

Effect verlaging gebruiksnorm en afvoer gewasresten op nitraatuitspoeling

Deelonderzoek voor Telers Mineraal Paraat uitgevoerd in 2005-2006
binnen project Nutriënten Waterproof

W.C.A. van Geel (PPO)

A.L. Smit (PRI)

© 2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht en met financiering van:

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

PPO-projectnummer: 500181

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector agv

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 10 00
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalse steeg 1, Wageningen
: Postbus 167, 6700 AD Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.plant@wur.nl
Internet : www.plant.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 EFFECT VAN VERLAAGDE N-GEBRUIKSNORMEN.....	9
2.1 Consumptie-aardappelen	11
2.1.1 Opzet- en uitvoering	11
2.1.2 Resultaten.....	11
2.2 Snijmais.....	13
2.2.1 Opzet en uitvoering.....	13
2.2.2 Resultaten.....	14
2.3 Prei	15
2.3.1 Opzet- en uitvoering	15
2.3.2 Resultaten.....	16
2.4 Broccoli, dubbelteelt.....	17
2.4.1 Opzet en uitvoering.....	17
2.4.2 Resultaten.....	18
2.5 Discussie	20
3 STIKSTOF UIT GEWASRESTEN: BENUTTING OF UITSPOELING.....	21
3.1 Afvoer van suikerbietengewasresten	21
3.1.1 Opzet en uitvoering.....	21
3.1.2 Resultaten.....	21
3.1.3 Discussie	23
3.2 Mineralisatie uit gewasresten erwten.....	24
3.2.1 Doelstelling en werkwijze.....	24
3.2.2 Resultaten en discussie.....	24
4 BODEMMINERALISATIE.....	27
4.1 Doel en werkwijze	27
4.2 Resultaten.....	27
4.3 Discussie	27
5 CONCLUSIES	29
BIJLAGE 1. OVERZICHT PERCEELSENDELING GEÏNTEGREERDE BEDRIJFSSYSTEMEN NUTRIËNTEN WATERPROOF 2005	32
BIJLAGE 2. TEELTUITVOERING CONSUMPTIE-AARDAPPELEN NWP/TMP 2005	33
BIJLAGE 3. TEELTUITVOERING SNIJMAÏS NWP/TMP 2005.....	34
BIJLAGE 4. TEELTUITVOERING PREI NWP/TMP 2005	35
BIJLAGE 5. TEELTUITVOERING BROCCOLI NWP/TMP 2005	37
BIJLAGE 6. BEREKENING VAN VERSCHIL IN N-BODEMVERSCHOT NAAR VERSCHIL IN NITRAATGEHALTE	38

BIJLAGE 7. NEERSLAGOVERSCHOT PROEFBOERDERIJ VREDEPEEL AUG 2005 – MAART 2006	39
---	----

Samenvatting

In dit rapport wordt het deelonderzoek beschreven dat in 2005/2006 voor Telers Mineraal Paraat is uitgevoerd in project Nutriënten Waterproof op proefbedrijf Vredepeel.

Er wordt voorzien dat in bepaalde kritische gebieden een verlaging van de gebruiksnorm (tot onder landelijk advies) noodzakelijk zal zijn om aan de EU-eisen voor het nitraatgehalte in bovenste grondwater te kunnen voldoen. Vragen die hierbij beantwoord moeten worden zijn:

- In hoeverre kan de doelstelling van de nitraatconcentratie gerealiseerd worden door aangescherpte normen?
 - Welke opbrengstdaling zal optreden bij gebruiksnormen die lager zijn dan de adviesbemesting?
- Bij verschillende gewassen (aardappelen, maïs, prei, broccoli) is daartoe een stikstofgift volgens de gebruiksnorm vergeleken met een gift à 70-75% van de gebruiksnorm. Bij broccoli betrof het een dubbelteelt. In de 1^e broccoliteelt kwamen de N-giften overeen met 100% en 70% van de gebruiksnorm, in de volgteelt waren ze lager, vanwege de N-mineralisatie uit de gewasresten van de 1^e teelt.

Afvoer van gewasresten is een andere mogelijkheid om in ieder geval het stikstofoverschot te verkleinen. De onderzoeksvraag hierbij is of dit ook leidt tot een verminderde nitraatuitspoeling. Dit is onderzocht bij bieten. Ook bij erwten is gekeken naar het effect van wel of niet afvoeren van de gewasresten op het beschikbaar komen van extra N_{min} in de bodem en de mate waarin het volggewas prei profiteerde van de stikstof uit het erwtenloof.

Tot slot is gekeken naar het lange-termijneffect van het afvoeren van gewasresten op de bodem-mineralisatie.

Verlaging van de gebruiksnorm

Verlaging van de gebruiksnorm naar een niveau van 70% à 75% van de huidige norm voor 2006 leidde tot opbrengstderving en een reductie van de nitraatuitspoeling in de winter. De mate van opbrengstderving wisselde per gewas. De verlaging van het nitraatverlies was beperkt in aardappel, maïs en prei en fors in de dubbelteelt broccoli.

Toediening van de verlaagde N-gift in maïs als rijenbemesting gaf geen opbrengstderving wanneer de stikstof volledig als rijenbemesting werd toegediend gelijktijdig met het zaaien. Ook werd hierbij in maart aan de EU-nitraatnorm voldaan. Dit was overigens het enige object waarbij aan de norm werd voldaan. Bij de overige gewassen zou bemesting volgens een verlaagde gebruiksnorm wel resulteren in een lager nitraatgehalte, maar er zou nog lang niet zijn voldaan aan de EU-nitraatnorm.

Het is van belang hier te noemen dat de reductie van het nitraatgehalte in het ondiepe grondwater niet direct is gemeten, maar volgens drie verschillende methoden is berekend:

1. volgens de rekenmethode van de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG) op basis van het vastgestelde stikstofoverschot;
2. op basis van het N_{min}-verlies uit de laag 0-90 cm en het neerslagoverschot in de winterperiode;
3. met behulp van de in Sturen op Nitraat gevonden relatie tussen N_{min} najaar en nitraatgehalte van het grondwater

De drie rekenmethoden leverden verschillende uitkomsten op. De berekende reductie volgens de Sturen op Nitraat-relatie was consequent lager dan de berekende reductie volgens de WOG-methode.

De resultaten zijn samengevat in tabel a.

Invloed gewasresten op de nitraatuitspoeling

In de in 2005 uitgevoerde proeven is niet komen vast te staan dat gewasresten de nitraatuitspoeling substantieel verhogen. Bij broccoli leken andere stikstofprocessen in de bodem een belangrijker effect op de nitraatuitspoeling te hebben dan de mineralisatie uit gewasresten. Bij suikerbieten leidde een dubbele hoeveelheid gewasresten ten opzichte van afvoer van gewasresten nauwelijks tot verhoogde N_{min}-waarden in de na-oogstperiode. Ook na de oogst van doperwten werd nauwelijks een N_{min}-toename veroorzaakt door erwten-gewasresten gemeten (20 kg N/ha in plaats van de verwachte 80 kg N/ha). Het is daarom de

vraag of afvoer van gewasresten veel op zal leveren als het gaat om verminderen van de nitraatuitspoeling. Dit vraagt om nader onderzoek.

Bij verwijderen van gewasresten als teeltmaatregel om de nitraatconcentratie in het grondwater te verlagen zal de organischestofaanvoer ook verminderen. Dit zal consequenties hebben voor het behoud van de bodemvruchtbaarheid en de mineralisatie van stikstof. Op permanente braakveldjes op proefbedrijf Vredepeel (totaal geen organischestofaanvoer) is onderzocht hoe snel veranderingen kunnen optreden: de mineralisatie daalde in 4 jaar met minstens 40%.

Tabel a. **Effect verlaagde gebruiksnorm of N-gift op de opbrengst, kwaliteit en uitspoelingsparameters**

	aardappel	maïs	winterprei	dubbelteelt broccoli	
				1 ^e teelt	2 ^e teelt
N-gift à 100% gebruiksnorm zand 2006 (kg N/ha)	265	175 ¹	245	270	195 ⁵
Verlaagde N-gift (kg N/ha)	200	120	185	190	115
Effect verlaagde N-gift op:					
• opbrengstverlies (ton/ha)	3,7 (7%) knolopbrengst	0,5 (3%) ² droge stof	2,8 (10%) marktbaar product	1,4 (9%) schermen	3,4 (18%) schermen
• kwaliteit	gelijk	gelijk	beter: 2,3 ton/ha meeropbrengst in klasse 1	gelijk	gelijk
• verlaging N-overschot (kg N/ha)	25	17/25 ³	19	149	
• verlaging Nmin0-90 cm begin nov (kg N/ha)	14	14/17 ³	8 ⁴	75	
Reductie nitraatgehalte (mg NO ₃ /l) volgens:					
• WOG-methode	26	18	20	155	
• relatie Sturen op Nitraat	10	10	5	52	
• afname Nmin in winter	geen	22	onbekend	159	

Noot:

1. N-gift die inligt tussen de gebruiksnorm voor bedrijven met en zonder derogatie.
2. Geen opbrengstderving bij 120 kg N/ha als rijenbemesting.
3. 2^e cijfer: bij 120 kg N/ha als rijenbemesting.
4. In de bodemlaag 0-60 cm.
5. Lager dan de gebruiksnorm bemest, vanwege hoge N-mineralisatie uit gewasresten van de 1^e teelt.

1 Inleiding

Per 1 januari 2006 zijn gebruiksnormen ingevoerd voor de bemesting van alle gewassen op alle grondsoorten. Het betreft een stikstofgebruiksnorm, een fosfaatgebruiksnorm en een gebruiksnorm voor dierlijke mest. Deze gebruiksnormen zijn afgeleid van de adviesbemesting en per gewas en grondsoort vastgesteld.

Op zand- en lössgrond worden, vanwege de hogere uitspoelingsgevoeligheid, strengere stikstofgebruiksnormen gehanteerd dan op klei- en veengrond. In 2006 wordt voor alle gewassen op zand- en lössgrond nog uitgegaan van 100% van de vastgestelde gebruiksnormen. In 2007 zal dit voor de milieukritische gewassen worden verlaagd naar 95%. Na 2007 wordt de norm waar nodig nog verder verlaagd om op gebiedsniveau aan de milieudoelstellingen te kunnen voldoen.

Voor de verdere beleidsontwikkeling moet nog een aantal vragen worden beantwoord:

- LNV: welke (daling van) nitraatconcentratie kan in de milieukritische teelten op de zandgronden gerealiseerd worden door aangescherpte normen?
- Teler: welke opbrengstdaling kan ik verwachten bij gebruiksnormen lager dan de adviesbemesting?

Bij gewassen die veel stikstof op het veld achterlaten in de gewasresten, kan de gebruiksnorm zomogelijk worden verruimd indien de gewasresten worden afgevoerd van het veld en bedrijf, waardoor N-verlies uit de gewasresten naar het grondwater wordt voorkomen. Vraag is hoeveel de gebruiksnorm omhoog kan, als de gewasresten worden afgevoerd.

Om de bovengestelde vragen te kunnen beantwoorden, wordt in de praktijk hieromtrent informatie verzameld via onderzoek. Dit onderzoek valt onder het project Telers Mineraal Paraat (TMP) en wordt uitgevoerd op praktijkbedrijven alsook op de PPO-proefboerderij Vredepeel (nabij Venray).

Te Vredepeel wordt het onderzoek uitgevoerd op de proefpercelen van het project Nutriënten Waterproof (NWP). In NWP worden op semi-praktijkschaal verschillende bedrijfssystemen met elkaar vergeleken m.b.t. nutriëntenbeheer en milieuconsequenties. Naast de bemestingsobjecten van NWP zelf, is er ruimte voor deelonderzoek vanuit andere projecten. Het deelonderzoek van TMP sluit goed aan bij doelstelling van NWP om de emissie van nutriënten naar het milieu zoveel mogelijk te beperken.

Het onderzoek aan de verlaagde gebruiksnormen is in 2005 op Vredepeel uitgevoerd in de als milieukritisch aangemerkte gewassen aardappel, maïs, prei en broccoli. In suikerbieten is het effect van afvoer van gewasresten van het veld onderzocht. In de prei is verder nog aanvullend onderzoek gedaan aan de mineralisatie uit het loof van de voorvrucht erwten.

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op het onderzoek aan de verlaagde gebruiksnormen. De opzet en uitvoering en de resultaten worden per gewas besproken. Daarna volgt een discussie. Hoofdstuk 3 gaat in op het afvoeren van de gewasresten bij suikerbieten en op de mineralisatie uit het erwtenloof. In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op aspecten van bodemmineralisatie. In hoofdstuk 5 zijn tenslotte de conclusies opgesomd.

2 Effect van verlaagde N-gebruiksnormen

Om na te gaan wat het effect is van een verlaagde gebruiksnorm op de opbrengst en kwaliteit van het gewas en op de verlaging van het nitraatgehalte in het grondwater, zijn in aardappelen, maïs en prei twee N-giften aangebracht:

- een N-gift volgens de gebruiksnorm van 2006 voor het betreffende gewas;
- een verlaagde N-gift à 70-75% van de gebruiksnorm 2006 met een minimaal verschil van 45 kg N/ha.

In broccoli is hiervan afgeweken, omdat de beschikbare proefveldruimte te beperkt was om twee extra N-objecten aan te leggen. Daarom is hier de N-gift van NWP als de verlaagde norm gehanteerd.

Door de uitvoering binnen NWP moest soms ook worden aangesloten bij het bemestingsplan van NWP, o.a. met betrekking tot het gebruik van organische mest.

