

Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing MINIP met resultaten 2002 en 2003

Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing MINIP met resultaten 2002 en 2003

R. Postma & T.A. van Dijk



Telen met toekomst
mei 2004
OV0408



Telen met toekomst

Colofon

Uitgever:

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : post@plant.wag-ur.nl
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

© 2004 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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 Plant Research International B.V.

Telen met toekomst is een van de landelijke onderzoeksprojecten die uitgevoerd worden in het kader van het Actieplan Nitraatprojecten (2000-2003). Het project wordt gefinancierd door de Ministeries van LNV & van VROM.

In 'Telen met toekomst' werken agrarische ondernemers samen met Wageningen UR (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving & Plant Research International B.V.) & DLV Adviesgroep nv aan duurzame bedrijfssystemen voor akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, bloembollen en boomteelt.

Informatie over Telen met toekomst

DLV Adviesgroep nv
Telefoon: (0317) 49 16 12
Fax: (0317) 46 04 00
Postbus 7001, 6700 CA WAGENINGEN
E-mail: info@telenmettoekomst.nl
Internet: www.telenmettoekomst.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting en conclusies	1
1. Inleiding	3
2. Opzet en uitvoering van de toetsing	5
2.1 Principe van de toetsing	5
2.2 Objecten en gegevens gebruikt voor de toetsing op Vredepeel	6
2.3 Objecten en gegevens gebruikt voor de toetsing op Meterik	7
2.4 Toetsing op De Noord	8
2.4.1 Berekeningen	9
2.4.2 Metingen	9
2.5 Toetsing op Horst	9
2.5.1 Berekeningen	10
2.5.2 Metingen	10
2.6 Gewasrestenstudie Alterra	10
3. Resultaten van de toetsing op Vredepeel	11
3.1 Verloop van het organische-stofgehalte	11
3.2 Vergelijking van berekeningen en metingen van de N-mineralisatie over 2002	11
3.2.1 Potentiële N-mineralisatie braakplotjes	11
3.2.2 Nmin-cijfers braakveldjes	12
3.3 Vergelijking van berekeningen en metingen van de N-mineralisatie over 2003	13
3.3.1 Potentiële N-mineralisatie braakplotjes	13
3.3.2 Nmin-cijfers braakveldjes	14
4. Resultaten van de toetsing op Meterik	17
4.1 Verloop van het organische-stofgehalte	17
4.2 Vergelijking van berekeningen en metingen over 2002	17
4.2.1 Potentiële N-mineralisatie braakplotjes	17
4.2.2 Nmin-cijfers braakveldjes	18
4.3 Vergelijking van berekeningen en metingen over 2003	19
4.3.1 Potentiële mineralisatie braakplotjes	19
4.3.2 Nmin-cijfers braakveldjes	20
5. Resultaten van de toetsing op De Noord	23
5.1 Verloop van het organische-stofgehalte	23
5.2 Potentiële N-mineralisatie	24
6. Resultaten van de toetsing op Horst	25
6.1 Verloop van het organische-stofgehalte	25
6.2 Potentiële N-mineralisatie	26
7. Gewasresten	27
8. Evaluatie	29
Literatuur	35

pagina

Bijlage I. Invoergegevens gebruikt voor de modelberekeningen	7 pp.
Bijlage II. Basisdata gebruikt voor de toetsing op Vredepeel en Meterik	4 pp.
Bijlage III. Temperatuur en neerslag op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik in 2002 en 2003	6 pp.

Samenvatting en conclusies

In het kader van het project Telen met toekomst (Tmt) levert Nutriënten Management Instituut NMI een bijdrage aan de ontwikkeling en introductie van duurzame productiesystemen door middel van onderzoek naar en advies over het beheer van organische stof. Een belangrijk onderdeel van de NMI-bijdrage bestaat uit het toetsen van het model Janssen, ofwel Minip, dat de opbouw van organische stof en de N-mineralisatie voor uiteenlopende omstandigheden kan berekenen. Daartoe is in 2002 een rapport verschenen, waarin de toetsing op basis van gegevens uit 2001 is beschreven. Het voorliggende rapport is de toetsing op basis van gegevens uit 2002 en 2003.

De toetsing is uitgevoerd met behulp van metingen die zijn verricht op de kernbedrijven Vredepeel, Meterik, De Noord en Horst, respectievelijk voor de sectoren akkerbouw, groenteteelt, bollenteelt en boomteelt. Daarnaast is gebruik gemaakt van gegevens van een gewasrestenstudie (Smit & Zwart, 2003).

De meest uitgebreide toetsing is uitgevoerd op basis van gegevens van Vredepeel en Meterik. Daar was gedurende de looptijd van Tmt een aantal braakplotjes aangelegd, die verschilden in het organische-stofbeheer. Het betrof plotjes die één of meerdere jaren braak lagen en plotjes met of zonder gewas. Op de braakplotjes zijn in 2002 en 2003 metingen van de potentiële N-mineralisatie uitgevoerd. Tevens zijn op de braakplotjes regelmatig Nmin-monsters genomen, waaruit de actuele N-mineralisatie kan worden afgeleid.

Van kernbedrijf De Noord zijn metingen van het organische-stofgehalte van een aantal uiteenlopende percelen gebruikt voor de toetsing. Daarnaast zijn op De Noord in een voorgaande studie in 1996, 1997 en 1998 potentiële N-mineralisatiemetingen verricht, die zijn gebruikt voor de toetsing. Van kernbedrijf Horst zijn eveneens metingen van het organische-stofgehalte en metingen van de potentiële N-mineralisatie in 2002 en 2003 gebruikt voor de toetsing.

Tenslotte is voor de toetsing gebruik gemaakt van de resultaten van een gewasrestenstudie, die reeds in een voorgaand Tmt-rapport zijn beschreven.

De belangrijkste bevindingen uit metingen en berekeningen van de actuele en potentiële N-mineralisatie op verschillende typen braakplotjes op Vredepeel en Meterik kunnen als volgt worden samengevat:

- Op Vredepeel werd de gemeten N-mineralisatie met berekeningen vrij goed beschreven (actuele N-mineralisatie) of onderschat (potentiële N-mineralisatie), maar kwamen de verschillen tussen de objecten met grote verschillen in organische-stofbeheer bij metingen en berekeningen van zowel actuele als potentiële N-mineralisatie vrij goed overeen.
- Op Meterik werd de gemeten N-mineralisatie in objecten met een bemeste voorvrucht vrij goed beschreven (potentiële mineralisatie) of overschat (actuele mineralisatie) door berekeningen, maar werd de gemeten N-mineralisatie in meerjarige braakplotjes door berekeningen steeds onderschat. Hierdoor waren de berekende verschillen in N-mineralisatie tussen plotjes met een bemeste voorvrucht en braakplotjes vrij groot, terwijl de gemeten verschillen in de actuele en potentiële N-mineralisatie tussen plotjes met een bemeste voorvrucht en braakplotjes steeds klein waren.

Er leek sprake te zijn van een fundamenteel verschillende situatie op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik, waarbij de gemeten N-mineralisatie na forse wijzigingen in het organische-stofbeheer (het braakleggen, ofwel achterwege laten van gewasresten) op Vredepeel vrij goed werd beschreven met Minip, terwijl dat op Meterik duidelijk minder het geval was. Mogelijke oorzaken hiervoor zijn:

- Verschillen in de aard van de organische stof in de bodem op Vredepeel en Meterik waarmee in het model onvoldoende rekening wordt gehouden.
- Onnauwkeurigheden in het concept van het model, zoals het rekening houden met de veroudering van bodem organische stof.

- Een overschatting van het effect van gewasresten op de N-mineralisatie in het volgende jaar, wat vooral op Meterik het geval lijkt te zijn.
- Onnauwkeurigheden in de invoergegevens, zoals het buiten beschouwing laten van wortelresten, die kunnen hebben geleid tot over- of onderschattingen van de werkelijke C- en N-mineralisatie.

Op de bedrijven De Noord en Horst is een beperkte toetsing van het model uitgevoerd door een vergelijking van de gemeten en berekende potentiële N-mineralisatie op een aantal percelen. In beide gevallen lag de berekende N-mineralisatie onder de gemeten N-mineralisatie, maar voor De Noord was dit verschil slechts 10%, terwijl op Horst de gemeten potentiële N-mineralisatie een factor 1,6 tot 2,2 hoger was dan de berekende N-mineralisatie. In combinatie met een onderschatting van het gemeten organische-stofgehalte op Horst, lijkt het erop dat de organische-stofaanvoer op de percelen van dit bedrijf is onderschat.

Concluderend

- Het effect van forse veranderingen in het organische-stofbeheer (braaklegging) op de N-mineralisatie werd voor één van de onderzoekslocaties (Vredepeel) vrij goed beschreven met het mineralisatiemodel Minip, maar voor een andere onderzoekslocatie (Meterik) minder goed. Op de laatstgenoemde locatie werd vrijwel geen effect vastgesteld van braaklegging op de N-mineralisatie, terwijl op basis van de modelberekening een vrij groot effect verwacht werd.
- Het is nog onduidelijk wat de oorzaak is van de gebrekkige beschrijving van de optredende N-mineralisatie door het model voor één van de locaties. Twee mogelijke verklaringen zijn:
 - Onvoldoende mogelijkheden van het model om rekening te houden met verschillen in de aard van de organische stof in de bodem. Dit kan mogelijk worden ondervangen door initialisatie van het model met resultaten van grondonderzoek gericht op fractionering van de organische stof. Hierop wordt in een volgend rapport over verfijning van het model nader ingegaan.
 - Onnauwkeurigheden in het beschrijven van het verloop van de afbraak van gewasresten en organische stof door het Minip-model. Hier bieden de aanpassingen voorgesteld door Yang (1996) mogelijkheden tot verbeteringen. Ook hierop wordt in het volgende rapport nader ingegaan.
- De gemeten (potentiële) N-mineralisatie op De Noord, maar vooral op Horst, werd door de berekeningen fors onderschat. In combinatie met een onderschatting van het gemeten organische-stofgehalte op Horst, lijkt het erop dat de werkelijke organische-stofaanvoer op de percelen van dit bedrijf is onderschat.

1. Inleiding

In het kader van de bijdrage van Nutriënten Management Instituut NMI aan het project Telen met toekomst (Tmt) is het rapport 'Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing model Janssen' in 2002 verschenen (Postma, 2002). De toetsing die in dat rapport voor de kernbedrijven Vredepeel en Meterik is beschreven was gebaseerd op gegevens uit het teeltseizoen 2001.

In het genoemde rapport is beschreven dat model Janssen, ofwel Minip, de C- en N-mineralisatie in een aantal gevallen vrij goed beschreef, terwijl dat in andere situaties niet het geval was. Gesuggereerd werd dat de prestaties van het model mogelijk konden worden verbeterd door meer rekening te houden met verschillen tussen bodemeigenschappen, zoals vochtthuishouding, pH, lutumgehalte, herkomst van de oude organische stof, etc. Daarnaast werd gesteld dat de kwaliteit van de invoergegevens van belang is voor de prestaties van het model en dat het om die reden gewenst is dat inzicht wordt verkregen in optredende variaties in de hoeveelheid, samenstelling en overige eigenschappen van gewasresten, organische mesten en groenbemesters en het effect daarvan op de berekende C- en N-mineralisatie.

In het rapport is ook opgemerkt dat verwacht mag worden dat de mineralisatiesnelheden veel sneller reageren op veranderingen in het organische-stofbeheer dan metingen van het organische-stofgehalte. Dit komt overeen met bevindingen van Campbell *et al.* (1999). Aangezien er slechts gedurende een beperkt aantal jaren (de looptijd van het project Tmt bedroeg 3 jaar) verschillen in het organische-stofbeheer van de objecten zijn aangelegd, kunnen geen grote (=meetbare) effecten op het organische-stofgehalte worden verwacht. Op basis van de literatuur mogen wel verschillen worden verwacht in bepaalde fracties van de organische stof (bijvoorbeeld Carter, 2002), maar daaraan zijn in het kader van Tmt geen metingen verricht. Alterra heeft in de beginfase van het meetprogramma wel opgelost organisch C (DOC) in het grondwater gemeten, maar aangezien er nauwelijks verschillen tussen objecten werden vastgesteld is het aantal metingen tot een minimum beperkt. Deze metingen konden dan ook niet worden gebruikt voor een toetsing van het model. Voor een toetsing van het model binnen Tmt is dan ook vooral gebruik gemaakt van metingen van de mineralisatiesnelheden.

Er is een vrij uitgebreide lijst met acties voor het vervolg in 2002 en 2003 opgenomen in het eerste rapport (Postma, 2002). In het voorliggende, tweede rapport hebben we ons beperkt tot de kernpunten daarvan. Een aantal van de andere punten komt aan de orde in een volgend (derde) rapport over de verfijning van het model. We zullen ons vooral richten op:

- De resultaten met betrekking tot de N-mineralisatie die in 2002 en 2003 zijn verzameld op de kernbedrijven voor de akkerbouw (Vredepeel) en groenteteelt (Meterik) (Langeveld, 2002-I en II).
- De beschrijving van de C- en N-mineralisatie van organische producten, zoals gewasresten en groenbemesters, die door Alterra zijn gemeten (Smit & Zwart, 2003).
- De resultaten van organische stof en de N-mineralisatie die zijn verzameld op De Noord en Horst, de kernbedrijven voor respectievelijk de bollenteelt en boomteelt.

In de volgende hoofdstukken worden achtereenvolgens de opzet en uitvoering van de toetsing, de resultaten van de toetsing op Vredepeel, Meterik, De Noord en Horst en de toetsing op basis van een gewasrestenstudie van Alterra beschreven. In het laatste hoofdstuk wordt nagegaan in hoeverre Minip een nauwkeurige beschrijving van de organische-stofhuishouding en de N-mineralisatie voor de uiteenlopende omstandigheden op de kernbedrijven gaf.

2. Opzet en uitvoering van de toetsing

2.1 Principe van de toetsing

In het rapport over de toetsing die is uitgevoerd met de gegevens uit 2001 (Postma, 2002) is aangegeven dat gestreefd is naar een selectie van uiteenlopende objecten en verschillende soorten metingen voor een vergelijking met berekeningen met Minip.

Het model Janssen is in eerste instantie ontwikkeld voor de beschrijving van de C-mineralisatie van verschillende organische materialen (Janssen, 1984). Dit model is later aangepast voor het beschrijven van de mineralisatie van N en P door het opnemen van de C/N- en C/P-ratio (Janssen, 1996), waarvoor de term Minip is geïntroduceerd.

De C-mineralisatie wordt in Minip beschreven met een eerste orde model:

$$dC/dt = -k.C$$

waarbij dC/dt = de C-mineralisatiesnelheid
 k = de relatieve afbraaksnelheid en
 C = de hoeveelheid organisch C

De relatieve afbraaksnelheid (k) is in dit geval niet constant, maar neemt af in de tijd. Deze afname van k in de tijd is beschreven met de formule

$$k = 2,82 t^{-1,6}, \text{ waarbij } t \text{ de tijd (in jaren) is}$$

Het verloop van de relatieve afbraaksnelheid van verschillende organische materialen kan met dezelfde curve worden beschreven, waarbij de initiële afbraaksnelheid verschilt per materiaal. Er wordt rekening gehouden met de verschillen in afbraaksnelheid, door aan ieder materiaal een eigen 'initiële leeftijd' (aangegeven met de waarde 'a') toe te kennen. Deze a-waarde wordt uitgedrukt in jaren en is van invloed op de 'relatieve afbraaksnelheid' (k).

Dit is beschreven met de formule $k = 2,82 (a+t)^{-1,6}$.

De objecten op de kernbedrijven die zijn gebruikt voor de toetsing van Minip dienden zoveel mogelijk te verschillen in het organische-stofbeheer, zodat meetbare verschillen tussen de objecten zouden worden gevonden.

De verrichte metingen die kunnen worden gebruikt voor een vergelijking met de berekeningen zijn:

- Organische-stofgehalte; die is op de meeste percelen van de kernbedrijven een keer per jaar bepaald.
- C-mineralisatiesnelheid; voor een aantal geselecteerde percelen en organische producten is die onder gecontroleerde omstandigheden in het laboratorium bepaald (Smit & Zwart, 2003).
- N-mineralisatiesnelheid; voor een aantal geselecteerde percelen en organische producten is de potentiële N-mineralisatiesnelheid onder gecontroleerde omstandigheden (incubatie bij optimale omstandigheden ten aanzien van vocht en temperatuur (20 °C)) in het laboratorium bepaald (zie ook Smit & Zwart, 2003).
- Nmin-voorraden; op een aantal percelen is het verloop van de Nmin-voorraad gedurende het seizoen bepaald in het veld. Op percelen zonder gewas kan de actuele N-mineralisatie hieruit worden afgeleid.

2.2 Objecten en gegevens gebruikt voor de toetsing op Vredepeel

Voor Vredepeel zijn voor de toetsing met gegevens uit 2001 twee groepen percelen geselecteerd, die in de periode van 1993 tot 2000 in het kader van het bedrijfssystemenonderzoek (BSO) verschilden in het organische-stofbeheer. Op de percelen 18.1, 18.2 en 26.2 was de organische-stofaanvoer in de periode van 1993 tot 2000 relatief hoog en op de percelen 28.1 en 28.2 was de organische-stofaanvoer in dezelfde periode relatief laag. In het kader van Tmt waren de verschillen in organische-stofbeheer tussen de percelen niet meer zo groot. De percelen 18.1 en 28.1 waren gelegen in het synthesedeel en de percelen 18.2, 26.2 en 28.2 in het analysedeel (Langeveld, 2002-I).

In de percelen 18.2A2 en 28.2A2 zijn braakplotjes aangelegd. Deze braakplotjes zijn gedurende de hele onderzoeksduur op dezelfde plaats blijven liggen. De gewassen die in 2001, 2002 en 2003 op deze percelen zijn geteeld zijn achtereenvolgens snijmaïs, conservenerwten/bladrammenas en aardappel laat (perceel 18.2) en aardappel laat, suikerbieten en zomergerst (perceel 28.2). De hoeveelheid C en N die met de gewasresten en groenbemesters in 2001 en 2002 op de percelen terecht is gekomen is van belang voor de C- en N-mineralisatie in respectievelijk 2002 en 2003. Deze hoeveelheden zijn voor de analyseveldjes in de percelen 18.2 en 28.2 vermeld in Tabel 2.1.

Tabel 2.1. *Hoeveelheid C en N en a-waarde van gewasresten en groenbemesters in 2001 en 2002 op de analyseveldjes van de percelen 18.2 en 28.2, zoals gebruikt in de modelberekeningen. De veldjes met een onbemest gewas (braakveldjes) in 2002 zijn aangeduid met de toevoeging 0N.*

Perceel	Jaar	Gewas	Opbrengst en inhoud gewasresten				
			kg C/ha	kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	oogsttijdstip
18.2	2001	snijmaïs	920	46	20,0	1,35	1-okt-01
	2002	erwten	4053	289	14,0	1,13	25-jun-02
		erwten 0 N	1195	99	12,0	1,13	25-jun-02
		bladrammenas	2628	83	31,5	1,0	24-feb-03
28.2	2001	aardappel	565	27	21,1	1,05	3-okt-01
		stro	1101	13	86,0	1,53	3-okt-01
	2002	suikerbiet	2033	124	16,3	1,03	11-okt-02
		suikerbiet 0 N	910	59	15,5	1,03	11-okt-02

Binnen de analysedelen van de percelen 18.2 en 28.2 zijn een aantal verschillende braakplotjes aangelegd, te weten:

- een onbemeste braak (zwart; meerjarig);
- een onbemeste braak (zwart; eenjarig); en een
- gewas zonder bemesting.

