Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur,
Den Haag

Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur

Betreft: Reactie KAVB Productgroep Zantedeschia over de Concept-wijziging van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet in verband met de aanpassing van stikstofgebruiksnormen en aanwijzing aandachtgebieden stikstof.

Hillegom, 8 november 2025

Geachte heer, mevrouw,

In deze zienswijze reageren we als KAVB Productgroep Zantedeschia, vertegenwoordigers van de telers van dit gewas, op de stikstofgebruiksnormen voor Zantedeschia. Daarna geven we een aantal algemene reacties op de voorgestelde wijziging van de Uitvoeringsregeling.

Inleiding

De telers van Zantedeschia werken met elkaar samen om op een duurzame wijze knollen te telen van een goede kwaliteit en maken daarin goede stappen voorwaarts. Een optimale bemesting is noodzakelijk voor een gezonde teelt en om de bodemgezondheid op peil te houden. Al eerder hebben we namens de Productgroep Zantedeschia onze zorgen over de gevolgen van een sterke beperking van de bemesting voor de weg naar verduurzaming geuit in een brief.[1]

Lange termijn-effecten op opbrengst en bodemgezondheid

Bollenteelt is de teelt van uitgangsmateriaal voor de bolbloementeler, maar ook uitgangsmateriaal voor de vervolgteelt op het eigen bedrijf. Hierdoor heeft een onvoldoende voeding van het gewas niet alleen effect op de opbrengst en gezondheid in het betreffende teeltjaar, maar ook voor de kwaliteit van het uitgangsmateriaal voor de volgende teeltjaren. Hierbij spelen o.a. virusaantasting (onvoldoende stikstof geeft een aantrekkelijker gewas voor de luizen, vector van virus) en besmetting met schimmels een belangrijke rol. Voldoende voeding van het gewas is dus niet alleen van belang voor de opbrengst in het betreffende teeltjaar, maar ook voor een duurzame teelt in de jaren erna.

De afbraak van de organische stof op duinzandgronden is relatief hoog, gemiddeld 6% (2-10%, andere gronden gemiddeld 2%). Om dit aan te vullen is, naast het behouden van de gewasresten op het bedrijf (via compostering) en het telen van groenbemesters, een jaarlijkse aanvoer nodig. Als er niet voldoende kan worden aangevoerd, dan neemt het organische stofgehalte en daarmee de bodemvruchtbaarheid af. Dit heeft tot gevolg dat gewassen minder groeien, minder weerbaar zijn, de bodem minder water vast kan houden, de structuur slechter is en nutriënten sneller uitspoelen. Bollentelers hebben afgelopen decennia gewerkt aan het bodemevenwicht en bouwplan (vruchtwisseling, organische stofbemesting, keuze groenbemesters, inundatie) om dit te managen zonder chemie. Voldoende aanvoer van organische stof met o.a. compost en groenbemester en de juiste groenbemester op het juiste tijdstip zijn daarbij cruciaal. Tornen aan de organische bemesting en de keuze van groenbemester kan desastreus zijn voor een gezonde en duurzame teelt en zorgen voor een bodem die gevoeliger is voor uitspoeling en minder water kan bufferen.

[1] Brief van 15 april 2024 met kenmerk B/13/82 'Aanwijzing als nutriënten verontreinigde gebieden.

De stikstofnorm op basis van het bemestingsadvies van Zantedeschia is te laag vastgesteld en moet verhoogd worden.

De stikstof gebruiksnorm voor Zantedeschia is door een vergissing in het onderbouwende onderzoeksrapport (De stikstofbehoefte van Zantedeschia, Van Dijk et al, 2005, zie bijlage 3) te laag vastgesteld. De quickscan-methode die toen gevolgd is voor dit gewas kwam uit op een advies van 185 kg N/ha (pagina 32 van het rapport). Dit getal staat echter niet in de samenvattende tabel met voorgestelde gebruiksnormen van het rapport. Daardoor is de norm toen vastgesteld op 110 kg N/ha (pagina 27 van het rapport). In 2014 is die verhoogd naar 120 kg N/ha, wat nog steeds minder is dan de afvoer van stikstof door dit gewas in de stikstofproeven (123 kg N per ha). In 2025 is de stikstofbehoefte van Zantedeschia op basis van proeven en praktijkgegevens opnieuw vastgesteld, op 142 kg N per ha (Van Dam et al., 2025, bijlage 1). De KAVB Productgroep Zantedeschia verzoekt u om het bemestingsadvies dat als basis voor de stikstofgebruiksnormen voor Zantedeschia geldt, dan ook vast te stellen op 142 kg N/ha.

Milieutechnisch is dit goed mogelijk omdat Zantedeschia daarbij nog steeds een relatief stikstof-efficiënt gewas is en op een zeer beperkt areaal (<350 ha) wordt geteeld, uitsluitend in het westelijk zandgebied, waar de stikstofnormen in grond- en oppervlaktewater al jaren gehaald worden (Velthof en Fraters, 2007; https://krw-nutrend.netlify.app/), en de uitspoelfractie op 2% ligt.

Reactie op de voorgestelde gebruiksnormen in stikstofaandachtsgebieden

Dit jaar is in uiteenlopende regio's gebleken dat de kwekers met de huidige gebruiksnormen in de Nutriënten-Verontreinigde gebieden niet of nauwelijks uit de voeten kunnen. De teelt van groenbemesters, die nodig zijn voor de bodemgezondheid, de onderdrukking van onkruid en de organische stofvoorziening, staat onder druk. De hoofdgewassen kunnen vaak niet of maar nèt voldoende bemest worden, zelfs niet bij toepassing van een goede landbouwpraktijk met een bemestingsstrategie gebaseerd op metingen tijdens het groeiseizoen. De stikstof bijmest methode op basis van bemonstering wordt op vrijwel het hele areaal van Zantedeschiatelers toegepast, conform de strategie zoals is beschreven in bijlage 3 Stikstofbemestingsstrategie (advies TTW Systeem BV Sommelsdijk), pagina 39 van het rapport De stikstofbehoefte van Zantedeschia (Van Dam et al., 2025, bijlage 1) en het voorbeeld Bemestingsadvies in bijlage 1.

In de regio westelijke zandgronden, die niet zijn aangewezen als stikstofaandachtsgebied, zijn de telers opgelucht over de verruiming van de normen. De gebruiksnorm voor groenbemesters die 10 weken op het land staan voor een volggewas is daarbij zeer welkom, en zorgt voor een betere onderdrukking van bodemgebonden ziekten en meer opbouw van organische stof en bodemleven. De aanscherpingen die worden voorgesteld in de stikstofaandachtsgebieden geven grote problemen in de teelt. Dat geldt zéker in die gebieden waar de gebruiksnorm onder 80% van het advies uitkomt: deze aanscherpingen zijn ook in goede jaren niet meer te compenseren door op het scherpst van de snede te bemesten.

Optelling kortingen op de gebruiksnorm t.b.v. grond- en oppervlaktewater is niet logisch.

Het is niet logisch om de kortingen op de gebruiksnorm voor grondwater en oppervlaktewater tegelijk toe te passen. Uitspoelend water komt in het grondwater òf in het oppervlaktewater terecht, niet in allebei. In de voorgestelde wetswijziging wordt, bij dezelfde oppervlaktewaterkwaliteit telkens een andere korting op de gebruiksnorm toegepast in, respectievelijk Zand Noord + West, Zand centraal en klei en veen. De KAVB Productgroep Zantedeschia stelt voor om de korting op de gebruiksnorm in de stikstofaandachtsgebieden te berekenen op basis van het volledige bemestingsadvies, i.p.v. deze toe te passen als een extra korting bovenop de korting die voor nitraat

in grondwater wordt toegepast. Dan komen de stikstofgebruiksnormen in stikstofaandachtsgebieden uit op 80 of 90% van het advies, voor alle grondsoorten.

Natuurlijk kan het voorkomen dat er in een stikstofaandachtsgebied een deel van het water naar het grondwater spoelt en een deel naar het oppervlaktewater. Om dan het risico voor grond- en oppervlaktewater af te dekken kan de norm vastgesteld worden op de laagste van wat berekend is voor grondwater of oppervlaktewater.

Bij nadere beschouwing van de uitkomsten van het WOGWOD-model blijkt echter dat de stikstofgebruiksnorm voor akker- en tuinbouw terug kan naar 100%, wat betreft de uitspoeling naar het grondwater (onderbouwing in bijlage 2).

Samenvattend

We pleiten voor het aanpassen van het bemestingsadvies voor Zantedeschia, dat de basis is voor de stikstofgebruiksnormen. De gehanteerde norm moet worden bijgesteld naar een realistische waarde op basis van het aangeleverde rapport.

Daarnaast maken wij ons ernstige zorgen over de effecten van de korting op de stikstofgebruiksnormen binnen de stikstofaandachtsgebieden. Deze maatregel brengt niet alleen de teeltresultaten, maar ook de bodemvruchtbaarheid en de weerbaarheid van gewassen in gevaar.

Wij vragen het ministerie om het beleid aan te passen, zodat een toekomstbestendige teelt van Zantedeschia mogelijk blijft.

Met vriendelijke groet,

Namens de Productgroep Zantedeschia van de KAVB,

De voorzitter van het bestuur

Referenties

Dijk, W. van, J.R. van der Schoot, A.M. van Dam, L.J.M. Kater, F.J. de Ruijter, H. van Reuler, A.A. Pronk, T.G.L. Aendekerk, M.P. van der Maas, 2005a. Onderbouwing N-gebruiksnormen akker- en tuinbouw: N-gebruiksnormen 'kleine gewassen'. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO rapport 347, Wageningen.

Dijk, W. van, A.M. van Dam, J.C. van Middelkoop, F.J. de Ruijter, K.B. Zwart, 2005. Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt overige organische meststoffen: studie t.b.v. onderbouwing gebruiksnormen. Lelystad, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO-rapport 343.

Velthof en Fraters, 2007. Nitraatuitspoeling in duinzand en Lössgrond. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 54.

Bijlagen

1. Voorbeeld stikstofadvies
2. Onderbouwing stikstofgebruiksnorm wat betreft uitspoeling naar grondwater
3. Rapport Stikstofbehoefte van Zantedeschia, Van Dam et al., 2025

Bijlage 1 Voorbeeld bemestingsadvies

In deze bijlage een voorbeeld van een bemestingsadvies conform bemesting op basis van de stikstofbijmestmethode bij Zantedeschia.

Unieknummer:	20250319	**Teeltbegeleider:**	Bemestingsadviezen
Perceelnaam:	Balgweg	**Perceeladres:**	Balgweg, Breezand
Oppervlakte:	1,28 Ha	**Soort / Ras:**	Zantedeschia -
N-getal	269	**K-berekend**	173 **Mg-berekend** 182

Kaart

Satellietkaart

Grondanalyse	26-02-2025	**C/S**	35,0	**Si**	8000	**Afslib.**	2	**Verkruimelb.**	10,0
N-totaal	650	**S-lv**	27	**Fe**	2010	**C-anorg.**		**Verslemping**	7,4
C/N	11	**S-aanv**	31	**Co**		**CaCO3**	0,7		
NLV	70	**Ca-besch**	95	**Mo**	4,0	**Bodemleven**	20		
P-PAE	5,2	**Ca-vrd**	2455	**Se**	2,1	**Klei-humus**	38		
P-AL	48	**Mg**	48	**pH**	6,6	**Ca-bez.**	83,0		
P-nlv		**Na**	9	**pH-CaCl2**	6,6	**Mg-bez.**	11,0		
Pw	59	**Mn**	630	**C-org**	0,7	**K-bez.**	6,3		
K	74	**Cu**	44	**Org.stof**	1,8	**Na-bez.**	0,1		
K-getal	17	**B**	145	**Lutum**	1	**H-bez.**	0,1		
K-vrd	2,4	**Zn**	830	**Silt**	2	**Al-bez.**	0,1		
S-tot	211	**Zn-getal**		**Zand**	95	**CEC**	100,0		

Advies - voor zaaien/planten/poten

Aantal	Eenheid	Middel	N	P2O5	K2O	SO3	MgO	CaO	Fe	Mn	B	Si	Zn	Na	Cu	Mo
200	Kg/ha	**Patentkali 30%K** **Na het ploegen*			60,0	84,0	20,0									
400	Kg/ha	**Calcifert S** **Na het ploegen*				287		200								
3,00	Ltr/ha	**BorMO Hf** *Kort voor het planten spuiten*									0,33					0,02
10,00	Ltr/ha	**Ferritrac 54 EDDHA chelaat**							0,54							

Advies - Tijdens zaaien/planten/poten

Aantal	Eenheid	Middel	N	P2O5	K2O	SO3	MgO	CaO	Fe	Mn	B	Si	Zn	Na	Cu	Mo
20,00	Ltr/ha	**Top Flow APP** *Rijenbemesting **	2,8	9,5												

Advies - Na zaaien/planten/poten

Aantal	Eenheid	Middel	N	P2O5	K2O	SO3	MgO	CaO	Fe	Mn	B	Si	Zn	Na	Cu	Mo
200	Kg/ha	**KAS 27%N** *Net voor opkomst, half mei*	54,0				8,0	12,0								
150	Kg/ha	**Kaliumsulfaat 50%K 45%SO4** *Na het strodekken*			75,0	67,5										
250	Kg/ha	**Kieseriet 25%Mg 50%SO3** *Na strodekken, voor opkomst*				125	62,5									
400	Kg/ha	**Calcifert S** *Na het strodekken*				287		200								
3,00	Ltr/ha	**BorMO Hf** *Met onkruidbestrijding mee*									0,33					0,02

Toelichting
Reeds gestrooide meststoffen rond monstername in mindering brengen op het bemestingsadvies.

Bij vragen over het bemestingsadvies kunt u contact opnemen met uw teeltbegeleider.

Stratenweg 4, 3245 NG Sommelsdijk, The Netherlands | +31(0)187-648222 | info@ttw.nl | www.ttw.nl

Handelsvoorwaarden: de door ons verstrekte standaarden, normen en adviezen zijn vrijblijvend en kunnen in belang van het product te allen tijde wijzigen. Onderzoek wordt verricht en adviezen worden uitgebracht alleen op voorwaarde dat de aanvrager afstand doet van ieder recht op aansprakelijkstelling.

Unieknummer: 20250319
Perceelnaam: Balgweg
Oppervlakte: 1,28 Ha
N-getal 269

Teeltbegeleider: Bemestingsadviezen
Perceeladres: Balgweg, Breezand
Soort / Ras: Zantedeschia -
K-berekend 173 **Mg-berekend** 182

Kaart

Satellietkaart

	Groeidag	Datum	% DS	Cl	N	P	K	Ca	S	Mg	mg/100g ds NO3	Fe	Mn	B	Zn	Na	Cu	Mo
Uitslag bladonderzoek:	45847	09-07-2025	14,3	1,33	4,23	0,39	5,00	1,31	0,53	0,15	240	45	24,2	2,09	12,60	220	17,90	0,21
Uitslag bladonderzoek:																		
Uitslag bladonderzoek:																		

	Groeidag	Datum	kg/ha N	P2O5	K2O	SO3	MgO	CaO	g/ha Fe	Mn	B	Si	Zn	Na	Cu	Mo
Uitslag mineralenonderzoek:		09-07-2025	32	19,2	241	275	262	548	234	150	744	39	516	223	66	8
Uitslag mineralenonderzoek:																

Advies

Aantal	Eenheid	Middel	N	P2O5	K2O	SO3	MgO	CaO	Fe	Mn	B	Si	Zn	Na	Cu	Mo
200	**Kg/ha**	**Kalksalpeter 15,5% N**	30,0					52,0								

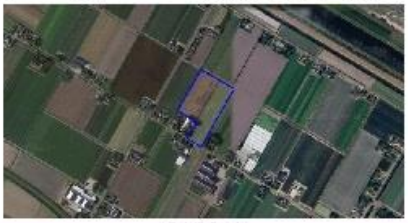
Toelichting
Reeds gestrooide meststoffen rond monstername in mindering brengen op het bemestingsadvies.

Bij vragen over het bemestingsadvies kunt u contact opnemen met uw teeltbegeleider.

