

Met 4. Bijlagen

Het verziltings-  
probleem in Zuid-  
Holland  
door  
K. C. Zijlstra

RIJKSWATERSTAAT  
C1288  
BIBLIOTHEEK  
DIE BEN

C1288



Tekst van de voordracht door Ir. K. C. Zijlstra,  
gehouden op 11 Februari 1950

-o-

Met. 7 Bijlagen



1. Inleiding.

Zoutgrenzen. Zodra de zoutconcentratie in het water om één of andere reden te hoog wordt, spreekt men van verzilting. Om aan te geven om welke verhoudingen het in dezen gaat; water van de Noordzee heeft gemiddeld een chloorgehalte van 18.000 mg/l. Een fijnproever kan een chloorgehalte van 200 mg/l in het drinkwater nog juist constateren. Dat is dus een verdunning t.o.v. het zeewater van 1:90. De toelaatbare zoutconcentratie verschilt naar gelang het doel, waarvoor het water zal worden gebruikt.

- a. Drinkwater voor de mens: smaakgrens 250 a 300 mg/l chloor.  
Voor drinkwater uit de duinen stelt men de toelaatbare grens graag wat lager, b.v. 100 mg/l ch. Komt het chloorgehalte n.l. daarboven, dan is dat een aanwijzing, dat de zoetwateronttrekking niet veel meer kan worden opgevoerd. Een snelle verzilting van de winningsmiddelen is dan mogelijk. In 1943 werd op het eiland Urk "drinkwater" gedistribueerd met een chloorgehalte van 800 mg/l. Erg lekker is dat water niet, maar voor zover bekend, is het niet schadelijk.
- b. Land- en tuinbouw. Speciaal voor de tuinbouw moet het chloorgehalte laag zijn, grens 300 mg/l ch.
- c. Veeteelt. Vee kan over het algemeen meer zout verdragen. Snelle wisseling van de zoutconcentratie is niet gewenst (geeft verstoring biologisch evenwicht in het water, rotting, enz.). Ook voor paarden ligt de zoutgrens lager dan b.v. voor schapen.  
Als zoutgrens wordt door Frens (op grond van proeven) aangenomen 5500 mg/l ch, 300 mg/l Mg en 1 mg/l Fluor. De Rijksseruminrichting te Rotterdam geeft daarentegen aan als zoutgrens 1200 mg/l ch.
- d. Praeventieve bescherming tegen malaria. De larve van de mug, die de malaria voortbrengt, leeft bij voorkeur in water met een chloorgehalte tussen de 1000 en de 5000 mg/l (tussen Mei en September). Uit dien hoofde moet dus het chloorgehalte beneden de 1000 mg/l worden gehouden.

Zoutgehalte in zee, rivier, boezem en polderwateren.

- a. zoutgehalte zeewater (Noordzee) 18.000 mg/l ch.
- b. Zuiderzee voor de afsluiting (t.p.v. Urk) 6000 mg/l ch.
- c. Delflandsboezem, zomer 1947, meer dan 4000 mg/l ch
- d. Delflandsboezem, zomer 1949, ondanks enkele noodvoorzieningen, toch nog zoutpieken boven de 2000 mg/l ch (Aug.-Oct. 1949)
- e. Zoutgehalte Haarlemmermeerpolder, maximum 2000 mg/l ch  
gemiddeld 700 mg/l ch  
minimum 300 mg/l ch
- f. Zoutgehalte regenwater + 20 mg/l ch (aan de kust veelal iets hoger).  
Als we spreken van zoutgrens, dan bedoelen we in dit verhaal verder de 300 mg/l ch - grens.

2. Herkomst van het zout.

Waar komt het zout in onze boezem en polderwateren vandaan? Als men twee kaarten van Nederland naast elkaar ziet, n.l. Nederland in de Romeinse tijd en thans, en men let op de kenmerkende verschillen, dan heeft men al bijna het antwoord op de vraag. Kenmerkende verschillen zijn n.l.

- a. Thans veel grotere gaten in de schoorwal in het Noorden en in het Zuiden.  
Oorzaak: groter tijverschil aldaar (bijlage 1); verder is na het ontstaan van deze zeegaten veel land verloren gegaan, tengevolge van hoge stormvloed (zie bijlage 1) en door de algemene bodemdaling. Deze wordt op 10 à 15 cm per eeuw geschat.  
Gevolg: verder landwaarts binnendringen van het zeewater, dus ook van het zout.
- b. Zoetwatermerassen, welke in de Romeinse tijd het grootste deel van Noord- en Zuidholland en Zeeland en van Utrecht in beslag namen, zijn grotendeels,



verdwenen, deels zijn ze opgeruimd door de zee (Zeeland, Zuidhollandse eilanden), deels zijn ze door de mens uitgeveend (brandstof) en de overblijvende plassen zijn naderhand drooggemaakt, zo zijn de diepe droogmakerijen ontstaan met de bodem van vruchtbare oude (zee)klei.

Het overgebleven veen wordt thans bemalen. Door de bemaling is het veen geklonken, zodat deze polders thans liggen op 1.50 tot 2.50 m onder gemiddeld zeeniveau. De droogmakerijen liggen in den regel beneden de 4 m beneden gemiddeld zeeniveau. Gevolg van deze droogmakingen is o.a. het optreden van kwel, welke voor een groot deel zoute kwel is (meer dan 300 mg/l ch)

Uit een oogpunt van verzilting zijn beide factoren a en b in de loop der eeuwen steeds sterker beïnvloed en in ongunstige zin versterkt door het ingrijpen van de mens. Vooral sedert het midden van de vorige eeuw is dit ingrijpen steeds belangrijker geworden en wel door:

a. Uitvinding van de baggermolen (met stoomkracht). Tot die tijd baarden de rivieren steeds groter zorgen. Het rivierbed werd steeds maar verhoogd met materiaal, zand en slib, dat uit Duitsland werd aangevoerd. De dijken moesten dus ook steeds hoger worden. De baggermolen bracht daarin radicale wijziging. De scheepvaart eiste steeds grotere diepgang. De baggermolen bleek in staat om aan de eisen, welke de scheepvaart stelde, te voldoen en thans is er al zoveel zand uit de rivieren weggebaggerd, dat het baggeren daarvan sterk moet worden beperkt. Vooral in de benedenrivier en in de toegangen naar de grote havens is veel gebaggerd, echter veelal slibhoudend zand, waarmee grote terreinen werden opgespoten (voor invloed baggeren op waterstand in rivieren zie bijlage 4).

Gevolg van dit alles is geweest, een steeds dieper het land indringen van het zoute zee water. Er werden nieuwe toegangen naar de havens gemaakt, de Nieuwe Waterweg, verder zijn de benedenrivieren verdiept, de Nieuwe Maas, de Noord, Dordse Kil en de Oude Maas.

b. De aanleg van grote havenbassins zelf, is van invloed geweest. Dergelijke grote watervlakten, welke in open verbinding staan met de zee trekken a.h.w. het vloedwater naar binnen, het gevolg is een verder landwaarts opschuiven van de zoutgrens. Met vloed vult een havenbassin zich met zoutwater. Tijdens de periode van laagwater trekt nog lange tijd een zoute onderstroom uit de havenmond de rivier op, die daar inmiddels zoet kan zijn. Er ontstaat dan dus menging van zout- en zoetwater en dit gemengde water (met te hoog chloorgehalte) wordt dan bij opkomend tij een eind landwaarts gedrukt.

c. De aanleg van grote zeesluizen en schutsluizen naar de benedenrivieren, heeft tot gevolg gehad, dat grote hoeveelheden zout lek- en schutwater op onze binnenwateren zijn gebracht (IJmuiden, den Helder, sluizen van Delfland langs de Nieuwe Waterweg, Katwijk, Scheveningen, Hellevoetsluis, enz.)

d. Grote diepe droogmakerijen kwamen tot stand, dank zij de toepassing van de stoommachine.

Zuidplaspolder	4350 ha	1840
Haarlemmermeer	18100 "	1850
Pr. Alexanderpolder	2535 "	1875

De zoute kwel is met deze droogmakingen toegenomen, de mens heeft daarbij nog een extra handje geholpen, door het slaan van nortons en gasputten op plaatsen, waar de ondergrond zout was (of daardoor thans zout is).

Toen men de onder a t/m d genoemde werken maakte, besteedde men nog weinig aandacht aan verzilting, welke daarvan een gevolg zou kunnen zijn. Hendric Stevin daarentegen, kwam al in 1667 met een plan van afsluiting van de Zuiderzee (ter hoogte van de Waddeneilanden), niet in hoofdzaak, om land te winnen, maar om aan het opdringen van het zout paal en perk te stellen.

Het binnendringen van zout in Waterland in Noordholland, schreef hij toe aan het lek- en schutwater van de sluizen.

