

ZOUTGEHALTE

C. VAN DEN BERG

Overdruk uit Verslagen Technische Bijeenkomsten 11-12

Versl. Meded. Comm. Hydrol. Onderz. T.N.O. No. 3

V. ZOUTGEHALTE

C. VAN DEN BERG

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding

Het is volgens sommigen niet onwaarschijnlijk, dat de hoogstaande beschavingen in Mesopotamië en Perzië te gronde zijn gegaan door verzilting van de grond o.m. als gevolg van het gebruik van zouthoudend irrigatiewater.

Of men het met deze opvatting eens is of niet, het wijst op het grote belang, dat men terecht aan verzouting toeschrijft, terwijl een dergelijke uitspraak pas in de laatste decennia kon worden gedaan als gevolg van de gegroeide kennis over zoutproblemen. Als er ten aanzien van Nederland gevaren dreigen voor de zoetwatervoorziening, dan moet het zoutgehalte van het water daarbij bepaald als een belangrijk punt worden gezien. Nu de situatie in Nederland zo is dat zoutvrij water slechts door bijzondere maatregelen verkrijgbaar is, blijkt een serie aanpassingen aan de gegeven situatie voor te komen in de vorm van geografische spreiding, zuivering en verversing, die wij als normaal zijn gaan beschouwen. Een verslechtering van de situatie in de vorm van stijgende zoutgehalten zou in verschillende gevallen een verdere aanpassing bijzonder moeilijk maken.

Het gaat er in deze lezing om, maximum grenzen van zoutgehalten in water aan te geven, waarbij nadelen bij het gebruik van dat water niet onoverkomelijk groot zijn voor industriële of biologische processen.

Bij het bepalen van die grenzen doen zich twee moeilijkheden voor:

1e. Er is een vrij groot aantal zouten in water, die hinderlijk zijn bij processen waarvoor water gebruikt wordt.

Men denke aan allerlei industriële bewerkingen, waarbij Fe-, Mn-, Ca- en Mg-zouten storend werken en door bepaalde ingrepen verwijderd worden. Het is niet de bedoeling al deze aspecten van zouthoudend water te behandelen. Anderzijds is het gehalte aan chloriden als enige maatstaf voor „het zoutgehalte” van water veelal ontoereikend om de invloed van zouten in water te kenschetsen. Bovendien lijkt het erop dat de gemakkelijke bepalingsmethode van het Cl geleid heeft tot de idee dat dit anion op zichzelf de enig schadelijke factor zou zijn, een opvatting, die met verschillende feiten strijdt.

2e. Bij het aangeven van toelaatbare grenzen van het Cl-gehalte (of het „zoutgehalte”) van water is men geneigd te denken aan absolute grenzen. Dit is meestal onjuist. Een grens is in dit geval een op grond van economische of biologische argumenten bepaald cijfer, dat als redelijk moet worden beschouwd.

Een grafische voorstelling van het verband tussen zoutgehalte van het water en produktiefactor geeft in het algemeen een optimumcurve. Het zoutgrenscijfer is dan een punt niet ver van het optimum, maar een verschuiving van dit punt langs de lijn in ongunstige richting doet de produktie nog niet tot 0 dalen. In de meeste gevallen

bestaan er wel absolute maxima voor het zoutgehalte, maar daarmee zullen we ons hier niet bezighouden.

Vergeleken bij de moeilijkheden, die echter bestaan bij de vaststelling van toelaatbare grenzen bij niet-minerale verontreinigingen, ligt de zaak voor zouten toch misschien eenvoudiger, omdat

- a. de Cl-bepaling eenvoudig en betrouwbaar is en een indruk kan geven over de totale hoeveelheid zouten;
- b. het zoutgehalte of Cl-gehalte niet de dynamiek vertoont, die karakteristiek is voor organische verontreinigingen, zodat veranderingen veel geleidelijker optreden;
- c. meer bekend is van de invloed van zouten.

INDUSTRIE

Het is niet eenvoudig om voor de industrie grenswaarden van het zoutgehalte aan te geven, ook omdat juist hier bijzondere aanpassingsmaatregelen normaal zijn.