In 2002 was er alleen een onbemeste braak die meerjarig is. Dit veldje heeft in 2001 voor het eerst braak gelegen en in 2002 voor het tweede jaar. In 2003 was er op de beide percelen naast de meerjarige braak, ook een plotje aanwezig dat voor het eerste jaar braak lag. In het daaraan voorafgaande jaar (2002) is op dat veldje een bemest gewas geteeld. Hiermee konden braakperiodes met een verschillende lengte worden vergeleken, waaruit met name het effect van gewasresten kon worden afgeleid.

Jaar: 2002

Bruikbare data voor de toetsing zijn met name de resultaten van:

- de potentiële mineralisatiemetingen; deze zijn verricht in de (meerjarige) braakplotjes en in het bemeste gewas van de percelen 18.2 en 28.2; en
- Nmin-metingen; verricht in de (meerjarige) braakplotjes van de percelen 18.2 en 28.2.

Jaar: 2003

Bruikbare data voor de toetsing zijn met name de resultaten van:

- de potentiële mineralisatiemetingen; deze zijn verricht in de verschillende soorten braakplotjes (gewas onbemest, meerjarige onbemeste braak, eenjarige onbemeste braak) en in het bemeste gewas van de percelen 18.2 en 28.2; en
- Nmin-metingen; verricht in de eenjarige en meerjarige braakplotjes van de percelen 18.2 en 28.2.

2.3 Objecten en gegevens gebruikt voor de toetsing op Meterik

De percelen die zijn geselecteerd voor de toetsing met de gegevens uit 2001, hebben in de periode van 1990 tot 2000 onderdeel uitgemaakt van rotatie III (1:4; kool, kropsla, graan/gras, prei) van het BSO-onderzoek. Het betreft de percelen 22, 24, 26 en 34, die in het kader van Tmt vanaf 2001 gelegen waren in het bladgewassen-prei bedrijf. De organische-stofaanvoer op deze percelen zal in de jaren van 2001 tot 2003 geen grote verschillen hebben vertoond. Daarom is tevens een perceel in beschouwing genomen uit het biologische systeem (buiten Tmt; perceel 5), waarbij sprake was van een relatief hoge aanvoer van organische stof.

In de percelen 22 en 26 zijn braakplotjes aangelegd. Deze braakplotjes zijn gedurende de hele onderzoeksduur op dezelfde plaats blijven liggen. De gewassen die in 2001 en 2002 op deze percelen zijn geteeld, de hoeveelheid C, N en nitraat in gewasresten en groenbemesters op deze percelen in 2001 en 2002 is vermeld in Tabel 2.2.

Tabel 2.2. *Hoeveelheid C, N en nitraat (NO₃) en a-waarde van gewasresten en groenbemesters in 2001 en 2002 op de analyseveldjes van de percelen 22 en 26, zoals gebruikt in de modelberekeningen. De veldjes met een onbemest gewas zijn aangeduid met de toevoeging 0N.*

Perceel	Jaar	Gewas	Opbrengst en inhoud gewasresten					
			kg C/ha	kg N/ha	kg NO ₃ -N/ha	C/N	a-waarde	oogsttijdstip
22	2001	ijssla	1311	167	36,6	7,8	1,0	11-7-01
		Chinese kool	746	81	17,2	9,3	1,0	1-10-01
		rogge	437	41	0	10,8	1,12	1-03-02
	2002	prei	1078	94	1,1	11,5	1,0	23-4-03
		prei 0 N	1101	84	0,1	13,1	1,0	23-4-03
26	2001	prei	1552	132	4,2	11,7	1,0	21-1-02
		prei 0 N	531	31	0,5	17,2	1,0	21-1-02
	2002	ijssla	792	87	10,3	9,1	1,0	9-7-02
		ijssla 0 N	1018	80	3,8	12,8	1,0	9-7-02
		ijssla	654	70	8,9	9,3	1,0	1-10-02
	ijssla 0 N	652	55	4,0	12,0	1,0	1-10-02	
	triticale	200	20	0	10,0	1,0	1-3-03	

Binnen de analysedelen van de percelen 22 en 26 is een aantal verschillende braakplotjes aangelegd, te weten:

- een onbemeste braak (zwart; meerjarig);
- een onbemeste braak (zwart; eenjarig); en een
- gewas zonder bemesting.

In 2002 en 2003 waren er naast de meerjarige braak, ook steeds plotjes aanwezig die voor het eerste jaar braak lagen. In het daaraan voorafgaande jaar is op dat veldje een bemest gewas geteeld. Hiermee konden braakperiodes met een verschillende lengte worden vergeleken, waaruit met name het effect van gewasresten kon worden afgeleid.

Jaar: 2002

Bruikbare data voor de toetsing zijn met name de resultaten van:

- de potentiële mineralisatiemetingen; die zijn verricht in meerjarige braakplotjes en het bemeste gewas van de percelen 22 en 26; en
- Nmin-metingen; verricht in de eenjarige en meerjarige braakplotjes van de percelen 22 en 26.

Jaar: 2003

Bruikbare data voor de toetsing zijn met name de resultaten van:

- de potentiële mineralisatiemetingen; die zijn verricht in verschillende braakplotjes (gewas onbemest, meerjarige onbemeste braak, eenjarige onbemeste braak) en in het bemeste gewas van de percelen 22 en 26; en
- Nmin-metingen; verricht in de eenjarige en meerjarige braakplotjes van de percelen 22 en 26.

2.4 Toetsing op De Noord

In het BSO werden twee bedrijfssystemen onderscheiden: geïntegreerd en experimenteel geïntegreerd. Daarnaast was er nog een biologisch systeem. De geschiedenis van de periode vanaf 1991 is voor 3 percelen (percelen 1,2, 3,4 en 21a) uit die 3 systemen in beschouwing genomen.

Binnen elk bedrijfssysteem zijn (vanaf 1997/98) 2 verschillende vruchtwisselingschema's aangelegd: 'De Noord' en 'De Zuid'. De gewaskeuze komt overeen met de meest geteelde gewassen in het betreffende gebied, respectievelijk het Noordelijk Zandgebied en Kennemerland/Bloembollenstreek. Voor 1997/98 was alleen het vruchtwisselingschema van De Noord aanwezig.

De vruchtwisseling in de verschillende systemen is weergegeven in Tabel 2.3.

Tabel 2.3. *Vruchtwisselingschema voor het geïntegreerde en experimenteel geïntegreerde systeem, dat in de periode van 1991 tot 2000 onderdeel was van het BSO op De Noord.*

Geïntegreerd		Experimenteel geïntegreerd	
De Noord	De Zuid	De Noord	De Zuid
1. tulp <i>Inundatie</i>	1. tulp <i>Inundatie</i>	1. tulp <i>Bladrammenas</i>	1. tulp <i>Bladrammenas</i>
2. narcis <i>Gele mosterd</i>	2. narcis <i>Gele mosterd</i>	2. narcis <i>Gele mosterd</i>	2. narcis <i>Gele mosterd</i>
3. krokus <i>Gras/klaver</i>	3. hyacint <i>Gras/klaver</i>	3. krokus <i>Gras/klaver</i>	3. hyacint <i>Gras/klaver</i>
4. lelie	4. dahlia	4. lelie	4. dahlia

Er wordt op de percelen een organische-stofgehalte van circa 1,3% nagestreefd.

In het geïntegreerde en het experimenteel geïntegreerde systeem werd de organische stof hoofdzakelijk aangevoerd met GFT-compost. Daarnaast is, vooral in het experimenteel geïntegreerde systeem, optimaal gebruik gemaakt van tussengewassen en werd het eigen organische afval gecomposteerd en hergebruikt. In het geïntegreerde systeem werd de maximaal toegestane dosering GFT-compost toegediend (12 ton ha⁻¹ droge stof per 2 jaar), terwijl in het experimenteel geïntegreerde systeem de helft van de maximaal toegestane dosering is gebruikt (6 ton ha⁻¹ droge stof per 2 jaar). De verwachting is dat het percentage organische stof in de grond in het geïntegreerde systeem iets sneller zal stijgen dan in het experimenteel geïntegreerde systeem.

Het biologische systeem is in 1994 opgestart. Vanaf dat moment was de aanvoer van organische stof in dit systeem hoger dan in de andere twee systemen. Organische stof wordt aangevoerd met organische meststoffen (stalmest, GFT-compost en eigen compost) en tussengewassen (gras/klaver, bladrammenas en gele mosterd).

2.4.1 Berekeningen

Er zijn berekeningen uitgevoerd voor het geïntegreerde (perceel 3,4), het experimenteel geïntegreerde (perceel 1,2) en het biologische systeem (perceel 21a; vanaf aanloopjaar 94/95 en het eerste jaar 95/96). De berekeningen van het verloop van het organische-stofgehalte worden vergeleken met metingen van organische stof.

Daarnaast zijn berekeningen uitgevoerd van de N-mineralisatie in de periode van 1996 tot 1998, omdat in die periode de actuele en potentiële N-mineralisatie op De Noord is gemeten (zie verder).

2.4.2 Metingen

Aangezien de grond op kernbedrijf De Noord in 2001 aan een intensieve grondbewerking is onderworpen, zijn er in dat jaar vrijwel geen data verzameld die gebruikt kunnen worden voor de toetsing.

In de daaropvolgende jaren (2002 en 2003) zijn metingen verricht aan het organische-stofgehalte van de verschillende percelen en op braakplotjes. Ook is het verloop van de Nmin-voorraad in het seizoen in braakplotjes gevolgd.

Voorafgaand aan het project Tmt is door Zwart *et al.* (1999) reeds onderzoek uitgevoerd naar het organische-stofbeheer op De Noord. Daarbij zijn metingen verricht aan de actuele N-mineralisatie en de potentiële C- en N-mineralisatie op percelen 1,2 en 21. Deze meetgegevens zijn ook gebruikt voor de toetsing.

2.5 Toetsing op Horst

Op kernbedrijf Horst liggen twee bedrijfssystemen, te weten een geïntegreerd en een biologisch bedrijfssysteem. De verschillen tussen de bedrijfssystemen zijn beperkt: er wordt gewerkt met dezelfde gewasgroepen en dezelfde vruchtwisseling en de bemesting is vergelijkbaar.

De huidige perceelsindeling dateert van 1999. In de periode van 1991 t/m 1997 was er ook een geïntegreerd bedrijfssysteem, maar dat lag op de plaats van het huidige biologische bedrijfssysteem en een deel van het huidige geïntegreerde systeem. De perceelsgrenzen zijn in 1999 verschoven.

De teeltgeschiedenis van 1991 t/m 1995 was bekend en geregistreerd. Documentatie over de periode van 1996 tot 1999 was beperkt en onvolledig.

2.5.1 Berekeningen

Door de onvolledige beschikbaarheid van de teelt- en bemestingsgeschiedenis, moesten er voor de modelberekeningen de nodige aannames worden gedaan. Dit geldt voor alle gegevens over de periode van 1996 tot 1999 en voor aanvoer van organisch materiaal met snoeiafval en voor organisch materiaal dat achterblijft met het rooien van de bomen over de hele periode. Daardoor moeten de resultaten van de berekeningen van de organische-stofhuishouding en de N-mineralisatie met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

2.5.2 Metingen

Organische-stofgehalten zijn eenmaal per jaar bepaald. Daarnaast zijn incubatieproeven uitgevoerd met grond afkomstig van de lagen 0-30 en 30-60 cm van de percelen 4, 5 en 6 in 2002 en 2003 (in beide jaren monsters genomen in april). Verder is op deze percelen het verloop van de N-mineraalvoorraad in de periode maart - september bepaald.

2.6 Gewasrestenstudie Alterra

Smit & Zwart (2003) beschreven een incubatieproef, die in het kader van het Tmt-onderzoek op de kernbedrijven is uitgevoerd. In de proef is de C- en N-mineralisatie uit gewasresten onder gecontroleerde omstandigheden bestudeerd. Het betrof de gewasresten van ijssla, Chinese kool en tagetes (afkomstig uit Meterik) en de gewasresten van suikerbiet, erwt, zomergerst, bladrammenas en stro (afkomstig uit Vredepeel). De metingen zijn in twee sessies uitgevoerd, namelijk in het najaar 2001 en in het voorjaar 2002. In de twee sessies is gebruik gemaakt van verschillende meetmethoden. De toedieningsniveaus en karakteristieken van het gewasmateriaal zijn weergegeven in Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Toediening van gewasresten (uitgedrukt in vers materiaal, droge stof, organische stof en N) in de incubatieproef van Alterra.

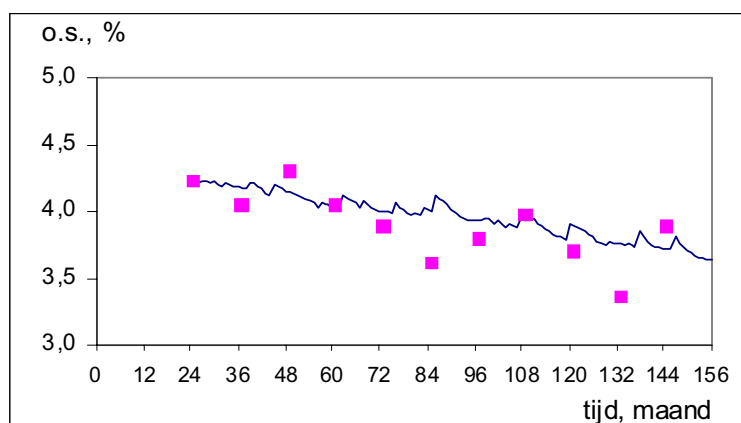
Bedrijf	Gewas- materiaal	Toediening met gewasmateriaal aan grond					
		g vers mat./ kg grond	g ds/kg grond	ton ds/ha	ton os/ha	kg N/ha	C/N-ratio materiaal
Meterik	ijssla	16,4	0,72	1,6	1,4	70	9,9
	Chin kool	22,2	1,44	3,2	2,8	140	10,0
	tagetes	12,5	1,77	4,0	2,9	114	12,6
Vredepeel	s biet	13,3	1,48	3,3	2,7	85	15,9
	erwt	15,4	2,77	6,2	5,7	185	15,3
	z gerst	10	2,41	5,4	4,8	200	12,0
	bladram	20	2,62	5,9	3,6	205	8,7
	stro	2	1,98	4,5	4,3	30	71,0

In het kader van de voorliggende studie zijn de resultaten van de C-mineralisatie afgeleid om a-waarden voor de verschillende gewasresten af te leiden. Dit is gedaan door niet-lineaire regressie met het statistische programma Genstat (Genstat 5 Committee, 1994). Daarnaast zijn berekeningen van de N-mineralisatie uit gewasresten vergeleken met de gemeten N-mineralisatie zoals gerapporteerd door Smit & Zwart (2003).

3. Resultaten van de toetsing op Vredepeel

3.1 Verloop van het organische-stofgehalte

Het verloop van het gemeten en het berekende organische-stofgehalte van perceel 18.2 in de periode van 1993 tot 2003 is weergegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1. Verloop van het gemeten en het berekende organische-stofgehalte (o.s.%) van perceel 18.2 in de periode van januari 1993 (maand 25) tot december 2003 (maand 156).

Uit Figuur 3.1 blijkt dat het verloop van het gemeten en berekende organische-stofgehalte in dezelfde orde van grootte ligt, maar dat het gemeten gehalte na verloop van een aantal jaren iets lager lijkt te liggen dan het berekende gehalte. Voor zowel het gemeten als het berekende gehalte lijkt er sprake te zijn van een dalende tendens.

Gezien de aanzienlijke fluctuaties in het gemeten organische-stofgehalte, wat kenmerkend is voor deze meting, lijkt een vergelijking van metingen en berekeningen op basis van het organische-stofgehalte niet erg zinvol. Voor informatie over de toetsing voor andere percelen wordt verwezen naar het voorgaande rapport (Postma, 2002).

3.2 Vergelijking van berekeningen en metingen van de N-mineralisatie over 2002

3.2.1 Potentiële N-mineralisatie braakplotjes

In voorjaar 2002 zijn monsters genomen (15 maart) ten behoeve van metingen van de potentiële N-mineralisatie. De resultaten van de mineralisatiesnelheden, die door regressie-analyse uit de meetgegevens (Bijlage I) zijn afgeleid, zijn weergegeven in Tabel 3.1. Daarnaast zijn resultaten van modelberekeningen opgenomen in Tabel 3.1. Beide hebben betrekking op de 0-30 cm laag.

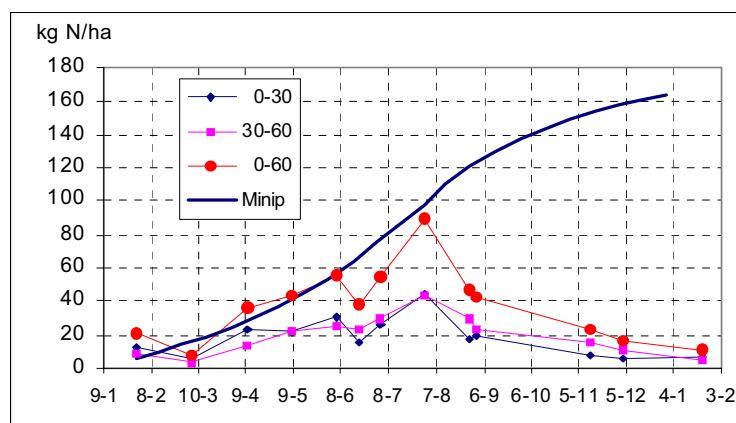
Tabel 3.1. Resultaten van de gemeten en berekende potentiële N-mineralisatie in de 0-30 cm laag.

Perceel	Voorvrucht 2001	Potentiële N-mineralisatie, kg N/ha/dag	
		Meting	Berekening
18.2 a2	Snijmaïs	1,30	0,79
18.2 a2b	Snijmaïs braak	0,77	0,67
28.2 a2	Aardappel laat + stro	0,96	0,66
28.2 a2b	Aardappel braak	0,87	0,57

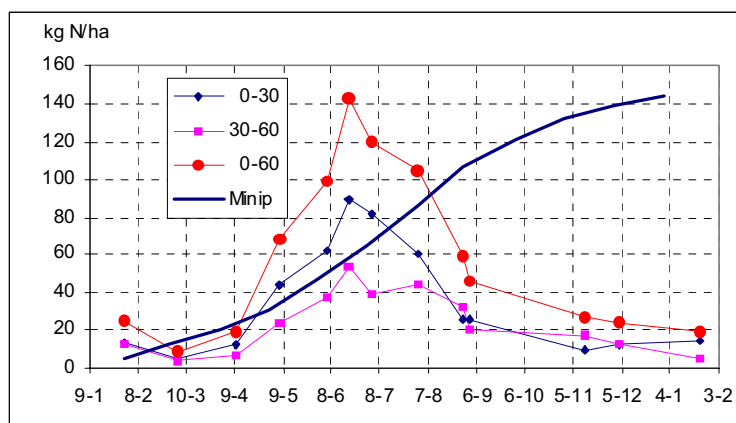
Zowel bij de metingen als bij de berekeningen was de potentiële N-mineralisatie in de braakplotjes lager dan in de plotjes waar in 2001 een bemest gewas heeft gestaan. Het verschil was bij de metingen op perceel 18.2 echter groter dan bij de berekeningen. Verder was de gemeten N-mineralisatie in alle gevallen hoger dan de berekende N-mineralisatie (Tabel 3.1).