Unieknummer: 20250317
Perceelnaam: JC de leeuwweg
Oppervlakte: 1,00 Ha
N-getal 205

Teeltbegeleider: Bemestingsadviezen
Perceeladres: JC de leeuwweg, Breezand
Soort / Ras: Zantedeschia -
K-berekend 163 **Mg-berekend** 232

Kaart


Satellietkaart

	Groeidag	Datum	% DS	Cl	N	P	K	Ca	S	Mg	mg/100g ds NO3	Fe	Mn	B	Zn	Na	Cu	Mo
Uitslag bladonderzoek:																		
Uitslag bladonderzoek:	56	09-07-2025	11,6	1,19	3,73	0,35	4,80	1,16	0,54	0,20	80	18	21,9	1,96	10,00	70	20,50	0,18
Uitslag bladonderzoek:																		

	Groeidag	Datum	kg/ha N	P2O5	K2O	SO3	MgO	CaO	g/ha Fe	Mn	B	Si	Zn	Na	Cu	Mo
Uitslag mineralenonderzoek	4	28-05-2025	59	13,7	378	295	219	597	246	426	672	22	1074	104	36	3
Uitslag mineralenonderzoek	56	09-07-2025	46	8,2	164	295	219	256	210	180	756	22	612	85	48	5
Uitslag mineralenonderzoek:																

Advies

Aantal	Eenheid	Middel	N	P2O5	K2O	SO3	MgO	CaO	Fe	Mn	B	Si	Zn	Na	Cu	Mo
150	Kg/ha	Multi-K-Mg Prills 12%N 42%K	18,0		64,5		3,0									

Toelichting
Reeds gestrooide meststoffen rond monstername in mindering brengen op het bemestingsadvies.

Bij vragen over het bemestingsadvies kunt u contact opnemen met uw teeltbegeleider.

Unieknummer: 20250344
Perceelnaam: wed A v Haaster mesman
Oppervlakte: 2,93 Ha
N-getal 204

Teeltbegeleider: Bemestingsadviezen
Perceeladres: Herenweg, Hillegom
Soort / Ras: Zantedeschia -
K-berekend 141 **Mg-berekend** 128

Kaart

Satellietkaart

	Groeidag	Datum	% DS	Cl	N	P	K	Ca	S	Mg	mg/100g ds NO3	Fe	Mn	B	Zn	Na	Cu	Mo
Uitslag bladonderzoek:																		
Uitslag bladonderzoek:	30	01-07-2025	10,2	1,22	4,23	0,37	6,00	2,07	0,54	0,14	280	25	15,9	2,32	14,40	40	1,77	0,44
Uitslag bladonderzoek:	50	21-07-2025	11,0	1,06	3,48	0,34	4,74	1,40	0,43	0,14	280	16	4,6	2,00	10,60	40	1,76	0,20

	Groeidag	Datum	kg/ha N	P2O5	K2O	SO3	MgO	CaO	g/ha Fe	Mn	B	Si	Zn	Na	Cu	Mo
Uitslag mineralenonderzoek:		27-05-2025	48	6,9	174	227	162	340	276	150	426	21	234	61	36	13
Uitslag mineralenonderzoek:	41	02-07-2025	61	5,5	100	127	171	28	150	150	1008	24	264	69	30	7
Uitslag mineralenonderzoek:	60	21-07-2025	82	6,9	133	457	232	257	204	150	1122	37	168	92	48	29

Advies

Aantal	Eenheid	Middel	N	P2O5	K2O	SO3	MgO	CaO	Fe	Mn	B	Si	Zn	Na	Cu	Mo
		Geen bemestingsadviesgift.														

Toelichting
Reeds gestrooide meststoffen rond monstername in mindering brengen op het bemestingsadvies.

Bij vragen over het bemestingsadvies kunt u contact opnemen met uw teeltbegeleider.

Bijlage 2

De gebruiksnorm m.b.t. nitraat in grondwater is onnodig streng in centraal, noordelijk en westelijk zandgebied.

Bij het centraal zandgebied wordt 50 mg/l nitraat in grondwater nu op een haar na gehaald. Dat is zo tot stand gekomen vóór 2024, toen de 5 en vervolgens 20% korting op de stikstofnorm in NV-gebieden nog niet gold. Uit de ex-ante evaluatie van het 8e nitraatactieprogramma blijkt dat ook in het basisjaar 2022 de nitraatconcentratie al op 50 mg/l uitkomt. Dit is *zonder* de kortingen op de gebruiksnormen die door APN7 en de derogatiebeschikking ingevoerd zijn. In het LMM wordt gemiddeld 50,7 mg/l gemeten, wat, op een haar na, overeenkomt met het cijfer uit de ex ante evaluatie. Uit dat oogpunt is het dus niet nodig om de stikstofnorm te korten ten opzichte van 2022, toen die in de zandgebieden op 95% van het advies lag. De CDM berekent nog meer ruimte: bij bemesting met 100% van het bemestingsadvies komt de nitraatconcentratie in grondwater, berekend met het WOGWOD-model uit op 33 mg/l. Dat betekent dat aan de nitraatrichtlijn voldaan wordt bij bemesting volgens advies (100%).

In de toelichting op de wetswijziging wordt dit echter niet aangehouden, omdat verwacht wordt dat er grasland omgezet wordt in bouwland, waardoor de uitspoeling kan toenemen. Daarom wordt besloten de gebruiksnormen vast te stellen op 85% van het advies. Dat is echter onnodig streng.

In het CDM-advies wordt aangegeven dat in het centraal zandgebied (Zand-Midden) 69% van het landbouwareaal grasland is, 19% beteeld is met snijmais en 12% met AT-gewassen. (zie onderstaande tabel).

Tabel 2.7 *Aandeel gras, snijmais en AT-gewassen in het totale landbouwareaal (%) voor de zandgebieden en de Lössregio (Bron: BRP 2023).*

Regio/gebied	Grasland	Snijmais	AT
Zand-Noord	48	11	41
Zand-Midden	69	19	12
Zand-Zuid	40	20	40
Löss	37	10	53

Volgens de Ex ante evaluatie van APN8 (Van Boekel et al., 2025) zal dit verschuiven, volgens de prognose van de Klimaat- en Energie-Verkenning 2024.

Die ziet er landelijk zo uit, volgens Cals et al., 2024: Het areaal grasland neemt tussen 2022 en 2030 met ongeveer 7% af (onderstaande tabel). Dat is een geringe afname.

Tabel 2.6 *Gewasarealen in hectare grasland, snijmaïs, aardappelen, overig bouwland en natuurlijk grasland bij vastgesteld en vastgesteld + voorgenomen beleid.*

Gewas	Basisjaar	Vastgesteld + voorgenomen beleid			
	2022	2025	2030	2035	2040
Grasland	886.590	877.342	822.103	807.402	792.701
Snijmaïs	183.274	181.362	187.301	183.951	180.602
Consumptieaardappelen	76.595	75.796	104.867	102.991	101.116
Overig bouwland	496.206	491.030	482.660	474.029	465.398
Natuurlijk grasland met hoofdfunctie landbouw	82.981	82.115	80.716	79.272	77.829
Totaal	1.725.646	1.707.646	1.677.646	1.647.646	1.617.646

Als we aannemen dat dit areaal volledig wordt omgezet in akker- en tuinbouw, zal de gemiddelde nitraatconcentratie berekend met het WOGWOD-model slechts licht stijgen. De daling van het areaal

grasland zal echter niet gelijkelijk over Nederland verdeeld zijn: op veengrond en zware klei zullen niet of nauwelijks AT-gewassen geteeld worden vanwege de teelttechnische beperkingen op deze grond.

Daarom nemen we hier als *extreem, hypothetisch* voorbeeld dat in het centraal zandgebied 50% van het graslandareaal omgezet zou worden in AT-teelten. Het areaal akker- en tuinbouw zou daarbij bijna verviervoudigen. In dit hypothetische geval zou de nitraatconcentratie in grondwater uitkomen op 46 mg/l, nog steeds onder der norm van de nitraatrichtlijn. Pas wanneer, hypothetisch, 70% van het grasland zou worden omgezet in akker- en tuinbouw, zou de gemiddelde nitraatconcentratie in uitspoelend water rond 50 mg/l liggen. Zo'n grote verschuiving in landgebruik is echter niet te verwachten (Cals et al., 2024).

	Adviesgift	Verdeling areaal 2023 (%)	NO_3^-(mg/l) Volgens CDM	Verdeling areaal bij hypothetische halvering grasland (%)	NO_3^-(mg/l) Bij halvering grasland
Gras	315	69	26	35	26
Snijmais	160	19	43	19	43
AT	100%	12	62	46	62
Gewogen gemiddelde			33		46

Hieruit kan geconcludeerd worden dat in het centraal zandgebied de stikstofgebruiksnormen voor akker- en tuinbouw kunnen worden vastgesteld op 100% van het advies, buiten de stikstofaandachtsgebieden. Een vergelijkbare rekensom kan gemaakt worden voor het noordelijk en westelijk zandgebied. Ook daar kunnen de stikstofgebruiksnormen in de akker- en tuinbouw terug naar 100% van het advies zonder overschrijding van de norm van de Nitraatrichtlijn.

De stikstofbehoefte van Zantedeschia

Op basis van gegevens van veldproeven en praktijkpercelen

Anne Marie van Dam
Natalia Moreno Pachon
Peter Boskamp

September 2025

Colofon

Auteurs:

Anne Marie van Dam
Anne Marie van Dam Bodem en Groen
Annemarievandam.nl

Natalia Moreno Pachon
Floraveda
Nataliamoreno.nl

Peter Boskamp
TTW-Systeem BV
TTW.nl

Opdrachtgever:

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het Onderzoeksfonds Zantedeschia, dat beheerd wordt door de Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur (KAVB).

Inhoudsopgave

Samenvatting 4
1. Aanleiding en doelstelling 6
1.1 Aanleiding 6
Teelt en economische waarde 6
Gebruiksnorm en stikstofbehoefte 6
1.2 Doel 7
2. Methode 8
2.1 Balansmethode 8
N-bodemoverschot 9
2.2 Gegevens uit veldproeven 9
2.3 Gegevens uit de praktijk 10
Herkomst en selectie 10
Eigenschappen van de percelen en algemene teeltgegevens 11
Weersgegevens 11
Bemesting 11
Metingen 13
Statistische analyse 13
3. Resultaten 14
3.1 Veldproeven 14
3.2 Praktijkgegevens 14
Gemiddelden hele dataset 14
Variatie binnen en tussen jaren 15
Verklarende factoren 20
Effect van compost, groenbemesters en koemestkorrels 21
3.3 Bepaling van de N-behoefte en het N-bodemoverschot 22
4. Discussie 24
5. Conclusie 27
Referenties 28
Bijlage 1. Gegevens praktijkpercelen 29
Bijlage 2. Weersgegevens voor de praktijkpercelen 37
Bijlage 3. Stikstofbemestingsstrategie 38

Samenvatting

Zantedeschia wordt in Nederland geteeld in het westelijk zandgebied, in de provincies Noord- en Zuid-Holland. Het gaat om de teelt van knollen, op een areaal van 321 tot 342 ha. De economische waarde voor heel Nederland wordt geschat op 59 tot 86 miljoen euro per jaar. De omzet hangt af van goede groei van de knollen. Een goede groei van de knollen is van groot economisch belang, omdat te kleine knollen moeilijk verkoopbaar zijn. Een van de voorwaarden voor een goede groei is voldoende beschikbaarheid van stikstof voor het gewas.

Aanleiding

De wettelijke stikstofgebruiksnorm van Zantedeschia is laag, 120 kg N per ha. Dat is lager dan de stikstofopname die in proeven gemeten is en zelfs iets lager dan de netto-afvoer van stikstof met de oogst. Kwekers ervaren dat er door deze lage gebruiksnorm is niet voldoende ruimte is om het gewas voldoende te bemesten voor een goede oogst.

Methode

Daarom is in dit rapport de stikstofbehoefte van Zantedeschia opnieuw afgeleid, als basis voor onderbouwing van de stikstofgebruiksnorm, volgens de balansmethode van het *Protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof.* Hiervoor zijn gegevens van drie jaar veldproeven gebruikt, en gegevens van praktijkpercelen, verspreid over 6 jaar en van uiteenlopende locaties in de bollenstreek, Kennemerland en de kop van Noord-Holland.

Stikstofbehoefte

Uit de veldproeven blijkt dat de N-behoefte van Zantedeschia 142 kg N/ha is. Dat is de beste schatting van de N-behoefte. De analyse van de praktijkpercelen leidt tot een N-behoefte die ongeveer gelijk is, namelijk 130 kg/ha, als 57 percelen in beschouwing genomen worden. Gezien de onzekerheden in de organische bemesting van de praktijkpercelen, en onzekerheid over de daadwerkelijk opname van een onbemest gewas op deze percelen, kan alleen gesteld worden dat de N-behoefte zoals berekend uit de praktijkgegevens in dezelfde orde van grootte ligt als die in de veldproeven.

N-bodemoverschot

Het stikstofbodemoverschot kan niet uit de proeven afgeleid worden, maar wel uit de praktijkpercelen. Gemiddeld over de zes onderzoeksjaren is dat 181 kg N/ha. Daarbij is het bodemoverschot hoog als er compost gebruikt is in het voorafgaande najaar (gemiddeld 350 kg N/ha) en lager als er geen organische bemesting is toegepast (gemiddeld 7 kg N/ha). De hoogte van het bodemoverschot wordt dus meer bepaald door de behoefte aan organische bemesting dan door de stikstofbehoefte van Zantedeschia.

1. Aanleiding en doelstelling

1.1 Aanleiding

De wettelijke stikstofgebruiksnorm van Zantedeschia is laag, 120 kg N per ha. Dat is lager dan de stikstofopname die in proeven gemeten is en zelfs iets lager dan de netto-afvoer van stikstof met de oogst. Bij andere gewassen is de gebruiksnorm veel ruimer ten opzichte van opname en afvoer (Van Dijk et al., 2005a). Kwekers ervaren dat er door deze lage gebruiksnorm is niet voldoende ruimte is om het gewas voldoende te bemesten voor een goede oogst. Daarom vragen Zantedeschiakwekers, verenigd in het onderzoeksfonds Zantedeschia, om met alle beschikbare gegevens de stikstofbehoefte van dit gewas vast te stellen, als onderbouwing voor een stikstofgebruiksnorm die beter aansluit bij de behoefte van het gewas.

Teelt en economische waarde

Zantedeschia wordt in Nederland geteeld in het westelijk zandgebied, in de provincies Noord- en Zuid-Holland. Het gaat om de teelt van knollen. Die worden verkocht en elders in bloei getrokken en als plant of bloem aan consumenten aangeboden. Bij de knollenteelt levert ongeveer 20% van het areaal nieuw plantgoed op, dat op de rest van het areaal wordt geteeld tot leverbare knollen. Die zijn groter dan 18 of 20 cm omtrek. In de jaren 2021 – 2024 varieerde het areaal van 321 tot 342 ha (BKD.nl).

Het areaal is dus bescheiden, maar de economisch waarde is groot. Omdat er geen recente statistieken van zijn, is hier de omzet geschat aan de hand van gegevens van één van de bedrijven. Bij een geslaagde teelt streeft men naar omzet van € 230.000 tot € 320.000 per ha, op de percelen met leverbare knollen. Voor het hele areaal leverbare knollen komt dat neer op 59 tot 86 miljoen euro per jaar (bij 321-342 percelen, waarvan 80% teelt leverbare bollen). De omzet hangt af van goede groei van de knollen. Als de groei achterblijft, waardoor maat 18 niet gehaald wordt, leveren de knollen veel minder (bv. € 130.000 per ha) tot bijna niets op, om dat er weinig vraag is naar kleinere knollen (T. Kortekaas, pers. mededeling). De teeltkosten blijven daarbij gelijk. Een goede groei van de knollen is dus van groot economisch belang.

Gebruiksnorm en stikstofbehoefte

Kwekers ervaren een gebrek aan ruimte om het gewas genoeg stikstof te geven voor een goede oogst, wat, zoals hierboven aangegeven, tot grote economische schade kan leiden. Ook wordt het gewas bij stikstofgebrek gevoeliger voor aantasting door Alternaria, een schimmel.

De stikstofgebruiksnormen zijn in 2006 zo gekozen dat ze in relatie staan tot de stikstofbehoefte van de gewassen (Van Dijk et al., 2005a), maar bij Zantedeschia heeft de gevolgde methode niet tot een logisch resultaat geleid. De stikstofgebruiksnorm van Zantedeschia is toen vastgesteld op 110 kg/ha, op basis van de samenvattende tabel van Van Dijk et al., 2005a. Dat komt echter niet overeen met de analyse die in het zelfde rapport gemaakt is voor Zantedeschia. Op basis van een vergelijking van de efficiëntie van N-opname van verschillende bolgewassen wordt een stikstofgebruiksnorm van 185 kg N/ha voorgesteld, die niet in de samenvattende tabel is overgenomen. De norm is dus in 2006 vastgesteld op basis van een fout in het rapport.

In 2008 een nieuwe, uitgebreidere analyse uitgevoerd. Daarbij bleek dat de stikstofbehoefte van Zantedeschia, zoals vastgesteld door Van Dijk et al. (2005a) onderschat werd (Belder en Smit, 2008). In dit onderzoek bleek de opname van Zantedeschia 137 kg N per ha is in de proeven, bij een

optimale gift van 105 tot 132 kg/ha. Blijkbaar is hier de nalevering van stikstof door de bodem relatief hoog, mogelijk vanwege een rijk verleden van bemesting met stalmest.