Behalve de genoemde factoren, is er nog een andere invloed, welke uit een oogpunt van verzilting van belang is, maar waarvan de oorzaak buiten onze grens ligt. Dat zijn n.l. de langzame veranderingen in het rigiem van de Rijn. Er werken n.l. allerlei invloeden, welke er toe bijdragen, om de kans op het optreden van langdurige perioden met een lage afvoer van de Rijn, te vergroten. Ook de kunstmatige chloorafvoer neemt nog steeds toe. Beide invloeden samen doen perioden ontstaan, waarin het chloorgehalte van de Rijn dicht gaat naderen tot



de grens van 300 mg/l ch (in een zeer ongunstig jaar wordt deze grens juist overschreden, zie bijlage 6). Oorzaken van deze veranderingen zijn: voortgaande ontbossingen in Duitsland, verbeterde ontwatering van landbouwgebieden, stedelijke bebouwingen en rioleringen, lozing van industrieel afvalwater (b.v. zoutmijnen in de Elzas).

Enige compensatie van al deze ongunstige invloeden is te verwachten van de bouw van stuwdammen en van de aanleg van stuwmeren (voor waterkracht e.a.) in de zijrivieren van de Rijn en in de Rijn zelf. Bijlage 3 geeft het verloop van de kunstmatige chloorafvoer van de Neder-Rijn; let op de daling daarvan in de eerste helft van 1945 (geallieerd offensief in W.Duitsland) en het verrassend snelle herstel daarna.

3. Hoe liggen thans de zoutgrenzen op de benedenrivieren? De jaren 1947 en 1949 vertoonden beide een langdurige periode van zeer lage afvoer van de Rijn. Daardoor is in deze jaren de zoutgrens bij hoogwater tot boven Krimpen a.d. Lek gekomen tot vlak bij Dordrecht en tot Keizersveer (zie bijlage 2). De Hollandse IJssel ontvangt dan bijna geen zoetwater meer uit de Lek. De drinkwatervoorziening van Rotterdam wordt in zo'n periode ernstig bedreigd. De Hoogheemraadschappen Delfland en Schieland (en Rijnland bijna), alsmede het gebied van de Zuidhollandse eilanden (met uitzondering van een klein stukje in het N.O. van de Hoekse Waard en het Oostelijk gedeelte van IJsselmünde), kunnen dan op geen enkele plaats meer op de normale wijze zoetwater in laten.

Deze zelfde omstandigheid doet zich ook wel eens voor bij een stormvloed. Het zeewater dringt dan door tot ver in het gebied van de benedenrivieren, vooral dringt dit water dan op van uit het Zuid-Westen door de grote zeegaten, het Haringvliet, Volkerak en Hollands Diep. De drinkwaterleidingen van Oud-Beijerland en 's-Gravendeel kunnen dan gedurende enkele dagen onbruikbaar worden. Bij grote bovenafvoer van de rivier (ook bij normale afvoer van de rivier) is het zout, dat bij stormvloed naar binnen komt, vrij snel weer verdwenen, zodra de stormvloed voorbij is. Deze stormvloeden zijn voor de dijken het gevaarlijkste. De stormvloeden vallen evenwel steeds in de periode van het jaar, waarin het zout minder kwaad doet (wintermaanden). Uit een oogpunt van verzilting zijn de perioden met een langdurige lage afvoer (zomer en begin herfst) veel bedenkelijker. In verband met de stormvloeden en de verzilting zijn twee vitale punten aan te wijzen in het huidige net van de benedenrivieren. Dit zijn: 1e de maximum stormvloedstanden in Dordrecht (1916, N.A.P. + 3.43 m)

2e het zoutgehalte bij Krimpen.

Dit laatste is n.l. voor Zuidholland van vitaal belang.

Al het water, dat in de zomermaanden nodig is voor aanvulling en verversing van Rijnlands boezem, moet het splitsingspunt van Lek en IJssel bij Krimpen passeren. Krimpen moet dus onder alle omstandigheden zoet blijven.

4. Gevolgen van verzilting in het gebied ten Noorden van de Nieuwe Waterweg.

Het zoete water, dat bij Krimpen passeert, wordt aangevoerd door de Lek en door de Noord. In het begin van elke H.W. periode van het getij, wordt dit zoete water de Hollandse IJssel in gestuwd. Zolang Krimpen dus nog zoet blijft, blijft ook de Hollandse IJssel tot nabij Gouda zoet.

De boezem van Rijnland heeft op warme zomerdagen enorme hoeveelheden zoet water nodig voor: peilbeheersing (compensatie van de verdamping);

waterinlaten door polders;

doorspoeling en verversing van de boezem, d.i. nodig o.a.

voor terugspoeling van het bij de zeesluizen in Katwijk en door de sluizen bij Halfweg en Spaarndam, van het Noordzeekanaal uit, binnendringend zoute water.

Dr. de Gruyter geeft in zijn rapport betreffende Rijnlands bodzem voor de benodigde hoeveelheid water op: onder normale omstandigheden in de maand Juli ruim 1.000.000 m<sup>3</sup>/dag. In zeer droge jaren, wanneer Rijnland bovendien nog zoetwater moet suppleren naar Delfland, is deze hoeveelheid veel meer. In de maand Juli zal deze hoeveelheid dan wel ongeveer 3.000.000 m<sup>3</sup>/dag bedragen (d.i. 35m<sup>3</sup>/sec.).

Momenteel is de Hollandse IJssel vrijwel de enige mogelijkheid voor Rijnland voor het betrekken van zoetwater. Dit water wordt ingelaten nabij Gouda.

De IJssel is daar ter plaatse nog in open verbinding met de zee en is dus onderhevig aan getijbeweging. Tijdens hoogwater kan dus water worden ingelaten op de Gouwe. De Gouwe is een deel van Rijnlands boezem (peil 0.60 -N.A.P.). Via de Gouwe vloeit het water naar de Rijn. Van Gouwe-Sluis af verdeelt het water



zich dan verder over de Zuidhollandse meren en kanalen.

Het verzouten van de Lek en de IJssel bij Krimpen heeft ernstige gevolgen. De kans is groot, dat het tijdstip van verzouting te Krimpen zal samenvallen met de droogste en warmste zomermaanden, wanneer dus de behoefte aan zoetwater het grootst is.

Indien het zout doordringt tot Krimpen, dan betekent dat, dat Delfland en Schieland al reeds geruime tijd geen zoetwater van de Waterweg of van de Nieuwe Maas meer konden inlaten. Beide Hoogheemraadschappen hebben al die tijd dus zout water moeten inlaten. Dit inlaten is n.l. noodzakelijk, omdat zonder dat, het peil niet zou kunnen worden gehandhaafd; handhaven van het peil is weer nodig met het oog op de scheepvaart, funderingen langs boezemwateren, enz., enz. In 1947 zijn de gevolgen van het binnendringen van zoutwater in de boezems van Delfland en Schieland duidelijk aan de dag getreden.

De verschuiving van de zoutgrens op de Nieuwe Waterweg en in de Nieuwe Maas is geheel terug te vinden in het verloop van het zoutgehalte van Delflands boezem. Ook het verloop van het zoutgehalte op de Rotte is geheel synchroon met de wijze, waarop de zoutgrens op de Nieuwe Maas zich gedurende de zomermaanden verplaatste. De oorzaak van het hoge zoutgehalte van beide boezems is geweest het inlaten van water met een hoog zoutgehalte. Naar aanleiding van het gebeurde in 1947 heeft Delfland maatregelen genomen. Twee noodvoorzieningen zijn ingericht voor het aanvoeren van zoetwater. Deze noodgemaaltjes zijn geplaatst op de twee punten, waar de boezem van Delfland contact heeft met ander boezemwater, n.l. met Rijnland en Schieland.

1. Een noodgemaaltje naast de schutsluis te Leidschendam. Dit noodgemaaltje pompt zoetwater op uit Rijnlants boezem (0.60 - N.A.P.) in Delflands boezem (0.40 - N.A.P.). De capaciteit van dit noodgemaaltje is 2 m<sup>3</sup>/sec, dit is echter niet voldoende, om het chloorgehalte van de boezem onder alle omstandigheden onder de 300 mg/l te houden. Het chloorgehalte liep n.l. in de zomer- en herfstmaanden van 1949 toch nog weer op tot meer dan 2000 mg/l (omgeving van Delft). Een sterker gemaal is thans in ontwerp. Rijnland kan echter, indien geen bijzondere voorzieningen in de buurt van Gouda en elders worden getroffen, thans niet garanderen, dat de hoeveelheid water, die Delfland nodig heeft, onder alle omstandigheden zal kunnen worden gesuppleerd. Plannen, om uit de moeilijkheden te geraken, zijn in voorbereiding, vele lichamen zijn daarbij betrokken. Delfland, Rijnland, Schieland, Woerden, Amstelland, de provincie's Noordholland, Zuidholland en Utrecht en verschillende Diensten van de Rijkswaterstaat (Waterhuishouding).

2. Een ander noodvoorziening voor aanvoer van zoetwater naar Delfland is gemaakt van de Hollandse IJssel af. Uit de Hollandse IJssel wordt nabij Nieuwerkerk water ingelaten op de ringvaart van de Zuidplaspolder (peil + 1.50-N.A.P.). Via deze ringvaart en de daarmee gemeenliggende Hennipsloot, komt het zoete water in de Rotte (Rottepeil 0.60 - N.A.P.). Een noodgemaaltje pompt het water uit de Hennipsloot op de Rotte. Een tweede noodgemaaltje staat bij de Bergsluis te Rotterdam. Het water wordt daar van de Rotte (= Schielands boezem, 0.60-N.A.P.) in de boezem van Delfland gepompt. Het aangevoerde water doorloopt dus over een grote lengte Schielands boezem. Schieland profiteert van deze oplossing dan ook wel verre weg het meest.

