

BIBLIOTHEEK
STARRINGCENTRUM

**Effecten van milieumaatregelen op de nitraatuitspoeling in
grondwaterbeschermingsgebieden in Utrecht volgens het model
RENLEM**

**W.J.M. de Groot
M.J.D. Hack-ten Broeke
W.J.M. van der Voort**

Rapport 128

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1992



CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS

0000 0503 9884

31

+ g ket
1992-1993

REFERAAT

Groot, W.J.M. de, M.J.D. Hack-ten Broeke en W.J.M. van der Voort, 1992. *Effecten van milieumaatregelen op de nitraatuitspoeling in grondwaterbeschermingsgebieden in Utrecht volgens het model RENLEM*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 128. 77 blz.; 4 fig.; 22 tab.; 9 kaarten.

Het DLO-Staring Centrum heeft de milieumaatregelen van de provincie Utrecht om de nitraatuitspoeling in grondwaterbeschermingsgebieden te verminderen, geëvalueerd. In 1990 is in vijf grondwaterbeschermingsgebieden bodemgeografisch onderzoek op kaarten met schaal 1 : 10 000, uitgevoerd. Met het nitraatuitspoelingsmodel RENLEM zijn vervolgens voor de huidige situatie per bodem en bodemgebruik, en per gebied nitraatconcentraties van het ondiepe grondwater berekend. In Leersum en Beerschoten worden veel hogere nitraatconcentraties berekend dan in Groenekan. In Leersum en Beerschoten zijn nog verlagingen van de nitraatconcentraties mogelijk. Verlaging van de nitraatuitspoeling kan op een relatief gevoelige kaarteenheid alleen nog bereikt worden door vermindering van de stikstofaanvoer via beweiding en verlaging van de mestgift op maïsland. In naaldbossen in Leersum en Beerschoten worden zeer hoge nitraatconcentraties berekend als gevolg van stikstofdepositie. Deze stikstofbelasting belemmert de verlaging van de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie middels nieuwe milieumaatregelen op cultuurland.

Trefwoorden: grondwaterbeschermingsgebied, nitraatconcentratie, nitraatuitspoeling, milieumaatregelen, RENLEM

ISSN 0927-4499

©1992 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812; telex: 75230 VISI-NL

Het 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).

Het 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 veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het DLO-Staring Centrum.

Project 3681

[513MR/17.12]

INHOUD

	blz.
WOORD VOORAF	9
SAMENVATTING	11
1 INLEIDING	15
2 BODEMGEOGRAFISCHE INVENTARISATIE GRONDWATERBESCHERMINGSGEBIEDEN	17
2.1 Beschrijving grondwaterbeschermingsgebieden	17
2.2 Bodemgesteldheid	18
2.2.1 Bodemgeografisch onderzoek	18
2.2.2 Beschrijving bodemkaarten	20
2.2.2.1 Zandgronden	21
2.2.2.2 Moerige gronden	22
2.2.2.3 Veengronden	23
2.2.2.4 Toevoegingen	24
2.3 Bodemgebruik	24
2.4 Verdeling bodemgebruik over de bodemeenheden	25
3 BEMESTINGSSCENARIO'S	27
3.1 Scenario 1: huidig gebruik	27
3.2 Scenario 2: optimaal milieurendement	28
3.3 Scenario 3: stringent beleid	28
4 RENLEM	29
4.1 Modelconcept	29
4.2 Invoergegevens	31
4.3 Veranderingen in RENLEM	33
4.3.1 Wintergewas	33
4.3.2 Fractie van stikstof in gemaaid gras en turnover	33
4.3.3 Stikstof uit depositie	34
4.3.4 Stikstof uit beweiding	34
4.3.5 Differentiatie in neerslagoverschot en gewasopname	35
4.3.6 Mineralisatie van veengronden	36
4.3.7 Verificatie	37
5 RESULTATEN	39
5.1 Berekende nitraatconcentraties voor cultuurgronden	39
5.2 Berekende gemiddelde nitraatconcentraties per gebied	42
5.3 Vergelijking van berekende en gemeten nitraatconcentraties in natuurterreinen	43
5.4 Effect van veranderingen in de invoergegevens op de modelresultaten	44
5.5 Discussie	46

	blz.	
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	49
6.1	Conclusies	49
6.2	Aanbevelingen	49
LITERATUUR		51
AANHANGSELS		
1	Profielbeschrijvingen	55
2	Bodemkundige woordenlijst	69
3	Invoergegevens voor veengronden	75
4	Voorstel voor monitoring	77
FIGUREN		
1	Ligging van de grondwaterbeschermingsgebieden	17
2	Vereenvoudigd relatiediagram van RENLEM	30
3	Schematische weergave van de invloed van het vochtleverend vermogen op de gewasopname	36
4	Schematische weergave van de invloed van het vochtleverend vermogen op het neerslagoverschot	36
TABELLEN		
1	Grondwaterstanden Leersum	19
2	Grondwaterstanden Beerschoten	19
3	Codering en beschrijving van de zandgronden met een code voor het betreffende grondwaterbeschermingsgebied	22
4	Codering en beschrijving van de moerige gronden voorkomend in grondwaterbeschermingsgebied Groenekan	23
5	Codering en beschrijving van de veengronden voorkomend in grondwaterbeschermingsgebied Groenekan	23
6	Oppervlakte en procentuele verdeling van de verschillende bodemgebruiksoorten per grondwaterbeschermingsgebied	24
7	Procentuele verdeling van de kaartenheden per bodemgebruiksvorm en per grondwaterbeschermingsgebied.	26
8	Mestgift stikstof bij drie bemestingsscenario's	28
9	Processen in RENLEM	30
10	Massapercentages N en C, fracties minerale N en organische N en fractie makkelijk afbreekbare C in dierlijke mest	31
11	Depositiegegevens	32
12	Standaard invoergegevens voor RENLEM per bodemgebruik	32
13	Nitraatconcentratie in het ondiep grondwater van het grondwaterbeschermingsgebied Leersum; cultuurland	39
14	Nitraatconcentratie van het ondiep grondwater van het grondwaterbeschermingsgebied Lage Vuursche; cultuurland	39
15	Nitraatconcentratie van het grondwaterbeschermingsgebied Beerschoten; cultuurland	40
16	Nitraatconcentratie van het grondwaterbeschermingsgebied Groenekan; cultuurland	41

17 Gemiddelde nitraatconcentratie van drie grondwaterbeschermingsgebieden per scenario	42
18 Gemeten en berekende nitraatconcentraties van ondiep grondwater in natuurterreinen	44
19 Veranderingen in de N-balans als gevolg van veranderingen in invoergegevens voor grasland op een cHn53 (laarpodzolgrond) op Gt VII	45
20 Veranderingen in de N-balans als gevolg van veranderingen in invoergegevens voor maïsland op een cHn53 (laarpodzolgrond) op Gt VII	46
21 Nitraatconcentraties bij twee kaartschalen voor cultuurland in twee grondwaterbeschermingsgebieden	47
22 Voorstel monitoring systeem	77

KAARTEN

- 1 Grondwaterbeschermingsgebied Groenekan
 - 1a bodemkaart
 - 1b bodemgebruikkaart
 - 1c nitraatconcentraties
- 2 Grondwaterbeschermingsgebieden Beerschoten en Zeist
 - 2a bodemkaart
 - 2b bodemgebruikkaart
 - 2c nitraatconcentraties
- 3 Grondwaterbeschermingsgebieden Leersum en Lage Vuursche
 - 3a bodemkaart
 - 3b bodemgebruikkaart
 - 3c nitraatconcentraties

WOORD VOORAF

De provincie Utrecht heeft in grondwaterbeschermingsgebieden extra milieu-maatregelen genomen in aanvulling op de landelijke normen om de nitraatuitspoeling naar het grondwater te verminderen. Waterleidingbedrijven worden steeds meer geconfronteerd met verhoogde nitraatconcentraties in het opgepompte drinkwater. Middels mestbeperkingen probeert de provincie dit een halt toe te roepen. Aan het DLO-Staring Centrum is gevraagd onderzoek te doen naar de effecten van genomen maatregelen en van eventuele aanscherping van die maatregelen.

Het onderzoek bestaat uit drie fasen:

- 1 Bodemgeografische inventarisatie;
- 2 Modelberekening met RENLEM voor drie bemestingsscenario's;
- 3 Monitoring van nitraatbelasting op diverse locaties.

Dit rapport behandelt fasen 1 en 2, uitgevoerd in 1990-1991. De monitoring (fase 3) zal in 1992-1994 uitgevoerd worden.

Speciale dank gaat uit naar ir. W. de Vries, ir. C.A. van Diepen, ing. H. Rosing en ir. C.W.J. Roest (DLO-Staring Centrum) voor hun inhoudelijke bijdragen en commentaar.

Het onderzoek wordt begeleid door de Begeleidingscommissie mestgebruik grondwaterbeschermingsgebieden van Utrecht bestaande uit:

ing. J. Machielse (voorz.)	Bureau Bodembescherming, Provincie Utrecht;
drs. W. Haalboom (secr.)	Bureau Bodembescherming, Provincie Utrecht;
ing. H. Buining en ir. G.J.M. v.d. Wolfshaar	Gewestelijke raad voor het Landbouwschap;
ing. I. Oosting	Consulentschap voor Landbouw;
drs. R. van Oostenbruggen	Regionale Inspectie Volksgezondheid - Milieu;
ir. C.H. van Toor, en ir. D. Zelhorst	Bedrijfslaboratorium voor grond- en gewasonderzoek;
ir. W.P. Wadman	
en dr.ir. J. Neeteson	Instituut voor Bodemvruchtbaarheid;
ing. G.D.J. Doedens	Waterleiding Maatschappij Midden-Nederland N.V.;
mw. ir. M.E.G. Berghs	
en ing. E.L. Haarman	Informatie en Kenniscentrum Veehouderij, afdeling veehouderij en milieu.

SAMENVATTING

Het DLO-Staring Centrum heeft in 1990 en 1991 onderzoek gedaan naar de effecten van genomen milieumaatregelen in grondwaterbeschermingsgebieden in de provincie Utrecht en naar effecten van aanscherping van die maatregelen op de nitraatconcentratie van het ondiepe grondwater. Voor vijf grondwaterbeschermingsgebieden in Utrecht, Groenekan, Beerschoten, Leersum, Zeist en Lage Vuursche zijn daartoe berekeningen uitgevoerd met het aangepaste nitraatuitspoelingsmodel RENLEM. Als basis voor de berekeningen diende de bodemkundige informatie, zoals die in het veld geïnventariseerd is. Daarvoor is bodemgeografisch onderzoek met kaartschaal 1 : 10 000 uitgevoerd op cultuurland. Voor Groenekan is de bestaande bodemkaart gebruikt van het Landinrichtingsgebied Noorderpark (Scholten en Rutten, 1987). De bodemkaarten op kaartschaal 1 : 10 000 van het cultuurland van de verschillende grondwaterbeschermingsgebieden zijn op kleurenkaarten weergegeven. De kaarteenheden vormden samen met het bodemgebruik de rekeneenheden voor het model. In tweede instantie werd gevraagd naar effecten op de gemiddelde nitraatconcentratie voor het gehele grondwaterbeschermingsgebied inclusief natuurterreinen. Omdat de natuurterreinen niet op schaal 1 : 10 000 waren geïnventariseerd en omdat het alleen om de berekening van gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties ging, zijn selecties uit de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, van de gehele grondwaterbeschermingsgebieden gemaakt. De verouderde Gt-informatie van die kaart is voor dit doel bijgesteld. De bodemkundige informatie behorend bij de kaarteenheden op de verschillende bodemkaarten diende als invoer voor het model.

Met het nitraatuitspoelingsmodel RENLEM (Kragt en De Vries, 1987) is het voor de provincie Overijssel mogelijk gebleken om dergelijke maatregelen te evalueren (Kragt et al., 1990). De gemiddelde onzekerheid in de modeluitkomsten als gevolg van onzekerheden in de modelparameters bedroeg niet meer dan 25% en door het relatief grote areaal bos was de invloed van de atmosferische depositie op de gemiddelde nitraatconcentratie groot. Voor dit onderzoek zijn in het oorspronkelijke model enkele aanpassingen aangebracht. Deze aanpassingen betreffen de verbouw van een wintergewas, gewasopname van stikstof uit depositie en beweiding, de jaarlijkse turnover van grasland, netto-mineralisatie van veengronden en een differentiatie van gewasopname en neerslagoverschot in afhankelijkheid van het vochtleverend vermogen van de grond.

De huidige milieumaatregelen en twee scenario's met verder aangescherpte bemestingsnormen zijn vertaald naar drie bemestingsscenario's die met het model RENLEM zijn doorgerekend.

Scenario 1 (huidig gebruik)

De huidige verordening voor maïsteelt op zandgronden bestaat uit een maximale mestgift van 200 kg/ha minerale stikstof. Dit maximum wordt verminderd met de bodemvoorraad van de bouwvoor in het vroege voorjaar, een eventuele rijenbemesting en 20 kg N die vrij komt door mineralisatie van ondergeploegde winterrogge. De

boeren zijn verplicht na de maïs winterrogge in te zaaien. Bij grasland op zandgrond geldt volgens de huidige verordening als maximum minerale stikstofgift 400 kg/ha. Hierbij is de minerale stikstof uit dierlijke mest inbegrepen (excl. beweiding). In de praktijk is de stikstofbemesting vaak lager. Voor de berekening van het huidige gebruik is uitgegaan van het gemiddeld verbruik van bedrijven, die meedoen aan het Bemesting Advies Programma (BAP; SKMV, 1989) in het grondwaterbeschermingsgebied Groenekan. Hier bedroeg het minerale stikstofgebruik gemiddeld 290 kg/ha N. Er wordt bij een intensief veehouderijbedrijf uitgegaan van 3,5 gve/ha. Bij het huidige gebruik in Utrecht bleek de gemiddelde veedichtheid 3,0 gve/ha te zijn.

Scenario 2 (optimaal milieurendement)

Grasland wordt optimaal bemest door zode-injectie in plaats van bovengronds uitrijden van dierlijke mest en zomerstalvoeding, waardoor de stikstofverliezen bij beweiding beperkt worden. De mestgift wordt op grasland niet beperkt ten opzichte van scenario 1. Bij maïs wordt de maximale mestgift verlaagd tot 150 kg/ha N.

Scenario 3 (stringent beleid)

Scenario 3 geeft een verschuiving naar een stringent beleid met meer extensieve veehouderij: beperkte beweiding van 1,7 gve/ha. De dierlijke mestgift voor grasland wordt tot nul gereduceerd. Bij de maïsteelt wordt als bemesting uitsluitend 100 kg N kunstmest gebruikt. Met het model RENLEM zijn voor de vijf grondwaterbeschermingsgebieden en voor de drie scenario's gemiddelde nitraatconcentraties van het ondiepe grondwater per combinatie van bodem en bodemgebruik berekend. De berekende concentraties (bij kaartschaal 1 : 10 000) zijn in tabellen weergegeven. De informatie van scenario 1 is op kleurenkaarten weergegeven. De berekende gemiddelde concentraties (bij kaartschaal 1 : 50 000) van de grondwaterbeschermingsgebieden Leersum, Groenekan en Beerschoten zijn in een tabel weergegeven. Bij deze berekeningen zijn ook natuurterreinen meegenomen.

De berekende nitraatconcentraties bij de huidige maatregelen op cultuurland zijn in Groenekan het laagst. In de gebieden Leersum en Beerschoten worden bij scenario 1 veel hogere concentraties op cultuurland berekend, namelijk 5,5 en 4 keer zo hoog. In deze twee gebieden kunnen de nitraatconcentraties met nieuwe maatregelen op cultuurland (scenario 2) nog worden verlaagd (41% verlaging voor Leersum en 32% voor Beerschoten). Met scenario 3 wordt geen verdere verlaging of zelfs een lichte verhoging bereikt.

In de huidige situatie worden voor maïsland iets lagere nitraatconcentraties berekend dan voor grasland in tegenstelling tot de algemene verwachting, omdat maïs minder efficiënt met stikstof omgaat. Bij grasland wordt in de praktijk bij de nitraatbemesting nog geen rekening met de mest van weidend vee gehouden. De nitraataanvoer wordt daardoor wel sterk vergroot. RENLEM houdt daar rekening mee en berekent daarom iets hogere nitraatconcentraties dan voor maïsland.

De gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties zijn berekend door weging naar oppervlakte zonder rekening te houden met de grootte van het neerslagoverschot. De gebiedsgemiddelde concentraties van Leersum en Beerschoten zijn zo hoog, vooral door hoge berekende nitraatconcentraties onder naaldbossen. RENLEM berekent bij

de aanwezige depositie-niveaus hoge nitraatconcentraties onder naaldbossen. In de provincie Utrecht zijn nog niet zulke hoge waarden gevonden. Vermoedelijk vindt er onder naaldbos een hoge accumulatie van stikstof in de strooisellaag en de A-horizont plaats. Waarschijnlijk zal op langere termijn (bij evenwicht) de accumulatie van stikstof stagneren en kunnen alsnog hogere nitraatconcentraties onder naaldbossen gevonden worden. Het is daarom van groot belang dat de depositie van NH_3 en NO_x wordt teruggedrongen. Juist deze belasting beïnvloedt de mogelijkheden om in grondwaterbeschermingsgebieden met veel bos de gemiddelde nitraatconcentratie te verlagen met nieuwe milieumaatregelen op cultuurland.

Behalve de nitraatconcentraties van het ondiepe grondwater zijn ook hoeveelheden nitraatuitspoeling in kg/ha als onderdeel van de stikstofbalans berekend. Middels een uitgebreide balansstudie is een beter inzicht verkregen in effecten van veranderingen in de aanvoer van stikstof. Met deze balansstudie is de gevoeligheid voor nitraatuitspoeling bij nieuwe milieumaatregelen bepaald. De meest belangrijke N-balansposten zijn daartoe gepresenteerd voor een relatief gevoelige kaarteenheden. De nitraatuitspoeling bij grasland kan voornamelijk nog verminderd worden door de aanvoer van stikstof via beweiding te verlagen. Verlaging van de mestgiften heeft bij grasland niet veel effect meer, maar bij maïs nog wel.