Twee aspecten van watergebruik in de industrie zijn van zeer algemene betekenis en wel het gebruik als koelwater en als ketelwater.

Als *koelwater* worden in de praktijk alle soorten water gebruikt, tot zeewater toe. Daarbij komen twee typen van koeling voor:

- a. Het z.g. „once through” systeem, waarbij het water maar één keer wordt gebruikt. Dit systeem kost veel water, maar vrijwel iedere waterkwaliteit wordt gebruikt. Men neemt daarbij de corrosie van ijzer en staal op de koop toe. Bij gebruik van zeewater voor dit koelsysteem komen corrosiecijfers bij staal voor van 0,1 mm tot 1 cm per jaar, voornamelijk afhankelijk van de temperatuur die het koelwater krijgt. Beperking van corrosie wordt gevonden door bijzondere, meer corrosiebestendige materialen te gebruiken (aluminium-messing; bronssoorten) en de koelwatertemperatuur beneden 50°C te houden. Indien zuurstofarm grondwater wordt gebruikt, zijn vooral sulfaten nadelig. Toevoeging van zuurstof gaat de werkzaamheid van sulfaatreducerende bacteriën en daarmee de corrosie tegen.
- b. Het circulatiesysteem met koeltorens wordt toegepast indien water minder overvloedig beschikbaar is, het water weinig zouten bevat en wanneer veel warmte afgevoerd moet worden. De indamping van het koelwater leidt in dit geval tot toenemende hardheid, die bestreden wordt door toevoeging van zuren en tot toenemende zoutconcentratie van het koelwater, zodat op een bepaald moment spuien nodig is. Het moment van spuien wordt vastgesteld op grond van een limiet van het Cl-gehalte. Deze limiet wordt zo laag mogelijk gekozen om de corrosie van materialen zo veel mogelijk te beperken, maar hangt overigens samen met het zoutgehalte van het verkrijgbare water. Bij voorkeur moet het spuien plaats vinden beneden 1000 mg Cl per liter. Het oorspronkelijke water moet liefst beneden 300 à 400 mg Cl per liter bevatten.

Voor *ketelvoedingswater* zijn de eisen ten aanzien van het zoutgehalte hoger naarmate met hogere drukken en temperaturen gewerkt wordt. De best-beschikbare kwaliteit water zal dan ook voor ketelvoeding gereserveerd worden. In vele gevallen wordt duin- of grondwater gebruikt, dat niet meer dan 100 à 200 mg Cl bevat. In sommige gevallen is zelfs dit gehalte te hoog en vindt volledige demineralisatie plaats. Bij de hoogovens gebeurt dit met 2000 m³ per dag. De kosten van demineralisatie nemen toe met het zoutgehalte van het water. Zo stijgen de kosten bij een verschil van 100 mg Cl (en een evenredige stijging van andere ionen) met f 0,50 per m³. Voor de hoogovens betekent dit dus f 365 000 per jaar. Het is duidelijk, dat het aangeven van een grens hier moeilijk is, omdat demineralisatie en bijzondere ketelmaterialen, dus grotere investeringen veelal tot bevredigende oplossingen kunnen leiden. Maar bij voorkeur zal het water, dat voor ketelvoeding gebruikt wordt, toch niet meer dan 300 mg Cl moeten bevatten.

Het is zeer de vraag of in de hier omschreven gevallen het Cl-gehalte wel een goede maat is voor de aanduiding van de waterkwaliteit. Het Cl-ion moge door zijn geringe omvang meer corrosief zijn dan andere ionen, in principe oefenen andere ionen dezelfde werking uit en een bepaling van de totale zoutconcentratie naast een Cl-bepaling lijkt dus wel zeer wenselijk.

De overige industriële zorgen voor een goede waterkwaliteit zijn velerlei. Een enkele greep uit een veelheid van feiten volgt hieronder:

Stikstofbindingsindustrie: Deze industrie heeft Cl-vrij water nodig voor de bereiding van HNO₃. Men gebruikt hiervoor condenswater, eventueel aangevuld met gedemineraliseerd water.

