

**Stikstofdynamiek  
Proefbedrijf 't Kompas**

*Modellering met NDICEA*

*Geert-Jan van der Burgt*

**LOUIS BOLK**  
I N S T I T U U T



© [2007] Louis Bolk Instituut

Stikstofdynamiek Proefbedrijf 't Kompas. Modellerings met

NDICEA. Geert-Jan van der Burgt, 23 pagina's.

Zoekwoorden: NDICEA, stikstof, modellering. Uitsluitend  
te verkrijgen door downloaden vanaf [www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

# *Inhoud*

Inhoud 3	
Samenvatting	5
Summary	7
1 Inleiding	9
2 Materiaal en methode	11
3 Resultaten	13
3.1 Meting versus modellering.	13
3.2 Gevoeligheid voor onbekende parameters	14
3.2.1 Eigenschappen van de bodem organische stof	14
3.2.2 Gewaseigenschappen	15
3.2.3 Berekening	16
4 Discussie	19
4.1 Modelprestatie	19
4.2 Bodemparameters	19
4.3 Gewaseigenschappen	20
4.4 Berekening	20
5 Conclusies	21
Literatuur	23
Bijlage 1: Beschikbare stikstof en stikstofopname van de acht proefvelden	25



# Samenvatting

Binnen het door DACOM ([www.dacom.nl](http://www.dacom.nl)) geïnitieerde IAP project (Innovatief Actieprogramma Drenthe, projectnummer 2006-015) rondom draadloze meetsystemen ten behoeve van irrigatie en bemesting is door het Louis Bok Instituut kennis en software ingebracht van met model NDICEA. Dit model, vrij beschikbaar op [www.ndicea.nl](http://www.ndicea.nl), is onder de bestaande software van DACOM gehangen waardoor separaat invoeren van bedrijfs- en teeltgegevens niet meer nodig is.

Zowel bij wijze van test (Zijn de modelgegevens betrouwbaar?) als bij wijze van gevoeligheidsanalyse (Op welke parameters reageert het model gevoelig?) zijn de teeltgegevens van het "DACOM-proefveld" ingevoerd in NDICEA stand-alone.

Uitkomsten van de modellering van alle acht proefvelden worden gegeven. De simulering van het niveau van N-mineraal in de bouwvoor blijkt betrouwbaar bij een eenmalige kunstmestgift. Een additionele stikstofgift gedurende het seizoen wordt echter niet teruggevonden in veldmeting en modellering. Het model blijkt zeer gevoelig voor de eigenschappen die toegekend worden aan de bodem organische stof. Van deze eigenschappen is er meestal maar één bekend bekend, namelijk % organische stof. Binnen de stand-alone versie lijkt dit adequaat opgelost door aftopping van de hoeveelheid 'actieve organische stof'. Ook voor de stikstofinhoud van het gewas is het model gevoelig, wat er voor pleit om de stikstofinhoud van producten te meten in plaats van forfaitaire waarden te gebruiken. Zetmeelaardappel met bijbehorende dataset zou aan de gewassenlijst toegevoegd moeten worden. Voor berekening is de gevoeligheid iets geringer, en berekening wordt vrijwel altijd geregistreerd en kan dus adequaat in het model ingevoerd worden. Berekening heeft invloed op de stikstofhuishouding en is dus wel een factor van belang.



## Summary

Within the DACOM IAP-project (Innovatief Actieprogramma Drenthe, projectnumber 2006-015) about wireless irrigation systems, the Louis Bolk Institute has brought in knowledge and software of the nitrogen model NDICEA. This software, free available at [www.ndicea.nl](http://www.ndicea.nl), has been connected to the existing DACOM registration software. In this construction, there is no more need to fill in separately the field and agronomic features to run NDICEA because the model is fed out of the already registered data.

For the purpose of testing (are the model simulations accurate?) and for analysing the sensibility for unknown parameter values (what is the difference in model outcome using real or default values), the agronomic and field data are used for running the stand-alone version of NDICEA.

The results of all eight field plot model runs are given. Simulation is sufficient when the nitrogen fertilizer is given in one application, not when it is split in two applications. The model is very sensible for soil organic matter parameters such as quantity and nitrogen content, from which in practice only % organic matter is known. In the stand-alone version this problem is adequately tackled by setting a maximum on soil organic matter involved in nitrogen dynamics in case of sandy soils.

Nitrogen content of the harvested product is another parameter strongly influencing the model results. This means that measurement is to be preferred. In practice this is not done, so the default values within the model must be as best as possible. In this case, values for starch potatoes were not in the database and should be added.

Irrigation influences the nitrogen dynamics, so it is important to register and use as input in the model.





# 1 Inleiding

Het Louis Bolk Instituut heeft expertise op het gebied van stikstofdynamiek en modellering daarvan met het model NDICEA. Deze expertise is ingezet in het door DACOM geleide IAP-project aangaande draadloze registratiesystemen van bodemvocht, gekoppeld aan irrigatieadviezen. Optimale inzet van irrigatie betekent dat potentieel de mineralenbenutting verhoogd kan worden door optimale gewasgroei en minimale verliezen door uitspoeling. De software van NDICEA is in de registratie software van DACOM ingebracht met als belangrijkste voordeel dat perceel- en teeltgegevens niet meer separaat ingevoerd hoeven te worden.

Op PPO-locatie 't Kompas te Valthermond heeft in 2007 een proef gelegen met zetmeelaardappelen. Het onderzoek is uitgevoerd met de twee belangrijkste rassen zetmeelaardappel Festien en Seresta met een tweetal stikstofregimes en met twee irrigatiebehandelingen: 'standaard' en 'DACOM advies' (Wijnholds 2007).