In de derde fase van het onderzoek (monitoring in 1992-1994) zal blijken in hoeverre met het huidige provinciaal beleid de drinkwaternormen gehaald worden. Tevens kan met de verkregen meetwaarden een toetsing plaatsvinden van de resultaten van RENLEM. Tenslotte kan worden nagegaan in hoeverre het advies van de Commissie Stikstof over de veronderstelde relatie tussen minerale stikstof in de bodem in het najaar en de uitspoeling in de winterperiode al toegepast kan worden bij het provinciaal beleid.

1 INLEIDING

Om de effectiviteit van milieumaatregelen en de eventuele aanscherping daarvan te beoordelen heeft de Provincie Utrecht opdracht gegeven aan het DLO-Staring Centrum om met het model RENLEM (Kragt en De Vries, 1987) verkennende berekeningen uit te voeren. Al vele jaren worden waterleidingbedrijven in Nederland geconfronteerd met verhoogde nitraatconcentraties in het opgepompte drinkwater. In enkele gevallen wordt daarbij de EG-norm van 50 mg nitraat per liter reeds benaderd of overschreden. De verhoogde nitraatconcentraties worden voor een groot deel veroorzaakt door hoge bemesting in de landbouw. Het gebruik van dierlijke mest is door landelijke maatregelen reeds beperkt. De wettelijke bepalingen voor toelaatbare hoeveelheden mest zijn echter met name gebaseerd op het aanwezige fosfaat en niet op nitraat. De provincies kunnen, naast de landelijk vastgelegde mestbeperkingen, voor grondwaterbeschermingsgebieden aanvullende maatregelen nemen.

De provincie Utrecht heeft voor maïspcelen in grondwaterbeschermingsgebieden per 1 januari 1989 een verordening ingesteld, waarbij maximaal 200 kg/ha N effectief toegediend mag worden. Hierbij moet rekening worden gehouden met de aanwezige bodemvoorraad. Tevens is het verplicht na de maïs winterrogge in te zaaien. Voor graslandpercelen is een soortgelijke verordening ingegaan op 1 januari 1990. De maximale bemesting bedraagt op grasland 400 kg/ha N (effectief). Als er in een grondwaterbeschermingsgebied dierlijke mest overblijft, wordt deze afgevoerd naar elders.

Het model RENLEM berekent bij een gegeven bemestingsscenario gemiddelde nitraatconcentraties in het freatisch grondwater voor een gemiddeld hydrologisch jaar in de zomer- en winterperiode voor zandgronden (lange termijn-voorspelling). In dit rapport zijn de uitkomsten van berekeningen voor drie scenario's en vijf grondwaterbeschermingsgebieden weergegeven waarvan bodemeenheid, grondwatertrap en bodemgebruik bekend zijn. Behalve de berekende nitraatconcentratie van het ondiepe grondwater in de winterperiode is de berekende nitraatuitspoeling (kg/ha N) een belangrijke uitkomst van het model RENLEM. Middels gevoeligheidsanalyse kan een beter inzicht worden verkregen in effecten van veranderingen in de aanvoer van stikstof. Hiermee kan snel worden nagegaan welke invloed nieuwe milieumaatregelen hebben. Er is daarom ook een studie uitgevoerd, waarbij verschillende balansposten voor de aanvoer van stikstof zijn gevarieerd bij een relatief gevoelige kaartenheid.

In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt de bodemkundige inventarisatie behandeld. Met deze inventarisatie zijn de gegevens verzameld, die nodig zijn als invoer voor de modelberekeningen. Hoofdstuk 3 beschrijft de bemestingsscenario's waarvoor met het model RENLEM berekeningen zijn uitgevoerd. Hoofdstuk 4 beschrijft het model RENLEM met daarbij de aanpassingen voor de Utrechtse situatie. In hoofdstuk 5 volgen de uitkomsten van de modelberekeningen, die we in tabellen en op kaarten hebben weergegeven. Daarna volgt discussie. In hoofdstuk 6 volgen conclusies en voorstellen voor verder onderzoek, waaronder monitoring (derde fase).

2 BODEMGEOGRAFISCHE INVENTARISATIE GRONDWATER-BESCHERMINGSGBIEDEN

2.1 Beschrijving grondwaterbeschermingsgebieden

De ligging van de vijf grondwaterbeschermingsgebieden Leersum, Beerschoten, Zeist, Groenekam en Lage Vuursche in de provincie Utrecht is weergegeven in figuur 1.

Provincie Utrecht

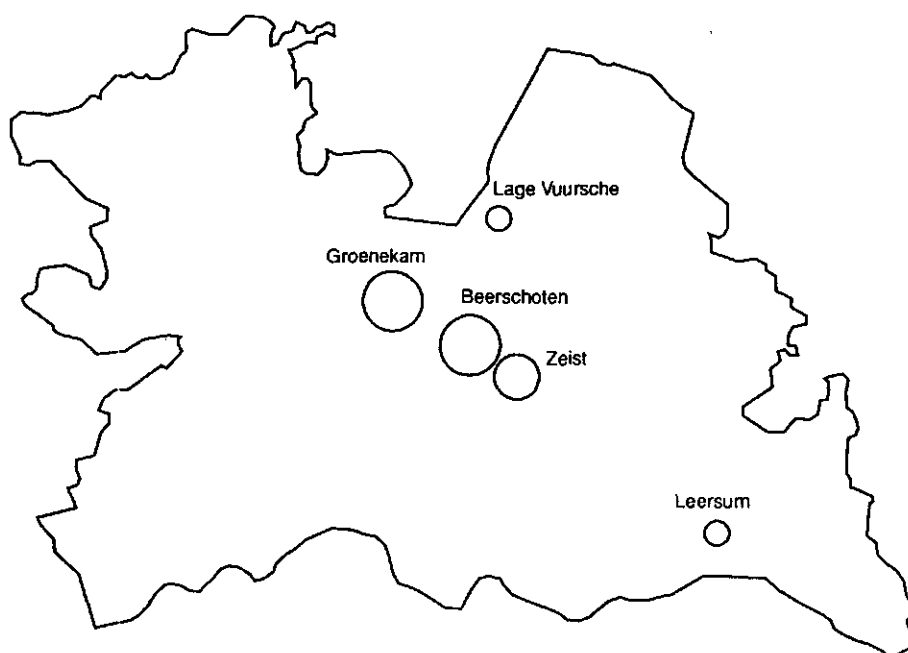


Fig. 1 Ligging van de grondwaterbeschermingsgebieden

Het grondwaterbeschermingsgebied Leersum ligt ten noorden van de Utrechtse Straatweg tussen Leersum en Amerongen. Het gebied ligt op de zuid-westhelling van de Utrechtse Heuvelrug. Het meest noordelijke gedeelte ligt op 30 m +NAP en het meest zuidelijke gedeelte op 9 m +NAP. De noordelijke helft bestaat geheel uit naaldbos. De zuidelijke helft bestaat globaal voor tweederde uit maïsland en eenderde uit grasland.

Het grondwaterbeschermingsgebied Beerschoten ligt ten oosten van De Bilt. Dit gebied ligt eveneens op de zuid-westhelling van de Utrechtse Heuvelrug. Het meest zuidelijke gedeelte ligt op 2 m +NAP en het hoogste gedeelte in het noordoosten ligt op ongeveer 10 m +NAP op een stuifduin. Landschappelijk grenst het parklandschap van Beerschoten aan het rivierenlandschap van de Kromme Rijn. Het grootste deel van het grondwaterbeschermingsgebied bestaat uit naald- en loofbos. Her en der verspreid in de bossen bevinden zich weilanden en af en toe een stuk maïsland. Het hele gebied watert via enkele beken op de Kromme Rijn af.

In grondwaterbeschermingsgebied Zeist, dat in het oosten aan Beerschoten grenst, liggen slechts enkele percelen cultuurland. Het zijn drie maïspcelen rond Huize Dijnseburg. Alleen deze percelen zijn in dit onderzoek betrokken. Omdat ze zo dicht bij Beerschoten liggen, zijn ze ook steeds gezamenlijk op kaarten weergegeven.

Groenekan ligt op de overgang van het zandgebied van de Utrechtse Heuvelrug naar de Utrechtse veenweidegebieden. Het ligt ten noorden van de stad Utrecht en is een vrij nat gebied, met grondwaterstanden die niet dieper dan 2 m - mv. wegzakken. Het bodemgebruik is voornamelijk grasland.

Het grondwaterbeschermingsgebied Lage Vuursche ligt ten noorden van de plaats Lage Vuursche op de Utrechtse Heuvelrug. Van dit gebied is bij het onderzoek alleen het grasland betrokken.

2.2 Bodemgesteldheid

2.2.1 Bodemgeografisch onderzoek

Voor de grondwaterbeschermingsgebieden is een bodemgeografische inventarisatie uitgevoerd op kaartschaal 1 : 10 000. Er zijn per hectare gemiddeld 1 à 2 boringen uitgevoerd tot 1,20 m - mv. en indien mogelijk per gebied enkele boringen tot het grondwater. Bij de boringen zijn profielbeschrijvingen gemaakt. Hierbij zijn horizontdikten en schattingen van textuur en organische-stofgehalte beschreven.

Bij een aantal boringen zijn grondmonsters genomen, die in het laboratorium zijn onderzocht op organische-stofgehalte en pH-H₂O. Het organische-stofgehalte is bepaald volgens de gloeiverliesmethode. De pH-H₂O hebben we vastgesteld door een klein volume grond te schudden met gedestilleerd water en daarna te meten met een digitale pH-meter.

Op twee plaatsen in grondwaterbeschermingsgebied Leersum zijn profielkuilen gegraven waarin ringmonsters van 100 ml van de verschillende horizonten zijn genomen. Van deze ringmonsters hebben we de bulkdichtheid, het organische-stofgehalte en de pH-H₂O bepaald. Van alle andere bodemeenheden in de verschillende grondwaterbeschermingsgebieden op de Utrechtse Heuvelrug zijn de bulkdichtheden, pH en organische-stofgehalte geschat op basis van analyses van deze en andere referentiemonsters (Stichting voor Bodemkartering, 1965; 1966; 1973; Scholten en Rutten, 1987).

Van elk profiel is de bodem geclassificeerd volgens het Nederlandse classificatiesysteem (De Bakker en Schelling, 1989). De bodem- en bodemgebruiksgrenzen zijn op veldkaarten op schaal 1 : 5 000 ingetekend. De veldkaarten zijn verkleind naar schaal 1 : 10 000 en deze informatie is daarna digitaal opgeslagen voor geautomatiseerde bewerkingen.

Van elk bodemprofiel zijn middels al dan niet aanwezige hydromorfe kenmerken en kennis van de omgeving gemiddelde grondwaterstandsfluctuaties geschat. Ook zijn

op vijf plaatsen grondwaterstandsbuizen geplaatst om inzicht te verkrijgen in het verloop van de grondwaterstand. Door de waterstanden van deze buizen te vergelijken met waterstanden van buizen, die jaren achtereen zijn opgemeten, is de grondwaterstandsfluctuatie bepaald. Als referentie zijn de grondwaterstandsgegevens (1981-1989) van de ondiepste buizen van putten van de WMN (Waterleidingmaatschappij Midden Nederland) gebruikt. In tabel 1 en tabel 2 zijn voor de grondwaterbeschermingsgebieden Leersum en Beerschoten gegevens van deze ondiepe referentiebuizen van de WMN (1981-1989) en die van de extra geplaatste buizen van het SC-DLO (1990) weergegeven. De verschillen tussen hoogste en laagste grondwaterstand voor de SC-DLO-buizen zijn zeer gering vanwege de korte meetperiode.

Tabel 1 Grondwaterstanden Leersum

Buisnr	Maaiveld (m +NAP)	Filterdiepte (m - mv.)	Hoogste stand (m - mv.)	Laagste stand (m - mv.)	Hoogste stand (m + NAP)
WMN (1981-1989)					
LE22	8,7	20-21	3,14	3,64	5,56
LE24	9,3	28-29	3,75	4,25	5,55
LE12	14,0	43-44	7,87	8,76	6,13
LE25	16,3	13-14	10,81	11,38	5,49
LE9	29,8	31-33	23,42	24,29	6,38
LE11	31,6	37-39	26,33	25,21	5,27
SC-DLO (1990)					
LM1	8-9	3-4	3,46	3,59	-
LG1	8-9	2-3	2,85	3,00	-

Tabel 2 Grondwaterstanden Beerschoten

buisnr.	maaiveld (m + NAP)	filterdiepte (m - mv.)	hoogste stand (m - mv.)	laagste stand (m - mv.)
WMN:				
L29	4,70	-	2,55	2,99
L28	4,63	-	2,16	3,39
69	4,10	-	2,07	3,37
L83	3,65	-	1,50	2,81
L92	2,54	-	1,11	2,18
L93	4,37	-	2,05	3,28
L91	2,50	-	0,58	1,50
110	2,60	-	0,62	1,64
115	3,30	-	0,98	2,31
118	3,25	-	1,24	2,15
120	3,60	-	1,50	2,25
127	3,20	-	1,24	2,17
422	3,82	-	1,77	2,72
423	4,54	-	1,61	3,25
L84	3,48	-	1,43	2,71
SC-DLO:				
BM3	5,0	2-3	2,78	2,97
BM2	3,9	2-3	2,54	2,65
BG1	2,5	1-2	1,21	1,29

De grondwaterstanden in het hoger gelegen gedeelte van Leersum zijn dieper dan in de lagere gedeelten. Het is opvallend dat de hoogste grondwaterstanden overall ongeveer 6 m +NAP liggen en nauwelijks door de maaiveldshoogte worden beïnvloed. In Beerschoten variëren de grondwaterstanden globaal tussen 0,5 en 3,5 m - mv. Voor de grondwatertrappenindeling zijn diepere grondwaterstanden dan 1,8 m - mv., zoals die in Leersum en Beerschoten veel voorkomen, niet meer van belang. Alle gronden met gemiddeld hoogste grondwaterstanden dieper dan 1,8 m - mv. behoren tot Gt VIII.

Voor de nitraatuitspoeling naar het ondiepe grondwater rekent het model RENLEM met invoer per grondwatertrap, maar voor gronden met Gt VIII maakt het onderscheid in gronden met grondwaterstandsfluctuaties globaal tussen 2 en 3 m - mv. en die tussen 5 en 6 m - mv. Gronden waarbij grondwaterstanden dieper dan 6 m - mv. gemeten worden, worden ook tot de laatste categorie gerekend. Van het grondwaterbeschermingsgebied Groenekan waren de bodemkundige gegevens reeds verzameld voor het Landinrichtingsproject Noorderpark (Scholten en Rutten, 1987). Uit het digitale bestand van deze bodemkaart is een selectie van Groenekan gemaakt. De profielbeschrijvingen van de kaartenheden in Groenekan zijn ontleend aan de in het betreffende rapport beschreven profielschetsen. Het ontbrak in die beschrijvingen aan pH-gegevens. Voor deze informatie is gebruik gemaakt van bodemvruchtbaarheidgegevens van het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek.

Van de grondwaterbeschermingsgebieden Beerschoten en Leersum is bodemkundige informatie op schaal 1 : 50 000 gebruikt om de gemiddelde nitraatconcentratie van het gehele gebied (inclusief de bossen) te kunnen berekenen. Bij de bodemkartering, schaal 1 : 10 000, is alleen het cultuurland onderzocht. Uit de digitale bestanden van de Bodemkaart van Nederland, 1 : 50 000, zijn daartoe van de kaartbladen 32 West Bodemkaart, 1966) en 39 West (Bodemkaart, 1973) selecties van de betreffende gebieden gemaakt. Tijdens de bodemkundige inventarisatie bleek de informatie over het grondwater van de Bodemkaart van Nederland 1 : 50 000 grotendeels verouderd. De grondwaterstandsfluctuatie is daarom zoveel mogelijk aangepast aan de actuele toestand. Het bodemgebruik van niet-cultuurland is van de topografische kaart van Nederland 1 : 25 000 (Topografische Dienst, 1979) overgenomen.

2.2.2 Beschrijving bodemkaarten

Alle bodemeenheden die op de bodemkaarten, schaal 1 : 10 000, staan vermeld, zijn hier met codering en korte omschrijving vermeld. In aanhangsel 1 staan profielbeschrijvingen van deze eenheden vermeld, zoals ze gebruikt zijn voor de modelberekeningen. Voor de bodemkundige informatie van de bodemkaart van Nederland, 1 : 50 000, wordt verwezen naar de betreffende toelichtingen van deze bodemkaart. Een woordenlijst met bodemkundige termen is bijgevoegd in aanhangsel 2.

2.2.2.1 Zandgronden

Humuspodzolgronden [H]

De humuspodzolgronden hebben een duidelijke podzol-B horizont, een inspoelingslaag, waarin organische stof al dan niet tesamen met aluminium en ijzer is ingespoeld. Humuspodzolgronden komen zowel met als zonder ijzerhuidjes op de zandkorrels onder de B-horizont voor. In het eerste geval zijn ze buiten de invloed van het grondwater gevormd en worden de gronden benoemd als haar- of kamppodzolgronden. Haarpodzolgronden hebben geen of een dunne minerale eerdlaag; kamppodzolgronden hebben een matig dikke minerale eerdlaag. Wanneer geen ijzerhuidjes om de zandkorrels onder de B-horizont worden aangetroffen, heeft de grondwaterstandsfluctuatie de bodemvorming mede beïnvloed, waardoor het ijzer geheel verdwenen is of zich nog deels in de fluctuatiezone van het grondwater als roestvlekken bevindt. De veldpodzolgronden en de laarpodzolgronden behoren hiertoe. Het verschil tussen deze twee humuspodzolgronden berust ook op een dunne of matig dikke minerale eerdlaag. De uitgegraven podzolgronden zijn veldpodzolgronden waar strooizand voor de stal gewonnen is. De bovengrond is daar vaak opzij gezet en de B- en BC-horizont zijn weggegraven. Ze zijn nu dus niet meer als podzolgronden te herkennen.

