Stamkart overeen. Voor elk der navolgende perioden of wel afzonderlijke jaren worden de gemiddelde waterhoogten van het IJ voor Amsterdam ten opzichte van het Stadswaterkantoor aangenomen nulpunt opgegeven, n.l. voor:

1700-1717; 1725, 1749, 1745, 1775, 1796-1813, 1825, 1843-1860.

De drie 18-jarige perioden zijn dezelfde als die, welke Stamkart gebruikte. Ook hier geldt als gemiddelde waterhoogte weer de halve som van de eb- en vloed-hoogten (dus feitelijk: halftij).

Wij zullen ons verder tot deze hoogten bepalen. De cijfers zijn als volgt: (overgenomen uit de Verhandeling van Prof. van de Sande Bakhuyzen)

Jaar	Gemidd. Zeestand boven A.P.	Jaar	Gemidd. Zeestand boven A.P.	Jaar	Gemidd. Zeestand boven A.P.	Jaar	Gemidd. Zeestand boven A.P.
1700	- 172 mm.	1715	- 166 mm.	1805	- 105 mm.	1847	- 79 mm.
1701	- 169 "	1716	- 163 "	1806	- 69 "	1848	- 102 "
1702	- 148 "	1717	- 159 "	1807	- 69 "	1849	- 64 "
1703	- 187 "	1725	- 154 "	1808	- 147 "	1850	- 53 "
1704	- 146 "	1749	- 134 "	1809	- 112 "	1851	- 66 "
1705	- 179 "	1775	- 89 "	1810	- 90 "	1852	- 59 "
1706	- 199 "	1796	- 84 "	1811	- 99 "	1853	- 76 "
1707	- 160 "	1797	- 115 "	1812	- 103 "	1854	- 12 "
1708	- 153 "	1798	- 96 "	1813	- 114 "	1855	- 76 "
1709	- 193 "	1799	- 136 "	1825	- 51 "	1856	- 48 "
1710	- 167 "	1800	- 134 "	1843	- 20 "	1857	- 101 "
1711	- 144 "	1801	- 55 "	1844	- 15 "	1858	- 96 "
1712	- 126 "	1802	- 123 "	1845	- 54 "	1859	- 64 "
1713	- 149 "	1803	- 132 "	1846	- 40 "	1860	- 75 "
1714	- 106 "	1804	- 92 "				

De standen zijn op de bij Hoofdstuk I overgelegde grafiek (bijlage 1) ingeteekend.

Het beeld, dat de grafiek voor Amsterdam geeft, is zeer regelmatig, wat het totaal overzicht voor de periode 1700-1860 betreft. Indien er een verzakking van de 0 aan den peilstok in het Waterkantoor heeft plaats gehad, zou die dus zeer geleidelijk moeten hebben plaats gehad, - hetgeen natuurlijk op zichzelf mogelijk is.

Ook de tusschen de achttienjarige perioden vermelde afzonderlijke jaren geven gemiddelde standen, die zeer goed in het algemeen beeld passen. Er is geen punt in de grafiek te bespeuren, dat zou wijzen op een plotselinge verstelling van het 0-vlak ten opzichte waarvan de cijfers gemeten zijn.

Als men de gegevens vereffent, vindt men een stijging van 6.8 cm per eeuw.

Prof. v.d. Sande Bakhuyzen becijfert:

voor 1700 het aangenomen A.P.boven middelbare zee 165 mm,
" 1860 " " " " " " 80 " ,

hetgeen zou geven een stijging per jaar van 0,053 cm of 5,3 cm per eeuw.

Prof. v.d. Sande Bakhuyzen is echter, zooals reeds opgemerkt, van meening, dat hier niet sprake is van een algemeene daling van den bodem van Amsterdam.