Textielindustrie: Vergeleken met Fe en Ca, die ongewenste neerslag van kleurstoffen kunnen geven, zijn de hoeveelheden chloriden betrekkelijk onbelangrijk. Bij voorkeur moet het water minder dan 600 mg Cl bevatten om vochtaantrekking in de weefsels, die tot versnelde schimmelvorming zou kunnen leiden, te voorkomen.

De vlasindustrie krijgt moeilijkheden bij het roten van vlas, indien het Cl-gehalte boven 400 mg per liter stijgt. De bacteriëngroei wordt dan waarschijnlijk te veel geremd. Het ligt voor de hand, dat de totale zoutconcentratie hier de feitelijke nadelige factor is.

Levensmiddelenindustrie: In het algemeen is bij de behandeling van de produkten goed water nodig. Men gebruikt dan ook veelal drinkwater. Veel Ca (ca. 100 mg per liter of meer) geeft harde schalen bij conservenprodukten; Fe veroorzaakt ongewenste verkleuringen.

Een bijzondere plaats nemen de *suikerfabrieken* in. Hierbij is in de eerste plaats Na ongewenst, omdat dit ion de kristallisatie van suiker tegengaat. Men heeft gevonden, dat ieder gramatoom Na de kristallisatie van een grammolecuul suiker verhindert, zodat teveel van het produkt in de melasse terecht komt. Uit suikerrendement en melasseprodukten van de fabrieken kan men de grote afwijkingen van de kwaliteit van het gebruikte water aflezen. Redelijkerwijze zou het equivalent van 600 mg Cl

per liter water een maximumgrens moeten zijn, maar soms moet met hogere gehalten genoeg worden genomen. In extreme gevallen worden extra transportleidingen voor goed water aangelegd.

Deze summierse gegevens over enkele industrieën geven niet bepaald een zeer duidelijke aanwijzing voor een toelaatbare zoutgrens. Men zou hierbij de economie van ontsnappingsmogelijkheden door hogere investeringen tegenover die van andere vormen van zorg voor goed water moeten stellen en dit is thans niet mogelijk.

Men kan slechts zeggen, dat verscheidene industrieën gebaat zijn met water, dat niet meer dan 300 mg Cl bevat. Ook dan zijn nog wel eens extra maatregelen nodig.

LANDBOUW

Plantegroei

De verbruikte hoeveelheden water door planten zijn zo groot, dat het voor de landbouw, in tegenstelling tot de industrie, onmogelijk is op economische basis bijzondere zuiveringsmaatregelen te nemen. Men staat dus steeds voor de keus het aangeboden water al of niet te aanvaarden indien grenswaarden overschreden worden.

Bij de vaststelling van een grensconcentratie voor planten geldt in bijzondere mate, dat het Cl-gehalte eigenlijk een onvoldoende aanwijzing geeft. Het waterhuishoudingsregiem van de plant wordt namelijk in eerste instantie bepaald door de osmotische waarde van het substraat. Hoge osmotische waarden storen of verhinderen de wateropname door de plant. In principe zijn hierbij equivalenten van alle zouten even schadelijk.

Behalve de osmotische waarde spelen verder de aard der ionen en hun evenwichten een rol bij de plant. Niet alleen hebben bepaalde kationen of anionen een specifieke werking, maar het ongunstig effect van bijvoorbeeld natrium kan ten dele teniet gedaan worden door calcium.

Naast regelmatige bepaling van de Cl-concentratie en de totale zoutconcentratie zullen dus periodieke analyses van alle zoutcomponenten in het water, dat de plantegroei moet bevorderen, gewenst zijn.

Er is geen aanleiding de reeds lang bekende grens van 300 mg Cl voor kas-cultures te wijzigen. Bij hogere gehalten kan nog iets bereikt worden door versterking van grotere hoeveelheden water, waardoor de concentratietoename in de grond wordt afgeremd ten gevolge van uitspoeling van zout. Te ruime watervoorziening leidt echter weer gauw tot het optreden van ziekten dan wel tot een te sterke vegetatieve ontwikkeling; in beide gevallen wordt de produktie van vruchten geremd.

In bepaalde gevallen ondervinden planten zelfs nog hinder van 300 mg Cl in het gietwater.