Moderpodzolgronden [Y]

De podzol-B in deze gronden is ontwikkeld onder relatief rijkere omstandigheden dan van droge humuspodzolgronden. Het moedermateriaal is rijker. Mede hierdoor is het relatief rijkere moderhumus in de bovengrond gevormd. De uitspoeling van dit materiaal en podzolering gaat veel geleidelijker, waardoor de kenmerkende horizonten er ook anders uit zien.

Eerdgronden [Z]

Tot de eerdgronden worden die zandgronden gerekend, waarbij geen podzol-B in het profiel aanwezig is en/of de dikte van de minerale eerdlaag groter dan 50 cm is. De enkeerdgronden hebben een minerale eerdlaag dikker dan 50 cm. Wanneer geen of een vage podzol-B aanwezig is, kan dit veroorzaakt zijn door de natte omstandigheden. Hiertoe behoren de gooreerdgronden en de bekeerdgronden. Bij de bekeerdgronden beginnen de hydromorfe kenmerken (roestvlekken) binnen 35 cm en bij de gooreerdgronden dieper.

Tabel 3 Codering en beschrijving van de zandgronden met een code voor het betreffende grondwaterbeschermingsgebied

Zandgronden	Textuur	Dikte van de humushoudende bovengrond (cm)	Code	Gebied*
Kamppodzolgronden	zwaklemig/ matig fijn zand	30- 50	cHd53	5
Veldpodzolgronden	zwaklemig/ zeer fijn zand	0- 30	Hn33	2
Laarpodzolgronden	zwaklemig/ matig fijn zand	0- 30	Hn53	1
	zwaklemig/ zeer fijn stand	30- 50	cHn33	2
Laarpodzolgronden	zwaklemig/ matig fijn zand	30- 50	cHn53	1
	zandig toemaakdek	30- 50	ozcHn	1
Uitgegraven podzolgronden	zandig toemaakdek	20- 50	uHn53	1
Holtpodzolgronden	zwaklemig/ matig fijn zand	0- 30	Y53	3, 5
Loopodzolgronden	zwaklemig/ matig fijn zand	30- 50	cY53	3, 5
Enkeerdgronden	zwaklemig/ zeer fijn zand	50-100	zEZ33	2, 3
	zwaklemig/ matig fijn zand	50-100	zEZ53	3, 4
Enkeerdgronden	sterk lemig/ zeer fijn zand	50-100	zEZ55	3
Gooreerdgronden	zwaklemig/ matig fijn zand	30- 50	cZn33	2
	matig fijn zand	0- 30	pZn33	2
Gooreerdgronden	zandig toemaakdek	30- 50	ozcZn	1
Beekeerdgronden	sterklemig/ zeer fijn zand	0- 30	pZg35	2

*Gebied: 1=Groenekan, 2=Beerschoten, 3=Leersum, 4=Lage Vuursche, 5=Zeist.

2.2.2.2 Moerige gronden

Moerige gronden zijn gronden met een moerige laag (>15% organische stof in zandgronden van maximaal 40 cm). Het zijn gronden met een zandondergrond, waarin een podzol-B ontwikkeld kan zijn.

Moerige podzolgronden [..p]

Dit zijn gronden met een moerige bovengrond of een moerige tussenlaag en een duidelijke humuspodzol-B horizont daaronder. Dampodzolgronden hebben daarbij een minerale eerdlaag als bovengrond. Bij moerpodzolgronden ontbreekt die eerdlaag.

Moerige eerdgronden [..z]

Bij moerige eerdgronden komt eveneens een moerige bovengrond of tussenlaag voor. De moerige eerdgronden hebben in de zandondergrond geen duidelijke podzol-B horizont.

Tabel 4 Codering en beschrijving van de moerige gronden voorkomend in grondwaterbeschermingsgebied Groenekan

Moerige gronden	Lutumgehalte toemaakdek (%)	Code
Dampodzolgronden met toemaakdek	5- 8	ozWp
Dampodzolgronden met toemaakdek	8-25	opWp
Moerpodzolgronden zonder toemaakdek	-	vWp
Broekeerdgronden met toemaakdek	5- 8	ozWz
Broekeerdgronden met toemaakdek	8-25	opWz

2.2.2.3 Veengronden

Veengronden zijn gronden, die binnen 80 cm voor minimaal 40 cm uit moerig materiaal bestaan. Het kunnen gronden zijn, waarbij een moerige eerdlaag voorkomt (eerdveengronden) of waar die ontbreekt (rauwveengronden).

Eerdveengronden

Dit zijn gronden met een moerige eerdlaag in de bovengrond. De gronden met een code "o" ervoor hebben een toemaakdek. Dat wil zeggen, dat door op het land brengen van een mengsel van zandige stalmest en bagger (de toemaak) de bovengrond verrijkt en verstevigd is ten opzichte van de oude situatie. De koopveengronden behoren tot de eerdveengronden.

Rauwveengronden

Tot de rauwveengronden behoren vlietveengronden en weideveengronden.

De vlietveengronden hebben een minder dan 20 cm dikke, gerijpte bovengrond van verweerd moerig materiaal. De weideveengronden hebben een minerale eerdlaag in de bovengrond.

Tabel 5 Codering en beschrijving van de veengronden voorkomend in grondwaterbeschermingsgebied Groenekan

Veengronden	Ondergrond [code]	Code
Koopveengronden, zavelig toemaakdek	zand [....z]	ohVz
Vlietveengronden zonder toemaakdek	podzol [....p]	Vop
Weideveengronden, zavelig toemaakdek	zand [....z]	opVz
Weideveengronden, zavelig toemaakdek	podzol [....p]	opVp

2.2.2.4 Toevoegingen

Verschillende gronden zijn verwerkt. Voor de diverse manieren waarop de verwerking is uitgevoerd worden aparte toevoegingen bij de kaartcode aangegeven. Op de Utrechtse Heuvelrug komt hier en daar ook veel grind in het bodemprofiel voor. Daarvoor zijn twee toevoegingen afhankelijk van de begindiepte.

- ...F Vergraven (door diepe grondbewerking);
- ...G Afgegraven;
- ...H Opgehoogd;

- g... Grind ondieper dan 40 cm - mv. beginnend;
- ...g Grind dieper dan 40 cm - mv. beginnend.

2.3 Bodemgebruik

Het bodemgebruik van de percelen op cultuurland is door de provincie Utrecht op kaarten met schaal 1 : 10 000 aangeleverd. Tijdens het bodemgeografisch onderzoek hebben we hierin nog enig detail aangebracht. Van het gebied, dat niet als cultuurland in gebruik is, hebben we het bodemgebruik van de meest recente topografische kaarten schaal 1 : 25 000 overgenomen. Dit betreft blad 32C (Topografische Dienst, 1989) en blad 39B (Topografische Dienst, 1985). In tabel 6 hebben we per grondwaterbeschermingsgebied de oppervlakte en de procentuele verdeling van de verschillende bodemgebruiksoorten weergegeven.

Tabel 6 De oppervlakte (afgerond op hele hectares) en de procentuele verdeling van de verschillende bodemgebruiksoorten per grondwaterbeschermingsgebied

Gebied	Totaal		Grasland		Maïs		Naaldbos		Loofbos		Heide		Overig	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Leersum	91	100	9	10	16	16	55	60					11	12
Lage Vuursche	36	100	5	14										
Beerschoten	614	100	61	10	30	5	310	50	105	17	47	8	61	10
Zeist	425	100	4	1										
Groenekan	512	100	377	74	5	1			11	2			119	23

Alleen van Groenekan, Beerschoten en Leersum hebben we het bodemgebruik van het hele gebied weergegeven, omdat daarvoor ook berekeningen van gebiedsgemiddelden zijn uitgevoerd. Van Lage Vuursche en Zeist is alleen het bodemgebruik van de percelen, waarvoor ook een bodemkundige inventarisatie is uitgevoerd, weergegeven. Het valt op, dat Leersum en Beerschoten gebieden zijn met van het cultuurland de grootste oppervlakte maïsland, terwijl Groenekan voornamelijk uit grasland bestaat. Het "overige gebied" vormt het gedeelte, waar geen van de in het model RENLEM onderscheiden bodemgebruiksoorten aan toegerekend kunnen worden, zoals bebouwing, wegen, water en tuinbouwkassen. Een paar bouwland-

percelen, waar in 1990 geen snijmaïs verbouwd werd, zijn toch tot maïsland gerekend. Voor ander bouwland (rogge en aardappelen) zijn geen andere bemestingsscenario's opgesteld. Deze percelen zijn in de praktijk ook dikwijls als maïsland in gebruik.

2.4 Verdeling bodemgebruik over de bodemeenheden

Met het model RENLEM worden berekeningen uitgevoerd voor combinaties van bodemeenheid en bodemgebruik. Bepaalde bodemgebruiksoorten zijn in de praktijk vaak sterk gekoppeld met de bodemgesteldheid. In hoeverre dat in de verschillende grondwaterbeschermingsgebieden in Utrecht ook het geval is, is te zien in tabel 7. Hierbij is van het gebied de procentuele verdeling van alle combinaties van bodemeenheid, Gt en bodemgebruik aangegeven. Voor de bodemeenheden van Beerschoten en Leersum zijn die van de bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 genomen, omdat op die schaal voor het gehele gebied de bodemgesteldheid bekend is. Van het gebied Groenekan hebben we voor de vereenvoudiging bodemeenheden samengevat, die veel overeenkomst vertonen.

Het valt op dat grasland meestal voorkomt op de natte Gt's (II t/m V). In Leersum, Beerschoten en Lage Vuursche komt echter ook grasland voor op droge Gt's. Dit heeft uiteraard te maken met de relatieve keuzemogelijkheden, die de bedrijven in deze gebieden hebben. Het maïsland komt per gebied steeds op drogere delen van het cultuurland voor. De natuurterreinen in Beerschoten en Leersum liggen op de allerdroogste gedeelten (in stuifzandgebieden en op de Utrechtse heuvelrug). De natuurterreinen in Groenekan liggen verspreid over natte en droge delen.

Tabel 7 Procentuele verdeling van de bodemeenheden met Gt per bodemgebruiksvorm en per grondwaterbeschermingsgebied

Bodemeenheid met Gt	Totaal	Grasland	Mais	Naaldbos	Loofbos	Heide	Overig
Leersum:							
Y30-VIII	55	1		54			
cY30-VIII	31	9	16	6			
overig	14						14
totaal	100	10	16	60			14
Lage Vuursche:							
zEZ55-VIII	14	14					
overig	86						86
totaal	100	14					86
Beerschoten:							
EZg21-VI	3	2			1		
Zd21-VIII	64	1	1	48	6	8	
cHn21-VIII	4		1	1	2		
pZn21-VII	1	1					
pZn21-VIII	5	1	3	<1	<1		
pZn30-VII					<1		
zEZ21-VIII	14	5	1	1	7		
overig	10						10
totaal	100	10	5	51	17	8	10
Zeist:							
cHd53-VIII			<1				
Y53-VIII			<1				
cY53-VIII			<1				
overig	99						
totaal	100		1				99
Groenekan:							
Hn53-IV/VI	1	1					
Vop-I	1				<1		
cHn-III*	1	1					
cHn-IV	8	8					
cHn-VI/VII	5	5	1				
ohVz-II*	8	8					
ohVz-IV	1	1					
opVp-II*	1	1					
opVz-II*	7	7					
opWp-II*/III*	2	2					
opWz-III*	3	3					
ozWp-II*/III*	9	9			<1		
ozWz-II*/III*	12	12					
ozWz-IV	1	1					
zcHn-III*	2	2					
ozcHn-IV/VI	8	8					
ozcZn-III*	3	3					
uHn53-III*/IV	2	2					
vWp	1	<1			1		
overig	24						2
totaal	100	74	1		2		23

3 BEMESTINGSSCENARIO'S

Voor de grondwaterbeschermingsgebieden op zandgronden heeft de provincie Utrecht verordeningen ingesteld om het mestgebruik in vergelijking met de landelijk geldende normen nog verder terug te dringen. Uitgangspunt voor de eerste fase van het provinciaal beleid in Utrecht is om een landbouwkundig optimale gewasproductie te behouden met een uitbreiding op de landelijke regelgeving (op basis van fosfaatnormering) naar stikstofnormen. Voor de drinkwaterkwaliteit in grondwaterbeschermingsgebieden is nitraat het meest belangrijk. In de volgende fasen wordt het behalen van de drinkwaternorm voor nitraat nagestreefd. In deze studie zijn drie scenario's doorgerekend.

3.1 Scenario 1: huidig gebruik

Bemestingsscenario 1 komt overeen met de eerste fase van het provinciaal beleid met een bijstelling naar het huidig gebruik. Op maïsland geldt daarbij een (maximale) stikstofbemesting van 200 kg/ha minerale stikstof. Volgens bestaande inzichten kan met deze mestgift de maïs een landbouwkundig optimale opbrengst halen. Per perceel worden in maart grondmonsters van de bovenste 30 cm genomen. Deze monsters worden onderzocht op minerale stikstof en zo wordt de bodemvoorraad vastgesteld. Vervolgens wordt door het Bedrijflaboratorium voor Bodem en Gewasonderzoek te Oosterbeek een bemestingsadvies uitgebracht, waarbij tevens rekening gehouden wordt met een rijenbemesting van 30 kg stikstof en mineralisatie van 20 kg stikstof uit de ondergeploegde winterrogge. Bedraagt de bodemvoorraad bijvoorbeeld 10 kg minerale stikstof dan kan nog $200-10-20-30 = 140$ kg minerale stikstof uit bijvoorbeeld rundveedrijfmest worden uitgereden. Bij de bemesting wordt daarbij alleen rekening gehouden met het direct beschikbare minerale deel van de aanwezige stikstof ("=effectieve stikstof") (Koch, 1988). Dat is gemiddeld 50% van de totaal in rundveedrijfmest aanwezige stikstof.

Op grasland wordt uitgegaan van een landbouwkundig optimale bemesting, die bij 3,5 grootvee-eenheden per hectare (gve/ha) 400 kg minerale stikstof bedraagt. Dit geldt dus op intensieve bedrijven. Bedrijven op zandgronden nemen deel aan het zogenaamde Bemestings-adviesprogramma (BAP; SKMV, 1989). Hierbij is het bedrijf verplicht een mestboekhouding bij te houden. Aan de hand van het bemestingsadvies van het BAP kan het bedrijf de mest zo efficiënt mogelijk aan wenden. Mestoverschotten worden naar elders getransporteerd. Het tijdstip van uitrijden van de dierlijke mest is ook aan enkele regels gebonden. Behalve de landelijke regelgeving geldt een verbod voor bemesting met kunstmest na 1 augustus en zodebemesting na 15 september. Het huidig gebruik van mest bedroeg in 1990 gemiddeld 290 kg/ha minerale stikstof bij een veebezetting van 3 gve/ha. Van deze 290 kg/ha werd gemiddelde 242 kg/ha toegediend in de vorm van kunstmest en de rest als rundveedrijfmest. Om effecten van de huidige milieumaatregelen te evalueren zijn berekeningen voor dit huidige gebruik uitgevoerd.

Om alvast een indruk te krijgen van de effecten van milieumaatregelen, die in een tweede fase van het provinciaal beleid nodig zouden kunnen zijn om het nitraatgehalte

van het ondiepe grondwater verder te verlagen, zijn nog twee bemestingsscenario's doorgerekend.

3.2 Scenario 2: optimaal milieurendement

Bij scenario 2 is uitgegaan van een verlaging van de minerale stikstofbemesting op maïsland naar 150 kg (91 kg uit dierlijke mest). Die 150 kg N is volgens de nieuwe inzichten de bemesting, waarbij maïs de stikstof optimaal benut. Dit geldt met name op maïspcelen, die al jaren als zodanig in gebruik zijn en die een gemiddeld opbrengend vermogen hebben.

Voor grasland verandert er niets in de mestgift. De bemesting van de huidige situatie (290 kg/ha minerale stikstof) blijft gehandhaafd. Wel wordt er gestreefd naar een maximaal milieurendement. Dit gebeurt door emissie-arme bemestingstechnieken (zode-injectie) en beperkt weiden (zomerstalvoeding). Met dit scenario kan worden nagegaan hoe groot het effect van enige verlaging van de bemesting bij maïs en verbetering van de stikstofbenutting bij grasland op de nitraatuitspoeling is.

3.3 Scenario 3: stringent beleid

Scenario 3 is de variant voor stringent beleid. Voor grasland wordt dan een sterke extensivering voorgesteld en voor maïsland wordt dan nog uitsluitend kunstmest-stikstof gebruikt om de nawerking van een dierlijke mestgift te elimineren. In tabel 8 is voor de verschillende scenario's de bemesting voor gras- en maïsland weergegeven. Met deze waarden zijn ook de berekeningen met RENLEM uitgevoerd. De rundveedrijfmestgift mag volgens de mestverordeningen vervangen worden door andere dierlijke mestsoorten of door kunstmest. In het geval van kunstmest is de totale stikstofgift echter lager dan met dierlijke mest, omdat er geen organisch gebonden stikstof in aanwezig is. De bemesting door beweiding is niet in de verordening voor mestgebruik in de huidige situatie meegenomen. Toch komt op die manier een vrij grote hoeveelheid stikstof op het land terecht. In scenario 1 en 2 is uitgegaan van 3,0 gve/ha en in scenario 3 van 1,5 gve/ha. De veedichtheid is in scenario 3 dus gehalveerd.

