



**Deltaplan
Agrarisch
Waterbeheer**



Gebruik Nmin-metingen voor optimalisatie N-management

Achtergronddocument

Kijk voor meer informatie op onze website:

www.agrarischwaterbeheer.nl

April 2025

Inhoudsopgave

© 2025 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Dit document is in samenwerking met Nutriënten Management Instituut NMI ontwikkeld om bodemadviseurs te ondersteunen die actief zijn binnen de Regionale Bodemteams van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer.

We bieden hen praktische en inhoudelijke handvatten die kunnen helpen bij het interpreteren en adviseren over N-mineraalmetingen. De inhoud van dit document biedt achtergrondinformatie, methodische richtlijnen en aanbevelingen waarmee bodemadviseurs hun adviezen kunnen onderbouwen en afstemmen op de praktijk van het boeren erf.MI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

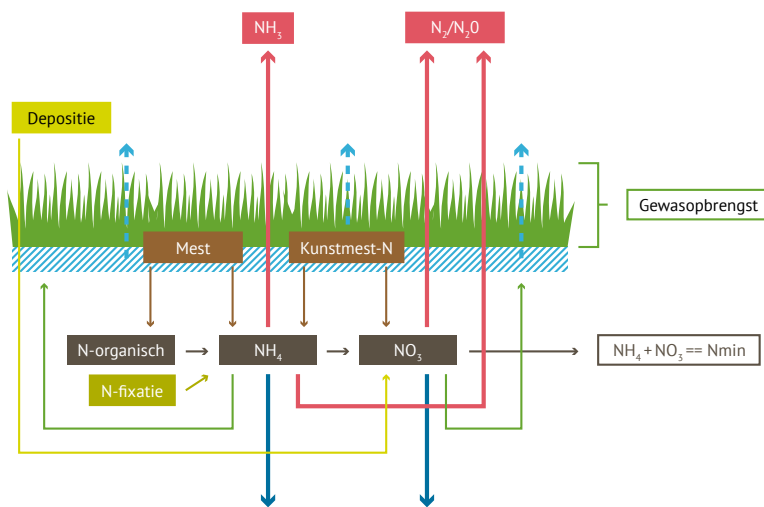
1. Inleiding	3
2. Nmin-metingen in het voorjaar	4
2.1 Nmin-metingen in het voorjaar als basis voor het N-advies	4
2.1.1 N-adviezen op basis van Nmin voorjaar afgeleid uit veldproeven	4
2.1.2 N-adviezen akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen	5
2.1.3 N-adviezen bij uiteenlopende Nmin-voorraden (basis-advies)	7
2.2 N-advies grasland niet op basis van Nmin	8
2.3 Correctie N-adviesgift voor gewasresten en groenbemesters	9
2.3.1 Correctie voor N-levering uit gewasresten	9
2.3.2 Correctie voor N-levering uit gescheurd grasland	10
2.3.3 Correctie voor groenbemesters	11
2.4 Stikstofbeschikbaarheid uit dierlijke mest	11
2.5 Voorbeeldberekeningen	12
2.6 N-bemestingsadvies versus N-gebruiksnormen	14
3. Nmin-metingen in het seizoen	15
3.1 Nmin-metingen in het seizoen als basis voor N-bijbemesting	15
3.2 Rekenregel voor adviesgift in het seizoen	15
3.3 N-bijmestadvies aardappelen	16
3.4 N-bijmestadvies vollegrondsgroenten	17
3.5 N-bijbemesting in mais en uien	18
4. Nmin-metingen najaar	19
5. Literatuur	21

1. Inleiding

Nmin-metingen en DAW

Het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) biedt kosteloos N-mineraalmonsters (Nmin) aan aan agrariërs. De metingen geven inzicht in de N-beschikbaarheid op percelen. Dat helpt agrariërs om het stikstofmanagement op hun bedrijven te optimaliseren waardoor de nitraatuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater wordt beperkt. Dit achtergronddocument is bedoeld voor adviseurs die deze informatie kunnen gebruiken in hun gesprekken met agrariërs om management met behulp van N-mineraalmetingen te verbeteren. Nmin geeft inzicht in directe N-beschikbaarheid.

Een N-mineraalmeting bestaat uit een bepaling van ammonium (NH_4) en nitraat (NO_3) dat in de bodem aanwezig is en kan worden opgenomen door gewassen. De meting is een momentopname; ammonium en nitraat zijn onderhevig aan uiteenlopende bodemprocessen (Figuur 1). De beschikbare stikstof kan daardoor in korte tijd sterk fluctueren.



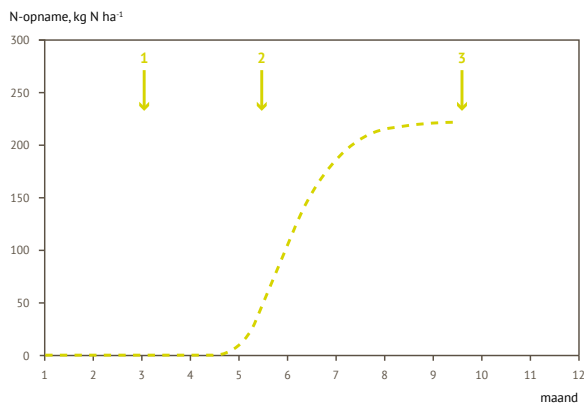
Figuur 1. Overzicht van processen van invloed op de hoeveelheid ammonium (NH_4) en nitraat (NO_3) in de bodem.

In Figuur 1 zijn de volgende aan- en afvoerprocessen weergegeven:

- 1 Bemesting: met organische mest en kunstmest wordt N aangevoerd naar de bodem. De N-vorm varieert en bestaat bij organische mest uit een combinatie van organische N en ammonium en bij kunstmest uit ammonium, nitraat en/of ureum.
- 2 Via depositie uit de lucht wordt N aangevoerd naar de bodem in de vorm van ammonium of NO_x . Voor landbouwgronden is dit een relatief kleine aanvoerpost.
- 3 N-fixatie, ofwel biologische stikstofbinding, vindt hoofdzakelijk plaats door Rhizobium-bacteriën. Deze leven langdurig samen met vlinderbloemige gewassen, zoals klaver, veldboon, lupine, luzerne et cetera.
- 4 Mineralisatie is een biologisch proces, waarbij organische N-verbindingen worden omgezet in ammonium (ammonificatie). Vervolgens wordt dit verder omgezet in nitraat (nitrificatie).
- 5 Opname van nitraat en ammonium door gewassen leidt tot een daling van Nmin in de bodem. De hoeveelheid en de dynamiek van de N-opname verschilt sterk tussen gewassen.
- 6 Uitspoeling van nitraat leidt tot een daling van de Nmin-voorraad in de wortelzone. Vooral op zandgronden leidt dit tot verhoogde nitraatgehalten in grondwater.
- 7 Denitrificatie, waarbij nitraat onder zuurstofloze omstandigheden wordt omgezet in de gassen N_2 en N_2O , treedt vooral op in de ondergrond van klei- en veengronden.
- 8 Ammoniak (NH_3)-vervluchtiging kan optreden na toediening van dierlijke mest. Tenzij het goed in de bodem wordt ingewerkt.

Nmin-metingen op verschillende tijdstippen in het jaar

Er wordt onderscheid gemaakt in metingen in het vroege voorjaar (februari-maart), halverwege het groeiseizoen (mei-juni) en na de oogst van gewassen in het najaar (hoofdzakelijk oktober-november).



Figuur 2. Schematische weergave van de tijdstippen waarop Nmin-monsters genomen kunnen worden. De curve geeft de N-opname van een aardappelgewas weer.

1. De voorjaarsmonsters vormen de basis voor N-bemestingsadviezen voor akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. De rekenregels voor de bemestingsadviezen maken gebruik van de N-mineraalmetingen, waarbij de bemonsteringsdiepte verschilt per gewas en grondsoort. Daarnaast bevatten de rekenregels ook correcties voor stikstoflevering uit gewasresten, gescheurd grasland en groenbemesters. Hierover meer in 2.1.
2. De monsters die halverwege het groeiseizoen worden genomen zijn te gebruiken voor het bepalen van de hoeveelheid N-bijbemesting. De N-bijbemestingsadviezen zijn beschikbaar voor aardappelen en veel vollegrondsgroentegewassen. De rekenregels in hoofdstuk 3 maken gebruik van N-mineraalmetingen in de 0-30 cm en/of 0-60 cm bodemlaag. De bemonsteringstijdstippen verschillen per gewas.
3. De N-mineraalmetingen (in de 0-90 cm bodemlaag) in het najaar, na de oogst, kunnen worden gebruikt voor de evaluatie van de uitgevoerde bemesting en geven een indruk van het risico van nitraatuitspoeling.

