



Vanggewas bij snijmaisteelt mechanisch en met glyfosaat vernietigen

Effect op minerale bodemstikstof in eerste deel groeiseizoen

Herman van Schooten

Openbaar
Rapport 1479



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Vanggewas bij snijmaisteelt mechanisch en met glyfosaat vernietigen

Effect op minerale bodemstikstof in eerste deel groeiseizoen

Herman van Schooten

Wageningen Livestock Research

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het publiek-private samenwerkingsprogramma "Ruwvoer, Bodem en Kringlooplandbouw" (www.ruwvoerenbodem.nl) met een financiële bijdrage vanuit het programma De Landbouwers (voormalig Mineral Valley Twente).

Wageningen Livestock Research
Wageningen, februari 2024

Rapport 1479

Samenvatting NL

In 2021 en 2022 werd een veldproef op zandgrond in Overijssel uitgevoerd met mechanische (schijveneg en frees) en chemische (glyfosaat) vernietiging van het vanggewas Italiaans raigras. Het vanggewas werd op twee momenten (begin maart en begin april) vernietigd. In de periode maart-juli werden op vier momenten bodemon monsters genomen van de laag 0-60 cm voor bepaling van de hoeveelheid minerale bodem stikstof(N). Daarnaast werd aan eind van die periode de bovengrondse N-opname van de mais gemeten. Er waren geen noemenswaardige verschillen in hoeveelheden bodem N-mineraal tussen de behandelingen met mechanische vernietiging van het vanggewas en vernietiging met glyfosaat. Ook waren er eind juni-begin juli nauwelijks verschillen in bovengrondse N-opname door de mais tussen de behandelingen met mechanische vernietiging van het vanggewas en vernietiging met glyfosaat. Vooral in 2022 waren in de periode mei-juni de hoeveelheden bodem N-mineraal van de behandelingen met vroege vernietiging (begin maart) van het vanggewas duidelijk groter dan van de behandelingen met late vernietiging (begin april).

Summary UK

In 2021 and 2022, a field trial on sandy soil in Overijssel was conducted involving mechanical (disc harrow and rotary tiller) and chemical (glyphosate) destruction of the catch crop Italian ryegrass. The catch crop was destroyed at two time points (early March and early April). From March to July, soil samples were taken at four time points from the 0-60 cm layer to determine the amount of mineral soil nitrogen (N). Additionally, at the end of this period, the aboveground N uptake of maize was measured. There were no significant differences in the amounts of mineral soil N between the treatments with mechanical destruction of the catch crop and destruction with glyphosate. Also, there were hardly any differences in aboveground N uptake by maize between the treatments with mechanical destruction of the catch crop and destruction with glyphosate in the period late June-early July. Especially in 2022, during the period of May-June, the amounts of mineral soil N from the treatments with early destruction (early March) of the catch crop were significant greater than those from the treatments with late destruction (early April).

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/654955> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).



Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

© Wageningen Livestock Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2023

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Materiaal en methoden	8
2.1 Proefopzet	8
2.2 Locaties	8
2.3 Proefuitvoering	9
2.3.1 2021	9
2.3.2 2022	10
2.4 Waarnemingen	11
2.5 Weersomstandigheden	11
2.5.1 Neerslag	11
2.5.2 Temperatuur	12
3 Resultaten	13
3.1 N-mineraal bodem	13
3.1.1 2021	13
3.1.2 2022	14
3.2 Bovengrondse N-opname gewas	15
3.2.1 2021	15
3.2.2 2022	16
4 Discussie en conclusies	18
Literatuur	20
Bijlage 1 Schematisch overzicht proefvelden	21
Bijlage 2 Bodem N-mineraal voorraden (kg N/ha) per laag	23

Samenvatting

Na de oogst van snijmais wordt door het telen van een vanggewas een deel van de reststikstof (N) vastgelegd, waardoor de uitspoeling ervan wordt beperkt. De laatste jaren wordt glyfosaat steeds meer toegepast om het vanggewas te vernietigen om hergroei van het vanggewas, met name grasachtigen, in het volggewas te voorkomen. In de praktijk bestaat de indruk, dat op deze manier het vanggewas vollediger wordt vernietigd en daardoor beter en sneller mineraliseert dan bij mechanische vernietiging. In 2021 en 2022 werd daarom een veldproef op zandgrond in Hertme en Deurningen (Overijssel) uitgevoerd met mechanische en chemische (glyfosaat) vernietiging van het vanggewas. Hieronder is de proefopzet van beide jaren samengevat.

Factor	Behandeling
Vernietigingsmethode	Mechanisch extensief (Schijveneg) Mechanisch intensief (Frees) Chemisch (Glyfosaat)
Tijdstip	Vroeg (begin maart) Laat (begin april)
Bemesting, alleen in 2022	Normaal (30 m ³ RDM + 30 N-kunstmest in de rij per ha) Laag (30 N-kunstmest in de rij per ha)

Beide jaren werden de N-mineraal hoeveelheden in de bodemlaag 0-60 cm ongeveer 4-wekelijks gemeten in de periode begin maart tot eind juni-begin juli. Daarnaast werd aan eind van die periode de N-opbrengst van de mais gemeten. Uit de resultaten van de beide jaren kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- In beide jaren was de hoeveelheid bodem N-mineraal begin maart laag met maar 6-8 kg per ha. In 2021 steeg de hoeveelheid bodem N-mineraal tot 130 kg per ha eind juni en in 2022 tot ca. 105 kg per ha begin juni, waarna die tot begin juli daalde tot ca. 70 kg per ha.
- Er waren in de onderzochte periode, begin maart – begin juli, geen noemenswaardige verschillen in hoeveelheden bodem N-mineraal tussen de twee behandelingen met mechanische vernietiging van het vanggewas en vernietiging met glyfosaat.
- Eind juni, begin juli waren er nauwelijks verschillen in bovengrondse N-opname door de mais tussen de behandelingen met mechanische vernietiging van het vanggewas en vernietiging met glyfosaat. Alleen in 2021 bleef de N-opname van de behandeling met mechanische vernietiging met de schijveneg wat achter.
- Vooral in 2022 waren in de periode mei-juni de hoeveelheden bodem N-mineraal van de behandelingen met vroege vernietiging (begin maart) van het vanggewas duidelijk groter (15-20 kg per ha) dan van de behandelingen met late vernietiging (begin april). Begin juli waren de verschillen verdwenen.
- De grotere hoeveelheid bodem N-mineraal van de behandelingen met vroege vernietiging ten opzichte van de behandelingen met late vernietiging van 15-20 kg N per ha in de periode mei-begin juni in 2022 resulteerde begin juli in een beperkt (niet significant) verschil in N-opbrengst van 4-5 kg per ha.
- Alleen in 2022 werden er behandelingen met en zonder drijfmestbemesting (30 m³/ha) aangelegd. De hoeveelheden bodem N-mineraal waren in de periode mei-juni van de behandelingen met drijfmestbemesting duidelijk hoger (ca. 50 kg per ha) dan van de behandelingen zonder. Begin juli was dit verschil praktisch genivelleerd.
- Het hiervoor genoemde verschil in hoeveelheid bodem N-mineraal resulteerde begin juli in een duidelijk verschil in N-opbrengst van ruim 20 kg per ha.

In dit onderzoek waren er geen verschillen in hoeveelheid bodem N-mineraal tussen mechanische vernietiging van het vanggewas en vernietiging met glyfosaat. Voor de praktijk betekent dit dat een verbod op gebruik van glyfosaat geen effect hoeft te hebben op beschikbaarheid van stikstof vanuit het vanggewas voor het volggewas en daarmee op de maisopbrengst.