Door het Louis Bolk Instituut zijn de teeltgegevens van alle acht proefvelden ingevoerd in de stand-alone versie van NDICEA om de verkregen resultaten aan een nader onderzoek te kunnen onderwerpen. Het gaat om de volgende drie hoofdvragen:

- Wordt de stikstofdynamiek adequaat beschreven?
- Hoe gevoelig is het model voor enkele parameters die in de praktijk veelal niet bekend zijn?
- Hoe groot is de invloed van berekening op de N-dynamiek?



## 2 *Materiaal en methode*

Er is gebruik gemaakt van de bedrijfs- en teeltgegevens zoals die weergegeven zijn in Wijnholds (2007). Het gaat om acht varianten van de factoren ras, bemesting en beregening (tabel 2.1). De bemesting is op de helft van de percelen in een keer voorafgaande aan de teelt gegeven en op de andere helft in een gedeelde gift. Het verschil in watergift heeft zich in 2007 beperkt tot een eenmalige beregening op 12 juni van 20 mm.

Tabel 2.1. Overzicht van behandelingsvarianten.

Naam variant	Ras	Bemesting Kg N/ha	Beregening
Kompas 1	Festien	150	Nee
Kompas 2	Festien	100 + 75	Nee
Kompas 3	Festien	150	Ja
Kompas 4	Festien	100 + 75	Ja
Kompas 5	Seresta	225	Nee
Kompas 6	Seresta	150 + 75	Nee
Kompas 7	Seresta	225	Ja
Kompas 8	Seresta	150 + 75	Ja

De gegevens zijn ingevoerd in NDICEA 5.3.18 ([www.ndicea.nl](http://www.ndicea.nl)). Daarbij plaatsen we enkele opmerkingen.

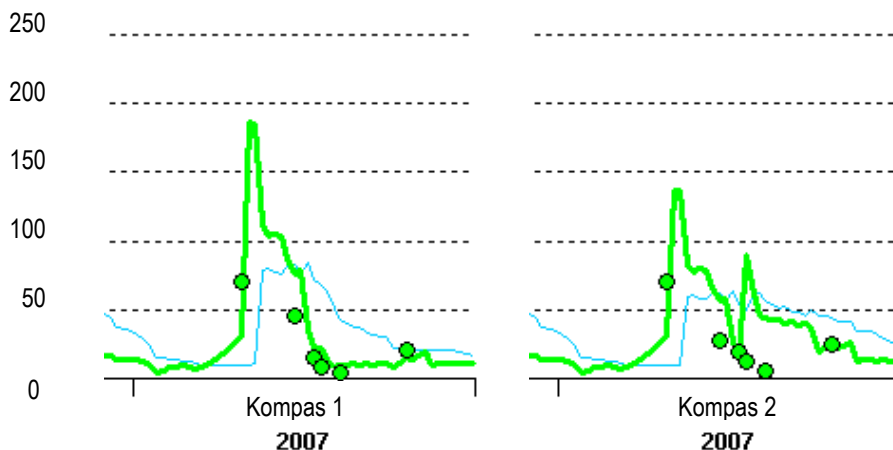
- In de standaard NDICEA instelling voor bodemeigenschappen van zand- en dalgronden wordt de hoeveelheid actieve bodem organische stof afgetopt. Naast organische stof gehalte van dit perceel (11%) was ook additionele informatie beschikbaar, namelijk C/N ratio van 17. Deze waarde is gebruikt binnen de geavanceerde instelling van het model, waarmee de aftopping niet meer automatisch doorgevoerd wordt en er daadwerkelijk gerekend wordt met 11% organische stof en een C/N van 17.
- De stikstofinhoud en droge stof inhoud van de aardappelen bij de oogst is niet gemeten. Er is gebruik gemaakt van waarden die ontleend zijn aan Jansen (2002).
- Om onzekerheden over omvang en aard van de bodemorganische stof minder sterk te laten doorwerken in het meetjaar zijn de twee voorgaande teeltjaren ook gemodelleerd. Dit wordt standaard geadviseerd bij gebruik van NDICEA.
- Er is gebruik gemaakt van de binnen NDICEA geautomatiseerde weersgegevens voor Noord-Nederland. Het gaat om metingen van een weerstation van Meteoconsult te Eelde, Groningen.



### 3 Resultaten

#### 3.1 Meting versus modellering.

De grafieken van gemeten en gemodelleerd niveau N-mineraal in de bouwvoor van alle acht varianten staat in bijlage 1. Als voorbeeld en ter bespreking zijn in figuur 3.1 de grafieken van Kompas 1 en Kompas 2 gegeven.



Grafiek 3.1. Verloop van N-mineraal in 2007 van Kompas 1 (links) en Kompas 2 (rechts).

Groene lijn: 0-30 cm. Blauwe lijn: 30-60 cm. Groene punten: metingen 0-30 cm

Y-as: kg nitraat-N per hectare.

Het verschil tussen Kompas 1 en 2 is de eenmalige (Kompas 1, 150 kg N/ha ) en de gedeelde mestgift (Kompas 2, 100 + 75 kg N/ha). Beide varianten hadden een opbrengst van 48 ton versgewicht.

Tabel 3.1. Root Mean Squared Error van de testpercelen.

Variant	Mestgift	RMSE
Kompas 1	Ongedeeld	21,3
Kompas 2	Gedeeld	40,5
Kompas 3	Ongedeeld	19,5
Kompas 4	Gedeeld	39,4
Kompas 5	Ongedeeld	17,6
Kompas 6	Gedeeld	35,1
Kompas 7	Ongedeeld	19,1
Kompas 8	Gedeeld	33,4

Bij Kompas 1 is het resultaat van de modellering in een visuele beoordeling goed. Zowel de top na bemesting als de afname door onder andere gewasopname wordt adequaat gemodelleerd. Bij Kompas 2 wordt de tweede mestgift niet goed teruggevonden: meting en modellering lopen enige weken uiteen om aan het einde van het seizoen weer samen te komen. De vierde en vijfde meting liggen te ver af van de modellering op dat moment. Dat is bij alle vier de varianten met gedeelde mestgift het geval.

