

Nitraatbelasting van het grond- en oppervlaktewater in het 'tekortgebied' Zuid-Limburg

1. Inleiding

Problemen met hoge nitraatgehalten in het grondwater worden veelal geassocieerd met intensieve veehouderijen op pleistocene zandgronden [Bleuten en Cerutti, 1984]. En inderdaad, wanneer de mestproductie getoetst wordt aan de landbouwkundige stikstof- en fosfaatbehoefte dan blijkt dat in dergelijke gebieden sprake is van een groot overschot aan dierlijke mest. Op veel plaatsen is daardoor niet de behoefte van de gewassen aan voedingsstoffen de maatstaf waarmee het bemestingsniveau bepaald wordt, maar de

terugdringen van mestdumpingen en liggen boven de feitelijke meststoffenbehoefte van de gewassen. In gebieden waar geen sprake is van een mestoverschot zal de door minister Braks voorgestelde normering dus niet leiden tot een reductie van de mestgift. Door de verminderde afzetmogelijkheden in de overschotgebieden lijkt een toename van het gebruik van dierlijke meststoffen, eventueel ten koste van het gebruik van kunstmest, in bovengenoemde gebieden waarschijnlijker. Feitelijk is dit ook de gedachtengang van de minister geweest, aangezien een van zijn uitgangspunten is dat in de komende jaren geen landelijk overschot aan dierlijke mest mag ontstaan.

Blijven de problemen met de eutrofiëring van het grondwater inderdaad beperkt tot de pleistocene zandgronden met intensieve veehouderijen of doen deze zich ook elders voor? Is dit laatste het geval dan is het transport van mest van de overschotgebieden naar elders eerder een verschuiving, dan een oplossing van het mestprobleem.

In Zuid-Limburg dreigt een dergelijke situatie zich voor te doen. De totale jaarlijkse productie van dierlijke mest bedraagt hier 1.400.000 ton met een totale fosfaatvracht van 3.300 ton [Backhuijs, 1985]. Dit bestempelt Zuid-Limburg tot een zogenaamd 'tekortgebied', zelfs volgens de strengste bemestingsnormen van Braks (zie tabel I).

Omdat de productie van dierlijke mest in Zuid-Limburg veel kleiner is dan de landbouwkundige vraag naar meststoffen, wordt een belangrijk deel van de nutriëntenbehoefte van het gewas gedekt met kunstmeststoffen.

Ondanks het feit dat Zuid-Limburg een tekortgebied is en mestdumpingen dus niet of nauwelijks voorkomen, zijn op veel plaatsen hoge tot zeer hoge nitraatgehalten in het grondwater gemeten. Gevreesd wordt dat met het van kracht worden van de voorgestelde AMvB de grondwaterkwaliteit in Zuid-Limburg nog verder terug zal lopen. In deze tekst zal ingegaan worden op de oorzaken van de sterke nitraatuitspoeling in Zuid-Limburg en de verandering hiervan in de tijd. Ter illustratie zal in detail de stikstofbalans van een geohydrologisch deelgebied uitgewerkt worden.

2. De relatie tussen geohydrologie en waterkwaliteit in Zuid-Limburg

2.1. Globale geohydrologische opbouw

De oorzaak van de hoge stikstofuitspoeling moet gezocht worden in de specifieke geohydrologische opbouw van Zuid-Limburg. Het merendeel van Zuid-Limburg is bedekt met löss. Löss is een eolisch sediment, waarin zich van nature geen organische stof bevindt. Door biologische processen heeft zich in de toplaag van de bodem een A-horizont ontwikkeld, waarin organische stof is geaccumuleerd. Door verschillende processen, waaronder bodemerosie, is in Zuid-Limburg het organisch stofgehalte van deze horizont echter relatief laag.

Onder de löss bevindt zich op de meeste plaatsen een pakket sterk ijzerhoudende terrasgrinden. Daaronder wordt plaatselijk een laag tertiaire zanden en kleien aangetroffen, liggend op een dik pakket kalksteen uit het krijt. De kleilagen vormen de waterdoorlatende basis van het eerste watervoerende pakket. Het tweede watervoerende pakket wordt gevormd door de kalksteen. Op plaatsen waar de tertiaire kleilagen dagzomen, bevinden zich bron- en kwelzones en zijn waardevolle, voor Nederland unieke ecosystemen tot ontwikkeling gekomen.

2.2. Bodemchemische processen

Boven geschetste geohydrologische opbouw is verantwoordelijk voor een sterke vastlegging van fosfaat, maar heeft een negatieve invloed op de afbraak van nitraat.

Fosfaat wordt in de bodem vooral geadsorbeerd aan aluminium- en ijzerhydroxyden. Deze verbindingen komen in hoge gehalten voor in de lössafzettingen en de grove terrasgrinden. Van enige fosfaatuitspoeling zal hierdoor op de meeste plaatsen in Zuid-Limburg geen sprake kunnen zijn. Nitraat is een van de vele stikstofverbindingen die in de bodem kunnen voorkomen. Globaal kunnen deze verbindingen in drie groepen onderverdeeld worden, te weten:

- gasvormige stikstof;
- minerale stikstofverbindingen, zoals ammonium en nitraat en
- organisch gebonden stikstof, zoals dit aanwezig is in humus, planten en bodemorganismen.

Tengevolge van allerlei bodemchemische en biologische processen in de toplaag van de bodem vindt een voortdurende omzetting



C. J. SCHOUTEN
Geografisch Instituut
Rijksuniversiteit Utrecht



M. C. RANG
Geografisch Instituut
Rijksuniversiteit Utrecht
Provinciale Waterstaat van Limburg



W. P. HENDRIX
Geografisch Instituut
Rijksuniversiteit Utrecht

productie van dierlijke mest en het gebrek aan afzetmogelijkheden elders. Dit vormt een van de verklaringen voor de snelle toename van het maïsareaal op zandgronden; dit gewas paart een hoge fosfaatbehoefte aan een grote tolerantie voor stikstof(over)-bemesting, waardoor de nutriëntenbehoefte volledig gedekt kan worden met dierlijke mest.