Op basis van globale visuele beoordelingen bleek dat er bij geen van de behandelingen noemenswaardige hergroei van het vanggewas was na het zaaien van de mais. In beide jaren was het vanggewas matig ontwikkeld. De geschatte bovengrondse biomassa varieerde van 300-400 kg droge stof per ha begin maart tot 600-750 kg droge stof per ha begin april. Bij een massaal ontwikkeld vanggewas zouden de verschillen in hoeveelheid bodem N-mineraal als gevolg van grotere vochtonttrekking en tragere mineralisatie met name tussen vroeg en laat vernietigen mogelijk groter kunnen zijn en over een langere periode spelen. Daarnaast is bij een massaler ontwikkeld vanggewas de kans op hergroei van het vanggewas bij mechanische vernietiging groter dan bij vernietiging met glyfosaat omdat het vanggewas minder goed onder geploegd kan worden. Er moet dan bij mechanische vernietiging extra gelet worden op het voldoende verkleinen van het gewas, bijvoorbeeld door het eerst te klepelen.

1 Inleiding

Na de teelt van snijmais blijft op zand- en lössgrond vaak teveel stikstof achter in de bodem dat in de winter kan uitspoelen (Fraters et al., 2020). Door het telen van een vanggewas wordt een deel van deze reststikstof vastgelegd, waardoor de uitspoeling ervan wordt beperkt (Schröder et al., 1996 en Van Geel en Verstegen, 2023). Daarom is de teelt van een vanggewas na de maisteelt op zand- en lössgrond verplicht.

In de melkveehouderij wordt glyfosaat al jaren ingezet bij het scheuren van grasland, voor herinzaai of voor vervolgteelt met mais, met name voor de bestrijding van lastige wortelonkruiden. Daarnaast wordt glyfosaat de laatste jaren steeds meer toegepast om het vanggewas bij de maisteelt te vernietigen om hergroei van het vanggewas, met name grasachtigen, in de volgteelt met mais te voorkomen. Op korte termijn wordt de toepassing van glyfosaat aan banden gelegd en de verwachting is dat glyfosaat op termijn gaat verdwijnen uit het middelenpakket. Een aantal zuivelaars hebben inmiddels al een verbod in hun

certificeringsprogramma opgenomen. De verwachting is dat vanaf 2025 grasland en vanggewassen niet meer met glyfosaat mogen worden vernietigd (www.tweedekamer.nl).

In de praktijk bestaat de indruk, dat door de toepassing van glyfosaat het vanggewas vollediger wordt vernietigd en daardoor beter en sneller mineraliseert dan bij mechanische vernietiging. Dit komt dan ten goede van de nutriënten benutting uit het vanggewas door het volggewas. Daarentegen wordt bij mechanische vernietiging, in tegenstelling tot vernietiging met glyfosaat, de grond bewerkt, waardoor er in meer of mindere mate lucht in de grond wordt gebracht. Dit bevordert mogelijk de mineralisatie. Tot nu toe zijn er nog geen onderzoeken uitgevoerd waarbij het effect van vernietigingsmethoden op dit aspect is onderzocht.

Doel van dit onderzoek is om bij de teelt van snijmais meer inzicht te krijgen in verschillen tussen vernietigen met glyfosaat en mechanische vernietiging voor wat betreft beschikbaar komen van stikstof in de bodem door mineralisatie van onder andere het vanggewas. Daarom werd in 2021 en 2022 een veldproef uitgevoerd waarbij het vanggewas mechanisch en met glyfosaat werd vernietigd. In dit rapport worden de resultaten van de twee veldproeven beschreven.

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

In 2021 en 2022 werd er een veldproef uitgevoerd, op verschillende locaties. Beide jaren werden twee mechanische methoden van vanggewas vernietigen vergeleken met doodspuiten van het vanggewas met glyfosaat. De twee mechanische methoden waren een intensieve bewerking met een frees en een minder intensieve bewerking met een schijveneg. De drie vernietigingsmethoden werden op twee momenten uitgevoerd, nl. begin maart en begin april. In 2021 werd de proef uitgevoerd bij een bemestingsniveau van 35 m³/ha runderdrijfmest (RDM) plus 30 kg/ha kunstmeststikstof in de rij. Om eventuele verschillen in mineralisatie vanuit het vanggewas beter waar te kunnen nemen, werden in 2022 alle behandelingen, naast een "normaal" bemestingsniveau van 30 m³/ha runderdrijfmest (RDM) plus 30 kg/ha kunstmeststikstof in de rij, ook aangelegd bij een laag bemestingsniveau zonder drijfmest en alleen met 30 kg/ha kunstmeststikstof als rijenbemesting. Hieronder is de proefopzet van beide jaren samengevat.

Factor	Behandeling
Vernietigingsmethode	Mechanisch extensief (Schijveneg) Mechanisch intensief (Frees) Chemisch (Glyfosaat)
Tijdstip	Vroeg (begin maart) Laat (begin april)
Bemesting, alleen in 2022	Normaal (30 m ³ RDM + 30 N-kunstmest in de rij per ha) Laag (30 N-kunstmest in de rij per ha)

Door combinatie van factoren bestond in 2021 de proef totaal uit zes behandelingen (drie vernietigingsmethoden * twee tijdstippen) en in 2022 uit totaal twaalf behandelingen (drie vernietigingsmethoden * twee tijdstippen * twee bemestingsniveaus). De proeven werden aangelegd als een volledig gewarde blokken proef in vier herhalingen. De afmeting van de afzonderlijke veldjes was in 2021 25*3m en in 2022 12*3 m. In 2022 werden steeds twee veldjes met drijfmestbemesting naast elkaar aangelegd omdat de werkbreedte van de bouwlandinjecteur 6 m was. In bijlage 1 staan de schematische overzichten van de proefvelden.

2.2 Locaties

In 2021 werd de proef aangelegd op een maisperceel in Hertme, tussen Piepersveldweg 7 en 9 (52.310971, 6.779695) en in 2022 op een maisperceel in Deurningen (O), in de kruising van de Deurningerstraat en de Kelderboerweg (52.307277, 6.859295). In beide jaren was de grondsoort van de percelen een zwaklemige zandgrond met grondwatertrap VI. Vlak voor de aanleg van de proef is er in beide jaren een grondmonster genomen van de laag 0-25 cm door Eurofins-Agro. In tabel 1 staan enkele analyseresultaten.

Tabel 1 Resultaten van bodemanalyses in de laag 0-25 cm van de locaties in 2021 en 2022.

	2021	2022
Monsterdatum	12 maart	24 januari
Organische stof (%)	4,6	3,8
pH	4,4	5,3
Klei-humus CEC (mmol+/kg)	51	63
CEC-bezetting (%)	83	87
N-bodemvoorraad (mg N/kg)	1740	1270
NLV (kg N/ha)	80	55
P-AL (mg P ₂ O ₅ /100 g)	59	71
P-PAE (mg P/kg)	1,9	2,1
Pw (mg P ₂ O ₅ /l)	46	55
K-PAE (mg K/kg)	90	86
K-bodemvoorraad (mmol+/kg)	2,8	1,8
K-getal	18	19
Mg-PAE (mg Mg/kg)	49	80
SLV (kg S/ha)	14	11
S-PAE (mg S/kg)	3,7	<1,1

2.3 Proefuitvoering

2.3.1 2021

In tabel 2 zijn de gerealiseerde teeltactiviteiten van de proef in 2021 weergegeven. Het vanggewas dat vernietigd werd was Italiaans raaigras. Het vroege moment van vanggewas vernietigen werd uitgevoerd op 10 maart en het late moment op 9 april. Het vanggewas was matig ontwikkeld. De geschatte hoeveelheid bovengronds massa was op beide momenten resp. 400 en 600 kg droge stof per ha.

Tabel 2 Teeltactiviteiten van de proef in 2021.

Datum	Teeltactiviteit
10 maart	Eerste keer vernietigingsmethoden (schijveneg, frees, glyfosaat) uitgevoerd
9 april	Tweede keer vernietigingsmethoden (schijveneg, frees, glyfosaat) uitgevoerd
28 april	Bemesten van runderdrijfmest (35 m ³ /ha) met bouwlandinjecteur
30 april	Ploegen
3 mei	Mais zaaien (ras: LG30.218) + 20 kg/ha Physiostart in de rij
9 juni	Chemische gewasbescherming

In figuur 1 staan de gebruikte schijveneg en frees afgebeeld. De schijveneg had een werkbreedte van 3 m en de frees van 2,50 m. De bewerkingsdiepte van beide machines was 10-15 cm. De veldspuit waarmee de glyfosaat werd gespoten was een gedragen veldspuit met een totale werkbreedte van 12m (geen afbeelding beschikbaar). Tijdens de bespuiting van de proefveldjes met glyfosaat werd de werkbreedte teruggebracht naar 3m door secties af te sluiten. De glyfosaat werd gespoten in de vorm van Roundup Ultimate (480g glyfosaat per liter) met een dosering van 3 liter per ha.



