

32/uu6(330, 18 x

**Hydrologische systeembeschrijving van het herinrichtingsge-  
bied Enschede-Noord**

**BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW**

**H. Kleijer  
J.A.M. ten Cate  
J. Spoelstra**

15 MEI 1995

**Rapport 330**



**DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1995**

- 18 kot

LS. 706574\*

## REFERAAT

Kleijer, H., J.A.M. ten Cate en J. Spoelstra, 1995. *Hydrologische systeembeschrijving van het herinrichtingsgebied Enschede-Noord*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 330; 130 blz.; 11 fig.; 20 tab.; 3 aanh.; 15 kaarten.

Van herinrichtingsgebied Enschede-Noord is een hydrologische systeembeschrijving opgesteld op basis van abiotische gegevens. Hiervoor zijn een hoogtelijnenkaart, geologische kaart, bodem- en grondwatertrappenkaart, geomorfologische kaart en een kaart met stroomgebieden gemaakt. De waterkwaliteit is onderzocht om de patronen voor potentiële vegetatie-ontwikkelingen te schetsen. Hierbij is ingedeeld naar basenrijkdom en mate van vervuiling, en naar chloride- en sulfaatgehalte. Voor de stroomgebieden van de Jufferbeek, Leutinkbeek, Eschbeek-Vinkenbeek, Drienerbeken, Elsbeek, en Hoge Boekelerbeek zijn de potenties naar basenrijkdom redelijk goed aan te geven. Het grootste deel van het gebied valt qua chloridegehalte in de klassen schoon en nauwelijks beïnvloed, en qua sulfaatgehalte in de klassen matig en sterk beïnvloed.

Trefwoorden: basenrijkdom, bodem, chloridegehalte, geologie, geomorfologie, grondwater, stroomgebied, sulfaatgehalte, vegetatie-ontwikkeling, waterkwaliteit

ISSN 0927-4499

©1995 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)  
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.  
Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812.

DLO-Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu (IOB), de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw 'De Dorschkamp' (LB), en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

Project 2723

[RAP330.EVR]

# Inhoud

Woord vooraf	9
Samenvatting	11
1 Inleiding	17
1.1 Probleemstelling en doel van het onderzoek	17
1.2 Ligging van het gebied	18
1.3 Opzet van het rapport	18
2 Topografie	21
3 Geologie	23
3.1 Materialen en methode	23
3.2 Resultaten	23
3.2.1 Krijt	23
3.2.2 Tertiair	23
3.2.3 Pleistoceen ouder dan de landijsbedekking	24
3.2.4 De landijsbedekking in het Saalien	24
3.2.4.1 Tongbekken en stuwwallen	24
3.2.4.2 Afzettingen van het landijs	27
3.2.5 Eemien en Weichselien	28
3.2.6 Holoceen	30
3.3 Conclusie	30
3.4 Opmerkingen	31
4 Bodemgesteldheid	33
4.1 Materialen en methode	33
4.2 Resultaten	33
4.2.1 Bodemkaart	33
4.2.2 Grondwatertrappenkaart	35
4.2.3 Kwelkaart	36
4.3 Conclusie	36
4.4 Opmerkingen	36
5 Geomorfologie	39
5.1 Materialen en methode	39
5.2 Resultaten	39
5.3 Conclusie	41
5.4 Opmerkingen	41
6 Hydrologie	43
6.1 Materialen en methode	43
6.1.1 Neerslaggegevens	43
6.1.2 Grondwaterstandsverloop	43
6.1.3 Waterkwaliteit	44

6.1.4 Correlatief onderzoek	46
6.2 Resultaten van het kwantitatief hydrologisch onderzoek	47
6.2.1 Vergelijking van de neerslaggegevens van een aantal neerslagstations	47
6.2.2 Vergelijking van het grondwaterstandsverloop in grondwaterstands- buizen	53
6.2.3 Stroomgebieden	58
6.3 Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek	59
6.3.1 Probleemstelling	59
6.3.2 Samenstelling maior-ionen van de referentiemonsters	60
6.3.3 Ionenbalans	61
6.3.4 Verwantschap met referentietypen en aandeel watertypen in de waterbalans	62
6.3.5 Statistische relaties	64
6.3.6 Het LAT frame	67
6.3.7 IR-EC diagram	75
6.3.8 Vergelijking van de waterkwaliteit met EC-metingen	76
6.4 Kaarten	81
6.5 Conclusies	82
6.5 Opmerkingen	83
7 Hydrologische systemen	85
7.1 Stroomgebied van de Jufferbeek	85
7.2 Stroomgebied van het 'Lonnekermeer'	86
7.3 Stroomgebied van de Leutinkbeek	87
7.4 Stroomgebied van de Eschbeek-Vinkenbeek en Drienerbeken	88
7.5 Stroomgebied van de 'Hengelose straat/Twentekanaal'	90
7.6 Stroomgebied van de Bethlehemse beek	91
7.7 Stroomgebied van de Elsbeek	91
7.8 Stroomgebied van de 'Glanerbeek'	94
7.9 Stroomgebied van de Hoge Boekelerbeek	94
7.10 Conclusies	95
Literatuur	97
<b>Tabellen</b>	
1 Stratigrafie van de beschreven afzettingen	22
2 Gemiddelde neerslag per decade, per maand en per jaar over de periode 1961-1990, in KNMI-district 6, van de neerslagstations Enschede (nr. 665), Hengelo (nr. 668), Twente (nr. 670) en Oldenzaal (nr. 676)	48
3 Neerslag per decade, per maand en per jaar, in KNMI-district 6, van de neerslagstations Enschede (nr. 665), Hengelo (nr. 668), Twente (nr. 670), Oldenzaal (nr. 676) en een weeramateer in Losser	49
4 Gemeten grondwaterstanden (cm - mv.) in de periode juni 1993-april 1994 en de filterdiepte ten opzichte van maaiveld	54
5 GHG en GLG berekend uit de grondwaterstanden met behulp van de HG3- en LG3-methode van de laatste 6-8 jaren en de daaruit voortvloeiende Gt	56
6 GHG en GLG voor een aantal grondwaterstandsbuizen berekend uit enkelvoudige regressievergelijking of meervoudige regressievergelijking met	

stambuizen 28H-L-0045, 28H-P-0431a, 29C-L-0011, 35A-L-0004, 35A-L-0006 en 35A-L-0025, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval (+of- cm) en de daaruit voortvloeiende Gt	57
7 Concentraties van de maior-ionen, EC, IR en de pH van de referentiewatermonsters LiAng, LiHDu, AtW, Th en RhL	61
8 Regressievergelijkingen berekend met GENSTAT voor alle monsters uit de winterperiode	64
9 Regressievergelijkingen berekend met GENSTAT voor de monsters met een $(K-A)/(K+A) < 15\%$ uit de winterperiode	65
10 Indeling naar Cl- en SO <sub>4</sub> -gehalte	70
11 Indeling naar basenrijkdom en mate van vervuiling	70
12 Grondwatermonsters uit de winterperiode ingedeeld naar basenrijkdom en beïnvloeding volgens tabel 11 (A: regenwater; B: basenarm; C: basenhoudend; D:basenrijk)	71
13 Grondwatermonsters uit de winterperiode ingedeeld naar Cl- en SO <sub>4</sub> -gehalte volgens tabel 10	72
14 Potentiële waterkwaliteit van de grondwatermonsters uit de winterperiode ingedeeld naar basenrijkdom	73
15 Grondwatermonsters uit de winterperiode gesorteerd naar basenrijkdom in de actuele en potentiële situatie	73
16 Oppervlaktewatermonsters ingedeeld naar basenrijkdom en beïnvloeding volgens tabel 11 (actuele situatie)	74
17 Potentiële waterkwaliteit van de oppervlaktewatermonsters uit de winterperiode ingedeeld naar basenrijkdom	75
18 Vergelijking van de waterbalans van de grondwatermonsters en de oppervlaktewatermonsters uit de winterperiode volgens het LAT frame en het IR-EC diagram, ingedeeld naar basenrijkdom en beïnvloeding	76
19 EC-metingen in het oppervlaktewater (beken)	77
20 EC-metingen in de grondwaterstandsbuizen	80

## Figuren

1 Ligging van het herinrichtingsgebied en de ligging van de geologische doorsneden (A-A' en B-B'; kaart 3)	19
2 Vereenvoudigde kaart van de stuwwallen van Uelsen-Ootmarsum en Oldenzaal-Enschede met een reconstructie van de draaiing van het verbindingsstuk tussen beide delen door de druk van de doorgebroken ijslob (naar Van den Berg en Den Otter, 1993; Beets et al., 1986)	26
3 De 'Hondsrug ijsstroming' waardoor de stuwwallen van Uelsen-Ootmarsum en Oldenzaal-Enschede vanuit het noordnoordwesten werden gestroomlijnd en bedekt met keileem (naar Van den Berg en Beets, 1987)	27
4 Situatiekaart met de KNMI neerslagstations Enschede (E), Hengelo (H), Twente (T), Oldenzaal (O) en een weeramateer in Lossler (L)	52
5 LAT (litho-, atmo- en thalassotroef water) frame met hierop aangegeven enkele vege-tatietypen	59
6 Histogram van $(K-A)/(K+A)$ van alle monsters uit de winterperiode	61
7 Histogrammen van EC, SO <sub>4</sub> , Cl en K+A van alle monsters uitgezet tegen de waarden van de referentiemonsters	62
8 Histogram van de verschillen tussen de berekening met GENSTAT en de berekening met MAIONF voor rLiAng: LiAng_V	65

9	Histogram van de verschillen tussen de berekening met GENSTAT en de berekening met MAIONF voor rTh: Th_V	65
10	Grafiek van rLiAng berekend met GENSTAT versus rLiAng berekend met MAIONF (x = grondwater; o = oppervlaktewater)	66
11	Grafiek van rTh berekend met GENSTAT versus rTh berekend met MAIONF (x = grondwater; o = oppervlaktewater)	66

### **Aanhangsels**

1	Overzicht van alle monsters met het aandeel AtW, LiAng en RhL in de waterbalans en de concentraties van de maior-ionen, IR en HCO <sub>3</sub> /Ca (in cursief staan de waarden uit het IR-EC diagram voor de zomerperiode (z: ..) en de winterperiode (w: ..))	101
2	Overzicht van alle monsters uit de winterperiode met de potentiële waterkwaliteit (aandeel AtW en LiAng), de totale ionenconcentratie, een indicatie over de mate waarin de ionenbalans klopt, en opmerkingen over de mogelijke oorzaken van de verstoringen	113
3	Analyseresultaten van de grondwatermonsters en oppervlaktewatermonsters uit de zomerperiode (augustus/september 1993) en de winterperiode (januari/februari 1994)	125

### **Kaarten**

1	Hoogtelijnenkaart
2	Geologische kaart
3	Geologische doorsneden
4	Bodemkaart
5	Grondwatertrappenkaart
6	Kwelkaart
7	Geomorfologische kaart
8	Kaart met ligging en nummer van de grondwaterstandsbuizen en van de oppervlakte watermonsters
9	Kaart met lokatie van de metingen van de elektrische geleiding in het oppervlaktewater
10	Kaart met de stroomgebieden en A-watgangen, die voorkomen op de ligger der wateren c.a. van het waterschap Regge en Dinkel
11	Grond- en oppervlaktewatermonsters naar toenemende basenrijkdom en beïnvloeding
12	Potentiële waterkwaliteitskaart naar toenemende basenrijkdom
13	Chloridekaart
14	Sulfaatkaart
15	Abiotische kaart

## Woord vooraf

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht heeft DLO-Staring Centrum voor het herinrichtingsgebied Enschede-Noord een hydrologische systeembeschrijving opgesteld op basis van abiotische gegevens. Het onderzoek werd van juni 1993 tot april 1994 uitgevoerd.

Aan het project werkten mee:

Bodemgeografisch onderzoek: E. van Dodewaard, H. Makken en G. Rutten;

Projectleiding: ing. H. Kleijer;

Voorts is dankbaar gebruik gemaakt van de diensten en kennis binnen DLO-Staring Centrum van:

- hoofdafdeling Landinventarisatie en Landevaluatie, afd. Bodem, bos en natuur: drs. R.H. Kemmers;
- hoofdafdeling Landschapsontwikkeling, afd. Geomorfologie: drs. H.P. Wolfert;
- hoofdafdeling Waterbeheer, afd. Geohydrologie: ir. J.M.P.M. Peerboom en J.G. te Beest.

De organisatorische leiding van het project had het hoofd van de afd. Veldbodemkunde, drs. J.A.M. ten Cate.

DLO-Staring Centrum is dank verschuldigd voor de ontvangen medewerking bij de uitvoering van dit onderzoek aan:

- drs. J. Spoelstra, docent Milieukunde aan de Internationale Hogeschool Larensteijn, die gedurende 6 maanden een docentenstage liep bij DLO-Staring Centrum, afd. Bodem, bos en natuur.
- K. den Otter, Rijks Geologische Dienst, district Midden-Oost;
- de grondeigenaren en grondbeheerders die onze medewerkers toestemming verleenden om hun grond te betreden en er veldwerk te verrichten.

## Samenvatting

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht is van juni 1993 tot april 1994 een abiotische onderzoek uitgevoerd in het herinrichtingsgebied Enschede-Noord. Het onderzoek bouwt voort op de aanbevelingen die gedaan zijn in het rapport 'Voorlopige systeembeschrijving Enschede-Noord' van F. Ringenaldus, LD Overijssel, 1993. Op basis van de resultaten uit het abiotisch onderzoek is een hydrologische systeembeschrijving van Enschede-Noord opgesteld.

Het doel van het onderzoek was:

- het vervaardigen van een gedetailleerde bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 10 000; de resultaten van dit bodemgeografisch onderzoek zijn vastgelegd in rapport 329 van DLO-Staring Centrum;
- het opvullen van de overige leemten in kennis die in het rapport 'Voorlopige systeembeschrijving Enschede-Noord' zijn gesignaleerd en het opstellen van een hydrologische systeembeschrijving op basis van abiotische patronen en processen (dit rapport).

De resultaten van beide onderzoeken zullen een functie vervullen bij de planvorming, effectbeschrijving en op te stellen 'deeladviezen' in de voorbereidingsfase en schatting van de gronden in de uitvoeringsfase. Op basis van de resultaten van het abiotische onderzoek zal kunnen worden vastgesteld voor welke veranderingen in het abiotische milieu bestaande natuurwaarden kwetsbaar zijn en hoe deze door specifieke inrichtingsmaatregelen en voorzieningen duurzaam veilig gesteld kunnen worden. Tevens kan inzicht verworven worden over locaties waar zich gunstige uitgangssituaties voordoen of gecreëerd kunnen worden voor natuurontwikkeling.

Het herinrichtingsgebied Enschede-Noord ligt in de provincie Overijssel binnen het grondgebied van de gemeente Enschede en Hengelo, tussen Hengelo, Oldenzaal, Losser, Glanerbrug en Enschede. De oppervlakte bedraagt 3846 ha.

### *Topografie*

Op basis van de hoogtepuntenkaart, schaal 1 : 10 000, is een hoogtelijnenkaart van het herinrichtingsgebied gemaakt met intervallen van 1 m. De hoogteverschillen in het gebied zijn aanzienlijk. Het gebied helt naar het westen en oosten. Het hoogste punt ligt ten zuidoosten van Lonneker op circa 65 m + NAP. In het westen ligt het laagste punt op circa 21 m + NAP, aan de rand van de bebouwing van Hengelo. De laagste punten in het oosten van het gebied liggen op circa 37 m + NAP, namelijk daar waar de Elsbeek het gebied verlaat en bij de Nederlands-Duitse grens bij Glanerbrug.



### **Geologie**

De afzettingen die in dit gebied aan of nabij het oppervlak voorkomen, stammen uit het Tertiair, Pleistoceen en Holoceen. Deze afzettingen zijn weergegeven op de geologische kaart en twee geologische dwarsdoorsneden (kaart 2 en 3). In het Laat-Weichselien (Laat-Pleistoceen) zijn de aan het oppervlak liggende afzettingen voor een groot gedeelte overstoven door dekzand. In enkele beekdalen, voornamelijk in het westen van het gebied, is het pleistocene zand plaatselijk bedekt door holocene afzettingen onder andere beekklei-afzettingen en veen. Nadat het materiaal was afgezet, hebben zich in de bodem verschillende bodemvormende processen afgespeeld, die uiteindelijk resulteerden in bodems zoals ze er nu uitzien.

### **Bodemgesteldheid**

De resultaten van het onderzoek naar de bodemgesteldheid zijn weergegeven op een bodem- en grondwatertrappenkaart (kaart 4 en 5). Kaart 4 bevat informatie over de profielopbouw en kaart 5 over de waterhuishouding (grondwatertrappen). De gronden op de bodemkaart zijn ingedeeld in zandgronden en oude kleigronden. De zandgronden zijn onderverdeeld in humuspodzolgronden, beekdalgronden en enkeerdgronden. De oude kleigronden zijn onderverdeeld in keileemgronden en tertiaire kleigronden.

Er zijn 3 toevoegingen onderscheiden, waarvan één voor de bovengrond en twee voor de ondergrond. Een toevoeging wordt gebruikt om een bepaald profielkenmerk aan te geven dat over het hele oppervlak van één of meer legenda-eenheden voorkomt.

De fluctuatie van het grondwater in het westen van het gebied, is vrij gering (60-100 cm). In het oosten van het gebied komen grotere fluctuatiever schillen voor (>100 cm), vooral in de keileemgronden, tertiaire kleigronden en zandgronden waarbij binnen 80 cm - mv. keileem en/of tertiaire klei begint (toev. .../x en .../t). Het overgrote deel van de gronden heeft een GHG ondieper dan 40 cm - mv. De voorkomende grondwatertrappen zijn als volgt samen te vatten. De 'natte' gronden met een GHG beginnend ondieper dan 40 cm - mv. beslaan de grootste oppervlakte. De 'droge en zeer droge' gronden met een GHG dieper dan 80 cm - mv. beslaan de geringste oppervlakte. De overige gronden hebben een GHG tussen 40 en 80 cm - mv.

Op de kwelkaart (kaart 6) zijn gebieden aangegeven waar gronden voorkomen met grondwatertrap II en III. Deze gebieden hebben we aangegeven als kwelgebieden en bestaan uit beekdalgronden. Daarnaast hebben we nog potentiële kwelgebieden aangegeven. Dit zijn gebieden waar kwel is te verwachten en waar gronden met grondwatertrap V voorkomen. Tevens zijn op deze kaart lokale kwelplekken aangegeven, die tijdens het bodemgeografisch onderzoek zijn aangetroffen.

### **Geomorfologie**

De geomorfologische gesteldheid van het gebied is weergegeven op de geomorfologische kaart (kaart 7). Het gebied is op te delen in drie eenheden:

- de heuvelrug van Oldenzaal;
- het westelijk dekzandgebied;
- het oostelijk keileemgebied.

Het centrale deel van het herinrichtingsgebied wordt ingenomen door de van noord naar zuid lopende heuvelrug van Oldenzaal-Enschede. Deze heuvelrug is tijdens de landijsbedekking in het Midden-Saalien gevormd. Na de vorming van de heuvelrug hebben erosie en eolische sedimentatie, met name in het Weichselien, voor de huidige vorm van de heuvelrug gezorgd. De nu veelal droge dalen zijn grotendeels door sneeuwsmeltwater gevormd. Er loopt een waterscheiding van Stokhorst (noordelijk van Enschede) op circa 60 m + NAP, via Welle (ten zuidoosten van Lonneker) op circa 65 m + NAP naar het noorden en vervolgens naar het noordoosten (Haagsche Bosch) op circa 54 m + NAP, waar de waterscheiding het gebied verlaat.

Ten westen van de heuvelrug Oldenzaal-Enschede ligt het bekken van Hengelo, ontstaan tijdens de landijsbedekking in het Midden-Saalien. Langs de heuvelrug bevindt zich een brede strook met een dikke laag dekzand. Dit zogenaamde gordeldekzand heeft over het algemeen een zwak golvend oppervlak. Plaatselijk zijn duidelijke ruggen en welvingen te onderscheiden. De dalvormige laagten hebben hun ontstaan grotendeels te danken aan het eertijds (Weichselien) afstromen van sneeuwsmeltwater over de diep bevroren ondergrond.

Tijdens de landijsbedekking in het Midden-Saalien werd niet alleen de heuvelrug Oldenzaal-Enschede gevormd maar werd ook keileem afgezet ten oosten van de heuvelrug. In het Weichselien vond afvoer van sneeuwsmeltwater plaats waarbij door erosie dalvormige laagten gevormd werden die deels opgevuld zijn met sneeuwsmeltwaterafzettingen (fluvioperiglaciale afzettingen).

### **Waterkwaliteit**

Uit de neerslaggegevens van de neerslagstations Enschede, Hengelo, Twente, Oldenzaal en Losser blijkt dat de verschillen in neerslag soms aanzienlijk zijn en daardoor van invloed kunnen zijn op de waterkwaliteit. Het grondwaterstandsverloop in grondwaterstandsbuizen laat zien dat we tijdens de onderzoeksperiode tot oktober 1993 vrij lage grondwaterstanden hebben gehad en vanaf oktober een wisseling van hoge en lage grondwaterstanden. De fluctuatie van het grondwater is sterk wisselend (20-150 cm). Uit een aantal buizen blijkt dat de keileem/tertiaire klei stagnerend werkt op de verticale waterbeweging. Het isohypsenpatroon op basis van de grondwaterstandsbuizen geeft een zeer globaal beeld; daarom hebben we gekozen voor het vervaardigen van een kaart met stroomgebieden (kaart 10). In grote lijnen watert het gebied ten westen van de waterscheiding via beken en sloten af op de Koppelleiding, die vanaf het Twentekanaal langs de bebouwing van Hengelo en de spoorlijn Hengelo-Oldenzaal loopt. Ten westen van de waterscheiding zijn binnen het herinrichtingsgebied, vrijwel evenwijdig aan elkaar, vijf stroomgebieden te onderscheiden; ten oosten van de waterscheiding zijn vier stroomgebieden onderscheiden.

Uit de ionenbalans blijkt dat 20 van de 75 watermonsters uit de winterperiode een (K-A)/(K+A) groter dan 15% hebben.

Uit de verwantschap met referentietypen en uit het aandeel van de verschillende watertypen in de waterbalans blijkt dat in de zomerperiode het EC iets hoger is dan in de winterperiode en dat het Cl-gehalte in de zomer- en winterperiode ongeveer gelijk is. Het

is mogelijk dat het grondwater in de zomerperiode meer vervuild is door  $\text{SO}_4$  en Cl dan in de winterperiode.

Het EC kan het beste verklaard worden uit Ca en Cl, en niet alleen uit Cl. Ca levert zelfs een betere verklaarde variantie voor EC op dan Cl. Het EC kan dan ook niet als maat gebruikt worden voor vervuiling, wat dan door Cl gekenmerkt zou worden. Op grond van het bovenstaande kan EC niet als *single value* waarde gebruikt worden om kwel dan wel vervuiling weer te geven

Op basis van het LAT frame hebben we gekozen voor een indeling op basis van het Cl- en  $\text{SO}_4$ -gehalte, omdat dit indicerende parameters zijn die de waterkwaliteit beïnvloeden. Daarnaast hebben we gekozen voor een indeling op basis van de basenrijkdom en de mate van vervuiling (invloed RhL). We hebben vier verschillende kaarten gemaakt:

- een kaart met grond- en oppervlaktewatermonsters naar toenemende basenrijkdom en beïnvloeding (kaart 11);
- een potentiële waterkwaliteitskaart naar toenemende basenrijkdom (kaart 12);
- een Chloridekaart (kaart 13);
- een Sulfaatkaart (kaart 14).

Uit het IR-EC diagram blijkt dat voor de oppervlaktewatermonsters de verhoudingen tussen de watertypen in de waterbalans goed tot redelijk overeenkomen met het LAT frame en dat voor grondwatermonsters deze verhoudingen veel minder overeenkomen met het LAT frame. Een aantal monsterpunten is moeilijk te interpreteren, omdat deze buiten het LAT frame en het IR-EC diagram vallen. De waterbalans uit het IR-EC diagram geeft een overschatting van het % LiAng.

Door vergelijking met andere kaarten, onder andere bodemkaart, stroomgebiedenkaart enzovoort, zijn de volgende conclusies te trekken:

- naar de randen van het herinrichtingsgebied neemt de basenrijkdom toe. Het centrale deel is regenwaterachtig;
- in een aantal stroomgebieden zijn gradiënten aan te geven van regenwater-basenhoudend-basenrijk. In een aantal gevallen kan er sprake zijn van kwel, maar veelal kan de basenrijkdom verklaard worden door de aanwezigheid van kalk in de bodem, zonder dat er sprake is van (regionale) kwel. De basenrijke delen van het gebied hebben veelal een 'natte' grondwatertrap, Gt III;
- de beïnvloeding (kaart 11) in de verschillende klassen is niet altijd éénduidig te verklaren. De tendens is, dat deze beïnvloeding is terug te voeren op het Cl- en  $\text{SO}_4$ -gehalte. Wanneer dit niet het geval is, speelt het K/Mg-gehalte een belangrijke rol;
- het oppervlaktewatersysteem is altijd beïnvloed. In het oppervlaktewater wordt in de huidige situatie voornamelijk basenarm water aangetroffen. Basenrijk oppervlaktewater, zoals bij het grondwater, is niet aanwezig.

Voor de volgende stroomgebieden zijn in de zin van gradiënten de potenties redelijk goed aan te geven van regenwater naar basenrijker water:

- het stroomgebied (A) van de Jufferbeek;
- het stroomgebied (C) van de Leutinkbeek;

- het stroomgebied (D) van de Eschbeek-Vinkenbeek en Drienerbeken (noordelijk deel);
- het stroomgebied (G) van de Elsbeek;
- het stroomgebied (I) van de Hoge Boekelerbeek.

Of deze kansrijkdom geëffectueerd kan worden, hangt af van de mate van beïnvloeding en of deze weggenomen kan worden.

Een groot aantal monsters uit het herinrichtingsgebied valt in de chloride-klasse: Cl-0 (schoon) en Cl-1 (nauwelijks beïnvloed). Een aantal hoge Cl-gehalten zijn toe te schrijven aan wegzout, gebruik KCl (landbouw) of lokale zoutinsluiting.

Een groot aantal monsters valt in de sulfaat-klasse: SO<sub>4</sub>-3 (matig beïnvloed) en SO<sub>4</sub>-4 (sterk beïnvloed). Voor een groot deel vallen ze samen met de beïnvloedingsklassen van kaart 11, grond- en oppervlaktewatermonsters naar toenemende basenrijkdom en beïnvloeding. Hoge SO<sub>4</sub>-gehalten kunnen worden toegeschreven aan verzuring (HCO<sub>3</sub>/Ca <1), pyrietaanwezigheid of landbouw (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

# 1 Inleiding

## 1.1 Probleemstelling en doel van het onderzoek

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht is van juni 1993 tot april 1994 een abiotisch onderzoek uitgevoerd in het herinrichtingsgebied Enschede-Noord. Het onderzoek bouwt voort op de aanbevelingen die gedaan zijn in het rapport 'Voorlopige systeembeschrijving Enschede-Noord' van F. Ringenaldus, LD Overijssel, 1993. Op basis van de resultaten uit het abiotisch onderzoek is een hydrologische systeembeschrijving van Enschede-Noord opgesteld.

In het rapport 'Voorlopige systeembeschrijving Enschede-Noord' zijn de volgende aanbevelingen gedaan voor het abiotisch onderzoek:

- een gedetailleerde bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 10 000 te vervaardigen (boringsdiepte 1,50 m - mv.); de kaarten zijn onder andere van belang voor de planvorming in de voorbereidingsfase en schatting van de gronden in de uitvoeringsfase;
- in gebieden met voorkomens van keileem en tertiaire klei diepere boringen tot 2,00 m - mv. te verrichten; dit is onder andere van belang om de geologische opbouw van het gebied te verduidelijken;
- een geomorfologische overzichtskaart van het gebied te vervaardigen op basis van de 1 : 10 000 hoogtepuntenkaart van de Topografische Dienst ten behoeve van het onderzoek naar de bodemgesteldheid en de hydrologische systeemanalyse;
- bestaande grondwaterstandsbuizen te inventariseren en nieuwe te plaatsen om grondwaterstandsgegevens (tijdstijghoogtereeksen) te verzamelen;
- het specifiek elektrisch geleidingsvermogen te bepalen en chemische analyse van watermonsters te verrichten uit zowel beken/sloten (oppervlaktewater) als grondwaterstandsbuizen (grondwater) om inzicht te krijgen in het functioneren van lokale stromingssystemen. De metingen en analyses zijn nodig om de waterkwaliteit te bepalen;
- het voorkomen van visuele kwelverschijnselen op een overzichtskaart weer te geven.

Het doel van het onderzoek was:

- het vervaardigen van een gedetailleerde bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 10 000. Uit praktische overwegingen zijn, in overleg met de opdrachtgever, de resultaten van het bodemgeografisch onderzoek in een apart rapport vastgelegd (Rutten, Kleijer en Ten Cate, 1994, SC-DLO rapport 329)
- het opvullen van de overige leemten in kennis die in het rapport 'Voorlopige systeembeschrijving Enschede-Noord' zijn gesignaleerd en het opstellen van een hydrologische systeembeschrijving op basis van abiotische patronen en processen (dit rapport).

De resultaten van beide onderzoeken zullen een functie vervullen bij de planvorming, effectbeschrijving en op te stellen 'deeladviezen' in de voorbereidingsfase en schatting van de gronden in de uitvoeringsfase. Op basis van de resultaten van het abiotische

onderzoek zal kunnen worden vastgesteld door welke veranderingen in het abiotische milieu bestaande natuurwaarden kwetsbaar zijn en hoe deze door specifieke inrichtingsmaatregelen en voorzieningen duurzaam veilig gesteld kunnen worden. Tevens kan inzicht verworven worden over locaties waar zich gunstige uitgangssituaties voordoen of gecreëerd kunnen worden voor natuurontwikkeling.

## **1.2 Ligging van het gebied**

Het herinrichtingsgebied Enschede-Noord (fig. 1) ligt in de provincie Overijssel, binnen het grondgebied van de gemeenten Enschede en Hengelo. Vanaf Hengelo loopt de noordgrens van het gebied langs de gemeentegrens Enschede-Weerselo, grens van vliegveld Twente en de gemeentegrens Enschede-Oldenzaal naar Oldenzaal. De oostgrens loopt van Oldenzaal via de gemeentegrens Enschede-Losser naar Glanerbrug. De zuidgrens loopt langs de weg Glanerbrug-Enschede naar Enschede en via de bebouwing van Enschede-Oost, -Noord en -West en langs het Twentekanaal naar Hengelo. De westgrens loopt langs de bebouwing van Hengelo (Koppelleiding).

Verreweg het grootste deel van het gebied ligt in de gemeente Enschede; een kleine oppervlakte in het westen ligt in de gemeente Hengelo. Binnen het gebied ligt het dorpje Lonneker. Enkele grote boscomplexen (zoals o.a. de oude landgoederen 'Het Zuidbroek', 'Haagsche Bosch', 'Oldenzaalsche Veen' en 'Hooge Boekel' in het oosten van het gebied) zijn buiten het onderzoek gelaten.

Het onderzochte gebied ligt binnen het waterschap Regge en Dinkel. De topografie van het herinrichtingsgebied staat afgebeeld op de bladen 28H, 29C, 34F en 35A van de Topografische kaart van Nederland, schaal 1 : 25 000. De gekarteerde oppervlakte van het gebied bedraagt 3846 ha.

## **1.3 Opzet van het rapport**

Materialen, methode, resultaten, conclusies en opmerkingen zijn weergegeven in dit rapport en op 15 kaarten. Rapport en kaarten vormen een geheel en vullen elkaar aan. Het is daarom van belang rapport en kaarten gezamenlijk te raadplegen.

Het rapport heeft de volgende opzet. De topografie van het herinrichtingsgebied wordt besproken in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 geven we informatie over de geologie van het gebied en in hoofdstuk 4 beschrijven we globaal de bodemgesteldheid (voor gedetailleerde informatie verwijzen we naar rapport 329 'De bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied Enschede-Noord' van Rutten, Kleijer en Ten Cate, 1994). In hoofdstuk 5 beschrijven we de geomorfologie. In hoofdstuk 6 geven we informatie over de hydrologie van het gebied. In hoofdstuk 7 beschrijven we de hydrologische systemen in het herinrichtingsgebied Enschede-Noord. De conclusies staan per hoofdstuk aangegeven.

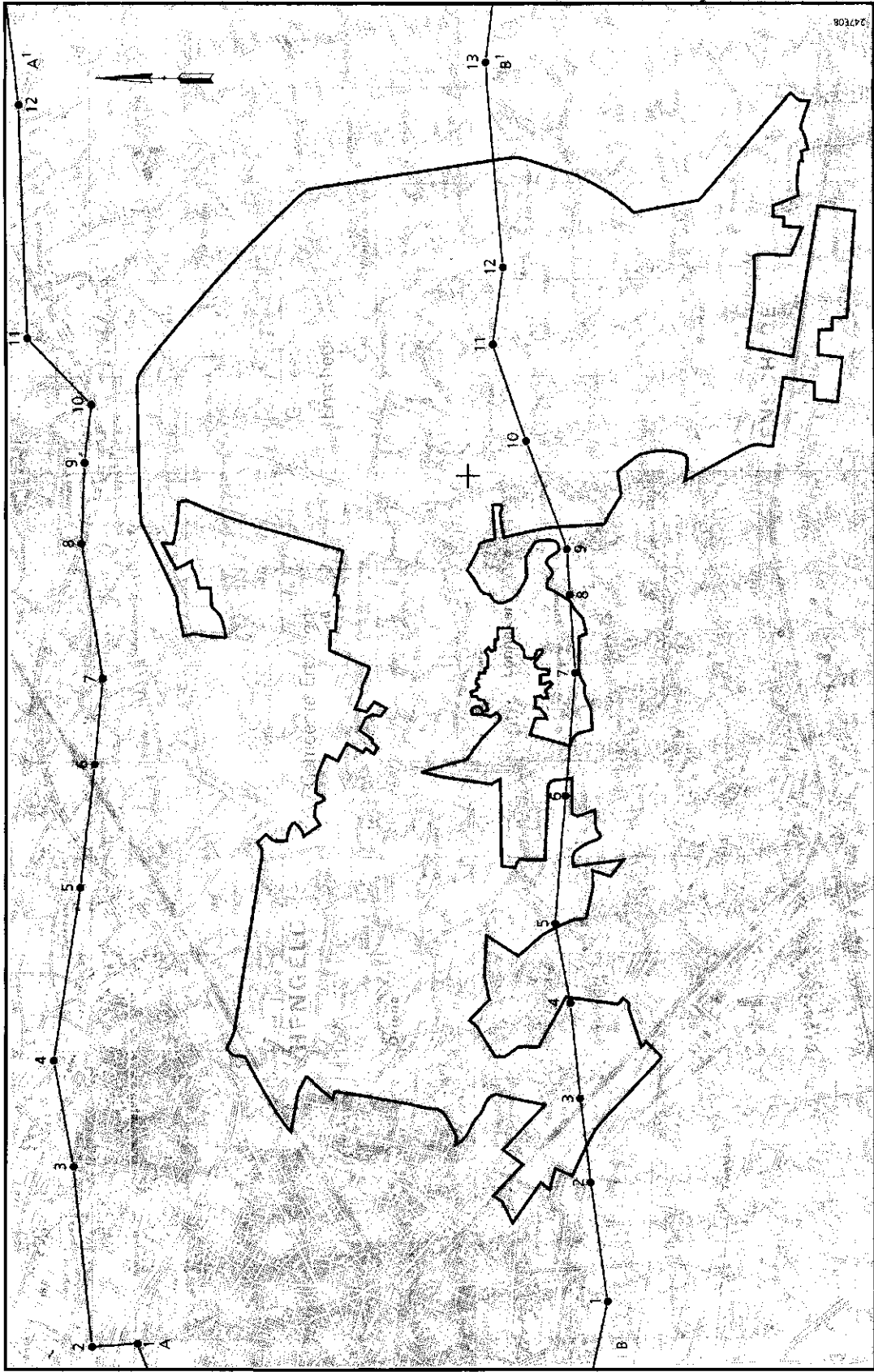


Fig. 1 Ligging van het herinrichtingsgebied en de ligging van de geologische doorsneden (A-A' en B-B'; kaart 3)

## 2 Topografie

Van het herinrichtingsgebied Enschede-Noord is op basis van de hoogtepuntenkaart, schaal 1 : 10 000, van de Topografische Dienst een hoogtelijnenkaart gemaakt met intervallen van 1 m (kaart 1). Op deze kaart zijn ook de beken en sloten aangegeven die voorkomen op de ligger der wateren c.a. van het waterschap Regge en Dinkel.

