

N-bemesting aardappel

Meerjarige onderzoeksresultaten van de stikstofbenutting van vloeibare N-meststoffen in de teelt van aardappelen op locaties in Noordoost- en Zuidoost-Nederland en in de Flevopolder in de jaren 2010 t/m 2012



Productschap Akkerbouw

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een automatisch gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van ALTIC B.V.

ALTIC B.V. stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij het gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Auteurs: Ing. R. Rutgers
 Ing. J.T. Malda

Datum: december 2012

Plaats: Dronten

Opdrachtgever:



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW



MASTERPLAN
MINERALENMANAGEMENT

ALTIC B.V.
Postbus 135
8250 AC Dronten

telefoon: 0321-387980
fax: 0321-387988

e-mail: info@altic.nl
internet: www.altic.nl

Inhoud

Samenvatting	4
Inleiding.....	6
Proefopzet.....	8
Proefveldgegevens	8
Behandelingen.....	10
Waarnemingen/ monstername/ uitvoering	11
Data-analyse	12
Resultaten.....	13
Locatie Flevopolder	13
Locatie Zuidoost Nederland (Vredepeel).....	23
Locatie Noordoost (Rolde)	31
Conclusies per locatie	42
Conclusie vloeibare meststoffen.....	44

Samenvatting

Stikstofverlies door ammoniakvervluchtiging verlaagt de efficiëntie van stikstofmeststoffen. Met name bij vloeibare meststoffen bestaat er een reële kans op verlies van stikstof door vervluchtiging. In de teelt van aardappelen worden vloeibare meststoffen regelmatig als basisbemesting toegepast. De efficiëntie van N-meststoffen is echter een belangrijk criterium bij de meststofkeuze. In opdracht van Productschap Akkerbouw is daarom in 2010 een driejarig onderzoek opgestart om het effect van vloeibare meststoffen (Urean, Ureum en NTS) in de teelt van aardappelen te onderzoeken. Hierbij is tevens het effect van de hoogte van de N-gift (0, 130, 150, 200 en 250 kg/ha N) en het effect van een overbemesting van 50 kg/ha N bij een basisgift van 200 kg/ha N onderzocht. Het onderzoek is uitgevoerd in het zuidoosten van Nederland (Vredepeel), Flevoland (centrale kleigebied) en het noordoostelijk zetmeelgebied (Rolde).

De hoogste opbrengsten werden in zuid- en noordoost Nederland gerealiseerd bij 200 kg N/ha, terwijl in het centrale kleigebied 250 kg N/ha tot de hoogste opbrengst leidde.

Overbemesting van 50 kg/ha N bij een basisbemesting van 200 kg/ha N had gemiddeld genomen over de drie jaren, en op de drie locaties, geen duidelijke verhoging van de opbrengst tot gevolg. De N-recovery (een maatstaf voor de benutting van de toegediende stikstofgift) bleek af te nemen naarmate de stikstofgift werd verhoogd.

Meerjarig effect van Urean

Wat betreft opbrengst (maat 40-op) lijkt Urean (iets) achter te blijven ten opzichte van KAS, NTS en Ureum vloeibaar. Een lagere stikstofafvoer van Urean werd zowel vastgesteld in de Flevopolder als in zuidoost Nederland. Op beide locaties bleek de reductie in N-afvoer zowel het gevolg van een lagere opbrengst als een lager N-gehalte. Dit beeld staat in contrast met de prestaties van Urean in noordoost Nederland waarbij de gemiddelde stikstofafvoer omstreeks het niveau lag van KAS.

In de Flevopolder bleek het (negatieve) opbrengsteffect mee te vallen. De lagere N-afvoer in de Flevopolder werd vooral veroorzaakt door een lager N-gehalte. Urean resulteerde in zuidoost Nederland echter wel tot een opbrengstvermindering en ook een lager N-gehalte.

Op zowel opbrengst als N-afvoer leidde 150 kg N/ha met Urean tot een vergelijkbaar (Flevoland en Rolde) tot slechter (Vredepeel) resultaat als 130 kg N/ha uit KAS. Hierdoor ligt op alle locaties de N-recovery van Urean meerjarig lager dan bij KAS.

Meerjarig effect van NTS

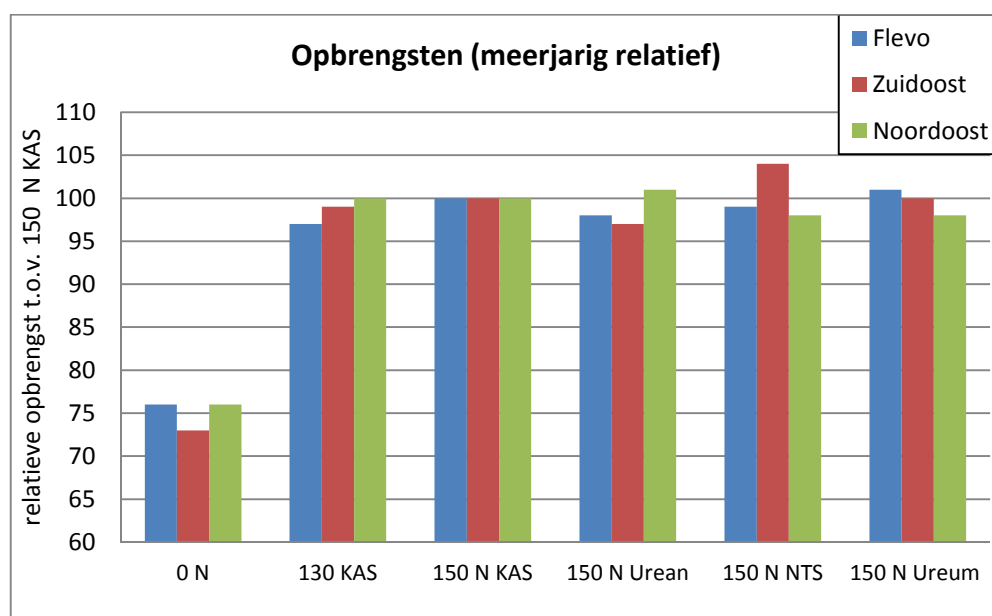
NTS (150 kg N/ha) leidde tot een vergelijkbare opbrengst en N-afvoer als 150 kg N/ha met KAS en leidde tot een vrijwel gelijke N-recovery. Alleen bij zetmeelaardappelen in Rolde leidde NTS in 2010 tot een verlaging van het uitbetalingsgewicht in vergeleking met KAS. In Rolde (zetmeelaardappelen) leek de N-afvoer en N-recovery van NTS meerjarig lager dan van KAS (niet significant).

Meerjarig effect van Ureum vloeibaar

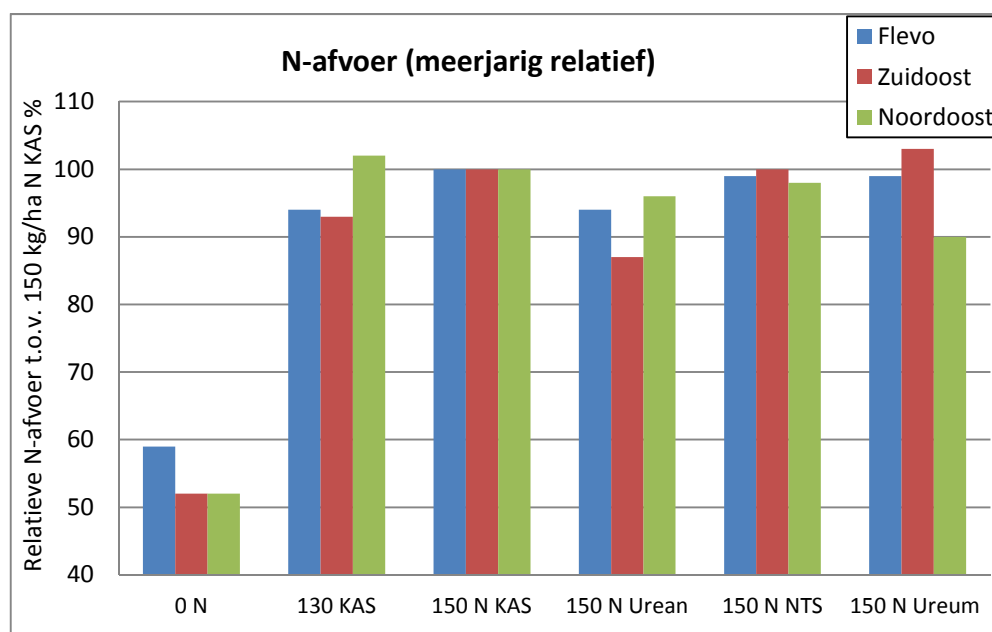
Gemiddeld over drie jaar presteert vloeibare Ureum in Flevoland en Vredepeel wat betreft opbrengst gelijkwaardig aan KAS. In het onderzoek bleek echter ook dat Ureum vloeibaar in zowel Flevoland, Rolde, als Vredepeel een minder consequent beeld gaf in de verschillende jaren qua opbrengst. Wat betreft N-afvoer en N-recovery is het beeld voor vloeibare Ureum vergelijkbaar

aan de opbrengst. Ureum had een wisselend effect op opbrengst ten opzichte van KAS. Het ene jaar presteerde Ureum beter dan KAS en het andere jaar minder. Bij zetmeelaardappelen in Rolde leidde vloeibare Ureum tot een significant lagere N-afvoer dan KAS, waardoor ook de N-recovery voor vloeibare Ureum bij zetmeelaardappelen lager is dan van KAS.

In figuur 1 is het effect van de vloeibare meststoffen op de relatieve opbrengst in de maat 40/- weergegeven. Voor zetmeelaardappelen is de relatieve zetmeelopbrengst weergegeven. In figuur 2 is de N-afvoer met de geogste knollen weergegeven.



Figuur 1. Het effect van de N-meststof op de relatieve opbrengst in de maat 40/- of de zetmeelopbrengst



Figuur 2. Het effect van de N-meststof op de relatieve N-afvoer met de geogste knollen

Inleiding

In opdracht van het Productschap Akkerbouw is door ALTIC een driejarig bemestingsonderzoek (2010-2012) uitgevoerd naar de werking van vloeibare N-meststoffen in de teelt van aardappelen.

Het onderzoek is uitgevoerd op drie verschillende locaties, te weten het Zuidoostelijk zandgebied, het centrale kleigebied en regio zand-dal. In dit verslag zullen de meerjarige resultaten per proeflocatie worden beschreven.

Aanleiding voor de uitgeschreven kavel door het PA was ondermeer onduidelijkheid onder telers over de werking en efficiëntie van vloeibare N-meststoffen als basisbemesting in de teelt van aardappelen. Een gebrek aan kennis en ervaring op dit vlak kan onnodig opbrengstverlies of te hoge meststofgiften tot gevolg hebben.

Bij het toepassen van meststoffen die stikstof in de vorm van Ureum of ammonium bevatten bestaat namelijk het risico op ammoniakverliezen. Stikstofverlies door ammoniumvervluchtiging verlaagt de efficiëntie van een stikstofmeststof. Omdat de samenstelling van de verschillende meststoffen uiteenloopt, varieert ook het risico op verliezen door vervluchtiging.

Naast de samenstelling van de N-meststof, speelt ook de grondsoort een rol bij het optreden van N-verliezen. Op gronden met een pH-waarde van 7 of hoger neemt de kans op ammoniakvervluchtiging snel toe. Verder speelt de bodemvochtigheid en de verdeelgraad van de meststof een rol bij het optreden van N-verliezen. Om vervluchtiging te beperken, is het van groot belang om N-meststoffen met een hoog aandeel aan ammonium of Ureum direct na toediening in te werken. In dit onderzoek zijn de meststoffen (aan de basis) uiterlijk op maximaal enkele uren na toediening ingewerkt (door deze in te spitten, door de ruggen op te frezen of aan te aarden).

De vloeibare N-meststoffen in dit onderzoek (Urean, Ureum vloeibaar en NTS) zijn vergeleken met Kalkammonsalpeter (KAS). In Nederland is KAS de meest gebruikte N-meststof. KAS bevat 27% N, waarvan 13.5% als ammonium- en 13.5% als nitraatstikstof. Urean is een vloeibare N-meststof met 30% stikstof, waarvan 15% Ureum-, 8% ammonium- en 7% in de vorm nitraatstikstof.

NTS bestaat uit Urean waaraan de meststof ammoniumthiosulfaat (ATS) is toegevoegd. Vanwege de toevoeging van ATS wordt het bodemleven geremd dat verantwoordelijk is voor de omzetting van Ureum in ammoniumstikstof en van ammonium in nitraatstikstof. De omzetting van Ureum naar ammonium heeft een pH-verhoging tot gevolg. Door het toevoegen van een remmer (zoals de werking van ATS) wordt deze pH-verhoging minder, waardoor verliezen in theorie afnemen. In vergelijking tot Urean zou NTS daarom een stabielere en efficiëntere meststof zijn, die minder gevoelig is voor verliezen. NTS bevat 27% stikstof waarvan 13% in de vorm van Ureumstikstof, 8% ammoniumstikstof en 6% nitraatstikstof. De laatste getoetste N-meststof is Ureum vloeibaar met een N-gehalte van 18.4% (volledig in Ureumvorm).

Om het effect van de hoogte van de N-gift vast te stellen is in iedere proef een N-trap aangelegd met 0, 130, 150 en 200 kg N/ha aan de basis. Op de locaties Vredepeel (Zuidoost Nederland) en Rolde (Noordoostelijk zand-dalgebied) is de N-trap uitgebreid met een object met 250 kg N/ha als basisbemesting. Daarnaast is de meerwaarde van een overbemesting (50 kg N/ha) kort voor het sluiten van het gewas onderzocht.

De meststofvergelijking tussen KAS, Urean, NTS en Ureum vlb. is aangelegd bij een N-gift van 150 kg N/ha. Op wens van Yara is een referentieobject met 130 kg N/ha aangelegd waarmee een mogelijk iets lagere efficiëntie van de vloeibare N-meststoffen kan worden vastgesteld.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Productschap Akkerbouw met participatie van Cebeco Meststoffen en Yara.

Proefopzet

Proefveldgegevens

Het N-bemestingsonderzoek is gedurende de jaren 2010 t/m 2012 uitgevoerd op drie verschillende bodemtypen. In totaal zijn negen proeven aangelegd verdeeld over drie proeflocaties. Deze locaties zijn de Flevopolder (kleigrond), het Noordelijke zand-dal gebied (zandgrond) en Zuidoost Nederland (zandgrond). Alle proeven zijn aangelegd in de vorm van gewarde blokkenproeven met vier herhalingen.

Voor aanvang van de proeven is gezocht naar percelen met een bodemvruchtbaarheid die representatief is voor de specifieke teeltgebieden. Met behulp van Algemeen Bouwlandanalyses zijn de bodemparameters vastgesteld van de percelen. Om de proef optimaal te bemesten, zijn daarnaast tevens Spurway-bodemanalyses uitgevoerd waarmee de beschikbaarheid van nutriënten is vastgesteld.

