

ADDERINGH, R.H.



RIN

98387-MOB 86-3004

Onderzoek naar de ruimtelijke verdeling van de pH in een aantal vennen

Arnhem, 16 mei 1986

V. H. H. H. H.

G. Kema

98387-MOB 86-3004

Onderzoek naar de ruimtelijke verdeling van de pH in een aantal vennen

Arnhem, 16 mei 1986

Auteur R.H. Hadderingh

Divisie Onderzoek en Ontwikkeling

Ten behoeve van verzuringsonderzoek

A

© N.V. KEMA. Gehele of gedeeltelijke openbaarmaking en/of vervoelvoudiging, op welke wijze dan ook, van de inhoud van dit rapport is slechts toegestaan indien en voorzover dit uitdrukkelijk in dit rapport is vermeld dan wel daartoe door ons vooraf schriftelijk toestemming is verleend.

N.V. TOT KEURING VAN ELEKTROTECHNISCHE MATERIALEN

Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, Postbus 9035, 6800 ET Arnhem, Nederland.
Telefoon (085) 56 9111. Telex 45016 kema nl. Telefax (085) 51 56 06.
Postrekening 84 77 38. Bank: Algemene Bank Nederland N.V. Nederland, rek.nr. 53.47.10.883.
Handelsregister Arnhem, nr. 6404.

2583

INHOUD

	blz.
SAMENVATTING	3
1 Inleiding	3
2 Beschrijving onderzoeksgebieden	5
3 Methoden	5
3.1 De monsterpunten	5
3.2 Uitvoering metingen	6
3.2.1 Algemeen	6
3.2.2 Veldmetingen	6
3.2.3 Laboratoriummetingen	7
4 Resultaten en discussie	8
4.1 pH-metingen	8
4.2 Geleidbaarheid	12
4.3 Zuurstofgehalte	12
4.4 Ammonium, nitraat, chloride, sulfaat	13
5 Conclusies	14
LITERATUUR	16
APPENDIX I Beschrijving meetmethoden en specificatie van de gebruikte apparatuur	17

SAMENVATTING

In een twintigtal vennen in Noord-Brabant, Drenthe en Gelderland is onderzoek verricht naar de ruimtelijke verdeling van de zuurgraad (pH). De metingen zijn verricht in de winter en zomer van 1984.

Naast de pH zijn gemeten: geleidbaarheid en de gehalten aan O_2 , NH_4^+ , NO_3^- , Cl^- en SO_4^{2-} . In een aantal gevallen is als vergelijking de pH zowel met de gebruikelijke methode (elektrodes), als met een analyse van de vrije H^+ -ionen (spectrofotometrie) bepaald.

Het ruimtelijke verschil in de pH bedraagt 0,03 tot 1,41 pH-eenheid, afhankelijk van het ven. De mediaan van deze ruimtelijke verschillen bedraagt 0,4 pH-eenheid. Vooral bij waterdiepten groter dan 60 cm blijkt de pH vlak boven de bodem vaak 0,4 pH-eenheid lager te zijn dan aan het wateroppervlak.

1 INLEIDING

In het onderzoek naar verzuring van het aquatische milieu is naast biologische parameters, zoals de samenstelling van plankton, macrofauna en macrofyten, de pH (zuurgraad) een belangrijke graadmeter. Er is sprake van verzuring als op langere termijn een daling van de pH optreedt (= toename van vrije H^+ -ionen). Vooral de zwak gebufferde wateren van de pleistocene zandgronden, waartoe de meeste vennen behoren, kunnen door zure depositie zuurder worden.

Naar het verloop van de pH in de tijd is in Nederland wel enig onderzoek verricht. Zo vermelden Van Dam en Beljaars (1984) bijvoorbeeld sterke fluctuaties van pH 4 tot pH 9 in Kliplo, een ven bij Dwingeloo in de periode tussen 1970 en 1983. Over de ruimtelijke verdeling van de pH binnen een ven zijn in Nederland geen gegevens bekend. Meestal wordt de pH op slechts één of enkele monsterpunten bepaald. Een gering aantal metingen zou kunnen leiden tot een onjuiste boordeling van de pH van een water indien er ruimtelijke verschillen zijn. Verschillen in pH binnen een water zouden kunnen optreden in relatie tot onder andere de volgende factoren: ruimtelijke verdeling van vegetatie in het water, type begroeiing op het aangrenzende land, afstand tot oever en waterdiepte.

Om inzicht te verkrijgen in de ruimtelijke verdeling van de pH zijn in de winter en in de zomer van 1984 metingen verricht in 22 vennen gelegen in Noord-Brabant, Drenthe en Gelderland. Behalve de pH, die het meest intensief is bepaald, zijn op een beperkt aantal monsterpunten tevens enige andere parameters bepaald. Het betreft het gehalte aan H^+ -ionen als controle op de pH-metingen, het gehalte van chloride en de gehalten van de verzurende componenten NH_4^+ , NO_3^- en SO_4^{2-} . Daarnaast zijn tevens gemeten: de watertemperatuur, de geleidbaarheid, het gehalte aan O_2 en de waterdiepte.

Nadat de KEMA een aantal vennen in de provincie Noord-Brabant had uitgekozen voor onderzoek zijn er nog enige vennen bijgekomen. Dit zijn het Achterste Choorven, Kliplo en de Gerritsfles, waarvoor het Rijksinstituut voor Natuurbeheer belangstelling had in verband met daar lopend verzuringsonderzoek en een drietal vennen in de boswachterij Dwingeloo (Meeuwenplas, Diepveen en Zandveen), waarvan het Staatsbosbeheer graag informatie zou willen hebben.

2 BESCHRIJVING ONDERZOEKSGBIED

In tabel 1 wordt van elk bemonsterd water de ligging, het oppervlak, de maximum waterdiepte en de begroeiing van de omgeving vermeld. De vegetatie in de vennen is zeer globaal bekeken en bestaat in de meeste vennen voornamelijk uit veenmos (*Sphagnum spec.*) en knolrus (*Juncus bulbosus*). De vennen zijn omgeven door bos (voornamelijk dennen) en/of heide waarin meestal veel pijpestrootje (*Molinea caerulea*) voorkomt. Het zijn vrijwel allemaal kleine wateren met een oppervlak beneden 10 ha en niet dieper dan 1 m. Alleen het Beuven heeft een oppervlak van circa 60 ha. Alle wateren zijn vennen die gelegen zijn in natuurreservaten, waarvan de meeste worden beheerd door Natuurmonumenten of Staatsbosbeheer, enkele vennen zijn eigendom van de gemeenten Eindhoven, Valkenswaard of in partikulier bezit.

De meeste vennen staan niet in verbinding met andere wateren en worden rechtstreeks of indirect via omliggend terrein gevoed met regenwater en/of met grondwater. Het Belversven en het Platvoetje kunnen echter gevoed worden met voedselrijk water uit de omgeving via sloten. In de meeste vennen was de waterstand in de zomer circa 20 cm lager dan in de winter. Het Verreven en het Klein Huisven waren in de zomer vrijwel uitgedroogd.

3 METHODEN

3.1 De monsterpunten

Om een goed beeld te verkrijgen van de ruimtelijke verdeling van de pH zijn monsterpunten langs de oever en in het open water vastgesteld. Over het algemeen zijn de meeste monsterpunten langs de oever gelegen omdat hier de grootste variatie in de pH werd verwacht vanwege verschillen in dichtheid en samenstelling van de vegetatie in het water en op de oever en verschillen in sedimentatie van organisch materiaal in verband met de heersende windexpositie.

Het aantal monsterpunten varieert van 1 tot 18; de grootste vennen hebben de meeste punten. In het Belversven, het Beuven en het Platvoetje zijn de metingen slechts op 1 monsterpunt uitgevoerd en niet uitgebreid vanwege het niet of nauwelijks zure karakter van deze vennen (pH

6,25-7,45). Het wel zure Kiezelveen werd ter oriëntatie op 1 monsterpunt gemeten.

3.2 Uitvoering metingen

3.2.1 Algemeen

De meeste vennen zijn tweemaal bezocht: in februari/april en in augustus/september. Tijdens de tweede meetserie in de zomer is in principe op dezelfde monsterpunten gemeten als in de winter. In sommige gevallen (Groot Malpieven, ven ten westen van Groot Malpieven, Verreven en Klein Huisven) vervielen enkele monsterpunten als gevolg van uitdroging. De gemeten parameters en het principe van de metingen waren de volgende: pH (pH-meter met gecombineerde elektrode), watertemperatuur (meetsonde van pH-meter), waterdiepte (peilstok), O₂-gehalte (zuurstofmeter met elektrode), geleidbaarheid (geleidbaarheidsmeter met elektrode), concentraties van H⁺- en NH₄⁺-ionen (spectrofotometrie) en de concentraties van Cl⁻, NO₃⁻ en SO₄²⁻-ionen (ionchromatografie). Chemische analyses van de gehalten H⁺, NH₄⁺, Cl⁻, NO₃⁻ en SO₄²⁻ zijn alleen in de zomer uitgevoerd op 1 of 2 monsterpunten van 13 vennen. Een beschrijving van de gevolgde analysemethoden en specificaties van de apparatuur is te vinden in Appendix I.

De uitvoering van de metingen die deels in het veld, deels in het laboratorium is verricht wordt in de volgende paragrafen beschreven.

3.2.2 Veldmetingen

In het veld zijn de volgende parameters bepaald: pH, watertemperatuur, waterdiepte, O₂-gehalte en geleidbaarheid. Om sommige monsterpunten goed te kunnen bereiken is gebruik gemaakt van een licht bootje.

De pH is op ieder monsterpunt bepaald. Op alle monsterpunten zijn pH-metingen aan het oppervlak uitgevoerd. Tevens is de pH vlak boven de bodem gemeten, voornamelijk bij waterdiepten > 30 cm omdat bij geringere diepte vermenging van waterlagen zou kunnen optreden. Tijdens de metingen in de zomer zijn op de diepere monsterpunten ook pH-metingen uitgevoerd in de bovenste bodemlaag.