Later is de gebruiksnorm verhoogd naar 120 kg/ha, nog steeds lager dan de afvoer van stikstof door het gewas in veldproeven (Van Leeuwen, 2000). De conclusie van Belder en Smit (2008) heeft blijkbaar geen invloed gehad op de gebruiksnorm.

Deze gebruiksnorm wordt door Zantedeschia-kwekers als knellend ervaren. Daarom wordt heeft het Zantedeschia-onderzoeksfonds van de KAVB opdracht gegeven de N-behoefte van Zantedeschia nog eens te onderzoeken. Dat is in dit rapport gedaan aan de hand van de stikstoftrappenproeven uit de jaren ngentig (Van Leeuwen et al., 2000). Daarnaast is een nieuwe dataset beschikbaar, van monitoring van percelen met Zantedeschia door Peter Boskamp van TTW, een bedrijf dat op basis van data agrariërs adviseert over de teelt.

Voor onderbouwing van een hogere gebruiksnorm voor Zantedeschia is een goed overzicht nodig van de stikstofbehoefte van het gewas (Ten Berge et al., 2005). Daarvoor is nu het bestaande onderzoek opnieuw bekeken en vergeleken met de praktijkpercelen, waarbij de stikstofbemesting, de opbrengst en de N-inhoud van plantgoed en geoogste knollen bekend zijn.

1.2 Doel

Doel van dit onderzoek is om de stikstofbehoefte van Zantedeschia met alle beschikbare gegevens vast te stellen.

2. Methode

Voor de afleiding van een nieuwe waarde voor de stikstofbehoefte is gebruik gemaakt van de methoden beschreven in het *Protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof* (Ten Berge et al., 2005). Daarin wordt beschreven hoe een nieuw bemestingsadvies, gelijk aan de stikstofbehoefte van een gewas, onderbouwd moet worden, als het dient ter onderbouwing van een nieuwe gebruiksnorm. Zantedeschia wordt daarbij, vanwege het relatief bescheiden areaal, ingedeeld bij de 'gewassen van gering belang', waarvoor minder eisen aan de onderbouwing worden gesteld dan bij 'gewassen van groot belang'. Bij een gedocumenteerd Bestaand Advies zijn er dan voor een definitief Nieuw Advies 8 informele datasets nodig van elk 10 percelen. Hier is een combinatie beschikbaar van veldproeven (3 formele datasets) en praktijkpercelen (63 percelen) is niet precies hetzelfde, maar lijkt voldoende om voor Zantedeschia een nieuw advies af te leiden.

2.1 Balansmethode

Er zijn in het protocol verschillende methoden om een nieuw bemestingsadvies af te leiden. Hier is gekozen voor de balansmethode.

De balansmethode volgens het protocol (Ten Berge et. al., 2005).

Via kwantificering van vier parameters wordt de stikstofbehoefte vastgesteld. In het protocol wordt dit het 'Nieuw Advies' (NA) genoemd. Deze parameters zijn:

- De drogestof-opbrengst van geoogst product (Y)
- Het N-gehalte in geoogst product, op drogestofbasis (a)
- Het N-benutting (terugwinningsfractie, r; dit is de fractie van de toegediende werkzame N die wordt teruggevonden in geoogst product)
- De N-opname uit de bodem in geoogst product (nul-opname, U0)

Alle vier parameters hebben steeds betrekking op dezelfde fysieke opbrengst (bijv. marktbaar product, of totale bovengrondse biomassa).

De stikstofbehoefte volgt dan als NA (Nieuw Advies) = (a*Y – U0)/r

Door zijn aard is de balansmethode bij uitstek geschikt om gegevens uit diverse bronnen te combineren, en zo bestaande referentiewaarden (vuistgetallen) voor één of meerdere parameters te benutten. Door zijn aard laat de methode ook toe om in een advies differentiatie naar één of meerdere van deze parameters op te nemen. Het advies krijgt dan de vorm van een uitdrukking (formule). De balansmethode leent zich niet om uit één enkele dataset een NA vast te stellen.

Om met behulp van de balansmethode aan te tonen dat een NA beter is dan het BA dient aangetoond te worden dat (i) de waarde van tenminste één van de parameters afwijkt van de waarde die als 'normaal' beschouwd werd ten tijde van de afleiding van het BA, (ii) dat die afwijking niet veroorzaakt werd door het N-niveau zelf, en (iii) dat die afwijking niet gecompenseerd wordt door veranderingen in de overige parameters.

Bij bol- en knolgewassen wordt een aanzienlijke hoeveelheid stikstof aangevoerd met het plantgoed, waardoor de benutting van stikstof niet berekend kan worden door alleen naar opbrengst en stikstofgehalte in de geoogste knollen te kijken. De netto-afvoer van stikstof wordt dan berekend:

N-Afvoer = a*Y – b*P

Daarbij:

- b = N-gehalte in het plantgoed, op drogestofbasis
- P = gewicht van het plantgoed (droge stof)

Het nieuw advies bij de balansmethode wordt dan:

NA = (N-afvoer – U0)/r

Om het nieuw advies, de stikstofbehoefte, te berekenen voor Zantedeschia, maken we gebruik van gegevens uit proeven en uit de praktijk.

N-bodemoverschot

Bij het vaststellen van de N-behoefte, het 'nieuw advies' volgens protocol (Ten Berge et al., 2005) dient uitgerekend te worden wat hierbij het stikstofbodemoverschot is, bij de gebruikelijke verdeling van de N-aanvoer over organische en minerale meststoffen.

Als aanvoerposten op de bodembalans gelden:

1. de totale stikstofaanvoer in alle toegediende mestsoorten;
2. depositie van N uit de atmosfeer;
3. stikstofbinding door vlinderbloemigen;

en als afvoerposten:

4. stikstof in afgevoerd gewasproduct;
5. stikstofverliezen door ammoniakvervluchtiging uit de toegediende dierlijke mest.

1, 4 en 5 kunnen uit de veldproeven en praktijkgegevens worden afgeleid. De stikstofdepositie (2) varieert in de teeltgebieden van 5 tot 11 kg N/ha (RIVM.nl), en is voor deze analyse op gemiddeld 8 kg/ha gesteld. Er zijn geen vlinderbloemigen in het teeltsysteem, zodat de stikstofbinding (3) 0 kg/ha is.

2.2 Gegevens uit veldproeven

De proefgegevens betreffen N-trappenproeven die zijn uitgevoerd door het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO), nu onderdeel van Wageningen Plant Research, in de periode 1995, 1997 en 1998 (Van Leeuwen, 2000). Bij de bepaling van de N-giften werd de Nmin-voorraad voor het planten afgetrokken van de beoogde totale hoeveelheden 0, 50, 100, 150 en 200 kg/ha. Zo werd er in het eerste jaar bijv. 46 kg N mineraal gevonden waardoor er bij de beoogde totale hoeveelheid van 50 geen extra N is bijbemest en bij de 100 kg/ha werd 54 kg extra N toegediend. In 1997 en 1998 bedroeg de minerale N voorraad bij de start van de proef respectievelijk 21 en 19 kg/ha. De gebruikte cultivars waren Z. Albomaculata in 1995, 1997 en 1998 en Z. Cameo alleen in 1998. Tijdens de drie seizoenen is de Nmin voorraad gemeten, de N-opname, en de groei van knollen en loof. Ook werden uitval en aantal bloemen bepaald. Aan het einde van ieder seizoen is de totale knolopbrengst, maatverdeling en N-opname gemeten. Tevens is de afbroeikwaliteit bepaald en de kwaliteit na bewaring. De optimale N-gift lag in de proeven bij '150 kg/ha', waarbij de Nmin in het voorjaar meegeteld is.

Deze proeven staan aan de basis van het stikstofadvies voor Zantedeschia, dat vanaf 2004 in de Adviesbasis voor de bemesting van bloembolgewassen (Van Dam et al., 2004 en 2013) is opgenomen.

De stikstofbehoefte is bepaald voor de drie proefjaren. Voor 1998 zijn de gegevens voor beide cultivars gemiddeld.

2.3 Gegevens uit de praktijk

Herkomst en selectie

De gegevens zijn afkomstig van Peter Boskamp, adviseur voor de teelt van Zantedeschia en andere gewassen bij TTW. Het betreft registraties van de teelt van Zantedeschia's op jaarlijks tientallen percelen. Hieruit is een selectie gemaakt op de volgende criteria:

- Alleen de teelt van leverbare knollen is in beschouwing genomen, door plantmaten kleiner dan 7 cm omtrek uit te sluiten. De teelt van Zantedeschia duurt meerdere jaren. Jaar 1: plantjes uit weefselkweek worden in de kas tot kleine knollen opgekweekt. Jaar 2: Deze kleine knollen groeien op het veld wat groter, maar nog niet tot verkoopbare (leverbare) knollen. Jaar 3: de geoogste knollen uit jaar twee worden geparteerd (in stukken gesneden). Elk stukje groeit weer uit tot een kleine knol. Die wordt in Jaar 4 weer geplant en groeit uit tot een leverbare knol. De teelt van leverbare knollen (jaar 4) beslaat zo'n 80% van het areaal (P. Boskamp en T. Kortekaas, pers. med.). Door deze selectie zijn de praktijkgegevens beter vergelijkbaar met die in de proeven. Ook daar gaat het om de teelt van leverbare knollen.
- De stikstofbemesting moet bekend zijn. Het gaat dan om de gift aan compost in het najaar voorafgaand aan de teelt en de stikstofbemesting van de Zantedeschia's zelf.
- De opbrengst moet bekend zijn.
- Voor bepaling van de N-dynamiek moeten de gehalten aan droge stof en stikstof zijn van de geoogste bollen en het plantgoed.
- Er is geen stalmest gegeven in het najaar voorafgaand aan de teelt. Deze uitsluiting is gedaan omdat de nalevering van stikstof uit deze mest te onvoorspelbaar is, zéker omdat het stikstofgehalte niet bekend is.
- Met deze restricties zijn er 63 percelen geschikt voor de analyse. Daarbij zijn benodigde parameters voor de balansmethode bekend, behalve de N-afvoer als het gewas niet bemest wordt.

De percelen zijn representatief voor de teelt van leverbare Zantedeschia-knollen:

- Allemaal leemhoudend zand; wad-, zee- en duinzandgronden
- Ze liggen verspreid door het teeltgebied, waarbij zowel de kop van Noord-Holland als Kennemerland en de Duin- en Bollenstreek vertegenwoordigd zijn. Een aantal percelen is in meerdere jaren bemonsterd.
- De gegevens zijn afkomstig uit 6 verschillende jaren, van 2016 t/m 2021. De jaren worden hierbij als datasets beschouwd en gebruikt om de balansmethode uit te voeren. Voor de statistische analyse zijn 2016 en 2017 samengevoegd, om ongeveer hetzelfde aantal percelen te kunnen vergelijken. Inhoudelijk zijn de verschillen tussen 2016 en 2017 klein.
- Er zijn uiteenlopende cultivars geteeld.
- De plantmaat varieerde van 6-7 tot >10 cm omtrek. De plantdichtheid van 230.000 tot 450.000 knollen per ha.
- Op 30 van de 63 percelen werd een groenbemester gekweekt in het jaar voorafgaand aan de teelt.

- Op 36 van de 63 percelen werd in het najaar voorafgaand aan de teelt GFT-compost of groencompost gegeven.
- Aantallen per jaar: er zijn 5 percelen bemonsterd in 2016, 7 in 2017, 14 in 2018, 13 in 2019, 14 in 2020 en 10 in 2021.

In deze data set is geen onbemest object voorzien. Daarom is de opname van onbemeste Zantedeschia's (U0) uit de veldproeven gebruikt.

Eigenschappen van de percelen en algemene teeltgegevens

Van elk perceel is een grondmonster gestoken om de eigenschappen van de grond vast te stellen. De gegevens dienen om 1. De bemesting te sturen en 2. De resultaten te interpreteren. Voor dat laatste zijn vooral N-totaal en het N-leverend vermogen van belang.

Tabel 1. Eigenschappen van de percelen.

	Gemiddelde	Standaard-afwijking	Minimum	Maximum
Organische stofgehalte (%)	1,6	0,3	0,7	2,2
Kalk (%)	1,1	2,1	0,1	9,0**
pH-$CaCl_2$	6,9	0,4	6,0	8,1
Afslibbaar (%)	4	2	2	7
N-totaal (kg/ha) in 25 cm bouwvoor	793	248	440	1880
N-leverend vermogen (kg/(ha*jaar)	76	18	40	135
P-PAE (mg P/kg d.s.)	3,6	1,4	0,3	7,2
PAL (mg P_2O_5/100 g d.s.)	38	10	12	70
K-PAE (mg/kg d.s.)	68	23	23	139

** De verdeling is niet regelmatig: 41 percelen bevatten <0,5% kalk; 11 percelen bevatten 0,5 – 1,5% kalk en 9 percelen bevatten 3 – 9% kalk.

Een overzicht van de gegevens van de percelen staat in bijlage 1.

De teelt werd door de kwekers uitgevoerd.

- Er zijn 14 cultivars geteeld (zie bijlage 1)
- Planten vond plaats rond half april, tussen uiterlijk 29 maart en 5 mei.
- De rooidatum was gemiddeld 8 november; Er werd tussen 2 oktober en 2 december gerooid.
- Fosfaat, kalium en overige nutriënten werden voldoende aangevoerd, met organische of minerale meststoffen.
- De gewasbescherming, chemisch, mechanisch en/of biologisch, werd niet geregistreerd. Er zijn geen biologisch geteelde Zantedeschia's in de dataset opgenomen.

Weersgegevens

De weersgegevens: gemiddelde temperatuur, neerslag, globale straling en referentiegewasverdamping zijn per maand weergegeven in bijlage 2.

Bemesting

In het najaar voorafgaand aan de teelt werd op 32 percelen een groenbemester gekweekt. Meestal was dat Japanse haver. Op 2 percelen werd bladrammenas gekweekt, op één perceel grassen en op 3 percelen een mix met Japanse haver. Op 33 percelen werd GFT-compost aangevoerd (20-40 ton/ha),

op 3 percelen Recro-compost (22-50 ton/ha), en op 2 percelen groencompost (30-35 ton/ha). De gemeten gehalten zijn niet bekend. Daarom werden standaardgehalten gebruikt ((Handboekbodemenbemesting.nl). De wettelijke N-werkingscoëfficient, nl. 10%, werd gebruikt om de stikstoflevering van de compost in het éérste jaar na toediening te berekenen. In de praktijk kan N-werkingscoëfficient van GFT-compost bij toediening in het najaar voor een teelt tot in september variëren tussen 10 en 15 % (Van Dijk et al., 2005b).

Tabel 2. Stikstofgehalte van de compost; standaardgetallen.

	N-gehalte (kg/ton vers product)
GFT-compost	11,8
Recro-compost**	7,8
Groencompost	7,8

** Voor Recro-compost werd het standaardgehalte van groencompost gebruikt.

De bemesting tijdens het teeltjaar werd uitgevoerd met verschillende meststoffen:

- Top Organics mestkorrels. Het gaat hier om gedroogde koemestkorrels met een N-gehalte van 4,0%. De giften variëren van 0 tot 52 kg N/ha. De wettelijke werkingscoëfficient van gedroogde koemestkorrels, toegediend in het voorjaar is gebruikt: 40%. Top Organics werd alleen bij de eerste gift aan het begin van het groeiseizoen gegeven.
- Verder werd de N-bemesting uitgevoerd met controlled-release meststoffen: Agroblen en Topcoat. Tot slot: bij 14 percelen werd ureum gebruikt als bladbemesting, in giften van 3 kg N/ha per keer. De totale gift met ureum varieerde van 24 tot 36 kg/ha.

Verder over de stikstofbemesting:

- De stikstofbemesting is uitgevoerd volgens de bemestingsstrategie van TTW (Bijlage 2).
- Bij 49 percelen werd de N-gift gedeeld. De eerste gift werd aan het begin van het groeiseizoen gegeven. Als er bijgemest werdt, gebeurde dat in juni en nog een keer na juni, op basis van een streefwaarde die afneemt tijdens het groeiseizoen (Bijlage 2).
- Er zijn geen Nmin-metingen tijdens het seizoen bekend. Op een deel van de percelen is deze wel gemeten.
- De bemesting is er op gericht om het gewas tijdens de groei van voldoende stikstof te voorzien. Tegen het eind van de teelt moet het gewas afrijpen. Dat doen Zantedeschia's het best als er dan geen of weinig stikstof in de grond zit. Dit voorkomt ook overbemesting in de dataset: het gewas moet de stikstof min of meer opmaken, zodat het daarna goed kan afrijpen.
- De stikstofgiften variëren behoorlijk. Dat komt doordat wordt de bemesting afgestemd op de gemeten Nmin in de bodem en de verwachte N-mineralisatie (bijlage 3).

