

SO 81-03

ORIENTEREND ONDERZOEK NAAR DE WATER-
KWALITEIT IN EEN AANTAL BINNENDIJKSE
OESTERPUTTEN IN DE PERIODE OKTOBER -
DECEMBER 1980.

A.J.W. Phernambucq-van Iwaarden

SO 81-03

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 — Postbus 68 — IJmuiden — Tel. (02550) 1 91 31

Afdeling: Schelpdieronderzoek

Rapport: SO 81-03

ORIENTEREND ONDERZOEK NAAR DE WATER-
KWALITEIT IN EEN AANTAL BINNENDIJKSE
OESTERPUTTEN IN DE PERIODE OKTOBER -
DECEMBER 1980.

Auteur: A.J.W. Phernambucq-van Iwaarden

Project: 6-7004

Projectleider: Drs. R. Dijkema

Datum van verschijnen: november 1981

Inhoud:

- I. Samenvatting
- II. Inleiding
- III. Werkwijze
- IV. Beschrijving van de onderzochte
bewaarsystemen
 - IV-1 N.V. De Meulemeester & Co.
 - IV-2 Fa. J. Prins - Zeeuwsche Banier B.V.
 - IV-3 Fa. P. Verwijs - v.d. Endt
 - IV-4 Fa. De Leeuw & Cornelisse B.V.
 - IV-5 Fa. André Verwijs
- V. Resultaten
- VI. Discussie/Conclusies
- VII. Literatuur
- VIII. Tabellen
- IX. Figuren

DIT RAPPORT MAG NIET GECITEERD WORDEN ZONDER TOESTEMMING VAN DE
DIRECTEUR VAN HET R.I.V.O.

229 3207

ORIENTEREND ONDERZOEK NAAR DE WATERKWALITEIT IN EEN AANTAL BINNENDIJKSE
OESTERPUTTEN TE YERSEKE IN DE PERIODE OKTOBER - DECEMBER 1980

I. Samenvatting

Dit rapport geeft een overzicht van de resultaten van het oriënterend onderzoek naar de waterkwaliteit in een aantal binnendijkse oesterputten te Yerseke in de periode oktober - december 1980. In deze periode werd het water in de putten niet kunstmatig verwarmd en in de regel dagelijks verversd. Bij een vijftal oesterbedrijven werd de waterkwaliteit in de oesterputten onderzocht aan de hand van : zuurstof-, ammonium- en nitrietgehalte, saliniteit, temperatuur en pH. Daarnaast werden factoren welke de waterkwaliteit beïnvloeden onderzocht, zoals de bezetting van de putten met oesters en de waterhuishouding in de putten.

Tijdens de "niet-verwarmde" periode bleek de waterkwaliteit in de putten redelijk tot goed te zijn. De waargenomen waarden voor ammonium- en nitrietgehalte, pH, saliniteit en temperatuur weken nauwelijks af van de waarden welke men in dezelfde periode in de kom van de Oosterschelde aantreft. Het zuurstofverzadigingspercentage bedroeg veelal meer dan 75 %. Slechts in perioden met grote bezettingsdichtheden met oesters, gedurende enkele dagen in december en bij een geringe waterversing, bedroeg het zuurstofverzadigingspercentage in enkele oesterputten minder dan 75 %, het ammoniumgehalte meer dan 0,40 mg/l N-NH₄ en het nitrietgehalte meer dan 0,10 mg/l N-NO₂. Deels ging dit gepaard met een pH-daling.

Het tot dusver uitgevoerde onderzoek betrof steeds momentopnamen in verschillende oesterputten onder verschillende omstandigheden als temperatuur, bezetting met oesters en verblijfsduur van het water. Nader onderzoek in het seizoen 1981-1982 zal worden toegespitst op het verloop van verschillende waterkwaliteitsparameters gedurende de periode dat de putten met water gevuld zijn ("opstaan"). Indien mogelijk zal dit zowel in "niet-verwarmde" als in "verwarmde" perioden geschieden.

II. Inleiding

In het winterseizoen 1980 - 1981 werd door de afdeling Schelpdieronderzoek van het RIVO onderzoek verricht naar het functioneren van de binnendijkse oesterputten te Yerseke. In deze putten worden oesters opgeslagen in de periode van september tot april. Het betreft voorraden bestaande uit oesters, afkomstig van de eigen kweekpercelen of van geïmporteerde partijen, wachtend op verzending.

Het puttencomplex te Yerseke, gelegen tussen de oude zeedijk en de op Delta-hoogte gebrachte binnendijk, wordt onderverdeeld in afzonderlijke complexen (fig. 1). Zo spreekt men van "put" 12, 13, 14 en 14A waarbij ieder complex uit een aantal putten bestaat. Deze oesterputten zijn gebouwd van baksteen of beton en variëren in oppervlakte van ca. 90 tot 760 m², terwijl de hoogte van de muren ervan uiteenloopt van 0,7 tot 1,5 m. Alle putten binnen één deelcomplex staan via een kanalsysteem met sluizen in verbinding met een centrale duikersluis in de buitenste zeedijk, waardoor water uit de Oosterschelde kan worden ingenomen. Het bewaren van oesters in putten vindt plaats in dit water, waarbij de oesters op "ziften" (houten rekken van 1 bij 2 m, bespannen met gaas), worden geplaatst. Afhankelijk van de bezetting van de put met oesters, soort en grootte van de oesters en de waterhoogte in de

put, worden meerdere ziften op elkaar gestapeld, zodanig dat de bovenste ziften met oesters zich nog ruim onder het wateroppervlak bevinden. De hoogteligging van de duikersluizen en putcomplexen maakt het mogelijk om dagelijks het water in de putten te verversen door deze bij laagwater leeg te laten stromen ("af te laten") en tijdens de vloedperiode opnieuw te vullen ("op te zetten"). Deze dagelijkse verversing vindt meestal niet plaats tijdens het weekeinde of tijdens vorstperioden.

De grond, waarop de oesterputten zijn gebouwd, wordt door de Inspectie der Domeinen verhuurd of verpacht aan de verschillende oesterbedrijven. Zo beschikt elk bedrijf over één of meerdere oesterputten, waaraan uiteenlopende voorzieningen zijn getroffen om een goede waterkwaliteit te handhaven. In veel ervan is een verwarmingssysteem ten behoeve van de opslag van koudegevoelige (Franse, Engelse en Ierse) oesters aanwezig, waarbij het uit de put gepompte water na verwarming hierin wordt teruggeleid. Om stookkosten en te grote schommelingen in de watertemperatuur te beperken wordt dan afgezien van de dagelijkse totale verversing van het water in de put. Meestal wordt incidenteel water aangevuld of een gedeelte van het water ververst. Ter voorkoming van zuurstofuitputting en ophoping van schadelijke stofwisselingsprodukten in het water zijn door sommige bedrijven voorzieningen getroffen voor circulatie en beluchting van het water in de putten. Dit betreft meestal bedrijven die meerdere aan elkaar grenzende putten in gebruik hebben, zodat het water binnen het bewaarsysteem van put tot put kan worden rondgepompt.

Aanleiding tot het onderzoek van de oesterbewaarsystemen vormde het bijna jaarlijks optredende verschijnsel dat sterfte van oesters, opgeslagen in de putten, opvallend toenam aan het einde van de winter en in het vroege voorjaar, met name na langdurige vorstperioden waarin verwarming van het water in de putten noodzakelijk was. De oorzaak van dit verschijnsel, door de oesterhandelaren wel aangeduid met "putziekte", kan echter velerlei zijn. Zo valt te denken aan een geleidelijke achteruitgang van de conditie van de oesters als gevolg van een te gering voedselaanbod en het opraken van reserves. Andere factoren die hierop van invloed kunnen zijn, zijn de behandelingswijze tijdens transport of opslag, de verblijfsduur in de putten, de bezettingsgraad, veranderingen in de waterkwaliteit zoals schommelingen in temperatuur, zuurstofgehalte, saliniteit en zuurgraad, ophoping van stofwisselingsprodukten als gevolg van onvoldoende waterverversing, stratificatie met zuurstofuitputting van het water etc. In het verleden is de zgn. "putziekte" door verscheidene onderzoekers in verband gebracht met de in het darmkanaal van de oesters voorkomende flagellaat Hexamita inflata (lit. 1, 2).

De ontwikkeling van deze flagellaat zou worden bevorderd door factoren als tijdsduur, opslag van oesters in te grote dichtheden en onvoldoende waterverversing met als gevolg een vermindering van de conditie van de oesters gevolgd door sterfte.

Het doel van het onderzoek in het winterseizoen 1980 - 1981 was vast te stellen in welke mate bovenvermelde factoren bijdragen tot verhoogde sterfte van oesters in de putten. Gezien de beschikbare mankracht en tijd was het niet mogelijk alle bovengenoemde factoren in één seizoen te onderzoeken. Het onderzoek in het seizoen 1980 - 1981 kan dan ook als een oriëntatie en voorbereiding worden beschouwd. Het lag in de bedoeling metingen te verrichten vóór, tijdens en na een periode waarin het water in de putten werd verwarmd. Daar echter een

langdurige en strenge vorstperiode uitbleef, bleken alleen waarnemingen mogelijk in perioden waarin niet of slechts gedurende enkele dagen werd gestookt.

Het onderzoek werd opgesplitst in twee gedeelten: enerzijds het onderzoek naar factoren als waterkwaliteit, waterverversing, verwarming en de bezettingsgraad; anderzijds het bepalen van ondermeer de veranderingen in de conditie van de oesters, registratie van de gevolgen van de behandelingswijze vóór en tijdens de opslag en registratie van de sterfte. Het onderzoek naar de milieufactoren werd eind december 1980 afgesloten. Waarnemingen gedurende de voorafgaande periode gaven een vrij volledig beeld van de verschillende parameters tijdens de "niet-verwarmde" periode.

Bovendien had medio december de bezettingsgraad van de oesters in de putten het hoogtepunt bereikt. Nadien was de bezetting van de putten met oesters steeds minder (fig. 3). Het onderzoek naar conditie, behandelingswijze en sterfte werd, ondanks het uitblijven van een vorstperiode, voortgezet tot eind maart 1981.

Dit rapport geeft een overzicht van de resultaten, verkregen tijdens het onderzoek naar milieufactoren in de oesterputten gedurende de periode eind oktober - eind december 1980. De resultaten van waarnemingen wat betreft conditie, behandelingswijze en sterfte zullen in een hieropvolgend rapport worden weergegeven.

III. Werkwijze

Aan de hand van een inventarisatie van de in gebruik zijnde oesterputten werd een selectie gemaakt van een aantal te onderzoeken putten. Hierbij werden aspecten als afmetingen, ligging, aanwezigheid van een verwarmingssysteem, watercirculatie- en/of beluchtingsmogelijkheden en het optreden van sterfte in het verleden in het oog gehouden. De uiteindelijke keuze viel op de oesterputten van een viertal bedrijven, verspreid over de putcomplexen, 12, 13, 14 en 14A. Het betrof de oesterputten in gebruik door:

1. N.V. De Meulemeester & Co, 6 putten gesitueerd in putcomplex 12 (fig. 2a).
2. Fa. J. Prins - Zeeuwsche Banier, 4 putten gelegen in putcomplex 13 (fig. 2b).
3. Fa. P. Verwijs - v.d. Endt, 1 put eveneens in putcomplex 13 (fig. 2b).
4. Fa. De Leeuw & Cornelisse B.V., 2 putten behorende tot putcomplex 14 en 14A (fig. 2c).

