

in those days was „aristocratically” orientated, having no contacts with the agricultural practice. The study of the recent deposits plays a prominent part in modern soil-science. The economic results of this science are now beginning to show themselves, particularly in horticulture and town development. Due to this feature quaternary geology — supported by the position attained by soil-science — has obtained an opportunity for further development.

36. ZOETWATERPROBLEMEN IN VERBAND MET DE VERZOUTING VAN WESTELIJK NEDERLAND

*Fresh water problems in connection with soil and water salting in the
western part of the Netherlands*

door/by **Dr Ir F. W. G. Pijls**

Rijkstuinbouwconsulent voor Bodemaangelegenheden

overgenomen uit: Meded. v. d. Dir. v. d. Tuinbouw 13, 2, 1950

1. INLEIDING

De verzouting van een groot deel van de grond en van de boezem- en polderwateren in westelijk Nederland is een probleem, waarvan de laatste jaren in kringen van de Rijks- en Provinciale Waterstaten en van enkele Waterschappen nogal studie wordt gemaakt. Sinds 1940 zijn van genoemde zijden over het verzoutingsprobleem en de oplossing ervan enkele zeer belangrijke rapporten en artikelen gepubliceerd.

Uit deze publicaties komt zeer duidelijk naar voren dat de verzouting van westelijk Nederland en vooral de bestrijding hiervan, problemen oproept, die niet alleen van betekenis zijn voor de waterhuishouding van de gebieden waar de verzouting optreedt, maar ingrijpen in de waterhuishouding van heel Nederland.

Er zijn bij een goede waterhuishouding van Nederland verschillende belanghebbenden. Onder het begrip waterhuishouding verstaat de Graaff (4) „de zorg voor de watervoorziening en de waterafvoer, alsmede voor de reinhouding van de openbare wateren, waaronder begrepen de strijd tegen de verzouting”.

Deze belanghebbenden zijn vooral *de scheepvaart, de industrie, de drinkwatervoorziening, de gezondheidszorg, de landbouw en de visserij*. De scheepvaart is in verband met bevaarbaarheid van rivieren, kanalen en andere openbare wateren in hoofdzaak geïnteresseerd bij de kwantiteit van het water. Voor de andere belanghebbenden is niet alleen de kwantiteit van betekenis, maar speelt de kwaliteit van het water ook een zeer grote rol.

Bij het doornemen van de reeds genoemde publicaties, waarvan de voornaamste zijn opgenomen in de bij dit artikel behorende literatuurlijst, valt het op dat men ten aanzien van scheepvaart, industrie, drinkwatervoorziening, gezondheidszorg en visserij vrij

behoorlijk is geïnformeerd over de eisen, die gesteld moeten worden aan de hoeveelheid en/of aan de kwaliteit van het water, dat door deze belanghebbenden moet worden gebruikt.

Voor de *scheepvaart* is dit mogelijk, omdat men over vele afvoercijfers beschikt van de rivieren onder allerlei omstandigheden en men de diepgang van de schepen kent.

Wat de *industrie* betreft kan worden gewezen op de eisen, die b.v. de papierindustrie en de textielindustrie aan het water stellen.

De grote *waterleidingbedrijven* hebben wat betreft de hoeveelheid water gegevens over het gemiddeld waterverbruik door de bevolking per hoofd per etmaal. Ten aanzien van de kwaliteit, meer speciaal van het chloorgehalte, stelde de Commissie Drinkwatervoorziening Westen des Lands de grens waarbij geen smaakbezwaren te vrezen zijn, op ± 300 mg chloor per liter. In het in 1940 verschenen rapport van de Directeur van de Gemeentewaterleiding van Amsterdam betreffende de waterleidingplannen voor die gemeente werd betoogd, dat deze grens bij 100 mg chloor per liter was gelegen.

Betreffende de *gezondheidszorg* zij hier gewezen op de publicaties van prof. Schwellengrebel en Mevr. dr Wibaut-Isebree Moens over het verband tussen het chloorgehalte van de wateren in Noord-Holland en het veelvuldig optreden van malaria in die provincie. De larven van de malariamug komen nl. uitsluitend voor in water, waarvan het chloorgehalte ligt tussen 1000 en 5000 mg per liter (4 en 8).

2. BETEKENIS VOOR DE LAND- EN TUINBOUW EN VOOR DE VEETEELT

Over de eisen, die door de landbouw aan de *kwaliteit* van het water moeten worden gesteld, komt men in de genoemde rapporten en publicaties, vooral wat betreft het chloorgehalte, wel enkele gegevens tegen.

De oudste gegevens zijn afkomstig van ir Riemens, die reeds in de dertiger jaren proeven nam over de invloed van gietwater met verschillende keukenzoutgehalten op de groei en de opbrengst van verschillende tuinbouwgewassen. Op grond van deze proeven wordt aan het gietwater voor de kascultures in het Westland als eis gesteld, dat het chloorgehalte niet hoger mag zijn dan 300 mg per liter,

In het rapport over Noord-Holland (8) worden ook proeven met bloemisterijgewassen vermeld, die door ir C. Koeman op verzoek van de commissie, die dit rapport samenstelde, te Aalsmeer zijn genomen.

Over de eisen, die de akker- en weidebouw in verband met de te telen gewassen en in verband met het grasland stellen aan de kwaliteit van het water, kan men maar weinig exacte gegevens aantreffen. Dit valt ook niet te verwonderen wanneer wordt bedacht, dat blijkens een artikel van Rowaan (9) aan systematisch

onderzoek op het gebied van zout- en chloorschade bij de verschillende gewassen in ons land maar weinig is gedaan. Het onderzoek dat op dit gebied werd verricht, hield vooral verband met de inzaaimogelijkheden van landbouwgewassen en tijdelijk en blijvend grasland op gronden die in de jongste wereldoorlog met zeewater werden geïnundeerd. Van Veen (10) noemt als maximaal toelaatbaar chloorgehalte voor akkerbouwgewassen de hoeveelheid 1500—1800 mg chloor per liter. Rowaan geeft cijfers, die tussen 1000 en 12.000 mg per liter liggen.