Directe meting van nitraat in het grondwater was niet goed mogelijk, omdat de proefpercelen te smal waren (zie bijlage 1). Het effect van de verlaagde N-gift op de reductie in nitraatuitspoeling is daarom berekend. Er is gekozen voor drie verschillende benaderingen:

1. Op basis van het verschil in N-gift en het verschil in N-opname is berekend hoe groot het extra N-overschot is bij de hogere N-gift. Vervolgens is berekend wat dit voor effect heeft op het nitraatgehalte in het grondwater, volgens de rekenmethode die de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG) heeft gehanteerd (Schröder et al., 2004). Dit is een benadering voor het effect op lange termijn in een evenwichtssituatie.
2. Door periodieke meting van de N_{min} in de bodemlaag 0-90 cm vanaf de oogst van het gewas tot na de winter is het verschil tussen de beide N-niveaus bepaald voor wat betreft de hoeveelheid stikstof die in de winterperiode uit de laag 0-90 cm is verdwenen. Gemakshalve is ervan uitgegaan dat alle verdwenen stikstof is uitgespoeld naar het grondwater. In werkelijkheid spoelt op de betreffende locatie een deel uit naar het oppervlaktewater via de drainbuizen en denitrificeert een gering deel (0-5%). Door het verschil in verdwenen hoeveelheid stikstof te delen door het neerslagoverschot in de winterperiode is het effect op het nitraatgehalte in het (ondiepe) grondwater geschat. Het neerslagoverschot is berekend met de actuele neerslagcijfers van proefboerderij Vredepeel en de gemiddelde referentiegewasverdamping van de nabijgelegen KNMI-weerstations te Volkel en Arcen. De actuele verdamping in de winterperiode is bepaald door de referentiegewasverdamping met de factor 0,6 te vermenigvuldigen (Van der Sluijs, 1992). Bij de bepaling van het stikstofverlies in de winter moet ook rekening worden gehouden met de stikstofaanvoer uit mineralisatie en depositie tussen het moment van N_{min} -meting vóór de winter en na de winter. De aanvoer via depositie is bij beide objecten gelijk. Ook de aanvoer door mineralisatie uit de bodemorganischestof mag als gelijk worden verondersteld. Theoretisch kan er een verschil zijn in mineralisatie uit gewasresten: het verschil in N-gift kan leiden tot een verschil in N-inhoud van de achtergebleven gewasresten en vervolgens tot een verschil in N-mineralisatie hieruit. De hoeveelheid stikstof die op het veld achterblijft in de gewasresten is bij aardappel echter klein, als het loof volledig is afgestorven. Bij snijmaïs blijft ook een geringe hoeveelheid achter. De prei is pas in februari geoogst. De preiplanten zijn in zijn geheel van het veld afgevoerd. De bladresten die overblijven na schonen van de prei en veilingklaar maken, zijn niet teruggebracht op het veld. Bij deze drie gewassen is daarom verondersteld dat er geen verschil was in mineralisatie in de winterperiode tussen de N-bemestingsobjecten. Verder is aangenomen dat het verliespercentage door afspoeling en denitrificatie ook niet verschilde tussen de beide objecten.
3. Op basis van het verschil in N_{min} najaar is het verschil in nitraatgehalte van het grondwater berekend met behulp van de in het project Sturen op Nitraat gevonden relatie tussen deze twee parameters (Hack-ten Broeke, 2004). Gebruik is gemaakt van het meest eenvoudige regressiemodel (Model 1) tussen nitraat grondwater (mg/l) en N_{min} najaar in de laag 0-90 cm (kg N/ha) op pagina 54 van dit rapport. Dit model leverde een regressiecoëfficiënt op van 0,69 (iedere kg N_{min} minder in het najaar

geeft een verlaging van 0,69 mg nitraat per liter. De regressiecoëfficiënt bleek onafhankelijk van grondwatertrap te zijn.

2.1 Consumptie-aardappelen

2.1.1 Opzet- en uitvoering

Objecten:

- N-gift volgens de gebruiksnorm 2006: 265 kg N per ha (100% GN)
- N-gift à 75% van deze gebruiksnorm: 200 kg N per ha (75% GN)

De objecten A en B zijn als extra plots aangelegd op de percelen 27.1b, 27.2a en 27.2b van Nutriënten Waterproof (zie bijlage 1). Op perceel 27.1a kon slechts één extra plot worden aangelegd (object B). De plots waren 10 m lang en 6 m breed.

De N-giften zijn gedeeld (zie hieronder). Ingevolge de bemesting van NWP werd de basisgift op perceel 27.1 in de vorm van organische mest gegeven en op perceel 27.1 als kunstmest (KAS). De bijbemestingen vonden op beide percelen met KAS plaats.

Voor de N-werking van de varkensdrijfmest is in NWP gerekend met 80% op basis van de gemeten samenstelling van de mest. Dat is dus hoger dan de wettelijk vastgestelde forfaitaire N-werking van 60%.

Stikstofbemesting op perceel 27.1:

- vóór poten: beide objecten: 145 kg N-werkzaam uit varkensdrijfmest (waarvan naar schatting ca. 10 kg N/ha na knolzetting vrijkwam)
- bij ruggen aanaarden: object A: 40 kg N/ha bijstrooien
object B: geen bijbemesting
- bij knolzetting: object A: 80 kg N/ha bijstrooien
object B: 55 kg N/ha bijstrooien

Stikstofbemesting op perceel 27.2:

- kort na poten: beide objecten: 60 kg N/ha
- bij ruggen aanaarden: object A: 115 kg N/ha bijstrooien
object B: 75 kg N/ha bijstrooien
- bij knolzetting: object A: 90 kg N/ha bijstrooien
object B: 65 kg N/ha bijstrooien

In bijlage 2 is een overzicht opgenomen van de uitvoering van de teelt.

Bij de oogst is per plot een oppervlakte van 3 x 8 m² handmatig gerooid. Hiervan is de knolopbrengst bepaald, de maatsortering van de knollen, het onderwatergewicht (owg), het drogestofgehalte en het N-gehalte in de knollen (door Blgg). Het aardappelloof was bij de oogst afgestorven.

Voor de financiële opbrengst zijn de knolopbrengst, de sortering en het owg van belang. Bij een hoger owg, krijgt men per kg meer uitbetaald. Knollen <30 mm hebben geen of een lage marktwaarde.

Direct na de oogst, op 8 november, 14 december en op 7 maart is de Nmin-voorraad in de bodemlagen 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm gemeten.

Op 1 november is het volggewas triticale gezaaid op het perceel. Deze heeft naar schatting voor de winter ≤20 kg N/ha opgenomen.

2.1.2 Resultaten

De verlaagde N-bemesting gaf gemiddeld 7% derving van knolopbrengst (tabel 1). Qua sortering en owg was er geen duidelijk verschil tussen de beide N-giften. Enkel was het owg op perceel 27.1 wat lager dan op perceel 27.2.

De N-opname in de knollen c.q. afvoer van het veld was bij 75% GN gemiddeld 40 kg N/ha lager dan bij 100% GN. Het N-overschot s daardoor bij 75% GN slechts 65 – 40 = 25 kg N/ha lager dan bij 100% GN. Dit zou volgens de WOG-benadering overeenkomen met een verlaging van het nitraatgehalte in het grondwater van 26 mg NO₃ per l (zie bijlage 6).

Tabel 1. **Opbrengst, sortering, onderwatergewicht (owg) en N-opname in de knollen**

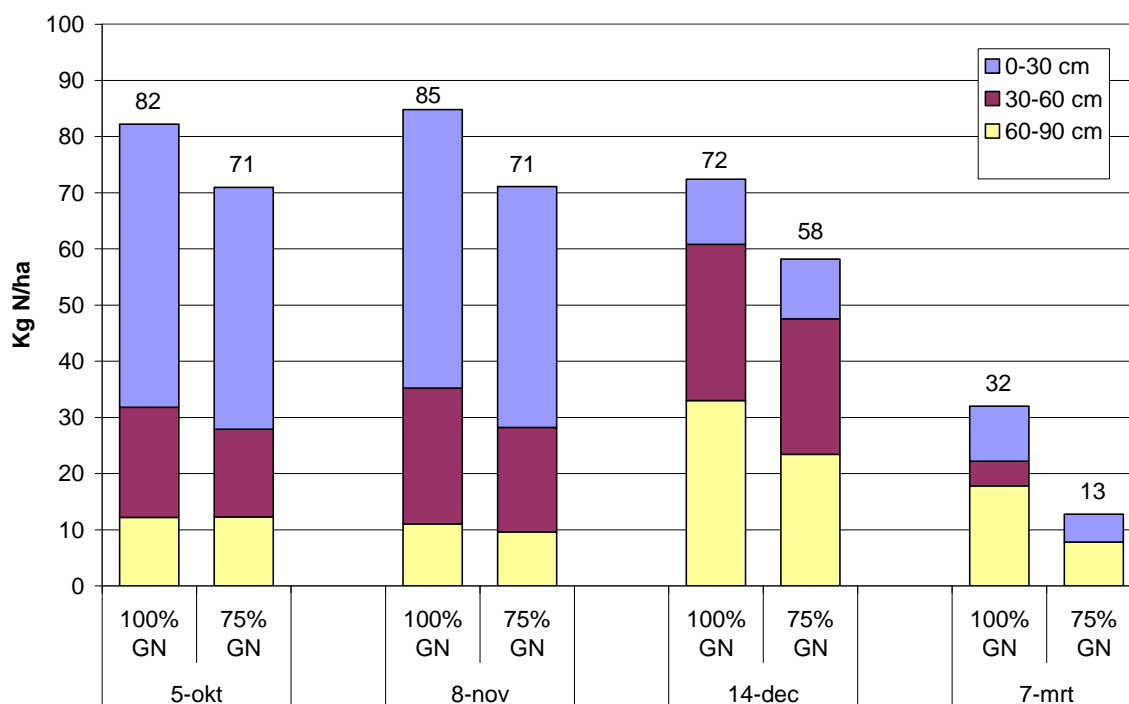
Perceel	Object	Totale N-gift (kg N/ha)	Knol-opbrengst (ton/ha)	Sortering (gewichts%)			OWG (g)	N-opname knollen (kg N/ha)
				<30 mm	30-50 mm	>50 mm		
27.1	100% GN	265	49,1	4%	67%	29%	427	198
27.1	75% GN	200	47,2	4%	65%	31%	429	154
27.2	100% GN	265	48,9	5%	66%	29%	435	203
27.2	75% GN	200	43,8	5%	68%	27%	433	167

De Nmin-voorraad na oogst in de bodemlaag 0-90 cm (gemeten op 5 oktober) verschilde slechts 11 kg N/ha tussen de beide objecten (figuur 1). Het verschil trad op in de laag 0-60 cm. In de laag 60-90 cm was de Nmin-voorraad gelijk.

De stikstofopname van aardappel stopt omstreeks 1 augustus. Tussen 1 augustus en 5 oktober zal geen stikstof zijn uitgespoeld, omdat de verdamping groter was dan de neerslaghoeveelheid (zie bijlage 7). Extreme neerslaghoeveelheden in korte tijd, die tot uitspoeling kunnen leiden, kwamen in deze periode niet voor.

Tussen 5 oktober en 8 november veranderde de Nmin-voorraad niet wezenlijk. Het neerslagoverschot was klein (bijlage 7). Aangezien er in de tussenliggende periode een kleine hoeveelheid stikstof moet zijn aangevoerd door mineralisatie en depositie (naar schatting 10-15 kg N/ha), lijkt het erop dat er ook eenzelfde kleine hoeveelheid is verdwenen.

Het verschil in Nmin 0-90 cm tussen de beide objecten op 8 november bedroeg 14 kg N/ha. Volgens de regressiebenadering van Sturen op Nitraat zou dat een verlaging van het nitraatgehalte in het grondwater betekenen bij 75% GN van 10 mg NO₃ per l.



Figuur 1. **Nmin-verloop in de laag 0-90 cm bij bemesting volgens 100% en 75% van de gebruiksnorm 2006 voor consumptie-aardappelen (100% GN en 75% GN: resp. 100% en 75% van de gebruiksnorm).** De cijfers bovenop de staven geven de totale Nmin-voorraad in de laag 0-90 cm aan.

Tussen 8 november en 14 december nam de Nmin-voorraad in de laag 0-30 cm sterk af en die in de lagen 30-60 cm en met name 60-90 cm toe, wat duidt op neerwaartse verplaatsing van stikstof. Er was in die periode een neerslagoverschot (bijlage 7). Tussen 14 december en 7 maart nam de Nmin-voorraad in de

lagen 30-60 cm en 60-90 sterk af, wat duidt op uitspoeling tot beneden 90 cm. Het neerslagoverschot in deze periode was groot (bijlage 7).

Tussen 8 november en 7 maart nam de Nmin-voorraad in de laag 0-90 cm met 53 kg N/ha af bij het object 100% GN en met 58 kg N/ha bij 75% GN. De afname was dus bij beide objecten min of meer gelijk, hetgeen erin resulteerde dat na de winter de Nmin-voorraad bij 100% GN nog steeds hoger was dan bij 75% GN.

Wanneer verder wordt aangenomen dat alle overige aan- en afvoerposten van stikstof bij beide objecten gelijk waren, zou tussen 8 november en 7 maart het stikstofverlies naar het grondwater bij 75% GN niet lager zijn geweest dan bij 100% GN.

Wel was op 7 maart de Nmin-voorraad in de laag 60-90 cm bij 100% GN 10 kg N/ha hoger dan bij 75% GN. De stikstof in de laag 60-90 cm bevindt zich buiten het bereik van de plantenwortels en moet als verloren worden beschouwd. Deze stikstof spoelt bij een flinke hoeveelheid neerslag in het voorjaar alsnog uit. Beneden de 50 cm vindt op de zandgrond van proefboerderij Vredepeel niet of nauwelijks beworteling plaats (Smit et al., 2005). Als er bij 100% GN nog 10 kg N extra uitspoelt in het voorjaar, komt de totale uitspoeling iets hoger uit (5 kg N/ha) dan bij 75% GN.

Op de betreffende percelen (27.1 en 27.2) is verder in 2005 een proef uitgevoerd waarin is gekeken naar de effecten van plaats specifieke bemesting in aardappelen. De percelen zijn daartoe verdeeld in kleinere veldjes die verschillend met stikstof zijn bemest. Op de percelen 27.1a en 27.2a is in de winterperiode ook frequent het nitraatgehalte in het ondiepe grondwater gemeten t.b.v. Nutriënten Waterproof. Gemiddeld genomen is er 277 kg werkzame N/ha bemest op perceel 27.1a en 247 kg N/ha op perceel 27.2a. In de maanden januari t/m maart bedroeg het nitraatgehalte in het grondwater gemiddeld 147 mg NO₃/l op perceel 27.1a en 107 mg NO₃/l op perceel 27.2a. Het N-bemestingsniveau van de gebruiksnorm ligt hier tussenin en het nitraatgehalte zou dan ruim boven de 100 mg NO₃/l uitkomen. De verlaagde gebruiksnorm zou geen of een geringe verlaging geven (afhankelijk van de berekeningswijze van het nitraatgehalte) c.q. resulteren in een nitraatgehalte dat nog steeds ver boven de norm van 50 mg NO₃/l ligt.