Van belang was hoeveel metingen op ieder afzonderlijk monsterpunt noodzakelijk zouden zijn voor een betrouwbare

pH-waarde. Voor de oppervlaktemetingen in open water bleek één meting per monsterpunt voldoende te zijn aangezien de spreiding bij meerdere metingen slechts enkele honderdsten van een pH-eenheid bedroeg.

Op monsterpunten langs de oever was de situatie in veel gevallen anders vanwege de veelal aanwezige vegetatie. De variatie in de pH was hier vaak groter dan in het open water. Daarom zijn op de oeverpunten meestal twee metingen verricht: één meting vlak langs de oever en een meting op circa 1 m afstand van de oever. Deze twee metingen zijn tot een gemiddelde waarde omgerekend. Op een aantal monsterpunten is op verschillende afstanden vanuit de oever de pH gemeten in verband met een mogelijke gradiënt.

Voor de pH vlak boven de bodem werd volstaan met 1 meting per monsterpunt. De variatie binnen 1 monsterpunt was ook hier gering (circa 0,05 pH-eenheid). De pH in de bodem bleek moeilijk meetbaar vanwege de grote variatie binnen 1 monsterpunt en omdat een stabiele waarde moeilijk of niet werd verkregen. Waarschijnlijk is dit het gevolg van de grote variatie in dikte en samenstelling van het substraat. Aangezien deze metingen slechts oriënterend waren werd met 1 meting per monsterpunt volstaan.

Op alle monsterpunten is de temperatuur aan het oppervlak en de waterdiepte gemeten, terwijl het O₂-gehalte en de geleidbaarheid op enkele punten aan het oppervlak zijn gemeten. Van al deze parameters werd 1 meting per monsterpunt uitgevoerd.

3.2.3 Laboratoriummetingen

Van 13 vennen zijn tijdens de zomermetingen op 1 of 2 monsterpunten watermonsters uit de oppervlaktelaag genomen voor bepaling van de concentratie van de volgende ionen: H⁺, NH₄⁺, Cl⁻, NO₃⁻ en SO₄²⁻. Tevens is de pH bepaald met een pH-meter. Per monsterpunt werd zowel een monster in een fles van polyethyleen als in één van glas verzameld in verband met verschil in resultaat ten gevolge van mogelijke passage/hechting van ionen door/aan de wand. Voordat de flessen werden gevuld werden ze gespoeld met venwater. Na aankomst op het laboratorium werden de monsters in de koelkast bewaard tot de analyse op de volgende dag. Uit de analyses bleken de concentraties van de H⁺- en de NH₄⁺-ionen in de glazen flessen tot circa 60% hoger te zijn dan in de polyethyleen flessen. Daarom zijn alleen de analyseresultaten vermeld welke afkomstig zijn van de monsters uit de glazen flessen.

4 RESULTATEN EN DISCUSSIE

4.1 pH-metingen

Algemeen: de gemiddelde pH's aan het oppervlak en aan de bodem zijn vermeld in tabel 2 (wintermetingen) en tabel 3 (zomermetingen). De meeste vennen hebben een gemiddelde pH tussen 3,6 en 4,4. In enkele vennen zijn relatief hoge pH's gemeten, met name in het Platvoetje, het Beuven en het Belversven (pH 6,25-7,45). Deze vennen worden alle beïnvloed door instromend voedselrijk water (Van Dam, 1983, mededeling Staatsbosbeheer). Verder zijn relatief hoge pH's gemeten in het Zandbergsven A (4,64-4,72 aan de bodem) en in het Groot Malpieven (5,76-5,93, zomermetingen).

Horizontale verdeling: de variatie in pH in het horizontale vlak aan het oppervlak en vlak boven de bodem binnen de diverse vennen is aangegeven door middel van de standaarddeviatie van de gemiddelde pH en door middel van de minimale en maximale waarden (zie tabellen 2 en 3). De standaarddeviatie van de oppervlaktemetingen blijkt bij de meeste vennen minder dan 0,1 à 0,2 pH-eenheid te bedragen; aan de bodem is deze over het algemeen iets hoger. De spreiding in de pH, het verschil tussen de laagste en de hoogste pH binnen één ven, kan in een enkel geval oplopen tot 1,41 pH-eenheid (Groot Malpieven in de zomer). In de meeste gevallen bedraagt de spreiding 0,1 tot 0,3 pH-eenheid. In de zomer was de spreiding groter dan in de winter.

Een gedetailleerd beeld van de horizontale variatie in pH is gegeven in de figuren 1 en 2, waarin de afzonderlijke metingen in twee vennen zijn weergegeven. In de Gerritsfles (figuur 1) varieert de pH aan het oppervlak tussen 4,26 en 4,51, waarbij het noordelijk deel een duidelijk hogere pH heeft dan het zuidelijk deel. Aan de bodem zijn als laagste en hoogste pH-waarden van 3,83 en 4,56 gevonden, een verschil van 0,73 pH-eenheid.

Het tweede voorbeeld is het Groot Malpieven (figuur 2). Op 13 maart ligt de pH aan het oppervlak op de meeste monsterpunten tussen circa 4,10 en 4,20. De minimum- en maximumwaarden zijn 3,92 (zuidwesten) respectievelijk 4,30 (noordoosten). Bij de bodem zijn de gemeten minimum- en maximumwaarden 3,78 respectievelijk 4,20.

Op 21 augustus is de variatie van de pH aan het oppervlak 5,48-6,55 en aan de bodem 5,44-6,85. De variatie in pH in augustus blijkt dus groter te zijn dan die in maart. Als de variatie in pH wordt uitgedrukt in H⁺-ionenconcentraties, is deze in de winter (70 en 103 µeq H⁺/l in op-

pervlak respectievelijk bodem) aanzienlijk groter dan die in de zomer (3 en 3,5 $\mu\text{eq H}^+/\text{l}$ oppervlak respectievelijk bodem).

De variatie in de horizontale verdeling van de pH zal samenhangen met de natuurlijke variatie van factoren die in een ven de pH bepalen, zoals depositie, assimilatie en afbraak van organisch materiaal. Deze factoren zijn in dit onderzoek niet betrokken.

De meetresultaten van de pH op verschillende afstand van de oever met een maximale afstand van 15 m, zijn vermeld in tabel 4. Hieruit blijkt dat de pH zeer geringe verschillen vertoont, waarvan de meeste binnen de meetfout vallen.

Tabel 5 geeft de pH's gemeten bij oevers met een verschillende vegetatie (heide of bos). In de meeste gevallen is er een overlap tussen de pH's van beide categorieën metingen. In eerste instantie lijkt het type vegetatie geen verschillende invloed op de pH van het water langs de oevers te hebben. Waarschijnlijk bepaalt de rechtstreeks in het ven komende neerslag de pH en is afstroming uit het omliggende gebied minder van belang.

Vertikale verschillen in pH: in figuur 3a, b is voor een aantal vennen (met een grootste diepte van 55 à 110 cm) de pH aan het oppervlak en aan de bodem bij verschillende waterdieptes weergegeven. Over het algemeen is de pH aan de bodem lager dan aan het oppervlak. Het verschil neemt toe met de waterdiepte. De meest duidelijke patronen zijn gevonden bij het Pingoven, het Groot Malpieven, Kliplo en het Zandveen, tijdens de wintermetingen en bij het Gerritsfles tijdens de zomermetingen. Het grootst gemeten verschil bedroeg circa 0.6 pH-eenheid. In de zomer blijken de pH-verschillen tussen oppervlak en bodem, met uitzondering van de Gerritsfles, minder duidelijk respectievelijk vrijwel afwezig te zijn. Een verklaring voor de verticale verschillen in pH is niet zonder meer te geven. Een mogelijke oorzaak is de invloed van natte depositie. De pH van regenwater is circa 4,5 en is dus hoger dan die van het water van de meeste vennen. Indien we aannemen dat het regenwater zich voornamelijk met de oppervlaktelaag mengt, zou deze laag minder zuur kunnen zijn dan de diepere lagen. Het geringere verschil in pH in de zomer is waarschijnlijk voor een deel het gevolg van het lagere waterpeil waardoor minder stratificatie aanwezig is.

In tabel 6 zijn de meetgegevens vermeld van de pH-metingen in de bodem, vlak boven de bodem en aan het oppervlak (al-

leen voor zomerperiode). In vrijwel alle gevallen is de pH in de bodem aanzienlijk hoger dan in het water erboven. Het verschil bedraagt gemiddeld circa 0,75 pH-eenheid en kan oplopen tot een maximum van circa 2 pH-eenheden. Binnen één ven kunnen deze verschillen in pH sterk variëren, zoals bijvoorbeeld in het Pingoven en het Starven. Verder geven de meetresultaten de indruk dat bij een geringe waterdiepte de pH in de bodem hoger is dan bij een grotere waterdiepte (zie Pingoven, Zandbergsven A, Groot Malpieven en Gerritsfles). De pH in de bodem is in een aantal gevallen hoger dan 5,5 hetgeen duidt op de aanwezigheid van een nog zeer geringe buffercapaciteit (Henriksen, 1982).

Maximale spreiding:

In figuur 4 is van 28 representatieve meetseries de maximale spreiding aangegeven in de pH-waarden (ΔpH) en die van de corresponderende H^+ -ionenconcentraties ($\Delta[\text{H}^+]$). Eén meetserie omvat alle waarden aan het oppervlak en vlak boven de bodem gemeten binnen één ven op één dag in de winter of in de zomer. De resultaten zijn gerangschikt volgens een toenemende ΔpH . Bij 27 van de 28 meetseries ligt de maximale spreiding van de pH tussen 0,03 en 0,7 pH-eenheid. Een uitschieter vormt het Groot Malpieven in de zomer met een ΔpH van 1,4 pH-eenheid. De mediane waarde bedraagt 0,4 pH-eenheid. Verder is in de figuur te zien dat een hoge ΔpH niet a priori een hoge $\Delta[\text{H}^+]$ geeft. Tot een ΔpH van circa 0,5 pH-eenheid neemt de $\Delta[\text{H}^+]$ eveneens toe. In het traject met de hogere ΔpH -waarden tussen circa 0,5 en 1,4, zien we in een aantal gevallen een geringe $\Delta[\text{H}^+]$. Dit hangt samen met de relatief hoge pH-waarden van de betreffende vennen (minimale pH-waarden tussen 4,18 en 5,44), waarbij de H^+ -ionenconcentraties laag zijn. Een kleine spreiding in de H^+ -ionenconcentraties correspondeert hier met een grote spreiding in de pH. Het meest illustratief hiervoor is het Groot Malpieven in de zomer, waarbij de geringe $\Delta[\text{H}^+]$ van 3,5 $\mu\text{eq/l}$ (spreiding $[\text{H}^+]$: 3,6 - 0,14 $\mu\text{eq/l}$) een aanzienlijke ΔpH geeft van 1,41 pH-eenheid (spreiding pH: 5,44 - 6,85).