De oesterputten van bovenvermelde bedrijven werden tweemaal per week bemonsterd, vooral vlak na het weekeinde. Waarnemingen in de put van de firma P. Verwijs - v.d. Endt werden na november gestaakt. In de maand december werd tijdens perioden met lichte nachtvorst en hoge mate van bezetting aanvullend onderzoek verricht in de putten van de firma André Verwijs, gelegen in putcomplex 13 (fig. 2b). De bij het onderzoek bepaalde parameters en de gebruikte methodieken zijn:

- Temperatuur en zuurstofgehalte van het water: bepaling ter plaatse m.b.v. Yellow Springs Dissolved Oxygen Meter, Model 57, controle en ijking van het instrument vóór ieder gebruik.
- Saliniteit: m.b.v. Electrical Conductivity Meter (ECR), Type P4EN.
- pH: watermonsternamen, waarna de bepaling binnen één uur plaatsvond m.b.v. een Electrofact pH meter, gekoppeld aan een Electrofact gecombineerde pH-electrode.

- Ammoniumgehalte van het water: watermonstername in polyethyleenflessen, waarna binnen 24 uur, echter meestal binnen 5 uur, het totaal ammoniumgehalte fotometrisch werd bepaald m.b.v. de fenolhypochloriet methode. De watermonsters werden ongefiltreerd bewaard bij $\pm 4^{\circ}\text{C}$.
- Nitrietgehalte van het water: watermonstername in polyethyleenflessen, waarna binnen 24 uur, echter meestal binnen 5 uur, het nitrietgehalte fotometrisch werd bepaald m.b.v. de sulfanylamide methode.

Tevens werd bij iedere meting de verblijftijd van het water in de putten nagegaan, evenals de bezetting met oesters. Verder werd voor alle onderzochte putten getracht een lijst bij te houden met gegevens betreffende waterhuishouding en verwarming van het water. Binnen elk bewaarsysteem vond bovendien regelmatige controle plaats op het voorkomen van plaatselijke verschillen in waterkwaliteit als gevolg van de plaatsingswijze van de ziften met oesters of van stratificatie. Hierbij werden op meerdere plaatsen in de putten en verspreid over de verticaal metingen van de verschillende parameters uitgevoerd.

De aandacht werd vooral gericht op de waterkwaliteit tussen en in de directe nabijheid van de ziften met oesters. Het tijdstip waarop metingen en monstername plaatsvonden hing steeds samen met het moment waarop het water in de putten werd afgelaten. Gezien de veronderstelling dat de waterkwaliteit verslechtert naarmate de verblijftijd van het water in de put toeneemt, vonden de bemonsteringen steeds plaats vlak vóór het moment waarop het water in de putten werd ververst. Voor de kwaliteitsbepaling van het "verse" water werden naast de periodieke waarnemingen op de Yerseke Bank geen aparte metingen en analyses uitgevoerd.

IV. Beschrijving van de onderzochte bewaarsystemen

IV-1 N.V. De Meulemeester & Co.

De bij dit bedrijf onderzochte oesterputten bestaan uit 6 aan elkaar grenzende bassins, elk met een lengte van 26 meter en een breedte van bijna 5 meter (zie fig. 2a). De muurhoogte bedraagt 0,8 meter en de maximale hoeveelheid water in dit bewaarsysteem is ca. 620 m³. De putten staan met elkaar in verbinding door middel van met schuiven afsluitbare openingen in de scheidingsmuren. Circulatie van het water binnen het systeem is mogelijk doordat het water, weggezogen uit put I (fig. 2a) via een kanaal, evenwijdig aan de breedterichting van de putten, teruggebracht wordt in put VI waarna het via de andere putten weer in put I terechtkomt. Bij lage luchttemperaturen wordt een gedeelte van het in het kanaal stromende water via een verwarmings-eenheid geleid om op deze manier een minimale watertemperatuur van 3^oC te handhaven. Naast de circulatie van het water in het systeem wordt vaak beluchting toegepast met behulp van beluchtingselementen op meerdere plaatsen in de putten.

Bij het onderzoek werd de nadruk gelegd op de waterkwaliteit in put IV. De reden hiertoe was dat in deze put gedurende de duur van het onderzoek een aantal oesters was geplaatst, welke dienden als proefdieren ter bepaling van conditieveranderingen en registratie van invloeden van behandelingswijze en sterfte. Vergelijking van de waterkwaliteit in put IV met die in de andere putten van het bewaarsysteem leerde dat deze put als representatief voor het hele bewaarsysteem mocht worden beschouwd.

IV-2 Fa. J. Prins - Zeeuwsche Banier B.V.

Het totale bassinoppervlak bedraagt bij dit bedrijf 750 m². In tegenstelling tot de andere onderzochte oesterputten zijn de putten van dit bedrijf opgebouwd tot een hoogte van 1,5 meter zodat de maximale watercapaciteit (ca. 1000 m³) relatief groot is ten opzichte van de beschikbare oppervlakte. De bewaarplaats kan opgesplitst worden in 4 putten (fig. 2b), waarvan put I wordt begrensd door een hoge muur terwijl de putten II, III en IV onderling worden gescheiden door lage stenen muurtjes. Het waterniveau in de putten is meestal zodanig dat de lage tussenmuurtjes niet boven het wateroppervlak uitsteken en de putten II, III en IV zijn dus te beschouwen als één geheel. Naast deze vorm van verbinding zorgen afsluitbare openingen in de tussenmuurtjes voor wateruitwisseling van put tot put. De circulatie wordt tevens bevorderd door het van put tot put pompen van het water, waarbij ook beluchting van het water kan worden toegepast. Een buizensysteem gekoppeld aan een verwarmingsketel, dient ter verwarming van het water. Het waterkwaliteitsonderzoek vond hoofdzakelijk plaats in put III waarin de proefdieren vertoefden. Wanneer de waterversing of de bezettingsgraad hiertoe aanleiding gaven, werden aanvullende metingen verricht in de andere putten van het bewaarsysteem.

IV-3 Fa. P. Verwijs - v.d. Endt

De in gebruik zijnde oesterputten van dit bedrijf bevinden zich in putcomplex 13 en bestaan uit 3 bassins met een totale oppervlakte van 1604 m² en een maximale inhoud van ca. 1440 m³ (fig. 2b). De keuze viel op de in het midden gelegen put met een oppervlakte van 462 m². Wat betreft de waterhuishouding in deze put zijn geen extra voorzieningen getroffen op het gebied van rondstroming en beluchting. Men is wel in staat het water in de put te verwarmen om schade als gevolg van lage buitentemperaturen te voorkomen. In de loop van het onderzoek bleek echter dat gegevens betreffende waterversing en bezetting met oesters dermate moeilijk waren in te winnen, dat vanaf begin december afgezien werd van nader onderzoek in deze put.

IV-4 Fa. De Leeuw & Cornelisse B.V.

De keuze viel bij dit bedrijf op twee afzonderlijke oesterputten, put I in putcomplex 14 en put II in 14A (fig. 2c). Het verschil in oppervlakte van deze putten is gering: respectievelijk 280 en 279 m². Daarentegen vertonen deze putten onderlinge verschillen in vorm en situering ten opzichte van de binnendijk. Put II ligt in de luwte van de dijk en loodsen, terwijl put I minder beschutting heeft en de invloed van wind, met name uit westelijke richting, groter is. Beide putten kunnen ca. 250 m³ water bevatten. Mogelijkheden tot watercirculatie zijn niet aanwezig, wel kan door het plaatsen van beluchtingselementen het water worden belucht. Verwarming van het water is slechts mogelijk in put II. Gedurende de gehele meetcampagne werd tweemaal per week de waterkwaliteit in put I onderzocht. In deze put waren ook de proefdieren geplaatst. Bij vorst, een hoge bezettingsgraad en een relatief geringe versing werden de verschillende milieufactoren in beide putten gevolgd.

IV-5 Fa. André Verwijs

Op 8, 11, 15 en 16 december 1980 werden de routinemetingen bij bovenvermelde bedrijven aangevuld met waarnemingen in het bewaarsysteem van de

firma André Verwijs. Aanleiding hiertoe vormde de lage buitentemperatuur, gecombineerd met een hoge bezetting met oesters en geringe waterverversing bij dit bedrijf. De firma André Verwijs beschikt over 5 bassins in putcomplex 13 met een totale oppervlakte van ca. 1270 m² en een maximale waterinhoud van van ca. 1400 m³. In dit complex kunnen drie putten worden onderscheiden: put A, B en C, waarvan zowel put A als B onderverdeeld zijn in 2 gedeelten, gescheiden door een tussenmuur. Het waterniveau in deze putten reikte echter meestal tot boven deze tussenmuren zodat zowel put A als put B bij verdere beschouwing als één bassin met een oppervlakte van 520 m² werd opgevat. Put C heeft een oppervlakte van 230 m² en stond soms in verbinding met put A doordat water over en weer werd gepompt tijdens perioden waarin werd verwarmd. Het onderzoek vond plaats in put A, B en C.

V. Resultaten

De van de verschillende parameters bepaalde waarden zijn voor elk bedrijf gebundeld in de tabellen 1 t/m 5. Hierin zijn wat betreft zuurstofgehalte, temperatuur, saliniteit, pH en ammonium- en nitrietgehalte de bij elke meting waargenomen maxima en minima opgenomen. Bij de berekening van de bezettingsgraad van de putten met oesters (kg oesters per m³ water) werd aan de hand van oppervlakte en waterniveau in de putten de totale waterinhoud berekend en gecorrigeerd voor het volume van de oesters in de put.

De onderlinge verschillen in de gevonden waarden als gevolg van verschillen tussen gehalten aan het oppervlak, bij de bodem en in de directe nabijheid van ziften met oesters bleken dermate gering, dat in de tabellen de plaats van bemonstering in de betreffende put niet nader omschreven staat. Op maandag 15 december werd echter wel een grote spreiding in zuurstofgehalte waargenomen in put II van de firma De Leeuw & Cornelisse B.V. (tabel 4). De daarop volgende dag (16 december) waren de verschillen iets kleiner. De oorzaak van deze verschillen in zuurstofgehalte (uiteenlopend van 2,2 tot 7,9 mg/l O₂ op maandag 15 december) ligt in het feit dat de combinatie van een relatief hoge mate van bezetting met oesters, een lange verblijfsduur van het water in de put, met een zwakke wind en het ontbreken van enige vorm van circulatie leidde tot stagnatie van het water, wat met name in de directe nabijheid van ziften met oesters een laag zuurstofgehalte tot gevolg had. Het zuurstofverzadigingspercentage bedroeg toen op enkele plaatsen slechts 21 %, dit in tegenstelling tot de situatie in put I, op dezelfde dag waarbij het verzadigingspercentage 60-61 % bedroeg. Hier was de bezettingsgraad zelfs hoger maar waarschijnlijk bracht de wind een betere menging van het water teweeg. Put II is zodanig gesitueerd dat vooral bij westelijke wind de dijk en de bebouwing een aanzienlijke beschutting geven. Vergelijking van de waarden, waargenomen op dinsdag 16 december met die van 15 december, waarbij de verblijfsduur van het water op 16 december aanzienlijk korter was en de watertemperatuur 1°C lager, laat zien dat de plaatselijke verschillen in zuurstofgehalte dan ook kleiner zijn (waarden van 5,7 tot 8,7 mg/l O₂). Wat betreft de situatie op 15 december kan dan ook van een plaatselijke zuurstofuitputting van het water worden gesproken.

Sterke verschillen in zuurstof- zowel als ammoniumgehalte werden eveneens waargenomen in de oesterputten van de firma André Verwijs (tabel 5). De mate van bezetting (maximaal 136 kg oesters/m³ water) ten opzichte van andere oesterputten, de geringe watercirculatie en -beluchting en de geringe waterverversing droegen ertoe bij dat het zuurstofverzadigingspercentage hier soms minder dan 50 % bedroeg. Daarnaast werd in

vergelijking met andere oesterputten een verhoogd ammoniumgehalte waargenomen met als maximum 1,36 mg/l N-NH₄ en een geringe verhoging van het nitrietgehalte (maximum 0,14 mg/l N-NO₂).

Onderstaand overzicht geeft een beeld van de minimale en maximale waargenomen waarden wat betreft zuurstofverzadigingspercentage, temperatuur, pH, ammonium- en nitrietgehalte in de oesterputten van de firma's N.V. De Meulemeester & Co. (1), J. Prins - Zeeuwsche Banier B.V. (2), De Leeuw & Cornelisse B.V. (3), P. Verwijs - v.d. Endt (4) en André Verwijs (5).