De hoogteverschillen in het gebied zijn aanzienlijk. Het hoogste punt ligt ten zuidoosten van Lonneker op circa 65 m + NAP. Ten oosten van Lonneker ligt nog een hoge kop op circa 63 m + NAP en ook ten westen van Lonneker (Roolvink esch) ligt een hoge kop op circa 49 m + NAP. De Lonnekerberg, ten westen van het vliegveld Twente vrijwel op de grens van het gebied, heeft een hoogte van circa 56 m + NAP. In het noordoosten even buiten het gebied ligt ook een hoge kop op circa 55 m + NAP. Het laagste punt in het westen ligt bij de rand van de woningbouw van Hengelo: circa 21 m + NAP. De afstand van het hoogste punt naar het laagste punt in het westen van het gebied is circa 7 km (verhang: ca. 6 m per km) . Vanaf de lijn Lonneker-Lonnekerberg is dit verhang vrij regelmatig en de beken en sloten lopen vrijwel evenwijdig aan elkaar naar het westen. In het oosten ligt het laagste punt daar waar de Elsbeek het gebied verlaat: circa 37 m + NAP. De afstand van het hoogste punt naar het laagste punt is 4 km (verhang: ca. 8 m per km). Het zuidelijk deel van het landgoed 'Hooge Boekel' en het gebied ten zuiden van de Veldweg helt richting Glanerbrug. Het gebied ten noorden van de lijn landgoed 'Hooge Boekel' en Veldweg en ten oosten van de waterscheiding helt naar het laagste punt daar waar de Elsbeek het gebied verlaat. Het oostelijk deel van het landgoed 'Oldenzaalsche Veen' helt naar het noordoosten.



Tabel 1 Stratigrafie van de beschreven afzettingen

		Tijdsindeling		C-14 jaren	Lithostratigrafie			
KENOZOICUM	KWARTAIR	HOLOCEEN	Subatlanticum		Formatie van Singraven (klei en veen, beekafzettingen)			
			Subboreaal	2 900				
			Atlanticum	5 000				
			Boreaal	8 000				
			Praeboreaal	9 000				
		PLEISTOCEN	LAAT-	WEICHSELIEN*	Late Dryas Stadiaal	10 000	Formatie van Twente	
					Allerød Interstediaal	11 000		
					Vroege Dryas Stadiaal	12 000		
					Bølling Interstediaal	12 800		
						13 000		
				MIDDEN- (Pleistociaal)	Vroeg- Midden- Laat-			29 000
								50 000
								58 000
			MIDDEN-	EEMIEN				
				SAALIEN*	LAAT-			(o.a. hellingafzettingen)
					MIDDEN-			Formatie van Drente (keileem, fluvioglaciale- en lacustroglaciale afzettingen) en stuwwalvorming (Formaties van Drente, Urk, Enschede, Breda, Rupel en Dongen)
					VROEG-			
					HOLSTEINIEN			
					ELSTERIEN*			Formatie van Urk (Rijn)
					CROMERIEN**			
VROEG-		o.a. BAVELIEN***		Formatie van Enschede (oostelijk Noordduitse rivieren)				
		MENAPIEN*						
TERTIAIR	PLIOCEEN							
	MIOCEEN			Formatie van Breda				
	OLIGOCEEN			Formatie van Rupel				
	EOCEEN			Formatie van Dongen				
MESOZOICUM	KRIJT	ONDER-KRIJT		Formatie van Vlieland				

- \* koude tijd
- \*\* tenminste 4 warme en 3 koude tijden
- \*\*\* 2 warme en koude tijden

## **3 Geologie**

### **3.1 Materialen en methode**

Voor de beschrijving van de geologische opbouw van het herinrichtingsgebied Enschede-Noord hebben we de gegevens van de Rijks Geologische Dienst (RGD) te Haarlem gebruikt, zoals deze zijn neergelegd in de Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, blad Almelo Oost/Denekamp, 280/29 (Van den Berg en Den Otter, 1993). Verder is gebruik gemaakt van boorgegevens van de Rijks Geologische Dienst, district Oost, van gegevens van Beets et al. (1986), Van den Berg en Beets (1987) en Ebbers en Van het Loo (1992).

De afzettingen die voor de hydrologische systeembeschrijving van het herinrichtingsgebied van belang zijn, stammen uit het Krijt, Tertiair, Pleistoceen en Holoceen. Tabel 1 geeft een overzicht van de belangrijkste afzettingen. Kaart 2 (geologische kaart) geeft de aan of nabij het oppervlak gelegen afzettingen in het gebied aan (naar Van den Berg en Den Otter, 1993). Kaart 3 laat 2 geologische doorsneden van het gebied zien (naar Van den Berg en Den Otter, 1993 en conceptgegevens van Den Otter van district Oost van de RGD).

### **3.2 Resultaten**

In deze paragraaf beschrijven we de geogenese van het herinrichtingsgebied aan de hand van de afzettingen uit het Krijt, Tertiair, Pleistoceen ouder dan de landijsbedekking, Saalien, Eemien, Weichselien en Holoceen (kaart 2).

#### **3.2.1 Krijt**

In het Onder-Krijt (tabel 1) vond een mariene transgressie plaats, waarbij in Twente voornamelijk zanden werden afgezet. Deze zanden worden als zandsteen (Formatie van Vlieland) in de ondergrond op een diepte van circa 25 m - mv. in het oosten van het gebied aangetroffen (kaart 3). Afzettingen uit het Boven-Krijt worden in Twente niet aangetroffen.

#### **3.2.2 Tertiair**

Na het Krijt werd een groot deel van ons land, inclusief het herinrichtingsgebied Enschede-Noord, ingenomen door een subtropische zee, waarin zanden en kleien zijn afgezet. Door bodembewegingen (tektoniek en glaciële tektoniek, par. 3.2.4) zijn deze afzettingen ten opzichte van elkaar verschoven. Daardoor verschillen de diepte van voorkomen en de dikte van de lagen van plaats tot plaats in het gebied. De tertiaire afzettingen zijn sterk door erosie aangetast. Ook daardoor komen vrij grote verschillen in laagdikte voor.

In verschillende tijdvakken van het Tertiair (tabel 1) zijn fijnkorrelige, mariene afzettingen gevormd. Eocene glauconiethoudende zavel (Formatie van Dongen), oligocene kleilagen (Formatie van Rupel) en miocene siltige klei (Formatie van Breda) worden onder de stuwwal van Oldenzaal-Enschede en in het westelijk deel van het gebied op een diepte van 20-40 m aangetroffen (kaart 3).

Een deel van de tertiaire afzettingen is in het Saalien tot heuvelruggen opgestuwd. In de stuwwal van Oldenzaal-Enschede (gestuwd en glaciaal verplaatst, par. 3.2.4) komt het tertiaire materiaal op veel plaatsen aan of nabij het oppervlak voor (kaart 2 en 3).

### **3.2.3 Pleistoceen ouder dan de landijsbedekking**

De periode in het Pleistoceen voor de landijsbedekking wordt gekenmerkt door een afwisseling van koude (glaciale) en warme (interglaciale) tijden (tabel 1). Sedimentatie vanuit het rivierwater wisselde af met rivierinsnijding en erosie.

Vanaf het Menapien tot begin Cromerien is de invloed van materiaal uit het huidige stroomgebied van Elbe en Weser aanwijsbaar in de afzettingen in onder andere noordwest Twente. Deze fluviatiele afzettingen, bestaande uit grindhoudende, witte, grove zanden, behoren tot de Formatie van Enschede. Ze bevatten ook Scandinavische gesteenten, wat wijst op de invloed van landijs.

Vanaf het midden van het Cromerien tot het midden van het Elsterien zijn grindhoudende, bruine zanden afgezet in het noordwesten van Twente, die afkomstig zijn uit het stroomgebied van de Rijn. Deze afzettingen behoren tot de Formatie van Urk.

In het herinrichtingsgebied treffen we deze fluviatiele afzettingen (vnl. de afzettingen van de Formatie van Enschede) alleen aan in de stuwwal Oldenzaal-Enschede, gestuwd en glaciaal verplaatst door het landijs in het Saalien (par. 3.2.4; kaart 2 en 3).

### **3.2.4 De landijsbedekking in het Saalien**

In het Midden-Saalien (tabel 1) bereikte het landijs vanuit Scandinavië ons land. Tijdens de grootste uitbreiding bedekte het ijs het noorden van Nederland tot de lijn Nijmegen-Wageningen-Hilversum-Haarlem. In het Midden-Saalien ontstonden stuwwallen en werd glaciaal materiaal afgezet.

#### **3.2.4.1 Tongbekken en stuwwallen**

Vanuit het noordoosten drong een ijslob Twente binnen en vormde in het oostelijk deel ervan het tongbekken van Noordhorn, dat globaal ter plaatse van het Dinkeldal lag. De preglaciale rivierzanden (par. 3.2.3) waren reeds voor de komst van het ijs voor een belangrijk deel geërodeerd; op veel plaatsen lagen daardoor fijnkorrelige tertiaire afzettingen aan of nabij het oppervlak (par. 3.2.2).

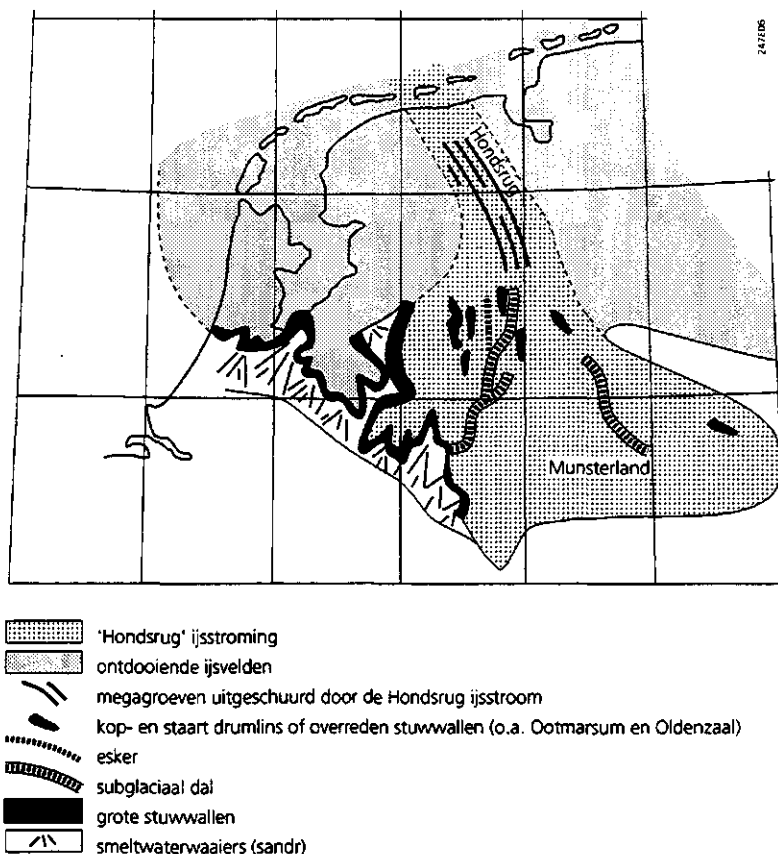
Langs de ijslob werd de bevroren ondergrond door de voortschuivende ijsmassa zijdelings weggedrukt en als grote schubben dakpansgewijs op elkaar gestapeld. Zo ontstonden een aantal ruggen, die stuwwallen genoemd worden. De sedimenten in de scheefgestelde, gestuwde lagen bestaan afwisselend uit tertiaire kleien, zavel en zanden en uit pleistocene, grindhoudende, rivierzanden uit de periode voorafgaande aan de ijsbedekking. Ook zijn mogelijke fluvioglaciale afzettingen meegestuwd, die voor het ijsfront waren gevormd.

Volgens de huidige inzichten (Van den Berg en Beets, 1987; Van de Berg en Den Otter, 1993) is de stuwwal Uelsen(Duitsland)-Ootmarsum-Oldenzaal omhooggedrukt door een ijslob in het tongbekken van Noordhorn, afkomstig uit het noordoosten. Daarna is de ijslob tussen Ootmarsum en Oldenzaal door de stuwwal gebroken naar het zogenaamde bekken van Hengelo. Een deel van de stuwwal, ter plaatse van de doorbraak, is daarbij verschoven naar de positie tussen Oldenzaal en Enschede en in westelijke richting (o.a. de kleine stuwwallen bij Tubbergen, Albergen en Delden; fig. 2).

Door een interne verschuiving van de ijsstroom werd de richting van de ijsstroom in de laatste fase van het Midden-Saalien noordnoordwest-zuidzuidoost, de zogenaamde Hondsrugijsstroming (fig. 3). Deze ijsstroom vond ook zijn weg in zuidelijke richting, waardoor de Twentse stuwwallen vanuit het noorden werden 'overreden'. Ze werden daarbij vervlakt en overdekt met keileem (gedrumliniseerd), waardoor ze een 'kop-staart' morfologie kregen. De kop in het noorden wordt gevormd door de oorspronkelijke stuwwal; de taps toelopende staart is aan alle zijden 'bepleisterd' met keileem, voornamelijk bestaande uit lokaal morene (veel tertiair materiaal; par. 3.2.4.2). In het tongbekken van de ijslob, bekken van Noordhorn, en in het bekken van Hengelo (gevormd bij de doorbraak van de stuwwal tussen Ootmarsum en Oldenzaal) zijn bij het smelten van de ijsbedekking grote meren ontstaan. Langs de flanken is vaak keileem afgezet en verder zijn ze opgevuld met fluvioglaciale zanden en fijnkorrelige lacustroglaciale (glaciale meer-)afzettingen. Deze laatste afzettingen zijn deels ontstaan door fluvioglaciale erosie, deels door afglijden van materiaal langs de hellingen van de stuwwallen. Tijdens het Weichselien zijn de bekkens verder opgevuld met hellingafzettingen, fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand (par. 3.2.5)

Het westelijk deel van het herinrichtingsgebied maakt deel uit van het bekken van Hengelo. Het centrale deel bestaat uit de stuwwal Oldenzaal-Enschede, bestaande uit gestuwde en glaciaal verplaatste, tertiaire afzettingen en preglaciale rivierafzettingen, en keileem. Zo hebben de Lonnekerberg en omgeving eocene klei aan het maaiveld. De hoge grindkoppen van de stuwwal lagen oorspronkelijk ingebed in het tertiaire materiaal. Door erosie, met name in het Weichselien (par. 3.2.5), zijn deze laatste afzettingen gedeeltelijk verdwenen. Het preglaciale, grindhoudende, fluviatiele zand bleef als geïsoleerde hoogten liggen, omdat het minder gevoelig was voor erosie (o.a. op de Lonnekerberg en ten oosten van Lonneker).





**Fig. 3** De 'Hondsrug ijsstroming' waardoor de stuwwallen van Uelsen-Ootmarsum en Oldenzaal-Enschede vanuit het noordnoordwesten werden gestroomlijnd en bedekt met keileem (naar Van den Berg en Beets, 1987)

### 3.2.4.2 Afzettingen van het landijs

Tot de afzettingen van het landijs in het herinrichtingsgebied behoren keileem, fluvioglaciale en lacustroglaciale afzettingen (Formatie van Drente; kaart 2 en 3).

#### **Keileem**

Lithologisch kan de keileem (grondmorene) verdeeld worden in twee eenheden:

- de eigenlijke keileem;
- de lokaalmorene.

De eigenlijke keileem is de keileem in zijn oorspronkelijke betekenis: ontstaan op het contactvlak tussen het voortschuivende landijs en de omliggende starre (bevroren) ondergrond. Deze keileem bezit een grote korrelspreiding die zowel de silt- als de zand- en grindfractie betreft. Regelmatig worden zwerfstenen en -keien in het materiaal aangetroffen. Het heeft een betonstructuur. De keileem is kalkhoudend afgezet en pas door latere bodemvormende processen geheel of gedeeltelijk ontkalkt (par. 3.2.5).

De andere keileemsoort is gevormd als lokaalmorene tijdens de drumlinisatie (par. 3.2.4.1). Hij bestaat grotendeels uit materiaal dat in de naaste omgeving is opgenomen, met name tertiaire zavel en klei. Er is maar weinig noordelijk (Scandinavisch) materiaal in aanwezig.

Op de geologische kaart (kaart 2 en 3; naar Van den Berg en Den Otter, 1993) worden beide keileemsoorten als een geheel aangegeven. Op de bodemkaart (kaart 4) is een onderscheid gemaakt in: a) keileem in zijn oorspronkelijke betekenis, code KX, en b) tertiaire klei (gestuwde en glaciaal verplaatste tertiaire klei en tertiaire klei die deel uitmaakt van de lokaalmorene), code KT.

Plaatselijk is keileem aangetroffen aan de basis van het bekken van Hengelo en onder de gestuwde, glaciaal verplaatste afzettingen van de stuwwal van Oldenzaal-Enschede (kaart 3).

Door erosie, met name in het Weichselien (par. 3.2.5), is een deel van de keileem op de stuwwal verdwenen. Soms is het bovenste deel van de keileem verweerd en zandig.

#### ***Fluvioglaciale en lacustroglaciale afzettingen***

Een deel van de fluvioglaciale sedimenten in het herinrichtingsgebied is afgezet aan het front van het naderende landijs. We treffen deze afzettingen aan de basis van de gestuwde, glaciaal verplaatste afzettingen van de stuwwal van Oldenzaal-Enschede (op een diepte van 25-40 m - mv. en met een dikte van 2-5 m). Het overige deel is afgezet tijdens het afsmelten van de ijskap. Deze afzettingen treffen we aan in het bekken van Hengelo (op een diepte van 20-25 m - mv. en met een dikte van 5-10 m). De fluvioglaciale afzettingen bestaan grotendeels uit matig fijn tot matig grof zand (kaart 3)

Het bekken van Hengelo is bij het smelten van de ijsbedekking verder opgevuld met meerafzettingen (lacustroglaciale afzettingen) bestaande uit fijnkorrelige sedimenten. Ze worden op een diepte van 5-10 m - mv. aangetroffen; de dikte bedraagt maximaal 20 m (kaart 3).

### **3.2.5 Eemien en Weichselien**

Het Eemien is de relatief warme periode (interglaciaal) tussen de ijstijden van het Saalien en Weichselien (tabel 1). In deze periode vond bodemvorming plaats, onder andere ontkalking van de keileem. In het bekken van Hengelo zijn plaatselijk afzettingen uit deze tijd aangetroffen, bestaande uit lemig zand en zandig veen (Formatie van Asten; kaart 3).

Na het Eemien volgde circa 110 000 jaar geleden een nieuwe ijstijd, het Weichselien. In die tijd bereikte het landijs Nederland niet, maar wisselden koude perioden (stadialen) en minder koude perioden (interstadialen) elkaar af. Tijdens de stadialen in het Midden-Weichselien was het zo koud dat de bodem meestal permanent bevroren was (permafrost); plantengroei was er nauwelijks. Tijdens interstadialen was er een min of meer gesloten vegetatie. In de stadialen van het Vroeg- en Midden-Weichselien vond erosie

plaats en werden dalen uitgeslepen in de stuwwal van Oldenzaal-Enschede. Tijdens perioden met permafrost moest het sneeuwmeltwater en het smeltwater van de ontdooiende permafrost in de zomer oppervlakkig afstromen. Tijdens de overige perioden was het klimaat vochtiger, waardoor eveneens erosie optrad.

De afzettingen uit het Weichselien behoren in dit gebied tot de Formatie van Twente en bestaan uit:

- residuaire afzettingen;
- hellingafzettingen;
- fluvioperiglaciale afzettingen;
- dekzanden.

Deze afzettingen zijn opgebouwd uit materiaal van lokale herkomst.

### ***Residuaire afzettingen***

De residuaire afzettingen, bestaande uit veelal dikke grindsnoeren, ontstonden door uitblazing van dikke lagen sediment onder droge, polaire omstandigheden. Het fijne materiaal werd weggevoerd en het grind en soms steentjes (vaak gepolijst) bleven achter, het 'keienvloertje'. Op enkele meters diepte worden in het bekken van Hengelo deze residuaire afzettingen aangetroffen.

### ***Hellingafzettingen***

Hellingafzettingen ontstonden in het Weichselien (maar ook reeds in het Laat-Saalien) door afglijding (massatransport) langs de hellingen van de stuwwal van Oldenzaal-Enschede, wanneer met name 's zomers boven de permafrost de bovenste laag met water verzadigd raakte. Omdat bij dit transport geen sortering van materiaal kan optreden, zijn deze afzettingen op de flank en aan de voet van de stuwwal zeer heterogeen (kaart 3; naar Van den Berg en Den Otter, 1993).

### ***Fluvioperiglaciale afzettingen***

Smeltwaterafzettingen, gevormd door water afkomstig uit de ontdooiende bovenlaag van de permafrost en van smeltende sneeuw, vormen het belangrijkste onderdeel van de fluvioperiglaciale afzettingen. Tot deze afzettingen worden tevens gerekend leem, zand en plaatselijk veen afgezet in depressies van het toenmalige landschap. In het bekken van Hengelo maar ook in de dalen van de stuwwal van Oldenzaal-Enschede treffen we deze afzettingen aan, soms aan het oppervlak en soms bedekt door dekzand. Op de geologische kaart (kaart 2; naar Van den Berg en Den Otter, 1993) zijn de fluvioperiglaciale afzettingen en het Oud dekzand als een geheel, fluvioperiglaciale afzettingen, aangegeven.

### ***Dekzanden***

In verschillende perioden van het Weichselien zijn dekzanden, een eolische sediment, afgezet. De dekzanden die in het Vroeg- en Midden-Weichselien zijn afgezet, worden tot het Oud dekzand gerekend. Het Oud dekzand bestaat voornamelijk uit een afwisseling van meer of minder lemige laagjes en zand. Deze afzettingen zijn vaak moeilijk te onderscheiden van de hiervoor genoemde fluvioperiglaciale afzettingen.



In het Laat-Weichselien werd het geleidelijk minder koud; de permafrost is verdwenen. In deze periode zijn enkele duidelijke klimaatschommelingen aanwezig. Er worden twee warme interstadialen onderscheiden, waarin weinig materiaal werd afgezet en lokaal bodemvorming en veenvorming optrad. In het herinrichtingsgebied zijn geen relicten van deze interstadialen aangetroffen. In de tussengelegen stadialen is opnieuw veel zand door de wind verplaatst. Dit zand (leemarm tot zwak lemig en matig fijn) wordt Jong dekzand I en II genoemd. De meeste dekzandruggen in het herinrichtingsgebied bestaan uit het Jong dekzand I. Jong dekzand II bevat in het algemeen minder leem dan Jong dekzand I.

In het Laat-Weichselien vond, met name in het bekken van Hengelo maar ook aan de oostflank van de stuwwal van Oldenzaal-Enschede en in het oostelijk deel van het herinrichtingsgebied, een verandering van het afwateringspatroon plaats. Veel geulen en sommige dalen vielen droog. Uit de drooggevallen bedding werd zand geblazen en in ruggen (dekzandruggen) of als een deken over de oudere sedimenten afgezet. Andere geulen en dalen werden door de dekzanden afgedamd.

### **3.2.6 Holocene**

Een hernieuwde verbetering van het klimaat zette circa 10 000 jaar geleden in, het begin van de huidige geologische periode, het Holocene. Geleidelijk raakte het vegetatiedek gesloten en kwam er een einde aan de verstuingen, die zo kenmerkend waren voor de laatste ijstijd. Er ontstond een parklandschap, aanvankelijk gedomineerd door berken en dennen, waardoor de landschapsvormen grotendeels werden vastgelegd. In de loop van het Boreaal, Atlanticum en Subboreaal (tabel 1) komen er steeds meer boomsoorten bij.

De holocene afzettingen in het gebied bestaan uit beekafzettingen. De ondergrond van de beekdalen bestaat meestal uit fluvioperiglaciale afzettingen. Hierop is plaatselijk beekklei gesedimenteerd. Op natte plekken in de dalen is soms veen gevormd. Al deze afzettingen en vormen in de beekdalen worden samengevat onder de naam Formatie van Singraven.

### **3.3 Conclusie**

Ten westen van de Weerseloseweg bevindt zich een dekzandgebied met fluvioperiglaciale dalen. Tussen de Weerseloseweg en de Lossersestraat ligt het gestuwde tertiaire kleigebied en ten oosten van de Lossersestraat het keileemgebied.

Verder wijzen wij er op dat de keileem op de geologische kaart (kaart 2) zowel de eigenlijke keileem als de lokaalmorene (grondmorene met zeer veel lokaal opgenomen tertiair materiaal) betreft. Op de bodemkaart (kaart 4) is de eigenlijke keileem met code KX aangegeven. Het tertiaire materiaal in de lokaalmorene en in de gestuwde, glaciaal verplaatste rug van Oldenzaal-Enschede is met de code KT aangegeven.

### 3.4 Opmerkingen

Kaart 2 is een vergroting van de Geologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, blad Almelo/Denekamp, 28O/29 (Van den Berg en Den Otter, 1993) en de conceptkaart van blad Enschede/Glanerbrug 34O/35 (Den Otter i.v.), samengesteld op basis van circa 9 boringen per 100 ha en landschapskenmerken. Kaartschaal en boringsdichtheid bepalen de hoeveelheid informatie op een kaart. Meer of gedetailleerdere informatie wordt niet verkregen door de kaart te vergroten, maar alleen door een gedetailleerder onderzoek. Bij vergroting neemt de waarnemingsdichtheid per vierkante centimeter kaartvlak af, en daarmee vermindert de nauwkeurigheid van de vergrote kaart sterk (Steur en Westerveld, 1965). Bij de interpretatie van de geologische kaart en bij de integratie van de verschillende abiotische aspecten om tot een hydrologische systeembeschrijving te komen, hebben we met het bovengenoemde aspect 'vergroting van kaarten' rekening gehouden. De enige reden voor de kaartvergroting (tot schaal 1 : 25 000) is geweest om alle kaarten op dezelfde schaal te reproduceren, waardoor de integratie van abiotische aspecten overzichtelijk zou worden.

## 4 Bodemgesteldheid

### 4.1 Materialen en methode

De bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied Enschede-Noord is weergegeven op de bodem- en grondwatertrappenkaart (kaart 4 en 5). Deze kaarten zijn een vereenvoudiging van de bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 10 000, uit rapport 329 van Rutten, Kleijer en Ten Cate (1994) aangevuld met gegevens van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 (Ebbers en Van het Loo, 1992). Deze kaarten geven een overzicht van de voorkomende gronden en grondwatertrappen ingedeeld naar bodemvorming en landschappelijke ligging en grondwaterfluctuatie. Voor meer uitgebreide informatie verwijzen we naar bovengenoemd rapport.

Voor de beschrijving van de bodemopbouw en de grondwaterfluctuatie hebben we gebruikt gemaakt van gegevens van De Bakker en Locher (1990), De Bakker en Schelling (1989), Bodemkaart van Nederland (1979), Ebbers en Van het Loo (1992), Van Heesen en Westerveld (1966), Locher en De Bakker (1990), Van der Sluis (1982), Van der Sluis en Van Heesen (1989), Steur en Heyink (1987), Steur en Westerveld (1965) en Ten Cate et al. (1990).

### 4.2 Resultaten

In deze paragraaf beschrijven we de profielopbouw en de fluctuatie van het grondwater aan de hand van de bodem- en grondwatertrappenkaart (kaart 4 en 5).

#### 4.2.1 Bodemkaart

In deze paragraaf bespreken we in het kort de voorkomende bodemeenheden en toevoegingen op de bodemkaart (kaart 4). De bodemeenheden op deze kaart zijn afgeleid uit bestaande kaarten (Rutten et al., 1994; Ebbers en Van het Loo, 1992) op basis van profiel- en veldkenmerken, en landschappelijke en topografische kenmerken (zoals maai-veldsligging, reliëf en bodemgebruik).

##### *Humuspodzolgronden (H)*

Een belangrijk deel van de gronden wordt ingenomen door humuspodzolgronden. Dit zijn van oudsher de heideontginningsgronden. Door bodemvorming is in deze gronden een zgn. A-B-C profiel ontstaan. De humuspodzolgronden zijn gronden met hydromorfe kenmerken en een humushoudende bovengrond die 15-50 cm dik is. Het in de Bh-horizont ingespoelde materiaal bestaat overwegend uit amorfe humus (structuurloze humus als huidjes rond de zandkorrels). Alle humuspodzolgronden zijn gevormd binnen de invloedssfeer van het grondwater; dat betekent dat op de zandkorrels direct onder de Bh-horizont geen ijzerhuidjes voorkomen. Dieper in het profiel komt op veel plaatsen

nog wel ijzer in de ondergrond voor in de vorm van roestvlekken. De kleurintensiteit en de dikte van de B-horizonten kunnen variëren, doordat ze sterk worden bepaald door de textuur en de ligging ten opzichte van het grondwater. Op veel plaatsen is in de ondergrond keileem en/of tertiaire klei (toev. .../x en .../t) aangetroffen.

Binnen de humuspodzolgronden hebben we opgenomen de veldpodzolgronden, laarpodzolgronden, vlakvaaggronden en een deel van de gooreerdgronden van de bodemkaart, schaal 1 : 10 000, uit rapport 329 van Rutten, Kleijer en Ten Cate (1994).

### ***Beekdalgronden (B)***

De relatief laaggelegen gronden hebben we tot de beekdalgronden gerekend. Het zijn minerale gronden die in dalvormige laagten liggen met een homogene, humushoudende bovengrond (eerdlaag) van 15-50 cm dikte zonder humuspodzol-B in de ondergrond. De beekdalgronden zijn gronden met een minerale eerdlaag, met hydromorfe kenmerken, dus zonder ijzerhuidjes op de zandkorrels direct onder de bovengrond en veelal met roest in het profiel. Plaatselijk komt, binnen 50 cm - mv., sterk ijzerrijk materiaal voor; dit is aangegeven met toevoeging *fl...*, hetgeen vaak duidt op kwel. Soms komen er gronden voor met een bovengrond bestaande uit beekklei (materiaal met meer dan 8% lutum); deze beekkleilaag is soms dikker dan 40 cm. In de ondergrond komt regelmatig keileem en/of tertiaire klei (toev. .../x en .../t) voor.

Binnen de beekdalgronden hebben we opgenomen de beekeerdgronden, de beekkleigronden, de veengronden en een deel van de gooreerdgronden van de bodemkaart, schaal 1 : 10 000, uit rapport 329 van Rutten, Kleijer en Ten Cate (1994).

### ***Enkeerdgronden (E)***

Enkeerdgronden zijn eerdgronden met een dikke (>50 cm) minerale eerdlaag. Deze gronden komen voornamelijk voor op hoge ruggen en koppen verspreid in het gebied. De dikke minerale eerdlaag is ontstaan door eeuwenlange bemesting van de akkers met mest uit de potstal. Afhankelijk van de aard en de hoeveelheid van de gebruikte mest en de duur van de bemesting vertoont de humushoudende bovengrond verschillen in kleur en dikte. De enkeerdgronden in dit gebied behoren tot de zwarte enkeerdgronden. Op enkele plaatsen, zoals ten westen van Lonneker en in het zuidwesten van het gebied, komen enkeerdgronden voor die duidelijk zwart op bruin van kleur zijn. In de ondergrond heeft zich vaak een humuspodzol ontwikkeld met en zonder hydromorfe kenmerken; er komen echter ook enkeerdgronden voor waarvan de zandondergrond bestaat uit meer of minder roestig materiaal zonder podzolontwikkeling. Op enkele plaatsen komt keileem en/of tertiaire klei (toev. .../x en .../t) in de ondergrond voor.

### ***Oude kleigronden (K) en (T)***

Oude kleigronden zijn gronden met keileem en tertiaire klei beginnend ondieper dan 40 cm - maaiveld. De grootste oppervlakten van deze gronden liggen ten oosten van de Weerseloseweg op de stuwwal. Op de kaart zijn de oude kleigronden aangegeven als keileemgronden (K) en tertiaire kleigronden (T).

### **Toevoegingen**

Een aantal (bodemkundige) verschijnselen hebben we niet gebruikt als criterium bij de indeling van de gronden. Daarom hebben we deze verschijnselen op de kaart aangegeven in de vorm van toevoegingen, omdat ze wel van invloed zijn op onder andere de waterhuishouding in dit gebied. We hebben 3 toevoegingen onderscheiden. Een toevoeging (voor de code) heeft betrekking op de bovengrond en twee toevoegingen (achter de code) hebben betrekking op ondergrond.

De toevoeging voor de bovengrond is:

- fl...* ijzerrijk binnen 50 cm - mv. beginnend en tenminste 10 cm dik.  
*Toelichting:* Bij de beekdalgronden komt in het westen van het gebied veel ijzerrijk materiaal voor; de bovenste horizonten hebben dan sterk gevlekte, okerkleurige roest. Plaatselijk is deze roest verkit tot ijzerconcreties (ijzeroer).

De toevoegingen voor de ondergrond zijn:

- .../x* keileem beginnend tussen 40 en 120 cm - mv.  
*Toelichting:* De samenstelling van de keileem varieert van verweerde, zandige tot zware stugge keileem. Plaatselijk wordt de keileem onderbroken door zandige lagen. De keileem heeft in het algemeen een slechte doorlatendheid.
- .../t* tertiaire klei beginnend tussen 40 en 120 cm - mv.  
*Toelichting:* Meestal bestaat het tertiaire materiaal uit vrij zware, stugge, slecht doorlatende klei. Plaatselijk komt zeer fijnzandig, lössleemachtig materiaal voor dat we ook tot de tertiaire afzettingen hebben gerekend.

### **4.2.2 Grondwatertrappenkaart**

In deze paragraaf bespreken we in het kort de voorkomende grondwatertrappen op de grondwatertrappenkaart (kaart 5). De grondwatertrappen op deze kaart zijn afgeleid uit bestaande kaarten (Rutten et al., 1994; Ebbers en Van het Loo, 1992) op basis van profiel- en veldkenmerken, en landschappelijke en topografische kenmerken (zoals maai-veldsligging, reliëf en bodemgebruik).

De grondwaterfluctuaties in de open zandgronden, met name in het westen van het gebied, zijn vrij gering (60-100 cm). In het oosten van het gebied daarentegen komen grotere fluctuatie-verschillen voor (>100 cm). Vooral in de keileemgronden en tertiaire kleigronden en in de zandgronden met keileem en/of tertiaire klei (toev. *.../x* en *.../t*) in de ondergrond zijn de verschillen in grondwaterfluctuatie aanzienlijk. In natte perioden zullen in deze gronden regelmatig schijngrondwaterspiegels optreden.

We hebben de volgende grondwatertrappen onderscheiden:

- |      |                       |                      |
|------|-----------------------|----------------------|
| III  | GHG: < 40 cm - mv.;   | GLG: 80-120 cm - mv. |
| V    | GHG: < 40 cm - mv.;   | GLG: >120 cm - mv.   |
| VI   | GHG: 40- 80 cm - mv.; | GLG: >120 cm - mv.   |
| VII  | GHG: 80-140 cm - mv.; | GLG: >120 cm - mv.   |
| VIII | GHG: >140 cm - mv.;   | GLG: >180 cm - mv.   |

### 4.2.3 Kwelkaart

Van het herinrichtingsgebied hebben we op basis van de grondwatertrappenkaart en de geologische kaart een kwelkaart (kaart 6) gemaakt. Op deze kaart zijn gebieden aangegeven waar gronden voorkomen met grondwatertrap II en III. Deze gebieden hebben we op de kaart aangegeven als kwelgebieden en bestaan uit beekdalgronden. Daarnaast hebben we nog potentiële kwelgebieden aangegeven. Dit zijn gebieden waar kwel is te verwachten en waar gronden met grondwatertrap V voorkomen. In deze gebieden begint de tertiaire klei of keileem tussen 2 en 4 m - mv., terwijl ten oosten of ten westen van deze gebieden de tertiaire klei of keileem binnen 2 m - mv. begint. De neerslag wordt van de hoger gelegen gronden ten oosten of ten westen van deze potentiële kwelgebieden vrij snel over de ondiepe tertiaire klei of keileem afgevoerd. De neerslag verzameld zich in de potentiële kwelgebieden en wordt minder snel afgevoerd, omdat daar de tertiaire klei of keileem veel dieper (>2 m - mv.) voorkomt. Indien gronden voorkomen met grondwatertrap V hebben we deze aangegeven als potentiële kwelgebieden. Deze gebieden komen voor ten westen en oosten van Lonneker, en in het noorden van het herinrichtingsgebied. De gronden in deze gebieden bestaan uit podzolgronden, beekdalgronden en keileemgronden. Tevens is op deze kaart aangegeven waar tijdens het bodemgeografisch onderzoek lokale kwelplekken zijn aangetroffen.