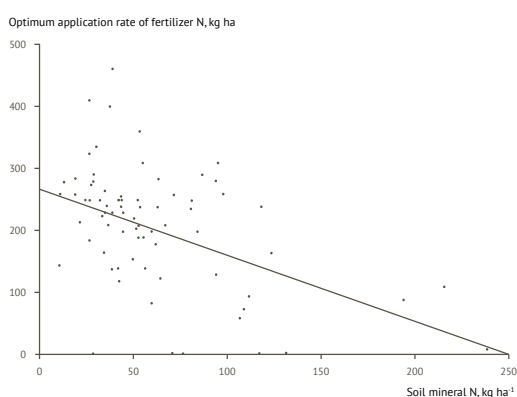
De rekenregels en achtergrondinformatie van het inzetten van Nmin-metingen op verschillende tijdstippen in het seizoen, vind je in de hoofdstukken hierna.

2. Nmin-metingen in het voorjaar

2.1 Nmin-metingen in het voorjaar als basis voor het N-advies

2.1.1 N-adviezen op basis van Nmin voorjaar afgeleid uit veldproeven

De Nmin-metingen in het voorjaar geven informatie over de beschikbare stikstof die na de winter nog in de bodem aanwezig is. Deze informatie kan gebruikt worden voor het vaststellen van de benodigde N-gift volgens het bemestingsadvies. De rekenregels voor de adviesgiften voor akkerbouwgewassen en vollegrondsgroenten zijn in veel gevallen gebaseerd op grote aantallen veldproeven die zijn uitgevoerd en waaruit bleek dat de optimale stikstofgift afhing van de Nmin-voorraad die in het voorjaar in de bodem aanwezig was. Hoe hoger de Nmin-voorraad in de bodem in het voorjaar, hoe lager de optimale N-gift. Als voorbeeld is in Figuur 2 in de inleiding de basis weergegeven voor het N-bemestingsadvies voor consumptieaardappelen op klei- en zavelgrond. De rekenregel voor het N-bemestingsadvies in hoofdstuk 3 is afgeleid uit de regressielijn die is weergegeven in Figuur 3 hieronder. Daarbij valt op dat er een flinke spreiding van de punten rond de regressielijn is. Dit laat zien dat er behalve Nmin ook andere factoren van invloed zijn op de optimale N-gift. Denk hierbij aan bodemstructuur, weersomstandigheden en het tijdstip van bemesting.



Figuur 3. Relatie tussen de Nmin-voorraad in het voorjaar in de laag 0-60 cm en de optimale N-gift in proeven met consumptieaardappelen op klei- en zavelgrond (Bron: Neeteson, 1990).

Ook bij andere grondsoorten en gewassen is de relatie tussen een hogere Nmin-voorraad en lagere optimale gift te zien. Dit verband vormt de basis voor de N-adviezen van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen (zie verder). Die adviezen worden vastgesteld en beheerd door de [Commissie Bemesting Akkerbouw en Vollegrondsgroenten \(CBAV\)](#) en zijn gepubliceerd op [handboekbodemnemesting.nl](#). Zij beoordelen regelmatig of adviezen geactualiseerd moeten worden, bijvoorbeeld door hogere opbrengsten, andere rassen of klimaatverandering.

2.1.2 N-mineraal adviezen akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen

Hiervoor is aangegeven dat rekenregels voor het N-mineraal advies op basis van een voorjaarsmeting beschikbaar zijn voor een groot aantal akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Een aantal rekenregels voor akkerbouwgewassen zijn weergegeven in de tabel hieronder.

Tabel 1. Rekenregels voor de afleiding van het N-advies voor een aantal akkerbouwgewassen op basis van de Nmin-voorraad in het vroege voorjaar (Handboek Bodem en Bemesting en Bemestingsadvies.nl)

Gewas	Grondsoort	Rekenregel voor adviesberekening	Bemonsteringsdiepte, cm
consumptieaardappelen	klei	$285 - 1,1 \cdot N_{min}$	0-60
	zand	$300 - 1,8 \cdot N_{min}$	0-30
zetmeelaardappelen		$275 - 1,8 \cdot N_{min}$	0-30
pootaardappelen		$140 - 0,6 \cdot N_{min}$	0-60
suikerbieten		$200 - 1,7 \cdot N_{min}$	0-60
chichorei		$80 - N_{min}$	0-60
zaaiuien		175 of $190 - N_{min}$ (bij hoge N_{min})	0-30
wintertarwe (voer)	klei	$140 - N_{min}$ (1e gift) + 90 (2e) + 40 (3e)	0-100
wintertarwe (bak)	klei	$140 - N_{min}$ (1e gift) + 80 (2e) + 80 (3e)	0-100
wintertarwe	zand	$140 - N_{min}$ (1e gift) + 90 (2e)	0-100
wintergerst		$120 - N_{min}$ (1e gift) + 70 (2e)	0-100
rogge		$120 - N_{min}$ (1e gift) + 50 (2e)	0-100
triticale		$140 - N_{min}$ (1e gift) + 60 (2e)	0-100
zomertarwe		$120 - N_{min}$ (1e gift) + 50 (2e)	0-60
zomergerst (brouw&voer)	klei/löss	$125 - N_{min}$	0-60
zomergerst (brouw)	zand	$130 - N_{min}$	0-60
Zomergerst (voer)	zand	$125 - N_{min}$	0-60
haver		$100 - N_{min}$ (1e gift) + 30 (2e gift)	0-60
mais (veel mest; >50 m ³ /ha)		$180 - N_{min}$	0-30
mais (weinig mest; <10 m ³ /ha)		$205 - N_{min}$	0-30
voederbieten		$215 - 1,7 \cdot N_{min}$	0-60
graszaad – typen engels raai	klei	$180 - 220 - N_{min}$	0-90
	zand	$180 - 220 - N_{min}$	0-60

Belangrijk om rekening mee te houden bij het lezen van Tabel 1:

- De bemonsteringsdiepte is afhankelijk van het gewas en de grondsoort. Wanneer het gewas door omstandigheden minder diep wortelt dan de geadviseerde bemonsteringsdiepte dient tot de werkelijke bewortelingsdiepte te worden bemonsterd.



Aardappelen

- Voor zetmeel- en consumptieaardappelen kunnen de adviezen worden gecorrigeerd op basis van de vroegheid van het ras. Daarbij krijgen late rassen lagere adviezen: er wordt een korting van 20 kg N/ha per 0,5 punt vroegrijpheidsverschil toegepast voor rassen met een vroegrijpheidscijfer lager dan 6,5 (consumptie) of 4,5 (zetmeelaardappelen).
- Aardappelhandelshuizen en/of veredelingsbedrijven hanteren vaak eigen rasspecifieke N-adviezen, zoals het geval is bij zetmeelaardappelen. Die adviesgiftten liggen tussen 140 en 210 kg N/ha en dat is lager dan de giften die Tabel 1 laat zien.

- In verband met het risico op zoutschade wordt bij aardappelen geadviseerd voor het poten niet meer dan 150-200 kg N/ha te geven. Bij een hogere adviesgift kan het resterende deel na knolzetting worden gegeven.



Suikerbieten

- In verband met zoutschade wordt bij suikerbieten geadviseerd voor zaaien niet meer dan 120 kg N/ha te geven. Bij een hogere adviesgift kan het resterende deel na opkomst (4 tot 6 blaadjes) worden gegeven.
- Bij suikerbieten op dal- en veengronden is het advies om niet meer te geven dan 150 kg N/ha, omdat er meer loofgroei is en minder biet en suikeropslag.
- Bij een Nmin-voorraad tussen 100 en 140 kg N/ha is het advies voor suikerbieten 30 kg N/ha en bij een Nmin-voorraad > 140 kg N/ha is het advies voor suikerbieten gelijk aan 0.
- Bij N-toediening als rijenbemesting ¹ ² suikerbieten worden volstaan met 85% van volveldsgift.