2.2 Snijmaïs

2.2.1 Opzet en uitvoering

Bij maïs wordt onderscheid gemaakt in een gebruiksnorm voor de bedrijven met en zonder derogatie: respectievelijk 160 en 185 kg N/ha voor 2006. Als object 100% van de gebruiksnorm is een N-gift gekozen die hier tussenin ligt. De aangelegde objecten waren:

- N-gift volgens de gebruiksnorm: 175 kg N per ha (100% GN)
- N-gift à 70% van deze gebruiksnorm: 120 kg N per ha (70% GN)

De objecten zijn aangelegd op perceel 28.1b van Nutriënten Waterproof (zie bijlage 1). Het perceel is hiertoe in twee helften gedeeld, waarbij de objecten naast elkaar kwamen te liggen in stroken van 9 m breed over de gehele perceelslengte.

Bij beide objecten is 40 ton runderdrijfmest aangebracht à 83 kg werkzame N per ha. Er is gerekend met 60% N-werking, op basis van de gemeten samenstelling van de mest. Dit is tevens gelijk aan de wettelijk vastgestelde forfaitaire N-werkingscoëfficiënt. Verder is bij beide objecten 37 kg N/ha als rijenbemesting toegediend bij zaai (met KAS). Bij het object 100% GN is aanvullend 55 kg N/ha als KAS gestrooid om het verschil met 70% GN te creëren.

Op het naastgelegen perceel 28.2 is als bemestingsobject van NWP enkel 120 kg N/ha als rijenbemesting bij zaai toegediend (met KAS). De resultaten van dit object (70% GN rij) zijn ter vergelijking in dit verslag opgenomen.

In bijlage 3 is een overzicht opgenomen van de uitvoering van de teelt.

Bij de oogst is per object op vier plaatsen per strook een oppervlakte van 6 m² handmatig geoogst. Hiervan is de opbrengst bepaald en het drogestof- en N-gehalte (door Blgg, in mengmonsters per object). Bij snijmaïs is de drogestofopbrengst van belang en het drogestofgehalte in het product. Het gewenste d.s.-gehalte bedraagt 28-35% (Van Dijk, 1993). In NWP wordt gestreefd naar >31% droge stof.

Direct na de oogst, op 8 november, 14 december en op 7 maart is de Nmin-voorraad in de bodemlagen 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm gemeten.

Na de maisoogst is op het gehele perceel een havergroenbemester ingezaaid. Deze ontwikkelde zich matig en nam voor de winter ≤ 15 kg N/ha op.

2.2.2 Resultaten

Bij 70% GN was de opbrengst 3% lager dan bij 100% GN (tabel 2). Daarentegen gaf 120 kg N/ha (70% GN) als rijenbemesting een even hoge opbrengst als 100% GN. Het drogestofgehalte was bij 100% GN aan de hoge kant en bij 70% GN in de rij goed.

De N-opname in het geoogst product c.q. afvoer van het veld was bij 70% GN 38 kg N/ha lager dan bij 100% GN. Het N-overschot was daardoor bij 70% GN slechts $55 - 38 = 17$ kg N/ha lager dan bij 100% GN. Dit zou overeenkomen met een verlaging van het nitraatgehalte in het grondwater van 18 mg NO₃ per l (zie bijlage 6). Bij 70% GN in de rij was het N-overschot 25 kg N/ha lager dan bij 100% GN, wat volgens de WOG-benadering overeenkomt met een reductie van het nitraatgehalte met 26 mg NO₃ per l.

Tabel 2. **Drogestofopbrengst, drogestofgehalte en N-opname in het geoogst product van snijmaïs**

Perceel	Object	Totale N-gift (kg N/ha)	Drogestof- opbrengst (ton/ha)	Drogestof- gehalte	N-opname product (kg N/ha)
28.1b	100% GN	175	15,4	36,9%	199
28.1b	70% GN	120	14,9	35,9%	161
28.2	70% GN rij	120	15,5	34,1%	169

De Nmin-voorraad na oogst in de bodemlaag 0-90 cm (gemeten op 29 september) was bij 70% GN 14 kg N/ha lager dan bij 100% GN, waarvan 9 kg N/ha in de laag 0-30 cm (figuur 2).

De N-opname van maïs stop omstreeks 1 augustus. Tussen 1 augustus en 29 september zal geen stikstof zijn uitgespoeld, omdat de verdamping groter was dan de neerslaghoeveelheid (zie bijlage 7). Extreme neerslaghoeveelheden in korte tijd, die tot uitspoeling kunnen leiden, kwamen in deze periode niet voor.

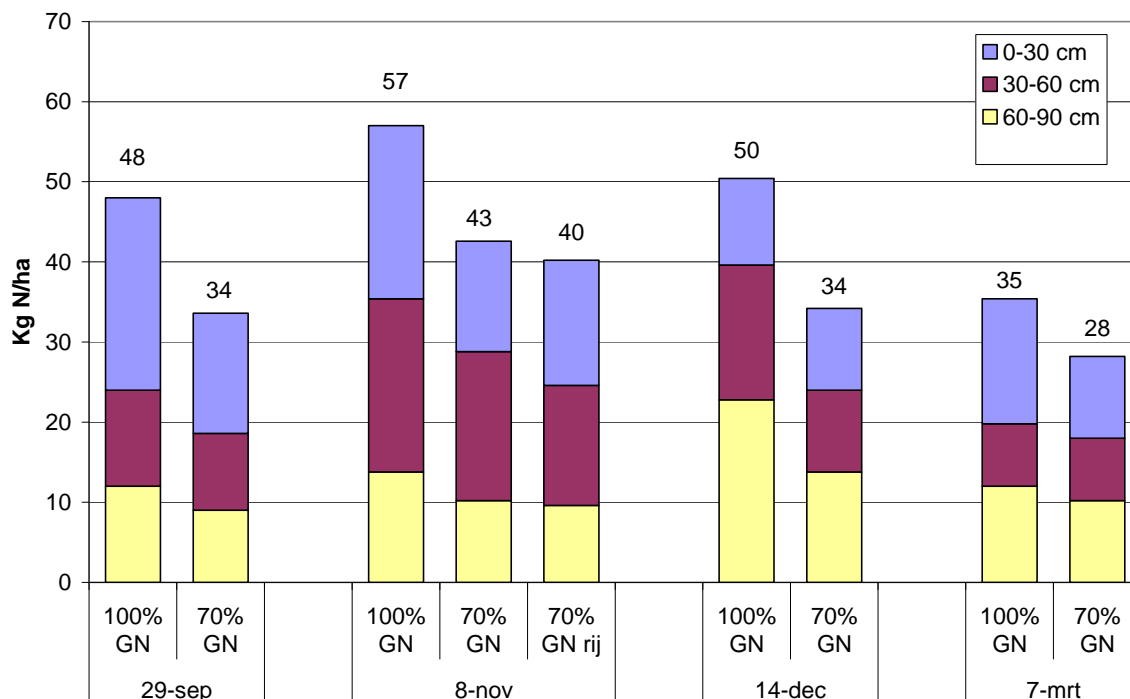
Tussen 29 september en 8 november nam de Nmin-voorraad in de laag 0-90 cm bij beide objecten met 9 kg N/ha toe. Daarbij bleef de Nmin-voorraad in de laag 0-30 cm vrijwel gelijk en nam de voorraad in de laag 30-60 cm toe. Er was in die periode sprake van een kleine neerslagoverschot (bijlage 7). Waarschijnlijk verplaatste er zich tussen 29 september en 8 november stikstof uit de laag 0-30 cm naar de ondergrond, maar werd de voorraad in de laag 0-30 cm aangevuld door mineralisatie en depositie.

Het verschil in Nmin 0-90 cm tussen de beide objecten op 8 november bedroeg 14 kg N/ha. Volgens de regressiebenadering van Sturen op Nitraat zou dat een verlaging van het nitraatgehalte in het grondwater inhouden bij 70% GN van 10 mg NO₃ per l.

Tussen 8 november en 14 december nam de Nmin-voorraad in de lagen 0-60 cm af en die in de laag 60-90 cm toe, wat duidt op neerwaartse verplaatsing van stikstof. Tussen 14 december en 7 maart nam de Nmin-voorraad in de laag 30-90 cm af.

Tussen 8 november en 7 maart nam de Nmin-voorraad in de laag 0-90 cm met 22 kg N/ha af bij het object 100% GN en met 14 kg N/ha bij 70% GN. Wanneer verder wordt aangenomen dat alle overige aan- en afvoerposten van stikstof bij beide objecten gelijk waren, zou tussen 8 november en 7 maart het verschil in stikstofverlies naar het grondwater bij 70% GN 8 kg N/ha lager zijn geweest dan bij 100% GN. Het neerslagoverschot in die periode bedroeg 164 mm (bijlage 7). Een uitspoelingsreductie van 8 kg N/ha (35 kg NO₃/ha) komt dan overeen met een 22 mg NO₃/l lager nitraatgehalte in het (ondiepe) grondwater.

Voor NWP is op 8 november ook de Nmin-voorraad in de laag 0-90 cm gemeten bij 70% GN rijenbemesting op perceel 28.2. Deze was vrijwel gelijk aan die bij 70% GN volvelds. In de maanden januari t/m maart werd op perceel 28.2 een gemiddeld nitraatgehalte in het ondiepe grondwater gemeten van 53 mg NO₃/l. In maart was het gehalte het laagst: 46 mg NO₃/l.



Figuur 2. Nmin-verloop in de laag 0-90 cm bij bemesting volgens 100% en 70% van de gebruiksnorm 2006 voor snijmaïs (100% GN en 70% GN: resp. 100% en 70% van de gebruiksnorm). De cijfers bovenop de staven geven de totale Nmin-voorraad in de laag 0-90 cm aan.

2.3 Prei

2.3.1 Opzet- en uitvoering

Objecten:

- N-gift volgens de gebruiksnorm 2006: 245 kg N per ha (100% GN)
- N-gift à 75% van deze gebruiksnorm: 185 kg N per ha (75% GN)

De objecten zijn aangelegd op perceel 26.2b van Nutriënten Waterproof (zie bijlage 1). Het perceel is hiertoe in twee helften gedeeld, waarbij de objecten naast elkaar kwamen te liggen in stroken van 9 m breed over de gehele perceelslengte.

Het betrof een winterteelt prei, die begin juli is geplant en begin februari is geoogst. Vóór de prei zijn doperwtten geteeld, die twee weken vóór het planten van de prei zijn geoogst. Het erwtlenoof is achtergebleven op het veld en bevatte 127 kg N/ha. Met het mineralisatiemodel Minip (Janssen, 1984) is geschat dat uit de gewasresten van de erwt ca. 80 kg N/ha beschikbaar zou komen aan de preiteelt. Door deze hoge bijdrage uit mineralisatie kan gemakkelijker op de N-gift worden bespaard, zonder opbrengstderving, dan zonder deze mineralisatie. De hogere mineralisatie kan echter ook leiden tot meer uitspoeling en hogere nitraatgehaltes in het grondwater.

Anderzijds bedroeg de Nmin-voorraad 0-60 cm na de erwtengoest 25 kg N/ha, terwijl voor de vaststelling van de gebruiksnorm voor prei is gerekend met een forfaitaire Nmin van 55 kg N/ha (Van Dijk, 2005). Het netto-voordeel uit de gewasresten erwt zou derhalve $80 - 30 = 50$ kg N/ha bedragen. Om tot een zo goed mogelijke vergelijking te komen met een situatie zonder voorvrucht erwt, is dit netto-voordeel meegeteld als "N-gift" en is gepland om 195 kg N/ha aan te vullen bij object 100% GN en 135 kg N/ha bij het object 75% GN.

Bij beide objecten is de N-gift gedeeld en is bemest met KAS. Enkel is in december bijbemest via een gewasbespuiting met ureum. De verdeling van de N-gift over het groeiseizoen is weergegeven in tabel 3. Er zijn dezelfde bijmestmomenten aangehouden als op het naastgelegen perceel 26.2a, waar een stikstofbijmeststelsel (NBS) is gehanteerd op basis van de CropScan-methode voor prei (Booij & Meurs, 2002). Ter verbetering is de methode aangevuld met N_{min}-metingen in de bodem (Van Geel et al., 2006 en Van Geel & Meurs, 2004). De resultaten hiervan zijn ter vergelijking in dit verslag opgenomen. Van de totale N-gift per object is een kleine deel gereserveerd voor gewasbespuitingen met ureum in de winterperiode voor het geval de prei lichter zou gaan kleuren. De prei bleef in de winter echter goed op kleur. Na 14 december is derhalve niet meer bijbemest en kwamen de totale N-giften iets lager uit dan aanvankelijk was gepland. In bijlage 4 is een overzicht opgenomen van de uitvoering van de teelt.

Tabel 3. **Verdeling van de N-giften in prei (kg N/ha)**

Perceel	Object	15 juli	10 aug	22 aug	14 sep	14 dec	Totaal
26.2b	100% GN	30	27	35	70	10	172
26.2b	75% GN		27	35	46	10	118
26.2a	NBS			35	70	10	115

Bij de oogst is per object op vier plaatsen per strook een oppervlakte van 3 m² handmatig geoogst. Hiervan is de bruto-opbrengst bepaald, de marktbaar opbrengst, de kwaliteit, de sortering en het drogestof- en N-gehalte in marktbaar product en bladafval (door Blgg, in mengmonsters per object). Prei in klasse I met een schachtdikte van 2-4 cm wordt het beste uitbetaald.

Op 8 november is de N_{min}-voorraad in de lagen 0-30 en 30-60 cm gemeten. Dieper meten was niet mogelijk zonder het gewas te beschadigen. Na de oogst is op 22 februari de N_{min}-voorraad in de lagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm gemeten.

2.3.2 Resultaten

De prei-opbrengst was aan de lage kant. De prei groeide na het planten slecht en liep daardoor in het begin van de teelt een groeiachterstand op. De slechte begingroei was waarschijnlijk een gevolg van natte weersomstandigheden tijdens en na het planten (juli 2005 was een vrij natte maand) en structuurproblemen van de grond. Door het warme, zonnige najaar werd de achterstand wel weer deels ingehaald, maar het werd geen fors gewas. Verder is de prei kort na een vorstperiode in de winter geoogst. Vorst heeft veelal een nadelige invloed op de opbrengst. In een naastgelegen strook, waar een meststoffendemo was aangelegd, was de prei op dezelfde dag geplant maar net voor de vorstperiode geoogst. In deze demo lagen ook twee objecten die met KAS zijn bemest. De gemiddelde N-gift van deze objecten lag iets onder de gebruiksnorm en de netto-opbrengst bedroeg gemiddeld 35 ton/ha.