Tabel 8 Mestgift in kg/ha stikstof bij drie bemestingsscenario's

Scenario	Kunstmest	Beschikbare N _{min} uit dierlijke mest	N _{min} uit dierlijke mestgift	Totaal N uit dierlijke mestgift	Totaal N uit beweiding
Grasland:					
1	242	47		145	145
2	217	73		145	72
3	100	0		0	72
Maïsland:					
1	30		136	273	
2	30		91	182	
3	130		0	0	

4 RENLEM

Voor de berekening van de nitraatuitspoeling in de grondwaterbeschermingsgebieden bij drie verschillende bemestingsscenario's is het model RENLEM (REgional NITrate LEaching Model) gebruikt. Dit is een eenvoudig model voor de berekening van de nitraatuitspoeling van zandgronden op de lange termijn, en is bedoeld voor het simuleren van de uiteindelijke effecten van beleidsmaatregelen op een relatief eenvoudige manier (Kragt en De Vries, 1987). Het model is toegepast voor het berekenen van de effecten van verschillende scenario's voor grondwaterbeschermingsgebieden in Overijssel (Kragt et al., 1990), in een vergelijkende modelstudie binnen EG-verband (Kragt en Hack-ten Broeke, 1991) en ten behoeve van scenario-berekeningen voor mais- en bouwland voor het advies van de commissie stikstof (Goossensen en Meeuwissen, 1990; Van Drecht et al., i.v.). In dit hoofdstuk wordt in eerste instantie een korte beschrijving van het model gegeven. Daarna wordt ingegaan op de benodigde invoergegevens. Tenslotte wordt aandacht besteed aan de beschrijving van de aanpassingen in RENLEM, die mede naar aanleiding van deze studie zijn aangebracht.

4.1 Modelconcept

RENLEM is een deterministisch, statisch model dat de transportprocessen van stikstof in de bodem op eenvoudige wijze beschrijft. Er worden twee periodes beschouwd: het zomerhalfjaar (groeiseizoen) en het winterhalfjaar (uitspoelingsseizoen). De bodem wordt opgedeeld in twee lagen, namelijk de wortelzone en de ondergrond tot de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). De belangrijkste aannames van het model, voortvloeiend uit de lange-termijn berekening, zijn:

- Alle toegevoegde organisch gebonden stikstof mineraliseert in een jaar tijd. Hierbij gaat het om organisch materiaal in dierlijke mest en van gewasresten. De bodemvoorraad verandert niet, zodat er sprake is van een evenwicht;
- De nitrificatie is volledig in elke periode (zomer of winter);
- Er wordt gerekend voor een gemiddelde hydrologische situatie. Dit houdt in dat er gerekend wordt met gemiddelde vochtgehalten per bodemlaag en per periode en met een gemiddeld neerslagoverschot, dat geacht wordt geheel in de winterperiode op te treden.

In tabel 9 staat vermeld hoe de verschillende processen in RENLEM zijn opgenomen. Toediening van mest, depositie en gewasopname zijn directe invoergegevens. Hierbij wordt voor de gewasopname een vaste verhouding aangenomen tussen de hoeveelheid stikstof, die wordt opgeslagen in te oogsten plantedelen en in de achterblijvende gewasresten. De denitrificatie wordt het meest complex beschreven. De denitrificatiehoeveelheid wordt berekend in een eerste orde vergelijking, waarin behalve de nitraatconcentratie ook de beschikbare hoeveelheid koolstof, de actuele denitrificatiesnelheidsconstante en het vochtgehalte zijn opgenomen. De actuele denitrificatiesnelheidsconstante wordt berekend uit een maximum, dat vervolgens wordt gereduceerd

afhankelijk van de vochtverzadigingsgraad van de bodem, de pH en de temperatuur. In figuur 2 is de structuur van het model weergegeven. De processen uit tabel 9 zijn hierin weer terug te vinden. Het organische deel van de stikstofbalans staat links in de figuur, de bodem is schematisch weergegeven in twee lagen en bovenaan zijn de stikstofbronnen te vinden. Het uiteindelijke resultaat van het model, de uitspoeling naar het grondwater staat onderin de figuur. Uit de figuur wordt ook duidelijk dat de meeste processen zich afspelen in de wortelzone. In de ondergrond treedt alleen inspoeling vanuit de wortelzone, denitrificatie en uitspoeling naar het grondwater op. Het model beschouwt acht verschillende typen bodemgebruik: grasland, bouwland, maïs, tuinbouw, douglas-naaldbos, grove den-naaldbos, loofbos en heide.

Tabel 9 Processen in RENLEM

Proces	Beschrijving
toediening van mest	invoer
depositie	invoer, evenredig verdeeld over zomer en winter
vervluchtiging	lineaire functie van de toegediende dierlijke mest
mineralisatie	in evenwicht met de toevoeging van organisch N op jaarbasis
nitrificatie	volledig in elke periode
gewasopname	invoer
denitrificatie	eerste orde reactie, de denitrificatiesnelheid is een functie van vochtgehalte, C-gehalte, pH, bulkdichtheid en temperatuur

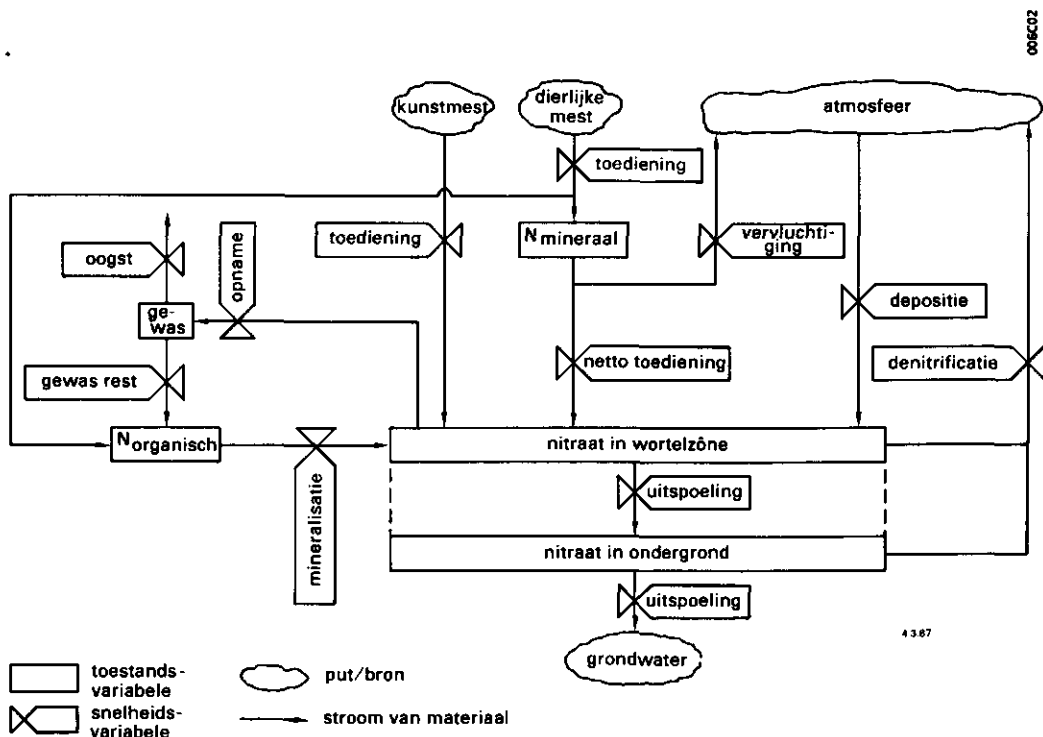


Fig. 2 Vereenvoudigd relatiediagram van RENLEM

4.2 Invoergegevens

Omdat RENLEM een relatief eenvoudig model is, zijn er ook niet zo veel invoergegevens nodig als voor sommige andere (complexe) modellen. Voor het betreffende gebied moet een bodemkaart op geschikte schaal voorhanden zijn. Van elke bodemeenheid moeten een aantal bodemkenmerken gegeven worden en van elk perceel moet het bodemgebruik bekend zijn. Voor elke combinatie van bodemeenheid, Gt en bodemgebruik worden dan berekeningen uitgevoerd. Tenslotte zijn voor berekening van gebiedsgemiddelde waarden de oppervlaktes van alle combinaties nodig. De benodigde bodemkenmerken zijn per onderscheiden horizont de dikte van die horizont, het organische-stofgehalte, de pH en de bulkdichtheid. Verder is voor elk kaartvlak de grondwatertrap (Gt) nodig. De inventarisatie van deze gegevens voor de verschillende grondwaterbeschermingsgebieden in Utrecht is beschreven in hoofdstuk 2.

Wat betreft de *mestgift* is er sprake van kunstmest of dierlijke mest. Voor de kunstmest moet als invoer de hoeveelheid N worden gegeven. Voor dierlijke mest moet de totale hoeveelheid opgegeven worden. De gehalten minerale N, organische N en C in de dierlijke mest zijn afhankelijk van het type mest: rundveedrijfmest, varkensdrijfmest, kippedrijfmest of droge kippemest. De fracties zijn vermeld in tabel 10. Tenslotte moet in geval van grasland worden vermeld of er ook *beweidings* plaatsvindt. Het aantal grootvee-eenheden (gve) moet worden opgegeven, waarbij het uitgangspunt is dat 1 gve 24000 kg/ha/jaar mest produceert. In geval van alleen 's zomers beweiden komt er dus per gve 12000 kg/ha op het land terecht in de zomerperiode en in de winter niets. Dit betekent bijvoorbeeld, als je er vanuit gaat dat in scenario 1 uit beweiding 145 kg N op het land komt (hoofdstuk 3) en het N-gehalte in de mest 0,44% is (zie tabel 10 bij rundveedrijfmest), dat RENLEM voor dat scenario rekent met een hoeveelheid mest van 33 000 kg/ha en een veedichtheid van 2,75 gve/ha. Dit wijkt af van de scenario-beschrijving in hoofdstuk 3, omdat voor RENLEM de hoeveelheid N het uitgangspunt is.

Tabel 10 Massapercentages N (%N) en C (%C), fracties minerale N (N_{min}) en organische N (N_{org}) en fractie makkelijk afbreekbare C (frC) in dierlijke mest

Mestsoort	N	C	N_{min}	N_{org}	frC
rundveedrijfmest	0,44	3,48	0,50	0,50	0,33
varkensdrijfmest	0,55	3,65	0,50	0,50	0,33
kippedrijfmest	0,90	5,51	0,70	0,30	0,82
kippemest	1,67	17,40	0,45	0,55	0,82

De *depositie* moet voor elk gebied apart worden aangeleverd en hierbij wordt onderscheid gemaakt in twee bodemgebruiksgroepen. Voor naald- en loofbos is de depositie meestal hoger dan voor andere bodemgebruiksvormen (Winkel, 1988). In tabel 11 is een overzicht gegeven van de NH_3 -depositie (VROM, MLNV, 1987). De depositie van NO_x is voor alle gebieden in Utrecht 23 kg/ha per jaar (Erisman et al., 1987). Onder overig wordt in tabel 11 verstaan alle mogelijke bodemgebruiksvormen binnen RENLEM, die geen bos zijn, dat wil zeggen landbouw en heide.

Tabel 11 Depositie NH₃-N

Gebied	NH ₃ -N-depositie (kg/ha/jaar)	
	bos	overig
Beerschoten en Zeist	21	16
Groenekan	23	18
Lage Vuursche	21	17
Leersum	29	22

Een aantal bodemgebruiksafhankelijke gegevens hoeven niet steeds opnieuw te worden aangeleverd. Standaard gegevens zijn beschikbaar voor gewasopname onder optimale omstandigheden (N-opname), de fracties van N-opname in geoogste plantedelen (N-oogst) en gewasresten (1 - N-oogst), worteldiepte en vervluchtigingsfracties. In tabel 12 zijn deze getallen voor verschillende bodemgebruiksvormen weergegeven. Veranderingen zijn uiteraard wel mogelijk. Ook de hydrologische gegevens zijn in standaard vorm voorhanden voor elke Gt, elke bodemlaag en elke periode. De gemiddelde vochtgehalten zijn verkregen met behulp van het model SWATRE (Belmans et al., 1983). Het gemiddelde neerslagoverschot (PS) is gegeven per bodemgebruikstype en is afkomstig van berekeningen met het model MUST (De Laat, 1985). Verschillende neerslagoverschotten worden gegeven voor twee Gt-groepen, namelijk de relatief natte (Gt II t/m V*, PS1) en de relatief droge (Gt VI t/m VII*, PS2). Ook deze zijn in tabel 12 gegeven.

Tabel 12 Standaard invoergegevens voor RENLEM per bodemgebruik

Bodemgebruik	N-opname ¹ (kg/ha/jr)	N-oogst (%)	Wortel- diepte (%)	Vervluch- tiging ² (cm)	Neerslagoverschot	
					PS1 (mm)	PS2 (mm)
gras	689	53	30	32	280	370
maïs	218	86	60	20	340	410
naaldbos	6	-	70	-	80	160
loofbos	14	-	70	-	260	300
heide	6	-	20	-	350	440

¹ maximale opname onder optimale omstandigheden

² in geval van mestinjectie op grasland wordt de vervluchtiging gereduceerd tot 5%.

Tenslotte zijn er nog een aantal modelparameters nodig om RENLEM te draaien, die ook standaardwaarden hebben. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om verdeling van de mineralisatie over zomer (0,8) en winter (0,2) en de maximale denitrificatiesnelheidsconstante (0,8 j⁻¹ (gC m⁻³)⁻¹). Deze laatste parameter is de enige die door calibratie is gevonden (Kragt en De Vries, 1988).

4.3 Veranderingen in RENLEM

Mede ten behoeve van de berekeningen voor de provincie Utrecht zijn een aantal aanpassingen aangebracht aan het model RENLEM. Een beperkt aantal aanpassingen was al eerder uitgevoerd ten behoeve van een studie voor de EG (Kragt en Hack-ten Broeke, 1991). Het gaat dan om de mogelijkheid om te rekenen met een winter-gewas en de wijziging van N-gehalten in geoogste plantedelen en gewasresten voor gras. Ook deze aanpassingen worden hier toegelicht zodat in dit rapport een volledig beeld wordt verkregen van de nieuwe RENLEM versie 2.0. De veranderingen die strict in het kader van dit project zijn uitgevoerd zijn: (1) de opname van stikstof uit depositie, (2) de stikstofopname uit dierlijke mest van beweiding, (3) differentiatie in gewasopname en neerslagoverschot in afhankelijkheid van het vochtleverend vermogen in de grond en (4) berekening van de netto mineralisatie van veengronden.

4.3.1 Wintergewas

Er wordt recentelijk steeds meer aandacht besteed aan de mogelijkheid van het verbouwen van een wintergewas. In deze studie is bij maïsland voor alle scenario's een wintergewas in de vorm van winterrogge aanwezig (zie hoofdstuk 3). Al bij eerder onderzoek bleek het nodig om in RENLEM de mogelijkheid te bieden om met een wintergewas rekening te houden. Als de keuze wordt gemaakt om van deze optie gebruik te maken, moeten de volgende extra invoergegevens beschikbaar zijn:

- N-opname van het wintergewas
- de fracties van N in te oogsten plantedelen en gewasresten
- mineralisatiefracties voor de gewasresten in zomer en winter
- totale hoeveelheid C in de gewasresten.

Voor het roggegewas na maïs is aangenomen dat er 60 kg/ha N wordt opgenomen (Schröder et al., 1990, Schröder, 1990; Van Dijk et al., i.v.). Omdat er vanuit wordt gegaan dat het gehele gewas in het voorjaar wordt ondergeploegd is de fractie N in de gewasresten 1,0 en die in de geoogste plantedelen 0,0. De mineralisatie fracties zijn hetzelfde genomen als voor gewasresten van zomergewassen: 80% in de zomer en 20% in de winter. In de scenario's, die beschreven zijn in hoofdstuk 3, is uitgegaan van 20 kg/ha N, dat afkomstig is van het wintergewas en dat beschikbaar komt in de zomer. Deze 20 kg/ha N is een getal waarmee in de praktijk wordt gerekend. Volgens de aanname van volledige mineralisatie in een jaar tijd (op langere termijn) zal echter de volledige 80% (48 kg/ha N), die in de zomer vrijkomt, beschikbaar zijn voor het gewas.

4.3.2 Fracties van stikstof in gemaaid gras en turnover

In de oude versie van RENLEM was er voor grasland sprake van een hoeveelheid gewasresten (inclusief afgestorven wortels e.d.), turnover genoemd, van 12000 kg droge stof per jaar, waarin 47% van de totale gewasopname van N aanwezig was. De overige opgenomen stikstof (53%, tabel 12) verdwijnt uit het systeem met de

snedes. Dat betekent dat er onder optimale omstandigheden 324 kg/ha organisch N ($0,47 * 689$ kg N) weer in de bodem komt. Uit verschillende experimenten is echter gebleken dat de turnover bij gras varieert van 4500 tot 6000 kg droge stof per ha met een N-gehalte van 0,5 tot 2,0% (PAGV-handboek, 1981, Ennik en Baan Hofman, 1983; Deinum, 1985; De Wit, 1987; Baan Hofman, mond. med. (CABO-DLO); Van der Meer, mond. med. (CABO-DLO)). Vervolgens hebben wij gegevens van gewasopname door gras van een experiment bij Ruurlo (Jansen, 1988; Jansen, i.v.; Breeuwsma et al., 1991) geanalyseerd en dit resulteerde in een variatie van het stikstofaandeel in de gewasresten van 11 tot 17% van de totale opname. In RENLEM versie 2.0 is nu de turnover veranderd in 5000 kg/ha droge stof, waarin 15% van de door het gras opgenomen stikstof aanwezig is. De overige 85% van de N verdwijnt uit het systeem met de snedes.

4.3.3 Stikstof uit depositie

Voor de in 1987 ontwikkelde versie van RENLEM was één van de uitgangspunten dat N uit depositie niet beschikbaar is voor gewasopname. De redenatie hierbij was dat hiermee ook geen rekening werd gehouden voor de berekening van mestgiften. In de studie voor Overijssel (Kragt et al., 1990) werden namelijk voor bepaalde scenario's uitgaande van landbouwkundige adviezen de benodigde mestgiften door RENLEM berekend. In de huidige vorm wordt deze laatste mogelijkheid niet meer gebruikt en lijkt het niet meer dan reëel om de N uit depositie voor gewasopname beschikbaar te veronderstellen.