Tegenover de aanname, dat in 1860 de nul in het Waterkantoor 79 mm te laag zou hebben gestaan - waarbij aangenomen wordt, dat zoodanige fout in 1700 niet bestaan kon hebben, - wijst Ir. G.H.van Diesen in een Verhandeling K.I.I. (1902) (litt. 15) er op, dat een zakking van het gebouwtje, waarin het Stadswaterkantoor was gevestigd, - (welke zou moeten hebben plaats gehad vóór de boven genoemde periode 1796-1813) - weinig waarschijnlijk is.

Hij deelde mede, dat al spoedig na de vaststelling van het A.P. in 1681 en na de instelling van het Waterkantoor, namelijk reeds in 1707, het A.P. binnenslands en over het water werd overgebracht in Rijnland, en wel met de in 1861 door Stamkart gevonden "fout". Ir. van Diesen vermeldt, dat het vergelijkingsvlak, waarnaar in Rijnland de hoogten gerekend worden, 9 cm beneden A.P. gelegen; 50 cm beneden A.P. te Oude Wetering =59 cm beneden A.P. te Amsterdam. Ir. van Diesen voert nog een andere overweging aan, welke tot hetzelfde besluit voert, en deelt voorts nog mede, dat de fout van 9 cm, voor dat Stamkart in 1861 de ontdekking deed, in 1850 in Rijnland aan den dag gekomen was. Bij de onderhandelingen van den Staat met Rijnland over de droogmaking van het Haarlemmermeer moest er rekening mede worden gehouden (zooals Jhr. Mr. van Gevers van Endegeest in § 458 van zijn werk over die onderneming uitvoerig mededeelt).

Opgemerkt zij nog, dat Prof. van de Sande Bakhuyzen, die de Verhandeling van Ir. van Diesen kent en vermeldt, niet op dit punt nader zijn meening geeft.

Zoolang niet omtrent de bovenbedoelde fout in de 0 van de peilschaal te Amsterdam zekerheid is verkregen - en feitelijk is het niet meer te verwachten, dat deze ooit verkregen zal worden - zal een definitief oordeel omtrent de vraag, of al of niet uit de oude Amsterdamsche cijfers bodemdaling blijkt, niet zijn te geven.

Dat de 0 in het Waterkantoor ± 79 mm verkeerd zou hebben gestaan, is op zichzelf eenigszins onwaarschijnlijk, in aanmerking nemende de groote zorg, die men van ouds in Amsterdam aan de Waterwaarneming en de vastlegging van het A.P. besteedde.

Wat de andere veel minder

Zoude het juist zijn, dat reeds in 1707 de 0 der waterwaarnemingen 9 cm verkeerd lag, dan zou men wellicht kunnen denken aan een opzettelijk lager leggen van dit 0-punt met het oog op een veiligheidsmarge bij de waarnemingen, die, gelijk boven uiteen gezet, geschiedde met het oog op de zorg voor het sluiten der waterkeeringen voor de Stad.

Resumeerende kan men dus stellen, dat, indien men aanneemt, dat het 0-punt in het Stadswaterkantoor in 1860 79 mm te diep lag en in 1700 niet, de cijfers der middelbare standen niet op een hooger worden van den gemiddelden stand, dus niet op bodemdaling wijzen.
Zou echter van ± 1707 af het 0-punt reeds 9 cm lager zijn geweest - (en er is toch een redelijke kans, dat dit het geval is geweest) - en hebben dus de waarnemingen betrekking op hetzelfde nulvlak, dan zou er sprake zijn van een rijzing van den gemiddelden zeestand of wel van bodemdaling, die te stellen is op 6.8 cm per eeuw.

