

- H. van Keulen, E.A. Lantinga & H.H. van Laar (Eds.), Mixed farming systems in Europe. APMinderhoudhoeve reeks nr 2, pp. 121-128.
- Schröder, J.J., J.J. Neeteson, J.C.M. Withagen & I.G.A.M. Noij, 1998b.
Effects of N application on agronomic and environmental parameters in silage maize production on sandy soils. *Field Crops Research* 58: 55-67.
- Schröder, J.J., J.J. Neeteson, O. Oenema & P.C. Struik, 2000.
Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. *Field Crops Research* 62: 151-164.
- Stenberg, M., H. Aronsson, B. Linden, T. Rydberg & A. Gustafson, 1999.
Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. *Soil and Tillage Research* 50: 115-125.
- Van Dijk, T.A., 1991.
Naar geïntegreerde bemesting op bedrijfsniveau. NMI, Wageningen, 60 pp.
- Van Dijk, T.A. & C. Wierda, 1998.
Mineralen op scherp: resultaten akkerbouw, vollegrondsgroenten en boomkwekerij. *Meststoffen* 97/98: 29-39.
- Van Dijk, W. & J.R. van der Schoot, 1999.
Mineralenbeleid 2003: waar liggen de knelpunten. In: Dekker, P.H.M. (Ed.), *Naar maatwerk in bemesting*. Themaboekje 22, PAV, Lelystad, pp. 7-20.
- Van Eck, G., 1994.
Stikstofverliezen en stikstofoverschotten in de Nederlandse landbouw. Projectverliesnormen, deel-rapport 3. Rapport van de technische projectgroep 'N-desk-studie', 115 pp.
- Vellinga, Th.V., M. Mooij & A.H.J. van der Putten, 1997.
Richtlijnen voor bemesting en graslandgebruik ter beperking van nitraatuitspoeling op zandgrond. (Nitraat Reductie Planner). *Plant Research International-rapport* 166, Lelystad.
- Wallgren, B. & B. Linden, 1994.
Effects of catch crops and ploughing times on soil mineral nitrogen. *Swedish Journal of Agricultural Research* 24, 67-75.
- Water, K., 1999.
Eindverslag 1999. Project Introductie Mineralenboekhouding voor Biologische Landbouwbedrijven. DLV, Zwaagdijk, 26 pp.
- Westhoek, H., 1995.
Verkenning van de milieueffecten van verschillende stikstof- en fosfaatverliezen. *Quick scan milieueffecten*. IKC-L, Ede, 44 pp.
- Wijnands, F.G. & W. Van Leeuwen-Haagsma, 1997.
Vergelijking drijfmest-kunstmest. *PAV Bulletin Akkerbouw* september 1997, PAV, Lelystad, 24-28.
- Willems, W.J., Th. V. Vellinga, O. Oenema, J.J. Schröder, H.G. van der Meer, B. Fraters & H.F.M. Aarts, 2000.
Onderbouwing van het Nederlandse derogatieverzoek in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn. Rapport 718201002, RIVM, Bilthoven, 102 pp.

2.6 Modelinstrumentarium voor doorrekenen van effecten mestbeleid

P. Groenendijk, J. Willems & R. Schils

2.6.1 Inleiding

De behoefte om de ex-ante evaluatie van beleidsopties te ondersteunen met rekenmethoden en modelinstrumenten heeft de afgelopen jaren geleid tot samenwerkingsvormen tussen verschillende onderzoeksinstituten, mede omdat in de N- en P-desk-studies (1995) was aangegeven dat integratie in de modellering van landbouwkundige, milieukundige en sociaal-economische effecten tot stand moest

komen. Verschillende instellingen hebben vanuit hun eigen 'core-business' in deze samenwerkingsvormen expertise ingebracht. Deze rekeninstrumenten zijn met name bedoeld voor de landelijke en de regionale schaal. Uit de resultaten zijn inzichten te destilleren voor verschillende sectoren. Naast de genoemde modelinstrumenten op regionale en nationale schaal zijn binnen het praktijkonderzoek rekenmethoden aanwezig, waarmee op bedrijfsniveau onder verschillende omstandigheden een inschatting van de nitraatuitspoeling gemaakt kan worden.