4.3.4 Stikstof uit beweiding

Voor het deel van de dierlijke mest dat via beweiding op het land komt waren -na vermindering met de vervluchtigingsfractie- in de oude versie van RENLEM twee mogelijkheden: denitrificeren of uitspoelen. De fractie van de minerale N die vervluchtigt was dezelfde als voor bovengrondse toediening van rundveedrijfmest, namelijk 32%. Gebleken is echter dat bij beweiding de vervluchtigingsfractie 13% van de totale N bedraagt (Vertregt en Rutgers, 1987). Vervolgens is de aanname dat N uit beweiding alleen denitrificeert of uitspoelt ook niet reëel. Vooral wanneer het beweidde grasland gesleept wordt mag er van worden uitgegaan dat een groot deel beschikbaar komt voor gewasopname. Op korte termijn is er slechts sprake van bemesting voor een gering oppervlak (per jaar veelal zo'n 20%), maar op langere termijn zal overal N uit beweiding terecht komen. Volgens Lammers (1987) is er zelfs sprake van een benutting van 50% van alle N uit mestflatten. Van de stikstof in de urine is 30% beschikbaar voor opname (Van de Ven, 1990; Middelkoop en Aarts, 1991). Daarbij geldt verder dat 75% van alle stikstof in de urine aanwezig is en 25% in de faeces.

In RENLEM zou ook sprake moeten zijn van een percentage dat beschikbaar is voor gewasopname en een percentage dat dat niet is. In RENLEM versie 2.0 wordt nu

uitgegaan van bovenstaande percentages: 50% van de faeces en 30% van de urine wordt beschikbaar verondersteld voor opname. De verdeling over minerale en organische N is voor de faeces hetzelfde als rundveedrijfmest (tabel 10). Voor de urine echter geldt dat alle N mineraal is. De mineralisatie van de organische N verloopt in het model op dezelfde wijze als de overige rundveedrijfmest.

4.3.5 Differentiatie in neerslagoverschot en gewasopname

Neerslagoverschot en gewasopname zijn in de eerste RENLEM versie niet of slechts beperkt afhankelijk van de kaartenheid. Voor het neerslagoverschot waren voorheen in de invoerfiles twee mogelijkheden. Per bodemgebruikstype zijn deze gegeven voor twee verschillende Gt-groepen. Deze twee mogelijkheden bieden slechts beperkte ruimte aan bodemkundige aspecten en daarom is hier op basis van vochtleverend vermogen een verdere differentiatie aangebracht.

De gewasopname wordt in RENLEM versie 1.0 bepaald met behulp van de optimale opname en de beschikbare stikstof. Als er onvoldoende stikstof aanwezig is voor optimale opname wordt via een iteratieprocedure de actuele opname berekend. Is er wel voldoende N beschikbaar, dan is de opname ook optimaal. In werkelijkheid zal dit niet altijd het geval zijn omdat nutriëntopname alleen optimaal is als ook de vochtvoorziening optimaal is. In versie 2.0 is daarom ook voor gewasopname een differentiatie aangebracht met behulp van het vochtleverend vermogen van de grond.

Als extra invoergegeven bij de bodemkundige gegevens is nu een parameter (VLV) nodig die het vochtleverend vermogen van de grond aangeeft. Deze parameter heeft een waarde tussen 0 en 1. Verder is naast de optimale gewasopname ook een minimale opname nodig, die de gewasopname representeert voor een grond met een vochtleverend vermogen van minder dan 50 mm (VLV=0). Minder dan 50 mm is de laagste gradatie van vochtleverend vermogen volgens Van Soesbergen et al. (1986). Voor VLV=1 geldt een vochtleverend vermogen in het groeiseizoen van meer dan 200 mm. De bijbehorende waarden voor minimale gewasopname bij gras en maïs zijn respectievelijk 420 en 148 kg/ha N (Neeteson, 1985; Korevaar, 1986; Schröder, 1989; 1990, van der Veen, 1985).

De maximale en minimale waarden voor het neerslagoverschot zijn al vermeld in tabel 12. Tussen de maximale en minimale waarden voor opname (S_{max} en S_{min}) en de maximale en minimale waarden voor neerslagoverschot (PS_{max} en PS_{min}) wordt lineair geïnterpoleerd met behulp van de parameter voor vochtleverend vermogen. Dit is schematisch weergegeven in fig. 3 en 4. Een voorbeeld voor maïs op een cHn21 (laarpodzolgrond) op Gt VIII (bijvoorbeeld in Beerschoten) levert een parameter voor vochtleverend vermogen op van 0,5. Via lineaire interpolatie wordt de maximaal mogelijke gewasopname (S_{act}) voor die combinatie 183 kg/ha (S_{min} is 148, S_{max} is 218) en het actuele neerslagoverschot (PS_{act}) 375 mm/jaar (PS_{min} is 340 mm, PS_{max} is 410 mm).

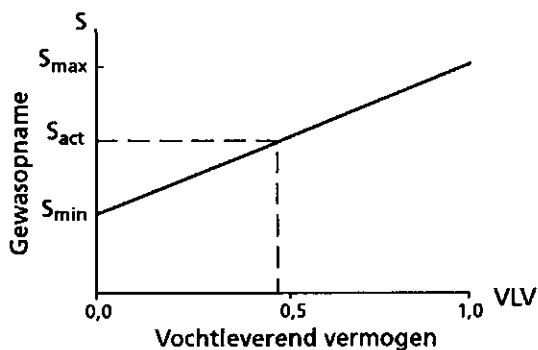


Fig. 3 Schematische weergave van de invloed van het vochtleverend vermogen (VLV) op de gewasopname (S)

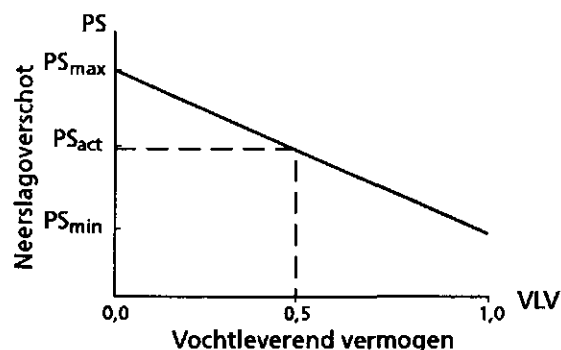


Fig. 4 Schematische weergave van de invloed van het vochtleverend vermogen op het neerslagoverschot (PS)

4.3.6 Mineralisatie van veengronden

Een belangrijke aanname van RENLEM is dat alle toegevoegde organische N in een jaar tijd mineraliseert en dat de hoeveelheid organische N in de bodem niet verandert. Hier is dus sprake van een evenwicht. Voor zandgronden gaat deze aanname op voor de lange termijn-berekeningen van het model. Voor veengronden, die bijvoorbeeld in het grondwaterbeschermingsgebied Groenekan voorkomen, is deze aanname niet correct. In veengronden zal in geval van voldoende zuurstofvoorziening altijd netto mineralisatie optreden binnen de termijn waarvoor wordt gerekend (20 à 30 jaren). Daarom is voor deze veengronden een netto mineralisatie uitgerekend als:

$$\text{netmin} = (\text{frmin} * \text{laag} * \text{contc} * \text{bdens} / \text{CN} * 10\ 000) - \text{basmin}$$

waarin:

netmin = netto mineralisatie ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$ N)

frmin = mineralisatiefractie (jr^{-1})

laag = laagdikte (m)

contc = hoeveelheid (fractie) C (-)

bdens = bulkdichtheid ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

CN = C/N verhouding (-)

basmin = basis mineralisatie ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$ N)

De mineralisatiefractie is 0,02 per jaar. Dit is een vrij algemeen geldende waarde voor mineralisatie van organische stof (Kortleven, 1963; Otten, 1985). De basismineralisatie is de mineralisatie van zandgronden, waarvoor de organische stofhuishouding in evenwicht is. Dit deel van de mineralisatie zal ook bij veengronden in evenwicht moeten zijn en daarom is de netto mineralisatie alleen het extra deel. Voor veengronden moet in de invoerfiles nu ook de C/N verhouding per horizont

gegeven worden. Bovendien gelden voor veengronden andere vochtgehalten dan voor zandgronden en deze zijn bepaald via de pF-curves van de Staringreeks (Wösten et al., 1987, zie aanhangsel 3). Als laagdikte wordt de bewortelde zone genomen, omdat daarin 80 tot 90% van de mineralisatie plaatsvindt. De berekende waarden voor netto mineralisatie van veengronden en moerige gronden in Groenekan variëren van 55 tot 337 kg.ha⁻¹.jr⁻¹ N.

4.3.7 Verificatie

Voor de eerste versie van RENLEM is een calibratie uitgevoerd, waarbij alleen de maximale denitrificatiesnelheidsconstante als calibratieparameter is gebruikt (Kragt en De Vries, 1988), gevolgd door een validatie (Kragt en Hack-ten Broeke, 1991). In principe is een dergelijke exercitie opnieuw nodig. De hier beschreven veranderingen ten behoeve van RENLEM versie 2.0 geven echter uitspoelingen in dezelfde orde van grootte als de oude versie. Een nieuwe verificatieronde wordt vanwege de aard van het model overbodig geacht.

RENLEM berekent de nitraatuitspoeling en andere termen van de stikstofbalans voor de lange termijn (over bijvoorbeeld 20 jaar). Daarbij is het uitgangspunt dat voor die lange termijn-berekening een evenwicht mag worden verondersteld voor de organische stikstof en dat met een gemiddelde hydrologische situatie kan worden volstaan. Deze situatie komt in de praktijk niet voor. Er is nooit een evenwicht in een veldsituatie en een gemiddelde hydrologische situatie is een zeldzaamheid. Zodoende is het nagenoeg onmogelijk om metingen te verkrijgen voor de calibratie van het model. De enige mogelijkheid die overblijft is om gegevens te gebruiken van experimenten die het meest in de buurt komen van deze aannames. Een vergelijking van berekening en meting kan dan aangeven of de berekeningen in de juiste orde van grootte liggen. In de derde fase van dit project zullen op verschillende locaties in de grondwaterbeschermingsgebieden nitraatuitspoelingsgegevens worden verzameld. Het is de bedoeling dat deze gegevens gebruikt kunnen worden voor de verificatie van de modeluitkomsten.

5 RESULTATEN

5.1 Berekende nitraatconcentraties voor cultuurgronden

In de tabellen 13 t/m 16 zijn de met RENLEM berekende nitraatconcentraties (mg/l NO_3^-) per grondwaterbeschermingsgebied weergegeven. Deze tabellen en ook de kaarten 1 t/m 3 gelden allemaal voor de gegevens voor cultuurland op schaal 1 : 10 000. In paragraaf 5.2 komen ook de andere berekeningen aan de orde (schaal 1 : 50 000 en ander grondgebruik). Elke tabel bevat de gegevens voor één grondwaterbeschermingsgebied, maar de berekeningen voor Zeist zijn weergegeven in tabel 15 samen met de waarden voor Beerschoten, vanwege het geringe aantal percelen in Zeist en omdat deze twee gebieden ook samen op kaarten (2a t/m c) zijn weergegeven.

Een belangrijk gegeven, dat direct uit de tabellen is af te leiden, is dat de berekende concentraties voor de natte gronden van Groenekan veel lager uitvallen dan de waarden voor de overige droge gebieden. Verder zijn de verschillen tussen grasland en maïsland niet zo groot. De resultaten geven ook aan dat scenario 2 een duidelijke verlaging van de concentraties oplevert, terwijl scenario 3 óf niet zo veel bijdraagt aan de verlaging óf zelfs een lichte verhoging van de concentraties teweeg brengt.

Tabel 13 Nitraatconcentratie (mg/l NO_3^-) in het ondiep grondwater voor scenario 1, 2 en 3 van het grondwaterbeschermingsgebied Leersum; cultuurland, schaal 1 : 10 000

Kaarteenheid	Nitraatconcentratie					
	grasland			maïsland		
	1	2	3	1	2	3
zEZ53g-VIII	81	60	58	79	38	43
gcY53-VIII				71	40	52
zEZ55-VIII	75	56	56	71	35	41
gzEZ53-VIII	81	60	58	71	37	43
gY53-VIII				79	47	62

Tabel 14 Nitraatconcentratie (mg/l NO_3^-) in het ondiep grondwater voor scenario 1, 2 en 3 van grondwaterbeschermingsgebied Lage Vuursche; grasland, schaal 1 : 10 000

Kaarteenheid	Nitraatconcentratie		
	1	2	3
zEZ53-VIII	48	37	41
zEZ53g-VIII	47	37	40

Tabel 15 Nitraatconcentratie (mg/l NO₃⁻) in het ondiep grondwater voor scenario 1, 2 en 3 van het grondwaterbeschermingsgebied Beerschoten; cultuurland, schaal 1 : 10 000

Kaarteenheid	Nitraatconcentratie					
	grasland			maïsland		
	1	2	3	1	2	3
cHn33G-VII				60	31	43
cHn33-VIII				60	28	41
cHn33g-VIII				66	35	46
cHn33F-VIII	61	47	49			
cHn33G-VIII				66	34	46
pZg35-III*	23	20	23			
pZn33G-VII	54	42	44			
pZn33G-VIII	66	51	52			
cZn33H-VI	32	25	30			
cZn33G-VII	57	45	47			
cZn33F-VIII	57	45	47			
Hn33-VIII	60	47	48			
zEZ33G-VII	49	38	41			
zEZ33-VIII	62	48	50	49	21	29
zEZ33F-VIII	62	48	50			
zEZ33g-VIII				46	20	28
cHd53-VIII				55	30	42
Y53-VIII				51	29	46
cY53-VIII				51	27	40

De verhoging van de nitraatconcentraties voor scenario 3 ten opzichte van scenario 2 kan verklaard worden uit het verschil in dierlijke mestgift. In scenario 3 is zelfs helemaal geen dierlijke mestgift meer toegestaan. Voor grasland is alleen nog sprake van dierlijke mest via beweiding, maar deze is qua hoeveelheid in scenario 2 en 3 gelijk. Beschikbaarheid van organische stof bevordert de berekende denitrificatie. Vooral organische stof van dierlijke mest levert in RENLEM een grote bijdrage. Als deze mestgift bij scenario 3 tot 0 wordt gereduceerd, neemt de denitrificatie zo sterk af dat er netto meer stikstof overblijft voor uitspoeling dan bij scenario 2. Een en ander komt ook aan de orde in paragraaf 5.4.

Dezelfde kaarteenheden in verschillende gebieden kunnen nogal verschillende waarden opleveren, bijvoorbeeld zEZ53-VIII in Leersum en Lage Vuursche (tabel 13 en 14). Dit heeft te maken met variabiliteit van bodemkenmerken binnen dezelfde kaarteenheid. In dit geval heeft vooral de pH grote invloed. Daarentegen is het ook mogelijk dat verschillende kaarteenheden ongeveer hetzelfde resultaat opleveren vanwege vrijwel gelijke bodemkenmerken, bijvoorbeeld Hn53F-VI en ozcHn-VI in Groenekan (tabel 16).

Verder worden voor de veengronden en moerige gronden in Groenekan onder grasland lage nitraatconcentraties berekend, terwijl voor maïsland op een moerige grond (ozWpIII*, tabel 16) juist een vrij hoge concentratie wordt gevonden. Van belang hierbij is de netto mineralisatie, die in dit geval 337 kg/ha bedraagt. Vanwege de goede vochtleverantie van de veengronden is de gewasopname optimaal, zodat bij grasland deze netto mineralisatie vrijwel geheel wordt opgenomen. De optimale

opname van maïs is veel minder (zie tabel 12), zodat van de gemineraliseerde stikstof veel overblijft en kan uitspoelen.

Tabel 16 Nitraatconcentratie (mg/l NO₃⁻) voor scenario 1, 2 en 3 van het grondwaterbeschermingsgebied Groenekan, cultuurland, schaal 1 : 10 000

Kaarteenheid	Nitraatconcentratie					
	grasland			maïsland		
	1	2	3	1	2	3
Hn53H-IV	14	13	15			
Hn53-VI	24	20	25			
Hn53F-VI	25	21	26			
Hn53F-VII	42	33	38			
Vop-I	12	11	14			
cHn53-III*	17	15	17			
cHn53-IV	31	25	30			
cHn53-VI	26	22	27	14	5	9
cHn53-VII	44	35	40	38	21	37
cHn53E-III*	17	15	17			
cHn53E-IV	31	25	30			
cHn53E-VI	26	22	27	16	7	15
cHn53F-IV	31	25	30			
cHn53F-VI	26	22	27	16	7	15
ohVz-II*	12	10	9			
ohVzH-IV	10	8	8			
opVp-II*	6	5	7			
opVz-II*	5	5	6			
opVzE-II*	5	5	6			
opWp-II*	7	6	7			
opWpE-III*	11	8	6			
opWp-III*	11	8	6			
opWz-III*	3	3	4			
opWzE-III*	3	3	4			
ozWp-II*	5	4	6			
ozWp-III*	4	3	4	56	65	90
ozWp-IV	4	4	5			
ozWpE-III*	4	3	4			
ozWpF-III*	4	3	4			
ozWz-II*	5	4	5			
ozWz-III*	3	3	4			
ozWz-IV	3	3	4			
ozWzF-III*	3	3	4			
ozcHn-III*	16	14	17			
ozcHn-IV	30	23	29			
ozcHn-VI	25	21	26			
ozcHnA-IV	30	24	29			
ozcHnE-III*	16	14	17			
ozcHnE-IV	30	24	29			
ozcHnE-VI	25	21	26			
ozcZn-III*	18	16	18	8	2	3
uHn53A-III*	20	17	20	10	3	5
uHn53A-IV	39	31	36			
vWp-I	21	16	12			

Op de kaarten 1c, 2c en 3c zijn van de verschillende grondwaterbeschermingsgebieden de gemiddelde nitraatconcentraties van het ondiepe grondwater bij bemestingsscenario 1 weergegeven. Resultaten van scenario 1 hebben betrekking op de evenwichtssituatie bij het huidige gebruik. De klassegrenzen zijn gekozen op basis van twee verschillende drinkwaterkwaliteitsnormen. De kwaliteitsnorm voor het drinkwater in Nederland bedraagt nu 50 mg/l NO_3^- en 25 mg/l NO_3^- is de nog strengere drinkwaternorm van de World Health Organisation (WHO). 25 mg/l NO_3^- is ook de streefwaarde in Nederland en voor het provinciaal beleid van Utrecht. Vergelijking van de berekende waarden met de normen is echter niet gewenst. De berekende waarden zijn gebruikt in vergelijkende zin, maar de getallen mogen niet als absolute waarden worden gehanteerd vanwege de bijzondere betekenis. De berekende waarden zijn in principe geen voorspellingen van praktijkmetingen, want het zijn lange-termijn berekeningen voor een evenwichtssituatie, die de nitraatconcentraties onder gemiddelde omstandigheden aangeven. Met deze kaarten wordt alleen de relatieve bodemkwetsbaarheid onder de gegeven omstandigheden weergegeven, zodat kwetsbare gebieden kunnen worden onderscheiden. Nitraatmetingen tijdens de derde fase van het onderzoek (monitoring) zullen uitsluitsel geven of de drinkwaternorm in het ondiep grondwater ook werkelijk gehaald wordt.

