

NOTA 965

april 1977

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research cen.
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

ONDERZOEK NAAR DE VARIATIE IN CHEMISCHE SAMENSTELLING
VAN HET ONDIEPE GRONDWATER ONDER GRASLAND

F.M.J. van der Heijden

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publicaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

Het onderzoek is door F.M.J. van der Heijden uitgevoerd in het kader van een praktijkstage voor de Hogere Landbouwschool te 's-Hertogenbosch in de periode 7 maart - 7 mei 1977

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING	1
1.1. Algemene inleiding	1
1.2. Probleemstelling	1
2. DOEL VAN HET ONDERZOEK	2
3. OPZET EN UITVOERING ONDERZOEK	3
3.1. Opzet onderzoek	3
3.1.1. Keuze van geschikte bedrijven	4
3.1.2. Bemonsteringswijze	4
3.2. Uitvoering onderzoek	6
3.2.1. Onderzoek naar frequentie monstername	6
3.2.2. Onderzoek naar het effect van scheuren van grasland	7
4. VERWERKING GEGEVENS	8
4.1. Berekening frequentie van monstername	8
4.2. Effect van scheuren van grasland	10
5. RESULTATEN EN DISCUSSIE	12
5.1. De frequentie van de monstername	12
5.2. Het effect van scheuren van grasland	14
6. CONCLUSIES	17
6.1. De frequentie van monstername	17
6.2. Het effect van scheuren van grasland	18
7. SAMENVATTING	18
8. LITERATUUR	20
BIJLAGEN I t/m X	

ALTERRA
Wageningen University & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

1. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

1.1. Algemene Inleiding

Voor de drinkwatervoorziening en voor de waterbehoeften van landbouw en industrie staan in principe verschillende soorten water ter beschikking. De belangrijkste zijn ongetwijfeld het zoete grondwater en het zoete oppervlaktewater. Deze twee bronnen worden echter in toenemende mate bedreigd met vervuiling. Een deel van deze vervuiling wordt veroorzaakt door de landbouw, en wel door de uitspoeling van plantenvoedende bestanddelen.

Wordt er door grondwaterstromingen, grondwater verplaatst naar het oppervlaktewater, dan kan deze verrijking van het water met plantenvoedende bestanddelen een ongewenste toename van de groei van algen en waterplanten tot gevolg hebben. Deze vorm van vervuiling heet: eutrofiëring. Een direct gevolg van eutrofiëring is het verstoren van de zuurstofhuishouding van het water. Het water wordt hierdoor minder geschikt voor onder andere de drinkwatervoorziening en de recreatie (sportvisserij, zwemmen, enz.).

Omdat een belangrijk deel van de oppervlakte in Nederland in gebruik is voor de landbouw is het gewenst om inzicht te hebben in de afvoer van mineralen via het grondwater.

1.2. Probleemstelling

Door STEENVOORDEN en OOSTEROM (1977) is onderzoek verricht naar de invloed van de bemesting bij rundveehouderijbedrijven op de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater. Hierbij is geconstateerd dat op percelen, behorende tot hetzelfde bedrijf, belangrijke verschillen in de chemische samenstelling van het grondwater kunnen

voorkomen. Als mogelijke verklaring is aangevoerd:

- a. Verschillen in bemestingsniveau en tijdstip van toediening tussen percelen onderling en een ongelijke verdeling binnen een perceel.
- b. Verschillen in bodemsamenstelling.
- c. Verschillen in de wijze van monsternemen (bemonsteringsdiepte, monstergrootte).
- d. Verschillen door een te kleine bemonsteringsfrequentie per perceel.
- e. Verschillen veroorzaakt door het scheuren van grasland.

Het omzetten van grasland in bouwland gaat volgens KOLENBRANDER (1975) samen met een belangrijk hogere nitraat-uitspoeling als gevolg van mineralisatie van in de organische stof van de zode opgeslagen stikstof.

In deze nota wordt ingegaan op de vraag in welke mate dit effect aanwezig is op gescheurd grasland dat daarna weer meteen opnieuw voor grasland wordt ingezaaid.

Alvorens het onderzoek naar de invloed van scheuren te starten is het noodzakelijk om inzicht te hebben in de samenhang tussen de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van de gegevens en de frequentie van monsternamen. Allereerst zal in deze nota dan ook onderzoek worden gedaan, gericht op het bepalen van een norm voor de frequentie van monsternamen.

2. DOEL VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek is erop gericht om na te gaan wat de invloed is van:

- a. de frequentie van bemonstering en
- b. het effect van scheuren

op de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater onder graslandpercelen.

ad a. In par. 1.2 werd al ingegaan op de vraag of een gedeelte van de variatie in de gevonden cijfers niet veroorzaakt kon zijn door een te kleine bemonsteringsfrequentie.

ad b. Volgens KOLENBRANDER (1974) strekt het mineralisatieproces,

van de organische stof in stalmest zich uit over vele jaren (fig. 1). Aangenomen mag worden dat dit eveneens opgaat voor het organisch materiaal in de graszode. Het is dus niet ondenkbaar dat het scheuren dat één tot enkele jaren geleden is uitgevoerd, nu nog invloed heeft op het nitraat gehalte van het grondwater.

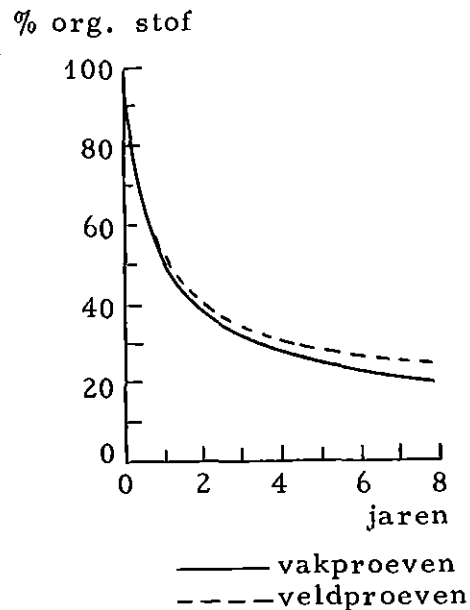


Fig. 1. Verloop van de afbraaksnelheid van organische stof in stalmest (KOLENBRANDER, 1974)

3. OPZET EN UITVOERING ONDERZOEK

3.1. O p z e t o n d e r z o e k

De uitvoering van dit onderzoek is gesplitst in twee fasen. Allereerst is nagegaan bij welke monsternamerequentie per perceel de analyseresultaten voldoende representatief zijn om verantwoorde uitspraken te kunnen doen.