Zaaiuien

- Bij zaaiuien is het advies van 175 kg N/ha gebaseerd op proeven op kleigrond. De Nmin-voorraad bij zaai was laag (<25 kg N/ha in de laag 0-30 cm). Bij een hogere Nmin kan de formule $190 - N_{min}$ (0-30) worden gehanteerd. In alle gevallen wordt ter voorkoming van zoutschade geadviseerd de gift te verdelen als: 30-40 kg N/ha bij zaai en de rest in twee gelijke delen: als 2 pijpjes zichtbaar zijn en enkele weken na de 2e gift



Granen

- In geval van zeer lage Nmin-voorraden in het voorjaar kan de berekende adviesgift voor de eerste gift bij granen volgens de Nmin-formule hoger zijn dan de maximale gift van 100 kg N/ha bij wintergraan en 80 kg N/ha bij zomergraan. In dat geval blijft bij wintertarwe de tweede (maximale) gift gehandhaafd. Bij de overige granen kan het verschil bij de tweede (maximale) gift worden opgeteld.
- In geval van zeer hoge Nmin-voorraden in het voorjaar wordt voor wintertarwe, wintergerst en tritcale een minimumgift (eerste gift) van 30 kg N/ha geadviseerd (als de berekende gift volgens de Nmin-formule lager is dan 30). Voor wintertarwe op löss geldt een minimumgift van 20 kg N/ha.
- Tijdstip tweede gift bij granen: 1-2 knopen (DC 31-32) met uitzondering van wintergerst-löss 3-knopen (DC 33).
- De hoogte van de tweede N-gift bij wintertarwe geldt voor opbrengstniveaus van ≥ 11 ton/ha op klei- en lössgrond respectievelijk 9,5 ton/ha op zandgrond. Voor een lagere verwachte opbrengst dan 11 ton/ha op klei/löss dan wel 9,5 ton/ha op zand kan de tweede N-gift worden verlaagd met 20 kg N/ha per ton korrelopbrengst.
- Als de Nmin-voorraad in het voorjaar zo hoog is dat de berekende eerste gift volgens de Nmin-formule lager is dan 30 kg (wintertarwe, wintergerst en tritcale) dan wel lager is dan nul (rogge, zomertarwe en haver), dan moet de tweede gift worden berekend volgens de Nmin-formules in Tabel 2. Hierbij moet worden uitgegaan van de Nmin-voorraad die voorafgaand aan de eerste gift is vastgesteld.

Tabel 2. Rekenregels voor de tweede N-gift van granen voor situaties waarbij de eerste N-gift lager was dan 30 kg N/ha (wintertarwe, wintergerst en), ofwel lager dan 0 kg N/ha (rogge, zomertarwe en haver).

Gewas	Rekenregel voor adviesberekening	Bemonsteringsdiepte, cm
wintertarwe	$200 - N_{min}$	0-100
wintergerst	$160 - N_{min}$	0-100
rogge en tritcale	$170 - N_{min}$	0-100
zomertarwe	$170 - N_{min}$	0-60
haver	$130 - N_{min}$	0-60

- Er wordt een minimale tweede gift van 20 kg N/ha geadviseerd (als de berekende gift volgens bovenstaande Nmin-formules lager is dan 20).
- Tijdstip derde gift: in het vlagbladstadium (DC 41-45).
- Het kan wenselijk zijn om de N-gift bij granen aan te passen aan groeiomstandigheden

- Slechte bodemstructuur: eerste gift met circa 10 kg N/ha verhogen. Schraal gewas: blijft het gewas na een eerste gift (of ondanks een voldoende voorraad in het profiel) te schraal, dan een tussengift van circa 30 kg N/ha geven en de tweede gift volgens advies toedienen.
- Hoge opbrengst: als voor zomertarwe bij een goede gewasontwikkeling in het voorjaar en gunstige groeiomstandigheden een opbrengst hoger dan 9 ton/ha wordt verwacht, kan een extra bemesting van 25-30 kg N per ha zinvol zijn. Deze kan worden toegediend als derde gift.

2.1.3 N-mineraal adviezen bij uiteenlopende Nmin-voorraden (basisadvies)

De rekenregels zoals die voor de belangrijkste akkerbouwgewassen zijn weergegeven in Tabel 1, zijn voor een aantal voorbeeldscenario's met uiteenlopende Nmin-voorraden omgerekend naar N-adviezen Zie voor de

Tabel 3. Voorbeeldscenario's met uiteenlopende Nmin-voorraden.

Diepte, cm	Scenario's met uiteenlopende Nmin-voorraden, kg N/ha				
	1	2	3	4	5
0-30	20	30	40	60	80
0-60	35	50	70	90	110
0-100	50	70	80	105	125

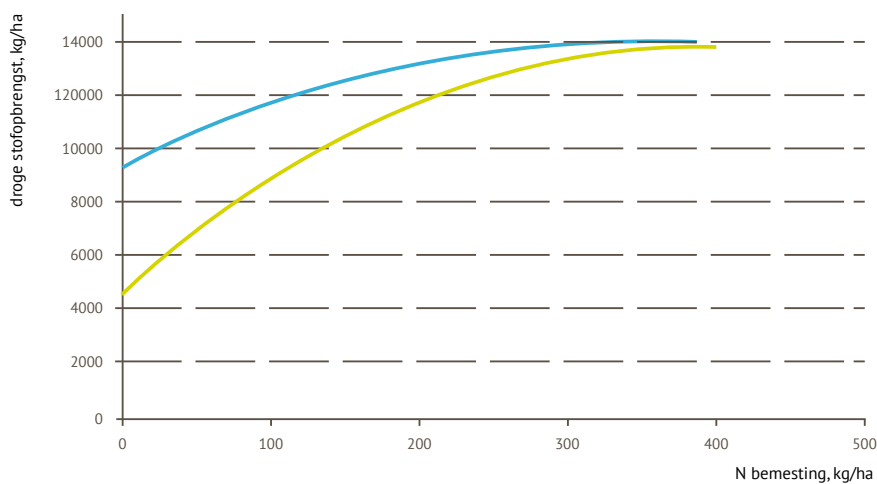
Tabel 4. Berekende N-adviezen (basisadviezen zonder correctie) voor de akkerbouwgewassen uit Tabel 1 bij de scenario's met uiteenlopende Nmin-voorraden zoals beschreven in Tabel 3.

Gewas	Grondsoort	N-advies bij scenario 1-5 (uit tabel 3)					Opmerkingen
		1	2	3	4	5	
consumptieaardappelen	klei	247	230	208	186	164	< 150-200 kg N/ha bij poten
	zand	264	246	228	192	156	< 150-200 kg N/ha bij poten
zetmeelaardappelen		239	221	203	167	131	< 150-200 kg N/ha bij poten
Pootaardappelen		119	110	98	86	74	
Suikerbieten		141	115	81	47	13	<120 kg N/ha bij zaaien
Chichorei		45	30	10	0	0	
Zaaiuien		175	175	175	175	175	
Wintertarwe (voer)	klei	220	200	190	165	145	1e gift < 100 en > 30 kg N/ha
Wintertarwe (bak)	klei	250	230	220	195	175	1e gift < 100 en > 30 kg N/ha
wintertarwe	zand	180	160	150	125	105	1e gift < 100 en > 30 kg N/ha
wintergerst		140	120	110	85	65	1e gift < 100 en > 30 kg N/ha
Rogge		120	100	90	65	45	1e gift < 100 en > 30 kg N/ha
Triticale		150	130	120	95	75	1e gift < 100 en > 30 kg N/ha
Zomertarwe		130	120	100	80	60	1e gift < 80 kg N/ha
zomergerst (brouw&voer)	klei/löss	80	75	55	35	15	1e gift < 80 kg N/ha
Zomergerst (brouw)	zand	80	80	60	40	20	1e gift < 80 kg N/ha
Zomergerst (voer)	zand	80	75	55	35	15	1e gift < 80 kg N/ha
haver		95	80	60	40	20	1e gift < 80 kg N/ha
Mais (mest >50 m3/ha)		160	150	140	120	100	
Mais (mest <10 m3/ha)		185	175	165	145	125	
voederbieten		156	130	96	62	28	
graszaad – typen engels raai		130	110	100	75	55	
	zand	145	130	110	90	70	

De bemonsteringsdiepte voor de Nmin-voorraad die wordt gebruikt voor het berekenen van het N-advies verschilt tussen gewassen en grondsoorten. Voor de berekende N-basisadviezen in Tabel 4 zijn per combinatie van gewas en grondsoort de relevante Nmin-voorraden uit Tabel 3 geselecteerd. In aanvulling daarop kunnen correcties worden aangebracht voor voorvruchten groenbemesters. Daarover is meer te lezen in hoofdstuk 2.3.