De Spurway-bodemanalyses bij aanvang zijn gebruikt bij het bepalen van de hoogte van de kali- en fosfaatgift. Indien uit de Spurway-bodemanalyse bleek dat de beschikbaarheid van magnesium laag was, is deze op niveau gebracht door het toepassen van Patentkali in plaats van K_2SO_4 . In de tabellen 1 t/m 3 zijn per proeflocatie enkele algemene bodemparameters en de beschikbaarheid van fosfor, kalium en magnesium weergegeven. Het onderzoek in consumptieaardappelen (Flevoland) is uitgevoerd in het ras Agria.

Tabel 1. Bodemparameters en algemene gegevens proeflocatie Flevopolder

parameter	eenheid	2010	2011	2012
ras		Agria	Agria	Agria
NLV	kg N/ha per jaar	89	93	78
Pw	mg P_2O_5 /l	55	45	46
P-AL	mg P_2O_5 /100 gr.	29	59	55
P-Spurway	kg P 10 cm steekdiepte	1.4	2.7	1.8
K-getal	berekend	21	25	28
Magnesium	mg Mg/kg	67	64	40
organische stof	%	3.0	2.9	2.6
Koolzure kalk	% $CaCO_3$	6.7	6.3	4.1
afslibbaar	%	54	43	31
lutum	%	36.2	28.8	20.8
C/N		10.6	9.6	11.4
pH (pH KCl)		7.5	7.3	7.4

Uit tabel 1 blijkt dat de proeflocaties in de Flevopolder een afslibbaarheid hadden variërend tussen 31 en 54%. Het koolzure kalk gehalte (% $CaCO_3$) op deze percelen liep uiteen van 4.1 tot 6.7%. De pH-waarde (pH-KCl) van de percelen varieerde tussen 7.3 en 7.5.

Het onderzoek in Zuidoost Nederland is uitgevoerd in het ras Fontane (consumptie). De bodemparameters zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Bodemkarakteristieken proeflocatie Zuidoost Nederland (Vredepeel)

parameter	eenheid	2010	2011	2012
ras		Fontane	Fontane	Fontane
NLV	kg N/ha per jaar	94	184	151
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	90	92	53
P-AL	mg P ₂ O ₅ /100 gr.	72	69	61
P-Spurway	kg P 10 cm steekdiepte	28	24	25
K-getal	berekend	14	12	23
Magnesium	mg Mg/kg	73	110	100
organische stof	%	3.3	4.5	2.9
C/N		15.1	10.0	8.0
pH (pH-KCl)		5.5	5.8	5.4

Uit tabel 2 blijkt dat het onderzoek in Zuidoost Nederland (regio Vredepeel) is uitgevoerd op percelen met een organische stofpercentage uiteenlopend van 2.9 tot 4.5%. De pH-waarde (pH-KCl) varieerde tussen 5.4 en 5.8.

In het zand-dalgebied in de regio Noordoost Nederland rond Rolde worden vooral zetmeelaardappelen geteeld. Het onderzoek is uitgevoerd in het zetmeelras Seresta. De algemene bodemkarakteristieken van de proef in Rolde zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. Bodemkarakteristieken proeflocatie Noordoost Nederland (Rolde)

parameter	eenheid	2010	2011	2012
ras		Seresta	Seresta	Seresta
NLV	kg N/ha per jaar	94	188	196
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	36	27	40
P-AL	mg P ₂ O ₅ /100 gr.	39	55	45
P-Spurway	kg P 10 cm steekdiepte	5.6	1.4	4.1
K-getal	berekend	13	11	11
Magnesium	mg Mg/kg	45	38	43
organische stof	%	3.9	4.6	4.3
C/N		17.9	10.0	8.9
pH (pH-KCl)		5.0	5.0	4.9

Uit tabel 3 blijkt dat het onderzoek in de regio Noordoost Nederland (zand-dal) is uitgevoerd op percelen met een organisch stof gehalte variërend tussen 3.9 en 4.6%, met een pH-KCl van ongeveer 5.

Behandelingen

Alle proeven zijn aangelegd als gewarde blokkenproeven waarbij de behandelingen in vier herhalingen zijn aangelegd. In tabel 4 is een overzicht met de verschillende behandelingen weergegeven.

Tabel 4. Behandelingenoverzicht

code	basisbemesting		overbemesting	
	N-gift	meststof	N-gift	meststof
A	0	-	-	-
B	130	KAS	-	-
C	150	KAS	-	-
D	200	KAS	-	-
E*	250	KAS	-	-
F	200	KAS	50	KAS
G	150	Urean	-	-
H	150	NTS	-	-
J	150	Ureum (vlb)	-	-

*Deze behandeling is niet aangelegd in de proeven in Zuidoost Nederland

De in tabel 4 vermelde behandelingen vormen een vergelijking om het effect van de hoogte van de N-gift te toetsen. Daarnaast is een vergelijking aangelegd tussen KAS (korrelvormig) en de vloeibare N-meststoffen Urean, NTS en Ureum. De vloeibare meststoffen zijn verspoten met een proefveldspuit.

Om een ras-effect uit te sluiten, is ieder jaar per proeflocatie hetzelfde ras getoetst (Flevopolder; Agria, Zuidoost Nederland; Fontane en Noordoost Nederland; Seresta). Omdat N-meststoffen met een aandeel aan ammonium of Ureum gevoelig zijn voor verliezen, zijn deze meststoffen (aan de basis) uiterlijk binnen enkele uren na het toedienen ingewerkt.

De meststoffen op de proeflocaties in de Flevopolder zijn kort voor het frezen van de ruggen toegediend. De N-meststoffen op proeflocatie Vredepeel zijn kort voor het poten toegediend en ingewerkt, terwijl de meststoffen in Noordoost Nederland zijn ingespit met de hoofdgrondbewerking.



Foto 1. Toepassen van vloeibare meststoffen met de proefveldspuit

Om te verduidelijken welke objecten onderling vergeleken kunnen worden, is tabel 4 opgesplitst in de tabellen 5 en 6.

Tabel 5. Het effect van de hoogte van de N-gift en het effect van een bijbemesting met 50 kg N/ha in het seizoen

code	basisbemesting		overbemesting	
	N-gift	meststof	N-gift	meststof
A	0	-	-	-
B	130	KAS	-	-
C	150	KAS	-	-
D	200	KAS	-	-
E	250	KAS	-	-
F	200	KAS	50	KAS

De objecten A t/m E vormen een N-trap waarmee het effect van 0, 130, 150, 200 en 250 kg N/ha aan de basis kan worden vastgesteld. Bij object F is aan de basis een N-gift van 200 kg/ha toegediend terwijl kort voor het aanaarden/frezen een overbemesting van 50 kg N/ha is toegediend.

Tabel 6. Het effect van Urean, NTS en Ureum vloeibaar in vergelijking tot KAS

code	basisbemesting	
	N-gift	meststof
A	0	-
B	130	KAS
C	150	KAS
G	150	Urean
H	150	NTS
J	150	Ureum

Met een vergelijking tussen object C en de objecten G t/m J ontstaat een meststofvergelijking. Hiermee kan het effect van de korrelvormige KAS ten opzichte van Urean, NTS en Ureum worden vastgesteld.

Het referentieobject met 130 kg N/ha is aangelegd op verzoek van Yara en dient om een (mogelijk) iets lagere N-efficiëntie van vloeibare N-meststoffen te toetsen. Deze vraag vanuit Yara was realistisch omdat ook eerder onderzoek reeds aanwijzingen gaf in deze richting.

Waarnemingen/ monsternamen/ uitvoering

De bemesting van de proef en de verzorging van het gewas zijn uitgevoerd conform praktijk. Gedurende het seizoen is een standcijfer gegeven voor de gewasstand.

In het seizoen is met behulp van aardappelmonitoring de ontwikkeling van bovengrondse gewasdelen gevolgd. Twee weken na opkomst is begonnen met het plukken van aardappelbladsteeltjes waarna het nitraatgehalte in het plantsap is gemeten. De plantsapmetingen zijn in totaal vier maal uitgevoerd met een interval van 2 weken.

Bij het sorteren is van de zetmeelproeven is de totaalopbrengst en het OWG vastgesteld. Op basis hiervan is het uitbetalingsgewicht, het percentage zetmeel en de zetmeelopbrengst berekend.

Van de proeven met consumptie-aardappelen (in de Flevopolder en in Zuidoost-Nederland) is zowel de opbrengst als het aantal knollen in de maten <40, 40-50, 50-60, 60-70 en > 70 mm vastgesteld.

Bij de oogst is uit ieder veldje een monster genomen waarvan de minerale samenstelling van de drogestof is bepaald. Deze minerale samenstelling is gebruikt om (in combinatie met het drogestofpercentage en de totaalopbrengst) de nutriëntenafvoer met het geogoste product te berekenen.

Data-analyse

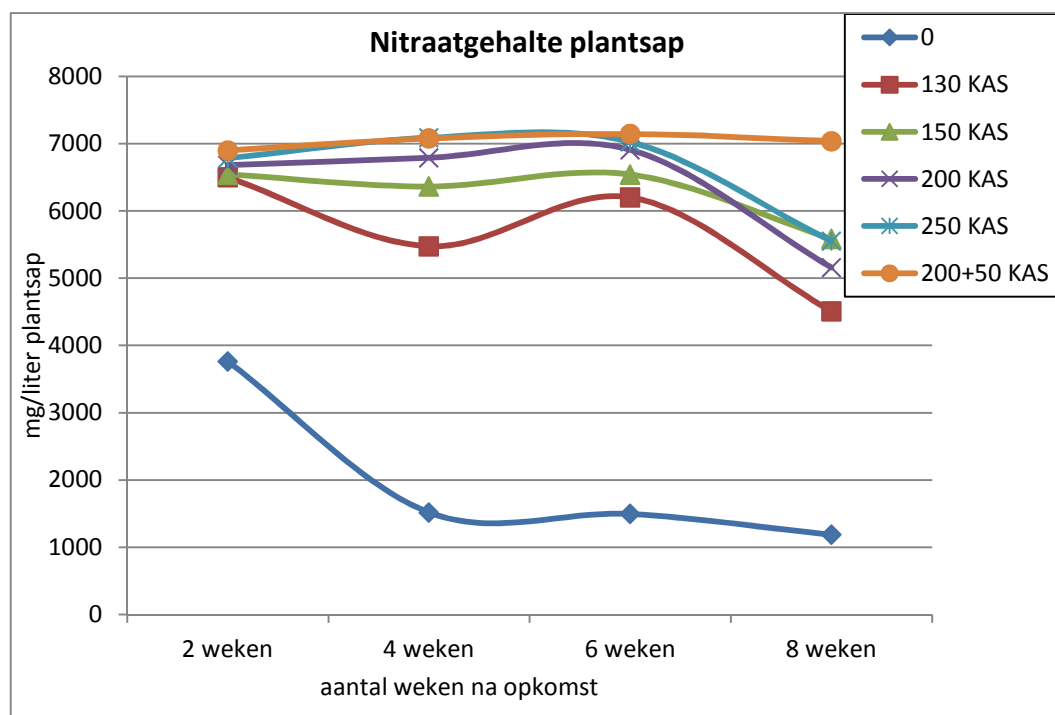
De dataverwerking is uitgevoerd met behulp van een variantie-analyse. De meerjarige dataset is geanalyseerd met een two-way ANOVA met behandeling en jaar als factor. Er is gewerkt met een betrouwbaarheid van 95% ($\alpha = 0.05$). De Lsd (Least significant difference) geeft het kleinst betrouwbare verschil aan. Indien het verschil tussen twee getallen groter is dan de Lsd, is het verschil betrouwbaar. Voor de duidelijkheid is dit in de tabel weergegeven met letters. Wordt een behandeling gekwalificeerd met a en de andere met b dan is er sprake van een significant verschil, echter verschillen tussen a en ab zijn niet significant. De p-waarde die onder de tabel vermeld is geeft de significantie aan, hoe kleiner dit getal is hoe groter de significantie. De afkorting "n.s." die soms in de tabel gebruikt wordt betekent "niet significant".

Resultaten

In dit hoofdstuk worden de meerjarige resultaten per proeflocatie behandeld.

Locatie Flevopolder: Het effect van de hoogte van de N-gift

In het groeiseizoen is de ontwikkeling van bovengrondse gewasdelen gevolgd met aardappelmonitoring. Daarom zijn op vier tijdstippen, vanaf twee weken na opkomst en met een interval van twee weken, aardappelbladsteeltjes geplukt. Met behulp van een plantsapanalyse is de minerale samenstelling van het plantsap in de bladsteeltjes vastgesteld. In figuur 3 is het nitraatgehalte in het plantsap weergegeven (gemiddelde van drie jaar onderzoek).



Figuur 3. Het meerjarig gemiddeld nitraatgehalte in het plantsap (3 proeven)

Uit figuur 3 blijkt dat het nitraatgehalte in het plantsap bij het onbemeste object gedurende het gehele seizoen achter bleef. Iedere verhoging van de N-gift aan de basis kon duidelijk worden afgeleid aan de hand van een hoger nitraatgehalte in het plantsap.

Het toepassen van een overbesteding in het seizoen als aanvulling op een basisgift van 200 kg/ha leidde tot een stabilisatie van het hoge nitraatgehalte op het laatste meetmoment.

Na de oogst zijn de aardappelen gesorteerd in de maten <40, 40-50, 50-60, 60-70 en >70 mm. Hierbij is zowel het gewicht als het aantal knollen per sorteermaat vastgesteld. De resultaten hiervan zijn weergegeven in de tabellen 7 (totaalopbrengst), 8 (opbrengst in de maat 40-op) en tabel 9 (het totale aantal knollen).

Tabel 7. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op de totaalopbrengst

code	basisbemesting		opbrengst (ton/ha)				relatief (% t.o.v. nulobject)	
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gem.	driejarig	tweejarig
A	0	KAS	43.6 a	46.5 a	46.4 a	45.5 a	100 a	100
B	130	KAS	55.9 b	58.8 b	59.8 b	58.2 b	128 b	127
C	150	KAS	54.8 b	62.1 bc	62.2 b	59.7 b	131 b	130
D	200	KAS	57.6 bc	66.1 d	66.1 c	63.3 c	139 c	137
E	250	KAS	59.3 c	65.7 cd	67.2 c	64.1 c	141 c	139
F	200+50*	KAS	57.4 bc	66.8 d	¹	²	²	138 ³
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
		lsd	2.8	3.8	3.7	2.6		

P jaar = <0.001, LSD jaar = 1.6; P Jaar*behandeling = ns

¹niet uitgevoerd; ²uitgesloten van de meerjarige statistische analyse ³waarde gebaseerd op 2-jarig onderzoek van 2010 en 2011

Uit tabel 7 blijkt dat iedere verhoging van de N-gift tussen 0 en 200 kg/ha in de individuele jaren leidde tot verhogingen van de totaalopbrengst. In 2011 werd bij 200 kg N/ha de maximale opbrengst behaald terwijl de totaalopbrengst in 2010 en 2012 iets door steeg bij het verhogen van de N-gift van 200 naar 250 kg N/ha. Het uitvoeren van een overbemesting van 50 kg N/ha als aanvulling op een basisgift van 200 kg N/ha gedurende het groeiseizoen is enkel in de jaren 2010 en 2011 getoetst. In beide jaren leidde het toepassen van een overbemesting niet tot significante effecten op de totaalopbrengst.