Daarna is het onderzoek uitgevoerd naar een eventueel effect van het scheuren van grasland op de chemische samenstelling van het grondwater.

3.1.1. Keuze van geschikte bedrijven

Voor de selectie van geschikte bedrijven is gebruik gemaakt van de groep bedrijven die betrokken zijn geweest bij het onderzoek van STEENVOORDEN en OOSTEROM (1977). De selectie criteria zijn geweest:

- het grondwater moet nitraat bevatten
- binnen het bedrijf moet regelmatig grasland worden gescheurd dit wil zeggen dat het bedrijf allereerst op zandgrond moet liggen, omdat daar in de praktijk regelmatig grasland wordt gescheurd
- het bodemprofiel binnen een bedrijf moet homogeen zijn om een mogelijke invloed op de analyse-resultaten zo klein mogelijk te doen zijn
- de grondwaterstand moet niet te diep zijn om de bemonstering niet te tijdrovend te maken.

Het onderzoek naar de frequentie van de monsternamen is uitgevoerd op één bedrijf omdat de kans op mogelijke verschillen in bodemprofiel dan het kleinst is. Op dit bedrijf en op de bedrijven voor het onderzoek naar de invloed van scheuren, zijn percelen uitgezocht die in verschillende jaren zijn gescheurd.

Verder zijn van ieder bedrijf voor elk perceel de bemestingsgegevens zo nauwkeurig mogelijk verzameld. Dit betreft gegevens over de hoeveelheid, de soort mest en het tijdstip waarop werd bemest.

3.1.2. Bemonsteringswijze

Omdat bij bedrijven op zandgrond in de regel geen drainage voorkomt is het grondwater bemonsterd via de boorgat-methode. Hiertoe wordt met een grondboor een gat geboord tot ongeveer 50 cm onder de grondwaterspiegel waarna een PCV-buis, die aan het ondereind geperforeerd is, in het gat wordt gebracht. Uit deze buis wordt door middel van een slang en een handpompje het grondwater in een fles opgezogen. Na bezinking van het meegekomen zand in de fles, kan het grondwater in een flesje worden overgegoten.

Daar de grondwaterstand op de bedrijven varieerde van 60 à 80 cm -mv, zijn de monsters over een diepte van 50 cm genomen tot 110 à 130 cm -mv. De redenering die ten grondslag ligt aan de maat van 50 cm onder de grondwaterstand, is gebaseerd op de grondwatervoeding die

in de winter '76/'77 circa 150 mm is geweest. Deze grondwatervoeding (G) is te berekenen door de hoeveelheid neerslag (N) te verminderen met de verdamping door het gewas (E) en de verandering van de vochtberging in het profiel (V).

In formule:

$$G = N - (E + \Delta V)$$

De verdamping door het gewas kan, als men uitgaat van 100% grasland, worden berekend volgens $E = 0,8 E_0$. E_0 is de verdamping van een open wateroppervlak. Voor de winterperiode '76/'77 is tot maart 1977 een grondwatervoeding berekend van 150 mm. Wordt uitgegaan van een poriënvolume van 30% dan kan men berekenen dat al het water met de daarin uitgespoelde NO_3^- -N zich bevindt in een laag van 500 mm onder de grondwaterstand volgens:

$$\frac{\text{grondwatervoeding } 150 \text{ mm}}{\text{poriënvolume } 0,30} = 500 \text{ mm}$$

Een globaal beeld van de theoretische verdeling van nitraat over de diepte voor de winterperiode '76/'77 geeft fig. 2.

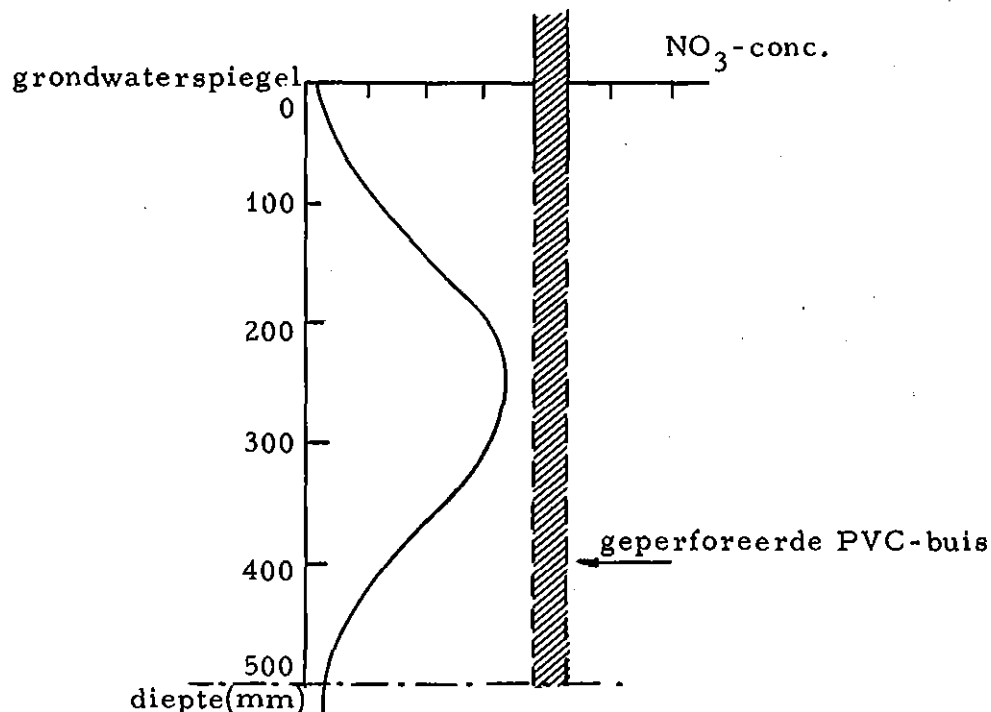


Fig. 2. Schematisch beeld van het verloop van de nitraatconcentratie met de diepte en van de bemonsteringssituatie