Overzicht 1:

put	periode		temp.	O ₂	N-NH ₄	N-NO ₂	pH
	van	tot	°C	% verz.	mg/l	mg/l	
1	28-10	22-12	1,8-12,2	62-107	0,07-0,48	0,03-0,13	7,79-8,79
2	28-10	22-12	1,1-11,8	66-107	0,11-0,44	0,05-0,09	7,80-8,91
3	28-10	22-12	0,9-11,9	21-106	0,11-0,35	0,04-0,07	7,77-8,19
4	28-10	01-12	0,6-11,9	80-103	0,15-0,22	0,05	7,94-8,25
5	08-12	16-12	4,4- 5,8	21- 81	0,32-1,36	0,07-0,14	7,58-8,30

De saliniteit varieerde in de periode van 28 oktober tot 22 december van 27,0 tot 29,4 g/kg.

Ter vergelijking zijn in tabel 6 de waarden weergegeven van dezelfde milieuparameters in de periode oktober t/m december 1980, bepaald tijdens het tweewekelijks waterkwaliteitsonderzoek op de Yerseke Bank. Het verloop van watertemperatuur, ammoniumgehalte, saliniteit en pH in deze periode is grafisch weergegeven in fig. 4. Tabel 7 geeft een overzicht van de luchttemperatuur en windkracht op de dagen waarop metingen werden verricht. Verwarming van het water in de putten gedurende perioden van meerdere dagen bleek niet noodzakelijk. Watertemperaturen lager dan 2°C werden slechts waargenomen op 4 en 7 november en 1 december. In die gevallen waarin tot verwarming werd overgegaan betrof dit slechts korte perioden van één tot drie dagen, waarbij soms tussentijds het water in de putten werd ververs. Hierdoor was geen of nauwelijks ophoping van de stofwisselingsprodukten ammonium en nitriet waarneembaar.

VI. Discussie/Conclusies

In dit rapport wordt slechts ingegaan op de waterkwaliteit in de periode van eind oktober tot eind december. Het verband tussen de waterkwaliteit in de putten en de invloed van de behandeling op conditie en sterfte van de oesters zal in een apart rapport worden behandeld.

In de literatuur vindt men nauwelijks bruikbare gegevens betreffende eisen die aan de waterkwaliteit van oesterbewaarplassen moeten worden gesteld. Eveneens zijn weinig gegevens beschikbaar over de invloed van afwijkende gehalten van de verschillende waterkwaliteitsparameters op de conditie en overleving van oesters. Overzicht 2 geeft een indruk van de grens- en streefwaarden zoals deze aangetroffen werden in verschillende literatuurbronnen (3, 4 en 5). De vermelde waarden hebben betrekking op schelpdieren in het algemeen, waarbij opgemerkt moet worden dat hiertussen grote verschillen bestaan.

Overzicht 2:

	Grenswaarde	Streefwaarde
Zuurstofgehalte (% verz.)	≥ 70	≥ 80
Saliniteit (g/kg)	> 23 - < 40	> 27 - < 38
pH	> 7,0 - < 9,0	> 7,5 - < 8,7
Totaal stikstof (mg/l N)	≤ 1,0	≤ 0,3

Wat echter de tijdens het onderzoek geconstateerde waarden als een zuurstofverzadigingspercentage van 21 %, een ammoniumgehalte van 1,36 mg/l N-NH₄ of een watertemperatuur van 0,6 °C op korte of langere termijn tot gevolg hebben valt slechts ten dele in een praktijk-situatie te bepalen. Factoren als soort, afkomst, conditie, transport, opslag en behandeling van de oesters zijn hierin medebepalend, evenals de tijdsduur waarin de oesters zich onder dergelijke omstandigheden bevinden. Onderzoek naar de afzonderlijke invloed van de verschillende variabelen dient te geschieden aan de hand van experimenten met proef-dieren in een oesterput waarin de belangrijkste factoren zijn geconditio-eerd. Variabele factoren als verblijftijd van de oesters in de put, waterverversing, behandelingswijze, de wijze van opslag en de bezettings-graad zijn dan niet afhankelijk van de gang van zaken in een bedrijfs-situatie, terwijl proefondervindelijk de invloed van verschillende waterkwaliteitsparameters kan worden vastgesteld.

Aan de hand van het uitgevoerde onderzoek werd een indruk verkregen van enkele waterkwaliteitsaspecten met name wat betreft de spreiding in zuurstofgehalte, saliniteit, temperatuur, pH en ammonium- en nitrietgehalte in de oesterputten tijdens de perioden waarin het water niet wordt verwarmd, onder verschillende milieuomstandigheden. Worden de oesterputten waarin extreme omstandigheden optraden, zoals in die van de firma André Verwijs, buiten beschouwing gelaten, dan kan worden geconcludeerd dat de waarden van de onderzochte waterkwaliteitsparameters onder de tijdens het onderzoek heersende omstandigheden geen directe aanleiding geven tot ongerustheid. De saliniteit en het ammonium- en nitrietgehalte wijken nauwelijks af van die van het Oosterscheldewater in het najaar. Slechts in de 2e helft van december was sprake van een geringe verhoging van het ammoniumgehalte tot maximaal 0,47 mg/l N-NH₄. Dit ging gepaard met het hoogtepunt in de bezetting van de putten met oesters. Vergelijkt men de ammoniumwaarden met de door Rijkswaterstaat (RIZA) gemeten waarden in de kom van de Oosterschelde (Z 29) in de jaren 1978, 1979 en 1980, dan blijkt dat een ammoniumgehalte van 0,40 tot 0,50 mg/l N-NH₄ ook onder natuurlijke omstandigheden voorkomt. Bij de heersende saliniteit, pH en temperatuur bedraagt het gehalte aan ammoniak (NH₃) dan nog aanzienlijk minder dan het door Wickins (lit. 4) gestelde toelaatbare gehalte voor aquacultuur van 0,1 mg/l N-NH₃. Het zuurstof-gehalte en de pH waren in het algemeen wat lager dan waarnemingen in die periode in de kom van de Oosterschelde. Wat betreft de pH lagen deze waarden echter binnen de normale pH-range in zeewater (7,8-8,3). Een verlaging van de pH van korte duur met 0,2 eenheden van de evenwichts-pH wordt door de meeste mariene organismen getolereerd. Een verdere af-name met 0,1-0,3 eenheden brengt de pH echter in de buurt van de gevaren-zone (lit. 7).

Het zuurstofverzadigingspercentage bedroeg, op enkele uitzonderingen na, steeds meer dan 75 %. In die gevallen waar minder dan 75 % zuurstof-verzadiging werd geconstateerd, was de oorzaak hiervan snel te achterhalen.

Zo bleek op donderdag 20 november het niet in werking zijn van het circulatiesysteem bij N.V. De Meulemeester & Co. de oorzaak van een lager zuurstofgehalte in vergelijking met waarnemingen op andere dagen (tabel 1). Hetzelfde geval deed zich voor op maandag 15 december bij de firma J. Prins - Zeeuwsche Banier B.V. (tabel 2). Bij de firma De Leeuw & Cornelisse B.V., waar normalerwijs geen waterbeluchting of -circulatie plaatsvond, bleek dit op een aantal dagen in december wel wenselijk (tabel 4). Zo bedroeg het zuurstofverzadigingspercentage op woensdag 17 december met beluchting 100 %, terwijl voorafgaande dagen zonder beluchting aanzienlijk lagere waarden werden waargenomen. Geconcludeerd kan worden dat bovenvermelde bedrijven over voldoende voorzieningen beschikken om lage zuurstofgehalten in het water te voorkomen.

Minder gunstige omstandigheden werden geconstateerd op 8, 15 en 16 december 1980 bij de firma André Verwijs. Hier bleek het watercirculatie- en beluchtingssysteem niet bij machte om een redelijk zuurstofgehalte in het water te handhaven. Daar kwam nog bij dat de mate van waterverversing verre van optimaal was en minder bedroeg dan bij de andere onderzochte bedrijven terwijl de bezettingsgraad van de putten met oesters aanzienlijk groter was. Ondanks de waargenomen ammoniumgehalten van 1,36 mg/l N-NH₄, lijkt bij de heersende saliniteit, pH en temperatuur van het water vergiftiging van de oesters als gevolg van een te hoog gehalte aan toxisch NH₃ onwaarschijnlijk.

De invloed van de relatief lage waargenomen pH-waarden (7,5-7,6) is nog moeilijk in te schatten. Kuwatani and Nishii (lit. 8) constateerden bij éénjarige Japanse pareloesters na een week reeds een afname van de groei en toename van de sterfte beneden pH-waarden van respectievelijk 7,8 en 7,5 bij een temperatuur boven 20°C, terwijl bij een pH lager dan 7,6 duidelijke indicaties aanwezig waren van het oplossen van de schelp. Daarentegen werden door andere onderzoekers bij de oesters Ostrea edulis (larven) en Crassostrea virginica (volwassenen) pas afwijkingen waargenomen bij pH-waarden lager dan 7,0 (lit. 7). Bij het signaleren van deze afwijkingen is de situatie echter reeds behoorlijk uit de hand gelopen.

Geconcludeerd kan worden dat bij het bedrijf van de firma André Verwijs duidelijk sprake was van een "overbezetting" met oesters.

De voorzieningen wat betreft watercirculatie en -beluchting, het beschikbare oppervlak aan oesterputten en de watercapaciteit van deze putten zijn niet berekend op de hoeveelheid opgeslagen oesters met de betreffende voorgeschiedenis.

Aan de hand van de waarnemingen in de verschillende oesterbewaar-systemen werd het verband tussen ammonium- en zuurstofgehalte van het water enerzijds en de bezettingsgraad met oesters en verblijfsduur van het water anderzijds nagegaan. Het meest duidelijke verband werd gevonden tussen ammoniumgehalte en bezettingsgraad en verblijfsduur van het water (fig. 5). De regressievergelijking bedroeg $y = 0,00014x + 0,14$ waarbij x de bezettingsgraad, vermenigvuldigd met de verblijfsduur van het water voorstelt en y het ammoniumgehalte van het water. De correlatiecoëfficiënt bedraagt echter slechts 0,68.

Het ligt voor de hand dat factoren als de methode van aflaten van de putten (geheel of slechts gedeeltelijk), het schoonhouden van de putten en de kwaliteit van het ingenomen water eveneens belangrijke invloed uitoefenen op de waterkwaliteit. De kwaliteit van het kustwater te Yerseke is onderhevig aan schommelingen als gevolg van lozingen van mosselschoonderijen en het tijdens eb leegstromen van de havencomplexen. Het tijdstip van waterinname in de putcomplexen is dus van invloed op de kwaliteit van het ingenomen water. In de regel worden de oesterputten

"opgezet" tijdens de 2e helft van de vloedperiode.

De invloed van de verschillende factoren op de waterkwaliteit verklaart de in de grafiek (fig. 5) zichtbare spreiding. Een dergelijke spreiding werd ook geconstateerd bij het verband tussen het zuurstofgehalte van het water en de bezettingsgraad, vermenigvuldigd met de verblijfsduur van het water (fig. 6). Bekijkt men de situatie voor één bedrijf afzonderlijk (fig. 7), dan blijkt ook hier het verband niet duidelijk. Een duidelijk verband tussen zuurstofgehalte van het water en de pH valt af te lezen in fig. 8. De correlatiecoëfficiënt bedraagt hierbij 0,83. Dit is o.a. verklaarbaar uit het feit dat bij zuurstofconsumptie van de oesters (respiratie) kool-dioxyde vrijkomt, wat een verlaging van de pH tot gevolg heeft. Geconcludeerd kan worden dat voor het geven van gerichte adviezen voor het handhaven van een goede waterkwaliteit en het onder optimale condities bewaren van oesters, de situatie voor elk bedrijf afzonderlijk zou moeten worden onderzocht. Hierbij moeten factoren als o.a. de watertemperatuur, weersgesteldheid, waterbeluchting- en/of -circulatie worden betrokken, evenals de kwaliteit van het ingenomen water en de conditie en stofwisselingsactiviteiten van de oesters.