3.2.2 Nmin-cijfers braakveldjes

Op de twee braakplotjes (braak onbemest) 18.2 en 28.2 is de Nmin-voorraad in de laag 0-30 en 30-60 cm (gesommeerd is dit weergegeven als de laag 0-60 cm) gedurende het jaar gevolgd door regelmatig een grondmonster te nemen (ongeveer een keer per maand) (Figuur 3.2 en 3.3; Bijlage I). De resultaten van de N-mineralisatie in de 0-30 cm laag, die is berekend met het model Minip (Janssen, 1996), is eveneens weergegeven in Figuur 3.2. Aangezien er door neerslag altijd wel enig neerwaarts transport van Nmin in het profiel plaatsheeft is aangenomen dat het verloop van de Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm in de periode tot begin augustus een afspiegeling is van de N-mineralisatie die in de laag 0-30 cm is opgetreden. Het lijkt erop dat na begin augustus een groot deel van de Nmin uit de 0-60 cm laag is verdwenen door uitspoeling en mogelijk ook door denitrificatie (Figuur 3.2). Dit wordt bevestigd door neerslagcijfers (Bijlage III). De meetdata die na begin augustus zijn verzameld zijn dan ook niet meer gebruikt voor een vergelijking met de berekende N-mineralisatie.



Figuur 3.2. Verloop van de gemeten en berekende Nmin-voorraad in het braakplotje van perceel 18.2 in de periode van 9 januari 2002 (9-1) tot 3 februari 2003 (3-2).



Figuur 3.3. Verloop van de gemeten en berekende Nmin-voorraad in het braakplotje van perceel 28.2 in de periode van 9 januari 2002 (9-1) tot 3 februari 2003 (3-2).

In de periode na begin augustus zal de uitspoeling van gemineraliseerde N toenemen. Bij de hiervoor genoemde aannames worden de volgende onnauwkeurigheden geaccepteerd:

- Uitspoeling van N die in de laag 0-30 cm is gemineraliseerd naar lagen dieper dan 60 cm,
- Ophoping van N in de laag 30-60 cm door mineralisatie die in die laag heeft plaatsgehad.

De N-mineralisatie op de percelen is berekend met het model Minip (Janssen, 1996).

Uit de Figuren 3.2 en 3.3 blijkt dat het verloop van de actuele N-mineralisatie, zoals op de percelen is vastgesteld door de metingen, vrij goed werd beschreven door de modelberekeningen. Dit was vooral het geval voor perceel 18.2. Op perceel 28.2 nam de gemeten Nmin-voorraad tot half juni sneller toe dan de berekende Nmin-voorraad. Vanaf dat moment nam de gemeten voorraad weer af, waardoor hij begin augustus vrijwel hetzelfde niveau als de berekende Nmin-voorraad had. Op beide percelen namen de Nmin-voorraden na begin augustus sterk af, wat duidt op het optreden van N-uitspoeling en mogelijk ook van denitrificatie. Dit valt te verklaren uit de neerslagcijfers in die periode (Bijlage III).

3.3 Vergelijking van berekeningen en metingen van de N-mineralisatie over 2003

3.3.1 Potentiële N-mineralisatie braakplotjes

In het voorjaar van 2003 (maart) zijn monsters genomen ten behoeve van metingen van de potentiële N-mineralisatie. De resultaten van de Nmin-metingen zijn weergegeven in Bijlage I. In Tabel 3.2 is de mineralisatiesnelheid, die via regressie-analyse is afgeleid, weergegeven.

Tabel 3.2. Resultaten van de gemeten en berekende potentiële N-mineralisatie in de laag 0-30 cm.

Perceel	Behandeling	Voorvrucht 2002	Potentiële N-mineralisatie, kg N/ha/dag	
			meting	berekening
18.2 a2 d	Gewas bemest	Erwten + bladram.	1,70	1,28
18.2 a2 a	Gewas onbemest	Erwten + bladram.	0,95	1,02
18.2 a2 b	Braak onbemest	n.v.t.	0,69	0,51
18.2 a2 e	Braak onbemest (1 jr)	Erwten + bladram.	1,78	1,28
28.2 a2 d	Gewas bemest	Suikerbieten	1,59	0,90
28.2 a2 a	Gewas onbemest	Suikerbieten	1,82	0,67
28.2 a2 b	Braak onbemest	n.v.t.	0,94	0,46
28.2 a2 e	Braak onbemest (1 jr)	Suikerbieten	1,47	0,90

Uit Tabel 3.2 blijkt dat het plotje in perceel 18.2, dat al 2 jaar braak heeft gelegen (18.2 a2 b), zowel bij metingen als bij berekeningen, de laagste potentiële N-mineralisatie had. De potentiële N-mineralisatie van het plotje waar in 2001 en 2002 een onbemest gewas heeft gestaan (18.2 a2 a) bleef duidelijk achter bij de plotjes waar in 2001 en 2002 een bemest gewas heeft gestaan (18.2 a2 d en e). Dit wordt zowel gevonden met de meting als met de berekening en wordt verklaard door het verschil in N-inhoud van de gewasresten (in plotje a laag, in plot d en e hoog; zie Tabel 2.1).

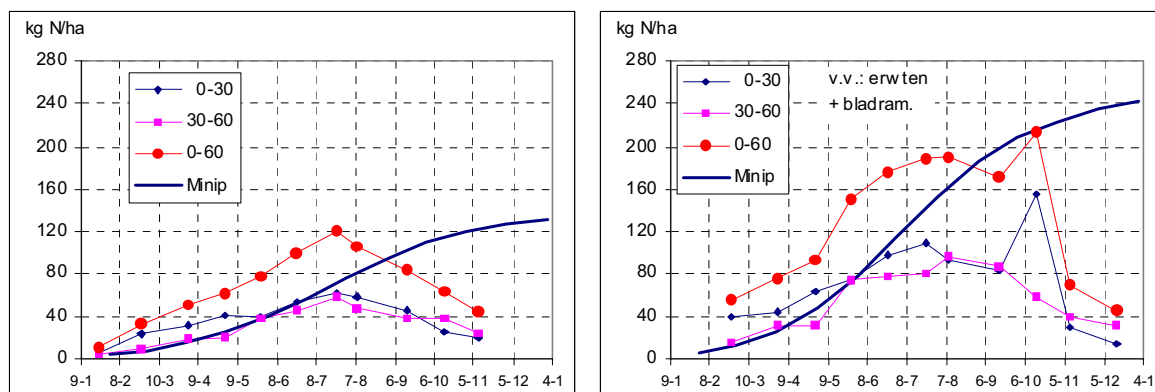
In perceel 28.2 werden vergelijkbare effecten vastgesteld, alleen was de potentiële mineralisatie in het onbemeste gewas (plot a) daar opvallend hoog. Het lijkt erop dat de N-inhoud in de gewasresten van de onbemeste voorvrucht (suikerbieten) zo hoog waren dat de potentiële mineralisatie er niet onder heeft geleden. Dit is opmerkelijk en komt niet overeen met de meetgegevens van de N-inhoud van de voorvrucht (Tabel 2.1).

Op basis van de optredende verschillen in potentiële N-mineralisatie tussen de objecten kan worden geconcludeerd dat de bijdrage van gewasresten aan de N-mineralisatie op de percelen 18.2 en 28.2 in 2002 en 2003 aanzienlijk was. De potentiële N-mineralisatie in plotjes waar in het voorafgaande jaar een bemest gewas heeft gestaan was 10-150% hoger dan in plotjes die voor het tweede of derde jaar braak lagen.

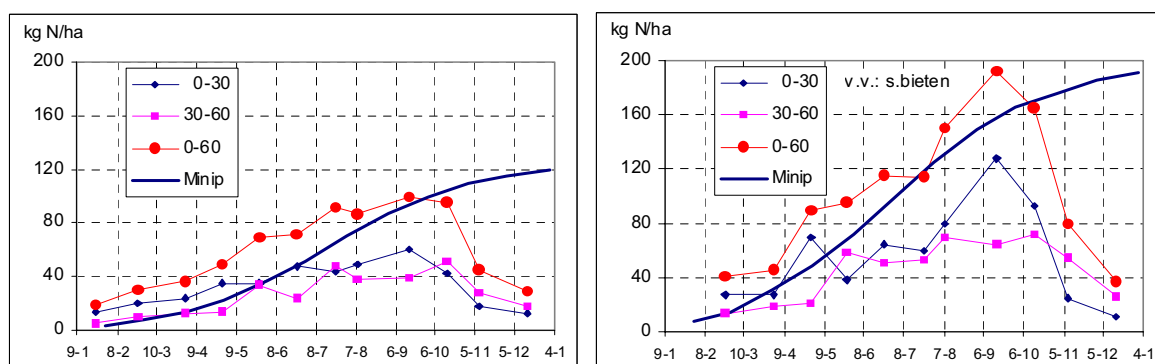
Tenslotte was de gemeten N-mineralisatie in 2003 vrijwel steeds hoger dan de berekende N-mineralisatie. Dit kwam overeen met de bevindingen uit 2002.

3.3.2 Nmin-cijfers braakveldjes

Op 4 braakplotjes (1^e jaars braak en 3^e jaars braak in de percelen 18.2 en 28.2) is de Nmin-voorraad in de 0-60 cm laag gedurende het jaar gevolgd door regelmatig grondmonsters te nemen (Figuur 3.4 en 3.5; Bijlage I). Daarnaast is het berekende verloop van de Nmin-voorraad volgens Minip in laag 0-30 cm weergegeven.



Figuur 3.4. Verloop van de gemeten en berekende Nmin-voorraad op perceel 18.2 in een 3^e jaars (links) en een 1^e jaars (rechts) braakplot in de periode van 9 januari 2003 (9-1) tot 4 januari 2004 (4-1).



Figuur 3.5. Verloop van de gemeten en berekende Nmin-voorraad op perceel 28.2 in een 3^e jaars (links) en een 1^e jaars (rechts) braakplot in de periode van 9 januari 2003 (9-1) tot 4 januari 2004 (4-1).

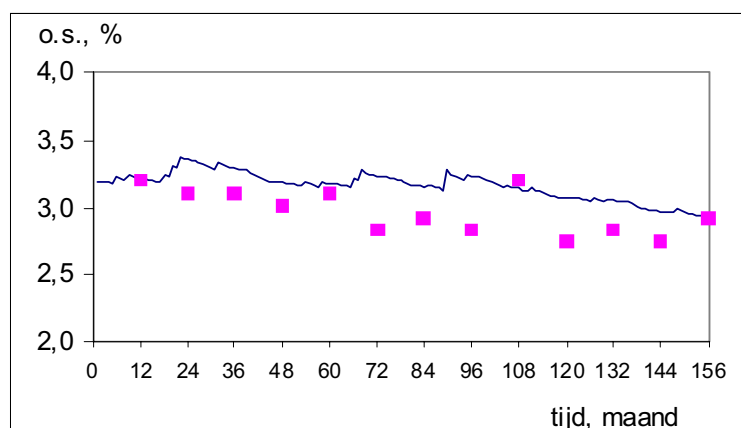
Het verschil in de gemeten actuele N-mineralisatie tussen objecten (Figuur 3.4 en 3.5) kwam overeen met de verschillen die zijn vastgesteld bij de metingen van de potentiële N-mineralisatie: de gemeten N-mineralisatie in de 1^e jaars braakplotjes was circa 2x zo hoog dan die in de 3^e jaars braakplotjes. Het verloop van de gemeten Nmin-voorraad in de braakplotjes en het mineralisatieniveau (Figuur 3.4 en 3.5) werd vrij goed beschreven door het model. De gemeten Nmin-voorraad in de 0-60 cm laag was steeds iets hoger dan de Nmin-voorraad die werd berekend op basis van de N-mineralisatie in de 0-30 cm laag.

Uit een vergelijking van de Figuren 3.2 en 3.3 met de Figuren 3.4 (links) en 3.5 (links) wordt duidelijk dat de gemeten N-mineralisatie in braakplotjes van perceel 18.2 in 2003 hoger was dan in 2002, terwijl die op perceel 28.2 in 2002 hoger was dan in 2003. Op basis van de berekeningen werd voor perceel 18.2 het omgekeerde resultaat gevonden, terwijl de berekeningen voor perceel 28.2 wel overeen kwamen met de metingen. Factoren die verschillen in het mineralisatieniveau tussen 2002 en 2003 hebben bepaald zijn onder andere de beschikbaarheid van gemakkelijk afbreekbaar organisch materiaal (die zal in 2003 lager zijn geweest dan in 2002) en verschillen in temperatuur (die was in 2003 hoger dan in 2002).

4. Resultaten van de toetsing op Meterik

4.1 Verloop van het organische-stofgehalte

Het verloop van het gemeten en het berekende organische-stofgehalte van perceel 22 in de periode van 1991 tot 2003 is weergegeven in Figuur 4.1



Figuur 4.1. Verloop van het gemeten en het berekende organische-stofgehalte van perceel 22 in de periode van januari 1991 (maand 1) tot december 2003 (maand 156).

Uit Figuur 4.1 blijkt dat het verloop van het gemeten en berekende organische-stofgehalte vergelijkbaar is, maar dat het gemeten gehalte voor het grootste deel van de beschouwde periode op een lager niveau ligt dan het berekende gehalte. Voor zowel het gemeten als het berekende gehalte lijkt er sprake te zijn van een licht dalende tendens.

Zoals bij de resultaten van Vredepeel al is opgemerkt, lijkt een vergelijking van metingen en berekeningen op basis van het organische-stofgehalte niet erg zinvol, in verband met de aanzienlijke fluctuaties in het gemeten organische-stofgehalte. Voor informatie over de toetsing voor andere percelen van Meterik wordt verwezen naar het voorgaande rapport (Postma, 2002).

4.2 Vergelijking van berekeningen en metingen over 2002

4.2.1 Potentiële N-mineralisatie braakplotjes

In voorjaar 2002 zijn monsters genomen (15 maart) ten behoeve van metingen van de potentiële N-mineralisatie.

De resultaten van de N-mineralisatiesnelheden, die met regressie-analyse uit de meetgegevens (Bijlage I) zijn afgeleid, zijn weergegeven in Tabel 4.1.

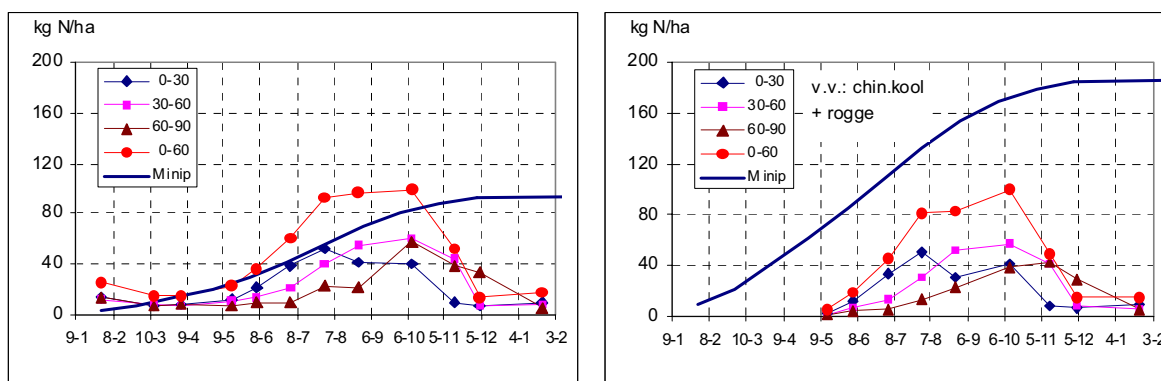
Tabel 4.1. Resultaten van de gemeten en berekende potentiële N-mineralisatie in de 0-30 cm laag.

Perceel	Voorvrucht 2001	Potentiële N-mineralisatie, kg N/ha/d	
		gemeten	berekend
22	Chinese kool + rogge	1,18	0,95
22 a	Braak	1,05	0,37
26	Prei w1	1,02	0,95
26 a	Braak	1,02	0,39

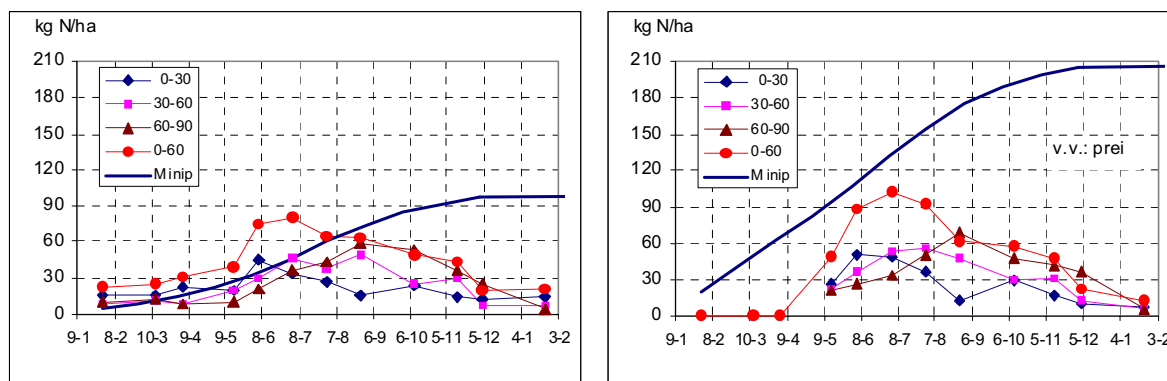
Uit Tabel 4.1 blijkt dat de gemeten N-mineralisatie op braakplotjes niet of nauwelijks lager is dan die in plotjes waar in 2001 een bemest gewas heeft gestaan. Dit is opmerkelijk en komt niet overeen met het beeld dat naar voren komt uit de modelberekeningen: daar was de berekende N-mineralisatie voor de plotjes met een bemest gewas meer dan een factor twee hoger dan die in de braakplotjes. Het berekende N-mineralisatieniveau kwam voor de plotjes met een bemeste voorvrucht vrij goed overeen met de gemeten N-mineralisatie, maar was voor de braakplotjes veel lager dan de gemeten N-mineralisatie. Hierop wordt in de evaluatie nader ingegaan.

4.2.2 Nmin-cijfers braakveldjes

Op de twee braakplotjes (braak onbemest) 22 en 26 is de Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm gedurende het jaar gevolgd door regelmatig een grondmonster te nemen (ongeveer een monster per maand) (Figuur 4.2 en 4.3; Bijlage I). Daarnaast is de Nmin-voorraad weergegeven die is berekend op basis van de N-mineralisatie met Minip (laag 0-30 cm).