In de veeteelt schijnen bepaalde eisen aan het chloorgehalte van het vee te worden gesteld. Dit zou de 1200 mg/1 niet te boven mogen gaan. Boven dit gehalte loopt de melkgift terug. Ook zou er verband bestaan tussen het optreden van bepaalde veeziekten en de kwaliteit van het drinkwater (5).

Op Voorne en Putten zijn in de zomer van 1947, toen het chloorgehalte van het polderwater bijzonder hoog opliep tot 10.000 en meer mg chloor per liter, 38 sterfgevallen onder koeien geconstateerd, die aan zoutvergiftiging moeten worden toegeschreven (4).

Over de hoeveelheden goed water, die land- en tuinbouw en veeteelt per jaar in de verschillende tijden van het jaar en op de verschillende plaatsen nodig hebben, komt men geen enkel gegeven tegen.

Ondanks de weinige landbouwkundige gegevens die ter beschikking stonden is het vooral de commissie, die het rapport over Noord-Holland samenstelde, gelukt bij benadering aan te geven welke financiële voordelen het voor de landbouw in Noord-Holland oplevert, wanneer men overal over goed water beschikt. Dit loopt in de tientallen miljoenen guldens (4 en 8).

Aan de hand van de hierboven geschetste toestand zou men zich kunnen afvragen of het verantwoord is, dat er van landbouwwetenschappelijke zijde zo weinig aandacht wordt besteed aan de verzouting van westelijk Nederland en de daarmee verband houdende problemen betreffende de waterhuishouding niet alleen van dat deel van Nederland, maar zoals nog zal blijken van geheel Nederland.

Om aan te tonen dat dit niet verantwoord is, zal getracht worden een uiteenzetting te geven van de oorzaken van de verzouting, van de bestrijding er van, van de voorzieningen die reeds getroffen zijn om de verzouting tegen te gaan en van de voorzieningen, die nog kunnen en eventueel moeten worden getroffen.

3. OORZAKEN VAN DE VERZOUTING

Over de oorzaken van de verzouting van Nederland is men het algemeen eens (4, 5, 8 en 10). De verzouting is het gevolg van:

1. het door de diepere ondergrond naar binnen dringen van zeewater, de zgn. zoute kwel;
2. het steeds verder naar binnen dringen van zeewater in de uitmondingen van de benedenrivieren;

3. het naar binnen komen van grote hoeveelheden zout door de sluizen in het Noordzeekanaal bij IJmuiden, door de sluizen van het Noordhollands kanaal bij Den Helder, door de sluizen bij Harlingen en bij Dokkumer Nieuwe Zijlen in Friesland en door de sluizen in de Afsluitdijk;

4. het omhoogkomen van vaak grote hoeveelheden zout water uit de diepe ondergrond in gasbronnen en nortonputten in Noord-Holland.

De verzouting wordt verder in de hand gewerkt door:

- a het steeds dieper afmalen van vooral diep liggende polders;
- b het pompen van drinkwater uit de duinen;
- c het afzanden van duinterreinen.

1. *Zoute kwel*

De zoute kwel wordt veroorzaakt door de ligging beneden de zeespiegel van westelijk Nederland. Hierdoor wordt het zeewater als het ware door de diepere ondergrond tot ver in het land naar binnen gedrukt. Belangrijk is hierbij, dat de ligging van westelijk Nederland ten opzichte van de zeespiegel niet stationnair is. Westelijk Nederland daalt nog steeds ten opzichte van de zeespiegel. Er heeft bodemdaling en/of zeespiegelrijzing plaats. De omvang van deze rijzing en/of daling bedraagt volgens van Veen (10) 20 à 25 cm per eeuw en hij vreest dat, wanneer het zo blijft doorgaan en er een tijd zou komen dat we de kwel niet meer baas kunnen blijven, het lage deel van ons land er weldra onwielvarend en troosteloos zou gaan uitzien. „Tuinbouw zou het eerst onmogelijk worden, daarna zou de akkerbouw volgen, terwijl van de vee-teelt alleen de schapenteelt zou overblijven. Het land zou in de toekomst de enorme kosten van pompen en dijkonderhoud niet meer waard zijn en men zou het met een zucht van verlichting weer aan de zee prijsgeven”.

Zoute kwel is dus geen statisch, maar een dynamisch gebeuren, een voortschrijdend proces.

2. *Verzouting van de benedenrivieren*

Van Veen (10) toont in zijn artikel met zeer veel cijfers en andere gegevens aan dat de benedenrivieren in toenemende mate verzouten en dat het zoute water op de benedenrivieren steeds verder landinwaarts trekt. Een en ander is een gevolg van het feit dat door het hogere soortelijk gewicht en door overheersing van de vloedstroom, het zoute water, dat met vloed naar binnen komt, zich in de vorm van een wig langs de bodem beweegt. Door de grote lengte van de wig heeft over een groot oppervlak menging van zout en zoet water plaats. Een en ander is weergegeven in fig. 1. De verzouting van de benedenrivieren wordt in de hand gewerkt doordat de Rijn in de zomer minder zoet water

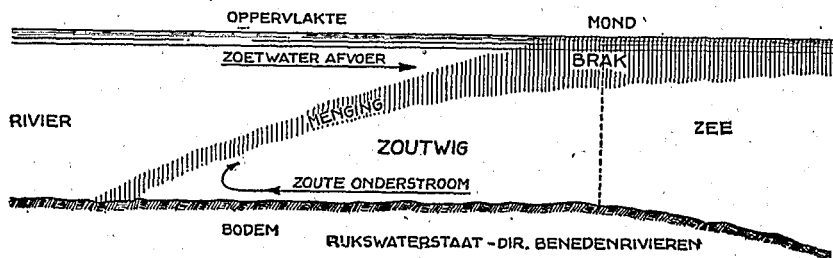


Fig. 1. Schematische voorstelling van een zoutwig in de mond van een benedenrivier. Men lette op de landwaarts gerichte stroom van zout water langs de bodem en op de menging (brakwatervorming) aan de bovenzijde van de wig.

Lit: van Veen (lit. 10)

Schematic drawing of a „salt water wedge” in the mouth of an estuary. Attention should be drawn to the landward flow of salt water along the floor of the river bed and to the mixing (formation of brackish water) above the upperside of the wedge.