Om de problemen die het gevolg zijn van overbemesting te verminderen heeft minister Braks van Landbouw en Visserij vooruitlopend op de wet bodembescherming een ontwerp AMvB opgesteld, waarin de toediening van dierlijke meststoffen gereguleerd wordt. Deze AMvB met betrekking tot de toepassing van dierlijke mest bevat twee belangrijke bepalingen: 1. in bepaalde perioden kan een uitrijverbod voor dierlijke mest afgekondigd worden; 2. in de periode van 1987 tot 2000 zal een voortschrijdende normering voor het gebruik van dierlijke meststoffen van kracht worden (zie tabel I).

In deze tabel is ook de heffinggrens uit het ontwerp-heffingenbesluit Meststoffenwet opgenomen. Overschrijdt de mestproductie deze grens dan dient een zogenaamde 'overschotshewing' betaald te worden. De bemestingsnormen zijn gericht op het

TABEL I – De maximaal toegestane jaarlijkse fosfaatgift in Zuid-Limburg volgens de ontwerp-AMvB.

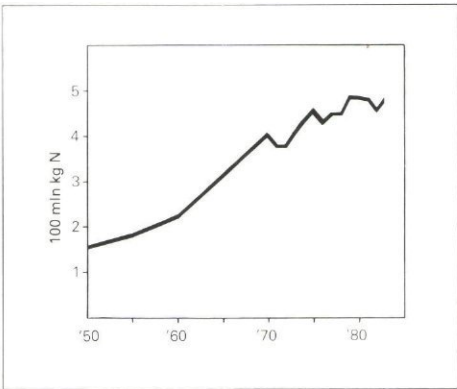
Agrarisch landgebruik	Opp. (ha)	1987-1990		1991-1994		1995-2000		Heffinggrens	
		(kg/ha)	(t)	(kg/ha)	(t)	(kg/ha)	(t)	(kg/ha)	(t)
grasland	15.400	250	3.850	200	3.080	175	2.695	125	1.925
maïsland	4.400	350	1.575	250	1.125	175	788	125	563
bouwland	14.000	125	1.750	125	1.750	125	1.750	125	1.750
Totaal	33.900		7.175		5.955		5.233		4.238

van de verschillende stikstofverbindingen plaats. Nitraat ontstaat als reactieproduct bij de omzetting van ammonium in een zuurstofrijk (aëroob) milieu. Het gevormde nitraat kan door de planten opgenomen worden, of uitspoelen naar diepere bodemlagen. De stikstof die in organische vorm aanwezig is komt pas na mineralisatie beschikbaar voor de opname door het gewas. Mineralisatie is een proces dat niet alleen in het groeiseizoen, maar ook daarbuiten plaatsvindt. Het gedeelte van de stikstof dat buiten het groeiseizoen mineraliseert gaat verloren door uitspoeling naar het grondwater en denitrificatie. Rijtema [1985] stelt dat hierdoor op bouwland circa 50% en op grasland circa 40% van de via dierlijke mest toegediende stikstof verloren gaat. Indien het bodem- en grondwater aëroob blijft, zal het nitraat ongehinderd door de bodem verplaatst kunnen worden. Bij de aanwezigheid van organische stof of andere oxydeerbare verbindingen, zoals pyriet, zal het oorspronkelijk zuurstofrijke bodemwater zuurstofloos worden. Onder dergelijke omstandigheden kan nitraat gedenitrificeerd worden tot stikstofgas. Deze omzetting is een bacteriologisch proces dat vooral op zal treden bij hoge waterstanden. Onder gunstige omstandigheden kan meer dan 95% van het nitraat dat uit de wortelzone spoelt door denitrificatie afgebroken worden (zie tabel II).

Door het ontbreken van organische stofrijke lagen en door de zeer diepe grondwater-spiegel treedt denitrificatie niet of nauwelijks op. Het gevolg hiervan is dat een belangrijk deel van het nitraat kan uitspoelen naar het grondwater. Het met nitraat belaste freatische grondwater kan wegzijgen naar diepere lagen en een bedreiging vormen voor de drinkwatervoorziening. Op plaatsen waar slechtdoorlatende tertiaire kleilagen aanwezig zijn, kan het nitratrijke grondwater gedeeltelijk lateraal afstromen en een bedreiging vormen voor de biotische waarde van de vele bronnen en kwelzones.

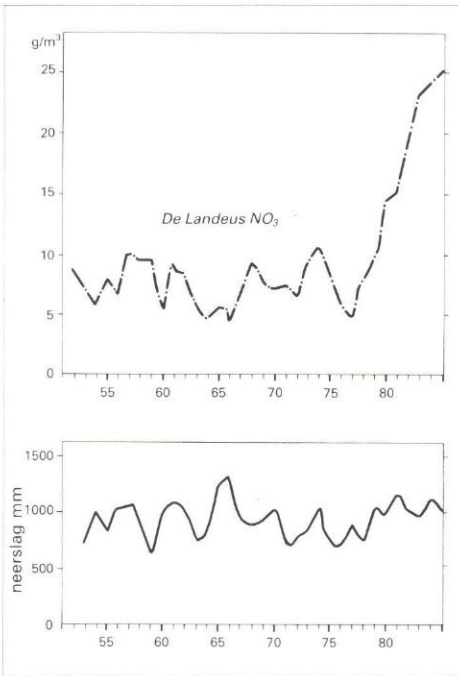
3. Het verloop van het nitraatgehalte in het Zuidlimburgse grondwater

De toename in uitspoeling van nitraat naar het grondwater heeft in Zuid-Limburg gelijke tred gehouden met de toename van het bemestingsniveau. In afb. 1 wordt een overzicht gegeven van de toename van het gebruik van stikstofmeststoffen in Nederland sinds de jaren '50. Tabel III geeft het verloop van het nitraatgehalte in het onttrokken grondwater van winningen in Zuid-Limburg gedurende dezelfde periode. Tot omstreeks 1970 is de stijging van het nitraatgehalte in het opgepompte grondwater betrekkelijk gering. Na 1970 verandert dit



Afb. 1 - Het verbruik van stikstofmeststoffen in Nederland (herleid tot N) [bron: LEI/CBS, 1985].