Figuur 4.2. Verloop van de gemeten en berekende Nmin-voorraad op perceel 22 in een 2^e jaars (links) en een 1^e jaars (rechts) braakplot in de periode van 9 januari 2002 (9-1) tot 3 februari 2003 (3-2).



Figuur 4.3. Verloop van de gemeten en berekende Nmin-voorraad op perceel 26 in een 2^e jaars (links) en een 1^e jaars (rechts) braakplot in de periode van 9 januari 2002 (9-1) tot 3 februari 2003 (3-2).

Uit Figuur 4.2 en 4.3 blijkt het verschil in de gemeten N-mineralisatie tussen de 1^e en 2^e jaars braakplotjes op de percelen 22 en 26 van Meterik in 2002 klein te zijn. Op perceel 22 was dit verschil geheel afwezig en op perceel 26 was de Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm van het plotje met een bemeste voorvrucht begin juli circa 25 kg N per ha hoger dan het braakplotje. Dit is opmerkelijk aangezien er uit gewasresten vaak toch een aanzienlijke hoeveelheid N vrij kan komen door mineralisatie. Dit laatste komt dan ook duidelijk naar voren in de modelberekeningen die voor de plotjes met een bemeste voorvrucht een veel hogere N-mineralisatie berekenen dan voor de braakplotjes. Het niveau van de berekende N-mineralisatie kwam voor de braakplotjes vrij goed overeen met het niveau van de gemeten N-mineralisatie (er was een kleine onderschatting), maar voor de plotjes met een bemeste voorvrucht leidde de berekening tot een forse overschatting van de gemeten N-mineralisatie. Een mogelijke verklaring is dat het vrijkomen van N door N-mineralisatie van gewasresten in werkelijkheid sneller gaat dan volgens de modelberekeningen, waardoor een groot deel van de N al voor de winter vrijkomt en verloren gaat door uitspoeling uit de laag 0-60 cm.

4.3 Vergelijking van berekeningen en metingen over 2003

4.3.1 Potentiële mineralisatie braakplotjes

In het voorjaar van 2003 (maart) zijn monsters genomen ten behoeve van metingen van de potentiële mineralisatie. De resultaten van de gemeten en de berekende N-mineralisatie zijn weergegeven in Tabel 4.3. De gemeten N-mineralisatiesnelheid is met regressie-analyse afgeleid uit meetwaarden (Bijlage I).

Tabel 4.3. Resultaten van de gemeten en berekende potentiële N-mineralisatie in laag 0-30 cm.

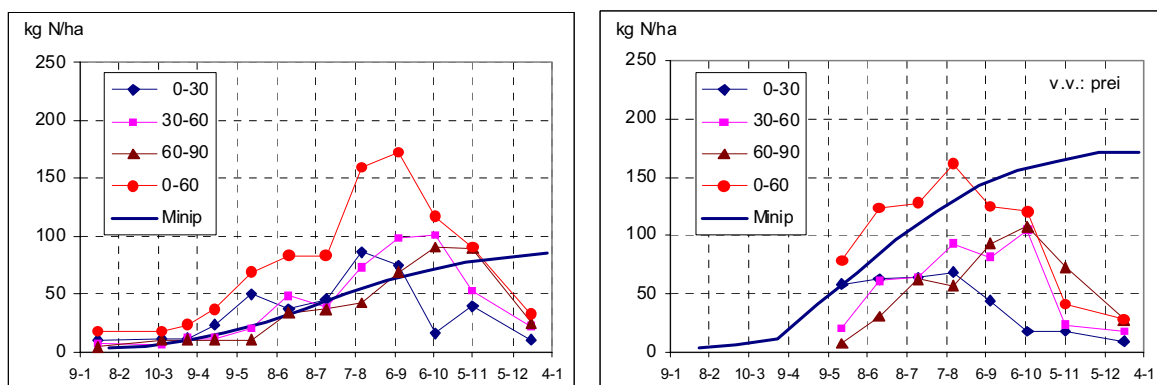
Perceel	Behandeling	Voorvrucht 2002	Potentiële N-mineralisatie, kg N/ha/dag	
			gemeten	berekend
22	Gewas bemest	Prei	1,16	1,12
22 b	Gewas onbemest	Prei	1,33	
22 a	Braak onbemest	n.v.t.	1,42	0,32
22 d	Braak onbemest (1 jr)	Prei	0,98	1,12
26	Gewas bemest	IJssla + triticale	1,18	0,60
26 b	Gewas onbemest	IJssla + triticale	1,07	
26 a	Braak onbemest	n.v.t.	0,82	0,30
26 d	Braak onbemest (1 jr)	IJssla + triticale	0,99	0,60

Uit Tabel 4.3 blijkt dat de verschillen in de potentiële N-mineralisatie tussen objecten op perceel 22 beperkt waren. De N-mineralisatie was het hoogst in de onbemeste braak dat voor het 3^e jaar braak lag en het laagst in de onbemeste braak dat voor het 1^e jaar braak lag. Dit is tegengesteld aan de verwachting. De modelberekeningen geven dan ook een heel ander resultaat te zien: de berekende N-mineralisatie in het braakplotje was veel lager dan in de plotjes met een bemeste voorvrucht.

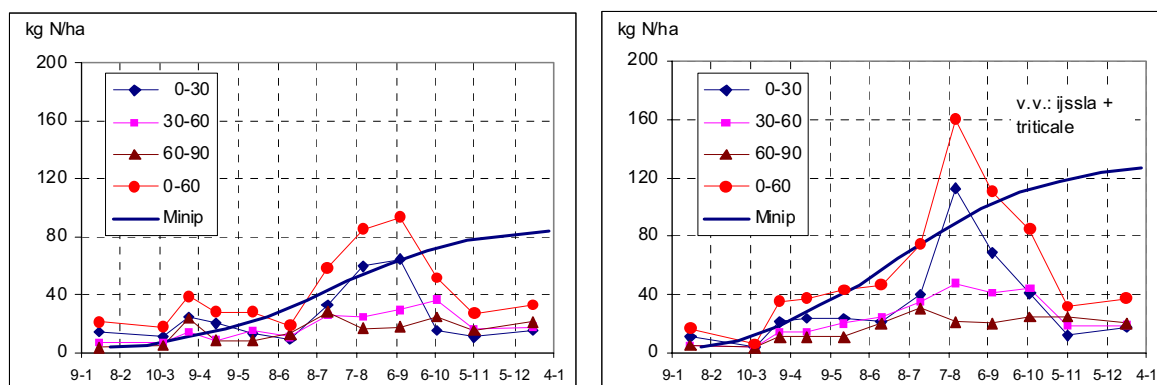
Voor perceel 26 kwamen de verschillen in de gemeten N-mineralisatie tussen de objecten beter overeen met de verwachting, doordat het 3^e jaars braakveld de laagste N-mineralisatie en de plotjes met de bemeste voorvrucht de hoogste N-mineralisatie vertoonden. Het niveau van de berekende N-mineralisatie lag hier voor alle plotjes echter wel aanzienlijk lager dan de gemeten N-mineralisatie.

4.3.2 Nmin-cijfers braakveldjes

Op vier braakplotjes (1^e jaars braak en 3^e jaars braak in de percelen 22 en 26) is de Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm gedurende het jaar gevolgd door regelmatig grondmonsters te nemen (ongeveer een monster per maand) (Figuur 4.4 en 4.5; Bijlage I). De N-mineralisatie in de laag 0-30 cm is eveneens berekend met het model Minip.



Figuur 4.4. Verloop van de gemeten en berekende Nmin-voorraad op perceel 22 in een 3^e jaars (links) en een 1^e jaars (rechts) braakplot in de periode van 9 januari 2003 (9-1) tot 4 januari 2004 (4-1).



Figuur 4.5. Verloop van de gemeten en berekende Nmin-voorraad op perceel 26 in een 3^e jaars (links) en een 1^e jaars (rechts) braakplot in de periode van 9 januari 2003 (9-1) tot 4 januari 2004 (4-1).

Uit Figuur 4.4 blijkt dat er in 2003 op perceel 22 vrijwel geen verschil was in de gemeten N-mineralisatie tussen de 1^e en 3^e jaars braak. Op perceel 26 was de gemeten N-mineralisatie in de 1^e jaars braak wel hoger dan in de 3^e jaars braak (Figuur 4.5). Het verloop van de gemeten N-mineralisatie werd vrij goed beschreven door berekeningen, met uitzondering van het braakplotje op perceel 22, waar de gemeten Nmin-voorraad aanzienlijk hoger was dan de berekende Nmin-voorraad. Ook op de andere plotjes werd de gemeten N-mineralisatie met de berekening enigszins onderschat.

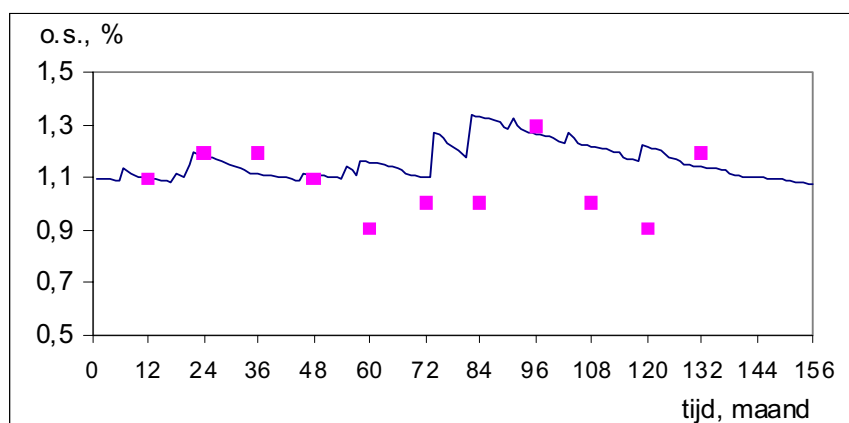
Uit een vergelijking van de resultaten uit 2002 en 2003 kwam hetzelfde beeld naar voren: vrij kleine verschillen tussen braakplotjes en plotjes met een bemeste voorvrucht. Dit was vooral het geval op perceel 22, in beide jaren.

Verder was het niveau van de gemeten actuele N-mineralisatie op perceel 22 in 2003 hoger dan in 2002, terwijl dat op perceel 26 in beide jaren min of meer gelijk was.

5. Resultaten van de toetsing op De Noord

5.1 Verloop van het organische-stofgehalte

Het verloop van het gemeten en het berekende organischestofgehalte op perceel 1,2 is voor de periode van 1991 tot 2003 weergegeven in Figuur 5.1.



Figuur 5.1. Verloop van het gemeten en het berekende organische-stofgehalte van perceel 1,2 in de periode van januari 1991 (maand 1) tot december 2003 (maand 156).

De spreiding in de gemeten organische-stofgehalten is aanzienlijk en het is dan ook niet te zeggen of de berekeningen goed overeenkomen met de metingen. Wel kan worden geconstateerd dat metingen en berekeningen in dezelfde range liggen en dat er geen systematische verschillen zijn.

Het gemeten en berekende organische-stofgehalte is voor de 3 in dit onderzoek beschouwde percelen weergegeven in Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Gemeten en berekende organische-stofgehalte op 3 percelen van kernbedrijf De Noord.

Tijdstip	Meting/berekening	Perceel		
		1,2	3,4	21a
Jan. 1991	Meting	1,1	1,1	
Dec. 1995	Meting			1,1
Dec. 2001	Meting	1,2	1,4	1,6
Dec. 2001	Berekening	1,14	1,13	1,19

In alle gevallen was het gemeten organische-stofgehalte in december 2001 hoger dan het organische-stofgehalte van de uitgangssituatie (januari 1991 voor perceel 1,2 en 3,4; december 1995 voor perceel 21a). Het berekende organische-stofgehalte was vergelijkbaar voor perceel 1,2 en was wat lager voor perceel 3,4 en 21a. Het gemeten organische-stofgehalte was het laagst op perceel 1,2 en het hoogst op perceel 21a. Dit kwam overeen met de verwachting dat de C-ophoping en N-mineralisatie op het

biologische perceel 21a hoger zou zijn dan op perceel 1,2 en 3,4. Overigens is perceel 21a pas vanaf 1995 in gebruik genomen voor de biologische teelt.

5.2 Potentiële N-mineralisatie

Zwart *et al.* (1999) hebben de potentiële N-mineralisatie op de percelen 1,2 en 21a bepaald. Dit is gebeurd in het voorjaar van 1996, 1997 en 1998, enkele maanden voorafgaand aan de start van Tmt. De potentiële N-mineralisatie was gemiddeld over de 3 jaren gelijk aan 1,9 mg N per kg per week op perceel 1 en 2,3 mg N per kg per week op perceel 21a. Dit komt ongeveer overeen met respectievelijk 1,0 en 1,1 kg N per ha per dag voor de twee percelen. De potentiële N-mineralisatie is ook berekend voor die 3 jaren (Tabel 5.2), zodat een vergelijking tussen berekening en meting mogelijk was.

Tabel 5.2. *Gemeten en berekende potentiële N-mineralisatie, verricht voor 2 percelen voor de jaren 1996, 1997 en 1998 (Bron metingen: Zwart et al., 1999)*

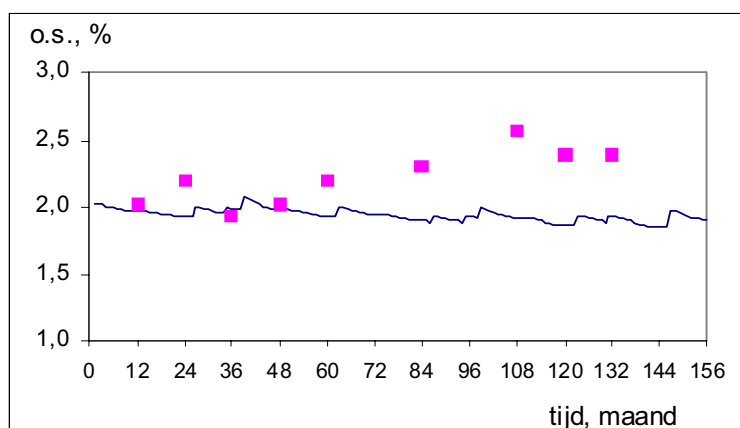
Jaar	Meting, kg N/ha/d		Berekening, kg N/ha/d	
	perceel 1,2	perceel 21a	perceel 1,2	perceel 21a
1996	0,9	1,4	0,59	0,94
1997	1,0	0,9	1,12	1,00
1998	1,0	1,0	1,01	0,77
Gemiddeld	1,0	1,1	0,91	0,90

Uit de tabel blijkt dat het niveau van de meting en de berekening gemiddeld over de 3 jaren redelijk goed overeen kwamen, maar dat het niveau van de berekening iets onder dat van de meting lag. Per jaar was er sprake van vrij grote uitschieters, waarbij de uitschieters in metingen niet erg goed werden beschreven door de berekeningen. Een mogelijke oorzaak hiervan is dat onnauwkeurigheden zijn opgetreden bij de invoer van het model.

6. Resultaten van de toetsing op Horst

6.1 Verloop van het organische-stofgehalte

Het verloop van het gemeten en het berekende organische-stofgehalte in blok 4 is weergegeven voor de periode van 1991 tot 2003 in Figuur 6.1.



Figuur 6.1. Verloop van het gemeten en het berekende organische-stofgehalte op blok 4 in de periode van januari 1991 (maand 1) tot december 2003 (maand 156).

Het gemeten organische-stofgehalte vertoonde een stijgende tendens, van 2,0% in 1991 tot 2,4 in 2001. Dit werd niet teruggevonden in de berekeningen. Daar vertoonde het organische-stofgehalte juist de neiging om te gaan dalen. Het gat tussen het gemeten en het berekende gehalte was in december 2001 (maand 132) aanzienlijk en bedroeg circa 20%.

Het resultaat van het gemeten en het berekende organische-stofgehalte in de blokken 4, 5 en 6 is weergegeven in Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Gemeten en berekende organische-stofgehalte op 3 percelen van kernbedrijf Horst.

Tijdstip	Meting/berekening	Blok		
		4	5	6
Jan. 1991	Meting	2,0	2,0	2,0
Dec. 2001	Meting	2,4	2,3 (2000)	2,2
Dec. 2001	Berekening	1,93	1,91	1,91

Het organische-stofgehalte in 1991 (de uitgangssituatie) was voor de drie blokken gelijk. Het verschil in het berekende organische-stofgehalte van de blokken 4, 5 en 6 was beperkt. Dit is niet verwonderlijk, omdat ze deel uit maken van hetzelfde teelt-/bedrijfssysteem. Als er al verschillen optreden tussen percelen zal dat het gevolg zijn van (toevallige) verschillen in het organische-stofbeheer tussen jaren. Op de lange termijn zullen de verschillen vrijwel afwezig zijn. Er werden nog wel wat verschillen

vastgesteld in het gemeten organische-stofgehalte op de percelen 4, 5 en 6, maar die kunnen ontstaan zijn door meeton nauwkeurigheden.

Het meest opvallende punt was dat voor alle drie de percelen het berekende organische-stofgehalte in 2001 duidelijk lager was dan het gemeten organische-stofgehalte. Mogelijk oorzaken zijn:

- Een onderschatting van de aanvoer van organisch materiaal met gewasresten of een overschatting van de afvoer van organisch materiaal met oogstmateriaal.
- Een overschatting van de afbraaksnelheid van de organische stof in de bodem.

6.2 Potentiële N-mineralisatie

De gemeten en berekende potentiële N-mineralisatie in de blokken 4, 5 en 6 zijn vergeleken (Tabel 6.2). De monsters ten behoeve van de metingen van de potentiële N-mineralisatie zijn genomen in april.

Tabel 6.2. De gemeten en berekende potentiële N-mineralisatie in de blokken 4, 5 en 6 van kernbedrijf Horst.

Blok	Diepte, cm	Gewas '02 en '03	Voorvrucht '01	Potentiële N-mineralisatie, kg N/ha/dag			
				Meting		Berekening	
				2002	2003	2002	2003
4	0-30	Roos	Tagetes	1,22	1,08	0,63	0,68
	30-60			0,48	0,43		
5	0-30	Taxus	Rosacea	1,13	1,18	0,56	0,67
	30-60			0,55	0,79		
6	0-30	Tilia	Taxus	1,21	1,49	0,59	0,69
	30-60			0,38	0,40		

De gemeten potentiële N-mineralisatie is steeds hoger dan de N-mineralisatie die is berekend met Minip, uitgaande van de omstandigheden in de incubatieproef (20 °C, optimaal vochtgehalte). De meting was steeds een factor 1,6 – 2,2 hoger dan de berekening. Mogelijke oorzaken zijn:

- een onderschatting van de aanvoer van organisch materiaal met gewasresten en/of meststoffen en/of een onderschatting van het N-gehalte in die producten;
- een onderschatting van de N-mineralisatie uit de oude organische stof in de bodem. Voor de berekeningen wordt aangenomen dat de afbraaksnelheid van de oude bodemorganische stof in de periode van 1991 tot 2001 afneemt van 2,3 (a-waarde =20) tot 1,2% per jaar (a-waarde = 30). Mogelijk is dit concept niet in orde. Als de afbraaksnelheid van de oude organische stof inderdaad minder snel afneemt dan is aangenomen in de berekeningen, is de consequentie dat het organische-stofgehalte sneller daalt bij een onvoldoende aanvoer van vers materiaal.