2.2 N-advies grasland niet op basis van Nmin

De adviezen voor grasland en voedergewassen worden vastgesteld door de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (CBGV) en staan op www.bemestingsadvies.nl/nl/bemestingsadvies. Het N-bemestingsadvies voor grasland is niet gebaseerd op een Nmin-meting. De Nmin-voorraad op grasland is vaak laag en een meting in het voorjaar vormt geen goede indicatie voor de N-behoefte. In plaats daarvan wordt voor grasland gebruikgemaakt van het stikstofleverend vermogen (NLV) als basis voor het N-bemestingsadvies. NLV geeft weer hoeveel N er in de loop van het seizoen door mineralisatie vrijkomt uit organische stof. Uit eerdere veldproeven blijkt dat de relatie tussen de N-gift en de droge stofopbrengst van gras afhangt van de hoogte van NLV (zie Figuur 4). Het NLV wordt voor zand-, klei- en veengrond berekend uit de totale hoeveelheid organische stikstof (Norg) die aanwezig is in de bovengrond (0 tot 20 of 0 tot 10 cm). De hoeveelheid Norg is erg hoog ten opzichte van Nmin en varieert normaal gesproken tussen 5000 en 15000 kg N/ha. In plaats van Norg wordt vaak N-totaal gemeten, waarmee zowel Norg als Nmin wordt gemeten. Deze werkwijze is meer dan 99% nauwkeurig.



Figuur 4. Relatie tussen N-bemesting en droge stofopbrengst op grasland bij een NLV van 100 en 200 kg N/ha/jaar (Bron: bemestingsadvies.nl).

Het NLV vormt dus de basis voor het N-bemestingsadvies voor grasland. Er is een relatie afgeleid tussen de hoogte van NLV en de jaargift voor N, waarbij er onderscheid is gemaakt in het graslandgebruik (weiden en/of maaien) en de droogtegevoeligheid (zie Tabel 5).

Afhankelijk van de situatie kan de N-jaargift volgens het bemestingsadvies hoger zijn dan de gebruiksnorm voor werkzame N. Vooral in NV-gebieden is dat risico aanwezig. In dat geval moet er worden gekort op het N-bemestingsadvies).

Tabel 5. Relatie tussen NLV (in kg N/ha/jaar) en de N-jaargift voor grasland (in gebruik voor weiden en maaien) bij omstandigheden die niet, matig of sterk droogtegevoelig zijn (bron: bemestingsadvies.nl).

NLV	Niet droogtegevoelig	Matig droogtegevoelig (reductie in droge stofopbrengst van 10%)	Sterk droogtegevoelig (reductie in droge stofopbrengst van 20%)
50	382	358	305
60	377	354	302
70	373	349	299
80	368	345	297
90	363	341	294
100	359	337	291
110	354	333	289
120	349	329	286
130	345	324	284
140	340	320	281
150	334	314	277
160	327	309	272
170	321	303	268
180	315	297	264
190	308	291	259
200	302	285	255
210	296	279	251
220	289	273	246
230	283	268	242
240	275	261	235
250	268	254	228
260	260	247	221
270	252	240	215
280	244	233	208
290	237	226	201
300	229	219	194

2.3 Correctie N-adviesgift voor gewasresten en groenbemesters

Zoals hiervoor is aangegeven, zijn de rekenregels voor het afleiden van N-bemestingsadviezen voor de meeste akkerbouw- en vollegroendsgroentegewassen gebaseerd op de Nmin-voorraad in het vroege voorjaar. Daarnaast speelt N-mineralisatie een grote rol voor de N-behoefte en daarover geeft een Nmin-meting onvoldoende informatie. Daarom zijn in de rekenregels voor het N-advies kortingen opgenomen voor de N-levering van de voorvrucht, zoals gescheurd grasland, bietenblad en/of vanggewassen. Dit zijn mineralisatieposten die onvoldoende tot uiting komen in een Nmin-meting. Richtlijnen voor vuistgetallen die gebruikt kunnen worden voor deze correcties zijn te vinden in het [Handboek Bodem en Bemesting](#). Deze worden in de volgende paragrafen toegelicht.

2.3.1 Correctie voor N-levering uit gewasresten

Omdat bij sommige gewassen een relatief grote hoeveelheid N in de vorm van gewasresten op het land achterblijft, kan daarvoor in het volggewas een korting op de N-gift worden aangebracht. De geadviseerde kortingen zijn weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6a. Geadviseerde korting op de N-adviesgift van het volggewas voor voorvruchten die relatief veel N achterlaten in gewasresten (bron: handboekbodembemesting).

Type oogstrest	N-korting (kg/ha) in het		
	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar
Graan- en korrelmaïsstro	0	0	0
Gewasresten van prei, knolvenkel en kroot	20	0	0
Bietenblad en gewasresten van bloemkool, broccoli, boerenkool en sluitkolen	30	0	0
Spruitkoolresten	40	0	0
Luzerne ¹	75	65	25

¹ Vastgesteld door Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen.

Tabel 6b. Geadviseerde korting op N-adviesgift van het volggewas bij gescheurd grasland met en zonder n-mineraalmeting.

Leeftijd van gescheurd grasland	N-korting (kg/ha) in het			N-korting (kg/ha) in het		
	zonder n-min monster*			met n-min monster*		
	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar
1 jaar	70	0	0	47	0	0
2 jaar	100	0	0	67		
3 en 4 jaar	120	30 (60)	30	80	20 (40)	20
5 jaar en ouder	135	30 (60)	30	90	20 (40)	20

*Bij een Nmin-monster in het voorjaar wordt een deel van de vrijkomende N wel teruggemeten in het monster. Daarom wordt de N-korting verlaagd tot 67% van getallen bovenstaande tabel.

2.3.2 Correctie voor N-levering uit gescheurd grasland

Bij het scheuren van grasland komt veel stikstof vrij, waarmee bij de bemesting van het volggewas rekening gehouden dient te worden. De geadviseerde korting hangt af van de leeftijd van het gescheurde grasland en na hoeveel jaar je een gewas gaat zaaien op het perceel (Tabel 7). Daarnaast zijn er vanuit de Meststoffenwet regels voor het scheuren van grasland waarmee rekening moet worden gehouden.

Tabel 7. Geadviseerde korting op de N-adviesgift van het volggewas bij het scheuren van grasland (Handboek Bodem en Bemesting).

Leeftijd van het gescheurde grasland ¹	N-korting (kg/ha) in het		
	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar
1 jaar	70	0	0
2 jaar	100	0	0
3 en 4 jaar	120	30 (60 ²)	30
5 jaar en ouder	135	30 (60 ²)	30

¹ Volledige productiejaren. ² Korting voor klei op veen.

Bij een Nmin-monster in het voorjaar na het scheuren van grasland (vooral bij scheuren in het najaar op klei- of veengrond), wordt een deel van de vrijkomende N teruggemeten in het monster. Daarom wordt de N-korting verlaagd tot 67% van getallen uit de tabel.

Van Dijk et al. (2021) hebben een notitie opgesteld die ingaat op de stikstofdynamiek bij vruchtwisseling van grasland en bouwland. Veldproeven met mais die werd geteeld na het scheuren van grasland in het voorjaar laten zien dat de N-korting vrij goed overeenkomt met de hoeveelheden in Tabel 7. Er is geen informatie beschikbaar over het verloop van het vrijkomen van de stikstof gedurende het voorjaar na het scheuren.

2.3.3 Correctie voor groenbemesters

Groenbemesters kunnen zorgen voor de nalevering van N door mineralisatie en daarom wordt geadviseerd de N-bemesting van het volggewas daarvoor te korten. De korting hangt af van het type groenbemester, het moment van onderwerken en of er een Nmin-meting in het voorjaar is uitgevoerd (tabel 8). Uitgangspunt hierbij is een goed ontwikkelde groenbemester met een N-opname van 80 kg N/ha.

Tabel 8. Geadviseerde korting op de N-adviesgift van het volggewas voor een groenbemester (bron: Handboek Bodem en Bemesting).

Type groenbemester	Onderwerken/afsterving in herfst		Onderwerken in het voorjaar
	zonder Nmin meting in het voorjaar	met Nmin meting in het voorjaar	
Kruisbloemigen	30	0	40
Vlinderbloemigen	60	40	60
Grasachtigen en overige	30	20	40

In de praktijk is er niet altijd sprake van een geslaagde groenbemester. Daarom is in Tabel 9 uitgewerkt wat de relatie is tussen de hoogte van geteelde groenbemesters en de N-inhoud weergegeven.