Bij buitencultures wordt oppervlaktewater gebruikt als verdunningsmiddel bij ziektebestrijding. Een grens van 600 mg Cl wordt hierbij aangehouden.

Maar veel belangrijker dan het gebruik van water worden voor de z.g. „aanvullende irrigatie”, een vorm van zorg voor de plant, die in de humide tot semi-humide gebieden van Europa en Amerika steeds grotere vormen gaat aannemen.

Voor Nederland zijn wij nog niet in staat kwantitatief of kwalitatief nauwkeurige eisen te formuleren, maar wat de kwaliteit betreft geeft deze formulering wellicht nog de minste zorgen.

De genoemde eisen voor gietwater in kassen en sproeiwater voor ziektebestrijding doen vermoeden dat oppervlaktewater, dat voor beregening wordt gebruikt, niet meer zouten zou moeten bevatten dan overeenkomt met 300 à 600 mg Cl. Ook mogelijke berekeningen, uitgaand van een vereenvoudigd schema, leiden tot een dergelijke orde van grootte.

Indien wij namelijk uitgaan van de volgende veronderstellingen:

- 1e. Er wordt steeds water gegeven indien de grond nog ongeveer 2/3 van de hoeveelheid water bij veldcapaciteit bevat.
- 2e. De hoeveelheid water per beregening is 15 mm. De hoeveelheid water in de bovenste grondlaag van 20 cm is 45 mm (bij veldcapaciteit).
- 3e. Er spoelt geen zout uit de bovenlaag door de zomerregens; dan zal de concentratie van het zout in de bovenste 20 cm na $n \times$ beregenen zijn:

$$C = b + \frac{n}{3} a$$

waarin:

b = de uitgangskoncentratie van het bodemvocht bij veldcapaciteit

a = de concentratie van het beregeningswater.

Een voorbeeld, waarbij $b = 100$ mg Cl per liter en $a = 400$ mg Cl per liter geeft dan na $8 \times$ beregenen met 15 mm een concentratie van ca. 1200 mg Cl per liter bodemvocht. Dit is ca. 1900 mg NaCl of een C-cijfer van 1,9.

Indien een 9e gift nodig is, loopt de concentratie $1\frac{1}{2}$ maal zo hoog op alvorens water wordt gegeven, zodat het gewas tussen 8e en 9e gift groeit bij een gemiddelde concentratie van 1500 mg Cl of een zoutcijfer van 2,4.

Voor verschillende gewassen (gras, granen, bieten) zou deze concentratie gerust nog hoger mogen oplopen zonder enige bezwaren, maar voor de meest gevoelige gewassen als erwten en bonen komen we met genoemde cijfers in de gevaarlijke zone. Een mogelijkheid om bij deze of nog hogere gehalten schade te voorkomen is uiteraard om de watergift te verhogen en te beregenen met hogere frequentie, zodat de overmaat zouten kan uitspoelen. Maar ook dan zal de zoutgrens de 600 mg zeker niet moeten overschrijden en als algemene grens voor watervoorzieningsdoeleinden van „buitencultures” kan dan ook de in het rekenvoorbeeld aangenomen 400 mg Cl aangehouden worden (bij andere gronden bestaan weer andere verhoudingen).

Het is wel waarschijnlijk, dat de zaken enigszins anders liggen indien oppervlaktewater voor infiltratie wordt aangewend. De zoutconcentratieverhoging van het bodemwater zal dan in het algemeen niet in de bouwvoor plaats vinden, maar op een dieper gelegen niveau en voorzover dit het geval is, kunnen hogere concentraties verdragen worden, zoals het zoutonderzoek in de inundatiegebieden heeft uitgewezen.

Misschien mag men in dit geval de Cl-grens leggen bij 800 à 1000 mg per liter, maar zonder risico zou een dergelijk cijfer niet zijn. Dit hangt vooral samen met de praktische omstandigheid, dat bij infiltratie wel niet te vermijden zal zijn dat plaatselijk zulke hoge grondwaterstanden toegelaten moeten worden, dat de stijging in zoutconcentratie weer voornamelijk in de bouwvoor plaats vindt. Dit brengt de limiet voor het zoutgehalte van het water, dat voor infiltratie van zoutgevoelige gewassen gebruikt wordt, weer op ongeveer 400 à 500 mg Cl per liter.