Tabel 3. N-bemesting tijdens het groeiseizoen met Agroblen, Topcoat, ureum en koemestkorrels (kg N/ha).

	Gemiddelde	Standaard-afwijking	Minimum	Maximum
Gift voor juni	91	33	46	181
Gift in juni	31	17	15	89
Gift na juni	29	14	0	60
bladbemesting	7	14	0	36
Totale gift	158	45	76	277

Metingen

In alle datasets is plantgoed en geoogste knollen gemeten:

- versgewicht per knol
- droge stofgehalte
- stikstofgehalte
- gehalten aan een aantal andere nutriënten (niet behandeld in dit onderzoek).

Daaruit zijn het versgewicht, drooggewicht en de N-inhoud van de knollen berekend (kg/ha).

In 2020 en 2021 is van een aantal percelen de uitval tijdens de teelt gemeten. In 2020 was dat gemiddeld 5,1% en in 2021 5,3%. Op de percelen waar de uitval gemeten is, wordt de opbrengst hiervoor gecorrigeerd. Bij de overige percelen wordt aangenomen dat de gemiddelde uitval geldt. Voor de jaren waarin de uitval niet gemeten is, wordt hiervoor de gemiddelde uitval van 5,2% aangehouden.

Statistische analyse

Om praktische inzichten te verkrijgen uit de data (63 percelen), zijn de beschikbare gegevens geanalyseerd met het statistische programma PSPP (GNU PSPP Versie 2.0.0-g5b54d1). Eerst werd gekeken hoe verschillende parameters van jaar tot jaar varieerden. Hiervoor werden gemiddelden en spreiding per jaar berekend om trends zichtbaar te maken. Om te zien of er echte verschillen waren in de gemiddelde waarden van elk van de parameters tussen de verschillende jaren, is de One-Way ANOVA-test uitgevoerd. Normaliteit van de data was eerst beoordeeld via kurtosis- en skewness-tests. Levene's test is ook gedaan om te bepalen of de spreiding van de gegevens binnen elk jaar ongeveer gelijk is. Daarnaast is de Bonferroni post-hoc test gedaan om te identificeren welke jaren echt anders waren dan de andere.

Vervolgens werd onderzocht welke factoren de verschillen in opbrengst en de gehaltes aan stikstof en droge stof konden verklaren, door middel van een regressie-analyse om de verbanden te vinden. Daarnaast is gekeken of er een verband was tussen het percentage van verzoling of Erwinia en andere factoren. Tot slot werd het effect getest van het geven van compost en het gebruik van een groenbemester in het jaar voorafgaand aan de teelt op de knol opbrengst en andere parameters, door middel van de Independent-samples T-Test.

3. Resultaten

3.1 Veldproeven

Uit de proefgegevens is de optimale N-gift en de stikstofbenutting afgeleid. Gemiddeld is de optimale stikstofgift in deze proeven 122 kg/ha. Daarbij gaat het alleen om de stikstofgift met kunstmest tijdens het groeiseizoen.

Tabel 4. Stikstof inhoud van oogst en plantgoed, stikstofafvoer in de knollen en stikstofbenutting

Behandeling	N (kg/ha)	1995	1997	1998	gemiddeld
	plantgoed	48	19	44	37
ONBEMEST	oogst	81	52	84	72
	afvoer	33	33	39	35
OPTIMALE GIFT	oogst	142	160	179	160
	afvoer	94	141	134	123
	N-gift	105	129	132	122
	N-benutting (%)	58	84	72	71

Voor schatting van de ruimte aan werkzame stikstof die nodig voor de organische stofvoorziening gaan we uit de berekening die eerder voor alle bolgewassen gebruikt is (Van Dijk et al., 2005a): 20 kg/ha werkzame N.

De totale N-behoefte die op deze manier uit de proeven blijkt is 122+20 = 142 kg/ha. Deze schatting is naar verwachting aan de lage kant, omdat de bemesting op de proefpercelen in de jaren negentig met stalmest bemest werden, waarbij de mineralisatie hoger is dan met compost, waar Van Dijk et al. in 2005 vanuit zijn gegaan.

3.2 Praktijkgegevens

Gemiddelden hele dataset

De gegevens uit de praktijk vertonen, logischerwijs, een veel grotere spreiding dan die uit de proeven, omdat er veel meer locaties, cultivars en jaren in de dataset vertegenwoordigd zijn.

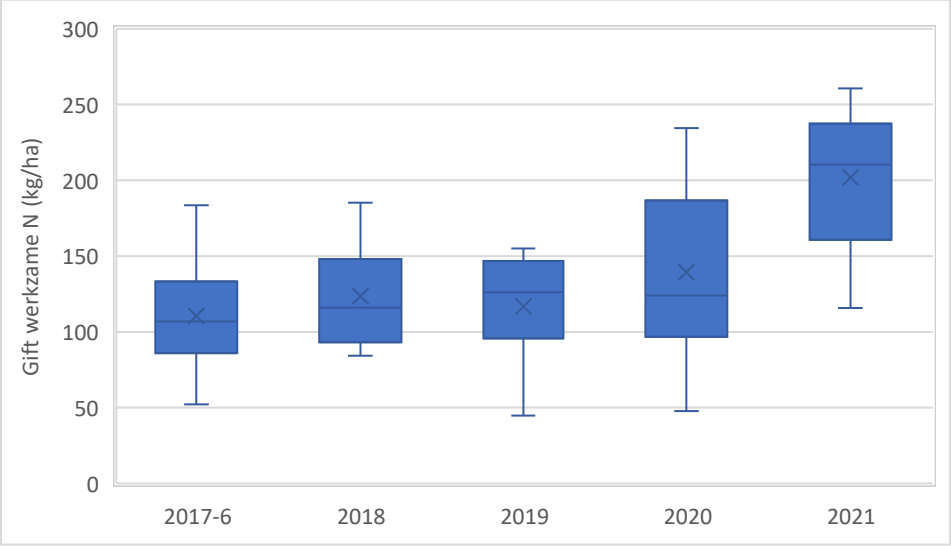
Tabel 6. Gemiddelde gegevens van 63 praktijkpercelen met Zantedeschia.

	Gemiddelde	Standaard-afwijking	Minimum	Maximum
Opbrengst vers (ton/ha)	44,6	12,0	17,9	71,3
Droge stof (%)	29,9	3,2	21,5	38,3
Opbrengst d.s. (ton/ha)	13,4	4,0	5,1	26,5
N-gehalte oogst (% v. d.s.)	1,27	0,24	0,85	1,82
plantgoed vers (ton/ha)	4,6	1,8	1,9	8,7
Droge stof (%)	42,2	6,3	27,8	60,3
plantgoed d.s. (ton/ha)	1,9	0,8	0,8	4,5
N-gehalte plantgoed (% v. d.s.)	1,61	0,34	0,98	2,62
Gift werkzame N (kg/ha)	136	50	45	261
N-benutting (%)	92	68	7	366

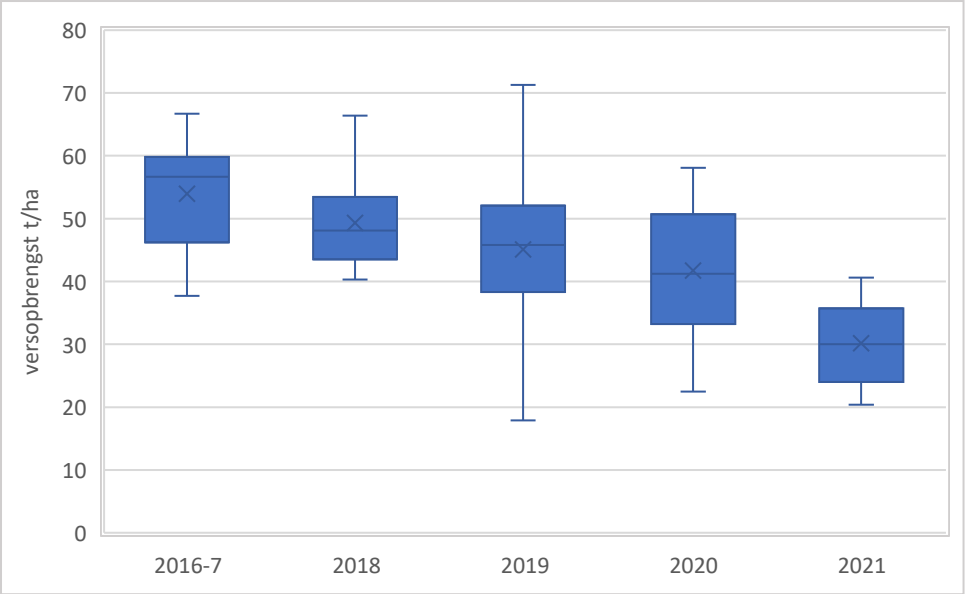
Variatie binnen en tussen jaren

De jaarlijkse en binnen-jaarlijkse variatie is statistisch onderzocht voor de parameters versopbrengst, het droge stofopbrengst; droge stofaanwas; droge stofgehalte, N-gehalte; N-afvoer en N-benutting. Vanwege het beperkte aantal beschikbare datapunten voor de jaren 2016 (5 percelen) en 2017 (7 percelen), werden de gegevens voor beide jaren samengevoegd tot "2016-7", waarvoor dan 12 percelen bemonsterd zijn. Er zijn geen significante verschillen tussen de resultaten van deze twee jaren. Daarmee zijn er voor de statistische analyse vijf datasets met praktijkpercelen, met elk 10 tot 14 percelen.

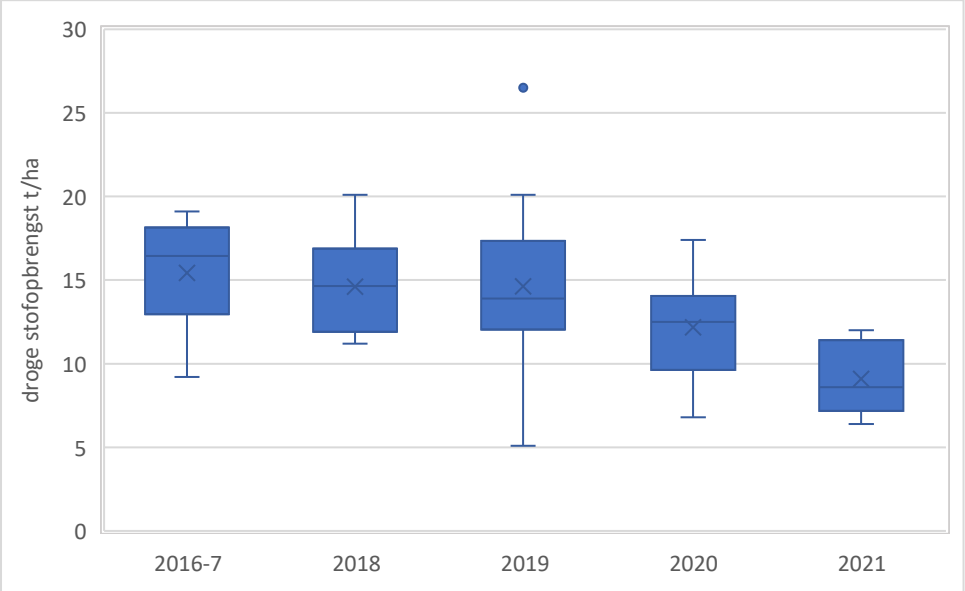
De gift werkzame N was van 2016 t/m 2020 ongeveer gelijk, een week in 2021 significant af (figuur 1). Op 18 tot 20 juni 2021 viel in Noord-Holland binnen enkele dagen meer dan 100 mm neerslag, een hoeveelheid water die leidt tijdelijke verzadiging van de boevengrond en vervolgens uitspoeling van de aanwezige minerale stikstof. Eind mei was de voorraad minerale stikstof (0-30 cm diepte) rond 80 tot 100 kg/ha. Na half juni was deze gedaald naar 10 tot 30 kg/ha (Peter Boskamp, pers. med.). Daardoor is geadviseerd meer te bemesten dan gebruikelijk. Een aantal telers heeft daarnaast uit voorzorg extra bemest. Op veel percelen was er waterschade aan het gewas, waardoor het minder groeide dan in andere jaren. Dat blijkt uit figuur 2, 3 en 4: de vers-opbrengst, droge stofopbrengst en de aanwas zijn in 2021 beduidend lager dan in de andere jaren. De opbrengst is in 2021 significant lager dan in 2016-7, 2018 en 2019 (Tabel 7).



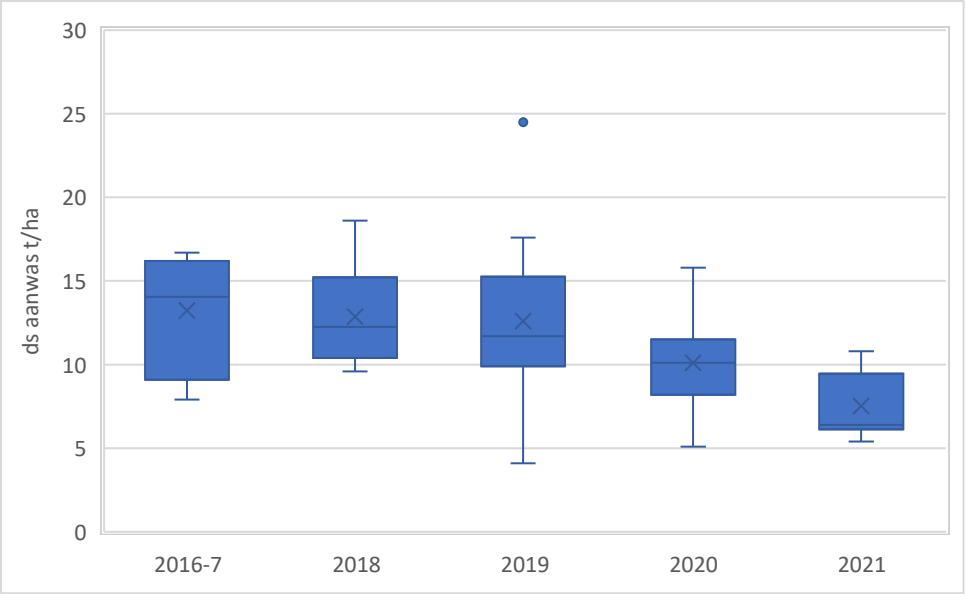
Figuur 1. Gift werkzame stikstof uit organische bemesting en kunstmest in verschillende teeltjaren.
Symbolen: X = gemiddelde; ___ = mediaan; blauw rechthoek: eerste (onder) en derde (boven) kwartiel. De verticale blauwe strepen geven de variabiliteit in het eerste (onder) en het tweede (boven) kwartiel aan.



Figuur 2. Versopbrengst in verschillende jaren.
Symbolen als in figuur 1.

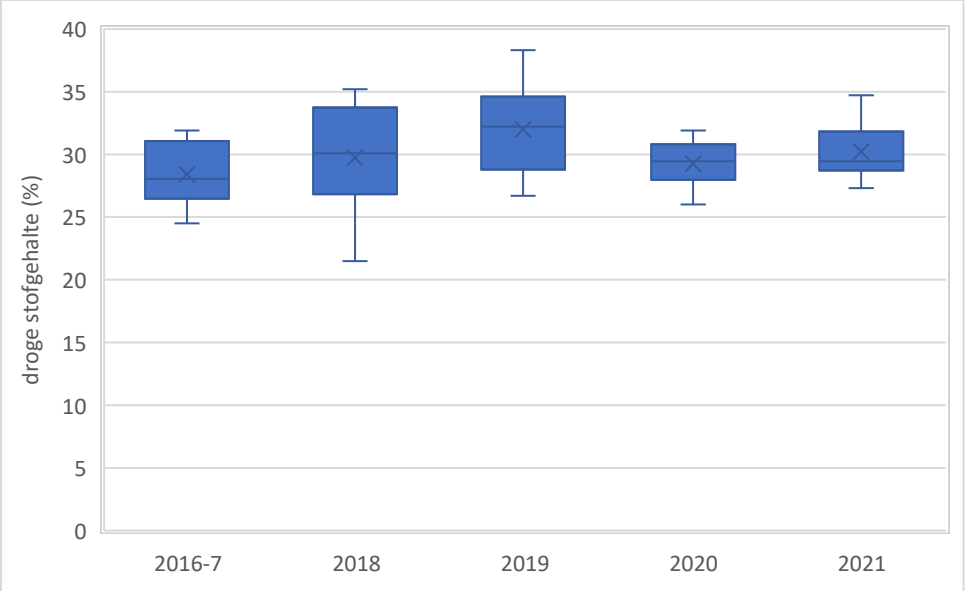


Figuur 3. Drogestof-brengst in verschillende jaren.
Symbolen als in figuur 1. Blauwe stip: uitzonderlijk hoge waarde.