Rekeninstrumenten voor de landelijke en de regionale schaal hebben geografisch georiënteerde invoergegevens nodig. Een belangrijk element van dergelijke studies is het opstellen van schematiseringen waarin de beschikbare kennis en data in een consistent en samenhangend geheel worden verwerkt, zodat voor alle afzonderlijke subgebieden de juiste modelinvoer gegenereerd kan worden.

2.6.2 Stand van zaken in 1995

Verbetering van modellen is een geleidelijk proces. Alleen door veeljarige ervaring van toepassers, in nauw contact met ontwikkelaars, groeit een rekenmodel uit tot een volwassen instrument dat met vertrouwen kan worden toegepast voor verschillende situaties.

In 1995 waren enkele rekenmodellen voorhanden, die op perceelsschaal waren gevalideerd en die op regionale schaal werden toegepast. Een voorbeeld hiervan is het model ANIMO (Groenendijk & Kroes, 1999) dat ten behoeve van de Derde Nota Waterhuishouding op landelijke schaal (Kroes *et al.*, 1990) en regionale schaal (Van der Bolt *et al.*, 1996) werd toegepast. De toepassing van ANIMO voor de WaterSysteemVerkenningstudie was in 1995 in uitvoering. Bij het RIVM werd ten behoeve van de Milieuverkenningen gerekend met een eigen modelinstrumentarium. Bij het LEI werden aparte modellen ingezet voor het evalueren van de sociaal-economische gevolgen, terwijl zowel bij de praktijkonderzoek als het voormalige AB aparte modellen (veelal regressies) werden gebruikt om de landbouwkundige effecten in te schatten voor de verschillende bodemgebruiksvormen.

De uitwisseling van kennis tussen de verschillende onderzoeksinstellingen was niet optimaal. In de modellen was meestal alleen de expertise vanuit de eigen instelling verwerkt.

Validatiestudies en gebiedsstudies waren minder ver uitgevoerd en gerapporteerd dan ze nu zijn. De implicaties van de resultaten voor de schematiseringsmethodiek en de modelformuleringen waren nog minder uitgewerkt.

2.6.3 Ontwikkeling sinds 1995

De montage en integratie van kennis vanuit diverse instellingen (Alterra, Plant Research International, LEI, RIVM, RIZA) heeft geresulteerd in enkele modelinstrumenten voor de landelijke en de regionale schaal.

Binnen de projecten waarin deze instrumenten zijn ontwikkeld is aandacht geweest voor de toetsing en de validatie van deze rekeninstrumenten. Daarnaast zijn projecten in uitvoering (Toetsing modelinstrumentarium in vier poldergebieden), waaruit waardevolle informatie verkregen wordt voor de toetsing.

Het bewustzijn van het belang van betrouwbare invoergegevens ten aanzien van bemesting, bodem, hydrologie, bedrijfskenmerken en gewassen is toegenomen. Bij het werken aan modellen is meer nadruk komen te liggen op de schematiseringsmethodiek, in relatie tot databeschikbaarheid, en zijn nauwelijks wijzigingen ten aanzien van procesformuleringen aangebracht.

Het werken met modelinstrumenten heeft het onderzoek naar bijvoorbeeld functionele bodemschematisering en hydrologische modellering verder aangestuurd om bij te dragen aan de beantwoording van beleidsvragen en vragen vanuit de praktijk.