Aan de hand van het oriënterend onderzoek in de periode oktober - december 1980 bleek de waterkwaliteit in de onderzochte oesterputten tijdens de "niet-verwarmde" perioden in de meeste gevallen goed tot aanvaardbaar. Hierbij mag echter niet uit het oog worden verloren dat slechts enkele parameters werden onderzocht. Andere belangrijke factoren als opgelost organisch koolstof (DOC), particulier organisch koolstof (POC) en chlorofyllgehalte verdienen nader onderzoek, evenals de bacteriologische hoedanigheid van het water in de oesterputten onder verschillende omstandigheden. De tot nu toe verkregen resultaten betreffen slechts momentopnamen van de waterkwaliteit in de putten, veelal in de meest ongunstige situaties, namelijk vlak voor "het aflaten" van de putten. Het ligt in de bedoeling gedurende het seizoen 1981-1982 tevens aandacht te besteden aan het verloop van verschillende parameters gedurende een dag-nachtcyclus en tijdens het weekeinde, tijdens perioden waarin het water wel respectievelijk niet wordt verwarmd. Op deze manier zal, naar mag worden verwacht, een indruk kunnen worden verkregen van schommelingen in o.a. zuurstofgehalte, pH en temperatuur, alsmede stikstofverbindingen, organische stofgehalte (POC, DOC) en de microflora tussen het moment van "opzetten" en "aflaten" van de putten. In de komende oesterseizoenen zal de relatie tussen de chemisch-fysische en bacteriologische aspecten van de waterkwaliteit en verschillende aspecten van de conditie van de oesters en sterfte nader worden onderzocht. Er zal ondermeer aandacht worden geschonken aan het voorkomen van bacteriën en de flagellaat Hexamita inflata in de opgeslagen oesters. Speciale aandacht zal hierbij worden gericht op het gebeuren in de temperatuursrange van 4-8°C, waarbij volgens de ervaring sprake kan zijn van zgn. "voorjaarssterfte", welke gepaard gaat met verzwakking.

VII. Literatuur

1. Maurin, C., (ed), 1976. Revue des travaux de l'Institute des pêches maritimes, 40(2): 149-346.
2e Partie: Biologie de l'huitre et de la moule (pp. 299-300).
2. Mackin, J.G., P. Korringa and S.H. Hopkins, 1952. Hexamitiasis of Ostrea edulis L. and Crassostrea virginica (GMELIN).
Bull. Mar. Sci. Gulf. Carib., 1(4): 266-277.

3. Interimrapport van de Commissie uit de Gezondheidsraad no. 17, 1976.
Eisen te stellen aan de kwaliteit van het oppervlaktewater
waarin waterdieren leven die voor menselijke consumptie kunnen
dienen.
4. Wickins, J.F., 1980. Waterquality requirements for intensive
aquaculture: A review. EIFAC/80/Symp: R/2.
5. Europese Gemeenschappen, De Raad, 1979. Voorstel voor een richtlijn
van de Raad inzake de vereiste kwaliteit van schelpdierwater.
6. Kwaliteitsonderzoek in de rijkswateren - Rijkswaterstaat (kwartaal-
verslagen 1978, 1979, 1980).
7. Knutzen, J., 1981. Effects of decreased pH on marine organisms.
Mar. Poll. Bull., 12: 25-29.
8. Kuwatani, Y. and T. Nishii, 1969. Effects of pH of culture water on
the growth of the Japanese pearl oyster. Bull. Jap. Soc. Scient.
Fish., 35(4): 342-350.

datum	zuurstof		water-tem- peratuur	sal. g/kg	pH	N-NH ₄ mg/l	N-NO ₂ mg/l	oesterbezetting			verblijf- tijd wa- ter in put- ten in uren	opm.*	
	mg/l	% verz.						aantal per put kg. 10 ³ .10 ⁴	kg per m ³ water				
di 28-10	8,3- 8,5	92- 95	12,1-12,2	29,0	8,41	0,11-0,12	0,03				< 20	15	?
do 30-10	7,9- 8,1	84- 86	10,2-10,3	28,5	8,25	0,14-0,15	0,04				< 20	14	?
di 4-11	11,4-11,7	100-103	1,8- 2,0	29,4	8,42	0,05-0,06	0,03				< 20	20	c+v
vr 7-11	10,6-10,8	95- 96	3,2	28,3	8,20	0,07	0,03-0,04				< 23	18	c+v
ma 10-11	11,5-11,6	106-107	3,4- 3,8	28,7	8,20	0,11	0,04		4,2	1,9	23	40	c+b
do 13-11	9,5-10,7	89-100	4,2- 4,7	28,7	8,27	0,19	0,05					15	?
ma 17-11	7,4- 7,8	78- 82	9,5- 9,7	28,7	7,79	0,48	0,06		4,7	2,1	29	62	?
do 20-11	6,2- 7,8	62- 77	7,5	28,0	7,90	0,36	0,07					20	géén c
ma 24-11	8,8	96	11,0	28,5	7,91	0,37	0,08		6,3	3,3	40	44	c
wo 26-11	8,5- 8,8	86-90	7,8- 7,9	29,1	7,93	0,32	0,07					17	c+b
ma 1-12	11,5	100	2,4	27,0	8,17	0,20	0,07		7,9	4,2	67	40	c+v
ma 8-12	10,3-10,5	92- 94	3,1- 3,2	27,6	8,79	0,22-0,24	0,07		9,7	5,3	65	44	c+v
do 11-12	10,5	97	4,1	28,5	7,98	0,24	0,08		(22,5)	(16,9)	(32)	18	c+b
ma 15-11	9,0- 9,6	88- 93	5,9	28,5	7,87	0,45-0,47	0,12-0,13					42	c+b
di 16-12	9,8-10,0	92- 94	4,5- 4,7	28,5	7,98	0,38	0,10		9,9	5,5	67	15	c+b
wo 17-12	10,8	96	2,5	28,5	8,07	0,27	0,09		(32,5)	(24,4)	(47)	13	c
ma 22-12	9,4	85	2,9	28,5	8,04	0,23	0,08		(32,5)	(24,4)	(72)	42	c+b

Tabel 1: Gegevens behorende bij het onderzoek naar milieufactoren in de oesterputten van N.V. De Meulemeester & Co. De tussen haakjes geplaatste waarden in de kolom "oesterbezetting" hebben betrekking op de gemiddelde bezetting in de putten I t/m VI terwijl de vrijstaande waarden alleen betrekking hebben op de put IV (zie fig. 2a en tekst).

*Opmerkingen: Deze opmerkingen hebben betrekking op het in werking zijn van watercirculatie-, beluchtungs- en verwarmingssystemen in de betreffende oesterputten op de vermelde data.
c = circulatie, b = beluchting en v = verwarming.

datum	zuurstof		water-tem- peratuur	sal- g/kg	pH	N-NH ₄ mg/l	N-NO ₂ mg/l	oesterbezetting			verblijf- tijd wa- ter in put- ten in uren	opm.*
	mg/l	% verz.						aantal .10 ⁴	per put	kg. 10 ³ kg per m ³ water		
di 28-10	7,1- 7,2	79- 80	11,8	29,0	8,08	0,17	0,05				17	?
do 30-10	7,6- 7,7	81- 83	10,6-10,7	28,5	8,09	0,19	0,05				16	?
di 4-11	11,3-11,4	98- 99	1,1- 1,5	29,4	8,27	0,11-0,14	0,05				24	?
vr 7-11	11,1-11,8	97-103	2,0- 2,1	28,9	8,20	0,15	0,05				22	v+c
ma 10-11	11,2-11,5	102-104	3,4- 3,7	28,8	8,21	0,15	0,05	3,3(III)	1,9(III)	7(III)	41	?
do 13-11	9,9-10,2	93- 96	5,0- 5,1	28,8	8,19	0,16	0,05				16	?
ma 17-11				28,8	8,01	0,24	0,05	5,0(IV)	3,2(IV)	13(IV)		?
vr 21-11	8,5- 9,2	87- 93	8,0	28,5	7,92	0,35	0,07		2,0(II)	62(II)	15	c+b
ma 24-11	8,1- 8,4	86- 89	10,0-10,2	28,5	7,97	0,26	0,06	10,8(III)	2,5(II)	11(II)	45	?
wo 26-11	8,8- 8,9	88- 89	7,6- 7,8	28,7	8,17	0,22	0,05		6,0(III)	23(III)	16	?
ma 1-12	11,1	100	3,0	27,1	8,17	0,19	0,06	27,6(IV)	18,0(IV)	99(IV)	40	v+c
ma 8-12	10,2-10,4	89- 91	2,3	27,4	8,06-8,91	0,21-0,22	0,06	17,5(III)	11,2(III)	41(III)	30	c+b
do 11-12	10,3-11,9	93-107	3,0	28,5	8,06-8,12	0,21-0,29	0,05-0,06	7,3(II)	5,5(II)	27(II)	18	c+b
ma 15-12	6,8- 7,1	66- 69	5,9- 6,0	28,5	7,80	0,39-0,44	0,08-0,09	23,6(III)	16,7(III)	67(III)	19	g ^{één} _{b+c}
di 16-12	9,4- 9,5	88- 90	4,3- 4,9	28,5	7,96	0,34-0,36	0,08	28,1(III)	17,2(III)	75(III)	15	o+b
wo 17-12	10,5-10,9	95- 98	3,0	28,5	8,02	0,31	0,07	39,2(IV)	21,9(IV)	96(IV)	13	c+b
ma 22-12	10,1-10,2	91- 92	3,0	28,5	8,02	0,29	0,08	< dan op 16-12			20	c+b

Tabel 2: Gegevens betreffende het onderzoek naar milieufactoren in de oesterputten van de firma J. Prins Zeeuwse Banier B.V. Bij de vermelde waarden met betrekking tot de "oesterbezetting" duidt het tussen haakjes geplaatste Romeinse cijfer op het nummer van de put (zie fig 2b en tekst).
 *Opmerkingen: Deze opmerkingen hebben betrekking op het in werking zijn van watercirculatie-, beluchtungs- en verwarmingssystemen in de betreffende oesterputten op de vermelde data.
 c = circulatie, b = beluchting en v = verwarming.

datum	zuurstof		watertem- peratuur	sal. g/kg	pH	N-NH ₄ mg/l	N-NO ₂ mg/l	oesterbezetting			verblijf- tijd wa- ter in put- ten in uren	opm.*
	mg/l	% verz.						aantal .10 ⁴	per put kg.10 ³	kg per m ³ water		
di 28-10	7,6- 7,7	85	11,8-11,9	29,0	8,14	0,15-0,16	0,05				18	géén (c+b)
do 30-10	8,0	86	10,3	28,7	8,13	0,16	0,05				17	"
di 4-11	11,8-12,0	102-103	1,1	29,4	8,25	0,15-0,16	0,05				20	c, géén (b+v)
vr 7-11	10,7-11,0	94- 97	1,8- 1,9	28,7	8,15	0,17	0,05				22	géén(c+b+v)
ma 10-11	11,3-11,4	102-103	3,1- 3,2	28,7	8,24	0,15	0,05	1,3	1,1	3	40	"
do 13-11	10,4-10,5	98-99	5,0- 5,3	28,5	8,17	0,15-0,16	0,05				16	"
ma 17-11				28,7	7,94	0,22	0,05	3,4	2,7	9		"
ma 24-11	7,5- 8,7	80- 93	9,6-10,0	28,5	7,98	0,21	0,05	7,8	6,1	16	45	"
wo 26-11	8,3	84	7,5- 7,8	28,7	8,20	0,22	0,05				16	"
ma 1-12	11,3	96	0,6	27,0	8,24	0,16	0,05				40	"

Tabel 3: Gegevens betreffende het onderzoek naar milieufactoren in een oesterput van de firma P. Verwijs - v.d. Endt.