beeld en vindt er een versnelling plaats in de toename van het nitraatgehalte. In veel drinkwaterputten voldoet het opgepompte water op dit moment niet meer aan het in de EG-richtlijn gestelde richtniveau van 25 mg/l nitraat. Gevreesd moet worden dat binnen afzienbare tijd de nitraatgehalten in het opgepompte grondwater plaatselijk de MTC-norm (Maximaal Toelaatbare Concentratie) uit de EG-richtlijn zullen overschrijden. De nitraatgehalten in het water van het pompstation Geulle zijn nog steeds zeer laag. De oorzaak hiervan moet gezocht worden in de diepte van de winning en het feit dat het kalksteenpakket waaruit gewonnen wordt ter plaatse wordt afgedekt door tertiaire kleilagen. De ouderdom van het opgepompte grondwater is hierdoor betrekkelijk groot. De fluctuaties in het nitraatgehalte van het grondwater kunnen veroorzaakt worden door van jaar tot jaar wisselende mestgiften, maar ook door verschillen in neerslaghoeveelheid, met dien verstande dat een toename van de jaarlijkse neerslagsom na verloop van tijd zal leiden tot een toename in de nitraatgehalten van het grondwater. In afb. 2 is het verloop van de jaarlijkse neerslagsom over de periode 1950-1985 weergegeven en het verloop van de nitraatgehalten in het grondwater van het pompstation Landeus gedurende dezelfde periode. Uit afb. 2 blijkt dat er in de



Afb. 2 - Het verloop van de jaarlijkse neerslagsom en het nitraatgehalte in het grondwater van het pompstation Landeus [bron: NV Waterleidingmaatschappij Limburg].

afgelopen tien jaar weliswaar sprake is van een stijgende lijn in de jaarlijkse neerslagsom, maar dat deze toename een heel normale golfpiek is in de tijdreeks van de jaarlijkse neerslagsommen. Het is derhalve onwaarschijnlijk dat de sterke toename van het nitraatgehalte in de afgelopen tien jaar veroorzaakt wordt door een toename van de neerslaghoeveelheid.

4. Het verloop van het nitraatgehalte in het Zuidlimburgse bronwater

Door haar specifieke geohydrologische en geomorfologische opbouw komen in Zuid-Limburg op tal van plaatsen bronnen voor waar het freatische grondwater dagzoomt. Het nitraatgehalte van het bronwater blijkt in heel Zuid-Limburg sinds 1970 sterk te zijn toegenomen. Zo zijn de nitraatgehalten van bronnen in het gebied rond Vaals toegenomen

TABEL II – Vermenigvuldigingsfactor als functie van de grondwatertrap en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) ter berekening van de nitratuuitspoeling ten opzichte van diepontwaterde percelen [ICW, 1985].

Grondwatertrap	I	II	III	IV	V	VI	VII
GHG in meters	0,00	0,00	0,20	0,40	0,30	0,60	0,90
Factor	0,04	0,04	0,10	0,22	0,15	0,41	0,73

TABEL III – Verandering van het nitraatgehalte (mg/l) van een aantal drinkwaterwinningen in Zuid-Limburg in de periode 1940-1985.

	Roodborn	Heer	Sittard	Ijzeren Kuilen	De Landeus	Geulle
1940	—	—	7	—	—	—
1950	11	14	11	18	4	< 0,5
1960	11	14	18	16	6	3
1970	17	12	15	20	8	< 0,5
1980	20	21	21	25	16	< 0,5
1985	28	22	27	36	27	< 0,5

Bron: NV Waterleiding Maatschappij Limburg; Gemeentelijk Waterleidingbedrijf Sittard.

men van 2,4 mg/l in 1973 tot 62 mg/l in 1985 (zie tabel IV). Ook in noordelijk Zuid-Limburg blijken de gehalten na 1980 in dezelfde orde van grootte te liggen. Van de periode voor 1980 zijn slechts weinig chemische analyses van bronwater gepubliceerd. De oudste analyse stamt uit 1940 en is van een bron te Spaubeek. In tabel V zijn ter vergelijking de analyseresultaten uit 1985 weergegeven. Het blijkt dat niet alleen de nitraatgehalten, maar ook de sulfaat- en chloridegehalten sinds 1940 zijn toegenomen. De enige bronnen waarin een tegengestelde trend is waargenomen, te weten een afname van het nitraatgehalte in de tijd bevinden zich benedenstrooms van huisvuilstorten en deponieën van mijnsteen. Dergelijke deponieën hebben een sterk reducerend effect op het grondwater, waardoor nitraat door denitrificatie afgebroken kan worden.

TABEL V – Vergelijking van waarden van enkele fysische en chemische parameters van een bron te Spaubeek gemeten in 1940 en 1984.

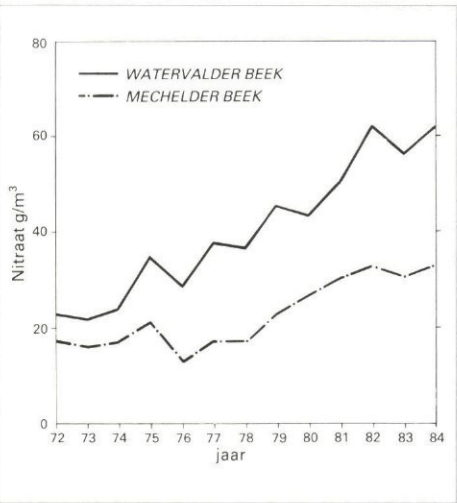
	pH	E.C. (mS/m)	NO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl
sept. 1940*	7,4	68,3	27	35	19
sept. 1984	6,9	77,5	61	80	31

Bron: *Jongmans et al [1941].