Seizoensverschil: bij enkele vennen zijn seizoensverschillen in de pH waargenomen. Het grootste verschil is aangetroffen in het Groot Malpieven, waar de gemiddelde pH van de zomermetingen (gemiddelde pH oppervlakte 5,93) 1,79 pH-eenheid hoger was dan die in de winter (gemiddelde pH oppervlakte 4,14). Ook in het Diepveen waren de zomermetingen relatief hoog. Omgekeerd zijn er ook vennen met relatief lage pH in de zomer, met name het Witven (- 0,23 pH-eenheid) en het Starven (- 0,40 pH-eenheid). Bij de

overige vennen waren de verschillen geringer of niet te bepalen vanwege het geringe aantal metingen.

Vergelijking tussen veld- en laboratoriummetingen van de pH: ter vergelijking met in het veld gemeten (met WTW-meter) pH-waarden is van een aantal monsterpunten op de dag na de veldmeting het gehalte aan H⁺-ionen bepaald, waaruit de pH is berekend. Tevens is op het laboratorium de pH bepaald met een andere pH-meter (Philips-meter). De resultaten van de veld- en laboratoriummetingen zijn vermeld in tabel 7.

Voor vrijwel alle monsters (11 van de 13 monsters) geldt dat de in het veld gemeten pH lager is dan de uit de H⁺-ionenconcentratie berekende pH. Het verschil tussen beide bepalingen varieert van 0,02 tot 0,19 pH-eenheid. Het monster van het Zandbergsvan A heeft juist een aanzienlijk hogere pH bij de veldmeting (4,34) dan bij de laboratoriummeting (3,96). Dit zou veroorzaakt kunnen zijn door de donkerbruine kleur van dit monster, waardoor de extinctie verhoogd is met als gevolg een te hoge [H⁺] en een te lage (berekende) pH.

De in het veld gemeten pH-waarden zijn in de meeste gevallen ook lager dan de in het laboratorium met de Philips-meter bepaalde waarden. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit verschil voor een deel kan worden toegeschreven aan de twee verschillende pH-meters die zijn gebruikt (in een later uitgevoerde meetreeks bleek het verschil in meetresultaat tussen deze meters $0,04 \pm 0,03$ (s.d.) pH-eenheid te bedragen).

De vrijwel consequent lagere pH-waarden in het veld kunnen worden veroorzaakt doordat de laboratoriummetingen één dag later zijn uitgevoerd, waardoor veranderingen in de chemische samenstelling kunnen zijn opgetreden met als gevolg een geringe stijging in de pH.

In een artikel over pH-metingen in water met een lage geleidbaarheid, waartoe ook de zure vennen behoren, bespreken Neal en Thomas (1985) de mogelijke foutenbronnen die hierbij kunnen optreden. Ten aanzien van gebruik van verschillende elektrodes, lengte van de responsietijd, temperatuurverschil tussen monster, buffer en elektrode en het wel of niet roeren, vinden deze auteurs verschillen in pH die kunnen oplopen tot respectievelijk 0,8, 0,6, 0,7 en 0,5 pH-eenheid. Hiermee vergeleken kunnen de verschillen die bij onze metingen zijn gevonden gering worden genoemd.

4.2 Geleidbaarheid

De geleidbaarheid geeft een indruk van de totale ionenconcentratie in het water (tabel 8). Bij de wintermetingen zien we relatief hoge waarden voor het zwak-zure Platvoetje en Beuven, beide geëutrofiëerde vennen. Bij de zure vennen varieert de geleidbaarheid van 52 (Verreven, pH 3,90) tot 168 $\mu\text{S/cm}$ (Achterste Choorven, pH 4,09). In de zomer varieert de geleidbaarheid van 56 (Kliplo, pH 5,00) tot 188 $\mu\text{S/cm}$ (Ven NW van Groot Malpieven, pH 5,93).

In tabel 9 is de geleidbaarheid van de winter- en zomermetingen vergeleken. De gepresenteerde waarden zijn gecorrigeerd voor de pH, omdat bij zeer zure vennen de bijdrage van de activiteit van de H^+ -ionen aan de geleidbaarheid erg hoog is ten opzichte van de andere ionen (Sjörs, 1950). De geleidbaarheid van de H^+ -ionen, berekend volgens Sjörs, is afgetrokken van de gemeten waarden. In de meeste vennen is de geleidbaarheid in de zomer aanzienlijk hoger dan in de winter. De grootste toename van 46 $\mu\text{S/cm}$, van 58 naar 104 $\mu\text{S/cm}$, werd gemeten in het ven ten noordwesten van het Groot Malpieven. Toenames van circa 20 $\mu\text{S/cm}$ werden gemeten in de vennen ten zuiden van Eindhoven (Verreven en Klein Huisven) en in de vennen gelegen in de Strabrechtse Heide (Witven, Kiezelveven en Starven). Lagere zomerwaarden van betekenis zijn gemeten in het Pingoven en Kliplo. De over het algemeen hogere geleidbaarheid in de zomer is waarschijnlijk een gevolg van toename in ionconcentratie door afname van het watervolume van de vennen (in de zomer is de verdamping groter dan de neerslag).

4.3 Zuurstofgehalte

Ter indicatie is het zuurstofgehalte in de meeste vennen op één of enkele plaatsen gemeten (zie tabel 8). Tijdens de wintermetingen is in de meeste gevallen meer dan 12 mg O_2/l gemeten bij watertemperaturen van circa 5 à 6°C. Dit betekent een verzadiging van circa 100%. Afwijkende waarden zijn het relatief lage gehalte van het achterste Choorven (9,9 mg/l = 83%) en het zeer hoge gehalte van het Platvoetje (19,3 mg/l = 166%). De oververzadiging van het Platvoetje werd veroorzaakt door de sterke assimilatie van de dikke laag flap (draadalgen) in combinatie met het zonnige weer tijdens de metingen.

Tijdens de zomermetingen lagen de meeste zuurstofgehalten tussen 9,0 en 11,4 mg/l. Bij de hoge watertemperaturen, de hoogste gemiddelde temperatuur was 28,6°C in het Witven,

betekent dit in veel gevallen een vrij sterke oververzadiging. Alleen het Diepveen was met 6,5 mg O₂/l onderverzadigd (74%). Dit komt waarschijnlijk door de geringe instraling ten gevolge van de besloten ligging (bos) en het vroege tijdstip (lage zonnestand).

4.4 Ammonium, nitraat, chloride en sulfaat

Deze ionen zijn alleen gedurende de zomermetingen bepaald (zie tabel 9).

In zeven vennen bedraagt het ammoniumgehalte 0,1 mg NH₄⁺/l of minder. In de overige vennen variëren de gehalten van 0,5 tot 3,3 mg/l. Het nitraatgehalte was in alle gevallen minder dan 0,2 mg NO₃⁻/l (niet vermeld in de tabel). In weinig gestoorde wateren is ammonium vrijwel niet meetbaar (Biologische Waterbeoordeling, 1977). Bij een goed functionerende N-huishouding wordt het ammonium bacterieel omgezet in nitraat. Dit proces wordt geremd bij een pH lager dan circa 4, zoals blijkt uit experimenten van Leuven en Schuurkens (1985). Aangezien de pH's in de vennen ook deze waarden hebben zou stagnatie van het nitrificatieproces een oorzaak kunnen zijn van de hoge ammoniumgehalten. Een uitzondering vormt het Groot Malpieven met 3,3 mg NH₄⁺/l bij een relatief hoge pH van 6,39. Een mogelijke verklaring hiervoor is anaerobie in het sediment door de hoge watertemperatuur (25°C), waardoor de nitrificatie ook stopt. Onder deze omstandigheden kan sulfaatreductie optreden (vorming van H₂S = afname H⁺), waardoor de pH stijgt (vergelijk het Rouwkuilenvan in Leuven en Schuurkes, 1985). De hoge ammoniumgehalten kunnen deels ook zijn ontstaan door depositie van ammoniak (NH₃) afkomstig uit dierlijke mest.

De chloridegehalten variëren van 6,6 tot 12,8 mg/l. maar bedragen in de meeste gevallen circa 8 à 9 mg/l.

Sulfaat blijkt sterk te variëren van 3,1 in Kliplo tot 35,2 mg SO₄²⁻/l in het ven ten noordwesten van het Groot Malpieven. Aangezien sulfaat via atmosferische depositie verzurend kan werken is nagegaan of er correlatie is tussen de H⁺- en SO₄²⁻-ionen. Figuur 5 laat een positieve correlatie zien tussen de SO₄²⁻-concentratie en de H⁺-concentratie (en dus een negatieve correlatie met de pH). De correlatie blijkt significant te zijn bij een tweezijdige overschrijdingskans van 5%.

5 CONCLUSIES

Het verschil tussen de laagste en hoogste pH-waarde gemeten op een meetdag is per ven verschillend en varieert van 0,03 tot 1,41 pH-eenheid. De mediaan van 28 van deze ruimtelijke variaties bedraagt 0,4 pH-eenheid. De pH gemeten aan het oppervlak blijkt minder sterk te variëren dan die vlak boven de bodem. Verder blijkt de pH vlak boven de bodem in het algemeen lager te zijn dan die aan het wateroppervlak. dit geldt vooral bij waterdiepten groter dan circa 60 cm, waar het verschil vaak 0,4 pH-eenheid bedraagt.