Samenvattend:

- Uit Figuur 6.1 blijkt dat de afbraak van organische stof is overschat in de berekening (of de aanvoer van organische stof met gewasresten is onderschat).
- Uit Tabel 6.2 blijkt dat de mineralisatie is onderschat in de berekening, wat kan worden herleid tot een onderschatting van de N-mineralisatie uit gewasresten of uit oude organische stof in de bodem.

Combinatie van a en b wekt de suggestie dat met name het effect van gewasresten (zowel de bijdrage aan organische stof als aan de mineralisatie) is onderschat.

7. Gewasresten

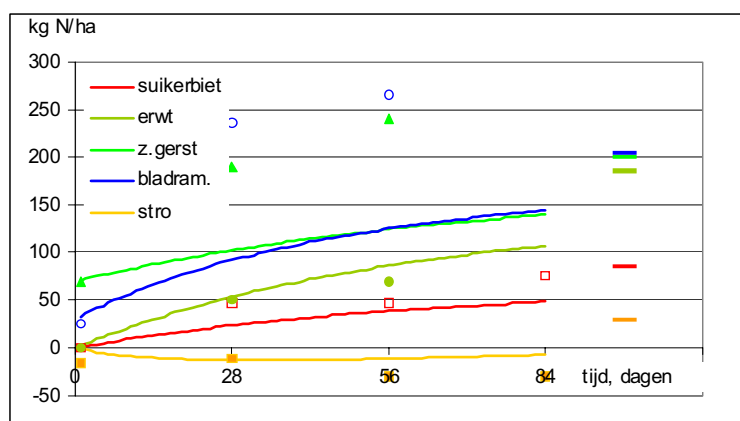
De resultaten van metingen van het verloop van de resterende hoeveelheid C uit gewasresten tijdens de incubatie is weergegeven in Tabel 7.1. Daarin zijn ook de schattingen voor de a-waarden en de verklaarde variantie weergegeven.

Tabel 7.1. Verloop van de resterende hoeveelheid C van gewasresten gedurende de incubatieproef uit najaar 2001, uitgevoerd door Alterra. De hoeveelheid C is steeds weergegeven als percentage van de hoeveelheid C op tijdstip 0, die op 100 is gesteld.

Tijd, jaar	Ijssla	Chinese kool	Stro	Suikerbiet
0,00	100	100	100	100
0,02	70	64	99	98
0,04	66	60	93	80
0,06	63	56	90	74
0,10	59	53	88	71
0,13	59	53	86	69
0,19	59	50	83	63
0,23	56	48	82	62
a-waarde	1,17	0,96	2,96	1,53
R ²	12,6	24,7	89,1	82,5

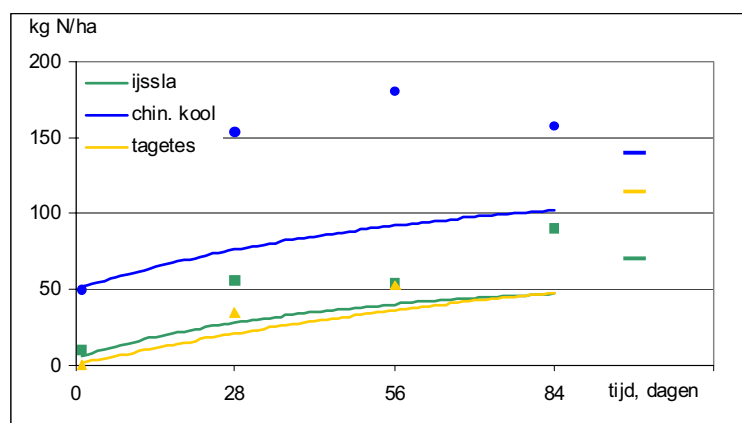
Uit Tabel 7.1 blijkt dat de a-waarde van ijssla en Chinese kool vrij dicht bij 1 ligt, de waarde die vaak wordt aangehouden bij gebruik van Minip. Verder blijkt echter dat het percentage verklaarde variantie bij deze gewasresten erg laag is. Dit betekent dat de beschrijving van de afbraakcurve door het model niet erg goed is. De R² is veel hoger bij het beschrijven van de afbraak van bietenblad en stro. Wel is de a-waarde van stro veel hoger dan de waarde van 1,5, waarmee vaak wordt gewerkt. Ondanks dat met het stro extra N is toegediend (Smit & Zwart, 2003) wijzen de resultaten op een beperkte N-beschikbaarheid (zie verder), die de afbraaksnelheid van stro kunnen hebben geremd (Recous, 2001).

De resultaten van de gemeten en berekende N-mineralisatie zijn weergegeven in Figuur 7.1 en 7.2.



Figuur 7.1. Verloop van de N-mineralisatie zoals is vastgesteld in metingen (punten) door Alterra (Smit & Zwart, 2003) en volgens berekeningen met Minip (lijnen). Gewasresten afkomstig van Vredepeel. De N-gift met gewasresten is weergegeven met streepjes rechts in figuur.

Uit Figuur 7.1 blijkt dat de gemeten N-mineralisatie uit suikerbietenblad, erwten en stro vrij goed werd beschreven door de berekende N-mineralisatie. De grote hoeveelheden N_{min} die direct na toediening van zomergerst en bladrammenas in de grond werden teruggevonden zijn waarschijnlijk veroorzaakt doordat in deze materialen waarschijnlijk relatief grote hoeveelheden NO₃ aanwezig zijn geweest. De gemeten N-mineralisatie uit zomergerst en bladrammenas was veel hoger dan de berekende N-mineralisatie uit die producten. Opvallend is dat de gemeten hoeveelheid N die uit zomergerst en bladrammenas is vrijgekomen door mineralisatie hoger was dan de totale hoeveelheid N die met de producten is toegediend. Dit is theoretisch niet mogelijk. Smit & Zwart (2003) geven als mogelijke verklaring dat er sprake is van vrij grote onnauwkeurigheden bij het uitvoeren van het experiment. Een andere mogelijkheid is dat de grote hoeveelheid (vrij) stikstof die met deze producten is toegediend, de N-mineralisatie uit organische stof in de bodem heeft gestimuleerd ten opzichte van het controle-object (Recous, 2001).



Figuur 7.2. Verloop van de N-mineralisatie zoals is vastgesteld in metingen (punten) door Alterra (Smit & Zwart, 2003) en volgens berekeningen met Minip (lijnen). Gewasresten afkomstig van Meterik. De N-toediening met gewasresten is weergegeven met streepjes rechts in figuur.

Uit Figuur 7.2 blijkt dat de berekende N-mineralisatie uit tagetes vrij goed overeen kwam met de gemeten N-mineralisatie. Voor ijssla en Chinese kool was de gemeten N-mineralisatie een stuk hoger dan de berekende N-mineralisatie. Opvallend bij de Chinese kool was dat de hoeveelheid gemeten N die is vrijgekomen door mineralisatie hoger was dan de totaal toegediende hoeveelheid N. Dit was dus hetzelfde beeld als is vastgesteld voor zomergerst en bladrammenas.

Het is opvallend dat de berekende N-mineralisatie bij de gewasresten waar vrij nitraat aanwezig is steeds lager was dan de gemeten N-mineralisatie. Er lijkt bij de berekeningen voor deze producten sprake te zijn van een onderschatting van de werkelijke N-mineralisatie. Mogelijke oorzaken hiervoor zijn:

- Een onderschatting van de afbreekbaarheid van het materiaal en/of de verbindingen waarin de N in het materiaal aanwezig is.
- Een onderschatting van het effect van een hoog N- (of NO₃)-gehalte in gewasresten op de N-mineralisatie in de organische stof in de bodem.

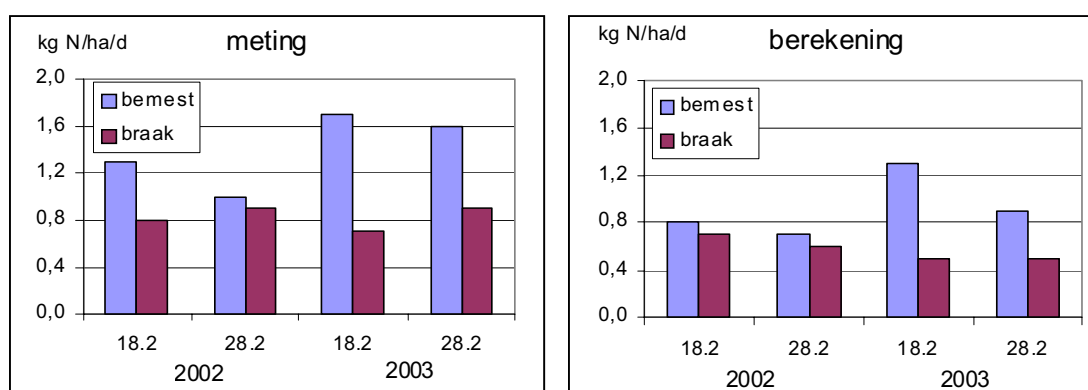
8. Evaluatie

In de voorgaande hoofdstukken is beschreven in hoeverre gemeten effecten van verschillen in het organische stofbeheer ook werden vastgesteld met het organische stofmodel Minip. Aangezien de metingen vooral gericht waren op de N-mineralisatie, hebben we ons daar met de modelberekeningen op geconcentreerd. Dit is gedaan voor geselecteerde objecten van de kernbedrijven Vredepeel, Meterik, De Noord en Horst. Voor Vredepeel en Meterik is gebruik gemaakt van metingen van de actuele en potentiële N-mineralisatie, die vooral in verschillende typen braakplotjes zijn verricht.

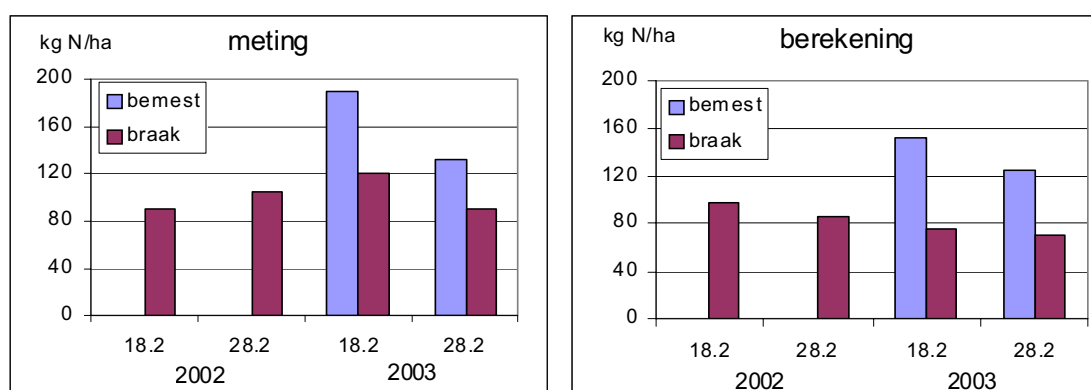
Op de bedrijven De Noord en Horst zijn minder uitgebreide metingen verricht, maar is wel getracht bruikbare meetgegevens van het verloop van het organische-stofgehalte en de N-mineralisatie te vergelijken met berekeningen.

Het uiteindelijke doel was om te beoordelen of het Minip de effecten (vooral in N-mineralisatie) van veranderingen in het organische-stofbeheer voor uiteenlopende omstandigheden voldoende nauwkeurig beschrijft.

In de Figuren 8.1 en 8.2 zijn de resultaten van metingen en berekeningen van de potentiële en actuele N-mineralisatie in 2002 en 2003 voor de percelen 18.2 en 28.2 op Vredepeel samengevat.



Figuur 8.1. Potentiële N-mineralisatie op de percelen 18.2 en 28.2 van kernbedrijf Vredepeel, zoals vastgesteld door metingen (links) en berekeningen met Minip (rechts).

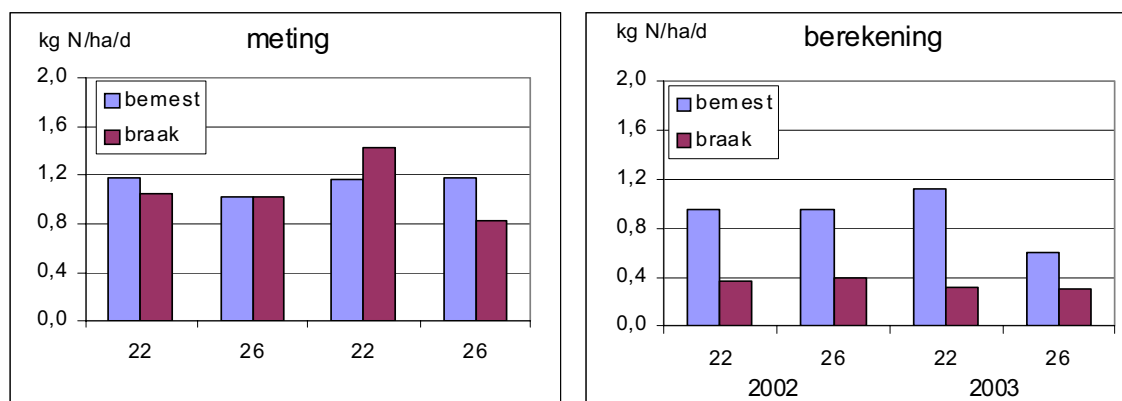


Figuur 8.2. Gemeneraliseerde hoeveelheid N op 31 juli (actueel) op de percelen 18.2 en 28.2 van kernbedrijf Vredepeel, zoals vastgesteld door metingen (links) en berekeningen met Minip (rechts).

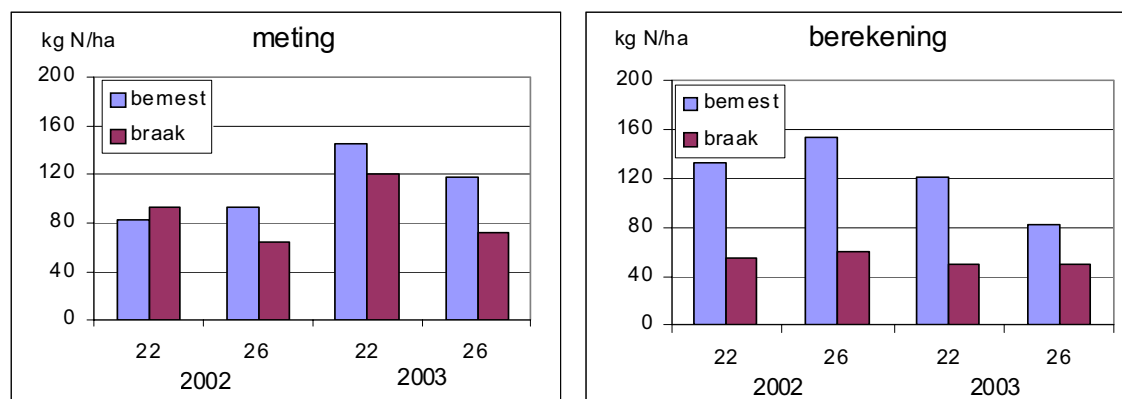
Uit Figuur 8.1 blijkt dat de berekende potentiële N-mineralisatie (aanzienlijk) lager was dan de gemeten potentiële N-mineralisatie. De verschillen tussen de objecten waren voor de metingen en de berekeningen vergelijkbaar: de N-mineralisatie op de plotjes met een bemeste voorvrucht was in 2003 hoger dan in 2002, terwijl de N-mineralisatie op de braakplotjes in 2003 steeds op een vergelijkbaar niveau lag dan in 2002. Het verschil in de potentiële N-mineralisatie tussen plotjes met een bemeste voorvrucht en braakplotjes was in 2003 dan ook (veel) groter dan in 2002.

De actuele N-mineralisatie vertoonde een vergelijkbaar beeld (Figuur 8.2). Er is in 2002 geen actuele N-mineralisatie vastgesteld op een eerste jaars braakplotje (met als voorvrucht een bemest gewas). Verder waren de verschillen tussen objecten bij metingen vergelijkbaar aan die bij berekeningen. Het verschil in het N-mineralisatieniveau tussen metingen en berekeningen was kleiner dan bij de potentiële N-mineralisatie, maar op perceel 18.2 bleef de berekende N-mineralisatie in 2003 sterk achter bij de gemeten N-mineralisatie.

Op Meterik was de situatie heel anders. Daar waren de effecten van het achterwege laten van een gewas opvallend klein. In de metingen van de actuele en de potentiële N-mineralisatie werd nauwelijks een effect vastgesteld van het braakleggen van een perceel. Dit is opmerkelijk! De modelberekeningen gaven dan ook heel andere resultaten te zien, die fors afweken van de metingen (Figuur 8.3 en 8.4).



Figuur 8.3. Potentiële N-mineralisatie op de percelen 22 en 26 van kernbedrijf Meterik, zoals vastgesteld door metingen (links) en berekeningen met Minip (rechts).



Figuur 8.4. Gemeneraliseerde hoeveelheid N op 31 juli (actueel) op de percelen 22 en 26 van kernbedrijf Meterik, zoals vastgesteld door metingen (links) en berekeningen met Minip (rechts).

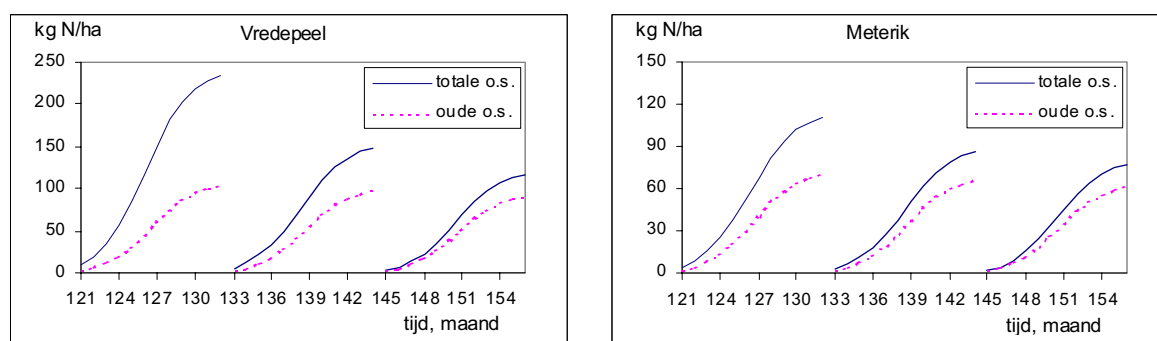
Uit Figuur 8.3 blijkt dat de gemeten potentiële N-mineralisatie in plotjes met een bemeste voorvrucht vrij goed werd beschreven door berekeningen, met uitzondering van perceel 26 in 2003. De gemeten potentiële N-mineralisatie in braakplotjes werd echter fors (met een factor 2 – 4) onderschat door de berekeningen.