Figuur 1 Machines die ingezet werden voor de beide mechanische vernietigingsmethoden. Links schijveneg en rechts frees.

2.3.2 2022

In tabel 3 zijn de gerealiseerde teeltactiviteiten van de proef in 2023 weergegeven. Het vanggewas dat vernietigd werd was Italiaans raagrass. Het vroege moment van vanggewas vernietigen werd uitgevoerd op 9 maart en het late moment op 13 april. Het vanggewas was matig ontwikkeld. De geschatte hoeveelheid bovengronds massa was op beide momenten resp. 400 en 750 kg droge stof per ha.

Tabel 3 Teeltactiviteiten van de proef in 2022.

Datum	Teeltactiviteit
9 maart	Vroege moment vanggewas vernietigen (schijveneg, frees, glyfosaat)
13 april	Late moment vanggewas vernietigen (schijveneg, frees, glyfosaat)
22 april	Helft van de veldjes bemesten van runderdrijfmest (30 m ³ /ha) met bouwlandinjecteur
26 april	Ploegen en zaaibereiding
28 april	Mais zaaien (ras: LG30.207) + 30 kg N/ha NTS vloeibaar in de rij
30 mei	Chemische gewasbescherming

In figuur 2 staan de gebruikte schijveneg en frees afgebeeld. De schijveneg had een totale werkbreedte van 4,5m. Voor de uitvoering in de proef werd de werkbreedte teruggebracht tot 2,5 m door de beide buitenelementen op te klappen (zie afbeelding). De frees had een werkbreedte van 2,80m. De bewerkingsdiepte van beide machines was 10-15 cm. De veldspuit waarmee de glyfosaat werd gespoten was een zelfrijdende veldspuit met een totale werkbreedte van 21m. Tijdens de bespuiting van de proefveldjes met glyfosaat werd de werkbreedte teruggebracht naar 3m door secties af te sluiten. De glyfosaat werd gespoten in de vorm van Roundup Ultimate (480g glyfosaat per liter) met een dosering van 3 liter per ha.



Figuur 2 Machines die ingezet werden voor de drie vernietigingsmethoden. Links de schijveneg, midden de frees en rechts de veldspuit.

2.4 Waarnemingen

Minerale bodemstikstof

Om het effect van methode van vanggewas vernietigen te onderzoeken op het beschikbaar komen van minerale stikstof, werd de bodem in het voorjaar een aantal keren bemonsterd voor analyse op minerale stikstof. Het eerste bemonsteringsmoment lag bij het vroege vernietigingsmoment (begin maart) en het laatst moment lag bij het 7^e-8^e bladstadium van de mais (eind juni-begin juli). In beide jaren werden er in die periode vijf keer monsters gestoken. De totale bemonsteringsdiepte per steek was 60 cm, verdeeld in twee lagen: 0-30 en 30-60 cm. Per veldje werden 10 steken genomen tussen de middelste twee maisrijen.

Bovengrondse N-opname gewas

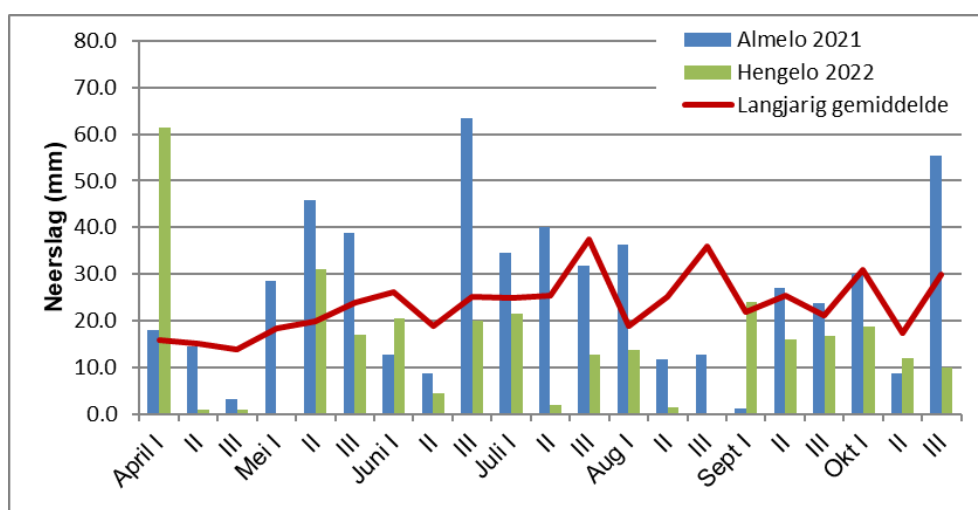
Om het effect van de hoeveelheid beschikbare minerale stikstof in de bodem in het voorjaar op de bovengrondse stikstofopname door het gewas te onderzoeken werd in het 7^e-8^e bladstadium van de mais (eind juni-begin juli) een proefoogst uitgevoerd. Hiervoor werden per veldje uit de middelste twee rijen over een lengte van twee meter per rij de planten uitgesneden. De beide afzonderlijke twee meter lengtes lagen diagonaalsgewijs in het veldje. De planten werden gewogen en gehakseld met een takken versnipperaar. Vervolgens werd een monster genomen voor bepaling van het gehalte aan droge stof en stikstof totaal.

2.5 Weersomstandigheden

De neerslaghoeveelheden en temperatuurverloop gedurende de groeiseizoenen van 2021 en 2022 zijn gebaseerd op data van dichtstbijzijnde KNMI weerstations.

2.5.1 Neerslag

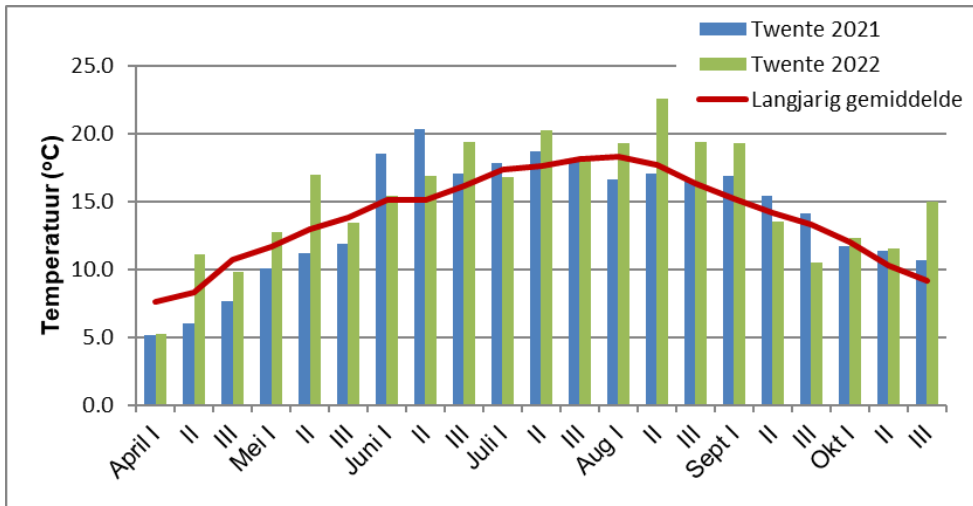
In figuur 3 is de neerslag in het groeiseizoen van 2021 en 2022 per decade weergegeven en daarnaast het dertigjarig gemiddelde als referentie. In het groeiseizoen van 2021 viel er met 547 mm ca 60 mm meer neerslag dan het dertigjarig gemiddelde met 490 mm. Met name in de maand mei en in de periode eind juni -half juli viel er duidelijk meer neerslag dan gemiddeld. De perioden begin juni, eind augustus en begin september waren droger dan gemiddeld. In het groeiseizoen van 2022 viel er bijna 190 mm minder neerslag dan het langjarig gemiddelde. Het seizoen startte begin april nog meer neerslag dan gemiddeld en ook half mei viel er nog wat meer neerslag, maar in praktisch alle overig decaden viel er minder neerslag dan gemiddeld.