De grafiek voor Amsterdam past zeer goed in het beeld, dat de overige peilschalen, op de teekening opgenomen, geven. Het bedrag van de daling per eeuw is gering. Dergelijke kleine bedragen komen ook bij andere stations voor. IJmuiden geeft slechts 3 cm per eeuw; intusschen moet opgemerkt worden, dat de grafiek voor IJmuiden geen zeer betrouwbaren indruk maakt. Het is natuurlijk denkbaar, dat zich plaatselijk in het gedeelte van Noord-Holland, waarin Amsterdam en IJmuiden gelegen zijn, bijzondere oorzaken zouden hebben voorgedaan en nog voordoen, die dergelijke geringe bedragen zouden kunnen verklaren (rijzing van den bodem, - door welke geologische oorzaak dan ook, werkingen in den veenbodem, wijzigingen in de hydrografische gesteldheid enz.) Kleine bedragen voor de bodemdaling komen ook elders voor, nl. 10 cm (Brouwershaven), 11 cm (den Helder) en 12 cm (Delfzijl).
Met zekerheid valt uit de Amsterdamsche waarnemingen geen conclusie te trekken.

Zoolang zich omtrent de verschilpunten in het bovenstaande behandeld aangaande 0-puntsfouten in het Waterkantoor geen nieuw gezichtspunt voordoet, heeft het geen zin, de reeksen waarnemingen over de jaren, die vroeger niet bewerkt zijn, thans onder handen te nemen.

's-Gravenhage, 1 Mei 1944.
Rijkswaterstaat
Directie Algemeene Dienst.

Literatuurlijst.

1) De daling van den bodem van Nederland,
Voordracht gehouden in het K.I.I. 9 Nov. 1907, Verh. K.I.v.I.1907-1908 door
Ir. J.C. Ramaer.

2) Ir. H.E. de Bruijn "Nota omtrent de daling van den bodem in de laatste jaren" (Bijvoegsel aan het Verslag van de Gewone Verg. der Wis- en Natuurkundige Afdeeling van 3 Oct. 1909) Koninklijke Academie van Wetenschappen.

3) Beschouwingen over en in verband met de daling van den bodem van Nederland, Kon.Ac.v.Wetenschappen 2e Sectie dl. XIX No.2, 1917 door
Dr. J.F. Steenhuis
(1917)

4) "Zur Frage des neuzeitlichen "Küstensenkung" an der deutschen Nordseeküste"
van
W. Dienemann und W. Scharff
(1931)

5) De vorming van de Nederlandsche duinkust
(VII De positieve niveauverandering van de Nederlandsche kust in het holoceen tijdvak)
door
Dr.Ir. P. Tesch
(1935)

In de Geologische Sectie van het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap is in 1939/40 het vraagstuk aan de orde gesteld.
De navolgende voordrachten werden gehouden:

6) "De zeespiegel als onstandvastig niveau in den loop der aardhistorie". Het gedeelte uit deze voordracht betreffende de bodemdaling is later opgenomen in een publicatie "De relatieve en absolute daling van onzen bodem".
door
Dr. P. Kuenen
(Geologie en Mijnbouw, 3e jaargang no.7, fig.213-218 Juli 1941).

7) De bodemdaling van Nederland, bezien van een grondmechanisch standpunt,
door
Ir. J. Huizinga
(Geologie en Mijnbouw, 2e Jaargang no.5, Mei 1940).

8) "Het vraagstuk van de daling van den bodem van Nederland"
door
Prof.Dr. B.G. Escher
(Geologie en Mijnbouw, 2e jaargang no.9 fig.173-196 Sectie '40).

9) (In genoemde Geologische Sectie is nog door Prof.Schermerhorn een lezing gehouden over hetgeen de nauwkeurigheidswaterpassingen leeren omtrent de bodemdaling in Nederland. Een publicatie hieromtrent is - voor zoover bekend - niet verschenen).

10) "De Noordzee van historisch geologisch standpunt"
door
Dr.Ir. P. Tesch
(1942)

Speciaal betrekking hebbende op het Amsterdamsch peil:

11) Prof.Dr. G. Moll. Over het Amsterdamsche peil en de geschiedenis van hetzelve (Bijdragen tot de Natuurkundige Wetenschappen, verzameld door H.C. van Wall, W.Vrolik en G.J.Mulder, Eerste deel, Eerste stuk, blz. 371 en volgende) 1826.