5. Het verloop van het nitraatgehalte in Zuidlimburgse beken

De beken in Zuid-Limburg vertonen in de periode van 1973 tot 1984 alle een stijgende trend in het nitraatgehalte en een dalende trend in het ammoniumgehalte van het water, zoals blijkt uit de resultaten van de monstercampagnes van het Waterschap/Zuiveringschap Limburg. In tabel VI is van de Geul en een viertal kleinere beken het verloop van het nitraat- en het ammoniumgehalte weergegeven. In afb. 3 is het verloop van het nitraatgehalte

Afb. 3 - Het verloop van het nitraatgehalte in de Watervalderbeek en de Mechelderbeek [bron: Waterschap/Zuiveringschap Limburg].



TABEL IV – Toename van het nitraatgehalte (in mg/l) in een aantal brongebieden in Zuid-Limburg.

	Vaals		Elsloo		Ulestraten	
	gem.	spr.	gem.	spr.	gem.	spr.
1973*	2,4	0,7	—	—	—	—
1981**	2,7	2,3	38	—	—	—
1982	—	—	48	3,7	57	9,0
1983	—	—	57	6,5	64	8,5
1984	—	—	81	7,3	62	13
1985	62	9,7	72	13	81	4,9

Bron: * TH Aken (pers. med.); ** v. d. Ploeg [1982].

TABEL VI – Toename van het nitraatgehalte in een aantal beken in Zuid-Limburg.

	Geul Valkenburg		Terzieter- beek		Mechelder- beek		Watervalder- beek		Kelmonder- beek	
	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄
1973	16	1,5	27	0,8	16	2,6	22	0,5	19	0,3
1976	13	1,2	20	0,5	13	1,5	29	0,3	18	2,5
1980	22	0,7	32	0,3	27	1,2	44	0,3	45	0,1
1984	28	0,3	36	0,3	33	0,2	63	0,1	67	0,2

Bron: Waterschap Zuiveringsschap Limburg.

in de Watervalderbeek en de Mechelderbeek grafisch weergegeven.

In deze beken is gedurende de observatieperiode enig huishoudelijk afvalwater geloosd. Gezien de daling van het ammoniumgehalte kan geconstateerd worden dat deze lozingen in omvang zijn afgenomen. De sterke toename van het nitraatgehalte wordt derhalve veroorzaakt door een toename van het nitraatgehalte in het door de beken gedraineerde grondwaterpakket.

6. De balans van water en stikstof van het Centraal Plateau

Om een beter inzicht te verkrijgen in de herkomst van de uitgespoelde stikstof is van een geohydrologisch deelgebied een gedetailleerde water- en stikstofbalans opgesteld. Als studiegebied is gekozen voor het Centraal Plateau, dat in het zuiden begrensd wordt door de Geul, in het westen door de Maas en in het noordoosten door de Geleenbeek (zie afb. 4). Hydrologisch behoort het onderzoeksgebied tot het stroomgebied van de Geleenbeek, het stroomgebied van de Geul en het directe stroomgebied van de Maas. De oppervlakte bedraagt circa 5.850 ha waarvan 4.550 ha cultuurgrond.

6.1. Hydrogeologie

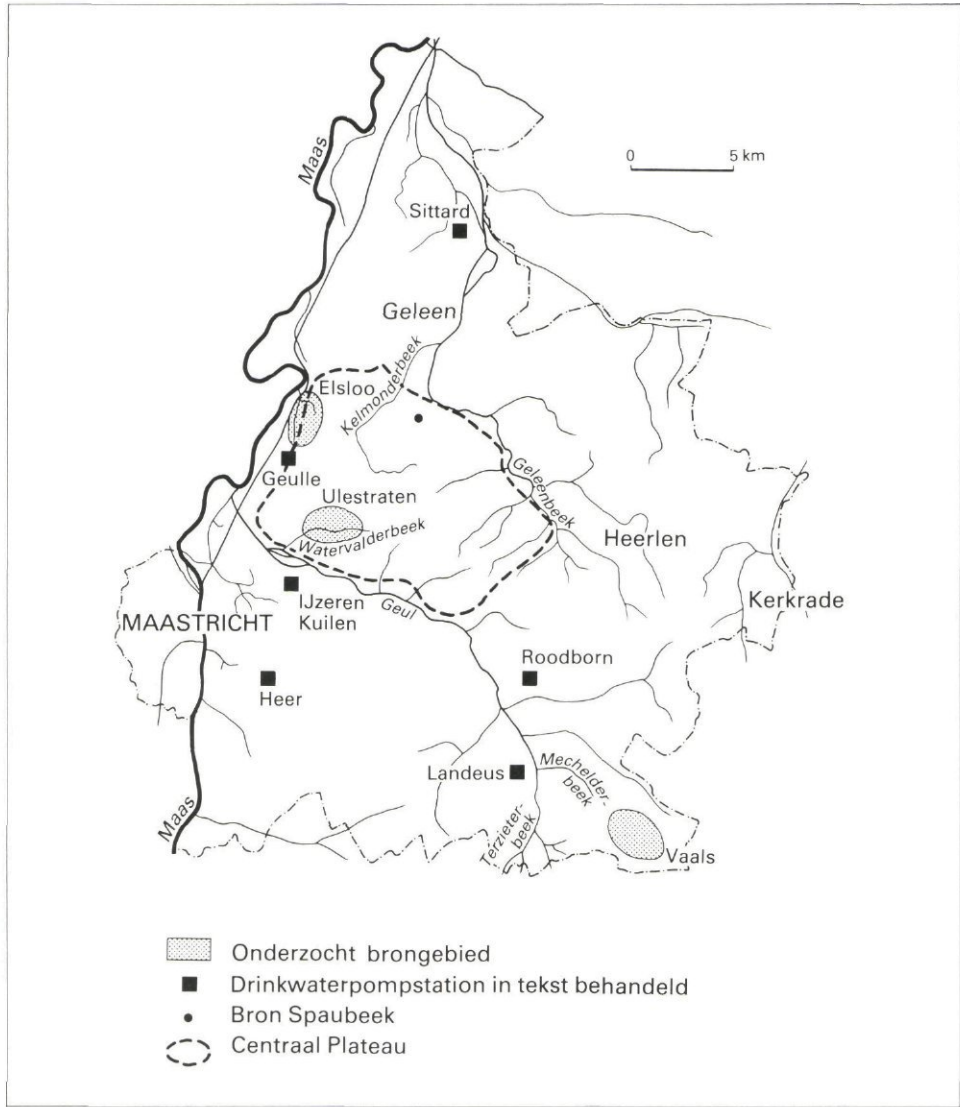
In het onderzoeksgebied zijn twee verticaal van elkaar gescheiden watervoerende pakketten aanwezig. Het bovenste watervoerend pakket bestaat uit kwartaire Maassedimenten (grof grind en zanden) en fijnzandige tertiaire afzettingen. De waterondoorlatende basis van dit pakket wordt gevormd door tertiaire kleilagen. Het tweede watervoerend pakket wordt gevormd door kalkafzettingen uit het Paleoceen en krijt. Het bovenste grondwaterpakket van het onderzoeksgebied kan

als een geohydrologische eenheid ten aanzien van de recharge beschouwd worden.