Vergelijken we ten slotte Amerikaanse gegevens met de hier genoemde cijfers, dan blijkt dat in de droge gebieden van Amerika 500 mg totaal zout per liter de grens is voor irrigatie van zoutgevoelige gewassen. Nu „supplemental irrigation” in het meer humide oosten van de U.S.A. steeds meer wordt toegepast, meent men dat daar de grens bij 1100 mg totaal zout per liter ligt.

Nemen we ter vergelijking cijfers met ongeveer gelijke gehalten, die in Nieuwe Maas en Waterweg bij Rotterdam en Maassluis kunnen optreden, dan blijkt dat bij een niveau van ca. 500 mg totaal zouten ca. 125 mg Cl aanwezig is en bij 1100 mg totaal zout ca. 400 mg Cl. Het Amerikaanse grenscijfer voor „supplemental irrigation” komt voor Nederlandse omstandigheden overeen met 400 mg Cl.

Een grenscijfer van ongeveer 400 mg Cl kan dus op verschillende manieren be-re-deneerd worden.

Veehouderij

Met genoemde cijfers in gedachte, lijkt het nauwelijks urgent te streven naar een nauwkeurige benadering van de zoveel hoger liggende grens voor het Cl-gehalte van drinkwater voor vee. Resultaten van proeven en praktijkwaarnemingen lopen sterk uiteen. Dit behoeft geen verwondering te wekken, gezien de sterk verschillende uitwendige omstandigheden, waaronder de dieren water opnemen, waaronder de sterke verschillen in verontreiniging van water met andere stoffen dan NaCl een grote rol spelen.

Een stalproef in de winter, waarbij aan zuiver water stijgende giften NaCl worden toegevoegd, moet a priori als niet-vergelijkbaar object beschouwd worden ten aanzien van 's zomers in de praktijk voorkomende zoutmengsels in sloten, om maar niet te spreken van mogelijk voorkomende rottingsprodukten. Het zou al een stap vooruit zijn indien verdere proeven genomen zouden worden in de zomer, waarbij de aan het drinkwater toegevoegde zouten enigszins overeenkwamen met vigerende praktijkgevallen.

De Cl-bepaling geeft in dit geval dus ook weer een onvoldoende inzicht in de waterkwaliteit, zowel omdat bepaalde zouten ($MgSO_4$) als organische stoffen een bijzondere rol kunnen spelen.

Bij gebrek aan nauwkeuriger gegevens kan wel worden gezegd dat een Cl-gehalte van 2000 à 2500 mg per liter niet schadelijk zal zijn. Houdt men anderzijds een absoluut maximum van 5000 mg Cl aan, dan stelt het traject van 2000 – 5000 mg Cl een kennishiaat voor, waarin bijmengingen van bijzondere betekenis zijn.

DRINKWATER VOOR DE MENS

Vele niet-deskundigen lopen rond met het getal van 300 mg Cl per liter als grens, waarbij de smaak van drinkwater nog geen onbehagelijke gevoelens oproept. Maar het onderzoek heeft wel duidelijk gemaakt, dat dit getal eigenlijk een te eenvoudige weergave van de werkelijkheid is. Twee wateren met gelijk Cl-gehalte behoeven zeker niet gelijkwaardig van smaak te zijn. Zo hangt de smaak van drinkwater sterk samen met het O- en CO₂-gehalte ervan. Vooral veel CO₂ heeft een overdekkend effect t.a.v. de ongunstige smaak van chloriden. Uit de andere inleidingen volgt, hoe de overige ongunstige bijmengingen natuurlijk ook van belang zijn en hoe zij het Cl-gehalte betrekkelijk onbelangrijk kunnen maken.

Beperken we ons tot de zouten, dan moet allereerst Mg genoemd worden als ion, dat een ongunstige invloed op de smaak uitoefent bij aanwezigheid van ruim SO₄. In zo'n geval moet het Mg-gehalte beneden 30 mg zijn om weinig merkbaar te zijn. Niet alleen de smaakinvloed, maar eveneens de darmprickelende werking van MgSO₄ is van belang.