De meerjarige dataset geeft een aanzienlijk groter onderscheidend vermogen (met een lagere lsd tot gevolg) dan mogelijk was in de individuele jaren. Het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 en van 130 naar 200 kg N/ha leidde tot significante verhogingen van de totaalopbrengst van het meerjarige gemiddelde.

Omdat het object met een overbemesting niet in 2012 is aangelegd, kan deze niet worden meegenomen in de meerjarige data-analyse. Om een beeld te krijgen van het effect van een overbemesting in het seizoen, dient de relatieve opbrengst (kolom 2-jarig) in de getoetste jaren vergeleken te worden.

Tabel 8. Het effect van de hoogte van de N-gift op de opbrengst in de maat 40-op

code	basisbemesting		opbrengst 40-op (ton/ha)				relatief (% t.o.v. nulobject)	
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gemiddeld	driejarig	tweejarig
A	0	KAS	40.5 a	45.7 a	40.9 a	42.4 a	100	100
B	130	KAS	53.2 b	58.2 b	56.3 b	55.9 b	132	129
C	150	KAS	52.3 b	61.2 b	59.0 bc	57.5 b	136	132
D	200	KAS	55.2 bc	65.5 c	62.8 cd	61.2 c	144	140
E	250	KAS	56.6 c	65.2 c	64.1 d	62.0 c	146	141
F	200+50	KAS	54.8 bc	66.0 c	¹	²		140 ³
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
		lsd	2.9	3.8	3.9	2.7		

P jaar = <0.001, LSD jaar = 1.6; P Jaar*behandeling = ns

¹niet uitgevoerd; ²uitgesloten van de meerjarige statistische analyse ³waarde gebaseerd op 2-jarig onderzoek van 2010 en 2011

Uit tabel 8 blijkt dat in de jaren 2010 en 2012 de opbrengst bleef doorstijgen tot 250 kg N/ha. In 2011 werd bij een N-gift van 200 kg N/ha de maximale opbrengst behaald. Ondanks dat de opbrengst in 2010 en 2012 bleef doorstijgen, lijkt deze stijging af te nemen naarmate een hogere N-gift is toegediend. Bij het verhogen van de N-gift van 200 naar 250 kg/ha mag vanwege het geringe opbrengsteffect, echter in geen van de jaren gesproken worden over significante effecten.

In 2012 is het object met een overbemesting niet bemest. Conclusies bij dit object zijn daarom gebaseerd op twee jaar onderzoek. In zowel 2010 als 2011 was er geen duidelijk effect op de opbrengst.

De meerjarige dataset kent een groter onderscheidend vermogen met een lagere Lsd-waarde tot gevolg. Uit het meerjarige gemiddelde blijkt dat met het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 en van 130 naar 200 kg/ha de opbrengst in de maat 40-op significant toenam.

Tabel 9. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op het totale aantal knollen per hectare

code	basisbemesting		totaal knolaantal (x1000/ha)				relatief (% t.o.v. nulobject)	
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gemiddeld	driejarig	tweejarig
A	0	KAS	464 a	275	559	433 a	100	100
B	130	KAS	489 ab	262	578	443 ab	102	102
C	150	KAS	511 b	281	588	460 bc	106	107
D	200	KAS	527 bc	279	599	468 c	108	109
E	250	KAS	543 c	281	589	471 c	109	112
F	200+50	KAS	539 c	286	¹	²	²	112 ³
		p	0.015	ns	ns	0.011		
		lsd	42.4			21.1		

P jaar = <0.001, LSD jaar = 13; P Jaar*behandeling = ns

¹niet uitgevoerd; ²uitgesloten van de meerjarige statistische analyse ³waarde gebaseerd op 2-jarig onderzoek van 2010 en 2011

Uit tabel 9 blijkt dat er alleen in 2010 een significant effect van de hoogte van de N-gift op het totale aantal knollen werd vastgesteld. In dit jaar leidde het verhogen van de N-gift van 0 naar 150 en van 150 naar 250 kg N/ha tot significante verhogingen van het totaal aantal knollen.

In de jaren 2011 en 2012 werd geen effect van de hoogte van de N-gift op het aantal knollen vastgesteld.

Uit de meerjarige data-analyse blijkt dat er in totaal meer knollen werden geoogst bij het verhogen van de N-gift. Bij een verhoging van 0 naar 200 kg N/ha was deze verhoging significant.

Bij de oogst is uit ieder veldje een monster genomen waarvan het onderwatergewicht (OWG) is bepaald. Daarnaast is van hetzelfde monster de minerale samenstelling van de drogestof bepaald. Het OWG is weergegeven in tabel 10 en het N-gehalte in de drogestof is gepresenteerd in tabel 11.

Tabel 10. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op het onderwatergewicht

code	basisbemesting		OWG (g/5050gr)				relatief (% t.o.v. nulobject)	
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gem.	driejarig	tweejarig
A	0	KAS	443 d	420 c	394	419 d	100	100
B	130	KAS	403 c	374 b	388	389 c	93	90
C	150	KAS	395 bc	369 b	391	385 bc	92	89
D	200	KAS	391 bc	345 a	390	376 ab	90	85
E	250	KAS	382 ab	356 ab	384	374 a	89	85
F	200+50	KAS	373 a	353 ab	¹	²		84 ³
		p	<0.001	<0.001	ns	<0.001		
		lsd	13.5	21.5		10.3		

P jaar = <0.001, LSD jaar = 6.3; P Jaar*behandeling = <0.001, lsd jaar*behandeling= 17.8
¹niet uitgevoerd; ² uitgesloten van de meerjarige statistische analyse ³waarde gebaseerd op 2-jarig onderzoek van 2010 en 2011

Uit tabel 10 blijkt dat er in 2010 en 2011 significante effecten op het OWG zijn vastgesteld. In beide jaren nam het OWG af naarmate meer stikstof aan de basis werd toegediend. Dit effect werd in tegenstelling tot voorgaande jaren niet significant vastgesteld in 2012. Hierdoor is er sprake van een interactie-effect tussen de hoogte van de N-gift en jaar.

Uit de kolom met het gemiddelde OWG blijkt dat deze significant afneemt met het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 en van 130 naar 250 kg N/ha.

Tabel 11. Het effect van de hoogte van de N-gift en het toedienen van een overbemesting in het seizoen op het N-gehalte in de drogestof

code	basisbemesting		N (g/kg ds)				relatief (% t.o.v. nulobject)	
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gem.	driejarig	tweejarig
A	0	KAS	9.5 a	9.5 a	11.2 a	10.1 a	100	100
B	130	KAS	12.5 b	13.8 b	13.8 b	13.4 b	133	138
C	150	KAS	12.9 b	15.0 bc	14.5 b	14.1 c	141	147
D	200	KAS	13.5 b	16.6 cd	14.4 b	14.8 d	148	159
E	250	KAS	14.8 c	17.0 d	14.7 b	15.5 d	154	168
F	200+50	KAS	15.0 c	15.9 cd	¹	²		162 ³
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
		lsd	1.0	1.6	0.9	0.7		

P jaar = <0.001, LSD jaar = 0.4; P Jaar*behandeling = <0.002, lsd jaar*behandeling= 1.2
¹niet uitgevoerd; ² uitgesloten van de meerjarige statistische analyse ³waarde gebaseerd op 2-jarig onderzoek van 2010 en 2011

Uit tabel 11 blijkt dat in alle drie jaren van onderzoek het N-gehalte in de drogestof toeneemt naarmate meer stikstof aan de basis werd toegediend. Opvallend is echter het verschil in respons van de N-gift tussen de verschillende jaren. In 2012 is het effect van de N-gift op het N-gehalte beduidend kleiner dan in de overige twee jaren en neemt deze met het verder verhogen van de N-gift vanaf 130 kg N/ha niet nogmaals significant toe.

Bij het meerjarige gemiddelde werd een significante verhoging van het N-gehalte vastgesteld bij het verhogen van de N-gift van 0 naar 130, van 130 naar 150 en van 150 naar 200 kg/ha.

Met het verhogen van de N-gift van 200 naar 250 kg N/ha steeg het N-gehalte verder (neigend naar significantie).

De afvoer aan nutriënten is uitgerekend met behulp van de totaalopbrengst, het drogestofpercentage en de minerale samenstelling van de drogestof. In tabel 12 is de N-afvoer weergegeven.

Tabel 12. Het effect van de hoogte van de N-gift en het toedienen van een overbemesting in het seizoen op de N-afvoer met het geoogste product

code	basisbemesting		N-afvoer (kg/ha)				relatief (% t.o.v. nulobject)	
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gem.	driejarig	tweejarig
A	0	KAS	102 a	104 a	114 a	107 a	100	100
B	130	KAS	159 b	175 b	180 b	171 b	160	162
C	150	KAS	157 b	192 c	196 c	181 b	170	170
D	200	KAS	176 c	221 d	207 cd	201 c	189	193
E	250	KAS	189 c	221 d	213 d	208 c	195	199
F	200+50	KAS	180 c	215 d	¹	²		192 ³
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
		lsd	14.6	16.1	15	11.2		

P jaar = <0.001, LSD jaar = 7; P Jaar*behandeling = ns

¹niet uitgevoerd; ²uitgesloten van de meerjarige statistische analyse ³waarde gebaseerd op ²2-jarig onderzoek van 2010 en 2011

Uit tabel 12 blijkt dat de N-afvoer in 2010 en 2012 toenam naarmate meer stikstof aan de basis was toegediend. In 2011 werd de maximale N-afvoer bij 200 kg N/ha bereikt.

Het toepassen van een overbemesting in het seizoen resulteerde in 2011 en 2012 in een iets lagere N-afvoer in vergelijking tot het object met 250 kg N/ha aan de basis.

Met het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 en van 150 naar 200 kg N/ha nam de gemiddelde N-afvoer significant toe.

De N-recovery is een maatstaf voor de benutting van de toegediende stikstofgift. Hierbij wordt gekeken naar de extra N-afvoer ten opzichte van het nulobject. Door deze waarde (verschil) te delen door de hoogte van de N-gift en te vermenigvuldigen met 100% ontstaat de N-recovery.

Tabel 13. Het effect van de hoogte van de N-gift en het effect van een overbemesting in het seizoen op de N-recovery

code	basisbemesting		N-recovery (%)			relatief (% t.o.v. nulobject)	
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	driejarig	tweejarig
A	0	KAS					
B	130	KAS	44	55	50	50	49
C	150	KAS	37	59	55	50	48
D	200	KAS	37	58	46	47	48
E	250	KAS	35	47	40	40	41
F	200+50	KAS	31	45	¹	²	38 ³

¹niet uitgevoerd; ²uitgesloten van de meerjarige statistische analyse ³waarde gebaseerd op 2-jarig onderzoek van 2010 en 2011

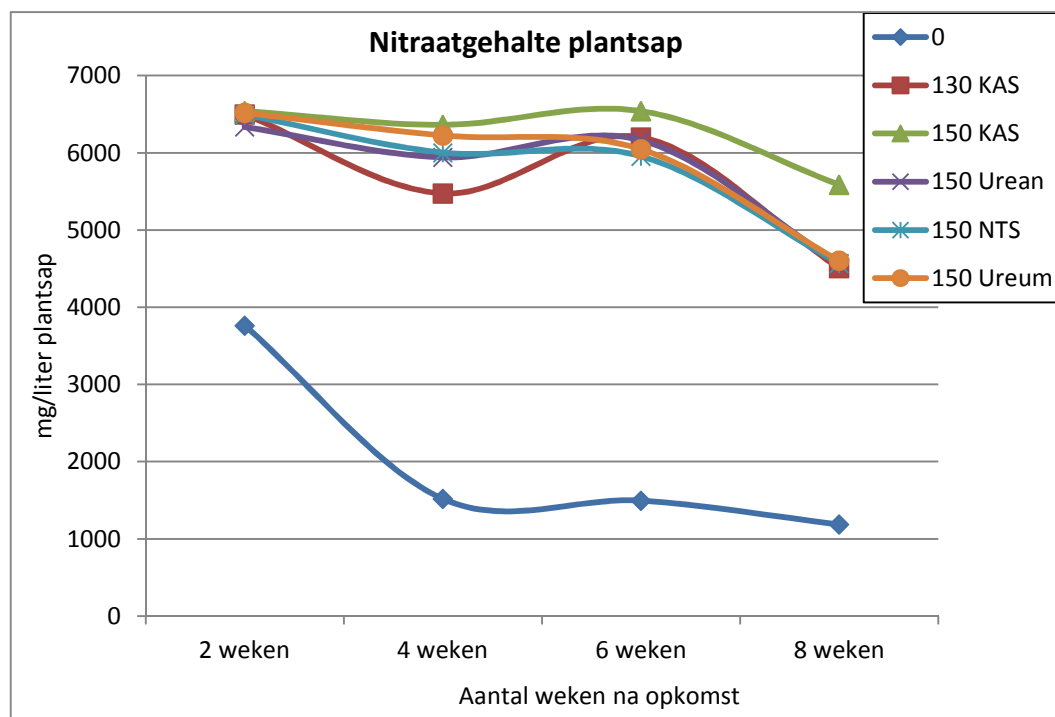
Uit tabel 13 blijkt dat er sprake is van een sterk jaareffect waardoor de gemiddelde N-recovery tussen de jaren wisselt. Dit heeft onder andere te maken met de

opbrengstpotentie van het jaar en de nalevering van stikstof uit de bodem in het seizoen.

De hoogte van de N-recovery bij een N-gift van 130 of 150 kg N/ha lag gemiddeld op 50%. Een verhoging van de N-gift van 150 naar 200 en van 200 naar 250 kg N/ha resulteerde in daling van de N-recovery naar respectievelijk 47 en 40% van de toegediende N-gift.

Locatie Flevopolder: Het effect van verschillende N-meststoffen

In het seizoen is de ontwikkeling van bovengrondse gewasdelen gevolgd met aardappelmonitoring. Op 4 momenten vanaf twee weken na opkomst zijn aardappelbladsteeltjes verzameld. Met behulp van plantsap-analyses is de minerale samenstelling van het plantsap vastgesteld. In figuur 4 is het nitraatgehalte in het plantsap weergegeven.



Figuur 4. Het effect van het type N-meststof op het nitraatgehalte in het plantsap gedurende het seizoen

Uit figuur 4 blijkt dat er meerjarig geen grote verschillen zijn vastgesteld in nitraatgehalte tussen de meststoffen Urean, NTS, Ureum en KAS. Wel lijkt het nitraatgehalte op het 3^e en 4^e moment bij een N-gift in de vorm van 150 kg N/ha met KAS iets hoger te liggen.

De opbrengst is per veldje gesorteerd in de maten <40, 40-50, 50-60, 60-70 en >70mm. Vervolgens zijn per sorteermaat zowel de opbrengst als het aantal knollen vastgesteld. De opbrengstgegevens zijn weergegeven in de tabellen 14 (totaalopbrengst), 15 (opbrengst in de maat 40-op) en tabel 16 (het totaal aantal knollen).