De bruto- en marktbaar opbrengst alsook de N-opname waren bij 100% GN hoger dan bij 75% GN. Echter, op het naastgelegen perceel 26.2a was de N-gift bij bemesting volgens NBS even hoog als bij object 75% GN, maar waren de bruto- en marktbaar opbrengst nauwelijks lager dan bij 100% GN en was de N-opname iets lager. Het is niet aan te geven of dit verschil een gevolg is van de verdeling van de N-gift (tabel 3) of van veldvariatie c.q. het op toeval berust.

Verder is opmerkelijk dat bij 100% GN een hoger aandeel van de prei in klasse II terecht kwam dan bij 75% GN en NBS. De marktbaar opbrengst in klasse I 2-4 cm was daardoor bij 100% GN en 75% GN even hoog: bijna 16 ton per ha. Bij NBS was deze wat hoger: ruim 19 ton per ha.

De N-gift was bij 100% GN 54 kg N/ha hoger dan bij 75% GN en de N-opname was 61 kg N/ha hoger. Het berekend N-overschot was daardoor bij 75% GN niet lager dan bij 100% GN, maar zelfs 7 kg N/ha hoger. Bij NBS was het berekend N-overschot 44 kg N/ha lager dan bij 100% GN.

In de situatie op het veld lag de strook 100% GN in het midden en 75% GN en NBS aan weerszijden ernaast (bijlage 1 en 4). Wanneer 75% GN en NBS worden gemiddeld, is het berekend N-overschot 19 kg N/ha lager dan bij 100% GN, wat volgens de WOG-benadering overeenkomt met een reductie van het nitraatgehalte met 20 mg NO₃ per l.

Tabel 4. **Opbrengst, kwaliteit, sortering en N-opname prei**

Perceel	Object	Bruto-opbrengst (ton/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse I		Klasse II		Klasse III	N-opname (kg N/ha)
				1-2 cm	2-4 cm	1-2 cm	2-4 cm		
26.2b	100% GN	48,3	26,7	2%	59%	3%	34%	2%	188
26.2b	75% GN	40,8	21,9	4%	73%	3%	16%	4%	127
26.2a	NBS	46,9	25,8	4%	75%	3%	18%	0%	175

Op 8 november was de Nmin-voorraad in de bodemlaag 0-60 cm bij object 100% GN weinig hoger dan bij 75% GN en NBS (tabel 5.) De regressiebenadering van Sturen op Nitraat zou voor prei een geschatte verlaging van het nitraatgehalte bij 75% GN van 5 mg nitraat per liter betekenen (op basis van Nmin 0-60). Op 22 februari was de Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm alsook in 0-90 cm bij 100% GN lager dan bij 75% GN en NBS. De verschillen zijn in absolute zin gering en waarschijnlijk het gevolg van veldvariatie.

Op perceel 26.2a is in de maanden januari t/m maart een gemiddeld nitraatgehalte in het ondiep grondwater gemeten van 142 mg NO₃/l, wat ver boven de norm ligt van 50 mg/l.

Tabel 5. **Nmin-voorraad in de bodem op 8 november en 22 februari bij prei**

Perceel	Object	8 november			22 februari			
		0-30 cm	30-60 cm	0-60 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm
26.2b	100% GN	24	24	48	11	0	0	11
26.2b	75% GN	22	19	41	17	8	8	33
26.2a	NBS	19	21	40	13	4	4	21

2.4 Broccoli, dubbelteelt

2.4.1 Opzet en uitvoering

Op het broccoliperceel van NWP (perceel 29.1a; zie bijlage 1) is op twee plaatsen een plot aangelegd waar hoger is bemest dan op de rest van het perceel, zowel in de 1^e als 2^e teelt broccoli. Op de rest van het perceel kwam een N-gift volgens het bemestingsplan van NWP. De plots waren 15 x 15 m².

In de 1^e broccoliteelt zijn de plots bemest volgens de gebruiksnorm 2006: 270 kg N/ha. Op de rest van het perceel is 189 kg N/ha bemest. Dit komt overeen met 70% van de gebruiksnorm.

Na de 1^e teelt zijn de gewasresten achtergebleven op het veld. In de 2^e teelt broccoli is voor NWP een NBS toegepast. Dit resulteerde in een N-gift van 115 kg N/ha, waarvan 50 kg N/ha bij planten en 65 kg N/ha een maand na planten.

Volgens de gebruiksnorm 2006 zou in de 2^e teelt wederom 270 kg N/ha kunnen worden gegeven. Vanuit bemestingsoogpunt is dat na een 1^e teelt broccoli echter een zeer hoge gift. Na de 1^e teelt zat er bij het object 100% GN 54 kg N/ha in de laag 0-60 cm. Het N-bemestingsadvies bedraagt dan 246 kg N/ha (Van Dijk, 2003). Hiervan kan nog zo'n 50 à 60 kg N/ha worden afgetrokken voor de N-werking uit de gewasresten van de 1^e teelt.

Er is daarom voor gekozen om in de 2^e teelt op de plots eenzelfde verschil in N-gift aan te houden als in de 1^e teelt, resulterend in een gift van 196 kg N/ha, waarvan 50 kg N/ha bij planten en 116 kg N/ha een maand na planten.

Na de oogst van de 2^e teelt zijn de broccolistronken afgemaaid en van het veld afgevoerd en is een groenbemester gezaaid. Deze nam bij beide objecten voor de winter 20 kg N/ha op.

In bijlage 5 is een overzicht opgenomen van de uitvoering van de teelt.

Bij de oogst is per plot 12 m² geoogst. Op de rest van het veld is eveneens op twee plekken 12 m² geoogst. Van de geoogst broccolischermen is de opbrengst bepaald, de kwaliteit, de sortering en het

drogestof- en N-gehalte in schermen en gewasresten (door Blgg, in mengmonsters per object). Gestreefd wordt naar zoveel mogelijk schermen in klasse I met een doorsnede van 14-18 cm. Schermen >18 cm leveren het minst op.

Op 7 juli is na de oogst van de 1^e teelt de Nmin-voorraad in de lagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm gemeten. Op 19 september is deze na de oogst van de 2^e teelt gemeten en vervolgens op 8 november, 14 december en 7 maart.

2.4.2 Resultaten

Bij beide broccoliteelten gaf de hogere N-gift een hogere opbrengst (tabel 6). Het percentage van de opbrengst in de sortering 14-18 cm was bij de 1^e teelt min of meer gelijk bij beide N-niveau's. Bij de 2^e teelt gaf de hogere N-gift een wat lager percentage in de sortering 14-18 cm en een hoger percentage >18 cm. Behalve bemesting speelt de keuze van de oogstmomenten hierbij een rol. Bij beide objecten zijn de schermen op dezelfde data geoogst. Eigenlijk hadden de schermen bij de hoge N-gift eerder kunnen worden geoogst, waardoor ze wat kleiner waren c.q. de maatsortering gunstiger was geweest. De totale kilogramopbrengst zou dan wel lager geweest.

De totale gemeten N-opname door het gewas bij de 1^e teelt was bij de hoge N-gift weinig hoger dan bij de lage N-gift en bij de 2^e teelt zelfs lager. Dit laatste was een gevolg van een lagere, vastgestelde hoeveelheid stikstof in de gewasresten. De hoeveelheid gewasresten was bij de hoge N-bemesting lager, maar ook het N-gehalte in de gewasresten.

Bij de hoge N-bemesting is totaal in de dubbelteelt 466 kg N/ha toegediend en bij de lage N-bemesting 304 kg N/ha. Uitgaande van een praktijksituatie waarbij de gewasresten van zowel de 1^e als 2^e teelt op het veld achterblijven, zou er met de geoogst schermen 127 kg N/ha zijn afgevoerd bij de hoge N-bemesting en 114 kg N/ha bij de lagere N-bemesting, resulterend in N-overschotten van 339 respectievelijk 190 kg N/ha. Bij de hoge N-bemesting zou het N-overschot dus 149 kg N/ha hoger zijn, wat volgens de WOG-benadering overeenkomt met een verhoging van het nitraatgehalte in het (ondiepe) grondwater met 155 mg NO₃ per l (bijlage 6).

De voornoemde hoge overschotten bij een in praktijk gangbare teeltwijze maken broccoli tot een probleemgewas als het gaat om het halen van de streefwaarde van 50 mg nitraat per liter. In deze proef werd door afvoer van gewasresten van de tweede teelt het overschot verlaagd naar 259 respectievelijk 76 kg N/ha. Volgens de WOG-systematiek zou bij deze overschotten nog de stikstofaanvoer uit depositie moeten worden bijgeteld (zie bijlage 6) en zou zelfs de laatste waarde nog altijd een flinke overschrijding van de nitraatnorm inhouden.

Tabel 6. **Opbrengst, kwaliteit, sortering en N-opname broccoli**

N-gift (kg N/ha)	Scherm opbrengst (ton/ha)	Klasse I			Klasse II			N-opname (kg N/ha)		
		10-14 cm	14-18 cm	>18 cm	10-14 cm	14-18 cm	>18 cm	scher- men	gewas- resten	totaal
<i>1^e teelt</i>										
270	16,4	39%	47%	4%	4%	4%	2%	58	109	167
189	15,0	46%	44%	2%	2%	6%	0%	52	108	160
<i>2^e teelt</i>										
196	18,9	25%	42%	32%	1%	0%	0%	69	80	149
115	15,5	42%	50%	6%	2%	0%	0%	62	114	176

Na de oogst van de 1^e teelt was de Nmin-voorraad in de laag 0-90 cm (op 7 juli) 32 kg N/ha hoger bij de hoge N-gift (figuur 3). Zowel de Nmin-voorraad in de laag 0-30 cm als 30-60 was hoger, wat erop duidt dat zich tijdens de teelt al stikstof naar beneden heeft verplaatst. In de laag 60-90 cm was er geen verschil. Na de oogst van de 2^e teelt was de Nmin-voorraad in de laag 0-90 cm (op 19 september) 46 kg N/ha hoger bij de hoge N-gift. Het verschil zat vooral in de laag 0-30 cm.

Tussen 19 september en 8 november nam de Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm bij beide objecten toe, wat moet worden toegeschreven aan mineralisatie en depositie. Opmerkelijk is dat bij de hoge N-bemesting die toename veel sterker was dan bij de lage N-bemesting, terwijl er geen (groot) verschil in mineralisatie was te verwachten. De N-inhoud van de gewasresten van de 1^e teelt, waaruit na de oogst van de 2^e teelt nog

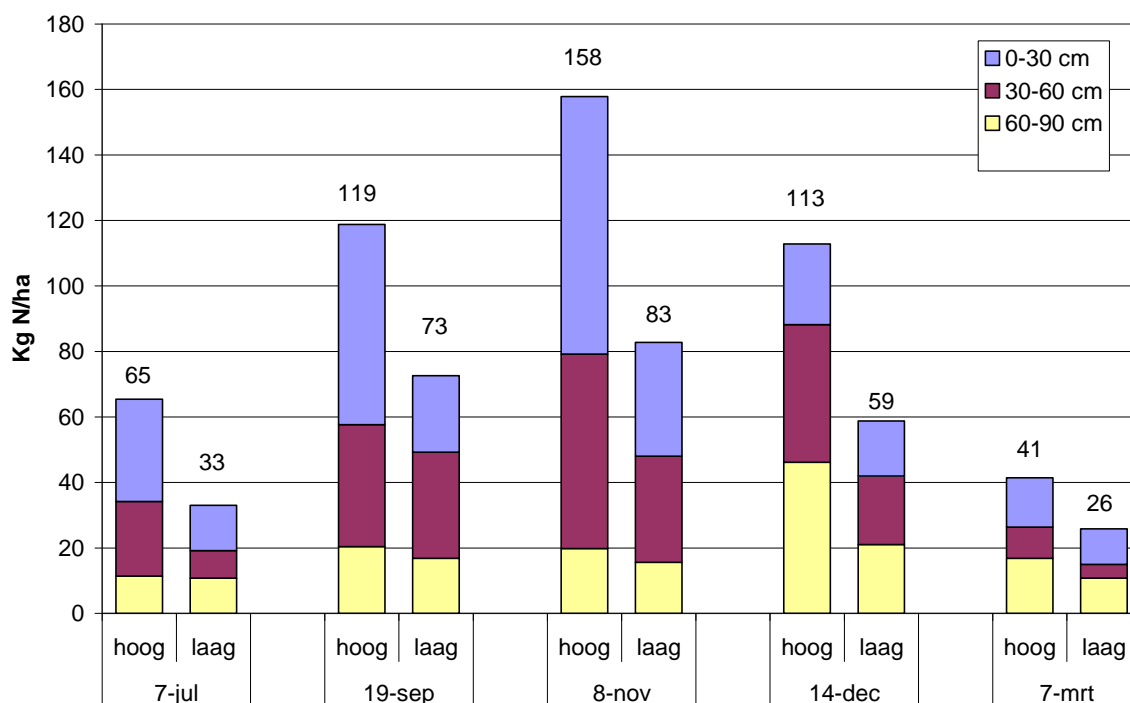
steeds stikstof blijft mineraliseren, was gelijk en de gewasresten van de 2^e teelt zijn afgevoerd.

Bij de 1^e teelt is bij de hoge N-gift 81 kg N/ha meer gegeven dan bij de lage N-gift en is in de bovengrondse gewasdelen slechts 7 kg N/ha meer opgenomen, ofwel 74 kg N/ha is niet opgenomen. Dit verschil werd niet teruggevonden in de N_{min} 0-90 cm na de 1^e teelt (figuur 3). Het verschil in N_{min} bedroeg slechts 32 kg N/ha. Bij de 2^e teelt waren bij het hoge N-niveau de N-gift plus N_{min}0-90 cm vóór de teelt 113 kg N/ha hoger dan bij het lage N-niveau, terwijl de gemeten N-opname in de bovengrondse delen lager was. Er is dus bij het hoge N-niveau >100 kg N/ha meer overgeschoten dan bij het lage N-niveau. Dit verschil werd ook hier niet teruggevonden in de N_{min}-voorraad na oogst. De gemeten waarden duiden er op dat er stikstof tijdelijk is vastgelegd door het bodemleven en dat deze stikstof pas na de oogst van de 2^e teelt weer vrijgekomen is.

Bij de hoge N-bemesting was er tussen 19 september en 8 november ook sprake van verplaatsing van stikstof van de laag 0-30 cm naar 30-60 cm. Er was in die periode een klein neerslagoverschot (bijlage 7). De regressiebenadering van Sturen op Nitraat zou, uitgaande van het N_{min}-verschil op 8 november van 75 kg N/ha, voor het lagere N-niveau een verlaging van het nitraatgehalte betekenen van 52 mg NO₃/l. Tussen 8 november en 14 december nam de N_{min}-voorraad in de laag 0-30 cm sterk af en die in de laag 60-90 cm toe, wat duidt op neerwaarts transport van stikstof. Op 7 maart was de N_{min}-voorraad in alle drie de bodemlagen afgenomen, maar was die in de laag 0-90 cm bij de hoge N-bemesting nog steeds wat hoger.