*Opmerkingen: Deze opmerkingen hebben betrekking op het in werking zijn van watercirculatie-, beluchtungs- en -verwarmingssystemen in de betreffende oesterput op de vermelde data.
c = circulatie, b = beluchting en v = verwarming.

datum	zuurstof		watertem- peratuur °C	sal. g/kg	pH	N-NH ₄ mg/l	N-NO ₂ mg/l	oesterbezetting		verblijf- tijd wa- ter in put- ten in uren	opm.*
	mg/l	% verz.						aantal .10 ⁴	per put kg.10 ⁶ m ³ wa- ter		
di 28-10	7,2- 7,7	80- 85	11,6-11,9	28,7	8,09	0,15-0,16	0,05	4,1(1)	3,1(1)	12(1)	geén (c+v+b)
do 30-10	7,0	75	10,2-10,4	29,0	7,99	0,22-0,23	0,05	4,6(1)	3,5(1)	14(1)	"
di 4-11	10,8-11,3	93- 97	1,4	28,9	8,05	0,11	0,04	5,4(1)	4,1(1)	23(1)	"
ma 10-11	10,2-10,4	92- 94	3,2- 3,5	29,1	8,13	0,16	0,05	6,9(1)	5,4(1)	23(1)	"
do 13-11	8,9- 9,0	84- 85	4,9	29,2	8,09	0,17-0,18	0,05	7,9(1)	5,9(1)	27(1)	"
ma 17-11				29,0	7,84	0,22	0,05	8,0(1)	6,0(1)	27(1)	"
vr 21-11	7,2- 7,3	74- 75	8,0- 8,2	28,5	7,91	0,26	0,06	9,0(1)	6,7(1)	41(1)	"
ma 24-11	7,7- 8,4	81- 88	9,4- 9,5	28,5	8,02	0,20	0,06	12,0(1)	8,1(1)	33(1)	"
wo 26-11	7,2- 7,6	72- 77	7,5	29,0	7,99	0,21	0,05	12,5(1)	8,3(1)	34(1)	"
ma 1-12	10,1	87	0,9	29,0	8,19	0,13	0,05	13,0(1)	8,5(1)	45(1)	"
ma 8-12	6,5- 7,5	57- 66	1,8- 2,0	27,6	7,91	0,33	0,06	19,7(1)	12,7(1)	59(1)	"
	9,0- 9,1	79- 80	2,0	27,6	8,06	0,17	0,05	18,0(1)	11,0(1)	46(1)	"
do 11-12	10,1-10,2	90- 91	3,0	28,4	8,08	0,18	0,06	18,5(1)	12,0(1)	59(1)	"
ma 15-12	2,2-7,9	21- 73	5,0- 5,2	28,5	7,83-7,95	0,32-0,35	0,06-0,07	21,0(1)	12,8(1)	56(1)	"
	6,3-6,4	60- 61	5,2- 5,8	28,5	7,77	0,29	0,07	24,4(1)	15,5(1)	65(1)	"
di 16-12	5,7- 8,7	53- 81	4,0- 4,8	28,5	7,77	0,26	0,06	21,0(1)	12,8(1)	56(1)	"
	8,2- 8,3	75- 76	4,0	28,5	8,09	0,25	0,06	24,4(1)	15,5(1)	65(1)	"
wo 17-12	11,2-11,9	100-106	2,9- 3,5	28,5	8,08	0,24	0,06	23,0(1)	14,3(1)	62(1)	b, géén (v+c)
ma 22-12	8,4- 9,1	76- 82	3,0	28,5	8,10	0,21	0,06	12,0(1)	8,0(1)	47(1)	geén (c+b+v)

Tabel 4: Gegevens betreffende het onderzoek naar milieufactoren in twee oesterputten van de firma De Leeuw & Cornelissen B.V. In de kolom "oesterbezetting" staat steeds aangeduid op welke put (I of II) de gegevens betrekking hebben (zie fig. 2c en tekst).

*Opmerkingen: Deze opmerkingen hebben betrekking op het in werking zijn van watercirculatie-, -beluchtungs- en -verwarmingssystemen in de betreffende oesterputten op de vermelde data.
c = circulatie, b = beluchting en v = verwarming.

datum	zuurstof		water-temperatuur °C	sal. g/kg	pH	N-NH ₄ mg/l	N-NO ₂ mg/l	oesterbezetting			verblijftijd wa- ter in put- ten in uren	opm.*
	mg/l	%verz.						aantal .10 ⁵	per put kg.10 ⁴	kg per m ³ wa- ter		
ma 8-12	5,1-5,5	48-52	5,0-5,5	27,4	8,30	0,99	0,09	16,0 (A+B+C)	10,1 (A+B+C)	75	44	c+b+v
do 11-12	7,6-8,6	72-81	4,8-5,1	28,2	7,85	0,32-0,65	0,07-0,08	16,0 (A+B+C)	10,1 (A+B+C)	83	18	plaatselijk b
ma 15-12	3,6	35	5,7-5,8	28,1	7,58	0,41-1,11	0,09-0,11	7,0(A)	4,6(A)	93	44	„
					7,68	0,43-0,83	0,08-0,12	5,5(B)	3,6(B)	72	44	
	2,2-5,3	21-51	5,7-6,0	28,1	7,59	1,27	0,13	4,5(C)	2,9(C)	136	44	
					8,10-8,25	0,46-0,50	0,12	7,0(A)	4,6(A)	93	50	
					7,96-8,01	1,32-1,34	0,10-0,11	5,5(B)	3,6(B)	72	50	
					7,91	1,36	0,14	4,5(C)	2,9(C)	136	50	
di 16-12	5,5	52	4,5	28,5	7,81	0,39	0,10	5,0(A)	3,3(A)	63	11	c+b
	6,2-6,4	58-60	4,4-4,5	28,5	7,71	0,82	0,09	5,0(B)	3,3(A)	63	11	
	4,6-4,7	43-44	4,5	28,5	7,61	1,00	0,10	4,5(C)	2,9(C)	129	11	

tabel 5: Gegevens betreffende het onderzoek naar milieufactoren op 8, 11, 15 en 16 december 1980 in de putten van de firma André Verwijs. De tussen haakjes geplaatste letters (A,B en C) duiden aan op welke oesterput de waarden betrekking hebben (zie fig. 2b en tekst).

*Opmerkingen: Deze opmerkingen hebben betrekking op het in werking zijn van watercirculatie-, -beluchtungs- en -verwarmingssystemen in de betreffende oesterputten op de vermelde data.

c = circulatie, b = beluchting en v = verwarming.

Tabel 6: Milieuparameters bepaald tijdens het tweewekelijks onderzoek naar de waterkwaliteit op de Yerseke Bank in de periode oktober-december 1980 en 6 januari 1981. De weergegeven waarden zijn gemiddelden van oppervlakte- en bodemonsters op 3 locaties verspreid over de Yerseke Bank.

datum	zuurstof		water-temp.	sal.	pH	N-NH ₄	N-NO ₂
	mg/l	%verz.	°C	g/kg		mg/l	mg/l
14-10-1980	8,0	87	11,4	29,0	8,08	0,22	0,05
27-10-1980	8,6	93	11,1	29,5	8,12	0,18	0,05
11-11-1980	9,8	91	4,5	28,9	8,20	0,16	0,07
26-11-1980	9,8	100	7,9	28,9	8,20	0,17	0,06
8-12-1980	10,0	88	2,7	28,9	8,23	0,17	
17-12-1980	10,7	97	3,5	28,8	8,31	0,17	
6- 1-1981	10,5	96	3,9	28,3	8,26	0,15	0,08

Tabel 7: Gegevens betreffende luchttemperatuur en windkracht op de meetdagen in de periode 28-10 tot 22-12 1980.

datum	luchttemperatuur in °C	windkracht
di 28-10	13	matig
do 30-10	15	matig
di 4-11	-2	matig
vr 7-11	3	matig
ma 10-11	7	zwak
do 13-11	5	matig
ma 17-11	10	matig
do 20-11	10	zwak
vr 21-11	10	zwak
ma 24-11	12	zwak
wo 26-11	7	zwak
ma 1-12	-2	matig
ma 8-12	0	zwak
do 11-12	3	zwak
ma 15-12	6	zwak
di 16-12	3	zwak
wo 17-12	2	krachtig
ma 22-12	4	zwak

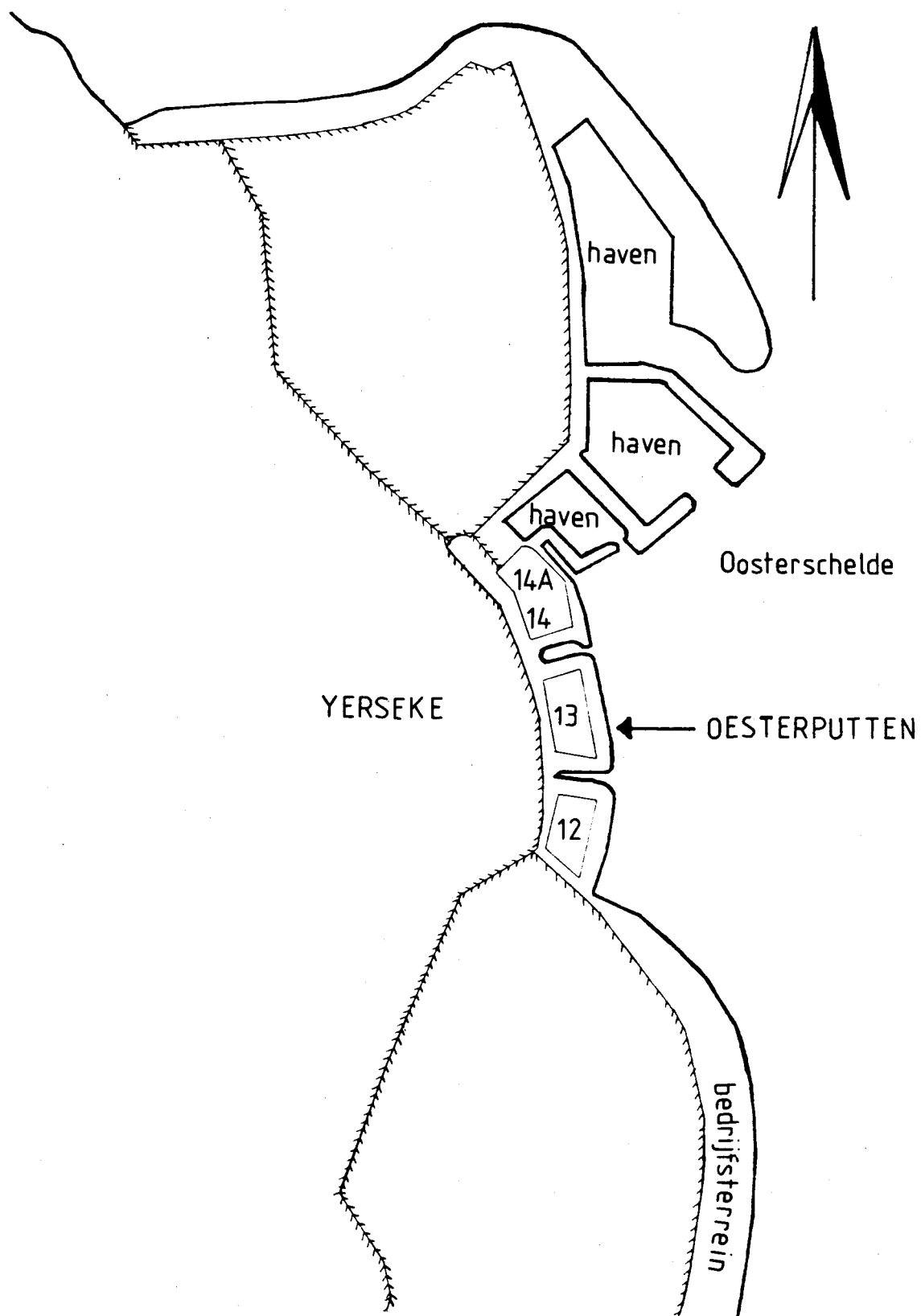


Fig. 1: Overzicht van de binnendijkse oesterputten te Yerseke.
Schaal 1:10.000.