Dit komt duidelijk tot uitdrukking in de kwantitatieve beoordeling van de modelresultaten met behulp van de Root Mean Squared Error (Wallach en Goffinet, 1989) (tabel 3.1). Bij de ongedeelde mestgift is de gemiddelde fout beperkt tot rond de 20 kg N/ha, een voor de praktijk acceptabele afwijking (Van der Burgt et.al. 2006).

## 3.2 Gevoeligheid voor onbekende parameters

In de ontwerpfase van NDICEA is al gekeken naar gevoeligheid van het model voor een set van parameters. Daarvan hebben we er twee geselecteerd die in dit verband aan de orde zijn, namelijk de eigenschappen van de bodem organische stof en de eigenschappen van het product, te weten droge stof gehalte en stikstofgehalte. Tevens wordt gekeken naar de invloed van berekening.

### 3.2.1 Eigenschappen van de bodem organische stof

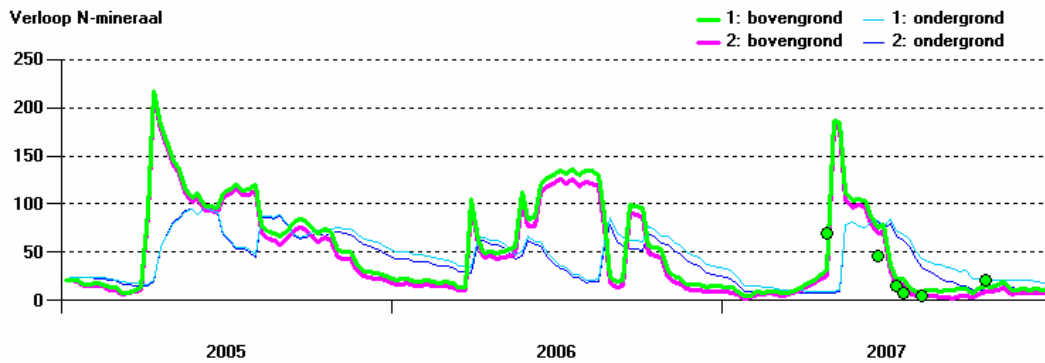
In praktijk is van de organische stof van een perceel maar één ding bekend, namelijk het gehalte in %. In NDICEA wordt dit percentage omgerekend naar kg (afhankelijk van de dikte van de bouwvoor) en over drie fracties verdeeld: oud, jong en vers, elk met een daarbij forfaitair stikstofgehalte en forfaitaire *initial age* (Janssen, 1984). Initial age is een maat voor de afbraaksnelheid: hoe hoger de waarde, hoe trager de afbraak. In NDICEA wordt vervolgens bij alle zandgronden de maximale hoeveelheid actieve organische stof (organische stof die een rol vervult in de stikstofdynamiek) afgetopt op 2%.

Van het perceel waar deze proef op is uitgevoerd waren twee waarden bekend: organische stof gehalte 11%, en C/N ratio 17. Omdat de C/N ratio gemeten is kan deze waarde na omrekening gebruikt worden als input voor NDICEA met behoud van de oorspronkelijke hoeveelheid organische stof, dus zonder aftopping. Deze waarden staan in tabel 3.2. De waardes achter jonge en verse organische stof zijn allemaal forfaitair. De hoeveelheid oude organische stof is berekend uit 11% organische stof (verminderd met 8000 kg jonge en verse organische stof). De initial age van de oude organische stof is ook forfaitair. Het N-gehalte van de oude organische stof is aangepast zodat het totaal aan organische stof uitkomt op een C/N van 17, waarbij er is uitgegaan van 58% C in de bodem organische stof. Voor Kompas 1 staan ook de waarden vermeld die gebruikt zijn bij de standaard NDICEA instelling (Kompas 1 origineel), en de waarden bij het niet aftoppen van de hoeveelheid organische stof (Kompas 1 niet afgetopt), Beide modelvarianten worden hieronder besproken.

Tabel 3.2. Eigenschappen van de bodem organische stof zoals het in NDICEA gebruikt is.

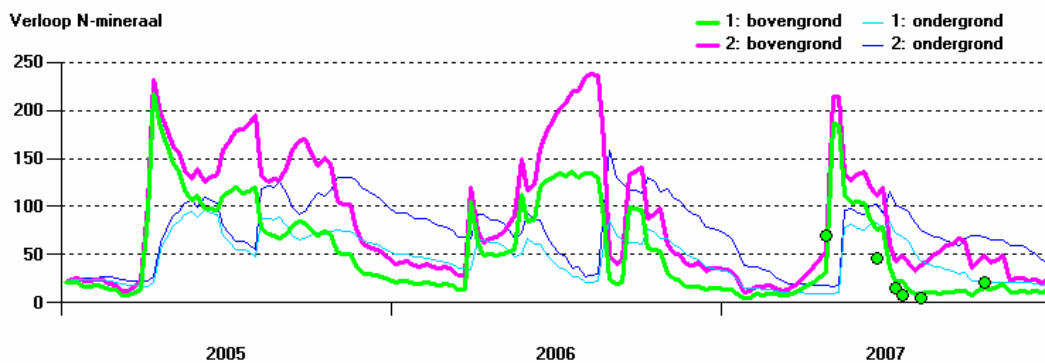
Fracties	Gebruikt in	Hoeveelheid (kg/ha)	N-gehalte (%)	Initial Age
Oud	Kompas 1 t/m 8	454000	3,4	24
Oud	Kompas 1 origineel	76000	5,8	24
Oud	Kompas 1 niet afgetopt	454000	5,8	24
Jong	Kompas 1 t/m 8	6000	5,0	4
Vers	Kompas 1 t/m 8	2000	3,0	1,4

De resultaten van de modellering met de aangepaste bodemwaarden (Kompas 1) zijn vergeleken met die van de originele bodemwaarden (Kompas 1 origineel, tabel 3.2.). Dit is weergegeven in grafiek 3.2. De ligging van de lijnen verschuift slechts een beetje en de metingen (groene punten) komen nog steeds goed overeen met de berekening (roze lijn).