De pH's langs oevers met bos respectievelijk heide als begroeiing blijken van een zelfde orde van grootte te zijn. Het type vegetatie langs de oever lijkt geen verschillende invloed te hebben op de pH van het aangrenzende water. Binnen trajecten tot 15 m loodrecht op de oever blijkt de pH geen gradiënt te vertonen.

Aan de ruimtelijke variatie liggen ten grondslag de pH-bepalende processen die van biologische, chemische en fysische aard zijn. Voor het vaststellen van de "pH" van een ven verdient het daarom aanbeveling op een groot aantal plaatsen zowel in horizontaal als in vertikaal vlak pH-metingen uit te voeren. Dit is vooral van belang bij onderzoek naar relaties tussen zure (verzurende) depositie en de zuurgraad in het water van een ven. Ook bij vergelijkingen tussen de pH van verschillende vennen is dit punt van belang. Het aantal meetpunten zal afhangen van de mate van ruimtelijke variatie en de gewenste nauwkeurigheid van de pH. Bovendien zullen de metingen met een bepaalde frequentie moeten worden uitgevoerd in verband met seizoensafhankelijke omstandigheden ten aanzien van onder andere depositie, vegetatie-ontwikkeling, lichtniveau, watertemperatuur en waterpeil, welke in meer of mindere mate de pH kunnen beïnvloeden.

Bij de beoordeling van verschillen in pH-waarden is het van belang de hiermee corresponderende verschillen in H^+ -ionenconcentratie te betrekken omdat deze sterk afhangen van het pH-niveau. Zo correspondeert het verschil tussen pH 3,8 en 4,0 met 42 $\mu\text{eq } H^+/l$, terwijl eenzelfde verschil in pH tussen pH 4,8 en 5,0 overeenkomt met slechts 6 $\mu\text{eq } H^+/l$. Om in dit opzicht verwarring te voorkomen zou de hoeveelheid zuur in water beter kunnen worden uitgedrukt door middel van $[H^+]$ (zuurtegraad) dan met de pH (waterstofexponent = $-\log[H^+]$).

De geleidbaarheid blijkt in de meeste vennen 's zomers het hoogst te zijn, waarschijnlijk vanwege de dan lagere waterstand, waardoor de ionenconcentratie hoger is.

De concentratie van de SO_4^{2-} -ionen is positief gecorreleerd met de H^+ -ionenconcentratie, hetgeen kan duiden op de verzurende invloed van sulfaat via atmosferische depositie.

LITERATUUR

BIOLOGISCHE WATERBEOORDELING, 1977. Methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag. Werkgroep Biologische Waterbeoordeling, eindredactie L. de Lange en M.A. de Ruiter.

DAM, H. VAN, 1983. Vennen in Midden-Brabant. RIN-rapport 83/23.

DAM, H. VAN en BELJAARS, K., 1984. Historische veranderingen in microflora en chemie van vennen in relatie tot zure neerslag. In: Zure regen, oorzaken, effecten en beleid, Proceedings symposium 17/18 november 1983 's Hertogenbosch (redactie E.H. Adema en J. van Ham).

HENRIKSEN, A., 1982. Susceptibility of surface waters to acidification. In: Acid rain/Fisheries, Proceedings Int. Symp. Acid Precip. Fish Imp. (editor Johnson, R.E., Am. Fish Soc., Bethesda, Maryland) p. 103-121.

LEUVEN, R.S.E.W. en SCHUURKES, J.A.A.R., 1985. Effecten van zure neerslag op zwak gebufferde en voedselarme wateren. Publikatiereeks Lucht nr. 47.

NEAL, C. and THOMAS, A.G., 1985. Field and laboratory measurement of pH in low-conductivity natural waters. J. Hydrology 79, p. 319-322.

SJÖRS, H., 1950. On the relation between vegetation and electrolytes in North Swedish Mire waters. Oikos 2, p. 241-258.

WESTCOTT, C.C., 1978. pH measurements. Academic Press, New York, San Fransisco, London, 172 pp.

Appendix I blad 1

BESCHRIJVING MEETMETHODEN EN SPECIFICATIE VAN DE GEBRUIKTE APPARATUUR

pH-metingen

In het veld is de pH bepaald met een pH-meter van het type pH91, merk WTW, voorzien van een gecombineerde glas/referentie elektrode type E56-57. Volgens de fabrikant bedraagt de meetfout $\pm 0,015$ pH-eenheid in het pH-gebied tussen 3,6 en 9,1. Via de aangesloten temperatuurvoeler wordt de temperatuurafhankelijkheid van de elektrode automatisch gecompenseerd. De elektrode werd op iedere meetdag twee maal geijkt met bufferoplossingen (zelfde temperatuur als oppervlaktewater) met pH 6,9 (asymmetrie-instelling) en pH 4,0 (steilheidinstelling). Tijdens de metingen is de elektrode steeds in beweging gehouden omdat de pH-waarde dan sneller kan worden afgelezen en meer representatief is (Westcott, 1978). De gemiddelde pH is berekend door de afzonderlijk gemeten pH-waarden om te rekenen naar H^+ -concentraties, deze te middelen en om te rekenen naar pH.

In het laboratorium zijn als vergelijking met de pH berekend uit de analyses van het vrij zuurgehalte (H^+), pH-metingen verricht met een Philips pH-meter PW 9414 voorzien van een gecombineerde elektrode type Ingold 10406-3086 met elektronische temperatuurcorrectie. De temperatuur van de buffer en het monster waren beide circa 20°C.

Watertemperatuur

Parallel aan de pH werd de temperatuur in °C steeds gemeten met de meetsonde van de pH-meter type pH91.

Zuurstofgehalte

Er is gemeten met een zuurstofmeter van WTW, type Oxi91, welke voorzien is van een membraan bedekt amperometrisch elektrodensysteem volgens Clarke. Zowel het gehalte aan O_2 in mg/l als het verzadigingspercentage kunnen worden bepaald. De meetfout bedraagt $< 0,1$ mg O_2 /l en $< 1\%$ verzadiging.

Waterdiepte

De waterdiepte is gemeten met een peilstok met cm-verdeling. De waterdiepte werd gedefinieerd als afstand tussen oppervlak en bovenzijde detrituslaag.

Appendix I blad 2

Geleidbaarheid

In het voorjaar is gemeten met een geleidbaarheidsmeter van het merk Consort, type K520 en in de zomer met een WTW-meter, type LF91. Alle gepresenteerde waarden zijn aangegeven als geleidbaarheid bij 25°C. Omdat binnen één water weinig variatie in geleidbaarheid werd gevonden zijn de metingen op een klein aantal monsterpunten uitgevoerd.

analyse vrij zuur (H⁺)

Voor de bepaling van het vrij zuur wordt het monster met een broomkresolgroen-oplossing gemengd. De extinctie van deze oplossing wordt met een spectrofotometer bij 430 nm gemeten. De indicator is werkzaam bij een pH-bereik van circa 3,8 tot 5,4 (kleuromslag geel-blauw). Er is een lineair verband tussen extinctie en concentratie. De concentratie van de H⁺-ionen wordt bepaald met behulp van een reeks standaardoplossingen gemaakt uit zwavelzuur. Deze analysemethode is in principe ontwikkeld om vrij zuur in regenwater te bepalen. De meetrange bedraagt 5-360 µeq H⁺/l en de nauwkeurigheid ± 5 µeq H⁺/l.

Analyse NH₄⁺

De analyse wordt uitgevoerd met behulp van spectrofotometrie. Het monster wordt gemengd met een salicylaatoplossing, een katalysator (natriumnitroprusside) en een actieve chlooroplossing (natriumdichloorisocyanuraat), waarmee een gekleurd complex wordt gevormd. De extinctie wordt bij 660 nm gemeten. Er is een lineair verband tussen extinctie en concentratie. De concentratie van het monster wordt bepaald met een reeks standaardoplossingen. Het toegepast meetbereik bedroeg 0,1-20 mg/l met een nauwkeurigheid van ± 0,06 mg/l.

Analyse van Cl⁻, NO₃⁻ en SO₄²⁻

De analyse wordt uitgevoerd met behulp van ionchromatografie. Het monster wordt dan geïnjecteerd in een NaHCO₃/Na₂CO₃-oplossing en door een zogenaamde scheidingskolom gepompt. Ten gevolge van verschillende lading en grootte doorlopen de ionen (Cl⁻, NO₃⁻ en SO₄²⁻) deze kolom met verschillende snelheden. Na de scheidingskolom wordt de oplossing door een suppressie-kolom geleid waar de positieve ionen worden gewisseld tegen protonen. Uit de loopvloeistof ontstaat koolzuur met een lage geleidbaarheid en uit de zouten uit het monster ont-

Appendix I blad 3

staan de goed geleidende zuren HCl, HNO₃ en H₂SO₄. De geleidbaarheid is een maat voor de concentratie (lineair verband: piekhoogte-concentratie). De retentietijd (tijd vanaf injectie tot signaal op detector) is voor ieder anion anders, waardoor identificatie mogelijk wordt. De concentraties worden bepaald met behulp van ijkingsmetingen met een reeks standaardoplossingen. De toegepaste meetbereiken en de nauwkeurigheid waren respectievelijk voor Cl⁻: 0,5-7,5, ± 0,15 mg/l, voor NO₃⁻: 1-15, ± 0,30 mg/l en voor SO₄²⁻: 1-15, ± 0,30 mg/l. Bij te hoge concentraties werden de monsters verdund.