De noodvoorzieningen 1' en 2 zijn ook samen niet toereikend. In het gebied ten Noorden van de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas is dus de toestand t.a.v. de verzilting allerm minst rooskleurig. Voor Delfland speciaal zijn de moeilijkheden zeer groot. Ook suppletie via Rijnland is nog niet zo eenvoudig. De boezem van Delfland is daarvoor eigenlijk niet zo geschikt.

5. Gevolgen van de verzilting in het gebied van de Zuidhollandse eilanden. In een groot gedeelte van de Zuidhollandse eilanden is het boezem- en polderwater altijd zout. Dit zoutgehalte wisselt, als gevolg van regenval en verdamping. In de zomer is het zoutgehalte hoog, in de wintermaanden is het lager. De hoofdoorzaak van verzilting is hier het zoute buitenwater. Goeree Overflakkee b.v. is aan alle zijden omgeven door wateren, welke vrijwel altijd zout zijn. Hetzelfde geldt voor een groot deel van Voorne en Putten. Door het lekken van de uitwateringsluizen en door het schutten, komt het zout naar binnen. In sommige delen van Voorne, speciaal waar de bodem zandig is en waar bovendien het slootpeil beneden N.A.P. wordt gehandhaafd, is ook de zoute kwel mede een bron van ver-



ziltling. Deze zoute kwel is in de zomermaanden alleen te bestrijden door zoet water aan te voeren. De meeste polders op Voorne zijn echter ingericht op de afvoer van het neerslagoverschot in de winter en niet op inlaten (of innalen) van zoet water. Indien na afsluiting van de Brielse Maas, een zoetwater boezem wordt gevormd, dan zal een volgende stap moeten zijn, het zoete water inlaten, innalen en verdelen over die gebieden, die thans zout zijn in de zomer en die men b.v. met het oog op de tuinbouw, zoet zal willen hebben. In droge jaren met lage afvoer van de rivier, is het verder nog zeer de vraag, of het gelukt, om de Brielse Maas zelf beneden de grens van 300 mg/l ch te houden.

Het zoutgehalte in de polders in de Hoekse Waard en op IJsselmonde hangt nauw samen met de toestand op de benedenrivieren en met de plaats van de zoutgrens aldaar. In de zomer van 1947 en ook in die van 1949, waren alléén de polders rondom de binnen Maas en enkele polders langs de Kil, nog beneden de 300 mg/l grens. Het chloorgehalte van het drinkwater te Oud-Beijerland (rivierwaterleiding) was gedurende een week meer dan 3000 mg/l. Ook de Kilwaterleiding (winplaats 's-Gravendeel) heeft gedurende enige dagen water gedistribueerd met 700 mg/l ch. Aan het Strijense Gas kon gedurende vele weken geen zoet water meer worden ingelaten. Door de plotselinge verandering van de zoutconcentratie in het polderwater in dit grensgebied tussen zout en zoet, vallen verziltingsverschijnselen juist het meest op, daarbij doen zich dan alle mogelijke nevenverschijnselen voor, als rotting in het water, vissterfte, onbruikbaar sproeiwater, enz. Verbeteringen in dit gebied zijn mogelijk, door waterinlaat van deze polders te verleggen naar de zijde van de Oude Maas. De lozing kan geschieden op het Haringvliet.

Zoet water wordt ook nog aangetroffen in de duinen op Voorne. Deze voorraad is niet groot en wordt voor het grootste deel zorgvuldig bewaakt door natuurliefhebbende instantie's. Bovendien putten de gemeenten Hellevoetsluis en Brielle nog uit deze duinen, een hoeveelheid echter, welke bij lange na niet toereikend is. Vooral Hellevoetsluis is er slecht aan toe, wat de drinkwatervoorziening betreft. In de zomer heeft men daar maar een paar uur per dag water. In de winter heeft men soms helemaal geen water, omdat het grondwater dan bevroest.

Een klein gebied met een eigen zoetwaterhuishouding is de kop van Goeree. De drinkwatervoorziening van het gehele eiland Goeree en Overflakkee is op een gedeelte van dit duinterrein aangewezen. De rest van de zandgronden, de z.g.n. mijngronden, worden zeer intensief bebouwd met gewassen, welke op zoetwater zijn aangewezen.

6. De zoute kwel. Zoals in de inleiding reeds is opgemerkt, is de zoute kwel ontstaan, doordat men de uitgevoende gebieden in het centrum van Zuidholland is gaan droogmaken. Zodra men n.l. in het Westen van ons land gronden gaat bemalen tot enkele meters beneden zeeniveau, dan ontstaat kwel (wet van de communicerende vaten). Daarbij komt dus water uit de diepere ondergrond naar boven. Deze diepere ondergrond bestaat uit goed waterdoorlatende zandlagen (diluviale zandlagen). Slechts de bovenste meters zijn moeilijk waterdoorlatende klei- en veenlagen. Waterdichte lagen bestaan er echter in dit gebied niet. Het zout, dat uit de diepere ondergrond naar boven komt, is daar terecht gekomen in de tijd, dat ter plaatse van ons polderland nog een haf was, die met de Noordzee in open verbinding stond. Dit haf is dichtgeslibd en daarin ontstonden zoetwatermoe-rassen, die men later is gaan ontginnen. Toen men in de historische tijd ging bemalen en droogmaken, zijn grondwaterbewegingen ontstaan, waardoor ook het diepere zout in beweging is gekomen en waardoor thans plaatselijk het kwelwater zout is. In de ondergrond onder de duinen is de zaak wat ingewikkelder, doordat daar een grote hoeveelheid zoetwater in de ondergrond is kunnen dringen. Het zoute water is daar tot op grote diepte opzij gedrukt door het zoete water (tot meer dan 100 m diepte). Overal waar we duinen aantreffen van enige omvang vinden we tot diep in de ondergrond de z.g.n. zoetwaterzak. Deze zoetwaterzak vormt een natuurlijke afsluiting tegen de diepe zoute grondwaterstroom, welke van de zee uit op de diepe poldergebieden in het Westen van ons land is gericht. Momenteel wordt nog op grote schaal drinkwater onttrokken aan deze zoetwaterzak. In het grootste gedeelte van Zuidholland is het grondwater onder de Holocene lagen zout, d.w.z. het chloorgehalte daarvan is groter dan 300 mg/l. Een uitzondering is, de ondergrond van de duinen en binnenduinen van Monster tot Katwijk (Haagse zoetwaterzak). De ondergrond van de duinen en binnenduinen van Noordwijkerhout tot ver over de Noordhollandse grens (Amsterdamse zoetwaterzak).



Zoet is ook de ondergrond van een strook langs de Rijn, beginnende ten Oosten van Leiderdorp, ook in de directe omgeving van de Westeinderplassen en van de Brasemermeer is het grondwater in de diluviale zandlagen tot op vrij grote diepte, zoet. Vermoedelijk is dit water in de historische tijd door de bodem van deze meren geïnfilteerd in het daaronder gelegen zandpakket.

Ten Oosten van de lijn Krimpen-Gouda-Woerden-Breukelen is de ondergrond tot op grote diepte (meer dan 50 m) zoet. Ten Westen van die lijn moet men wel zeer voorzichtig zijn. Van Krimpen af zet deze lijn zich voort over Barendrecht-Puttershoek-'s-Gravendeel-Keizersveer. In het gedeelte ten Westen van deze lijn zal men met uitzondering van de duinstraok, vrijwel overal zoutwater in de ondergrond aantreffen.

Het optreden van kwel beperkt zich hoofdzakelijk tot de diepe droogmakerijen. De hoger gelegen polders en boezemlanden daaromheen vertonen over het algemeen een neiging tot infiltratie. Dit water infiltreert dan in de dieper gelegen zandlagen, verplaatst zich vervolgens horizontaal in deze zandlagen en komt in de droogmakerijen weer als kwelwater aan de oppervlakte. Op deze weg door de ondergrond neemt het grondwater zout mee. Van belang is dus, dat het zoutgehalte in de boezemwateren en in de hoog gelegen polders zo laag mogelijk is. Doordat ons polderland gemiddeld nu eenmaal enkele meters beneden het gemiddelde zee-niveau ligt, is er een tendenz in de richting van een langzame toename van de hoeveelheid zout, welke zich in de bodem onder ons polderland ophoopt. Hoewel deze bewegingen zeer langzaam verlopen en quantitatief veelal nog niet die betekenis hebben als de verzouting door lekken van sluizen e.d., moet daartegen toch worden gewaarschuwd, omdat tegen het binnendringen van zout op die manier heel weinig afweermiddelen beschikbaar zijn. Binnen het gebied van een zoetwater-boezem is het al zo, dat deze zoute kwel de belangrijkste oorzaak van verzilting van dat boezemwater is (b.v. in Rijnland). De zoute kwel is feitelijk alleen maar te bestrijden door dit kwelwater voldoende te verdunnen, met zoetwater, dat in droge tijden dus weer aan de rivieren zal moeten worden onttrokken. Dat de rivieren in deze tijd niet veel water over hebben zal naderhand nog worden verduidelijkt.