Tabel 9. N-inhoud van groenbemesters afhankelijk van de hoogte van het gewas (bron: Handboek Bodem en Bemesting).

Gewas	Hoogte (cm)											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Italiaans raaigraas	25	50	75									
Westerwolds raaigras	15	30	40	55	70							
Winterrogge	25	50	75									
Japanse haver	15	25	35	45	50	60	65	70	75	75		80
Gele mosterd	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
Bladrammenas	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150		
Wikke		30	70	105								
Witte klaver	35	70	100									
Facelia	10	20	35	45	60	70	80					

- Met de informatie uit bovenstaande tabel kan een korting op het N-advies van het volggewas worden berekend. Houdt bij de korting rekening met: type groenbemester en moment van onderwerken (najaar of voorjaar) >
 - bij niet-vlinderbloemigen is de correctie van de opname 40% in het najaar of 50% in het voorjaar.
 - Bij vlinderbloemigen is de correctie 75% van de opname
- Wel of geen Nmin-meting in voorjaar
 - Bij kruisbloemigen komt alle N in de winter vrij. Dit is terug te vinden in het Nmin-monster voorjaar.
 - Bij niet-kruisbloemigen komt eenderde in de winter vrij en tweederde in de loop van het seizoen.

2.4 Stikstofbeschikbaarheid uit dierlijke mest

De geadviseerde stikstofgiften op basis van het Nmin-monster kunnen worden toegediend met minerale meststoffen, met organische meststoffen of met een combinatie van beide. Het is de bedoeling dat een Nmin-monster wordt genomen vóór de toediening van meststoffen. Als er toch dierlijke mest is toegediend vóórdat een Nmin-monster is genomen, dient er minimaal zes weken tussen het moment van toedienen van dierlijke mest en de monsternamen voor Nmin te zitten.

Als er organische meststoffen worden gebruikt, moet rekening worden gehouden met de N-werking ervan. De N-werking hangt af van de verhouding tussen organische en minerale N in de organische meststof, de mestsoort, het tijdstip en de wijze van toediening en de opnameperiode van het gewas. Als een N_{min}-monster wordt genomen nadat dierlijke mest is toegediend, is het waarschijnlijk dat alleen de N uit de minerale fractie van de mest wordt teruggevonden in het monster en dat de N uit de organische fractie nog beschikbaar kan komen door mineralisatie.

“De N-werking hangt af van de verhouding tussen organische en minerale N in de organische meststof, de mestsoort, het tijdstip en de wijze van toediening en de opnameperiode van het gewas.”

Informatie over de N-werking van uiteenlopende organische meststoffen is te vinden in het [Handboek Bodem en Bemesting](#). Bij een gemiddelde samenstelling is bij voorjaarstoepassing in de periode tot 1 augustus sprake van de volgende werkingscoëfficiënten voor enkele veelvoorkomende meststoffen:

- Rundveedrijfmest: 50%
- Varkensdrijfmest: 75%
- Droge pluimveemest of kippenstrooiselmest: 55%.

De N-werkingscoëfficiënten die hiervoor zijn genoemd gaan over de N-werking van dierlijke mest in het jaar van toediening. Een deel van de organische N uit dierlijke mest zal echter onderdeel worden van organische stof in de bodem en pas in de volgende jaren beschikbaar komen. Dit betekent dat bij een jaarlijks gebruik van dierlijke mest, het N-mineraliserend vermogen van de bodem toeneemt. Wanneer jaarlijks dierlijke mest wordt toegepast, kan rekening worden gehouden met een 35% en 20% (absoluut) hogere werking van de Norg-fractie bij respectievelijk rundermest en varkens-/kippenmest. In het advies voor snijmais wordt onderscheid gemaakt tussen situaties met weinig (<10 m³/ha/jaar) en veel (>50 m³/ha/jaar) dierlijke mest.

2.5 Voorbeeldberekeningen

Zoals in de voorgaande hoofdstukken is beschreven, worden de N-adviezen voor akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen gebaseerd op het gewas, de grondsoort en de N_{min}-voorraad. Daarnaast kunnen correcties worden aangebracht voor de voorvrucht, gescheurd grasland, groenbemesters en soms voor het gebruik van dierlijke mest in het verleden. Daarbij maakt het voor de correcties ook nog uit of een N_{min}-monster is genomen of niet.

Door alle mogelijke benaderingen voor het advies is het afleiden van N-bemestingsadviezen in de praktijk ingewikkeld.

IRS heeft een rekentool ontwikkeld die het N-advies voor suikerbieten berekent, rekening houdend met de N_{min}-voorraad en correctiefactoren.

Ook in de N-adviezen van laboratoria, zoals Eurofins-Agro, wordt rekening gehouden met de N_{min}-voorraad in het voorjaar en de genoemde correctiefactoren.

Hieronder staan enkele voorbeelden van situaties waarin eerst het basis N-advies is berekend met gegevens uit de N_{min}-meting en de rekenregel voor het betreffende gewas uit Tabel 1. Vervolgens is het uiteindelijke advies bepaald op basis van de bijbehorende correcties

Tabel 10. Voorbeeld 1

Gevraagde input	input aangeleverd door adviseur / gebruiker	N-advies + correctie	berekend als
Gewas / ras	zetmeelaardappelen (ras Seresta; vroegrijpheid 5)	0	0
Grondsoort	Dalgrond	0	0
Nmin-voorraad (0-30)	30	221	$275 - 1,8 * N_{min} (0-30)$
Voorvrucht	Suikerbieten	-20	$2/3 * 30$ (deel van nalevering bietenblad gemeten als Nmin)
Groenbemester			
type	Japanse haver		
ontwikkeling	60 cm hoogte		
inwerktijdstip	Voorjaar	-20	$60 (N\text{-inhoud}) \times 0,5$ (korting) $\times 2/3$ (ivm deel nalevering in Nmin)
N-advies		181	

Tabel 11. Voorbeeld 2

Gevraagde input	input aangeleverd door adviseur / gebruiker	N-advies + correctie	berekend als
Gewas	consumptieaardappelen (middenvroeg; cijfer 7)	0	0
Grondsoort	zandgrond	0	0
Nmin-voorraad (0-30)	20	264	$300 - 1,8 * N_{min} (0-30)$
Voorvrucht	grasland (eenjarig)	-70	$1 * 70$ (Nmin-meting gedaan vóór scheuren grasland)
N-advies		194	

Tabel 12. Voorbeeld 3

Gevraagde input	input aangeleverd door adviseur / gebruiker	N-advies + correctie	berekend als
Gewas	snijmais		
Grondsoort	klei		
Nmin-voorraad (0-30)	50		$300 - 1,8 * N_{min} (0-30)$
Dierlijke mestgebruik	laag	155	$205 - N_{min} (0-30)$
Voorvrucht	grasland (driejarig)	-80	$2/3 * 120$ (deel nalevering grasland gemeten als Nmin)
N-advies		75	

2.6 N-bemestingsadvies versus N-gebruiksnormen

Naast de bemestingsadviezen hebben ondernemers te maken met (wettelijke) gebruiksnormen. Daar moet op bedrijfsniveau aan worden voldaan. Dit kan tot knelpunten leiden, omdat [gebruiksnormen voor werkzame stikstof](#) soms lager liggen dan de bemestingsadviezen. In NV-gebieden liggen de gebruiksnormen in 2025 bijvoorbeeld twintig procent lager in andere gebieden. In situaties waarbij de N-gebruiksnorm op bedrijfsniveau lager is dan de som van de N-adviesgiften van de afzonderlijke percelen, moet worden nagegaan op welke gewassen men de N-gift wil korten. Een adviseur kan hierin helpen, door naar het bouwplan te kijken, naar de grondsoort te kijken en oogstmoment te bepalen.