Figuur 3 Neerslag in het groeiseizoen per decade in 2021 en 2022 en het langjarig gemiddelde (bron KNMI).

In figuur 4 is het verloop van het etmaalgemiddelde van de temperatuur gedurende het groeiseizoen van 2021 en 2022 per decade weergegeven en daarnaast het verloop van het dertigjarige gemiddelde. Gemiddeld was de temperatuur van het groeiseizoen van 2021 met 14°C praktisch gelijk aan het langjarig gemiddelde. De temperaturen in april en mei waren wat lager dan gemiddeld, maar met name de tweede helft van juni was warmer dan gemiddeld. De gemiddelde etmaaltemperatuur van het groeiseizoen van 2022 was met 15,2°C duidelijk hoger dan gemiddeld. Vooral de perioden half mei en half augustus-begin september waren duidelijk warmer dan gemiddeld.

2.5.2 Temperatuur



Figuur 4 Etmaalgemiddelde temperatuur in het groeiseizoen per decade in 2021 en 2022 en het langjarig gemiddelde (bron KNMI).

3 Resultaten

Per jaar werden de effecten van de behandelingen op de N-mineraal voorraden in de bodem en de bovengrondse N-opbrengst van de mais statistisch geanalyseerd door middel van variantieanalyse met behulp van de ANOVA procedure van het statistische pakket Genstat (Genstat Twenty-second Edition, 2022). Daarbij is de LSD (Least Significant Difference) gebruikt om statistische verschillen met een $P < 0.05$ aan te kunnen tonen.

De resultaten zijn beide jaren per factor weergegeven als gemiddelde over de andere factoren omdat er geen significante interactie-effecten zijn gevonden tussen enerzijds de drie vernietigingsmethoden en anderzijds de beide vernietigingsmomenten en de beide bemestingsniveaus.

3.1 N-mineraal bodem

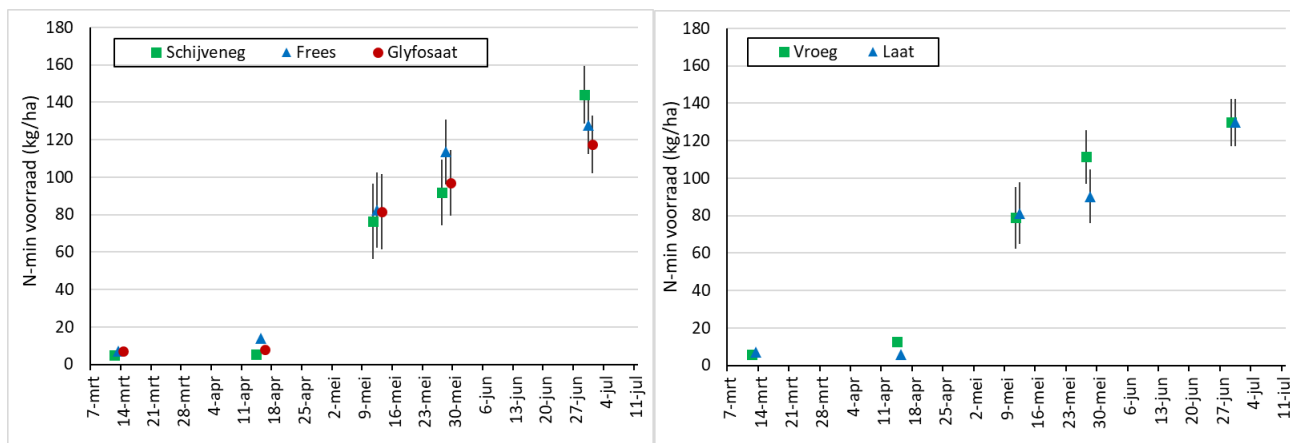
3.1.1 2021

In tabel 4 zijn de N-mineraal voorraden in de laag 0-60 cm van de drie vernietigingsmethoden en van de twee vernietigingstijdstippen op de verschillende bemonsteringstijdstippen weergegeven. In figuur 5 zijn deze resultaten in twee grafieken weergegeven. Bij aanvang van de proef op 12 maart waren de minerale N-voorraden met gemiddeld bijna 7 kg per ha laag. Een maand later op 14 april was deze voorraad nog nauwelijks toegenomen tot gemiddeld ruim 9 kg per ha. In de periode daarna nam de voorraad toe tot gemiddeld 130 kg per ha op 29 juni. Op 14 april was de N-min voorraad van de vernietigingsmethode waarbij het vanggewas werd vernietigd met de frees significant hoger dan van de beide andere vernietigingsmethoden. Praktisch gezien was het verschil met 6-8 kg N/ha echter klein. Op de bemonsteringsmomenten daarna waren er geen significante verschillen in N-min voorraden tussen de verschillende methoden van vanggewas vernietigen. Op 14 april was de N-min voorraad van het vroege vernietigingstijdstip significant hoger dan van het late tijdstip. Praktisch gezien was het verschil met ca. 7 kg N/ha echter klein. Op de drie bemonsteringsmomenten daarna, tot 29 juni, waren er geen significante verschillen in N-min voorraden tussen de beide momenten van vanggewas vernietigen.

Tabel 4 N-mineraal voorraden in bodemlaag 0-60 cm¹⁾.

		12 maart	14 april	11 mei	27 mei	29 juni
Vernietigingsmethode	Mechanisch extensief (schijveneg)	5.1	5.5 ^a	76.4	91.8	144.1
	Mechanisch intensief (frees)	7.3	14.1 ^b	82.5	113.5	127.6
	Chemisch Glyfosaat	7.3	8.1 ^a	81.4	97.0	117.6
	LSD-waarde ($p < 0.05$)	3.36	3.14	40.27	34.84	30.79
Tijdstip	Vroeg (10 maart)	6.0	12.8 ^b	78.8	111.3	129.8
	Laat (9 april)	7.1	5.7 ^a	81.3	90.2	129.8
	LSD-waarde ($p < 0.05$)	2.75	2.56	32.88	28.45	25.14

1) Verschillende letters in een kolom betekent significant verschil ($P < 0.05$)



Figuur 5 Verloop N-mineraal voorraden in de bodemlaag 0-60 cm, van de drie vernietigingsmethoden (links) en van de beide vernietigingstijdstippen (rechts). De spreidingsstaafjes geven de LSD-waarde ($p < 0,05$) weer.