2.6.4 Landelijke schaal

De term STONE staat voor: Samen te Ontwikkelen Nutriënten Emissiemodel. Het is een landsdekkend model voor de uitspoeling van N en P naar het grondwater en de diffuse belasting met N en P van het oppervlaktewater. STONE is ontwikkeld door, en eigendom van DLO (nu WUR), RIZA en RIVM. STONE is een zogenaamd consensusmodel. De discussie over de wenselijkheid en haalbaarheid van een consensusmodel is gestart in 1993. De feitelijke bouw vond plaats tussen 1996 en 1998. Uitgangspunt waren de modellen en gegevens welke gebruikt zijn voor de Watersysteemverkenningen (WSV) (1994). De motieven voor de gezamenlijke ontwikkeling van STONE waren (a) integratie van de best beschikbare kennis, (b) efficiency-verhoging en (c) verbetering van de 'transparantie' van de modelmatige aspecten van beleidsondersteuning door gebruik van hetzelfde model.

De belangrijkste toevoegingen aan STONE ten opzichte van het WSV- instrumentarium, waren:

- technische koppeling van deelmodellen voor berekeningen van (i) mestverdeling, dat wil zeggen de bodembelasting met N en P uit kunstmest en dierlijke mest (CLEAN), (ii) atmosferische depositie van stikstof (OPS of SRM) en (iii) transport en accumulatie van N en P in de bodem (GONAT-ANIMO);
- ontwikkeling van een Grafische User Interface;
- verbetering van de procesbeschrijvingen en parameterisatie voor Mineralisatie, Denitrificatie en Gewasopname;
- verbetering van de hydrologische invoer.

2.6.4.1 Toepassingsbereik

STONE is bedoeld voor evaluatie van landsdekkende effecten van macro-economische ontwikkelingen van de landbouwsector en van nationaal en Europees landbouwbeleid (bijv. Mestbeleid) en Milieubeleid (bijv. Europese nitraatrichtlijn) op de uitspoeling van N en P naar het grondwater en de diffuse belasting met N en P van het oppervlaktewater globaal over Nederland aan te geven. Het accent ligt op N en P uit landbouwkundige bronnen (dierlijke mest en kunstmest) en op effecten op het landbouwareaal. Echter, STONE geeft ook resultaten voor het areaal in gebruik als natuur, waar atmosferische depositie, ook uit niet-landbouwbronnen, dominant is.

STONE kan gebruikt worden o.a. voor berekening van:

- ruimtelijk beelden van N- en P- concentraties en fluxen in bodem, bovenste grondwater en afvoer naar oppervlaktewater;
- stofbalansen op landelijke en sub-landelijke schaalniveaus;
- arealen en ruimtelijke beelden van overschrijding van concentratienormen of reductiedoelstellingen.

Bovendien kunnen ingevoerde scenario's gemanipuleerd worden t.a.v. bijv. de ruimtelijke verdelingen van dieraantallen, emissiereductiemaatregelen en mesttransport t.b.v. beleidsoptimalisatie.

Het STONE model genereert uitvoer voor 3634 unieke combinaties van o.a. bodemgebruik, bodemtype, hydrologie etc. en rekt voor 10-daagse periodes. Gezien de grovere ruimtelijke en temporele resoluties van invoergegevens (bijv. hydrologie), van de berekende bodembelasting (op de schaal van LEI-gebieden en per jaar) en de atmosferische depositie (5x5 km² per jaar), is interpretatie van resultaten alleen geoorloofd voor grotere ruimtelijke eenheden (indicatief 250 km²) en voor meerjarige gemiddelden (ook van seizoensvariabiliteit) van nutriëntenconcentraties en -fluxen.

2.6.4.2 Toepassing

In 1999 is de haalbaarheid van een inzet van STONE 1.3 voor de WSV onderzocht, gegeven de voorlopige calibratie van het totaalmodel. Na een positief advies door de Adviesgroep STONE is STONE versie 1.3 in 2000 daadwerkelijk ingezet voor de Vijfde Nationale Milieuverkenning (MV5).