(van Veen (lit. 10))

gaat afvoeren en doordat het Rijnwater zelf ook zout bevat. Dit laatste is een gevolg van het feit, dat vele industrieën langs de Rijn in het buitenland, vooral de kalimijnen in de Elzas, zout afvalwater afvoeren op de Rijn. Deze hoeveelheid was in de droge zomer van 1947 zo groot, dat bij Vreeswijk het Lekwater toen 200—250 mg chloor per liter bevatte. Een hoeveelheid, die benedenkelijk dicht de voor de tuinbouw en de drinkwatervoorziening gevaarlijke grens nadert.

De verandering in de toestand in de benedenrivieren wordt goed weergegeven in de figuren 2 en 3, die voor zichzelf spreken. Verder kan deze zeer duidelijk worden geïllustreerd aan hetgeen zich in het Westland heeft afgespeeld. Tot 1893 kon nog zoet water uit de Waterweg door de Oranjesluis, slechts 5 km van de zee gelegen (zie fig. 2) worden binnengelaten, doch in genoemd jaar werd dit inlaten door het Hoogheemraadschap Delfland, waarin het Westland is gelegen, wegens de te hoge zoutgehalten welke hier voorkwamen, verboden. In 1921 zag Delfland zich genoodzaakt wegens dezelfde oorzaak het binnenlaten bij Maassluis, 13 km van de mond, te verbieden en in 1934 bleek zelfs geen voldoende zoet water door de Vijfsluizen, 21 km van de mond verwijderd, beschikbaar te zijn. De bouw van de Parkhavensluis, 28 km boven Hoek van Holland, bood toen gelegenheid tot het maken van een nieuwe inlaat (10). Hiermee was de oostgrens van Delfland bereikt. Ook hier is het water verzout en op het ogenblik is de toestand zo dat Delfland zich niet rechtstreeks meer van zoet water kan voorzien en dit moet „lenen” van het Hoogheemraadschap Rijnland. Op de voorzieningen, die hiervoor zijn getroffen, zal nog nader worden teruggekomen.

3. *Verzouting door sluizen*

De belangrijkste oorzaak van de verzouting van de gebieden ten noorden en zuiden van het Noordzeekanaal is, zoals Mevr. dr Wibaut-Isebree Moens aantoonde, het naar binnen komen van grote hoeveelheden zout bij het naar binnen of naar buiten schutten van zeeschepen door de sluizen bij IJmuiden. Per dubbele schutting komt hier een hoeveelheid zout (dus niet zout water) naar binnen, die voldoende is om een trein van 100 wagons à 15 ton te bevrachten (11). Dit is mogelijk, doordat ook hier het zoute water zich langs de bodem naar binnen beweegt. Vóór het zoet worden van het IJsselmeer reikte de zoute tong in het Noordzeekanaal dan ook tot bij Amsterdam. Nu er doorgespoeld kan worden met zoet water is de punt van de wig wat teruggedrongen (8).

Over de hoeveelheden zout, die bij Den Helder en die door de Friese sluizen naar binnen komen, zijn gegevens gepubliceerd.

4. *Gasbronnen en Nortonputten*

De gasbronnen en Nortonputten in Noord-Holland doorboren de afsluitende klei- en veenlagen, waardoor een gemakkelijke verbinding ontstaat tussen het vaak zoute, diepe grondwater en het bovenwater. De chloorgehalten van het opgebrachte water lopen volgens Mevr. dr Wibaut-Isebree Moens uiteen van 33—5800 mg/l. Voor 70% van de bemonsterde gasbronnen was het hoger dan 300 mg/l. In Noord-Holland zijn in totaal ongeveer 3000 gasbronnen, waarvan 90% benoorden het IJ en ongeveer 1000 nortonputten (4).

5. *Diep afmalen van polders*

Dat het steeds dieper afmalen, vooral van diep liggende polders, de verzouting in de hand werkt is op de eerste plaats een gevolg van het feit dat door diep afmalen de bodemdaling door inklinking in de hand wordt gewerkt. Hierdoor wordt het hoogteverschil met het zeeniveau groter, waardoor de druk van het zeewater toeneemt en de zoute kwel dus wordt vergroot. Verder wordt door het diepere afmalen de tegendruk, die het zoete polderwater uitoefent tegen de zoute kwel, verminderd, waardoor deze kan toenemen.

6. *Drinkwatervoorziening*

Het pompen van drinkwater uit de duinen heeft tot gevolg, dat ook daar de tegendruk van het zoete tegen het zoute water vermindert, waardoor het zoute water weer omhoog wordt gedrukt. Voor de duinen zelf mag dit misschien minder hinderlijk zijn, de grens tussen zoet en zout water kan echter zover omhoog komen, dat het zoute water zijdelings gaat afvloeien en in het polderwater terecht komt. Dat deze zoutgrens in de duinen inderdaad omhoog komt, moge blijken uit het feit, dat de stad Den Haag drinkwater