### 4.3 Conclusie

Ten westen van de Weerseloseweg komen podzolgronden (H), duidelijke beekdalen met beekdalgronden (B) en enkeerdgronden (E) voor. De beekdalen zijn natte gronden met grondwatertrap III (kwel) en veel lokale kwelplekken. Tussen de Weerseloseweg en de Lossersestraat ligt een sterk wisselend patroon van tertiaire kleigronden (KT), keileemgronden (KX) en podzolgronden (H), en grote complexen enkeerdgronden (E) rond Lonneker. Er is nauwelijks een patroon in de grondwatertrappen herkenbaar. Ten oosten van de Lossersestraat ligt een sterk wisselend patroon van tertiaire kleigronden (KT), keileemgronden (KX), podzolgronden (H) en onduidelijke beekdalen met beekdalgronden (B). Er is nauwelijks een patroon in de grondwatertrappen herkenbaar. Enkele natte plekken (grondwatertrap III) komen in het stroomgebied van de Elsbeek voor. De kwelkaart, schaal 1 : 25 000, is samengesteld op basis van de grondwatertrappenkaart, aangevuld met in het veld aangetroffen lokale kwelplekken.

### 4.4 Opmerkingen

Op basis van de bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 10 000, uit rapport 329 van Rutten, Kleijer en Ten Cate (1994) is door schematisatie de bodem- en grondwatertrappenkaart (kaart 4 en 5) vervaardigd. Doordat grote delen van het gebied niet bodemgeografisch onderzocht zijn, is met behulp van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 (Ebbers en Van het Loo, 1992), toch van het gehele herinrichtingsgebied een bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 25 000 vervaardigd. Bij vergroting van een kaart neemt de waarnemingsdichtheid per vierkante centimeter kaartvlak af, en daarmee vermindert de nauwkeurigheid van de vergrote kaart sterk (Steur en Westerveld 1965). Bij de interpretatie van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000

hebben we met bovengenoemd aspect 'vergroting van kaarten' rekening gehouden. De enige reden voor de kaartvergroting is geweest om van het gehele gebied een bodem- en grondwatertrappenkaart samen te stellen (kaart 4 en 5) op dezelfde schaal als de andere kaarten die de overige abiotische aspecten weergeven. Hierdoor wordt de integratie van de abiotische aspecten (om tot een hydrologische systeembeschrijving te komen) overzichtelijk.

## 5 Geomorfologie

### 5.1 Materialen en methode

Voor de samenstelling van de geomorfologische kaart van het herinrichtingsgebied Enschede-Noord hebben we gebruik gemaakt van de Geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, blad 28 en 29 Denekamp van Kleinsman et al. (1978) en blad 34 Enschede en 35 Glanerbrug van Kleinsman en Ten Cate (1979), alsmede van gegevens verzameld tijdens het bodemgeografisch onderzoek in het herinrichtingsgebied.

Voor een uitvoerige beschrijving van de geomorfologische eenheden op de geomorfologische kaart van het herinrichtingsgebied (kaart 7) verwijzen we naar Ten Cate en Maarleveld (1977).

### 5.2 Resultaten

In deze paragraaf beschrijven we in het kort de geomorfologische gesteldheid van het gebied. Het gebied is op te delen in de volgende 3 eenheden:

- de heuvelrug van Oldenzaal;
- het westelijk dekzandgebied;
- het oostelijk keileemgebied.

#### *De heuvelrug van Oldenzaal-Enschede*

Het centrale deel van het herinrichtingsgebied wordt ingenomen door de van noord naar zuid lopende heuvelrug van Oldenzaal-Enschede. Deze heuvelrug is tijdens de landijsbedekking in het Midden-Saalien gevormd. Het noordelijk deel van deze heuvelrug is grotendeels ontstaan door glaciële verplaatsing van een deel van de stuwwal van Ootmarsum-Oldenzaal (fig 2); het zuidelijk deel door drumlinisatie (par 3.2.4). Bij beide delen is een onderscheid aangebracht in:

- vlakke deel met hellingen minder dan circa 1-2° (legenda-eenheid 1 en 3);
- hellende deel met hellingen groter dan circa 1-2° (legenda-eenheid 2 en 4).

Na de vorming van de heuvelrug Oldenzaal-Enschede in het Midden-Saalien hebben erosie en eolische sedimentatie, met name in het Weichselien, voor de huidige vorm van de heuvelrug gezorgd. De nu veelal droge dalen (legenda-eenheid 11) zijn grotendeels door sneeuwsmeltwater gevormd. De ondergrond was bij de vorming diep bevroren, zodat het water slechts over het oppervlak kon afstromen. Hierbij vond erosie plaats (droge dalen) en werd hellingmateriaal op de flanken van de heuvelrug afgezet. Gedurende het Laat-Weichselien werd door eolische sedimentatie plaatselijk op de heuvelrug en in de droge dalen dekzand afgezet.

De waterscheiding (legenda-eenheid 17) loopt van Stokhorst (noordelijk van Enschede) op circa 60 m + NAP, via de Welle (ten zuidoosten van Lonneker) op circa 65 m +



NAP naar het noorden en buigt vervolgens naar het noordoosten (Haagsche Bosch), waar de waterscheiding het gebied verlaat op circa 54 m + NAP.

### ***Het westelijke dekzandgebied***

Ten westen van de heuvelrug Oldenzaal-Enschede ligt het bekken van Hengelo, ontstaan tijdens de landijsbedekking in het Midden-Saalien. Het bekken is opgevuld met fluvio-glaciale en lacustroglaciale (meer-)afzettingen tijdens het afsmelten van het landijs (par. 3.2.4.2). In het Weichselien vond een verdere opvulling van het bekken plaats met hellingafzettingen afkomstig van de heuvelrug, smeltwaterafzettingen (fluvioperiglaciale afzettingen) en dekzand (par. 3.2.5). Met name in het Laat-Weichselien is veel dekzand afgezet (Jong dekzand). In het bekken van Hengelo bevindt zich in een brede strook langs de heuvelrug met een dikke laag dekzand. Dit zogenaamde gordeldekzand, grotendeels afkomstig van het bekken van Hengelo en met westen winden afgezet, heeft over het algemeen een zwak golvend oppervlak (gordeldekzandwelingen, legenda-eenheid 7) met hoogteverschillen van 0,5-1,5 m. Plaatselijk zijn duidelijke ruggen en welvingen te onderscheiden (gordeldekzandrug en -welving, legenda-eenheid 5) met hoogteverschillen van 0,5-2 à 2,5 m. Ten noorden van het herinrichtingsgebied ligt het vliegveld Twente. Hier heeft het gordeldekzand een vlak oppervlak gekregen door egalisatie (gordeldekzandvlakte, legenda-eenheid 16). Het westelijk dekzandgebied helt van oost naar west.

De dalvormige laagten (legenda-eenheid 12) hebben hun ontstaan grotendeels te danken aan het eertijds (Weichselien) over de diep bevroren ondergrond afstromen van sneeuwsmeltwater. In het Laat-Weichselien, tijdens de afzetting van het Jong dekzand, vond een verandering van het afwateringspatroon plaats. Sommige dalvormige laagten vielen droog, andere werden afgedamd. Plaatselijk ontstonden niet-dalvormige laagten (legenda-eenheid 14: laagte zonder randwal, inclusief uitblazingsbekken).

In het meest westelijk deel van het herinrichtingsgebied komt een vlak gebied voor bestaande uit deels verspoelde dekzanden (legenda-eenheid 10). Door oppervlakkige verspoeling van dekzand door sneeuwsmeltwater in het Weichselien werd het dekzandrelief genivelleerd.

### ***Het oostelijk keileemgebied***

Tijdens de landijsbedekking in het Midden-Saalien werd niet alleen de heuvelrug Oldenzaal-Enschede gevormd (door stuwings, glaciale verplaatsing en drumlinisatie) maar werd ook keileem afgezet ten oosten van de heuvelrug. In het Weichselien vond afvoer van sneeuwsmeltwater plaats waarbij door erosie dalvormige laagten (legenda-eenheid 12) gevormd werden die deels opgevuld zijn met sneeuwsmeltwaterafzettingen (fluvioperiglaciale afzettingen). Tevens vond accumulatie van dekzand, Jong dekzand, plaats op de keileem (legenda-eenheid 6 en 9). De dekzandruggen en -welvingen met hoogteverschillen van 0,5-2 à 2,5 m kunnen opgevat worden als gordeldekzandrug en -welving (legenda-eenheid 5). De lengte-as van deze ruggen en welvingen loopt ongeveer parallel aan de heuvelrug. Het zand is waarschijnlijk afkomstig van de heuvelrug van Oldenzaal-Enschede en aangevoerd met westenwinden (Brus, 1986, pag. 12). Het oostelijk keileemgebied helt van west naar oost.

### **5.3 Conclusie**

Ten westen van de Weerseloseweg komen gordeldekzandwelingen met lokaal een geïsoleerde gordeldekzandrug of -welling en duidelijke dalvormige laagten voor. Tussen de Weerseloseweg en de Lossersestraat ligt het gestuwde en glaciaal verplaatste deel en het gedrumliniseerde deel van de heuvelrug van Oldenzaal-Enschede met hellingafzettingen en dekzand; in deze heuvelrug zijn vlakke en hellende delen, droogdalen en de waterscheiding onderscheiden. Ten oosten van de Lossersestraat ligt de grondmorene al dan niet bedekt met dekzand, lokale gordeldekzandruggen en -welingen en dalvormige laagten.

### **5.4 Opmerkingen**

Kaart 7 is een vergroting van de Geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, blad 28 Almelo en 29 Denekamp (Kleinsman et al., 1978) en blad 34 Enschede en 35 Glanerbrug (Kleinsman en Ten Cate, 1979), waarbij aanvullende gegevens, verzameld tijdens het bodemgeografisch onderzoek in het herinrichtingsgebied, zijn verwerkt. Bij vergroting van een kaart neemt de waarnemingsdichtheid per vierkante centimeter kaartvlak af, en daarmee vermindert de nauwkeurigheid van de vergrote kaart sterk (Steur en Westerveld, 1965). Bij de interpretatie van de Geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, hebben we met bovengenoemde aspect 'vergroting van kaarten' rekening gehouden. De enige reden voor de kaartvergroting is geweest om van het gehele gebied een geomorfologische kaart samen te stellen (kaart 7) op dezelfde schaal als de andere kaarten die de overige aspecten weergeven. Hierdoor wordt de integratie van de abiotische aspecten (om tot een hydrologische systeembeschrijving te komen) overzichtelijk.

## 6 Hydrologie

In hoofdstuk 4 en op de grondwatertrappenkaart (kaart 5) is het onderzoek van het grondwaterstandsverloop van het freatisch grondwater (agrohydrologisch onderzoek) besproken en weergegeven. Doel van het hydrologisch onderzoek is inzicht te krijgen in grondwaterstromingen. Bij ondiepe systemen liggen kwel- en wegzijgingsgebieden direct naast elkaar; het betreft meestal het freatisch grondwater. Bij middeldiepe en diepe systemen liggen kwel- en wegzijgingsgebieden niet direct naast elkaar en betreffen respectievelijk het eerste en tweede watervoerende pakket.

### 6.1 Materialen en methode

Bij het hydrologisch onderzoek hebben we gebruik gemaakt van gegevens van Ten Cate et al. (1990), Van den Berg en Den Otter (1993), Kemmers (1990a en 1990b), Kemmers en Jansen (1985), Kemmers en Van Wirdum (1988) en Van Wirdum (1991). Het onderzoek richtte zich op een analyse van ruimtelijke verschillen in:

- neerslaggegevens;
- grondwaterstandsverloop;
- waterkwaliteit.

Daarnaast werd correlatief onderzoek verricht naar verbanden tussen eenvoudig te meten *single-value* waterkwaliteitsvariabelen (zoals EC) en *multi-value* variabele watertypen.

#### 6.1.1 Neerslaggegevens

De neerslaggegevens van de neerslagstations Enschede, Hengelo, Twente en Oldenzaal (KNMI district 6) en een weeramateur in Losser over de periode 1961-1990 zijn gebruikt om de neerslagverdeling in het herinrichtingsgebied te onderzoeken. Hierbij zijn de gegevens van de neerslag per decade, per maand en per jaar over de laatste vier jaar van de vier meetstations vergeleken.

#### 6.1.2 Grondwaterstandsverloop

De grondwaterstanden zijn gemeten in grondwaterstandsbuizen van:

- TNO-Grondwater en Geo-energie (TNO-GG; L- en P-buizen);
- de N.V. Waterleidingbedrijf Oost-Twente (WOT; W-buizen);
- de gemeente Enschede (E-buizen);
- SC-DLO (S-buizen).

De grondwaterstanden zijn gemeten in 21 TNO-GG-buizen op 16 lokaties, 15 buizen van de WOT op 11 lokaties, 1 buis van de Gemeente Enschede en 24 SC-DLO-buizen op 17 lokaties. De lokaties van deze buizen staan op kaart 8. Op een aantal lokaties

komen buizen voor met een ondiep filter (a-buizen, bijv. 35A-P-0019a) op de keileem of tertiaire klei en met een diep filter (b-buizen, bijv. 35A-P-0019b) in de keileem of tertiaire klei.

De diepte van de grondwaterstandsbuizen loopt uiteen van 0,5-33,5 m - mv. Van 11 buizen is de filterdiepte meer dan 5 m, namelijk: 28H-P-0431a, 28H-P-0431b, 29C-P-0075b, 29C-W-000b, 29C-W-000c, 29C-W-000d, 29C-W-000I1, 29C-W-000I2, 29C-W-Snip, 34F-W-0042 en 35A-P-0019b. De filters van de buizen 28H-P-0431a en 34F-W-0042 staan zeer waarschijnlijk niet in de keileem/tertiaire klei, maar van de overige buizen zeer waarschijnlijk wel. De grondwaterstandsbuizen 29C-W-000b, 29C-W-000c, 29C-W-000d, 29C-W-Snip, 29C-S-0004, 29C-W-0005 en 34F-L-0112 staan met hun filters in de keileem. De grondwaterstandsbuizen 28H-L-0042, 28H-L-0045, 28H-W-0004, 29C-L-0013, 29C-S-0003, 29C-S-0011, 34F-W-0014, 35A-P-0019, 35A-E-0227, 35A-S-0002, 35A-S-00008, 35A-S-0014, en 35A-S-0017 staan met hun filter in de tertiaire klei.

De buizen zijn twee maal per maand (op of omstreeks de 14e en 28e) gemeten. De grondwaterstandsmetingen zijn uitgevoerd van juni 1993 tot april 1994.

Voor het beschrijven van de methode voor de berekening van GHG en GLG van buizen met 6-8 jaren meetgegevens of meer en met een korte meetreeks verwijzen we naar rapport 157 van Brouwer, Ten Cate en Scholten, 1992, par. 2.2.2.1 en 2.2.2.2.

Van 18 van de 57 buizen zijn de GHG en GLG berekend (tabel 5), omdat deze buizen aan de gestelde voorwaarden in par. 2.2.2.1 van het bovenvermelde rapport voldoen.

De resultaten van de berekening van GHG en GLG van 37 van de 57 buizen staan weergegeven in tabel 5. Van 2 buizen (S-5a en S-17a) waren onvoldoende waarnemingen om een berekening uit te voeren. In deze tabel staan tevens aangegeven het 95%-betrouwbaarheidsinterval (+of- cm) en de daaruit voortvloeiende grondwatertrap (Gt).

### **6.1.3 Waterkwaliteit**

Op basis van waterkwaliteitsonderzoek in grond- en oppervlaktewater zijn hypothesen te formuleren over grondwaterstromingspatronen op basis van de verspreiding van watertypen. In de kringloop van het water kunnen drie compartimenten worden onderscheiden, waarin het water korte of langere tijd verblijft: de atmosfeer, de lithosfeer en de zee. In elk hiervan neemt het water uiteindelijk een karakteristieke samenstelling aan die weerspiegeld wordt door de ionenratio IR (een maat voor de ionenverhouding in het water) en de specifiek elektrische geleiding EC (een maat voor de concentratie). Na infiltratie van regenwater (At = atmoclien water) kan bij toenemende invloed van de ondergrond calcium en bicarbonaat dominant in de watersamenstelling worden door oplossing van kalk onder invloed van koolzuur dat in de wortelzone in het infiltrerende water is opgelost. Hierbij neemt ook de totale concentratie van stoffen in het grondwater toe. Dit verhoudingsgewijs calciumbicarbonaatrijke grondwater (Li = lithoclien water) kan elders, namelijk in kwelzones en beken, weer aan de oppervlakte komen en invloed op de vegetatie uitoefenen. 'Op weg naar zee' neemt het grondwater door vervuiling

en contact met zeewater in de kustgebieden onder andere chloride-ionen op, waardoor het steeds meer op zeewater (Th = thalassoclien water) gaat lijken. De drie 'extreme' watertypen Li, At en Th worden wel aangeduid met de namen litho-, atmo- en thalasso-troof water (Kemmers en Van Wirdum 1988). Voor elk van deze watertypen worden in de literatuur (Van Wirdum, 1991) referenties beschreven. De verspreiding van atmo-troof en lithotroof water in het pleistocene landschap geeft aanwijzingen voor de aanwezigheid van infiltratie- en kwelgebieden. Een complicatie hierbij is dat onder invloed van agrarisch grondgebruik de natuurlijke differentiatie in watertypen vervlakt. Als referentie voor een dergelijk beïnvloed watertype wordt wel de samenstelling van Rijnwater (RhL) genomen.

Door het RIN is een computerprogramma ontwikkeld (MAIONF, Van Wirdum, 1991). MAIONF berekent op basis van de maior-ionen (Na, K, Mg, Ca, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl) de verwantschap van een monster met elk van de referentiemonsters. Wij hebben de volgende referentiemonsters gebruikt:

- LiHDu: grondwater van de Veluwe: De Hoge Duvel (relatief weinig calcium en bicarbonaat);
- LiAng: verzadigd grondwater: Angeren (relatief veel calcium en bicarbonaat; bepaald in 1980);
- AtW: regenwater: Witteveen (een niet verontreinigde plaats in Nederland; bepaald in 1980);
- RhL: Rijnwater: Lobith (bepaald in 1975);
- Th: zeewater: Noordzee (bepaald in 1982).

In de praktijk is gebleken dat de verschillen tussen watertypen het best tot uiting komen door de MAIONF-resultaten uit te zetten in een diagram met op de x-as de verwantschap met zeewater (rTh %) en op de y-as de verwantschap met lithotroof-Angeren water (rLiAng %). De methode voorziet ook in de mogelijkheid een watermonster te interpreteren vanuit verschillende mengverhoudingen tussen de referentietypen. Op deze wijze kan op basis van waterkwaliteitsvariabelen een grove schatting van het aandeel regenwater (At), grondwater (Li) of verontreinigd water (Rh) in de lokale waterbalans worden gemaakt.

De resultaten kunnen ook grafisch worden weergegeven in de vorm van Stiff-, Piper- en IR-EC diagrammen, en het LAT frame. In dit onderzoek maken we gebruik van het IR-EC diagram en het LAT frame (Van Wirdum, 1991).

Bij de zomermeting (26 augustus t/m 3 september 1993) en de wintermeting (27 januari t/m 2 februari 1994) hebben we respectievelijk op 57 en 64 lokaties watermonsters genomen. Bij de zomermeting hebben we op 40 lokaties uit grondwaterstandsbuizen en op 17 lokaties uit oppervlaktewater watermonsters genomen; bij de wintermeting was dit respectievelijk 44 en 20. Op 5 lokaties tijdens de zomermeting hebben we uit een ondiepe en een diepe grondwaterstandsbuis een watermonster genomen en bij de wintermeting op 11 lokaties. Kaart 8 geeft de lokaties weer waar de watermonsters uit de grondwaterstandsbuizen en het oppervlaktewater zijn genomen.

Deze watermonsters zijn op het laboratorium van de N.V. Waterleidingbedrijf Oost-Twente te Enschede onderzocht op de volgende anorganische parameters (aanhangsel 3):

- specifiek elektrische geleiding, EC20 (mS/m);
- zuurgraad, pH;
- kalium,  $K^+$  (mg/l);
- natrium,  $Na^+$  (mg/l);
- calcium,  $Ca^{2+}$  (mg/l);
- magnesium,  $Mg^{2+}$  (mg/l);
- chloride,  $Cl^-$  (mg/l);
- sulfaat,  $SO_4^{2-}$  (mg/l); 1);
- waterstofcarbonaat,  $HCO_3^-$  (mg/l);
- nitraat,  $NO_3^-$  (mg/l); 2);
- ortho-fosfaat, o- $PO_4$  (mg/l); 2);
- ijzer, Fe (mg/l). 3).

- 1) niet onderzocht in de watermonsters uit de grondwaterstandsbuizen tijdens de zomermeting.
- 2) alleen onderzocht in de watermonsters uit het oppervlaktewater.
- 3) alleen onderzocht in de watermonsters bij de zomermeting.

Tijdens de monstername hebben we tevens de specifiek elektrische geleiding (EC) van de watermonsters vastgesteld.

#### 6.1.4 Correlatief onderzoek

In het landinrichtingsgebied Ochten-Opheusden bleek de EC een goede voorspeller te zijn om aan te geven welk watertype op een lokatie domineert (Kemmers, Brouwer en Mulder, 1993). Aangezien de EC een meting is, die eenvoudig kan worden uitgevoerd, kan snel gebiedsdekkende informatie van deze parameter worden verzameld. Deze informatie kan zowel aan het oppervlaktewater als aan het grondwatersysteem worden ontleend. Via regressie-analyse is onderzocht of de EC ook in het herinrichtingsgebied Enschede-Noord een goede voorspeller voor de aanwezigheid van watertypen is. Om gebiedsdekkende informatie te verkrijgen over de kwaliteit (ionenconcentratie) van het oppervlaktewater hebben we op 13 en 16 juli 1993 in 25 grondwaterstandsbuizen op 24 lokaties en in hoofdzakelijk A-watergangen van het Waterschap Regge en Dinkel op 78 lokaties de specifiek elektrische geleiding (EC) vastgesteld. Dit hebben we ook uitgevoerd op 12 en 13 oktober 1993 in hoofdzakelijk A-watergangen op 86 lokaties en op 14 oktober 1993 in 58 grondwaterstandsbuizen op 45 lokaties. Op 31 januari t/m 2 februari 1994 hebben we dit herhaald in 54 grondwaterstandsbuizen op 43 lokaties en op 2 en 3 februari 1994 in hoofdzakelijk A-watergangen op 86 lokaties. De lokaties waar de EC-metingen van het oppervlaktewater zijn verricht, staan aangegeven op kaart 9.

## **6.2 Resultaten van het kwantitatief hydrologisch onderzoek**

In het herinrichtingsgebied Enschede-Noord is ruwweg een ondiep en een diep hydrologisch systeem te onderscheiden. Onder het ondiepe systeem verstaan we de afvoer van water via het freatisch grondwater, deels via de slecht doorlatende ondergrond van keileem/tertiaire klei. Het diepe systeem is de afvoer van water via de diepere ondergrond.

### **6.2.1 Vergelijking van de neerslaggegevens van een aantal neerslagstations**

Uit de neerslaggegevens van tabel 2 blijkt dat over de periode 1961-1990, in het KNMI-district 6, van de neerslagstations Enschede, Hengelo, Twente en Oldenzaal (fig. 4) de neerslaghoeveelheid gemiddeld per decade, per maand en per jaar niet zoveel verschillen (ca. 20 mm). De gemiddelde neerslag over 30 jaar van deze vier neerslagstations is circa 780 mm met als uitersten 768 en 802 mm. De neerslagstations met de laagste neerslag zijn Enschede en Twente met 768 en 769 mm op respectievelijk circa 40 en circa 34 m + NAP. Het neerslagstation met de hoogste neerslag is Oldenzaal met 802 mm op circa 37 m + NAP; het neerslagstation Hengelo heeft een neerslaghoeveelheid van 780 mm op circa 14 m + NAP.

Vergelijken we de neerslag per decade, per maand en per jaar over de laatste vier jaar van de bovengenoemde neerslagstations en van een neerslagstation van een weeramateur in Losser (tabel 3) dan blijken de verschillen in neerslaghoeveelheden toch aanzienlijk te zijn. In 1990 is het verschil circa 130 mm, 1991: circa 90 mm, 1992: circa 140 mm en 1993: circa 225 mm. Met als uitersten in 1990: 750-880 mm; 1991: 595-685 mm; 1992: 740-880 en 1993: 955-1180 mm.

Het neerslagstation Twente heeft over de laatste vier jaar de laagste neerslag namelijk gemiddeld per jaar: 786 mm; en de neerslagstations Oldenzaal en Losser de hoogste neerslag respectievelijk 888 en 882 mm. De neerslagstations Enschede en Hengelo zitten daar tussenin met respectievelijk 829 en 830 mm. In 1991 is de minste neerslag gevallen en 1993 de meeste. De verschillen tussen 1991 en 1993 zijn voor Enschede: 273 mm (684 en 957 mm), Hengelo 451 mm (640 en 1091 mm), Twente 466 mm (595 en 1061 mm), Oldenzaal 496 mm (657 en 1153 mm) en Losser 509 mm (671 en 1180 mm).

De watermonsters voor het waterkwaliteitsonderzoek zijn in het oppervlaktewater en in de grondwaterstandsbuizen in de derde decade van augustus en de eerste decade van september 1993 genomen. Uit de neerslaggegevens blijkt dat de neerslaghoeveelheid in de maand augustus 1993 overeenkomt met de neerslaghoeveelheid van het gemiddelde over de periode 1961-1990.

### ***Conclusie***

Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat de verschillen in neerslag soms aanzienlijk zijn en daardoor van invloed kunnen zijn op de waterkwaliteit.

Tabel 2 Gemiddelde neerslag per decade, per maand en per jaar over de periode 1961-1990, in KNMI-district 6, van de neerslagstations Enschede (nr. 665), Hengelo (nr. 668), Twente (nr. 670) en Oldenzaal (nr. 676)

maand	jan	febr	mrt	apr	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec	totaal
<b>Enschede:</b>	40 m +NAP coörd.: 258.270 469.450												
decade: I	24,6	20,4	14,9	17,8	20,0	24,8	24,3	20,2	20,9	22,2	17,9	23,9	251,9
II	17,1	15,5	18,4	17,1	19,4	23,3	23,1	25,3	21,0	18,4	28,9	29,5	257,0
III	23,4	10,2	25,8	15,0	21,3	27,7	24,1	20,9	21,5	18,3	25,9	25,1	259,2
<b>totaal</b>	65,2	46,0	59,1	49,9	60,7	75,9	71,6	66,4	63,4	58,9	72,7	78,5	768,2
<b>Hengelo:</b>	20 m +NAP coörd.: 251.800 475.150												
decade: I	28,2	21,0	15,3	19,3	20,2	23,4	22,3	19,0	18,6	23,0	16,7	24,4	251,4
II	17,6	15,4	20,4	16,9	19,3	23,0	28,3	24,7	22,0	19,9	29,0	30,2	266,7
III	24,5	10,1	27,5	15,0	21,8	25,8	25,8	22,0	19,2	19,0	26,6	24,5	261,8
<b>totaal</b>	70,3	46,5	63,3	51,3	61,3	72,3	76,3	65,6	59,8	61,9	72,3	79,1	780,0
<b>Twente:</b>	34 m +NAP coörd.: 257.980 477.070												
decade: I	26,6	20,8	15,1	19,8	20,3	22,6	23,6	19,9	20,8	21,2	16,8	23,0	250,5
II	17,1	15,4	20,1	18,1	19,8	22,2	25,8	23,4	20,3	19,7	29,2	28,9	260,0
III	23,5	10,0	27,0	14,9	21,7	28,0	25,5	21,2	18,8	18,3	25,7	24,1	258,7
<b>totaal</b>	67,2	46,2	62,2	52,8	61,8	72,8	74,8	64,5	59,8	59,2	71,8	76,0	769,1
<b>Oldenzaal:</b>	37 m +NAP coörd.: 259.350 480.775												
decade: I	29,1	21,7	15,8	20,3	21,4	22,7	25,5	18,7	22,3	21,3	17,7	23,8	260,3
II	18,4	16,7	21,5	17,3	20,4	21,8	28,8	26,4	20,9	20,8	30,6	29,9	273,5
III	25,1	10,2	27,6	15,4	21,9	27,6	27,3	22,9	19,3	18,8	26,8	25,2	268,1
<b>totaal</b>	72,5	48,5	64,8	53,0	63,7	72,2	81,7	67,9	62,6	60,9	75,0	78,9	801,9



Tabel 3 Neerslag per decade, per maand en per jaar, in KNMI-district 6, van de neerslagstations Enschede (nr. 665), Hengelo (nr. 668), Twente (nr. 670), Oldenzaal (nr. 676) en een weeramateur in Losser

	Enschede 40 m +NAP coord: 258.270 469.450																
	1990			1991			1992			1993							
	I	II	III	Totaal	I	II	III	Totaal	I	II	III	Totaal	Normaal				
januari	1,4	10,3	39,5	51,2	77,2	8,1	2,7	88,0	39,8	8,7	1,5	50,0	24,6	20,8	37,3	82,7	65,2
februari	15,1	49,1	26,6	90,8	0,4	10,9	2,6	13,9	9,7	19,4	5,7	34,8	0,8	14,7	9,4	42,9	46,0
maart	59,8	4,2	17,8	81,8	5,2	5,3	7,5	18,0	9,0	81,9	22,5	113,4	-	1,4	5,7	7,1	59,1
april	3,8	27,0	8,0	38,8	7,4	0,3	13,7	21,4	1,4	32,9	24,0	58,3	17,7	40,2	1,1	59,0	49,9
mei	26,5	23,3	-	49,8	26,9	11,2	5,4	43,5	22,6	7,6	0,5	30,7	18,9	10,3	52,8	82,0	60,7
juni	47,6	2,7	30,4	80,7	25,8	50,4	53,5	129,7	68,7	1,3	-	70,0	2,6	23,6	1,9	28,1	75,9
juli	34,4	3,3	4,6	42,3	4,0	5,3	20,9	30,2	16,6	20,4	7,5	44,5	13,2	55,8	95,4	164,4	71,6
augustus	6,1	34,2	5,4	45,7	18,3	6,5	-	24,8	3,8	53,3	59,5	116,6	27,4	9,6	14,0	51,0	66,4
september	56,5	27,4	44,3	128,2	1,9	23,8	54,8	80,5	40,9	6,5	0,6	48,0	30,9	31,5	56,6	119,0	63,4
oktober	14,5	0,3	32,5	47,3	19,3	27,0	1,2	47,5	11,6	7,3	34,8	53,7	64,4	35,6	6,2	106,2	58,9
november	20,2	85,0	27,7	132,9	54,2	65,1	2,4	121,7	13,0	71,4	2,4	126,8	8,0	40,9	-	48,9	72,7
december	3,9	30,0	56,2	90,1	-	34,6	30,3	64,9	17,7	26,7	5,1	49,5	44,8	56,1	83,0	183,9	78,5
Totaal				879,6				684,1				796,3				957,2	768,2

	Hengelo 14 m +NAP coord: 251.800 475.150																
	1990			1991			1992			1993							
	I	II	III	Totaal	I	II	III	Totaal	I	II	III	Totaal	Normaal				
januari	2,7	8,4	40,6	51,7	55,8	5,0	5,3	66,1	43,4	8,1	0,5	52,0	27,2	31,2	54,9	113,3	70,3
februari	20,4	52,1	26,2	98,7	0,5	15,1	3,6	19,2	7,5	20,7	5,3	33,5	1,8	13,2	14,7	29,7	46,5
maart	47,4	5,7	16,1	69,2	6,4	4,4	3,0	13,8	9,7	67,5	18,8	96,0	0,6	3,0	4,6	8,2	63,3
april	3,1	29,4	8,0	40,5	8,9	2,3	17,1	28,3	2,1	23,3	22,6	48,0	20,9	42,2	1,1	64,2	51,3
mei	22,9	32,9	-	55,8	25,1	12,0	3,5	40,6	23,9	7,5	1,7	33,1	31,4	9,1	44,0	84,5	61,3
juni	21,7	2,6	21,8	46,1	20,4	65,1	47,8	133,3	51,7	1,7	-	53,4	3,4	23,3	3,7	30,4	72,3
juli	32,1	8,4	10,9	51,4	4,5	6,9	8,9	20,3	0,9	30,6	4,5	36,0	19,7	53,9	149,6	223,2	76,3
augustus	0,3	36,4	0,8	37,5	17,3	6,1	0,2	23,6	7,5	71,5	49,5	128,5	21,2	23,8	17,7	62,7	65,6
september	39,9	28,5	36,8	105,2	3,6	19,9	61,6	85,1	58,8	8,7	0,7	68,2	26,7	35,8	61,4	123,9	59,8
oktober	10,0	0,4	32,4	42,8	15,7	19,3	1,5	36,5	16,9	7,7	32,4	57,0	63,1	44,9	4,8	112,8	61,9
november	13,0	77,1	27,9	118,0	52,6	57,8	2,6	113,0	13,3	70,2	45,4	128,9	9,3	53,0	0,5	62,8	72,3
december	3,1	29,2	45,1	77,4	0,6	38,4	21,6	60,6	21,3	33,1	4,7	59,1	38,1	51,3	85,6	175,0	79,1
Totaal				794,3				640,4				793,7				1090,7	780,0

Vervolg tabel 3

Twente 34 m +NAP coord: 257.980 477.070

	1990			1991			1992			1993			Normaal			
	I	II	Totaal	I	II	Totaal	I	II	Totaal	I	II	Totaal				
januari	3,0	9,4	34,5	53,8	6,3	4,0	64,1	40,1	6,7	0,4	47,2	24,3	26,8	64,3	115,4	76,2
februari	19,6	55,3	22,2	97,1	0,5	3,4	20,1	7,9	18,2	2,7	28,8	0,4	12,5	19,3	32,2	46,2
maart	49,8	5,7	15,6	71,1	4,9	3,2	11,6	8,1	62,3	39,3	109,7	1,3	4,5	5,1	10,9	62,2
april	4,1	29,7	7,0	40,8	6,7	9,8	16,6	2,2	20,0	22,1	44,3	33,5	41,4	5,2	80,1	52,8
mei	25,3	38,2	-	63,5	28,2	1,5	37,8	24,7	8,1	3,2	36,0	24,8	14,0	53,3	92,1	61,8
juni	32,4	1,9	23,5	57,8	9,5	61,3	121,0	41,7	1,2	-	42,9	3,9	24,5	2,2	30,6	72,8
juli	30,2	4,7	7,6	42,5	4,2	7,8	16,3	5,7	24,1	2,1	31,9	16,6	43,5	112,6	172,7	74,8
augustus	3,1	39,3	2,2	44,6	17,3	-	23,5	0,8	72,9	44,4	118,1	30,2	20,3	25,7	76,2	64,5
september	48,5	24,5	39,9	112,9	-	50,6	64,9	40,6	10,8	-	51,4	14,9	32,4	62,3	109,6	59,8
oktober	10,7	0,7	34,7	46,1	20,4	0,5	51,6	15,4	8,7	33,4	57,5	71,0	41,9	4,9	117,8	59,2
november	12,3	65,6	23,5	101,4	52,1	1,0	111,7	13,4	58,8	42,7	114,9	7,6	42,7	0,1	50,4	71,8
december	2,7	29,5	37,2	69,4	0,2	22,6	56,2	20,9	30,8	3,7	55,4	44,9	49,0	79,1	173,0	76,0
Totaal				749,1			595,4				738,1				1061,0	769,1

Oldenzaal 37 m +NAP coord: 259.350 480.775

	1990			1991			1992			1993			Normaal			
	I	II	Totaal	I	II	Totaal	I	II	Totaal	I	II	Totaal				
januari	4,4	11,6	43,1	59,1	55,5	6,6	66,6	47,6	9,3	0,5	57,4	31,8	35,6	66,2	133,6	72,5
februari	22,6	55,7	24,2	102,5	0,4	3,7	18,4	9,9	23,2	4,3	37,4	3,6	12,8	14,5	30,9	48,5
maart	53,2	6,7	13,0	72,9	6,0	2,1	15,3	10,1	78,6	35,1	123,8	1,9	4,0	6,3	12,2	64,8
april	2,9	29,0	6,4	38,3	8,1	10,1	18,2	3,4	26,8	20,6	50,8	25,6	41,4	6,1	73,1	53,0
mei	18,3	35,4	-	53,7	29,8	2,8	44,6	27,5	8,6	2,1	38,2	17,2	14,4	59,6	91,2	63,7
juni	34,6	1,8	28,4	64,8	13,5	56,9	134,6	40,6	1,4	-	42,0	5,0	27,2	2,7	34,9	72,2
juli	32,2	5,3	7,9	45,4	5,0	3,8	19,5	7,2	24,1	11,9	43,2	22,1	56,1	123,5	201,7	81,7
augustus	2,6	36,4	2,1	41,1	20,2	-	25,7	1,2	97,8	51,7	150,7	35,3	20,3	25,4	81,0	67,9
september	60,3	21,1	38,2	119,6	1,5	49,7	70,4	49,9	12,8	0,2	62,9	15,6	34,6	66,1	116,3	62,6
oktober	11,9	-	34,6	46,5	24,0	0,6	52,9	19,9	12,2	47,3	79,4	84,7	51,2	4,1	140,0	60,9
november	13,4	90,3	26,4	130,1	56,2	1,8	125,8	13,6	74,9	44,6	133,1	5,3	42,3	-	47,6	75,0
december	4,0	32,6	48,3	84,9	0,9	25,7	64,8	21,0	37,6	4,0	62,6	45,8	56,6	87,9	190,3	78,9
Totaal				858,9			656,8				881,5				1152,8	801,9