2.6.5 Regio- en sectoraanpak

Het modelinstrumentarium voor de evaluatie van het mestbeleid bestaat uit de combinatie APPROXI/FES (voor het bepalen van ontwikkelingen van bedrijven en bedrijfseconomische en financiële gevolgen bij diverse beleidsvarianten), het Stofstromenmodel (SSM, voor het in kaart brengen, kwantificeren en verklaren van nutriëntenstromen binnen bedrijven), en ANIMO (dat uit- en afspoeling van nutriënten uit de bodem kwantificeert).

2.6.5.1 APPROXI/FES

Het APPROXI-model maakt een inschatting van het gedrag van de boer tot b.v. het jaar 2015 ten gevolge van een beleidsmaatregel (stimulans), en berekent vervolgens economische, bedrijfsstructurele en (milieu)technische effecten.

Nadat het individuele gedrag en de invulling ervan zijn ingeschat wordt dit gedrag doorgerekend met APPROXI, resulterend in effecten van dit gedrag. Deze effecten voor het individuele bedrijf zijn:

- economische effecten (b.v. saldo, toename vaste kosten, heffingen, financieringsbehoefte),
- milieu-effecten (b.v. overschotten, mest aan- en afvoer, NH₃-emissie, nitraatuitspoeling),
- technische effecten (b.v. melkgift per koe, bemestingsniveau, krachtvoergift, veebezetting),
- strategische effecten (b.v. grondaankoop).

De met het APPROXI-model berekende verandering van de arbeidsopbrengst en de door het model aangegeven investeringswensen worden daarna doorgerekend met het, eveneens door LEI-DLO ontwikkelde, Financieel-Economische Simulatiemodel (FES). Dit model bepaalt, bij bepaalde ontwikkelingen, het investeringsgedrag en de financiële gevolgen op bedrijfsniveau. Tevens worden continuïteitsaspecten van individuele bedrijven bepaald.

Door bedrijfsontwikkeling (bedrijfsstructuur en bedrijfsvoering), continuïteit, ruimtelijke spreiding en een methodiek om het Bedrijfsinformatie Netwerk (BIN) te koppelen met de CBS Landbouwtelling, wordt het eveneens mogelijk een inschatting te maken voor gebieden of sectoren.

2.6.5.2 Stofstromenmodel

Het Stofstromenmodel (SSM) is een empirisch, statisch model, dat nutriëntenstromen en -emissies berekent op basis van bedrijfsgegevens uit het BIN en waarmee de gevolgen van een bepaalde bedrijfsvoering voor de nutriëntenemissies zijn weer te geven. Met de omvang en samenstelling van de veestapel en standaard mestproductienormen wordt de voorlopige normatieve mestproductie per diergroep en voor het gehele bedrijf berekend. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de hoeveelheid mest die in de weide en de hoeveelheid die in de stal terecht komt.

Op basis van het bouwplan en de wettelijke bemestingsnormen wordt berekend hoeveel van de geproduceerde mest op het eigen bedrijf kan worden afgezet. Bij een overschot wordt dierlijke mest afgevoerd en bij een tekort kan dierlijke mest van buiten het bedrijf worden aangevoerd. De samenstelling van de mest wordt per bedrijf vastgesteld op basis van het rantsoen. Voor het bepalen van de gewasproductie op een bedrijf wordt gebruik gemaakt van een simpele N-balans van de bodem. Hierin

zijn processen als mineralisatie, depositie, gewasproductie en gewasverliezen, denitrificatie en vervluchtiging verdisconteerd. Het verschil in de minerale N-balans wordt het nitraatoverschot genoemd. Het saldo van de organische-stikstofbalans wordt beschouwd als mutatie van de bodemvoorraad.