Totaal verdween er tussen 8 november en 7 maart 116 kg N/ha uit de laag 0-90 cm bij de hoge N-bemesting en 57 kg N/ha bij de lage N-bemesting. Wanneer wordt aangenomen dat alle overige aan- en afvoerposten van stikstof bij beide objecten gelijk waren, zou tussen 8 november en 7 maart het verschil in stikstofverlies naar het grondwater tussen de beide N-niveaus 59 kg N/ha (261 kg NO₃/ha) hebben bedragen. Gedeeld door 164 mm neerslagoverschot in diezelfde periode (bijlage 7), komt dat overeen met een verschil van 159 mg NO₃/l in het (ondiepe) grondwater.

Er zijn op het broccoliperceel gedurende de winter geen nitraatgehalten in het grondwater gemeten.



Figuur 3. N_{min}-voorraad in de laag 0-90 cm na de oogst van de 1^e broccoliteelt (meting 7 juli) en de 2^e teelt (meting 19 september) en in het najaar en de winter bij twee N-bemestingsniveaus (hoog en laag). De cijfers bovenop de staven geven de totale N_{min}-voorraad in de laag 0-90 cm aan.

2.5 Discussie

Bij aardappelen leidde de verlaagde N-gift à 75% van de gebruiksnorm tot 7% opbrengstderving. Voor NWP is op dezelfde percelen (27.1 en 27.2) bijbemest m.b.v. de CropScan-methode (Booij et al., 2001). Dit leidde tot een totale N-gift van 260 kg werkzame N/ha en een vergelijkbare N-opname in de knollen (gemiddeld 192 kg N/ha) als bij het object 100% GN. Dit is een indicatie dat de stikstofbehoefte onder de betreffende groeiomstandigheden op het niveau van de gebruiksnorm lag. Een lagere gift was suboptimaal. Het berekende effect van de verlaagde gebruiksnorm op de nitraatuitspoeling leverde geen eenduidige opkomst op. Volgens de WOG-benadering zou het een reductie van 26 mg NO₃/l geven, volgens de Sturen-op-Nitraat-benadering (SON) een reductie van 10 mg NO₃ per l en op basis van de Nmin-metingen leverde het geen berekende uitspoelingsreductie op in de winterperiode. Gerelateerd aan het absoluut gemeten nitraatgehalte van ruim boven de 100 mg NO₃/l zijn de voornoemde reducties gering en zou er nog lang niet aan de EU-nitraatnorm van 50 mg NO₃/l zijn voldaan.

Bij snijmaïs gaf de verlaagde gebruiksnorm (70%) een geringe opbrengstderving van 3%. De berekende uitspoelingsreductie bedroeg 18 mg NO₃/l volgens de WOG-benadering, 10 mg NO₃/l volgens de SON-benadering en 22 mg NO₃/l op basis van de Nmin-metingen. Door de N-gift à 70% van de gebruiksnorm volledig toe te dienen via rijenbemesting, trad geen opbrengstderving op en was de reductie in nitraatuitspoeling nog wat groter: 26 mg NO₃/l volgens de WOG-benadering. Met deze bemestingstrategie werd in maart voldaan aan de EU-nitraatnorm.

Bij winterprei kon het effect van de verlaagde gebruiksnorm (75%) op de opbrengst niet duidelijk worden vastgesteld. De opbrengstdaling varieerde van 3-18% marktbaar product. Het is niet duidelijk of de verdeling van de N-gift hierbij een rol speelde of veldvariatie (toeval). Verder lijkt de prei veel minder profijt te hebben gehad van de stikstof uit het erwtenloof dan vooraf was verondersteld (zie paragraaf 3.2). De kwaliteit van de prei was bij de verlaagde gebruiksnorm hoger. De opbrengst in de klasse I met schachtdikte 2-4 cm, waarvoor de hoogste prijs wordt verkregen, was daardoor 1-23% hoger. Het effect op de reductie in nitraatuitspoeling kon evenmin helder worden vastgesteld. De uitslagen van de Nmin-metingen waren hiervoor niet bruikbaar. Op grond van de WOG-benadering leidde de verlaagde gebruiksnorm tot een N-overschot variërend van plus 7 tot min 44 kg N/ha. Het gemiddelde hiervan is in deze situatie wellicht de beste schatter en zou een reductie van 20 mg NO₃/l inhouden. Volgens de SON-benadering zou de reductie slechts 5 mg NO₃/l bedragen. Bij de verlaagde gebruiksnorm werd in de meest gunstige situatie (object NBS op perceel 26.2a) een nitraatgehalte in het ondiep grondwater gemeten van 142 mg NO₃/l, wat nog ver boven de EU-norm ligt. De berekende reductie is relatief gezien marginaal.

In de 1^e teelt broccoli leidde de verlaagde N-gift à 70% van de gebruiksnorm tot een 9% lagere opbrengst en een vrijwel gelijke kwaliteit en sortering. In de 2^e teelt broccoli gaf de lagere N-gift een 18% lagere opbrengst, maar wel een gunstigere sortering (meer schermen van 14-18 cm, die het beste worden uitbetaald). De kwaliteit was gelijk. Bij de hoge N-gift had vanwege de sortering iets eerder moeten worden geoogst, waardoor het opbrengstverschil kleiner zou zijn geweest. De verlaagde N-gift in de beide opvolgende teelten leidde tot een forse reductie van de nitraatuitspoeling volgens de WOG-benadering en op basis van de Nmin-metingen: respectievelijk 155 mg NO₃/l en 159 mg NO₃/l. Volgens de SON-benadering was de reductie echter kleiner: 52 mg NO₃/l. Ondanks de verlaagde N-gift en de afvoer van de gewasresten van de 2^e teelt zou volgens de WOG-benadering nog lang niet aan de EU-nitraatnorm zijn voldaan.

De proefresultaten duiden erop dat tijdens de teelt een deel van de toegediende stikstof microbiëel is vastgelegd in het bodemleven en dat die stikstof in de herfst weer vrij snel vrijkwam en vervolgens uitspoelde. De sterke stijging van Nmin in de bodem bij de hoge N-bemesting na de oogst van de 2^e teelt, was daarom waarschijnlijk geen gevolg van een hogere mineralisatie uit gewasresten van de 1^e teelt (die van de 2^e teelt waren afgevoerd), maar van het hogere N-overschot.

De berekende reductie van het nitraatgehalte verschilde nogal per gevolgde rekenmethode. De SON-benadering leverde consequent lagere reducties op dan de WOG-benadering.

3 Stikstof uit gewasresten: benutting of uitspoeling

3.1 Afvoer van suikerbietengewasresten

3.1.1 Opzet en uitvoering

Bij het gewas suikerbiet is het effect van het afvoeren van de gewasresten op het stikstofverlies in de winterperiode onderzocht. De proef is aangelegd op perceel 16.1b van NWP (zie bijlage 1). De bieten op dit perceel hebben een N-gift gekregen conform het landelijk bemestingsadvies (Van Dijk, 2003). Voor zaai is 27 ton varkensdrijfmest toegediend à 145 kg werkzame N per ha en na opkomst 43 kg N/ha als KAS. Op basis van de gemeten samenstelling van de mest is in NWP gerekend met een stikstofwerking van ruim 80%. Dat is hoger dan de wettelijk vastgestelde N-werkingscoëfficiënt van 60%. Wanneer met deze laatste coëfficiënt wordt gerekend, geldt een aanvoer van 106 kg N/ha uit de mest en is er tezamen met de aanvullende KAS-gift wettelijk gezien binnen de gebruiksnorm bemest.

Op het perceel zijn in het najaar van 2005 de volgende objecten aangelegd:

- vroege oogst (15 september) van de bieten + afvoer van het loof + inzaai groenbemester (01 L0)
- vroege oogst van de bieten + achterlaten dubbele hoeveelheid loof + inzaai groenbemester (01 L2)
- late oogst (25 oktober) van de bieten + afvoer van het loof (02 L0)
- late oogst van de bieten + achterlaten dubbele hoeveelheid loof (02 L2)

Er is gekozen voor afvoeren loof versus een dubbele hoeveelheid loof achterlaten om het contrast tussen wel of niet afvoeren van het loof te versterken. Bij de objecten met afvoer van het loof (L0) is het loof direct na oogst (op dezelfde dag) opgeladen en vervolgens op de plots met dubbele hoeveelheid loof (L2) verspreid. Het loof is meteen daarna in de grond gewerkt.

Voor de twee verschillende oogsttijdstippen is het perceel in twee helften gedeeld (twee stroken van 9 m breed). Binnen elke strook is op twee plaatsen het loof afgevoerd en op twee plaatsen een dubbele hoeveelheid loof achtergelaten. In schema:

01 L0	01 L2	01 L0	01 L2
02 L0	02 L2	02 L0	02 L2

De zaai van de groenbemester na de vroege oogst mislukte door een defect aan de zaaiapparatuur. De groenbemester is daarna op 1 november gezaaid. De groenbemester heeft naar schatting ≤ 15 kg N/ha opgenomen.

Bij de oogst van de bieten is de N-inhoud van het loof bepaald. Hiertoe is per object op 4 plaatsen het loof van 2 m² gewogen en zijn het d.s.- en N-gehalte bepaald (door Blgg, in mengmonsters per object).

Direct na de vroege oogst van de bieten is op 19 september de Nmin-voorraad in de laag 0-90 gemeten en vervolgens op 8 november, 14 december, 7 februari en 7 maart bij alle objecten.

Verder is per periode de mineralisatie uit de gewasresten geschat met behulp van het model Minip (Janssen, 1984). Hierbij is uitgegaan van de gemeten N-inhoud van het loof en een aanname voor de N-inhoud van de achtergebleven oogstresten en wortels van de bieten (ca. 7 kg N/ha) en van de actuele temperatuursgegevens te Vredepeel.

3.1.2 Resultaten

De gemeten inhoud van het bietenloof bedroeg 80 kg N/ha bij de vroege oogst en 92 kg N/ha bij de late oogst. Met behulp van Minip is geschat dat er uit de dubbele loofhoeveelheid tot 7 maart 66 kg N/ha mineraliseerde na de vroege oogst en 38 kg N/ha na de late oogst. De geschatte mineralisatie tussen de verschillende meetdata van de Nmin-voorraad is weergegeven in tabel 7.

Tabel 7. **Geschatte mineralisatie bij achterlaten van de dubbele hoeveelheid bietenloof**

	vroege oogst (O1)	late oogst (O2)
Geschatte mineralisatie 16 sep – 7 mrt	66	
Geschatte mineralisatie 26 okt – 7 mrt		38
Geschatte mineralisatie 16 sep – 19 sep	2	
Geschatte mineralisatie 19 sep – 8 nov	43	
Geschatte mineralisatie 26 okt – 8 nov		12
Geschatte mineralisatie 8 nov – 14 dec	9	12
Geschatte mineralisatie 14 dec – 7 feb	7	9
Geschatte mineralisatie 7 feb – 7 mrt	4	6
Geschatte mineralisatie 8 nov – 7 mrt	21	26
Geschatte mineralisatie 14 dec – 7 mrt	11	14

Na de vroege oogst nam de Nmin-voorraad in de lagen 0-30 cm en 30-60 cm bij L0 en L2 tussen 19 september en 8 november min of meer even sterk toe (figuur 4). Dat de toename bij L2 niet of nauwelijks groter was dan bij L0, lijkt een indicatie dat uit de dubbele hoeveelheid bietenloof geen extra minerale stikstof in de bodem kwam. Dit stemt niet overeen met de voorspelling m.b.v. Minip. Het is echter onduidelijk waarom de Nmin-voorraad bij L0 nog zo sterk toenam.

De toename in de laag 30-60 cm duidt op neerwaartse verplaatsing van stikstof. Er was in die periode een klein neerslagoverschot (bijlage 7). De Nmin-voorraad in de laag 60-90 cm bleef vrijwel onveranderd. Vermoedelijk spoelde er in deze periode nog geen stikstof tot beneden 90 cm uit.

Tussen 8 november en 14 december nam de Nmin-voorraad bij O1 L0 sterker af dan bij O1 L2, wat erop duidt dat er bij L2 meer stikstof mineraliseerde. Tussen 14 december en 7 februari bleef de Nmin-voorraad bij beide objecten gelijk. Aangezien er in die periode een neerslagoverschot was (bijlage 7) en er stikstof zal zijn uitgespoeld, zijn het N-verlies en de N-aanvoer via mineralisatie en depositie wellicht gelijk aan elkaar geweest. Tussen 7 februari en 7 maart nam de Nmin-voorraad bij beide objecten af. Opmerkelijk is dat tussen 14 december en 7 maart de veranderingen van Nmin in de bodem niet tot weinig verschilden tussen O1 L0 en O1 L2.

Na de late oogst was de Nmin-voorraad op 8 november bij L0 hoger dan bij L2. Hier is geen verklaring voor. Waarschijnlijk berust het verschil op veldvariatie. Op 14 december was de Nmin-voorraad bij beide objecten gelijk.

Tussen 14 december en 7 februari nam de Nmin-voorraad bij beide objecten toe. De geschatte mineralisatie m.b.v. Minip was echter gering (tabel 7.) Voor de toename bij O2 L0 is sowieso geen verklaring. Tussen 7 februari en 7 maart nam de Nmin-voorraad bij O2 L0 nauwelijks af en bij O2 L2 met 14 kg N/ha af.