3.2. U i t v o e r i n g o n d e r z o e k

3.2.1. Onderzoek naar frequentie monsternamen

Op het bedrijf dat voor bemonstering bij dit onderzoek in aanmerking kwam (hierna te noemen bedrijf I) zijn drie percelen bemonsterd die respectievelijk gescheurd zijn in 1974, 1975 en 1976. Er is uitgegaan van 24 monsters per perceel. Het getal 24 is namelijk deelbaar door verschillende getallen. Hierdoor is het mogelijk om afhankelijk van de vorm van het perceel de monsters te verdelen over 3 rijen van 8 monsterpunten of 4 rijen van 6 monsterpunten, enzovoort. Bovendien is het aantal monsters beperkt tot 24 omdat het veldwerk anders te tijdrovend zou zijn.

A n a l y s e s

De analyses van de monsters op nitraat zijn uitgevoerd volgens NEN 3235-6.4.

Dit is een colorimetrische bepaling, waarbij het monster met natrium-salicylaat droog wordt gedampt en het residu wordt opgelost in geconcentreerd zwavelzuur. Toevoeging van natriumhydroxide veroorzaakt een gele kleuring. De mate van kleuring, die evenredig is met de NO_3 -concentratie, wordt gemeten met behulp van een colorimeter.

Het onderzoek naar de bemonsteringsfrequentie is naast nitraat eveneens uitgevoerd voor het chloride-, het kalium-, het calcium- en het magnesiumgehalte en voor de elektrische geleidbaarheid.

Het chloridegehalte is titrimetrisch bepaald volgens ICW voorschriften (niet gepubliceerd). Hiertoe wordt salpeterzuur aan het monster toegevoegd. Daarna wordt verdund met water en getitreerd met zilvernitraat. De geleidbaarheid is bepaald door de weerstand tussen twee elektroden in het monster te meten. De geleidbaarheid is omgekeerd evenredig met deze weerstand (ICW voorschrift niet gepubliceerd). Het kalium-, calcium- en magnesiumgehalte is bepaald met behulp van de atomaire absorptiespektrofotometrie. Dit is een techniek, waarmee praktisch alle metalen in oplossing kunnen worden bepaald. Hiertoe wordt

het monster in een vlam verstoven. Door de hoge temperatuur van de vlam verdampt het oplosmiddel en dissociëren de aanwezige metaalverbindingen tot vrije atomen. De atomen kunnen door het absorberen van energie (in de vorm van licht) overgaan naar een hoger energieniveau. Voor elk element kan deze energie slechts bepaalde waarden hebben, zodat alleen licht van bepaalde golflengten wordt geabsorbeerd. De mate van lichtabsorbtie bij een golflengte is direct evenredig met de concentratie van het te bepalen element (GALAN, 1969). De bepaling is volgens ICW voorschrift (niet gepubliceerd) gedaan.

3.2.2. Onderzoek naar het effect van scheuren van grasland

Het onderzoek naar de invloed van scheuren is in toaal onderzocht op 10 percelen, verdeeld over 4 bedrijven. De laatste scheurdatum van de verschillende percelen is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. De laatste scheurdatum van tien percelen verdeeld over de 4 bedrijven die in aanmerking kwamen voor het onderzoek naar het effect van het scheuren van grasland

Bedrijf	I	II	III	IV
laatste	1974	1971	1973	1969
scheur-	1975	1973	1975	1975
datum	1976			1976

Bedrijf no. I is eveneens betrokken geweest bij het onderzoek naar de gewenste bemonsteringsfrequentie (zie par. 3.2.1.)

A n a l y s e s

In de grondwatermonsters is alleen het nitraat-gehalte bepaald. Ook hier is de analyse uitgevoerd volgens NEN 3235-6.4 (zie par. 3.2.1.)

4. VERWERKING GEGEVENS

4.1. Berekening frequentie van monstername

Voor de berekening van de gewenste frequentie van monstername zijn allereerst het gemiddelde (\bar{x}) en de spreiding (Sx) berekend volgens:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

en $Sx = \frac{Sx}{n} \quad (2)$

hierin is:

x = analyseresultaten van een watermonster

n = aantal monsters = 24

$$Sx = \frac{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}{n-1} \quad (3)$$

Als we aannemen dat alle gemeten gehalten normaal zijn verdeeld rond \bar{x} en we zetten de kans op een bepaald gehalte uit tegen het gehalte zelf dan ontstaat de zogenaamde Gauss-kansverdeling (fig. 3) (WIJVEKATE, 1974).

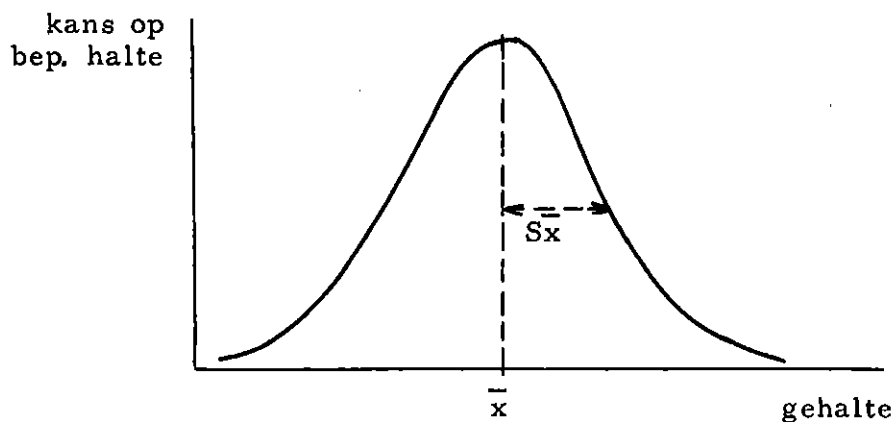


Fig. 3. Gauss kromme

Bij een normale verdeling ligt 95% van alle waarnemingen tussen $\bar{x} + 1,96 \cdot S_{\bar{x}}$ en $\bar{x} - 1,96 \cdot S_{\bar{x}}$. Dit is het 95% waarschijnlijkheidsgebied (fig. 4):