Vervolg tabel 3

	coörd: 265.750 476.700															
	1990			1991			1992			1993						
	I	II	III	Totaal	I	II	III	Totaal	I	II	III	Totaal	Normaal			
januari	5,4	12,3	44,4	62,1	69,5	1,8	5,1	67,4	48,9	9,4	0,3	58,6	35,8	34,0	63,8	133,6
februari	14,9	56,8	33,5	105,2	0,4	15,4	4,7	20,5	11,1	22,2	4,9	38,2	3,8	13,0	23,0	39,8
maart	52,3	0,8	24,3	77,4	7,9	6,2	4,3	18,4	3,9	73,8	50,3	128,0	3,1	4,1	5,0	12,2
april	1,3	38,0	9,0	48,3	8,7	0,2	16,8	25,7	1,4	25,1	27,5	54,0	27,7	32,3	3,5	63,5
mei	24,6	36,3	-	60,9	28,1	10,8	2,2	41,1	23,5	6,8	2,0	32,3	56,1	6,0	57,5	119,6
juni	31,3	6,5	20,5	58,3	18,4	56,2	48,5	123,1	23,0	1,0	-	24,0	17,6	26,6	2,2	46,4
juli	24,8	0,2	8,0	33,0	2,5	4,9	15,9	23,3	16,3	20,7	0,7	37,7	17,3	59,5	130,4	207,2
augustus	3,9	35,3	14,1	53,3	17,6	6,1	-	23,7	4,7	64,9	45,4	115,0	25,1	12,4	20,3	57,8
september	55,2	12,8	42,7	110,7	1,2	17,1	44,4	62,7	43,4	12,6	0,2	56,2	23,2	28,5	63,0	114,7
oktober	11,1	0,5	42,6	54,2	16,9	29,2	1,2	47,3	19,4	9,8	45,5	74,7	94,8	40,5	4,6	139,9
november	10,0	82,1	32,0	124,1	69,6	70,2	0,4	140,2	16,9	70,0	43,5	130,4	8,5	41,8	0,2	50,5
december	6,7	31,6	44,5	82,8	0,3	44,4	24,1	68,8	13,8	40,6	1,7	56,1	52,6	48,7	93,5	194,8
Totaal				870,3				671,2				805,2				1180,0

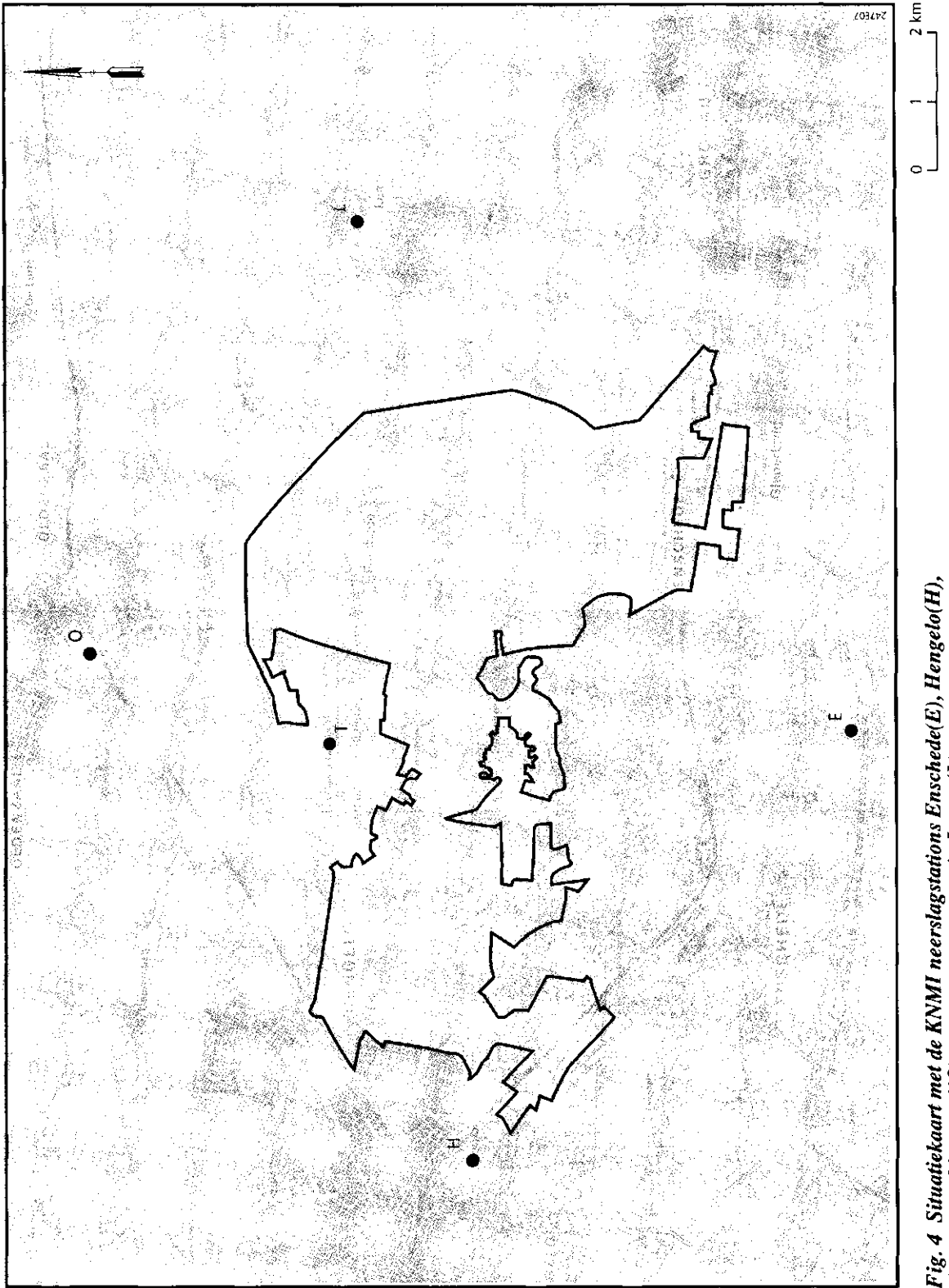


Fig. 4 Situatiekaart met de KNMI neerslagstations Enschede(E), Hengelo(H), Twente(T), Oldenzaal(O) en een weeramateur in Losser(L).

## 6.2.2 Vergelijking van het grondwaterstandsverloop in grondwaterstands-buizen

De meetresultaten, over de periode juni 1993 - april 1994, van alle buizen staan in tabel 4. De ligging van deze buizen staat afgebeeld op kaart 8.

Uit de meetresultaten en de berekende GHG's en GLG's (tabel 4, 5 en 6) kunnen we de volgende conclusies trekken:

- tijdens de onderzoeksperiode hebben we tot oktober vrij lage grondwaterstanden gehad en vanaf oktober een wisseling van hoge en lage grondwaterstanden;
- de meetresultaten geven geen data, waarop de grondwaterstand vrij goed overeenkomt met de berekende GHG en GLG van de stambuizen;
- de fluctuatie van het grondwater in het herinrichtingsgebied is sterk wisselend en varieert van 20-150 cm met enkele uitschieters;
- de berekeningen van GHG en GLG uit de regressievergelijking zijn niet allemaal evengoed betrouwbaar. Indien het 95%-betrouwbaarheidsinterval kleiner is dan 20 cm dan is de voorspelde GHG of GLG goed, ligt dit tussen 20-40 cm dan is de voorspelde GHG en GLG redelijk en kunnen we deze GHG en GLG met enige voorzichtigheid gebruiken. Is het 95%-betrouwbaarheidsinterval groter dan 40 cm dan is de voorspelde GHG en GLG onbetrouwbaar en niet goed te gebruiken. Dit laatste geldt voor de GHG en GLG in de buizen 29C-W-000I1, 29C-W-000I2, 29C-W-Snip, 35A-P-0019b en 35A-S-0015, en voor de GLG van de buizen 29C-S-0003a, 35A-S-0014a en 35A-S-0014b;
- van buis 28H-P-0431b is de berekende GHG en GLG hoger dan van de 'a' buis (28H-P-431a) op dezelfde lokatie; dit wijst op kwel vanuit de ondergrond;
- de GHG van de buizen 35A-S-0002a en 29C-S-0003a is hoger dan van de 'b' buis op dezelfde lokatie, terwijl de GLG nagenoeg gelijk is; dit wijst op stagnatiewater op de tertiaire klei. Dit geldt ook voor de buizen 29C-S-0005a en 29C-S-0017a, maar het aantal keren dat water op de keileem/tertiaire klei stond was voor het berekenen van een GHG of GLG te gering;
- van de buizen 29C-P-0075a en 35A-P-0019a zijn de gemeten grondwaterstanden ook hoger dan van de 'b' buizen op dezelfde lokatie, wat eveneens wijst op stagnatiewater. De berekende GHG en GLG van de buis 35A-P-0019b is erg onbetrouwbaar vanwege het grote 95%- betrouwbaarheidsinterval (>40 cm);
- het isohypsenpatroon op basis van de grondwaterstandsbuizen geeft een zeer globaal beeld; daarom hebben we gekozen voor het vervaardigen van een stroomgebiedenkaart.

Tabel 4 Gemeten grondwaterstanden (cm - mv.) in de periode juni 1993-april 1994 en de filterdiepte ten opzichte van maaiveld

Buisnummer	Filter- diepte 1993	Gemeten grondwaterstanden t.o.v. maaiveld															
		20/8	23/8	20/9	8/10	15/10	28/10	14/11	26/11	14/12	28/12	14/1	28/1	14/2	2/3		
28H-L-0041	197		52	67(31/8)	46	15	+6	46	+6	60	+10	16	24	+12	29(1/2)	62	40
28H-L-0042a	211	48(17/6)	-	59(2/9)	-	78	78	63	53	49	42	34	27	24	-	152	116
28H-L-0042b	156														12(1/2)	31	15
28H-L-0042c	262														20(1/2)	30	36
28H-L-0045	308	180(17/6)	107	133(3/9)	116	76	55	104	69	110	63	70	78	49	69(1/2)	101	93
28H-L-0077	343	92(17/6)	62	94(3/9)	80	49	37	79	42	90	39	55	64	30	59(3/2)	88	63
28H-P-0431a	581	178(18/6)	139	146(31/8)	142	88	66	112	98	120	80	83	92	51	75(1/2)	107	114
28H-P-0431b	3356		78	96(31/8)	85	52	44	59	55	60	45	33	33	20	24(1/2)	40	51
28H-W-0003	253	154(18/6)	140	148(2/9)	133	78	70	103	81	113	72	72	76	53	72(2/2)	95	99
28H-W-0004	271	90(8/7)	79	90(1/9)	78	67	62	78	61	83	60	72	73	58	74(3/2)	84	71
28H-W-0021	248	142(8/7)	101	129(2/9)	110	61	51	78	53	81	51	60	66	43	62(3/2)	93	70
28H-S-0006	240		116	120(2/9)	101	73	52	98	58	109	59	76	81	26	78(3/2)	102	82
28H-S-0007	155		39	33(3/9)	32	+1	+7	21	+4	27	+5	+1	6	+14	+1(2/2)	25	15
28H-S-0016	311		150	161(2/9)	146	83	66	115	103	129	81	72	77	38	66(3/2)	103	129
29C-L-0011	212	86(18/6)	87	109(30/8)	96	44	40	75	37	88	32	44	46	24	42(2/2)	75	36
29C-L-0013	202	137(18/6)	119	130(31/8)	112	83	47	109	52	114	50	76	81	30	82(2/2)	104	97
29C-L-0032	321	155(28/6)	151	151(30/8)	161	94	84	115	99	-	89	-	90	63	66(2/2)	-	106
29C-P-0075a	337	154(18/6)	118	137(31/8)	129	77	67	110	87	133	67	69	74	64	67(2/2)	115	111
29C-P-0075b	1871		140	143(31/8)	149	114	110	117	119	127	109	99	93	92	93(2/2)	103	124
29C-W-000b	1017	159(18/6)	113	130(30/8)	113	77	72	90	68	95	58	67	47	55	68(2/2)	89	82
29C-W-000c	1021	116(26/6)	102	113(30/8)	100	61	52	73	46	73	40	48	48	35	47(2/2)	69	48
29C-W-000d	1024	101(25/6)	82	99(30/8)	77	43	40	54	35	59	37	42	42	35	42(2/2)	57	39
29C-W-0001I	>960	422(25/6)	434	451(30/8)	543	368	321	351	392	432	388	330	349	335	307(3/2)	377	422
29C-W-00012	996	359(25/6)	346	352(30/8)	409	309	294	306	327	328	320	274	251	249	230(3/2)	273	304
29C-W-Snip	946	388(25/6)	554	-	525	76	19	130	36	94	19	14	20	5	10(2/2)	45	36
29C-S-0003a	94		94dr	94dr(31/8)	66	24	9	76	12	94dr	9	33	40	8	23(31/1)	-	64
29C-S-0003b	368	103	104	117(31/8)	85	56	53	91	59	104	48	60	65	44	54(31/1)	-	98
29C-S-0004	300	122	122	138(31/8)	133	54	42	77	54	109	28	42	47	14	36(31/1)	85	85
29C-S-0005a	72		72dr	72dr(31/8)	72dr	64	52	72dr	58	72dr	55	64	67	45	60(31/1)	72dr	72dr
29C-S-0005b	312		100	115(31/8)	99	63	53	75	59	78	55	60	67	47	57(31/1)	72	69
29C-S-0009	230	87	85	100(1/9)	81	37	26	49	29	51	26	25	34	14	20(13/1)	43	40

Vervolg tabel 4

Buisnummer	Filter- diepte 1993	Gemeten grondwaterstanden t.o.v. maaiveld														
		20/8	23/8	20/9	8/10	15/10	28/10	14/11	26/11	14/12	28/12	14/1	28/1	14/2	2/3	
29C-S-0011a	89		89dr	89dr	49	41	70	42	75	34	48	53	36	44(31/1)	69	64
29C-S-0011b	312	100	90	90	47	41	69	43	74	45	50	52	35	45(31/1)	68	62
34F-L-0004	351		231	231	166	154	196	182	204	166	155	162	133	145(2/2)	184	198
34F-L-0030	301		301dr	301dr	301dr	301dr	301dr	301dr	274	301dr	190	201	181	179(3/2)	206	233
34F-L-0112	379		182	182	70	53	71	43	64	22	13	14	4	9(2/2)	31	20
34F-W-0007	276	207	228	228	182	173	196	205	206	196	157	150	120	126(3/2)	167	199
34F-W-0010	243		124	124	79	55	93	66	98	61	55	71	39	57(2/2)	89	90
34F-W-0014a	249		202	202	117	101	150	141	168	122	111	118	67	94(2/2)	139	166
34F-W-0014b	402		206	206	120	103	152	141	170	122	110	121	69	-	142	161
34F-W-0019	250		129	129	54	43	82	61	97	49	43	51	16	38(2/2)	69	78
34F-W-0042	547		435	435	433	423	418	413	418	420	409	362	355	-	371	395
34F-S-0012	215	105	104	104	48	30	79	42	92	31	35	44	17	28(2/2)	73	70
34F-S-0013	192	39	31	31	20	16	22	17	23	18	20	21	18	20(2/2)	25	22
35A-L-0002	304		129	129	75	61	99	65	109	58	63	65	40	60(2/2)	94	86
35A-L-0004	277		126	126	69	55	978	59	109	47	51	56	26	49(2/2)	89	79
35A-L-0025	242		94	94	53	37	71	33	72	26	38	36	14	41(2/2)	63	50
35A-P-0019a	127		117	117	63	33	64	28	60	21	28	35	6	21(31/1)	53	50
35A-P-0019b	1155		130	130	65	63	64	74	65	51	35	38	41	35(31/1)	128	128
35A-E-0227	124		32	32	7	11	29	7	36	4	6	5	5	4(31/1)	39	5
35A-S-0001	166		29	29	5	4	20	5	38	5	7	9	3	8(2/2)	37	5
35A-S-0002a	118		57	57	18	11	64	8	85	11	21	20	5	17(31/1)	67	28
35A-S-0002b	341	78	83	83	53	46	88	44	101	40	48	48	33	44(31/1)	85	66
35A-S-0008a	159	97	53	53	10	+5	34	+9	37	+7	9	6	+9	+8(31/1)	23	8
35A-S-0008b	283		55	55	11	+8	35	+12	37	+10	6	3	+11	+8(31/1)	24	9
35A-S-0010	204	130	122	122	83	65	105	78	109	73	76	86	12	56(31/1)	102	98
35A-S-0014a	100	65	41	41	+2	+5	4	+6	8	+7	+8	+8	+10	+8(31/1)	+5	+7
35A-S-0014b	308	64	44	44	1	+2	0	+3	2	+4	+5	+5	+7	+4(31/1)	14	+2
35A-S-0015	320		217	217	106	98	178	180	184	111	111	130	34	91(2/2)	171	202
35A-S-0017a	62		62dr	62dr	41	31	62dr	28	62dr	26	37	40	25	34(31/1)	62dr	40
35A-S-0017b	350		74	74	44	36	74	37	87	34	42	43	27	36(31/1)	75	47

**Tabel 5 GHG en GLG berekend uit de grondwaterstanden met behulp van de HG3- en LG3-methode van de laatste 6-8 jaren en de daaruit voortvloeiende Gt**

Buisnummer	GHG	GLG	Gt
28H-L-0042a	37	145	Vbo
28H-L-0045	72	178	VIo
28H-L-0077	37	145	Vbo
28H-P-0431a	52	136	VIo
28H-W-0003	56	191	VId
28H-W-0004	85	120	VIIo
28H-W-0021	52	166	VIo
29C-L-0011	48	153	VIo
29C-P-0075a	118	204	VIIId
34F-L-0004	179	265	VIIIId
34F-L-0112	66	200	VId
34F-W-0007	194	223	VIIIId
34F-W-0010	67	194	VId
34F-W-0014	128	203	VIIIId
34F-W-0019	66	184	VId
34F-W-0042	396	421	VIIIId
35A-L-0004	58	196	VIo
35A-L-0025	46	154	VIo



**Tabel 6 GHG en GLG voor een aantal grondwaterstandsbuizen berekend uit enkelvoudige regressievergelijking of meervoudige regressievergelijking \*) met stambuizen 28H-L-0045, 28H-P-0431a, 29C-L-0011, 35A-L-0004, 35A-L-0006 en 35A-L-0025, met het 95%-betrouwbaarheidsinterval (+of- cm) en de daaruit voortvloeiende Gt**

Buisnummer	GHG	+of-	GLG	+of-	GT
28H-L-0041	10	10	141	13	Vao *)
28H-P-0431b	47	16	98	22	IVu *)
28H-S-0006	46	15	162	22	VIo *)
28H-S-0007	+14	7	56	10	IIa *)
28H-S-0016	40	16	145	16	Vbo
29C-L-0013	69	21	192	29	VIId *)
29C-L-0032	57	24	142	24	VIo
29C-P-0075b	124	17	153	22	VIIo
29C-W-000b	74	13	159	18	VIo
29C-W-000c	57	9	141	12	VIo *)
29C-W-000d	43	11	135	17	VIo
29C-W-000I1	298	85	450	82	VIIIId
29C-W-000I2	245	73	348	71	VIIIId
29C-W-Snip	161	175	563	257	VIIIId *)
29C-S-0003a	9	24	161	44	Vao
29C-S-0003b	62	20	159	27	VIo
29C-S-0004	48	20	189	25	VIId
29C-S-0005a	-	-	-	-	-
29C-S-0005b	60	10	129	13	VIo
29C-S-0009	33	11	112	16	IVu *)
29C-S-0011a	49	5	119	10	IVu
29C-S-0011b	49	9	124	12	IVu
34F-S-0012	42	10	168	15	VIo *)
34F-S-0013	21	5	40	8	I
35A-L-0002	68	6	186	6	VIId
35A-P-0019a	55	19	172	29	VIo *)
35A-P-0019b	24	58	118	55	IIIa
35A-E-0227	11	15	96	22	IIIa
35A-S-0001	4	15	92	23	IIIa *)
35A-S-0002a	9	16	165	24	Vao *)
35A-S-0002b	44	13	171	18	VIo *)
35A-S-0008a	9	14	109	22	IIIa
35A-S-0008b	8	13	114	17	IIIa
35A-S-0010	37	24	145	22	Vbo
35A-S-0014a	+4	26	107	39	IIIa
35A-S-0014b	+1	28	103	42	IIIa
35A-S-0015	54	38	222	36	VIId
35A-S-0017a	-	-	-	-	-
35A-S-0017b	37	8	154	13	Vbo *)

**N.B.:** Van een aantal grondwaterstandsbuizen waren onvoldoende metingen aanwezig om de GHG en GLG te berekenen met de HG3- en LG3-methode of de regressievergelijking; dit betreft grondwaterstandsbuizen: 28H-L-0042b, 28H-L-0042c, 34F-L-0030. Bij grondwaterstandsbuis 34F-W-0014 is een tweede buis geplaatst omdat op deze lokatie anders geen grondwatermonster genomen kon worden.

### 6.2.3 Stroomgebieden

We hebben een kaart met de stroomgebieden en A-watergangen, die voorkomen op de ligger der wateren c.a. van het waterschap Regge en Dinkel gemaakt. De kaart is samengesteld met behulp van de hoogtelijnenkaart (kaart 1), de geomorfologische kaart (kaart 7) en de kaart met A-watergangen, die voorkomen op de ligger der wateren c.a. van het waterschap Regge en Dinkel.

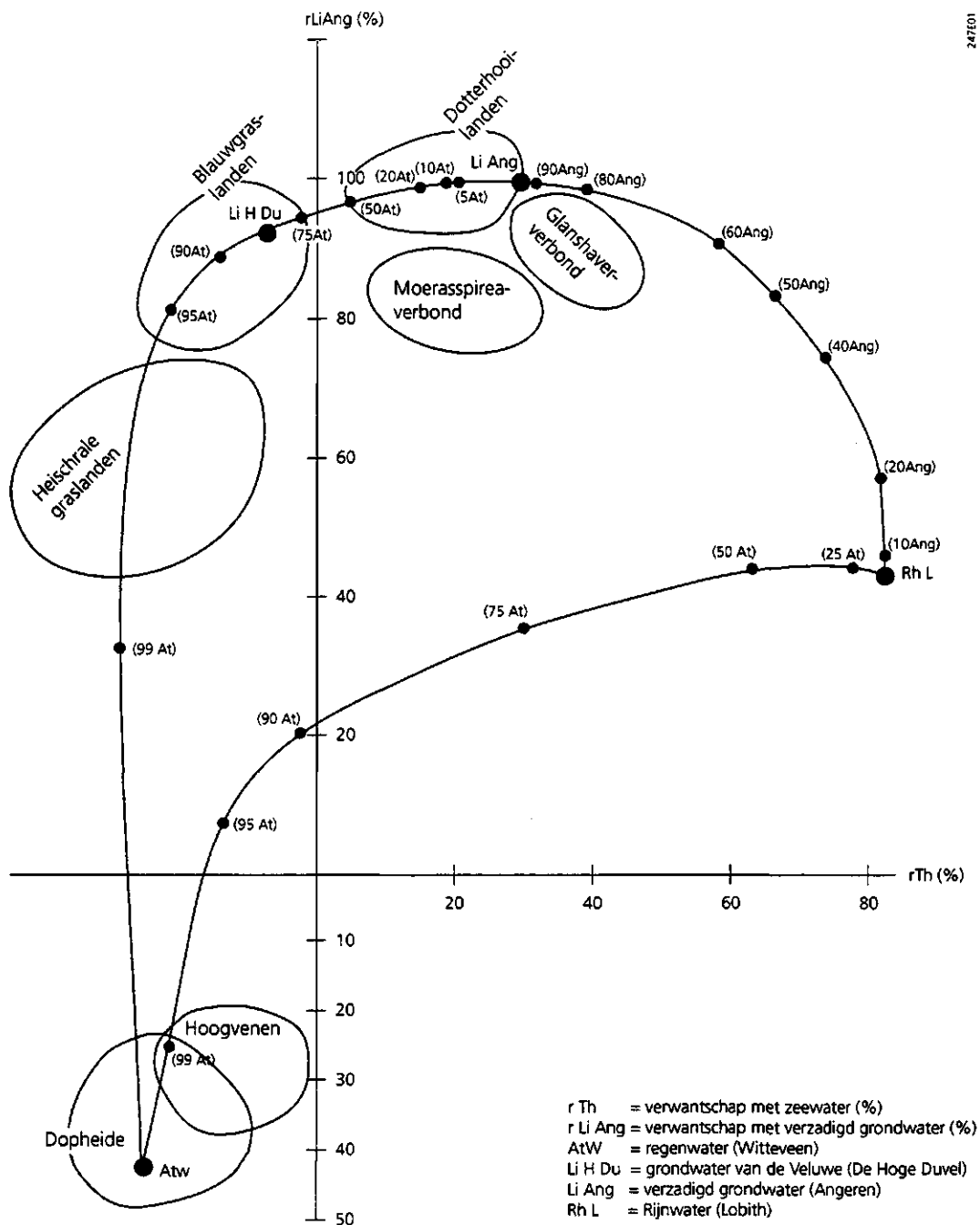
Ten oosten van Lonneker loopt vanaf Enschede-Oost naar Oldenzaal-Oost een waterscheiding, waarvan het hoogste punt op circa 65 m + NAP en het laagste punt op circa 51 m + NAP ligt. Deze waterscheiding is op de kaart met stroomgebieden (kaart 10) aangegeven.

In grote lijnen watert het gebied ten westen van de waterscheiding via beken en sloten af op de Koppelleiding, die vanaf het Twentekanaal langs de bebouwing van Hengelo en de spoorlijn Hengelo-Oldenzaal loopt. Ten westen van de waterscheiding zijn binnen het herinrichtingsgebied, vrijwel evenwijdig aan elkaar, vijf stroomgebieden onderscheiden (kaart 10):

- A: een gebied rond het landgoed 'het Zuidbroek' dat via sloten en de Jufferbeek afwatert in noordwestelijke richting op de Koppelleiding;
- B: een gebied rond het Lonnekermeer dat via sloten afwatert op de Koppelleiding;
- C: een gebied ten zuiden van het vliegveld Twente dat via sloten en de Leutinkbeek afwatert op de Koppelleiding;
- D: een gebied rond Lonneker en ten noorden van Enschede dat via sloten, de Eschbeek-Vinkenbeek en de Drienerbeken afwatert op de Koppelleiding;
- E: een gebied tussen de Hengelose straat en het Twentekanaal dat via sloten afwatert op de Koppelleiding.

Ten oosten van de waterscheiding zijn binnen het herinrichtingsgebied vier stroomgebieden te onderscheiden (kaart 10):

- F: een gebied in het oostelijk deel van het landgoed 'Oldenzaalse Veen' dat via sloten en de Bethlehemsche beek afwatert op de Dinkel;
- G: een gebied tussen de landgoederen 'Haagsche Bosch-Oldenzaalse Veen' en 'Hooge Boekel' dat via sloten en de Elsbeek afwatert op de Dinkel;
- H: een gebied ten oosten van de Lonnekerweg dat via sloten afwatert op de Glanerbeek en via de Glanerbeek op de Dinkel;
- I: een gebied tussen het landgoed 'Hooge Boekel' en de weg Enschede-Glanerbrug en Glanerbrug dat via sloten en de Hoge Boekelerbeek afwatert op de Glanerbeek en via de Glanerbeek op de Dinkel.



**Fig. 5** LAT (litho-, atmo- en thalassotroof water) frame met hierop aangegeven enkele vegetatietypen

## 6.3 Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek

### 6.3.1 Probleemstelling

De chemische eigenschappen van het water zijn sterk bepalend voor de aard van de potentiële vegetatie. Het doel van het waterkwaliteitsonderzoek is patronen voor deze potentiële vegetatie-ontwikkelingsmogelijkheden in beeld te brengen. De interessante

vegetaties bevinden zich op de gradiënt AtW-LiAng, waarbij de kalkpotentiaal een belangrijke grootheid is (Kemmers, 1986 en 1994; SWNBL, 1988 en 1990). Figuur 5 geeft hiervan een indruk.

De heischrale graslanden zijn gesitueerd bij 95% AtW; de blauwgraslanden bij 25-75% AtW en de dotterhooilanden bij 0-25% AtW. Moerasspireaverbond is een verruiging van dotterhooilanden. Glanshaververbond is droger dan dotterhooilanden.

Een inschatting van de waterbalans met behulp van de waterkwaliteit is, behalve met het LAT frame, ook te bepalen met behulp van het IR-EC diagram. We hebben gekeken in welke mate de samenstelling van de waterbalans zoals deze via het IR-EC diagram bepaald wordt, afwijkt met die van het LAT frame.

De *probleemstelling* is of, op basis van puntwaarnemingen van de waterkwaliteit (aanhangel 3) met behulp van gegevens over bodem, grondwatertrap en reliëf, een gebiedsdekkende kaart is te maken die goed de kansrijkdom weergeeft voor bijvoorbeeld lithotrofe dan wel atmotrofe vegetaties.

Voor het waterkwaliteitsonderzoek zijn de volgende vragen van belang:

- klopt de ionenbalans? Als deze binnen bepaalde grenzen niet klopt, moet er een verklaring voor worden gevonden of de waarneming moet worden genegeerd;
- wat is de rTh en rLiAng van de meetpunten en hoe ziet per meetpunt de waterbalans eruit, gebruikmakend van de MAIONF-methode;
- is er met het oog op het vervaardigen van een gebiedsdekkende waterkwaliteitskaart een statistisch significant verband met een voldoende verklaarde variantie tussen een *single value* parameter, zoals EC, en de rTh?;
- geeft het LAT frame uitsluitel over de samenstelling van de waterbalans;
- geeft het IR-EC diagram ongeveer dezelfde uitkomsten voor de waterbalans als het LAT frame;
- is het mogelijk om met deze informatie en de bodem-, grondwatertrappen- en stroomgebiedenkaart te komen tot een gebiedsdekkende kaart?;
- is een potentiële waterkwaliteitskaart te maken, waarop de waterkwaliteit wordt weergegeven die zou optreden als vervuilinginvloeden worden geëlimineerd?

### 6.3.2 Samenstelling maior-ionen van de referentiemonsters

In tabel 7 is van de referentiewatertypen de samenstelling van de maior-ionen weergegeven (Van Wirdum, 1991).

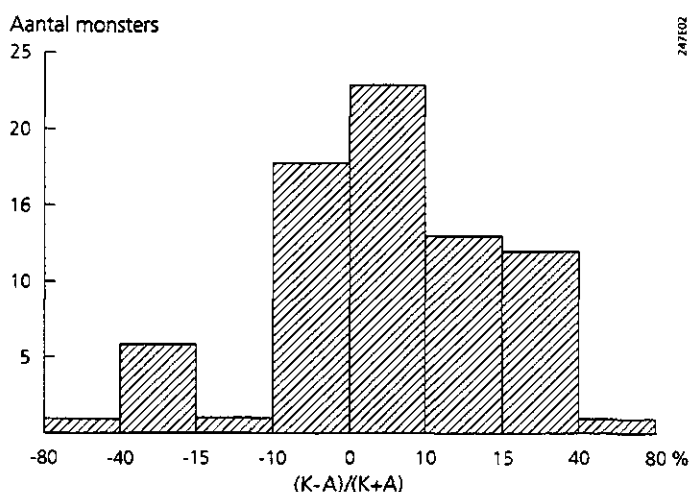
**Tabel 7 Concentraties van de maior-ionen, EC, IR en de pH van de referentiewatermonsters LiAng, LiHDu, AtW, Th en RhL**

Water-type	Ca	Mg	Na	K	Cl	IR (%)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	EC <sub>25</sub> (mS/m)	pH	SO <sub>4</sub> (mg/l)
	(mg/l)									
LiAng	115,0	8,0	12,0	2,0	11,0	95	400,0	65,2	7,3	13,0
LiHDu	33,0	4,1	11,5	1,0	12,0	83	119,0	22,5	8,3	10,9
AtW	0,4	0,2	1,6	0,2	3,0	19	0,0	5,0	4,2	5,8
Th	420,0	1400,0	10480,0	390,0	19100,0	4	122,0	5200,0	8,3	2640,0
RhL	82,0	10,0	96,0	7,0	178,0	45	158,6	99,6	7,8	80,0

### 6.3.3 Ionenbalans

Als criterium voor een afwijkende ionenbalans is een afwijking van 15% op meq.basis aangehouden volgens:  $(K-A)/(K+A) < 15\%$ . Wanneer de concentratie laag is, zal een relatief kleine absolute fout sterk doorwerken in het  $\%(K-A)/(K+A)$ . Voor punten die sterk onder invloed van regenwater en  $K+A < 4,9$  meq/l (referentiemonster LiHDu) staan, worden afwijkingen van  $(K-A)/(K+A) < 25\%$  nog meegenomen. Overigens wordt door Van Wirdum (1991) een afwijking van  $\pm 8\%$  acceptabel gevonden.

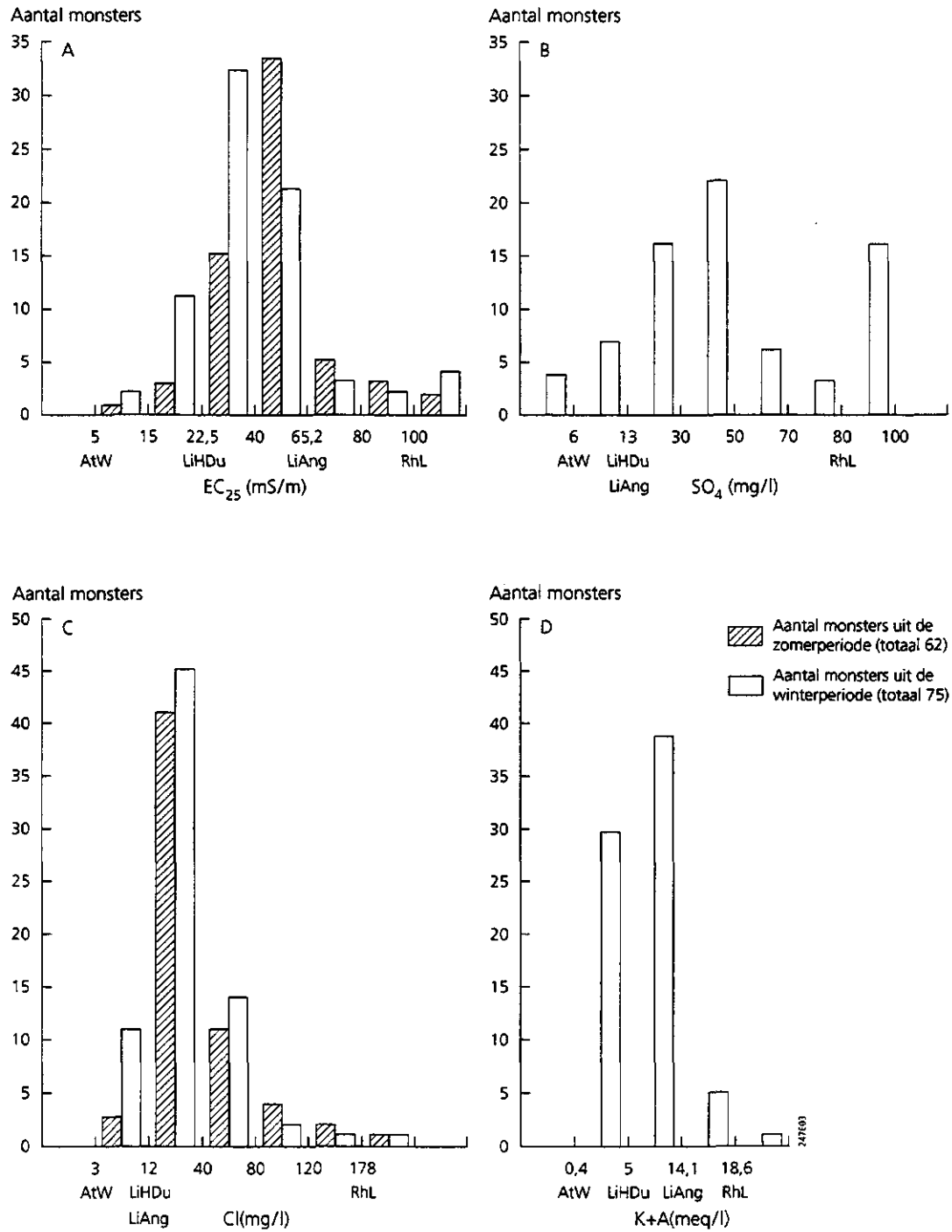
De grenzen voor de toelaatbare afwijking in de ionenbalans zijn overigens arbitrair. Wij tolereren een afwijking van 15%. Mogelijk dat voor andere studies 10% een betere waarde is. Daar in de zomerperiode het SO<sub>4</sub>-gehalte van het grondwater niet is bepaald, hebben we alleen maar gekeken naar het  $\%(K-A)/(K+A)$  uit de winterperiode. De verdeling van de waarden staan in figuur 6. Uit het histogram blijkt dat 20 van de 75 watermonsters een  $(K-A)/(K+A)$  groter dan 15% hebben, ofwel de ionenbalans klopt niet. In deze monsters kan sprake zijn van een specifieke vervuiling, die niet is opgenomen in de maior-ionen.