Uit Figuur 8.4 blijkt dat de gemeten actuele N-mineralisatie in meerjarige braakplotjes door berekeningen enigszins werd onderschat: de gemeten N-mineralisatie (gebaseerd op Nmin-verloop in de laag 0-60 cm) was hoger dan de berekende N-mineralisatie in de laag 0-30 cm. Dit was met name het geval in perceel 22 in 2003. De gemeten actuele N-mineralisatie in eerste jaars braakplotjes (met bemeste voorvrucht) werd met berekeningen in 2002 fors overschat en in 2003 iets onderschat. Het effect van achterblijvende gewasresten kwam in de metingen minder sterk naar voren dan in de berekeningen, waardoor de gemeten N-mineralisatie in 2002 achterbleef bij de berekende N-mineralisatie.

De belangrijkste bevindingen uit metingen en berekeningen van de actuele en potentiële N-mineralisatie op verschillende typen braakplotjes op Vredepeel en Meterik kunnen als volgt worden samengevat:

- Op Vredepeel werd de gemeten N-mineralisatie met berekeningen vrij goed beschreven (actuele N-mineralisatie) of onderschat (potentiële N-mineralisatie), maar kwamen de verschillen tussen objecten met grote verschillen in organische-stofbeheer bij metingen en berekeningen van zowel actuele als potentiële N-mineralisatie vrij goed overeen. De optredende verschillen in N-mineralisatie ten gevolge van wijzigingen in het organische-stofbeheer sluiten goed aan bij de bevindingen van Campbell *et al.* (1999), die vonden dat verschillen in het organische-stofbeheer (onder andere wel/geen braak in de vruchtwisseling) het eerst tot uiting kwamen in de C- en N-mineralisatie (na 4-8 jaar). Zelfs na 12 jaar werden nog geen effecten vastgesteld op het totale gehalte aan C en N en op de microbiële biomassa.
- Op Meterik werd de gemeten N-mineralisatie in objecten met een bemeste voorvrucht vrij goed beschreven (potentiële mineralisatie) of overschat (actuele mineralisatie) door berekeningen, maar werd de gemeten N-mineralisatie in meerjarige braakplotjes door berekeningen steeds onderschat. Hierdoor was bij de berekeningen steeds sprake van grote verschillen in N-mineralisatie tussen plotjes met een bemeste voorvrucht en braakplotjes, terwijl die verschillen bij metingen van actuele en potentiële N-mineralisatie steeds klein waren.

De afname in de berekende N-mineralisatie gedurende de braakperiode in de braakplotjes was vooral het gevolg van een afname van de mineralisatie uit jonge organische stof (Figuur 8.5).



Figuur 8.5. Verloop van de berekende, cumulatieve N-mineralisatie per jaar op meerjarige braakplotjes van perceel 18.2 van Vredepeel (links) en 22 van Meterik (rechts) vanaf jan. 2001 (maand 121) tot december 2003 (maand 156). Let op verschillende schalen y-as! De N-mineralisatie uit oude organische stof (ouder dan 1991) is apart aangegeven.

Er leek sprake te zijn van een fundamenteel verschillende situatie op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik, waarbij de gemeten N-mineralisatie na forse wijzigingen in het organische-stofbeheer (het braakleggen, ofwel achterwege laten van gewasresten) op Vredepeel vrij goed werd beschreven met Minip, terwijl dat op Meterik duidelijk minder het geval was. Mogelijke oorzaken zijn:

- Verschillen in de aard van de organische stof in de bodem op Vredepeel en Meterik, die mogelijk resulteren in een verschillend basisniveau van de mineralisatie, waarmee in het model onvoldoende rekening wordt gehouden. De grond op Vredepeel is pas in de vorige eeuw in cultuur genomen (ontgonnen heide), terwijl Meterik een eeuwenoude esgrond is waar altijd veel dierlijke mest is aangebracht (Brigitte Kroonen, pers. meded.). Mogelijk heeft dit geresulteerd in een hoger basis-mineralisatieniveau in Meterik, waardoor de berekende N-mineralisatie voor braakplotjes is onderschat. Mogelijk kan dit worden verbeterd door een initialisatie op basis van een meting aan (fracties van) organische stof. Hierop zal in het rapport over de verfijning van het model worden ingegaan.
- Onnauwkeurigheden in het concept van het model: bijvoorbeeld veroudering van de oude bodem organische stof. Met het model is een periode van 10 jaar voorafgaand aan de start van Tmt door-gerekend. In het model wordt aangenomen dat de oude organische stof in de bodem in die periode met 10 jaar 'verouderd', waarbij de relatieve afbraaksnelheid (k-waarde) afneemt van 2,3 (a-waarde 20) tot 1,2% per jaar (a-waarde 30). De N-mineralisatie uit de oude organische stof is voor Vredepeel hoger dan voor Meterik ten gevolge van het hogere organische-stofgehalte op Vredepeel (4,3% in 1991 op perceel 18.2 van Vredepeel; 3,2% in 1991 op perceel 22 van Meterik) Als de afbraaksnelheid van de oude organische stof in de bodem in de periode van 1991 tot 2003 in werkelijkheid minder snel afneemt, kan dit ook een verklaring zijn voor de onderschatting van de berekende N-mineralisatie voor braakplotjes op Meterik. In dit kader zijn de aanpassingen van Minip voorgesteld door Yang (1996) interessant. Hij stelt een ander verband voor voor de afname van de relatieve afbraaksnelheid van organische stof dan die voorgesteld door Janssen (1984). Hierop zal in het rapport over de verfijning van het model nader worden ingegaan.
- Overschatting van het effect van gewasresten op de N-mineralisatie in het volgende jaar. Het lijkt er op dat vooral op Meterik het effect van het achterblijven van gewasresten op de N-mineralisatie in het volgende jaar is overschat. Mogelijk wordt dit veroorzaakt doordat de N na de oogst van het gewas sneller vrijkomt uit het gewas, waardoor er in het volgende jaar niets meer vrijkomt. Aanwijzingen hiervoor zijn verkregen in de toetsing van modelberekeningen aan metingen van het vrijkomen van N uit gewasresten, die zijn beschreven door Smit & Zwart (2003). Ook is gebleken dat Minip de C-afbraak van gewasresten niet erg adequaat beschrijft. Ook hier is de studie van Yang (1996) van belang en die zal in het rapport over de verfijning van het model worden behandeld.
- Onnauwkeurigheden bij invoergegevens (onder- of overschatting van C en N), bijvoorbeeld door het buiten beschouwing laten van gewasresten. Zo is geen rekening gehouden met de hoeveelheid organisch materiaal en N die achterblijft in ondergrondse delen, zoals wortels.

Op de bedrijven De Noord en Horst is een beperkte toetsing van het model uitgevoerd door een vergelijking van de gemeten en berekende potentiële N-mineralisatie op een aantal percelen. In beide gevallen lag de berekende N-mineralisatie onder de gemeten N-mineralisatie, maar voor De Noord was dit verschil slechts 10%, terwijl op Horst de gemeten potentiële N-mineralisatie een factor 1,6 tot 2,2 hoger was dan de berekende N-mineralisatie. In combinatie met een onderschatting van het gemeten organische-stofgehalte op Horst, lijkt het erop dat de organische-stofaanvoer op de percelen van dit bedrijf is onderschat.

Op basis van het voorgaande kan worden gesteld dat er behoefte is aan een methode waarmee de afbraaksnelheid van oude organische stof in een bodem eenvoudig kan worden gekwantificeerd. Dit is van belang omdat die afbraaksnelheid het achtergrondniveau van de N-mineralisatie in een grond bepaalt. Door daar in het model beter rekening mee te houden, kan het effect van veranderingen in het organische-stofbeheer voor uiteenlopende omstandigheden beter worden beschreven. In dit kader biedt de Oxitop-methode (Veeken *et al.*, 2003) goede mogelijkheden om de afbraaksnelheid van organische stof in de bodem eenvoudig en snel te kwantificeren. Probleem hierbij is dat met de meting de afbraak van alle organische stof in de bodem wordt gemeten, en dat geen onderscheid kan worden

gemaakt naar oude en jonge organische stof. Alternatief is dat hiertoe verschillende fracties van organische stof in de bodem kunnen worden bepaald, waarvan de afbraaksnelheid kan worden bepaald. Hierop zal in het volgend rapport over de verfijning van het model Minip nader worden ingegaan.

Op deze manier kunnen onnauwkeurigheden worden verkleind, doordat de kans op verkeerde aannames ten aanzien van de a-waarde van bodem organische stof wordt geminimaliseerd. Uit metingen aan de afbraaksnelheid van de bodemorganische stof door Alterra (Smit & Zwart, 2003) is gebleken dat de afbraaksnelheid op Meterik inderdaad hoger is dan op Vredepeel, resulterend in een a-waarde van de bodem organische stof van circa 15 op Meterik en van circa 19 op Vredepeel (resultaten niet gepresenteerd). Als wordt uitgegaan van een a-waarde van 20 betekent dat dat de N-mineralisatie (uitgaande van C/N-ratio in bodem organische stof van 10) op Vredepeel in werkelijkheid 10 kg N/ha/jr, ofwel 10%, en op Meterik 69 kg N/ha/jr, ofwel 55%, hoger ligt dan de N-mineralisatie berekend op basis van de (aangenomen) a-waarde van 20! Hieruit blijkt dus dat door foutieve aannames ten aanzien van de afbreekbaarheid van de organische stof in de bodem aanzienlijke afwijkingen van de berekende N-mineralisatie kunnen ontstaan.

Literatuur

- Campbell, C.A., V.O. Biederbeck, B.G. McConkey, D. Curtin & R.P. Zentner, 1999.
Soil quality-effect of tillage and fallow frequency. Soil organic matter quality as influenced by tillage and fallow frequency in a silt loam in southwestern Saskatchewan. *Soil Biology and Biochemistry* 31, 1, 1-7.
- Carter, M.R., 2002.
Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. *Agronomy Journal* 94, 1, 38-47.
- Genstat 5 Committee, 1994.
Reference Manual. Clarendon Press, Oxford, 794 pp.
- Janssen, B.H., 1984.
A simple method for calculating decomposition and accumulation of 'young' soil organic matter. *Plant and Soil* 76, 297-304.
- Janssen, B.H., 1996.
Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. *Plant and Soil* 181, 39-45.
- Langeveld, J.W.A. (ed.), 2002-I.
Projectplan Telen met toekomst; Kernbedrijf Vredepeel. *Plant Research International*, 28 p.
- Langeveld, J.W.A. (ed.), 2002-II.
Projectplan Telen met toekomst; Kernbedrijf Meterik. *Plant Research International*, 34 p.
- Postma, R., 2002.
Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing model Janssen. Telen met toekomst rapport OV 0203, 40 pp.
- Recous, S., 2001.
Dynamics of soil and fertiliser nitrogen in arable systems. Proceedings no. 463 of the Fertiliser Society, The International Fertiliser Society, UK, 16 pp.
- Smit, A. & K. Zwart, 2003.
Stikstofstromen op de kernbedrijven Meterik en Vredepeel; Mineralisatie van bodem en gewasresten. Telen met toekomst rapport OV0304, 26 pp.
- Veeken, A.H.M., S.W. Moolenaar, V. de Wilde, R. Postma & H.V.M. Hamelers, 2003.
Oxitop measuring system for standardised determination of the respiration rate and N-mineralisation rate of organic matter in waste material, compost and soil.
Internet publication: www.nmi-agro.nl
- Vleeshouwers, L.M. & A. Verhagen, 2002.
Carbon emission and sequestration by agricultural land use: a model study for Europe. *Global Change Biology* 8, 519-530.
- Yang, H.S., 1996.
Modelling organic matter mineralization and exploring options for organic matter management in arable farming in northern China. Proefschrift, Wageningen Universiteit, 159 pp.
- Zwart, K.B., A.P. Whitmore & J.G. Bokhorst, 1999.
Beheer van organische stof in open biologische, ecologische en geïntegreerde systemen, Rapport 102, AB-DLO, 90 pp.

Bijlage I.

Invoergegevens gebruikt voor de modelberekeningen

Vredepeel, perceel 18.2 - gewas bemest

Omschrijving	C-aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
dunne rundermest	488	33	15	1,96	1993 03
erwt	855	43	20	1,13	1993 06
stamslaboon	1170	73	16	1,1	1993 09
dunne rundermest	1373	92	15	1,96	1994 03
suikerbiet	2732	119	23	1,03	1994 09
braak	1148	115	10	1,1	1995 09
dunne rundermest	2160	127	17	1,96	1996 03
consumptie-aardappel	1790	78	23	1,05	1996 08
dunne rundermest	1750	103	17	1,96	1997 04
snijmaïs	920	46	20	1,35	1997 09
groenbemester klaver	1530	85	18	1,08	1997 11
vaste rundermest	2535	85	30	1,96	1998 02
waspeen	225	13	17	1,1	1998 12
dunne rundermest	760	45	17	1,96	1999 03
erwt	855	43	20	1,13	1999 06
stamslaboon	1170	73	16	1,1	1999 09
groenbemester triticale	1530	102	15	1,12	1999 12
dunne varkensmest	590	54	11	1,36	2000 03
suikerbiet	2732	119	23	1,03	2000 12
snijmaïs	920	46	20	1,35	2001 10
erwt	4053	290	14	1,13	2002 06
groenbemester bladram	2628	83	31,5	1	2003 03

Vredepeel, perceel 28.2 - gewas bemest

Omschrijving	C-aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
dunne varkensmest	660	60	11	1,36	1993 03
consumptie-aardappel	1790	78	23	1,05	1993 09
dunne varkensmest	825	92	9	1,36	1994 03
suikerbiet	2732	119	23	1,03	1994 10
dunne rundermest	1575	98	16	1,96	1995 04
snijmaïs	920	46	20	1,35	1995 09
groenbemester triticale	1530	102	15	1,12	1995 12
erwt	855	43	20	1,13	1996 07

Vredepeel, perceel 28.2 - gewas bemest

Omschrijving	C-aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
stamslaboon	1170	73	16	1,1	1996 10
groenbemester triticale	1530	102	15	1,12	1997 03
dunne varkensmest	855	95	9	1,36	1997 04
consumptie-aardappel	1790	78	23	1,05	1997 08
groenbemester triticale	1530	102	15	1,12	1997 11
dunne varkensmest	690	69	10	1,36	1998 03
suikerbiet	2732	119	23	1,03	1998 10
triticale	2381	40	60	1,3	1999 08
erwt	855	43	20	1,13	2000 06
stamslaboon	1170	73	16	1,1	2000 09
groenbemester triticale	500	33	15	1,12	2000 12
consumptie-aardappel	565	27	21	1,05	2001 10
stro	1101	13	86	1,53	2001 10
suikerbiet	2033	124	16	1,03	2002 10

Meterik, perceel22; gewas bemest (+ eerste jaars braak)

Omschrijving	C-aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
chkool	900	100	9	1	1991 06
perspotjes	883	29	30	7,4	1991 06
chkool	920	102	9	1	1991 09
perspotjes	626	21	30	7,4	1991 09
kropsla	225	17	13	1	1992 06
perspotjes	1494	50	30	7,4	1992 06
kropsla	855	66	13	1	1992 08
perspotjes	1422	47	30	7,4	1992 08
kropsla	1170	90	13	1	1992 10
perspotjes	1280	43	30	7,4	1992 10
triticale	2250	38	60	1,32	1993 08
prei	225	16	14	1	1994 10
broccoli	360	36	10	1,32	1995 06
perspotjes	612	20	30	7,4	1995 06
broccoli	360	36	10	1,32	1995 10
perspotjes	583	19	30	7,4	1995 10
kropsla	225	17	13	1	1996 06
perspotjes	1494	50	30	7,4	1996 06
kropsla	900	69	13	1	1996 08
perspotjes	1422	47	30	7,4	1996 08
prei	225	16	14	1	1998 01
knolvenkel	2372	158	15	1,28	1998 06
perspotjes	1494	50	30	7,4	1998 06
tagetes	1273	71	18	1,12	1998 11

Meterik, perceel22; gewas bemest (+ eerste jaars braak)

Omschrijving	C-aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
aardbei	630	16	40	1,28	1999 09
rogge	420	60	7	1,12	2000 03
prei	225	16	14	1	2001 01
ijssla	1311	167	8	1	2001 07
chkool	746	81	9	1	2001 10
rogge	437	40	11	1,12	2002 03
prei	1078	94	12	1	2003 04

Meterik, perceel 26 – gewas bemest

Omschrijving	Aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
kropsla	225	17	13	1	1991 06
perspotjes	1494	50	30	7,4	1991 06
kropsla	338	26	13	1	1991 08
perspotjes	1422	47	30	7,4	1991 08
kropsla	788	61	13	1	1991 10
perspotjes	1280	43	30	7,4	1991 10
gras	1733	91	19	1,28	1993 04
prei	225	16	14	1	1994 01
chkool	900	100	9	1	1994 07
perspotjes	882	29	30	7,4	1994 07
chkool	563	63	9	1	1994 10
perspotjes	626	21	30	7,4	1994 10
kropsla	225	23	10	1	1995 06
perspotjes	1494	50	30	7,4	1995 06
kropsla	900	90	10	1	1995 08
perspotjes	1422	47	30	7,4	1995 08
kropsla	788	61	13	1	1995 10
perspotjes	1280	43	30	7,4	1995 10
triticale	2250	38	60	1,32	1996 07
tagetes	1557	78	20	1,12	1998 03
prei	225	16	14	1	1999 10
tagetes	1557	78	20	1,12	2001 03
prei	1552	132	12	1	2002 01
ijssla	792	87	9,1	1	2002 07
ijssla	654	70	9,3	1	2002 10
triticale	200	20	10	1	2003 03

De Noord, perceel 1/2

Omschrijving	Aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
bladrammenas	1739	87	20	1,05	1991 07
krokus	100	4	25	1	1992 06
gft-compost	808	67	12	3,7	1992 06
afrikanen	1557	78	20	1,12	1992 09
gft-compost	1454	121	12	3,7	1992 10
lelie	100	4	25	1	1993 06
tulp	100	4	25	1	1994 06
eigen compost	823	75	11	3,7	1994 10
narcis	100	4	25	1	1995 06
gele mosterd	1739	87	20	1,05	1995 07
gft-compost	1454	121	12	3,7	1995 10
krokus	100	4	25	1	1996 06
gras/klaver	1500	83	18	1,1	1997 02
gft-compost	1454	121	12	3,7	1997 02
eigen compost	1175	107	11	3,7	1997 02
lelie	100	4	25	1	1997 06
gft-compost	2746	229	12	3,7	1997 10
eigen compost	1175	107	11	3,7	1997 10
tulp	100	4	25	1	1998 06
bladrammenas	1739	87	20	1,05	1998 07
narcis	100	4	25	1	1999 06
gele mosterd	1739	87	20	1,05	1999 07
krokus	100	4	25	1	2000 06
gras/klaver	1636	91	18	1,05	2000 11
tulp	100	4	25	1	2001 06

De Noord, perceel 3/4

Omschrijving	Aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
bladrammenas	1739	87	20	1,05	1991 07
krokus	100	4	25	1	1992 06
gft-compost	808	67	12	3,7	1992 06
afrikanen	1557	78	20	1,12	1992 09
lelie	100	4	25	1	1993 06
tulp	100	4	25	1	1994 06
gft-compost	1777	148	12	3,7	1994 10
eigen compost	823	75	11	3,7	1994 10
narcis	100	4	25	1	1995 06
gele mosterd	1739	87	20	1,05	1995 07
gft-compost	1454	121	12	3,7	1995 10
krokus	100	4	25	1	1996 06