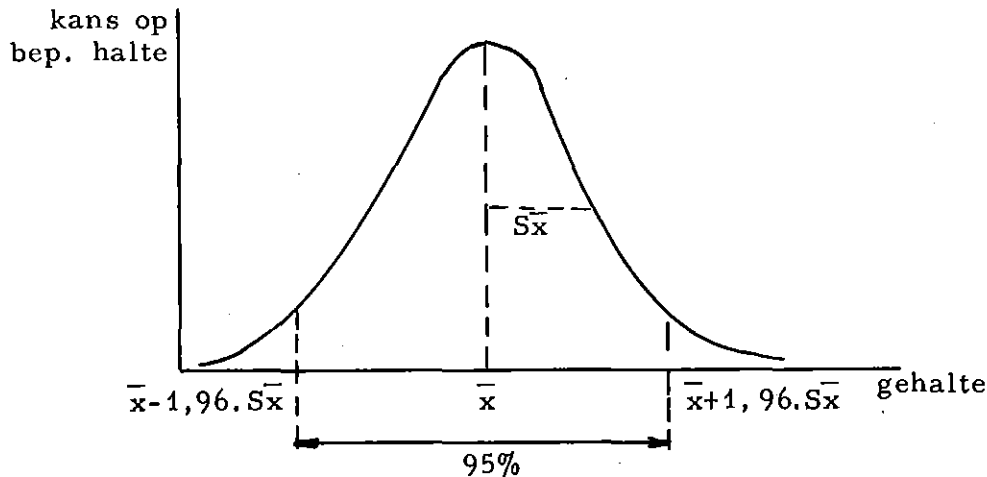


Fig. 4. Het 95% waarschijnlijkheidsgebied

Het 95% waarschijnlijkheidsgebied wordt dus begrensd door:

$$\bar{x} - 1,96 S_{\bar{x}} < \bar{x} < \bar{x} + 1,96 S_{\bar{x}}$$

De grootte van dit gebied is: $2 \cdot 1,96 \cdot S_{\bar{x}}$. Gecombineerd met vergelijking (2) levert dit voor de grootte van het gebied:

$$2 \cdot \frac{1,96 S_x}{n} \tag{4}$$

Aan de grootte van het gebied kan men ook de eis verbinden dat het 95% waarschijnlijkheidsgebied niet groter mag zijn dan bijvoorbeeld $\bar{x} + a$ en niet kleiner dan $\bar{x} - a$. Voor het 95% waarschijnlijkheidsgebied moet dus voldaan zijn aan (fig. 5):

$$2 \cdot \frac{1,96 S_x}{n} < 2a \tag{5}$$

$$\text{of } n > \frac{(1,96 \cdot S_x)^2}{a^2} \tag{6}$$

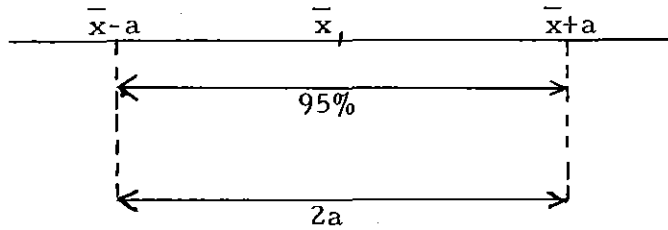


Fig. 5. Het 95% waarschijnlijkheidsgebied $\leq 2a$

Met deze formule kan worden berekend hoeveel monsters nodig zijn om het gemiddelde gehalte van een perceel te kunnen schatten, indien als eis wordt gesteld dat de berekende waarde niet meer dan a mag afwijken van de schatting. De schatting wordt uitgevoerd met een betrouwbaarheid van 95%.

4.2. Effect van scheuren van grasland

Dit onderzoek naar het effect van scheuren is alleen uitgevoerd voor nitraat. Op ieder perceel zijn 15 monsters genomen omdat is uitgegaan van een nauwkeurigheid voor de schatting van 30% van \bar{x} (zie hoofdstuk 5 en fig. 6). Een grotere nauwkeurigheid zou moeilijk te realiseren zijn geweest gezien de beschikbare tijd.

Van de verschillende percelen is vervolgens het gemiddelde berekend. In dit onderzoek zijn ook de gegevens van bedrijf 1 betrokken.

Om tot een statistisch betrouwbare uitspraak te komen over de verschillen tussen de percelen binnen een bedrijf, is gebruik gemaakt van de toets van Wilcoxon (WIJVEKATE, 1974). Deze toets is gekozen omdat hieraan geen voorwaarden zijn verbonden omtrent de kansverdelingen van de verzamelingen waaruit de monsters (steekproeven) afkomstig zijn. Het is een zogenaamde verdelingsvrije toets.

Ieder gehalte van het eerste van de twee onderzochte percelen wordt vergeleken met alle gehalten van het tweede perceel. Het hoogste gehalte levert een perceel bij iedere vergelijking een score van 1 punt op. Indien de gehalten gelijk zijn wordt geen punt toegekend.

Aan het eind worden de scores voor ieder perceel opgeteld en de twee puntentotalen van elkaar afgetrokken. Dit levert de toetsingsgrootte Q . Bij deze luidt de nulhypothese, dat er geen verschil tussen de percelen bestaat:

$$\mu_Q = 0 \quad (7)$$

waarbij μ = gemiddelde van de kansverdeling van de massa Q .

De werkelijke waarden van Q echter zullen hieromheen een symmetrische toevalsverdeling hebben. We mogen deze Q -verdeling, bij een steekproefgrootte groter dan 10, door een normale verdeling benaderen met:

$$\mu_Q = 0 \text{ en } \sigma_Q = \frac{n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{3} \quad (8)$$

hierin is:

n_1 = aantal analyses van perceel 1

n_2 = aantal analyses van perceel 2

σ = standaardafwijking

Ook bij deze toets willen we werken binnen het 95% waarschijnlijkheidsgebied dit wil zeggen met een betrouwbaarheid van 95%. Dit gebied wordt begrensd door $\bar{x} + 1,96 S_Q$ als bovengrens en $\bar{x} - 1,96 S_Q$ als benedengrens. Het getal 1,96 is de zogenaamde excentriciteit. Vinden we voor de toetsingsgrootte Q een excentriciteit die groter is dan + 1,96 of kleiner dan - 1,96 dan wijkt de waarde significant af van de norm. We noemen de waarde dan significant.