3.1.2 2022

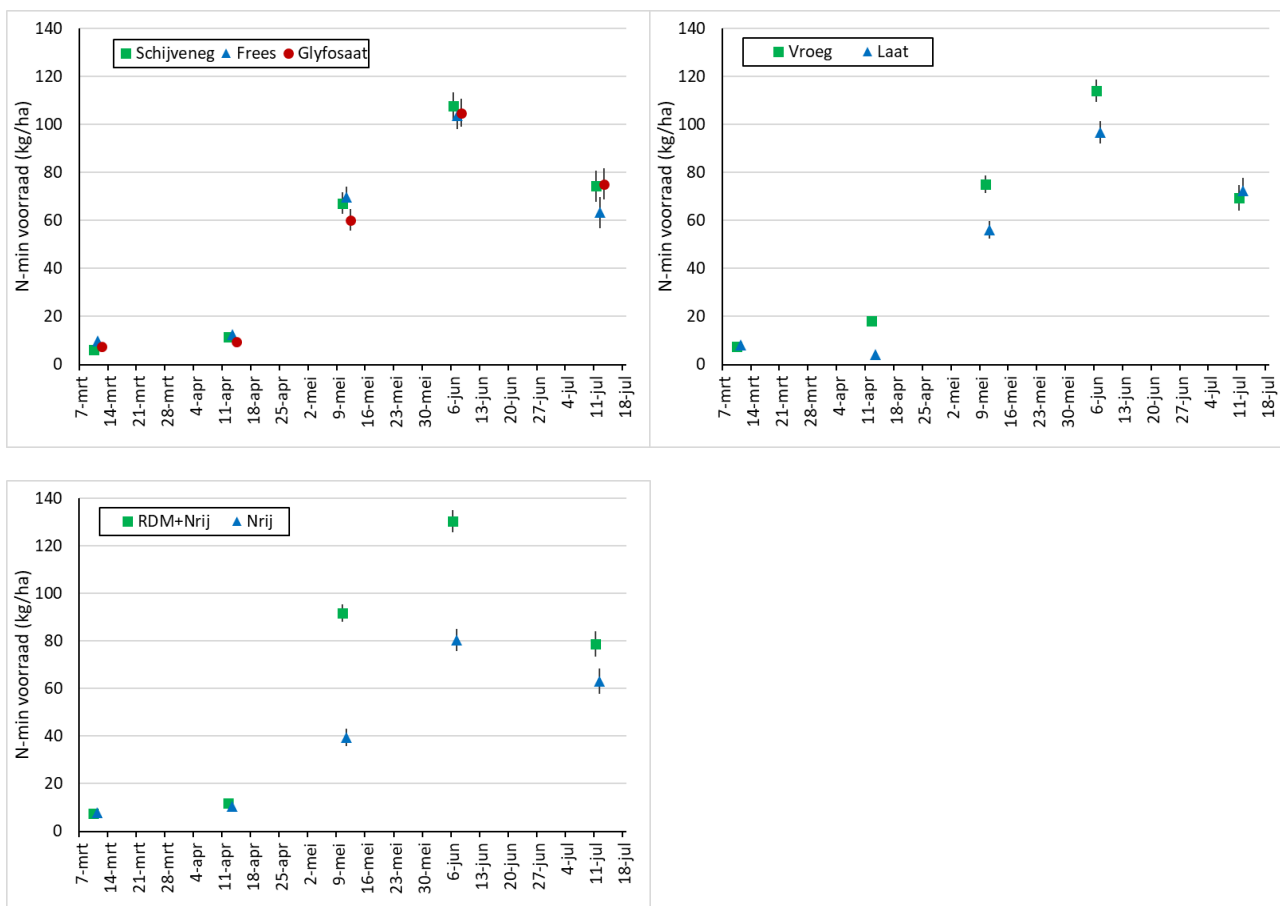
In tabel 5 zijn de N-mineraal voorraden in de laag 0-60 cm van de drie vernietigingsmethoden, van de twee vernietigingstijdstippen en van de twee bemestingsniveaus op de verschillende bemonsteringstijdstippen weergegeven. In figuur 6 zijn deze resultaten in grafieken weergegeven. Bij aanvang van de proef op 11 maart waren de minerale N-voorraden met gemiddeld bijna 8 kg per ha laag. Op 13 april was de minerale N-voorraad in de bodem nauwelijks toegenomen en was met gemiddeld 11 kg per ha nog steeds laag. Vanaf 13 april tot 7 juni steeg de voorraad aan N-mineraal tot gemiddeld 105 kg per ha. Op 12 juli was de gemiddelde minerale N-voorraad gedaald tot gemiddeld 71 kg per ha. Op 11 mei was de N-mineraal voorraad van de vernietigingsmethode waarbij het vanggewas werd vernietigd met de frees significant hoger dan van de vernietigingsmethode met glyfosaat. De methode met de schijveneg lag daar tussenin. Absoluut gezien waren de verschillen met max. ca. 9 kg N per ha echter klein. Op de bemonsteringstijdstippen daarna, waren er geen significante verschillen in minerale N-voorraden tussen de drie vernietigingsmethoden. Vanaf 13 april tot 7 juni waren de gemiddelde minerale N-voorraden van het vroeg vernietigingstijdstip significant hoger dan van het late tijdstip. De verschillen lagen tussen de 14 kg N per ha op 13 april en 18-19 kg N per ha op 11 mei en 7 juni. Op 12 juli was er geen verschil meer in minerale N-voorraden tussen de beide vernietigingstijdstippen.

De behandelingen met het normale bemestingsniveau hadden, op de monstertmomenten na de toediening van de drijfmest op 22 april, een duidelijk grotere minerale N-voorraad dan de behandelingen met een laag bemestingsniveau. Op 11 mei en 7 juni lag het verschil rond de 50 kg N per ha. Op 12 juli was het verschil teruggelopen tot ca. 16 kg N per ha.

Tabel 5 N-mineraal voorraden in bodemlaag 0-60 cm¹⁾.

		11 maart	13 april	11 mei	7 juni	12 juli
Vernietigingsmethode	Mechanisch extensief (schijveneg)	6.1	11.5	67.2 ^{ab}	107.6	74.3
	Mechanisch intensief (frees)	9.7	12.5	69.6 ^b	103.6	63.3
	Chemisch Glyfosaat	7.4	9.6	60.2 ^a	104.8	75.1
	LSD-waarde ($p < 0.05$)	2.78	3.05	8.99	11.42	12.99
Tijdstip	Vroeg (9 maart)	7.4	18.1 ^b	75.0 ^b	114.0 ^b	69.4
	Laat (13 april)	8.0	4.3 ^a	56.2 ^a	96.7 ^a	72.3
	LSD-waarde ($p < 0.05$)	2.27	2.49	7.34	9.32	10.61
Bemesting	Normaal	7.4	11.8	91.8 ^b	130.2 ^b	78.7 ^b
	Laag	8.0	10.6	39.5 ^a	80.5 ^a	63.0 ^a
	LSD-waarde ($p < 0.05$)	2.27	2.49	7.34	9.32	10.61

1) Verschillende letters in een kolom betekent significant verschil ($P < 0.05$)



Figuur 6 Verloop N-mineraal voorraden in de bodemlaag 0-60 cm, van de drie vernietigingsmethoden (links)boven, van de beide vernietigingstijdstippen (rechtsboven) en van de beide bemestingsniveaus (linksonder). De spreidingsstaafjes geven de LSD-waarde ($p < 0,05$) weer.

3.2 Bovengrondse N-opname gewas

3.2.1 2021

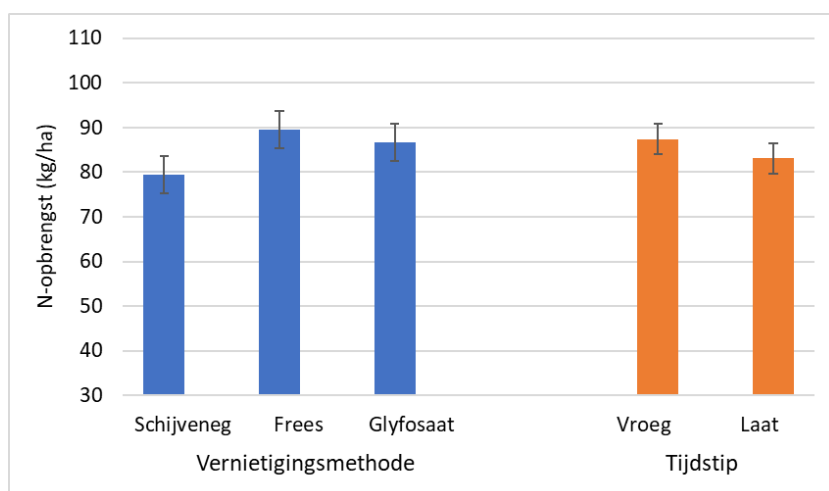
In tabel 6 zijn de opbrengstresultaten van de proefoogst op 6 juli van de drie vernietigingsmethoden en de twee vernietigingstijdstippen weergegeven. Daarnaast is in figuur 7 is de bovengrondse N-opbrengst van de verschillende behandelingen in een grafiek weergegeven. De ds- en N-opbrengst van de behandeling waarbij het vanggewas mechanisch werd vernietigd met de frees waren significant hoger dan van de behandeling waarbij het vanggewas mechanisch werd vernietigd met de schijveneg. De verschillen waren resp. ca. 300 kg droge stof en ca. 10 kg N per ha. De ds- en N-opbrengst van behandeling waarbij het vanggewas werd vernietigd met glyfosaat waren praktisch gelijk (net iets lager) aan de behandeling waarbij het vanggewas mechanisch werd vernietigd met de frees.

