



---

# Actualisatie N-bemestingsrichtlijnen groenbemesters

Auteurs | R.D. Timmer, W. van Geel & W.K. Haagsma



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---

---

# Actualisatie N-bemestingsrichtlijnen groenbemesters

R.D. Timmer, W. van Geel en W.K. Haagsma<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Wageningen University & Research

Dit onderzoek is in opdracht van de Brancheorganisatie Akkerbouw uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten.

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, juli 2021

---

Rapport WPR-897

---

Timmer, R.D., Geel, W. van, Haagsma, W.K., 2021. *Actualisatie N-bemestingsrichtlijnen groenbemesters*. Wageningen Research, Rapport WPR-897.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/554510>

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van het onderzoek dat Wageningen Plant Research heeft uitgevoerd in opdracht van de Brancheorganisatie Akkerbouw met financiële steun van de Topsector Agri & Food. Binnen de Topsector werken bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid samen aan innovaties voor veilig en gezond voedsel voor 9 miljard mensen in een veerkrachtige wereld.



Ministerie van Landbouw,  
Natuur en Voedselkwaliteit



© 2021 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 29 11 11; [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research)

KvK: 09098104 te Arnhem  
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-897

Foto omslag: W.K. Haagsma

---

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Huidige N-richtlijnen groenbemesters en gewenste actualisatie</b>	<b>9</b>
	2.1 Huidige N-richtlijnen	9
	2.2 Gewenste actualisatie	10
<b>3</b>	<b>Aanpak en uitvoering deskstudie</b>	<b>11</b>
	3.1 Aanpak	11
	3.2 Resultaten	12
	3.2.1 Beschikbare gegevens uit de literatuur	12
	3.2.2 Stikstofopname groenbemesters	12
	3.2.3 Nmin na oogst	13
	3.2.4 N-mineralisatie uit gewasresten / N-immobilisatie	13
	3.2.5 Stikstofmineralisatie uit de organische stof in de bodem en stikstofdepositie	14
	3.2.6 Berekening N-gift	15
	3.3 Discussie en aanbevelingen	21
	<b>Literatuur</b>	<b>22</b>
	<b>Bijlage 1 Mineralisatie bodemorganische stof</b>	<b>23</b>
	<b>Bijlage 2 Benuttingspercentage stikstof</b>	<b>24</b>
	<b>Bijlage 3 Voorbeeldberekening N-gift</b>	<b>25</b>

---

---

# Samenvatting

Op de website [handboekbodemenbemesting.nl](http://handboekbodemenbemesting.nl) zijn stikstofbemestingsrichtlijnen voor groenbemesters weergegeven. Per groenbemester wordt een range weergegeven voor de N-bemesting. In de praktijk is er behoefte aan een verfijning naar zaaidatum en voorvrucht. Vooral nog wordt hier in de tekst van het handboek wel globaal op ingegaan, maar voor een verdere verfijning en een gedegenere onderbouwing is nader onderzoek nodig naar de juiste N-gift.

In opdracht van BO Akkerbouw heeft WUR Open Teelten een deskstudie uitgevoerd waarbij met behulp van een modelberekening is geschat welke N-gift nodig is voor welk groenbemestergewas onder welke omstandigheden. Hierbij is rekening gehouden met:

- Het type gewas, o.a. of het wel of niet een vlinderbloemige is.
- De totale te verwachten N-opname door het gewas tot aan de winter, afhankelijk van de zaaidatum.
- De hoeveelheid minerale stikstof in de bodem die het hoofdgewas nalaat en die kan worden opgenomen door de groenbemester.
- De hoeveelheid stikstof die daar nog bijkomt door:
  - stikstofmineralisatie uit gewasresten van het hoofdgewas gedurende de groeiperiode van de groenbemester;
  - stikstofmineralisatie uit de organische stof in de bodem na de oogst van het hoofdgewas gedurende het groeiseizoen van de groenbemester;
  - stikstofdepositie uit de lucht.

Er zijn vele combinaties mogelijk van voorvruchten, verschillende oogstmomenten en verschillende zaaimomenten van groenbemesters om door te rekenen. In deze deskstudie zijn niet alle denkbare scenario's doorgerekend, maar is een selectie gemaakt.

Slechts van een beperkt aantal groenbemesters was voldoende informatie beschikbaar over de N-opname in relatie tot zaaimoment, namelijk van: gele mosterd, bladrammenas, winterrogge, Japanse haver en Italiaans raaigras. Alleen voor deze gewassen is de modelberekening uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn weergegeven in paragraaf 3.2.6.

Uit de berekeningen komt naar voren dat alleen na granen een substantiële N-gift nodig is voor de groenbemesters. Na de overige hoofdgewassen die in deze deskstudie zijn meegenomen, is veelal geen of een kleine N-gift nodig.

De kengetallen die zijn gebruikt voor de modelberekening, berusten op gemiddelden en deels op aannames. Afhankelijk van de groeiomstandigheden zal er een meer of minder grote afwijking zijn ten opzichte van de gemiddelden. De uitkomsten van de berekeningen zijn dan ook niet meer dan een indicatie. Voorstel is om in een vervolgproject de uitkomsten van de modelberekening te valideren met data van stikstofbemestingsproeven met groenbemesters van derden, zodra die beschikbaar zijn. Verder wordt aanbevolen om in bestaande proeven of praktijkpercelen met groenbemesters metingen te doen om meer kengetallen over de N-opname van groenbemesters te verzamelen om de relatie tussen zaaimoment en N-opname beter te onderbouwen en voor groenbemestersoorten waar nog geen data van zijn, deze relatie te kunnen opstellen.



---

# 1 Inleiding

In 2017-2018 hebben WUR Open Teelten en Delphy in opdracht van de BO Akkerbouw de onderbouwing en actualiteit van de N-bemestingsrichtlijnen voor de akkerbouw in het Handboek Bodem en Bemesting<sup>1</sup> beoordeeld (Van Geel & Brinks, 2018). Daarbij is aangegeven voor welke akkerbouwgewassen actualisatie van de N-bemestingsrichtlijnen gewenst is. Dit betreft de richtlijnen die niet afdoende zijn onderbouwd of die in het verleden wel goed zijn onderbouwd, maar die nu aan vernieuwing toe zijn doordat bijvoorbeeld de gewasopbrengst is toegenomen sinds de richtlijn is vastgesteld of door verandering van het rassenassortiment. De eisen die worden gesteld aan de onderbouwing zijn beschreven in Van Geel & Brinks, 2018.

Voor de N-richtlijnen die actualisatie behoeven, is een prioriteitsvolgorde aangebracht op basis van de omvang van het areaal van het gewas, en zijn aanbevelingen gedaan voor de actualisatie. BO Akkerbouw heeft vervolgens opdracht gegeven de actualisatie uit te voeren voor de N-richtlijnen van zomergerst, graszaadteelten, groenbemesters en plantuien d.m.v. een deskstudie, d.w.z. gebruikmakend van bestaande, (onderzoeks)informatie die beschikbaar is binnen WUR en Delphy of bij derden of in de (internationale) literatuur. Als blijkt dat er onvoldoende gegevens voorhanden zijn voor de onderbouwing van de nieuwe N-richtlijn, moet worden aangegeven wat voor aanvullend onderzoek er nodig is om tot een actualisatie te komen.