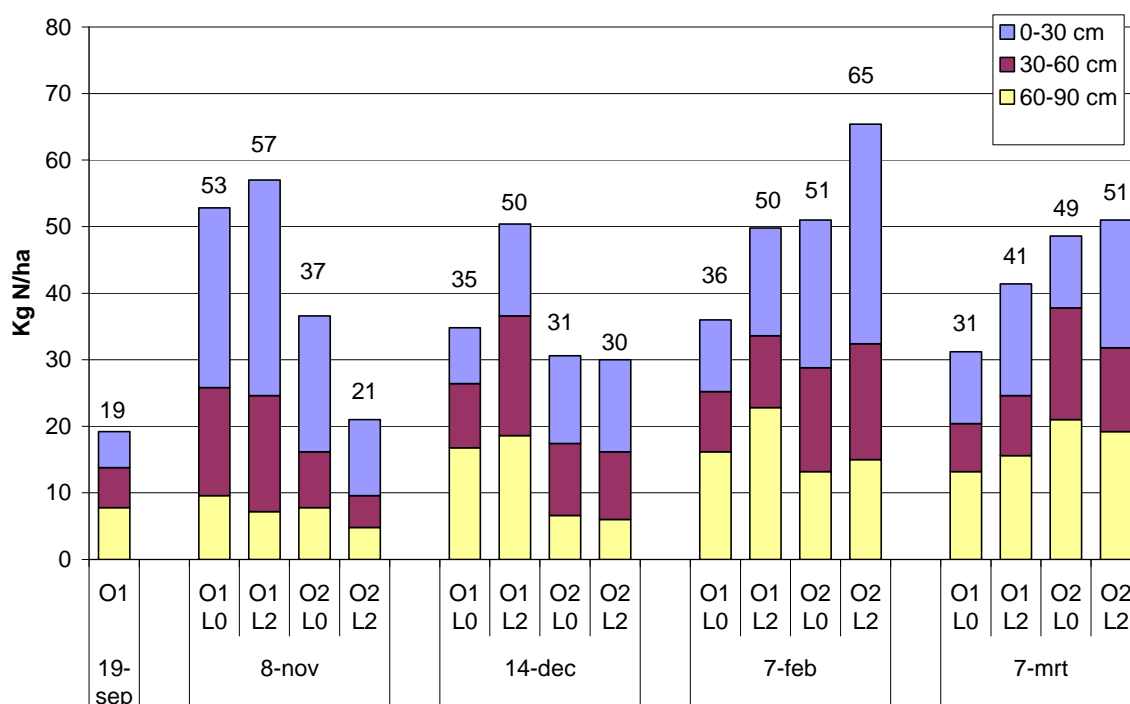
Het gemeten Nmin-verloop in de bodem geeft geen duidelijke aanwijzingen dat achterlaten van een dubbele hoeveelheid bietenloof de Nmin in de bodem sterk verhoogde. Het verschil tussen geen en dubbele hoeveelheid bietenloof is hieronder geschat aan de hand van de Nmin-voorraad vóór en na de winter en de m.b.v. Minip geschatte mineralisatie in de winterperiode:

	O1 L0	O1 L2	O2 L0	O2 L2
Nmin 0-90 cm 8 nov	53	57	37	21
Mineralisatie bietenloof 8 nov – 7 mrt	-	21	-	26
Nmin 0-90 cm 7 mrt	<u>31</u>	<u>41</u>	<u>49</u>	<u>51</u>
Balans	-22	-37	+12	+4
Nmin 0-90 cm 14 dec	35	50	31	30
Mineralisatie bietenloof 14 dec – 7 mrt	-	11	-	14
Nmin 0-90 cm 7 mrt	<u>31</u>	<u>41</u>	<u>49</u>	<u>51</u>
Balans	-4	-20	+18	+7

Uitgaande van de periode 8 nov–7 mrt zou het N-verlies bij L2 t.o.v. L0 dan 15 kg N/ha hoger zijn geweest bij de vroege oogst (O1) en 8 kg N/ha bij de late oogst (O2). Op basis van de periode 14 dec–7 mrt zou het N-verlies bij L2 t.o.v. L0 16 kg N/ha hoger zijn geweest bij de vroege oogst (O1) en 11 kg N/ha bij de late oogst (O2).

Als voor het achterlaten van een enkele hoeveelheid loof de extra N-uitspoeling op 8 kg N/ha wordt gesteld bij de vroege oogst en op 5 kg N/ha bij de late oogst, dan komt dit bij een neerslagoverschot van 164 mm overeen met een verhoging van het nitraatgehalte in het (ondiepe) grondwater van 22 respectievelijk 14 mg NO₃ per l.

Op het naastgelegen perceel 16.1a, waar geen bietenblad is afgevoerd, werd eind november – begin december een nitraatgehalte gemeten van gemiddeld 109 mg NO₃ per l. Daarna daalde dit tot een niveau van gemiddeld 81 mg NO₃ per l in januari en steeg het vervolgens weer geleidelijk tot 127 mg NO₃ per l eind maart.



Figuur 4. Nmin-verloop in de laag 0-90 cm in het najaar en de winter na vroege (O1) en late oogst (O2) van suikerbieten met afvoer van het loof (L0) en achterlaten van een dubbele hoeveelheid loof (L2). De cijfers bovenop de staven geven de totale Nmin-voorraad in de laag 0-90 cm aan.

3.1.3 Discussie

Het verwijderen of achterlaten van een dubbele hoeveelheid bietenloof leverde een onverwacht verloop van de Nmin-voorraad in de bodem op in het najaar en de winter. Bij achterlaten van de dubbele hoeveelheid loof leek slechts weinig extra stikstof te mineraliseren ten opzichte van verwijdering van het loof. Er leek echter wel nog een relatief flinke hoeveelheid stikstof te mineraliseren uit andere bronnen dan het bietenloof, ook op de plots met afvoer van bietenloof.

De hoeveelheid stikstof die achterblijft in oogst- en wortelresten van de bieten is gering. Weliswaar is het praktisch niet mogelijk om het bietenloof volledig af te voeren, maar het is wel voor meer dan 90% afgevoerd. De toename van de Nmin-voorraad valt dan niet te verklaren uit mineralisatie van gewasresten. Mogelijk is er sprake geweest van microbiële vastlegging tijdens de teelt van toegediende stikstof, welke pas in de herfst weer vrij kwam.

Het verschil in N-uitspoeling tussen de objecten kon uit de Nmin-metingen niet worden vastgesteld. Het lijkt echter gering te zijn. Aan de hand van een meer modelmatigere benadering is de reductie in nitraatuitspoeling door afvoeren van het bietenloof geschat op ±20 mg NO₃ /l bij de vroege oogst en ±15

mg NO₃/l bij de late oogst. Gerelateerd aan het absolute niveau van 127 mg NO₃ per l dat eind maart is gemeten, is de reductie gering en zou er nog lang niet aan de EU-norm van 50 mg NO₃/l zijn voldaan. Het gevonden resultaat in bieten vraagt om een voortgezet en diepgaander onderzoek naar de stikstofhuishouding in de bodem tijdens de teelt en na de oogst van de bieten. Het afvoeren van bietenloof lijkt op basis van deze proef weinig perspectief te bieden om de nitraatuitspoeling te verminderen.

3.2 Mineralisatie uit gewasresten erwten

3.2.1 Doelstelling en werkwijze

Gewasresten van doperwten kunnen, evenals die van suikerbieten, een grote hoeveelheid stikstof achterlaten. Omdat na erwten meestal nog een volggewas in hetzelfde jaar volgt, is het zinvol om hier “op voorhand” rekening mee te houden. Immers, de meeste gewasresten mineraliseren vrij snel, maar op het moment dat de bemesting van het volggewas bepaald wordt zal dit nog niet in een bodem-N_{min} zichtbaar zijn. Als onvoldoende rekening gehouden wordt met de mineralisatie uit deze gewasresten, is een te hoge bemesting het gevolg. Naast een negatief effect op de grondwaterkwaliteit wordt ook een mogelijkheid niet benut om werkzame stikstof (uit het gebruiksnormenquotum) te besparen.

Binnen Nutriënten Waterproof is in 2005 het effect van gewasresten van doperwten onderzocht in het volggewas prei. In de praktijk bestaat de ervaring dat de stikstof uit de erwtenresten slecht benut wordt door een volggewas.

Op perceel 26.2b (zie bijlage 1) zijn na de teelt van de erwten in het volggewas prei twee braakveldjes aangelegd. Op deze braakveldjes werden de gewasresten van de erwt wel en niet afgevoerd (zie bijlage 4). De braakveldjes zijn niet met stikstof bemest. Daarnaast zijn ook twee onbemeste veldjes aangelegd, met en zonder afvoer van het erwtenloof, waar wel prei op is geteeld. Bij de oogst (8 februari) is de N-inhoud van het gewas vastgesteld.

De loofmassa van de erwten bedroeg 4,75 ton droge stof per ha met een N-gehalte van 2,7%. Dit komt overeen met een totale hoeveelheid van 128 kg N/ha. Met het programma Minip (Janssen, 1984) werd berekend dat hieruit voor en tijdens de teelt van prei ca. 84 kg N/ha zou vrijkomen. Door regelmatig de N_{min} in de laag 0-60 cm te meten, kon nagegaan worden of dit ook inderdaad het geval was. De N_{min} is bepaald (mengmonster voor de twee herhalingen) op 8 juli (na planten prei), 9 augustus, 22 september en 9 november 2005.

3.2.2 Resultaten en discussie

De verwachting van een snelle mineralisatie van de in het erwtenloof aanwezige stikstof is niet uitgekomen. De waarden van minerale stikstof in de braakveldjes laten geen grote verschillen zien tussen wel en niet afvoeren van het erwtenloof (tabel 8). Figuur 5 laat het verloop zien van de N_{min} in de laag 0-60 cm (samen met de voorspelde mineralisatie uit alleen de gewasresten). Na enige tijd vindt bij de preivelden opname plaats en daalt de hoeveelheid N in het profiel. Op de braakveldjes neemt de hoeveelheid N nog toe. In beide gevallen (braak of gewas) echter is het verschil tussen wel en niet afvoeren van erwtenloof maximaal 20 kg N/ha, beduidend lager dan de verwachte 80 kg N/ha die er zou moeten mineraliseren. De oorzaak is niet eenvoudig aan te geven. Het lijkt in ieder geval in overeenstemming met het ervaringsfeit uit de praktijk dat de stikstof uit erwtenloof moeilijk door een volggewas is te benutten. De daling van de N_{min} op de braakveldjes tussen 22 september en 8 november is waarschijnlijk te wijten aan uitspoeling. Het neerslagoverschot voor onbeteelde grond bedroeg in die periode ongeveer 50 mm (incl. de aanvoer via beregening).

Wellicht was het niet goed mogelijk is om vooral de N-rijke delen van de gewasresten (het blad) efficiënt te verwijderen. Bij de machinale oogst van de erwten, wordt het blad min of meer versnipperd. De kleine bladstukjes verschrompelen snel en kunnen voor een deel zijn achtergebleven op het veld. In dat geval zou het geringe verschil tussen wel en niet afvoeren te verklaren zijn, maar nog niet waarom de verwachte N-mineralisatie is uitgebleven. Er is een maximale N-toename in de braakveldjes van 50 kg N. Dit is niet alleen uit de erwten, een gedeelte hiervan zal afkomstig zijn vanuit mineralisatie van de bodem-organischestof.

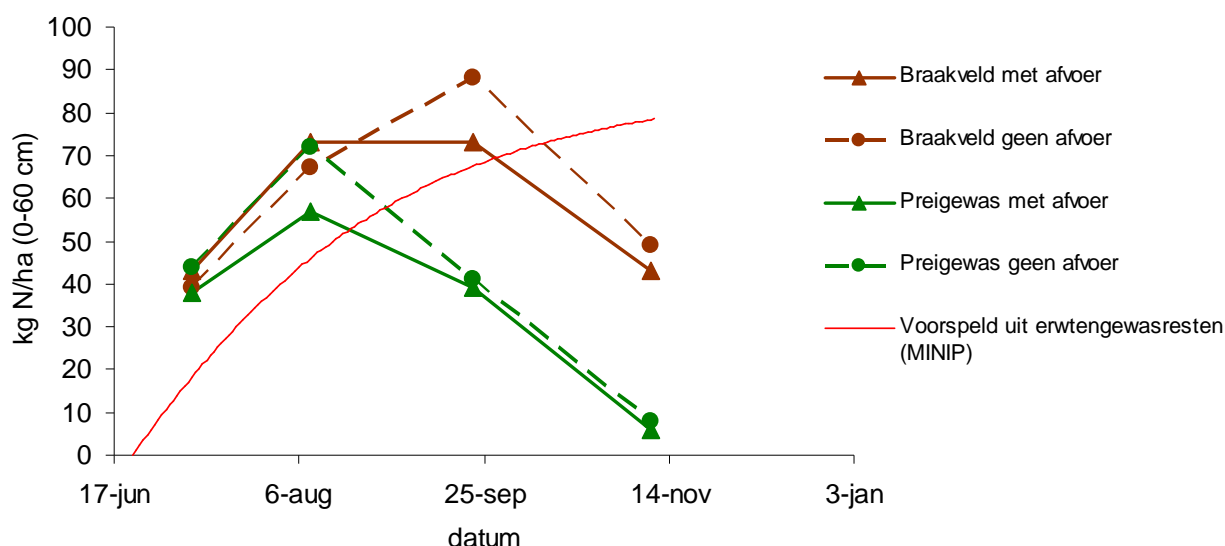
Het lot van de stikstof in erwten- en gewasresten is dus voorlopig niet duidelijk. In ieder geval wordt deze

stikstof niet weerspiegeld in een verhoogde Nmin. Mogelijkheden oorzaken kunnen ammoniakvervluchtiging en/of immobilisatie door het bodemleven zijn. Vooral nog lijkt het op deze basis van deze proef riskant om de N uit gewasresten in mindering te brengen op de bemesting van het volggewas.

De N-opname door het preigewas verschilde nauwelijks tussen de beide objecten. Het onbemeste gewas had zo'n 70 kg N/ha opgenomen. Dit stemt overeen met de N-opname van niet met stikstof bemeste prei om percelen met een relatief lage N-mineralisatie (Dekker & Van Dijk, 2005: p. 88). Het bevestigt de indruk dat de prei niet of nauwelijks heeft geprofiteerd van de stikstof uit het erwtenloof.

Tabel 8. **Verloop van Nmin na een gewas erwten in braakveldjes en in het volggewas prei bij wel en niet afvoeren van de erwtenresten**

Object	Erwtenresten	Laag (cm)	Nmin (kg N/ha) op			
			8 juli	9 aug	22 sep	9 nov
Braakveld	Afgevoerd	0-30	23	40	39	20
		30-60	20	33	34	23
		0-60	43	73	73	43
	Niet afgevoerd	0-30	22	36	45	20
		30-60	17	30	43	29
		0-60	39	67	88	49
Preigewas	Afgevoerd	0-30	20	32	20	3
		30-60	17	25	19	3
		0-60	38	57	39	6
	Niet afgevoerd	0-30	23	38	13	4
		30-60	21	34	28	4
		0-60	44	72	41	8



Figuur 5. **Verloop van de Nmin in de laag 0-60cm bij wel en niet afvoeren van erwtenresten in braakveldjes en in het (onbemeste) volggewas prei.** Aangegeven is ook de modelmatige schatting van de hoeveelheid N die puur uit de gewasresten van erwten zou mineraliseren.