Er waren geen significante verschillen in opbrengsten tussen de behandelingen waarbij het vanggewas vroeg werd vernietigd en laat werd vernietigd.

Tabel 6 Opbrengstresultaten van de mais, geoogst op 6 juli¹⁾.

		Verse opbr. (kg/ha)	Ds-geh. (%)	Ds-opbr. (kg/ha)	N-geh. (g/kg ds)	N-opbr. (kg/ha)
Vernietigings- methode	Mechanisch extensief (schijveneg)	25729	8.9 ^a	2286 ^a	34.9	79.5 ^a
	Mechanisch intensief (frees)	26708	9.7 ^b	2585 ^b	34.8	89.7 ^b
	Chemisch Glyfosaat	27646	9.1 ^a	2527 ^{ab}	34.6	86.6 ^{ab}
	LSD-waarde ($p < 0.05$)	2609	5.73	286	1.20	8.39
Tijdstip	Vroeg (10 maart)	27625	9.1	2522	34.8	87.4
	Laat (9 april)	25764	9.4	2409	34.7	83.1
	LSD-waarde ($p < 0.05$)	2131	4.68	234	0.98	6.85

1) Verschillende letters in een kolom betekent significant verschil ($P < 0.05$)



Figuur 7 Effect van de verschillende vernietigingsmethoden en van vernietigingstijdstip op de bovengrondse N-opbrengst (kg/ha) van de mais. De spreidingsstaafjes geven de LSD-waarde ($p < 0,05$) weer.

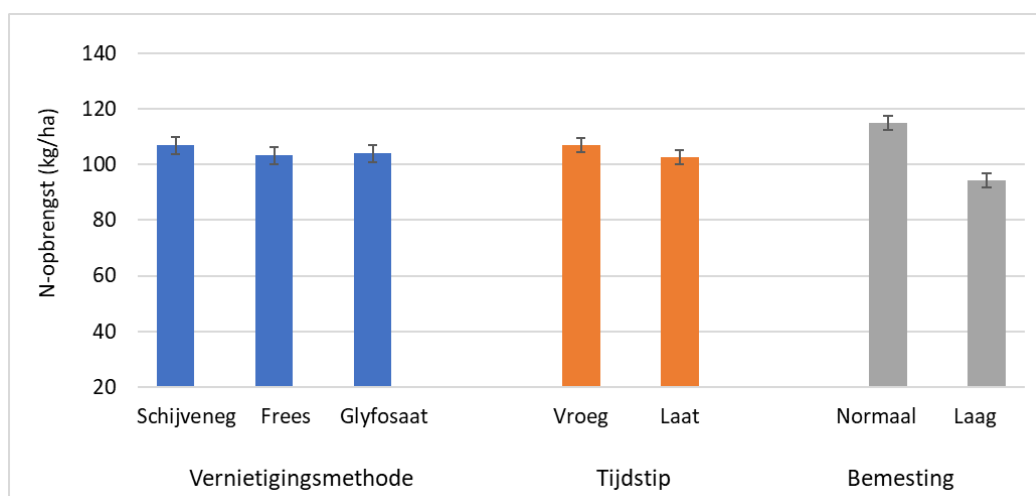
3.2.2 2022

In tabel 7 zijn de opbrengstresultaten van de proefoogst op 12 juli van de drie vernietigingsmethoden, de twee vernietigingstijdstippen en de twee bemestingsniveaus weergegeven en in figuur 8 is de bovengrondse N-opbrengst van de verschillende behandelingen in een grafiek weergegeven. Er waren geen significante verschillen in ds- en N-opbrengsten tussen de verschillende vernietigingsmethoden en er waren ook geen significante verschillen tussen het vroege en late tijdstip van vernietigen. De ds-opbrengst was van het normale bemestingsniveau duidelijk hoger dan van het lage bemestingsniveau. Het verschil was bijna 360 kg droge stof per ha. Ook het gehalte aan stikstof was significant hoger. Dit resulteerde in een significant hoger N-opbrengst van het normale bemestingsniveau t.o.v. het lage bemestingsniveau. Het verschil was ruim 20 kg N per ha.

Tabel 7 Opbrengstresultaten van de mais, geoogst op 12 juli^{1.)}

		Verse opbr. (kg/ha)	Ds-geh. (%)	Ds-opbr. (kg/ha)	N-geh. (g/kg ds)	N-opbr. (kg/ha)
Vernietigings- methode	Mechanisch extensief (schijveneg)	38880	12.1	4692	22.9	106.9
	Mechanisch intensief (frees)	40202	11.9	4773	21.7	103.2
	Chemisch Glyfosaat	40076	12.0	4824	21.7	103.9
	LSD-waarde ($p < 0.05$)	2152	3.71	330	1.21	6.14
Tijdstip	Vroeg (9 maart)	40244	11.9	4824	22.4	106.9
	Laat (13 april)	39194	12.0	4773	21.8	102.5
	LSD-waarde ($p < 0.05$)	1757	3.03	270	0.99	5.01
Bemesting	Normaal	42035 ^b	11.8 ^a	4941 ^b	23.4 ^b	115.0 ^b
	Laag	37403 ^a	12.2 ^b	4584 ^a	20.8 ^a	94.4 ^a
	LSD-waarde ($p < 0.05$)	1757	3.03	270	0.99	5.01

1) Verschillende letters in een kolom betekent significant verschil ($P < 0.05$)



Figuur 8 Effect van de verschillende vernietigingsmethoden, vernietigingstijdstip en bemestingsniveau op de N-opbrengst (kg/ha) van de mais. De spreidingsstaafjes geven de LSD-waarde ($p < 0,05$) weer.

4 Discussie en conclusies

In 2021 en 2022 werd een veldproef uitgevoerd waarbij voorafgaand aan de teelt van snijmais het vanggewas (Italiaans raaigras) werd vernietigd met twee mechanische methoden en middels doodspuiten met glyfosaat. De twee mechanische methoden waren een intensieve bewerking met een frees en een minder intensieve bewerking met een schijveneg. De drie vernietigingsmethoden werden op twee momenten uitgevoerd, nl. begin maart en begin april.

Beide jaren werden de N-mineraal hoeveelheden in de bodemlaag 0-60 cm ongeveer 4-wekelijks gemeten in de periode begin maart tot eind juni-begin juli. In die periode was in 2021 de temperatuur gemiddeld wat lager dan normaal en viel er wat meer neerslag. In 2022 was de gemiddelde temperatuur wat hoger dan normaal en kwam de hoeveelheid neerslag overeen met normaal.

Bij het chemisch vernietigen van het vanggewas met glyfosaat blijft de bodem onberoerd, terwijl bij mechanische vernietiging de toplaag van de bodem in meer of mindere mate bewerkt wordt waardoor er lucht wordt ingebracht. Deze bewerking zorgt er niet alleen voor dat het vanggewas wordt vernietigd en vervolgens mineraliseert, maar heeft waarschijnlijk ook een stimulerend effect op de mineralisatie van de overig aanwezig organische stof in de bewerkte bodemlaag. Het verschil in de hoeveelheid minerale bodemstikstof tussen mechanische en chemische vernietiging wordt dus niet alleen veroorzaakt door verschil in mineralisatie van het vanggewas, maar ook door verschil in mineralisatie van overig aanwezig organische stof.