5.2 Berekende gemiddelde nitraatconcentraties per gebied

De berekende (gebieds-)gemiddelde nitraatconcentratie van het ondiepe grondwater van de grondwaterbeschermingsgebieden Leersum, Beerschoten en Groenekan hebben we in onderstaande tabel weergegeven. Het zijn berekeningen op basis van de bodemkundige informatie van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 met geactualiseerde Gt's. Dit is niet vergelijkbaar met de weergave van de nitraatconcentraties van het cultuurland in de tabellen 13 t/m 16 en de kaarten, want daarvoor is gedetailleerdere bodemkundige informatie op schaal 1 : 10 000 gebruikt. Het zijn naar oppervlakte gewogen gemiddelde nitraatconcentraties. Ze zijn dus niet gecorrigeerd voor de verschillen in neerslagoverschot.

Tabel 17 Gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l NO_3^-) voor scenario 1, 2 en 3 van drie grondwaterbeschermingsgebieden

Gebied	Nitraatconcentratie						
	totale gebied			cultuurland			natuur
	1	2	3	1	2	3	
Leersum	117	103	109	62	40	49	205
Beerschoten	86	79	80	67	45	48	94
Groenekan	14	12	14	14	12	14	22

Zoals in de vorige paragraaf uit de berekeningen op schaal 1 : 10 000 ook al bleek, worden bij het huidige gebruik (scenario 1) in Groenekan al lage concentraties berekend. Op cultuurland treedt in Leersum en Beerschoten bij scenario 2 een duidelijke verlaging van de gemiddelde concentratie op. Bij scenario 3 treedt een lichte verhoging op. Het totaalgemiddelde blijft in deze gebieden altijd ongeveer even

hoog. Dit wordt vooral veroorzaakt door de hoge nitraatconcentraties, die voor het relatief grote areaal naaldbos berekend worden.

De verschillen tussen het cultuurland van Beerschoten en Leersum enerzijds en dat van Groenekan anderzijds zijn groot. Dit wordt met name veroorzaakt door de hogere ligging ten opzichte van het grondwater in Beerschoten en Leersum. Hierdoor vindt in Beerschoten en Leersum minder denitrificatie plaats en tevens is in deze gebieden de potentiële gewasproductie vanwege het geringe vochtleverend vermogen geringer. De stikstofopname door de gewassen is daardoor een stuk lager, wat tot gevolg heeft dat veel stikstof in de bodem achterblijft en kan uitspoelen. De lagere verdamping van gewassen in deze drogere gebieden heeft tot gevolg dat het neerslagoverschot groter is. Het voordeel daarvan is, dat de de nitraatconcentratie door het verdunningseffect wat wordt verlaagt. Dit voordeel weegt niet op tegen de grotere stikstofvracht, die uitspoelt. Het feit, dat er in Groenekan veel veengronden met een hoge netto N-mineralisatie zijn, maakt de verschillen tussen Groenekan en de drogere gebieden ook niet kleiner. Het grootste deel van de gemineraliseerde stikstof wordt daar additioneel door het gras opgenomen, omdat bij de gegeven bemestingsscenario's de stikstoftoevoer uit alleen bemesting voor optimale grasgroei bij optimale vochtvoorziening onvoldoende is.

Het verschil in nitraatconcentratie tussen de natuurterreinen van Leersum en die van Beerschoten (tabel 17) wordt vooral veroorzaakt door verschillen tussen de boomsoorten die er groeien en de aanwezigheid van heide. In Leersum bestaan de natuurterreinen voornamelijk uit naaldbos (grove den), terwijl ze in Beerschoten ook uit loofbos en heide bestaan. De netto-opname van grove den bedraagt jaarlijks maar 6 kg/ha N, tegenover 12 kg/ha N van loofbos. Heide neemt jaarlijks netto 6 kg/ha N op, terwijl de depositie daar een stuk geringer is (tabel 11) dan in bosgebieden. De depositie van NH_3 en NO_x zorgt in bosgebieden voor een overschot aan stikstof in het systeem, en bij naaldbos is dat overschot door de geringere opname dus groter dan bij loofbos. Het neerslagoverschot op jaarbasis, wat met name zorgt voor transport van het uitgespoelde nitraat, is bij de twee boomsoorten ook verschillend. Bij een goed gesloten bosopstand bedraagt het 160 mm bij naaldbos voor droge Gt's. Bij loofbos bedraagt het neerslagoverschot 300 mm (tabel 12), omdat in naaldbossen de verdamping duidelijk groter is dan bij loofbos. De verschillen tussen de nitraatconcentraties onder naaldbos en onder loofbos worden daardoor nog versterkt.

5.3 Vergelijking van berekende en gemeten nitraatconcentraties in natuurterreinen

In tabel 18 zijn gemeten en berekende nitraatconcentraties bij natuurterreinen naast elkaar gezet. Het blijkt, dat met name de berekende waarden onder naaldbossen in Leersum en Beerschoten sterk afwijken van de gemeten waarden. De nitraatconcentratie van het ondiepe grondwater is omgekeerd evenredig met het neerslagoverschot. Het neerslagoverschot van naaldbos bedraagt in het model bij droge Gt's 160 mm. Hierbij wordt steeds uitgegaan van bosopstanden met een goed gesloten bladerdek. Uit veldonderzoek op enkele plaatsen is gebleken, dat de laatste 30 jaar bij steeds stijgende N-depositie immobilisatie van N in minerale horizonten heeft plaatsgevonden (Van der Salm, 1985). Ook neemt de hoeveelheid N in de strooisellaag

van met name jonge bosopstanden toe. Deze toename wordt deels veroorzaakt door hogere N-concentraties en deels door toename van de dikte van de strooisellaag (De Vries, mond. med. SC-DLO). De accumulatie van stikstof in de vorm van ammonium in de strooisellaag wordt ook door Van Diest (mond. med., RUU, Utrecht) genoemd. Bij het model RENLEM wordt uitgegaan van een evenwichtssituatie zonder netto mineralisatie of immobilisatie in het bodemprofiel. Het verschil in nitraatconcentraties tussen gemeten en berekende waarden kan deels hierdoor verklaard worden.

Tabel 18 *Gemeten en berekende nitraatconcentraties van ondiep grondwater in natuurterreinen (n=aantal waarnemingen, sd=standaard afwijking)*

Locatie	Gemeten waarden			Berekende waarden (evenwicht)	
	mg/l NO ₃ ⁻	n	sd	mg/l NO ₃ ⁻	locatie
Utrecht ¹⁾ natuurterrein op veen	3	14	3	22	Groenekan loofbos
Utrecht ¹⁾ natuurterrein op zand Leersum ²⁾	11	30	12	43- 49	Beerschoten loofbos en heide
naaldbos	65	12	68	169-205	Beerschoten en Leersum

¹⁾ waarnemingen met boorgatenmethode in mei en oktober 1985 (De Wit, 1986)

²⁾ waarnemingen in ondiepste filters in putten van WMN, 1987-1990

5.4 Effect van veranderingen in de invoergegevens op de modelresultaten

Om enig inzicht te krijgen in de gevoeligheid van het model voor veranderingen van de invoergegevens is een verkennende studie uitgevoerd. Hiertoe is gekozen voor een relatief gevoelige kaartenheid, namelijk een laarpodzolgrond (cHn53) op Gt VII in Groenekan. Vervolgens is voor grasland en maïsland uitgegaan van scenario 1 en zijn verschillende variaties daarop (eventueel te beschouwen als nieuwe scenario's) doorgerekend. Een en ander is weergegeven in tabel 19 voor grasland en in tabel 20 voor maïsland. In de tabellen zijn de verschillende balansposten gegeven. De balansposten dierlijke mestgift tot en met depositie zijn invoergegevens; vanaf gewasopname betreft het uitvoer van RENLEM. In de invoergegevens is steeds stap voor stap een wijziging aangebracht. Voor elke doorgerekende combinatie van invoergegevens is telkens slechts één gegeven gewijzigd, zodat de invloed van juist die balanspost op de eindresultaten kan worden beschouwd.

Uit tabel 19 blijkt dat de uitspoeling (laatste rij) bij grasland nauwelijks verandert behalve als de hoeveelheid stikstof uit beweiding wordt gereduceerd (combinaties 5 en 6). Voor de overige combinaties geldt dat bij vermindering van de aanvoer van N in eerste instantie de gewasopname minder wordt en dat de overige balansposten weinig veranderen. Het is namelijk zo dat de stikstofgift bij combinatie 2 al niet voldoende is voor optimale gewasopname. Vermindering van de uitspoeling kan dan

ook alleen worden bewerkstelligd door de N-bronnen, waarvan slechts een deel van de N opneembaar is voor het gewas, te reduceren (bijv. beweiding).

Bij maïs (tabel 20) geldt eigenlijk precies het tegenovergestelde. De gewasopname is in alle gevallen optimaal en de uitspoeling kan door verandering in mestgiften wel degelijk worden gereduceerd. De dierlijke mestgift van scenario 1 betekent een overschot aan N.

In de tabellen is ook de balanspost gewasresten opgenomen. Mede met behulp van deze balanspost kan de verandering in bruto gewasopname worden verklaard. De post gewasresten is een bepaald deel van de gewasopname, dat als organisch N weer terugkomt in de bodem en dat na mineralisatie opnieuw beschikbaar is voor gewasopname. Als zodanig kan het beschouwd worden als een stikstofbron. Als de gewasresten uit de tabel worden weggelaten, wordt daarmee gemakkelijk een stikstofbron over het hoofd gezien.

De hoeveelheid denitrificatie voor deze droge zandgrond is in sommige gevallen vrij hoog, bijv. 128 kg/ha/jr N voor scenario 1 bij maïs. Dit is direct te verklaren uit de in RENLEM gebruikte berekeningswijze. De denitrificatie is namelijk lineair afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid koolstof (C) in de bodem en vooral bij toediening van dierlijke mest is C in ruime mate aanwezig. Dit verklaart ook waarom bij verlaging van de dierlijke mestgiften de denitrificatie relatief sterk vermindert, zodat zelfs de uitspoeling iets kan toenemen (combinatie 3 bij grasland).

Tabel 19 Veranderingen in de N-balans als gevolg van een aantal veranderingen in invoergegevens voor grasland op een cHn53 (laarpodzolgrond) op Gt VII

Balanspost	Hoeveelheid N (kg/ha/jaar) per combinatie						
	1	2	3	4	5	6	7
dierlijke mestgift	145	145	73	145	145	145	145
beweiding	145	145	145	145	73	0	145
kunstmest	242	242	242	121	242	242	242
depositie	41	41	41	41	41	41	20
gewasopname*	481	501	430	366	475	446	492
gewasresten	72	75	65	55	71	67	74
vervluchtiging	42	23	21	23	13	4	23
denitrificatie	90	92	79	88	58	27	83
uitspoeling	32	33	36	31	26	18	28

* : bruto gewasopname (inclusief gewasresten)

combinaties

- 1: scenario 1, bovengrondse mestgift 2: als 1, toepassing mestinjectie
 3: als 2, halvering drijfmestgift 4: als 2, halvering kunstmestgift
 5: als 2, halvering veebezetting 6: als 2, geen beweiding
 7: als 2, halvering depositie

Tabel 20 Veranderingen in de N-balans als gevolg van veranderingen in invoergegevens voor maïsland op een cHn53 (laarpodzolgrond) op Gt VII

Balanspost	Hoeveelheid N (kg/ha/jaar) per combinatie			
	1	2	3	4
dierlijke mestgift	273	136	273	273
kunstmest	30	30	0	30
depositie	41	41	41	20
gewasopname*	243	243	243	243
gewasresten	86	86	86	86
vervluchtiging	27	14	27	27
denitrificatie	128	29	105	124
uitspoeling	31	7	24	24

* : bruto gewasopname (inclusief gewasresten en winterrogge)

combinaties

1: scenario 1

2: als 1, halvering drijfmestgift

3: als 1, geen kunstmestgift

4: als 1, halvering depositie

5.5 Discussie

De berekende nitraatconcentraties van het ondiepe grondwater zijn concentraties op GLG-niveau. De diepte van de GLG verschilt per Gt, dus de concentraties gelden ook voor verschillende diepten in het profiel.

In principe zijn de berekende gemiddelde nitraatconcentraties erg gevoelig voor verschillen in neerslagoverschot. De concentraties zijn gemiddelde waarden voor een half jaar en fluctuatie wordt daarmee vergeten. De berekende concentraties zijn niet of moeilijk te vergelijken met meetwaarden, omdat het hier gaat om lange-termijn berekeningen voor een evenwichtssituatie en gemiddelde hydrologische omstandigheden. De gecumuleerde nitraatuitspoeling van een hele winterperiode is om die reden een betrouwbaarder waarde om te vergelijken met metingen van veldexperimenten. Jaarlijkse neerslagverschillen kunnen uiteraard nog invloed hebben op de gemeten nitraatuitspoeling.

Voor de berekening van de gewogen gemiddelde nitraatconcentratie en -uitspoeling van Leersum en Beerschoten is gebruik gemaakt van de bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000. Deze bodemkundige vereenvoudiging heeft enige consequenties voor de nauwkeurigheid van de berekende waarden. Een vergelijking van de

uitkomsten voor de twee kaartschalen voor het cultuurland levert echter geen andere conclusies op (tabel 21).

Tabel 21 Nitraatconcentraties bij twee kaartschalen voor cultuurland

Gebied	Scenario	Nitraatconcentratie	
		schaal 1 : 10 000	schaal 1 : 50 000
Leersum	1	77	62
	2	45	40
	3	50	49
Beerschoten	1	56	67
	2	38	45
	3	43	48

De hydrologische informatie op beide kaartschalen was echter wel vrijwel identiek, omdat de hydrologische informatie op kaartschaal 1 : 50 000 is bijgesteld met de actuele informatie van de gedetailleerde inventarisatie schaal 1 : 10 000. De conclusie, dat de berekende uitkomsten voor de verschillende kaartschalen niet veel verschillen, geldt daarom niet voor andere gebieden.

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Conclusies

Het grondwaterbeschermingsgebied Groenekan is het minst kwetsbare gebied voor nitraatuitspoeling naar het ondiepe grondwater. Bij het huidige gebruik worden in Groenekan al lage nitraatconcentraties berekend.

Verdere aanscherping van het mestbeleid door verhoging van het milieurendement (scenario 2) leidt volgens de berekeningen tot een verlaging van de nitraatconcentratie onder cultuurland in de grondwaterbeschermingsgebieden Leersum, Lage Vuursche, Beerschoten en Zeist. Scenario 3 levert geen verdere verlaging of zelfs een lichte verhoging op.

Over het algemeen worden op maïsland in de huidige situatie iets lagere concentraties berekend dan op grasland. Dit is in tegenstelling tot de verwachting, omdat maïs in het algemeen minder efficiënt met stikstof omgaat. Bij grasland wordt voor de nitraatbemesting in de praktijk nog geen rekening met de mest van weidend vee gehouden. De nitraataanvoer is daardoor wel groter. RENLEM houdt hier wel rekening mee en berekent zodoende iets hogere nitraatconcentraties dan voor maïsland.

Het ondiepe grondwater onder naaldbossen heeft volgens de berekeningen met RENLEM een hoge nitraatconcentratie. In de praktijk zijn onder naaldbossen nog weinig nitraatgehalten hoger dan 50 mg/l gemeten (Koch, 1988). Bij het model RENLEM wordt in principe uitgegaan van een evenwichtssituatie zonder netto mineralisatie of immobilisatie in het bodemprofiel. Het verschil in nitraatconcentraties tussen gemeten en berekende waarden kan deels hierdoor verklaard worden. Als de ophoping van stikstof in de toekomst stagneert, is het echter wel waarschijnlijk dat de nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater zullen stijgen.

De balansstudie bij wijzigingen in de N-aanvoer wijst uit dat de nitraatuitspoeling bij grasland voornamelijk nog verminderd kan worden door de aanvoer van stikstof via beweiding te verlagen. Verlaging van de mestgiften heeft bij grasland niet zo veel effect meer, terwijl voor maïs juist vermindering van de bemesting wel een vermindering van de nitraatuitspoeling tot gevolg heeft.

6.2 Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling om behalve het gemiddelde nitraatgehalte van het ondiepe grondwater, ook de minerale N voorraad tot 1 m - mv. te betrekken bij de vaststelling of in een bepaalde bodem de nitraatbelasting te hoog is (Goossensen en Meeuwissen, 1990). Het vastgestelde lineaire verband tussen de hoeveelheid minerale N tot 1 m - mv. aan het eind van het groeiseizoen en nitraatuitspoeling geldt met name voor

land dat gedurende de winterperiode braak ligt. Mogelijk dat hier bij de monitoring in de derde fase van het onderzoek aandacht aan kan worden geschonken.

De stikstofopname is afhankelijk van de potentiële groeimogelijkheden van het gewas. Deze mogelijkheden worden beperkt bij vochttekort. Afhankelijk van het gemiddeld vochttekort op een bepaalde kaartenheid van de bodemkaart is er een bepaalde potentiële stikstofopname. Of deze opname werkelijk omgekeerd evenredig aan het vochttekort verloopt, zoals nu in het model is aangenomen, is een vraag waarnaar onderzoek wenselijk is.

In deze studie is op een verkennende wijze gerekend voor veengronden. Verificatie van de resultaten is nog nodig. In de derde fase van dit onderzoek, betreffende monitoring, zal dit ook aandacht krijgen. Aanpassing van de in RENLEM toegepaste aannames kan nodig blijken.