De zoute kwel moet dus zo veel mogelijk worden beperkt. Hoe kan dat worden bereikt?

1. De zoetwaterzalken onder de duinen handhaven. Dit zal in de naaste toekomst gebeuren, nadat Den Haag en Amsterdam de plannen om de duinen te bevloeden met rivierwater uit de Lek, hebben gerealiseerd.

2. De afsluitende Holocene bovenlagen zoveel mogelijk in tact laten, m.a.w. geen diepe putten graven voor zandwinning op plaatsen, waar kwel optreedt. Eventueel dergelijke putten afsluiten van het polderwater, geen diepe curvetten voor de grote verkeerswegen, zonder voorzorgen tegen kwel, geen diepe watergangen in de polders, welke door de afdekkende lagen heensnijden, geen onttrekking van diep grondwater voor industrie op plaatsen, waar het bodemwater zout is, geen gasputten en norton's, op plaatsen waar het bodemwater zout is (ook niet op plaatsen, waar het bodemwater zoet is, zolang men er niet zeker van is, dat de zoetwatervoorraad in de bodem voldoende groot is). Door optrekken van zoutkegels in het bodemwater, kunnen putten, die aanvankelijk zoet zijn, binnen de tijd van een jaar verzouten.

3. Het boezemwater zoet houden met het oog op de infiltratie van dit water in de geestgronden langs de duinen, de streek langs de Rijn en de boezemlanden en polders rondom de droogmakerijen.

Door al deze maatregelen zal het mogelijk zijn, om de zoute kwel lange tijd te beperken tot bepaalde gedeelten van de diepste droogmakerijen, zonder dat het chloorgehalte van het kwelwater belangrijk behoeft te veranderen.

De zoute kwel in Zuidholland is het belangrijkste in de Haarlemmermeer (prov. Noordholland, ~~kloostert~~ op Rijnlands boezem) in de polder Oudendijk (ten Westen van de Brasem) en in de droogmakerijen ten Zuiden van de Rijn. Quantitatief en kwalitatief is de Haarlemmermeer de belangrijkste bron van zoute kwel. Voor Rijnlands boezem is het chloor afkomstig uit het kwelwater de belangrijkste zoutbron (in tegenstelling met Delfland).

Ir. de Gruyter geeft voor Rijnlands boezem de volgende chloorbalans:



1. Neerslag boezemgebied	5.100 ton ch/jaar=	2,7%
2. Ingelaten water	9.400 " "	= 5,1%
3. Schut- en lekwater	60.000 " "	= 32,6%
4. Afvalwater	3.600 " "	= 1,9%
5. Chloor uit grond(bemesting)	4.300 " "	= 2,3%
6. Kwel	102.294 " "	= 55,4%
chloor geloosd	184.694 " "	=100%.

Een chloorbalans, b.v. voor Delfland zou er volkomen anders uitzien. In Delfland spoelt de zoute kwel thans een zeer ondergeschikte rol t.o.v. het zoutbezwaar door lek- en schutwater van de sluizen.

7. Bestrijding van het zout, dat door de sluizen naar binnen komt. De hoeveelheden zout, welke door lekken van de sluizen naar binnen komen, kunnen enorm groot zijn. Een klein lek van b.v. 50 l/sec geeft reeds in een boezemwater van b.v. 20 x 3 m in doorsnede en 10 km lengte, bij een chloorgehalte van het lekwater van b.v. 5000 mg/l een gemiddelde stijging van het chloorgehalte van de boezem van 360mg/l per dag. Bovendien komt bij elke schutting een aanzienlijke hoeveelheid zout naar binnen. Deze hoeveelheid per schutting is veel meer, dan men zou denken (n.l. kolkoppervlakte x niveauverschil x chloorgehalte buitenwater). Door het verschil in s.g. van buiten- en binnenwater, komt bij het openen van de binnendeuren, al het zoute water naar binnen en schiet daarbij ten dele weg onder het lichtere zoete binnenwater. Het zoutgehalte van het binnenwater loopt na elke schutting op en daarmee ook het s.g. Na elke schutting wordt dus de tegendruk, welke het binnenwater kan leveren, groter. Proeven hebben uitgewezen, dat bij de evenwichtstoestand, welke tenslotte ontstaat, de hoeveelheid zout, welke per schutting naar binnen komt, gesteld moet worden op: de halve kolkinhoud x het verschil in zoutgehalte van buiten- en binnenwater. Eenmaal binnengedrongen zout, vormt in het achter de sluis gelegen kanaal een zoute tong, welke over grote lengte onder het zoete water uitwigt. Om deze zoute tongen door terugspoelen met zoetwater weg te krijgen, heeft men enorme hoeveelheden zoet water nodig.

Prof. Thijsse gaf daarvoor onlangs de volgende cijfers op:

IJmuiden	125 m <sup>3</sup> /sec 1)
Den Helder	10 "
Delfzijl	4 "
Katwijk	3 "
Harlingen	6 "
Den Oever +	200 "
Kouwerderzand	

1) is niet voldoende, om een enigszins dragelijke toestand te krijgen.

Totaal: 348 m<sup>3</sup>/sec.

De afvoer van de Rijn te Arnhem van 348 m<sup>3</sup>/sec is in 1947 gedurende 300 dagen onderschreden (zie bijlage 5) De afvoer van de Rijn is dus dikwijls bij lange na niet voldoende, om op zo royale wijze zoetwater voor de bestrijding van binnengedrongen zout te gebruiken.

Welke andere middelen staan ons ter beschikking, om binnendringen van zout bij de sluizen te beperken?

- Schutkolkbemaling (werd reeds gepropageerd door Hendric Stevin)
  - Een zoutscherm in het kanaal naar een spuisluis. Daarbij laat men de zoetwaterstroom, dicht voor de spuisluis, onder een schot doorduiken. Het zoute water, dat zich voornamelijk langs de bodem voortbeweegt, wordt dan meegenomen door de spuistroom. Het nuttige effect van het spoelwater wordt dan veel groter.
  - Een zoutmolen, dit is een soort van verticale schroefpomp met grote diameter. De schroef draait in een verticale koker, welke reikt van b.v. 1 à 2 m boven de bodem tot aan de oppervlakte. De schroefpomp werkt dus met zeer geringe opvoerhoogte, dus met weinig energieverbruik en bewerkstelligt een intensieve menging van zout en zoet water. Het effect van de spuistroom van zoetwater wordt ook daardoor dus veel groter. Proeven met de zoutmolen worden thans gedaan in IJmuiden.
  - Inblazen van lucht, langs de bodem van het kanaal, beoogt hetzelfde te bereiken als 3. Dit is evenwel nogal kostbaar.
8. Bestrijding van het zout op de benedenrivieren. De zoutbestrijding op de benedenrivieren is veel ingrijpender. Een groot aantal daarmee verband houdende plannen is momenteel in studie. De afsluiting van de Brielse Maas is een eerste stap.



De Brielse Maas boezem kan nog net min of meer zoet worden gehouden (b.v. 500 mg/l ch). De inlaat komt even beneden de Spijkenisserbrug en de Oude Maas is daar met L.W. en gedurende een gedeelte van de H.W. periode nog zoet. Dit gedeelte van de H.W. periode moet worden benut, om zoet water in de Brielse Maas in te laten, via het Hartelse gat.

Andere wijzigingen in de wijze van afvoer van benedenrivieren worden momenteel overwogen, o.a. afsluiting Spui en Oude Maas.

De rivierarmen tussen vier van de vijf Zuidhollandse eilanden: Rozenburg, Voorne-Putten, IJsselmonde, Hoeksewaard, worden dan herschapen in zoetwaterboezems, welke gevoed zullen moeten worden met zoet rivierwater nabij Dordrecht. Nog ingrijpende worden de wijzigingen, die men wil aanbrenge in de wijze van afvoer van de Neder-Rijn (met de Lek) en Gelderse IJssel. Bij kanalisatie van de Neder-Rijn en Lek zal men vooral het Amsterdam-Rijnkanaal moeten benutten voor de zoetwatervoorziening van Amstelland en Rijnland. De toestand voor de Hollandse IJssel blijft precair, ook indien deze wordt afgedamd en in verbinding wordt gebracht met de gestuwde Lek.

Voer andere plannen beogen meer water via de Noord naar de Nieuwe Maas te brengen, teneinde daarmee het binnendringen van zoutwater op de Waterweg te beteugelen. Daarvoor zijn wijzigingen in de waterverdeling bij Werkendam nodig en vermoedelijk ook de afsluiting van de Dordse Kil. Het afsluiten van de zeegaten (b.v. Haringvliet) geeft een ingrijpende wijziging t.a.v. de getijden en stormvloeden op de benedenrivieren. De zoutgrens zal daardoor ook verder zeewaarts worden teruggedrongen.