Tabel 14. Het effect van N-meststof op de totaalopbrengst

code	basisbemesting		totaalopbrengst (ton/ha)				% t.o.v. 150 N KAS
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gem.	meerjarig relatief
A	0	KAS	43.6 a	46.5 a	46.4 a	45.5 a	76
B	130	KAS	55.9 b	58.8 bc	59.8 b	58.2 b	97
C	150	KAS	54.8 b	62.1 c	62.2 b	59.7 b	100
G	150	Urean	55.8 b	59.4 bc	60.3 b	58.5 b	98
H	150	NTS	55.7 b	60.4 bc	62.0 b	59.4 b	99
J	150	Ureum (vlb)	55.4 b	58.2 b	66.7 c	60.1 b	101
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
		lsd	2.8	3.8	3.7	2.6	

P jaar = <0.001, LSD jaar = 1.6; P Jaar*behandeling = ns

Uit tabel 14 blijkt dat er tussen de meststoffen KAS (150 kg N/ha), Urean, NTS en Ureum enkel geringe (niet significante) verschillen in de meerjarig gemiddelde totaalopbrengst zijn vastgesteld. Met een opbrengstverschil (tussen de hoogste en de laagste gemiddelde opbrengst) van 1.6 ton/ha was dit verschil niet significant.

In de individuele jaren van onderzoek was er echter wel sprake van behandelingseffecten. Vooral bij Ureum werd een wisselend effect op de totaalopbrengst vastgesteld. Zo leidde het toepassen van Ureum vlb. in 2011 tot een significant lagere totaalopbrengst in vergelijking tot KAS terwijl de opbrengst in 2012 significant hoger was.

Tabel 15. Het effect van het type N-meststof op de opbrengst in de maat 40-op

code	basisbemesting		opbrengst 40-op (ton/ha)				% t.o.v. 150 N KAS
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gem.	meerjarig relatief
A	0	KAS	40.5 a	45.7 a	40.9 a	42.4 a	74
B	130	KAS	53.2 b	58.2 b	56.3 b	55.9 b	97
C	150	KAS	52.3 b	61.2 b	59.0 b	57.5 b	100
G	150	Urean	53.3 b	58.6 b	57.0 b	56.3 b	98
H	150	NTS	53.1 b	59.6 b	58.2 b	57.0 b	99
J	150	Ureum (vlb)	52.8 b	57.5 b	63.8 c	58.0 b	101
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
		lsd	2.9	3.8	3.9	2.7	

P jaar = <0.001, LSD jaar = 1.6; P Jaar*behandeling = ns

Uit tabel 15 blijkt dat de meerjarig gemiddelde opbrengst niet significant verschillend was tussen KAS, Urean, NTS en Ureum vlb.

Tabel 16. Het effect van het type meststof op het totale aantal geoogste knollen.

code	basisbemesting		knolaantal (x1000/ha)				% t.o.v.150 N KAS
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gem.	meerjarig relatief
A	0	KAS	464 a	275	559	433 a	94
B	130	KAS	489 ab	262	578	443 ab	96
C	150	KAS	511 b	281	588	460 b	100
G	150	Urean	518 b	275	574	456 b	99
H	150	NTS	502 ab	279	597	459 b	100
J	150	Ureum (vlb)	513 b	267	594	458 b	100
		p	0.015	ns	ns	0.011	
		lsd	42.4			21.1	

P jaar = <0.001, LSD jaar = 13; P Jaar*behandeling = ns

Uit tabel 16 blijkt dat de N-meststoffen KAS (150 kg N/ha), Urean, NTS en Ureum niet hebben geresulteerd in significante effecten op het aantal knollen. Het totale aantal knollen lag zowel in de individuele jaren als meerjarig gemiddeld omstreeks hetzelfde niveau.

Bij de oogst is uit ieder veldje een monster genomen waarvan het onderwatergewicht (OWG) is vastgesteld. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 17. Tevens is een drogestofanalyse uitgevoerd. Het N-gehalte in de drogestof is weergegeven in tabel 18.

Tabel 17. Het effect van het type N-meststof op het onderwatergewicht (OWG)

code	basisbemesting		OWG (g/5050gr)				% t.o.v. 150 N KAS
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gem.	meerjarig relatief
A	0	KAS	443 c	420 c	394	419 c	109
B	130	KAS	403 ab	374 ab	388	389 ab	101
C	150	KAS	395 a	369 a	391	385 a	100
G	150	Urean	410 b	394 b	387	397 b	103
H	150	NTS	404 ab	372 a	391	389 ab	101
J	150	Ureum (vlb)	406 ab	373 ab	389	389 ab	101
		p	<0.001	<0.001	ns	<0.001	
		lsd	13.5	21.5		10.3	

P jaar = <0.001, LSD jaar = 6.3; P Jaar*behandeling = <0.001, lsd jaar*behandeling= 17.8

Uit tabel 17 blijkt dat er in 2010 en 2011 sprake was van significante verschillen in het OWG. In tegenstelling tot beide voorgaande jaren, werd er in 2012 geen effect vastgesteld.

Uit het meerjarig gemiddelde blijkt dat het OWG bij Urean significant hoger was dan bij een zelfde gift in de vorm van KAS. Het OWG van NTS en Ureum vlb. lagen hier tussen in.

Tabel 18. Het effect van het type N-meststof op het N-gehalte in de drogestof

code	basisbemesting		N (g/kg ds)				% t.o.v. 150 N KAS
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gem.	meerjarig relatief
A	0	KAS	9.5 a	9.5 a	11.2 a	10.1 a	71
B	130	KAS	12.5 b	13.8 b	13.8 b	13.4 b	95
C	150	KAS	12.9 b	15.0 b	14.5 b	14.1 c	100
G	150	Urean	12.1 b	14.1 b	13.6 b	13.3 b	94
H	150	NTS	12.9 b	14.4 b	14.1 b	13.8 bc	98
J	150	Ureum (vlb)	12.3 b	15.0 b	14.2 b	13.8 bc	98
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
		lsd	1.0	1.6	0.9	0.7	

P jaar = <0.001, LSD jaar = 0.4; P Jaar*behandeling = <0.002, lsd jaar*behandeling= 1.2

Uit tabel 18 blijkt dat KAS heeft geresulteerd in een significant hoger N-gehalte in de knollen dan Urean. Het N-gehalte bij Urean lag omstreeks het niveau van 130 kg N/ha met KAS.

Met behulp van de totaalopbrengst, de minerale samenstelling van de knollen en het drogestofpercentage is de nutriëntenafvoer uitgerekend. De N-afvoer is weergegeven in tabel 19.

Tabel 19. Het effect van het type N-meststof op de N-afvoer

code	basisbemesting		N-afvoer (kg/ha)				% t.o.v. 150 N KAS
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gem.	meerjarig relatief
A	0	KAS	102 a	104 a	114 a	107 a	59
B	130	KAS	159 b	175 b	180 b	171 b	94
C	150	KAS	157 b	192 c	196 cd	181 b	100
G	150	Urean	157 b	176 bc	178 b	170 b	94
H	150	NTS	163 b	185 bc	190 bc	179 b	99
J	150	Ureum (vlb)	154 b	179 bc	207 d	180 b	99
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
		lsd	14.6	16.1	15	11	

P jaar = <0.001, LSD jaar = 7; P Jaar*behandeling = ns

Uit tabel 19 blijkt dat er in 2010 geen betrouwbare verschillen in N-afvoer zijn vastgesteld tussen de verschillende N-meststoffen.

In 2012 leidde een N-gift in de vorm van Urean tot een significant (en in 2011 neigend naar significant) lagere N-afvoer in vergelijking tot KAS.

Uit het driejarig gemiddelde blijkt dat er in het vergelijk tussen NTS, Urean en vloeibare Ureum geen significante verschillen zijn in de N-afvoer. Een N-gift in de vorm van Urean lag op het niveau van een N-gift in de vorm van 130 kg N/ha. De N-afvoer bij NTS en Ureum vlb. lag omstreeks het niveau van 150 kg N/ha met KAS.

De efficiëntie waarmee een N-gift is benut kan worden vastgesteld aan de hand van N-recovery. Deze is weergegeven in tabel 20.

Tabel 20. Het effect van het type N-meststof op de N-recovery

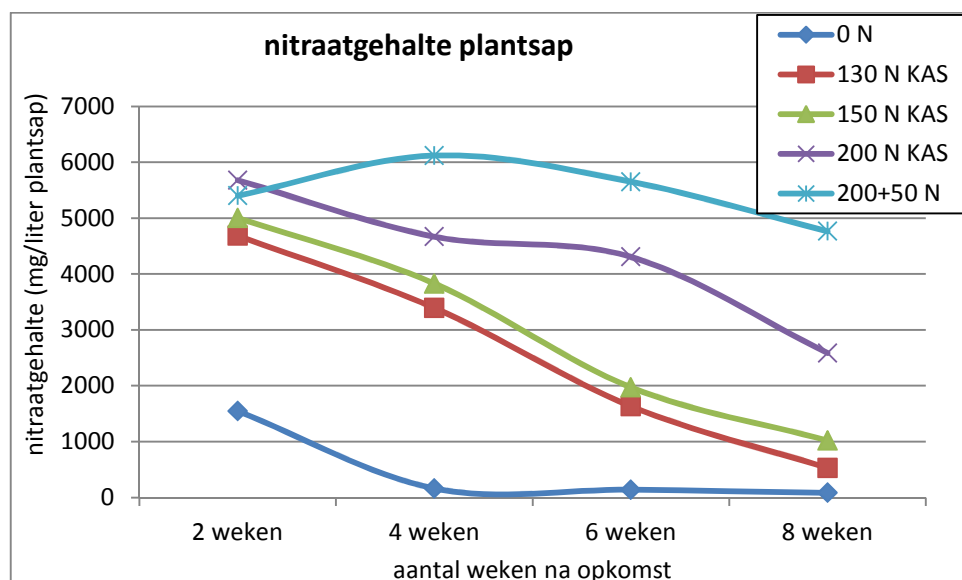
code	basisbemesting		N-recovery			
	N-gift	meststof	2010	2011	2012	gemiddeld
A	0	KAS				
B	130	KAS	44	55	50	50
C	150	KAS	37	59	55	50
G	150	Urean	37	48	43	43
H	150	NTS	41	54	50	48
J	150	Ureum (vlb)	35	50	62	49

Uit tabel 20 blijkt dat de N-recovery bij een N-gift van 150 kg/ha in de vorm van KAS op 50% lag. De gemiddelde N-recovery van Ureum vlb. en NTS lag iets onder dit niveau. De N-recovery van Urean lag met 43% lager dan een zelfde gift (en 130 kg N/ha) met KAS.

Dit kan deels worden verklaard vanwege de lagere opbrengsten maar wordt daarnaast ook veroorzaakt door het lagere N-gehalte in de drogestof.

Locatie Zuidoost Nederland (Vredepeel): Het effect van de hoogte van de N-gift

Ook in Vredepeel is gedurende de drie groeiseizoenen de ontwikkeling van bovengrondse gewasdelen gevolgd met aardappelmonitoring. Vanaf twee weken na opkomst zijn met een tweewekelijks interval aardappelbladstelen geplukt. Met behulp van een plantsapanalyse is de minerale samenstelling van het plantsap vastgesteld. Het gemiddelde verloop van het nitraatgehalte in het plantsap over de drie seizoenen is weergegeven in figuur 5.



Figuur 5. Het effect van de hoogte van de N-gift op het nitraatgehalte in het plantsap (gemiddelde 3 jaren)

Uit figuur 5 blijkt dat bij het nulobject vanaf 4 weken na opkomst nauwelijks nog nitraat in het plantsap werd vastgesteld. In het seizoen werd met iedere verhoging van de N-gift aan de basis, een hoger nitraatgehalte in het plantsap gemeten. Een overbemesting in het seizoen leidde tot een verhoging van het nitraatgehalte vanaf het 2^e t/m 4^e meetmoment.

Bij het sorteren is zowel de opbrengst als het aantal knollen in de sorteermaten <40, 40-50, 50-60, 60-70 en >70 mm vastgesteld. De opbrengstgegevens zijn weergegeven in de tabellen 21 (totaalopbrengst) en 22 (opbrengst in de maat 40-op). Het totale aantal knollen is weergegeven in tabel 23.

Tabel 21: Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op de totaalopbrengst

code	N-gift	meststof	totaalopbrengst			gemiddeld	% t.o.v. nulobject
			2010	2011	2012		meerjarig relatief
A	0		36.4 a	44.9 a	28.6 a	36.6 a	100
B	130	KAS	56.4 b	60.5 b	36.3 b	51.1 b	139
C	150	KAS	55.4 b	60.4 b	38.2 bc	51.3 b	140
D	200	KAS	63.8 c	61.4 b	41.6 c	55.6 c	152
E	200+50	KAS	59.4 bc	66.8 b	42.6 c	56.3 c	154
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
		lsd	5.8	6.5	4.6	3.6	

*P jaar = <0.001, LSD jaar = 2.2; P Jaar*behandeling = ns

Uit tabel 21 blijkt dat met een verhoging van de N-gift van 0 naar 130 kg/ha de totaalopbrengst ieder jaar significant toenam. In 2010 en 2012 leidde een verdere

verhoging van de N-gift naar 200 kg/ha tot een verdere significante verhoging van de totaalopbrengst.

Een overbemesting in het seizoen resulteerde niet in significante stijging van de totaalopbrengst. In 2010 werd een niet significant lagere totaalopbrengst gerealiseerd, terwijl een overbemesting in 2011 resulteerde in een verhoging van de opbrengst (neigend naar significantie).

Uit het meerjarige gemiddelde blijkt dat met het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 en van 130 naar 200 kg/ha de totaalopbrengst significant toenam. Een verdere verhoging van de N-gift door in het seizoen een overbemesting toe te passen leidde gemiddeld over drie jaar onderzoek niet tot een significante opbrengstverhoging.

Tabel 22. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op de opbrengst in de maat 40-op

code	N-gift	meststof	opbrengst 40-op				% t.o.v. nulobject meerjarig relatief
			2010	2011	2012	gem.	
A	0		30.7 a	40.3 a	11.7 a	27.6 a	100
B	130	KAS	53.0 b	56.7 b	23.4 b	44.3 b	161
C	150	KAS	51.7 b	56.6 b	24.4 bc	44.2 b	160
D	200	KAS	60.9 c	58.5 bc	28.9 cd	49.4 c	179
E	200+50	KAS	56.7 bc	63.8 c	31.2 d	50.5 c	183
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
		lsd	6.5	6.1	4.7	3.7	

*P jaar = <0.001, LSD jaar = 2.3; P Jaar*behandeling = ns

Uit tabel 22 blijkt dat het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 resulteerde in een significante verhoging van de opbrengst in de maat 40-op. In zowel 2010 als 2012 leidde een verdere verhoging van de N-gift naar 200 kg/ha tot een significante verhoging van de opbrengst in de maat 40-op. Ook in 2011 steeg de opbrengst in de maat 40-op nog iets door, echter niet significant.

Het toepassen van een overbemesting in het seizoen leidde in geen van de drie jaren tot significante opbrengsteffecten. Daarnaast is het effect ook niet consequent. In 2010 bleef de opbrengst namelijk achter ten opzichte van een gift van 200 kg/ha aan de basis.

In 2011 en 2012 werd er met een overbemesting in het seizoen wel een opbrengststijging gerealiseerd, in beide jaren was deze echter niet significant.