Grafiek 3.2. Vergelijking van het verloop van de N-mineraal tussen aangepaste waarden van de bodem organische stof (Kompas 1, groen en lichtblauw) en originele waarden (Kompas 1 origineel, roze en donkerblauw).

Daarnaast is gekeken wat het gevolg zou zijn van het niet aftoppen van de hoeveelheid bodem organische stof. In dit geval is er in het alternatieve scenario gerekend met 11% organische stof met 5,8% stikstof. De resultaten staan in grafiek 3.3. Bij niet aftoppen liggen de waarden aanzienlijk boven de oorspronkelijke waarden, en ligt het niveau in 2007 aanzienlijk boven de gemeten waarden. De kwantitatieve vergelijking (tabel 3.3) bevestigt het visuele beeld: origineel wijkt nauwelijks af van aangepast, niet afgetopt wijkt wel sterk af van aangepast.



Grafiek 3.3. Vergelijking van het verloop van de N-mineraal tussen aangepaste waarden van de bodem organische stof ((Kompas 1, groen en lichtblauw) en niet-afgetopte gehalte bodem organische stof (Kompas 1 niet afgetopt, paars en donkerblauw).

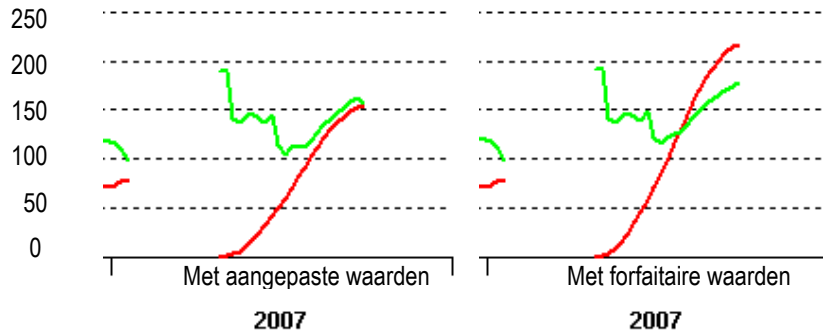
Tabel 3.3. Root Mean Squared Error van drie modelvarianten van Kompas 1.

Variant	RMSE
Kompas 1	21,3
Kompas 1 origineel	21,5
Kompas 1 niet afgetopt	38,6

### 3.2.2 Gewaseigenschappen

In de praktijk wordt er zelden een stikstofanalyse van het geoogste product uitgevoerd. Het model is gevoelig voor stikstofinhoud van het geoogste product. Bij dit proefveld zijn drogestof gehalte en stikstofgehalte niet gemeten. Voor de modellering is gebruik gemaakt van waarden die ontleend zijn aan Jansen (2002). Deze verschillen aanzienlijk

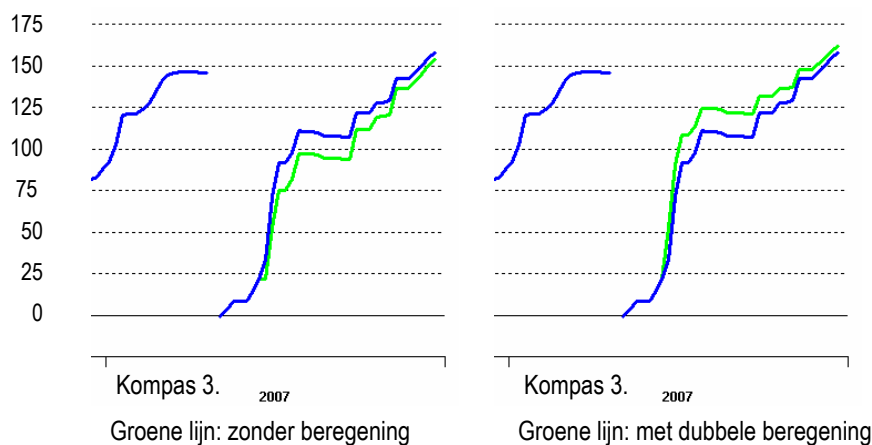
van de waarden voor 'aardappel' in de database van NDICEA, die gebaseerd zijn op consumptieaardappelen. Om de invloed van een onjuiste inschatting van droge stof en N gehalte te kunnen zien zijn de waarden van Jansen als de forfaitaire waarden van NDICEA naast elkaar gezet in grafiek 3.4. In dit geval wordt niet de N-mineraal weergegeven maar de stikstofopname (rode lijn) en de netto beschikbare stikstof (groene lijn). Bij de aangepaste droge stof en stikstof gehalten blijkt er genoeg stikstof beschikbaar te zijn om de opbrengst ook daadwerkelijk te halen. Bij de forfaitaire gehalten is dat niet het geval: de groene lijn duikt onder de rode, en modelmatig is er te weinig stikstof beschikbaar gekomen om de opbrengst en bijbehorende stikstofinhoud te realiseren.



Grafiek 3.4. Kompas 1. Opname (rode lijn) en netto beschikbare stikstof (groene lijn) bij aangepaste droge stof en stikstof gehalte van de geoogste zetmeelaardappelen (links) en bij forfaitaire waarden daarvan (rechts).  
Y-as: kg N/ha

### 3.2.3 Berekening

De hoofdvraag van dit veldexperiment lag niet op het vlak van bemesting maar op dat van berekening. Het verschil tussen wel en niet beregend was dit jaar echter gering: een eenmalige gift op 12 juni van 20 mm.