Bijzonder veel hangt dus af van de begeleidende stoffen. In zuiver water proeft men al iets bij 50 mg Cl, indien zuiver NaCl wordt bijgevoegd.

Deze herkenning verschuift naar 125 – 150 mg Cl indien meer zouten aanwezig zijn, wat bij natuurlijk water altijd het geval is.

De toelaatbare Cl-grens voor drinkwater is derhalve meer een opportunistische keuze, dat wil zeggen ieder land of iedere stad zal de keuze afstemmen op datgene, wat binnen economische grenzen bereikbaar is. Daarom heeft Amsterdam de grens bepaald op 125 mg Cl per liter, verschillende andere steden in Nederland op 300 mg, Europa op 350 mg, maar Israël op 600 – 800 mg en Beyrouth zelfs op 1200 mg.

Er is hierbij ook in hoge mate sprake van gewenning; een Syriër zal het Amsterdamse water bepaald flauw vinden en er wat zout bijvoegen. Het feit, dat de gewenning een zo grote rol speelt, wijst er op dat de hoogte van het zoutgehalte (binnen zekere grenzen) minder belangrijk is dan de constantheid ervan.

Het lijkt wel gewenst dieper inzicht te krijgen in de vragen, die rondom de smaakgevoeligheid bestaan, omdat weinig bekend is hoe de verschillende ionen in een zoutmengsel invloed uitoefenen, evenmin of de totale concentratie op zichzelf enig effect heeft.

CONCLUSIE

Uit de gegeven opsomming volgt wel dat aan de cijfers 300 à 400 mg Cl per liter een bijzonder belangrijke plaats toekomt als grens voor „het zoutgehalte” van oppervlaktewater. Met een maximumgrens van 300 mg is de landbouw wel tevreden en kan de industrie vooral in West-Nederland de vleugels nog voldoende uitslaan. Maar het is niet waarschijnlijk, dat de drinkwaterleiding, die gebruik maakt van oppervlaktewater, gelukkig zou zijn met een grens op dit niveau. Het ligt meer voor de hand hiervoor naar een lager Cl-gehalte te streven.

Daar komt bij, dat een grens van 300 mg Cl voor landbouw niet zodanig geïnterpreteerd mag worden, dat een grens van 300 mg Cl in het *Rijnwater* bevredigend

zou zijn. Indien immers dit water te zijner tijd gebruikt moet worden voor verversing en vulling van het Zeeuwse Meer en het IJsselmeer, dan is het duidelijk dat andere zoutbronnen in deze meren snel te hoge zoutgehalten zouden veroorzaken. Voorlopige berekeningen wijzen uit, dat het water in het Zeeuwse Meer in de toekomst alleen beneden 300 mg Cl per liter (en deze grens moet veiligheidshalve toch wel nagestreefd worden) gehouden kan worden, indien voor verversing en aanvulling Rijnwater beschikbaar is dat minder dan 200 mg Cl bevat.

Trouwens ook onder de huidige omstandigheden is een werkelijke doorspoeling van de boezems van Rijnland en Delfland nauwelijks mogelijk bij een Cl-gehalte van Rijnwater dat dicht bij 300 mg ligt.

In alle opzichten moet het dus noodzakelijk worden geacht te streven naar zoutgehalten in de Rijn, die beneden 200 mg Cl liggen.

Enkele malen is ook naar voren gekomen, dat Cl-bepalingen alleen langzamerhand niet meer voldoen als aanduiding van het zoutgehalte van water. Het zal van waarde zijn naast de reeds plaats hebbende analyses ook de meting van het totale zoutgehalte in te voeren, die eenvoudig te verwezenlijken is met een meting van het geleidingsvermogen. Aansluiting aan de Amerikaanse wijze van weergeven (in reciproke Ohms) ware wenselijk.

Bovendien is voor verschillende doeleinden een periodiek uitgevoerde analyse van alle kationen en anionen van belang. Ten gevolge van de toenemende verontreiniging van de Nederlandse hartader met industriële afvalproducten is het waarschijnlijk dat ook de zware metalen alle aandacht verdienen.