De excentriciteit van toetsingsgrootte Q is:

$$u = \frac{Q}{\sigma_Q}$$

u = excentriciteit van Q

Is deze waarde significant dan moeten we op basis hiervan de nulhypothese, dat er geen verschil tussen de percelen bestaat, verwerpen en een alternatieve hypothese aanvaarden. Deze alternatieve hypothese kan bijvoorbeeld zijn dat er effect van scheuren bestaat op de nitraatconcentratie in het grondwater.

5. RESULTATEN EN DISCUSSIE

5.1. De frequentie van monstername

De analyseresultaten van bedrijf I zijn opgenomen in bijlage I t/m VI. Het gemiddelde (\bar{x}) en de spreiding ($S\bar{x}$) van deze resultaten zijn opgenomen in tabel 2.

Tabel 2. Gemiddelde resultaten (\bar{x}) en spreiding ($S\bar{x}$) voor een aantal bepalingen in 24 grondwatermonsters op drie percelen met verschillende datum van scheuren (bedrijf I)

Bepaling	Eenheid	Perceel gescheurd in					
		1976		1975		1974	
		\bar{x}	$S\bar{x}$	\bar{x}	$S\bar{x}$	\bar{x}	$S\bar{x}$
NO ₃	mg N ⁻¹	80	9,6	110	12	95	11
Cl	mg.l ⁻¹	49	7,1	88	9,4	61	8,1
K	"	16	3,1	7,9	1,9	23	3,8
Ca	"	110	13	190	17	148	16
Mg	"	14	2,1	15,7	1,2	23	3,1
Geleid- baarh.	µmho.cm ⁻¹ (bij 25°C)	1090	109	1810	133	1470	134

Bij de berekening van \bar{x} en $S\bar{x}$ voor kalium van kolom 1975 (tabel 2) is uitgegaan van $n = 23$ in plaats van $n = 24$ omdat monster nr. 13 (zie bijlage III) van dit perceel een extreem hoog gehalte vertoonde. Dit getal is daarom niet in de berekening betrokken. Naar alle waarschijnlijkheid is bij het analyseren een fout gemaakt.

In bijlage VII en fig. 6 zijn de berekende monstername frequenties weergegeven voor de onderzochte percelen van bedrijf I, bij verschillende nauwkeurigheidseisen.

Uit de analyseresultaten (bijlage I t/m VI) blijkt dat op één bedrijf, binnen een perceel grote verschillen in gehalten kunnen voorkomen en dat de spreiding (tabel 2) soms groot is. Dit heeft als gevolg dat betrekkelijk grote aantallen monsters nodig zijn voor

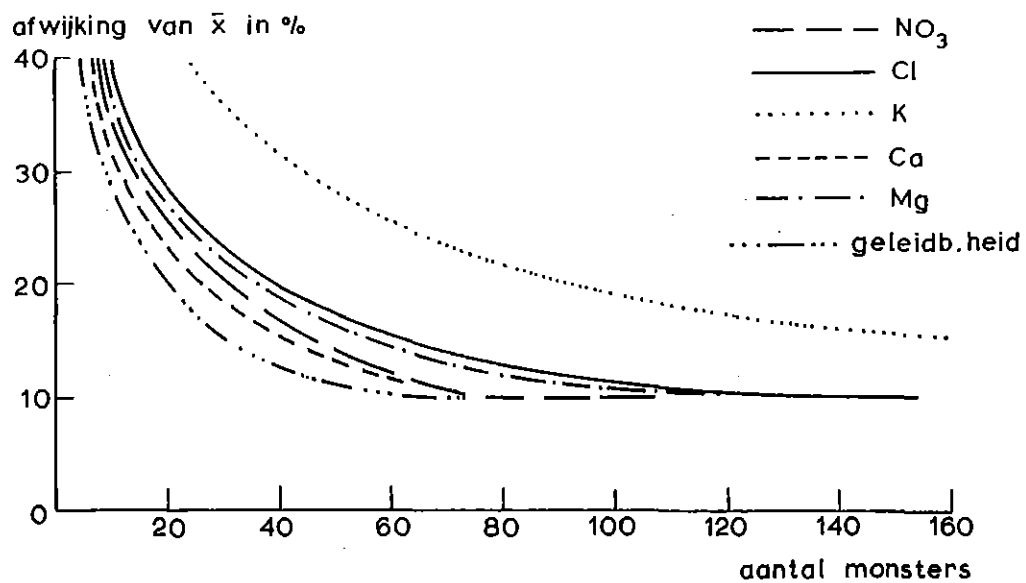


Fig. 6. Nauwkeurigheid van een schatting uitgedrukt als afwijking in % van \bar{x} , uitgezet tegen het aantal monsters dat voor die schatting nodig is, gemiddeld voor de drie onderzochte percelen

de bemonstering van zo'n perceel (bijlage VII). Mogelijk zijn deze grote verschillen in gehalte binnen één perceel voor een gedeelte het directe gevolg van de wijze van bemonstering. Mogelijk is de boorgatmethode een onnauwkeurige methode. Omdat echter bij bedrijven, gelegen op zandgrond, slechts in zeer sporadische gevallen drainage voorkomt, is de boorgatmethode de enige methode die in aanmerking komt om het grondwater van een perceel te kunnen bemonsteren.

Meer algemeen, is het onderzoek beïnvloed door de zomer van 1976. Deze droge zomer had tot gevolg dat een verminderde plantengroei plaatsvond. Daardoor zijn grote hoeveelheden stikstof niet opgenomen en deze konden later in het jaar uitspoelen. Daarbij komt dat door de droogte ook minder denitrificatie van de toegediende N-meststoffen opgetreden zal zijn. Concreet kan worden gesteld dat de weersomstandigheden van 1976 van grote invloed zijn geweest op het niveau van het nitraatgehalte in het grondwater.