Grafiek 3.5 Gemodelleerd verlies van stikstof door uitspoeling beneden de doorwortelbare zone (hier 60 cm diep) in kg/ha. Blauwe lijn: cumulatief verlies van Kompas 3 met 20 mm berekening op 12 juni.  
Links, groene lijn: berekende uitspoeling zonder berekening  
Rechts, groene lijn: berekende uitspoeling met 40 mm berekening  
Y-as: kg N/ha



Om zicht te krijgen op de mogelijke invloed van beregening op de beschikbaarheid van stikstof zijn van Kompas 3 twee varianten doorgerekend: zonder beregening en met dubbele beregening (40 mm op 12 juni). De resultaten zijn naast elkaar weergegeven in grafiek 3.5. Volgens de berekening wordt er door de beregening van 20 mm ruwweg 15 kg N verplaatst en onbereikbaar voor het gewas.

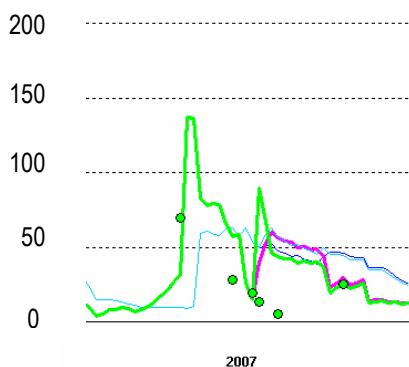


## 4 Discussie

### 4.1 Modelprestatie

De simulatie van beschikbare stikstof komt in het meetjaar 2007 voldoende overeen met de gemeten waarden (n=6 per veldje) in de proefveldjes met eenmalige kunstmestgift. De RMSE van rond 20 kg N/ha is voldoende voor praktijkbeoordelingen. De grootste negatieve bijdrage aan deze RMSE wordt geleverd door de eerste meting van het seizoen, 70 kg N/ha in 0-30 cm, waar het model rond 30 kg N/ha uitkomt. Juist gezien het belang van de bodemvoorraad bij aanvang van de teelt is dit resultaat niet helemaal bevredigend. NDICEA heeft een ingebouwde kalibratiefunctie waarmee gemeten en berekend niveau N-mineraal door verandering van bodemparameters beter op elkaar afgestemd wordt. Toepassing van deze functie (hier niet getoond) geeft een geringe verbetering van het resultaat. Met name het gat bij de eerste meting wordt verkleind: de modellering komt nu uit op 40 kg N/ha in plaats van 30, tegen de gemeten waarde 70. Gezien de relatief geringe bijdrage aan verbetering van het resultaat is deze kalibratie verder niet toegepast.

De proefveldjes met gedeelde N-gift laten alle bij de tweede gift een sterke afwijking zien tussen berekening en metingen. De toegevoerde stikstof komt, tegen verwachting in, niet terug in opgelopen niveaus gemeten N-mineraal, en ook het model veronderstelt dat de gegeven stikstof wel beschikbaar is gekomen. Dit beeld komen we overigens veel vaker tegen. Een van de mogelijke verklaringen zou kunnen zijn dat deze stikstof door oppervlakkige toediening en eventueel opvolgende droogte niet snel beschikbaar zou komen. Dit wordt echter weerlegd door twee tegenargumenten. Ten eerste was het niet droog in de weken na de tweede stikstofgift. Ten tweede hebben we modelmatig de kunstmestgift uitgesmeerd over drie giften, begin juli, half juli en eind juli. Het resultaat staat in grafiek 4.1. De uitgesmeerde kunstmestgift leidt weliswaar tot een wat lager niveau N-mineraal (roze lijn), maar een substantiële verbetering is het niet. Het antwoord blijft dus nog even uit beeld.



Grafiek 4.1. Verloop N-mineraal bij tweede kunstmestgift in één keer (Kompas 2, groene en lichtblauwe lijn) en bij tweede kunstmestgift uitgesmeerd over drie perioden in juli (roze en donkerblauwe lijn).  
Y-as: kg N/ha

### 4.2 Bodemparameters

De bodemparameters lijken goed ingeschat. Zowel bij gebruik van de standaard waarden (Kompas 1 origineel) als bij gebruik van de C/N ratio van de organische stof (Kompas 1) is de modellering voldoende. Bij gebruik van het

originele gehalte organische stof (in dit geval 11%) en de forfaitaire waarde van N-gehalte van de organische stof (in dit geval 5,8%) loopt de modellering ver uit de pas. Deze instelling is niet standaard voor NDICEA. Dit ondersteunt de keuze die bij het model gemaakt is om organische stof gehalte op zandgronden af te toppen. Het verdient derhalve aanbeveling deze aftopping over te nemen onder de DACOM software. Niettemin blijft overeind staan dat alléén een percentage organische stof een zwakke basis is voor een modellering: aanvullende gegevens zoals de C/N ratio zijn zeer wenselijk.

### 4.3 Gewaseigenschappen

Het model is gevoelig voor stikstofopname door het gewas. Het is daarom van belang om het stikstofgehalte bij oogst te meten, en als dat niet gebeurt zo nauwkeurig mogelijk in te schatten. In praktijksituaties wordt zelden de stikstofinhoud van het product gemeten. Dan is het dus zaak de forfaitaire waarden in de gewassendatabase binnen NDICEA goed in te schatten. De in versie NDICEA 5.3.18 aanwezige gewassendatabase bevat wel aardappel (consumptie en pootgoedteelt) maar geen zetmeelaardappel. Gebruik van de forfaitaire waarden zou een slechter modelresultaat hebben opgeleverd dan gebruik van literatuurwaarden speciaal van zetmeelaardappelen. Dat pleit ervoor om zetmeelaardappelen in de lijst van gewassen op te nemen naast consumptieteelt en pootgoedteelt. Meer in het algemeen geldt dit voor een flink aantal gewassen, met name in de groenteteelt, waar per ras verschillende bemestingen worden geadviseerd. Indien van deze teelten ook een redelijk gemiddelde stikstofinhoud in het product bekend is kan deze kennis gebruikt worden in de gewassendatabase van NDICEA, tot op ras-niveau.