Tabel 1 Algemene gegevens van de bemonsterde vennen

naam ven omgeving	gemeente	top- kaart	coördinaten		opper- vlakte (ha)	diepte ¹ maximaal (cm)	
Pingoven	Boxtel	51A	146,5	397,4	3	85	heide
Zandbergsven A*	Boxtel	51A	147,2	398,3	0,5	55	bos/heide
Zandbergsven B+	Boxtel	51A	147,4	398,4	0,2	80	bos/heide
Zandbergsven C+	Boxtel	51A	147,1	398,35	0,3	100	heide
Belversven	Oisterwijk	51A	145,2	398,2	11	-	bos
Achterste Choorven	Oisterwijk	51A	142,8	397,2	1,4	90	bos
Groot Malpieven	Valkenswaard	57B	159,6	369,4	9	105	bos/heide
Ven NW van GM-ven	Valkenswaard	57B	159,3	369,9	2	-	heide
Ven W van GM-ven	Valkenswaard	57B	159,2	369,8	0,1	-	heide
Verreven (Veeven)	Eindhoven/ Heeze	51G	164,2	377,2	8	-	heide
Brilven	Heeze	51G	164,0	377,1	0,5	40	bos
Klein Huisven	Eindhoven	51G	164,2	378,9	5	-	heide/bos
Witven	Someren	51H	173,7	377,5	4,5	50	bos
Platvoetje	Maarheeze	51H	171,9	376,9	4,5	-	heide/bos
Kiezelven	Geldrop	51G	169,9	380,3	1,5	-	heide/bos
Starven	Someren	51H	173,9	379,2	6	50	heide/bos
Beuven	Someren	51H	173,0	379,0	60	-	heide
Meeuwenplas	Dwingeloo	17A	227,2	539,2	2	95	heide
Kliplo	Dwingeloo	17A	225,9	539,1	0,4	105	bos
Zandveen	Dwingeloo	17A	226,0	538,2	2,5	100	bos
Diepveen	Dwingeloo	17C	225,9	537,3	0,9	130	bos
Gerritsfles	Apeldoorn	33A	184,5	463,7	4	100	heide/bos

* ven A is geïsoleerd

+ vennen B en C staan met elkaar in verbinding via een greppel

1 grootst waargenomen diepte tijdens de metingen

Tabel 2 Gemiddelde, minimale en maximale waarden van de pH in vennen gemeten in de winter van 1984

ven	datum	oppervlak				bodem			
		n*	gem	± S.D.	min. max.	n*	gem.	± S.D.	min. max.
Pingoven	84-02-29	11	3,91	+0,04	3,82 3,97	6	3,77	+0,13	3,62 3,91
Zandbergsven A	84-03-12	6	4,35	+0,17	4,21 4,67	2	4,72	+0,06	4,67 4,76
Zandbergsven B	84-03-12	4	4,05	+0,06	3,93 4,10	3	4,02	+0,07	3,97 4,11
Zandbergsven C	84-03-12	4	3,89	+0,10	3,79 3,99	4	3,94	+0,06	3,89 4,03
Belversven	84-03-12	1	7,45		- -	-	-		- -
Achterste Choorven	84-03-28	14	4,09	+0,13	3,89 4,30	13	4,07	+0,13	3,89 4,23
Groot Malpieven	84-03-13	16	4,14	+0,10	3,92 4,30	13	4,02	+0,16	3,78 4,20
Ven NW van GM-ven	84-03-13	2	3,70	+0,02	3,68 3,71	-	-		- -
Ven W van GM-ven	84-03-13	1	3,72		- -	-	-		- -
Verreven (Veeven)	84-03-14	8	3,73	+0,09	3,62 3,87	-	-		- -
Brilven	84-03-14	5	3,90	+0,24	3,67 4,04	3	3,63	+0,06	3,56 3,71
Klein Huisven	84-03-14	3	3,84	+0,06	3,80 3,91	-	-		- -
Witven	84-03-15	8	4,08	+0,02	3,92 4,10	3	4,00	+0,07	3,95 4,08
Platvoetje	84-03-15	1	6,25		- -	-	-		- -
Kiezelveen	84-03-15	1	4,20		- -	-	-		- -
Starven	84-03-15	7	4,19	+0,06	4,12 4,30	3	4,18	+0,10	4,12 4,31
Beuven	84-03-15	2	6,90	+0,15	6,81 7,01	-	-		- -
Meeuwenplas	84-04-04	10	4,08	+0,05	3,95 4,15	10	3,90	+0,20	3,60 4,10
Kliplo	84-04-04	9	5,00	+0,05	4,86 5,07	9	4,66	+0,24	4,45 4,94
Zandveen	84-04-04	10	4,27	+0,05	4,20 4,40	10	3,97	+0,18	3,76 4,22
Diepveen	84-04-04	8	4,03	+0,04	3,98 4,11	8	3,89	+0,10	3,73 4,00

* n == aantal metingen

Tabel 3 Gemiddelde, minimale en maximale waarden van de pH in vennen gemeten in de zomer van 1984

ven	datum	oppervlak				bodem			
		n*	gem \pm S.D.	min.	max.	n*	gem. \pm S.D.	min.	max.
Pingoven	84-08-20	11	3,74 \pm 0,05	3,65	3,85	5	3,68 \pm 0,03	3,63	3,70
Zandbergsven A	84-08-20	6	4,35 \pm 0,14	4,18	4,61	4	4,64 \pm 0,25	4,40	4,90
Zandbergsven B	84-08-20	4	4,22 \pm 0,20	3,97	4,47	1	4,22	-	-
Zandbergsven C	84-08-20	4	3,82 \pm 0,06	3,74	3,92	1	3,80	-	-
Groot Malpieven	84-08-21	15	5,93 \pm 0,38	5,48	6,55	9	5,76 \pm 0,50	5,44	6,85
Ven NW van GM-ven	84-08-28	2	3,62 \pm 0,03	3,55	3,70	-	-	-	-
Verreven (Veeven)	84-08-28	2	3,92 \pm 0,15	3,83	4,04	-	-	-	-
Brilven	84-08-28	5	3,92 \pm 0,01	3,83	3,99	3	3,90 \pm 0,29	3,76	4,40
Klein Huisven	84-08-28	1	3,78	-	-	-	-	-	-
Witven	84-08-23	8	3,84 \pm 0,05	3,76	4,01	2	3,77 \pm 0,04	3,75	3,80
Kiezelven	84-08-23	2	4,14 \pm 0	4,14	4,14	-	-	-	-
Starven	84-08-23	7	3,79 \pm 0,09	3,71	4,14	5	3,76 \pm 0,03	3,72	3,80
Meeuwenplas	84-08-24	2	4,35 \pm 0,04	4,32	4,38	2	4,37 \pm 0,07	4,32	4,42
Kliplo	84-08-24	9	5,00 \pm 0,05	4,90	5,12	9	4,86 \pm 0,18	4,58	5,14
Zandveen	84-08-24	2	4,07 \pm 0,0	4,05	4,09	-	-	-	-
Diepveen	84-08-24	8	4,37 \pm 0,03	4,23	4,57	8	4,38 \pm 0,10	4,28	4,67
Gerritsfles	84-09-19	18	4,34 \pm 0,06	4,26	4,51	8	4,07 \pm 0,22	3,83	4,56

* n == aantal metingen

Tabel 4 pH-traject loodrecht op de oever van een aantal vennen gemeten aan het oppervlak

ven	datum	monster- punt	afstand (m) vanuit de oever							
			0	1	2	3	4	5	10	15
Zandbergsven B	84-03-12	5	-	3,93	3,97	3,97	3,98	-	-	-
	84-08-20	5	-	3,97	4,04	4,03	4,03	-	-	-
Zandbergsven C	84-03-12	8	-	3,97	3,97	3,99	3,94	-	-	-
	84-03-12	10	-	3,87	3,85	3,82	3,77	-	-	-
	84-08-20	10	3,89	3,82	3,79	3,74	3,75	3,76	-	-
Groot Malpieven	84-03-13	1	-	4,30	4,22	4,22	-	-	-	-
Brilven	84-03-14	9	3,97	4,00	3,97	4,02	4,01	3,92	-	-
Witven	84-03-15	1	4,05	4,05	4,08	-	-	-	-	-
	84-08-23	1	3,89	3,87	3,86	-	-	-	-	-
Starven	84-08-23	1	-	3,71	-	3,74	-	-	-	3,72
	84-08-23	3	3,81	3,81	-	-	-	-	3,84	-

Tabel 5 pH aan het oppervlak op monsterpunten vlak bij oevers grenzend aan bos respectievelijk heide; (...) = aantal metingen

ven	datum	pH	
		bos	heide
Zandbergsven A	maart	4,21 (1)	4,21-4,36 (3)
	augustus	4,18 (1)	4,34-4,61 (3)
Zandbergsven B	maart	3,93-4,08 (2)	4,10 (1)
	augustus	3,97-4,47 (2)	4,24 (1)
Groot Malpieven	maart	4,11-4,30 (8)	3,94-4,13 (2)
	augustus	5,48-6,55 (8)	6,00 (2)
Starven	maart	4,13 (1)	4,10-4,26 (3)
	augustus	3,81 (1)	3,76-4,14 (3)
Gerritsfles*	september	4,29-4,31 (2)	4,31 (3)

* zuidelijk deel

Tabel 6 Resultaten van pH-metingen aan het wateroppervlak, aan de bodem en in de bodem in de zomer van 1984

ven	diepte (cm)	pH		
		oppervlak	bodem	<u>in</u> bodem
Pingoven	25	3,73	3,70	5,95
	50	3,71	3,66	4,50
	55	3,73	3,63	4,00
Zandbergsven A	20	4,34	4,80	5,60
	35	4,31	4,40	5,12
Zandbergsven C	55	3,81	3,80	4,30
Groot Malpieven	20	6,00	5,92	6,45
	65	6,43	6,15	6,15-6,32
Brilven	30	3,83	3,76	4,19
	30	3,96	3,78	4,07
Witven	40	3,76	3,75	3,78
Starven	30	3,84	3,80	4,80-5,70
	40	3,73	3,72	3,72
	40	3,75	3,74	4,85-5,10
Meeuwenplas	40	4,38	4,42	5,25
Kliplo	40	4,90	4,81	5,68
	45	5,12	4,97	5,45
	65	5,04	4,80	5,50
	85	5,02	5,14	5,72
	85	5,06	4,58	5,44
Diepveen	50	4,33	4,39	5,43
	50	4,41	4,36	5,50
	50	4,38	4,38	5,29
	50	4,37	4,30	5,45
Gerritsfles	25	4,51	4,56	5,50
	70	4,32	3,92	4,50