Tabel 23. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op het totaal aantal geoogste knollen

code	N-gift	meststof	aantal (x1000/ha)			% t.o.v. nulobject meerjarig relatief	
			2010	2011	2012		
A	0		549 a	515	772	612	100
B	130	KAS	567 abc	575	673	605	99
C	150	KAS	583 c	551	721	618	101
D	200	KAS	578 bc	521	730	610	100
E	200+50	KAS	550 ab	552	690	597	98
		p	0.03	ns	ns	ns	
		lsd	28				

*P jaar = <0.001, LSD jaar = 69; P Jaar*behandeling = ns

Uit tabel 23 blijkt dat het verhogen van de N-gift in 2010 leidde tot een verhoging van het totaal aantal knollen. Teveel stikstof reduceerde in 2010 het aantal knollen echter.

In 2011, 2012 en op het meerjarige gemiddelde werd geen effect vastgesteld van de hoogte van de N-gift. Gemiddeld over drie jaar onderzoek is geen effect op aantal knollen vastgesteld.

Bij het sorteren is van ieder veldje een knolmonster genomen waarvan het onderwatergewicht is bepaald. Tevens is de minerale samenstelling geanalyseerd. In tabel 24 is het onderwatergewicht gepresenteerd. De minerale samenstelling van de drogestof is weergegeven in tabel 25.

Tabel 24. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op het OWG van de geogste knollen

code	N-gift	meststof	OWG (g/5050gr)				% t.o.v. nulobject meerjarig relatief
			2010	2011	2012	gemiddeld*	
A	0		413	427 c	441 c	427 c	100
B	130	KAS	420	418 bc	415 ab	418 b	98
C	150	KAS	417	413 b	413 ab	414 ab	97
D	200	KAS	411	398 a	412 a	407 a	95
E*	200+50	KAS	415	401 a	420 b	412 ab	96
		p	ns	<0.001	<0.001	0.021	
		lsd		11.1	7.1	8.3	

P jaar = 0.016, lsd jaar = 6.8; P jaar*behandeling = 0.036; lsd jaar*behandeling = 14.4
*uit dataset 2010 bleek een uitbijter aanwezig, deze is alsnog verwijderd waardoor het gemiddelde van behandeling E afwijkt ten opzichte van het deelverslag uit 2010.

Uit tabel 24 blijkt dat er in 2010 geen effect van de hoogte van de N-gift op het OWG werd vastgesteld. In 2011 resulteerde het toepassen van meer stikstof aan de basis in een graduele afname van het OWG naarmate meer N werd toegediend. In 2012 werd een afname vastgesteld van het OWG bij het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 kg/ha. Een bijbemesting met 50 kg N/ha resulteerde in 2012 echter niet in een verdere afname van het OWG.

Het toepassen van een overbemesting in het seizoen leidde in 2011 tot een significante verhoging van het OWG. Ook in 2012 steeg het OWG (neigend naar significantie).

Uit het meerjarige gemiddelde blijkt dat het OWG significant afneemt bij het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 en van 130 naar 200 kg/ha.

Tabel 25. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op het N-gehalte in de drogestof

code	N-gift	meststof	N (g/kg ds)				% t.o.v. nulobject meerjarig relatief
			2010	2011	2012	gem.	
A	0		9.1 a	8.0 a	11.5 a	9.5 a	100
B	130	KAS	11.4 b	11.4 b	14.8 b	12.5 b	132
C	150	KAS	12.5 bc	12.4 bc	15.3 b	13.4 c	141
D	200	KAS	13.5 cd	13.9 cd	15.9 b	14.4 d	152
E	200+50	KAS	14.5 d	14.9 d	17.2 c	15.5 e	163
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
		lsd	1.4	1.5	0.7	0.7	

*P jaar = <0.001, LSD jaar = 0.4; P Jaar*behandeling = ns

Uit tabel 25 blijkt dat het N-gehalte in de drogestof met iedere verhoging van de N-gift aan de basis consequent toenam in de jaren 2010 t/m 2012. Het verder verhogen van de N-gift door in het seizoen een overbemesting uit te voeren leidde tot een verhoging van het N-gehalte in de drogestof vergeleken met enkel 200 kg N/ha aan de basis.

Uit het meerjarige gemiddelde blijkt dat iedere verhoging van de N-gift (en het toedienen van een overbemesting) resulteerde in een significante verhoging van het N-gehalte in de drogestof.

De afvoer van nutriënten met de oogst is berekend aan de hand van de totaalopbrengst, het drogestofpercentage en de minerale samenstelling van de drogestof. De afvoer van stikstof met het geogoste product is weergegeven in tabel 26.

Tabel 26. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op de N-afvoer met het geogoste product

code	N-gift	meststof	N-afvoer				% t.o.v. nulobject
			2010	2011	2012	gemiddeld*	meerjarig relatief
A	0		77 a	89 a	82 a	83 a	100
B	130	KAS	151 b	164 b	127 b	147 b	178
C	150	KAS	162 b	176 bc	136 bc	158 b	191
D	200	KAS	198 c	197 c	152 c	183 c	221
E	200+50	KAS	199 c	233 d	175 d	202 d	245
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
		lsd	19	28	18	12	

*P jaar = <0.001, LSD jaar = 8; P Jaar*behandeling = 0.017, lsd jaar*behandeling = 22

Uit tabel 26 blijkt met iedere verhoging van de N-gift tussen 0 en 200 kg/ha de N-afvoer toenam. Een overbemesting in het seizoen leidde in 2010 niet tot een effect op de N-afvoer terwijl deze gift in 2011 en 2012 (en het meerjarig gemiddelde) resulteerde in een betrouwbaar hogere N-afvoer.

Meerjarig gemiddeld blijkt bij het verhogen van 0 naar 130, van 130 naar 200 en van 200 naar 200+50 kg N/ha, de N-afvoer significant toeneemt.

Tabel 27. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op de N-recovery

code	N-gift	meststof	N-recovery			
			2010	2011	2012	gemiddeld
A	0					
B	130	KAS	57	58	35	50
C	150	KAS	57	58	36	50
D	200	KAS	61	54	35	50
E	200+50	KAS	49	58	37	48

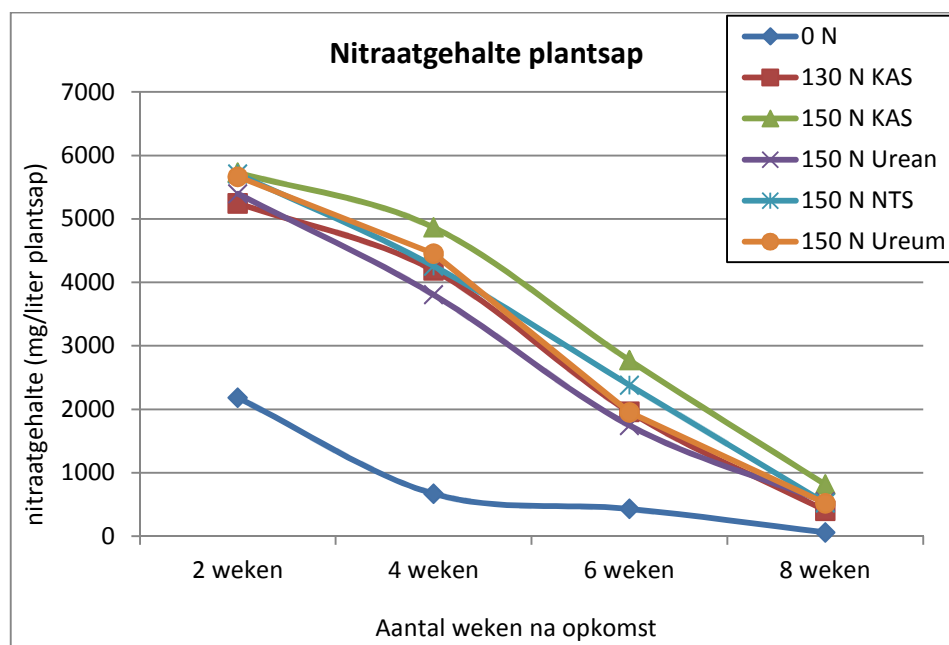
Uit tabel 27 blijkt dat de N-recovery bij een N-gift van 130, 150 en 200 kg N/ha op 50% lag.

De lage opbrengstpotentie van het jaar 2012 resulteert hierbij in een verlaging van het gemiddelde.

De N-recovery van het object waarbij een overbemesting is toegediend ligt iets onder het niveau van een gift van 200 kg/ha. De stikstofbenutting bij dit object wordt verlaagd door het jaar 2010, omdat er toen geen effect werd vastgesteld van een overbemesting.

Locatie Vredepeel: Het effect van verschillende N-meststoffen

In het seizoen is op vier tijdstippen het nitraatgehalte in het plantsap gemeten. Daartoe zijn tweewekelijks, vanaf twee weken na opkomst aardappelbladsteeltjes geplukt. De samenstelling van het plantsap in deze bladsteeltjes is d.m.v. plantsap-analyses gemeten. In figuur 6 is het verloop van het nitraatgehalte weergegeven.



Figuur 6. Het effect van de N-meststof bij een N-gift van 150 kg/ha

Uit figuur 6 blijkt dat er tussen de verschillende vloeibare N-meststoffen geen opvallende verschillen in nitraatgehalte zijn vastgesteld. Wel lijkt een N-gift in de vorm van Urean tot een iets lager nitraatgehalte in het plantsap gedurende het seizoen te leiden. Een N-gift in de vorm van 150 kg N/ha met KAS lijkt daarentegen te resulteren in een geringe verhoging van het nitraatgehalte gedurende vrijwel het gehele seizoen.

Bij het sorteren is zowel het gewicht als het aantal knollen in de sorteermaten <40, 40-50, 50-60, 60-70 en >70 mm vastgesteld. De opbrengstgegevens zijn weergegeven in de tabellen 28 (totaalopbrengst) en 29 (opbrengst in de maat 40-op). Het totaal aantal knollen is weergegeven in tabel 30.

Tabel 28. Het effect van de N-meststof op de totaalopbrengst

code	N-gift	meststof	totaalopbrengst				% t.o.v. 150 N KAS	
			2010	2011	2012	gemiddeld	meerjarig	relatief
A	0		36.4 a	44.9 a	28.6 a	36.6 a	73	
B	130	KAS	56.4 bc	60.5 bc	36.3 b	51.1 bc	99	
C	150	KAS	55.4 bc	60.4 bc	38.2 b	51.3 bc	100	
F	150	Urean	55.2 bc	57.0 b	37.0 b	49.7 b	97	
G	150	NTS	58.4 c	64.2 c	38.3 b	53.6 c	104	
H	150	Ureum	51.1 b	62.8 bc	40.9 b	51.6 bc	100	
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
		lsd	5.8	6.5	4.6	3.6		

*P jaar = <0.001, LSD jaar = 2.2; P Jaar*behandeling = ns

Uit tabel 28 blijkt dat er geen betrouwbare opbrengstverschillen zijn vastgesteld tussen de vloeibare N-meststoffen en 150 kg N/ha KAS gedurende de jaren 2010 t/m 2012.

Wel is er sprake van onderlinge verschillen waarbij NTS in 2010 leidde tot een significant hogere opbrengst dan Ureum. NTS resulteerde in 2011 tot een significant hogere totaalopbrengst dan Urean.

Gemiddeld over de jaren 2010, 2011 en 2012 resulteerde NTS in een significant hogere opbrengst dan Urean. Ten opzichte van KAS resulteerde NTS in een niet significant hogere opbrengst (2.3 ton/ha).

Tabel 29. Het effect van de N-meststof op de opbrengst in de maat 40-op

code	N-gift	meststof	opbrengst 40-op				% t.o.v. 150 N KAS	
			2010	2011	2012	gemiddeld	meerjarig relatief	
A	0		30.7 a	40.3 a	11.7 a	27.6 a	62	
B	130	KAS	53.0 bc	56.7 bc	23.4 b	44.3 bc	100	
C	150	KAS	51.7 bc	56.6 bc	24.4 bc	44.2 bc	100	
F	150	Urean	51.7 bc	53.5 b	21.3 b	42.2 b	95	
G	150	NTS	55.1 c	60.8 c	24.8 bc	46.9 c	106	
H	150	Ureum	47.4 b	59.7 c	28.5 c	45.2 bc	102	
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
		lsd	6.5	6.1	4.7	3.7		

*P jaar = <0.001, LSD jaar = 2.3; P Jaar*behandeling = ns

Uit tabel 29 blijkt dat er in de jaren 2010 t/m 2012 geen significant betrouwbare opbrengstverschillen zijn vastgesteld tussen de vloeibare N-meststoffen en KAS (150 kg N/ha).

Wel lijkt NTS vaak iets beter te presteren dan KAS (niet significant) terwijl Urean op of vaak net iets onder het niveau lag van KAS (niet significant). In 2010 resulteerde Ureum in een significant lagere opbrengst dan een gift in de vorm van NTS.

In 2011 leidde NTS tot een significant hogere opbrengst dan Urean. In 2012 leidde het toepassen van Urean tot een significant lagere opbrengst in vergelijking tot Ureum vlb.

Meerjarig gemiddeld werd er tussen de vloeibare N-meststoffen en KAS geen betrouwbaar opbrengstverschil vastgesteld. Wel leidde Urean tot een iets lagere opbrengst dan KAS en NTS tot een iets hogere opbrengst dan KAS (beiden niet significant). NTS resulteerde in een significant hogere opbrengst in de maat 40-op dan Urean.

Tabel 30. Het effect van de N-meststof op het totaal aantal geogoste knollen

code	N-gift	meststof	aantal (x1000/ha)				% t.o.v. 150 N KAS	
			2010	2011	2012	gemiddeld	meerjarig relatief	
A	0		549 a	515	772	612	99	
B	130	KAS	567 abc	575	673	605	98	
C	150	KAS	583 bc	551	721	618	100	
F	150	Urean	576 abc	542	756	625	101	
G	150	NTS	591 c	571	726	629	102	
H	150	Ureum	555 ab	561	722	613	99	
		p	0.03	ns	ns	ns		
		lsd	28					

Uit tabel 30 blijkt dat er alleen in 2010 een effect werd vastgesteld van de N-meststof op het totale aantal geogoste knollen. Hierbij leidde een N-gift in de vorm van Ureum vloeibaar in een lager totaal aantal knollen in vergelijking met KAS.

In 2011, 2012 en meerjarig gemiddeld bleek geen relatie te bestaan tussen de N-meststof en het totaal aantal geogste knollen.

Tabel 31. Het effect van de N-meststof op het OWG

code	N-gift	meststof	OWG (g/5050gr)				% t.o.v. 150 N KAS	
			2010	2011	2012	gemiddeld	meerjarig	relatief
A	0		413	427 c	441 c	427 b	103	
B	130	KAS	420	418 bc	415 ab	418 ab	101	
C	150	KAS	417	413 ab	413 a	414 a	100	
F	150	Urean	427	421 bc	422 b	423 ab	102	
G	150	NTS	420	415 b	415 ab	417 ab	101	
H	150	Ureum	421	403 a	413 a	413 a	100	
		p	ns	<0.001	<0.001	0.021		
		lsd		11.1	7.1	11.0		

P jaar = 0.029, lsd jaar = 6.76; P jaar*behandeling = ns

Uit tabel 31 blijkt dat er in 2011 en 2012 significante verschillen in OWG tussen de behandelingen zijn vastgesteld. Zo leidde Ureum vlb. in 2011 tot een significant lager OWG dan NTS. In 2012 resulteerde Urean in een significant hoger OWG in vergelijking tot Ureum vlb. en KAS.