### 4.4 Berekening

De waterhuishouding van het model moet de werkelijkheid voldoende beschrijven om zinnige uitspraken over de stikstof te kunnen doen. Tot nu toe is het model vooral getest op N-mineraal metingen en niet op bodemvocht metingen. Hoewel de validering op N-mineraal metingen met succes uitgevoerd is (van der Burgt et al, 2006) kan het zijn dat er onnauwkeurigheden in de waterhuishouding van het model aanwezig zijn. Dat verdient nader bestudering. De simulatievarianten waarbij de uitgevoerde berekening van 20 mm wordt weggelaten of juist verdubbeld laat zien dat dit leidt tot een verplaatsing van stikstof tot buiten de bewortelbare zone in de grootteorde van 15 kg N/ha per 20 mm watergift. Dat kan, afhankelijk van groeistadium en opnamepatroon van stikstof door het gewas, van invloed zijn op groeiverloop en eindopbrengst. Dit kan echter binnen NDICEA niet getest worden omdat het model een target-oriented gewasgroeimodel heeft en niet een stikstofafhankelijk gewasgroeimodel. De uitkomst van deze modelsimulatie ondersteunt wel het belang van een integrale benadering van bemesting en berekening: berekening beïnvloedt de stikstofhuishouding.

## 5 *Conclusies*

- De proefvelden met eenmalige kunstmestgift worden voldoende gemodelleerd, die met gedeelde gift niet. Dit behoeft verdere studie.
- De standaard NDICEA instellingen voor bodem organische stof bij zandgronden is adequaat. Naast meting van het percentage organische stof is een C/N meting echter zeer wenselijk.
- Het gewas zetmeelaardappel met eigen parameters moet toegevoegd worden aan de gewassendatabase van NDICEA.
- Berekening heeft een duidelijke invloed op de stikstofhuishouding. Berekening en bemesting dienen dus in onderlinge samenhang bekeken en uitgevoerd te worden teneinde het resultaat te optimaliseren.
- NDICEA is een betrekkelijk eenvoudig te gebruiken instrument om zicht op de stikstofdynamiek te vergroten



## *Literatuur*

Burgt, G.J.H.M. van der, Oomen, G.J.M., Habets, A.S.J. and Rossing, W.A.H. (2006). **The NDICEA model, a tool to improve nitrogen use efficiency in cropping systems.** Nutrient Cycling in Agroecosystems 74: 275-294

Jansen, D. (2002). **Calibratie van model LINBAL voor zetmeelaardappelen.** Nota 213, Plant Research International, Wageningen UR, pp 39.

Janssen, B.H. (1984). **A simple method for calculating decomposition and accumulation of 'young' soil organic matter.** Plant Soil 76: 297-304

Wallach, D. and Goffinet, B. (1989). **Mean squared error of prediction as a criterion for evaluating and comparing system models.** Ecol. Modell. 44: 209-306

Wijnholds, K.H. (2007). **Irrigatie en bemesting in zetmeelaardappelen.** Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Wageningen UR. pp. 29.





## Bijlage 1: Beschikbare stikstof en stikstofopname van de acht proefvelden

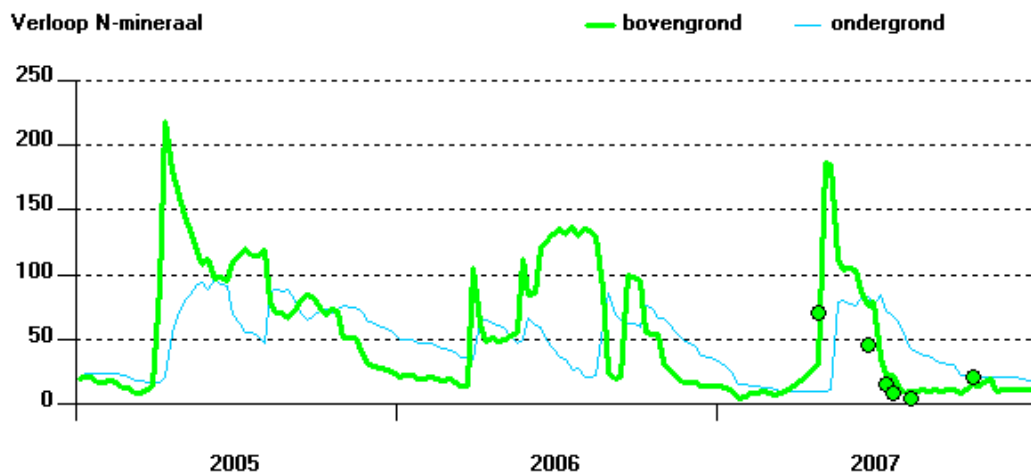
Legenda voor alle grafieken van deze bijlage:

Groene lijn: gesimuleerde hoeveelheid N-mineraal in 0-30 cm.

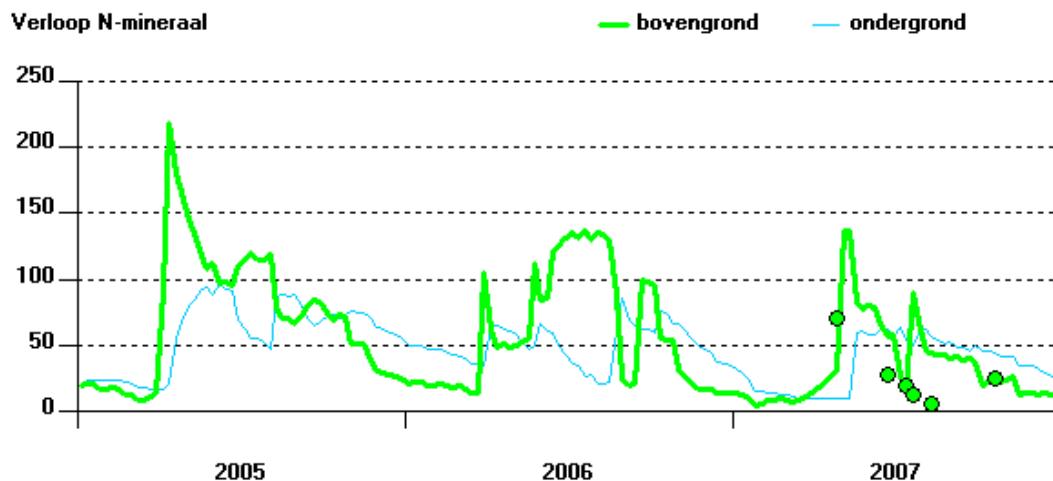
Groene punten: gemeten waarden N-mineraal in 0-30 cm

Lichtblauwe lijn: gesimuleerde hoeveelheid N-mineraal in 30-60 cm.