Instroming van grondwater van buiten het gebied vindt niet plaats. Alleen de nuttige neerslag in het gebied zelf zorgt voor de voeding van het bovenste grondwaterpakket. Dit in tegenstelling tot het grondwaterlichaam in de onderliggende kalksteen waar wel instroming van grondwater van buiten het gebied plaatsvindt. Het bovenste watervoerende pakket heeft een natuurlijke afwatering via de talrijke bronnen die aan de randen van het plateau voorkomen. In het noordwestelijk deel van het plateau vindt waarschijnlijk afstroming naar het middenterras en het laagterras van de Maas plaats. Het is niet uitgesloten dat een gedeelte van het grondwater naar het tweede watervoerend pakket percoleert. Omdat het onderzoek gericht is op het bovenste watervoerend pakket wordt de onderliggende kalksteenaquifer niet besproken. De verblijfstijd van water in de onverzadigde zone wordt geschat op 1 tot 7 jaar [Hendrix, 1985]. Aan de randen van het onderzoeksgebied komen plaatselijk echter dunne lösspakketten en grindbodems voor. Het infiltrerende water kan op dergelijke plaatsen het grondwater binnen enkele weken bereiken en aldus vrij snel de kwaliteit van het bronwater beïnvloeden.

6.2. De waterbalans van het studiegebied

Voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse voeding van het grondwater (Qj) is gebruikgemaakt van de maand-normalen van de neerslag uit uurgegevens over 1951-1980 van Vliegveld Zuid-Limburg bij Beek [KNMI, 1982]. De hierin aangegeven openwaterverdamping (EO) is berekend volgens Penman. Voor de bepaling van de verdamping van bouwland is uitgegaan van de verdeling van het agrarisch grondgebruik in de gemeente Nuth in 1984. Aan de hand



Afb. 4 - Overzichtskaartje van Zuid-Limburg.

van de openwaterverdamping is de potentiële gewasverdamping berekend na bepaling van gewasfactoren voor het groeiseizoen. Ondanks de zeer diepe grondwaterstand is de verdampingsreductie in het groeiseizoen beperkt door het goede vochthoudend vermogen van lössgronden (hangwaterprofiel). Voor de berekening van de actuele gewasverdamping is daarom slechts 6% van de potentiële gewasverdamping tijdens het groeiseizoen in mindering gebracht. Uit recent onderzoek [Geografisch Instituut RUU, interne mededeling] blijkt dat op akkerland in Zuid-Limburg tot circa 12% van de jaarlijkse neerslag oppervlakkig afstroomt. In deze studie wordt aangenomen dat voor het oppervlak van het gehele landbouwgebied van het Centraal Plateau 5% van de nuttige neerslag oppervlakkig afstroomt en dus niet bijdraagt aan de voeding van het grondwater. Voor bos wordt de actuele verdamping van grasland aangehouden. Aangenomen wordt dat 70% van de neerslag op verharde

oppervlakten afgevoerd wordt via afwateringslopen en rioolsystemen. Tevens wordt ervan uitgegaan dat de actuele verdamping op verhard oppervlak en in groeven gelijk is aan de openwaterverdamping. De resultaten van de berekeningen zijn samengevat in tabel VII.

Voor de bepaling van de afvoer van het bovenste grondwaterpakket zijn debietmetingen verricht in beken die voornamelijk

door bronnen gevoed worden. In totaal werd in de maanden juni en oktober op 60 verschillende plaatsen het debiet gemeten [Hendrix, 1985]. In een beperkt aantal waterlopen werd vaker gemeten om inzicht te krijgen in debietschommelingen op korte termijn. Op grond van de debietmetingen is de totale afvoer van het bovenste grondwaterpakket via bronnen en beken in 1984 geschat op circa 10,8 miljoen m³. De gemiddelde jaarlijkse voeding van het grondwater in het onderzoeksgebied werd berekend op 15,0 miljoen m³. Dit betekent dat 72% van de berekende totale jaarlijkse voeding van het grondwater als bronwater wordt afgevoerd. Het overige grondwater zal afgevoerd worden door ondergrondse afstroming naar het midden- en laagterras, of door percolatie naar het onderliggend kalksteenpakket.

6.3 De stikstofbalans

Kunstmest, dierlijke mest en zuiveringsslib zijn de belangrijkste bronnen van stikstofverbindingen voor de cultuurgronden in Nederland. Een andere belangrijke flux van stikstofverbindingen naar de bodem wordt gevormd door droge en natte atmosferische depositie van NO_x-verbindingen en ammoniak. Bovengenoemde bronnen zijn veelal goed te kwantificeren. Moeilijker te kwantificeren zijn de effecten van septic tanks, lekkende rioleringen, gierputten en mestopslagbassins. Ook de toevoer van stikstofverbindingen in bebouwde gebieden, onder andere ten gevolge van bemesting van tuinen en gazons is moeilijk in te schatten. Op basis van gegevens van het CBS en op basis van aanvullende gegevens uit de veelheid aan literatuur over dit onderwerp is voor het Centraal Plateau een stikstofbalans opgesteld (zie tabel VIII).