**Fig. 6 Histogram van  $(K-A)/(K+A)$  van alle monsters uit de winterperiode**

### 6.3.4 Verwantschap met referentietypen en aandeel watertypen in de waterbalans

We hebben histogrammen gemaakt (fig. 7) voor EC, SO<sub>4</sub>, Cl en K+A van alle monsters.



**Fig. 7** Histogrammen van EC, SO<sub>4</sub>, Cl en K+A van alle monsters uitgezet tegen de waarden van de referentiemonsters

Om te zien wat de verwantschap van de monsters is met Th en LiAng kiezen we voor de som van kationen en anionen (K+A), omdat dit een aanwijzing is voor een atmotroof dan wel een lithotroof karakter, in de onvervuilde situatie (fig. 7d). Voor AtW is deze 0,4 meq/l, voor LiHDu (dat voor 75% uit At bestaat) 5,0 meq/l, voor LiAng 14,1 meq/l en voor RhL 18,6 meq/l. We kunnen op basis hiervan alleen het verschil zien tussen atmotroof, zacht grondwater of hard grondwater (vervuild water). Voor de ionen is rekening gehouden met de klasse-indeling, zoals deze geldt voor AtW, LiHDu, LiAng en RhL.

Voor SO<sub>4</sub> hebben we de volgende indeling gebruikt, rekening houdend met de grenzen waaraan de referentiewatertypen voldoen:

- 1 schoon : SO<sub>4</sub> <15 mg/l;
- 2 licht beïnvloed : SO<sub>4</sub> 15-50 mg/l;
- 3 matig beïnvloed: SO<sub>4</sub> 50-80 mg/l;
- 4 sterk beïnvloed : SO<sub>4</sub> >80 mg/l.

Uit het histogram (fig. 7b) blijkt dat veel punten boven de 80 mg/l liggen; dit is de waarde voor RhL.

Voor Cl kan een indeling gebruikt worden die eveneens aansluit bij de referentiewatertypen. Hier wordt ervoor gekozen de Cl te beschouwen als vervuilingfactor, hoewel dit niet helemaal juist hoeft te zijn (bijv. zoutconcentraties in de tertiaire klei).

De CUWVO (1988) hanteert voor oppervlaktewatersystemen als 'natuurlijk' Cl-gehalte 40 mg/l. Omdat we ervan uitgaan dat de referentiewatertypen AtW, LiHDu en LiAng schoon zijn, moeten we als onbeïnvloed water vasthouden aan de grens van 12 mg/l (fig. 7c). Daarna volgen we de CUWVO, waarbij hogere veelvoudigen van 40 mg/l een toenemende verontreinigingsinvloed laat zien. We krijgen dan de volgende klasseindeling:

- 0 schoon : Cl < 12 mg/l;
- 1 nauwelijks beïnvloed: Cl 12- 40 mg/l;
- 2 licht beïnvloed : Cl 40- 80 mg/l;
- 3 matig beïnvloed : Cl 80-120 mg/l;
- 4 sterk beïnvloed : Cl >120 mg/l.

De histogrammen zijn te gebruiken:

- om vast te stellen of afwijkende concentraties gevonden worden, dat wil zeggen die niet passen bij een van de referentiewatertypen. Dit blijkt in Enschede-Noord duidelijk voor het SO<sub>4</sub>-gehalte. De uitschieters in het SO<sub>4</sub>-gehalte kunnen niet alleen veroorzaakt worden door RhL, omdat RhL daarvoor te weinig SO<sub>4</sub> bevat, maar ook door mariene invloeden of de aanwezigheid van gronden die pyrietrijk zijn (kattenzand). Pyriethoudende afzettingen wijzen op sterk gereduceerde omstandigheden. Dit kunnen situaties zijn waar regionale kwelsystemen dagzomen en sterk gereduceerd water uit aquifers naar het maaiveld stroomt. In tweede instantie kan het pyriet gaan oxyderen indien een zuurstofbron toetreedt. Mariene invloeden moeten ook vrij hoge Na- en Cl-gehalten te zien geven; ook het Mg-gehalte moet dan aan de hoge kant zijn. Uit onderzoek in Groot Zandbrink blijkt dat daar de hoge SO<sub>4</sub>-gehalten ook kunnen voorkomen in infiltratiegebieden, waar sulfaatinvang uit zure regen

- plaats vindt door opgaande begroeiing (Kemmers en Jansen, 1980). Verdere informatie over bodem, landgebruik en reliëf moet hierover uitsluitsel geven;
- om vast te stellen of afwijkende concentraties Cl zijn gevonden. In Enschede-Noord zit relatief niet zoveel Cl in de monsters: ruim 80% is lager dan 50 mg/l. De invloed van vervuild oppervlaktewater (RhL) lijkt niet erg groot. Er zal meer sprake zijn van afspoeling (drijfmest, kunstmest) of verwaaiing van zout;
  - om vast te stellen of er veel monsters zijn, die beantwoorden aan de referentiewatertypen, en dan met name AtW, LiHDu en LiAng, omdat dit de schone referentiewatertypen zijn. In Enschede-Noord zien we dat er geen pure AtW monsterpunten zijn; wel komt licht vervuild atmosferisch water voor. Er is dan een bijmenging van andere stoffen, meestal Cl en SO<sub>4</sub>;
  - om de verdeling van het EC te beoordelen op het mogelijk gebruik als voorspeller voor watertypen. We zien dat deze redelijk normaal verdeeld is.

### Conclusies

- in de zomerperiode is het EC iets hoger dan in de winterperiode;
- het Cl-gehalte is in de zomer- en winterperiode ongeveer gelijk;
- niet uit te sluiten is, dat het grondwater in de zomerperiode meer vervuild is door SO<sub>4</sub> en Cl dan in de winterperiode.

### 6.3.5 Statistische relaties

Om gebiedsdekkende informatie van de waterkwaliteit te kunnen verzamelen zijn *single value* variabelen nodig, die snel kunnen worden gemeten in het veld. Om te onderzoeken of er *single value* variabelen bestaan die als voorspeller van een watertype kunnen worden gebruikt, zijn de volgende relaties onderzocht:

- EC versus Th en RhL;
- ln EC versus Th en RhL;
- LiAng versus IR;
- Na versus Cl.

Deze relaties zijn zowel onderzocht met alle 75 monsters, als met de 55 monsters, die voldoen aan  $(K-A)/(K+A) < 15\%$ . De verschillende regressievergelijkingen met verklaarde variantie staan in tabel 8 en 9. Alle regressieberekeningen zijn gebaseerd op concentraties die in meq/l zijn uitgedrukt.

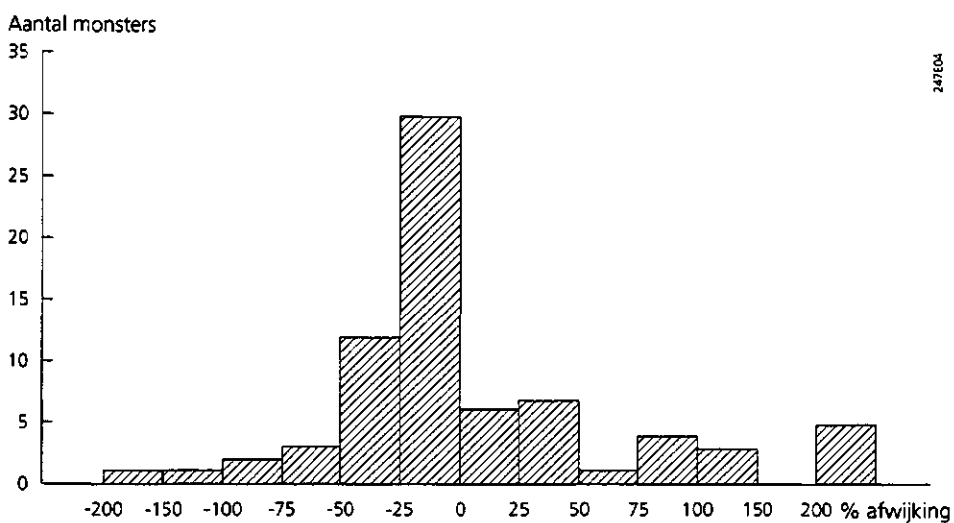
**Tabel 8 Regressievergelijkingen berekend met GENSTAT voor alle monsters uit de winterperiode**

1	rRhL	=	0,5514EC + 27,17;	verklaarde variantie	: 46,3%
2	rRhL	=	25,90ln EC - 43,0;	verklaarde variantie	: 51,4%
3	rTh	=	0,9471EC - 12,71;	verklaarde variantie	: 77,7%
4	rTh	=	42,87ln EC - 127,38;	verklaarde variantie	: 79,9%
5	rLiAng	=	1,44IR - 40,63;	verklaarde variantie	: 60,3%
6	Na	=	0,6931Cl + 0,0002340;	verklaarde variantie	: 54,4%
7	(Na+K)	=	0,8031Cl + 0,00042;	verklaarde variantie	: 54,7%

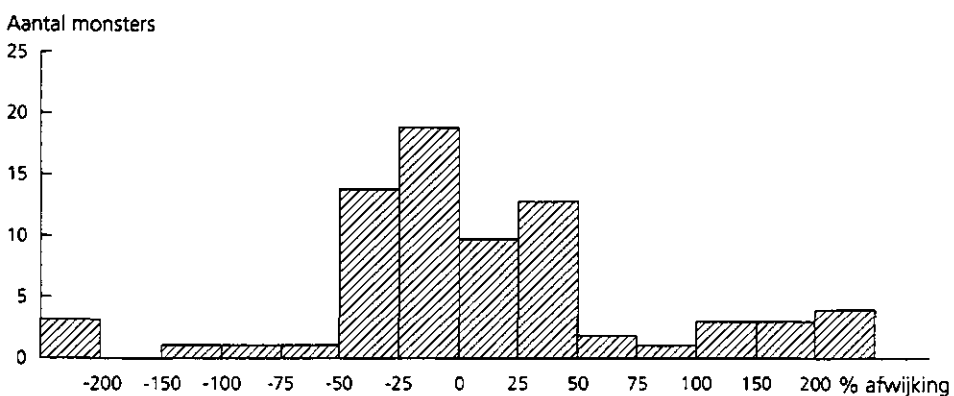


**Tabel 9 Regressievergelijkingen berekend met GENSTAT voor de monsters met een  $(K-A)/(K+A) < 15\%$  uit de winterperiode**

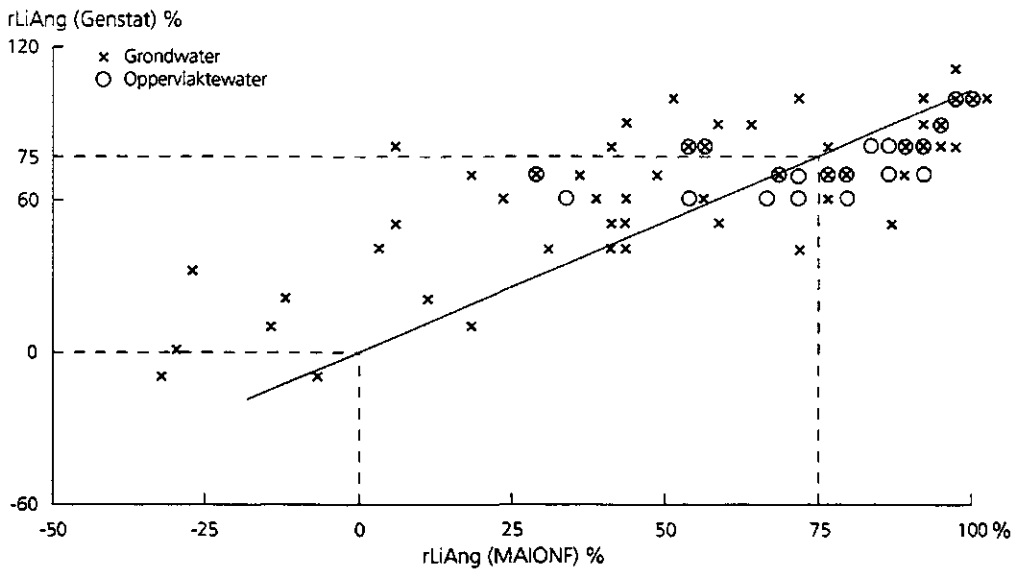
1 rRhL	= 0,4980EC + 29,09;	verklaarde variantie	: 35,7%
2 rRhL	= 23,93ln EC - 36,90;	verklaarde variantie	: 41,9%
3 rTh	= 0,9391EC - 14,14;	verklaarde variantie	: 76,7%
4 rTh	= 42,02ln EC - 127,3;	verklaarde variantie	: 77,4%
5 EC	= 0,4618Cl + 27,67;	verklaarde variantie	: 36,6%
6 EC	= 0,4338Ca + 21,06;	verklaarde variantie	: 52,7%
7 EC	= 0,4001Ca + 0,4089Cl + 10,04;	verklaarde variantie	: 82,2%
8 rLiAng	= 2,52IR - 132,29;	verklaarde variantie	: 58,7%
9 Na	= 0,6373Cl + 0,000306;	verklaarde variantie	: 47,2%
10 (Na+K)	= 0,772Cl + 0,000445;	verklaarde variantie	: 50%



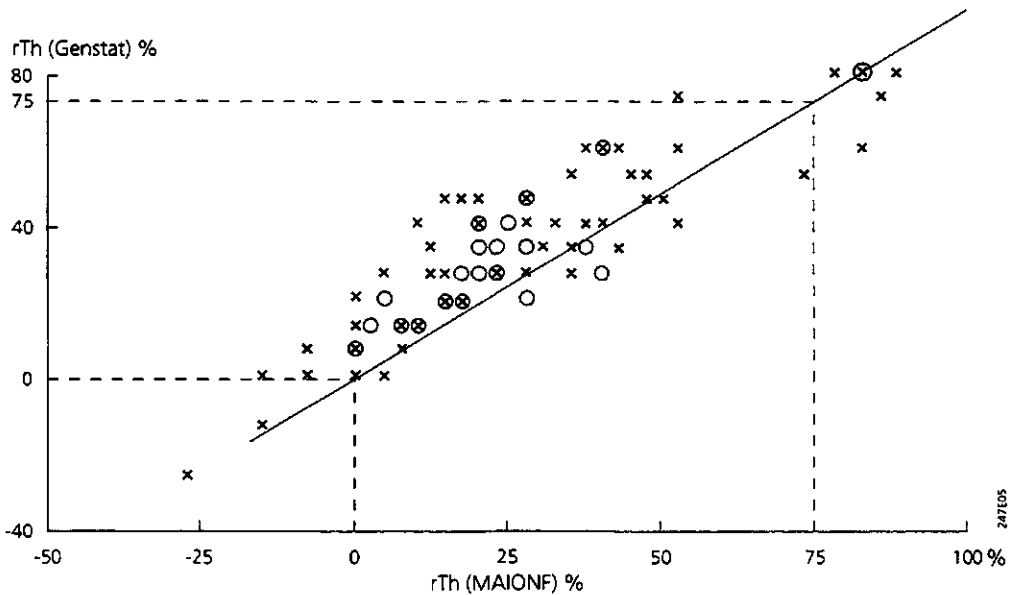
**Fig. 8 Histogram van de verschillen tussen de berekening met GENSTAT en de berekening met MAIONF voor rLiAng: LiAng\_V**



**Fig. 9 Histogram van de verschillen tussen de berekening met GENSTAT en de berekening met MAIONF voor rTh: Th\_V**



**Fig. 10** Grafiek van  $rLiAng$  berekend met GENSTAT versus  $rLiAng$  berekend met MAIONF ( $x =$  grondwater;  $o =$  oppervlaktewater)



**Fig. 11** Grafiek van  $rTh$  berekend met GENSTAT versus  $rTh$  berekend met MAIONF ( $x =$  grondwater;  $o =$  oppervlaktewater)

### Conclusies

Uit de regressievergelijkingen zijn de volgende conclusies te trekken:

- de verklaarde variantie van  $rTh$  met EC (of  $\ln EC$ , dat maakt weinig uit) is veel beter dan van  $rRhL$  met EC. De verklaarde variantie is hoog: circa 77%. We kunnen door meting van het EC via regressievergelijking de  $rTh$  bepalen. Het is echter niet mogelijk op basis van uitsluitend  $rTh$  de positie van een monsterpunt in het LAT frame vast te stellen. Dit zou alleen mogelijk zijn als de monsterpunten als een reeks gerangschikt zouden zijn langs één van de contourlijnen van het LAT frame. De

- monsterpunten liggen echter *random* verspreid in het frame. Dit betekent dat tevens de rLiAng bekend moet zijn om de positie in het frame te bepalen;
- het maakt voor de regressievergelijking, voor wat betreft rRhL en rTh met EC, of ln EC en rLiAng met IR, niet uit of we alle monsters nemen of de geschoonde monsters (minus alle monsters met een  $(K-A)/(K+A) > 15\%$ );
  - vanwege de goede verklaarde varianties van bovenstaande relaties, kan met behulp van IR en EC de rLiAng en rTh worden ingetekend in het LAT frame, waarmee het punt is vastgelegd en een conclusie kan worden getrokken over het aandeel van de verschillende watertypen in dat punt. Om de waarde van de regressievergelijking te testen, hebben we voor alle monsterpunten de rLiAng en de rTh berekend met GENSTAT, en deze vergeleken met de rLiAng en rTh zoals deze door MAIONF zijn berekend. Hieruit zijn de verschillen van rLiAng en rTh tussen de met GENSTAT en MAIONF berekende waarden bepaald (LiAng\_V en Th\_V). In figuur 8 en 9 staan de histogrammen voor LiAng\_V en Th\_V. In figuur 10 en 11 staan de grafieken tussen LiAng (volgens MAIONF) met LiAng\_C (volgens GENSTAT) en Th (volgens MAIONF) met Th\_C (volgens GENSTAT). De conclusies uit zowel de histogrammen als de grafieken is dat de spreiding tussen de beide berekende waarden groot is. Voor rLiAng hebben ruim 25% van de waarnemingen een afwijking van >50% en voor rTh is dit circa 25%. Voor een afwijking van >25% zijn de % voor de waarnemingen respectievelijk circa 50% en 60%. Kennelijk moet de verklaarde variantie hoog zijn, willen we de verschillen tussen de met GENSTAT berekende waarden en de waarden, zoals die berekend zijn met MAIONF, redelijk met elkaar in overeenstemming zijn;
  - de verklaarde variantie van Na en Cl is laag: circa 50%. Kennelijk is Na niet altijd aan Cl gekoppeld (Na+K geeft niet veel betere resultaten);
  - het EC kan het beste worden verklaard uit Ca en Cl en niet alleen uit Cl. Ca levert zelfs een betere verklaarde variantie voor EC op dan Cl. Het EC kan dan ook niet als maat gebruikt worden voor vervuiling, die dan door Cl gekenmerkt zou worden;
  - op grond van de eerste en laatste conclusie kan EC niet als *single value* waarde gebruikt worden om kwel dan wel vervuiling weer te geven:
    - \* het aandeel van de verschillende watertypen in de waterbalans kan niet via EC bepaald worden;
    - \* EC wordt èn door Ca èn door Cl bepaald.

### 6.3.6 Het LAT frame

We hebben alle monsterpunten uit de winterperiode ingetekend in het LAT frame. Uit de zomerperiode zijn alleen de oppervlaktewatermonsters in het LAT frame ingetekend, omdat van de grondwatermonsters het SO<sub>4</sub>-gehalte niet was bepaald.

Als we de monsterpunten uit de winterperiode in het LAT frame intekenen, zijn de volgende conclusies te trekken:

- voor wat het grondwater betreft zijn twee clusters te onderscheiden:
  - \* een cluster (de punten: P-431a, P-431b, S-7, Snippert, S-13, S-2a en S-8a) met circa 5% RhL en 20-70% LiAng. Dit duidt op een mooie gradiënt van regenwater naar grondwater die nauwelijks vervuild is;
  - \* een tweede cluster (de punten: L-11, W-b, W-I2, S-5b, S-11b, P-19b, S-10 en S-15) met 25-35% RhL en 20-60% LiAng. Hier vinden we een vergelijkbare

gradiënt, die echter sterker vervuild is. Te verwachten is dat, als het aandeel RhL wordt gereduceerd, het geheel meer opschuift in de richting van het eerste cluster. De ionenbalans van deze punten is goed;

- voor wat betreft het oppervlaktewater is één cluster te onderscheiden. De samenstelling hiervan is als volgt: 8-25% LiAng en 12-25% RhL, de rest is AtW.

Het aandeel atmotroof water in het cluster van het oppervlaktewater is groter dan in de twee clusters van het grondwater. Dit duidt erop dat het oppervlaktewatersysteem hoofdzakelijk gevoed wordt met water dat slechts een korte verblijftijd in de bodem heeft gehad. Dit is verklaarbaar vanuit de hoogtekaart en de bodemkaart. Door de grote hoogteverschillen op korte afstand en de aanwezigheid van tertiaire klei en/of keileem in de ondergrond vindt een snelle afvoer van het regenwater plaats.

Het cluster van het oppervlaktewater neemt een tussenpositie in ten opzichte van de twee clusters van het grondwater. Als het % RhL van het cluster van het oppervlaktewater nog lager zou worden (d.w.z. als de vervuilingcomponent wordt teruggedrongen), dan zal een verdere verschuiving optreden in de richting van de AtW-LiAng gradiënt.

Van alle monsters staan in aanhangsel 1 de aandelen van de watertypen in de waterbalans volgens het LAT frame, de concentraties van de ionen uit de winterperiode, en de aandelen van de watertypen in de waterbalans volgens het IR-EC diagram voor de zomer- en winterperiode. In aanhangsel 2 staat voor alle monsters een interpretatie van de potentiële waterkwaliteit, de ionenbalans en de totale ionen-concentratie in meq/l voor de winterperiode. Alle monsters zijn vergeleken met de referentiewatermonsters uit tabel 7.

Indien een watermonster in belangrijke mate uit regenwater bestaat (>90% AtW), dan is een gehalte van >10 mg/l Cl en >15 mg/l SO<sub>4</sub> afwijkend en hoog. Indien het een grondwatertype is (<50% AtW), dan is een gehalte van >25 mg/l Cl en >30 mg/l SO<sub>4</sub> afwijkend en hoog. Dit zijn vrij arbitraire getallen: 2-3 maal de waarde van de referentiewatermonsters LiHDu, LiAng en AtW. Wanneer er van een belangrijke vervuiling sprake is (RhL >25%), dan is een gehalte van >75 mg/l Cl en >40 mg/l SO<sub>4</sub> afwijkend en hoog, afhankelijk van het % RhL.

In aanhangsel 2 is in de kolom opmerkingen de basenrijkdom (kalk) aangegeven. De hoeveelheid kationen + anionen (K+A) heeft hier ook mee te maken. Voor AtW is deze 0,4 meq/l, voor LiHDu (= 75% Atmotroof) 5,0 meq/l en voor LiAng 14,1 meq/l. Dit geldt alleen voor onvervuild water.

De indeling naar basenrijkdom van het grondwater is als volgt:

- 1 basenloos (ombrotroof): >90% AtW en <10% LiAng; K+A <2,0 meq/l);
- 2 basenarm : 75-90% AtW en 10-25% LiAng (=LiHDu); K+A tussen 2,0 en 5,0 meq/l;
- 3 basenhoudend : 50-75% AtW en 25-50% LiAng; K+A tussen 5 en 8 meq/l;
- 4 basenrijk : <50% AtW en >50% LiAng; K+A tussen 8 en 14 meq/l.

Deze indeling kan gebruikt worden voor de potentiële waterkwaliteitskaart. Atmosferische of basenloze watertypen zijn gemakkelijk te herkennen aan de som van de kationen + anionen (K+A in meq/l).

Er is ook een indeling te geven op basis van de beïnvloeding van het % RhL. De volgende indeling wordt wel aangehouden (Van den Hooven, 1993):

- 1 schoon : <10% RhL;
- 2 licht beïnvloed : 10-25% RhL;
- 3 matig beïnvloed: 25-50% RhL;
- 4 sterk beïnvloed : >50% RhL.

In aanhangsel 2 is aangegeven wat de potentiële waterkwaliteit zou zijn, gebruik makend van het LAT frame. Onder potentiële waterkwaliteit wordt verstaan die waterkwaliteit, waarbij RhL-invloed verdwenen is. Het blijkt dat, als van een watermonster met een bepaalde samenstelling (AtW, LiAng en RhL) RhL wordt verminderd, de hoeveelheid AtW en LiAng toeneemt, maar dat AtW/LiAng constant blijft. Daarnaast is gekeken of de ionenbalans klopt. Als deze niet klopt, kan dat de volgende oorzaken hebben:

- teveel positieve ionen. Misschien is er nitraat en/of fosfaat aanwezig (uitspoeling uit fosfaatverzadigde gronden). Er kan ook van nature veel fosfaat in de bodem aanwezig zijn (oogsten van fosfaatknollen in het verleden, mondelinge mededeling van agrariërs);
- teveel negatieve ionen. Misschien is er ammonium en/of ijzer aanwezig;
- fouten in de bemonstering c.q. bepaling, bijvoorbeeld ten aanzien van HCO<sub>3</sub>-gehalten. Dit is hier niet aan de orde, omdat het HCO<sub>3</sub>-gehalte is bepaald door titratie met zoutzuur, waardoor er geen negatieve invloed op de ionenbalans is.

Bij de opmerkingen in aanhangsel 2 wordt soms gesproken van 'te hoge afwijkende gehalten'. Dit is in vergelijking met de referentiewatermonsters van LiAng, RhL en AtW van tabel 7. De oorzaken van mogelijke afwijkingen zijn:

- landbouw; dan moet het gehalte aan KNO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KCl of NH<sub>4</sub>-zouten hoog zijn;
- wegzout; dan moet het NaCl-gehalte hoog zijn;
- zure depositie; dan moet het SO<sub>4</sub>-gehalte hoog en HCO<sub>3</sub>-gehalte laag (HCO<sub>3</sub>/Ca <1) zijn door omzetting in koolzuur. In dat geval zal het grondwater van het CaSO<sub>4</sub> type zijn;
- aanwezigheid van pyriet in de tertiaire klei en/of keileem of het zand (kattklei of katezand); dit leidt bij toetreding van zuurstof tot hoge sulfaatgehalten;
- aanwezigheid van fosfaatverzadigde gronden; door bemesting of van nature.

Uit het bovenstaande blijkt dat een hoog SO<sub>4</sub>-gehalte kan betekenen: zure depositie, een invloed vanuit de landbouw via mest of pyrietoxydatie. Er moet dan via bemesting hoge ammoniumgehalten gevonden worden.

In het herinrichtingsgebied komt veel tertiaire klei en/of keileem binnen 1,20 m - mv. voor. Er zijn een aantal buizen (a-buizen) waarvan het filter boven de tertiaire klei en/of keileem staat. Deze zouden een hoog % AtW moeten hebben. Er kan evenwel sprake zijn van lokale kwel of als het % LiAng vrij hoog is, kan er sprake zijn van kalk in de bodem. Er zijn ook een aantal buizen (b-buizen) waarvan het filter in de tertiaire klei en/of keileem staat. Hierin kan geen sprake zijn van kwel en het zou atmotroof

moeten zijn. Indien er lithotrofe invloed is, dan moet dit worden toegeschreven aan kalk in de bodem.

## Conclusies

### Algemeen

We splitsen de conclusies over het grondwater en het oppervlaktewater. We hebben gekozen voor een indeling op basis van het Cl- en SO<sub>4</sub>-gehalte (tabel 10), omdat dit indicerende parameters zijn die de waterkwaliteit beïnvloeden. Daarnaast hebben we gekozen voor een indeling op basis van de basenrijkdom en de mate van vervuiling (invloed RhL). In tabel 11 staat de klasse-indeling

**Tabel 10 Indeling naar Cl- en SO<sub>4</sub>-gehalte**

0 = schoon:	Cl: < 12(mg/l)
1 = nauwelijks beïnvloed:	Cl: 12- 40(mg/l)
2 = licht beïnvloed:	Cl: 80-120(mg/l)
3 = sterk beïnvloed:	Cl: >120(mg/l)
1 = schoon:	SO <sub>4</sub> : <13(mg/l)
2 = licht beïnvloed:	SO <sub>4</sub> : 13-50(mg/l)
3 = matig beïnvloed:	SO <sub>4</sub> : 50-80(mg/l)
4 = sterk beïnvloed:	SO <sub>4</sub> : >80(mg/l)

**Tabel 11 Indeling naar basenrijkdom en mate van vervuiling**

<b>A</b>	<b>Regenwater (basenloos; schoon = Atw: &gt;90% en LiAng: &lt;10%)</b>
A.1:	schoon regenwater (invloed RhL: <10%)
A.2:	licht beïnvloed regenwater (RhL: 10-25%)
A.3:	matig beïnvloed regenwater (RhL: 25-50%)
A.4:	sterk beïnvloed regenwater (RhL: >50%)
<b>B</b>	<b>Basenarm water (schoon = AtW: 75-90% en LiAng: 10-25%)</b>
B.1:	schoon basenarm water (invloed RhL: <10%)
B.2:	licht beïnvloed basenarm water (RhL: 10-25%)
B.3:	matig beïnvloed basenarm water (RhL: 25-50%)
B.4:	sterk beïnvloed basenarm water (RhL: >50%)
<b>C</b>	<b>Basenhoudend water (schoon = AtW: 75-50% en LiAng: 25-50%)</b>
C.1:	schoon basenhoudend water (invloed RhL: <10%)
C.2:	licht beïnvloed basenhoudend water (RhL: 10-25%)
C.3:	matig beïnvloed basenhoudend water (RhL: 25-50%)
C.4:	sterk beïnvloed basenhoudend water (RhL: >50%)
<b>D</b>	<b>Basenrijk water (schoon = AtW: &lt;50% en LiAng: &gt;50%)</b>
D.1:	schoon basenrijk water (invloed RhL: <10%)
D.2:	licht beïnvloed basenrijk water (RhL: 10-25%)
D.3:	matig beïnvloed basenrijk water (RhL: 25-50%)
D.4:	sterk beïnvloed basenrijk water (RhL: >50%)

Voor het bepalen van de basenstatus wordt gekeken naar het % LiAng

### Grondwater

We hebben de grondwatermonsters ingedeeld naar de huidige waterkwaliteit en de potentiële waterkwaliteit. In tabel 12 staat de indeling van de huidige waterkwaliteit van de grondwatermonsters uit de winterperiode naar basenrijkdom volgens tabel 11.

**Tabel 12 Grondwatermonsters uit de winterperiode ingedeeld naar basenrijkdom en beïnvloeding volgens tabel 11 (A: regenwater; B: basenarm; C: basenhoudend; D: basenrijk)**

Klasse	Monsterpunten
A.1:(totaal:10)	L-42a; W-21; L-13; S-3a; S-4; S-5a; S-9; W-10; S-1; S-17a
A.2:(totaal: 9)	L-77; W-3; W-4; S-11a; W-7; W-19; L-25; P-19a; S-17b
A.3:(totaal:10)	L-41; L-42b; L-32; S-3b; L-4; L-30; S-12; L-2; E-227; S-14a
A.4:(totaal: 4)	S-16; L-112; W-14; S-14b
B.1:(totaal: 1)	S-8a
B.2:(totaal: 1)	S-2b
B.3:(totaal: 2)	S-6; S-15
B.4:(totaal: 1)	35A-L-4
C.1:(totaal: 2)	Snippert; S-2a
C.2:(totaal: 2)	S-8b; S-10
C.3:(totaal: 4)	L-11; W-12; S-5b; S-11b
C.4:(totaal: 0)	-
D.1:(totaal: 5)	P-431a; P-431b; S-7; P-75b; S-13
D.2:(totaal: 2)	L-45; P-75a
D.3:(totaal: 2)	W-b; P-19b
D.4:(totaal: 0)	-

**Opmerking: de cursief aangegeven monsterpunten vallen buiten het LAT frame.**

De verdeling van de grondwatermonsters naar basenrijkdom is:

- A: 33 (A.1:10; A.2:9; A.3:10; A.4:4);
- B: 5 (B.1: 2; B.2:1; B.3: 3; B.4:0);
- C: 8 (C.1: 2; C.2:2; C.3: 4; C.4:0);
- D: 9 (D.1: 5; D.2:2; D.3: 2; D.4:0).

We zien dat 2/3 van de grondwatermonsters basenloos/basenarm zijn en dat 30-50% van deze grondwatermonsters matig tot sterk beïnvloed zijn. In aanhangsel 1 en 2 is een uitgebreide analyse gemaakt van elk monsterpunt. Hieruit blijkt dat Cl en SO<sub>4</sub> als indicatoren voor vervuiling gebruikt kunnen worden.

In tabel 13 staan de grondwatermonsters gegroepeerd naar de vastgestelde klasseindeling van Cl- en SO<sub>4</sub>-gehalte uit tabel 10.

**Tabel 13 Grondwatermonsters uit de winterperiode ingedeeld naar Cl- en SO<sub>4</sub>-gehalte volgens tabel 10**

Chloride-klasse	Monsterpunten	Sulfaat-klasse	Monsterpunten
Cl-0(11)	L-42a; L-77; P-431a; P-431b; L-13; Snippert; S-3a; L-30; W-19; S-1; S-2a		
Cl-1(26)	L-41; L-42b; W-4; S-6; S-7; S-16; L-11; L-32; W-b; W-I2; S-3b; S-4; S-5a; S-11a; S-11b; W-7; W-10; S-13; L-2; L-25; P-19a; S-2b; S-8a; S-8b; S-10; S-17a	SO <sub>4</sub> -1(12)	P-431a; P-431b; S-7; L-13; P-75b; Snippert; S-3a; L-2; S-8a; S-8b, S-15; S-17a
Cl-2(13)	W-3; W-21; P-75a; S-5b; S-9; L-4; L-112; W-14; S-12; 35A-L-4; P-19b; E-227; S-15	SO <sub>4</sub> -2(18)	L-42a; L-42b; L-77; W-21; L-11; S-4; S-5a; S-9; L-30; W-7; W-19; S-12; S-13; P-19a; S-1; S-2a; S-2b; S-17b
Cl-3(2)	L-45; S-17B	SO <sub>4</sub> -3(10)	L-41; W-4; S-16; L-32; S-5b; S-11a; W-10; L-25; P-19b; S-10
Cl-4(3)	P-75b; S-14a; S-14b	SO <sub>4</sub> -4(15)	L-45; W-3; S-6; P-75a; W-b; W-I2; S-3b; S-11b; L-4; L-112; W-14; 35A-L-4; E-227; S-14a; S-14b

We zien dat een indeling naar Cl-gehalte niet duidelijk een vervuiling aangeeft (wat ook al uit de histogrammen bleek); 2/3 van de grondwatermonsters zijn niet of nauwelijks beïnvloed. Is er wel beïnvloeding aangetroffen, dan is ook niet altijd een duidelijke oorzaak aan te wijzen: wegezout (NaCl, verhoogd); landbouw (KCl) of mariene invloed (zowel Na als Cl zijn sterk verhoogd, en er moet sprake zijn van tertiaire klei). In aanhangsel 2 staat voor deze grondwatermonsters een mogelijke oorzaak aangegeven.

De beïnvloeding door SO<sub>4</sub> is veel duidelijker gespreid. In aanhangsel 2 staat de mogelijke oorzaak aangegeven: pyriet, landbouw of zure depositie (als het HCO<sub>3</sub>-gehalte laag is).

In tabel 14 staat de potentiële waterkwaliteit naar basenrijkdom aangegeven. Deze is op de volgende indeling gebaseerd:

- A: regenwater : >90% AtW en <10% LiAng;
- B: basenarm : 75-90% AtW en 10-25% LiAng;
- C: basenhoudend: 50-75% AtW en 25-50% LiAng;
- D: basenrijk : <50% AtW en >50% LiAng.



**Tabel 14 Potentiële waterkwaliteit van de grondwatermonsters uit de winterperiode ingedeeld naar basenrijkdom**

Klasse	Monsterpunten
A (totaal:32)	L-42a; L-42b; L-77; W-3; W-4; W-21; S-16; L-13; L-32; S-3a; S-3b; S-4; S-5a; S-9; S-11a; L-4; L-30; L-112; W-7; W-10; W-14; W-19; S-12; L-2; L-25; P-19a; E-227; S-1; S-14a; S-14b; S-17a; S-17b
B (totaal:4)	L-41; S-6; S-2b; S-8a
C (totaal:7)	L-11; W-I2; Snippert; S-2a; S-8b; S-10; S-15
D (totaal:12)	L-45; P-431a;P-431b; S-7; P-75a; P-75b; W-b; S-5b; S-11b; S-13; 35A-L-4; P-19b

In tabel 15 zijn de grondwatermonsters voor de klassen A t/m D weergegeven naar de huidige situatie en potentiële situatie. Uit tabel 15 blijkt dat de waterkwaliteit in de huidige en potentiële situatie voor wat betreft de basenrijkdom niet zoveel verschillen. De grondwatermonsters zijn iets meer naar het basenrijker type opgeschoven.