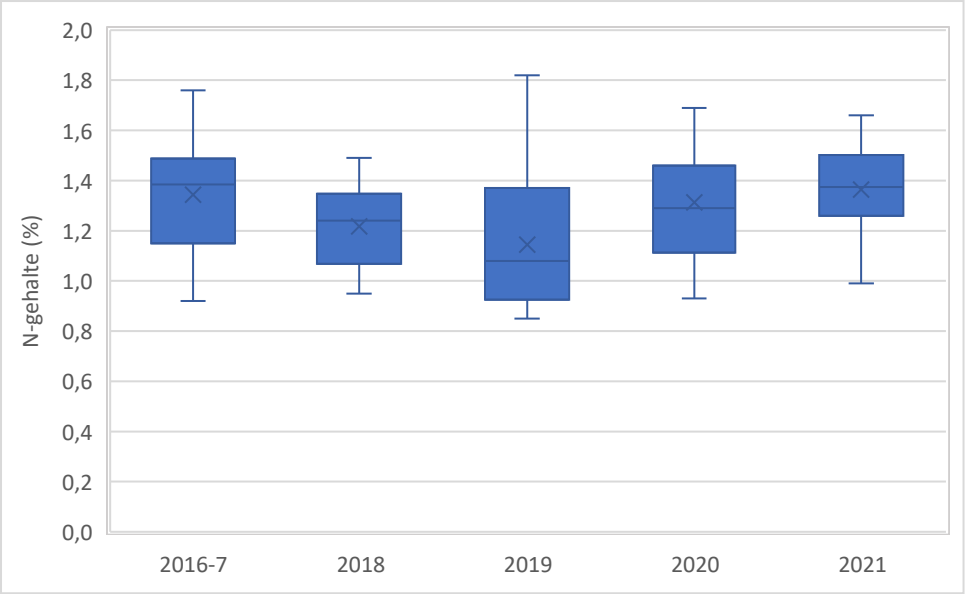


Figuur 4. Aanwas van de droge stof (geoogste knollen – plantgoed) in verschillende jaren.
Symbolen als in figuur 1. Blauwe stip: uitzonderlijk hoge waarde.

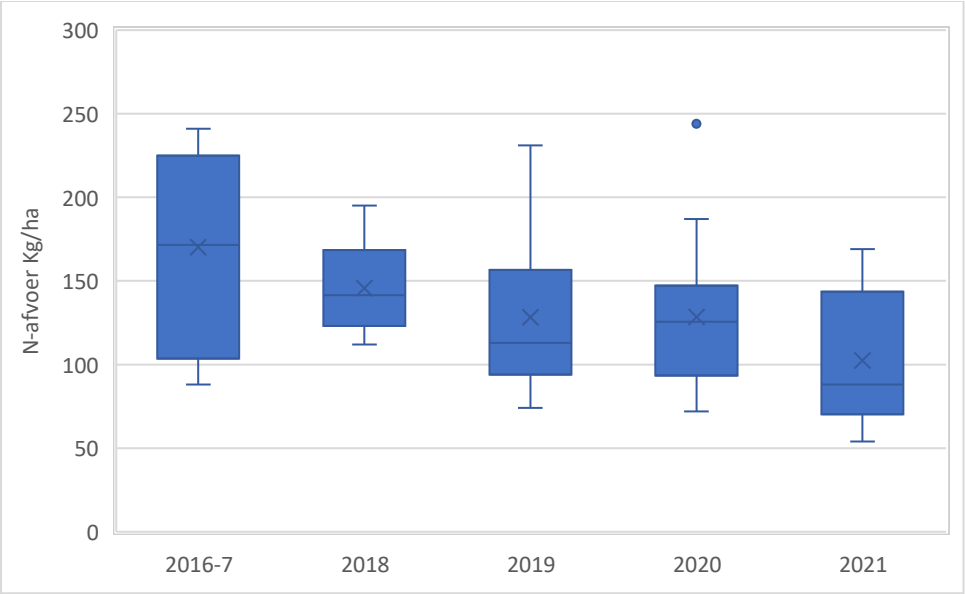
De gehalten aan droge stof (figuur 5) en stikstof (figuur 6) variëren minder. De variatie hierin was niet normaal verdeeld, waardoor er geen significantie van verschillen berekend kon worden. De verschillen in N-afvoer (Figuur 7) zijn dan ook vergelijkbaar in die van de droge stofaanwas. De spreiding in de N-afvoer is in 2016-17 uitzonderlijk groot.



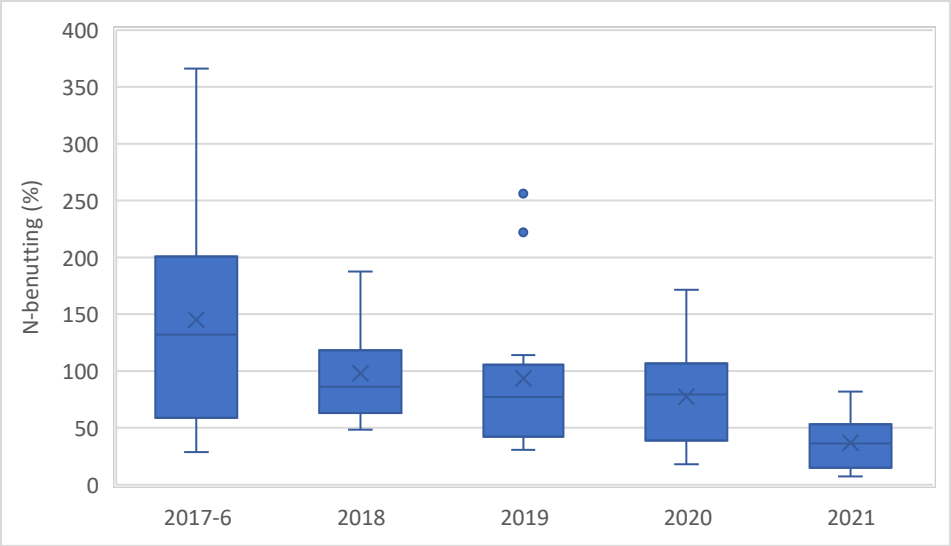
Figuur 5. Droge stofgehalte van de geoogste bollen in verschillende jaren.
Symbolen als in figuur 1.



Figuur 6. Stikstofgehalte van de geoogste bollen in verschillende jaren.
Symbolen als in figuur 1.



Figuur 7. N-afvoer in verschillende jaren.
Symbolen als in figuur 1.



Figuur 8. N-benutting in verschillende jaren.
Symbolen als in figuur 1.

De spreiding in de N-benutting binnen de jaren is groot (Figuur 8). Dat komt doordat hier meerdere metingen in in de berekening verwerkt zijn, elk met een eigen spreiding, waardoor de totale spreiding toeneemt. Voor de N-afvoer zonder bemesting is het gemiddelde uit de proeven gebruikt, 35 kg N/ha. Mogelijk zou de afvoer zonder bemesting in de praktijk gecorreleerd zijn aan de N-afvoer. Dat zou de spreiding kunnen verminderen. In alle jaren behalve 2021 is de N-benutting gemiddeld hoger dan in de proeven. In 2016-17 is deze zelfs ruimschoots hoger dan 100%.

Voor de parameters Versopbrengst, droge stofpbrengst, droge stofaanwas, N-afvoer, N-benutting, N-behoefte en N-bodemoverschot zijn de gemiddelden in 2021 statistisch significant lager dan ten minste één van de eerdere jaren (tabel 7). De N-behoefte is ook in 2020 significant hoger dan in 2016-17.

Tabel 7. Verschillen in de gemiddelden van elk van de zeven parameters in elke jaar.

Parameter	Sig. Levene's Test	Levene output	Sig. ANOVA	ANOVA output	Bonferroni test output
Versopbrengst	0,724	gelijke varianties	0	statistisch significant verschil tussen de gemiddelden voor ten minste 2 van de jaren	2021 vs 2016-7; 2021 vs 2018; 2021 vs 2019; 2020 vs 2016-7
ds-gehalte	0,046	niet gelijke varianties	0,054	geen statistisch significant verschil tussen de gemiddelden voor ten minste 2 van de jaren	
Drogestof Opbrengst	0,361	gelijke varianties	0	statistisch significant verschil tussen de gemiddelden voor ten minste 2 van de jaren	2021 vs 2016-7; 2021 vs 2018; 2021 vs 2019
ds-aanwas	0,286	gelijke varianties	0	statistisch significant verschil tussen de gemiddelden voor ten minste 2 van de jaren	2021 vs 2016-7; 2021 vs 2018; 2021 vs 2019
N-gehalte	0,54	gelijke varianties	0,1	geen statistisch significant verschil tussen de gemiddelden voor ten minste 2 van de jaren	
N-afvoer	0,115	gelijke varianties	0,01	statistisch significant verschil tussen de gemiddelden voor ten minste 2 van de jaren	2021 vs 2016-7
N-benutting	0,039	niet gelijke varianties	0,04	statistisch significant verschil tussen de gemiddelden voor ten minste 2 van de jaren	2021 vs 2016-7
N behoefte	0,069	gelijke varianties	0	statistisch significant verschil tussen de gemiddelden voor ten minste 2 van de jaren	2021 vs 2016-7; 2021 vs 2018; 2021 vs 2019; 2020 vs 2016-7
N bodem Overschot	0,112	gelijke varianties	0,019	statistisch significant verschil tussen de gemiddelden voor ten minste 2 van de jaren	2021 vs 2016-7

Significantie van verschillen is getest bij een overschrijdingskans van 5% (p=0,05).

Concluderend: de opbrengst was in 2021 ongewoon laag en de N-gift ongewoon hoog. Dat is veroorzaakt door een calamiteit tijdens het groeiseizoen: uitzonderlijk veel neerslag in zeer korte tijd, waardoor stikstof uitgespoeld is en het gewas schade opliep, waardoor het vervolgens slecht groeide. Bij navraag blijkt dat niet alle telers hebben zich aan de geadviseerde N-gift gehouden, waardoor de stikstofgift bij een aantal percelen hoger is dan de werkelijke behoefte van het gewas.

Verklarende factoren

De volgende stap was om te testen of de variatie in elk van de eerder genoemde parameters (behalve N-afvoer) kon worden verklaard door het plantgewicht; het N-gehalte van het plantgoed; het N-leverend vermogen; of de gift werkzame N. Hiervoor werd de Multipele Lineaire Regressieanalyse uitgevoerd voor de zes parameters als een groep van variabelen; en de Simpele Lineaire Regressieanalyse voor elke parameter en per jaar.

Uit de analysis bleek: de groep van plantgewicht + het N-gehalte van het plantgoed + het N-leverend vermogen + de gift werkzame verklaart het 48% van de verschillen in N benutting en het 29% van de verschillen in versopbrengst ($p<0.05$; Tabel 8). Voor de overige parameters is er geen significant effect.

Uit enkelvoudige Lineaire Regressie per jaar blijkt dat de gift werkzame N 40% van de verschillen in versopbrengst in jaar 2021 verklaart: een hogere gift correleert daarbij met een lagere opbrengst, wat aangeeft dat meer bemesten dan het advies in deze omstandigheden tot minder opbrengst heeft geleid. Daarnaast verklaart De N-gift 42-65 % van de verschillen in de N-benutting in alle jaren (Tabel 8). De N-benutting neemt af bij hogere N-gift.

Tabel 8. Lineaire Regressieanalyse

Afhankelijk variabel	Multipele Lineaire Regressie		Enkelvoudige Lineaire Regressie per jaar			
	R-squared	sig. ANOVA	(onafhankelijk variabel)	op Jaar	R-squared	sig ANOVA
versOpbrengst	0,29	0	Gift werkzame N	2021	0,4	0,048
ds-gehalte	0,02	0,87				
drogestofOpbrengst	0,25	0,002	Gift werkzame N	2016-7	0,27	0,035
N-gehalte	0,04	0,64				
N-afvoer	0,18	0,019	Gift werkzame N	2016-7	0,41	0,024
N-benutting	0,48	0	Gift werkzame N	alle jaren	0,42-0,65	<0,028

R-squared: procent van de variatie van de afhankelijke variabele, die verklaard wordt door de groep van de onafhankelijk variabelen (Meervoudige Lineaire Regressie) of door één van de onafhankelijk variabelen (Enkelvoudige Lineaire Regressie). Sig. ANOVA: statistisch significant op het 0,05-niveau.

Dezelfde regressiemethode werd gebruikt om te testen of de variatie in het optreden van verzoling en Erwinia kon worden verklaard door de gift werkzame N; het ds-gehalte van de geoogste knollen; en het N-gehalte van de geoogste knollen. Erwinia treedt dus iets vaker op in knollen als het N-gehalte hoger is.

Tabel 9. Lineaire Regressieanalyse voor het optreden van verzoling en Erwinia

Afhankelijk variabel	Multipele Lineaire Regressie		Simpele Lineaire Regressie		
	R-squared	sig. ANOVA	verklaard door (onafhankelijk variabel)	R-squared	sig. ANOVA
% verzoling	0,02	0,78			
% Erwinia	0,09	0,012	N-gehalte	0,08	0,029

R-squared: procent van de variatie van de afhankelijk variabel, verklaard door de groep van de onafhankelijk variabelen (Multipele Lineaire Regressie) of van elke van de onafhankelijk variabelen (Simpele Lineaire Regressie).

Effect van compost, groenbemesters en koemestkorrels

Tot slot werd het effect getest van het geven van compost en de teelt van een groenbemester in het jaar voorafgaand aan de teelt op de versopbrengst, het N-gehalte, de N-afvoer; de N-benutting en de gift werkzame N (Tabel 10).

Hier was het nul-hypothese (H0) voor elk parameter getest gesteld als: “De gemiddelden van de percelen met of zonder compost/groenbemester/koemestkorrels in het jaar ervoor zijn gelijk”. De alternatieve hypothese (H1) was gesteld als “De gemiddelden van de percelen met of zonder compost/groenbemester in het jaar ervoor zijn NIET gelijk”.

Uit de analyse bleek dat het ds-gehalte in de geoogste knollen (28,57 %) statistisch significant lager is in percelen die niet met compost werden behandeld in het jaar ervoor vs in percelen die wel met compost werden behandeld (30,93%). In de praktijk is dit verschil echter zeer gering, en waarschijnlijk niet van bijzondere betekenis. Opmerkelijk is dat de gift werkzame N tijdens de teelt van Zantedeschia hoger is na een voorafgaande compostgift dan zonder die compostgift.

Ook is het opmerkelijk dat de N-benutting significant hoger is in percelen die *niet* met groenbemester werden behandeld in het jaar ervoor (110% vs 73,55%; tabel 10). Dat betekent dat Zantedeschia niet meer stikstof heeft kunnen opnemen door mineralisatie van stikstof uit de ingewerkte groenbemester tijdens het groeiseizoen.

De Top Organics koemestkorrels hebben effect of de gift werkzame N. Die is, bij de gevolgde bijmeststrategie, lager bij gebruik van koemestkorrels dan zonder. Dat is deels te verklaren doordat bij berekening van de benodigde gift alle N in de meststof is meegerekend, en niet alleen de wettelijk werkzame 40%. Daarnaast zou de tijdens het seizoen gemeten Nmin hoger geweest kunnen zijn bij gebruik van koemestkorrels, wat geleid heeft tot minder bijbemesting met stikstof.

Ook is de N-benutting aanzienlijk hoger bij gebruik van de koemestkorrels. Dat wijst er op dat de werkelijke stikstofwerking hoger ligt dan de wettelijke, of dat het stikstofgehalte in de meststof hoger is geweest dan de opgegeven 4,0 g/kg. In vaste rundermest, waar de korrels van gemaakt worden, kan het stikstofgehalte variëren.

Tabel 10. Independent samples t-test

Nominale variabele	Numerieke variabel	gem. ZONDER	gem. MET	Sig. 2 tailed	Output
Compost	versopbrengst	45,73	43,75	0,52	Ho
	ds-gehalte	28,57	30,93	0,003	H1
	drogestofOpbreng	13,06	13,57	0,06	Ho
	N-gehalte	1,31	1,24	0,25	Ho
	N-afvoer	134,04	137,56	0,77	Ho
	N-benutting	104,8	82,02	0,596	Ho
	Gift werkzame N	110,54	154,48	0	H1
	N-behoefte	110,59	154,48	0	H1
	N-bodem ondersc	3,58	362,42	0	H1
Groenbemester	versopbrengst	46,33	42,82	0,249	Ho
	ds-gehalte	1,29	1,25	0,47	Ho
	drogestofOpbreng	13,62	13,08	0,59	Ho
	N-gehalte	1,29	1,25	0,475	Ho
	N-afvoer	139,47	132,52	0,569	Ho
	N-benutting	110,47	72,5	0,026	H1
	Gift werkzame N	118,71	153,18	0,006	H1
	N-behoefte	118,71	153,18	0,006	H1
	N-bodem ondersc	78,35	343,12	0	H1
Top Organics	versopbrengst	40,78	45,59	0,2	Ho
	ds-gehalte	29,65	29,99	0,739	Ho
	drogestofOpbreng	12,08	13,68	0,203	Ho
	N-gehalte	1,18	1,29	0,115	Ho
	N-afvoer	113,15	142	0,52	Ho
	N-benutting	56,71	100,04	0,048	H1
	Gift werkzame N	168,78	127,88	0,01	H1
	N-behoefte	168,78	127,88	0,01	H1
	N-bodem ondersc	248,47	199,26	0,447	H0

Bij een tweezijdige overschrijdingskans van 5% (sig . 2 tailed) wordt de nulhypothese (H0, er is geen verschil) verworpen en geldt de alternatieve hypothese (H1, er is wel een verschil).