In de derde fase van het onderzoek naar stikstofuitspoeling in grondwater-beschermingsgebieden zal middels enkele jaren monitoring worden nagegaan in hoeverre de huidige milieumaatregelen tot werkelijke resultaten hebben geleid. Uitgaande van de met het model RENLEM berekende waarden is een keuze gemaakt voor de te monitoren combinaties van bodemeenheid, Gt en bodemgebruik. Een ander uitgangspunt zal moeten zijn, dat de plekken representatief zijn voor grote delen van één of meer gebieden. Tevens zijn de methoden van monitoring afhankelijk van de bodemkundig-hydrologische situatie van de meetlocatie. Een en ander is verder uitgewerkt in aanhangsel 4.

LITERATUUR

BAKKER DE H. en J. SCHELLING, 1989. *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus*. Wageningen, PUDOC.

BELMANS, C., J.G. WESSELING en R.A. FEDDES, 1983. "Simulation of the water balance of a cropped soil: SWATRE." *J. Hydrol.* 63 (3/4): 271-286.

BODEMKAART, 1965. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; toelichting bij kaartblad 32 Oost Amersfoort*, Wageningen, STIBOKA.

BODEMKAART, 1966. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; toelichting bij de kaartbladen 26 West Harderwijk en 32 West Amersfoort*, Wageningen, STIBOKA.

BODEMKAART, 1973. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; toelichting bij de kaartbladen 39 West Rhenen en 39 Oost Rhenen*, Wageningen, STIBOKA.

BREEUWSMA, A., J.D. DJURHUUS, E.J. JANSEN, J.F. KRAGT, M. SWERTS en A.J. THOMASSON, 1991. "Datasets for model validation." In: *CEC, 1991. Proceedings of the final workshop on "Nitrate in Soils" held in Wageningen, 17-19 December 1990*.

DEINUM, B., 1985. "Root mass of grass swards in different grazing systems." *Neth. J. of Agric. Sc.* 33, 377-384.

ENNIK, G.C. en T. BAAN HOFMAN, 1983. "Variation in the root mass of ryegrass types and its ecological consequences." *Neth. J. of Agric. Sc.* 31, 325-334.

ERISMAN, J.W., F.A.A.M DE LEEUW en R.M. VAN AALST, 1987. *Depositie van de voor verzuring in Nederland belangrijkste componenten in de jaren 1980 t/m 1986*. Bilthoven. RIVM-rapport 228473001.

GOOSSENSSEN, F.R. en P.C. MEEUWISSEN (red.), 1990. *Advies van de Commissie Stikstof*. Wageningen, DLO. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 9.

KOCH, C.F.M., 1988. *Aanpak stikstofbemesting in grondwaterbeschermingsgebieden; draaiboek voor een optimale stikstofbemesting op maïsland binnen de grondwaterbeschermingsgebieden in de provincie Utrecht*. Deventer, Centraal Bodemkundig Bureau, rapportnummer 8010599.

KORTLEVEN, J., 1963. *Kwantitatieve aspecten van humusopbouw en humusafbraak*. Wageningen, PUDOC. Versl. Landbk. Onderz. 69.1.

KRAGT, J.F. en W. DE VRIES, 1987. *Onderzoek naar de effecten van mestbeperking op de nitraatuitspoeling in waterwingebieden in Overijssel; 1. Beschrijving van RENLEM: een nitraatuitspoelingsmodel voor toepassing op regionale schaal.* Wageningen, STIBOKA. Rapport 1935.

KRAGT, J.F. en W. DE VRIES, 1988. *Onderzoek naar de effecten van mestbeperking op de nitraatuitspoeling in waterwingebieden in Overijssel; 2. Gevoeligheidsanalyse en toetsing van het model RENLEM.* Wageningen, STIBOKA. Rapport 2073.

KRAGT, J.F., W. DE VRIES en R. VISSCHERS, 1990. *Onderzoek naar de effecten van mestbeperking op de nitraatuitspoeling in grondwaterbeschermingsgebieden in Overijssel. 3. Toepassing van RENLEM op zeven kwetsbaar geachte grondwaterbeschermingsgebieden.* Wageningen, Staring Centrum. Rapport 38.

KRAGT, J.F. en M.J.D. HACK-TEN BROEKE, 1991. Performance of the model RENLEM within "Nitrate in Soils". In: CEC, 1991. Proceedings of the final workshop on "Nitrate in Soils" held in Wageningen, 17-19 December 1990.

KOREVAAR, H. 1986. *Productie en voederwaarde van gras bij gebruiks- en bemestingsbeperkingen voor natuurbeheer*, Lelystad. PR, rapport 101.

LAAT, P.J.M. DE, 1985. *MUST, a simulation model for unsaturated flow.* Delft, International Institute for Hydrological and Environmental Engineering. Report 16.

LAMMERS, H.W., 1987. "Bemesting van grasland door weidend vee." *De Buffer*, Jaargang 33, nr. 1, CAD Bodem-, Water- en Bemestingszaken in de Veehouderij.

MIDDELKOOP, N. en H.F.M. AARTS, 1991. *De invloed van bodemeigenschappen, bemesting en gebruik op de opbrengst en de stikstofemissies van grasland op zandgrond.* Wageningen, CABO-DLO. Verslag 144.

NEETESON, J.J., 1985. "Stikstofbemesting en stikstofverliezen in de landbouw." Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, *Meststoffen*, nr. 2, blz 8-13.

PAGV-handboek, 1981. *Proefstation voor de akkerbouw en de groenteteelt in de volle grond*, Lelystad, Publ. 16.

SCHOLTEN, A. en G. RUTTEN, 1987. *De bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied Het noorderpark*, Wageningen, STIBOKA, rapport 1887.

SCHRÖDER, J. en L.C.N. LA LANDE CREMER, 1989. *Toedienen van drijfmest in maïs (vervolgonderzoek 1985-1987).* Lelystad. PAGV, verslag nr. 85.

SCHRÖDER J., 1990. "Maïs en mest: van tolerantie naar benutting." In: *PAGV en IKC, 1990. Themadag benutting dierlijke mest in de akkerbouw*, Lelystad, PAGV. Themaboekje 10.

SKMV, 1989. *Plan van aanpak; bemestingsadviesstelsel voor grasland binnen grondwaterbeschermingsgebieden in de provincie Utrecht*. Lelystad, SKMV en BLGG.

SOESBERGEN, G.A., C. VAN WALLENBURG, K.R. VAN LYNDEN en H.A.J. VAN LANEN, 1986. *De interpretatie van bodemkundige gegevens; systeem voor de bodemgeschiktheidsbeoordeling van gronden voor akkerbouw, weidebouw en bosbouw*, Wageningen, STIBOKA, rapport 1967.

VEEN, I. VAN DER, 1985. *Invloed van de mestsoort en mesthoeveelheid op de opbrengst en chemische samenstelling van gras en dichtheid van de zode alsmede de mineralenhuishouding en enkele biologische factoren in een zandgrond*, Haren, IB.

VEN, G.W.J. VAN DE, 1990. "Optimalisering van ruwvoederproductie en gebruik van dierlijke mest in relatie tot milieu-eisen: een tussenstand van zaken." In: A. BREEUWSMA en H.A.C. VERKERK (red.), 1990. *Milieu-effecten van nitraat en fosfaat uit dierlijke mest: problemen en oplossingen*. Wageningen, DLO. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 7.

VERTREGT, N. en B. RUTGERS, 1987. *Ammoniak-emissie uit grasland*. Wageningen, CABO. Verslag 65.

VROM, MLNV, 1987. *Ammoniak en veehouderij, richtlijnen in het kader van de hinderwet*. 's-Gravenhage.

WINKEL, K. DE, 1988. *Ammoniak-emissiefactoren voor de veehouderij*. 's-Gravenhage. Min. van VROM. Publikatie-reeks Lucht 76.

WIT, N.H.S.M. DE, 1986. *Inventarisatie van de vermesting van het ondiepe grondwater in de gehele provincie Utrecht*, Utrecht, RUU, Vakgroep Fysische Geografie.

WIT, M.A.E. DE, 1987. *De invloed van de zwaarte van een snede op de hergroei van gras*. Lelystad, Proefstation voor de Rundveehouderij. Rapport 107.

WÖSTEN, J.H.M., M.H. BANNINK en J. BEUVING, 1987. *Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks*. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1932.

NIET-GEPUBLICEEERDE BRONNEN

DRECHT, G. VAN, F.R. GOOSSENSSEN, M.J.D. HACK-TEN BROEKE, E.J. JANSEN en J.H.A.M. STEENVOORDEN, i.v. *Berekening van de nitraatuitspoeling naar het grondwater met behulp van eenvoudige modellen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 163.

DIJK, W. VAN, L. TEN HOLTE, W. DE BOER, W. DE GROOT en J. SCHRÖDER, i.v. *Continueelt van snijmaïs in combinatie met wintergewassen*. Lelystad, PAGV. Verslag 1990.

JANSEN, E.J., 1988. "Experimental data on nitrate leaching for model testing;" 1. Grassland with cutting, without grazing (Ruurlo 1980-1985, the Netherlands). EC-project 'Nitrate in Soils'. Wageningen, Staring Centrum.

JANSEN, E.J., i.v. *Nitrate leaching from non-grazed grassland on a sandy soil: experimental data for testing of simulation models; a Dutch contribution to the EC-project "Nitrate in Soils"*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Report 26.

OTTEN, W., 1985. *Nader onderzoek naar oxydatie van veengronden, literatuuroverzicht en metingen aan veenmonsters*. Wageningen, ICW. Nota 1620.

SALM VAN DER, C., 1985. *Schatting van de N-ophoping in minerale horizonten van het bodemprofiel tussen 1950 en 1983*. Wageningen, DLO-Staring Centrum.

SCHRÖDER, J., L. TEN HOLTE, W. DE BOER en W. DE GROOT, 1990. *Continueelt van snijmaïs in combinatie met wintergewassen*. Lelystad, PAGV. Verslag 1989.

AANHANGSEL 1 PROFIELBESCHRIJVINGEN

Grondwaterbeschermingsgebied Groenekan, schaal 1 : 10 000

Kaarteenheden Hn53H-IV, Hn53-VI, Hn53F-VI, Hn53-VII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
A/C	0,40	1400	4,9	6	14
B/C	0,40	1600	4,9	1	14
C	1,20	1700	4,9	0,4	8

Kaarteenheid Vop-I

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
A1	0,10	850	5,2	85	2
G	0,50	850	5,2	90	2
G	0,60	900	5,2	90	2

kaarteenheden cHn53-III*, cHn53-IV, cHn53-VI, cHn53-VII, cHn53-EIII*,
cHn53-EIV, cHn53-EVI, cHn53-FIV, cHn53-FVI

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
Aa	0,40	1400	4,9	6	12
B	0,15	1600	4,9	2	12
B3	0,25	1700	4,9	0,7	8
C	0,70	1700	4,9	0,4	8

kaarteenheden ohVz-II*, ohVzH-IV

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aa	0,25	1300	5,3	25	2
C11	0,25	850	5,3	80	2
C12	0,20	900	5,3	80	2
G	0,40	900	5,3	80	2
G	0,10	1700	5,3	2	8

kaarteenheid opVp-II*

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aa1	0,20	1300	4,8	12	2
Aa2	0,10	1400	5,3	15	2
C	0,50	900	5,3	80	2
G	0,10	900	5,3	60	2
B2G	0,30	1700	5,3	4	16

kaarteenheden opVz-II*, opVzE-II*

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aa1	0,15	1300	5,3	12	2
Aa2	0,15	1400	5,3	15	2
C1	0,30	850	5,3	85	2
C2	0,20	900	5,3	80	2
G	0,40	1700	5,3	1	11

kaarteenheden opWp-II*, opWp-III*, opWpE-III*

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
A1	0,25	1300	5,3	15	2
D	0,15	1000	5,3	60	2
B2	0,25	1700	5,3	4	2
B3	0,25	1700	5,3	0,7	8
CG	0,30	1700	5,3	0,7	8

kaarteenheden opWz-III*, opWzE-III*

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aan	0,30	1300	5,3	12	2
D	0,20	1000	5,3	60	2
C1	0,15	1500	5,3	4	25
C1	0,25	1700	5,3	0,7	8
G	0,30	1700	5,3	0,7	8

kaarteenheden ozWp-II*, ozWp-III*, ozWp-IV, ozWpE-III*, ozWpF-III*

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aan	0,30	1400	5,3	8	20
D	0,20	1000	5,3	60	2
B2	0,30	1500	5,3	3	12
G	0,40	1700	5,3	0,7	8

kaarteenheden ozWz-II*, ozWz-III*, ozWz-IV, ozWzF-III*

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aan	0,30	1400	5,3	7	20
D	0,25	1000	5,3	50	2
Cl	0,40	1500	5,3	2	12
G	0,25	1700	5,3	0,7	8

kaarteenheden ozcHn-III*, ozcHn-IV, ozcHn-VI, ozcHnA-IV, ozcHnE-III*, ozcHnE-IV, ozcHnE-VI

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aan	0,30	1400	4,9	6	16
A1b	0,10	1400	4,9	8	14
B	0,20	1600	4,9	2	8
B3	0,50	1700	4,9	0,7	8
G	0,70	1700	4,9	0,4	8

kaarteenheid ozcZn-III*

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aan	0,40	1400	4,9	8	20
C	0,60	1700	4,9	0,7	11
G	0,20	1700	4,9	0,4	11

kaarteenheden uHn53A-III*, uHn53A-IV

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
A1	0,30	1400	4,9	8	16
Cl	0,70	1600	4,9	0,7	8
G	0,20	1700	4,9	0,4	8

kaartenheid vWp-I

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
A1	0,25	1400	5,3	40	2
C1	0,45	1300	5,3	45	2
B2	0,15	1700	4,9	0,7	12
G	0,45	1700	4,9	0,4	12

Grondwaterbeschermingsgebied Beerschoten, schaal 1 : 50 000

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aa	0,60	1400	4,9	4	12
AC	0,40	1500	4,9	3	9
Cg	0,60	1700	4,6	0,2	9

Zd21-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
A1	0,20	1400	4,4	0,7	12
C1	0,40	1500	4,4	0,4	9
C	5,40	1700	4,4	0,1	9

cHn21-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aa	0,35	1400	4,5	4,6	14
B	0,10	1500	4,3	1,9	11
BC	0,25	1600	4,4	0,7	9
C	2,30	1700	4,7	0,2	7

kaartenheid pZn21G-VII, pZn21G-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
A1	0,25	1400	4,4	4	12
AC	0,15	1500	4,4	2	9
C	2,60	1700	4,4	0,1	9

kaartenheid pZn30G-VII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
A1	0,25	1400	4,4	4	8
AC	0,20	1500	4,4	2	7
C	2,55	1700	4,4	0,1	3

kaartenheid zEZ21-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
Aa	0,65	1400	4,0	5,4	14
B	0,15	1500	3,9	4,9	11
BC	0,25	1600	4,1	2,1	11
C	2,05	1700	4,6	0,2	7

Grondwaterbeschermingsgebied Leersum, schaal 1 : 10 000

zEZ53g-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
Aap	0,45	1400	4,6	3,7	17
Aa	0,25	1500	4,6	2,0	15
B	0,15	1550	4,6	1,5	12
BC	0,20	1600	4,7	0,9	12
C	2,85	1600	4,7	0,2	6

kaartenheid gcY53-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
Aa	0,35	1400	4,7	3,2	16
B	0,15	1500	5,0	1,1	12
BC	0,35	1600	4,6	0,5	6
C	5,15	1600	4,9	0,2	3

kaartenheid zEZ55-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
Aap	0,35	1400	4,7	3,7	18
Aa	0,40	1500	4,6	2,0	15
B	0,15	1550	4,6	1,6	12
BC	0,30	1600	4,8	0,9	12
C	2,80	1600	4,8	0,2	6

kaartenheid gzEZ53-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
Aap	0,35	1400	4,6	3,7	16
Aa	0,35	1500	4,6	2,0	16
BC	0,35	1600	4,7	0,9	6
C	4,95	1600	4,7	0,2	6

kaartenheid gY53-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
Aap	0,25	1400	4,7	3,2	16
B	0,15	1500	5,0	1,1	12
BC	0,35	1600	4,7	0,5	6
C	5,25	1600	4,7	0,2	3

Grondwaterbeschermingsgebied Leersum, schaal 1 : 50 000

kaartenheid gcY30-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
Aa	0,35	1400	4,8	2,5	16
B	0,10	1500	3,9	1,7	12
BC	0,15	1600	4,2	1,2	11
C	5,40	1600	4,4	0,2	3

kaartenheid gY30-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
A	0,10	1400	3,5	4,5	16
B	0,15	1500	4,4	1,8	12
BC	0,35	1600	4,5	0,7	11
C	5,25	1600	4,6	0,2	3

Grondwaterbeschermingsgebied Lage Vuursche

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aa	0,80	1400	4,6	4,1	12
B	0,20	1600	4,6	2,0	12
BC	0,20	1700	4,6	1,4	8
C	4,80	1700	4,7	0,2	7

kaartenheid zEZ53g-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aa	0,65	1400	4,6	4,1	12
B	0,25	1600	4,6	2,0	12
BC	0,30	1700	4,6	1,4	8
C	4,80	1700	4,7	0,2	4