Uit het meerjarige gemiddelde blijkt dat er tussen de verschillende behandelingen geen betrouwbare verschillen zijn vastgesteld.

Tabel 32. Het effect van de N-meststof en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op het N-gehalte in de drogestof

code	N-gift	meststof	N (g/kg ds)				% t.o.v. 150 N KAS	
			2010	2011	2012	gem.	meerjarig	relatief
A	0		9.1 a	8.0 a	11.5 a	9.5 a	71	
B	130	KAS	11.4 b	11.4 bc	14.8 c	12.5 bc	94	
C	150	KAS	12.5 b	12.4 c	15.3 cd	13.4 de	100	
F	150	Urean	11.4 b	10.4 b	13.5 b	11.8 b	88	
G	150	NTS	11.2 b	12.0 c	15.0 cd	12.7 cd	95	
H	150	Ureum	12.4 b	12.9 c	15.7 d	13.6 e	102	
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
		lsd	1.4	1.5	0.7	0.7		

*P jaar = <0.001, LSD jaar = 0.4; P Jaar*behandeling = ns

Uit tabel 32 blijkt dat er in 2011 en 2012 significante verschillen in het N-gehalte in de drogestof zijn vastgesteld waarbij Urean (en NTS in mindere mate) resulteerden in een significant lager N-gehalte in de drogestof.

Meerjarig gemiddeld resulteerde Urean in een significant lager N-gehalte in de drogestof dan de overige vloeibare N-meststoffen. Het N-gehalte bij Ureum vloeibaar lag op het niveau van 150 kg N/ha met KAS.

Tabel 33. Het effect van de N-meststof op de N-afvoer met het geogste product

code	N-gift	meststof	N-afvoer			% t.o.v. 150 N KAS	
			2010	2011	2012	gemiddeld	meerjarig relatief
A	0		77 a	89 a	82 a	83 a	52
B	130	KAS	151 b	164 bc	127 b	147 bc	93
C	150	KAS	162 b	176 c	136 bc	158 cd	100
F	150	Urean	149 b	144 b	119 b	137 b	87
G	150	NTS	153 b	185 c	135 bc	158 cd	100
H	150	Ureum	149 b	191 c	150 c	163 d	103
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
		lsd	19	28	18	13	

P jaar = <0.001, lsd jaar = 7.93; P jaar*behandeling = 0.017, lsd jaar*behandeling 22.43

Uit tabel 33 blijkt dat de N-afvoer bij het toepassen van Urean in 2011 significant lager was dan een zelfde gift met KAS. Ook in 2012 bleef de N-afvoer bij Urean achter t.o.v. KAS (neigend naar significantie).

Urean resulteerde gemiddeld in een significant lagere N-afvoer dan de andere meststoffen bij eenzelfde N-gift. NTS en vloeibare Ureum leidden gemiddeld tot een vergelijkbare N-afvoer als KAS.

Tabel 34. Het effect van de N-meststof op de N-recovery

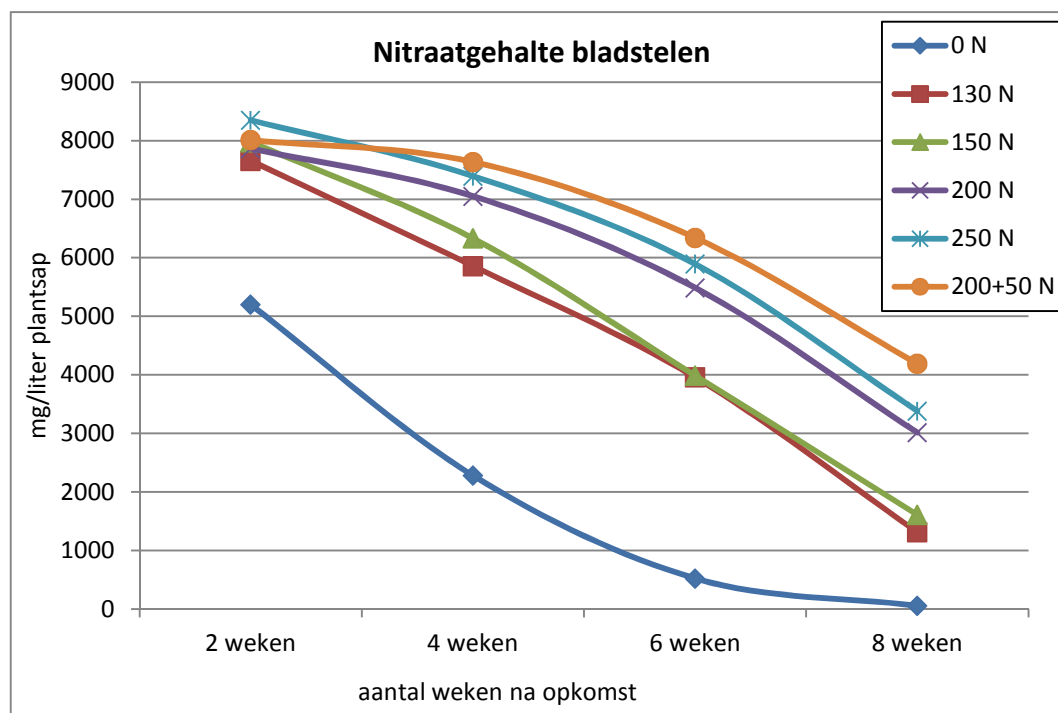
code	N-gift	meststof	N-recovery			meerjarig gemiddeld
			2010	2011	2012	
A	0					
B	130	KAS	57	58	35	50
C	150	KAS	57	58	36	50
F	150	Urean	48	37	25	37
G	150	NTS	51	64	35	50
H	150	Ureum	48	68	45	54

Uit tabel 34 blijkt dat de gemiddelde N-recovery van NTS op het niveau lag van 150 kg N/ha in de vorm van KAS. Een N-gift in de vorm van Ureum leidde tot een lichte verhoging van de N-recovery in vergelijking tot KAS.

Urean leidde tot een beduidend lagere N-recovery dan de NTS, Ureum en KAS.

Locatie Noordoost (Rolde): het effect van de hoogte van de N-gift in de teelt van zetmeelaardappelen (Seresta)

In het seizoen is de proef gevolgd met aardappelmonitoring. Vanaf twee weken na opkomst zijn aardappelbladsteeltjes geplukt. Door middel van een plantsapanalyse is de minerale samenstelling van het plantsap vastgesteld. Het nitraatgehalte in het plantsap is weergegeven in figuur 7.



Figuur 7. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op het verloop van het nitraatgehalte in het plantsap

Uit figuur 7 blijkt dat op zes weken na opkomst nauwelijks nog nitraat werd gemeten bij het onbemeste object. Alle verhogingen van de N-gift waren in het seizoen duidelijk terug te leiden in een hoger nitraatgehalte in het plantsap.

Het object waar in het seizoen een overbemesting was toegediend vertoonde vanaf het tweede moment van bemonstering een verhoogd nitraatgehalte in het plantsap.

Tijdens het sorteren is de totaalopbrengst (veldopbrengst) vastgesteld. De opbrengsten zijn weergegeven in tabel 35. Daarnaast is tevens een monster genomen waarvan het OWG is vastgesteld. Op basis van veldopbrengst en OWG is het uitbetalingsgewicht en de zetmeelopbrengst berekend. De resultaten op versgewicht zijn weergegeven in tabel 36.

Tabel 35. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbesteding op de totaalopbrengst

code	N-gift	meststof	totaalopbrengst				% t.o.v. nulobject	
			2010	2011	2012	gem.	meerjarig	relatief
A	0		47.3 a	47.3 a	33.5 a	42.8 a	100	
B	130	KAS	57.8 b	54.2 b	50.5 b	54.2 b	127	
C	150	KAS	59.6 b	54.0 b	49.6 b	54.4 b	127	
D	200	KAS	60.5 b	57.2 b	57.4 c	58.4 c	136	
E	250	KAS	60.0 b	58.1 b	58.9 c	59.0 c	138	
F	200+50	KAS	66.0 c	57.2 b	57.7 c	60.3 c	141	
		p	<0.001	0.006	<0.001	<0.001		
		lsd	4.4	4.9	4.4	2.7		

P jaar =<0.001, lsd jaar = 1.6, P jaar*behandeling = <0.001 lsd jaar*behandeling = 4.7

Uit tabel 35 blijkt dat de maximale opbrengst (veldopbrengst) in 2010 werd behaald bij 200 kg N/ha. In 2011 en 2012 leidde een verhoging van de N-gift van 200 naar 250 kg/ha nog tot een geringe, niet significante verhoging van de totaalopbrengst. Het toepassen van een overbesteding leidde in 2010 tot een significant hogere totaalopbrengst. In 2011 en 2012 was er geen effect van een overbesteding.

Meerjarig leidde een verhoging van de N-gift van 0 naar 130 en van 130 naar 200 kg/ha tot significante verhogingen van de totaalopbrengst. Het toepassen van een overbesteding in het seizoen leidde in vergelijking met een eenmalige N-gift tot een geringe, niet significante verhoging van de totaalopbrengst.

Tabel 36. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbesteding in het seizoen op het onderwatergewicht

code	N-gift	meststof	OWG				% t.o.v. nulobject	
			2010	2011	2012	gem.	meerjarig	relatief
A	0		525 c	517	556 a	533 ab	100	
B	130	KAS	521 bc	529	580 b	544 c	102	
C	150	KAS	521 bc	526	581 b	543 c	102	
D	200	KAS	509 b	518	582 b	536 bc	101	
E	250	KAS	481 a	519	578 b	526 ab	99	
F	200+50	KAS	485 a	514	573 b	524 a	99	
		p	<0.001	ns	0.002	<0.001		
		lsd	14.49		10.5	9.3		

P jaar =<0.001, lsd jaar = 5.4 P jaar*behandeling = <0.001 lsd jaar*behandeling = 16.1

Uit tabel 36 blijkt dat het effect van de N-gift op het OWG niet ieder jaar gelijk was (significante wisselwerking tussen N-gift en jaar). In 2010 nam het OWG af naarmate meer stikstof werd toegediend. Dit in contrast met 2011 omdat er in dat jaar geen verband tussen de hoogte van de N-gift en het OWG werd vastgesteld. In 2012 leidde het uitvoeren van een N-besteding (130 kg N/ha) tot een significante verhoging van het OWG. Een verdere verhoging van de N-gift leidde tot een (niet significante) verlaging van het OWG in 2012.

Tabel 37. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbesteding in het seizoen op het uitbetalingsgewicht

code	N-gift	meststof	UBG				% t.o.v. nulobject	
			2010	2011	2012	gem.	meerjarig	relatief
A	0		67.0 a	65.8 a	51.0 a	61.4 a	100	
B	130	KAS	81.1 bc	77.6 b	80.8 b	79.9 b	132	
C	150	KAS	83.7 c	76.7 b	79.5 b	80.0 b	131	
D	200	KAS	82.4 c	79.8 b	92.2 c	84.9 c	140	
E	250	KAS	76.1 b	81.3 b	93.9 c	83.8 bc	139	
F	200+50	KAS	84.7 c	78.9 b	91.0 c	84.9 c	140	
		p	<0.001	0.028	<0.001	<0.001		
		lsd	6.0	8.2	7.4	4.6		

P jaar = ns, P jaar*behandeling = <0.001 lsd jaar*behandeling = 8.0

Uit tabel 37 blijkt het maximale UBG in 2010 werd behaald bij een N-gift van 200+50 kg N/ha. In 2011 leidde het verhogen van de N-gift vanaf 130 kg/ha niet nog tot een verdere significante verhoging van het UBG. Wel lijkt deze nog iets door te stijgen met iedere verhoging tot 250 kg N/ha.

In 2012 werd de maximale UBG behaald bij een N-gift van 200 kg/ha. Een verdere verhoging van de N-gift leidde in 2012 niet tot een verdere significante verhoging al lijkt het UBG nog iets door te stijgen (tot 200 kg N/ha).

Het uitvoeren van een overbesteding in het seizoen leidde in 2010 tot een niet significant hoger UBG in vergelijking tot een gift van 200 kg/ha aan de basis. In 2011 en 2012 resulteerde een overbesteding niet in een verhoging van het UBG.

Het UBG (als meerjarig gemiddelde) steeg significant met het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 en van 130 naar 200 kg/ha. Een verdere verhoging van de N-gift verhoogde het UBG niet.

Het uitvoeren van een overbesteding in het seizoen als aanvulling op een gift van 200 kg/ha aan de basis resulteerde in een UBG dat op het niveau van het object met 200 kg N/ha aan de basis zonder overbesteding.



Foto 2. Stand van het gewas op 26 juli

In plaats van het uitbetalingsgewicht zal in de toekomst de term zetmeelopbrengst vaker worden gebruikt. De zetmeelopbrengst kan worden berekend door het zetmeelpercentage van de knollen te vermenigvuldigen met de totaalopbrengst. Het zetmeelpercentage wordt verkregen uit een omrekening van het OWG. De formule hiervan is $\text{zetmeelpercentage} = \text{OWG} * 0.0527 - 5.769$

In tabel 38 is het zetmeelpercentage weergegeven terwijl de zetmeelopbrengst is weergegeven in tabel 39.

Tabel 38. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op het zetmeelpercentage

code	N-gift	meststof	zetmeelpercentage (%)				% t.o.v. nulobject	
			2010	2011	2012	gemiddeld	meerjarig	relatief
A	0		21.9 b	21.5	23.5 a	22.3 ab	99	
B	130	KAS	21.7 b	22.1	24.8 b	22.9 c	102	
C	150	KAS	21.7 b	21.9	24.8 b	22.8 bc	102	
D	200	KAS	21.1 ab	21.6	24.9 b	22.5 bc	100	
E	250	KAS	19.6 a	21.6	24.7 b	22.0 a	98	
F	200+50	KAS	19.8 a	21.3	24.4 b	21.8 a	97	
		p	<0.001	ns	0.002	<0.001		
		lsd	0.8		0.6	0.5		

P jaar = <0.001, lsd jaar = 0.3; P jaar*behandeling = <0.001 lsd jaar*behandeling = 0.85

Uit tabel 38 blijkt dat er in 2010 een effect werd vastgesteld waarbij het verhogen van de N-gift leidde tot een afname van het zetmeelgehalte in de knol.

In 2011 leidde stikstofbemesting (en het verhogen ervan) niet tot een effect op het zetmeelpercentage in de knol.

In 2012 werd met het toedienen van 130 kg N/ha, een significante verhoging van het zetmeelgehalte in de knol gerealiseerd. Een verdere verhoging van de N-gift leidde tot significante verlaging van het zetmeelpercentage.