3.3 Bepaling van de N-behoefte en het N-bodemoverschot

Tabel 11. Gemiddelde waarden van parameters per jaar, en gemiddeld, waarbij totaal 57 percelen zijn gebruikt. In de middeling telt elk jaar even zwaar, ongeacht het aantal percelen. Vanwege het uitsluiten van 6 percelen kunnen de waarden voor 2021 en gemiddeld afwijken van eerdere tabellen en figuren.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	gemid-deld	proeven
Aantal percelen (57 totaal)	5	7	14	13	14	4		
Gift werkzame N (kg/ha)	114	108	124	117	139	177	130	122
Versopbrengst (ton/ha)	56,3	52,3	49,3	45,1	41,7	33,1	46,3	53,1
Droge stofopbrengst (ton/ha)	16,1	15,0	14,6	14,6	12,2	10,1	13,8	14,8
Droge stofaanwas (ton/ha)	13,7	12,9	12,9	12,6	10,1	8,5	11,8	11,5
Droge stofgehalte (%)	28,4	28,4	29,7	32,0	29,3	30,4	29,8	28,0
N-gehalte (%)	1,25	1,41	1,22	1,14	1,31	1,46	1,30	1,08
N-afvoer (kg/ha)	163	175	146	128	128	126	141	123
N-benutting (%)	130	155	98	94	78	52	101	71
N-behoefte (kg/ha)	**114**	**108**	**124**	**117**	**139**	**177**	**130**	**122+20***
N-bodemoverschot (kg/ha)	20	148	171	234	205	311	181	-1**

* Bij de berekening van de N-behoefte in de proeven is 20 kg N/ha aangenomen voor werkzame stikstof benodigd voor onderhoud van de organische stof in de bodem. ** Het N-bodemoverschot kan voor de proeven alleen berekend worden exclusief organische bemesting.

Berekening van de N-behoefte van de gewassen wordt elk jaar, ongeacht het aantal bemonsterde percelen, even zwaar gewogen. Daarvoor is gekozen, omdat de jaarlijkse variatie de belangrijkste bepalende factor is voor de opbrengst en de N-benutting.

Daarnaast zijn voor de bepaling van de N-behoefte zijn zes percelen van 2021 uitgesloten, omdat de stikstofgift daar hoger dan advies bleek te zijn. De slechte groei in 2021 is echter wel deel van gebruikelijke variatie, die als gevolg van weersomstandigheden kan voorkomen. Daarom zijn de gegevens in de berekening meegenomen van slechts 4 percelen, waar in 2021 volgens advies bemest is (percelen 55 – 58 in Bijlage 1). Daarmee komt het aantal percelen dat wel geschikt is om de N-behoefte te berekenen op 57. Ook is deze selectie gebruikt om het gemiddelde N-bodemoverschot te berekenen. Het resultaat staat in tabel 11.

Daarin zijn ook de gegevens van de veldproeven opgenomen. Hier is de N-behoefte 142 kg N/ha, terwijl in de praktijkpercelen de N-behoefte gemiddeld 130 kg/ha is. Als dat echter uitgesplitst wordt naar percelen mét en zonder koemestkorrels, dan blijkt er een verschil: bij de 12 percelen zonder koemestkorrels is de N-behoefte gemiddeld 162 kg N/ha, tegenover gemiddeld 118 kg N/ha op de 45 percelen mét koemestkorrels. Daaruit blijkt al dat de onzekerheid in de N-behoefte in de praktijkpercelen groot is.

Het stikstofbodemoverschot is in de praktijkpercelen gemiddeld 181 kg N/ha. Het wordt sterk bepaald door de gift compost. Bij de 31 percelen met een compostgift was het N-bodemoverschot gemiddeld 350 kg N/ha. Bij 26 percelen zonder compostgift was dat 7 kg N/ha.

4. Discussie

De gegevens uit de veldproeven zijn helder: geen organische bemesting, de stikstofgift is de enige variabelen in en alle relevante parameters zijn bekend. Daarom leveren deze gegevens een zeer betrouwbare schatting van de N-behoefte van Zantedeschia, zij het voor één locatie: 142 kg N/ha. Dat is in verhouding tot de opname, 137 kg N/ha, vrij laag, in verhouding tot andere gewassen.

In de praktijkpercelen variëren de voorgeschiedenis, de cultivar, de locatie, de organische bemesting, de teelt van een groenbemester in het voorgaande jaar, de verdeling van de stikstofgiften over het groeiseizoen èn de gebruikte meststoffen tijdens de teelt. Deze gegevens leveren daardoor een dekkend beeld voor het hele teeltgebied van Zantedeschia, maar wel met zeer grote onzekerheden over de stikstofbehoefte van het gewas.

Daarbij komt dat de wettelijke stikstofwerkingscoëfficient van de meststoffen is toegepast bij schatting van de N-behoefte, terwijl de werkelijke werking van de organische meststoffen kan variëren. Deze stikstofwerkingscoëfficient is weliswaar relevant bij het vaststellen van de gebruiksnorm, maar niet per se bij het bepalen van de N-behoefte als eigenschap van Zantedeschia.

Door al deze onzekerheden en bronnen van variatie kunnen de praktijkgegevens niet heel zeker gebruikt worden voor onderbouwing van de N-behoefte, maar moeten ze meer gezien worden als aanvulling op de proefgegevens. Daarbij zijn een aantal factoren van belang.

De bemestingsstrategie

De bemesting is bij de praktijkpercelen niet uitgevoerd volgens het stikstofbijmestsysteem (NBS), zoals dat in de bemestingsadviesbasis (Van Dam et el., 2013) staat, maar volgens een advies van TTW (Bijlage 3). Het advies van TTW heeft een startgift van 65-90 kg N/ha, het NBS heeft op dat moment een streefwaarde voor Nmin van 50. Half juni is de streefwaarde bij NBS 75 kg N/ha; bij TTW voor de meeste bodems even hoog of hoger. Half juli is de streefwaarde in NBS 75 kg N/ha, bij TTW is dat lager. Half augustus zijn de streefwaarden weer ongeveer gelijk (45 kg N/ha bij NBS). Daarmee verschuift de bemesting naar wat vroeger in het seizoen. De reden daarvoor is dat een late bemesting meer kans geeft dat de knollen niet goed afrijpen (ervaring na monitoring door TTW). De gemiddelde gift werkzame N ligt hoger (130 kg N/ha) dan de wettelijke N-gebruiksnorm voor Zantedeschia (120 kg N/ha).

Compost en groenbemesters

Uit de analyse blijkt dat gebruik van compost en/of een groenbemester niet geleid hebben tot een lagere N-gift volgens advies tijdens het groeiseizoen, ondanks de aanvoer van stikstof met de compost en de stikstofinhoud van de groenbemesters. Dat wijst er op dat de mineralisatie van stikstof uit de compost en de groenbemester niet heeft bijgedragen aan verhoging van de Nmin in de richting van het streefgetal. Op basis van deze ervaring heeft TTW later het advies voor inwerken van groenbemester en organische meststoffen aangepast, zodat deze minder diep in de grond terecht komen. Of dat er inderdaad toe leidt dat er meer stikstof uit mineralisatie in de bouwvoor terechtkomt, is op dit moment nog niet vast te stellen. In de percelen nu lijken de compost en groenbemesters dus netto geen stikstof te hebben geleverd voor het gewas. Voor de bepaling van de stikstofbehoefte van Zanteedeschia is het een beperking dat het stikstofgehalte van de compost is geschat aan de hand van een gemiddelde (van Handboekbodemenbemesting.nl). In de praktijk varieert het gehalte. Voor de percelen is een gift werkzame N met compost berekend van ongeveer 30 tot boven 50 kg N/ha. Als nu het N-gehalte in de praktijk bv. maar tweederde van het gemiddelde zou zijn, wordt de N-behoefte in de berekening met 10 tot 17 kg/ha overschat.

Het verschil in stikstofverschot tussen percelen met een compostgift was het N-bodemoverschot (gemiddeld 350 kg N/ha en zonder compostgift (7 kg N/ha) is heel groot. Voor een compleet beeld moet het N-bodemoverschot over de hele vruchtwisseling bekeken worden. Dan kan berekend worden hoeveel compost er gemiddeld per jaar toegediend wordt, en wat daarbij de bijdrage van de compost aan het stikstofbodemoverschot is.

Koemestkorrels

Bij een deel van de percelen is bij de startgift 700 tot 1300 kg/ha Top Organics gedroogde koemestkorrels gegeven, met 4,0 g N/kg. Bij deze percelen ligt de N-benutting hoger (gemiddeld 100 %) dan bij de percelen waarbij tijdens het seizoen alleen kunstmest gegeven is (gemiddeld 57 %) en ook hoger dan in de veldproeven (gemiddeld 71%). Dat wijst er op dat de werking van stikstof uit de koemestkorrels in de percelen hoger is dan de wettelijke NWC van 40%, en/of dat het stikstofgehalte van de korrels in de praktijk vaak hoger is dan de 4,0 g/kg die opgegeven is door de leverancier. De samenstelling van de mest waar de korrels van gemaakt worden zal in de praktijk variëren. Door deze onzekerheden zijn de percelen waar koemestkorrels gebruikt is niet geschikt om op een heldere manier de stikstofbehoefte van Zantedeschia af te leiden. Dan kan beter gekeken worden naar de 12 percelen zonder koemestkorrels. Daar is de N-behoefte gemiddeld 162 kg N/ha, tegenover gemiddeld 118 kg N/ha op de 45 percelen mét koemestkorrels.

Uitsluiten 6 percelen 2021

6 van de 10 percelen die in2021 gemonitord zijn, zijn uitgesloten, omdat er na de ongebruikelijke stortbuien half juni aanzienlijk meer bemest is dan het advies van TTW aangaf. In plaats daarvan was het ook mogelijk geweest om alle percelen van 2021 uit te sluiten, vanwege dit extreme weer tijdens het seizoen, en de daardoor achterblijvende groei van het gewas. Dat ligt niet binnen de bandbreedte van 'normaal' of 'representatief'. In veldproeven wordt, naar ervaring van de auteurs, in zo'n geval de proef als mislukt beschouwd. Hier is er voor gekozen om dit jaar wel mee te nemen, omdat ongebruikelijke uitschieters toch vrij regelmatig kunnen voorkomen, en ook omdat de verwachting is dat dit door klimaatverandering in de steeds vaker zal voorkomen. Ook staan er hier 5 jaren met een normaler seizoen tegenover; bij proeven is dat meestal niet meer dan 2 jaar.

Vergelijking van veldproeven en praktijkpercelen

De opbrengst en de aanwas was in de veldproeven relatief hoog, in vergelijking tot het gemiddelde van de praktijkpercelen. Het gemiddelde N-gehalte in de geoogste knollen was lager: gemiddeld 1,08% in de veldproeven en 1,30% in de praktijk. De knollen uit de proeven zijn doorgeteeld en afgebroeid (in bloei getrokken). Daarbij bleek dit N-gehalte genoeg voor een maximaal resultaat m.b.t. knolgroei bij doorteelt en hoeveelheid blad en bloemen bij afbroei (in bloei trekken) van de geoogste knollen. Mogelijk treedt er in de praktijkpercelen luxeconsumptie van stikstof op, die niet leidt tot een betere kwaliteit van de knollen.

N-bodemoverschot

Het N-bodemoverschot kan alleen met de gegevens van de praktijkpercelen geschat worden, en komt daar op gemiddeld 181 kg N/ha uit. De berekening heeft echter beperkingen, omdat het bodemoverschot sterk afhangt van de organische bemesting, waarvoor de bemestingsstrategie niet per jaar, maar per rotatie gepland wordt. Uit de proeven blijkt wel dat het N-bodemoverschot van alleen de kunstmestgift voor Zantedeschia zeer laag is, omdat de N-benutting hoog is.

De uitspoelfractie is laag in het teeltgebied van Zantedeschia, namelijk 2% (Velthof en Fraters, 2007). Dat betekent dat van elke 100 kg/ha van het N-bodemoverschot 2 kg/ha in de vorm van nitraat in het grondwater terecht komt. Daardoor wordt de norm voor nitraat in grondwater hier niet overschreden, ondanks dat het N-bodemoverschot in een deel van de percelen hoog is. Sinds een

aantal jaar wordt ook de N-norm in de KRW-waterlichamen hier niet overschreden (krw-nutrend.netlify.app).

5. Conclusie

N-behoefte

Uit de veldproeven blijkt dat de N-behoefte van Zantedeschia 142 kg N/ha is. Dat is de beste schatting van de N-behoefte. De analyse van de praktijkpercelen leidt tot een N-behoefte die ongeveer gelijk is, namelijk 130 kg/ha, als 57 percelen in beschouwing genomen worden. Gezien de onzekerheden in de organische bemesting van de praktijkpercelen, en onzekerheid over de daadwerkelijk opname van een onbemest gewas op deze percelen, kan alleen gesteld worden dat de N-behoefte zoals berekend uit de praktijkgegevens in dezelfde orde van grootte ligt als die in de veldproeven.

Het gebruik van organische meststoffen bij de praktijkpercelen brengt grote onzekerheden met zich mee voor de schatting van de N-behoefte van Zantedeschia. Bij gebruik van koemestkorrels zijn de onzekerheden over het stikstofgehalte en de stikstofwerkings-coëfficient van de korrels te groot om de N-behoefte hierop te baseren. Uit groenbemester en compostgift in het voorafgaande najaar lijkt geen stikstof beschikbaar te zijn gekomen voor Zantedeschia, in tegenstelling tot wat doorgaans aangenomen wordt op basis van onderzoek.

N-bodemoverschot

Het stikstofbodemoverschot kan niet uit de proeven afgeleid worden, maar wel uit de praktijkpercelen. Gemiddeld over de zes onderzoeksjaren is dat 181 kg N/ha. Daarbij is het bodemoverschot hoog als er compost gebruikt is in het voorafgaande najaar (gemiddeld 350 kg N/ha) en lager als er geen organische bemesting is toegepast (gemiddeld 7 kg N/ha). De hoogte van het bodemoverschot wordt dus meer bepaald door de behoefte aan organische bemesting dan door de stikstofbehoefte van Zantedeschia.

Referenties

Belder, P., Smit, A.L., 2008. N-behoefte Zantedeschia op basis van een nieuwe analyse. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., PPO nr. 32 360591 00.

Berge, H. ten, H. van der Meer, R. Schils, A.M. van Dam en T. van Dijk, 2007. Protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof. Plant Research International B.V., Nota 332, Wageningen.

BKD.nl, geraadpleegd juli 2025.

Dam, A.M., L. J. M. Kater, N.S. van Wees, 2004. Adviesbasis voor de bemesting van bloembolgewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Sector Bloembollen.

Dam, A.M. van, H. van Reuler, 2013. Adviesbasis voor de bemesting van Bloembolgewassen. Bodemdienst Van Dam en Praktijkonderzoek Plant en omgeving.

RIVM.nl. https://data.rivm.nl/apps/gcn/ Kaart stikstofdepositie, gegevens 2023; geraadpleegd juli 2025.

Dijk, W. van, J.R. van der Schoot, A.M. van Dam, L.J.M. Kater, F.J. de Ruijter, H. van Reuler, A.A. Pronk, T.G.L. Aendekerk, M.P. van der Maas, 2005a. Onderbouwing N-gebruiksnormen akker- en tuinbouw: N-gebruiksnormen 'kleine gewassen'. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO rapport 347, Wageningen.

Dijk, W. van, A.M. van Dam, J.C. van Middelkoop, F.J. de Ruijter, K.B. Zwart, 2005. Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt overige organische meststoffen: studie t.b.v. onderbouwing gebruiksnormen. Lelystad, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO-rapport 343.

GNU Project. 2025. GNU PSPP versie 2.0.0-g5b54. Free Software Foundation. Retrieved from www.gnu.org/software/pspp/

Handboekbodemenbemesting.nl. geraadpleegd juni 2025.