Een kenmerk van SSM is dat het de nutriëntenstromen binnen een bedrijf in beeld brengt. Het bodemcompartiment in SSM reikt niet verder dan de wortelzone en voor de berekening van de uitspoeling van stikstof naar grond- en oppervlaktewater is een uitspoelingsmodel nodig om de met SSM berekende overschotten te vertalen naar nitraatconcentraties in het grondwater en emissies naar het oppervlaktewater.

2.6.5.3 ANIMO

ANIMO is een dynamisch model met vereenvoudigde formules van bodemprocessen. Het berekent de relatie tussen bemestingsniveau, bodemgebruik en nutriëntenuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater. Een algemene beschrijving van ANIMO 3.5 is te vinden in Groenendijk & Kroes (1999). Na versie 3.7 is er nog een aantal aanpassingen aangebracht om de hanteerbaarheid en de koppelbaarheid binnen het instrumentarium te vergroten. De belangrijkste aanpassing betreft de formulering van de omzetting van vers organisch materiaal. De parameterisatie van dit proces is afgestemd op een eenvoudig empirisch model (Janssen, 1996) waarvan de parameters voor verschillende mestsoorten goed bekend zijn. Doordat de organische-stoffracties nu beter aansluiten bij die van het Stofstromenmodel is een betere modelaansluiting mogelijk geworden.

Voor de koppeling tussen het Stofstromenmodel en ANIMO wordt een aantal kengetallen van de bemesting van een aantal diergroepen doorgegeven per gewastype. De kengetallen hebben betrekking op minerale stikstof, organische stikstof, fosfaat, organische stof en het volume. Verder worden de met Stofstromen berekende cijfers voor nutriëntenopname en afgifte van organisch materiaal aan ANIMO doorgegeven. De jaarcijfers uit het Stofstromenmodel worden hiertoe opgesplitst in 10-daagse stappen (decaden).

In de schematisering wordt uitgegaan van de op 500x500 m afgekapte coördinaten voor de positiebepaling van een bedrijf. Vanuit Stofstromen worden een jaarsom ten aanzien van bemesting, gewasopname en gewasverliezen aangeleverd voor de verschillende gewassen op een bedrijf. Behalve deze informatie is voor een berekening van het uitspoelingsmodel ANIMO informatie nodig ten aanzien van de bodem en de hydrologie. M.b.v. de bedrijfscoördinaten, een code voor de grondsoort en een code voor het gewas wordt een plot opgezocht in de database van STONE die de meeste verwantschap vertoont met het betreffende perceel. Van deze plot worden de hydrologische bestanden, de fysische en chemische bodemschematisering, en de nutriëntenvoorraad in de bodem in 1985 overgenomen. Deze plots zijn geïnitieerd met zogenaamd historisch grondgebruik, met geschatte mestgiften en geschatte gewasopnames voor de periode tussen 1941 en 1985. Voor de periode tussen 1985 en 1999 wordt een run gemaakt waarbij ten aanzien van de mestgift jaarlijks wordt geïnterpoleerd tussen de waarde zoals die volgt uit het meest waarschijnlijke landbouwscenario in STONE voor de betreffende plot en de waarde die voor 1999 met Stofstromenmodel (SSM) is berekend. Naarmate het jaar steeds dichterbij 1999 komt gaat de voor 1999 berekende waarde steeds zwaarder meetellen. Ten aanzien van de hydrologie wordt in de periode 1941-1986 welke nodig is om de actuele bodemvoorraden te schatten, de meteorologische reeks 1971-1985 driemaal herhaald. Vanaf 1986 wordt met een reële reeks aan weercijfers gewerkt. Voor toekomstvoorspellingen is geen informatie over het toekomstige weer beschikbaar. Daarom wordt voor de scenarioanalyse de reeks 1986 tot 2000 gebruikt.

2.6.6 Validatie

De validatie richt zich op:

- De vergelijking van de met ANIMO berekende nitraatgehalten in het grondwater met de meetwaarden in het Mestmeetnet.
- De vergelijking van de met het Stofstromenmodel berekende stikstofgehalten in ruwvoer (gras/graskuil) met gegevens van het Bedrijfslaboratorium in Oosterbeek en van de (voorlopige) resultaten van de Commissie Tamminga.