3. Nmin-metingen in het seizoen

3.1 Nmin-metingen in het seizoen als basis voor N-bijbemesting

Voor een aantal gewassen zijn adviezen beschikbaar voor N-bijbemesting in het seizoen, waarbij de N-gift wordt gedeeld en het advies voor de N-gift is gebaseerd op een N-mineraalmeting halverwege het groeiseizoen. Dit is het geval bij het stikstofbijbemestingsysteem NBS-bodem, dat beschikbaar is voor aardappelen en groentegewassen. Met een stikstofbijbemestingsysteem (NBS) kan beter worden ingespeeld op de actuele groeiomstandigheden, waaronder mineralisatie en uitspoeling. De stikstofgift wordt gedeeld, waarbij als vuistregel voor aardappelen wordt gehanteerd dat tweederde van de adviesgift wordt gegeven als basisbemesting bij poten. Op basis van de Nmin-meting halverwege het seizoen, rond de knolzetting, wordt nagegaan of en hoeveel N-gift nog nodig is. Vooral op percelen met een hoge N-levering en bij gebruik van dierlijke mest voor de basisbemesting kan dit leiden tot een verhoging van de N-benutting. Voorafgaand aan het seizoen is het nog lastig te voorspellen hoe het gewas zich zal ontwikkelen en hoeveel N er door mineralisatie beschikbaar zal komen. Dit hangt zowel voor de gewasgroei als voor het biologische mineralisatieproces namelijk voor een belangrijk deel af van de weersomstandigheden, zoals het verloop van temperatuur en neerslag in het voorjaar. Door niet alle stikstof aan de basis te geven hebben agrariërs een extra beslismoment voor de hoogte van de N-gift en vergroten zij de kans om te sturen op lage Nmin-voorraden na de oogst.

NBS-bodem maakt inzichtelijk:

- Wat het globale N-opnameverloop van een gewas gedurende de teeltperiode is,
- Wat de buffervoorraad aan minerale N in de grond is. Dit is een soort minimale hoeveelheid die nodig is en niet door het gewas kan worden opgenomen,
- Hoe de mineralisatie van de bodem in de wortelzone is.

Een belangrijke kanttekening is dat kan worden berekend, zodat de stikstof die in het seizoen wordt toegediend beschikbaar komt voor opname door plantenwortels.

Een aandachtspunt bij monsternamen in het seizoen is de ruimtelijke variatie van de Nmin-voorraad. Op het perceel kunnen verschillen groot zijn. Dat is bijvoorbeeld het geval bij aardappelen vanwege de rugopbouw, maar ook bij het toepassen van rijenbemesting. Bij de monsternamen moet daarmee rekening worden gehouden door op meerdere plekken te steken en rekening te houden met de specifieke bemestings- of teeltmethode.

3.2. Rekenregel voor adviesgift in het seizoen

Naast de gebruikelijke bepaling van de Nmin-voorraad voorafgaand aan de teelt, wordt ook tijdens de teelt nog één of meerdere keren een Nmin-bepaling uitgevoerd. De N-gift op een bepaald moment wordt dan als volgt berekend):

$$\text{N-gift-t1} = (\text{NOG-t2} - \text{NOG-t1}) - \text{Nmin-t1} + \text{BUF} - \text{MIN}$$

waarbij:

- | | |
|---|--|
| • t1 = moment van meting | • (NOG-t2 – NOG-t1) = de N-opname tussen t1 en t2 |
| • t2 = geplande moment van de volgende meting | • Nmin-t1 = hoeveelheid minerale bodem-N op tijdstip t1 |
| • N-gift-t1 = N-gift op tijdstip t1 | • BUF = buffer |
| • NOG-t1/t2 = opgenomen hoeveelheid N door het gewas op tijdstip t1 en t2 | • MIN = verwachte mineralisatie tussen tijdstip t1 en t2 |

Er is een NBS-bodem voor aardappel en een aantal groentegewassen. Alleen bij aardappel en vermeerderingsplanten van aardbeien wordt bij de berekening van de N-gift rekening gehouden met de N-mineralisatie op basis van een globale schatting. Bij de meeste groentegewassen wordt bij de berekening van de N-gift de mineralisatie niet ingerekend. Aangenomen mag worden dat in de buffer in de bodem een gemiddelde bodemmineralisatie is meegerekend.

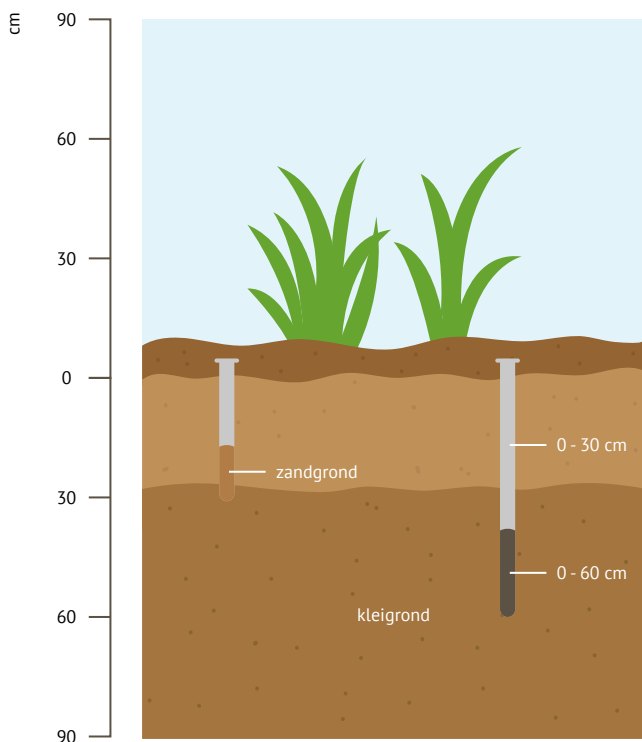
Bij extra mineralisatie uit ondergewerkte gewasresten van een eerdere teelt of van een organische-mestgift voor de teelt, kan deze in mindering worden gebracht op de gift. Ook voor een bovengemiddeld mineraliserend perceel kan de extra mineralisatie in mindering worden gebracht of kan de buffer worden verlaagd. Momenteel zijn er in de adviesbasis in het Handboek Bodem en Bemesting nog geen vuistregels opgenomen om die extra mineralisatie per periode te bepalen. Bij in het voorjaar toegediende organische mest kan de mineralisatie per maand worden geschat.

Bij het NBS-bodem kan men uitgaan van vaste meettijdstippen of van zelf gekozen tijdstippen. Dit laatste is eigenlijk alleen mogelijk als er informatie beschikbaar is over het (verwachte) N-opnamepatroon van het beschouwde gewas.

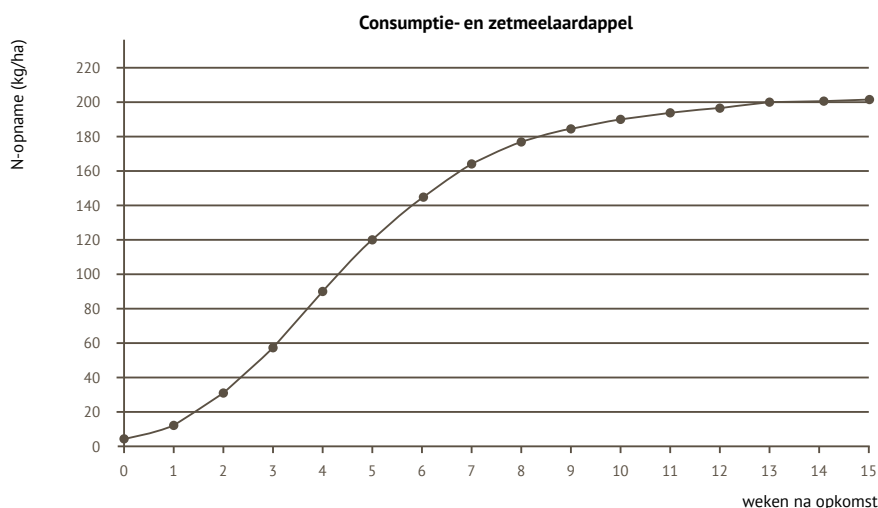
3.3 N-bijmestadvies aardappelen

Uitgangspunten NBS-bodem aardappelen:

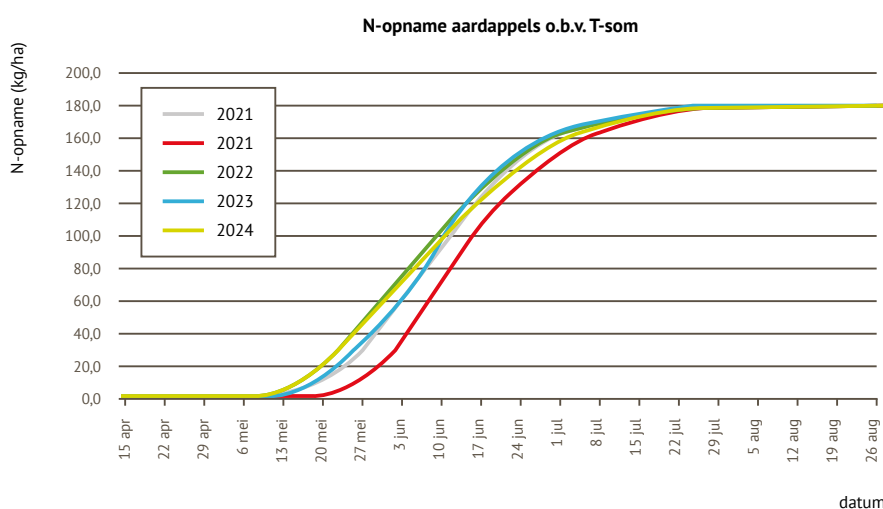
- De N-opname is gebaseerd op een knolopbrengst van 50 ton per ha voor consumptieaardappelen en 45 ton per ha voor zetmeelaardappelen. Er wordt uitgegaan van één opnamecurve voor alle rassen (zie Figuur 5 hieronder), maar aanpassingen kunnen worden gemaakt op basis van het opbrengstniveau en/of het actuele weer.
- Voor een hogere of lagere opbrengst kan de N-opname uit Figuur 3 naar rato worden aangepast. De opnamecurve is gebaseerd op een relatie met de temperatuursom (Steltenpool & Van Erp, 1995) en kan daarom worden aangepast op basis van het temperatuurverloop in het voorjaar en de verwachte opbrengst (zie Figuur 6).
- De eerste bemonstering vindt plaats 3 tot 4 weken na opkomst, waarbij de bemonsteringsdiepte op zandgrond gelijk is aan 0-30 cm en op kleigrond aan 0-60 cm.



- De buffer bedraagt 80 kg N per ha voor kleigrond en 60 kg N per ha voor zandgrond. Wanneer meerdere keren wordt bemonsterd, kan in de loop van het groeiseizoen de buffer worden verlaagd met circa 10 kg N per ha per twee weken.
- Wat betreft de bijdrage van mineralisatie kan worden gerekend met 1 ($\pm 0,2$) kg N per ha per dag tot 1 augustus voor consumptieaardappelen en tot 15 augustus voor zetmeelaardappelen. Dit is een heel globale indicatie en als meer informatie beschikbaar is over de N-levering van het betreffende perceel (b.v. op basis van het gebruik van dierlijke mest), kan dit worden aangepast.
- Op basis van vroegheid van het ras kan een correctie worden ingevoerd, namelijk een korting van 5 kg N per ha per 0,5 punt vroegheidsverschil voor rassen met een vroegrijpheidscijfer lager dan 6,5 (consumptieaardappelen) of 4,5 (zetmeelaardappelen).



Figuur 5. Verloop van de N-opname bij aardappelen, uitgaande van een opbrengst van 50 ton/ha voor consumptieaardappelen en 45 ton/ha voor zetmeelaardappelen.



Figuur 6. N-opname van aardappelen op basis van de relatie met de temperatuursom (Steltenpool & Van Erp, 1995) voor de jaren 2020-2024.

3.4 N-bijmestadvies vollegrondsgroenten

Tabel 13 hieronder geeft de benodigde N-giften voor de verschillende groentegewassen wanneer gewerkt wordt met vaste, standaard meettijdstippen. Hierin zijn reeds de buffer en mineralisatie (alleen bij vermeerderingsteelt aardbeien) verwerkt.

Het NBS-bodem kan flexibel worden toegepast door de meettijdstippen zelf te kiezen. Voorwaarde hiervoor dat de opnamecurven per gewas beschikbaar moeten zijn. Voor een aantal vollegrondsgroenten zijn die in het verleden beschreven door Gröniger & Soorsma (1991). Men kan zo op elk gewenst moment een bijmestgift berekenen en ook zelf de periode bepalen waarover wordt bijbemest. Wanneer er bijvoorbeeld is bemest voor een periode van 6 weken, maar er na 3 weken veel regen valt en er uitspoeling optreedt, kan de Nmin-voorraad eerder worden gemeten, het geplande bijmestmoment naar voren gehaald worden en een nieuw volgend moment worden gekozen.

Tabel 13. N-advies volgens NBS-bodem voor groentegewassen.

Gewas	Tijdstip	N-gift (kg/ha)
Prei		
<i>vroege herfst</i>	vlak voor planten ³	90 - Nmin (0-30)
	1,5 maand (6,5 week) na planten	165 - Nmin (0-30)
	3 maanden (13 weken) na planten ⁴	85 - Nmin (0-30)
<i>late herfst en winter</i>	vlak voor planten ³	90 - Nmin (0-30)
	1,5 maand (6,5 week) na planten	160 - Nmin (0-30)
	3 maanden (13 weken) na planten ⁴	80 - Nmin (0-30)
<i>laat winter</i>	vlak voor planten ³	70 - Nmin (0-30)
	1,5 maand (6,5 week) na planten	110 - Nmin (0-30)
	3 maanden (13 weken) na planten ⁴	150 - Nmin (0-30)
Spinazie		
<i>verse teelt midden en laat zomer en</i>	vlak voor zaaien ⁵	60 - Nmin (0-30)
<i>verse teelt vroege herfst</i>	1 week na zaaien	165 - Nmin (0-30)
<i>verse teelt late herfst</i>	vlak voor zaaien ⁵	60 - Nmin (0-30)
	1 week na zaaien	120 - Nmin (0-30)
	4 weken na zaaien	70 - Nmin (0-30)
<i>industrie herfstteelt</i>	vlak voor zaaien ⁵	70 - Nmin (0-30)
	2,5 week na zaaien	95 - Nmin (0-30)
	5 weken na zaaien	85 - Nmin (0-30)
Ijssla		
<i>zomer en herfst (zand)</i>	vlak voor planten ²	60 - Nmin (0-30)
	3,5 week na planten (begin bolvorming)	125 - Nmin (0-30)
<i>zomer en herfst (klei)</i>	vlak voor planten ²	65 - Nmin (0-30)
	3,5 week na planten (begin bolvorming)	150 - Nmin (0-30)

3.5 N-bijbemesting in mais en uien

Ook voor andere gewassen dan aardappelen en vollegrondsgroenten kan N-bijbemesting interessant zijn. Dit geldt met name voor mais en uien, waarbij N-bijbemesting vooral in situaties met een hoge N-mineralisatie tot een hogere N-benutting kan leiden. Voor deze gewassen zijn echter geen N-bijmestadviezen ontwikkeld. De Commissie Grasland- en Voedergewassen (CBGV) geeft aan dat een strategie met gedeelde N-giften bij mais niet wordt aanbevolen.



4. Nmin-metingen najaar

De hoeveelheid Nmin die na de oogst van gewassen in het najaar in de bodem achterblijft is een indicatie van de efficiëntie waarmee de beschikbare N in de bodem door het gewas is opgenomen. Door verschillen in gewaseigenschappen, zoals de beworteling en het opnameverloop van gewassen, is het bij het ene gewas gemakkelijker om een lage Nmin te realiseren dan bij het andere gewas. Verschillen in de gemiddelde N-benutting van gewassen en de hoeveelheid N in gewasresten is weergegeven in Tabel 14. Daarbij zal een hoge N-benutting in het algemeen resulteren in een lage Nmin na de oogst en omgekeerd.

Er kan onderscheid worden gemaakt tussen gewassen in de N-benutting, maar ook in de hoeveelheid in gewasresten. Zo hebben wintertarwe, rode kool en doperwt allemaal een hoge N-benutting, maar verschilt de hoeveelheid N in gewasresten enorm. Bij gewassen met een grote hoeveelheid N in gewasresten is aandacht voor het management van gewasresten van belang in verband met het beperken van N-verliezen.

Gewassen zoals sla, ui en spinazie hebben een (zeer) lage N-benutting. Bij deze gewassen is het risico van nitraatuitspoeling relatief groot.

Tabel 14. Verschil in N-benuttingsindex tussen gewassen bij bemesting volgens het N-advies (Bron: Smit, 1994).