Van Leeuwen, P.L. 2000. De opname van stikstof en andere nutriënten bij Zantedeschia en de productie bij verschillende stikstof giften. Lisse, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek. LBO-rapport 120.

Velthof en Fraters, 2007. Nitraatuitspoeling in duinzand en Lössgrond. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 54.

Bijlage 1. Gegevens praktijkpercelen

Tabel a. Bodemeigenschappen

nr	jaar	locatie	N-totaal	N-leverend vermogen	pH	C-org	orga-nische stof	Lutum	Silt	Zand	Afslib-baar	CaCO3	P-Pae	P-Al	K-getal
			kg/ha	kg/ha		%	%	%	%	%	%	%	mg/l	mg P_2O_5 /100 g d.s.	
1	2016	egmond	1720	124	8,1		0,8	1			2	9	7,2	18	9
2	2016	breezand	730	71	6,8	0,8	1,6	1	3	93	2	0,2	3,7	47	
3	2016	hillegom	630	54	7	0,8	1,6	1	8	87	3	3,6	2,8	49	
4	2016	breezand	740	72	6,4	0,9	1,8	1	8	89	7	0,2	6,6	70	14
5	2016	hillegom	1880	135	7,7		1,4	2			3	3		21	9
6	2017	breezand	740	68	6,5	0,9	1,7	1	3	93	7	0,2	6	52	16
7	2017	voorhout	610	60	6,9	0,7	1,3	1	4	89	2	5,7	3,6	32	17
8	2017	't zand	940	94	6,8	0,9	1,8	1	6	91	7	0,2	3,5	39	14
9	2017	breezand	620	55	7,3	0,8	1,6	2	7	89	4	0,9	5,1	55	14
10	2017	egmond	1340	71	8	1	1	1			6	1	4	35	16
11	2017	breezand	760	75	6,4	0,8	1,7	1	3	95	7	0,2	3,9	35	24
12	2017	breezand	560	66	6,9	0,5	1,1	2	6	90	4	0,7	2,9	24	18
13	2018	den helder	530	60	7,00	0,60	1,10	2	7	89	4	0,50	6,20	35	17
14	2018	breezand	760	80	6,50	0,80	1,50	1	7	92	3	0,20	2,80	38	19
15	2018	callantsoog	670	70	7,10	0,70	1,30	1	6	92	3	0,80	2,80	27	15
16	2018	schagerbrug	710	70	7,30	0,80	1,80	1	9	88	4	0,20	1,60	36	14
17	2018	schagerbrug	710	70	7,30	0,80	1,80	1	9	88	4	0,20	1,60	36	14
18	2018	egmond	670	55	7,30	0,90	1,80	1	6	83	3	8,90	1,90	41	14
19	2018	schagerbrug	770	90	6,90	0,70	1,60	1	7	90	3	0,20	3,00	39	20
20	2018	breezand	560	66	6,90	0,50	1,10	2				0,70	2,90	24	18
21	2018	breezand	1110	83	7,10	1,00	0,70	1			4	0,10	1,50	31	13
22	2018	julianadorp	1190	88	7,60	1,00	1,10	3			5	1,40	3,00	27	18
23	2018	slootdorp	550	65	7,20	0,50	1,00	1	6	92	3	0,90	2,50	32	9
24	2018	julianadorp	680	75	6,00	0,70	1,40	1	6	93	3	0,20	3,00	29	22
25	2018	den helder	630	61	6,70	0,80	1,50	2				0,20	3,10	46	10
26	2018	breezand	620	55	7,30	0,80	1,60	2	7	89	4	0,90	5,10	55	14
27	2019	julianadorp	620	70	7	0,7	1,3	2	2	94	3	0,3	4,7	34	15
28	2019	egmond	970	95	7,4	1,1	2,2	1	7	83	3	6,4	1,3	21	11
29	2019	breezand	610	56	6,3	0,7	1,4	1	5	94	7	0,2	5,8	48	19
30	2019	breezand	660	60	6,3	0,8	1,5	1	6	93	3	0,2	2,2	22	13
31	2019	breezand	780	75	7,1	0,9	1,7	1	8	90	3	0,2	3,3	39	21
32	2019	't zand	940	94	6,8	0,9	1,8	1	6	91	7	0,2	3,5	39	14
33	2019	julianadorp	590	65	7,3	0,6	1,2	1	7	89	3	3	2,9	38	9
34	2019	callantsoog	940	100	7,2	1	2	1	7	90	3	0,5	3,3	24	26
35	2019	breezand	890	105	7	0,7	1,4	1	9	90	4	0,2	3,7	34	15
36	2019	breezand	650	59	6,9	0,8	1,5	1	4	95	2	0,2	5,6	45	22
37	2019	julianadorp	900	95	7	0,9	1,9	1	10	88	4	0,3	3,6	41	17
38	2019	callantsoog	820	95	6,9	0,8	1,5	2	12	85	6	0,2	3,5	32	20
39	2019	voorhout	1030	115	6,8	1	1,9	1	9	89	4	0,4	3,4	42	31

	jaar	locatie	N-totaal	N-leverend vermogen	pH	C-org	orga-nische stof	Lutum	Silt	Zand	Afslib-baar	CaCO3	P-Pae	P-Al	K-getal
			kg/ha	kg/ha		%	%	%	%	%	%	%	mg/l	mg P_2O_5 /100 g d.s.	
40	2020	't zand	940	94	6,80	0,90	1,80	1	6	91	7,00	0,20	3,50	39	14
41	2020	callantsoog	440	43	7,10	0,50	0,90	1	6	92	3,00	0,40	1,20	12	12
42	2020	breezand	500	40	6,60	0,70	1,50	1	8	91	3,00	0,20	3,30	41	12
43	2020	den helder	800	85	7,00	0,80	1,70	1	9	88	4,00	0,20	4,90	47	20
44	2020	bergen	870	80	6,80	1,10	2,10	1	6	91	3,00	0,20	2,90	50	16
45	2020	julianadorp	830	85	6,80	0,80	1,90	2	11	85	5,00	0,20	2,30	33	16
46	2020	julianadorp	630	65	6,70	0,60	1,40	1	7	91	3,00	0,20	5,30	38	20
47	2020	julianadorp	790	75	6,70	0,90	1,90	1	6	91	3,00	0,20	4,30	46	14
48	2020	voorhout/ noordwijkerhout	660	60	6,80	0,90	1,70	2	7	89	4,00	0,20	4,00	43	22
49	2020	breezand	700	70	6,90	0,80	1,70	1	3	94	2,00	0,20	4,60	52	17
50	2020	julianadorp	660	70	7,10	0,70	1,40	2	4	92	3,00	0,20	4,10	30	20
51	2020	julianadorp	630	65	6,70	0,60	1,40	1	7	91	3,00	0,20	5,30	38	20
52	2020	't zand	940	94	6,80	0,90	1,80	1	6	91	7,00	0,20	3,50	39	14
53	2020	't zand	940	94	6,80	0,90	1,80	1	6	91	7,00	0,20	3,50	39	14
54	2021	voorhout/ noordwijkerhout	840	85	7,1	0,8	2	1	6	86	3	5,2	2,7	42	14
55	2021	breezand	800	70	6,9	0,9	1,9	1	8	89	3	0,2	0,3	38	14
56	2021	breezand	700	75	6,8	0,7	1,4	2	8	88	4	0,3	5,1	35	23
57	2021	breezand	850	80	6,7	0,9	1,8	1	5	92	3	0,3	5,5	62	17
58	2021	breezand	720	75	6,7	0,8	1,7	1	11	87	4	0,3	4,3	42	12
59	2021	anna paulowna	760	85	6,4	0,7	1,8	1	10	88	4	0,5	3,7	34	19
60	2021	anna paulowna	930	96	7,1	0,9	1,9	1	5	91	3	1,2	4,9	49	12
61	2021	den helder	730	75	6,8	0,7	1,6	1	4	93	2	0,4	3,3	31	20
62	2021	't zand	640	53	7,1	0,9	1,8	1	8	88	7	1,5	2,4	39	15
63	2021	julianadorp	830	80	7,1	1	1,9	1	5	85	3	7,7	2,8	39	11

Tabel B. groenbemester, organische bemesting, plantgoed

nr	jaar	groenbemester voorafgaand jaar	organische bemesting voorafgaand najaar	gift compost	N-gehalte compost	Cultivar	Plant maat	knolgewicht	plantdichtheid
				ton/ha	kg/ton		cm omtrek	g/knol	aantal /ha
1	2016					Odessa 2	7	15	280000
2	2016					Odessa 3	8	21	380000
3	2016					Gran Paradiso	10	19	320000
4	2016	Japanse Haver	groencompost	22	7,8	Sunclub 2	8	14	320000
5	2016					Venturo	8	19	320000
6	2017	Japanse Haver	groencompost	30	7,8	?	7	10	430.000
7	2017	Japanse Haver	GFT-compost	35	11,8	Cantor	7	13	280.000
8	2017					?	7	14	300.000
9	2017		GFT-compost	30	11,8	?	7	13	360.000
10	2017	Japanse Haver				?	7	19	420.000
11	2017	Japanse Haver	GFT-compost	35	11,8	?	7	15	320.000
12	2017					?	7	15	320.000
13	2018	Japanse Haver mix	GFT-compost	20	11,8	Sunclub	7	29	290.000
14	2018					Captain Lido	7	15	280.000
15	2018	Japanse Haver	GFT-compost	40	11,8	Red Charm	7	15	280.000
16	2018					Toronto	8	10,1	320.000
17	2018					Toronto	8	12,5	320.000
18	2018					odessa	6	6,8	450.000
19	2018		GFT-compost	30	11,8	odessa	7	8,2	430.000
20	2018					Sunclub	7	8,4	320.000
21	2018	Haver	GFT-compost	35	11,8	Trinity	7	15	*320.000*
22	2018					Solo	7	15	*320.000*
23	2018					Fuego	7	15	280.000
24	2018		GFT-compost	30	11,8	Red Charm	7	15	350.000
25	2018		GFT-compost	30	11,8	Trinity	7	15	*320.000*
26	2018		GFT-compost	30	11,8	odessa	7	8,8	360.000
27	2019					Trinity	8	15	360.000
28	2019					Odessa	7	6	310.000
29	2019	Japanse Haver	groencompost	50	7,8	Odessa	8	21	360.000
30	2019				11,8	Sunclub	9	12	310.000
31	2019	Japanse Haver	GFT-compost	25	11,8	Odessa	8	14	320.000
32	2019	Japanse Haver	GFT-compost	30	11,8	Sunclub	9	8	270.000
33	2019	Grassen	GFT-compost	30	11,8	Sunclub	9	20	340.000
34	2019	Japanse Haver	GFT-compost	30	11,8	Red Charm	8	12	260.000
35	2019	Japanse Haver	GFT-compost	30	11,8	Trinity	8	16	380.000
36	2019	Japanse Haver	GFT-compost	30	11,8	Lido	8	10	320.000
37	2019					Solo	8	12	380.000
38	2019	Japanse Haver mix	GFT-compost	30	11,8	?	8	12	380.000
39	2019	Japanse Haver	GFT-compost	30	11,8	Cantor	8	12	380.000
40	2020					Sunclub	7	32,2	270.000
41	2020					Sumatra	7	6,4	345.000
42	2020	Japanse Haver	GFT-compost	30	11,8	Sunclub	7	15,2	265.000
43	2020	Bladrammenas	GFT-compost	45	11,8	red charm	7	9,7	360.000
44	2020	Bladrammenas	GFT-compost	40	11,8	Odessa	7	10,2	290.000

	jaar	groenbemester voorafgaand jaar	organische bemesting voorafgaand najaar	gift compost	N-gehalte compost	Cultivar	Plant maat	knolgewicht	plantdichtheid
				ton/ha	kg/ton		cm omtrek	g/knol	aantal /ha
45	2020	Japanse Haver	groencompost	30	11,8	Sunclub	7	13,1	280.000
46	2020	Japanse Haver	GFT-compost	30	11,8	Trinity	7	18,8	245.000
47	2020					Red Charm		16,2	230.000
48	2020					Cantor	7	12,4	290.000
49	2020					Trinity	7	22,9	295.000
50	2020	Japanse Haver	groencompost	35	11,8	Solo	8	23,9	260.000
51	2020	Japanse Haver	GFT-compost	30	11,8	Sunclub	7	9,7	280.000
52	2020					Sunclub	7	32,2	270.000
53	2020					Sunclub	7	32,2	270.000
54	2021					Cantor	8	15	290.000
55	2021	Japanse Haver	GFT-compost	30	11,8	Paco zndv	8	17	300.000
56	2021	Japanse Haver	GFT-compost	30	11,8	Sunclub	8	10	235.000
57	2021	Japanse Haver mix	GFT-compost	30	11,8	Sunclub	8	9	290.000
58	2021	Japanse Haver				Trinity	10	25	300.000
59	2021	Japanse Haver	GFT-compost	25	11,8	Captain Lido	8	10	275.000
60	2021		GFT-compost	30	11,8	Red Charm	8	20	240.000
61	2021	Japanse Haver	GFT-compost	30	11,8	Trinity	8	15	240.000
62	2021	Japanse Haver	GFT-compost	30	11,8	Sunclub	8	10	295.000
63	2021		GFT-compost	40	11,8	Paco	8	14	250.000

Tabel C. Stikstofbemesting tijdens de teelt

nr	jaar	groenbemester voorafgaand jaar	organische bemesting voorafgaand najaar	gift compost	N-gehalte compost	Cultivar	Plant maat	knolgewicht
				ton/ha	kg/ton		cm omtrek	g/knol
1	2016	168	27	15		210	44	184
2	2016	66	23	28		117	52	86
3	2016	68	16	34		118	52	87
4	2016	58	20	43		121	52	107
5	2016	109	28	0		137	52	106
6	2017	66	23	47		136	44	133
7	2017	*80*	*24*	*29*		133	52	143
8	2017	109				109	52	78
9	2017	48				48	52	52
10	2017	122	21			143	52	112
11	2017	56	18	18		92	0	133
12	2017	84	21	28		133	44	107
13	2018	54	31	28		113	0	137
14	2018	66	57	37		160	0	160
15	2018	66	47	15		128	52	144
16	2018	46	30	60		136	52	105
17	2018	46	30	60		136	52	105
18	2018	117				117	44	91
19	2018	80				80	52	84
20	2018	83	21	30		134	44	108
21	2018	51	28	45		124	52	134
22	2018	71	28	23		122	52	91
23	2018	*86*	*15*	*24*		125	52	94
24	2018	84	21	28		133	0	168
25	2018	53	23	13		89	0	124
26	2018	181				181	52	185
27	2019	53	23	43	36	155	0	155
28	2019	133				133	44	107
29	2019	137				137	52	145
30	2019	55	18	30		103	0	103
31	2019	155				155	52	153
32	2019	84		14	24	122	52	126
33	2019	140				140	44	149
34	2019	122				122	52	126
35	2019	122				122	52	126
36	2019	73			24	97	28	116
37	2019	76				76	52	45
38	2019	76				76	52	80
39	2019	84				84	52	88
40	2020	75	15		30	120	52	89
41	2020	155	30	23	30	238	28	221
42	2020	82		14	36	132	0	167
43	2020	102		23	36	161	52	183
44	2020	64		15		79	44	100

	jaar	groenbemester voorafgaand jaar	organische bemesting voorafgaand najaar	gift compost	N-gehalte compost	Cultivar	Plant maat	knolgewicht
				ton/ha	kg/ton		cm omtrek	g/knol
45	2020	112	18	15		145	44	154
46	2020	135		28	36	199	0	234
47	2020	101	30			131	0	131
48	2020	64		15		79	52	48
49	2020	95	38	15		148	52	117
50	2020	106				106	52	116
51	2020	135		28		163	0	198
52	2020	75	23		30	128	52	97
53	2020	75	23		30	128	52	97
54	2021	64,3	66	45,1		175	40	151
55	2021	110	22,5	22,5		155	44	164
56	2021	152	22,5	15		190	44	199
57	2021	92,6	27	38,4	36	194	0	229
58	2021	86,6	30	30,5		147	52	116
59	2021	62	89	46	36	209	28	222
60	2021	61	68	43		175	28	194
61	2021	65	60	57	36	217	0	252
62	2021	62,2	84,0	60,2	36	242	28	261
63	2021	121	54	27		202	28	232