Tabel 7 Bepalingen van de pH via analyse van H^+ -ionen en via pH-meters

ven	bepaling pH uit analyse H^+		bepaling pH met pH-meter	
	$[H^+]$ ($\mu g/l$)	pH	laboratorium- meting*	veld- meting**
Zandbergsven A	109	3,96	4,30	4,34
Zandbergsven C	161	3,79	3,86	3,84
Pingoven	163	3,79	3,87	3,74
Starven	134	3,87	3,76	3,75
	150	3,82	3,96	3,76
Witven	134	3,87	3,79	3,79
	98	4,01	3,87	3,87
Diepveen	33	4,48	4,46	4,36
	38	4,42	4,70	4,40
Ven NW GM-ven	136	3,87	3,81	3,73
	170	3,77	3,69	3,58
Brilven	89	4,05	4,04	3,99
Verreven	107	3,97	3,90	3,86

* uitgevoerd met PW9414, Philips

** uitgevoerd met pH91, WTW

Tabel 8 Gemiddelde waarden van geleidbaarheid, zuurstof en watertemperatuur, gemeten aan het oppervlak tijdens de winter en zomer van 1984

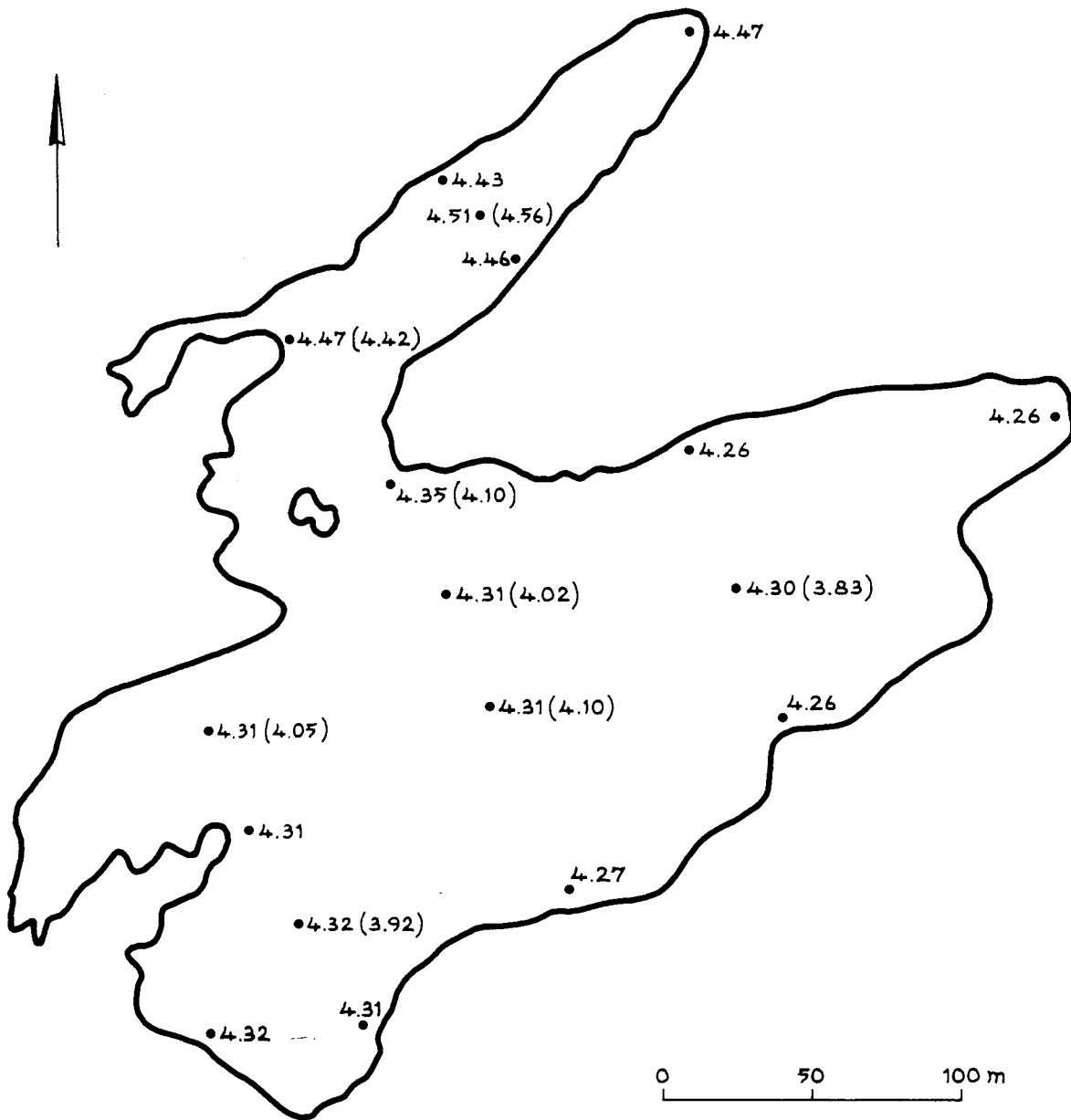
ven	winter			zomer		
	geleidbaar- heid (μ S/cm)	O ₂ (mg/l)	tempe- ratuur (°C)	geleidbaar- heid (μ S/cm)	O ₂ (mg/l)	tempe- ratuur (°C)
Pingoven	142	-	5,2	141	10,8	25,8
Zandbergsven A	73	12,8	5,2	84	11,4	19,6
Zandbergsven B	87	13,9	6,8	72	11,4	28,2
Zandbergsven C	105	13,4	6,4	125	10,3	24,0
Belversven	117	13,7	5,7	-	-	-
Achterste Choorven	168	10,0	7,7	-	-	-
Groot Malpieven	80	12,6	4,7	65	10,1	25,1
Ven NW GM-ven	128	-	5,4	188	-	23,4
Ven W GM-ven	87	-	6,9	-	-	-
Verreven	92	-	5,7	86	-	27,4
Brilven	52	-	7,3	70	10,5	19,2
Klein Huisven	88	-	8,8	113	-	23,7
Witven	68	13,7	8,4	108	10,6	28,6
Platvoetje	218	19,3	8,7	-	-	-
Kiezelven	68	-	7,7	89	-	21,6
Starven	77	14,4	6,7	145	9,7	24,8
Beuven	170	13,2	4,8	-	-	-
Meeuwenplas	99	11,8	4,7	86	-	22,5
Kliplo	68	12,6	5,8	56	9,1	24,2
Zandveen	57	12,6	5,5	71	-	26,8
Diepveen	72	12,2	5,7	64	6,5	21,4
Gerritsfles	-	-	-	75	9,0	15,8

Tabel 9 Geleidbaarheid en concentraties van NH_4^+ , Cl^- en SO_4^{2-} en de pH in een aantal vennen gemeten aan het oppervlak

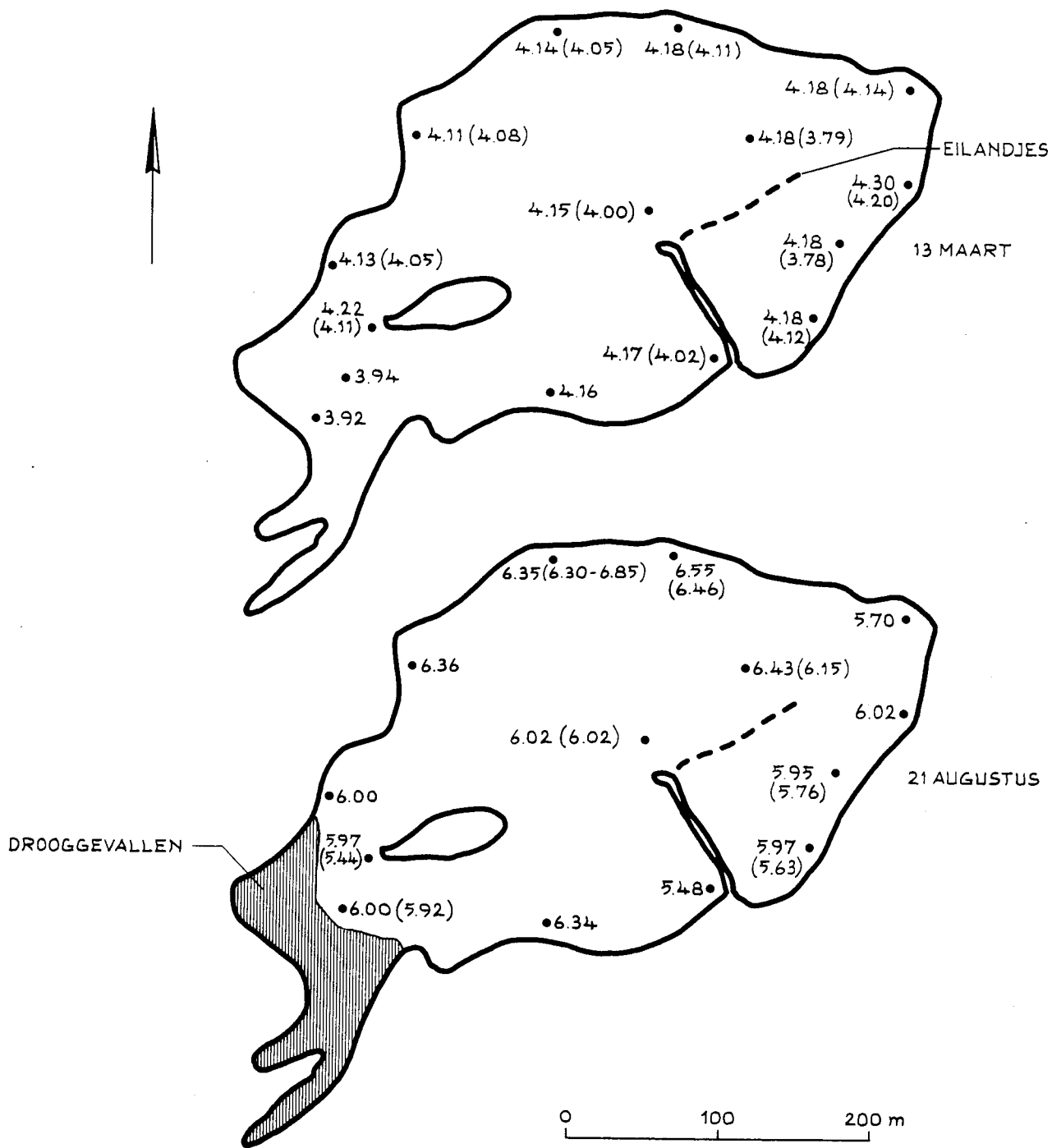
ven	geleidbaarheid*		NH_4^+ ** (mg/l)	Cl^- ** (mg/l)	SO_4^{2-} ** (mg/l)	pH**
	winter	zomer				
Pingoven	99	77	0,5	9,6	23,6	3,71
Zandbergsven A	57	68	3,0	9,3	9,5	4,31
Zandbergsven B	56	51	-	-	-	4,22
Zandbergsven C	60	72	<0,1	8,6	19,7	3,81
Groot Malpieven	55	65	3,3	9,8	7,9	6,39
Ven NW GM-ven	58	104	<0,1	12,2	35,2	3,70
Verreven	27	44	<0,1	12,8	11,4	3,83
Brilven	8	28	<0,1	6,6	6,1	3,96
Klein Huisven	37	55	-	-	-	3,78
Witven	39	57	0,1	8,5	19,7	3,80
Kiezelven	46	64	2,2	7,8	14,3	4,14
Starven	54	88	2,5	7,8	26,5	3,72
Meeuwenplas	70	70	-	-	-	4,35
Kliplo	64	52	<0,1	12,8	3,1	5,02
Zandveen	38	41	-	-	-	4,07
Diepveen	39	49	<0,1	9,3	6,2	4,35
Gerritsfles	-	-	0,9	9,6	11,2	4,30