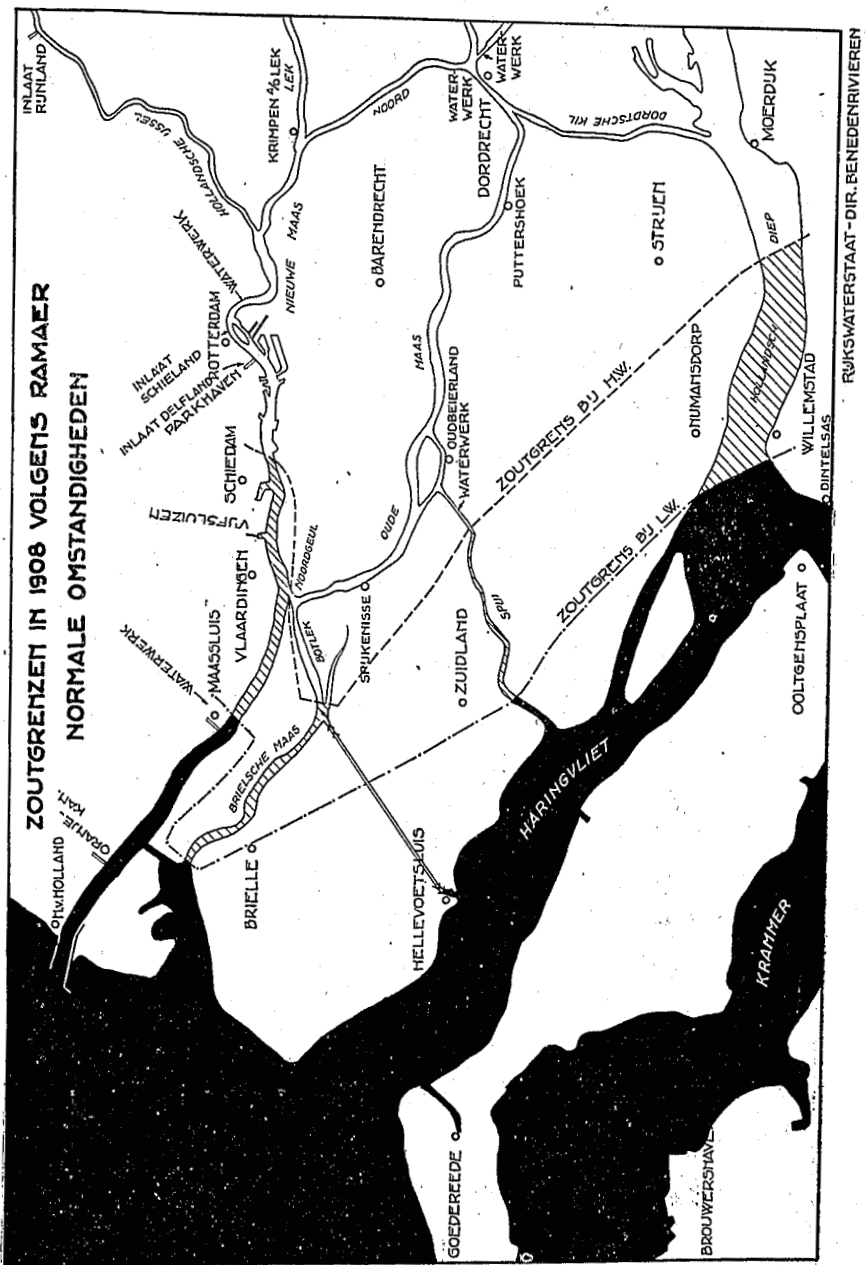


Fig. 2. Zoutgrenzen in 1907/1908 volgens Ramaer.
 LW = laag water HW = hoog water

Uit: van Veen (lit. 10)

Salt water border lines in 1907/1908 according to Ramaer.
 L.W. = low tide H.W. = high tide

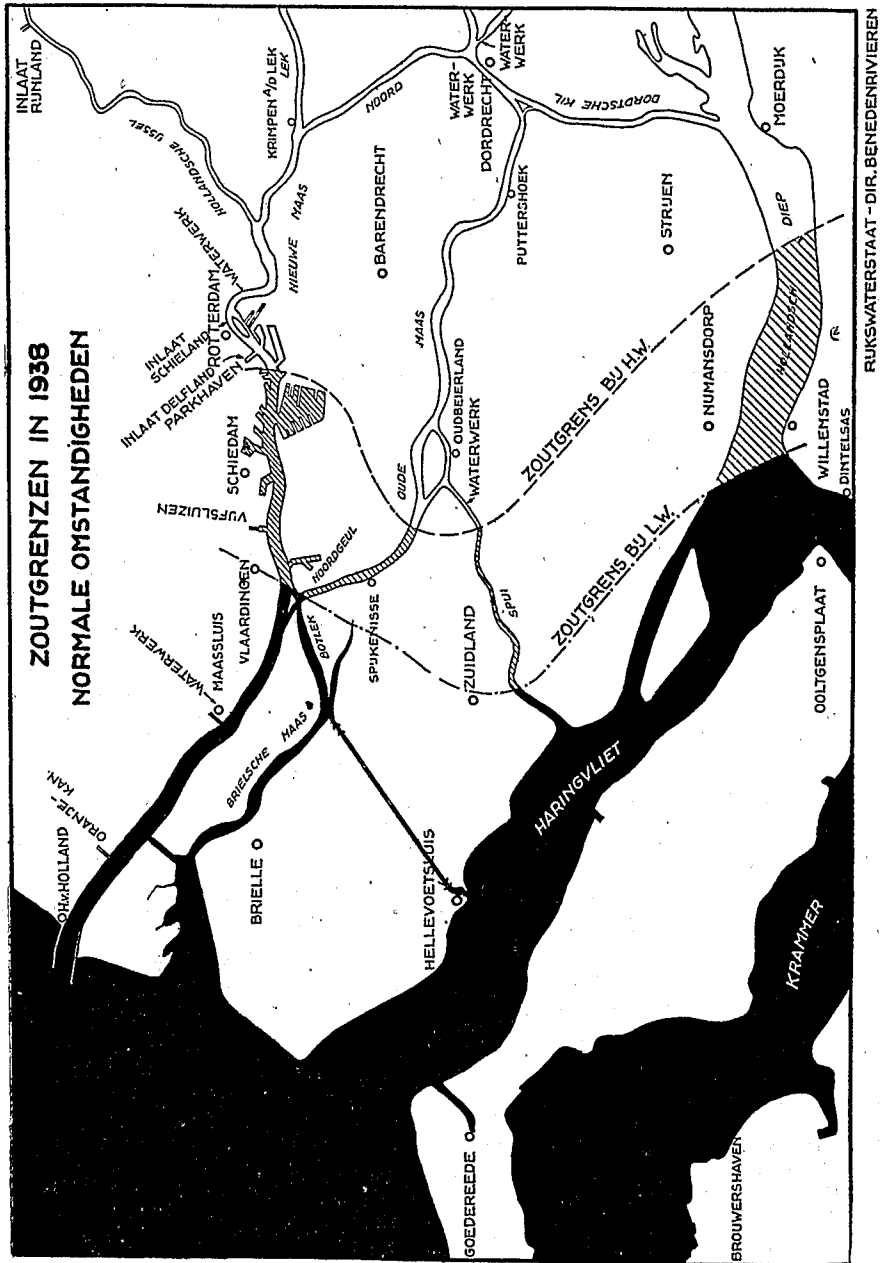


Fig. 3. De zoutgrenzen in de benedenrivieren omstreeks 1938.