Uit de resultaten van de beide jaren kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- In beide jaren was de hoeveelheid bodem N-mineraal begin maart laag met maar 6-8 kg per ha. In 2021 steeg de hoeveelheid bodem N-mineraal tot 130 kg per ha eind juni en in 2022 tot ca. 105 kg per ha begin juni, waarna die tot begin juli daalde tot ca. 70 kg per ha.
- Er waren in de onderzochte periode, begin maart – begin juli, geen noemenswaardige verschillen in hoeveelheden bodem N-mineraal tussen de twee behandelingen met mechanische vernietiging van het vanggewas en vernietiging met glyfosaat.
- Eind juni, begin juli waren er nauwelijks verschillen in bovengrondse N-opname door de mais tussen de behandelingen met mechanische vernietiging van het vanggewas en vernietiging met glyfosaat. Alleen in 2021 bleef de N-opname van de behandeling met mechanische vernietiging met de schijveneg wat achter bij die van mechanische vernietiging met de frees en vernietigen met glyfosaat.
- Vooral in 2022 waren in de periode mei-juni de hoeveelheden bodem N-mineraal van de behandelingen met vroege vernietiging (begin maart) van het vanggewas duidelijk groter (15-20 kg N per ha) dan van de behandelingen met late vernietiging (begin april). Begin juli waren er geen verschillen meer in hoeveelheden bodem N-mineraal tussen vroege en late vernietiging.
- De grotere hoeveelheid bodem N-mineraal van de behandelingen met vroege vernietiging ten opzichte van de behandelingen met late vernietiging van 15-20 kg N per ha in de periode mei-begin juni in 2022 resulteerde begin juli in een beperkt (niet significant) verschil in N-opbrengst van 4-5 kg per ha. Mogelijk is er daarvoor een groter verschil in N-opname geweest, maar was die begin juli genivelleerd doordat de verschillen in hoeveelheden bodem N-mineraal inmiddels ook genivelleerd waren.
- Alleen in 2022 werden er behandelingen met en zonder drijfmestbemesting (30 m³/ha) aangelegd. De hoeveelheden bodem N-mineraal waren in de periode mei-juni van de behandelingen met drijfmestbemesting duidelijk groter (ca. 50 kg N per ha) dan van de behandelingen zonder drijfmestbemesting. Begin juli was dit verschil praktisch genivelleerd.

-
- De grotere hoeveelheid bodem N-mineraal van de behandelingen met drijfmest ten opzichte van de behandelingen zonder drijfmest van ca. 50 kg N per ha in de periode mei-begin juni in 2022 resulteerde begin juli in een duidelijk hogere N-opbrengst van ruim 20 kg N per ha van de behandelingen met drijfmest.

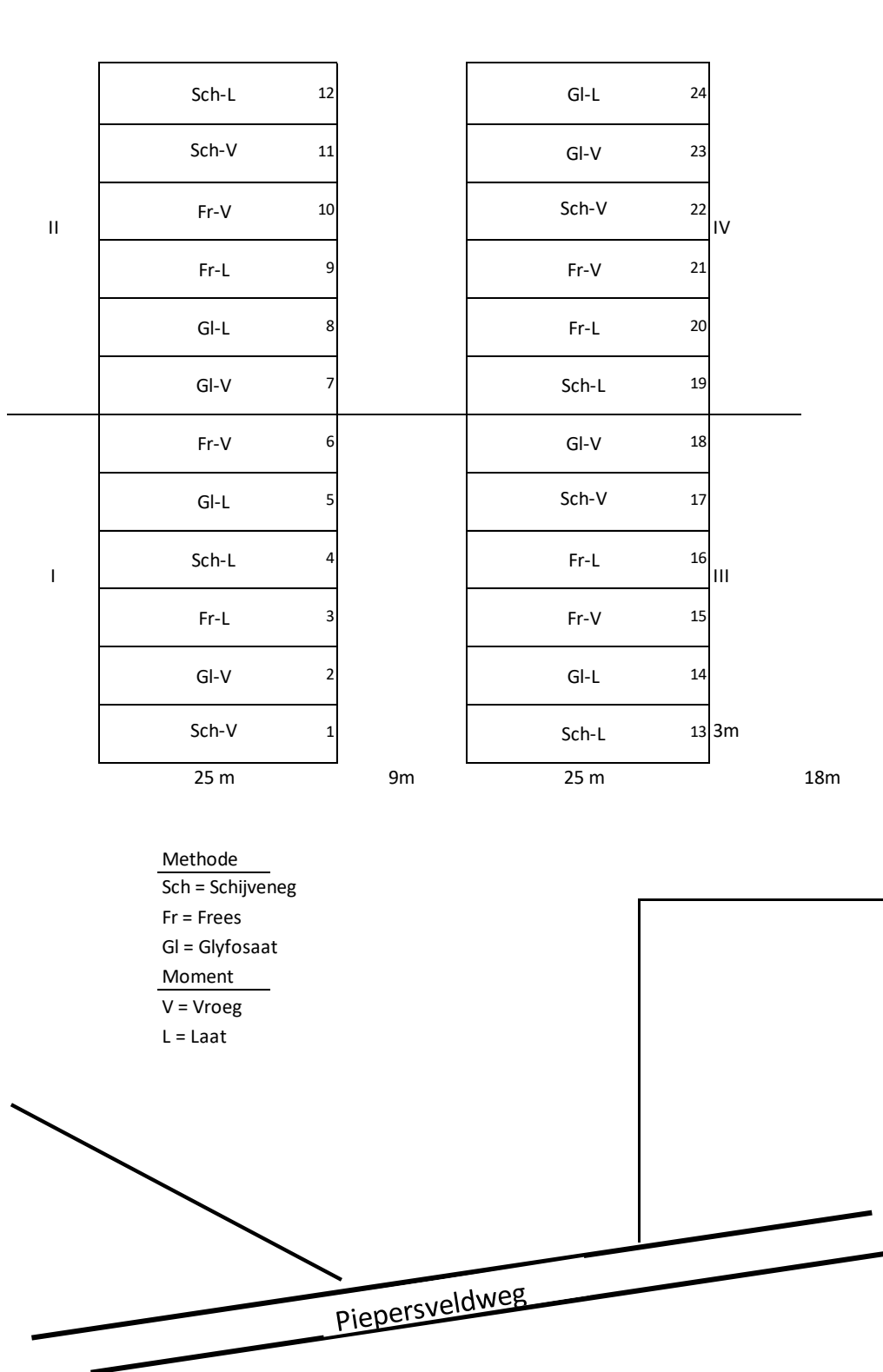
In dit onderzoek waren er geen verschillen in hoeveelheid bodem N-mineraal tussen mechanische vernietiging van het vanggewas en vernietiging met glyfosaat. Voor de praktijk betekent dit dat een verbod op gebruik van glyfosaat geen effect heeft op beschikbaarheid van stikstof voor het volggewas en daarmee op de maisopbrengst. Het effect van vernietigingsmethode op de hergroei van het vanggewas werd in dit onderzoek niet onderzocht met kwantitatieve metingen. Op basis van globale visuele beoordelingen bleek dat er bij geen van de behandelingen noemenswaardige hergroei van het vanggewas was na het zaaien van de mais. In beide jaren was het vanggewas echter matig ontwikkeld. De geschatte bovengrondse biomassa varieerde van 300-400 kg droge stof per ha begin maart tot 600-750 kg droge stof per ha begin april. Bij een massaal ontwikkeld vanggewas zouden de verschillen in hoeveelheid bodem N-mineraal als gevolg van grotere vochtonttrekking en tragere mineralisatie met name tussen vroeg en laat vernietigen mogelijk groter kunnen zijn en over een langere periode spelen. Daarnaast is bij een massaler ontwikkeld vanggewas de kans op hergroei van het vanggewas bij mechanische vernietiging groter dan bij vernietiging met glyfosaat omdat het vanggewas minder goed onder geploegd kan worden. Er moet dan bij mechanische vernietiging extra gelet worden op het voldoende verkleinen van het gewas, bijvoorbeeld door het eerst te klepelen.