Het verschil tussen de berekende input en output wordt veroorzaakt door denitrificatie- en uitspoelingsprocessen. Gezien de geo-hydrologische opbouw van het studiegebied speelt denitrificatie waarschijnlijk een ondergeschikte rol. Dit zou betekenen dat het grootste deel van het stikstofoverschot uitspoelt naar het grondwater. Aangezien meer dan 70% van het effectieve neerslag-

TABEL VII – Berekening van de gemiddelde jaarlijkse voeding van het grondwater in het onderzoeksgebied.

Landgebruik	Percentage van tot. opp.	Oppervlak (ha)	Qj (mm)	Qj (m ³)
akkerbouw	46	2.730	358	9.773.400
grasland	31	1.820	251	4.568.000
oppervlakkige runoff				~ 717.000
subtotaal				13.624.500
voeding uit bos	5	265	200	530.000
wegen, bebouwing	14	800	40	320.000
vliegveld	3	181	251	454.300
groeven	1	55	40	22.000
totaal	100	5.850		14.950.800

overschot afgevoerd wordt via bronnen, kan aan de hand van de gemeten debieten en de nitraatgehalten een berekening worden gemaakt van de afvoer van stikstof via het bovenste grondwaterpakket. De debietmetingen in juli worden representatief geacht voor de eerste helft van 1984 en de metingen in oktober voor de tweede helft van dit jaar. De nitraatconcentratie werd bepaald aan de hand van de gemiddelde waarden van de voedinggevende bron of bronnen. Tabel IX geeft een overzicht van de gemeten nitraatconcentraties in het grondwater van het onderzoeksgebied. De seizoensgebonden variatie wordt veroorzaakt door het ruimtegebruik direct bovenstrooms van de bron; de verblijfstijd van de neerslag die daar infiltreert is hooguit enkele weken tot maanden. De lage nitraatgehalten zijn voor het merendeel aangetroffen in sterk door huisvuildeponieën beïnvloed grondwater. Percolatiewater van dergelijke deponieën is door de optredende rotting- en gistingsprocessen anaëroob, waardoor denitrificatie kan optreden.

Op grond van de gegevens in tabel IX is voor het eerste halfjaar een nitraatvracht van 23,48 g/s berekend en voor het tweede halfjaar een vracht van 32,48 g/s. In 1984 werd in totaal 199,1 ton stikstof via het

bovenste grondwaterpakket uit het onderzoeksgebied afgevoerd. Aangezien 72% van de jaarlijkse voeding van het grondwater via bronnen wordt afgevoerd bedraagt de geschatte totale output van stikstof van het Centraal plateau in 1984 ongeveer 278 ton. Dit is 51% van het in tabel VIII berekende stikstofoverschot. De discrepantie tussen deze twee cijfers kan, behalve door schattingsfouten, veroorzaakt worden door: – denitrificatie van een deel van het nitraat, wellicht al in de wortelzone door facultatief anaërobe bacteriën; – verschil in ouderdom van het grondwater en de gegevens ten aanzien van de bemesting. De stikstofbalans is opgesteld voor het jaar 1984, terwijl de verblijftijd van het grondwater vele jaren kan zijn.

Uitgaande van een geschatte denitrificatiefactor van 10% kan het toekomstige nitraatgehalte van het grondwater berekend worden uit het effectieve neerslagoverschot en het stikstofoverschot (zie tabel X). Uit deze tabel volgt dat de nitraatuitspoeling onder grasland groter is dan onder bouwland. Dit lijkt strijdig met wat doorgaans gemeten wordt, bijvoorbeeld in het landelijk meetnet grondwaterkwaliteit [van Duijvenbooden et al, 1985]. De oorzaak hiervan is dat in Nederland gras-

TABEL IX – Overzicht van de gemeten nitraatgehalten (in mg/l) in de bronnen aan de rand van het Centraal Plateau.

	Maart	Mei	Juli- aug.	Sept.- okt.	Dec.- jan.
minimum	4	9	13	1	13
mediaan	81	63	72	69	78
gemiddelde	100	75	82	81	88
maximum	242	253	254	219	264
aantal waarn.	37	50	51	69	75

TABEL X – Berekende maximale nitraatgehalten van het grondwater bij 10% denitrificatie.

	Grasland	Bouwland	Totaal
effectief neerslagoverschot	238 mm	340 mm	255 mm
stikstofoverschot	140,2 t/ha	85,2 t/ha	93,6 t/ha
maximaal nitraatgehalte	236 mg/l	96 mg/l	147 mg/l

landen veelal worden aangetroffen op de lage, natte gronden met een sterke denitrificatie en bouwlanden op de hogere gronden waar denitrificatie een ondergeschikte rol speelt. Op de lössgronden in Zuid-Limburg bestaat dit verschil niet of nauwelijks, waardoor graslanden hier een grotere bijdrage leveren aan de eutrofiëring van het grondwater dan bouwlanden. Vergelijking van tabel IX en X toont aan dat in sommige bronnen de gemeten nitraatgehalten al overeenkomen met de berekende gehalten. De snelle respons van het eerste watervoerende pakket op het Centraal Plateau wordt veroorzaakt door de relatief korte verblijftijd van het grondwater. De verblijftijden in de kalksteenaquifer waaruit grondwater gewonnen wordt, zijn langer, waardoor het jonge, met nitraat belaste grondwater nog sterk gemengd wordt met schoon 'oud' water. Op grond van de ontwikkelingen in het eerste watervoerende pakket kan verwacht worden dat de in de pompputten geconstateerde stijging van het nitraatgehalte zich de komende jaren zal voortzetten. Hierdoor zal het nitraatgehalte van een groot deel van het in Zuid-Limburg opgepompte grondwater in hooguit 10 tot 20 jaar de MTC-norm overschrijden.

7. Oorzaken

Aangezien in Zuid-Limburg minder dierlijke mest geproduceerd wordt dan landbouwkundig verantwoord verwerkt kan worden, zullen mestdumpingen niet of nauwelijks voorkomen. De oorzaak van de toegenomen nitraatbelasting van het Zuidlimburgse milieu moet daarom veeleer gezocht worden in langzame verschuivingen in de agrarische bedrijfsvoering en het agrarisch ruimtegebruik. In tabel XI is de verandering van het agrarisch ruimtegebruik sinds 1960 weergegeven. Opvallend is de sterke toename van de teelt van maïs en suikerbieten ten koste van de teelt van granen. De stikstof-

TABEL VIII – Globale jaarlijkse stikstofbalans van het Centraal Plateau in tonnen stikstof.