N-benuttingsindex*	N in gewasresten, kg N/ha			
	0-50	50-100	100-150	>150
> 0,8	wintertarwe	kroot	knolvenkel	rode kool, doperwt
0,7 - 0,8	wortel, witlof, andijvie		witte kool, spitskool, suikerbiet	
0,6 - 0,7	maïs	boerenkool, chinese kool, ijsbergsla, stamslabonen		
0,5 - 0,6	aardappelen, koolrabi	knolselderij, koolraap, prei	bloemkool	broccoli
0,4 - 0,5	sla, ui, spinazie			

N-benuttingsindex: N-opname gewas / totale aanbod minerale N (Bron: Smit, 1994)

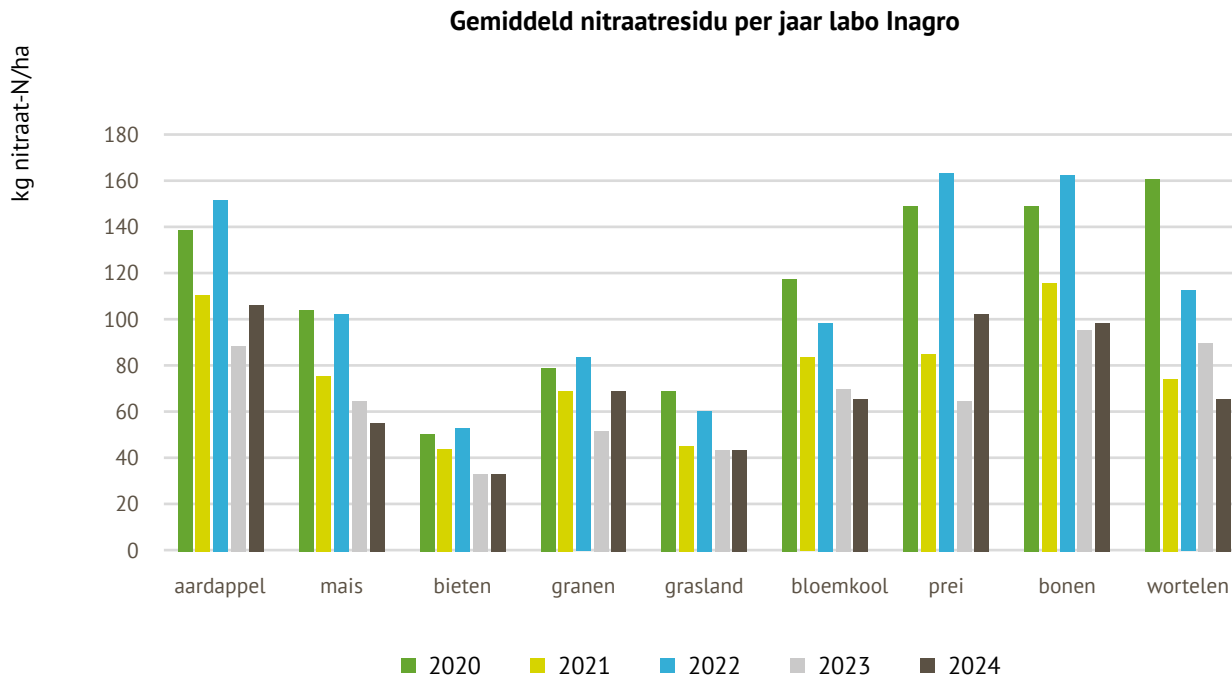
In het project ‘Sturen op nitraat’, dat van 2000-2003 in Nederland is uitgevoerd, zijn een aantal potentiële indicatoren van nitraatuitspoeling vergeleken, waaronder de nitraat-voorraad in de bovenste 90 cm van het bodemprofiel en het N-overschot op de bodembalans. Gebleken is dat nitraat in het bodemprofiel de beste indicator is voor het nitraatgehalte in grondwater (Hackten Broeke et al., 2004). Deze indicator wordt tevens gebruikt in Duitsland (o.a. Nordrhein Westfalen) en Vlaanderen, waar de metingen worden uitgevoerd op landbouwpercelen om het risico van nitraatuitspoeling in te schatten. In Vlaanderen en Baden-Württemberg is de meting van het ‘nitraatresidu’ onderdeel van het mestbeleid, waarbij via maximaal toegestane nitraatvoorraden in het najaar per gewas wordt gestuurd op de nitraatuitspoeling. In Vlaanderen worden percelen hiervoor bemonsterd in de periode van 1 oktober tot 15 november.

Uit onderzoek dat al enkele decennia geleden is uitgevoerd, is bekend dat de nitraatvoorraad in de bodem op het eind van het groeiseizoen gemiddeld niet hoger dient te zijn dan 50 kg N/ha, om te voorkomen dat de norm van 50 mg NO3/l in grondwater wordt overschreden (Daarbij ligt de streefwaarde op droogtevoelige

zandgronden op een lager niveau (ca. 40-50 kg N/ha) dan op klei- en veengronden (>70 kg N/ha).

Nitraatuitspoeling is de belangrijkste route waarlangs N vanuit landbouwgronden in het oppervlaktewater terechtkomt. Voor een verlaging van het N-gehalte in oppervlaktewater is het beperken van de nitraatvoorraad in het bodemprofiel in het najaar nodig. De nitraatvoorraad is niet één-op-één te herleiden naar het N-gehalte in oppervlaktewater, want het transport van nitraat via het grondwater naar het oppervlaktewater speelt daarbij een grote rol. Daarnaast is het voor de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit van belang om eventuele N-verliezen door uit- en afspoeling voor én in het groeiseizoen (bijvoorbeeld vlak na het uitvoeren van een bemesting) zoveel mogelijk te beperken.

In België en Duitsland worden metingen van de nitraatvoorraad in bodemprofielen (0-90 cm) jaarlijks uitgevoerd en gepubliceerd. In Figuur 7 zijn de resultaten van de metingen in Vlaanderen uit de periode 2020-2024 weergegeven. Dit is gebaseerd op honderden tot duizenden metingen per gewas per jaar.



Figuur 7. Resultaten van het gemiddelde nitraatresidue dat in de periode 2020-2024 in Vlaanderen op een groot aantal praktijkpercelen per gewas is gemeten (Bron: Inagro).

¹ vlm.be/nl/themas/Mestbank/Controle/nitraatresidu/Paginas/default.asp

² Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung, ofwel SchALVO

³ Goossensen & Meeuwisen, 1990; Corré, 1994, 1995; Hack-ten Broeke et al., 2004; Boels, 2005

5. Literatuur

Boels D (2005) Sturen op nitraat: ontwikkeling en toetsing van nitraat-indicatoren. Informatieblad 398-107. <http://edepot.wur.nl/18185>.

Bussink W, Postma R & Thijssen D (2020) Nitraatmetingen op praktijkpercelen; Wat kan de boer met nitraatmetingen voor het bedrijfsmanagement. Bodem 4, 9-11.

Corré, W.J. (1994) Bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem in het najaar als instrument voor het te voeren stikstofbeleid. AB-DLO rapport 21, AB-DLO, Haren.

Corré, W.J. (1995) Een grenswaarde voor minerale stikstof in het najaar in de bodem op landbouwgronden: is dat doelmatig en realiseerbaar? H2O 28, 20, 600-603.

Fraters D et al. (2012) De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven Herberekening van uitspoelfracties RIVM Rapport 680716006/2012.

Goossensen, F. R. en Meeuwissen, P. C. (1990). Advies MM de Commissie Stikstof. DLO, Wageningen.

Gröniger, H. & Soorsma, H. (1991) Stikstofbijmeststelsysteem (NBS) voor enige vollegrondsgroentegewassen. Informatie en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond. Lelystad.

Hack-ten Broeke MJD, Burgers SLGE, Smit A, ten Berge HFM, de Gruijter JJ, Hoving I.E., Knotters M, Radersma S en Velthof GL (2004). Ontwikkeling van een indicator om te Sturen Op Nitraat; Gegevens en regressieanalyse op basis van drie meetseizoenen (2000-2001, 2001-2002 en 2002-2003). Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1053. Sturen op Nitraat 12. 117 pp.

Noij GJ & ten Berge H (2019). Rapportage project Nitraatwijzer Fase I. (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde; No. WPR-917). Wageningen Plant Research

Smit AB (1994) Stikstofbenutting. In: Bosch (ed.) Themadag stikstofstromen in de vollegrondsgroenteteelt. Themaboekje nr. 18, PAGV, Lelystad, 111 p.

Steltenpool, J.A.N., & Van Erp, P.J. (1995). Schatting van de actuele N-opname door aardappelen. Meststoffen 1995, p. 45-50.