* gecorrigeerd voor H^+ -ionen

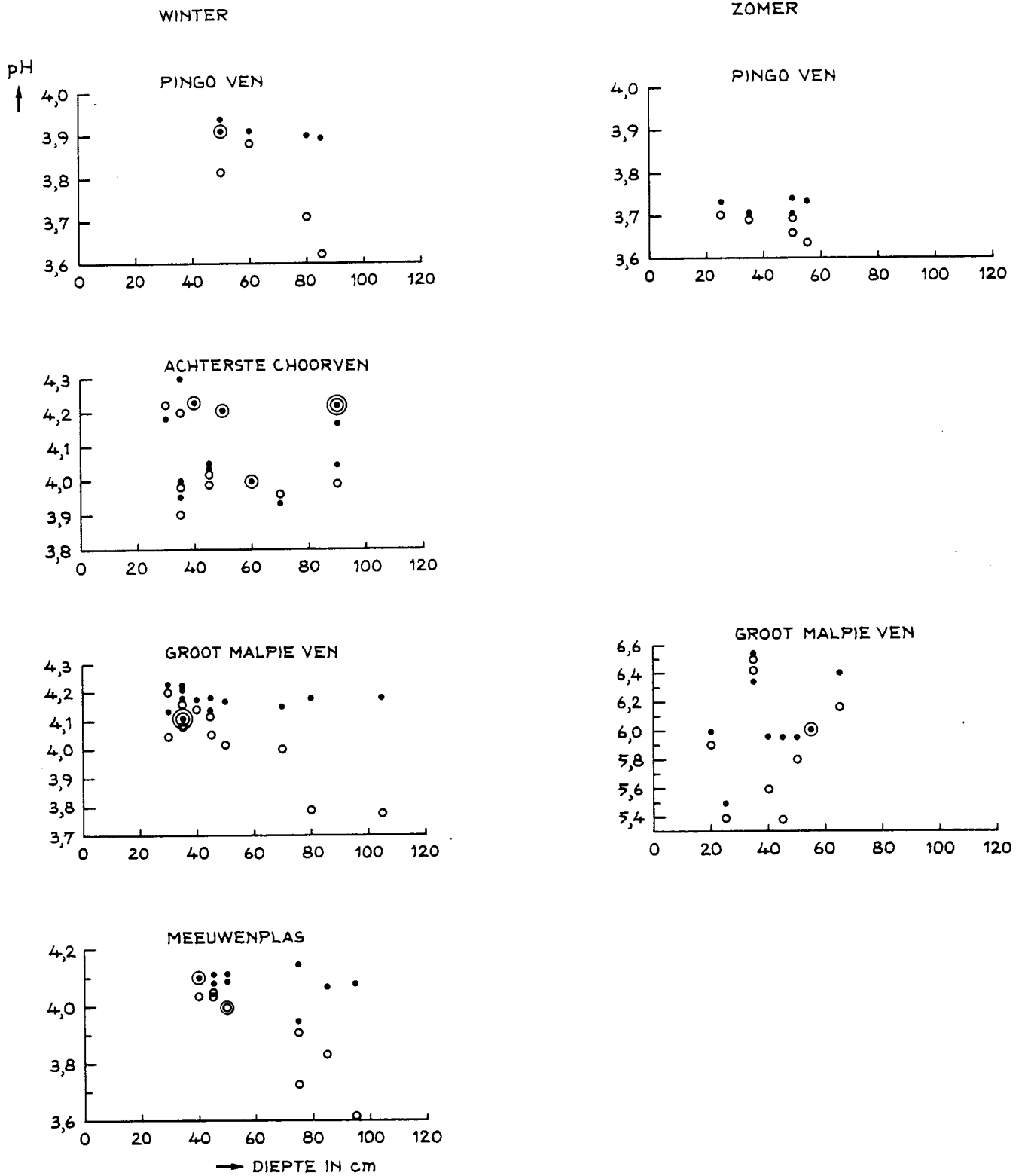
** zomermetingen



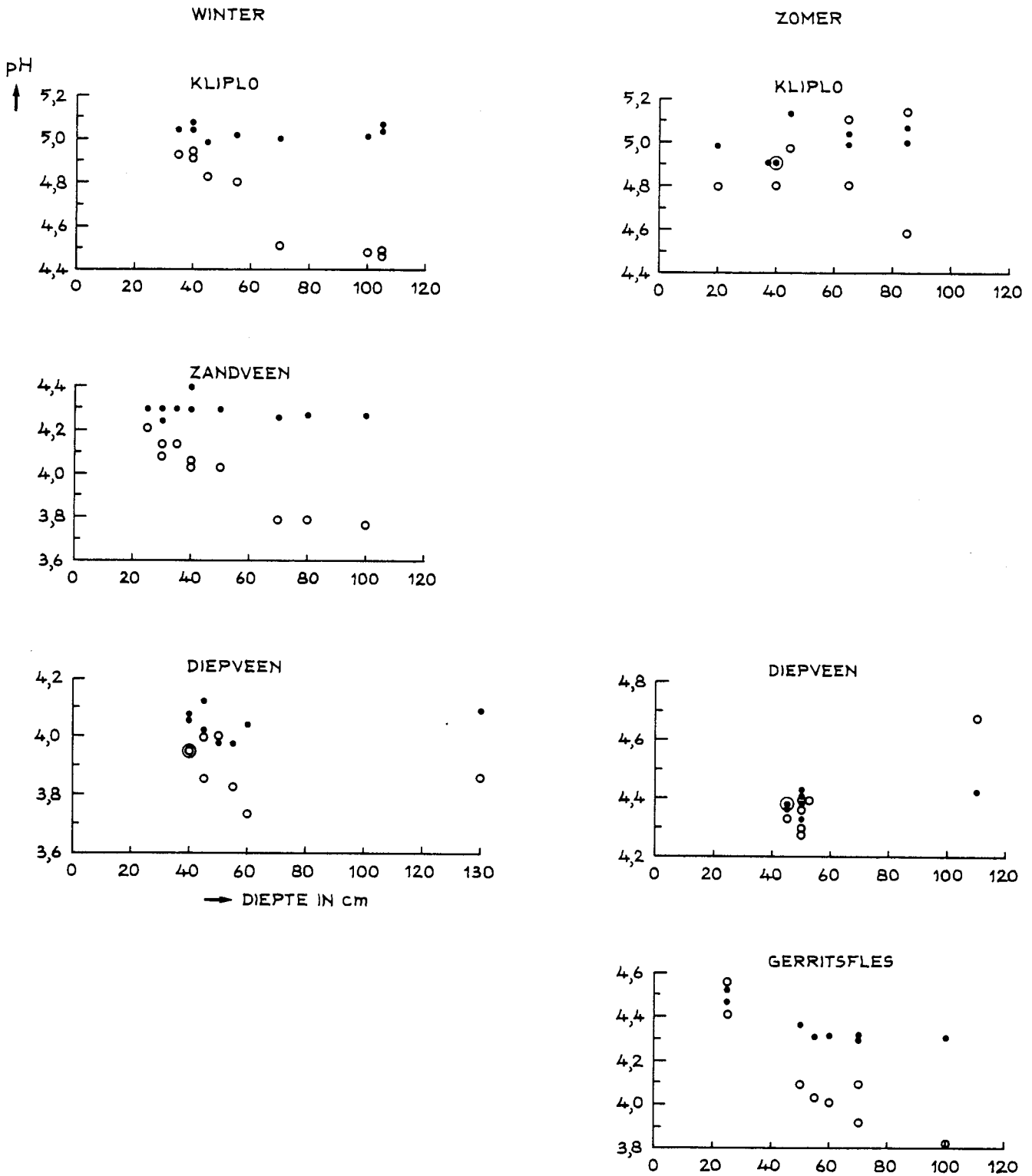
Figuur 1 Horizontale verspreiding van de pH aan het oppervlak en bodem (...) in de Gerritsfles op 19 september 1984