Uit: van Veen (lit, 10)

Salt water border lines about 1938.

moet onttrekken aan de Lek en dat Amsterdam overweegt zulks te doen. Beide steden betrokken hun drinkwater tot voor kort of doen dat nog uit de duinen.

7. Afzanden

Het afzanden van duinterreinen heeft in wezen hetzelfde gevolg als het pompen van drinkwater. De zoetwaterzak in de duinen wordt hierdoor aangetast met als gevolg minder tegendruk tegen het zoute water.

4. REEDS GETROFFEN EN NOG TE TREFFEN VOORZIENINGEN

Het enige middel om zoutschade tegen te gaan en verzouting, zowel van grond als van polder- en boezemwater te voorkomen, is tot nog toe gebleken te zijn het doorspoelen met zoet water.

Op het gebied van het doorspoelen van polder- en boezemwater zijn reeds enkele voorzieningen getroffen. Uit de publicatie van de Gruyter en Molt (5) en uit het rapport over Noord-Holland (8) komt duidelijk naar voren, dat deze voorzieningen zijn getroffen nadat eerst zeer uitvoerige studies waren gemaakt van de bestaande toestand op hydrografisch en hydrologisch gebied en de daaruit voortvloeiende mogelijkheden en consequenties. Op dit alles in te gaan zou in het kader van dit artikel te ver voeren. Daarom wordt volstaan met het vermelden van enkele zeer markante gevallen op dit gebied.

Delfland

Hierboven werd er terloops reeds op gewezen dat het Hoogheemraadschap Delfland sinds 1893 met zijn inlaatsluizen voor zoet water steeds verder oostwaarts moest gaan en dat aan de mogelijkheid om nog verder naar het oosten te trekken een eind is gekomen. Delfland moet nu zoet water betrekken uit Rijnlands boezem. Hiervoor is in het najaar van 1947 (4) besloten tot het opstellen van een paar semi-permanente bemalingsinstallaties, welke water uit Rijnland dat in gelukkiger omstandigheden verkeert, op Delflands boezem kunnen malen. Delfland heeft zich nu tot Rijnland gewend met het verzoek om van de semi-permanente installaties die te Leidschendam zijn geplaatst, een definitief gemaal te maken. Delfland vraagt vergunning voor een electrisch gemaal van 3 aggregaten, elk van 180 m³ per minuut, waarvan 2 effectief en 1 reserve (6). Rijnland zelf laat zoet water in uit de Hollandse IJssel bij Gouda. Door de Gruyter (6) is berekend, dat het onder bepaalde omstandigheden voor Rijnland onmogelijk is om met de inlaatgelegenheid bij Gouda voldoende in eigen behoefte te voorzien. Daarom werd door genoemde auteur nagegaan op welke wijzen versterking van de voeding van Rijnlands boezem mogelijk is, opdat het eigen tekort kan worden gedekt en tegelijkertijd Delfland via Rijnlands boezem kan worden geholpen.

Rijnland

Op grond van deze berekeningen is door de Gruyter (6) een plan ontwikkeld om voor Rijnland en Delfland zoet water te onttrekken aan het Amsterdam-Rijnkanaal en de gekanaliseerde Hollandse IJssel. Dit plan voorziet niet alleen in de mogelijkheid om de tuinbouw voldoende van zoet water te voorzien, maar ook in de verversing van het water in tal van steden.

Door Rijnland zelf zijn vooral sinds 1927 maatregelen genomen om het boezemwater met zoet water door te spoelen, o.a. in verband met de bloemteelt te Aalsmeer. In December 1921 hebben de Aalsmeerse tuinders zich nl. met een goed gedocumenteerde brief tot Dijkgraaf en Hoogheemraden van Rijnland gewend en uiteengezet dat voor de grondverversing de bagger (voornamelijk uit de Westeinder plas) en voor het begieten van de kasplanten, het boezemwater onmisbaar is en dat de verzouting van bagger en water in de droge zomer van 1921 duizenden guldens schade aan de verschillende kwekers had berokkend. Zoutgehalten van 2000—3000 mg/l werden geconstateerd en men vreesde ook het ergste voor de vollegrondscultures. In 1921 bleken monsters slootwater, genomen onder Hillegom en op verzoek van de Algemene Vereniging van Bloembollencultuur onderzocht door het Rijkslandbouwproefstation te Goes, 3533,4 mg keukenzout per liter te bevatten. In 1922 maakte men zich niet alleen in Aalsmeer en Hillegom, maar ook in Boskoop ongerust over het zoutgehalte van het boezemwater. Toen in 1927 bleek, dat de klachten bleven aanhouden, werd het besluit genomen over te gaan tot het nemen van maatregelen tot vermindering van het zoutgehalte van de boezem (5.)

De Zuid-Hollandse eilanden

Een werk waar men pas aan begonnen is, is het afdammen van de Brielse Maas. Zoals uit de fig. 2 en 3 blijkt, is deze sinds 1908 sterk verzout, met als gevolg dat de eilanden Rozenburg en Voorne en Putten, die aan deze rivierarm grenzen, veel last hebben van zout water. Door deze afdamming is in de toekomst de mogelijkheid geschapen dat de Brielse Maas in een zoetwaterboezem verandert, waardoor op den duur mag worden verwacht dat ook het polderwater op Voorne en Putten, dat thans sterk verzout is, belangrijk zal verzoeten, hetgeen voor de tuinbouw op dit eiland van groot belang is. Om het verzoeten van de Brielse Maas te bevorderen zal verder een inlaatsluis worden gebouwd aan de mond van het Hartelse gat, dat zelf uitgebaggerd en verruimd zal worden. Het inlaatpunt is zodanig gekozen dat onder normale omstandigheden gedurende een voldoende aantal uren tijdens de eb, water met een laag chloorgehalte uit de Oude Maas op de boezem zal kunnen worden ingelaten. Voor het geval het chloorgehalte te hoog wordt, is er op gerekend dat er bij de sluis nog een gemaal kan worden gebouwd (4).