	Grasland (1.820 ha)	Akkerland (2.730 ha)	Overig (1.300 ha)	Totaal (5.850 ha)
atm. depositie (vast)	12,1	18,1	8,6	38,8
(var.)	41,6	39,1	30,9	111,6
stikstofbinding uit atm.	18,2	13,7	6,5	38,4
kunstmest	527,8	294,8	PM	822,6
dierlijke mest (stal)	98,7	286,0	—	384,7
dierlijke mest (weide)	241,5	—	—	241,5
zuiveringsslib	8,1	6,2	PM	14,3
gladheidsbestrijding	—	—	28,0	28,0
septic tanks en lekkende rioleringen (1.600 i.e.)	—	—	8,8	8,8
INPUT totaal	948,0	657,0	82,8	1.688,7
netto gewasonttrekking	573,3	392,7	13,3	979,3
vervluchtiging:				
kunstmest	52,8	—	—	52,8
dierlijke mest (stal)	14,1	28,6	—	42,7
dierlijke mest (weide)	16,1	—	—	16,1
accumulatie in humus	36,4	—	—	36,4
opp. afspoeling	—	3,9	9,8	13,7
OUTPUT totaal	692,7	425,2	23,1	1.141,0
VERSCHIL (t)	255,3	222,7	59,7	547,7
(kg/ha)	140,2	85,2	45,9	93,6

Bij het opstellen van de balans zijn de volgende aannamen gemaakt:

1. het landgebruik en de produktie van dierlijke mest in de gemeenten Beek en Nuth is representatief voor het gehele onderzoeksgebied. Deze gemeenten beslaan circa 75% van het oppervlak van het studiegebied;
2. alle geproduceerde mest wordt in het onderzoeksgebied verwerkt. Het rundvee staat de helft van het jaar op stal en wordt de andere helft van het jaar geweid. Van de in het gebied in de stallen geproduceerde dierlijke mest wordt 25% aangewend op grasland en 75% op bouwland. Het uitrijden vindt plaats in het voor- en najaar;
3. de atmosferische depositie van stikstofverbindingen kan onderverdeeld worden in een vast en een variabel deel. Voor de berekening van de vaste belasting is gebruikgemaakt van de gegevens van het vliegveld Beek ten aanzien van de neerslag en de gehalten aan NO_x-verbindingen hierin. De depositie van ammoniak wordt beschouwd als een variabele belasting veroorzaakt door de vervluchtiging van ammoniak tijdens het gebruik van dierlijke mest en kunstmest. Aangenomen is dat er geen nettoflux van ammoniak uit het studiegebied aanwezig is. De relatieve depositie van ammoniak op bouwland, grasland, bebouwing en bos verhouden zich als 1 : 1, 6 : 1, 6 : 3,9 [ICW, 1985].

TABEL XI – Het agrarisch ruimtegebruik (in ha) in Zuid-Limburg sinds 1960.

	Grasland	Aardappelen	Suikerbieten	Snijmais	Granen
1960	25.800	1.700	2.620	0	16.020
1965	24.000	1.650	3.300	0	12.990
1970	22.000	1.570	3.530	160	10.120
1975	17.400	1.120	4.420	3.050	6.990
1980	16.200	1.690	4.300	3.880	6.450
1984	15.700	1.390	5.210	4.520	5.820

onttrekking per oogst, en dus ook de optimale stikstofgift, is voor deze gewassen veel groter dan voor granen. Deze toege-
nomen stikstofgift op akkerlanden, die
overigens ook blijkt uit afb. 1, zal leiden tot
een toename in de nitraatuitspoeling.

Doordat de produktie van dierlijke mest in
Limburg sinds 1960 sterk is toegenomen
(zie afb. 5) zal een steeds groter deel van de
stikstofgift gerealiseerd worden door
toediening van dierlijke mest. Aangezien de
werkingscoëfficiënt van dierlijke mest lager is
dan die van kunstmest zal dit eveneens leiden
tot een verhoogde nitraatuitspoeling.
Als laatste oorzaak kan gewezen worden op
het toegenomen kunstmestgebruik op gras-
landen. Door de groei van de rundvee-
bezetting is het agrarisch gebruik van
graslanden sterk geïntensiveerd en daarmee
het gebruik van kunstmest toegenomen.

8. Concluesies

De nitraatgehalten in het Zuidlimburgse
grond- en oppervlaktewater zijn de laatste
decennia sterk gestegen. Met name het
grondwater uit het eerste watervoerende
pakket is in hoge mate belast met nitraat.

Daar denitrificatie in Zuid-Limburg niet of
nauwelijks optreedt, leidt elke toename in de
mestgift tot een toename van het nitraat-
gehalte van het grondwater. Bij handhaving
van het huidige bemestingsregiem zullen de
nitraatgehalten van het opgepompte grond-
water binnen afzienbare tijd de MTC-norm
uit de EG-drinkwaterrichtlijn overschrijden.

Met het van kracht worden van de AMvB
"Toediening dierlijke meststoffen" zal
kunstmest in toenemende mate door dierlijke
mest vervangen worden. Door de lagere
werkingscoëfficiënt van dierlijke mest zal dit
leiden tot een sterke toename van de stikstof-
uitspoeling, zelfs bij een gelijkblijvend
bemestingsniveau.

Geraadpleegde literatuur

Backhuijs, F. J. H. M. (/1985). *Oriënteringsnota Mest-
problematiek Limburg*. Provinciaal Bestuur van Limburg.
Beek, C. G. E. M. van, Kooij, D. van der, Noordam, P. C.
en Schippers, J. C. (1985). *Nitraat en Drinkwater-
voorziening*. KIWA mededeling 84, Nieuwegein.
Bleuten, W. en Cerutti, M. (1984). *De huidige en
toekomstige nitraat en sulfaatbelasting van grond- en
drinkwater van de Nederlandse pleistocene zandgebieden*.
H₂O (17), nr. 10.
CBS (1984). *Bodemstatistiek 1983*.