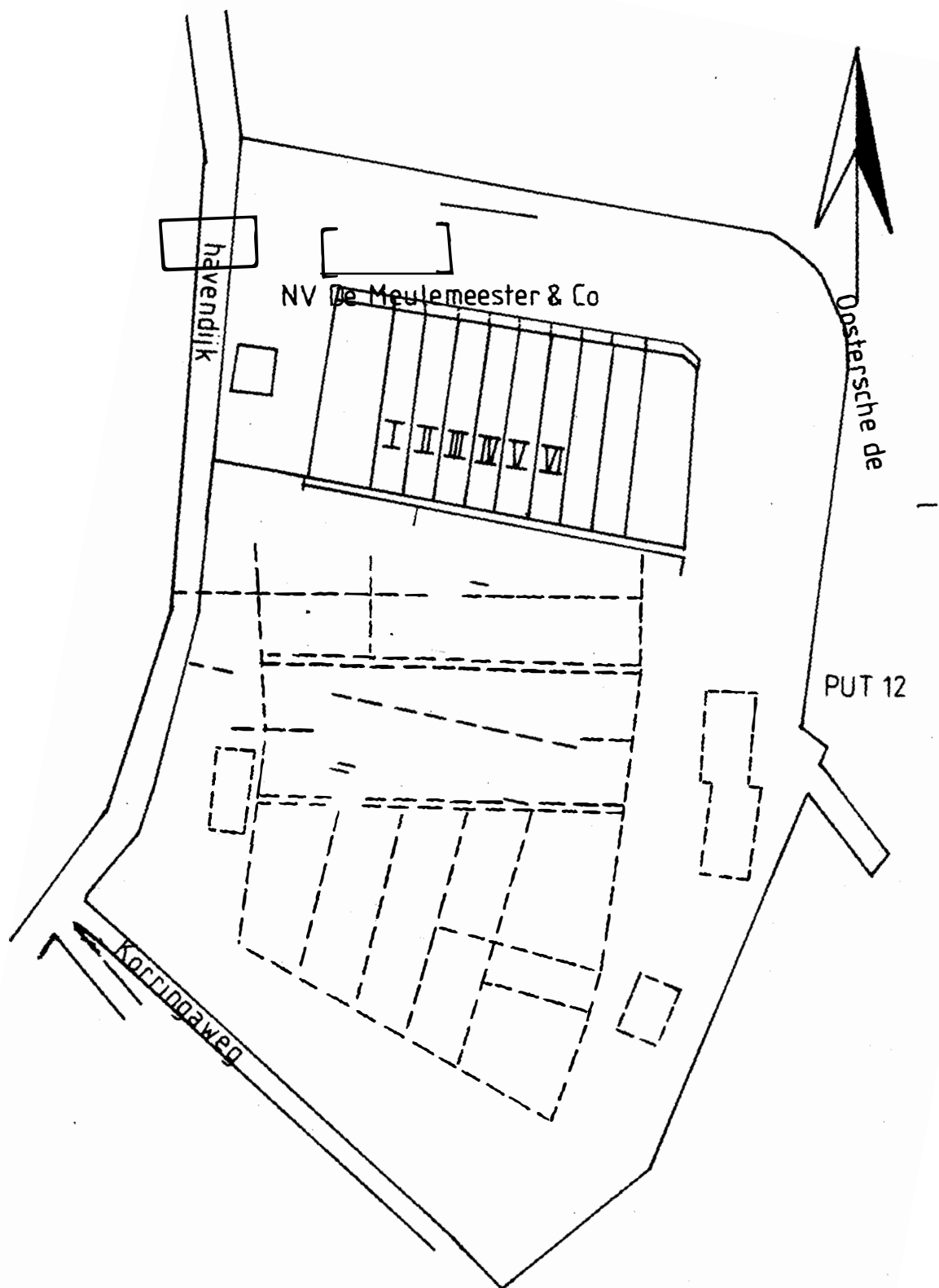


Fig. 2a: Overzicht van de onderzochte oesterputten van N.V. De Meulemeester & Co. in putcomplex 12. Schaal 1:1000.

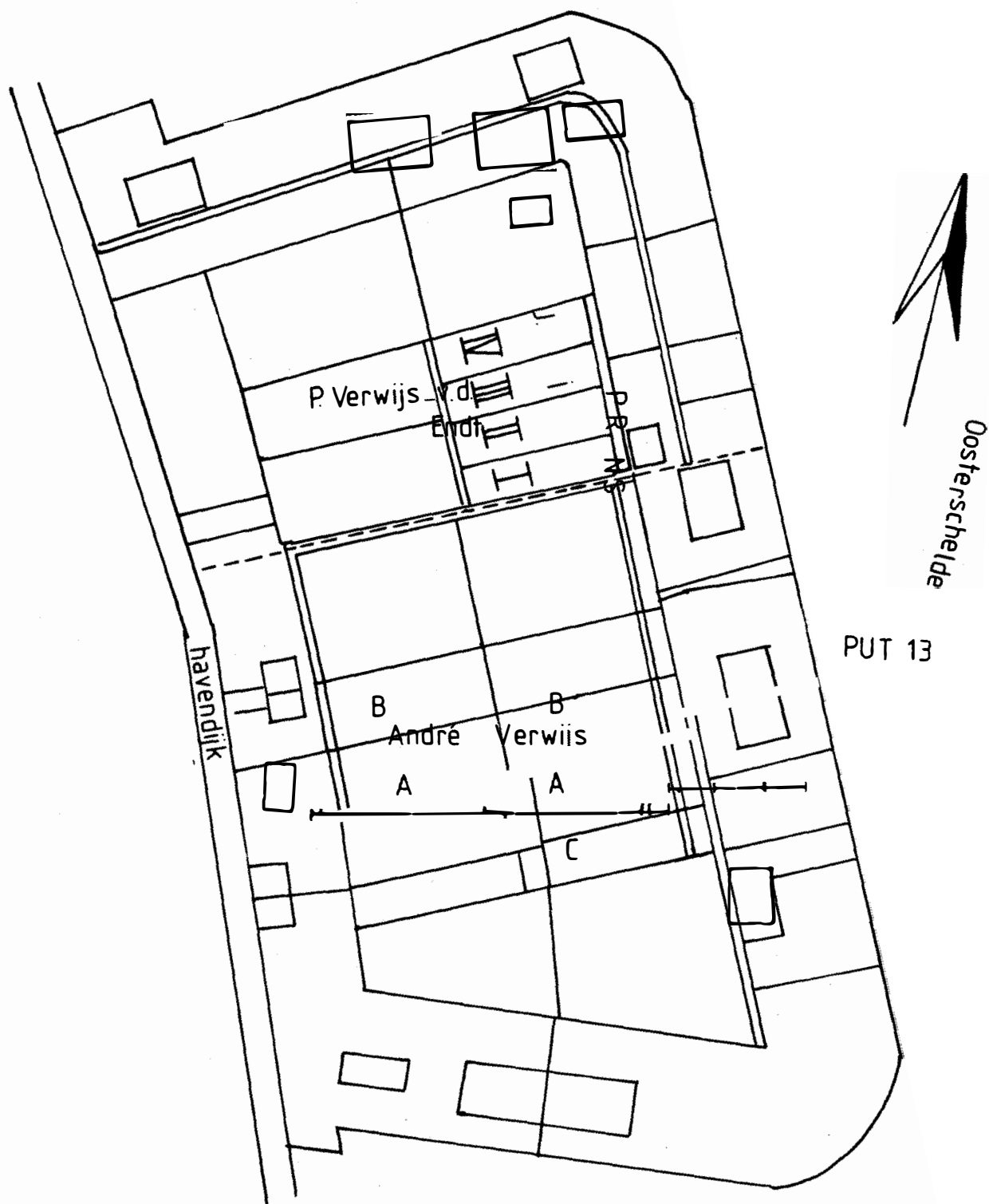


Fig. 2b: Overzicht van de onderzochte oesterputten van de firma's J. Prins - Zeeuwsche Banier B.V., André Verwijs en P. Verwijs - v.d. Endt in putcomplex 13. Schaal 1:1000.

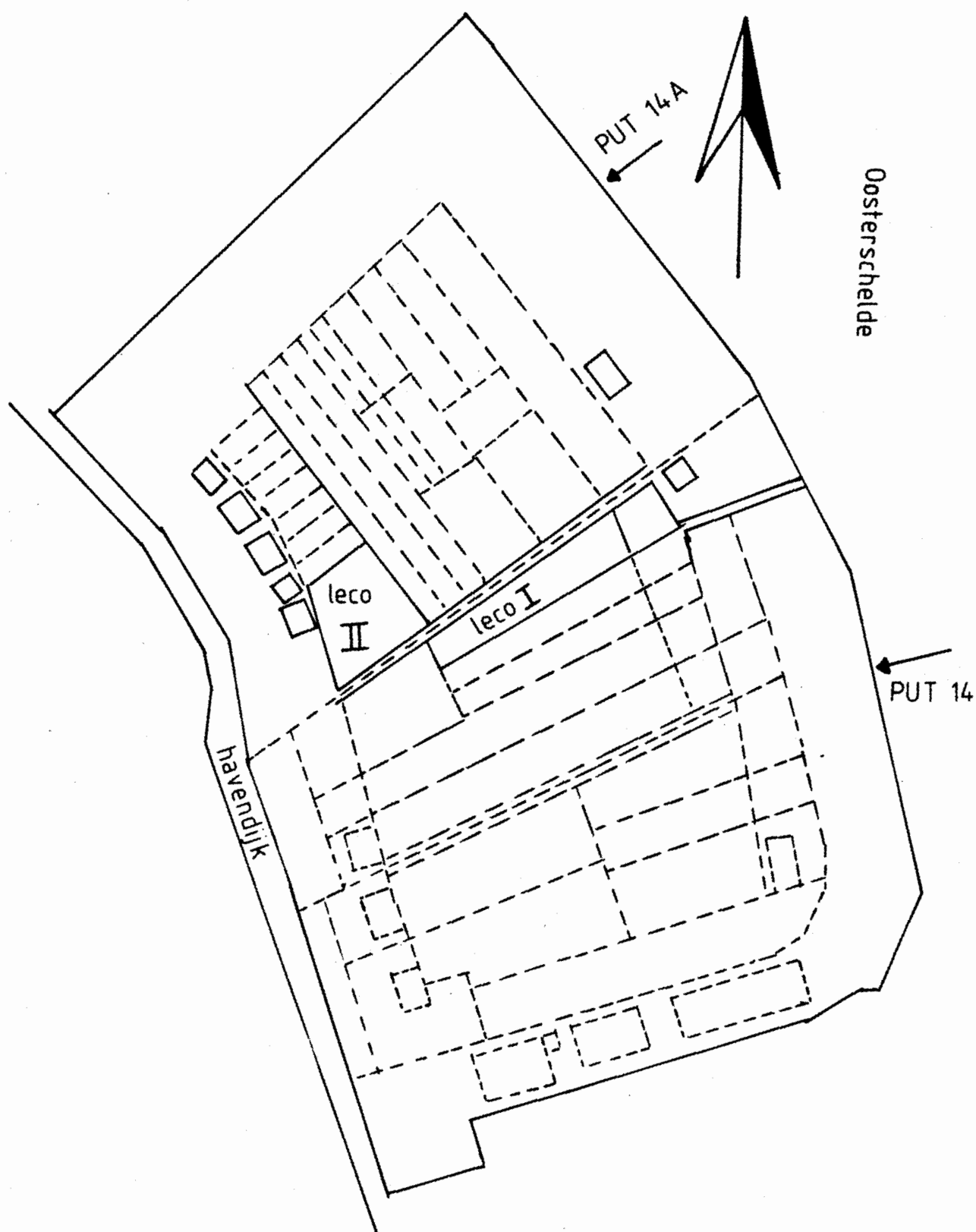


Fig. 2c: Overzicht van de onderzochte oesterputten van de firma
De Leeuw & Cornelisse B.V. in putcomplex 14 en 14a.
Schaal 1:1000.