LITERATUUR

- BERG, C. VAN DEN De inundaties gedurende 1944—1945 en hun gevolgen voor de landbouw. Deel VI: De reactie van landbouwgewassen op het zoutgehalte van de bodem. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 56. 16 (1950).
- ENDE, J. VAN DEN De invloed van zout gietwater op de ontwikkeling van verschillende gewassen onder glas. *Meded. Dir. Tuinbouw* 15 (1952).
- HEK, J. DE Behandeling van het koelwater.
- HUYGE, G. E. Bestrijding van corrosie aan de waterzijde van koelers en condensors. (Beide in: Koelers en condensors met water als koelmiddel. Voordruk van symposium 1956 door de afd. Chem. Techn. v. h. Kon. Inst. v. Irs. en de Sectie v. Chem. Technol. en Bedrijfschem. der Kon. Ned. Chem. Vereniging).
- U. S. SALINITY LABORATORY STAFF Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali soils. U. S. Dept. Agric. Handbook No. 60 (1954).

5. SALT-CONTENT

by C. VAN DEN BERG

In the Netherlands the salt content of water is usually determined by the chloride content, as the total amount of chlorides gives a good estimation of the total amount of soluble salts. The limits of the salt content of water permissible for different processes are in no way absolute but are chosen on account of economic or biological argumentations.

In industries even seawater may be used as cooling-water in cases where the "once through" system is in use. In circulating systems the cooling-water should contain less than 300 to 400 milligrams chloride per liter; the same holds for water needed for boiler-feeding. In several cases the same limits apply to the process of manufacture. In a few cases water containing less salt is required.

In agriculture vegetable crops in glasshouses make the highest demands upon water quality. The limit in this case is 300 milligrams chloride. Normal supplemental irrigation requires water containing not more than 400 to 500 milligrams chloride per liter. The limits may be extended to about 2500 milligrams chloride per liter in case of drinking water for cattle.

As a rule quality of *tap-water* is closely related to the possibility in obtaining good water. In the Netherlands tap-water with a chloride content below 200 to 300 milligrams per liter is desired.

The limit of 300 milligrams chloride per liter is important for the Dutch economy. In order to maintain this limit the water of the river Rhine should not contain more than 200 milligrams chloride per liter.

Next to chloride determinations periodical measurements of the total salt content and of all salt components in surface waters are desirable.

5. LA TENEUR EN SEL

par C. VAN DEN BERG

En général on mesure la teneur en sel en Hollande par des déterminations de Cl, qui donnent une bonne impression du total des sels dissolubles. Les limites de la teneur en sel dans l'eau, tolérées pour différents procès ne sont pas absolues. Elles sont basées sur des arguments économiques et biologiques.

Pour l'industrie, il est même possible d'utiliser l'eau de mer comme eau de refroidissement dans le système „once through". Il est préférable que l'eau de refroidissement utilisée dans des systèmes de circulation et l'eau d'alimentation des chaudières ne contienne pas plus de 300 à 400 mg de Cl' par litre. En différents cas ces limites comptent aussi pour le procès de fabrication. Des fois il faut de l'eau ayant une teneur en sel moins élevée.

Dans l'agriculture on est très exigeant en ce qui concerne l'eau pour les cultures de serre. La limite est alors de 300 mg de Cl' par litre. Un approvisionnement d'eau

complémentaire pour les cultures hors de serre exige de l'eau qui ne contienne pas plus de 400 à 500 mg de Cl' par litre. Les limites sont bien plus élevées (de 2500 à 3500 mg de Cl' environ) pour l'approvisionnement d'eau de boisson pour le bétail.

Quant à l'eau potable on stipule des conditions basées sur les possibilités d'obtenir une bonne eau. En Hollande on préfère l'eau qui contient moins de 200 à 300 mg de Cl'.

Le chiffre d'environ 300 mg par litre est d'une très grande importance pour l'économie néerlandaise. Afin de maintenir ces limites, l'eau du Rhin qui sert de remblayage et de renouvellement ne devrait contenir plus de 200 mg de Cl' par litre.

Il est désirable qu'on prenne régulièrement des mesures de la teneur en sels totales et de ses composants dans les eaux publiques, outre les déterminations de Cl'.