Verkoop van de water-industrie
in Engeland en Wales uitgesteld

De Times berichtte op 4 juli jl., dat het
kabinet Thatcher op de avond tevoren in de
House of Commons was teruggekomen op de
verkoop van de tien Water Authorities.

Deze tien Authorities omvatten krachtens de
Water Act 1973 het beheer over en de
ontwikkeling van de beschikbare wateren,
het kwantitatief en kwalitatief beheer van
oppervlakte- en grondwater, riolering en
afvalwaterverwerking, drinkwatervoorzie-
ning, ontwatering en visserij. Vergeleken met
Nederlandse omstandigheden zou dit hier
een uitverkoop hebben betekend van
beheerstaken behorende tot de Ministeries
van Verkeer en Waterstaat en de Rijks-
waterstaat, Volkshuisvesting, Ruimtelijke
Ordening en Milieubeheer, Landbouw en
Visserij, gemeenten, waterschappen en
waterzuiveringsschappen en vrijwel de gehele
openbare drinkwatervoorziening. Het was
dan ook waarschijnlijk het meest omvang-
rijke van alle privatiseringsvoorstellen.

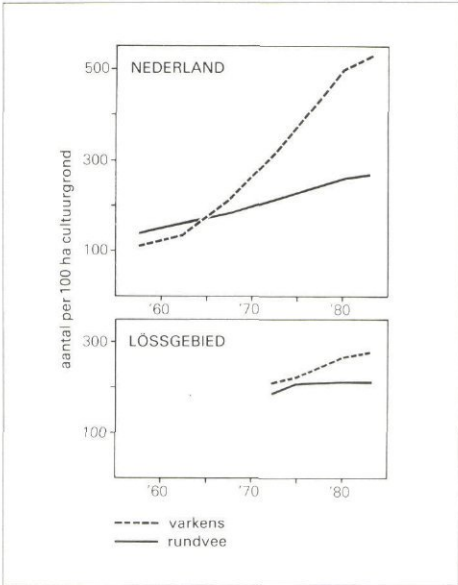
De behandeling van het wetsontwerp werd
naar verluid door de regering opgeschort
omdat een toenemende weerstand bleek te
ontstaat bij vakbonden en consumenten-
organisaties, alsmede bij een steeds talrijker
groep van conservatieve parlementsleden.

Mevrouw Thatcher wilde kennelijk de
behandeling van een dergelijk controversieel
onderwerp zo kort voor de algemene ver-
kiezingen (in 1987) niet meer riskeren.

Kijken we in het bijzonder naar de openbare
drinkwatervoorziening in Engeland, dan zien
we toch wel een merkwaardige ontwikkeling.
In 1945, vlak na de oorlog, waren er ongeveer
1100 waterleidingbedrijven. Dit aantal is
krachtens verschillende wetgeving (Water
Act 1945, Water Resources Act 1963 en
laatstelijk de Water Act 1973) teruggebracht
tot ca. 200 particuliere waterleidingbedrijven
(Statutory Water Companies) en de reeds
genoemde 10 Water Authorities.

De particuliere waterleidingbedrijven
hebben evenwel hun zelfstandigheid goed-
deels verloren, omdat ze moeten optreden als
vertegenwoordiger (Agent) van de water
Authorities, die hun dan de nodige instructies
kunnen geven. De Water Authorities worden
bestuurd door colleges, die in meerderheid
bestaan uit vertegenwoordigers van de
plaatselijke overheden. Bij verkoop zou deze
democratische controle geheel teloor gaan.
Voor Nederland, naar ik hoop, een ondenk-
bare zaak.

J. J. van Soest



Afb. 5 - De toename van de veebezetting in Nederland en in
het lössgebied [bron: CBS].

CBS (1984). *Landbouwtelling mei 1984*.
Duijvenbouden, W. van, Taat, J. en Gast, L. F. L. (1985).
Landelijk meetnet grondwaterkwaliteit. Rapportnr.
840382001, Rijksinstituut voor volksgezondheid en
milieuhygiëne, Leidschendam.
Gemeentewerken Maastricht (diverse jaren). *Jaarverslag
waterleidingbedrijf*. Maastricht.
Hendrix, W. P. A. M. (1985). *Het grondwater van het
Centraal Plateau (Z-Limburg)*. Publikaties van de
Geografisch Instituut, Rijksuniversiteit Utrecht.
ICW (1985). *Nitraatproblematiek bij grondwaterwinning:
onderzoek naar alternatieve maatregelen*. Rapport 12.
Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding,
Wageningen.
Jongmans, W. J., Krul, W. F. J. M. en Vos, J. J. H. (1941).
Waterwinning in Zuid-Limburg. Uitgave van de
NV Waterleiding Maatschappij Limburg, Maastricht.
KNMI (1982). *Klimatologische gegevens van de Neder-
landse stations. Nr. 10: 'Normalen en standaardafwijkingen
voor het tijdvak 1951-1980'*. De Bilt.
Kolenbrander, G. J. (1981). *Stikstof als potentiële
verontreinigingsbron*. Hfdst 7.1.2. in 'Handboek voor
Milieubeheer', deel IV, 'Bodembescherming'. Vermande
& Zonen, IJmuiden.
LEI/CBS (1985). *Landbouwcijfers*. Den Haag.
Ploeg, W. M. P. v. d. en Upperman, C. W. (1982). *Bronnen
in Vaals, macrofauna onderzoek*. Verslag LH/NB nr. 643,
Landbouwhogeschool, Wageningen.
Rijtema, P. E. (1978). *Een benadering voor de stikstof-
emissie uit het graslandbedrijf*. Nota 192, Instituut voor
Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
Rijtema, P. E. (1985). *De relatie van de landbouw tot
andere belangen via het waterbeheer*. Cultuurtechnisch
tijdschrift jrg. 25, nr. 4.
Waterleidingmaatschappij Limburg (diverse jaren). *Jaar-
verslag*. Maastricht.
Waterschap Zuiveringsschap Limburg (diverse jaren).
Jaarverslag. Roermond.