Grondwaterbeschermingsgebied Beerschoten 1 : 10 000

kaartenheid cHn33G-VII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aap	0,40	1400	4,8	3	12
B+C	0,30	1500	4,4	0,9	12
C	2,30	1700	4,7	0,1	8

cHn33-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aap	0,35	1400	4,8	4	15
A+B	0,35	1500	4,4	3	12
BC	0,30	1600	4,4	0,7	8
C	2,00	1700	4,7	0,1	8

cHn33g-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aap	0,40	1400	4,8	3,5	15
B	0,30	1500	4,4	0,7	12
C	0,40	1600	4,7	0,7	4
C	1,90	1700	4,7	0,1	4

cHn33F-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aap	0,40	1400	4,8	4	15
A+B	0,30	1500	4,3	3	12
BC	0,30	1600	4,4	0,7	8
C	2,00	1700	4,7	0,1	8

kaartenheid cHn33G-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aap	0,40	1400	4,8	3	12
B+C	0,30	1500	4,4	0,9	12
C	2,30	1700	4,7	0,1	8

kaartenheid pZg35-III*

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aag	0,35	1400	4,9	6	20
Cg	0,25	1500	4,6	0,7	17
Cg	0,40	1600	4,6	0,7	12
G	0,20	1700	4,6	0,1	12

kaartenheden pZn33G-VII, pZn33G-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aa	0,45	1400	4,8	4	15
A+C	0,25	1500	4,4	3	12
C	2,30	1700	4,4	0,1	8

kaartenheden cZn33H-VI, cZn33G-VII, cZn33F-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aa	0,40	1400	4,9	3,6	14
A/B/C	0,60	1500	4,9	1,6	12
Cg	0,60	1700	4,6	0,7	11

kaartenheid Hn33-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
A1	0,25	1400	4,8	4	12
B	0,25	1500	4,3	2	12
BC	0,20	1600	4,4	0,7	9
C	2,30	1700	4,7	0,1	9

kaartenheden zEZ33G-VII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
Aa	0,80	1400	5,0	4	14
B	0,15	1500	3,9	2	11
BC	0,45	1600	4,1	0,7	8
C	1,60	1700	4,6	0,1	8

kaartenheid zEZ33-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
Aap	0,60	1400	5,0	3,6	14
Ab	0,10	1400	5,0	4,5	14
B	0,15	1500	3,9	1,5	11
BC	0,45	1600	4,1	0,3	8
C	1,70	1700	4,6	0,1	8

kaartenheid zEZ33F-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH- KCl	Org. stof- gehalte (%)	Leem- gehalte (%)
Aa	0,70	1400	5,0	4	14
B	0,15	1500	3,9	2	11
BC	0,45	1600	4,1	0,7	8
C	1,70	1700	4,6	0,1	8

kaartenheid zEZ33g-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aap	0,30	1400	5,0	4	14
Aa	0,30	1400	5,0	4	14
B	0,15	1600	3,9	6	18
BC	0,10	1600	4,1	2	16
C	2,15	1700	4,6	0,1	4

kaartenheid cHd53-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aa	0,45	1400	4,9	4,8	16
B	0,10	1500	4,9	2,4	12
BC	0,35	1600	5,1	0,9	9
C	5,10	1700	4,9	0,1	3

kaartenheid Y53-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aap	0,25	1400	4,9	6	16
B	0,10	1500	4,9	2,4	16
BC	0,35	1600	5,1	0,9	13
C	5,30	1700	4,9	0,1	3

kaartenheid cY53-VIII

Profielbeschrijving

Horizont	Dikte (m)	Bulkdichtheid (kg.m ⁻³)	pH-KCl	Org. stofgehalte (%)	Leemgehalte (%)
Aa	0,35	1400	4,9	4,8	18
B	0,10	1500	4,9	2,4	12
BC	0,35	1600	5,1	0,9	7
C	5,20	1700	4,9	0,1	4

AANHANGSEL 2 BODEMKUNDIGE WOORDENLIJST

Rapport en kaarten bevatten termen die wellicht enige toelichting behoeven. In deze lijst, die een alfabetische volgorde heeft, vindt u de gebruikte termen verklaard of gedefinieerd. In De Bakker en Schelling (1989) wordt veel dieper op de betekenis van een term ingegaan.

A-horizont: bovengrond van mineraal of moerig materiaal, aan het oppervlak ontstaan, relatief donker gekleurd; de organische stof is geheel of gedeeltelijk biologisch omgezet.

AC-horizont: geleidelijke overgang van een A- naar een C-horizont

...a-horizont: horizont die uit van elders toegevoerd materiaal bestaat. De aanduiding wijst op de invloed van de plaggenbemesting in bijv. de enkeerdgronden en op de invloed van het opbaggeren in de tuineerdgronden (a = antropos).

B-horizont: een horizont, waarin inspoeling van kleimineralen, sesquioxiden of humus uit hoger liggende horizonten

...b-horizont: horizont die na de bodemvorming met een andere afzetting of met een opgebrachte laag (bijv. Aa) bedekt is geraakt (b = begraven)

bodemprofiel (kortweg profiel): verticale doorsnede van de bodem, die de opeenvolging van de horizonten laat zien; in de praktijk van het DLO-Staring Centrum meestal tot 120 of 150 en in boswachterijen tot 180 cm beneden maaiveld

bodemvorming: verandering van moedermateriaal onder invloed van uitwendige factoren, waarbij horizonten ontstaan

bovengrond: bovenste horizont van het bodemprofiel, die meestal een relatief hoog gehalte aan organische stof bevat. Komt bodemkundig in het algemeen overeen met de A-horizont, landbouwkundig met de bouwvoor.

bulkdichtheid: de massa van bij 105 °C gedroogde grond gedeeld door het volume van de grond bij bemonstering

C-horizont: minerale of moerige horizont die weinig of niet is veranderd door bodemvorming, waarbij een O-, A-, E- of B-horizont wordt gevormd. Doorgaans zijn de bovenliggende horizonten uit soortgelijk materiaal ontstaan.

eerdgronden: minerale gronden met een minerale eerdlaag. Als de A-horizont dunner is dan 50 cm, mag er geen duidelijke podzol-B-horizont voorkomen. Als de A-horizont dunner is dan 80 cm, mag er geen briklaag voorkomen.

GHG (gemiddeld hoogste wintergrondwaterstand): het gemiddelde van de HG3 over ongeveer acht jaar. Komt overeen met de waarde voor de grondwaterstand, afgelezen bij de top van de gemiddelde grondwaterstandscurve.

...g-horizont: horizont met roestvlekken (g = gley)

gleyverschijnselen: zie: hydromorfe verschijnselen

GLG (gemiddeld laagste zomergrondwaterstand): het gemiddelde van de LG3 over ongeveer acht jaar. Komt overeen met de waarde voor de grondwaterstand, afgelezen bij het dal van de gemiddelde grondwaterstandscurve.

grind, grindfractie: minerale delen groter dan 2000 µm

grondwater: water dat zich beneden de grondwaterspiegel bevindt en alle holten en poriën in de grond vult

grondwaterspiegel (= freatisch vlak): denkbeeldig vlak waarop de druk in het grondwater gelijk is aan de atmosferische, en waarbeneden de druk in het grondwater naarwaarts toeneemt. De "bovenkant" van het grondwater.

grondwaterstand (= freatisch niveau): diepte waarop zich de grondwaterspiegel bevindt, uitgedrukt in m of cm beneden maaiveld (of een ander vergelijkingsvlak, bijv. NAP)

grondwaterstandsfluctuatie: het stijgen en dalen van de grondwaterstand. Soms in kwantitatieve zin gebruikt: het verschil tussen GLG en GHG.

grondwaterstandsverloop: verandering van de grondwaterstand in de tijd

grondwatertrap (Gt): klasse gedefinieerd door een zeker GHG- en/of GLG-traject

GVG (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand): langjarig gemiddelde van de grondwaterstand op 1 april

horizont: laag in de grond met kenmerken en eigenschappen die verschillen van de erboven en/of eronder liggende lagen; in het algemeen ligt een horizont min of meer evenwijdig aan het maaiveld.

humus, -gehalte, -klasse: korthedshalve krijgt het woord humus vaak de voorkeur, terwijl organische stof (een ruimer begrip) wordt bedoeld. Zie ook: organische stof en organische-stofklasse.

hydromorfe kenmerken:

1 Voor de podzolgronden:

- een moerige bovengrond of;
- een moerige tussenlaag en/of;
- geen ijzerhuidjes op de zandkorrels onmiddellijk onder de Bh, Bhe, Bhs of Bws.

2 Voor de brikgronden:

- in een grijze E en in de Bh, Bhe, Bhs of Bws komen roestvlekken en mangaanconcreties voor.

3 Voor de eerdgronden en de vaaggronden:

- een C-horizont binnen 80 cm diepte beginnend en/of;
- een niet-gerijpte ondergrond en/of;
- een moerige bovengrond en/of;
- een moerige laag binnen 80 cm diepte beginnend;
- bij zandgronden met een A dunner dan 50 cm: geen ijzerhuidjes op de zandkorrels onder de A-horizont;
- bij kleigronden met een A dunner dan 50 cm: roest- en/of reductievlekken beginnend binnen 50 cm diepte.

ijzerhuidjes: het voorkomen van ijzerhuidjes op de zandkorrels onmiddellijk onder de Bh-horizont (bij podzolgronden) of boven in de C-horizont (bij eerd- en vaaggronden) duidt op een ontstaanswijze van deze gronden buiten de invloedssfeer van grondwater. Het ontbreken van ijzerhuidjes is bij bovengenoemde gronden een hydromorf kenmerk.

leem:

1 mineraal materiaal dat ten minste 50% leemfractie bevat

2 kortweg gebruikt voor leemfractie

leemfractie: minerale delen kleiner dan 50 µm. Wordt in de praktijk vrijwel uitsluitend gebezigd bij lutumarm materiaal. Zie ook: textuurklassen.

lutum: kortweg gebruikt voor lutumfractie

minerale delen: het bij 105 °C gedroogde, over de 2 mm zeef gezeefde deel van een monster na aftrek van de organische stof en de koolzure kalk. Deze term is eigenlijk minder juist, want de koolzure kalk, hoewel vaak van organische oorsprong, behoort tot het minerale deel van het monster.

minerale eerdlaag:

1 A-horizont van ten minste 15 cm dikte, die uit mineraal materiaal bestaat dat:

- humusrijk is of;
- matig humusarm of humeus, maar dan tevens aan bepaalde kleureisen voldoet.

2 dikke A-horizont van mineraal materiaal. Voor "humusrijk", "matig humusarm" en "humeus" zie: organische-stofklasse.

minerale gronden: gronden die tussen 0 en 80 cm diepte voor meer dan de helft van de dikte uit mineraal materiaal bestaan.

moerig: zie: moerig materiaal: zie: organische-stofklasse

moerige tussenlaag: een laag moerig materiaal die ondieper dan 40 cm beneden maaiveld begint van 15-40 cm dik

moerig materiaal: grond met een organische-stofgehalte van meer dan 15% (bij 0% lutum) tot 30% (bij 70% lutum). Zie: organische-stofklasse.

M50 (eigenlijk M50-2000): mediaan van de zandfractie. Het getal dat die korrelgrootte aangeeft waarboven en waarbeneden de helft van de massa van de zandfractie ligt. Zie ook: textuurklassen.

niet-gerijpte ondergrond: bijna gerijpte laag binnen 50 cm diepte en/of half of nog minder gerijpte laag binnen 80 cm diepte, voorkomend onder een gerijpte bovengrond dikker dan 20 cm

ondergrond: horizont(en) onder de bovengrond

organische stof: al het levende en dode materiaal in de grond dat van organische herkomst is. Hoofdzakelijk van plantaardige oorsprong en variërend van levend materiaal (wortels) tot planteresten in allerlei stadia van afbraak en omzetting. Het min of meer volledig omgezette produkt is humus.

Indeling van lutumarme gronden naar het organische-stofgehalte

Organische stof (%)	Naam	Samenvattende naam
0 - 0,75	uiterst humusarm zand	humusarm mineraal
0,75 - 1,50	zeer humusarm zand	
1,5 - 2,50	matig humusarm zand	
2,5 - 5,00	matig humeus zand	humeus
5 - 8,00	zeer humeus zand	
8 - 15,00	humusrijk zand	
15 - 22,50	venig zand	moerig
22,5 - 35,00	zandig veen	
35 - 100,00	veen	

Indeling van lutumrijke gronden naar het organische-stofgehalte

Organische stof (%)	Naam	Samenvattende naam
0 - 2,5 à 5	humusarme klei	humusarm mineraal
2,5 à 5 - 5 à 10	matig humeuze klei	humeus
5 à 10 - 8 à 16	zeer humeuze klei	
8 à 16 - 15 à 30	humusrijke klei	
15 à 30 - 22,5 à 45	venige klei	moerig
22,5 à 45 - 35 à 70	kleiig veen	
35 à 70 - 100	veen	

Bij deze indeling zijn de klassegrenzen afhankelijk van het lutumgehalte met dien verstande, dat hoe hoger het lutumgehalte is, hoe hoger ook het vereiste organische-stofgehalte moet zijn om een grond in een bepaalde organische-stofklasse te handhaven.

...p-horizont: recent door de mens bewerkte A-horizonten, zoals de bouwvoor (Ap, p = ploegen). Diep bewerkte gronden leveren meestal een menging van verschillende horizonten op, aangeduid bijv. als A/B/C.

"reductie"-vlekken: door de aanwezigheid van tweewaardig ijzer neutraal grijs gekleurde, in "gereduceerde" toestand verkerende vlekken

roestvlekken: door de aanwezigheid van bepaalde ijzerverbindingen bruin tot rood gekleurde vlekken

textuur: korrelgroottesamenstelling van de grondsoorten; zie ook: textuurklassen

textuurklasse: berust op een indeling van grondsoorten naar hun korrelgroottesamenstelling in massaprocenten van de minerale delen. Niet-eolische en eolische afzettingen (zowel zand als zwaarder materiaal) worden naar het lutum- of leemgehalte ingedeeld, en de zandfractie naar de M50 als in de volgende tabellen.

Indeling eolische afzettingen¹⁾ naar het leemgehalte

Leem (%)	Naam	Samenvattende naam
0 - 10	leemarm zand	zand ²⁾
10 - 17,5	zwak lemig zand	lemig zand
17,5- 32,5	sterk lemig zand	
32,5- 50	zeer sterk lemig zand	
50 - 85	zandige leem	leem
85 -100	siltige leem	

¹⁾zowel zand als zwaarder materiaal

²⁾tevens minder dan 8% lutum

Indeling van de zandfractie naar de M50

M50 (µm)	Naam	Samenvattende naam
50- 105	uiterst fijn zand	fijn zand
105- 150	zeer fijn zand	
150- 210	matig fijn zand	
210- 420	matig grof zand	grof zand
420-2000	zeer grof zand	

vaaggronden: minerale gronden zonder duidelijke podzol-B-horizont, zonder briklaag en zonder minerale eerdlaag

vergraven gronden: gronden waarin een vergraven laag voorkomt, die tussen 0 en 40 cm diepte begint, tot grotere diepte dan 40 cm doorloopt en dikker is dan 20 cm

zand: mineraal materiaal dat minder dan 8% lutum- en minder dan 50% leemfractie bevat

zanddek: minerale bovengrond die minder dan 8% lutum- en minder dan 50% leemfractie bevat (ook na eventueel ploegen tot 20 cm) en die binnen 40 cm diepte ligt op moerig materiaal, op een podzolgrond of op een kleilaag die dikker is dan 40 cm

zandfractie: minerale delen met een korrelgrootte van 50 tot 2000 μm . Zie ook: textuurklassen

zandgronden: minerale gronden (zonder een moerige bovengrond en moerige tussenlaag) waarvan het minerale deel tussen 0 en 80 cm diepte voor meer dan de helft van de dikte uit zand bestaat. Indien een dikke A-horizont voorkomt, moet deze gemiddeld uit zand bestaan.

zonder roest:

- 1 geen roest of;
- 2 roest ondieper dan 35 cm beneden maaiveld beginnend of;
- 3 roest ondieper dan 35 cm beneden maaiveld beginnend, maar over meer dan 30 cm onderbroken.

AANHANGSEL 3 INVOERGEGEVENS VOOR VEENGRONDEN

Volumefracties vocht bij verschillende grondwatertrappen per rekenperiode (winter en zomer) en per bodemlaag (wortelzone en ondergrond).

Bodemlaag en rekenperiode	Gt							
	II	II*	III	III*	IV	V	V*	VI
wortelzone								
zomer	0,61	0,61	0,61	0,61	0,50	0,50	0,50	0,45
winter	0,65	0,65	0,65	0,65	0,63	0,63	0,63	0,63
ondergrond								
zomer	0,83	0,83	0,83	0,83	0,77	0,77	0,77	0,77
winter	0,88	0,88	0,88	0,88	0,86	0,86	0,86	0,81

AANHANGSEL 4 VOORSTEL VOOR MONITORING

In aansluiting op de aanbevelingen in hoofdstuk 6 van dit rapport wordt een voorstel gedaan voor monitoring.

Er bestaat in eerste instantie een groot verschil tussen de grondwaterbeschermingsgebieden Leersum, Lage Vuursche, Zeist en Beerschoten enerzijds en Groenekan anderzijds. In Groenekan liggen merendeels moerige gronden met natte Gt's op grasland. In de andere gebieden zijn het uitsluitend zandgronden op droge Gt's, waarbij zowel maïsland en grasland als naald- en loofbos voorkomt. Grote verschillen in berekende nitraatconcentraties bij de huidige situatie bestaan tussen natte moerige gronden en droge zandgronden. Dit geldt met name voor grasland. Maïs en bos op natte Gt's komt nauwelijks voor. Op nattere Gt's (natter dan Gt VII) is het mogelijk bodemvochtbemonstering of de boorgatenmethode uit voeren. Op de drogere Gt's kan uitsluitend met vaste peilbuizen gewerkt worden. In tabel 22 is op basis van bovenstaande overwegingen een keuze gemaakt.

Bij de definitieve keuze van de percelen moet ook het mestgebruik een representatief beeld geven van de huidige situatie.

Tabel 22 Voorstel monitoring systeem

Gebied	Bodemeenheden Gt		Methode	Aantal locaties	ha
grasland:					
Groenekan	ozcHn	IV	bodemvocht	2	40,9
	opVz	II*	bodemvocht	2	34,1
Beerschoten	zEZ33	VIII	peilbuis	4	12,3
Leersum	gzEZ53	VIII	peilbuis	4	3,0
maïsland:					
Beerschoten	zEZ33g	VII	peilbuis	2	3,1
Leersum	gcY53	VIII	peilbuis	2	3,8
naaldbos:					
Beerschoten	Zd21	VIII	peilbuis	2	267,1
Leersum	gcY30	VIII	peilbuis	2	5,0
loofbos:					
Beerschoten	zEZ21	VIII	peilbuis	2	40,9
	Zd21	VIII	peilbuis	2	33,2