Als laatste punt moet nog worden genoemd de toekomstverwachting t.a.v. de kwaliteit (zoutgehalte) van het Rijnwater-zelf. Dit is een internationaal vraagstuk. Voor de land- en tuinbouw is in deze voorlopig geen gevaar te duchten, (althans niet wat de kwaliteit van dit water betreft). Het chloorgehalte van het Rijnwater bereikt maar zeer zelden en dan nog slechts gedurende enkele dagen, de grens van 300 mg/l ch (zie bijlage 6). De waterleidingbedrijven (Amsterdam en Den Haag) zijn, wat dit punt betreft, zeer actief. Van Nederlandse zijde wordt dan ook sterk geijverd voor beperking van de kunstmatige chloorafvoer van de Rijn door internationale overeenkomsten. In dat opzicht moet Nederland dus ook zelf het goede voorbeeld geven, door de rivieren zo min mogelijk te belasten met ongezuiverd rioolwater en met industrieel afvalwater (phenolen)

Conclusie. De lage ligging van Zuidholland (van het gehele Westen van ons land), de grote bevolkingsdichtheid, het intensief gebruik van de bodem en van zoet water voor tuinbouw, landbouw, drinkwatervoorziening en veeteelt, verder de belangrijke rol, die het water speelt voor de beheersing van grondwaterstanden en de betekenis van tenslotte de belangrijke zelfreinigende werking van het zoete water, maakt, dat de strijd tegen verzilting voor Zuidholland een levensbelang is, dat de aandacht zal opeisen zolang er van Zuidholland sprake zal zijn.

-0-

S-99-496-35-3-150





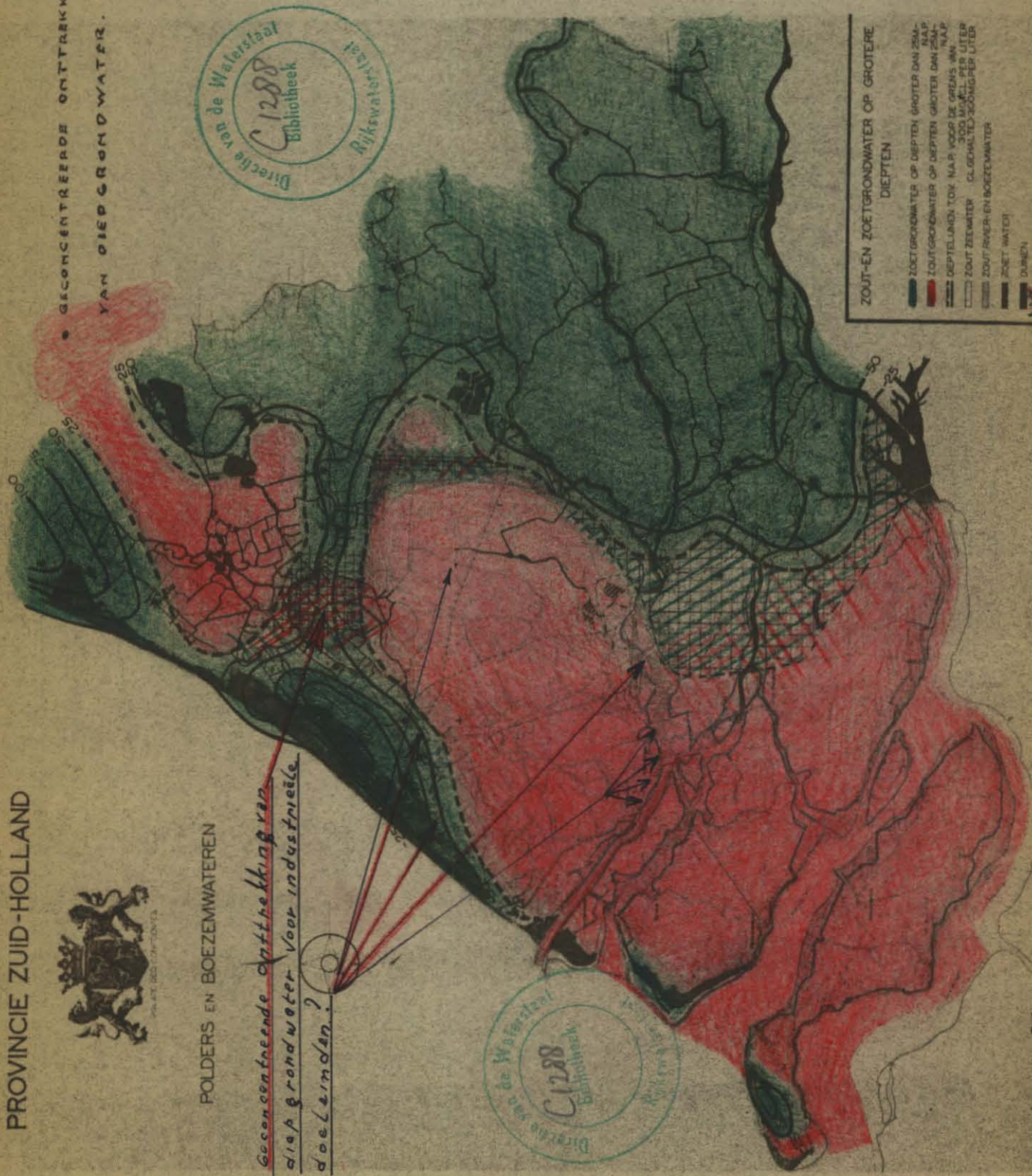
PROVINCIE ZUID-HOLLAND



POLDERS EN BOEZEMWATEREN

Geconcentreerde onttrekking van  
diep grondwater voor industriële  
doeleinden?

• GECONCENTREERDE ONTTREKKING  
VAN DIEP GRONDWATER.



ZOUT-EN ZOETGRONDWATER OP GROTERE  
DIEPTEN

- ZOETGRONDWATER OP DIEPTEN GROTER DAN 25M.
- ZOUTGRONDWATER OP DIEPTEN GROTER DAN 25M.
- DEPTELINGEN TOV. NA P. VOOR DE GRENS VAN 300 M. C.M. PER LITER.
- ZOUT ZEEWATER
- ZOUT RIVER-EN BOEZEMWATER
- ZOET WATER
- DUNEN

OVERGANGSGEBIEDEN.

BULAGE 7.



$\frac{12.55}{470}$   
 $\frac{18.00}{470}$   
 $\frac{12.55}{470}$   
 0.25 x 3.60 x 2.75 =  
 0.25 x 3.60 x 2.75 =  
 0.25 x 3.60 x 2.75 =

4/70



MM

0.096 m

~~10.000~~  
~~18.000~~  
 10.000  
 18.000

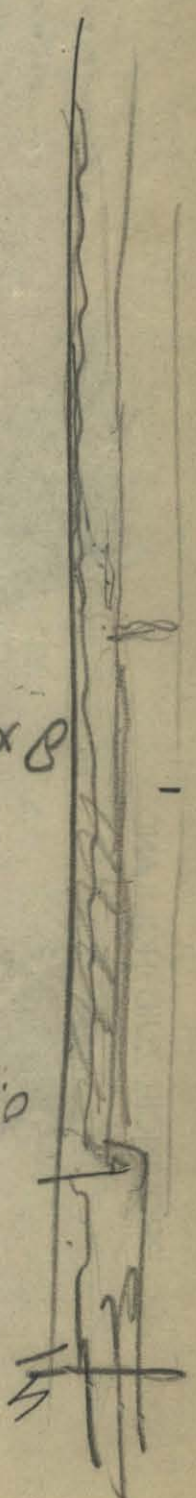
1.000

$0.25 \times 3.60 \times 2.75 =$   
 $0.25 \times 3.60 \times 2.75 =$   
 $0.25 \times 3.60 \times 2.75 =$   
 $0.25 \times 3.60 \times 2.75 =$