5.2. H e t e f f e c t v a n s c h e u r e n v a n g r a s - l a n d

De analyse resultaten van bedrijf II, III en IV zijn opgenomen in bijlage VIII t/m X.

De resultaten van de gemiddelde nitraatgehalten van de verschillende percelen staan gerangschikt in tabel 3.

Tabel 3. Gemiddelde nitraatgehalten (\bar{x} in mg N.l^{-1}) in het grondwater van verschillende percelen op de onderzochte bedrijven, bij een bemonsteringsfrequentie van 15 monsters per perceel

	Bedrijf I			Bedrijf II	
	perceel gescheurd in:			perceel gescheurd in:	
	1974	1975	1976	1971	1973
\bar{x} mg N.l^{-1}	95	111	80	144	139
	Bedrijf III		Bedrijf IV		
	perceel gescheurd in:		perceel gescheurd in:		
	1973	1975	1969	1975	1976
\bar{x} mg N.l^{-1}	65	80	97	111	150

De gemiddelde gehalten aan NO₃-N liggen beduidend hoger dan de gehalten die gevonden zijn door STEENVOORDEN en OOSTEROM (1977). Deze bemonsteringen zijn in september/oktober 1976 uitgevoerd. Als waarschijnlijke oorzaak moet de invloed van de weersomstandigheden van 1976 worden aangewezen.

Uit tabel 3 blijkt verder dat zowel binnen één bedrijf als tussen de bedrijven onderling verschillen optreden. De oorzaak kan worden gezocht in hoeveelheid mest, tijdstip van toediening en soort mest. Deze gegevens zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. Bemestingsgegevens van 1976 en voorjaar 1977 voor 4 bedrijven uitgewerkt per perceel en uitgesplitst naar: de soort mest, de hoeveelheid mest per ha en het tijdstip van toediening

Bedrijf	Perceel gescheurd in	Soort	Hoeveelheid per ha	Tijdstip
I	1974	rundveedrijfmest	20 ton	jan. 1976
		rundveedrijfmest	12 ton	maart 1976
		zuiver N (KAS)	400 kg	apr.t/m sept.'76
		rundveedrijfmest	20 ton	jan. 1977
	1975	rundveedrijfmest	20 ton	jan. 1976
		rundveedrijfmest	10 ton	maart 1976
		zuiver N (KAS)	400 kg	mrt.t/m sept.'76
		rundveedrijfmest	17 ton	jan. 1977
	1976	rundveedrijfmest	20 ton	jan. 1976
		rundveedrijfmest	10 ton	maart 1976
		rundveedrijfmest	35 ton	juli 1976
		zuiver N (KAS)	300 kg	apr.t/m sept.'76
rundveedrijfmest		17 ton	jan. 1977	
II	1971 en 1973	rundveedrijfmest	85 ton	gehele jaar '76
		zuiver N (KAS)	400 kg	" " "
		rundveedrijfmest	35 ton	voorjaar 1977
		zuiver N (KAS)	70 kg	" "
III	1973 en 1975	rundveedrijfmest	25 ton	feb.en juli '76
		zuiver N (KAS)	300 kg	gehele jaar '76
		rundveedrijfmest	20 ton	jan.mrt.'77
		zuiver N (KAS)	± 85 kg	voorjaar 1977

(vervolg tabel zie blz. 16)

Bedrijf	Perceel gescheurd in	Soort	Hoeveelheid per ha	Tijdstip
IV	1969	rundveedrijfmest	50 ton	jan.apr.'76
		zuiver N (KAS)	236 kg	gehele jaar'76
		rundveedrijfmest	20 ton	voorjaar 1977
		zuiver N (KAS)	47 kg	voorjaar 1977
	1975	rundveedrijfmest	12 ton	mei 1976
		zuiver N (KAS)	416 kg	gehele jaar'76
		zuiver N Thomaskali	72 kg	gehele jaar'76
		rundveedrijfmest	30 ton	voorjaar 1977
		zuiver N (KAS)	364 kg	voorjaar 1977
	1976	rundveedrijfmest	65 ton	sept.okt.1976
		zuiver N (KAS)	215 kg	gehele jaar'76
		zuiver N Thomaskali	72 kg	voorjaar 1977

Bij bestudering van de gegevens over bemesting uit tabel 4 en de nitraatgehalten in het grondwater uit tabel 3 blijkt, dat een extra hoge nitraatuitspoeling optreedt op percelen waar grotere hoeveelheden dierlijke mest later in het jaar zijn toegediend (KOLENBRANDER en LANDE CREMER (1967) vonden in dit verband ook dat de werkingscoëfficiënt van mest bij najaarstoediening door uitspoeling daalt tot 25% op bouwland en 20% op grasland tegen een werkingscoëfficiënt bij voorjaarstoediening van 50% op bouwland en 35% op grasland. Bij verder onderzoek is het misschien beter om te zoeken naar percelen met dezelfde bemestingsomstandigheden, zodat het onderzoek naar het effect van het scheuren van grasland niet wordt gestoord door verschillen in bemestingsniveau met dierlijke mest.

In tabel 5 zijn de excentriciteit (u) en de bijbehorende toetsingsgrootheden (Q) volgens Wilcoxon weergegeven, indien de nitraatgehalten getoetst worden tussen 2 percelen binnen één bedrijf.

Tabel 5. Excentriciteit (u) en toetsingsgrootheid (Q) volgens Wilcoxon, indien de nitraatgehalten getoetst worden tussen 2 percelen binnen één bedrijf ('74-'75 betekent: perceel dat in 1974 is gescheurd vergeleken met perceel dat in 1975 is gescheurd)

Bedrijf	vergelijking van 2 percelen gescheurd in:							
	I		II		III		IV	
	'74-'75	'74-'76	'75-'76	'71-'73	'73-'75	'69-'75	'69-'76	'75-'76
Q	97	112	187	45	-63	-67	-147	-117
u	1	1,15	1,93	0,94	-1,31	-1,39	-3,06	-2,44

We vinden alleen bij bedrijf IV significante waarden voor u bij toetsing van de percelen die gescheurd zijn in '69 en '76 en van de percelen die gescheurd zijn in '75 en '76.