Dit rapport gaat in op de actualisatie van de N-richtlijnen voor groenbemesters. In hoofdstuk 2 zijn de huidige N-richtlijnen voor groenbemesters beschreven en de gewenste actualisatie. In de praktijk is er behoefte aan een verfijning van de N-richtlijnen voor groenbemesters naar zaaimoment en voorvrucht. Daartoe is een deskstudie uitgevoerd, waarbij op basis van beschikbare onderzoeksgegevens is getracht tot een verfijning te komen. De aanpak en resultaten zijn beschreven in hoofdstuk 3. Tevens is een voorstel gedaan voor aanpassing van de richtlijnen, voor zover dat mogelijk is, en een aanbeveling voor het vervolg van de actualisatie.

---

<sup>1</sup> [www.handboekbodemenbemesting.nl](http://www.handboekbodemenbemesting.nl)





## 2 Huidige N-richtlijnen groenbemesters en gewenste actualisatie

### 2.1 Huidige N-richtlijnen

In het Handboek Groenbemesters zijn richtlijnen weergegeven voor de N-bemesting van groenbemesters die zijn overgenomen uit andere publicaties. Het betreft informele richtlijnen. Dit zijn richtlijnen die met weinig onderzoek zijn onderbouwd of berusten op praktijkervaringen. In het handboek is de onderstaande tekst opgenomen:

Aan de groenbemester zelf wordt, afhankelijk van het teeltdoel, zaaitijdstip, voorvrucht en groenbemestersoort geen (in het geval van een N-vanggewas en bij de meeste vlinderbloemigen) of een beperkte hoeveelheid stikstof gegeven. N-bemestingsadviezen voor groenbemesters zijn vooralsnog niet beschikbaar; richtlijnen voor een N-gift en de N-gebruiksnormen staan in tabel 1.

**Tabel 1** Richtlijnen voor de N-gift en de N-gebruiksnorm\* per groenbemester (kg N per ha).

Groenbemester	Richtlijn	Gebruiksnorm	
	N-gift	klei/veen	zand/löss
Bladrammenas	30-50	60	50
Gele mosterd	30-50	60	50
Bladkool	50-60	60	50
Zwaardherik	50-60	60	50
Ethiopische mosterd	60	60	50
Engels raaigras	40-60	60	50
Italiaans raaigras	50-60	60	50
Westerwolds raaigras	40-60	60	50
Rietzwenkgras	50-60	60	50
Winterrogge	40-60	60	50
Japanse haver	50-60	60	50
Soedangras	30-50	60	50
Triticale	40-60	60	50
Witte klaver	0	30	25
Rode klaver	0	30	25
Alexandrijnse klaver	0	30	25
Perzische klaver	0	30	25
Voederwikke	0-25	30	25
Incarnaatklaver	0	30	25
Afrikaantje (Tagetes)	50-90	90	80
Facelia	40-60	60	50
Raketblad	40-80	60	50
Spurrie	0-30	60	50

\*Bron: RVO.nl 2019-2021. Deze gebruiksnormen zijn alleen van toepassing als wordt voldaan aan de volgende voorwaarden:

Voor groenbemesters op zand, löss en veen geldt: inzaaien voor 1 september en na 1 december ploegen. Op klei geldt: inzaaien voor 1 september en ploegen nadat de groenbemester aantoonbaar minimaal 8 weken wordt geteeld. Een uitzondering wordt gemaakt voor groene braak en als de groenbemester minimaal tien weken in het groeiseizoen op het land staat als aansluitend daarop een volggewas wordt geteeld. De normen gelden niet voor groenbemesters die aansluiten op maïs.

---

Bij zaai vóór 1 september in een N-arme uitgangssituatie geldt de bovenkant van de hierboven genoemde range en bij zaai in een N-rijke uitgangssituatie en/of late zaai de onderkant. Bij vroege zaai (vóór 1 september) kan het gewas zich forser ontwikkelen en meer stikstof opnemen dan bij late zaai. Een vóór 1 september gezaaide groenbemester die goed aanslaat, kan (ruim) 80 kg N per ha opnemen in de bovengrondse delen, terwijl een groenbemester die in de tweede helft van september wordt gezaaid meestal niet meer dan 40 à 50 kg N per ha opneemt. Bij zaai na 1 oktober is de N opname nog maar gering: veelal minder dan 20 kg N per ha in de bovengrondse delen. Bij de teelt na een hoofdgewas dat weinig stikstof nalaat in de bodem, zoals granen, is een hogere N gift nodig dan na een hoofdgewas dat een ruimere hoeveelheid stikstof nalaat, zoals poot aardappel. Klaver heeft geen N-bemesting nodig omdat het luchtstikstof bindt. Wikke bindt ook luchtstikstof maar heeft bij zaai in een graan- of graszaadstoppel een N-startgift nodig.

Veelal wordt organische mest toegediend na graan. Voor de hoeveelheid werkzame stikstof die hieruit beschikbaar is voor de groenbemester, worden de volgende werkingspercentages gehanteerd (werking van de totale N in de mest):

- varkensdrijfmest: 70% bij bouwlandinjectie en 55% bij toediening met een zodebemester
- rundveedrijfmest: 50% bij bouwlandinjectie en 35% bij toediening met een zodebemester
- vaste kippenmest: 40% (bij verstrooien en direct inwerken)
- GFT-compost: 15%

Let op: de bovengenoemde gewassen kunnen als groenbemester of als stikstofvanggewas worden geteeld. Bij teelt als vanggewas wordt het niet met stikstof bemest. Een stikstofvanggewas heeft als doel de stikstof die na de oogst van het hoofdgewas nog aanwezig is, te gebruiken. Zo kan de stikstof niet uitspoelen naar het grondwater maar wordt het benut door het vanggewas en vervolgens na de winter door de volgende teelt.

Bij de teelt als groenbemester wordt het gewas wel met stikstof bemest. De groenbemester heeft onder andere als doel de bodemstructuur te verbeteren en organische stof te leveren aan de grond.

## 2.2 Gewenste actualisatie

Per groenbemester wordt momenteel een range weergegeven voor de N-bemesting. In de praktijk is er behoefte aan een verfijning naar zaaidatum en voorvrucht. Vooralsnog wordt hier in de tekst in het 'Handboek bodem en bemesting' wel globaal op ingegaan, maar voor een verdere verfijning en een gedegenere onderbouwing is nader onderzoek nodig naar de juiste N-gift.

De N-bemesting van een groenbemester moet zijn gericht op een goede gewasontwikkeling van de groenbemester. De gewassoort is hierbij van belang (onder andere vlinderbloemige of niet-vlinderbloemige), het zaaitijdstip en de stikstof die door de voorvrucht wordt achtergelaten.