0.6 x 1.20 x 2.75 =

$\frac{2.75}{0.95}$

0.25 x 0.20





AFVOER  
700 m<sup>3</sup>/sec

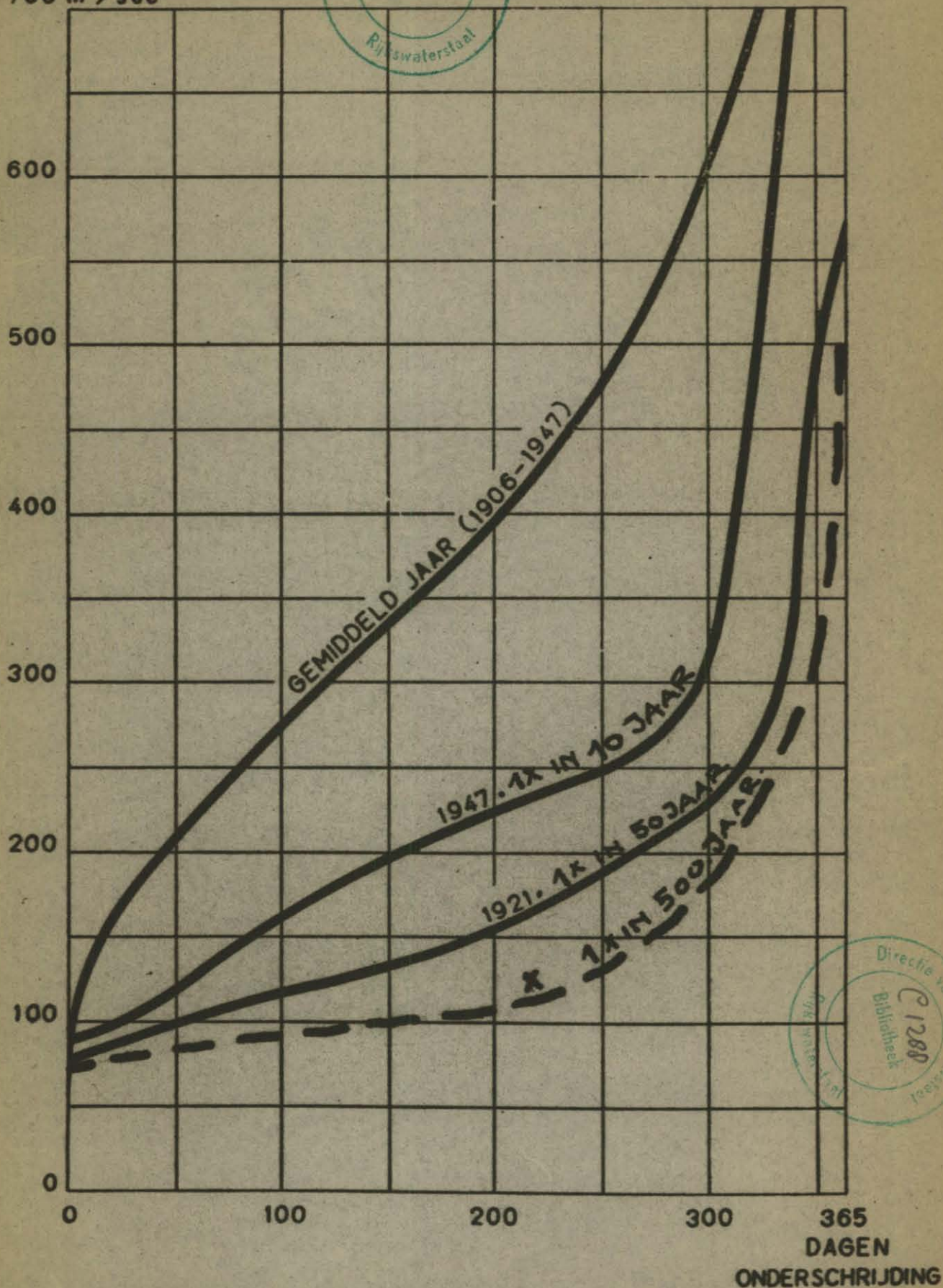


Fig. 5. Afvoerduurkrommen Nederrijn.



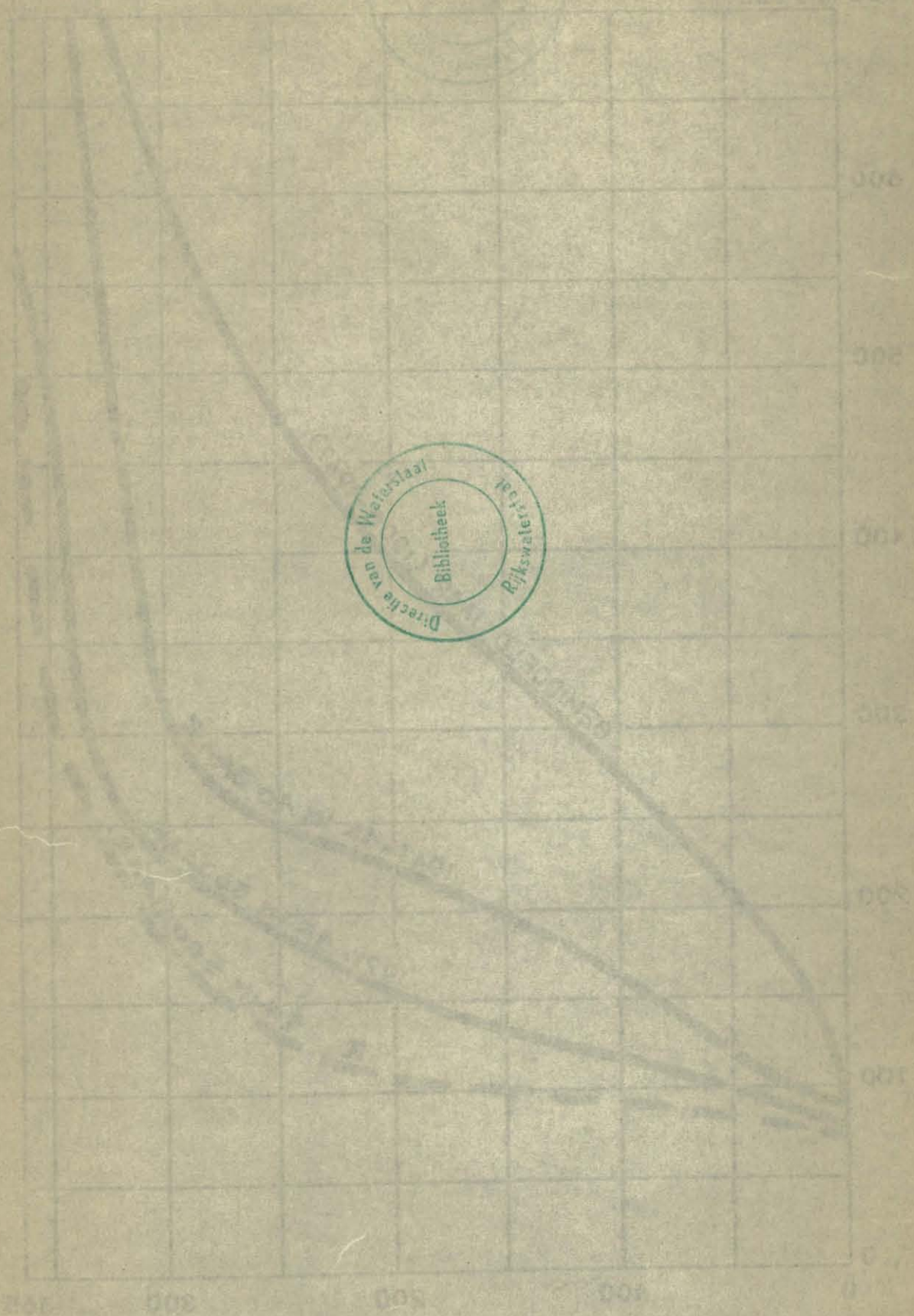
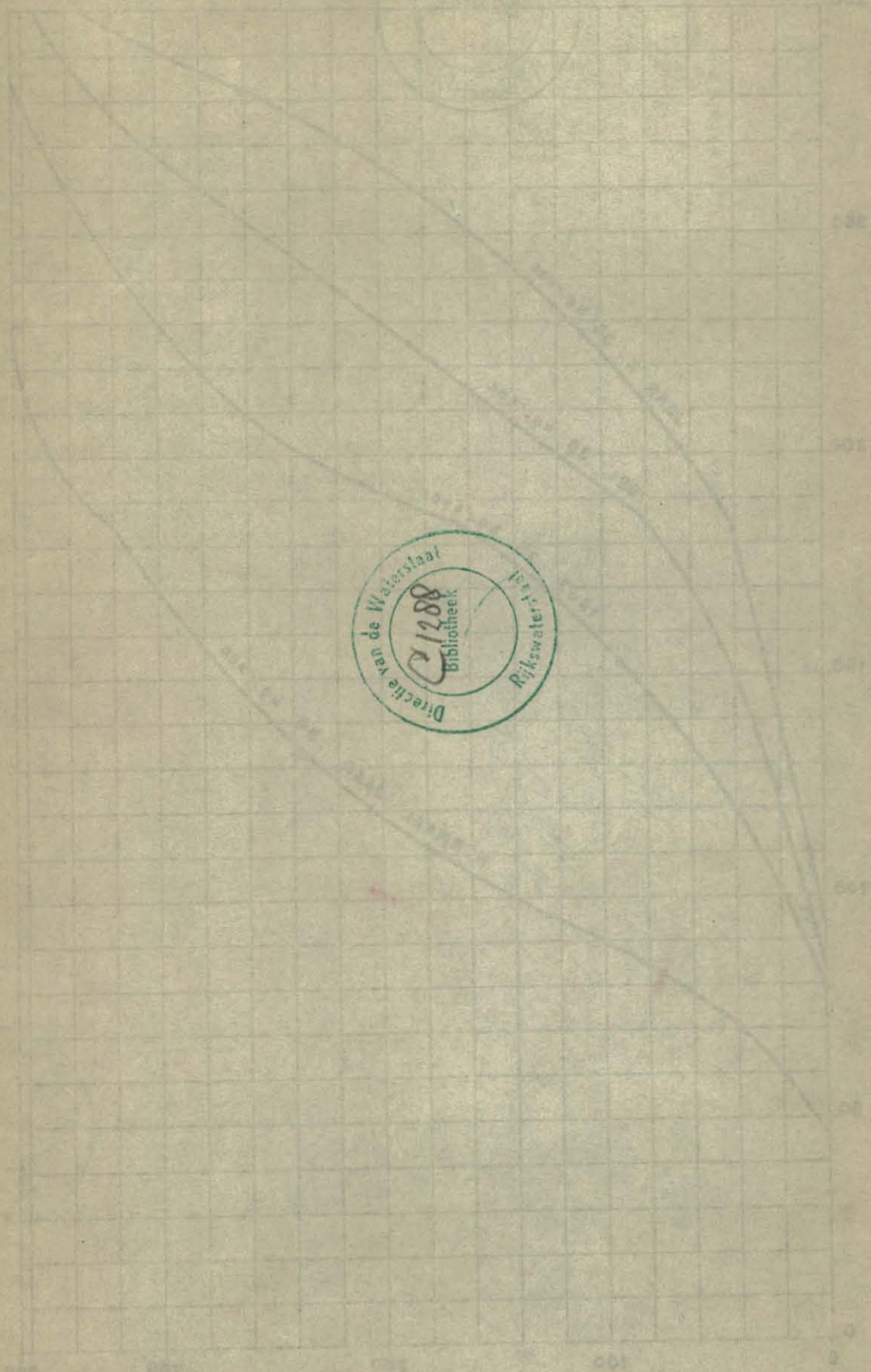