Tabel D. gegevens plantgoed, opbrengst en analyse

nr	jaar	Uitval op veld	versopbrengst gecorrigeerd voor uitval	droge stof-opbrengst gecorrigeerd voor uitval	plantgoed versgewicht	plantgoed droge stof	aanwas dorge stof	ds-gehalte plantgoed	N-gehalte plantgoed	ds-gehalte oogst	N-gehalte oogst	N-inhoud plantgoed	N-inhoud oogst	netto N-afvoer	N-benutting %	verzoling	Erwinia	N-behoefte	N-bodemoverschot
		%	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha	%	%	%	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	%	%	kg/ha	kg/ha
1	2016	5,2%	37,7	9,6	4,2	1,7	7,9	40,4	1,67	25,5	1,21	28	116	88	29	0,34		184	130
2	2016	5,2%	57,3	17,7	8,0	3,5	14,2	44,0	1,34	30,9	1,5	47	265	218	214	0,06		86	-93
3	2016	5,2%	59,8	19,1	6,1	2,4	16,7	39,0	1,67	31,9	1,13	40	215	176	162			87	-50
4	2016	5,2%	66,7	18,2	4,5	2,0	16,3	43,9	1,14	27,3	1,04	22	189	167	123	0,15		107	134
5	2016	5,2%	59,8	15,7	6,1	2,1	13,5	35,3	2,41	26,2	1,39	52	218	166	124			106	-21
6	2017	5,2%	62,8	18,0	4,3	1,7	16,2	40,6	1,22	28,6	1,38	21	248	226	144	0,10		133	152
7	2017	5,2%	37,7	9,2	3,6	1,2	8,0	34,0	1,86	24,5	1,45	23	134	111	53			143	443
8	2017	5,2%	56,0	15,4	4,2	1,5	13,9	36,4	1,95	27,5	1,76	30	271	241	265	0,32	0,08	78	-124
9	2017	5,2%	55,3	17,2	4,7	1,8	15,5	37,9	2,62	31,2	1,58	46	273	226	366	0,27		52	184
10	2017	5,2%	44,6	12,5	8,0	4,5	8,0	55,8	1,47	28	1,33	65	166	101	59	0,30		112	50
11	2017	5,2%	58,5	18,2	4,8	2,1	16,2	42,8	1,94	31,1	1,44	40	262	222	141	0,14		133	291
12	2017	5,2%	51,0	14,3	4,8	1,9	12,4	39,8	1,74	28,1	0,92	33	132	99	60	0,09		107	42
13	2018	5,2%	59,7	16,0	8,4	3,6	12,4	42,9	1,22	26,9	1,3	44	209	165	95			137	192
14	2018	5,2%	40,3	12,1	4,2	2,0	10,1	46,8	1,42	30	1,16	28	140	112	48			160	56
15	2018	5,2%	40,3	13,8	4,2	2,5	11,2	60,3	1,75	34,1	1,24	44	171	126	63			144	482
16	2018	5,2%	51,9	11,2	3,2	1,3	9,9	39,8	1,74	21,5	1,49	22	166	144	104			105	0
17	2018	5,2%	50,1	11,9	4,0	1,4	10,5	33,8	2,19	23,7	1,47	30	174	145	105			105	-1
18	2018	5,2%	55,0	16,8	3,1	1,2	15,6	39,1	2,02	30,6	1,3	24	219	195	176	0,00		91	-70
19	2018	5,2%	66,4	20,1	3,5	1,5	18,6	41,5	1,48	30,2	1,07	22	215	193	188	0,22		84	249
20	2018	5,2%	44,6	11,9	2,7	0,9	10,9	34,9	1,37	26,6	1,07	13	127	114	73	0,14		108	28
21	2018	5,2%	46,1	13,6	4,8	1,6	12,1	33,2	1,92	29,6	1,24	31	169	139	77			134	406
22	2018	5,2%	46,1	16,2	4,8	2,2	14,1	45,2	2,20	35,2	1,4	48	227	179	159			91	-49
23	2018	5,2%	40,3	11,2	4,2	1,6	9,6	39,1	1,35	27,8	1,33	22	149	127	98			94	6
24	2018	5,2%	50,4	17,1	5,3	2,0	15,1	38,7	1,60	33,9	1,06	33	181	149	68			168	346
25	2018	5,2%	46,1	15,5	4,8	1,7	13,9	34,5	2,09	33,7	0,95	35	148	113	63			124	338
26	2018	5,2%	52,9	17,2	3,2	1,3	16,0	39,7	2,12	32,6	0,96	27	166	139	56	0,19		185	404
27	2019	5,2%	50,5	14,5	5,4	2,4	12,1	45,3	1,24	28,8	0,92	30	134	103	44	0,00		155	60
28	2019	5,2%	17,9	5,1	1,9	1,0	4,1	51,9	1,21	28,5	1,82	12	93	81	43	0,02		107	60
29	2019	5,2%	45,7	15,1	7,6	3,5	11,7	45,7	1,61	33,1	0,99	56	150	94	41	0,06		145	441
30	2019	5,2%	41,4	11,9	3,7	2,1	9,9	55,5	1,81	28,8	1,1	37	131	94	57	0,08		103	17
31	2019	5,2%	46,1	13,6	4,5	2,3	11,3	51,0	1,56	29,5	1,39	36	189	153	77	0,02		153	305
32	2019	5,2%	34,0	10,3	2,2	1,1	9,2	51,0	1,30	30,4	0,85	14	88	74	31	0,11		126	410
33	2019	5,2%	45,8	12,2	6,8	2,4	9,9	34,7	1,82	26,7	1,12	43	137	94	40	0,02		149	408
34	2019	5,2%	35,2	12,2	3,1	1,6	10,7	50,1	1,60	34,7	1,48	25	181	156	96			126	328
35	2019	5,2%	52,6	20,1	6,1	2,6	17,6	42,5	1,16	38,3	0,93	30	187	157	97			126	327
36	2019	5,2%	41,9	13,9	3,2	1,5	12,3	47,9	1,31	33,1	1,35	20	187	167	114			116	292
37	2019	5,2%	51,9	17,9	4,6	2,2	15,7	47,2	2,02	34,5	1,08	43	193	150	256			45	-66
38	2019	5,2%	52,2	16,8	4,6	2,1	14,8	*45,2*	*1,54*	32,2	0,86	32	145	113	97			80	325
39	2019	5,2%	71,3	26,5	4,6	2,1	24,5	*45,2*	*1,54*	37,2	0,99	32	263	231	222			88	215
40	2020	3,6%	58,1	17,3	8,7	3,4	13,9	38,9	1,52	29,8	1,38	51	239	187	172	0,00	0,06	89	-59
41	2020	4,2%	40,3	11,0	2,2	0,8	10,2	36,3	1,17	27,3	1,27	9	140	130	43	0,00	0,00	221	116
42	2020	5,4%	47,2	14,2	4,0	1,8	12,4	44,9	1,41	30,1	1,39	26	197	172	82	0,00	0,09	167	322

	jaar	Uitval op veld	versopbrengst gecorrigeerd voor uitval	droge stof-opbrengst gecorrigeerd voor uitval	plantgoed versgewicht	plantgoed droge stof	aanwas dorge stof	ds-gehalte plantgoed	N-gehalte plantgoed	ds-gehalte oogst	N-gehalte oogst	N-inhoud plantgoed	N-inhoud oogst	netto N-afvoer	N-benutting %	verzoling	Erwinia	N-behoefte	N-bodemoverschot
		%	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha	%	%	%	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	%	%	kg/ha	kg/ha
43	2020	7,7%	55,8	17,4	3,5	1,6	15,8	44,5	1,62	31,1	1,55	25	269	244	114	0,20	0,02	183	456
44	2020	3,3%	33,4	9,7	3,0	1,3	8,4	43,1	1,67	29,1	1,65	21	160	139	104	0,00	0,00	100	420
45	2020	3,4%	41,9	12,1	3,7	1,6	10,5	*43,9*	*1,5*	28,8	1,12	24	135	111	49	0,59	0,00	154	396
46	2020	5,8%	29,6	9,3	4,6	1,7	7,6	36,8	1,21	31,6	1,05	21	98	78	18	0,45	0,00	234	483
47	2020	5,1%	22,5	6,8	3,7	1,7	5,1	45,3	1,51	30,1	1,69	25	114	89	41	0,00	0,16	131	50
48	2020	3,3%	42,3	13,0	3,6	1,8	11,2	48,8	1,46	30,7	0,93	26	121	95	126	0,02	0,00	48	-8
49	2020	7,8%	40,5	12,9	6,8	3,0	10,0	*43,9*	*1,5*	31,9	1,31	44	169	125	77	0,16	0,15	117	31
50	2020	13,3%	32,7	9,4	6,2	2,3	7,0	37,8	1,97	*28,7*	1,26	46	118	72	32	0,00	0,11	116	455
51	2020	3,4%	36,8	10,4	2,7	1,1	9,3	38,9	1,52	28,2	1,09	16	113	97	31	0,00	0,00	198	428
52	2020	3,6%	49,7	12,9	8,7	3,4	9,5	38,9	1,52	26	1,43	51	185	133	102	0,02	0,02	97	3
53	2020	3,6%	53,6	14,0	8,7	3,4	10,6	38,9	1,52	26,1	1,27	51	178	126	94	0,02	0,00	97	10
54	2021	3,3%	39,0	10,6	4,4	2,2	8,4	50,5	1,43	27,3	1,35	31	144	112	51			151	71
55	2021	6,3%	34,6	12,0	5,1	1,5	10,5	30,3	1,94	34,7	1,66	30	199	169	82			164	348
56	2021	9,6%	24,6	7,3	2,4	1,0	6,3	43,8	1,33	29,8	1,37	14	101	87	26			199	465
57	2021	3,3%	40,6	11,7	2,6	0,9	10,8	35,5	1,09	28,9	1,42	10	167	157	53			229	399
58	2021	6,3%	32,6	9,2	7,5	2,9	6,3	38,4	1,30	28,1	1,38	37	127	89	47			116	66
59	2021	11,3%	26,6	7,7	2,8	1,4	6,3	52,6	0,98	29,1	1,31	14	101	87	24			222	425
60	2021	7,7%	33,5	11,3	4,8	2,2	9,1	45,5	1,74	33,7	1,57	38	177	139	54			194	398
61	2021	4,0%	27,4	8,0	3,6	1,5	6,5	40,4	1,72	29	0,99	25	79	54	7			252	525
62	2021	7,8%	22,3	6,8	3,0	1,2	5,6	39,5	1,65	30,5	1,11	19	75	56	8			261	548
63	2021	7,4%	20,4	6,4	3,5	1,0	5,4	27,8	2,01	31,2	1,48	20	94	75	17			232	607

Bijlage 2. Weersgegevens voor de praktijkpercelen

(KNMI weerstation De Kooij).

Temperatuur (°C)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
april	8,2	8,5	10,3	10,1	9,8	6,8
mei	13,6	13,7	15,3	11,1	12,4	10,5
juni	15,4	17	15,8	16,7	16,5	16,3
juli	17,4	17,8	19,6	18,1	16,5	17,7
augustus	18,1	17,5	18,4	18,6	20	17,2
september	18,4	14,6	15,4	15,5	15,7	16,7
oktober	11,1	13,9	12,9	12	11,9	12,6

Neerslag (mm)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
april	48,6	21,6	88,3	28,1	17,8	17
mei	46,2	13,6	26,6	27	20,8	95,5
juni	87,4	53,8	21,4	140,4	74,3	126
juli	35,4	59,3	16,7	62,5	78,4	37,3
augustus	58,3	83,1	77,3	55,2	157,4	77,9
september	29,6	171,6	44,8	136,9	66,9	28,7
oktober	111,3	69,7	38	145,4	172,5	136
totaal	416,8	472,7	313,1	595,5	588,1	518,4

Globale straling (J/cm2)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
april	48.129	49.766	41.550	52.020	57.907	49.593
mei	64.231	61.391	98.891	63.259	74.347	57.097
juni	57.336	61.661	59.891	64.275	62.314	63.244
juli	63.031	60.163	72.654	64.222	60.580	60.180
augustus	53.011	50.991	48.513	55.559	54.352	45.384
september	37.881	30.803	32.870	33.086	35.401	33.183
oktober	21.862	17.872	24.279	17.220	14.582	18.790
totaal	345.481	332.647	378.648	349.641	359.483	327.471

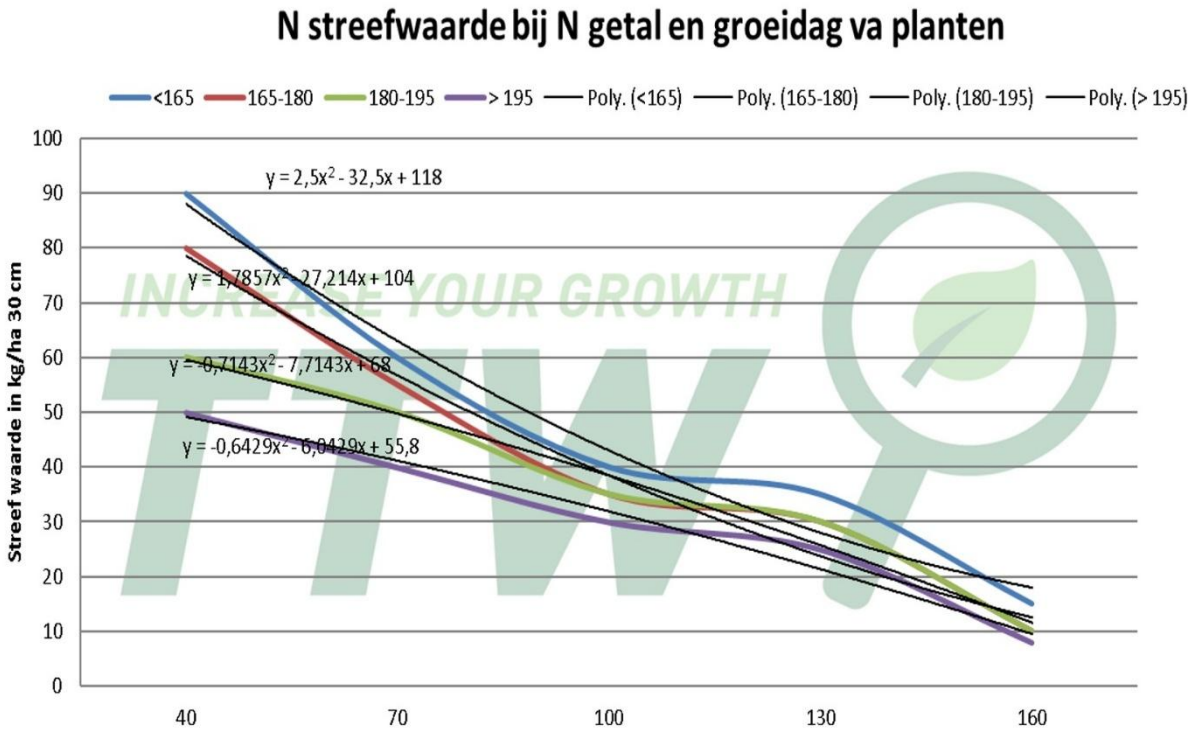
Referentie gewasverdamping (mm)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
april	66,7	69,8	62,3	76,9	84,7	66,5
mei	102,9	99,7	114,8	95,6	116	84,5
juni	95,4	106,6	101	110,7	107,4	108,1
juli	109,4	104,9	131,3	113,2	103,4	104,7
augustus	93,3	88,7	86,2	98,7	99,7	78,4
september	67	50,7	54,6	55,3	59,3	57,4
oktober	33	29,1	38,4	26,2	22,4	29,3
totaal	567,7	549,5	588,6	576,6	592,9	528,9

Bijlage 3. Stikstofbemestingsstrategie

TTW adviseert stikstof te bemesten op basis van een streefgetal voor minerale stikstof in de bouwvoor (0-30 cm -mv). In de loop van het seizoen, gemeten in dagen vanaf opkomst, neemt het streefgetal af. De streefwaarde is daarnaast afhankelijk van het N-getal, een schatting voor de stikstoflevering door het perceel, de voorvruchten en de bemesting in eerdere jaren.

De startgift was in 2016-2018 80 kg N per ha. Daarna werd op de percelen met een N-getal groter dan 195 kg N/ha een startgift van 65 kg N/ha geadviseerd. Als het N-getal lager is dan 165 kg N/ha, is de startgift 90 kg N/ha.



Figuur: de streefwaarde voor minerale N in de bouwvoor in de loop van het groeiseizoen. Op de x-as: dagen vanaf opkomst van het gewas. De verschillende lijnen geven de streefwaarde bij verschillend N-getal weer. De streefwaarde wordt berekend met een polynoom, zoals in de grafiek weergegeven.

Adviesgift = streefwaarde – gemeten voorraad in de bouwvoor (kg N/ha)

Voor het overgrote deel van de percelen is er alleen in juni en in de eerste helft van juli een advies om stikstof bij te strooien, zijn als de beschikbaarheid > 10-15 kg lager is als de streeflijn. Als het verschil kleiner is als 10-15 kg/ha is er een advies voor bladbemesting met ureum. Meestal wordt er later in het seizoen niet meer bemest.