De Noord, perceel 3/4

Omschrijving	Aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
gras/klaver	1500	83	18	1,1	1997 02
gft-compost	1454	121	12	3,7	1997 02
eigen compost	1175	107	11	3,7	1997 02
lelie	100	4	25	1	1997 06
gft-compost	2746	229	12	3,7	1997 10
eigen compost	1175	107	11	3,7	1997 10
tulp	100	4	25	1	1998 06
narcis	100	4	25	1	1999 06
gele mosterd	1739	87	20	1,05	1999 07
krokus	100	4	25	1	2000 06
tulp	100	4	25	1	2001 06

De Noord, perceel 21A

Omschrijving	Aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
gras/klaver	1800	100	18	1,05	1995 10
vaste rundermest	2372	169	14	1,95	1995 10
tulp					
bladram	1739	87	20	1,05	1996 09
narcis					
gft-compost	2423	202	12	3,7	1996 09
eigen	823	75	11	3,7	1996 09
mosterd	1739	87	20	1,05	1997 09
krokus					
gras/klaver	1800	100	18	1,05	1999 09
gft-compost	3472	289	12	3,7	2000 02
eigen	1175	107	11	3,7	2000 02
lelie					
tulp					

Horst, perceel 2
Blok 4(voor 1999)
(vanaf 1999)

Omschrijving	Aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
thuja	1	1	1	1	1991 06
thuja	1	1	1	1	1992 06
gft-compost	1830	127	14,4	3,7	1993 03
tagetes	1273	71	18	1,12	1993 11
gft-compost	2196	153	14,4	3,7	1994 03

Horst, perceel 2 Blok 4		(voor 1999) (vanaf 1999)			
Omschrijving	Aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
callicarpa	1	1	1	1	1994 11
callicarpa	1	1	1	1	1995 11
gft-compost	1820	126	14,4	3,7	1996 03
coniferen	1	1	1	1	1996 11
coniferen	1	1	1	1	1997 11
gft-compost	900	63	14,4	3,7	1998 03
tagetes	1273	71	18	1,12	1998 11
gft-compost	1830	127	14,4	3,7	1999 03
thuja	1	1	1	1	1999 11
thuja	1	1	1	1	2000 11
gft-compost	1647	114	14,4	3,7	2001 03
tagetes	1273	71	18	1,12	2001 11
roos	850	43	20	2	2003 03
gft-compost	2196	153	14,4	3,7	2003 03
roos	850	43	20	2	2004 03

Horst, perceel 1c/(b)) Blok 5		(voor 1999) (vanaf 1999)			
Omschrijving	Aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
prunus	1	1	1	1	1991 06
gft-compost	1647	114	14,4	3,7	1992 03
tagetes	1273	71	18	1,12	1992 11
gft-compost	1830	127	14,4	3,7	1993 03
forsythia	1	1	1	1	1993 11
forsythia	1	1	1	1	1994 11
gft-compost	2196	153	14,4	3,7	1995 03
tsuga	1	1	1	1	1995 11
tsuga	1	1	1	1	1996 11
gft-compost	915	64	14,4	3,7	1997 03
tagetes	1273	71	18	1,12	1997 11
gft-compost	1830	127	14,4	3,7	1998 03
rosaceae	1	1	1	1	1998 11
gft-compost	1830	127	14,4	3,7	1999 03
tagetes	1273	71	18	1,12	1999 11
gft-compost	1839	128	14,4	3,7	2000 03
rosaceae	1	1	1	1	2000 11
rosaceae	1	1	1	1	2001 11
taxus	1	1	1	1	2002 11
gft-compost	2196	153	14,4	3,7	2003 03
taxus	1	1	1	1	2003 11

Horst, perceel 1 a/(b) (voor 1999)
 Blok 6 (vanaf 1999)

Omschrijving	Aanvoer, kg C/ha	N-aanvoer, kg N/ha	C/N-ratio	a-waarde	Toedieningstijdstip jaar + maand
chamaecyparis	1	1	1	1	1991 03
chamaecyparis	1	1	1	1	1992 03
gft-compost	1830	127	14,4	3,7	1993 03
tagetes	1273	71	18	1,12	1993 11
ligustrum	1	1	1	1	1994 11
gft-compost	2196	1569	1,4	3,7	1995 03
abies	1	1	1	1	1995 11
abies	1	1	1	1	1996 11
gft-compost	915	64	14,4	3,7	1997 03
tagetes	1273	71	18	1,12	1997 11
gft-compost	1830	127	14,4	3,7	1998 03
rosaceae	1	1	1	1	1998 11
gft-compost	1830	127	14,4	3,7	1999 03
taxus	1	1	1	1	1999 11
taxus	1	1	1	1	2000 03
gft-compost	2288	159	14,4	3,7	2001 03
taxus	1	1	1	1	2001 11
tilia	1	1	1	1	2002 11
gft-compost	2196	153	14,4	3,7	2003 03
tilia	1	1	1	1	2003 11

Bijlage II.

Basisdata gebruikt voor de toetsing op Vredepeel en Meterik

Tabel 1. Resultaten van de meting van de potentiële N-mineralisatie op Vredepeel; voorjaar 2002.

Perceel	Voorvrucht 2001	Nmin-voorraad (kg N/ha) op verschillende tijdstippen (weken na begin incubatie)			
		0	2	6	12
18.2 a2	Snijmaïs	15	40	77	126
18.2 a2b	Snijmaïs braak	5	18	39	70
28.2 a2	Aardappel laat + stro	10	24	56	90
28.2 a2b	Aardappel braak	5	20	45	79

Tabel 2. Verloop van de Nmin-voorraad in braakplotjes van percelen 18.2 en 28.2 op Vredepeel in 2002.

Bodemlaag, cm	Verloop van de Nmin-voorraad (kg N/ha) gedurende het jaar												
	30-1	5-3	10-4	7-5	5-6	19-6	3-7	31-7	28-8	2-9	12-11	3-12	23-1-03
Perceel 8.2a2													
0-30	12	5	23	22	31	15	26	45	18	20	8	5	7
30-60	9	3	13	22	25	23	29	44	29	23	15	11	4
0-60	21	8	36	44	56	38	55	89	47	43	23	16	11
Perceel 8.2a2													
0-30	13	5	12	44	62	89	81	60	26	26	10	12	14
30-60	12	4	7	24	37	54	39	44	33	20	17	12	5
0-60	25	9	19	68	99	143	120	104	59	46	27	24	19

Tabel 3. Resultaten van de meting van de potentiële N-mineralisatie op Vredepeel; voorjaar 2003.

Perceel	Behandeling	Voorvrucht 2002	Nmin-voorraad, in weken na begin incubatie			
			0	2	6	12
18.2 a2 d	Gewas bemest	Erwten+bladram.	39	78	109	188
18.2 a2 a	Gewas onbemest	Erwten+bladram.	30	63	84	116
18.2 a2 b	Braak onbemest	n.v.t.	24	51	63	88
18.2 a2 e	Braak onbemest (1 jr)	Erwten+bladram.	39	69	132	188
28.2 a2 d	Gewas bemest	Suikerbieten	28	49	103	160
28.2 a2 a	Gewas onbemest	Suikerbieten	26	49	129	174
28.2 a2 b	Braak onbemest	n.v.t.	20	40	56	103
28.2 a2 e	Braak onbemest (1 jr)	Suikerbieten	27	52	92	152

Tabel 4. Verloop van de Nmin-voorraad in braakplotjes van percelen 18.2 en 28.2 op Vredepeel in 2003.

Bodemlaag, cm	Verloop van de Nmin-voorraad (kg N/ha) gedurende het jaar											
	23-1	24-2	1-4	29-4	26-5	23-6	23-7	8-8	16-9	14-10	8-11	15-12
Perceel 18.2a2 (3 ^e jaars braak)												
0-30	7	24	31	41	39	53	62	59	46	25	21	
30-60	4	10	19	20	38	46	59	47	38	38	23	
0-60	11	34	50	61	77	99	121	106	84	63	44	
Perceel 18.2a2 (1 ^e jaars braak)												
0-30		39	45	63	75	98	109	94	84	155	30	14
30-60		16	31	31	75	78	11	96	87	59	39	32
0-60		55	76	94	150	176	120	190	171	214	69	46
Perceel 28.2a2 (3 ^e jaars braak)												
0-30	14	20	24	35	35	48	44	49	61	43	17	12
30-60	5	10	13	14	34	24	48	38	39	52	28	17
0-60	19	30	37	49	69	72	92	87	100	95	45	29
Perceel 28.2a2 (1 ^e jaars braak)												
0-30		27	27	69	38	64	60	80	128	93	25	11
30-60		14	19	21	58	51	54	70	65	72	55	26
0-60		41	46	90	96	115	114	150	193	165	80	37

Tabel 5. Resultaten van de meting van de potentiële N-mineralisatie op Meterik; voorjaar 2002.

Perceel	Voorvrucht 2001	Nmin-voorraad (kg N/ha) op verschillende tijdstippen (weken na begin incubatie)				Pot. min., kg N/ha/d	
		0	2	6	12	gemeten	berekend
22	Chinese kool + rogge	5	32	68	106	1,18	0,95
22 a	Braak	9	32	62	100	1,05	0,37
26	Prei w1	23	51	79	113	1,02	0,95
26 a	Braak	18	40	69	106	1,02	0,39

Tabel 6. Verloop van de Nmin-voorraad in braakplotjes van perceel 22 op Meterik in 2002.

Bodemlaag, cm	Verloop van de Nmin-voorraad (kg N/ha) gedurende het jaar											
	30-1	13-3	4-4	15-5	5-6	3-7	30-7	27-8	9-10	12-11	3-12	23-1
Perceel 22 (2 ^e jaars braak)												
0-30	14	7	8	12	22	39	52	42	40	9	7	10
30-60	12	8	7	11	14	21	40	55	60	44	7	8
60-90	14	7	8	7	9	9	23	22	58	39	34	5
0-90	40	22	23	30	45	69	115	119	158	92	48	23
Perceel 22 (1 ^e jaars braak)												
0-30				3	12	33	51	31	42	8	7	9
30-60				2	7	13	31	52	58	41	8	6
60-90				2	4	5	13	23	39	43	29	6
0-60				7	23	51	95	106	139	92	44	21

Tabel 7. Verloop van de Nmin-voorraad in braakplotjes van perceel 26 op Meterik in 2002.

Bodemlaag, cm	Verloop van de Nmin-voorraad (kg N/ha) gedurende het jaar											
	30-1	13-3	4-4	15-5	5-6	3-7	30-7	27-8	9-10	12-11	3-12	23-1
Perceel 26 (2 ^e jaars braak)												
0-30	14	7	8	12	22	39	52	42	40	9	7	10
30-60	12	8	7	11	14	21	40	55	60	44	7	8
60-90	14	7	8	7	9	9	23	22	58	39	34	5
0-90	40	22	23	30	45	69	115	119	158	92	48	23
Perceel 26 (1 ^e jaars braak)												
0-30				3	12	33	51	31	42	8	7	9
30-60				2	7	13	31	52	58	41	8	6
60-90				2	4	5	13	23	39	43	29	6
0-60				7	23	51	95	106	139	92	44	21

Tabel 8. Resultaten van de meting van de potentiële N-mineralisatie op Meterik; voorjaar 2003.

Perceel	Behandeling	Voorvrucht 2002	Nmin-voorraad, in weken na begin incubatie			
			0	2	6	12
22	Gewas bemest	Prei	13	38	73	113
22 b	Gewas onbemest	Prei	7	40	78	122
22 a	Braak onbemest	n.v.t.	24	28	63	140
22 d	Braak onbemest (1 jr)	Prei	13	36	71	97
26	Gewas bemest	Ijssla + triticale	2	31	61	105
26 b	Gewas onbemest	Ijssla + triticale	5	24	58	95
26 a	Braak onbemest	n.v.t.	14	31	57	84
26 d	Braak onbemest (1 jr)	Ijssla + triticale	3	20	49	86

Tabel 9. Verloop van de Nmin-voorraad in braakplotjes van perceel 22 op Meterik in 2003.

Bodemlaag, cm	Verloop van de Nmin-voorraad (kg N/ha) gedurende het jaar											
	23-1	13-3	1-4	22-4	20-5	17-6	16-7	12-8	9-9	7-10	5-11	19-12
Perceel 22 (3 ^e jaars braak)												
0-30	10	11	12	24	49	36	45	86	75	16	39	10
30-60	8	6	11	12	20	48	38	73	98	101	52	22
60-90	5	10	10	10	10	33	36	43	69	90	89	25
0-90	23	27	33	46	79	117	119	202	242	207	180	57
Perceel 22 (1 ^e jaars braak)												
0-30					58	63	64	68	44	17	17	9
30-60					20	61	64	93	81	104	23	18
60-90					7	31	63	56	93	107	72	27
0-90					85	155	191	217	218	228	112	54

Tabel 10. Verloop van de Nmin-voorraad in braakplotjes van perceel 26 op Meterik in 2003.

Bodemlaag, cm	Verloop van de Nmin-voorraad (kg N/ha) gedurende het jaar											
	23-1	13-3	1-4	22-4	20-5	17-6	16-7	12-8	9-9	7-10	5-11	19-12
Perceel 26 (3 ^e jaars braak)												
0-30	14	11	25	20	13	9	33	60	64	15	11	15
30-60	7	7	14	8	15	10	26	25	29	36	16	18
60-90	4	5	23	8	8	13	28	16	17	25	15	21
0-90	25	23	62	36	36	32	87	101	110	76	42	54
Perceel 26 (1 ^e jaars braak)												
0-30	11	3	21	23	23	21	39	113	69	41	12	18
30-60	5	3	14	14	20	25	35	48	41	44	19	19
60-90	5	3	10	10	11	20	30	21	20	25	25	20
0-90	21	9	45	47	54	66	104	182	130	110	56	57

Bijlage III.**Temperatuur en neerslag op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik in 2002 en 2003***Gemiddelde etmaaltemperatuur in 2002; station Maastricht, °C.*

	jan	feb	mrt	apr	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1	-1,9	10,4	3,9	12,6	12,3	14,8	14,0	17,8	15,3	14,0	11,4	7,0
2	-2,4	12,2	1,5	14,1	11,0	18,2	14,0	18,3	16,2	15,1	13,0	6,5
3	-2,4	11,6	3,9	14,1	9,5	18,7	14,4	15,9	15,7	15,2	12,0	6,9
4	-4,2	9,2	6,2	12,9	7,6	19,5	15,4	17,2	15,9	12,9	9,2	5,1
5	-2,2	10,6	5,9	10,0	7,4	17,9	16,9	16,2	17,1	11,7	7,7	4,7
6	-0,6	6,9	6,6	5,8	9,9	16,8	16,4	16,2	16,4	10,7	7,2	1,5
7	1,5	6,0	9,8	6,9	12,7	15,6	17,2	17,7	17,4	8,1	6,6	0,6
8	1,2	9,3	7,3	7,1	13,1	16,9	20,6	18,0	18,6	7,7	6,0	-1,1
9	0,8	10,4	8,5	7,1	15,2	17,2	21,2	17,3	18,3	8,8	7,7	-4,7
10	1,8	7,9	7,2	7,0	15,3	12,8	14,0	17,5	15,3	9,2	6,3	-4,2
11	2,8	10,5	10,2	6,7	14,3	13,7	15,7	18,3	15,0	7,1	10,4	-4,7
12	3,2	11,2	10,0	8,7	12,5	15,4	18,2	17,2	16,9	8,4	10,1	-2,2
13	3,3	7,0	6,0	7,0	15,9	14,8	17,6	18,7	15,7	9,9	9,9	0,7
14	1,9	2,8	2,9	5,9	12,5	19,9	17,5	20,1	15,0	11,2	10,6	2,7
15	2,9	1,3	7,5	5,1	14,8	18,3	18,8	21,6	15,2	11,9	7,6	4,5
16	2,6	2,2	11,4	6,9	17,9	19,7	19,2	22,6	13,1	12,2	7,2	6,1
17	4,0	3,3	12,0	8,1	18,9	25,5	18,3	22,9	13,9	9,5	8,7	1,3
18	3,9	3,4	11,0	9,1	15,8	25,2	16,1	23,6	13,7	7,2	8,3	-0,7
19	6,3	5,7	9,2	7,8	15,7	19,2	15,1	21,7	14,3	6,1	7,1	0,0
20	7,8	6,1	11,3	8,2	16,9	17,4	17,1	19,9	14,3	6,6	6,6	1,0
21	9,6	2,6	11,6	10,9	19,0	17,8	15,6	16,4	13,2	12,3	11,2	4,4
22	7,6	5,9	8,2	13,7	16,3	20,7	16,5	16,3	12,0	14,1	8,4	9,2
23	7,3	4,2	5,3	14,1	14,9	17,4	17,3	17,3	11,1	10,1	8,5	7,6
24	8,8	2,6	4,1	15,0	12,8	17,1	16,7	16,6	9,6	8,6	7,3	10,6
25	5,4	9,0	4,1	12,4	12,2	17,3	17,4	17,4	9,4	12,0	8,1	10,3
26	10,3	10,4	4,7	8,5	13,0	18,5	18,2	18,9	11,6	11,4	7,0	9,8
27	11,1	6,6	4,4	8,4	13,7	15,3	22,8	18,8	12,9	12,3	5,5	11,7
28	11,5	5,3	6,7	9,8	14,3	12,8	24,0	20,3	11,4	8,1	7,6	8,9
29	9,0		8,9	9,0	13,1	14,4	25,1	19,2	12,3	9,3	8,6	8,7
30	10,7		8,8	12,0	13,9	15,3	23,5	17,9	12,7	10,3	7,4	10,7
31	9,0		11,0		15,0		20,4	17,1		8,5		1,1
gem.	4,2	7,0	7,4	9,5	13,8	17,5	17,9	18,5	14,3	10,3	8,4	4,0

Gemiddelde etmaaltemperatuur in 2003; station Maastricht, °C.