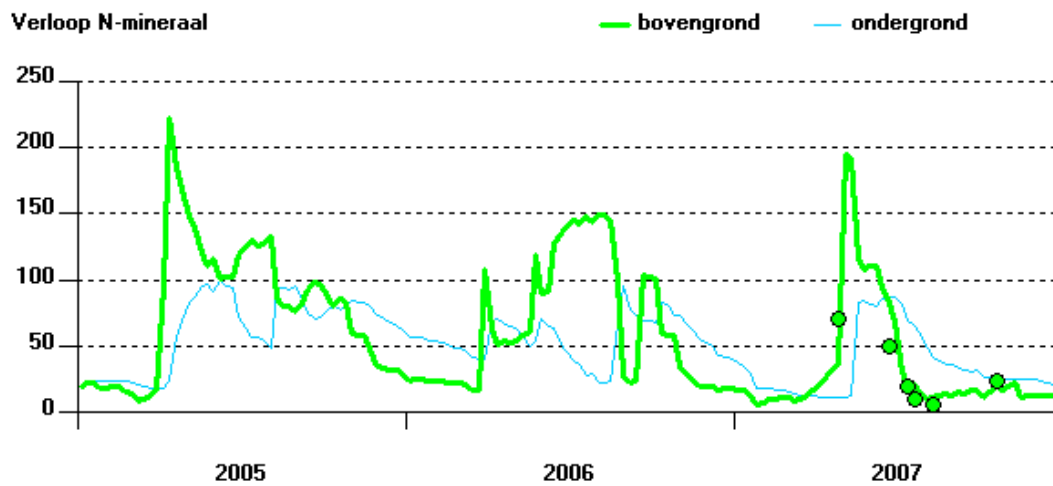
Y=as: kg N/ha



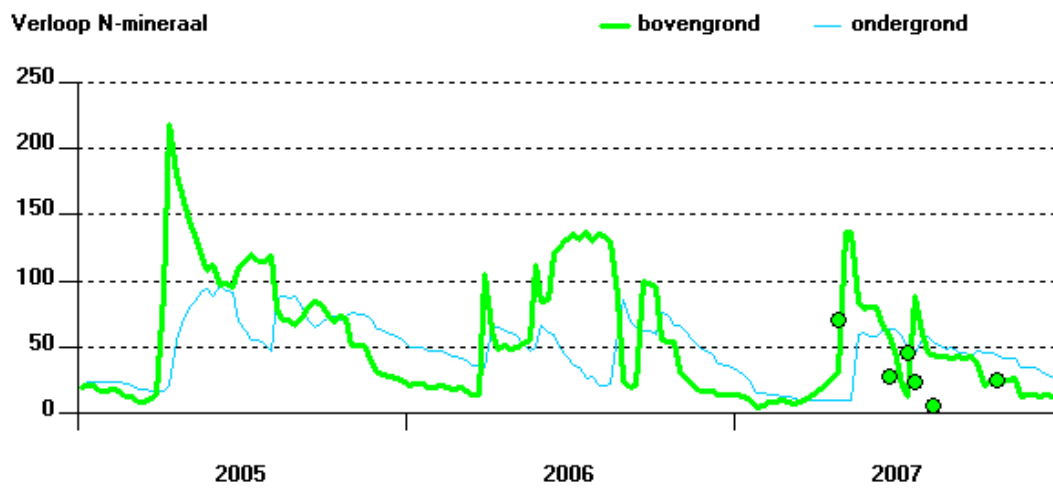
Grafiek 1: Kompas 1 (Festien, 150 kg N ongedeelde gift, niet beregend)



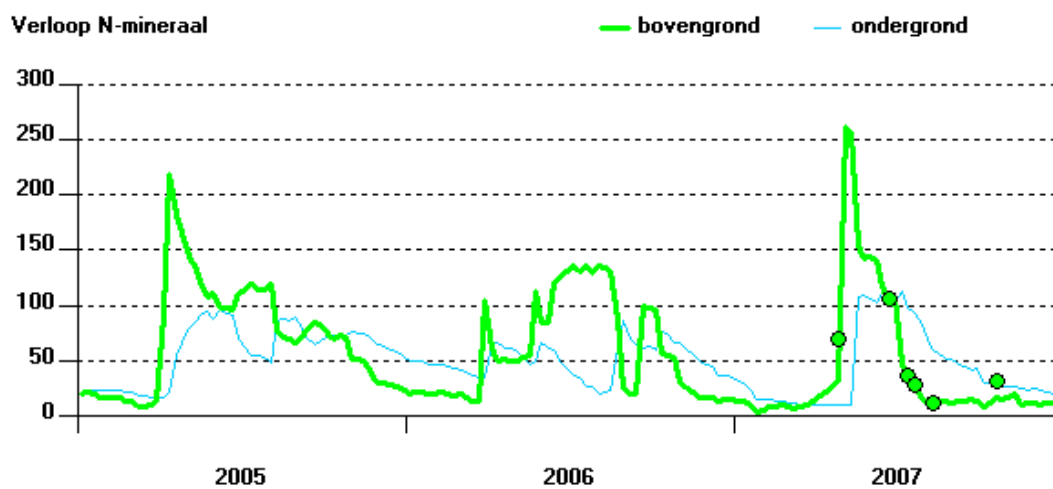
Grafiek 2: Kompas 2 (Festien, 100 + 75 kg N, niet beregend)