Fig. d. Frequentie chloorgehalte in mg/l





100

100

100

100

0

Fig. 1. Technische tekening van de dam



13 m + N.A.P. STAND PEILSCHAAL ARNHEM SCHIPPEN

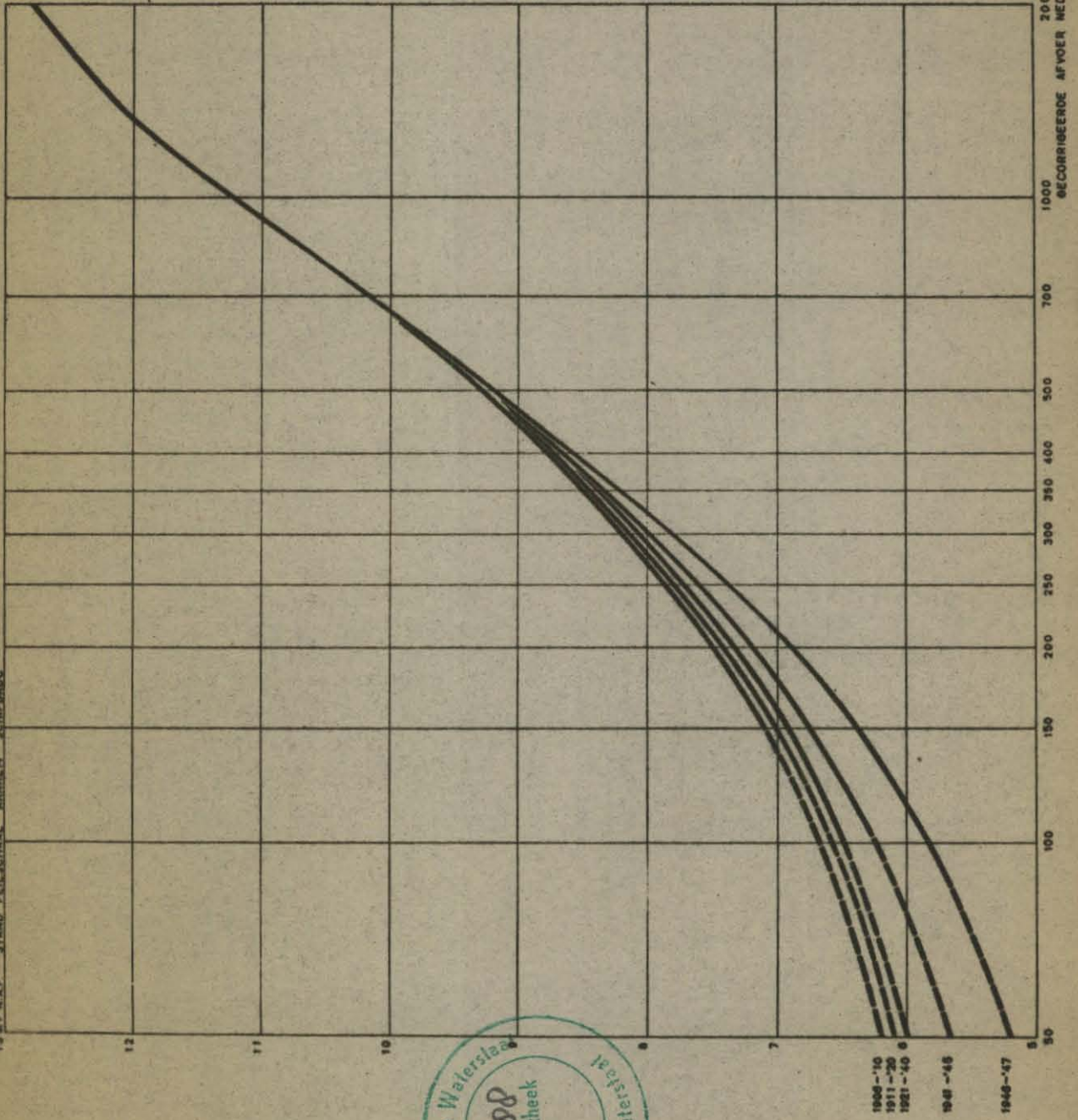
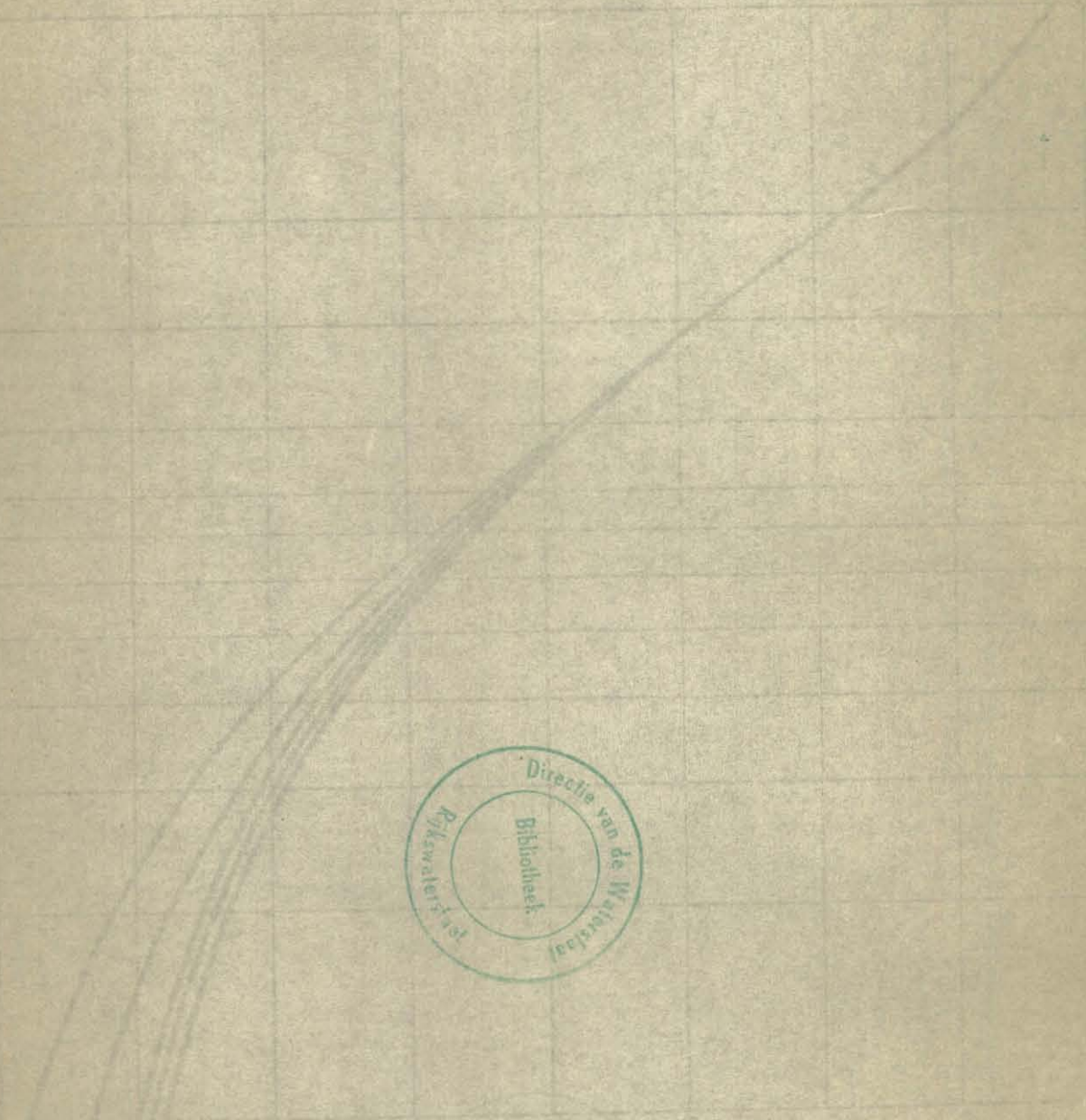


Fig. 2. Afvoerkrommen van de Nederrijn te Arnhem.