---

## 3 Aanpak en uitvoering deskstudie

### 3.1 Aanpak

In deze deskstudie is met behulp van een modelberekening geschat welke N-gift nodig is voor welk groenbemestergewas onder welke omstandigheden. De benodigde N-gift hangt af van:

- Het type gewas, o.a. of het wel of niet een vlinderbloemige is.
- De totale te verwachten N-opname door het gewas. Deze hangt onder meer af van de zaaidatum en het moment van inwerken of afsterven. Voor deze deskstudie is uitgegaan van de N-opname van in de zomer of herfst gezaaide groenbemesters die in de winter afsterven dan wel vlak vóór of na de winter worden ingewerkt.
- De hoeveelheid minerale stikstof in de bodem die het hoofdgewas nalaat en die kan worden opgenomen door de groenbemester.
- De hoeveelheid stikstof die daar nog bijkomt door:
  - stikstofmineralisatie uit gewasresten van het hoofdgewas gedurende de groeiperiode van de groenbemester
  - stikstofmineralisatie uit de organische stof in de bodem na de oogst van het hoofdgewas gedurende het groeiseizoen van de groenbemester;
  - stikstofdepositie uit de lucht.

Er zijn vele combinaties mogelijk van voorvruchten, verschillende oogstmomenten en verschillende zaaimomenten van groenbemesters om door te rekenen. De oogst van granen kent al een spreiding van zo'n twee maanden, afhankelijk van de graansoort en het jaar. De groenbemester kan kort na de graanoogst worden gezaaid, maar het kan ook enkele weken later zijn. In deze deskstudie zijn niet alle denkbare scenario's doorgerekend, maar is een selectie gemaakt van voorvruchten en oogstmomenten.

#### Literatuur

Als eerste is in de literatuur gezocht naar N-bemestingsadviezen van groenbemesters die proefondervindelijk zijn vastgesteld. Deze zouden als referentie gebruikt kunnen worden om de berekende N-adviezen te toetsen.

#### Te verwachten N-opname door het gewas

Vervolgens zijn kengetallen verzameld uit bestaande proeven over de N-opname van de verschillende groenbemesters (boven- en ondergronds). Veel van deze kengetallen zijn verzameld in een intern databestand van WUR en gepubliceerd door Selin Nóren et al. (2021).

#### N-min na hoofdgewas

Voor eerdere projecten van WUR Open Teelten zijn in het verleden gegevens verzameld over de hoeveelheid minerale stikstof die verschillende gewassen in de bodem nalaten (o.a. voor Van Enkevort et al., 2020). Deze staan in een intern databestand van WUR OT. De gegevens uit dit databestand zijn gebruikt voor deze deskstudie.

#### Stikstofmineralisatie gewasresten

Voor hoofdgewassen die veel stikstof nalaten in de gewasresten, is met behulp van het mineralisatiemodel Minip (Janssen, 1996) een schatting gemaakt van de hoeveel stikstof die hieruit kan mineraliseren gedurende de N-opnameperiode van de groenbemester. Voor de hoeveelheid stikstof in de gewasresten zijn getallen overgenomen uit interne databestanden van WUR OT.

## Stikstofmineralisatie uit de organische stof uit de bodem

Gedurende het groeiseizoen mineraliseert er stikstof vanuit de bodem en komt deze ter beschikking aan het hoofdgewas en de daarna geteelde groenbemester. Voor het groeiseizoen van de groenbemester (bijv. aug-dec) is er op basis van meerdere bronnen (gegevens van Blgg/Eurofins; Bokhorst & Van der Burgt, 2012, Rottink et al., 2007) een schatting gemaakt van de gemiddelde jaarmineralisatie op zeekelegronden en zandgronden. Voor zeekelegronden is uitgegaan van een totale jaarmineralisatie van gemiddeld 125 kg N per ha en voor zandgronden van 100 kg N per ha. De verdeling hiervan over het jaar hangt met name af van de temperatuur. Op basis van de gemiddelde Nederlandse dagtemperaturen in Nederland volgens het KNMI (gemiddelde van de periode 1999-2020 c.q. de normaalperiode) is berekend hoeveel er per decade mineraliseert. Daarvoor is een relatie gebruikt tussen temperatuur en de mineralisatiesnelheid die is beschreven in Janssen (1996). Zie verder bijlage 1. Aan de hand hiervan is berekend hoeveel stikstof er beschikbaar komt gedurende de N-opnameperiode van de groenbemester. Er is hierbij vanuit gegaan dat de N-opname rond 1 december stopt.

## 3.2 Resultaten

### 3.2.1 Beschikbare gegevens uit de literatuur

Er is gestart met een nationale en internationale literatuurstudie naar optimale N-giften voor groenbemers die proefondervindelijk zijn vastgesteld. Er werden geen direct bruikbare gegevens gevonden voor actualisatie van de N-bemestingsadviezen. Vervolgens zijn uit bovengenoemde bronnen gegevens verzameld om de optimale N-gift te berekenen.

### 3.2.2 Stikstofopname groenbemers

In een databestand van WUR Open teelten zijn gegevens vastgelegd van een aantal groenbemers uit proeven van de afgelopen decennia. De biomassa-productie en de N-gehalten (zowel ondergronds, als bovengronds en totaal) zijn hierin opgenomen. De N-opname van verschillende groenbemers is hieruit berekend. Hierbij is geen onderscheid gemaakt in grondsoort. Met de verzamelde data kon voor een beperkt aantal groenbemers een relatie worden gelegd tussen zaaimoment en totale stikstofopname (tabel 2). Voor het merendeel van de in paragraaf 2.1 vermelde groenbemers waren geen of onvoldoende data beschikbaar om zo'n relatie te kunnen afleiden.

**Tabel 2** Stikstofopname van een aantal groenbemers (bovengronds + ondergronds) afhankelijk van zaaitijdstip\*.

Groenbemester	Zaaitijdstip					
	2 <sup>e</sup> helft	1 <sup>e</sup> helft	2 <sup>e</sup> helft	1 <sup>e</sup> helft	2 <sup>e</sup> helft	1 <sup>e</sup> helft
	juli	aug	aug	sep	sep	okt
gele mosterd	133	112	86	73	61	51
bladrammenas	163	142	93	67	49	
winterrogge				82	64	48
Japanse haver		101	58	42	36	30
Italiaans raaigras	136	132	113	83	54	40

\*Bron: intern databestand WUR OT

Voor bladrammenas gezaaid in de 2<sup>e</sup> helft van juli of 1<sup>e</sup> helft van augustus kwam uit de voornoemde relatie een aanzienlijk hogere N-opname naar voren dan voor gele mosterd. Echter, op basis van veldonderzoek van Hoek et al. (2006) waarin de N-opname van beide groenbemerssoorten is vergeleken, is het verschil ten opzichte van gele mosterd gemaximeerd op 30 kg N per ha.

### 3.2.3 Nmin na oogst

Cultuurgewassen laten na de oogst in meer of mindere mate stikstof achter in de bodem. Hoeveel van de Nmin in de bodem een groenbemester kan opnemen hangt af van de bewortelingsdiepte van het gewas. Dit hangt weer af van de bewortelbare diepte van de bodem en het zaaitijdstip c.q. de mate van gewasontwikkeling. Op bijvoorbeeld een zandgrond die tot 40-50 cm -mv bewortelbaar is, zal een groenbemester niet kunnen profiteren van de stikstof in de laag 60-90 cm. Maar ook een groenbemester die laat wordt gezaaid (bijvoorbeeld na 1 oktober) zal zich niet fors meer ontwikkelen vóór de winter en mogelijk niet dieper komen met zijn wortels dan in de laag 30-60 cm. Daarentegen zal een groenbemester die half augustus wordt gezaaid op een diep bewortelbare grond zich fors kunnen ontwikkelen vóór de winter en wellicht wel de stikstof uit de diepere bodemlaag kunnen benutten.