4 Bodemmineralisatie

4.1 Doel en werkwijze

Met de invoering van het gebruiksnormenstelsel zullen telers in het algemeen gebaat zijn bij een hoge stikstofmineralisatie, omdat de vrijkomende stikstof uit de organische stof niet ten laste komt van het beschikbare N-quotum. In de praktijk leeft ook de gedachte dat bij een vermindering van input (zowel organisch als anorganisch) de mineralisatie achteruit zal gaan, waarbij de vrees bestaat dat percelen in dit opzicht heterogener worden. Dit laatste zou dan weer extra N-input vragen om toch een homogene kwaliteit (vooral bij groentegewassen) te krijgen.

Voldoende redenen om in het onderzoek binnen Nutriënten Waterproof/Telers Mineraal Paraat aandacht te besteden aan de bodemmineralisatie. Via de aanleg van braakveldjes en veldjes die niet worden bemest, wordt een eerste schatting mogelijk van de mineralisatie die van nature vrijkomt (de achtergrond-mineralisatie). Door permanente braakveldjes aan te leggen kan daarbij ook een eerste indruk verkregen worden van de snelheid waarmee de mineralisatie terugloopt bij een verminderde organische-stofaanvoer. Sinds 2001 zijn op de percelen 18.2 en 28.2 verschillende subpercelen aangelegd (zie verder Smit et al., 2005). In dit rapport behandelen we de verschillen die er zijn tussen een:

- a) een permanent braakveldje (sinds 2001)
- b) een "vers" braakveldje (aanleg in voorjaar 2005)

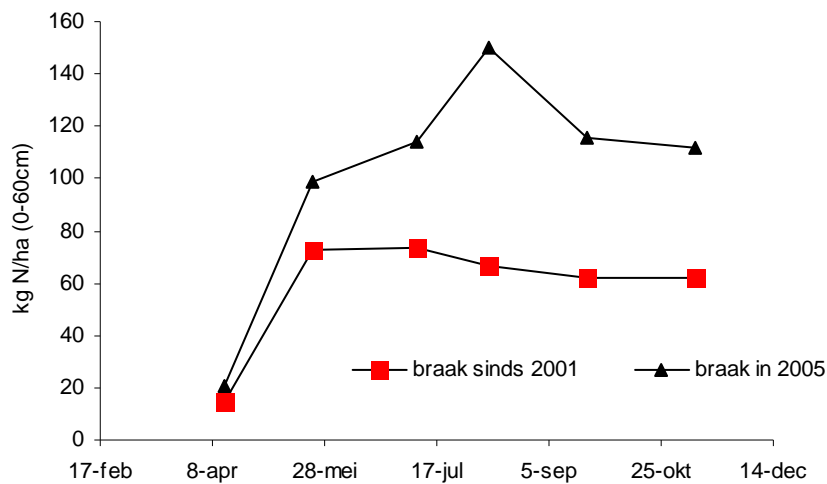
In de loop van 2005 zijn deze velden regelmatig op N_{min} bemonsterd in de lagen 0-30 en 30-60 cm. Bovendien is in het voorjaar van 2005 grond van de laag 0-30 cm een potentiële mineralisatiebepaling uitgevoerd. Hierbij wordt grond onder labomstandigheden geïncubeerd onder voor mineralisatie optimale omstandigheden (temperatuur en vocht).

4.2 Resultaten

Figuur 6 toont het verloop van de totale hoeveelheid N_{min} in de laag 0-60 cm voor het permanente en het verse braakveld op perceel 28. De minimale hoeveelheid die op het verse braakveld mineraliseert, bedraagt ca. 160 kg N/ha (op perceel 18 was dit nog aanmerkelijk hoger, mede omdat hier eind augustus grondontsmetting heeft plaatsgevonden). Gedurende vier jaar geen organische stof aanvoeren heeft een grote invloed op de mineralisatie, deze daalt met 40-50%. De potentiële mineralisatiebepaling lijkt deze veldwaarneming te bevestigen (tabel 9). De mineralisatiesnelheid was onder labomstandigheden in het permanente braakveld 30-40% lager dan in het verse braakveld.

4.3 Discussie

De aanzienlijke hoeveelheden stikstof die via mineralisatie vrijkomen, dienen zowel voor het milieu als in het kader van het gebruiksnormenstelsel zo goed mogelijk te worden benut. Een goede voorspelling van de mineralisatie is echter niet eenvoudig. De potentiële mineralisatiebepaling geeft een eerste aanwijzing, maar de actuele mineralisatie kan hier sterk van afwijken omdat de vochttoestand van de grond en de temperatuur in het veld van jaar tot jaar sterk kunnen variëren. De directe voorvrucht en de organischestof-aanvoer in het voorgaande jaar hebben vaak een grote invloed. Een daling van de mineralisatie van ca. 40% in vier jaar is een aanwijzing dat de mineralisatie sterk bepaald wordt door de organische-stofaanvoer in de vorm van gewasresten (op perceel 18.2 en 28.2 vindt geen organische-mestaanvoer plaats).



Figuur 6. **Verloop van de minerale hoeveelheid stikstof in de laag 0-60 cm op perceel 28 waar sinds 2001 een permanent braakveldje heeft gelegen en een veldje dat in 2005 voor het eerst braak werd gehouden.** *Waarneming in april is alleen de laag 0-30 cm.

Tabel 9. **Potentiële mineralisatie in kg N/ha/dag onder gunstige (lab)omstandigheden bij "verse"braakveldjes en braakveldjes sinds 2001**

Perceel	Potentiële mineralisatie in kg N/ha/dag	
	braak sinds 2001	1ste braak in 2005
18.2	0,8	1,2
28.2	0,8	1,4

5 Conclusies

In aardappel leidde bemesting volgens 75% van de gebruiksnorm tot 7% opbrengstderving en een berekende reductie van het nitraatgehalte in het grondwater van 26 mg NO₃ per l volgens de rekenmethode van de WOG en van 10 mg NO₃ per l volgens de Sturen-op-Nitraat-benadering. Daarentegen leverde het op basis van Nmin-metingen vóór en in de winter geen berekende uitspoelingsreductie op in de winterperiode.

In snijmaïs leidde bemesting volgens 70% van de gebruiksnorm tot 3% opbrengstderving en een gemiddeld berekende reductie van het nitraatgehalte van 10-22 mg NO₃/l (afhankelijk van de rekenmethode). Verlaging van de gebruiksnorm tot 70% was zonder opbrengstverlies mogelijk door de stikstof volledig als rijenbemesting toe te dienen. Dat leidde tevens tot een nog wat verdere reductie van het nitraatverlies.

Bij de winterprei kunnen geen conclusies worden getrokken. Bemesting volgens 75% van gebruiksnorm leek de markbare opbrengst met gemiddeld 11% te verlagen, de kwaliteit daarentegen te verhogen en het berekende nitraatgehalte met 5-20 mg NO₃/l te verlagen (afhankelijk van de rekenmethode).

In de dubbelteelt broccoli leidde een lagere N-gift à 80 kg N/ha per teelt tot een opbrengstderving van 9% in de 1^e teelt en 18% in de 2^e teelt, maar tot een gunstigere schermgrootte in de 2^e teelt. De lagere bemesting leidde tot een gemiddeld berekende reductie van het nitraatgehalte van 52-159 mg NO₃/l (afhankelijk van de rekenmethode).

De berekende reductie van het nitraatgehalte verschilde behoorlijk per gevolgde rekenmethode. Volgens de in Sturen op Nitraat gevonden relatie tussen Nmin-najaar en het nitraatgehalte van het grondwater was de reductie van het nitraatgehalte consequent kleiner dan volgens de WOG-benadering op basis van N-overschot.

Enkel bij de stikstofrijenbemesting à 120 kg N/ha (70% van de gebruiksnorm) in snijmaïs werd in maart aan de EU-nitraatnorm voldaan. Bij de overige gewassen zou bemesting volgens een verlaagde gebruiksnorm wel resulteren in een lager (berekend) nitraatgehalte, maar er zou nog lang niet zijn voldaan aan de EU-nitraatnorm van 50 mg NO₃/l.

Het verwijderen van bietenloof leek slechts een zeer beperkte reductie van de nitraatuitspoeling op te leveren. Om hierin meer inzicht te verkrijgen is een voortgezet en diepgaander onderzoek naar de stikstofhuishouding in de bodem tijdens de teelt en na de oogst van de bieten gewenst. Ook uit het erwtenloof kwamen geen substantiële hoeveelheden stikstof vrij. In tegenstelling tot de verwachte 80 kg N was het maximale verschil tussen wel en niet afvoeren slechts 20 kg N/ha.

Bij vermindering van de organische-stofaanvoer in de vorm van gewasresten loopt de mineralisatie snel terug. Op sinds 2001 aangelegde permanente braakvelden is de mineralisatie na 4 jaar teruggelopen met minstens 40%. Dit werd zowel in het veld als via een potentiële mineralisatiebepaling gemeten.

Literatuur

- Booij, R., D. Uenk, C. Lokhorst & C. Sonneveld (2001). Monitoring crop nitrogen status in potatoes, using crop light reflection. G. Grenier, S. Blackmore and J. Steffe (eds.), Proc. 3rd European Conference on Precision Agriculture, p. 893-897.
- Booij, R. & B. Meurs (2002). Supplementary nitrogen application in leeks, based on determination of crop nitrogen status. Acta Hort. 571:155-162.
- Dekker, P.H.M. & T.A. van Dijk. Voorstel tot herziening N-bemestingsadviezen van 14 akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Projectrapport 500102, PPO, Lelystad, 128 p.
- Feddes, R.A. (1987). Crop factors in relation to Makkink reference-crop evatranspiration. In: Hooghart, J.C. Evaporation and weather, Proceedings and Information. TNO Committee on Hydrological Research, no. 39, TNO, Den Haag, p. 33-45.
- Hack-ten Broeke, M.J.D., S.L.G. Burgers, A. Smit, H.F.M. ten Berge, J.J. de Gruijter, I.E. Hoving, M. Knotters, S. Radersma & G.L. Velthof (2004). Ontwikkeling van een indicator om te sturen op nitraat : gegevens en regressieanalyse op basis van drie eerste meetseizoenen (2000-2001, 2001-2002 en 2002-2003). Reeks Sturen op Nitraat 12, Alterra, Wageningen. 117 p.
- Janssen, B.H. (1984). A simple method for calculating decomposition and accumulation of "young" soil organic matter. Plant & Soil 76, p. 297-304.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, M.J.C. de Bode, W. van Dijk, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof & W.J. Willems (2004). Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Plant Research International, rapport nr. 79, Wageningen, 60 pp.
- Smit, A.L., J.J. de Haan & K.B. Zwart (2005). Kan de akkerbouw en groenteteelt op zandgrond voldoen aan de nitraatnorm? Telen met Toekomst, OV0502. PRI, Wageningen, 67 p.
- Van der Sluijs, P. (1992). Vochtlevering door de grond. In: Locher, W.P. & H. de Bakker. Bodemkunde van Nederland. Deel 1, Algemene Bodemkunde, p. 269-284.
- Van Dijk, W., J.R. van der Schoot, A.M. van Dam, L.J.M. Kater, F.J. de Ruijter, H. van Reuler, A.A. Pronk, Th.G.L. Aendekerk & M.P. van der Maas (2005). Onderbouwing N-gebruiksnormen akker- en tuinbouw, Kleine gewassen. Rapport projectnr. 500025. PPO, Lelystad, 64 p.
- Van Dijk, W. (2003). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Publicatienr. 307. PPO, Lelystad, 66 p.
- Van Dijk, W. (1993). Teelt van maïs. Teelthandleiding nr. 58. PAGV, Lelystad, 124 p.
- Van Geel, W.C.A., S. Radersma, E.J.J. Meurs & C. Grashoff (2006). Comparison of split nitrogen application strategies in leek (*Allium porrum*) tot reduce N fertilization on sandy soils in the Netherlands. Acta Horticulturae 700, p. 241-245.
- Van Geel, W.C.A. & E.J.J. Meurs (2004). Ontwikkeling geleide bemestingsystemen in de teelt van prei 2002-2003. Projectrapport 510168, PPO, Lelystad, 36 p.

Bijlage 1. Overzicht perceelsindeling geïntegreerde bedrijfssystemen Nutriënten Waterproof 2005

→ N

pad		peelkanaal	pad		
zomergerst (i.p.v. 2e jaar buxus en roos)	19.2 b	kavelpad sloot	triticale gbm + prei laat herfst	29.2 b	18 m
1e jaars buxus en roos	19.2 a		ijssla zomer + ijssla laat herfst	29.2 a	18 m
zomergerst	19.1 b		stamslaboon + gbm	29.1 b	18 m
suikerbiet	19.1 a		broccoli zomer + broccoli laat herfst	29.1 a	15 m
triticale + gbm	18.2 b		snijmaïs + haver gbm	28.2 b	18 m
triticale + gbm	18.2 a		snijmaïs + haver gbm	28.2 a	18 m
triticale (ipv koolzaad) + gbm	18.1 b		snijmaïs + haver gbm	28.1 b	18 m
triticale (ipv koolzaad) + gbm	18.1 a		snijmaïs + haver gbm	28.1 a	15 m
lelie	17.2 b		aardappel laat	27.2 b	18 m
lelie	17.2 a		aardappel laat	27.2 a	18 m
lelie	17.1 b		aardappel laat	27.1 b	18 m
lelie	17.1 a		aardappel laat	27.1 a	15 m
suikerbiet laat	16.2 b		erwt + prei winter	26.2 b	18 m
suikerbiet laat	16.2 a		erwt + prei winter	26.2 a	18 m
suikerbiet laat	16.1 b		erwt + prei winter	26.1 b	18 m
suikerbiet laat	16.1 a		erwt + prei winter	26.1 a	15 m