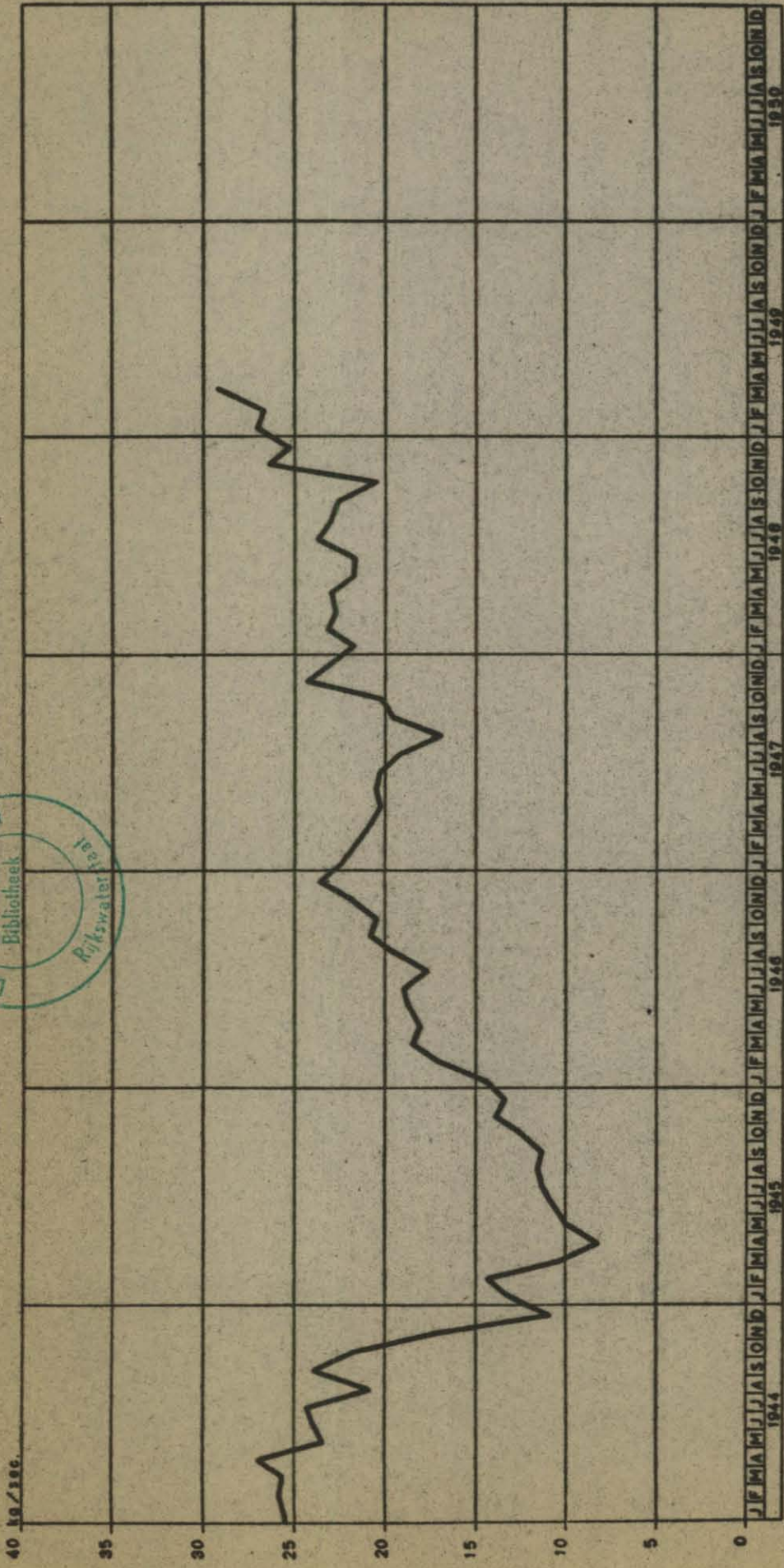




Directie van de Waterstaat  
Bibliotheek  
Rijkswaterstaats



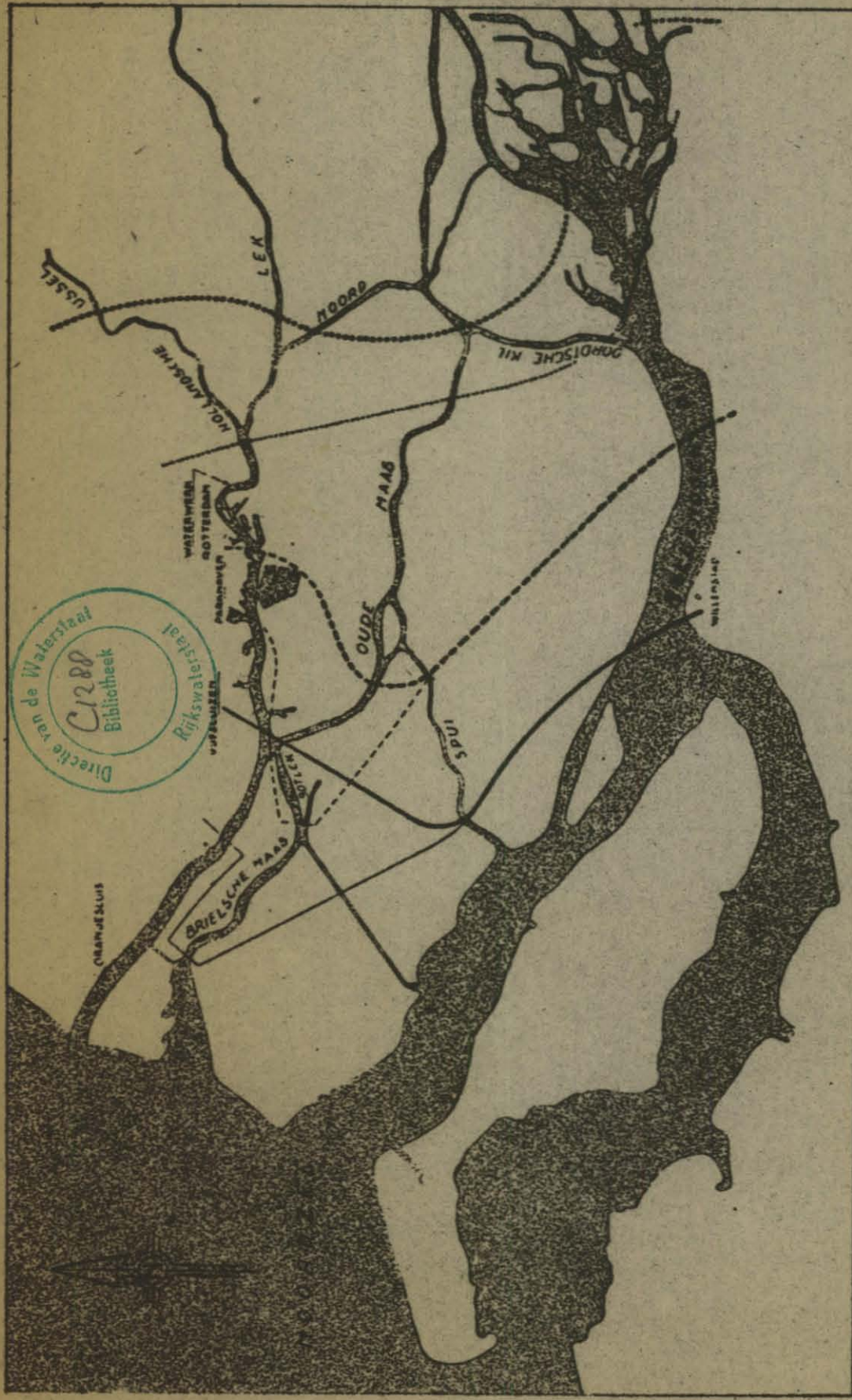




Afb. 2 Kunstmatige chloorafvoer Neder-Rijn

BULAGE 3



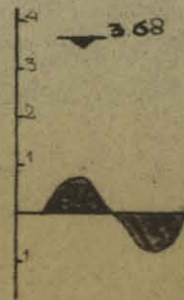
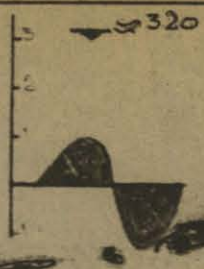
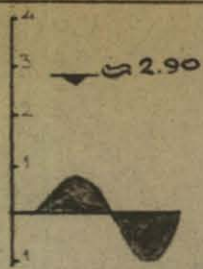


LJNEN VAN 300 mg/Chloor per liter

L.W. ————	1908 (RAMAER)	L.W. ————	1938 (V VEEN)	L.W. ....	1947	BU MINIMUM
H.W. - - - - -		H.W. - - - - -		H.W. ....		(OPPERWATERAFVOER)

Fig. 1. Zoutgrenzen op de benedenrivieren.





RUN	
OLR	1.066 m <sup>3</sup> /s
NLA	1.513 "
MA	2.200 "
NHA	4.617 "



MAAS	
N.L.A.	20 m <sup>3</sup> /s
MA	100 "
N.H.A.	1200 "

OLR - overeengekomen Lage rivierstand.  
 NLA - normaal Lage afvoer  
 MA - middelbare afvoer  
 NHA - normaal hoge afvoer.