Voor veel gewassen zijn de Nmin na oogst gegevens jarenlang verzameld in een intern WUR OT databestand. In tabel 3 zijn de gemiddelde Nmin-cijfers voor 3 bodemlagen uit dit bestand weergegeven.

**Tabel 3** Hoeveelheid minerale stikstof in de bodem na oogst diverse hoofdgewassen op verschillende grondsoorten\*.

Hoofdgewas	Grond- soort	Nmin na oogst 0-30cm	Nmin na oogst 0-60cm	Nmin na oogst 0-100cm
wintertarwe	klei	10	22	31
wintertarwe	löss	10	22	31
wintertarwe	zand	30	36	50
wintertarwe	dal	20	36	50
wintergerst	klei	20	22	31
wintergerst	löss	10	22	31
wintergerst	zand	20	36	50
wintergerst	dal	20	36	50
winterrogge, triticale	alle	20	36	50
zomergerst, haver	alle	10	17	24
zomertarwe	alle	10	22	31
koolzaad (winter- en zomer-)	alle	30	62	87
pootaardappel, cons. aardappel (vroeg)	alle	30	55	77
tulp	alle	40	60	80
zaaiui, plantui, winterui	alle	25	60	84
doperwt	alle	15	25	35
stamslaboon	alle	25	45	63
bruine boon	alle	25	45	63
veldboon, droge erwt	alle	25	54	76
spinazie	alle	65	122	171
ijssla	alle	60	102	143

\*Bron: intern bestand WUR OT.

### 3.2.4 N-mineralisatie uit gewasresten / N-immobilisatie

Voor hoofdgewassen die veel stikstof nalaten in de gewasresten, is met behulp van het mineralisatie-model Minip (Janssen, 1996) een schatting gemaakt van de hoeveel stikstof die hieruit kan mineraliseren na de oogst van het hoofdgewas gedurende de N-opnameperiode van de groenbemester (tabel 4). Er is vanuit gegaan dat de N-opname rond 1 december stopt. Voor de hoeveelheid stikstof in de gewasresten zijn getallen overgenomen uit interne databestanden van WUR OT.

**Tabel 4** *Uitgangspunten hoeveelheid stikstof in gewasresten van diverse hoofdgewassen\* en geschatte mineralisatie gedurende de groeiperiode door de groenbemester in kg N/ha.*

Hoofdgewas	Oogstdatum	N-inhoud gewasresten (kg/ha)	C/N	Mineralisatie tot 1 dec
granen, stro afgevoerd	juli-aug	30	75	-15
granen, stro blijft achter	juli-aug	**	75	**
koolzaad	eind juli	70	20	20
pootaardappel, cons. aardappel (vroeg)	rond 1 aug	95	20	35
tulpenbollen	begin juli	20	37	nihil
zaaiui	half sep	20	30	nihil
2 <sup>e</sup> jaars plantui	begin aug	20	30	nihil
doperwt	eind juli	150	15	75
stamslaboon	begin aug	70	20	25
bruine boon	half september	65	22	15
(zomer)veldboon	begin september	100	29	25
droge erwt	half aug	70	27	15
spinazie	2 <sup>e</sup> helft aug	50	13	25
ijssla	1 <sup>e</sup> helft aug	80	13	40

\*Bron: intern databestand WUR OT.

\*\*Afhankelijk van hoeveel ton stro er achterblijft; zie N-immobilisatie.

### N-immobilisatie

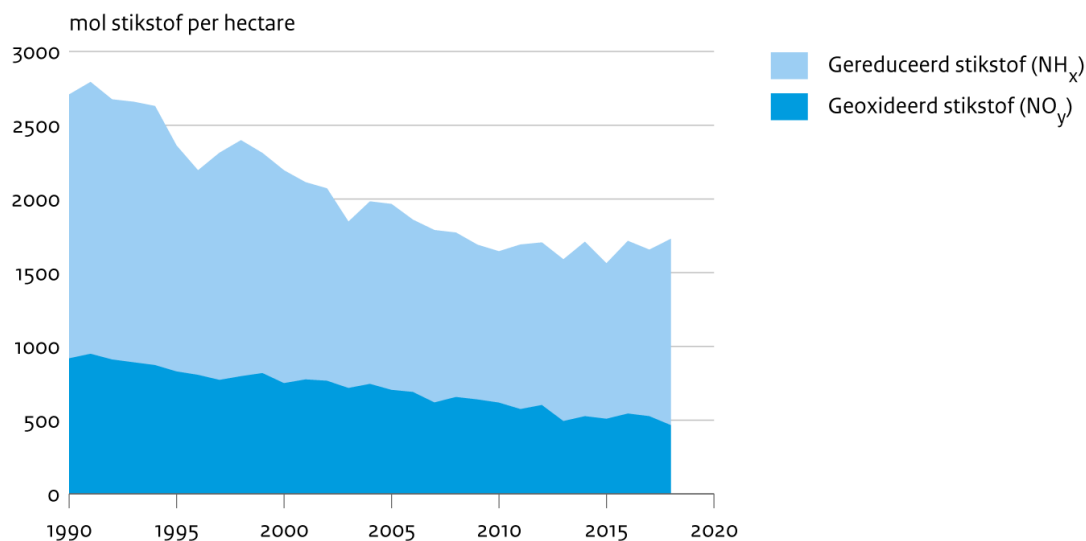
Hoewel gewasresten van granen (stoppel en stro) stikstof bevatten, zal de vertering van deze gewasresten meer stikstof vragen dan dat er vrijkomt vanwege de hoge C/N-coëfficiënt van het stro. Bij een berekening van de N-immobilisatie maakt het uit of het stro na de oogst achterblijft op het land of wordt geperst en afgevoerd. Indien het stro wordt afgevoerd wordt er vanuit gegaan dat door de achtergebleven gewasresten (stoppel- en wortelmassa, stroresten en kaf) ca. 15 kg N per ha wordt vastgelegd. Indien het stro achterblijft is de N-immobilisatie ca. 3.3 kg N per ton hoger. Dus wanneer er bij de oogst 5 ton stro per ha wordt verhaakseld, zal er  $15 + 5 \times 3.3 = 31.5$  kg N/ha worden vastgelegd.

### 3.2.5 Stikstofmineralisatie uit de organische stof in de bodem en stikstofdepositie

In tabel 5 is de berekende N-mineralisatie uit de organische stof in de bodem weergegeven volgens de uitgangspunten die zijn genoemd in paragraaf 3.1.