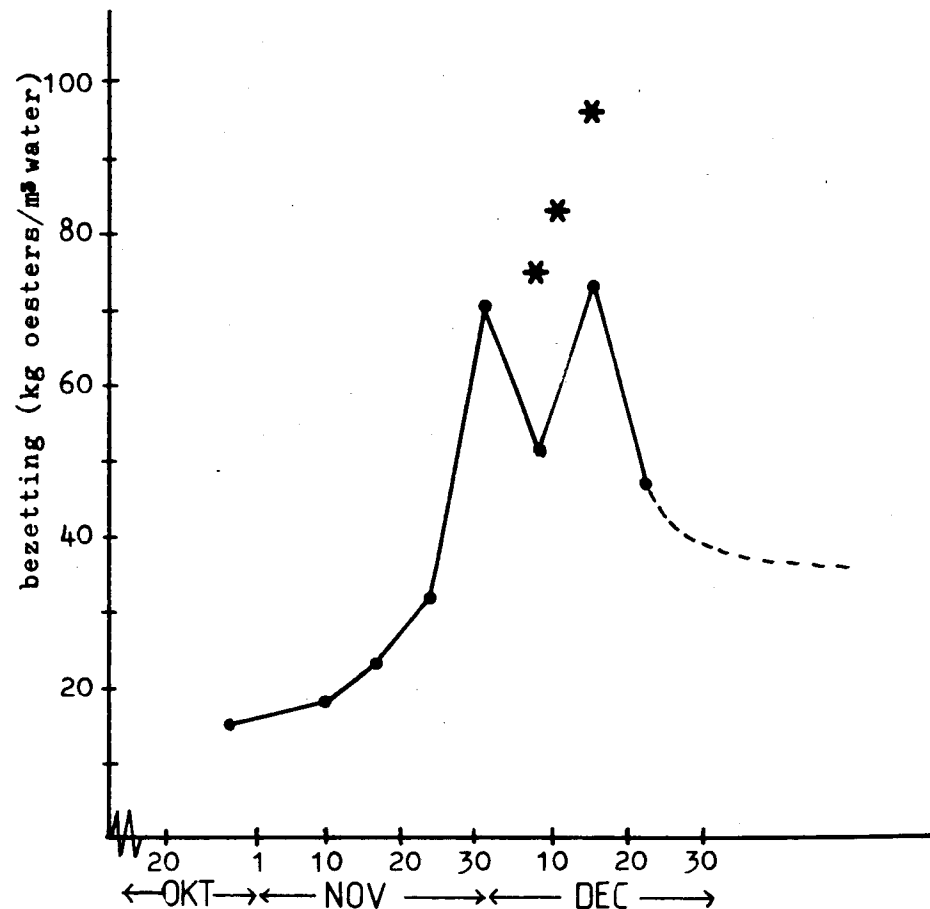


Fig. 3: Grafisch overzicht van de gemiddelde bezettingsgraad van de putten met oesters, in de onderzochte putten van de firma's N.V. De Meulemeester & Co., J. Prins - Zeeuwsche Banier B.V. en De Leeuw & Cornelisse B.V. in de periode eind oktober - eind december 1980.

De met * aangeduide punten betreffen de bezettingsgraad met oesters in de putten van de firma André Verwijs.

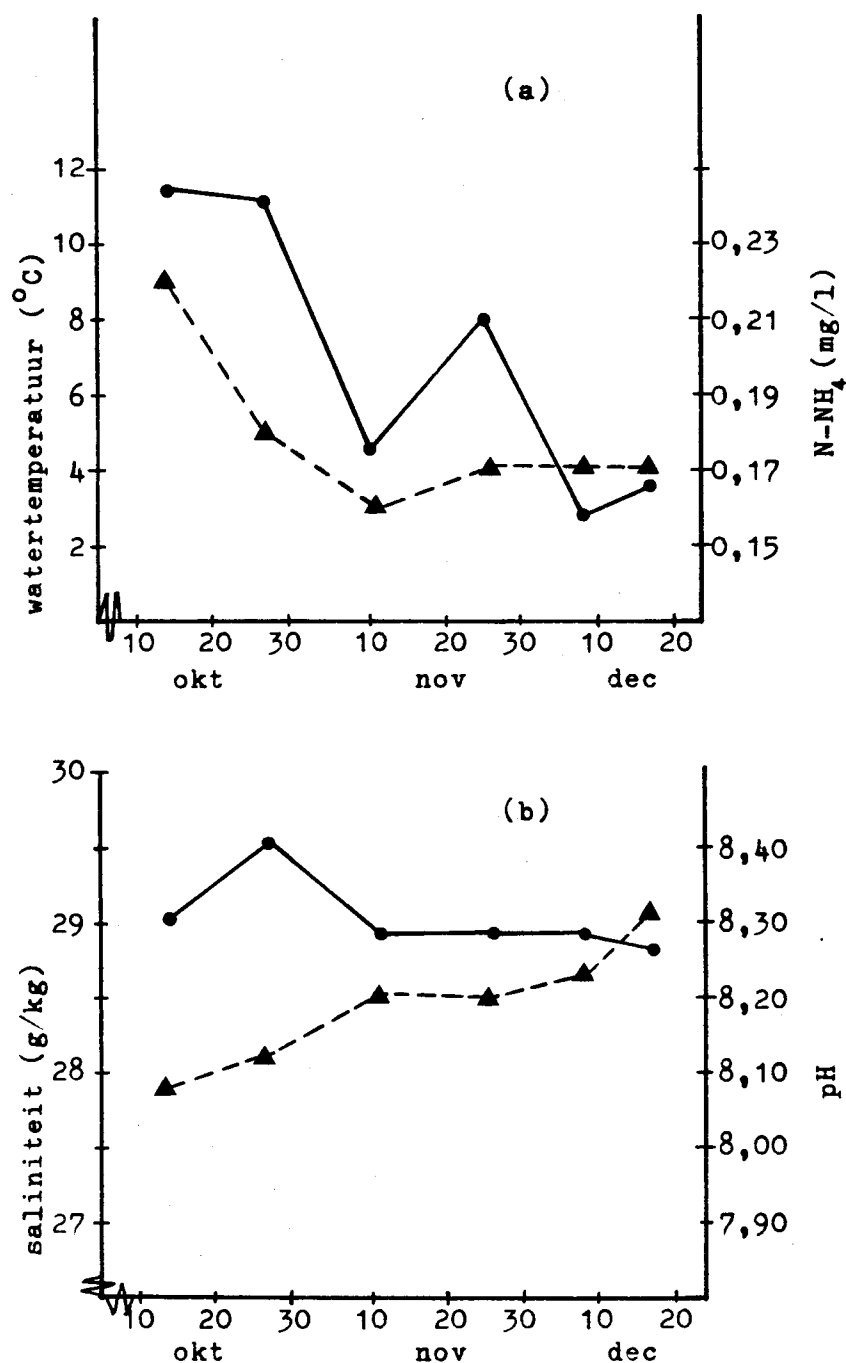


Fig. 4: Het verloop van watertemperatuur (fig. a, ●—●), ammoniumgehalte (fig. a, ▲—▲), saliniteit (fig. b, ●—●) en pH (fig. b, ▲—▲) op de Yerseke Bank in de periode oktober-december 1980 (zie ook tabel 6).

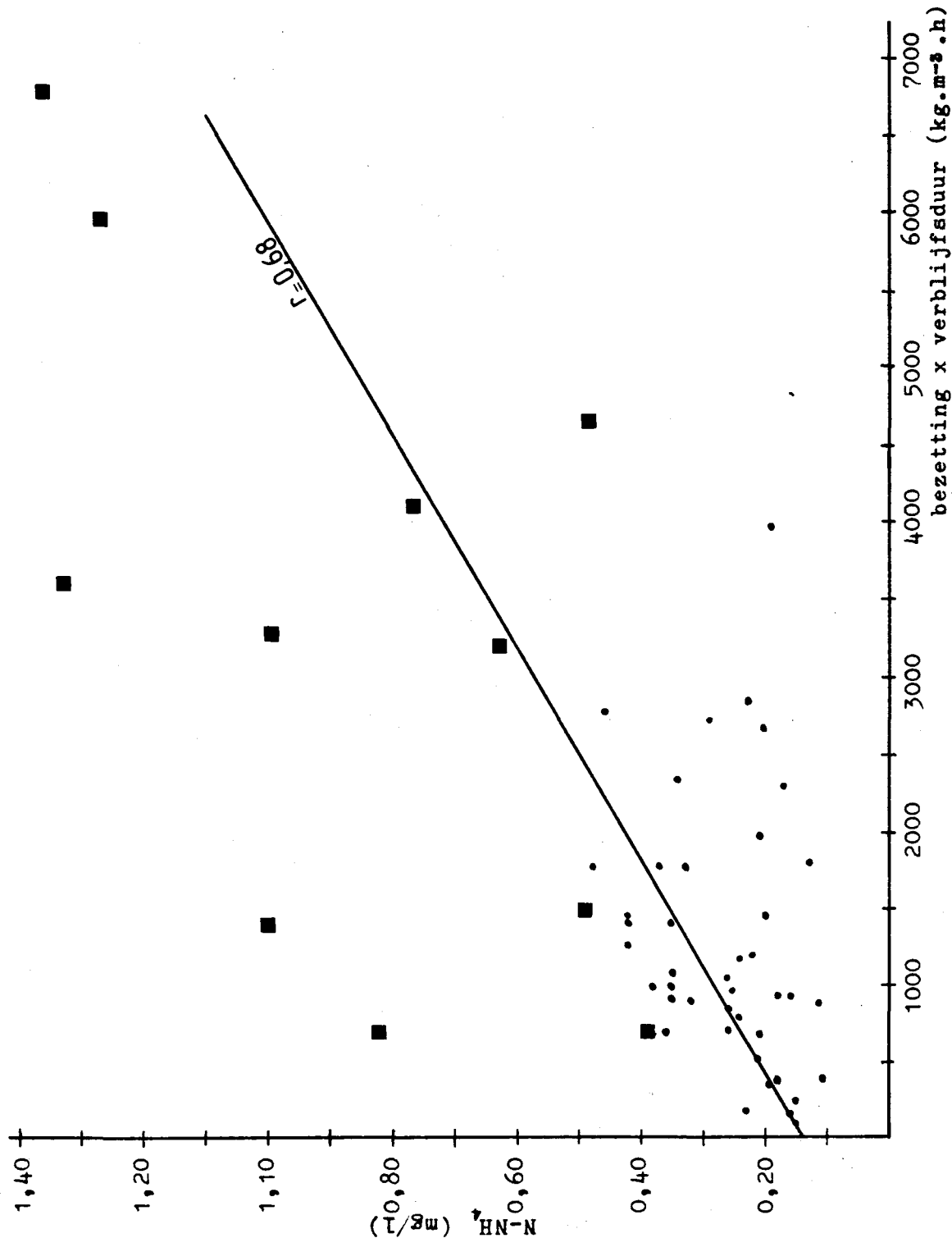


Fig. 5: Het verband tussen ammoniumgehalte van het water en bezettingsgraad vermenigvuldigd met de verblijfsduur van het water in de putten bij de verschillende bedrijven in de periode oktober-december 1980. De met ■ aangeduide punten betreffen waarnemingen in de oesterputten van de firma André Verwijs.