**Tabel 15 Grondwatermonsters uit de winterperiode gesorteerd naar basenrijkdom in de actuele en potentiële situatie**

Klasse	Actuele waterkwaliteit (aantal monsterpunten)	Potentiële waterkwaliteit (aantal monsterpunten)
A	33 (A.1:10; A.2: 9; A.3:10; A.4: 4)	32
B	5 (B.1: 1; B.2: 1; B.3: 2; B.4: 1)	4
C	8 (C.1: 2; C.2: 2; C.3: 4; C.4: 0)	7
D	9 (D.1: 5; D.2: 2; D.3: 2; D.4: 0)	12

#### *Oppervlaktewater*

In tabel 16 staan de oppervlaktewatermonsters weergegeven naar toenemende basenrijkdom en beïnvloeding. Hierbij is de zomerperiode (augustus/september 1993) en de winterperiode (januari/februari 1994) opgenomen. Het blijkt dat de oppervlaktewatermonsters in de winterperiode voornamelijk basenarm zijn en in de zomerperiode voornamelijk basenhoudend. Dit klopt ook met het LAT frame; de oppervlaktewatermonsters nemen een tussenpositie in tussen regenwater en basenrijkwater met beïnvloeding. Verder blijkt dat in de zomerperiode het oppervlaktewater kalkrijker (waarschijnlijk meer stagnatie van het water, waardoor er meer kalk kan oplossen), maar ook meer vervuild wordt. Een verklaring kan zijn een geringere verdunning en misschien de grotere invloed vanuit de landbouw/zure depositie.

**Tabel 16 Oppervlaktewatermonsters ingedeeld naar basenrijkdom en beïnvloeding volgens tabel 11 (actuele situatie)**

Klasse	Monsterpunten
A.1: <i>winter</i> (0)	-
<i>zomer</i> (0)	-
A.2: <i>winter</i> (4)	III; V; XVIII; XIX
<i>zomer</i> (0)	-
A.3: <i>winter</i> (1)	II
<i>zomer</i> (0)	-
A.4: <i>winter</i> (0)	-
<i>zomer</i> (0)	-
B.1: <i>winter</i> (0)	-
<i>zomer</i> (0)	-
B.2: <i>winter</i> (8)	IV; VI; IX; XIV; XV; XVI; XVII; XX
<i>zomer</i> (2)	IX; XV
B.3: <i>winter</i> (4)	I; VII; VIII; X
<i>zomer</i> (4)	II; III; VI; VII
B.4: <i>winter</i> (0)	-
<i>zomer</i> (0)	-
C.1: <i>winter</i> (0)	-
<i>zomer</i> (0)	-
C.2: <i>winter</i> (3)	XI; XII; XIII
<i>zomer</i> (0)	-
C.3: <i>winter</i> (0)	-
<i>zomer</i> (9)	I; IV; V; X; XI; XII; XIII; XIV; XVII
C.4: <i>winter</i> (0)	-
<i>zomer</i> (1)	VIII
D.1: <i>winter</i> (0)	-
<i>zomer</i> (0)	-
D.2: <i>winter</i> (0)	-
<i>zomer</i> (0)	-
D.3: <i>winter</i> (0)	-
<i>zomer</i> (1)	XVI
D.4: <i>winter</i> (0)	-
<i>zomer</i> (0)	-

winter = januari/februari 1994

zomer = augustus/september 1993.

N.B.:

— de monsters XVIII, XIX en XX zijn 's zomers niet gemeten;

— tussen haakjes staat het aantal oppervlaktewatermonsters.

In tabel 17 staan de oppervlaktewatermonsters weergegeven naar de potentiële waterkwaliteit. Hieruit blijkt dat de potentie van het de oppervlaktewatermonsters meer verschuiven in de richting van toenemende basenrijkdom.

**Tabel 17** *Potentiële waterkwaliteit van de oppervlaktewatermonsters uit de winterperiode ingedeeld naar basenrijkdom*

Klasse	Monsterpunten
A 5	II, III, V, XVIII
B 12	I, IV, VI, VII, IX, XV, XVI, XIX, XX
C 3	VIII, X, XI, XII, XIII, XIV, XVII
D	-

In *cursief* staan de aantallen oppervlaktewatermonsters.

### 6.3.7 IR-EC diagram

We hebben ook gekeken of we dezelfde resultaten kunnen bereiken met het IR-EC diagram, waardoor het aantal parameters voor waterkwaliteitsonderzoek sterk zou kunnen worden beperkt. In aanhangsel 1 en 2 staat in *cursief* de samenstelling van de waterbalans, zoals deze is bepaald met behulp van het IR-EC diagram. De waterbalans is in het IR-EC diagram goed af te lezen, omdat de menglijnen goed uit elkaar liggen, dit in tegenstelling tot het LAT frame.

#### *Conclusies*

- voor de oppervlaktewatermonsters komen de verhoudingen tussen de watertypen in de waterbalansen goed tot redelijk overeen met het LAT frame (tabel 18);
- de waterbalans uit het IR-EC diagram geeft een overschatting van het % LiAng;
- de grondwatermonsters vertonen veel grotere verschillen tussen de waterbalansen (tabel 18). Een aantal monsterpunten is moeilijk te interpreteren omdat deze buiten het LAT frame en het IR-EC diagram vallen. De interpretatie is niet éénduidig en de beslissing moet uit veldgegevens volgen.

**Tabel 18** *Vergelijking van de waterbalans van de grondwatermonsters en de oppervlakte-watermonsters uit de winterperiode volgens het LAT frame en het IR-EC diagram, ingedeeld naar basenrijkdom en beïnvloeding*

Klasse	Grondwater		Oppervlaktewater	
	LAT frame	IR-EC diagram	LAT frame	IR-EC diagram
A.1	9	5	0	0
A.2.	9	1	4	0
A.3.	9	3	1	0
A.4	4	0	0	0
<b>A-totaal</b>	<b>31</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
B.1.	2	10	0	2
B.2	1	4	8	10
B.3	3	5	4	0
B.4	-	-	0	0
<b>B-totaal</b>	<b>6</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
C.1.	2	3	0	1
C.2.	2	5	3	7
C.3.	4	1	0	0
C.4	0	1	0	0
<b>C-totaal</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
D.1.	5	6	0	0
D.2.	2	6	0	0
D.3.	2	3	0	0
D.4.	1(?)	0	0	0
<b>D-totaal</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### 6.3.8 Vergelijking van de waterkwaliteit met EC-metingen

In tabel 19 en 20 zijn de EC-metingen weergegeven die tijdens de onderzoeksperiode zijn verzameld. De lokaties van de meetpunten staan op kaart 9. Uit paragraaf 6.3.5 blijkt dat de EC niet als een *single value* gebruikt kan worden om de samenstelling van de waterbalans vast te stellen.

Tabel 19 EC-metingen in het oppervlaktewater (beken)

Lokatie nr.	EC-metingen		26-08-93	12/13-10-93	27-01-94	02/03-02-94
	13-07-93	16-07-93 (na regendag 14-07-93 en motregen op 15/16-07-93)				
1	470			428		379/390
2	480			379		308/330
3	479			428		371
4	490			373		256
5	470			427		340/360
6	470			405		277/287
7	620	470		449		306
8	560	530		519		373
9	560			452		307
10	620	400		439		308
11	550			398		276/297
12	120			558		283
13	420			362		266
14	830			326		252
15	450			311		296
16	553	325		396		304/317
17	850	375		349		331/344
18	327			388		424
19	308			481		342
20	459			462		331
21	323			379		262
22	1340			691		377
23	308			268		245
24	307			262		217
25	344			369		297
26	382			554		358
27	473			576		566
28	433			289		253
29	255			335		324
30	162	270		334		322
31	268	220		337		342
32a	247	239		345		334
32b	75	175				
33		170		397		353
34		499		415		344
35		353		398		389
36		170		386		363
37		190		409		379
38		280		389		323
39		386		447		410
40		235		411		393
41		267		412/447		392
42		182		417		394
43		337		406		380
44		482		558		495
45		568		511		508

Vervolg tabel 19

Lokatie nr.	EC-metingen		26-08-93	12/13-10-93	27-01-94	02/03-02-94
	13-07-93	16-07-93 (na regendag 14-07-93 en motregen op 15/16-07-93)				
46		498		458		405
47		595		408		375
48		429		416		382
49		309		382		354
50		292		393		362
51		265		381		351
52		278		384		353
53		186		315		311
54		330		419/445		392
55		172		321		315
56		155		206		257
57		147		340		317
58		157		184		219
59		103		343		315
60		259		444		363
61		42		426		491
62		24		115		480
63		51		324		363
64		430		381		319
65		344		387		480
66		568		567		471
67		464		530		466
68		319		425		375
69		167		380		340
70		327		428		377
71		175		379		337
72		134		353/371		372
73		508		365		387
74		185		329/335		300
75		406		449		383
76		284		320		292
77		222		257		257
78		469		394		409
79				305		227
80				275		242
81				344		315
82				296		347
83				278		237
84				390		391
85				316		308
86				321		291

*Vervolg tabel 19*

Lokatie nr.	EC-metingen					
	13-07-93	16-07-93 (na regendag 14-07-93 en motregen op 15/16-07-93)	26-08-93	12/13-10-93	27-01-94	02/03-02-94
I			449		292	
II			400		266	
III			452		218	
IV			528		251	
V			440		248	
VI			450		264	
VII			472		206	
VIII			505		361	
IX			319		195	
X			475		264	
XI			486		347	
XII			520		355	
XIII			558		355	
XIV			528		307	
XV			401		237	
XVI			601		277	
XVII			495		310	
XVIII					204	
XIX					199	
XX					211	

Tabel 20 EC-metingen in de grondwaterstandsbuizen

Lokatie nr.	EC-metingen				
	13-07-93	16-07-93 (na regendag 14-07-93 en motregen op 15/16-07-93)	30-08/03-09-93	14-10-93	31-01/02-02-94
28H-L-41			515(30-08)	234	512(01-02)
28H-L-42a				544	
28H-L-42b					172(01-02)
28H-L-42c					305(01-02)
28H-L-45		600	605(03-09)	574	590(01-02)
28H-L-77		313	309(02-09)	289	233(02-02)
28H-P-431a			460(30-08)	457	507(01-02)
28H-P-431b			447(30-08)	450	484(01-02)
28H-W-3		560	163(02-09)	347	423(02-02)
28H-W-4		300	321(01-09)	337	321(02-02)
28H-W-21		575	154(02-09)	183	330(02-02)
28H-W-42		24		1	
28H-SC-6			379(02-09)	414	468(02-02)
28H-SC-7			450(03-09)	496	405(01-02)
28H-SC-16			615(02-09)	654	550(02-02)
29C-L-11	530		635(30-08)	526	694(01-02)
29C-L-13			278(01-09)	287	99(31-01)
29C-L-32	540		576(30-08)	481	469(01-02)
29C-P-75a	1290		1092(30-08)	1028	1145(01-02)
29C-P-75b	1510		1190(30-08)	1149	1040(01-02)
29C-W-b	680		789(30-09)	724	970(01-02)
29C-W-c	990			920	
29C-W-d	690			617	
29C-W-I1				1026	
29C-W-I2	1190			533	594(02-02)
Snippert				260	304(01-02)
29C-SC-3a				249	197(31-01)
29C-SC-3b			479(01-09)	436	490(31-01)
29C-SC-4			531(01-09)	217	219(31-01)
29C-SC-5a				805	345(31-01)
29C-SC-5b			683(01-09)	690	789(31-01)
29C-SC-9			242(01-09)	200	264(31-01)
29C-SC-11a				224	236(31-01)
29C-SC-11b			681(01-09)	636	688(31-01)
34F-L-4		642	600(03-09)	654	562(01-02)
34F-L-30					341(02-02)
34F-L-112		795	961(02-09)	1112	620(01-02)
34F-W-7		136	171(02-09)	294	167(31-01)
34F-W-10		171	65(02-09)	131	91(01-02)
34F-W-14a		81	329(02-09)	529	446(02-02)
34F-W-14b				288	
34F-W-19		140	151(02-09)	163	124(01-02)



Vervolg tabel 20

Lokatie nr.	EC-metingen				
	13-07-93	16-07-93 (na regendag 14-07-93 en motregen op 15/16-07-93)	30-08/03-09-93	14-10-93	31-01/02-02-94
34F-SC-12			390(03-09)	1138	408(01-02)
34F-SC-13			575(02-09)	568	580(01-02)
35A-L-2	421		478(30-08)	871	291(01-02)
35A-L-4	1011		940(01-09)	944	1032(01-02)
35A-L-6			547(03-09)	460	
35A-L-25	499		399(30-08)	490	285(01-02)
35A-P-19a				198	232(31-01)
35A-P-19b	580		572(02-09)	597	645(31-01)
35A-SC-1			156(01-09)	77	129(01-02)
35A-SC-2a			469(01-09)	305	285(31-01)
35A-SC-2b			473(01-09)	488	426(31-01)
35A-SC-8a			828(30-08)	297	193(31-01)
35A-SC-8b			790(30-08)	697	313(31-01)
35A-SC-10			643(30-08)	697	454(31-01)
35A-SC-14a				1028	1248(31-01)
35A-SC-14b				1195	1089(31-01)
35A-SC-15			709(30-08)	179	487(01-02)
35A-SC-17a				143	170(31-01)
35A-SC-17b			890(01-09)	580	498(31-01)

## 6.4 Kaarten

Op basis van de conclusies uit het voorgaande (par. 6.3.2 t/m 6.3.8) zijn verschillende kaarten gemaakt:

— kaart 11 Grond- en oppervlaktewatermonsters naar toenemende basenrijkdom en beïnvloeding

Door vergelijking met andere kaarten, onder andere bodemkaart, stroomgebiedenkaart enzovoort., zijn de volgende conclusies te trekken:

- \* naar de randen van het herinrichtingsgebied neemt de basenrijkdom toe. Het centrale deel is regenwaterachtig;
- \* in een aantal stroomgebieden zijn gradiënten aan te geven van regenwater-basenhoudend- basenrijk. In een aantal gevallen kan er sprake zijn van kwel. Voor een ander deel kan de basenrijkdom verklaard worden door de aanwezigheid van kalk in de bodem, zonder dat er sprake is van regionale kwel. De basenrijke gedeelten hebben veelal een natte Grondwatertrap (Gt III);
- \* de verontreinigingen in de verschillende klassen zijn niet altijd eenduidig terug te voeren. De tendens is, dat deze is terug te voeren op het Cl- en SO<sub>4</sub>-gehalte. Wanneer dit niet het geval is, speelt het K- en/of Mg-gehalte een belangrijke rol;

- \* het oppervlaktewatersysteem is altijd beïnvloed. In het oppervlaktewater wordt in de huidige situatie voornamelijk basenarm water aangetroffen. Basenrijk oppervlaktewater, zoals bij het grondwater, is niet aanwezig.
- kaart 12 Potentiële waterkwaliteitskaart naar toenemende basenrijkdom  
Hierbij is de RhL invloed geëlimineerd. We zien dan dat de scheiding tussen regenwater en basenrijk water sterker wordt. De potenties in de zin van gradiënten zijn redelijk goed aan te geven. De kansrijkdom, vertaald naar abiotische factoren, kan per stroomgebied worden aangegeven. De volgende stroomgebieden hebben een goede gradiënt van regenwater naar basenrijker water:
  - \* het stroomgebied (A) van de Jufferbeek;
  - \* het stroomgebied (C) van de Leutinkbeek;
  - \* het stroomgebied (D) van de Eschbeek-Vinkenbeek en Drienerbeken (noordelijk deel);
  - \* het stroomgebied (G) van de Elsbeek;
  - \* het stroomgebied (I) van de Hoge Boekelerbeek.
 Of deze kansrijkdom geëffectueerd kan worden, hangt af van de mate van beïnvloeding en of deze weggenomen kan worden.
- kaart 13 Chloridekaart  
Een groot aantal monsters valt in de klasse Cl-0 (schoon) en Cl-1 (nauwelijks beïnvloed). Een aantal hoge Cl-gehalten zijn toe te schrijven aan wegzout, gebruik KCl (landbouw) of lokale zoutinsluiting.
- kaart 14 Sulfaatkaart  
Een groot aantal monsters valt in de klasse SO<sub>4</sub>-3 (matig beïnvloed) en SO<sub>4</sub>-4 (sterk beïnvloed). Voor een groot deel vallen ze samen met de beïnvloedingsklassen van kaart 11, grond- en oppervlaktewatermonsters naar toenemende basenrijkdom en beïnvloeding. Hoge SO<sub>4</sub>-gehalten kunnen worden toegeschreven aan zure depositie (HCO<sub>3</sub>/Ca <1), pyrietaanwezigheid of landbouw (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

## 6.5 Conclusies

De neerslaggegevens van de neerslagstations Twente, Hengelo, Oldenzaal, Losser en Enschede geven soms aanzienlijke verschillen in neerslag te zien en kunnen daardoor van invloed zijn op de waterkwaliteit.

Het grondwaterstandsverloop in grondwaterstandsbuizen laat zien dat we tijdens de onderzoeksperiode tot oktober 1993 vrij lage grondwaterstanden hebben gehad en vanaf oktober een wisseling van hoge en lage grondwaterstanden, en dat de fluctuatie van het grondwater sterk wisselend is en varieert van 20-150 cm met enkele uitschieters. Uit een aantal buizen blijkt dat de keileem/tertiaire klei stagnerend werkt op de verticale waterbeweging. Het isohypsenpatroon op basis van de grondwaterstandsbuizen geeft een zeer globaal beeld; daarom hebben we gekozen voor het vervaardigen van een kaart met stroomgebieden. Deze kaart is gemaakt met behulp van de hoogtelijnenkaart, de geomorfologische kaart en de kaart met A-watergangen, die voorkomen op de ligger der wateren c.a. van het waterschap Regge en Dinkel.

Uit de ionenbalans blijkt dat 20 van de 75 watermonsters uit de winterperiode een (K-A)/(K+A) groter dan 15% hebben.

Uit de verwantschap van grond- en oppervlaktewatermonsters met referentietypen en aandeel watertypen in de waterbalans blijkt dat in de zomerperiode het EC iets hoger is dan in de winterperiode en het Cl-gehalte in de zomer- en winterperiode ongeveer gelijk is. Niet uit te sluiten is, dat het grondwater in de zomerperiode meer vervuild is door  $\text{SO}_4$  en Cl dan in de winterperiode.

Uit de regressievergelijking blijkt dat de verklaarde variantie van rTh met EC veel beter is dan van rRhL met EC. We kunnen door meting van het EC via regressievergelijking de rTh bepalen. Het is echter niet mogelijk op basis van uitsluitend rTh de positie van een monsterpunt in het LAT frame vast te stellen. Dit zou alleen mogelijk zijn als de monsterpunten als een reeks gerangschikt zijn langs één van de contourlijnen van het LAT frame. De monsterpunten liggen echter *random* verspreid in het frame. Dit betekent dat tevens de rLiAng bekend moet zijn om de positie in het frame te bepalen. Het EC kan het beste worden verklaard uit Ca en Cl en niet alleen uit Cl. Ca levert zelfs een betere verklaarde variantie voor het EC op dan Cl. Het EC kan dan ook niet als maat gebruikt worden voor vervuiling, die dan door Cl gekenmerkt zou worden. Op grond van het bovenstaande kan het EC niet als *single value* waarde gebruikt worden om kwel dan wel vervuiling weer te geven.

Op basis van het LAT frame hebben we gekozen voor een indeling op basis van het Cl- en  $\text{SO}_4$ -gehalte, omdat dit indicerende parameters zijn die de waterkwaliteit beïnvloeden. Daarnaast hebben we gekozen voor een indeling op basis van de basenrijkdom en de mate van vervuiling (invloed RhL).

We hebben vier verschillende kaarten gemaakt:

- een kaart met grond- en oppervlaktewatermonsters naar toenemende basenrijkdom en beïnvloeding;
- een potentiële waterkwaliteitskaart naar toenemende basenrijkdom;
- een chloridekaart;
- een sulfaatkaart.

Uit het IR-EC diagram blijkt voor de oppervlaktewatermonsters komen de verhoudingen tussen de watertypen in de waterbalansen goed tot redelijk overeen met het LAT frame en grondwatermonsters vertonen veel grotere verschillen tussen de waterbalansen. Een aantal monsterpunten is moeilijk te interpreteren omdat deze buiten het LAT frame en het IR-EC diagram vallen. De waterbalans uit het IR-EC diagram geeft een overschatting van het % LiAng.

## 6.5 Opmerkingen

Het hydrologische onderzoek heeft er toe geleid dat we geen gebiedsdekkende kaart kunnen maken met daarop aangegeven de waterkwaliteit met behulp van het EC. We hebben daarom gekozen voor het vervaardigen van een abiotische kaart. In het volgende hoofdstuk beschrijven we per stroomgebied de geologie, geomorfologie, bodemopbouw, grondwatertrappen en waterkwaliteit van het oppervlaktewater, ondiepe grondwater en diepe grondwater.

## 7 Hydrologische systemen

Op basis van de verzamelde abiotische gegevens hebben we een abiotische kaart (kaart 15) vervaardigd. Op deze kaart zijn ook de stroomgebieden aangegeven die we ieder afzonderlijk als een hydrologisch systeem beschouwen. In de volgende paragrafen (7.2 t/m 7.9) geven we een beschrijving van deze systemen waarbij we gebruik maken van de in hoofdstuk 2 tot en met 6 genoemde resultaten en vervaardigde kaarten (kaart 1 t/m 14). In paragraaf 7.10 geven we de conclusies.

### 7.1 Stroomgebied van de Jufferbeek

#### *Topografie*

De oostgrens van het stroomgebied is de waterscheiding, die hier ligt tussen 50 en 55 m + NAP. De zuidwestgrens loopt vanaf de Landweerweg via de Lonnekerberg naar het noordwesten en ligt tussen 47 en 57 m + NAP. Daar waar de Jufferbeek het gebied verlaat, is de hoogte circa 35 m + NAP. De bovenloop stroomt naar het noordwesten en vanaf ongeveer het punt waar de Jufferbeek het gebied verlaat, stroomt de beek naar het westen en mondt uit in de Koppelleiding.

#### *Geologie*

Het grootste deel van het stroomgebied bestaat uit gestuwde, glaciaal verplaatste formaties bedekt met hellingafzettingen dunner dan 2 m. In het oosten en noordoosten van het stroomgebied komen voor: grondmorene (keileem), grondmorene (keileem) bedekt met hellingafzettingen en fluvioglaciale afzettingen. In het centrale deel van het stroomgebied komen fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand dikker dan 2 m voor; in deze afzettingen stroomt de Jufferbeek.

#### *Bodemgesteldheid*

Het stroomgebied bestaat aan de oostzijde voornamelijk uit keileemgronden en aan de zuid- en westzijde uit tertiaire kleigronden. Ten noordoosten van de Jufferbeek komen ook tertiaire kleigronden voor en langs de rand hiervan beekdalgronden. Het hellende deel van het stroomgebied bestaat voornamelijk uit humuspodzolgronden met veelal keileem of tertiaire klei beginnend binnen 120 cm - mv.

In het droogdal komen overwegend gronden voor met grondwatertrap VI, en op de helling overwegend grondwatertrap V. In het noordelijk deel van het droogdal hebben we een potentieel kwelgebied aangegeven (kaart 15). Hier is tijdens het bodemgeografisch onderzoek ook een lokale kwelplek aangetroffen.

### ***Geomorfologie***

Het stroomgebied ligt voor het overgrote deel op de heuvelrug Oldenzaal-Enschede. In het noordwesten begint het dekzandgebied met gordeldekzandwelingen. Op de heuvelrug bestaat het grootste deel van het stroomgebied uit gestuwd en glaciaal verplaatst materiaal, al dan niet bedekt met keileem, hellingafzettingen en dekzand. In dit gestuwde en glaciaal verplaatste deel ligt een groot droogdal al dan niet bedekt met dekzand, en drie kleine droogdalen die in het grote droogdal uitkomen. Buiten het herinrichtingsgebied gaat dit droogdal over in een dalvormige laagte. In het noordoosten bestaat de heuvelrug uit keileem (afgezet tijdens de drumlinisatie) al dan niet bedekt met hellingafzettingen en dekzand. De bovenloop van de Jufferbeek ontspringt in het meest zuidelijke kleine droogdal dat van oost naar west loopt.

### ***Waterkwaliteit***

Het ondiepe grondwater, boven de keileem of tertiaire klei, in de bovenloop bestaat uit schoon tot licht beïnvloed regenwater. Op het moment dat dit grondwater het herinrichtingsgebied verlaat, is het matig beïnvloed. De potentiële waterkwaliteit is in het stroomgebied van het herinrichtingsgebied regenwater en buiten het herinrichtingsgebied basenarm/basenrijk. Het Cl-gehalte is in het herinrichtingsgebied nauwelijks beïnvloed en buiten het herinrichtingsgebied schoon, en het SO<sub>4</sub>-gehalte is respectievelijk licht tot matig beïnvloed en schoon.

Het diepe grondwater, in de keileem of tertiaire klei, van de bovenloop bestaat uit matig beïnvloed basenhoudend water. In de benedenloop bestaat het diepe grondwater uit schoon basenrijk water. De potentiële waterkwaliteit is zowel binnen als buiten het herinrichtingsgebied basenrijk. Het Cl-gehalte is in het herinrichtingsgebied licht tot nauwelijks beïnvloed en buiten het herinrichtingsgebied schoon, en het SO<sub>4</sub>-gehalte is respectievelijk matig tot sterk beïnvloed en schoon.

Het oppervlaktewater bestaat uit licht beïnvloed regenwater als dit het herinrichtingsgebied verlaat. De potentiële waterkwaliteit is regenwater.

## **7.2 Stroomgebied van het ‘Lonnekermeer’**

### ***Topografie***

Het stroomgebied ligt in het noordwesten van het herinrichtingsgebied. De oostgrens ligt net binnen het Vliegveld Twente op circa 30 m + NAP. Via sloten wordt het water afgevoerd naar de Koppelleiding; daar ligt het maaiveld op circa 22 m + NAP.

### ***Geologie***

Het grootste deel van het stroomgebied bestaat uit fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand bedekt met Jong dekzand dunner dan 2 m. Verder komen voor: Jong dekzand dikker dan 2 m en fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand dikker dan 2 m.

### ***Bodemgesteldheid***

In het stroomgebied komen humuspodzolgronden en beekdalgronden voor. Ten westen van de Koppelleiding begint binnen 120 cm - mv. tertiaire klei; dit is vermoedelijk verspoelde tertiaire klei. In het oosten van het stroomgebied komen ijzerrijke beekdalgronden voor.

De humuspodzolgronden hebben grondwatertrap VI en de beekdalgronden overwegend grondwatertrap III. De beekdalgronden met grondwatertrap III hebben we aangegeven als kwelgebieden; hierin zijn op enkele plaatsen lokale kwelplekken aangetroffen.

### ***Geomorfologie***

Het stroomgebied ligt in het westelijk dekzandgebied met gordeldekzandwelingen. Ten westen van de Koppelleiding komt een vlakte met ten dele verspoelde dekzanden voor.

### ***Waterkwaliteit***

Het grondwater bestaat uit licht beïnvloed regenwater. De potentiële waterkwaliteit is regenwater. Het Cl-gehalte van het grondwater is schoon en het SO<sub>4</sub>-gehalte licht beïnvloed.

Het oppervlaktewater bestaat bovenstreams uit licht beïnvloed basenhoudend water. Voordat het oppervlaktewater in de Koppelleiding stroomt, bestaat het uit licht beïnvloed basenarm water. De potentiële waterkwaliteit is bovenstreams basenhoudend en benedenstreams, bij de Koppelleiding, basenarm. Het water in de Koppelleiding bestaat uit licht beïnvloed basenarm water. De potentiële waterkwaliteit van de Koppelleiding is in het noorden van het herinrichtingsgebied basenarm en in het zuiden regenwater.

## **7.3 Stroomgebied van de Leutinkbeek**

### ***Topografie***

Het stroomgebied van de Leutinkbeek licht ten zuiden van het Vliegveld Twente en mondt uit in de Koppelleiding. De oostgrens is de waterscheiding op circa 53 m + NAP. De grens met het stroomgebied van de Jufferbeek ligt tussen 47 en 53 m + NAP. Bij de Koppelleiding is de hoogte circa 21 m + NAP.

### ***Geologie***

Bovenstreams komen gestuwde, glaciaal verplaatste tertiaire formaties ten dele bedekt met dekzand dunner dan 2 m voor. In het grootste deel van het stroomgebied, benedenstreams, komen fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand bedekt met Jong dekzand dunner dan 2 m voor. Verder komen voor: Jong dekzand dikker dan 2 m, en fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand dikker dan 2 m. De Leutinkbeek stroomt voor het grootste deel in de fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand dikker dan 2 m.

### ***Bodemgesteldheid***

In het oostelijk deel van het stroomgebied op de heuvelrug, bovenstreams, komen humuspodzolgronden, beekdalgronden, enkeerdgronden, tertiaire kleigronden en keileemgronden voor. Bij de humuspodzolgronden, beekdalgronden en enkeerdgronden is veelal binnen 120 cm - mv. keileem of tertiaire klei aangetroffen. In het westelijk deel, benedenstreams, komen humuspodzolgronden, beekdalgronden en enkeerdgronden voor. De beekdalgronden zijn soms ijzerrijk.

In het oostelijk deel van het stroomgebied komen grondwatertrappen V, VI, VII en VIII voor. Grondwatertrappen VII en VIII komen alleen voor bij de enkeerdgronden. In het westelijk deel komen grondwatertrappen III, V, VI, VII en VIII voor. Grondwatertrap III komt alleen bij de beekdalgronden voor en grondwatertrappen VII en VIII bij de enkeerdgronden. De beekdalgronden met grondwatertrap III hebben we aangegeven als kwelgebieden; hierin zijn veel lokale kwelplekken aangetroffen. Op de overgang van de heuvelrug naar het dekzandgebied hebben we een potentieel kwelgebied aangegeven.

### ***Geomorfologie***

Het bovenstreams deel van het stroomgebied ligt op de heuvelrug bestaande uit gestuwd en glaciaal verplaatst materiaal al dan niet bedekt met keileem, hellingafzettingen en dekzand, en met enkele droogdalen. Het benedenstreamse deel ligt in het dekzandgebied met gordeldekzandruggen en -welingen en dalvormige laagten. De Leutinkbeek stroomt benedenstreams in een dalvormige laagte.

### ***Waterkwaliteit***

Het grondwater bestaat bovenstreams uit licht beïnvloed regenwater. Benedenstreams gaat het grondwater van schoon regenwater en matig beïnvloed basenarm water over in schoon baserijk water. De potentiële waterkwaliteit gaat van regenwater over in baserijk water. Het Cl-gehalte is nauwelijks beïnvloed. Het SO<sub>4</sub>-gehalte gaat van sterk tot matig beïnvloed, als het van het Vliegveld Twente of van de heuvelrug afkomt, over in licht beïnvloed tot schoon, als het grondwater het stroomgebied verlaat.

Het oppervlaktewater gaat van licht beïnvloed basenarm water op de heuvelrug over in licht beïnvloed basenhoudend water benedenstreams. De potentiële waterkwaliteit gaat van basenarm, bovenstreams, over in basenhoudend, benedenstreams.

## **7.4 Stroomgebied van de Eschbeek-Vinkenbeek en Drienerbeken**

### ***Topografie***

Het stroomgebied van de Eschbeek-Vinkenbeek en Drienerbeken is het grootste stroomgebied in het westelijk deel van het herinrichtingsgebied. De oostgrens wordt gevormd door de waterscheiding die tussen 55 en 66 m + NAP ligt. De zuidgrens loopt ongeveer langs de Hengelose straat. Bij de Koppelleiding is de hoogte circa 21 m + NAP. In het noordoosten van het stroomgebied ligt Lonneker en in het zuidoosten Enschede-Noord. Op de overgang van de heuvelrug naar het dekzandgebied ligt het pompstation

Weerseloseweg met zijn spaarbekkens. In het zuidwesten ligt het complex van de Technische Universiteit Twente.

### ***Geologie***

Bovenstreams komen in dit stroomgebied gestuwde, glaciaal verplaatste tertiaire formaties ten dele bedekt met dekzand dunner dan 2 m en grondmorene (keileem) ten dele bedekt met dekzand dunner dan 2 m voor. Ten noordoosten en zuidoosten van Lonneker komen fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand dikker dan 2 m voor. In het grootste deel van dit stroomgebied, benedenstreams, komen fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand bedekt met Jong dekzand dunner dan 2 m voor. Verder komen Jong dekzand dikker dan 2 m, en fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand dikker dan 2 m voor.

### ***Bodemgesteldheid***

In het oosten van het stroomgebied, op de heuvelrug, komen humuspodzolgronden, beekdalgronden, enkeerdgronden en enkele kleine oppervlakten keileemgronden en tertiaire kleigronden voor. Bij de humuspodzolgronden, beekdalgronden en enkeerdgronden komt binnen 120 cm - mv. keileem of tertiaire klei voor. In het westen van het stroomgebied, het dekzandgebied, komen humuspodzolgronden, beekdalgronden en enkeerdgronden voor. In de beekdalgronden treffen we veel ijzerrijke gronden aan.

In het oosten van het stroomgebied komen grondwatertrappen V, VI, VII en VIII voor. Grondwatertrap VII en VIII treffen we alleen bij de enkeerdgronden aan. In het westen komen grondwatertrappen III, V, VI, VII en VIII voor. Grondwatertrap VIII treffen we alleen bij de enkeerdgronden aan en grondwatertrap III alleen bij de beekdalgronden. De beekdalgronden met grondwatertrap III hebben we aangegeven als kwelgebieden. Tijdens het bodemgeografisch onderzoek zijn in deze gebieden ook veel lokale kwelpeken aangetroffen. In het oosten van het stroomgebied, op de heuvelrug, zijn potentiële kwelgebieden aangegeven.

### ***Geomorfologie***

De bovenloop van de Eschbeek ligt in een droogdal op de heuvelrug, bestaande uit gestuwd en glaciaal verplaatst materiaal al dan niet bedekt met keileem, hellingafzettingen en dekzand. De benedenloop ligt in het dekzandgebied met gordeldekzandruggen en -welvingen en dalvormige laagten. De Eschbeek en Vinkenbeek stromen benedenstreams voor het grootste gedeelte in dalvormige laagten.

De overige beken vinden hun oorsprong op de heuvelrug, bestaande uit keileem (afgezet tijdens de drumlinisatie) al dan niet bedekt met hellingafzettingen en dekzand, en met een aantal droogdalen. Dit deel van de heuvelrug ligt voor het grootste deel in de bebouwing van Enschede-Noord. In het dekzandgebied met gordeldekzandruggen en -welvingen stromen deze overige beken voor het overgrote deel in dalvormige laagten.



### ***Waterkwaliteit***

Ten oosten van het pompstation Weerseloseweg bestaat het grondwater uit sterk beïnvloed regenwater en ter hoogte van het pompstation uit licht beïnvloed regenwater; daarna gaat het grondwater over in schoon tot licht beïnvloed basenrijk water. Het grondwater dat van Enschede-Noord en de Technische Universiteit Twente komt, bestaat uit licht tot matig beïnvloed regenwater. De potentiële waterkwaliteit is voor nagenoeg het hele stroomgebied regenwater, maar in het noordwesten basenrijk.

Het oppervlaktewater gaat van matig tot licht beïnvloed basenarm water bovenstrooms over in licht beïnvloed basenarm water bij de Koppelleiding. Ten westen van het terrein van de Technische Hogeschool Twente bestaat het oppervlaktewater uit licht beïnvloed basenhoudend water. De potentiële waterkwaliteit is basenarm, maar ten westen van de Technische Universiteit Twente basenhoudend.

## **7.5 Stroomgebied van de ‘Hengelose straat/Twentekanaal’**

### ***Topografie***

Het stroomgebied ligt tussen de Hengelose straat en het Twentekanaal. De oostgrens wordt gevormd door de waterscheiding die tussen 54 en 56 m + NAP ligt. Bij Hengelo is de hoogte circa 21 m + NAP. Er ligt maar een geringe oppervlakte van dit stroomgebied in het herinrichtingsgebied.

### ***Geologie***

In het westelijk deel van dit stroomgebied komen fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand dikker dan 2 m voor; in het oostelijk deel fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand bedekt met Jong dekzand dunner dan 2 m.

### ***Bodemgesteldheid***

In het stroomgebied komen humuspodzolgronden, beekdalgronden, enkeerdgronden en tertiaire kleigronden voor. Bij de humuspodzolgronden en beekdalgronden komt binnen 120 cm - mv. tertiaire klei voor (vermoedelijk verspoelde tertiaire klei).