De stikstofdepositie is sinds 1990 met circa 36 procent afgenomen, maar vanaf 2005 is de daling gestagneerd en sinds 2010 weer licht toegenomen (figuur 1). In 2019 was de gemiddelde stikstofdepositie over Nederland circa 7 procent lager dan in 2018 (Hoogerbrugge et al., 2020). De gemiddelde depositie in Nederland over de periode 2010-2019 bedroeg zo'n 1660 mol N per ha, wat overeenkomt met 23 kg N per ha. Voor de modelberekening (tabel 5) is aangenomen dat deze depositie evenredig over het jaar is verdeeld (bijna 2 kg N per ha per maand).

## Stikstofdepositie



Bron: RIVM 2019

RIVM/nov19  
www.clo.nl/nlo18918

**Figuur 1** Ontwikkeling van de stikstofdepositie gemiddeld over Nederland.  
(Bron: Compendium voor de Leefomgeving)

**Tabel 5** Berekende gemiddelde stikstofmineralisatie uit de bodem en stikstofdepositie uit de lucht in kg N/ha.

Oogst voorvrucht	Periode	Mineralisatie		Depositie
		klei	zand	
begin juli	5 juli tot 1 dec	66	53	9
1e helft juli	8 juli tot 1 dec	65	52	9
half juli	15 juli tot 1 dec	60	48	9
2e helft juli	23 juli tot 1 dec	56	45	8
eind juli	26 juli tot 1 dec	54	43	8
1 augustus	1 aug tot 1 dec	50	40	8
begin augustus	5 aug tot 1 dec	47	38	7
1e helft augustus	8 aug tot 1 dec	46	37	7
half augustus	15 aug tot 1 dec	41	33	7
2e helft augustus	23 aug tot 1 dec	37	29	6
begin september	5 sep tot 1 dec	29	24	5
half september	15 sep tot 1 dec	25	20	5

### 3.2.6 Berekening N-gift

Op basis van de N-opname van groenbemesters in de verschillende zaaiperioden (tabel 2), de aanwezige N-min na diverse hoofdgewassen (tabel 3), de mineralisatie uit gewasresten (tabel 4) en de mineralisatie uit de bodem en de N-depositie (tabel 5) is de benodigde N-gift berekend. Hierbij is o.a. rekening gehouden met zaaitijdstip, bewortelingsdiepte en -intensiteit van de groenbemester, grondsoort en doorwortelbaarheid van de grondsoort. Op basis hiervan is per bodemlaag een benuttingspercentage van de aanwezige Nmin ingeschat (zie bijlage 2). Stikstofmineralisatie en -depositie en de N-gift zijn toegekend aan de laag 0-30 cm.



Als oogstmoment van de granen is uitgegaan van:

- wintergerst: half juli op klei en 1<sup>e</sup> helft juli op zand;
- wintertarwe: 1<sup>e</sup> helft augustus op klei en 1 augustus op zand;
- winterrogge: 2<sup>e</sup> helft juli op zand en klei;
- triticale: 1 augustus op klei en eind juli op zand;
- zomergerst: begin augustus op klei en 1 aug op zand;
- zomertarwe: half augustus op klei en 1<sup>e</sup> helft augustus op zand;
- haver: 2<sup>e</sup> helft augustus op klei en half augustus op zand;

Als oogstmoment van de overige hoofdgewassen is uitgegaan van het moment dat in tabel 4 is genoemd, voor zowel zand als klei.

In de onderstaande tabellen 6 t/m 10 zijn de berekende, (op 5 kg) afgeronde N-giften weergegeven voor de meest gezaaide groenbemesters, te weten: gele mosterd, bladrammenas, winterrogge, Japanse haver en Italiaans raaigras. Alleen wanneer een positieve N-gift werd berekend is deze in de tabellen vermeld; wanneer een hoofdgewas niet in de tabel is genoemd, maar wel in de voetnoot, betekent het dat de groenbemester na dit hoofdgewas geen stikstofgift nodig heeft.

Wanneer een berekende N-gift lager was dan 15 kg N/ha is de adviesgift op 0 kg N/ha gesteld; een berekende N-gift van 15-17 kg is naar boven afgerond (20 kg N/ha). N-giften kleiner dan 20 kg N/ha zijn praktisch namelijk niet of nauwelijks uitvoerbaar.

In bijlage 3 is een voorbeeld van de berekening weergegeven voor bladrammenas.

Hoewel er alleen data beschikbaar zijn van Italiaans raaigras, is de verwachting dat de N-behoefte van Engels- en Westerwolds raaigras vergelijkbaar zal zijn.

Ook enkele vlinderbloemigen worden als groenbemester gezaaid. De vlinderbloemigen voorzien echter in hun eigen N-behoefte en tezamen met eventueel achterblijvende of beschikbaar komende stikstof van het hoofdgewas hebben de vlinderbloemigen voldoende stikstof tot hun beschikking. Alleen wanneer (winter)erwt(en) of (winter)wikke worden gezaaid na granen is een beperkte N-gift van max. 25 kg N/ha nodig.

## Gele mosterd

**Tabel 6a** Berekende N-gift voor gele mosterd op kleigrond.

Gele mosterd na:	15juli- 1aug	1- 15aug	15aug-1sept	1-15sept	15sept- 1okt	1-15okt
wintertarwe, stro afgevoerd		55	30	25	25	20
wintertarwe, stro achtergelaten*		75	45	45	40	30
wintergerst, stro afgevoerd	65	40	0	0	0	0
wintergerst, stro achtergelaten*	80	60	30	30	25	20
winterrogge, stro afgevoerd	70	45	20	20	20	0
winterrogge, stro achtergelaten*	85	60	35	35	30	20
triticale, stro afgevoerd		50	25	20	20	0
triticale, stro achtergelaten*		70	40	40	35	25
zomertarwe, stro afgevoerd			40	40	35	25
zomertarwe, stro achtergelaten*			50	50	45	35
zomergerst, stro afgevoerd		60	35	30	30	20
zomergerst, stro achtergelaten*		70	45	40	40	30
haver, stro afgevoerd			45	45	40	30
haver, stro achtergelaten*			55	55	45	40

\*Uitgaande van 5 t/ha stro voor wintergranen en 3 t/ha voor zomergranen.

N-gift nul na: koolzaad, pootaardappelen, vroege consumptieaardappel, tulpenbollen, plantuien, zaaiuien, doperwt, stamslaboon, bruine boon, veldboon, droge erwt, spinazie, ijssla.

**Tabel 6b** Berekende N-gift voor gele mosterd op zandgrond.

Gele mosterd na:	15juli-1 aug	1-15 aug	15 aug-1sept	1-15sept	15 sept- 1okt	1-15 okt
wintertarwe, stro afgevoerd		55	25	25	25	0
wintertarwe, stro achtergelaten*		65	40	40	35	25
wintergerst, stro afgevoerd	65	40	0	0	0	0
wintergerst, stro achtergelaten*	75	55	25	25	25	0
winterrogge, stro afgevoerd	70	50	20	20	0	0
winterrogge, stro achtergelaten*	85	60	35	35	30	20
triticale, stro afgevoerd		50	25	25	20	0
triticale, stro achtergelaten*		65	35	35	30	25
zomertarwe, stro afgevoerd			45	45	40	30
zomertarwe, stro achtergelaten*			55	55	50	40
zomergerst, stro afgevoerd		70	45	40	35	25
zomergerst, stro achtergelaten*		80	55	50	45	35
haver, stro afgevoerd			50	50	45	35
haver, stro achtergelaten*			60	60	50	45
tulpenbollen	25	0	0	0	0	0
zaaiuien					20	0

\*Uitgaande van 4 t/ha voor wintergranen en 3 t/ha voor zomergranen.