Tabel 39. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op de zetmeelopbrengst

code	N-gift	meststof	zetmeelopbrengst (ton/ha)				% t.o.v. nulobject	
			2010	2011	2012	gemiddeld	meerjarig	relatief
A	0		10.4 a	10.2 a	7.9 a	9.5 a	100	
B	130	KAS	12.5 bc	12.0 b	12.5 b	12.4 b	132	
C	150	KAS	12.9 c	11.9 b	12.3 b	12.4 b	131	
D	200	KAS	12.7 bc	12.3 b	14.3 c	13.1 b	140	
E	250	KAS	11.7 b	12.6 b	14.6 c	13.0 b	139	
F	200+50	KAS	13.0 c	12.2 b	14.1 c	13.1 b	140	
		p	0.001	0.028	<0.001	<0.001		
		lsd	1.1	1.3	1.2	0.7		

P jaar = ns, P jaar*behandeling = <0.001 lsd jaar*behandeling = 1.2

Uit tabel 39 blijkt dat er tussen de jaren duidelijke verschillen van de hoogte van de N-gift op de zetmeelopbrengst zijn vastgesteld. In 2010 werd de maximale zetmeelopbrengst reeds behaald bij 150 kg N/ha aan de basis.

In 2011 leidde het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 kg/ha tot een significante verhoging van de zetmeelopbrengst. Een verdere verhoging van de N-gift tot 250 kg/ha had in 2011 tot gevolg dat de zetmeelopbrengst iets steeg (niet significant).

In 2012 leidde het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 en van 130 naar 200 kg/ha tot significante verhogingen van de zetmeelopbrengst.

Een overbemesting in het seizoen leidde in geen van de jaren tot betrouwbare verhogingen van de zetmeelopbrengst in vergelijking tot het object met 200 kg N/ha aan de basis.

De zetmeelopbrengst (meerjarig gemiddeld) steeg met het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 kg/ha significant. Met het verhogen van de N-gift tot 200 kg/ha steeg de zetmeelopbrengst door (niet significant).

Het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen als aanvulling op een basisgift van 200 kg N/ha leidde in vergelijking tot het object met enkel 200 kg N/ha aan de basis niet tot een effect op zetmeelopbrengst.

Tabel 40. Het effect van de hoogte van de N-gift op het N-gehalte in de drogestof

code	N-gift	meststof	N-gehalte (g/kg ds)				% t.o.v. 150 N KAS
			2010	2011	2012	gemiddeld	meerjarig relatief
A	0		7.8 a	8.0 a	8.2 a	8.0 a	100
B	130	KAS	10.9 b	10.5 b	10.0 b	10.4 b	130
C	150	KAS	11.5 bc	11.5 bc	10.2 b	11.0 c	138
D	200	KAS	12.3 c	12.6 cd	11.1 c	12.0 d	149
E	250	KAS	14.7 d	13.6 d	11.1 c	13.0 e	162
F	200+50	KAS	14.5 d	11.8 bc	11.6 c	12.6 e	156
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
		lsd	1.13	1.3	0.8	0.6	

P jaar = <0.001, P jaar*behandeling = 0.35 <0.001 lsd jaar*behandeling = 1.1

Uit tabel 40 blijkt dat het N-gehalte in de drogestof in 2010 en 2011 bleef doorstijgen met iedere verhoging tot 250 kg N/ha. In 2012 werd het hoogste N-gehalte in de drogestof gerealiseerd bij 200 kg N/ha.

Het effect van een overbemesting in het seizoen op het N-gehalte in de knol verschilde per jaar. In 2011 leidde een overbemesting in het seizoen in vergelijking tot een gift van 250 kg/ha aan de basis tot een significant lager N-gehalte in de drogestof. In 2010 en 2012 lijkt een overbemesting te leiden tot een (in 2012 niet significante) stijging van het N-gehalte in vergelijking tot 200 kg N/ha aan de basis.

Met iedere verhoging van de N-gift aan de basis steeg het meerjarig gemiddelde N-gehalte. Het toepassen van een overbemesting leidde meerjarig echter niet tot een verhoging van het N-gehalte.

Tabel 41. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op de N-afvoer met de oogst

code	N-gift	meststof	N-afvoer				% t.o.v. nulobject
			2010	2011	2012	gemiddeld	meerjarig relatief
A	0		102 a	104 a	80 a	96 a	100
B	130	KAS	175 b	164 b	157 b	165 b	174
C	150	KAS	192 bc	181 bc	155 b	176 b	183
D	200	KAS	205 c	202 d	200 c	202 c	212
E	250	KAS	229 d	225 e	203 c	219 d	229
F	200+50	KAS	248 d	196 cd	206 c	217 d	225
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
		lsd	20.8	19.7	16	11.4	

P jaar = <0.001, lsd jaar = 6.6 P jaar*behandeling = 0.019, lsd jaar*behandeling = 19.7

Uit tabel 41 blijkt dat de N-afvoer toenam met iedere verhoging van de N-gift aan de basis in 2010 en 2011. In 2012 werd bij een N-gift van 200 kg/ha de hoogste N-afvoer behaald. Een verdere verhoging van de N-gift leidde in 2012 niet tot een verhoging van de N-afvoer.

In 2010 leidde een overbemesting tot een hogere N-afvoer ten opzichte van een gift van 250 kg N/ha aan de basis (neigend naar significantie).

In 2011 resulteerde een overbemesting in het seizoen tot een significante afname van de N-afvoer in vergelijking met eenmalig 250 kg N/ha. In 2012 leidde een N-overbemesting in het seizoen niet tot een effect op de N-afvoer.

De gemiddelde N-afvoer (van drie jaar onderzoek) steeg met iedere verhoging van de N-gift aan de basis. Met het verhogen van 0 naar 130 en van 130 naar 200 en van 200 naar 250 kg N/ha waren deze verhogingen significant.

Het toedienen van een overbemesting in het seizoen resulteerde in een vergelijkbare N-afvoer aan een N-gift van 250 kg/ha aan de basis.

Tabel 42. Het effect van de hoogte van de N-gift en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op de N-recovery

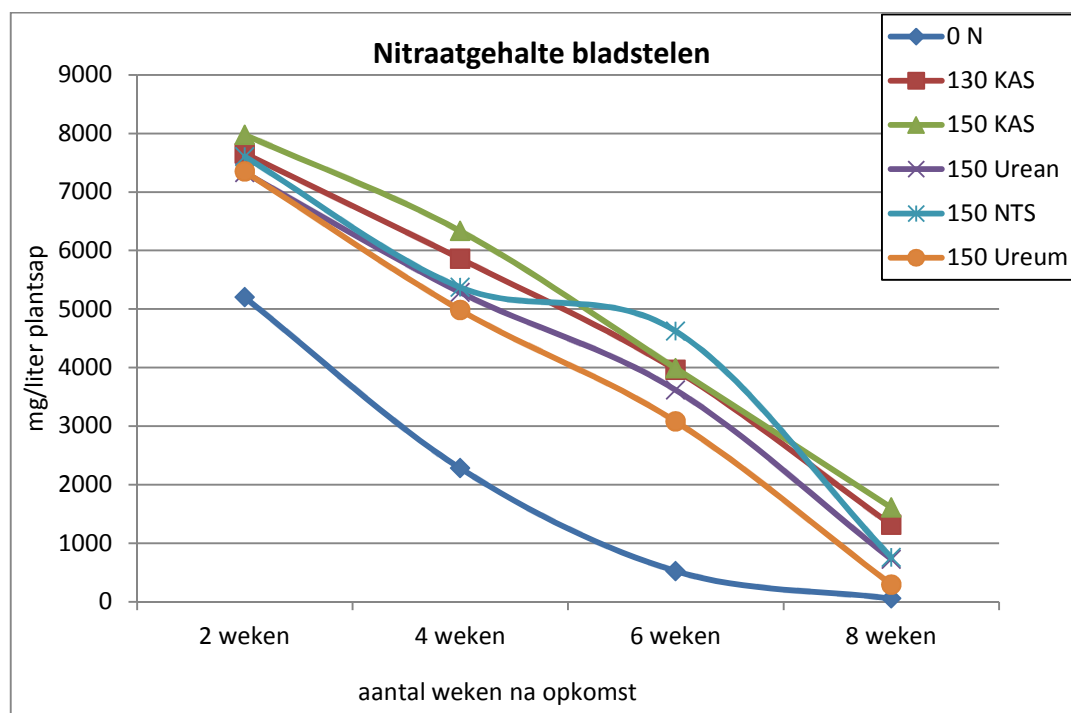
code	N-gift	meststof	N-recovery			
			2010	2011	2012	gemiddeld
A	0					
B	130	KAS	56	46	60	54
C	150	KAS	60	51	50	54
D	200	KAS	52	49	60	53
E	250	KAS	51	48	49	49
F	250	KAS	58	37	51	49

Uit tabel 42 blijkt dat de gemiddelde N-recovery afnam naarmate een hogere N-gift werd toegediend. Bij een N-gift van 150 kg/ha lag de N-recovery op 54% van de N-gift. Met het verhogen van de N-gift naar 200 en van 200 naar 250 kg/ha daalde de N-recovery naar respectievelijk 53 en 49%.

De N-recovery bij het object waarbij een overbemesting is toegediend als aanvulling op een basisgift van 200 kg N/ha lag op het niveau van een N-gift van 250 kg/ha aan de basis. Bijbemesting leidde daarmee niet tot een hogere N-recovery dan een volledige basisgift met dezelfde totaalhoeveelheid stikstof.

Locatie Noordoost Nederland; het effect van de N-meststof

In het seizoen zijn op vier tijdstippen aardappelbladstelen geplukt. De minerale samenstelling van het plantsap is vastgesteld d.m.v. een plantsapanalyse. Het verloop van het nitraatgehalte in het plantsap is weergegeven in figuur 8.



Figuur 8. Het effect van de N-meststof op het verloop van het nitraatgehalte in het plantsap

Uit figuur 8 blijkt dat het nitraatgehalte bij een N-gift in de vorm van Ureum vloeibaar gedurende het gehele seizoen iets onder het niveau blijft van de overige objecten. Een N-gift in de vorm van 150 kg/ha KAS lijkt gedurende het seizoen te resulteren in het hoogste nitraatgehalte in het plantsap. NTS lijkt door een tragere werking na 6 weken te leiden tot een hoger nitraatgehalte in de bladstelen.

Tabel 43. Het effect van de N-meststof op de totaalopbrengst (vers)

code	N-gift	meststof	totaalopbrengst				% t.o.v. 150 N KAS meerjarig relatief
			2010	2011	2012	gem.	
A	0		47.3 a	47.3 a	33.5 a	42.8 a	79
B	130	KAS	57.8 b	54.2 b	50.5 c	54.2 b	100
C	150	KAS	59.6 b	54.0 b	49.6 bc	54.4 b	100
G	150	Urean	59.6 b	54.1 b	49.5 bc	54.5 b	100
H	150	NTS	56.2 b	54.8 b	50.0 c	53.7 b	99
J	150	Ureum	57.7 b	56.7 b	45.5 b	53.3 b	98
		p	<.001	0.006	<0.001	<0.001	
		lsd	4.38	4.9	4.4	2.7	

P jaar =<0.001, lsd jaar = 1.6 P jaar*behandeling = <0.001 lsd jaar*behandeling = 4.7

Uit tabel 43 blijkt dat er in 2010 en 2011 geen significante verschillen in versopbrengst zijn vastgesteld tussen de verschillende N-meststoffen. In 2012 was dit wel het geval en leidde het toepassen van Ureum vlb. tot een significant lagere totaalopbrengst.

Uit de kolom 'gemiddeld' blijkt dat meerjarig geen significante verschillen in totaalopbrengst zijn vastgesteld tussen een N-gift van 150 kg/ha in de vorm van KAS, Urean, NTS of Ureum.

Tabel 44. Het effect van de N-meststof op en het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen op het onderwatergewicht

code	N-gift	meststof	OWG				% t.o.v. 150 N KAS	
			2010	2011	2012	gem.	meerjarig	relatief
A	0		525 b	517	556 a	533 a	98	
B	130	KAS	522 ab	529	580 b	544 b	100	
C	150	KAS	521 ab	526	581 b	543 b	100	
G	150	Urean	528 b	530	575 b	544 b	100	
H	150	NTS	511 a	531	573 b	539 ab	99	
J	150	Ureum	524 ab	526	574 b	541 ab	99	
		p	<0.001	ns	0.002	<0.001		
		lsd	14.5		10.5	9.3		

P jaar = <0.001, lsd jaar = 5.4; P jaar*behandeling = <0.001 lsd jaar*behandeling = 16.1

Uit tabel 44 blijkt dat in 2010 NTS leidde tot een significant lager OWG dan Urean. In 2011 en 2012 werd er geen effect van de N-meststof op het OWG aangetoond.

Op het gemiddelde OWG van de drie jaren onderzoek blijkt dat er tussen de meststoffen Urean, NTS, Ureum vlb. en 150 kg N/ha KAS geen betrouwbare verschillen zijn vastgesteld.

Tabel 45. Het effect van de N-meststof op het uitbetalingsgewicht

code	N-gift	meststof	UBG				% t.o.v. 150 N KAS	
			2010	2011	2012	gem.	meerjarig	relatief
A	0		67.0 a	65.8 a	51.0 a	61.4 a	76	
B	130	KAS	81.1 bc	77.6 b	80.8 c	79.9 b	100	
C	150	KAS	83.7 c	76.7 b	79.5 c	80.0 b	100	
G	150	Urean	85.1 c	77.3 b	78.5 bc	80.4 b	101	
H	150	NTS	76.9 b	78.7 b	78.9 bc	78.2 b	98	
J	150	Ureum	81.7 bc	80.5 b	71.9 b	78.1 b	98	
		p	<0.001	0.028	<0.001	<0.001		
		lsd	5.99	8.2	7.4	4.6		

P jaar = ns, P jaar*behandeling = <0.001 lsd jaar*behandeling = 8.0

Uit tabel 45 blijkt dat in 2010 en 2012 significante verschillen van de N-meststof op het UBG zijn vastgesteld. In 2010 leidde het toepassen van NTS tot een significant lager UBG dan KAS en Urean (vanwege een lager OWG). In 2012 bleef het UBG bij een N-gift in de vorm van Ureum vlb. significant achter ten opzichte van een zelfde gift met KAS.

Tussen de verschillende behandelingen werden op het meerjarige gemiddelde geen significante verschillen vastgesteld.

Tabel 46. Het effect van de N-meststof op het zetmeelgehalte in de knollen

code	N-gift	meststof	zetmeelpercentage (%)				% t.o.v. 150 N KAS	
			2010	2011	2012	gem.	meerjarig	relatief
A	0		21.9 ab	21.5	23.5 a	22.3 a	98	
B	130	KAS	21.7 ab	22.1	24.8 b	22.9 b	100	
C	150	KAS	21.7 ab	21.9	24.8 b	22.8 b	100	
G	150	Urean	22.1 b	22.1	24.5 b	22.9 b	108	
H	150	NTS	21.1 a	22.2	24.4 b	22.6 ab	107	
J	150	Ureum	21.9 ab	21.9	24.5 b	22.8 b	107	
		p	<0.001	ns	0.002	<0.001		
		lsd	0.8		0.6	0.5		

P jaar = <0.001, lsd jaar = 0.3; P jaar*behandeling = <0.001 lsd jaar*behandeling = 0.85

Uit tabel 46 blijkt dat NTS in 2010 leidde tot een significant lager zetmeelgehalte dan Urean. In 2011 en 2012 werd er geen effect van de N-meststof op het zetmeelpercentage aangetoond.