12) Dr.F.J.Stamkart Nota over de middelbare hoogte der zee met betrekking tot het Amsterdamsch peil, gewoonlijk aangeduid door de letters A.P. Verslagen en Mededeelingen Afdeeling Natuurkunde deel XVI (Kon.Ac.van Wetenschappen). 1862

13) idem Over het Amsterdamsch peil. Het A.P. Verslagen en Mededeelingen Afd.Natuurkunde deel XVII (Kon.Ac.van Wetenschappen) 1863.

14) E. Olivier Dz. Iets over het Amsterdamsch Peil (Volksalmanak v.d.Maatschappij tot Nut van het Algemeen) 1866.

15) Ir.G.H.van Diesen Peilen in Nederland. T.K.I.I. 1901-1902, Tweede - (slot) Aflevering.

16) Prof.Dr. H.G.v.d. Sande Bakhuyzen — Omtrent de hoogte van den gemiddelden zeestand in het IJ voor Amsterdam van 1700-1860.
Verslag Gewone Verg.Wis- en Natuurkunde (Kon.Ac. van Wetenschappen) Deel XVII 1907-1908

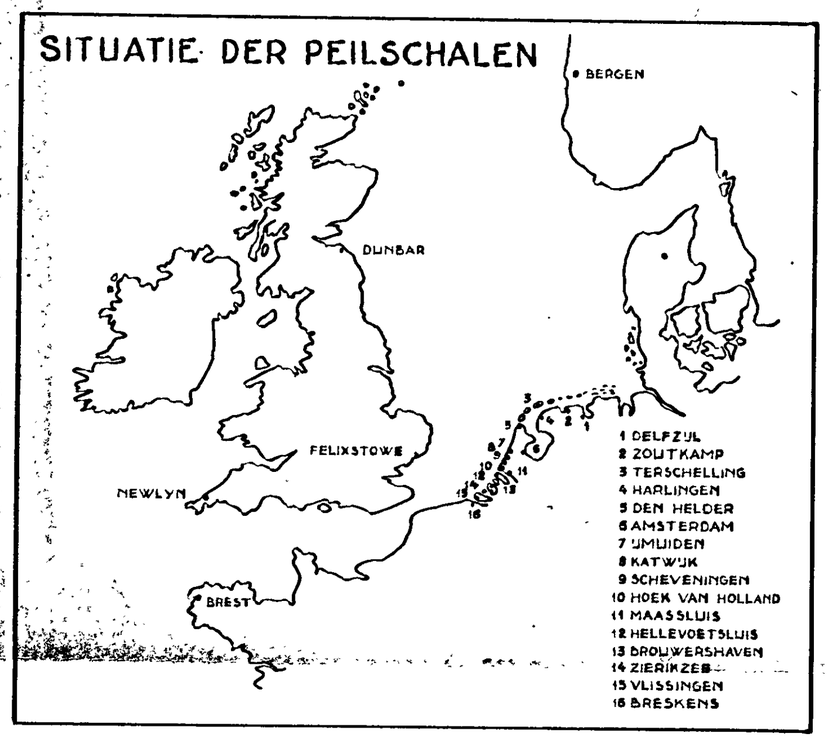
17) idem — Note on some determinations of the lowering of the level of the ground of the Netherlands along the sea coast, deduced from records of water levels and levelings.
Bijlage Verhandelingen der Verg. van Zaterdag October 30 1909.