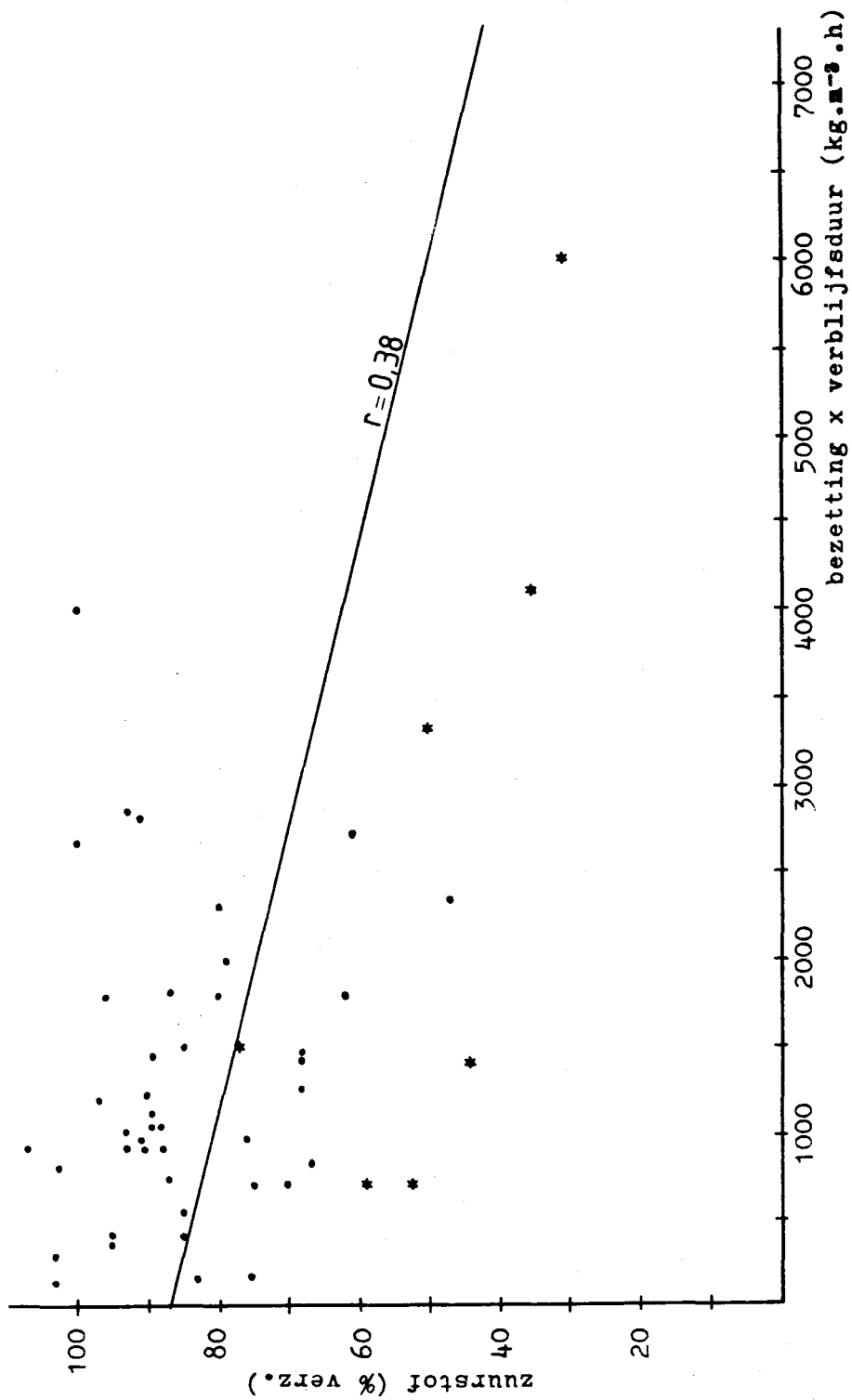


Fig. 6: Het verband tussen zuurstofgehalte van het water en bezettingsgraad vermenigvuldigd met verblijfsduur van het water in de putten bij de verschillende bedrijven in de periode oktober-december 1980. De met * aangeduide punten betreffen waarnemingen in de oesterputten van de firma André Verwijs.

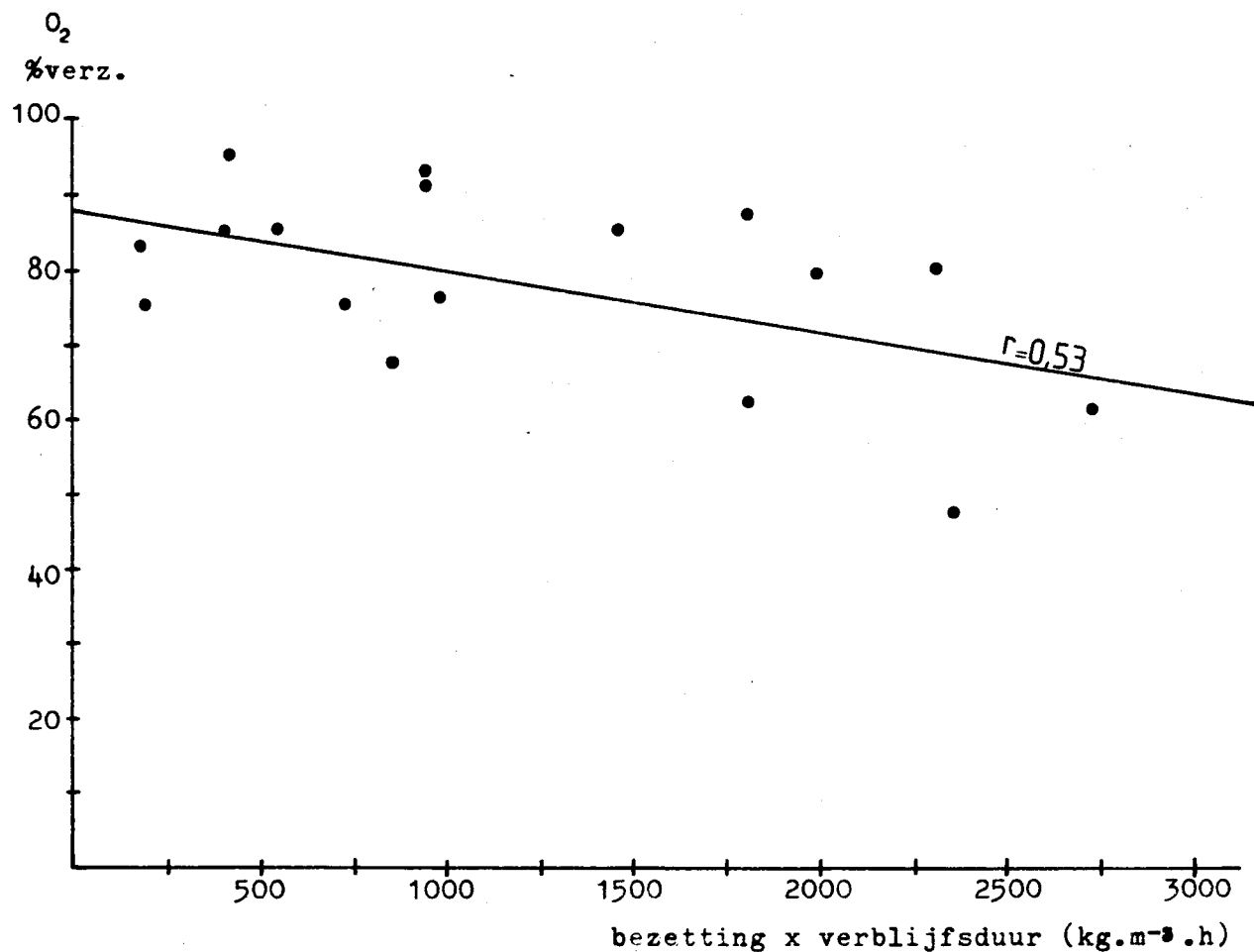


Fig. 7: Het verband tussen zuurstofgehalte van het water en bezettingsgraad vermenigvuldigd met verblijfsduur van het water in put I bij de firma De Leeuw & Cornelisse B.V. in de periode oktober-december 1980.

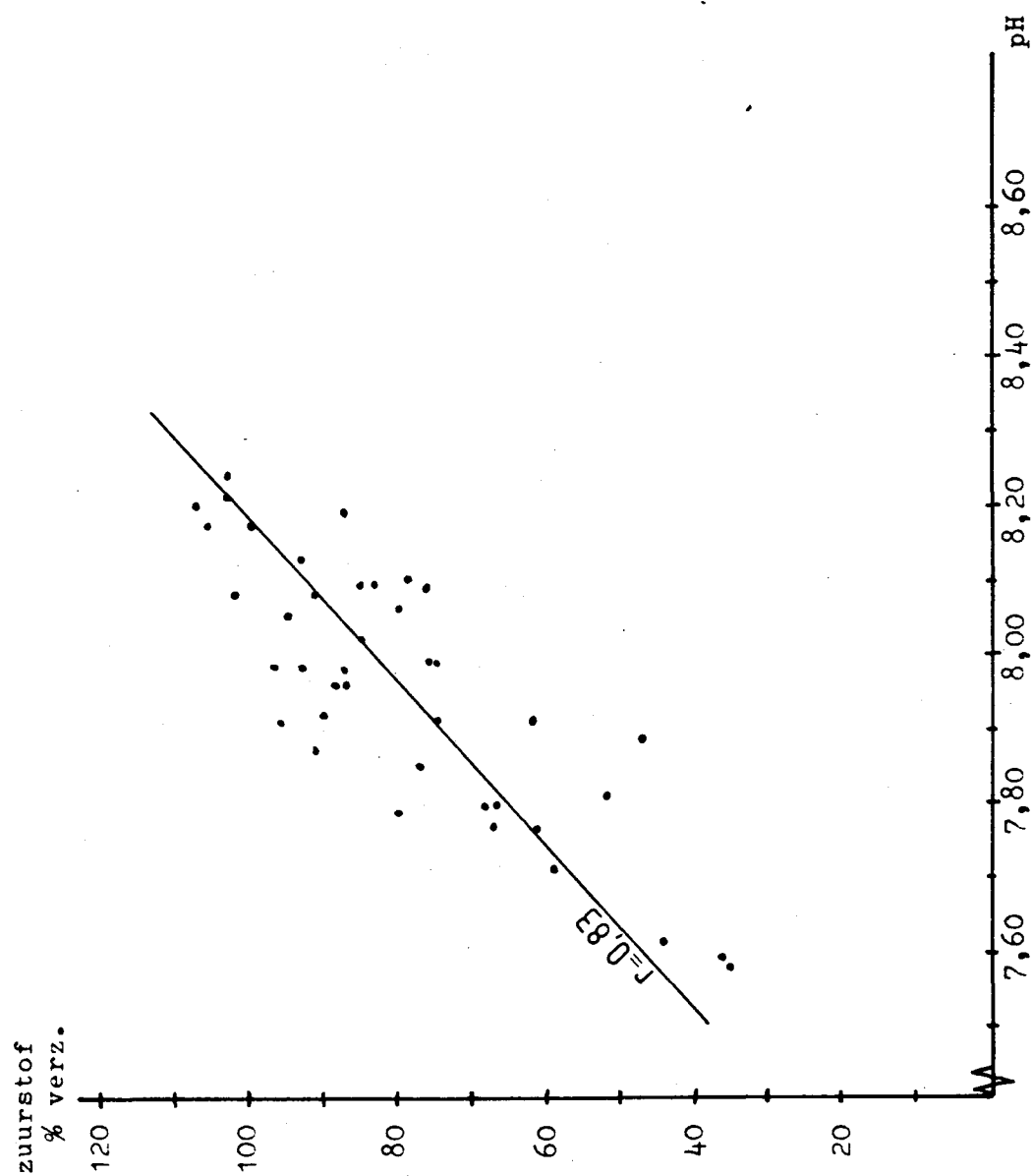


Fig. 8: Het verband tussen zuurstofgehalte en zuurgraad (pH) van het water in de putten van de verschillende bedrijven in de periode oktober-december 1980.