Op het gemiddelde zetmeelpercentage van de drie jaren onderzoek blijkt dat er tussen de meststoffen Urean, NTS, Ureum vlb. en 150 kg N/ha KAS geen betrouwbare verschillen zijn vastgesteld.

Tabel 47. Het effect van N-meststof op de zetmeelopbrengst

code	N-gift	meststof	zetmeelopbrengst (ton/ha)				% t.o.v. 150 N	
			2010	2011	2012	gem.	meerjarig	relatief
A	0		10.4 a	10.2 a	7.9 a	9.5 a	76	
B	130	KAS	12.5 bc	12.0 b	12.5 c	12.4 b	100	
C	150	KAS	12.9 bc	11.9 b	12.3 bc	12.4 b	100	
G	150	Urean	13.2 c	12.0 b	12.2 bc	12.4 b	101	
H	150	NTS	11.8 b	12.2 b	12.2 bc	12.1 b	98	
J	150	Ureum	12.6 bc	12.4 b	11.1 b	12.1 b	98	
		p	0.001	0.028	<0.001	<0.001		
		lsd	1.1	1.3	1.2	0.7		

P jaar = ns, P jaar*behandeling = <0.001 lsd jaar*behandeling = 1.2

Uit tabel 47 blijkt dat in 2010 NTS leidde tot een significant lagere zetmeelopbrengst dan Urean. Het toepassen van NTS leidde tot een lagere zetmeelopbrengst vanwege het lagere zetmeelpercentage.

In 2011 werd er geen betrouwbaar verschil in zetmeelopbrengst vastgesteld tussen de verschillende behandelingen.

In 2012 bleef zetmeelopbrengst bij een N-gift in de vorm van vloeibare Ureum significant achter ten opzichte van een zelfde gift met KAS.

Tussen de verschillende behandelingen werden op het meerjarige gemiddelde geen significante verschillen vastgesteld.

De afvoer aan nutriënten met het geogoste product is berekend uit de totaalopbrengst, het drogestofpercentage en de minerale samenstelling van de drogestof. Het N-gehalte is weergegeven in tabel 48. De stikstofafvoer met de geogoste aardappelen is weergegeven in tabel 49.

Tabel 48. Het effect van de N-meststof op het N-gehalte in de drogestof

code	N-gift	meststof	N-gehalte (g/kg ds)				% t.o.v. 150 N KAS	
			2010	2011	2012	gemiddeld	meerjarig	relatief
A	0		7.8 a	8.0 a	8.2 a	8.0 a	100	
B	130	KAS	10.9 b	10.5 b	10.0 b	10.4 b	130	
C	150	KAS	11.5 b	11.5 b	10.2 b	11.0 c	138	
G	150	Urean	11.0 b	10.7 b	9.8 b	10.5 bc	131	
H	150	NTS	11.7 b	11.1 b	10.0 b	10.9 bc	136	
J	150	Ureum	10.7 b	10.6 b	10.0 b	10.4 b	130	
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
		lsd	1.13	1.3	0.8	0.6		

P jaar = <0.001, P jaar*behandeling = 0.35 <0.001 lsd jaar*behandeling = 1.1

Tabel 49. Het effect van N-meststof op de N-afvoer met het geogoste product

code	N-gift	meststof	N-afvoer				% t.o.v. 150 N KAS	
			2010	2011	2012	gem.	meerjarig	relatief
A	0		102 a	104 a	80 a	96 a	52	
B	130	KAS	175 b	164 b	157 c	165 bc	102	
C	150	KAS	192 b	181 b	155 bc	176 c	100	
G	150	Urean	183 b	168 b	149 bc	167 bc	96	
H	150	NTS	180 b	172 b	152 bc	168 bc	98	
J	150	Ureum	173 b	177 b	139 b	163 b	90	
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
		lsd	20.8	19.7	16	11.4		

P jaar =<0.001, lsd jaar = 6.6; P jaar*behandeling = 0.019, lsd jaar*behandeling = 19.7

Uit tabel 49 blijkt dat er in de individuele jaren geen betrouwbare verschillen in N-afvoer zijn vastgesteld, al neigde KAS in 2010 en 2012 naar een hogere N-afvoer dan vloeibare Ureum.

Meerjarig leidde het toepassen van KAS tot de hoogste N-afvoer terwijl Urean en NTS iets onder dit niveau lagen (niet significant). Ten opzichte van KAS was de gemiddelde N-afvoer als gevolg van toepassing van Ureum significant lager.

De N-recovery is een maat voor het percentage van de stikstofgift die door het gewas is benut. Deze is berekend door de verhoging van de N-afvoer ten opzichte van het nulobject te delen door de N-gift. Dit getal vermenigvuldigd met 100% geeft de N-recovery.

Tabel 50. Het effect van de N-meststof op de N-recovery

code	N-gift	meststof	N-recovery			
			2010	2011	2012	gemiddeld
A	0					
B	130	KAS	56	46	60	54
C	150	KAS	60	51	50	54
G	150	Urean	54	43	46	48
H	150	NTS	52	45	48	48
J	150	Ureum	47	49	40	45

Uit tabel 50 blijkt dat de N-recovery bij een N-gift van 130 en 150 kg N/ha uit KAS op 54% ligt. Het gewas heeft dus 54% van de toegediende hoeveelheid stikstof kunnen opslaan in de knol.

De meerjarig gemiddelde N-recovery bij Urean en NTS ligt omstreeks 48% terwijl deze bij Ureum vlb. op 45 % ligt.

Conclusies per locatie

In opdracht van het Productschap Akkerbouw (met participatie van Cebeco Meststoffen en Yara) is door ALTIC B.V. een driejarig bemestingsonderzoek uitgevoerd naar de werking van vloeibare N-meststoffen.

Het onderzoek is uitgevoerd gedurende de jaren 2010, 2011 en 2012 op drie verschillende locaties (zuidoost Nederland, het centrale kleigebied en het zand-dal gebied). De doelstelling van het onderzoek is de werking van vloeibare N-meststoffen in vergelijking tot de in Nederland meest aangewende N-meststof KAS vast te stellen.

Om het effect van de hoogte van de N-gift vast te stellen is in iedere proef een N-trap aangelegd met 0, 130, 150, 200 en 250 kg N/ha aan de basis. Tevens is de meerwaarde van een overbemesting in het seizoen getoetst door kort voor het sluiten van het gewas een N-gift van 50 kg/ha toe te dienen.

De meststofvergelijking tussen KAS en de vloeibare meststoffen (Urean, NTS en Ureum vlb.) is aangelegd bij een N-gift van 150 kg N/ha.

Locatie Flevoland

Het effect van de hoogte van de N-gift in de Flevopolder

De maximale opbrengst (maat 40-op) werd in 2010 en 2012 behaald bij een niveau van 250 kg/ha. In 2011 werd de maximale opbrengst al bij een N-gift van 200 kg/ha behaald. De meerjarige meeropbrengst bij het verder verhogen van de N-gift van 200 naar 250 kg N/ha (zowel aan de basis als d.m.v. een overbemesting) was gering. Met het verhogen van de stikstofgift van 0 naar 130 en van 130 naar 200 kg/ha nam de gemiddelde N-afvoer (van drie jaar onderzoek) met het geogste product significant toe. De benutting van de N-gift (N-recovery) bij een N-gift van 150 kg N/ha was gemiddeld 50%. Met het verhogen van de N-gift naar 200 en van 200 naar 250 kg N/ha nam de N-recovery af naar respectievelijk 47% en 40%.

Het effect van het type N-meststof in de Flevopolder

De keuze voor de N-meststof (KAS, Urean, NTS en Ureum) leidde gemiddeld over drie jaar onderzoek niet tot significante verschillen in opbrengst in de maat 40-op. In de individuele jaren van onderzoek was er echter wel sprake van enige variatie tussen de behandelingen. Zo resulteerde een N-gift in de vorm van Ureum in 2011 in een iets lagere opbrengst in de maat 40-op in vergelijking tot KAS (neigend naar significantie) terwijl de totaalopbrengst wel significant lager was. In 2012 resulteerde Ureum vlb. in een significant hogere opbrengst dan KAS.

In 2012 bleek de N-afvoer bij Urean significant lager was dan KAS en Ureum vloeibaar. Uit het driejarige gemiddelde blijkt dat er tussen de verschillende N-meststoffen geen betrouwbare verschillen zijn vastgesteld. Wel lijkt Urean te leiden tot een afname van de N-afvoer (niet significant).

De N-recovery van 150 kg N/ha in de vorm van KAS bedroeg 50%. Bij NTS en Ureum vloeibaar lag de N-recovery iets onder dit niveau. De N-recovery van Urean lag nog lager.

Locatie Vredepeel (Zuidoost Nederland)

Het effect van de hoogte van de N-gift in Zuidoost Nederland

In de drie individuele jaren werd telkens de maximale opbrengstpotentie gerealiseerd bij een N-gift van 200 kg/ha. Significants was de verhoging tussen 150 en 200 kg/ha echter alleen in 2010. Op het driejarige gemiddelde was de opbrengstverhoging tussen 150 en 200 kg N/ha wel significant. In 2011 en 2012 werd er een niet significant hogere opbrengst vastgesteld als gevolg van een overbemesting in het seizoen. Met iedere verhoging van de N-gift nam de N-afvoer met de geogste knollen toe.

De recovery van de stikstofgift lag bij de N-giften van 130, 150 en 200 kg/ha op 50%.

Het effect van het type N-meststof in Zuidoost Nederland

Ten opzichte van KAS werden met Urean, NTS en Ureum vloeibaar op de driejarige gemiddelde opbrengst (maat 40-op) geen betrouwbare verschillen vastgesteld. Onderling was er echter wel sprake van significante verschillen. Dit omdat NTS resulteerde in een iets hogere opbrengst dan KAS (niet significant) terwijl Urean niet significant onder het niveau lag van KAS.

Het toepassen van Urean leidde tot een significant lager N-gehalte in de drogestof en leidde (in combinatie met een niet significant lagere totaalopbrengst) tot een significant lagere N-afvoer met de geogste knollen.

Locatie Rolde (Noordoost Nederland)

Het effect van de hoogte van de N-gift in Noordoost Nederland

Met het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 en van 130 naar 200 kg/ha nam de totale versopbrengst (meerjarig gemiddelde) significant toe.

In 2010 leidde het verhogen van de N-gift tot een afname van het OWG. Een effect van stikstofbemesting (en het verhogen van de gift) leidde in 2011 niet tot een effect op het OWG. In 2012 leidde een N-gift van 130 kg/ha tot een (significante) verhoging van het OWG terwijl een verdere verhoging leidde tot een (niet significante) daling.

Het UBG (als meerjarig gemiddelde) steeg significant met het verhogen van de N-gift van 0 naar 130 en van 130 naar 200 kg/ha. Een verdere verhoging van de N-gift verhoogde het meerjarig gemiddelde UBG niet verder.

Het uitvoeren van een overbemesting in het seizoen (200+50) resulteerde meerjarig niet in een verhoging van het UBG in vergelijking tot enkel 200 kg N/ha aan de basis.

Ondanks vrij grote jaarsverschillen steeg de gemiddelde N-afvoer (van drie jaar onderzoek) significant met het verhogen van 0 naar 130 en van 130 naar 200 en van 200 naar 250 kg N/ha.

Met het verhogen van de N-gift daalde de N-recovery. Bij een N-gift van 150 kg/ha bedroeg deze 54%. Met het verhogen van de N-gift naar 200 en van 200 naar 250 kg/ha aan de basis daalde de N-recovery naar respectievelijk 53 en 49%.

Het effect van de N-meststof in Noordoost Nederland

De keuze voor de N-meststof leidde meerjarig niet tot significante opbrengstverschillen. Ook werden er geen significante verschillen vastgesteld van de N-meststof op het OWG (gemiddelde van drie jaar onderzoek). In 2010 leidde NTS echter tot een significant lager UBG dan KAS.

De verschillende N-meststoffen leidden meerjarig echter niet tot betrouwbare verschillen in het UBG.

Wel was er sprake van een significant effect van de hoogte van de N-gift op de N-afvoer met het geogste product. Hierbij leidde het toepassen van Ureum vloeibaar tot een significant lagere N-afvoer in vergelijking tot KAS.

De recovery van stikstof bij een N-gift van 150 kg/ha met KAS lag op 54%. De N-recovery van zowel Urean en NTS lag op 48%. Bij Ureum werd in vergelijking tot KAS een significant lagere N-afvoer vastgesteld. De N-recovery van dit object lag op 45% van de N-gift.

Conclusie vloeibare meststoffen

Urean

Wat betreft opbrengst (maat 40-op) lijkt Urean (iets) achter te blijven ten opzichte van KAS, NTS en Ureum vloeibaar. Een lagere stikstofafvoer van Urean werd zowel vastgesteld in de Flevopolder als in zuidoost Nederland. Op beide locaties bleek de reductie in N-afvoer zowel het gevolg van een lagere opbrengst als een lager N-gehalte. Dit beeld staat in contrast met de prestaties van Urean in noordoost Nederland waarbij de gemiddelde stikstofafvoer omstreeks het niveau lag van KAS.

In de Flevopolder bleek het (negatieve) opbrengsteffect mee te vallen omdat de lagere N-afvoer daar vooral werd veroorzaakt door een lager N-gehalte. Urean resulteerde in zuidoost Nederland echter wel tot een opbrengstvermindering en ook en lager N-gehalte.

Op zowel opbrengst als N-afvoer leidde 150 kg N/ha met Urean tot een vergelijkbaar (Flevoland en Rolde) tot slechter (Vredepeel) resultaat als 130 kg N/ha uit KAS. Hierdoor ligt op alle locaties de N-recovery van Urean meerjarig lager dan bij KAS.

NTS

NTS (150 kg N/ha) leidde tot een vergelijkbare opbrengst en N-afvoer als 150 kg N/ha met KAS en leidde tot een vrijwel gelijke N-recovery. Alleen bij zetmeelaardappelen in Rolde leidde NTS alleen in 2010 tot een verlaging van het uitbetalingsgewicht vergeleken met KAS. In Rolde (zetmeelaardappelen) leek de N-afvoer en N-recovery van NTS meerjarig lager dan van KAS (niet significant).

Ureum vloeibaar

Gemiddeld over drie jaar presteert vloeibare Ureum in Flevoland en Vredepeel wat betreft opbrengst gelijkwaardig aan KAS. In het onderzoek bleek echter ook dat Ureum vloeibaar in zowel Flevoland, Rolde, als Vredepeel een minder consequent beeld gaf in de verschillende jaren qua opbrengst.

Wat betreft N-afvoer en N-recovery is het beeld voor vloeibare Ureum vergelijkbaar aan de opbrengst. Gemiddeld genomen een gelijkwaardig resultaat aan KAS (in Flevoland en Vredepeel), maar een wisselvallig beeld, waarbij Ureum het ene jaar beter en het ander jaar minder goed presteert dan KAS.

Bij zetmeelaardappelen in Rolde leidde vloeibare Ureum tot een significant lagere N-afvoer dan KAS, waardoor ook de N-recovery voor vloeibare Ureum bij zetmeelaardappelen lager is dan van KAS.