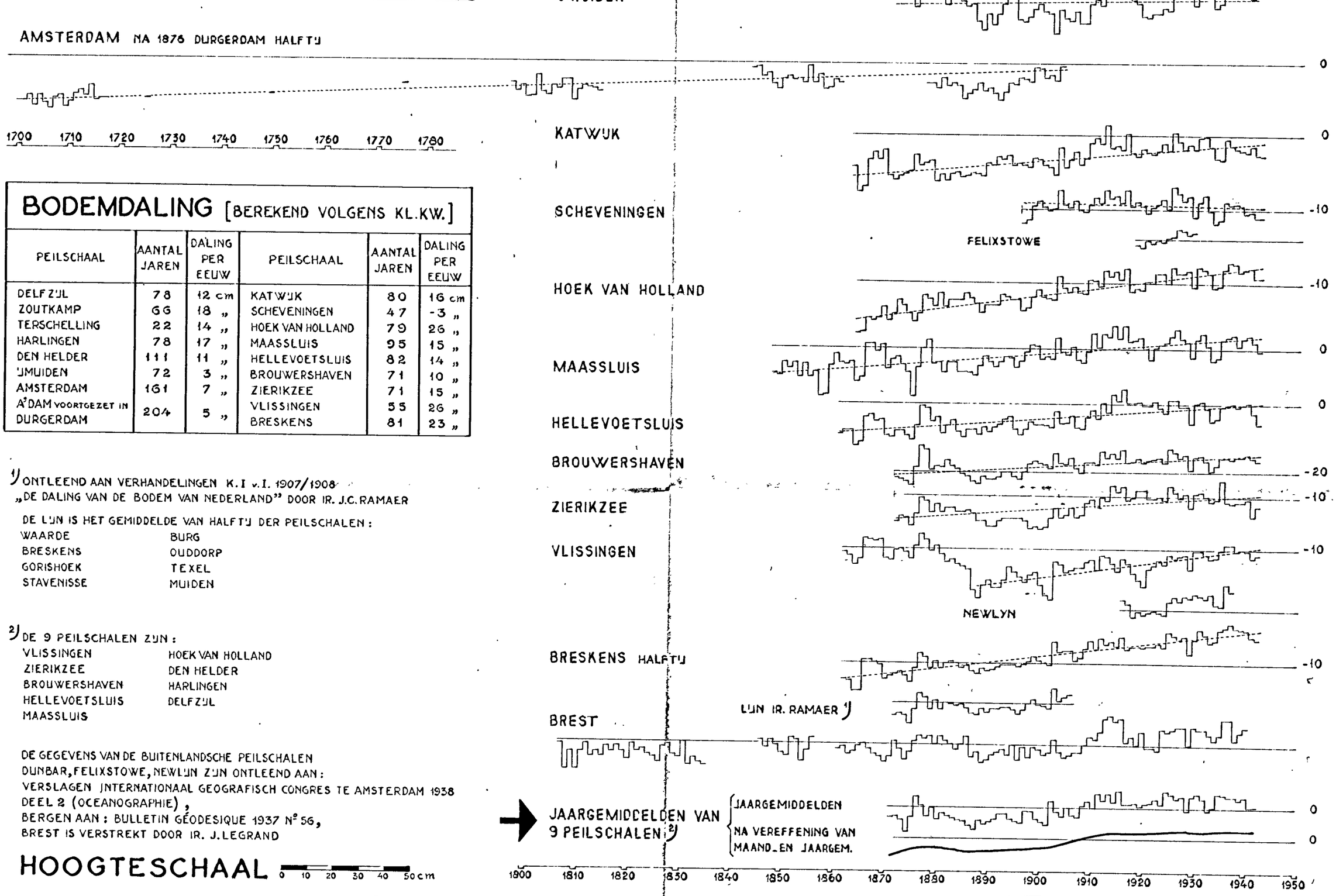
18) C.W.v.d.Sterr — "Amsterdamsch Peil"
"De Ingenieur" van 1934 (28 September) No.39.

19) Dr.A.G.van Giffen — Die Wurtenforschung in Holland (Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet).

GEMIDDELDE ZEESTANDEN

BULAGE 1





BODEMDALING [BEREKEND VOLGENS KL.KW.]