2.6.7 Ammoniak

In de modellen APROXI/FES, Stofstromenmodel, ANIMO en STONE worden de ammoniakemissies berekend als vaste hoeveelheden of percentages van stikstofstromen. Omdat ammoniakemissie veelal maar een klein deel van de totale stikstofstroom uitmaakt is een dergelijke benadering voor evaluatie van mestbeleidsvarianten veelal afdoende, mits de aannames ten aanzien van de ammoniakemissie regelmatig geverifieerd worden. Voor meer specifieke vraagstellingen, vooral gericht op het ammoniakbeleid of de effecten van gerichte ammoniakemissiebepurende maatregelen, zijn mechanistische modellen zoals een stalemissiemodel (Aarnink & Elzing, 1998; Monteny *et al.*, 1998) en een model voor de ammoniakemissie bij mesttoediening op akkerbouwland (Huijsmans & De Mol, 1999) toepasbaar. Voor de mesttoediening op grasland is een model in ontwikkeling (Huijsmans, in prep.). Deze modellen gaan in beginsel uit van de situatie op één specifiek bedrijf. Op basis van gegevens van een beperkt aantal bedrijven die representatief zijn voor een regio kan een schatting van de ammoniakemissie per regio gemaakt worden. Stalsysteem, weidegebruik, bemestingsniveau, diervoeding en productieniveau zijn daarbij belangrijke gegevens.

2.6.8 Nitraatmodel voor bedrijfsschaal

Het PR gebruikt het BedrijfsBegrotings Programma Rundveehouderij (BBPR) (Van Alem & Van Scheppingen, 1993; Schreuder *et al.*, 1995; Vellinga *et al.*, 1997). De interacties van processen binnen een grasveebedrijf vormen de kern van het model BBPR. In de interacties in BBPR spelen behalve N (en eiwit) ook drogestof, voederwaarde, rantsoeneisen en praktische beweidingmogelijkheden een belangrijke rol. Immers, ook onder praktijkomstandigheden worden beslissingen niet alleen gebaseerd op stikstof. Het model berekent de voorziening met ruwvoer, de aankoop van ruw- en krachtvoer en de bijhorende stromen van N, P en K. De conversies van energie en mineralen zijn gebaseerd op experimentele relaties (b.v. die tussen voeding en melkproductie, tussen bemesting en gewasproductie). De Goede Landbouw Praktijk (GLP) voor bemesting, voeding en graslandgebruik is een belangrijk uitgangspunt. Het BBPR is een programma waarmee in de praktijk realiseerbare bedrijven worden gesimuleerd. Het model wordt gebruikt door voorlichtingsdiensten, boekhoudkantoren en banken. In de praktijk blijkt dat de technische resultaten van het BBPR bij goed management realiseerbaar zijn (De Haan, 1998).

Op verzoek van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en de waterleidingmaatschappijen is door het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), het Informatie en Kennis Centrum Landbouw (IKC-L) en het DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO) een hulpmiddel ontwikkeld waarmee de nitraatuitspoeling door melkveebedrijven op zandgrond kan worden teruggedrongen: de Nitraat Reductie Planner (NURP). Met de planner kan onder verschillende omstandigheden een inschatting van de nitraatuitspoeling worden gemaakt (Vellinga *et al.*, 1997).

Voor de berekening van de nitraatuitspoeling wordt in de planner aangesloten bij de benadering die door de commissie Stikstof indertijd is gekozen: de hoeveelheid minerale N aan het eind van het groei-seizoen. Op basis van beschikbare maaiproeven is een relatie ontwikkeld tussen de stikstofbemesting, de stikstofopname en de accumulatie van minerale N in de grond. Voor urineplekken is gebruik gemaakt van het onderzoek van het AB-DLO, waarbij kennis is verzameld over de stikstofopname in urineplekken en de accumulatie van minerale N onder urineplekken. De stikstofopname en -verwerking door het weidende vee is gebaseerd op het melkveemodel van het PR.