	jan	feb	mrt	apr	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1	6,0	-3,5	9,3	8,8	11,8	22,2	16,3	22,2	13,0	11,5	8,8	11,1
2	9,8	2,4	8,0	4,9	13,5	20,5	15,5	23,3	13,5	14,6	9,4	7,3
3	7,2	3,2	5,2	4,0	12,0	20,5	15,0	24,1	14,2	14,7	11,6	6,1
4	-0,9	1,0	6,5	6,1	16,6	22,9	15,2	24,7	16,0	11,2	9,0	4,6
5	-2,5	1,9	11,0	7,7	18,0	18,0	15,8	24,1	18,7	8,7	8,0	4,1
6	-2,1	1,1	7,1	4,7	11,5	19,3	16,1	27,0	17,6	8,2	7,6	2,5
7	-4,9	2,4	5,9	2,1	12,9	22,5	18,5	26,6	16,6	8,2	6,3	-1,6
8	-7,7	5,1	8,1	2,5	15,2	19,7	18,5	26,5	15,3	9,8	6,3	-0,8
9	-7,9	4,5	10,5	2,3	12,6	16,5	18,4	24,1	14,8	12,5	7,5	-0,6
10	-6,1	0,9	10,0	1,4	12,2	20,8	19,8	24,1	13,2	13,8	9,1	-0,9
11	-4,3	-0,6	10,8	4,1	14,4	19,9	20,7	25,4	14,0	11,8	3,3	2,7
12	-3,0	-2,5	7,5	8,8	13,0	21,1	17,4	28,8	14,2	9,5	5,1	5,4
13	3,1	-2,5	4,8	12,5	8,6	19,5	19,6	24,0	13,4	8,9	8,2	11,0
14	5,8	-1,8	4,9	14,7	8,2	17,8	21,9	19,3	14,8	8,3	6,3	6,7
15	4,4	-2,8	5,0	17,0	8,9	18,4	25,3	17,8	16,9	7,1	7,0	2,9
16	3,9	-1,5	5,7	17,3	12,2	19,3	25,9	18,3	16,9	6,7	5,3	4,4
17	3,0	-2,6	5,4	15,9	14,0	21,0	19,2	18,1	18,0	6,3	6,6	3,3
18	2,6	-1,9	5,2	12,2	14,1	18,5	21,8	18,7	20,2	5,4	10,5	3,0
19	5,1	0,2	6,6	6,3	12,4	18,3	24,9	19,2	21,0	4,7	11,9	5,5
20	7,8	1,9	4,2	10,1	11,6	16,8	23,7	18,6	21,9	4,7	9,6	8,9
21	7,8	2,8	5,2	15,0	12,1	16,2	22,9	18,4	21,2	5,4	9,6	4,9
22	6,9	2,2	6,4	13,1	13,7	20,6	21,4	18,7	21,5	4,6	13,1	0,7
23	5,5	5,8	9,4	12,7	14,8	21,3	21,4	19,8	10,5	2,1	13,6	0,7
24	1,9	6,5	13,7	15,8	14,0	17,4	18,9	17,5	9,6	0,8	13,0	3,0
25	2,6	4,3	11,6	17,5	12,8	17,3	19,6	18,6	11,7	4,8	8,0	6,5
26	4,7	5,3	11,3	13,2	14,4	19,0	19,2	17,8	13,6	5,6	8,5	6,9
27	8,8	9,3	11,9	12,0	17,1	20,0	19,9	15,6	13,3	3,2	6,2	6,6
28	4,7	9,5	14,7	16,7	18,6	18,5	18,1	15,8	14,1	3,4	3,9	6,1
29	2,9		14,2	14,8	19,6	19,9	20,1	13,9	11,3	4,6	3,9	2,1
30	-0,4		11,7	12,4	21,0	18,3	18,3	14,4	12,1	6,2	7,6	0,7
31	-3,9		7,6		21,1		19,7	13,1		8,5		1,1
gem.	2,0	1,8	8,4	10,2	14,0	19,4	19,6	20,6	15,4	7,6	8,2	4,0

Neerslag op Vredepeel in 2002, mm.

	jan	feb	mrt	apr	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1	0	0,2	2	0	4,8	0	11,4	0	0	0	8,1	7,2
2	0	0	0	0	3,1	0	7,8	3,8	0	0	12,4	1,3
3	0	0	0	0	2,1	1,8	13,4	0,6	2,7	4	2,6	0
4	0	6,2	0	0	11	0,1	0	0	0	0	0,1	0
5	0	5,1	0	0	10	2	0	6,8	0	9,3	0,1	0,1
6	0,3	0	1,7	0	2,7	0	0,7	0	0	0,7	12,3	0
7	0,2	4,3	0,4	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
8	0,5	0	0	0	0	0	0	0	1,4	0	22,2	0
9	0,4	10	0	0	0	6,3	6,8	3,8	0	0	0	0
10	0	1,2	0	0	0	3,8	11,9	0	4,8	0	11,8	0
11	2,3	6,7	0	0	0	8	0	0	2,3	0	0,5	0
12	0	1,7	2,2	0	0	1,7	0	0	0	0	2	0
13	0,5	0	2,9	0	1,2	4,1	2,9	0	0	1,2	1,5	0
14	0	0	3,4	0,6	3,5	10,7	1	0	0	2,2	0	0,5
15	7,6	0	0	14,9	0	0	0	0	0	0,2	0	7,7
16	0	0	0	3,2	0	1,1	0	0	0	1,9	3,9	2,3
17	1,7	0	2,2	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1,5	3,2	5,8	0,3	0	0	0	0	0	2	0	0
19	1,7	21,2	3,9	0,2	0	9,5	0	1,7	0	4,8	0	0
20	9,3	4,6	8,3	4,2	0	2	21	21,5	0	1,6	0,9	0
21	0,3	3,7	0	0	4,9	0	2,6	22	0	2,5	0,1	6,8
22	1,5	12,3	0	0	4,4	1,9	0	0,5	15,4	4,6	0	17,3
23	2,8	9,4	0	0	0	0	4,4	1,9	1,6	4,9	4,4	3,2
24	4,5	5,2	0	0	6,4	0	1,2	23,8	5,8	0	0,8	5
25	10	16,5	0	0	1,1	0	3,3	0	2,2	6,8	4,8	5,3
26	20,5	6,6	0	4,8	2,5	0	0	0	1,9	5,6	0,3	5,8
27	2,5	0,5	0	6,8	0	0	0	0	0,4	7,9	0	0,5
28	4,4	9,4	0	1,2	0,4	0	0	0	0	0	0,9	1,2
29	0		0	12,4	1,4	0	0	0	0	4,1	2,1	26,3
30	2,4		0	2,4	0	6,5	0,1	0	0	0,1	0	24,3
31	0,4		1,2		0		5,4	0,9		0		0
totaal	75,3	128	34	53,2	59,5	59,5	93,9	87,3	38,5	64,9	91,8	114,8

Totale jaarneerslag: 900,7 mm.

III - 4

Neerslag op Vredepeel in 2003, mm.

	jan	feb	mrt	apr	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1	17	2,2	4,5	12,6	2,6	0	19,1	0	0,3	10,3	0	0,1
2	21,3	2,6	17,5	2,7	4,5	16,3	7,5	0	0	6,1	2,9	0
3	10,3	1,3	0	0	0	3,1	4,1	0	0	1,7	7,9	0
4	0	2,5	0,8	0	0	2,9	2	0	0	3,3	0	0
5	4	0,8	0	0	7,7	0,8	0,3	0	0	0,5	0	0
6	0	0,4	2,2	0	0,7	0	0	0	0	17,5	0	0,6
7	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,3	24,5	0	0
8	0	1,6	0,8	0	1	31,8	0	0	0	6,9	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10	0	0	3,3	0,4	0	1	0	0	17,7	0,2	0	0
11	0	0	13,2	0	0,4	0	0	0	0	0	0	5
12	1	0	0,3	0	3,4	1,3	0	0	0	0	0,6	2,5
13	0,4	0	0	0	5,1	0	0	0,2	0	0	0	32
14	0	0	0	0	6,1	0,9	0	0	0	0	0	4,8
15	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1	1,3
16	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	8,7	0
17	0	0	0	0	3,6	0	0	1,6	0	0	2,2	0
18	0	0	0	0	13,4	0	0	0,1	0	0	1,4	0
19	1	0	0	0	9,1	0,6	0	0	0	0	0	0
20	2	0	0	0	8,5	0	0,3	0	0	0	0	4,2
21	0,9	0	0	1,5	1,8	0	0	0	0	1,2	0	4,5
22	2,1	0	0	0	0,8	2,5	0	0	5	0,3	2,8	0
23	0	0	0	0	14,8	0	4,4	0	0,5	0	6	8,5
24	0	0	0	0	5,4	0	1,6	0	0	1,3	0,7	0,5
25	0	0	0	4,4	0,2	0	1,5	0	0	2,4	0,1	0
26	4,6	0,5	0	11,4	0	0	9,2	0	0	0,2	2,5	4,5
27	6	0	0	0,9	0	0	0,2	0	1,7	0	0	8,5
28	11,6	3,1	0	4,1	0	0	0	18,1	4,6	0	0	0
29	2,4		0	0	0	0	1,6	26,8	0,3	0,1	1	4
30	1,2		0	15	0	7,9	0	0	0	1,8	4,9	0
31	0		0		0		0	0,4		3,4		0
totaal	89	15,1	42,6	53	89,1	69,1	52	46,8	30,4	79,3	42,8	81

Totale jaarneerslag: 690,2 mm.

Neerslag op Meterik in 2002, mm.

	jan	feb	mrt	apr	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1	0	0,4	8	0	2,1	0	18,2	8,7	0	0	8,6	4,4
2	0	0	0,1	0	2,3	0	3,8	0	0	0	3,9	1,1
3	0	0	0,2	0	0	11	21,9	8,8	4,4	5,6	15,4	0
4	0		0	0	6,2	0	1,2	1,7	0	0	0,8	0,1
5	0	5,1	0	0	15,6	3,7	0,6	5,6	0	7,9	0	0
6	0,1	1,8	13	0	0,8	0	0,2	1,5	0	1,8	2,6	0
7	0	0	0,6	0	0	0	0,1	0,1	0	0,2	13,6	0,2
8	0	1,5	0	0	0	0	0	0,1	0	0	16,3	0
9	0,3	4,7	0,3	0	0	2,8	5,9	5,7	0	0	6,7	0
10	0	6,7	0	0	0,4	2,4	14	0,9	0,5	0	6,5	0
11	0,8	5,9	0	0	0	0,9	0	3,8	10,1	0	8,5	0
12	3,3	5,4	1,3	0	0	19,5	0	0	0	0	0,7	0
13	0	1,7	5,7	0	0	0,9	1,8	0	0	0	2,9	0,1
14	0	0	0,1	0	6,1	0,7	8,1	0	0	2,9	0	0
15	4,2	0	0	8	2,1	5,1	1,9	0	0	0,6	0,1	4,9
16	2,6	0	0,4	8,7	3,4	1,7	1,4	0	0	5,8	0,2	12,2
17	1,3	0	7,3	3,7	6,2	0	0,1	0	0	0	2,1	0
18	2,3	1,5	0	2,1	4,3	0	0	0	0	2,5	0	0,1
19	4,3	5,9	8,7	0,9	1,7	0	0,1	2,1	0	4,3	0	0
20	6	20,4	6,8	0	3,1	14,6	13,2	15,7	0	0	0	0
21	2,1	0,2	6,8	0	10,7	0	2,9	38,7	0	4	0,7	0,1
22	4,6	17,6	0,4	0	3,7	0	0	1,4	7,7	0,3	0	27,6
23	5,5	4,3	0	0	0	0,8	3,6	0	0	4,3	5,1	0,1
24	2,7	6,9	0	0	1,4	0	0,9	44,5	0	0	0,5	2,5
25	1,7	16,5	0	0	1,9	0	0,8	0	10,1	7	5,6	0,7
26	8,9	12,3	0	5,4	0,1	0	0	0	6,7	1,2	0,1	8,1
27	25,1	3,5	0	6,4	0	0	0	0	0	12,9	0,2	5,5
28	12,4	6,4	0	5,4	0,8	2,3	0,8	0	0	0	1,1	1,6
29	0		0	10,1	0	0	1,2	0	0	0	0	13,6
30	0		0	2,5	0	0	1,2	0	0,1	4,1	0,5	15,1
31	2,5		0		0			0,5		0,1		1,7
totaal	90,7	128,7	59,7	53,2	72,9	66,4	103,9	139,8	39,6	65,5	102,7	99,7

Totale jaarneerslag: 1022,8 mm.

III - 6

Neerslag op Meterik in 2003, mm.

	jan	feb	mrt	apr	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1	7,6	0	6	11,4	11,4	0	3,2	0	1,4	10,9	2,3	5,4
2	15,1	2,3	15,1	5,5	3,7	0,7	7,2	0	0	0,6	0,4	0
3	10,9	2,2	0	1,2	1,3	6,8	8,4	0	0	13	10,3	0
4	0	3,2	0	0	0	5,5	3,5	0	0	2,1	0	0
5	0	0,1	0,1	0,2	0	1,5	1,9	0	0	1,2	0,2	0,4
6	0,2	3,9	2,2	0	7,5	0	0	0	1,4	3,5	0	0,4
7	0	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0,2	23	0	0
8	0	0,3	0,3	0	0,4	25,4	0	0	0,5	17,4	0	0
9	0	0,4	0,2	0	0,5	0	0	0	0,1	0,3	0	0
10	0	0	0	0	0	1,1	0	0	21,4	2,7	0	0
11	0,2	0	23,8	0	0	0	0	0	0	0,2	0	6,1
12	0	0	0,3	0	1,6	0,2	0	0	0	0	0	0,6
13	1,2	0	0	0	4,1	0	0	0	0,1	0	0,4	32,8
14	0,1	0	0	0	6,3	1,8	0	0	0	0	0,5	8
15	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
16	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,5	0
17	0	0	0	0	0	0	0,9	1,8	0	0	2,1	0
18	0,1	0	0	0	9,7	0	0	1,4	0	0	2,7	0,2
19	0,3	0	0	0	10,9	0	0	0	0	0	0,3	0
20	1,1	0	0	0	1,9	0	0,3	0	0	0	0,3	2,3
21	1,9	0	0	0	7,5	0	0	0	0	0,9	0	4,2
22	1,3	0	0	1,2	2,4	0	0,2	0	0	0	4,8	3
23	1,4	0	0	0,1	0,1	2,8	4,9	0	5,3	0	1,7	0,1
24	0,6	0	0	0	21,7	0	1,7	0	0,1	0,6	3	0,3
25	0,2	0	0	0	1,7	0	0,8	0	0	1,2	0,8	0
26	1,1	0,4	0	24,3	0	0	7,5	0	0	2,1	2,8	0
27	1,4	0	0	3,3	0	0	1,9	0	0	0	0	3,2
28	0,6	0	0	2	0	0,1	0	4,9	3,9	0,1	0,1	11,4
29	10,8		0,2	2,7	0	0	0	26,4	0,2	0,6	0	0
30	0,8		0	11,8	0	7,7	1,5	0,2	0,2	0,4	1,6	0
31	0,3		0		0		0	1,1		4,1		0
totaal	60,3	13,4	48,4	63,7	92,7	53,6	43,9	35,8	34,8	84,9	48,8	78,9

Totale jaarneerslag: 659,2 mm.

Reeds verschenen externe rapporten

Telen met toekomst

28. Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing MINIP met resultaten 2002 en 2003. R. Postma & T.A. van Dijk. Rapport OV 0408, 2004.
27. De Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat, Eindrapport. Herbert Mombarg & Anton Kool, Rapport OV 0407, 2004.
26. Nitraatuitspoeling Vredepeel 2002-2003. J.A. de Vos & F.B.T. Assinck. Rapport OV 0406, 2004.
25. Stikstofstromen op het kernbedrijf Meterik. Modelberekeningen met FUSSIM2 en MOTOR. F.B.T. Assinck & P. Willigen. Rapport OV 0405, 2004.
24. Fosfaatkarakteristieken van de bodem van de kernbedrijven Meterik en Vredepeel. Een gedetailleerd beeld van het bodemprofiel. P. Ehlert & G. Koopmans. Rapport OV 0404, 2004.
23. Stikstofstromen op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik. De grondwaterkwaliteit gemeten. A. Smit, K.B. Zwart & J. van Kleef. Rapport OV 0403, 2004.
22. Stikstofstromen op het kernbedrijf Vredepeel. Modelberekeningen met FUSSIM2 en MOTOR. F.B.T. Assinck & P. Willigen. Rapport OV 0402, 2004.
21. Bemesting en Nmin op gewasniveau op de praktijkbedrijven van Telen met toekomst (2000-2002). F.J. de Ruijter & J. Groenwold. Rapport OV 0401, 2004.
20. Stikstofstromen op de kernbedrijven Meterik en Vredepeel. Mineralisatie van bodem en gewasresten. A. Smit & K.B. Zwart. Rapport OV 0304, 2003.
19. Grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit op de Telen met toekomst bedrijven in 2002. M. van den Berg & M.M. Pulleman. Rapport OV 0303, 2003.
18. AcTA: Accesdatabase Telen met toekomst – Alterra. A. Smit & K.B. Zwart. Rapport OV 0302, 2003.
17. Relaties tussen nitraat in het grondwater en potentiële indicatoren voor nitraatverlies op de voorloperbedrijven van Telen met toekomst. F.J. de Ruijter. Rapport OV 0301, 2003.
16. Telen met toekomst, voor telers met toekomst: Jaaroverzicht 2002. Anonymus, 2003.
15. Hoe staat het met de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater? B.M.A. Kroonen-Backbier & J.A.J.M. Rovers. Rapport WDNB03, 2003.
14. Hoe staat het met de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater? J.A.J.M. Rovers & B.M.A. Kroonen-Backbier, Rapport WDZHZ03, 2003.
13. Startgiften van de stikstofbemesting in tulp. Modelstudie naar de effecten van neerslag op de stikstofbeschikbaarheid in de wortelzone. F.J. de Ruijter. Rapport OV 0206, 2002.
12. De Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat. Methodiek en rekenregels. H.F.M. Mombarg, A. Kool, W.J. Corré, J.W.A. Langeveld & W. Sukkel. Rapport OV 0205, 2003.
11. Waterretentie en waterdoorlatendheidskarakteristieken van 'Telen met toekomst' proefvelden Meterik en Vredepeel. J.A. de Vos, E.W.J. Hummelink & T.S. van Steenberg. Rapport OV 0204, 2002.
10. Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing model Janssen. Ir. R. Postma. Rapport OV 0203, 2002.
9. Stikstofverliezen door denitrificatie in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt, Onderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van het project 'Telen met toekomst'. Kor Zwart, Annemieke Smit & Kees Rappoldt. Rapport OV 0202, 2002.
8. Gebruik van Global Positioning System (GPS) binnen 'Telen met toekomst', Plaatsbepaling bij monsternamen op de Voorloperbedrijven'. A.L. Smit. Rapport OV 0201, 2002.
7. 'Telen met toekomst', kansen en knelpunten in zicht: Jaaroverzicht 2001. Anonymus, 2002.
6. Fosfaattoestanden op de praktijkbedrijven van 'Telen met toekomst', Een analyse van de situatie bij de start van het project. Philip Ehlert & Gerwin Koopmans, 2002.

5. Stikstof- en fosfaatverliezen in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt, Projectplan voor het bodemonderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van het project 'Telen met toekomst'. Kor Zwart & Annemieke Smit, 2002.
4. 'Telen met toekomst', voor telers met toekomst: Jaaroverzicht 2000. Anonymus, 2001.
3. Detaillering projectplan 'Telen met toekomst'. Rennie Booi, Wim van Dijk, Bert Smit, Frank Wijnands, Hans Langeveld, Janjo de Haan, Annette Pronk, Jaap Schröder, Jet Proost, Harm Brinks, Peter Dekker, Philip Ehlert, 2001.
2. Projectplan 'Telen met toekomst'. Jacques Neeteson, Rennie Booi, Wim van Dijk, Janjo de Haan, Annette Pronk, Harm Brinks, Peter Dekker & Hans Langeveld, 2001.
1. Voorwaarts met de milieuprestaties van de Nederlandse open-teelt sectoren: een verkenning naar 2020. A.J. de Buck, F.J. de Ruijter, F. Wijnands, P.L.A. van Enckevort, W. van Dijk, A.A. Pronk, J. de Haan & R. Booi, 2000.