Door het afdammen van de Brielse Maas worden twee eilanden met elkaar verbonden. Behalve dit twee-eilandenplan overweegt men nog een vier-eilandenplan en zelfs nog een vijf-eilandenplan. Het vier-eilandenplan voorziet in de afsluiting van de Oude Maas en het Spui en bij het vijf-eilandenplan wordt ook de Dorchtsche Kil afgesloten. Deze plannen hebben, wanneer ze ooit zullen worden uitgevoerd, niet alleen belangrijke gevolgen van de land- en tuinbouw, maar hebben ook waterbouwkundig belangrijke voordelen, waarop hier niet verder zal worden ingegaan.

Noord-Holland, Friesland en oostelijk Nederland

In Noord-Holland zijn ook maatregelen genomen voor verversing van het polder- en boezemwater. Een belangrijke verbetering in de toestand van het Noorderkwartier trad op, nadat de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 tot stand was gekomen en de ontzilting van het IJsselmeer in de jaren 1936—1937 practisch was voltooid. In de eerste plaats verviel de verzoutende invloed van de Zuiderzee. Verder werd gebruik gemaakt van de gelegenheid om zoet water te betrekken uit het IJsselmeer. Reeds in 1934, dus twee jaar na de afsluiting van de Zuiderzee, werd door het Hoogheemraadschap van de uitwaterende sluizen van Kennemerland en Westfriesland in Monnikendam een inlaatsluis gebouwd om zoet water te onttrekken aan het IJsselmeer voor het aanvullen van de Schermerboezem. In 1937 werd gebruik gemaakt van IJsselmeerwater om het zout te bestrijden dat van andere bronnen afkomstig was. De figuren 4 en 5 geven een duidelijk beeld van de reeds bereikte resultaten.

Om Noord-Holland en ook Friesland in verband met de verzilting verder te saneren zijn nog allerlei plannen in voorbereiding of reeds in uitvoering. Men wil de schutsluizen bij IJmuiden, Den Helder en in Friesland verbeteren en eventueel spuisluisen bouwen. Verder zijn er plannen die voorzien in het doorspoelen van de polder- en boezemwateren in deze gebieden. Hiervoor is uiteraard zoet water nodig. Bij al deze plannen speelt het water van het IJsselmeer en ook dat van de Rijn, de Lek en de Nieuwe Maas een grote rol. De laatste rivieren worden in deze plannen betrokken, omdat het IJsselmeer, vooral in droge tijden, niet voldoende water kan leveren en ook omdat het voor een gedeelte via de Gelderse IJssel en het Amsterdam—Rijnkanaal gevoed wordt met water uit de Rijn. De mogelijkheid om het IJsselmeer vooral in tijden van geringe waterafvoer door de rivieren in verband met allerlei plannen, die er worden gemaakt omtrent het gebruik van zoet water uit dit meer, voldoende op capaciteit te houden, wordt volgens De Graaff (4) geschapen door de Gelderse IJssel te kanaliseren en stuwen te plaatsen in de Neder-Rijn. Deze stuwen zijn aanvankelijk ontworpen bij Doorwerth, Eck en Wiel en boven Vreeswijk.

Voor de algehele oplossing van de problemen, die verband houden met de verzouting in westelijk en noordelijk Nederland zijn dus werken ontworpen, die uiteindelijk ingrijpen in de waterhuishouding van oostelijk en dus van geheel Nederland.



Fig. 4. De chloorgehalten van het Noordhollandse slootwater e.d. vóór de automatische in-vloed van de verzoeting van het IJsselmeer.
 Uit: *Ontziltzing van Noord-Holland* (lit. 8)

Chlorine contents of ditch water etc. in the province of North-Holland, before the automatic effect of the change from salt to fresh of the water in the IJsselmeer (IJssel-lake).

Fig. 5. De chloorgehalten van het Noordhollandse slootwater e.d. na de automatische in-vloed van de verzoeting van het IJsselmeer.
 Uit: *Ontziltzing van Noord-Holland* (lit. 8)

Chlorine contents of ditch water etc. in the province of North-Holland after the automatic effect of the change from salt to fresh of the water in the IJsselmeer (IJssel-lake).

De Zeeuwse eilanden

Tot nu toe werd niet gesproken over de eventuele verzouting van de Zeeuwse eilanden. Ervaringen opgedaan bij de bodemkartering die vanwege de Stichting voor Bodemkartering door Ir S. F. Kuipers werd uitgevoerd op de eilanden Schouwen en Tholen, hebben uitgewezen dat men ook op deze eilanden te maken heeft met zoute kwel. Blijkens een berichtje in een Zeeuws tuinbouwblad van het begin van 1949, is men op Noord-Beveland al zover, dat men daar volgens de modernste methode van onderzoek ter oplossing van het zoutprobleem te werk is gegaan. Men heeft daar nl. een wichelroedeloper laten zoeken naar zoet water, met als resultaat dat een plaats werd aangewezen, waar op 30 m diepte zoet water zou voorkomen. Na boring tot deze diepte bleek daar water voor te komen, dat 15 gram keukenzout per liter bevatte. Ook op Zuid-Beveland en Walcheren komen klachten voor over zoute kwel.

Over plannen, die eventueel bestaan om Zeeland wat betreft het zout te saneren, is niets gepubliceerd.

In de tot nog toe besproken plannen wordt weliswaar rekening gehouden met droge tijden en tijden van geringe waterafvoer door de rivieren, maar vindt men weinig vermeld over de grotere hoeveelheden water, die de landbouw, afgezien van het zout, nodig zal hebben in de droge tijden in verband met een eventuele overgang naar intensievere cultures en intensiever gebruik van het grasland. Dit alles vraagt extra water, omdat de waterbehoefte van de planten het 400- à 500-voudige bedraagt van hun drogestof-productie en deze behoefte juist het grootst is in tijden van zonneschijn, hoge temperatuur en grote windsnelheid.