Met de ontwikkelde rekenregels kan de invloed van bemesting, beweidingssysteem, bijvoeding, melkproductie per koe en van vervroegd opstallen op de accumulatie van minerale N op perceelsniveau worden berekend. In de nieuwe versie van NURP wordt het nitraatgehalte in het grondwater afgeleid van de hoeveelheid minerale N en de denitrificatiefactoren van Bouwmans.

De resultaten op perceelsniveau zijn vervolgens opgeschaald naar een model op bedrijfsniveau, waardoor naast de eerder genoemde factoren ook de invloed van de veebezetting kan worden berekend.

De resultaten van het bedrijfsmodel vormen de basis voor een bemestings- en gebruiksadvies waarmee de uitspoeling van nitraat naar het grondwater kan worden verminderd: de Nitraat Reductie Planner. De bemestingsadviezen hebben betrekking op te strooien hoeveelheden N op jaarbasis. Voor een verdeling van de N over de sneden kan gebruik worden gemaakt van de tabellen van het landbouwkundige bemestingsadvies. De gebruiksadviezen betreffen veranderingen in het beweidingssysteem of de opstaldatum.

2.6.9 Conclusies

Vanuit het onderzoek is men de laatste jaren veel beter in staat dan voorheen om op landelijke en regionale schaal effecten van beleidsopties ex-ante te evalueren. Hierbij wordt in toenemende mate samengewerkt met inachtneming van kernexpertises van de verschillende onderzoeksinstellingen. Vanuit de ervaring met de rekeninstrumenten verkrijgt men een helderder beeld ten aanzien van de gevoeligheden en onzekerheden.

Resultaten van de modelinstrumenten worden toegepast voor de beleidsvoorbereiding en in de praktijk. Het volledige potentieel aan toepassingen is nog niet benut. Te denken valt bijv. aan de evaluatie en optimalisatie van meetnetten voor de beleidsmonitoring.

Validatie-acties ten aanzien van de genoemde modelinstrumenten op verschillende schaalniveaus zijn in gang gezet, maar moeten verder worden voortgezet. Dergelijke validaties zijn noodzakelijk om het vertrouwen in en het draagvlak voor de modeluitkomsten te vergroten.

2.6.10 Doorkijk naar de toekomst

Voor de validatie van berekende nitraatconcentraties zijn goede mogelijkheden aanwezig op basis van (groepen van) gegevens uit het mestmeetnet. Wellicht kan validatie ook plaats vinden op basis van geaggregeerde gegevens van het landelijke meetnet grondwaterkwaliteit (aggregatie is hier noodzakelijk omdat geen gegevens bekend zijn omtrent het stikstofmanagement van het meetpunt gedurende een aantal jaren).

Voor de berekening van de belasting van het oppervlaktewater zijn waterbalans- en stoffenstudies in voorbeeldgebieden van groot belang en deze dienen uitgebreid te worden naar een groot aantal karakteristieke regio's in Nederland. Toetsing op landelijke schaal van de nutriëntenconcentratie in het oppervlaktewater lijkt vooralsnog niet mogelijk. Nagegaan zal worden wat maximaal haalbaar is.

Bij de eutrofiëring van het oppervlaktewater speelt in veel gebieden de achtergrondbelasting een cruciale rol. Deze bron, waarop de landbouw geen invloed heeft, bepaalt in grote delen van Nederland het wel of niet realiseren van milieudoelstellingen. Een beter inzicht in de regionale patronen van de achtergrondbelasting kan duidelijk bijdragen aan de validiteit van de modelstudies.