In dit gebied komen grondwatertrappen V, VI en VIII voor.

### ***Geomorfologie***

Het deel van het stroomgebied dat in het herinrichtingsgebied voorkomt, ligt in een dekzandgebied bestaande uit gordeldekzandwelingen en een dalvormige laagte.

### ***Waterkwaliteit***

In dit stroomgebied zijn geen grond- en oppervlaktewatermonsters genomen.

## **7.6 Stroomgebied van de Bethlehemse beek**

### ***Topografie***

In het noordoosten van het herinrichtingsgebied komt een geringe oppervlakte van dit stroomgebied voor. De waterscheiding ligt in het Haagsche Bosch tussen 47 en 54 m + NAP.

### ***Geologie***

In dit deel van het stroomgebied dat binnen het herinrichtingsgebied ligt, komen voor: grondmorene (keileem), grondmorene bedekt met hellingafzettingen dunner dan 2 m, grondmorene bedekt met dekzand dunner dan 2 m, grondmorene bedekt met fluvioperiglaciale afzettingen of met hellingafzettingen, en dekzand, samen dunner dan 2 m en Jong dekzand dikker dan 2 m.

### ***Bodemgesteldheid***

In het stroomgebied komen voornamelijk humuspodzolgronden en een geringe oppervlakte keileemgronden voor. Bij de humuspodzolgronden is veelal keileem binnen 120 cm - mv. aangetroffen.

In dit gebied komen de grondwatertrappen V en VI voor.

### ***Geomorfologie***

Een klein deel van dit stroomgebied ligt op de heuvelrug, bestaande uit keileem (afgezet tijdens de drumlinisatie) al dan niet bedekt met hellingafzettingen en dekzand. Het grootste deel ligt in het keileemgebied bestaande uit grondmorenevlakte al dan niet bedekt met dekzand.

### ***Waterkwaliteit***

In dit stroomgebied zijn geen grond- en oppervlaktewatermonsters genomen.

## **7.7 Stroomgebied van de Elsbeek**

### ***Topografie***

Het stroomgebied van de Elsbeek is het grootste stroomgebied ten oosten van de waterscheiding in het herinrichtingsgebied. De westgrens wordt gevormd door de waterscheiding die ligt tussen 50 en 65 m + NAP. Daar waar de Elsbeek het gebied verlaat, is de hoogte circa 37 m + NAP.

### ***Geologie***

In dit stroomgebied komen bovenstrooms de volgende afzettingen voor: grondmorene, grondmorene bedekt met hellingafzettingen dunner dan 2 m, grondmorene bedekt met dekzand dunner dan 2 m, en gestuwde, glaciaal verplaatste formaties. Benedenstrooms komen voor: grondmorene, grondmorene bedekt met fluvioperiglaciale afzettingen dunner dan 2 m, grondmorene bedekt met dekzand dunner dan 2 m, grondmorene bedekt met fluvioperiglaciale afzettingen of met hellingafzettingen, en dekzand, samen dunner dan 2 m, fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand dikker dan 2 m, en flu-vioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand bedekt met Jong dekzand dunner dan 2 m.

### ***Bodemgesteldheid***

In het westen van het stroomgebied, op de heuvelrug, komen humuspodzolgronden, beekdalgronden, enkeerdgronden, keileemgronden en tertiaire kleigronden voor. Bij de humuspodzolgronden, beekdalgronden en enkeerdgronden is vaak binnen 120 cm - mv. keileem of tertiaire klei aangetroffen. In het oosten van het stroomgebied komen humuspodzolgronden, beekdalgronden, enkeerdgronden en keileemgronden voor.

In het stroomgebied komt overwegend grondwatertrap V voor, alsmede een vrij grote oppervlakte met grondwatertrap VI. Daarnaast komt een geringe oppervlakte voor met grondwatertrap III en VII. Grondwatertrap VII komt alleen bij de enkeerdgronden voor en grondwatertrap III alleen bij de beekdalgronden. De beekdalgronden met grondwatertrap III hebben we aangegeven als kwelgebieden. Tijdens het bodemgeografisch onderzoek zijn in het westen van het stroomgebied, op de heuvelrug, enkele lokale kwelpekken aangetroffen.

### ***Geomorfologie***

De bovenloop van dit stroomgebied ligt op de heuvelrug. Het noordelijk deel van deze rug bestaat uit gestuwd en glaciaal verplaatst materiaal al dan niet bedekt met keileem, hellingafzettingen en dekzand, met daarin enkele droogdalen. Het zuidelijk deel bestaat uit keileem (afgezet tijdens de drumlinisatie) al dan niet bedekt met hellingafzettingen en dekzand, met daarin enkele droogdalen. De benedenloop ligt in het keileemgebied bestaande uit grondmorene al dan niet met welvingen bedekt met dekzand (zwak golvend), gordeldekzandruggen en -welvingen en dalvormige laagten. De Elsbeek stroomt in de droogdalen en de dalvormige laagten.

### ***Waterkwaliteit***

Het ondiepe grondwater ter hoogte van de waterscheiding, op de heuvelrug, bestaat uit schoon regenwater. Op de overgang van de heuvelrug naar het keileemgebied bestaat het ondiepe grondwater in het noordelijk deel van het stroomgebied nog uit schoon regenwater. In het zuidelijk deel van het stroomgebied is dit sterk wisselend: van matig beïnvloed regenwater tot schoon basenhoudend. Benedenstrooms, in het keileemgebied, is in het zuidelijk deel van het stroomgebied het ondiepe grondwater schoon basenarm en in het noordelijk deel van het stroomgebied licht basenhoudend. Waar de Elsbeek uitmondt in de Dinkel, is het ondiepe grondwater matig beïnvloed basenarm. De potentiële waterkwaliteit is bovenstrooms regenwater, behalve in het zuidelijk deel van het

stroomgebied, daar is het basenhoudend. Benedenstreams is de potentiële waterkwaliteit van het ondiepe grondwater in het noordelijk deel basenhoudend en in het zuidelijk deel basenarm; waar de Elsbeek uitmondt in de Dinkel, is het ondiepe grondwater basenhoudend.

Het diepe grondwater bestaat op de waterscheiding in het zuidelijk deel uit licht tot matig beïnvloed regenwater; in het noordelijk deel is het matig beïnvloed basenhoudend. Op de overgang van de heuvelrug naar het keileemgebied is in het zuidelijk deel het diepe grondwater schoon basenarm en in het zuidoosten licht basenhoudend. De potentiële waterkwaliteit is bovenstreams in het noordelijk deel basenrijk, in het middengedeelte regenwater en in het zuidelijk deel basenarm. Benedenstreams is het diepe grondwater in het zuidelijk deel basenhoudend.

Het oppervlaktewater is op de overgang van de heuvelrug naar het keileemgebied in het noordelijk deel matig beïnvloed basenarm; in het zuidelijk deel bestaat het uit licht tot matig beïnvloed regenwater. Daar waar het oppervlaktewater het gebied verlaat, bestaat het uit licht beïnvloed basenarm water. De potentiële waterkwaliteit is in het noordelijk deel basenarm; in het middengedeelte en zuidelijk deel bestaat het uit regenwater. Daar waar de Elsbeek het herinrichtingsgebied verlaat, is de potentiële waterkwaliteit basenarm.

Ten noordoosten van het stroomgebied van de Elsbeek begint op de grens van het herinrichtingsgebied het stroomgebied van de Zoekerbeek; hierin zijn ook enkele grondwatermonsters genomen. Het pompstation Losser ligt in dit stroomgebied.

Het ondiepe grondwater bestaat bovenstreams uit schoon tot matig beïnvloed basenhoudend water en richting Losser uit licht tot matig beïnvloed basenrijk water. De potentiële waterkwaliteit is bovenstreams basenhoudend en richting Losser basenrijk. Het Cl-gehalte is bovenstreams schoon tot nauwelijks beïnvloed en richting Losser nauwelijks tot licht beïnvloed. Het SO<sub>4</sub>-gehalte is bovenstreams sterk beïnvloed en richting Losser eveneens sterk beïnvloed.

Het diepe grondwater is richting Losser schoon basenrijk. De potentiële waterkwaliteit is ook basenrijk. Het Cl-gehalte is sterk beïnvloed en het SO<sub>4</sub>-gehalte is schoon.

In Losser zijn in twee grondwaterstandsbuizen grondwatermonsters genomen. Bij grondwaterstandsbuis L-11 is het grondwater matig beïnvloed basenhoudend en de potentiële waterkwaliteit basenhoudend. Het Cl-gehalte is schoon en het SO<sub>4</sub>-gehalte licht beïnvloed. Bij grondwaterstandsbuis L-32, die vlak bij de Dinkel ligt, bestaat het grondwater uit matig beïnvloed regenwater; de potentiële waterkwaliteit is regenwater. Het Cl-gehalte is schoon en het SO<sub>4</sub>-gehalte is matig beïnvloed.

## **7.8 Stroomgebied van de 'Glanerbeek'**

### ***Topografie***

In het zuidoosten van het herinrichtingsgebied ligt een deel van het bovenstroomse stroomgebied van de Glanerbeek en wel tussen 38 en 45 m + NAP.

### ***Geologie***

In dit stroomgebied komen voor: grondmorene bedekt met fluvioperiglaciale afzettingen dunner dan 2 m, grondmorene bedekt met dekzand dunner dan 2 m, fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand dikker dan 2 m, en fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand bedekt met Jong dekzand dunner dan 2 m.

### ***Bodemgesteldheid***

Het gebied bestaat uit humuspodzolgronden met plaatselijk keileem beginnend binnen 120 cm - mv.

Grondwatertrap VI komt overwegend in het gebied voor; een geringe oppervlakte heeft grondwatertrap V.

### ***Geomorfologie***

Het stroomgebied ligt in het keileemgebied met: grondmorene al dan niet met welvingen bedekt met dekzand, zwak golvend, en gordeldekzandruggen en -welvingen.

### ***Waterkwaliteit***

Het grondwater bestaat uit licht tot matig beïnvloed regenwater. De potentiële waterkwaliteit is regenwater.

## **7.9 Stroomgebied van de Hoge Boekelerbeek**

### ***Topografie***

Het stroomgebied van de Hoge Boekelerbeek komt in het zuidoosten van het herinrichtingsgebied voor. De westgrens wordt gevormd door de waterscheiding, die ligt tussen 56 en 62 m + NAP. In het oosten van het stroomgebied bij Glanerbrug is de hoogte circa 37 m + NAP.

### ***Geologie***

In dit stroomgebied komen bovenstrooms voor: grondmorene, grondmorene bedekt met hellingafzettingen dunner dan 2 m, grondmorene bedekt met fluvioperiglaciale afzettingen dunner dan 2 m en grondmorene bedekt met dekzand dunner dan 2 m. Benedenstrooms treffen we aan: fluvioperiglaciale afzettingen en Oud dekzand bedekt met Jong

dekzand dunner dan 2 m, grondmorene, grondmorene bedekt met fluvioperiglaciale afzettingen dunner dan 2 m en grondmorene bedekt met dekzand dunner dan 2 m.

### ***Bodemgesteldheid***

In het stroomgebied komen humuspodzolgronden, beekdalgronden, enkeerdgronden, keileemgronden en tertiaire kleigronden voor. Bij de humuspodzolgronden en beekdalgronden is vaak binnen 120 cm - mv. keileem en bij een geringe oppervlakte tertiaire klei aangetroffen. De tertiaire kleigronden komen alleen in het uiterste westen van het gebied voor, ter hoogte van de waterscheiding.

Grondwatertrap V beslaat de grootste oppervlakte. Daarnaast komen gronden voor met grondwatertrap VI en een geringe oppervlakte met grondwatertrap III. De beekdalgronden met grondwatertrap III hebben we aangegeven als kwelgebieden.

### ***Geomorfologie***

De bovenloop van dit stroomgebied ligt op de heuvelrug, bestaande uit keileem (afgezet tijdens de drumlinisatie) al dan niet bedekt met hellingafzettingen en dekzand, met daarin enkele droogdalen. De benedenloop ligt in het keileemgebied bestaande uit grondmorene al dan niet met welvingen bedekt met dekzand, zwak golvend, gordeldekzandruggen en -welvingen, en dalvormige laagten. De Hoge Boekelerbeek stroomt in de droogdalen en de dalvormige laagte.

### ***Waterkwaliteit***

Het ondiepe grondwater bestaat uit licht tot sterk beïnvloed regenwater. In grondwaterstandsbuis L-4 is een sterk afwijkende waterkwaliteit gemeten: sterk beïnvloed basenarm water. De potentiële waterkwaliteit is regenwater. Het Cl-gehalte is schoon tot licht beïnvloed en het SO<sub>4</sub>-gehalte is licht tot sterk beïnvloed.

Het diepe grondwater bestaat uit matig beïnvloed basenrijk water. De potentiële waterkwaliteit is basenrijk. Het Cl-gehalte is licht beïnvloed en het SO<sub>4</sub>-gehalte is matig beïnvloed.

Het oppervlaktewater bestaat bovenstrooms uit licht beïnvloed regenwater en benedenstrooms uit licht beïnvloed basenarm water. De potentiële waterkwaliteit is bovenstrooms regenwater en benedenstrooms basenarm.

## **7.10 Conclusies**

Uit het onderzoek van de onderscheiden stroomgebieden zijn de volgende conclusies te trekken:

- naar de randen van het herinrichtingsgebied neemt de basenrijkdom toe. Het centrale deel is regenwaterachtig;
- in een aantal stroomgebieden zijn gradiënten aan te geven: regenwater-basenhoudend- basenrijk. In een aantal gevallen kan sprake zijn van kwel. Voor een belang-

- rijk deel kan de basenrijkdom verklaard worden door de aanwezigheid van kalk in de bodem, zonder dat er sprake is van regionale kwel. De basenrijke gedeelten hebben veelal een 'natte' grondwatertrap (Gt III);
- de beïnvloeding (kaart 11) in de verschillende klassen is niet altijd éénduidig te verklaren. De tendens is, dat deze beïnvloeding is terug te voeren op het Cl- en SO<sub>4</sub>-gehalte. Wanneer dit niet het geval is, speelt het K/Mg-gehalte een belangrijke rol;
  - het oppervlaktewatersysteem is altijd beïnvloed. In het oppervlaktewater wordt in de huidige situatie voornamelijk basenarm water aangetroffen. Basenrijk oppervlaktewater, zoals bij het grondwater, is niet aanwezig;
  - voor de volgende stroomgebieden zijn in de zin van gradiënten de potenties redelijk goed aan te geven van regenwater naar basenrijker water:
    - \* het stroomgebied (A) van de Jufferbeek;
    - \* het stroomgebied (C) van de Leutinkbeek;
    - \* het stroomgebied (D) van de Eschbeek-Vinkenbeek en Drienerbeken (noordelijk deel);
    - \* het stroomgebied (G) van de Elsbeek;
    - \* het stroomgebied (I) van de Hoge Boekelerbeek.
- Of deze kansrijkdom geëffectueerd kan worden, hangt af van de mate van beïnvloeding en of deze weggenomen kan worden;
- het grootste gedeelte van het gebied valt, wat Cl-gehalte betreft, in de klasse Cl-0 (schoon) en Cl-1 (nauwelijks beïnvloed). Een aantal hoge Cl-gehaltenes zijn toe te schrijven aan wegzout, gebruik van KCl (landbouw) of lokale zoutinsluiting;
  - een groot aantal monsters komen, wat SO<sub>4</sub>-gehalte betreft, voor in de klasse SO<sub>4</sub>-3 (matig beïnvloed) en SO<sub>4</sub>-4 (sterk beïnvloed). Voor een groot deel vallen ze samen met de beïnvloedingsklassen van kaart 11 (grond- en oppervlaktewatermonsters naar toenemende basenrijkdom en beïnvloeding). Hoge SO<sub>4</sub>-gehaltenes kunnen worden toegeschreven aan verzuring (HCO<sub>3</sub>/Ca <1), pyrietaanwezigheid of landbouw (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

## Literatuur

Bakker, H. de en W.P. Locher (red.), 1990. *Bodemkunde van Nederland; deel 2, Bodemgeografie*. Den Bosch, Malmberg.

Bakker, H. de en J. Schelling, 1989. *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus*. Wageningen, PUDOC.

Beets, D.J., M.H. van den Berg en G.H.J. Ruegg, 1986. *Saalian glacial deposits and morphology in the Netherlands*. Preprint INQUA-symposium on tills and moraines in The Netherlands and N.W.Germany. Universiteit van Amsterdam.

Berg, M.W. van den en D.J. Beets, 1987. *Saalian glacial deposits and morphology in The Netherlands*. In: Meer, J.J.M. van der, Tills and Glaciotectonics. Proc. INQUA-symp. Amsterdam 1986. Balkema, Rotterdam, 235-251 .

Berg, M.W. van den en C. den Otter, 1993. *Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland, 1 : 50 000, blad Almelo Oost/ Denekamp (280/29)*. Haarlem, Rijks Geologische Dienst.

Bodemkaart van Nederland, 1979. *Bodemkaart van Nederland schaal 1 :50 000; Toelichting bij de kaartbladen 34 West Enschede en 34 Oost Enschede - 35 Glanerbrug*. Wageningen, STIBOKA

Brouwer, F., J.A.M. ten Cate en A. Scholten, 1992. *Bodemgeografisch onderzoek in landinrichtingsgebieden; Bodemvorming, methoden en begrippen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport nr. 157.

Brus, D.J., 1986. *Geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; toelichting op kaartblad 39 Tiel*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering; Haarlem, Rijks Geologische Dienst.

Cate, J.A.M. ten en G.C. Maarleveld, 1977. *Toelichting op de legenda van de geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50 000*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.

Cate, J.A.M. ten, J.R. Mulder, E.T.M. Overkamp en J. van der Linden, 1990. *Een voorlopige systeembeschrijving en -analyse van het abiotische milieu in het herinrichtingsgebied 'Ochten-Opheusden'*. Wageningen, DLO-Staring centrum. Rapport 80.

CUWVO, 1988. *Ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen*. Den Haag.

Ebbers, G. en H. van het Loo, 1992. *Bodemkaart van Nederland 1 : 50 000; Toelichting bij kaartblad 28 Oost - 29, Almelo - Denekamp*. Wageningen, DLO-Staring Centrum



- Genstat 5 Committee, 1987. *Genstat 5 Reference Manual*. Oxford, Clarendon
- Heesen, H.C. van en G.J.W. Westerveld, 1966. *Karakterisering van het grondwaterstandsverloop op de bodemkaart*. *Cultuurtechnisch Tijdschrift* 3-3: 116-123.
- Hooven, H.S. van den, 1993. *Onderzoek naar de waterkwaliteit in Enschede-Noord, met meetgegevens uit augustus/september 1993*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Interne mededeling 282.
- Kemmers, R.H., 1986. *Calcium as hydrochemical characteristic for ecological states*. Wageningen, DLO-Staring Centrum.
- Kemmers, R.H., 1990a. 'De Stikstof- en fosforhuishouding van mesotrofe standplaatsen in relatie tot mogelijkheden van aanvoer van gebiedsvreemd water'. In: *The Utrecht plant ecology news report*. Workshop Interne Eutrofiering: 7-23. Rijksuniversiteit Utrecht.
- Kemmers, R.H., 1990b. *Effecten van waterbeheer op standplaatsfactoren van korte vegetaties; de stalenmethode*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 64.1.
- Kemmers, R.H. en P.C. Jansen, 1980. *De invloed van chemische factoren in grondwater en bodem op enkele vegetatietypen in het CRM-reservaat Groot-Zandbrink*. Wageningen, ICW. Nota 1181.
- Kemmers, R.H. en P.C. Jansen, 1985. 'Hydrologie in relatie tot de beschikbaarheid van vocht en voedingsstoffen voor natuurlijke begroeiingen'. *Cultuurtechnisch Tijdschrift* 24, 4: 195-211
- Kemmers, R.H. en G. van Wirdum, 1988. 'De betekenis van de chemische samenstelling van het grondwater voor het milieu van wilde planten'. *Biovisie Magazine* 2: 1-6
- Kemmers, R.H., F. Brouwer en J.R. Mulder, 1993. 'Kartering van waterkwaliteit. Het elektrisch geleidingsvermogen als voorspeller van ecologisch relevante watertypen'. *Landschap* 10, 2: 47-60.
- Kleinsman, W.B., G.W. de Lange, G.C. Maarleveld en J.A.M. ten Cate, 1978. *Geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, blad 28-29 Almelo/Denekamp*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering; Haarlem, Rijks Geologische Dienst.
- Kleinsman, W.B. en J.A.M. ten Cate, 1979. *Geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, blad 34 Enschede en 35 Glanerbrug*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering; Haarlem, Rijks Geologische Dienst.
- Locher, W.P. en H. de Bakker (red.), 1990. *Bodemkunde van Nederland; deel 1, Algemene Bodemkunde*. Den Bosch, Malmberg.
- Marsman, B.A. en J.J. de Gruijter, 1982. *Kwaliteit van bodemkaarten; een vergelijking van karteringsmethoden in een zandgebied*. Wageningen, STIBOKA. Rapport nr. 1714.

- Ringnaldus, F., 1993. *Voorlopige systeembeschrijving Enschede-Noord* LD Overijssel.
- Rutten, G., H. Kleijer en J.A.M. ten Cate, 1994. *Bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied Enschede-Noord*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport nr. 329
- Sluijs, P. van der, 1982. De grondwatertrap als karakteristiek van het grondwaterstandsverloop. *H<sub>2</sub>O Tijdschrift voor watervoorziening en afvalwaterbehandeling* 15-3:42-46.
- Sluijs, P. van der en H.C. van Heesen, 1989. *Veranderingen in de berekening van de GHG en de GLG*. Landinrichting 29 Nr. 1: 18-21.
- SWNBL, 1988. *Water boven water; studieresultaten 1983-1987*. Utrecht, Klomp.
- SWNBL, 1990. *Handboek voor grondwaterbeheer voor Natuur, Bos en Landschap*. 's-Gravenhage, SDU.
- Steur, G.G.L. en W. Heijink, 1987. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1: 50 000; algemene begrippen en indelingen. 3e herziene uitg.* Wageningen, STIBOKA.
- Steur, G.G.L. en G.J.W. Westerveld, 1965. Bodemkaart en kaartschaal. *Cultuurtechnisch Tijdschrift* 5-5: 55-74.
- Wirdum, G. van, 1991. *Vegetation and hydrology of floating rich-fens*. Maastricht. Datawyse.

**Aanhangsel 1 Overzicht van alle monsters met het aandeel AtW, LiAng en RhL in de waterbalans en de concentraties van de maior-ionen, IR en HCO<sub>3</sub>/Ca (in cursief staan de waarden uit het IR-EC diagram voor de zomerperiode (z: ..) en de winterperiode (w: ..))**

Monsterpunt (grondwater) - Gt filterdiepte	Bodemeenschap	% AtW	% RhL	% LiAng	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> /Ca (mmol/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	IR (%)	SO <sub>4</sub> (mg/l)
L-41(1)	H-III 225	48 w:42.5 z:30	47 w:15 z:22.5	5 w:37.5 z:47.5	16.0	16.0	49.0	24.0	0.32	9.1	25.0	77.6	51.0
L-42a(2)	H-VI; t:150; 165	90 w:85 z:n.b.	7.5 w:3.5 z:n.b.	2.5 w:12.5 z:n.b.	1.8	19.0	12.0	51.0	2.80	1.4	6.0	78.0	23.0
L-42b(3)	H-VI; t:150; 275	70 w:60 z:n.b.	27 w:37 z:n.b.	3 w:3 z:n.b.	4.9	77.0	7.0	200.0	18.74	2.8	14.0	46.9	42.0
L-45(4)	E-VI; t:140; 295	0 <sup>2</sup> w:17.5 z:25	9+1%Th <sup>2</sup> w:52.5 z:50	90 <sup>2</sup> w:30 z:25	67.0	31.0	53.0	140.0	1.74	7.6	66.0	8.7	100.0
L-77(5)	H-VI; 372	85 <sup>1</sup> w:72.5 z:65	15+Th <sup>1</sup> w:7.5 z:2.5	0 <sup>1</sup> w:20 z:22.5	14.0	13.0	16.0	<10.0	<0.40	2.4	9.0	75.9	45.0
P-431a(6)	H-VI; 574	40 w:30 z:30	5 w:0 z:5	55 w:70 z:65	8.3	16.0	75.0	310.0	2.71	9.5	10.0	92.6	<5.0

Monsterpunt (grondwater)	Bodemeenheid - Gt filterdiepte	% AtW	% RhL	% LiAng	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> /Ca (mmol/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	IR (%)	SO <sub>4</sub> (mg/l)
P-431b(7)	H-VI; 2200	40 w:30 z:30	5 w:0 z:5	55 w:70 z:65	8.0	14.0	71.0	300.0	2.77	8.7	10.0	92.6	<5.0
W-3(8)	E-VIII; 300	90 <sup>1</sup> w:85 z:4	9+1%Th <sup>1</sup> w:Th' z:4	0 <sup>1</sup> w:15 <sup>3</sup> z:4	<1.0	26.0	11.0	<10.0	<0.60	3.9	55.0	26.1	130.0
W-4(9)	H-V; t:150; 315	77 w:72.5 z:27.5	23 w:25 z:2.5	0 w:2.5 z:70	6.8	22.0	16.0	64.0	2.62	6.2	27.0	47.8	69.0
W-21(10)	H-VI; 292	92 <sup>1</sup> w:87 <sup>3</sup> z:4	8+Th <sup>1</sup> w:0 <sup>3</sup> z:4	0 <sup>1</sup> w:13 <sup>3</sup> z:4	7.8	40.0	16.0	<10.0	<0.40	1.9	61.0	31.7	39.0
S-6(11)	H-VI; 230	62.5 w:30 z:55	27.5 w:7.5 z:22.5	10 w:62.5 z:22.5	11.0	13.0	80.0	110.0	0.90	4.3	20.0	87.6	130.0
S-7(12)	fB-III; 167	45 w:42.5 z:30	0 w:0 z:7.5	55 w:52.5 z:62.5	0.9	9.0	76.0	250.0	2.16	4.1	16.0	89.4	<5.0
S-16(13)	E-VII; 305	27.5 <sup>1</sup> w:30 z:20	77.5+Th <sup>1</sup> w:22.5 z:30	0 <sup>1</sup> w:42.5 z:50	29.0	15.0	48.0	<10.0	<0.1	11.0	36.0	70.2	75.0

Monsterpunt (grondwater)	Bodemeenheid - Gt filterdiepte	% AtW	% RhL	% LiAng	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> /Ca (mmol/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	IR (%)	SO <sub>4</sub> (mg/l)
L-11(14)	H-VI(beb); 235	32.5 w:2.5 z:17.5	27.5 w:12.5 z:7.5	40 w:85 z:75	4.5	12.0	130.0	240.0	1.20	1.7	37.0	86.1	24.0
L-13(15)	H-VI; t:160; 205	99 w:95 z:75	- w:3 z:7.5	1 w:2 z:7.5	2.2	15.0	10.0	16.0	1.1	2.4	11.0	61.7	8.9
L-32(16)	H-VII(beb); 320	6 <sup>1</sup> w:50 z:20	35+ <sup>1</sup> Th <sup>1</sup> w:17.5 z:40	0 <sup>1</sup> w:32.5 z:40	15.0	16.0	44.0	<10.0	<0.15	5.8	32.0	70.9	90.0
P-75a(17)	H-VI; 350	0 <sup>2</sup> w: <sup>4</sup> z: <sup>4</sup>	19+1%Th <sup>2</sup> w: <sup>4</sup> z: <sup>4</sup>	80 <sup>2</sup> w: <sup>4</sup> z: <sup>4</sup>	35.0	21.0	140.0	120.0	0.56	22.0	53.0	82.4	180.0
P-75b(18)	H-V 1902	0 <sup>2</sup> w:15 <sup>3</sup> z: <sup>4</sup>	1%Th <sup>2</sup> w:1 Th <sup>3</sup> z: <sup>4</sup>	99 <sup>2</sup> w:84 <sup>3</sup> z: <sup>4</sup>	12.0	78.0	55.0	480.0	28.6	10.0	110.0	46.9	9.2
W-b(19)	Hf-V; 1000	- w: <sup>4</sup> z: <sup>4</sup>	30 w: <sup>4</sup> z: <sup>4</sup>	70 w: <sup>4</sup> z: <sup>4</sup>	9.5	16.0	170.0	460.0	1.76	17.0	32.0	90.4	120.0
W-I2(20)	H-VII; 1122	42.5 w:10 z:n.b	27.5 w:- z:n.b.	301 w:90 z:n.b.	9.3	11.0	93.0	220.0	1.55	10.0	12.0	93.2	120.0

Monsterpunt (grondwater)	Bodemeenheid - Gt filterdiepte	% AtW	% RhL	% LiAng	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> /Ca (mmol/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	IR (%)	SO <sub>4</sub> (mg/l)
Snippert(21)	H-V; 1012	65 w:60 z:n.b.	5 w:0 z:n.b.	30 w:40 z:n.b.	4.6	5.0	52.0	130.0	1.64	4.0	9.0	91.0	17.0
S-3a(22)	T-V; 100	85 w:80 z:n.b.	7.5 w:5 z:n.b.	7.5 w:15 z:n.b.	24.0	5.0	14.0	57.0	2.66	5.5	7.0	78.0	7.5
S-3b(23)	T-V; 386	52 w:50 z:47.5	48 w:35 z:30	0 w:15 z:22.5	4.7	30.0	28.0	84.0	2.00	17.0	38.0	56.6	97.0
S-4(24)	K-V; 300	97 w:82.5 z:30	- w:7.5 z:22.5	3 w:10 z:47.5	11.0	6.0	14.0	12.0	0.56	4.3	14.0	63.9	16.0
S-5a(25)	K-V; 62	99 <sup>1</sup> w:92 z:n.b.	1+ <sup>1</sup> Th <sup>1</sup> w:0 z:n.b.	0 <sup>1</sup> w:8 z:n.b.	17.0	12.0	11.0	<10.0	<0.57	3.2	26.0	42.9	33.0
S-5b(26)	K-V; 304	30 w:0 z:5	30 w:15 z:15	40 w:85 z:80	<1.0	11.0	130.0	280.0	1.39	6.5	44.0	83.9	79.0
S-9(27)	Hx-V; 224	99 <sup>1</sup> w:96 z:75	1+ <sup>1</sup> Th <sup>1</sup> w:75 z:10	0 <sup>1</sup> w:4 z:15	1.9	16.0	6.0	<10.0	<1.1	2.2	48.0	18.1	48.0

Monsterpunt (grondwater)	Bodemeenheid - Gt filterdiepte	% AtW	% Rhl	% LiAng	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> /Ca (mmol/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	IR (%)	SO <sub>4</sub> (mg/l)
S-11a(28)	Br-V; 80	85 w:77.5 z:10	14 w:7.5 z:15	1 w:15 z:70	1.3	13.0	24.0	15.0	0.42	2.9	17.0	71.4	55.0
S-11b(29)	Br-V; 305	35 w:12.5 z:10	25 w:15 z:20	40 w:72.5 z:70	2.7	24.0	100.0	250.0	1.64	7.9	36.0	83.1	100.0
L-4(30)	H-VI; 372	75 <sup>1</sup> w:37.5 z:15	25+ <sup>1</sup> Th <sup>1</sup> w:37.5 z:25	0 <sup>1</sup> w:20 z:60	5.0	45.0	44.0	<10.0	<0.15	2.8	57.0	57.7	200.0
L-30(31)	H-VII; 337	50 w:52.5 z:n.b.	35 w:3.5 z:n.b.	5 w:45 z:n.b.	4.7	7.0	40.0	<10.0	<0.16	1.5	7.0	91.0	37.0
L-112(32)	Hx-VI; 400	45 w:25 z: <sup>4</sup>	50 w:25 z: <sup>4</sup>	5 w:60 z: <sup>4</sup>	14.0	28.0	82.0	84.0	0.67	6.0	50.0	74.4	170.0
W-7(33)	H-VII; 320	87.5 <sup>1</sup> w:80 z:32.5	12.5+ <sup>1</sup> Th <sup>1</sup> w:10 z:40	0 <sup>1</sup> w:10 z:27.5	<1.0	15.0	18.0	15.0	0.56	3.6	15.0	68.0	49.0
W-10(34)	H-VI; 285	92 <sup>1</sup> w:98 z: <sup>4</sup>	8 <sup>1</sup> w:0 z: <sup>4</sup>	0 <sup>1</sup> w:2 z: <sup>4</sup>	<1.0	15.0	2.0	<10.0	<3.20	1.0	26.0	12.0	72.0

Monsterpunt (grondwater)	Bodemeneheid - Gt filterdiepte	% AtW	% RhL	% LiAng	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> /Ca (mmol/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	IR (%)	SO <sub>4</sub> (mg/l)
W-14(35)	H-VII; 392	50 w:42.5 z:57.5	50 w:35 z:10	0 w:22.5 z:32.5	7.9	43.0	47.0	57.0	0.75	3.0	54.0	60.0	88.0
W-19(36)	H-VI; 302	80.5 w:82.5 z:90	17.5 w:2.5 z:5	2 w:15 z:5	5.9	4.0	16.0	<10.0	<0.66	1.0	6.0	82.5	16.0
S-12(37)	H-VI; 210	60 w:60 z:47.5	40 w:25 z:12.5	- w:15 z:40	23.0	16.0	34.0	24.0	0.44	7.4	44.0	57.8	40.0
S-13(38)	B-III; 184	35 w:15 z:17.5	0 w:0 z:10	65 w:85 z:72.5	1.6	6.0	99.0	300.0	1.99	7.3	13.0	93.1	23.0
L-2(39)	H-V; 327	60 w:70 z:42.5	40 w:25 z:27.5	- w:5 z:30	47.0	12.0	11.0	56.0	3.29	2.2	20.0	49.3	15.0
35A-L-4(40)	H-VI; 298	0 <sup>2</sup> w: <sup>4</sup> z: <sup>4</sup>	90 <sup>2</sup> w: <sup>4</sup> z: <sup>4</sup>	10 <sup>2</sup> w: <sup>4</sup> z: <sup>4</sup>	88.0	18.0	84.0	140.0	1.10	39.0	43.0	77.6	250.0
L-25(41)	H-VI; 260	72.5 w:65 z:50	20 w:10 z:22.5	7.5 w:25 z:27.5	17.0	21.0	24.0	76.0	2.17	2.4	16.0	72.6	55.0



Monsterpunt (grondwater)	Bodemeenheid - Gt filterdiepte	% AtW	% RhL	% LiAng	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> /Ca (mmol/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	IR (%)	SO <sub>4</sub> (mg/l)
P-19a(42)	Hx-V; 164	78.5 w:75 z:n.b.	16.5 w:12.5 z:n.b.	5 w:12.5 z:n.b.	5.6	11.0	20.0	41.0	1.40	5.1	20.0	63.9	45.0
P-19b(43)	Hx-V; 1167	20 w:15 z:20	25 w:25 z:25	55 w:60 z:55	5.9	19.0	98.0	260.0	1.72	12.0	55.0	75.9	50.0
E-227(44)	B-V; t:150 170	52.5 w:35 z:35	45.5 w:30 z:32.5	2 w:35 z:32.5	5.6	19.0	65.0	54.0	0.56	11.0	58.0	66.5	130.0
S-1(45)	H-V; 160	92 w:85 z:80	5 w:2.5 z:2.5	3 w:12.5 z:17.5	4.5	4.0	17.0	25.0	0.90	1.7	6.0	83.4	24.0
S-2a(46)	Ex-VI; 120	65 w:4 z:4	0 w:4 z:4	35 w:4 z:4	1.6	5.0	45.0	150.0	0.46	4.0	<5.0	94.1	8.3
S-2b(47)	Ex-VI; 347	65 w:55 z:47.5	22.5 w:22.5 z:25	12.5 w:22.5 z:27.5	7.0	47.0	29.0	180.0	4.29	7.5	28.0	64.7	36.0
S-8a(48)	B-V; t:150; 149	80 w:82.5 z:4	5 w:0 z:4	15 w:12.5 z:4	9.7	5.0	19.0	64.0	2.21	3.2	14.0	70.6	<5.0

Monsterpunt (grondwater)	Bodemeenheid - Gt filterdiepte	% AtW	% RhL	% LiAng	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> /Ca (mmol/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	IR (%)	SO <sub>4</sub> (mg/l)
S-8b(49)	B-V; t:150; 274	62. w:65 z: <sup>4</sup>	12.5 w:22.5 z: <sup>4</sup>	25 w:12.5 z: <sup>4</sup>	7.8	18.0	32.0	180.0	3.7	5.8	17.0	76.9	6.9
S-10(50)	H-VI; t:200; 195	57 w:35 z:12.5	18 w:10 z:20	25 w:55 z:67.5	1.5	10.0	78.0	140.0	1.15	4.9	24.0	85.2	58.0
S-14a(51)	Ht-V; 94	70 <sup>1</sup> w:40 <sup>3</sup> z: <sup>4</sup>	27+3%Th <sup>1</sup> w:1%Th <sup>3</sup> z: <sup>4</sup>	0 <sup>1</sup> w:59 <sup>3</sup> z: <sup>4</sup>	27.0	76.0	52.0	28.0	0.35	40.0	180.0	33.8	240.0
S-14b(52)	Ht-V; 305	27.5 <sup>1</sup> w:55 z: <sup>4</sup>	70.5+2%Th <sup>1</sup> w:1%Th z: <sup>4</sup>	0 <sup>1</sup> w:44 z: <sup>4</sup>	5.5	74.0	35.0	79.0	1.48	20.0	140.0	30.7	190.0
S-15(53)	H-VII; 310	55 w:57.5 z: <sup>4</sup>	25 w:30 z: <sup>4</sup>	20 w:12.5 z: <sup>4</sup>	5.0	23.0	37.0	130.0	2.33	4.8	52.0	55.7	8.3
S-17a(54)	K-V; 53	92.5 <sup>1</sup> w:85 z:n.b.	7.5+Th <sup>1</sup> w:12.5 z:n.b.	0 <sup>1</sup> w:2.5 z:n.b.	3.2	14.0	13.0	<10.0	<0.33	3.0	27.0	46.0	8.8
S-17b(55)	K-V; 338	87.5 <sup>1</sup> w:93 z: <sup>4</sup>	12.5+Th <sup>1</sup> w:0 z: <sup>4</sup>	0 <sup>1</sup> w:7 z: <sup>4</sup>	3.0	68.0	9.0	42.0	3.00	5.0	97.0	14.1	26.0







Monsterpunt (grondwater) - Gt filterdiepte	Bodemeenheid	% AtW	% RhL	% LiAng	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> /Ca (mmol/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	IR (%)	SO <sub>4</sub> (mg/l)
XIX(74)	w:77.5	w:15	w:7.5	9.0	9.0	20.0	34.0	1.11	3.9	16.0	68.9	24.0	
	z:n.b.	z:n.b.	z:n.b.										
	w:77.5	w:7.5	w:15										
	z:n.b.	z:n.b.	z:n.b.										
XX(75)	w:72.5	w:17.5	w:10	7.8	11.0	21.0	34.0	1.06	4.5	17.0	68.6	27.0	
	z:n.b.	z:n.b.	z:n.b.										
	w:75	w:10	w:15										
	z:n.b.	z:n.b.	z:n.b.										