Volgens van Veen (10) kan hierin tot op zekere hoogte worden voorzien wanneer regenwater, dat in de winter en in het voorjaar te veel valt, wordt opgepot in onze meren en zuinig wordt beheerd, met de bedoeling dit in buitengewoon droge tijden te distribueren. Dit zou een reden zijn om niet al onze meren droog te leggen. Het IJsselmeer zou, wanneer het peil ± 30 cm opgezet zou kunnen worden en allerlei voorzieningen in verband daarmee werden getroffen, gedurende 2 maanden 80 m³/sec. kunnen leveren (4). In gebieden waar de verzameling in meren niet mogelijk is, zouden zoetwaterreservoirs kunnen worden aangelegd. Op Schouwen bijv. bevinden zich aan de zuidkust reeds bassins in de vorm van verlaten inlaatpolders, die mogelijk voor het doel geschikt zijn (10).

Of Zeeland hiermee volledig geholpen zal zijn, is nog een vraag. De mogelijkheid lijkt niet uitgesloten, dat zoet water zal moeten worden aangevoerd uit Noord-Brabant via een daartoe te graven kanaal.

Het tegengaan van de verdere verzouting van Nederland en de bestrijding van de schade die thans reeds wordt geleden, vereist zoals hierboven is uiteengezet, een ingewikkeld stel van maatregelen. In vrijwel alle plannen, die hiervoor zijn gemaakt, spelen de Rijn, de Gelderse IJssel en het IJsselmeer de belangrijkste rol. Feitelijk wordt in deze alle heil verwacht van de Rijn. Vandaar ook dat de

Graaff en van Veen in hun artikelen er op aandringen internationale regelingen te treffen, die de vervuiling van het Rijnwater tegengaan.

Ten slotte blijft het dan nog de vraag of het ondanks de hierboven genoemde reeds genomen en nog te nemen maatregelen in de toekomst mogelijk zal zijn aan alle eisen, die een steeds intensiever wordende landbouw en andere belanghebbenden zullen stellen, te voldoen. In verband met dit probleem heeft van Veen (11) wat hij noemt een tweede methode ontwikkeld om het zout te bestrijden, die getypeerd wordt door het motto: „verkort de kust, sluit de kust”. Dit is geen nieuw principe; vroeger werd de tijden door de kustlijn steeds verkort. In het jaar 1200 moest een zeer lange kustlijn onderhouden worden, terwijl het mogelijk was dat de zoute vloed door vele inhammen en kreken het land binnendrongen. In 1870 hadden we nog een zoute kustlijn van \pm 1910 km, terwijl ze in 1930 was ingekrompen tot \pm 1675 km. Sinds de afsluiting van de Zuiderzee is de zoute kustlijn nog ongeveer 1385 km lang. Door deze afsluiting werd de kustlijn dus met ongeveer 300 km verkort, terwijl de Zuiderzeedijk zelf ongeveer 32 km lang is.

5. FINANCIËLE CONSEQUENTIES

Het is duidelijk, dat het tegengaan van de verzouting, hoe dit ook zal worden uitgevoerd, veel geld zal kosten. In verband hiermee doet zich de vraag voor welke financiële voordelen voor de belanghebbenden, dus ook voor de landbouw, voortvloeien uit de uitvoering van de vereiste werken. Uit een discussie, die hierover is gevoerd bij gelegenheid van de inleiding, die ir G. B. R. de Graaff, Hoofdingenieur-Directeur van de Dienst voor de Waterhuishouding van de Rijkswaterstaat, op 20 December 1947 over dit onderwerp heeft gehouden voor het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's-Gravenhage (4), blijkt zeer duidelijk dat het moeilijk is om op dit ogenblik iets te zeggen over de rentabiliteit van de voorgenomen werken in hun geheel en van de verschillende onderdelen afzonderlijk. Eensdeels is dit een gevolg van het feit, dat de plannen nog zo weinig vaststaan en anderdeels van het feit, dat er althans wat de landbouw betreft, hierover niet voldoende gegevens bestaan. Uit hetgeen prof. dr ir F. K. Th van Ittersson, die voorzitter is geweest van een commissie, welke de rentabiliteitsberekening voor de opzet van het Twente-Rijnkanaal moest bestuderen, in deze discussie opmerkte, valt af te leiden dat Rijkswaterstaat slechts werken uitvoert, wanneer hij er zeker van is dat daarbij het algemeen belang wordt gediend. Hierbij speelt de rentabiliteit een grote, zo niet de grootste rol.

CONCLUSIES

Uit dit alles valt te concluderen, dat de landbouwwetenschap in deze een grote taak heeft en in belangrijke mate kan bijdragen tot de bespoediging van de uitvoering der voorgenomen werken.

Verder heeft de landbouw er niet alleen belang bij, dat deze

werken worden uitgevoerd, maar ook dat ze zo worden uitgevoerd, dat de landbouwbelangen daarmee het best en het snelst zijn gediend. In verband hiermee behoeft alleen maar te worden gewezen op de plannen die Amsterdam (2), Den Haag en Rotterdam hebben om drinkwater aan de Lek te onttrekken, om voor Rijnland water te onttrekken aan het Amsterdam-Rijnkanaal, aan het plan dat door ir W. H. Brandenburg (3) is ontwikkeld om hydraulische energie te ontleenen aan de grote rivieren in Nederland, enz.

Om tot dit doel te geraken is groots opgezet landbouwwetenschappelijk onderzoek noodzakelijk. Gezien het feit dat dit onderzoek er, blijkens de doodse stilte, die er op dit punt in de landbouwwetenschappelijke bladen en de landbouwvakpers heerst, niet is, is de vrees niet ongegrond, dat bij een in de toekomst veranderend zoetwaterbeheer van geheel Nederland, de landbouw in verschillende streken van ons land de sluitpost van de begroting zal worden. Dit dan niet als gevolg van wat men zou kunnen noemen boos opzet van andere belanghebbenden, maar om de doodeenvoudige reden, dat men de wensen en verlangens van de landbouw niet kent.

Dit is alleen al niet toelaatbaar vanwege de belangrijke rol, die de landbouw, blijkens de redevoeringen van Zijne Excellentie de Minister van Landbouw, volgens welke de landbouw samen met zijn verwerkende industrieën voor 60% moet bijdragen in de opheffing van het nadelig saldo op de betalingsbalans, in onze nationale economie is toegedacht.