Vanuit gevalideerde rekeninstrumenten kunnen eenvoudige rekenregels en kengetallen worden afgeleid waarmee in de praktijk en in de beleidsvoorbereiding schattingen ten aanzien van nutriëntenemissies zijn de maken (Mol-Van Dijk *et al.*, 1999; Noij, 1998; Schoumans *et al.*, 2000). Ook zijn deze methodieken in te zetten in vraagstukken van ruimtelijke ordening en studies naar te voeren waterbeleid.

Literatuur

- Aarnink, A.J.A. & A. Elzing, 1998.
Dynamic model for ammonia volatilization in housing with partially slatted floors for fattening pigs. *Livestock Production Science* 53: 153-169
- Alem, G.A.A. van & A.T.J. van Scheppingen, (1993)
The development of a farm budgeting program for dairy farms. In: E. Annevelink, R.K. Oving & H.W. Vos (Eds), *Proceedings XXV CIOSTA-CIGR V Congres - Farm Planning, Labour and landbour conditions, Computers in Agricultural Management*. Wageningen, The Netherlands, pp. 326-331.
- Boers, P.C.M., H.L. Boogaard, J. Hoogeveen, J.G. Kroes, I.G.A.M. Noij, C.W.J. Roest, E.F.W. Ruijgh & J.A.P.H. Vermulst, 1997.
Huidige en toekomstige belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfaat vanuit de landbouw. *Watersysteemverkenningen 1996*. RIZA rapport 97.013.
- Bolt, F.J.E. van der, P. Groenendijk & H.P. Oosterom, 1996.
Nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in de stroomgebieden van de Beerze, de Reusel en de Rosep. *Simulatie van de nutriëntenhuishouding*. Rapport 306.2. DLO-Winand Staring Centrum, Wageningen.
- Groenendijk, P. & J.G. Kroes, 1999.
Modelling the nitrogen and phosphorous leaching to groundwater and surface water with ANIMO 3.5. DLO Staring Centre, Report 144.
- Haan, M. de, 1998.
Tabellenboek DELAR 1997/1998. PR rapport 172.
- Huijsmans, J.F.M. & R.M. de Mol, 1999.
A model for ammonia volatilisation after surface application and subsequent incorporation of manure on arable land. *Journal of Agricultural Engineering Research* 74: 73-82.
- Janssen, B.H., 1996.
Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. *Plant and Soil* 181: 39-45.
- Kroes, J.G., C.W.J. Roest, P.E. Rijtema & L.J. Locht, 1990.
De invloed van enige bemestingsscenario's op de afvoer van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater in Nederland. DLO-Staring Centrum, rapport 55.
- Mol-Van Dijk J.P., W. Akkermans, C.W.J. Roest & M.J.W. Jansen, 1999.
Metamodellen voor de effecten van N- en P-belasting op de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. *Technical Document*. Alterra, Wageningen.
- Monteny, G.J., D.D. Schulte, A. Elzing & E.J.J. Lamaker, 1998.
A conceptual model for the ammonia emission from free stall cubicle dairy cow houses. *Transactions of the ASAE* 41 (1): 193-201.
- Noij, I.G.A.M., 1999.
De rol van stikstof bij schaderegelingen bij vernatting. *H2O* 32-1: 9-12.

Schoumans, O.F., J.P. Mol-Van Dijk, & C.W.J. Roest.

Concept. Ruimtelijk beeld van de nitraat en fosfaatproblematiek in Nederland. Gebruik van eenvoudige metamodellen. Alterra. Wageningen.

Schreuder, R., J.C. van Middelkoop, J. Aelenhuis & F. Mandersloot, 1995.

Mineralenstroom Mileumodule in BBPR. PR-publicatie 99.

Vellinga, Th.V., M. Mooij & A.H.J. van der Putten, 1997.

Richtlijnen voor bemesting en graslandgebruik ter beperking van nitraatuitspoeling op zandgrond. (Nitraat Reductie Planner) PR-rapport 166, Lelystad.