N-gift nul na: koolzaad, pootaardappelen, vroege consumptieaardappel, plantuien, doperwt, stamslaboon, bruine boon, veldboon, droge erwt, Spinazie, ijssla.

## Bladrammenas

**Tabel 7a** Berekende N-gift voor bladrammenas op kleigrond

Bladrammenas na:	15juli-1 aug	1-15 aug	15 aug-1sept	1-15sept	15 sept- 1okt	1-15 okt
wintertarwe, stro afgevoerd		90	35	20	0	0
wintertarwe, stro achtergelaten*		105	55	35	25	0
wintergerst, stro afgevoerd	100	75	20	0	0	0
wintergerst, stro achtergelaten*	115	90	35	20	0	0
winterrogge, stro afgevoerd	105	80	25	0	0	0
winterrogge, stro achtergelaten*	120	95	40	25	0	0
triticale, stro afgevoerd		85	30	20	0	0
triticale, stro achtergelaten*		100	50	30	20	0
zomertarwe, stro afgevoerd			50	30	20	0
zomertarwe, stro achtergelaten*			60	40	30	0
zomergerst, stro afgevoerd		95	40	25	0	0
zomergerst, stro achtergelaten*		105	50	35	20	0
haver, stro afgevoerd			50	35	25	0
haver, stro achtergelaten*			60	45	30	0
koolzaad	30	0	0	0	0	0
tulpenbollen	35	0	0	0	0	0
2 <sup>e</sup> jaars plantuien		35	0	0	0	0
stamslaboon		25	0	0	0	0

\*Uitgaande van 5 t/ha stro voor wintergranen en 3 t/ha voor zomergranen.

N-gift nul na: pootaardappelen, vroege consumptieaardappel, zaaiuien, doperwt, bruine boon, veldboon, droge erwt, spinazie, ijssla.

**Tabel 7b** Berekende N-gift voor bladrammenas op zandgrond.

Bladrammenas na:	15juli-1 aug	1-15 aug	15 aug-1sept	1-15sept	15 sept-1okt	1-15 okt
wintertarwe, stro afgevoerd		85	35	20	0	0
wintertarwe, stro achtergelaten*		100	45	30	20	0
wintergerst, stro afgevoerd	100	75	20	0	0	0
wintergerst, stro achtergelaten*	110	90	35	20	0	0
winterrogge, stro afgevoerd	105	80	30	0	0	0
winterrogge, stro achtergelaten*	120	95	40	25	0	0
triticale, stro afgevoerd		85	30	20	0	0
triticale, stro achtergelaten*		100	45	30	20	0
zomertarwe, stro afgevoerd			55	40	25	0
zomertarwe, stro achtergelaten*			65	50	30	0
zomergerst, stro afgevoerd		105	50	35	20	0
zomergerst, stro achtergelaten*		115	60	45	30	0
haver, stro afgevoerd			60	45	25	0
haver, stro achtergelaten*			70	55	35	0
koolzaad	45	25	0	0	0	0
pootaardappelen/vroege consumptie		25	0	0	0	0
tulpenbollen	55	35	0	0	0	0
2 <sup>e</sup> jaars plantuien		50	0	0	0	0
doperwt	30	0	0	0	0	0
stamslaboon		40	0	0	0	0

\* Uitgaande van 4 t/ha stro voor wintergranen en 3 t/ha voor zomergranen.

N-gift nul na: pootaardappelen, vroege consumptieaardappel, bruine boon, veldboon, droge erwt, spinazie, ijssla.

## Winterrogge

**Tabel 8a** Berekende N-gift voor winterrogge op kleigrond.

Winterrogge na:	15juli-1 aug	1-15 aug	15 aug-1sept	1-15sept	15 sept-1okt	1-15 okt
zaaiuien					25	0

N-gift nul na: koolzaad, pootaardappelen, vroege consumptieaardappel, tulpenbollen, plantuien, doperwt, stamslaboon, bruine boon, veldboon, droge erwt, spinazie, ijssla.

Na granen worden vrijwel geen granen als groenbemester gezaaid (uitgezonderd Japanse haver).

**Tabel 8b** Berekende N-gift voor winterrogge op zandgrond.

Winterrogge na:	15juli-1 aug	1-15 aug	15 aug-1sept	1-15sept	15 sept-1okt	1-15 okt
Bruine boon					20	0

N-gift nul na: koolzaad, pootaardappelen, vroege consumptieaardappel, tulpenbollen, plantuien, zaaiuien, doperwt, stamslaboon, veldboon, droge erwt, spinazie, ijssla.

Na granen worden vrijwel geen granen als groenbemester gezaaid (uitgezonderd Japanse haver).

## Japanse Haver

**Tabel 9a** Berekende N-gift voor Japanse Haver op kleigrond.

Japanse haver na:	15juli-1 aug	1-15 aug	15 aug-1sept	1-15sept	15 sept- 1okt	1-15 okt
wintertarwe, stro afgevoerd		50	0	0	0	0
wintertarwe, stro achtergelaten*		65	20	0	0	0
wintergerst, stro afgevoerd	**	35	0	0	0	0
wintergerst, stro achtergelaten*	**	50	0	0	0	0
winterrogge, stro afgevoerd	**	40	0	0	0	0
winterrogge, stro achtergelaten*	**	55	0	0	0	0
triticale, stro afgevoerd		45	0	0	0	0
triticale, stro achtergelaten*		60	0	0	0	0
zomertarwe, stro afgevoerd			0	0	0	0
zomertarwe, stro achtergelaten*			25	0	0	0
zomergerst, stro afgevoerd		55	0	0	0	0
zomergerst, stro achtergelaten*		65	20	0	0	0
haver, stro afgevoerd			20	0	0	0
haver, stro achtergelaten*			30	20	20	0

\* Uitgaande van 5 t/ha stro voor wintergranen en 3 t/ha voor zomergranen.

\*\* Geen N-opname cijfers van Japanse haver beschikbaar voor deze periode.

N-gift nul na: koolzaad, pootaardappelen, vroege consumptieaardappel, tulpenbollen, plantuien, zaaiuien, doperwt, stamslaboon, bruine boon, veldboon, droge erwt, spinazie, ijssla. Na granen worden vrijwel nooit granen als groenbemester gezaaid met uitzondering van Japanse haver ivm niet-waardplantstatus voor het wortellesie-aaltje.