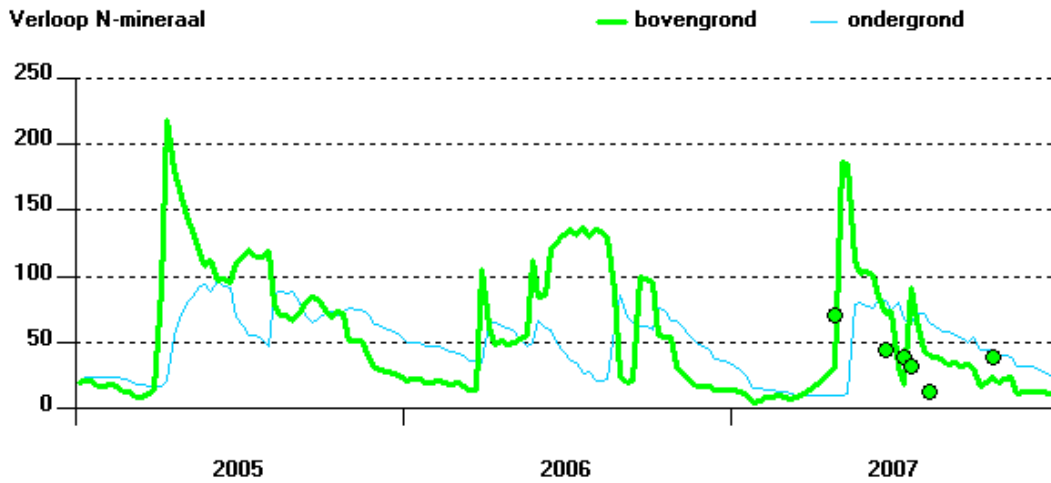
Grafiek 3: Kompas 3 (Festien, 150 kg N ongedeelde gift, 20 mm beregend)



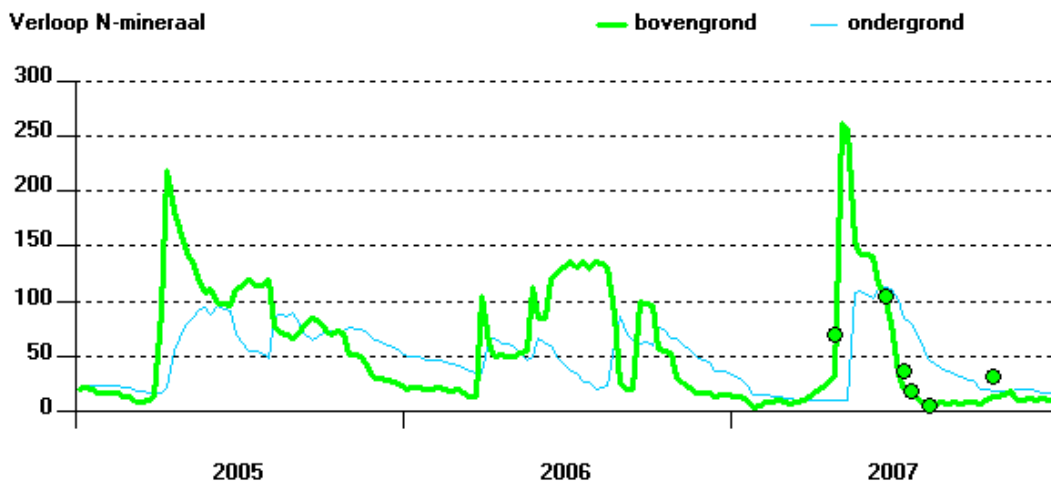
Grafiek 4: Kompas 4 (Festien, 100 + 75 kg N, 20 mm beregend)



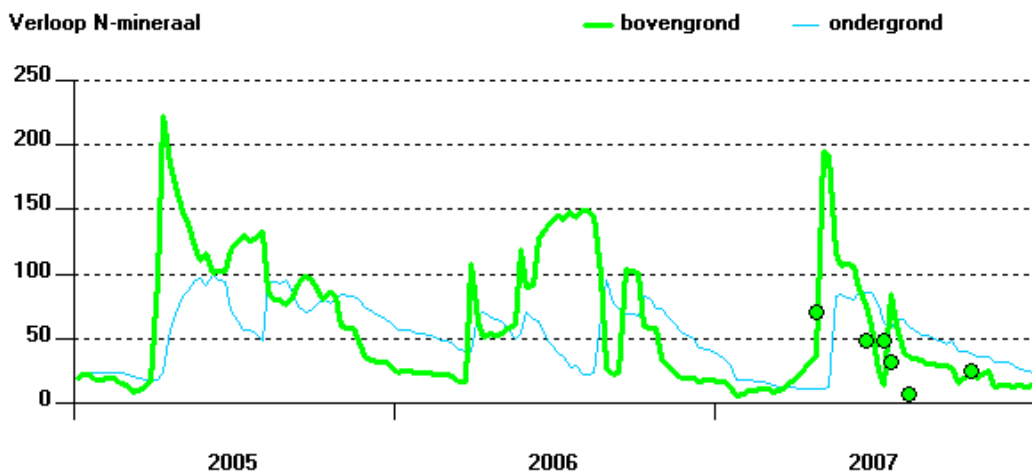
Grafiek 5: Kompas 5. (Seresta, 225 kg N ongedeelde gift, niet beregend)



Grafiek 6. Kompas 6. (Seresta, 150 + 75 kg N, niet beregend)



Grafiek 7. Kompas 7 (Seresta, 225 kg N ongedeelde gift, 20 mm beregend)



Grafiek 8. Kompas 8. (Seresta, 150 + 75 kg N, 20 mm beregend)