- H : Podzolgronden;
- E : Enkeerdgronden;
- B : Beekdalgronden;
- T : Tertiaire kleigronden;
- K : Keileemgronden;
- f : ijzerrijk;
- x : keileem beginnend binnen 120 cm - mv.;
- t : tertiaire klei beginnend binnen 120 cm - mv.;
- t:150 : tertiaire klei begint op 150 cm - mv.;
- beb : bebouwing.
- 1 : met behulp van AtW-RhL-Th frame ("Th"<1%Th);
- 2 : met behulp van LiAng-RhL-Th frame (niet erg betrouwbaar);
- 3 : uit de grafiek IR-log EC;
- 4 : valt buiten IR-EC grafiek.
- w : winterperiode(jan/feb 1994);
- z : zomerperiode(aug/sep 1993);
- n.b. : geen analyseresultaten.

Cursief staan de waarden weergegeven uit de IR-EC grafiek.

**Aanhangsel 2 Overzicht van alle monsters uit de winterperiode met de potentiële waterkwaliteit (aandeel AtW en LiAng), de totale ionenconcentratie, een indicatie over de mate waarin de ionenbalans klopt, en opmerkingen over de mogelijke oorzaken van de verstoringen**

+: kloppend; +/-: matig kloppend, -: niet kloppend

Monsters met een ..a zijn boven de tertiaire klei of keileem genomen. Deze zouden regenwaterachtig moeten zijn. Er kan sprake zijn van lokale kwel. Als er veel sulfaat aanwezig is, kan dat worden veroorzaakt door verzurende invloed of mogelijk pyriet in de bodem.  
Monsters met een ..b zijn in de tertiaire klei of keileem genomen. Er is geen kwelinvloed. Zou regenwaterachtig moeten zijn. Indien lithotrofe invloed wordt aangetroffen, kan dit komen door aanwezigheid van kalk in de bodem. Als er een hoog  $SO_4$ -gehalte is, kan het worden veroorzaakt door pyriet.

Monsterpunt (grondwater)	%AtW	%LiAng	K+A Ionenbalans (meq/l)	Opmerkingen
L-41(1)	87.5	12.5	6.5 -	Matig beïnvloed basenarm water. Potentie: basenarm. Sulfaat is wat verhoogd in vergelijking met chloride. Misschien nog verhoogde nitraat- of fosfaatgehalten? Volgens de niet-kloppende ionenbalans is er een groot overschot aan positieve ionen. Oorzaken vervuiling/beïnvloeding: verzuring en/of pyriet in bodem (geen verhoogde Fe-gehalten in het grondwater).
L-42a(2)	97	3	3.1 +	Regenwater. Potentie: basenloos.
L-42b(3)	98	2	8.6 +	Matig beïnvloed regenwater. Potentie basenloos. Na verhoogd in vergelijking met Cl. $HCO_3$ is extreem hoog(ongeveer 19x zoveel $HCO_3$ als Ca in (mmol/l). Grondwater is $NaHCO_3$ type. Oorzaak beïnvloeding: het watermonster is genomen in de tertiaire klei, wat het $NaHCO_3$ type verklaard.
L-45(4)	-	100	12.6 +	Licht(?) beïnvloed basenrijk water. Potentie: basenrijk. K is extreem verhoogd. Chloride en sulfaat ook verhoogd. Het aandeel LIAN in de waterbalans is niet goed te bepalen. Misschien dat de hoge $K^+$ gehalten het beeld schieft trekken. Oorzaken beïnvloeding: landbouwinvloed: $KCl/K_2SO_4$ meststoffen; pyriet in de bodem.

Monsterpunt (grondwater)	%AtW	%LiAng	K+A Ionenbalans (meq/l)	Opmerkingen
L-77(5)	92.5	7.5	3.1 +-	Licht beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Sulfaat is wat verhoogd. Door lage K+A geen conclusies aan verbinden.
P-431a(6)	40	60	10.8 +	Schoon basenrijk water. Potentie: basenrijk. Het is boven keileem/tertiaire klei genomen. Toestroming over keileem/tertiaire klei. De bodem bevat kalk?
P-431b(7)	40	60	10.3 +	Schoon basenrijk water. Potentie: basenrijk water. Dit is in de keileem/tertiaire klei genomen, en kan ook geen kwel zijn. De bodem bevat kalk?
W-3(8)	96	4	6.3 -	Licht beïnvloed regenwater; potentie: basenloos. Chloride is te hoog; Sulfaat is extreem te hoog. Volgens niet kloppende ionenbalans een overschot aan negatieve ionen. Misschien ammonium en Fe. Oorzaken beïnvloeding: het landbouw kunnen zijn (monsterpunt ligt zuidelijk van bouwland) en/of pyriet in de bodem (er kan Fe in het grondwater zitten).
W-4(9)	100	-	5.6 +-	Licht beïnvloed regenwater. Potentie is basenloos. Te hoog sulfaat, hoger dan door RHL kan worden verklaard. Bevat volgens de niet geheel kloppende ionenbalans teveel negatieve ionen. Misschien is er ammonium en Fe aanwezig. Het punt staat niet onder invloed van bouwland. In de tertiaire klei genomen. Oorzaak beïnvloeding: pyriet in de bodem? (er kan Fe in het grondwater zitten; in de zomerperiode 20,0 mg/l Fe = 0,7 meq/l)
W-21(10)	92.5	7.5	5.4 +	Schoon regenwater. Potentie is basenloos. Alle ionen zijn iets verhoogd, met als uitschieter Na en Cl. Oorzaak beïnvloeding: wegzout?
S-6(11)	85	15	10.3 +	Matig beïnvloed basenarm water. Potentie: basenarm. Sulfaatgehalte is sterk verhoogd. Oorzaken beïnvloeding: iets verzuring is mogelijk en/of pyriet in de bodem.



Monsterpunt (grondwater)	%AtW	%LiAng	K+A (meq/l)	Ionenbalans	Opmerkingen
S-7(12)	45	55	9.1	+	Schoon Basenrijk water. Potentie basenrijk. Dit is een kwelsituatie (beekdal).
S-16(13)	100	-	7.3	-	Sterk beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Lage $\text{HCO}_3$ en hoge $\text{SO}_4\text{:CaSO}_4$ grondwatertype. Het chloride is iets verhoogd. Overschot aan negatieve ionen volgens de niet kloppende ionenbalans. Misschien teveel $\text{NH}_4^+$ en $\text{Fe}^{2+}$ ? Oorzaken beïnvloeding: Verzuring? Landbouwinvloed? Pyriet? (er kan Fe in het grondwater zitten)
L-11(14)	55	45	12.7	+	Matig beïnvloed basenhoudend water. Potentie: basenrijk water. Mengwatertype van regen/Rijn/lithotroof water.
L-13(15)	99	1	2.2	-	Schoon regenwater. Potentie: basenloos. Geen verhoogde gehalten. Wel teveel positieve ionen. Door de lage K+A geen conclusies aan verbinden. Staat bovenop tertiaire klei.
L-32(16)	100	0	6.6	+	Matig beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. In plaats van $\text{HCO}_3$ zijn de sulfaatgehalten te hoog. Oorzaak beïnvloeding: verzuuring?
P-75a(17)	-	100	17.8	-	Licht beïnvloed basenrijk water. Potentie: basenrijk. Iets teveel positieve ionen. Licht verhoogde nitraat- en fosfaatgehalten? Zwak lithotroof water, maar $\text{HCO}_3$ is voor een deel ingewisseld voor $\text{SO}_4$ . Het is een $\text{CaHCO}_3\text{/CaSO}_4$ grondwatertype. Kalium, magnesium en chloride(m.n. kalium) zijn verhoogd. Omdat dit punt valt in het moeilijk te interpreteren gebied Th-RHL-LIAN is de mate van lithotrofie natte vinger werk. Het is boven tertiaire klei/kei-leem bepaald, en zou regenwaterachtig moeten zijn. Dat is deze beslist niet. Oorzaken beïnvloeding: verzuring/pyriet in de bodem; landbouw. Lithotroof karakter doordat er kalk in de bodem aanwezig is? (er zit geen Fe in het grondwater)

Monsterpunt (grondwater)	%AtW	%LiAng	K+A Ionenbalans (meq/l)	Opmerkingen
P-75b(18)	-	100	18.4 -	Licht beïnvloed baserijk water. Potentie: baserijk. Teveel negatieve ionen. Misschien verhoogde ammonium- en Fe-gehaltes? Chloride is veel te hoog, evenals Na, terwijl Ca te laag is. Sterke invloed van NaCl. Extreem hoge HCO <sub>3</sub> . Lijkt op NaHCO <sub>3</sub> type. Monster in de keileem/tertiaire klei genomen, en kan geen kwel zijn. Oorzaak beïnvloeding: marien? Of HCO <sub>3</sub> verkeerd bepaald? (er kan Fe in het grondwater zitten; sulfaat is niet verhoogd)
W-b(19)	-	100	21.8 +	Matig beïnvloed baserijk water. Potentie: baserijk. Extra verhoogde sulfaat, en ook Ca en Mg; dit is niet alleen uit de RHL invloed te verklaren. Staat in de keileem, en kan geen kwel zijn. Zou regenwaterachtig moeten zijn. Misschien kalk in de klei? Geen landbouwinvloed. Oorzaak beïnvloeding: pyriet in de bodem?
W-12(20)	60	40	12.6 +	Matig beïnvloed baserijk water. Potentie: baserijk. Extra verhoogd sulfaat. Andere ionen liggen lager dan bij punt 19 door sterker atmosferische invloed. Kalk in de bodem. Oorzaak beïnvloeding: verzuring? pyriet in de bodem?
Snippert(21)	70	30	6.0 +	Schoon baserijk water. Potentie: baserijk. Kalk in de bodem. Te hoog kaliumgehalte.
S-3a(22)	92.5	7.5	3.3 +-	Schoon baserijk water. Potentie: baserijk. Met name het kaliumgehalte te hoog. Staat boven tertiaire klei.
S-3b(23)	100	-	8.7 +	Matig beïnvloed regenwater. Potentie: baserijk. Te hoge sulfaat is niet alleen uit RHL invloed te verklaren. Staat in tertiaire klei. Oorzaak beïnvloeding: pyriet in bodem?

Monsterpunt (grondwater)	%AtW	%LiAng	K+A Ionenbalans (meq/l)	Opmerkingen
S-4(24)	98	1	2.5 -	Schoon regenwater. Potentie: basenloos. Uit niet-kloppende ionenbalans volgt een teveel aan positieve ionen. Misschien extra nitraat? K aan de hoge kant. Oorzaak beïnvloeding: KNO <sub>3</sub> bemesting(landbouw), hoewel K+A erg laag is.
S-5a(25)	99	1	3.2 +	Schoon regenwater. Potentie: basenloos. Iets te hoge Cl en sulfaat. Door lage K+A geen conclusies aan verbinden.
S-5b(26)	40	60	15.0 +	Matig beïnvloed basenhoudend water. Potentie: basenrijk. Sulfaat te hoog. Ook hoge HCO <sub>3</sub> gehalten. Staat in tert. klei/keileem. Het is geen kwel. Misschien kalkhoudende grond? Oorzaak beïnvloeding: pyrietrijke grond?
S-9(27)	100	-	3.6 -	Schoon regenwater. Potentie: basenloos. Vervuiling van chloride en m.n. sulfaat. Ionenbalans klopt niet: te groot overschot aan negatieve ionen. Misschien aanwezigheid ammonium- en Fe-ionen? Oorzaken beïnvloeding: pyriet?, landbouw? (er kan Fe in het grondwater zitten)
S-11a(28)	100	-	3.9 +	Licht beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Matig hoge sulfaatgehalten. Lage HCO <sub>3</sub> . Boven de keileem/tert. klei genomen. Oorzaken beïnvloeding: verzuring?, pyriet?
S-11b(29)	45	55	13.9 +	Matig beïnvloed basenhoudend water. Potentie: basenrijk. Sulfaat hoog. Goede HCO <sub>3</sub> . In de keileem/tert. klei genomen. Geen kwel. Kalkhoudende grond? Oorzaak beïnvloeding: pyriet?
L-4(30)	100	-	10.3 +	Matig beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Erg hoge sulfaatgehalten. Erg lage HCO <sub>3</sub> . CaSO <sub>4</sub> grondwatertype. Oorzaken beïnvloeding: verzuring?, pyriet? Ligt aan waterlozing TUTwenthe.

Monsterpunt (grondwater)	%AtW	%LiAng	K+A Ionenbalans (meq/l)	Opmerkingen
L-30(31)	92.5	7.5	3.6 -	Matig beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Lage Na resp. Cl. Volgens niet kloppende ionenbalans teveel pos. ionen. Misschien teveel nitraat/fosfaat? Oorzaak beïnvloeding: landbouw?
L-112(32)	90	10	12.5 +	Sterk beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Erg hoge sulfaat en teveel Ca. CaSO <sub>4</sub> type. Oorzaken beïnvloeding: verzuring?, pyriet?
W-7(33)	100	-	3.5 +	Licht beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Te hoge sulfaat. Onder bos. Oorzaak beïnvloeding: verzuring?
W-10(34)	100	-	3.1 -	Schoon regenwater. Potentie: basenloos. Iets te hoge sulfaat. Door niet kloppende ionenbalans teveel negatieve ionen. Aanwezigheid ammonium en Fe? Oorzaak beïnvloeding: verzuring door vorming ammoniumsulfaat? Onder bos gemeten (er kan Fe in het grondwater zitten).
W-14(35)	100	-	9.0 +	Sterk beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Te hoge sulfaat. Te weinig HCO <sub>3</sub> voor LiAn type. CaSO <sub>4</sub> type. Oorzaak beïnvloeding: verzuring?
W-19(36)	98	2	1.6 -	Licht beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Door niet kloppende ionenbalans teveel positieve ionen. Aanwezigheid nitraat/fosfaat? Onder bos gemeten. Door lage K+A geen oorzaken beïnvloeding aan te wijzen; in ieder geval geen invloed vanuit landbouw en verzuring.
S-12(37)	100	-	6.1 +-	Matig beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Mogelijk teveel positieve ionen door matig kloppende ionenbalans. Te hoge K. Aan de rand van het bos/grasland gemeten. Oorzaak beïnvloeding: landbouw?

Monsterpunt (grondwater)	%AtW	%LiAng	K+A (meq/l)	Ionenbalans	Opmerkingen
S-13(38)	35	65	11.6	+	Schoon baserijk water. Potentie: baserijk. Er is sprake van kwel (beekdalgrond).
L-2(39)	100	-	4.3	+-	Matig beïnvloed regenwater. Potentie: baseloos. Hoge K waarden. I.v.g. met Ca te hoge HCO <sub>3</sub> waarden in vergelijking met de referentietypen. Gemeten bij een varkensschuur. Oorzaak beïnvloeding: drijfmest?
35A-L-4(40)	-	100	19.1	+	Sterk beïnvloed baserijk water. Potentie: baserijk. Baserijkdom door kalk in de bodem. Extreem hoge K en SO <sub>4</sub> . Op boerenerf gemeten, dat hoog ligt t.o.v. zijn omgeving. Zou regenwater moeten zijn. Oorzaak beïnvloeding: landbouw via K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> bemesting; pyriet? (in de zomerperiode is hier 14 mg Fe per l = 0,5 meq/l).
L-25(41)	90	10	5.6	+	Licht beïnvloed regenwater. Potentie: baseloos. Iets verhoogde sulfaat. Oorzaak beïnvloeding: pyriet?
P-19a(42)	95	5	4.2	+	Licht beïnvloed regenwater. Potentie: baseloos. Iets verhoogde sulfaat. Boven keileem/tert. klei. Oorzaak beïnvloeding: pyriet?
P-19b(43)	30	70	13.7	+	Matig beïnvloed baserijk water. Potentie: baserijk. Verhoogde sulfaat gehalten. In keileem/tert. klei genomen. Kan geen kwel zijn. Misschien kalk in de bodem. Oorzaak beïnvloeding: pyriet?
P-19b(44)	96	4	10.3	+	Matig beïnvloed regenwater. Potentie: baseloos. Erg hoge sulfaat en te weinig HCO <sub>3</sub> . In keileem/tert. klei. Ligt laag, maar heeft geen kwel. Oorzaak beïnvloeding: verzuring?, pyriet?
S-1(45)	97	3	2.4	+	Schoon regenwater. Potentie: baseloos. Iets te hoge sulfaat. Keileem in de ondergrond. Ligt op een hoge rug tussen twee beekdalen. Door lage K+A geen oorzaken beïnvloeding aangeven.

Monsterpunt (grondwater)	%AtW	%LiAng	K+A Ionenbalans (meq/l)	Opmerkingen
S-2a(46)	70	30	5.5 +	Schoon basenhoudend. Potentie: basenhoudend. Ligt boven keileem. Kalk in de bodem?
S-2b(47)	82	18	8.8 +	Licht beïnvloed basenarm. Potentie: basenarm. Teveel HCO <sub>3</sub> . In keileem genomen. Geen kwel. Kalk in de bodem?
S-8a(48)	85	15	3.1 +	Schoon basenarm water. Potentie: basenhoudend. Boven keileem. Kalk in de bodem?
S-8b(49)	70	30	6.6 +	Licht beïnvloed basenhoudend water. Potentie: basenhoudend Teveel HCO <sub>3</sub> . In keileem. Kalk in de bodem?
S-10(50)	70	30	8.9 +	Licht beïnvloed basenhoudend water. Potentie: basenhoudend. Te hoge sulfaat. Boven keileem. Kalk in de bodem? Oorzaak beïnvloeding: pyriet?
S-14a(51)	100	-	20.4 +	Matig beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Hoge sulfaat, te lage HCO <sub>3</sub> . Hoge NaCl. Hoge K resp. Mg. CaSO <sub>4</sub> type. Boven tertiaire klei. Oorzaken beïnvloeding: pyriet?, landbouw? wegzout? Van nature zoutinsluiting?
S-14b(52)	100	-	16.0 +-	Sterk beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Hoge NaCl. Hoge Mg. Erg hoge sulfaat. Enigszins te hoge Ca. HCO <sub>3</sub> is goed. In de keileem gemeten. Kalk in de bodem. Oorzaak beïnvloeding: pyriet? (er kan Fe in het grondwater zitten)
S-15(53)	75	25	7.1 +	Matig beïnvloed basenarm water. Potentie: basenhoudend. Kalk in de bodem?

Monsterpunt (grondwater)	%AtW	%LiAng	K+A (meq/l)	Ionenbalans	Opmerkingen
S-17a(54)	100	-	2.5	+ -	Schoon regenwater. Potentie: basenloos. Iets verhoogde NaCl. Boven keileem. Langs de weg gemeten. Oorzaak beïnvloeding: wegzout?
S-17b(55)	90	2	7.9	+	Licht beïnvloed regenwater. Potentie: basenloos. Erg hoge NaCl. In de keileem, wel vlakbij weg. Oorzaak beïnvloeding: wegzout?

Monsterpunt (oppervlaktewater)	%AtW	%LiAng	K+A Ionenbalans (meq/l)	Opmerkingen
I(56)	80	20	5.2 +	Matig beïnvloed basenarm water.
II(57)	95	5	4.4 +-	Matig beïnvloed regenwater.
III(58)	97	3	4.1 +-	Licht beïnvloed regenwater.
IV(59)	85	15	4.4 +	Licht beïnvloed basenarm water.
V(60)	92.5	7.5	4.4 +	Licht beïnvloed regenwater.
VI(61)	85	15	4.3 +	Licht beïnvloed basenarm water.
VII(62)	80	20	5.1 +	Matig beïnvloed basenarm water.
VIII(63)	75	25	5.6 +	Matig beïnvloed basenarm water.
IX(64)	80	20	5.6 +	Licht beïnvloed basenarm water.
X(65)	75	25	7.7 +	Matig beïnvloed basenarm water. Te hoge sulfaat.
XI(66)	70	30	6.8 +	Matig beïnvloed basenhoudend water.
XII(67)	70	30	6.2 +	Licht beïnvloed basenhoudend water.
XIII(68)	65	35	6.9 +	Licht beïnvloed basenhoudend water.
XIV(69)	75	25	5.9 +	Licht beïnvloed basenarm water.
XV(70)	85	15	4.5 +	Licht beïnvloed basenarm water.



Monsterpunt (oppervlaktewater)	%AtW	%LiAng	K+A Ionenbalans (meq/l)	Opmerkingen
XVI(71)	85	15	5.0 +	Licht beïnvloed basenarm water.
XVII(72)	75	25	5.8 +	Licht beïnvloed basenarm water.
XVIII(73)	100	-	3.5 +	Licht beïnvloed regenwater.
XIX(74)	90	10	3.4 +	Licht beïnvloed regenwater.
XX(75)	90	10	3.7 +	Licht beïnvloed basenarm water.

**Aanhangsel 3 Analyseresultaten van de grondwatermonsters en oppervlaktewatermonsters uit de zomerperiode (augustus/september 1993) en de winterperiode (januari/februari 1994)**

<i>Analyseresultaten zomerperiode</i>													
Monster- punt	EC <sub>20</sub> mS/m	pH	K <sup>+</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2+3</sub> mgN/l	o.PO <sub>4</sub> mgP/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l	Nummer
L-41	49.0	5.8	17.0	17.0	51.0	18.0	33.0	-	11.0	-	-	0.24	1
L-45	62.0	6.3	50.0	35.0	56.0	8.2	77.0	-	94.0	-	-	0.09	2
L-77	29.0	5.7	14.0	15.0	23.0	3.9	18.0	-	12.0	-	-	0.18	3
P-431a	44.0	7.4	6.9	14.0	60.0	9.2	11.0	-	300.0	-	-	0.03	4
P-431b	42.0	7.5	7.0	13.0	59.0	9.0	11.0	-	290.0	-	-	0.03	5
S-6	36.0	5.9	17.0	16.0	39.0	2.6	39.0	-	5.0	-	-	0.28	6
S-7	44.0	7.2	1.2	10.0	78.0	4.8	20.0	-	280.0	-	-	0.06	7
S-16	58.0	4.9	29.0	15.0	58.0	13.0	43.0	-	5.0	-	-	0.27	8
W-3	54.0	4.1	1.7	33.0	18.0	6.4	81.0	-	5.0	-	-	1.70	9
W-4	29.0	6.5	10.0	20.0	16.0	6.5	33.0	-	95.0	-	-	20.00	10
W-21	34.0	5.3	8.0	44.0	16.0	2.2	45.0	-	11.0	-	-	1.80	11
L-11	52.0	6.5	4.0	15.0	90.0	1.5	21.0	-	320.0	-	-	0.09	12
L-13	23.0	7.1	3.0	27.0	17.0	2.4	26.0	-	75.0	-	-	0.15	13
L-32	61.0	4.7	18.0	15.0	74.0	11.0	72.0	-	5.0	-	-	0.03	14
P-75a	92.0	6.9	40.0	18.0	120.0	19.0	41.0	-	140.0	-	-	0.03	15
P-75b	120.0	7.9	17.0	60.0	44.0	9.8	92.0	-	690.0	-	-	0.03	16
S-3b	45.0	6.3	6.3	28.0	35.0	19.0	35.0	-	140.0	-	-	0.13	17
S-4	50.0	6.4	20.0	10.0	36.0	13.0	22.0	-	21.0	-	-	0.03	18
S-5b	62.0	7.8	1.0	10.0	120.0	7.4	42.0	-	290.0	-	-	0.03	19
S-9	22.0	5.8	3.3	13.0	13.0	5.2	26.0	-	5.0	-	-	5.20	20
S-11b	59.0	7.6	3.6	29.0	91.0	8.7	40.0	-	230.0	-	-	3.00	21
W-b	73.0	7.1	7.0	14.0	110.0	14.0	29.0	-	420.0	-	-	0.03	22
L-4	59.0	4.6	5.5	25.0	79.0	3.8	44.0	-	5.0	-	-	1.10	23
L-112	91.0	6.5	16.0	29.0	121.0	9.6	95.0	-	97.0	-	-	0.03	24
S-12	37.0	5.2	7.2	9.0	53.0	6.9	27.0	-	5.0	-	-	0.41	25

Monster-punt	EC <sub>20</sub> mS/m	pH	K <sup>+</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2+3</sub> mgN/l	o.PO <sub>4</sub> mgP/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l	Number
S-13	52.0	7.1	1.7	8.0	79.0	8.2	22.0	-	300.0	-	-	0.03	26
W-7	54.0	4.7	2.7	32.0	53.0	13.0	63.0	-	5.0	-	-	1.40	27
W-10	20.0	4.3	1.2	15.0	3.0	1.5	32.0	-	5.0	-	-	0.47	28
W-14	32.0	6.5	6.6	15.0	41.0	2.2	23.0	-	62.0	-	-	0.13	29
W-19	15.0	5.1	6.5	5.0	18.0	1.1	15.0	-	5.0	-	-	0.26	30
E-227	51.0	6.4	8.0	21.0	61.0	11.0	59.0	-	42.0	-	-	0.05	31
L-2	45.0	6.2	92.0	17.0	10.0	3.7	21.0	-	100.0	-	-	0.85	32
35A-L-4	87.0	6.8	53.0	13.0	77.0	29.0	21.0	-	320.0	-	-	14.00	33
L-25	38.0	6.7	22.0	25.0	31.0	3.3	29.0	-	76.0	-	-	0.75	34
P-19b	55.0	7.6	6.7	13.0	57.0	15.0	35.0	-	300.0	-	-	0.51	35
S-1	16.0	6.0	6.7	4.3	20.0	1.9	7.0	-	34.0	-	-	1.60	36
S-2a	46.0	7.6	14.0	19.0	58.0	7.5	17.0	-	320.0	-	-	0.85	37
S-2b	41.0	6.5	10.0	46.0	33.0	7.8	31.0	-	180.0	-	-	6.10	38
S-8a	77.0	6.9	15.0	18.0	120.0	14.0	36.0	-	460.0	-	-	0.03	39
S-8b	77.0	7.5	8.9	53.0	69.0	18.0	35.0	-	520.0	-	-	0.03	40
S-10	59.0	7.8	1.9	12.0	93.0	7.4	44.0	-	240.0	-	-	0.03	41
S-14a	130.0	6.1	16.0	95.0	75.0	54.0	210.0	-	15.0	-	-	0.75	42
S-14b	67.0	6.3	5.4	74.0	33.0	17.0	98.0	-	75.0	-	-	0.51	43
S-15	64.0	6.6	8.0	38.0	42.0	7.7	130.0	-	150.0	-	-	0.92	44
S-17b	72.0	6.6	5.9	110.0	31.0	14.0	160.0	-	85.0	-	-	0.08	45

Monster- punt	EC <sub>20</sub> mS/m	pH	K <sup>+</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2+3</sub> mgN/l	o. PO <sub>4</sub> mgP/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l	Numero
I	46.0	7.1	17.0	24.0	42.0	13.0	44.0	53.0	98.0	9.7	0.08	0.12	46
II	33.0	7.2	4.3	21.0	30.0	8.4	39.0	38.0	70.0	5.3	0.11	0.21	47
III	39.0	7.0	13.0	17.0	40.0	11.0	36.0	60.0	69.0	7.3	0.05	0.20	48
IV	45.0	7.3	8.8	14.0	47.0	8.8	34.0	60.0	120.0	8.6	0.06	0.27	49
V	39.0	7.4	7.2	17.0	36.0	7.9	38.0	53.0	82.0	6.0	0.11	1.10	50
VI	39.0	7.2	13.0	22.0	32.0	12.0	38.0	37.0	77.0	8.9	0.16	0.27	51
VII	41.0	7.3	11.0	24.0	33.0	12.0	40.0	53.0	87.0	6.4	0.20	0.29	52
VIII	44.0	7.3	4.0	14.0	28.0	3.3	37.0	63.0	89.0	9.0	0.11	0.93	53
IX	27.0	7.5	3.9	11.0	49.0	7.7	23.0	26.0	99.0	0.7	0.05	3.90	54
X	40.0	7.2	7.2	17.0	36.0	7.9	25.0	66.0	150.0	0.9	0.07	1.10	55
XI	42.0	7.4	6.8	15.0	57.0	6.5	36.0	46.0	130.0	4.7	0.08	1.20	56
XII	45.0	7.3	7.4	17.0	64.0	7.8	35.0	40.0	160.0	6.0	0.07	1.50	57
XIII	47.0	7.4	5.2	14.0	62.0	8.2	38.0	55.0	160.0	6.2	0.06	0.22	58
XIV	45.0	7.4	4.4	11.0	37.0	5.4	31.0	56.0	160.0	4.8	0.05	0.98	59
XV	35.0	7.6	8.4	16.0	66.0	9.5	22.0	42.0	120.0	4.2	0.05	2.20	60
XVI	52.0	7.4	5.9	16.0	42.0	6.0	34.0	51.0	220.0	3.5	0.18	1.00	61
XVII	42.0	7.6	12.0	19.0	44.0	9.0	37.0	46.0	130.0	4.7	0.08	0.80	62



Monster-punt	EC <sub>20</sub> mS/m	pH	K <sup>+</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2+3</sub> mgN/l	o.PO <sub>4</sub> mgP/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> Nummer
L-4	52.0	4.4	5.0	45.0	44.0	2.8	57.0	200.0	<10.0	-	-	30	30
L-30	31.0	4.6	4.7	7.0	40.0	1.5	7.0	37.0	<10.0	-	-	31	31
L-112	58.0	6.1	14.0	28.0	82.0	6.0	50.0	170.0	84.0	-	-	32	32
W-7	19.0	5.3	<1.0	15.0	18.0	3.6	15.0	49.0	15.0	-	-	33	33
W-10	21.0	4.2	<1.0	15.0	2.0	1.0	26.0	72.0	<10.0	-	-	34	34
W-14	46.0	6.3	7.9	43.0	47.0	3.0	54.0	88.0	57.0	-	-	35	35
W-19	14.0	5.5	5.9	4.0	16.0	1.0	6.0	16.0	<10.0	-	-	36	36
S-12	34.0	5.7	23.0	16.0	34.0	7.4	44.0	40.0	24.0	-	-	37	37
S-13	47.0	6.9	1.6	6.0	99.0	7.3	13.0	23.0	300.0	-	-	38	38
L-2	28.0	5.7	47.0	12.0	11.0	2.2	20.0	15.0	56.0	-	-	39	39
35A-L-4	96.0	6.5	88.0	18.0	84.0	39.0	43.0	250.0	140.0	-	-	40	40
L-25	27.0	6.2	17.0	21.0	24.0	2.4	16.0	55.0	76.0	-	-	41	41
P-19a	22.0	6.1	5.6	11.0	20.0	5.1	20.0	45.0	41.0	-	-	42	42
P-19b	57.0	7.5	5.9	19.0	98.0	12.0	55.0	50.0	260.0	-	-	43	43
E-227	50.0	6.4	5.6	19.0	65.0	11.0	58.0	130.0	54.0	-	-	44	44
S-1	12.0	5.8	4.5	4.0	17.0	1.7	6.0	24.0	25.0	-	-	45	45
S-2a	24.0	7.1	1.6	5.0	45.0	4.0	<5.0	8.3	150.0	-	-	46	46
S-2b	37.0	6.2	7.0	47.0	29.0	7.5	28.0	36.0	180.0	-	-	47	47
S-8a	16.0	6.6	9.7	5.0	19.0	3.2	14.0	<5.0	64.0	-	-	48	48
S-8b	31.0	7.4	7.8	18.0	32.0	5.8	17.0	6.9	180.0	-	-	49	49
S-10	43.0	7.1	1.5	10.0	78.0	4.9	24.0	58.0	140.0	-	-	50	50
S-14a	94.0	6.0	27.0	76.0	52.0	40.0	180.0	240.0	28.0	-	-	51	51
S-14b	86.0	6.5	5.5	74.0	35.0	20.0	140.0	190.0	79.0	-	-	52	52
S-15	36.0	6.3	5.0	23.0	37.0	4.8	52.0	8.3	130.0	-	-	53	53
S-17a	16.0	6.2	3.2	14.0	13.0	3.0	27.0	8.8	<10.0	-	-	54	54
S-17b	41.0	6.2	3.0	68.0	9.0	5.0	97.0	26.0	42.0	-	-	55	55

Monster-punt	EC <sub>20</sub> mS/m	pH	K <sup>+</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	N0 <sub>2+3</sub> mgN/l	o.PO <sub>4</sub> mgP/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l	Number
I	28.0	6.6	13.0	15.0	27.0	7.6	24.0	30.0	55.0	6.7	0.11	56	-
II	26.0	6.7	8.6	15.0	23.0	6.9	25.0	29.0	30.0	6.7	0.10	57	-
III	21.0	6.3	7.9	10.0	28.0	5.6	17.0	33.0	24.0	4.6	0.08	58	-
IV	25.0	6.6	9.4	10.0	28.0	5.5	18.0	29.0	46.0	5.4	0.12	59	-
V	24.0	6.7	8.3	14.0	25.0	5.3	23.0	31.0	39.0	4.1	0.06	60	-
VI	24.0	6.5	11.0	13.0	21.0	7.1	20.0	23.0	49.0	5.2	0.15	61	-
VII	30.0	6.5	10.0	18.0	24.0	7.4	27.0	32.0	51.0	6.5	0.11	62	-
VIII	32.0	6.8	12.0	15.0	32.0	7.1	26.0	40.0	56.0	6.9	0.10	63	-
IX	29.0	6.5	8.1	15.0	36.0	3.7	23.0	34.0	77.0	3.3	0.05	64	-
X	36.0	6.7	6.5	14.0	52.0	6.7	25.0	69.0	98.0	1.2	0.06	65	-
XI	34.0	7.1	5.0	16.0	49.0	4.9	29.0	36.0	120.0	1.6	0.05	66	-
XII	32.0	6.8	9.6	13.0	42.0	4.8	28.0	31.0	91.0	4.0	0.07	67	-
XIII	35.0	7.0	7.1	13.0	49.0	5.4	27.0	40.0	100.0	4.8	0.06	68	-
XIV	30.0	6.9	6.5	12.0	41.0	5.1	23.0	37.0	84.0	3.2	0.04	69	-
XV	23.0	7.0	6.4	11.0	29.0	4.6	16.0	28.0	61.0	3.2	0.05	70	-
XVI	27.0	6.9	9.3	14.0	29.0	6.0	23.0	33.0	51.0	4.6	0.07	71	-
XVII	30.0	7.1	6.5	15.0	35.0	4.9	28.0	35.0	79.0	3.5	0.20	72	-
XVIII	20.0	6.2	7.4	11.0	18.0	4.7	18.0	36.0	18.0	3.0	0.06	73	-
XIX	20.0	6.3	9.0	9.0	20.0	3.9	16.0	24.0	34.0	3.5	0.12	74	-
XX	21.0	6.5	7.8	11.0	21.0	4.5	17.0	27.0	34.0	3.3	0.09	75	-