PEILSCHAAL	AANTAL JAREN	DALING PER EEUW	PEILSCHAAL	AANTAL JAREN	DALING PER EEUW
DELFZIJL	78	12 cm	KATWIJK	80	16 cm
ZOUTKAMP	66	18 „	SCHEVENINGEN	47	-3 „
TERSCHELLING	22	14 „	HOEK VAN HOLLAND	79	26 „
HARLINGEN	78	17 „	MAASSLUIS	95	15 „
DEN HELDER	111	11 „	HELLEVOETSLUIS	82	14 „
IJMUIDEN	72	3 „	BROUWERSHAVEN	71	10 „
AMSTERDAM	161	7 „	ZIERIKZEE	71	15 „
A'DAM VOORTGEZET IN DURGERDAM	204	5 „	VLISSINGEN	55	26 „
			BRESKENS	81	23 „

1) ONTLEEND AAN VERHANDELINGEN K.I v.I. 1907/1908 „DE DALING VAN DE BODEM VAN NEDERLAND" DOOR IR. J.C. RAMAER

DE LIJN IS HET GEMIDDELDE VAN HALFTIJ DER PEILSCHALEN:

WAARDE	BURG
BRESKENS	OUDDORP
GORISHOEK	TEXEL
STAVENISSE	MUIDEN

2) DE 9 PEILSCHALEN ZIJN:

VLISSINGEN	HOEK VAN HOLLAND
ZIERIKZEE	DEN HELDER
BROUWERSHAVEN	HARLINGEN
HELLEVOETSLUIS	DELFZIJL
MAASSLUIS	

DE GEGEVENS VAN DE BUITENLANDSCHE PEILSCHALEN DUNBAR, FELIXSTOWE, NEWLYN ZIJN ONTLEEND AAN: VERSLAGEN INTERNATIONAAL GEOGRAFISCH CONGRES TE AMSTERDAM 1938 DEEL 2 (OCEANOGRAPHIE), BERGEN AAN: BULLETIN GÉODESIQUE 1937 N° 56, BREST IS VERSTREKT DOOR IR. J. LEGRAND

HOOGTESCHAAL 0 10 20 30 40 50 cm

TEK09007

RIJKSWATERSTAAT DIR. ALG. DIENST	
GEMIDDELDE ZEESTANDEN	
BER: J.J. v.L. J.R. IR. v.H. GET: T.V. J.C. v.W.	GEZ: DAT: 25-4-1944
	N° 04521 / C4

GEMIDDELDE ZEESTANDEN VAN 9 PEILSCHALEN

BLADZ. 2

MAANDGEMIDDELDEN

JANUARI

FEBRUARI

MAART

APRIL

MEI

JUNI

JULI

AUGUSTUS

SEPTEMBER

OCTOBER

NOVEMBER

DECEMBER

1870 1880 1890 1900 1910 1920 1930 1940

+10 NAP +20 +30 +40 +50

JAARGEMIDDELDEN

A — UIT OPSERVATIELIJKE MAANDGEMIDDELDEN

B — UIT VERBETERDE MAANDGEMIDDELDEN

GEMIDDELDEN VAN DE 9 PEILSCHALEN:

VLISSINGEN
ZIERIKZEE
BROUWERSHAVEN
HELLEVOETSLUIS
MAASSLUIS
HOEK VAN HOLLAND
DEN HELDER
HARLINGEN
DELFZIJL

TEK09008

RIJKSWATERSTAAT DIR. ALG. DIENST

GEMIDDELDE ZEESTANDEN 1872 t/m 1942

GEC. E.B.V.

GEC. E.H.

SEP. 1942

CAV. 20 E.B. 1944

N° 2.2.2.1.1.1.

SITUATIE VAN DE HAVENS VAN AMSTERDAM IN 1796 MET DE WATERKEERINGEN.