De gevonden excentriciteit mag alleen leiden tot het ontkennen van de 0-hypothese dat scheuren van grasland geen invloed heeft op het NO₃-gehalte in het grondwater, als tussen de percelen geen belangrijke verschillen zijn geweest in hoeveelheid mest en tijdstip van aanwending. Juist bij bedrijf IV zijn echter grote verschillen ten aanzien van deze bemesting (tabel 4).

6. CONCLUSIES

Omdat slechts een gering aantal bedrijven en percelen bij het onderzoek betrokken zijn geweest, zullen slechts zeer voorlopige conclusies getrokken kunnen worden.

6.1. O n d e r z o e k n a a r d e f r e q u e n t i e v a n m o n s t e r n a m e

Bij dit onderzoek is naar voren gekomen dat op één bedrijf, binnen een perceel grote verschillen in gehalten kunnen voorkomen (bijlage I t/m VI). Hieruit kan worden geconcludeerd dat een groot aantal monsters nodig is om een goed beeld te krijgen van de

samenstelling van het ondiepe grondwater bij een perceel.

Verder kan worden geconcludeerd dat de eisen voor de monsternamen frequentie bij een bepaalde nauwkeurigheid verschillen opleveren bij de onderzochte elementen (zie fig. 6). Als wordt uitgegaan van een nauwkeurigheid voor de schatting, uitgedrukt als afwijking van het gemiddelde in %, van 30% bij een betrouwbaarheid van 95%, dan bedraagt de bemonsteringsfrequentie voor elektrische geleidbaarheid, Ca, NO₃, Mg, Cl en K respectievelijk 9, 12, 14, 16, 18 en 44 monsters per perceel.

6.2. O n d e r z o e k n a a r h e t e f f e c t v a n s c h e u - r e n v a n g r a s l a n d

In het onderzoek naar het effect van het scheuren van grasland op de nitraatconcentratie van het ondiepe grondwater, is niet aangetoond kunnen worden dat scheuren inderdaad invloed heeft.

Wel heeft toepassing van de toets van Wilcoxon op de nitraatverschillen tussen telkens 2 percelen van één bedrijf onderling voor 2 van de 8 mogelijkheden geleid tot verwerping van de nul-hypothese, dat scheuren geen invloed heeft (tabel 5). Juist bij deze percelen echter zijn belangrijke verschillen aanwezig in hoeveelheid dierlijke mest of tijdstip van bemesting (tabel 4). Deze bemesting kan met name in de afgelopen winterperiode in hoofdzaak verantwoordelijk worden gesteld voor de gemeten nitraatverschillen. Herhaling van het onderzoek zou moeten plaatsvinden op percelen met een identieke bemestings-situatie. Bovendien is de nitraatconcentratie van het ondiepe grondwater in belangrijke mate beïnvloed door de droge weersomstandigheden in de zomer van 1976.

7. SAMENVATTING

Door STEENVOORDEN en OOSTEROM (1977) is een onderzoek verricht naar de invloed van de bemesting bij rundveehouderijbedrijven op de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater. Hierbij is geconstateerd dat grote variatie in chemische samenstelling in het

grondwater kan voorkomen. Naar aanleiding hiervan is onderzoek verricht naar de invloed van het scheuren van grasland (om het opnieuw voor grasland in te kunnen zaaien) op de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater. Dit is alleen nagegaan voor de uitspoeling van nitraat stikstof. Alvorens dit onderzoek uit te voeren is nagegaan hoeveel monsters per perceel moeten worden getrokken, om een representatief beeld te krijgen. Bij het bepalen van deze zogenaamde monsternamerequentie is naast nitraat ook chloride, kalium, calcium, magnesium en de geleidbaarheid betrokken. Een verband is gevonden tussen de monsternamerequentie en de nauwkeurigheid van de analyseresultaten voor elk van de onderzochte verbindingen.

Het onderzoek naar het effect van scheuren van grasland is op grond van het onderzoek naar de monsternamerequentie, gebaseerd op 15 monsters per perceel.

Niet aangetoond is kunnen worden dat het scheuren van grasland inderdaad invloed heeft op de nitraatgehalten van het ondiepe grondwater. Gebleken is namelijk dat bemestingsinvloeden en met name het tijdstip van toediening van de bemesting storend op het onderzoek hebben gewerkt.

8. LITERATUUR

- GALAN, L. DE, 1969. Analytische spectrometrie, Agon Elsevier
p.89-103
- KOLENBRANDER, G.J. en DE LA LANDE CREMER, 1967. Stalmest en gier.
Waarde en mogelijkheden. Veenman, Wageningen
- _____ 1974. Efficiency of organic manure in increasing soil organic
matter content. Trans. 10th Int.Congr.Soil Sci. Moscow
- _____ 1975. Drainwateronderzoek. Instituut Bodemvruchtbaarheid.
Verslag van het onderzoek in de periode 1 jan. - 30 juni
- NEN (NEDERLANDS NORMALISATIE INSTITUUT). Onderzoeksmethoden voor
afvalwater. 1972 nr. 3235. Rijswijk
- STEENVOORDEN, J.H.A.M. en H.P. OOSTEROM, 1977. Chemische samenstel-
ling van het ondiepe grondwater bij rundveehouderijbedrijven.
Nota ICW 964, Wageningen
- WIJVEKATE, M.L., 1974. Verklarende statistiek. Aula boeken 39;250
pag. Het Spectrum N.V., Utrecht/Antwerpen

Analyseresultaten bedrijf I
 NO_3 in mg N.l^{-1}

Monsternummer	Perceel gescheurd in		
	1976	1975	1974
1	107	156	33
2	64	96	49
3	23	147	64
4	39	70	109
5	90	38	93
6	63	110	37
7	147	42	64
8	32	64	50
9	35	208	118
10	25	211	86
11	60	114	153
12	42	39	185
13	25	124	48
14	147	19	91
15	57	41	187
16	124	206	162
17	169	100	133
18	135	118	141
19	83	80	116
20	54	141	36
21	85	163	210
22	92	103	68
23	48	84	39
24	169	183	17