**Tabel 9b** Berekende N-gift voor Japanse Haver op zandgrond.

Japanse haver na:	15juli-1 aug	1-15 aug	15 aug-1sept	1-15sept	15 sept- 1okt	1-15 okt
wintertarwe, stro afgevoerd		45	0	0	0	0
wintertarwe, stro achtergelaten*		60	0	0	0	0
wintergerst, stro afgevoerd	**	35	0	0	0	0
wintergerst, stro achtergelaten*	**	45	0	0	0	0
winterrogge, stro afgevoerd	**	40	0	0	0	0
winterrogge, stro achtergelaten*	**	55	0	0	0	0
triticale, stro afgevoerd		45	0	0	0	0
triticale, stro achtergelaten*		55	0	0	0	0
zomertarwe, stro afgevoerd			20	0	0	0
zomertarwe, stro achtergelaten*			30	20	20	0
zomergerst, stro afgevoerd		60	0	0	0	0
zomergerst, stro achtergelaten*		70	25	0	0	0
haver, stro afgevoerd			25	0	0	0
haver, stro achtergelaten*			35	20	20	0

\* Uitgaande van 4 t/ha stro voor wintergranen en 3 t/ha voor zomergranen.

\*\* Geen N-opname cijfers van Japanse haver beschikbaar voor deze periode.

N-gift nul na: koolzaad, pootaardappelen, vroege consumptieaardappel, tulpenbollen, plantuien, zaaiuien, doperwt, stamslaboon, bruine boon, veldboon, droge erwt, spinazie, ijssla. Na granen worden vrijwel nooit granen als groenbemester gezaaid met uitzondering van Japanse haver ivm niet-waardplantstatus voor het wortellesie-aaltje.

## Italiaans raaigras

Hoewel er alleen data beschikbaar zijn van Italiaans raaigras is de verwachting dat de N-behoefte van Engels- en Westerwolds raaigras vergelijkbaar zal zijn.

**Tabel 10a** Berekende N-gift voor Italiaans raaigras op kleigrond\*\*.

Italiaans raaigras na:	15juli-1 aug	1-15 aug	15 aug-1sept	1-15sept	15 sept- 1okt	1-15 okt
wintertarwe, stro afgevoerd		85	65	45	20	0
wintertarwe, stro achtergelaten*		100	80	60	35	20
wintergerst, stro afgevoerd	75	70	50	30	0	0
wintergerst, stro achtergelaten*	90	85	65	45	20	0
winterrogge, stro afgevoerd	80	75	55	35	0	0
winterrogge, stro achtergelaten*	95	90	70	50	25	0
triticale, stro afgevoerd		80	60	40	0	0
triticale, stro achtergelaten*		95	75	55	30	0
zomertarwe, stro afgevoerd			75	55	25	0
zomertarwe, stro achtergelaten*			85	65	35	20
zomergerst, stro afgevoerd		90	70	50	20	0
zomergerst, stro achtergelaten*		100	80	60	30	0
haver, stro afgevoerd			80	60	30	0
haver, stro achtergelaten*			90	70	40	25
tulpenbollen	20	0	0	0	0	0
plantuinen		40	20	0	0	0
stamslaboon		25	0	0	0	0

\*Uitgaande van 5 t/ha voor wintergranen en 3 t/ha voor zomergranen.

\*\*Bij onderzaai van Italiaans raaigras kan het oogstmoment van de dekvruucht als zaaidatum worden aangehouden.

N-gift nul na: Koolzaad, pootaardappelen, vroege consumptieaardappel, zaaiuien, doperwt, bruine boon, veldboon, droge erwt, spinazie, ijssla.

**Tabel 10b** Berekende N-gift voor Italiaans raaigras op zandgrond\*\*.

Italiaans raaigras na:	15juli-1 aug	1-15 aug	15 aug-1sept	1-15sept	15 sept- 1okt	1-15 okt
wintertarwe, stro afgevoerd		80	60	40	0	0
wintertarwe, stro achtergelaten*		95	75	50	25	0
wintergerst, stro afgevoerd	70	70	45	25	0	0
wintergerst, stro achtergelaten*	85	80	60	40	0	0
winterrogge, stro afgevoerd	80	75	55	35	0	0
winterrogge, stro achtergelaten*	95	90	70	45	20	0
triticale, stro afgevoerd		80	55	35	0	0
triticale, stro achtergelaten*		90	70	50	25	0
zomertarwe, stro afgevoerd			80	60	30	0
zomertarwe, stro achtergelaten*			90	70	40	25
zomergerst, stro afgevoerd		95	75	55	25	0
zomergerst, stro achtergelaten*		105	85	65	35	20
haver, stro afgevoerd			85	65	35	20
haver, stro achtergelaten*			95	70	45	30
koolzaad	25	20	0	0	0	0
pootaardappelen/vroege consumptie		20	0	0	0	0
tulpenbollen	35	30	0	0	0	0
2 <sup>e</sup> jaars plantuinen		50	30	0	0	0
stamslaboon		35	0	0	0	0

\*Uitgaande van 4 t/ha voor wintergranen en 3 t/ha voor zomergranen.

\*\*Bij onderzaai van Italiaans raaigras kan het oogstmoment van de dekvruucht als zaaidatum worden aangehouden.

N-gift nul na: Koolzaad, pootaardappelen, vroege consumptieaardappel, zaaiuien, doperwt, bruine boon, veldboon, droge erwt, spinazie, ijssla.

---

### 3.3 Discussie en aanbevelingen

Van nog niet alle groenbemestersoorten kunnen de N-richtlijnen worden verfijnd, omdat hiervoor geen of onvoldoende data voorhanden zijn. In de database van WUR OT zijn maar van een beperkt aantal groenbemesters data beschikbaar over de N-opname in relatie tot het zaaimoment. Bovendien is het aantal data over de N-opname dat wel beschikbaar is, ook beperkt en was de relatie tussen zaaimoment en N-opname niet sterk. De kengetallen over de N-opname moeten dan ook met nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

Waar mogelijk zal de database van WUR OT de komende jaren worden aangevuld met data van lopende dan wel nieuwe proeven. Daarmee kan de relatie tussen zaaimoment en N-opname naar verwachting beter worden onderbouwd en komen er waarschijnlijk ook data beschikbaar van nog niet opgenomen groenbemestersoorten. Voorstel is om na uitbreiding van de database, de relaties tussen zaaimoment en N-opname te actualiseren en de N-richtlijnen voor groenbemesters opnieuw middels een modelberekening vast te stellen.

De kengetallen waarmee in dit rapport is gerekend, berusten op gemiddelden en deels op aannames. Afhankelijk van de groeiomstandigheden zal er een meer of minder grote afwijking zijn ten opzichte van de gemiddelden. De uitkomsten van de berekeningen zijn dan ook niet meer dan een indicatie.

Bij de Universiteit Wageningen heeft A. Elhakeem (2021) een promotieonderzoek afgerond naar groenbemesters. Daarbij zijn ook stikstofbestedingsproeven uitgevoerd. Met de data van deze proeven kunnen de uitkomsten van de deskstudie waarschijnlijk worden gevalideerd en zo nodig bijgesteld. Echter, er is een embargo op de data. Voorstel is om de validatie uit te voeren in een vervolproject, als de data worden vrijgegeven.

Uit de modelberekeningen komt naar voren dat alleen na granen een substantiële N-gift nodig is voor de groenbemesters. Na de overige hoofdgewassen die in deze deskstudie zijn meegenomen, is veelal geen of een kleine N-gift nodig.