Summary

Soil salting in the Western part of the Netherlands and its prevention involves problems being of great importance for the water provision of the whole country.

Inland navigation, supply of drinking water, industries, care of national health are all concerned in an efficient water supply.

The agricultural industry is only able to compile its requirements to a certain extent in regard to the quality of the water supply but hardly in regard to its quantity.

More particularly is horticulture interested in a supply of soil water with a chlorine content not exceeding 300 mgrs per litre.

For agricultural crops the limit is between 1000 and 12000 mgrs per litre. If the chlorine content is over 1200 mgrs in drinking water a decline in the milk yield of cows has been experienced and with a content of more than 10 000 mgrs cattle have died.

Salting of soils in the west of the Netherlands is caused by:

1. penetration of sea water into the deeper layers of the subsoil, the so-called salt-ooze;
2. the ever more obtrusive penetration of sea water into the estuaries of the rivers;

3. the inflow of large quantities of salt water through the locks at IJmuiden, Den Helder and Harlingen;
4. the rise of large quantities of salt water from the lower sub-soil in consequence of well gas drawing and use of pumps with deep sunk shafts in the province of North-Holland;
5. ever deeper drainage of soils more particularly in low lying polders;
6. pumping of drinking water in the dunes;
7. excavation of dunes.

The salt-ooze is a consequence of the low altitude of the West of the Netherlands in relation to sea level. It is increasing as the altitude of the land is gradually sinking or the level of the sea is rising.

Penetration of salt water further inland in the estuaries is due to a decreased flow of fresh water in the rivers, and consequently more sea water is pushed up stream at high tides (see fig. 1 and 2). The water in the Rhine is salted by industrial wastes originating from the industries in Alsace and Germany draining into the Rhine. At IJmuiden every lockage causes a quantity of 100 truck loads of 15 tons each to enter the shipping canal. In North-Holland are some 3000 gas wells, procuring salt water. By deep drainage of the polder soils, pumping of drinking water from the dunes, excavation of dunes, the pressure of the fresh water, preventing the influx of salt water, declines.

Salting can only be neutralized by percolation of the soil and flushing the water courses in the polder with fresh water. This method is already practised by some Catchment Boards in the West of the country.

In order to solve the salting problem definitely, however, other measures will be necessary, such as damming the inlets of the sea and estuaries containing salt water between the South-Holland and Zeeland Islands. Damming of the Brielse Maas has already been taken in hand.

The need of fresh water being highest during summer, it is contemplated to store the surplus water falling during winter and spring and to use it for flushing in the following summer. The IJssel-lake will then be one of the reservoirs. In order to provide the IJssel-lake with sufficient stored water the Guelderland IJssel must be canalized and weirs have to be built in the Rhine. Also plans to close the entire Dutch coastline or to shorten same, are being considered.

Naturally the interests of agriculture in the Netherlands are hereby closely involved.

LITERATUUR

1. *Berg, C. van de*, 1948: Overzicht van het landbouwkundig onderzoek in de inundatiegebieden van Nederland. Maandbl. Landbouwvoorlichtingsd. 5, 1.
2. *Biemond, C.*, 1948: De watervoorziening van Amsterdam. Amsterdam.

3. *Brandenburg, W. H.*, 1949: Een onderzoek naar de mogelijkheid om hydraulische energie te onttelen aan de grote rivieren in Nederland. *De Ingenieur* 61, 17.
4. *Graaff, G. B. R. de*, 1948: Enige vraagstukken op het gebied van de waterhuishouding in Nederland. *De Ingenieur* 60, 18 en 19.
5. *Gruyter, P. de* en *E. L. Molt*, 1943: Rijnlands boezem III. De hoedanigheid van het boezemwater. Leiden.
6. *Gruyter, P. de*, 1949: Rapport omtrent de mogelijke versterking van de waterinlating op Rijnlands boezem, mede in verband met de gewenste wateronttrekking door Delfland aan Rijnland. Leiden.
7. Jaarverslagen Proeftuin „Zuidhollands Glasdistrict“.
8. Ontzilting van Noord-Holland. Rapport van de commissie inzake het zoutgehalte der boezem- en polderwateren van Noord-Holland. 's-Gravenhage, 1946.
9. *Rowaan, P. A.*, 1948: Zout- en chloorschade bij de verschillende gewassen. *Maandbl. Landbouwvoorlichtingsd.* 5, 6.
10. *Veen, J. van*, 1941: De toeneming van het zoutgehalte op de benedenrivieren. *Tijdschr. Aardrk. Gen.* 58, 1.
11. *Veen, J. van*, 1949: Dredge, drain, reclaim. 's-Gravenhage.

37. OUDHEIDKUNDIGE RESULTATEN VAN DE BODEMKARTERING

Archaeological results from soil surveys

door/by **Prof. Dr C. H. Edelman**

*overgenomen uit: Akademedagen III, 1950, Kon. Ned. Akademie
v. Wetenschappen*

A. Inleiding

Onder bodemkartering verstaat men het maken van kaarten van de bodemgesteldheid. Men denkt daarbij allereerst aan het verband van de bodem met de plantengroei, veelal dus land- en tuinbouwgewassen, soms bos, soms een wilde begroeiing. Aangezien niet alleen de bovengrond, de bouwgrond, maar ook de ondergrond, veelal tot een diepte van 1—1,5 m, voor de plantengroei van belang is, berust een moderne bodemkaart op de studie van gegraven profielkuilen en voorts op talrijke ondiepe boringen. De naam van, één der door de Stichting voor de Bodemkartering uitgegeven reeksen, *Boor en Spade*, is dan ook symbolisch voor deze nieuwe stroming in de bodemkunde.

De studie van de bodemprofielen leidt echter niet alleen tot landbouwkundige resultaten. Men kan geen goede bodemkaarten maken, wanneer men niet begrijpt wat men op de kaart uitbeeldt en zo is er door de jonge generatie bodemkundigen veel gestudeerd op het ontstaan van de bovenste lagen van Nederland. Geheel nieuwe inzichten in de geologie van de jongere afzettingen in