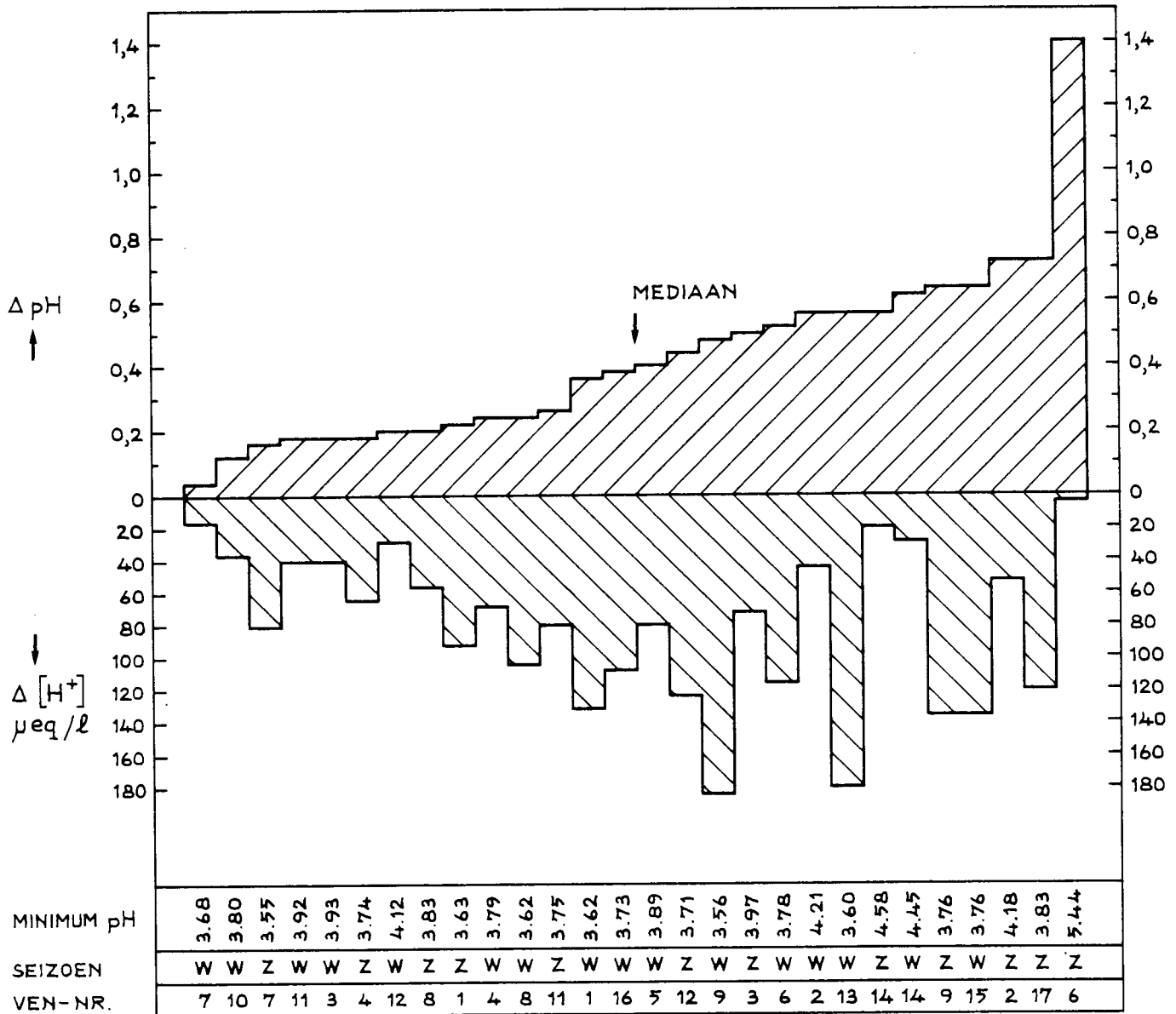
Figuur 2 Horizontale verspreiding van de pH aan het oppervlak en bodem (..) in het Groot Malpieven in maart en augustus 1984



Figuur 3a pH-waarden van het wateroppervlak en vlak boven de bodem op monsterpunten met toenemende waterdiepte
 . - oppervlak
 o - bodem

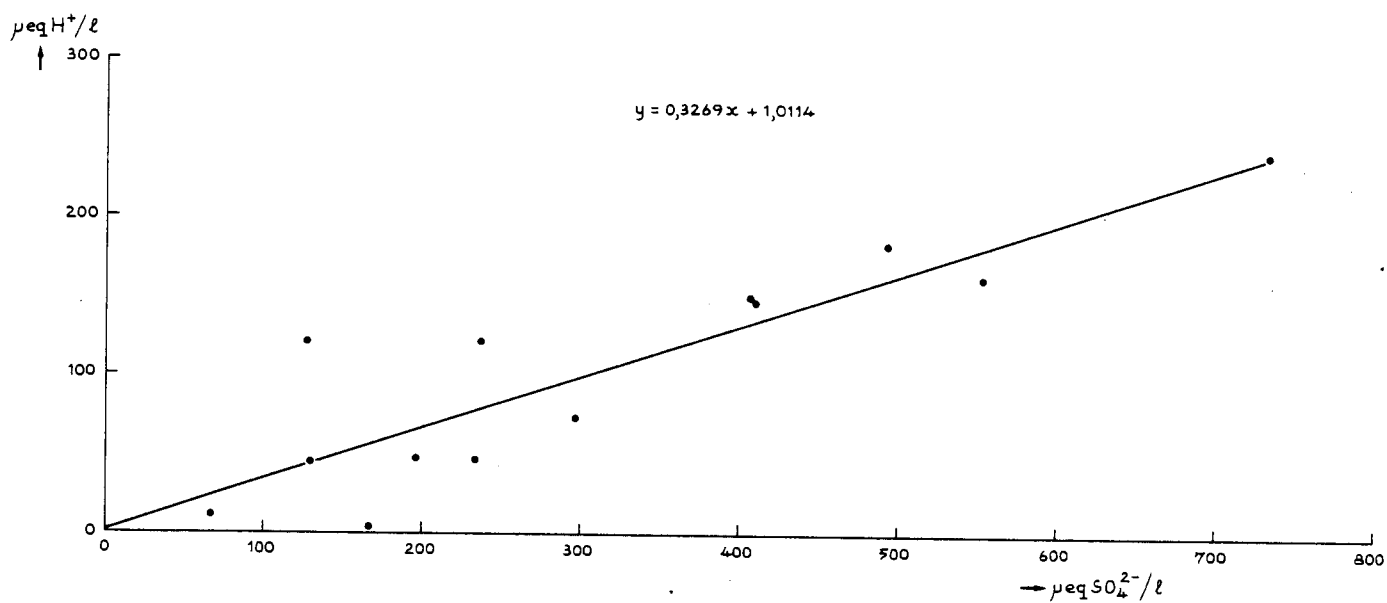


Figuur 3b pH-waarden van het wateroppervlak en vlak boven de bodem op monsterpunten met toenemende waterdiepte
· - oppervlak
○ - bodem



Figuur 4 Verschil tussen de laagst en hoogst gemeten pH-waarden respectievelijk gehalten aan H⁺-ionen van 28 meetseries in de winter (w) en zomer (z). Eén meetserie omvat alle aan het oppervlak en vlak boven de bodem op één dag gemeten pH-waarden binnen 1 ven

- | | | |
|---------------------|-------------------|----------------|
| 1 Pingoven | 6 Groot Malpieven | 12 Starven |
| 2 Zandbergsven A | 7 Ven NW GM-ven | 13 Meeuwenplas |
| 3 Zandbergsven B | 8 Verreven | 14 Kliplo |
| 4 Zandbergsven C | 9 Brilven | 15 Zandveen |
| 5 Achterse Choorven | 10 Klein Huisven | 16 Diepveen |
| | 11 Witven | 17 Gerritsfles |



Figuur 5 Regressielijn van de H^+ -ionenconcentratie op de SO_4^{2-} -ionenconcentratie

DOCUMENTBESCHRIJVINGSBLAD

DOO

98387-MOB 86-3004

OPDRACHTGEVER

-

REFERENTIE OPDRACHTGEVER

-

TITEL Onderzoek naar de ruimtelijke verdeling van de pH in een aantal vennen

AUTEUR R.H. Hadderingh

REFERAAT

In een twintigtal vennen in Noord-Brabant, Drenthe en Gelderland is onderzoek verricht naar de ruimtelijke verdeling van de zuurgraad (pH). De metingen zijn verricht in de winter en zomer van 1984. Naast de pH zijn gemeten: geleidbaarheid en de gehalten aan O_2 , NH_4^+ , NO_3^- , Cl^- en SO_4^{2-} . In een aantal gevallen is als vergelijking de pH zowel met de gebruikelijke methode (elektrodes), als met een analyse van de vrije H^+ -ionen (spectrofotometrie) bepaald. Het ruimtelijke verschil in de pH bedraagt 0,03 tot 1,41 pH-eenheid, afhankelijk van het ven. De mediaan van deze ruimtelijke verschillen bedraagt 0,4 pH-eenheid. Vooral bij waterdiepten groter dan 60 cm blijkt de pH vlak boven de bodem vaak 0,4 pH-eenheid lager te zijn dan aan het wateroppervlak.

TREFWOORDEN

TEKSTINDEX 4236A/VOL 0070A

TYPISTE ARJ DATUM 86-05-16

BIBLIOTHEEKGEGEVENS

ARCHIEFCODE
KE-∞
∞

AANTAL PAGINA'S 34

BIJLAGEN -
APPENDICES 1 (I)

CATEGORIE

A

EIGENDOMSRECHT N.V. KEMA

TAAL N

VERSPREIDING (algemene verspreiding toegestaan)

Centraal Archief (2x)

Staatsbosbeheer (6x)

Natuurmonumenten (4x)

RIN

Lab.Aquat.Oecologie KUN (3x)

Gemeente Valkenswaard (2x)

Gemeente Eindhoven (2x)

P. van Emst

intern KEMA zie achtergevoegde verspreidingslijst

VERSPREIDINGSLIJST

98387-MOB 86-3004

Elshout, ir. A.J.
Hadderingh, drs. R.H.
Koops, drs. F.B.J.
Römer, dr. F.G.
MOB (10x)

MO LMO
MO LMO
MO LMO
MO LMO