Bijlage II

Analyseresultaten bedrijf I

Cl in mg.l⁻¹

<u>Monsternummer</u>	<u>Perceel gescheurd in</u>		
	<u>1976</u>	<u>1975</u>	<u>1974</u>
1	157	149	69
2	48	39	42
3	26	86	76
4	40	31	54
5	66	27	58
6	35	118	30
7	40	56	19
8	21	58	14
9	24	177	80
10	16	96	57
11	33	47	52
12	27	56	177
13	11	75	30
14	57	28	66
15	33	56	83
16	57	107	98
17	80	86	91
18	88	100	86
19	31	106	89
20	43	165	17
21	45	166	121
22	34	66	36
23	28	79	13
24	127	148	6

Analyseresultaten bedrijf I

K in mg.l^{-1}

Monsternummer	Perceel gescheurd in		
	1976	1975	1974
1	51	0,6	2,8
2	2,0	13	7,7
3	2,1	7,0	3,6
4	33	15	0,2
5	32	3,0	39
6	15	0,4	1,3
7	18	12	24
8	8,3	0,8	3,1
9	5,0	4,7	26
10	8,5	29	25
11	9,2	8,4	11
12	53	4,8	3,5
13	3,1	124	30
14	17	5,3	26
15	3,1	6,3	57
16	5,4	2,5	47
17	2,2	2,1	71
18	33	0,6	41
19	14	3,2	20
20	13	2,8	12
21	4,1	2,2	24
22	1,4	13	40
23	13	40	19
24	26	4,7	14

Bijlage IV

Analyseresultaten bedrijf I
 Ca in mg.l⁻¹

<u>Monsternummer</u>	<u>Perceel gescheurd in</u>		
	<u>1976</u>	<u>1975</u>	<u>1974</u>
1	200	251	92
2	106	130	102
3	52	280	194
4	60	168	176
5	112	141	122
6	69	240	101
7	172	83	68
8	43	152	85
9	48	336	197
10	58	266	147
11	75	140	230
12	32	61	337
13	41	125	86
14	128	45	104
15	68	96	226
16	159	276	183
17	252	229	178
18	179	247	192
19	106	164	158
20	90	261	67
21	144	317	320
22	155	168	97
23	54	120	37
24	235	255	43

Analyseresultaten bedrijf I
Mg in mg.l^{-1}

<u>Monsternummer</u>	<u>Perceel gescheurd in</u>	
	<u>1976</u>	<u>1975</u>
1	47	26
2	12	8,6
3	2,6	17
4	8,6	18
5	17	14
6	9,8	14
7	23	9,9
8	9,0	14
9	11	23
10	6,2	21
11	7,8	13
12	6,6	5,4
13	3,1	13
14	17	4,7
15	6,5	8,6
16	9,0	26
17	11	13
18	24	18
19	17	10
20	12	18
21	15	21
22	5,6	21
23	15	19
24	35	23

Bijlage VI

Analyseresultaten bedrijf I

Electrisch geleidingsvermogen in $\mu\text{mho}\cdot\text{cm}^{-1}$ (25°C)

Monsternummer	Perceel gescheurd in		
	1976	1975	1974
1	2260	2360	860
2	1010	1300	1000
3	580	2360	1460
4	740	1500	1640
5	1030	1080	1240
6	820	2100	900
7	1070	980	840
8	620	1420	900
9	560	3000	1760
10	580	2600	1560
11	800	1600	1860
12	660	920	2780
13	480	1920	1020
14	1040	600	1300
15	800	1000	2240
16	1440	2680	2160
17	2040	1940	2100
18	1800	2080	1920
19	1180	1500	1680
20	980	2300	780
21	1280	2580	2920
22	1260	1700	1200
23	740	1400	580
24	2320	2460	560

De vereiste monsternamerequentie voor het schatten van het gemiddelde gehalte NO_3 , Cl, K, Ca, Mg en de gemiddelde geleidbaarheid bij verschillende nauwkeurigheidseisen en een betrouwbaarheid van 95%

Gehalte	a in % van \bar{x}	Perceel gescheurd in		
		1976	1975	1974
NO_3	10%	134	103	131
	20%	34	26	33
	30%	15	12	15
	40%	9	7	9
Cl	10%	195	104	162
	20%	49	26	41
	30%	22	12	19
	40%	13	7	11
K	10%	359	561	260
	20%	90	141	65
	30%	40	63	29
	40%	23	36	17
Ca	10%	131	73	111
	20%	33	19	28
	30%	15	9	13
	40%	9	5	7
Mg	10%	210	57	162
	20%	53	15	41
	30%	24	7	18
	40%	14	4	11
Geleid- baar- heid	10%	94	51	77
	20%	24	13	20
	30%	11	6	9
	40%	6	4	5

Bijlage VIII

Analyseresultaten bedrijf II

NO₃ in mg N.l⁻¹

<u>Monsternummer</u>	<u>Perceel gescheurd in</u>	
	<u>1971</u>	<u>1973</u>
1	174	128
2	187	176
3	180	122
4	160	270
5	167	259
6	180	135
7	147	144
8	135	74
9	135	153
10	95	80
11	2,7	210
12	124	104
13	117	97
14	221	56
15	137	47

Analyseresultaten bedrijf III

NO₃ in mg N.l⁻¹

<u>Monsternummer</u>	<u>Perceel gescheurd in</u>	
	<u>1973</u>	<u>1975</u>
1	59	48
2	74	61
3	140	144
4	137	89
5	21	71
6	43	32
7	95	115
8	144	73
9	38	63
10	13	75
11	2,2	104
12	80	83
13	35	75
14	16	80
15	81	88

Bijlage X

Analyseresultaten bedrijf IV

NO_3 in mg N.l^{-1}

<u>Monsternummer</u>	<u>Perceel gescheurd in</u>		
	<u>1969</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>
1	50	90	114
2	160	136	77
3	65	140	133
4	113	128	178
5	54	117	176
6	119	138	66
7	104	159	131
8	104	81	174
9	111	72	216
10	134	108	169
11	117	106	180
12	90	126	180
13	90	32	162
14	97	126	97
15	50	105	201