Perceelslengte: 194 m

Bijlage 2. Teeltuitvoering consumptie-aardappelen NWP/TMP 2005

Ras:	Saturna
N-bemesting:	<p><i>Perceel 27.1</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 28 ton varkensdrijfmest per ha via bouwlandinjectie op 29 mrt (182 kg N-totaal, 145 kg N-werkzaam) • bijbemesting object A met KAS bij aanaarden op 27 mei volgens proefplan • bijbemesting beide objecten bij knolzetting op 8 juni volgens proefplan <p><i>Perceel 27.2</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 61 kg N/ha op 9 mei als KAS • bijbemesting beide objecten met KAS bij aanaarden op 27 mei volgens proefplan • bijbemesting beide objecten bij knolzetting op 8 juni volgens proefplan
Overige bemesting:	<p><i>Perceel 27.1</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,1 kg borium (B) per ha als Borax op 9 feb • 108 kg K₂O per ha als kalizout 60 op 2 mrt • 28 ton varkensdrijfmest per ha via bouwlandinjectie op 29 mrt (102 kg P₂O₅ en 176 kg K₂O per ha) • 1,6 kg MgO per ha via bespuiting met bitterzout op 1 juli <p><i>Perceel 27.2</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,1 kg borium (B) per ha als Borax op 9 feb • 285 kg K₂O per ha als kalizout 60 op 2 mrt • 28 ton varkensdrijfmest per ha via bouwlandinjectie op 29 mrt (102 kg P₂O₅ en 176 kg K₂O per ha) • 1,6 kg MgO per ha via bespuiting met bitterzout op 1 juli
Poten:	12 april, potermaat 35/50, pootafstand 32 cm in de rij en 75 cm tussen de rijen
Opkomst:	10 mei
Aanaarden:	27 mei
Gewasbescherming:	geïntegreerde gewasbescherming
Beregening:	op 9 juni, 17 juni, 21 juni, 28 juni en 15 juli à 25 mm per keer
Loofdoding:	sputen met 1 l Reglone per ha op 7 sep
Oogst	30 september
Zaai triticale:	1 november

Bijlage 3. Teeltuitvoering snijmaïs NWP/TMP 2005

Ras:	Goldibis
N-bemesting:	<p><i>Perceel 28.1b</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 40 ton runderdrijfmest per ha via bouwlandinjectie op 22 april (140 kg N-totaal, 83 kg N-werkzaam) • 38 kg N/ha als KAS op 12 mei als rijenbemesting gelijktijdig met het zaaien • 38 kg N/ha als KAS op 12 mei volvelds gestrooid bij object 100% GN <p><i>Perceel 28.2</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 120 kg N/ha als KAS op 12 mei als rijenbemesting gelijktijdig met het zaaien
Overige bemesting:	<p><i>Perceel 28.1b</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,1 kg borium (B) per ha als Borax op 9 feb • 69 kg K₂O per ha als kalizout 60 op 2 mrt • 40 ton runderdrijfmest per ha via bouwlandinjectie op 22 april (48 kg P₂O₅ en 228 kg K₂O per ha) <p><i>Perceel 28.2</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,1 kg borium (B) per ha als Borax op 9 feb • 285 kg K₂O per ha als kalizout 60 op 2 mrt
Zaaien:	12 mei april, zaadafstand 14,5 cm in de rij en 75 cm tussen de rijen
Gewassluiting:	26 juni
Gewasbescherming:	geïntegreerde gewasbescherming
Berekening:	geen
Oogst	28 september
Zaai gerst als groenbemester:	7 oktober

Bijlage 4. Teeltuitvoering prei NWP/TMP 2005

Ras:	Kenton
N-bemesting:	<p><i>Perceel 26.2b</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 kg N/ha als KAS op 15 juli bij object 100% gebruiksnorm • 27 kg N/ha als KAS op 10 aug bij beide objecten • 35 kg N/ha als KAS op 22 aug bij beide objecten • 70 kg N/ha als KAS op 14 sep bij object 100% gebruiksnorm • 46 kg N/ha als KAS op 14 sep bij object 75% gebruiksnorm • 10 kg N/ha als ureum op 14 dec (via gewasbespuiting) bij beide objecten <p><i>Perceel 26.2a (NBS)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 35 kg N/ha als KAS op 22 aug • 70 kg N/ha als KAS op 14 sep • 10 kg N/ha als ureum op 14 dec (via gewasbespuiting) bij beide objecten
Overige bemesting:	<p><i>Perceel 26.2a en 26.2b</i></p> <p>201 kg K₂O per ha als patentkali</p>
Ponsen:	spitten en plantgaten ponzen op 5 juli
Planten:	6 juli
Aangieten:	aangieten met water op 7 juli (0,9 mm)
Gewasbescherming:	geïntegreerde gewasbescherming
Beregening:	op 6 sep 25 mm en op 12 okt 20 mm
Oogst	8 februari

Schema van perceel 26.2b van Nutriënten Waterproof in 2005

Objecten gebruiksnorm:

N1 = 100% gebruiksnorm prei 2006

N2 = 75% gebruiksnorm prei 2006

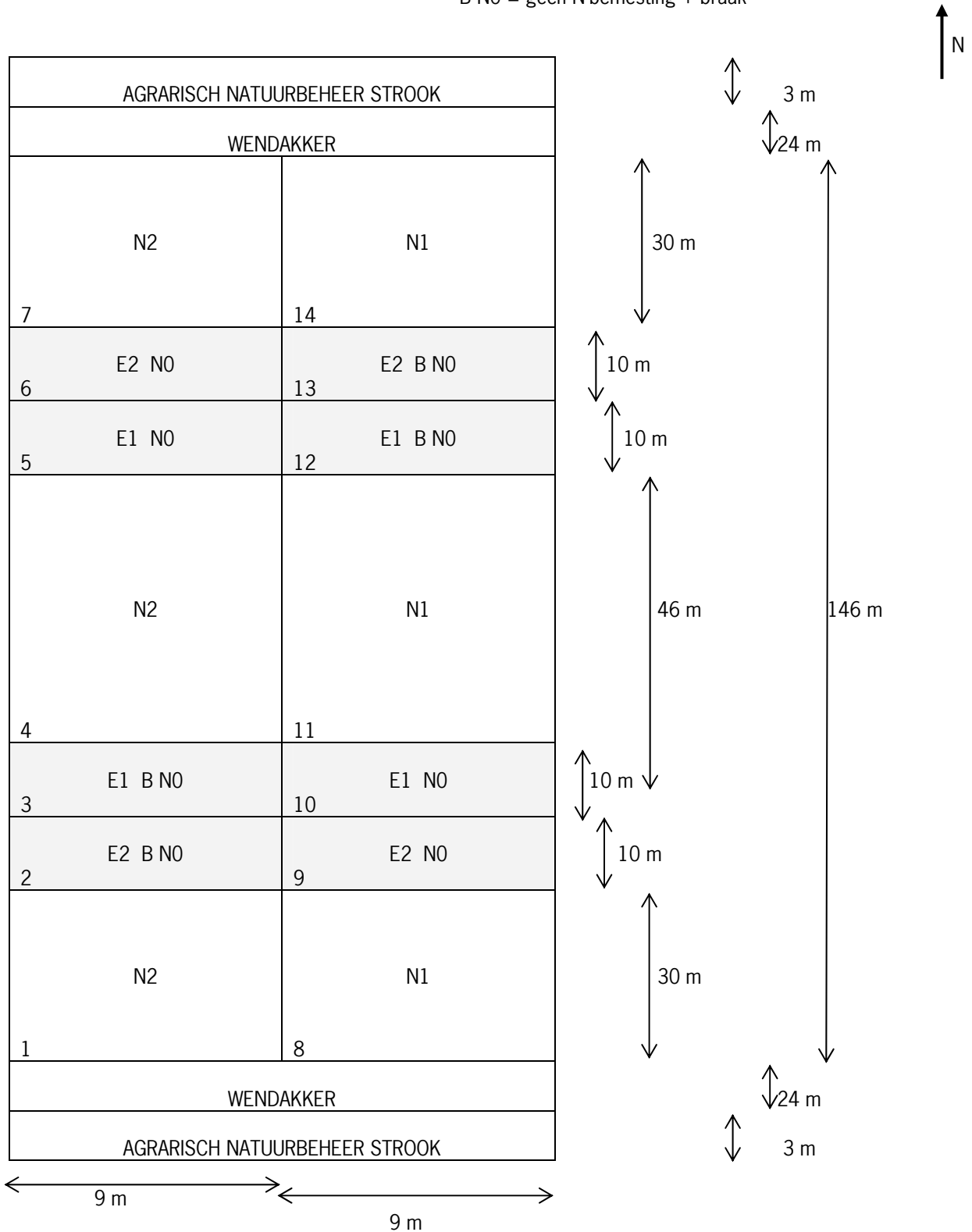
Objecten afvoer erwtenloof en nul- en braakveldjes:

E1 = erwtenloof laten liggen

E2 = erwtenloof afvoeren

NO = geen N-bemesting (nulveldje)

B NO = geen N-bemesting + braak



Bijlage 5. Teeltuitvoering broccoli NWP/TMP 2005

Ras:	Montop (in de 1 ^e en 2 ^e teelt)
N-bemesting:	<p><i>1^e teelt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 81 kg N/ha rijenbemesting met KAS, gehele perceel • 190 kg N/ha op de plots met verhoogde N-gift en 108 kg N/ha op de rest van het perceel op 7 juni <p><i>2^e teelt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 50 kg N/ha als KAS, gehele perceel • 146 kg N/ha op de plots met verhoogde N-gift en 65 kg N/ha op de rest van het perceel op 7 juni
Overige bemesting:	<p><i>1^e teelt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,1 kg borium (B) per ha als Borax op 9 feb • 234 kg K₂O per ha als kalizout 60 op 2 mrt <p><i>2^e teelt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 99 kg K₂O per ha als patentkali op 11 juli
Planten:	1 ^e teelt op 3 mei en 2 ^e teelt op 8 juli, afstand in de rij ±33 cm en tussen de rijen 75 cm
Gewasbescherming:	geïntegreerde gewasbescherming
Beregening:	op 16 juni 25 mm en op 25 juni 20 mm (1 ^e teelt) op 14 juli 25 mm en op 5 september 25 mm (2 ^e teelt)
Oogst:	1 ^e teelt op 30 juni (1 ^e oogst) en 4 juli (2 ^e oogst) 2 ^e teelt op 9 september (1 ^e oogst) en 13 september (2 ^e oogst)
Afvoer gewasresten:	afmaaien en afvoeren op 24 september
Zaai gerst als groenbemester:	1 oktober

Bijlage 6. Berekening van verschil in N-bodemoverschot naar verschil in nitraatgehalte

Het N-bodemoverschot is het verschil tussen aanvoer en afvoer van stikstof. In de WOG-studie (Schröder et al., 2004) is hierbij uitgegaan van lange termijn en een evenwichtssituatie, waarbij is verondersteld dat de jaarlijkse aanvoer van organische N in gewasresten en organische mest gelijk is aan de jaarlijkse afbraak. Daardoor kan een aantal aan- en afvoerposten tegen elkaar worden weggestreept en blijft een aantal netto-posten over op de balans.

Dit aanvoerposten zijn: depositie
 stikstofbinding bij vlinderbloemigen
 organische mest en kunstmest

De afvoerposten zijn: van het veld afgevoerd product
 ammoniakemissie uit organische mest

In de uitgevoerde vergelijking te Vredepeel tussen bemesting volgens 100% en 75% van de gebruiksnorm was er bij de aanvoerposten alleen verschil in hoeveelheid kunstmeststikstof. Bij de gewassen waarbij een deel van de stikstof via organische mest is toegediend, waren de hoeveelheid, het moment en de wijze van toediening bij beide objecten gelijk. De niveauverschillen tussen de objecten zijn aangebracht via de aanvullende kunstmestgift. Bij de afvoerposten was de ammoniakemissie uit organische mest dus ook gelijk en was er enkel verschil in de van het veldafgevoerde hoeveelheid stikstof met het geoogste product. Het verschil in N-bodemoverschot tussen de beide objecten kan aldus worden berekend uit het verschil in aanvoer van kunstmeststikstof minus het verschil in afvoer van het veld met het geoogst product.

Het verschil in N-bodemoverschot is vertaald naar een verschil in nitraatgehalte van het grondwater volgens dezelfde methodiek die de WOG heeft gehanteerd. Van het berekende N-bodemoverschot spoelt een bepaalde fractie uit, afhankelijk van grondsoort en grondwatertrap (tabel 8). De aldus berekende N-vracht lost op in het neerslagoverschot waaruit het nitraatgehalte volgt. Op zandgronden wordt vervolgens nog een correctie toegepast met betrekking tot denitrificatie.

Na publicatie van het WOG-rapport zijn de gehanteerde criteria voor berekening van de uitspoeling geactualiseerd. In tabel 8 is een berekening volgens de oude en nieuwe criteria weergegeven. Voor de droge zandgrond kan een verschil in N-bodemoverschot worden vertaald naar een verschil in nitraatgehalte van het grondwater door het met 0,66 te vermenigvuldigen volgens de oude criteria dan wel 1,04 volgens de nieuwe criteria. In dit rapport is uitgegaan van de nieuwe criteria.

Tabel 8. **Van N-bodemoverschot naar nitraatgehalte (mg/l) op natte en droge zandgrond (resp. grondwatertrap IV en VII) volgens de oude en nieuwe criteria.**

	Oud		Nieuw	
	Gt IV	Gt VII	Gt IV	Gt VII
N-bodemoverschot (kg/ha)	125	76	88	48
keer uitspoelingsfractie	0,81	0,81	1,06	1,06
gedeeld door neerslagoverschot (mm)	387	453	387	453
keer Gt-correctie	0,43	0,83	0,47	1
is N-concentratie (mg/l)	11,3	11,3	11,3	11,3
ofwel NO ₃ -concentratie (mg/l)	50	50	50	50

Bijlage 7. Neerslagoverschot proefboerderij Vredepeel aug 2005 – maart 2006

Hieronder is voor verschillende perioden de hoeveelheid neerslag weergegeven op basis van de gemeten dagelijkse hoeveelheid neerslag op proefboerderij Vredepeel. Verder is de verdamping weergegeven. Deze is berekend door het gemiddelde te nemen van de referentiegewasverdamping van de nabijgelegen KNMI-weerstations te Volkel en Arcen en deze te vermenigvuldigen met een correctiefactor. Voor de perioden dat er nog een gewas op het veld stond is de gewasfactor van Feddes (1987) genomen. Voor het overige is een correctiefactor per maand gehanteerd volgens Van der Sluijs (1992).

Periode	Betrekking op gewas	Neerslag (mm)	Verdamping (mm)	Overschot (mm)
1 aug tot 5 okt	aardappel	102	129	-27
5 okt tot 8 nov	aardappel	49	25	24
1 aug tot 29 sep	maïs	89	161	-72
29 sep tot 8 nov	maïs	62	31	31
19 sep tot 8 nov	broccoli, biet vroege oogst	71	46	25
14 dec tot 7 feb	biet	53	9	44
7 feb tot 7 mrt	biet	86	8	78
8 nov tot 14 dec	alle	48	6	42
14 dec tot 7 maart	alle	139	17	122
8 nov tot 7 maart	alle	187	23	164