De uitvoering van N-bemestingsproeven met groenbemesters om de N-behoefte vast te stellen is zeer omvangrijk onderzoek maar kan gericht worden op granen als voorvrucht. Dan zouden er met de diverse, niet-vlinderbloemige groenbemestersoorten N-trappenproeven moeten worden aangelegd bij verschillende zaaimomenten, een aantal graansoorten en op zand en klei. Vooralsnog wordt aanbevolen om in bestaande of nieuwe proeven of praktijkpercelen met groenbemesters met additionele onderzoekfinanciering metingen te doen om kengetallen over de N-opname te verzamelen waarmee de database kan worden uitgebreid.

---

# Literatuur

- Bokhorst, J. & G.J. van der Burgt (2012). Organische stofbeheer en stikstofleverend vermogen van de grond in de Nederlandse akkerbouw. Louis Bolk Instituut, 22 p.
- Elhakeem, A. (2021). On productivity, resource capture, and yield stability of cover crop species mixtures. PhD thesis, Wageningen University.
- Haagsma, W.K., J. Hoek & L.P.G. Molendijk (2019). Handboek Groenbemesters. Wageningen University & Research. <https://www.handboekgroenbemesters.nl/>
- Hoek, J., R.D. Timmer & G.W. Korthals (2006). Actualisatie kengetallen groenbemesters. Productiegegevens (o.a. droge stof productie en stikstofopname) van bladrammenas, gele mosterd, Italiaans raaigras, rogge en voederwikke in 2005 en gemiddeld over 2004 en 2005. PPO-AGV, Lelystad, PPO nr. 32520106.
- Hoogerbrugge, R., G.P. Geilenkirchen, H.A. den Hollander, W. Schuch, E. van der Swaluw, W.J. de Vries, R.J. Wichink Kruit (2020). Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland. Rapportage 2020, RIVM-rapport 2020-0091
- Janssen, B.H. (1996). Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. *Plant and Soil* 181, p. 39-45.
- Rottink, A., A. Termorshuizen, A. Reijneveld, P. van Vliet, I. Ketelaar en M. Hermans (2007). De bodem doorgrond. BLGG Oosterbeek. ISBN 978-90-812265-1-6. 96 p.
- Selin Noren, I., van Geel, W., de Haan, J. (2021). Cover crop reference values: effective organic matter and nitrogen uptake, Wageningen Research, Report WPR 877.
- Van Enckevort, P.L.A., J.R. van der Schoot & W. van den Berg, 2002. Estimation of residual soil mineral N in arable crops and field vegetables at standard recommended N rates. In: In: A baseline survey of indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands, H.F.M. ten Berge (ed), 77-90.
- Van Geel, W. & H. Brinks (2018). Onderbouwing en actualiteit N-bemestingsrichtlijnen akkerbouw. Inventarisatie voor de Brancheorganisatie Akkerbouw en de Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegroondsgroenten. Projectnr. 3750354210, WUR Open Teelten, Lelystad, 69 p.

---

# Bijlage 1 Mineralisatie bodemorganische stof

Hieronder is de berekende relatieve verdeling van de stikstofmineralisatie uit de bodemorganische-stof weergegeven per decade op basis van de gemiddeld dagtemperaturen (1992-2020, de normaalperiode) van alle KNMI-meetstations.

Decade <sup>1</sup>	Gemiddelde temperatuur (°C)	Relatieve mineralisatie (fractie van het jaartotaal)
januari 1	3,7	1,1%
januari 2	3,9	1,2%
januari 3	2,8	1,0%
februari 1	3,3	1,0%
februari 2	3,5	1,1%
februari 3	4,3	1,0%
maart 1	5,2	1,5%
maart 2	6,3	1,7%
maart 3	6,8	2,1%
april 1	8,3	2,2%
april 2	8,9	2,4%
april 3	11,2	2,8%
mei 1	11,9	3,0%
mei 2	12,8	3,2%
mei 3	14,3	4,0%
juni 1	15,4	3,9%
juni 2	15,6	4,0%
juni 3	16,5	4,3%
juli 1	17,4	4,6%
juli 2	17,8	4,7%
juli 3	18,7	5,5%
augustus 1	18,7	5,0%
augustus 2	17,9	4,7%
augustus 3	16,9	4,8%
september 1	15,9	4,0%
september 2	14,7	3,7%
september 3	13,8	3,5%
oktober 1	12,3	3,1%
oktober 2	10,7	2,7%
oktober 3	9,9	2,8%
november 1	8,7	2,3%
november 2	6,8	1,9%
november 3	5,6	1,6%
december 1	4,6	1,3%
december 2	4,1	1,2%
december 3	3,9	<u>1,3%</u>
		100,0%

<sup>1</sup> Decade: 1 = eerste 10 dagen van de maand, 2 = volgende 10 dagen, 3 = resterende dagen



## Bijlage 2 Benuttingspercentage stikstof

Hieronder zijn de aangenomen benuttingspercentages van de minerale stikstof in de bodem weergegeven voor de verschillende groenbemestergewassen, rekening houdend met zaaitijdstip, bewortelingsdiepte en -intensiteit van de groenbemester, grondsoort en doorwortelbaarheid van de grondsoort.

### Benuttingspercentages per bodemlaag op kleigrond

Groenbemester	Vóór 1 september gezaaid			1-15 september gezaaid			na 15 september gezaaid		
	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
gele mosterd	90%	80%	50%	80%	60%	30%	70%	30%	10%
bladrammenas	90%	80%	50%	80%	60%	30%	70%	30%	10%
granen en grassen	90%	70%	10%	80%	60%	0%	70%	30%	0%

### Benuttingspercentages per bodemlaag op zandgrond

Groenbemester	Vóór 1 september gezaaid			1-15 september gezaaid			na 15 september gezaaid		
	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
gele mosterd	90%	80%	20%	80%	60%	0%	70%	30%	0%
bladrammenas	90%	80%	20%	80%	60%	0%	70%	30%	0%
granen en grassen	90%	70%	0%	80%	60%	0%	70%	30%	0%

## Bijlage 3 Voorbeeldberekening N-gift

In deze bijlage is als voorbeeld de berekening van de N-gift bij bladrammenas weergegeven op kleigrond na de teelt van wintertarwe, waarbij het stro is afgevoerd.

		Zaaimoment		
		1-15 aug	15 aug-1 sep	1-15 sep
A. N-opname gewas		142	93	67
B. N <sub>min</sub> na de tarweoogst	0-30 cm	14	14	14
	30-60 cm	11	11	11
	60-90 cm	10	10	10
C. N-vastlegging	0-30 cm	-15	-15	-15
D. Mineralisatie bodem-OS	0-30 cm	46	46	46
E. N-depositie	0-30 cm	7	7	7
F. Totaal beschikbare N	0-30 cm	52	52	52
	30-60 cm	11	11	11
	60-90 cm	10	10	10
G. Benutte beschikbare N	0-30 cm	47	47	42
	30-60 cm	9	9	7
	60-90 cm	5	5	3
H. N-verschil (A-G)		81	32	15
I. N-gift (H/benuttings-%)		90	36	19

To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Wageningen University & Research

**Open Teelten**

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

**[www.wur.nl/openteelten](http://www.wur.nl/openteelten)**

Rapport WPR-897

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

---