Literatuur

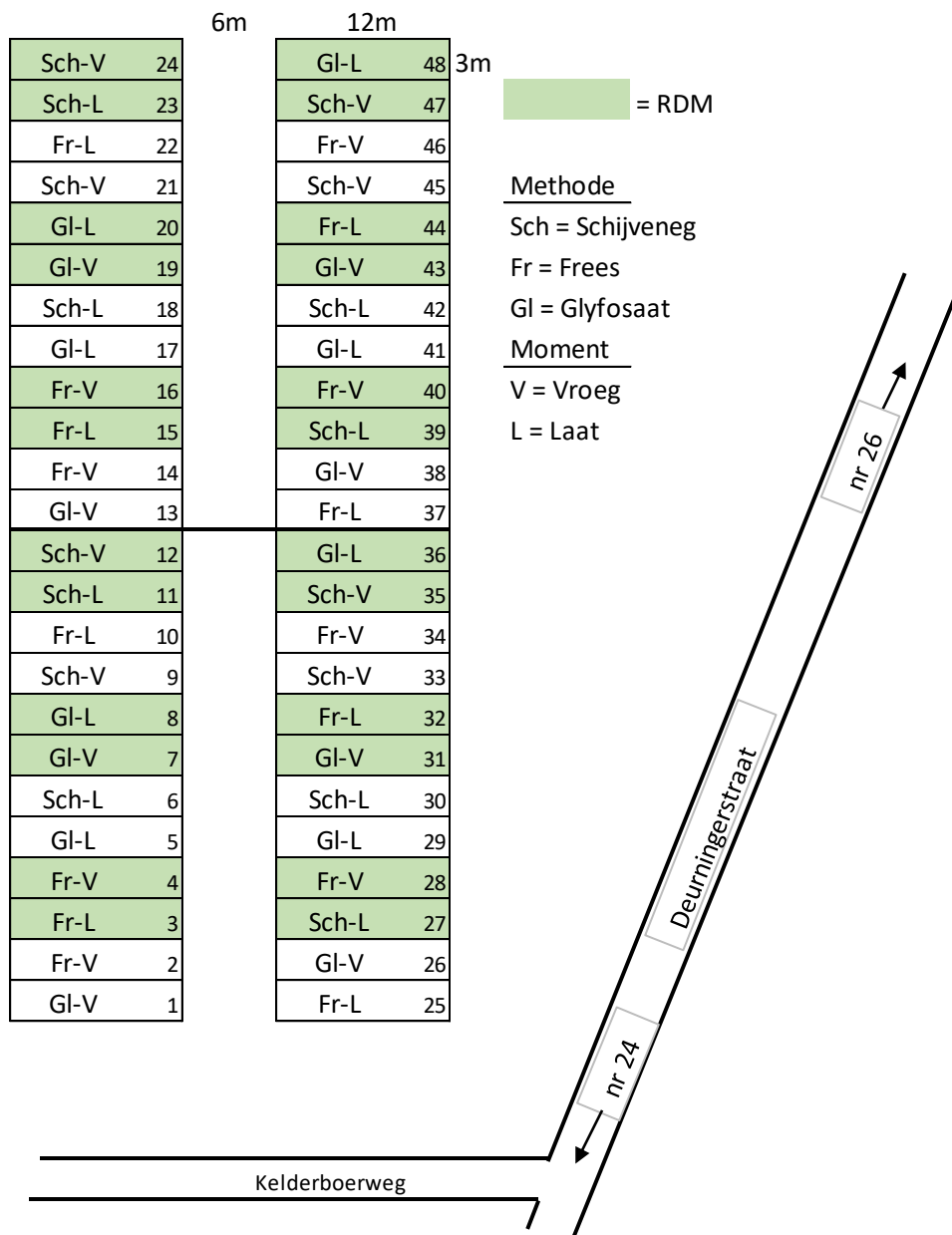
- Fraters, B., A.E.J. Hooijboer, A. Vrijhoef, A.C.C. Plette, N. van Duijnhoven, J.C. Rozemeijer, M. Gosseling, C.H.G. Daatselaar, J.L. Roskam en H.A.L. Begeman. 2020. Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2016-2019) en trend (1992-2019) : De Nitraatrapportage 2020 met de resultaten van de monitoring van de effecten van de EU Nitraatrichtlijn actieprogramma's. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven. RIVM rapport 2020-0121.
- Genstat Twenty-second Edition. 2022. www.vsni.co.uk, VSN International Ltd.
- Schröder, J.J., W. van Dijk en W.J.M. de Groot. 1996. Effects of cover crops on the nitrogen fluxes in a silage maize production system. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, Volume 44: 293-315.
- Van Geel, W. en H. Verstegen. 2023. Stikstofvanggewassen verlagen nitraatgehalte grondwater. Wageningen University & Research | Open Teelten, Lelystad. Publicatie De Groenbemesterdag.

Bijlage 1 Schematisch overzicht proefvelden

Proefveld 2021



Proefveld 2022



Bijlage 2 Bodem N-mineraal voorraden (kg N/ha) per laag

2021

Datum	Laag (cm)	Schijveneg	Vernietigingsmethode			Vroeg	Tijdstip	
			Frees	Glyfosaat	LSD-waarde ($p < 0.005$)		Laat	LSD-waarde ($p < 0.005$)
12 maart	0-30	2.6	2.6	3.0	1.65	2.8	2.8	1.35
	30-60	2.5	4.6	4.3	2.32	3.3	4.3	1.89
	0-60	5.1	7.3	7.3	3.36	6.0	7.1	2.75
14 april	0-30	3.5 ^a	8.8 ^b	4.6 ^a	2.41	8.4 ^b	2.8 ^a	1.97
	30-60	2.0 ^a	5.4 ^b	3.5 ^{ab}	2.06	4.4 ^b	2.8 ^a	1.68
	0-60	5.5 ^a	14.1 ^b	8.1 ^a	3.14	12.8 ^b	5.7 ^a	2.56
11 mei	0-30	71.6	75.1	74.8	40.17	71.1	76.6	32.80
	30-60	4.8	7.4	6.6	4.49	7.8	4.8	3.67
	0-60	76.4	82.5	81.4	40.27	78.8	81.3	32.88
27 mei	0-30	80.9	99.0	77.1	32.02	94.5	76.8	26.14
	30-60	10.9 ^a	14.5 ^{ab}	19.9 ^b	5.87	16.8	13.3	4.79
	0-60	91.8	113.5	97.0	34.84	111.3	90.2	28.45
29 juni	0-30	108.8	88.1	82.6	28.88	91.0	95.3	23.58
	30-60	35.4	39.5	35.0	9.23	38.8	34.5	7.54
	0-60	144.1	127.6	117.6	30.79	129.8	129.8	25.14

2022

Datum	Laag (cm)	Schijveneg	Vernietigingsmethode			Vroeg	Tijdstip		Normaal	Bemesting	
			Freese	Glyfosaat	LSD-waarde ($p < 0.005$)		Laat	LSD-waarde ($p < 0.005$)		Laag	LSD-waarde ($p < 0.005$)
11 maart	0-30	3.4	4.9	4.4	2.011	3.5	5.0	1.642	4.6	3.9	1.642
	30-60	2.6 ^a	4.8 ^b	3.0 ^{ab}	1.954	3.9	3.0	1.595	2.8	4.1	1.595
	0-60	6.1 ^a	9.7 ^b	7.4 ^{ab}	2.782	7.4	8.0	2.271	7.4	8.0	2.271
13 april	0-30	5.8	6.8	5.2	2.105	9.7 ^b	2.2 ^a	1.718	6.3	5.5	1.718
	30-60	5.8 ^b	5.7 ^b	4.4 ^a	1.307	8.4 ^b	2.1 ^a	1.068	5.5	5.0	1.068
	0-60	11.5	12.5	9.6	3.045	18.1 ^b	4.3 ^a	2.487	11.8	10.6	2.487
11 mei	0-30	51.8	54.1	46.2	8.14	56.0 ^b	45.4 ^a	6.64	72.5 ^b	28.9 ^a	6.64
	30-60	15.4	15.5	13.9	3.063	19.0 ^b	10.8 ^a	2.501	19.3 ^b	10.6 ^a	2.501
	0-60	67.2 ^{ab}	69.6 ^b	60.2 ^a	8.99	75.0 ^b	56.2 ^a	7.34	91.8 ^b	39.5 ^a	7.34
7 juni	0-30	68.3	68.5	66.9	7.67	71.1 ^b	64.7 ^a	6.26	84.5 ^b	51.4 ^a	6.26
	30-60	39.3	35.0	37.9	5.53	42.9 ^b	32.0 ^a	4.52	45.8 ^b	29.1 ^a	4.52
	0-60	107.6	103.6	104.8	11.42	114.0 ^b	96.7 ^a	9.32	130.2 ^b	80.5 ^a	9.32
12 juli	0-30	34.4	29.2	32.9	7.67	29.8	34.5	6.26	37.1 ^b	27.2 ^a	6.26
	30-60	39.8	34.1	42.2	9.59	39.7	37.8	7.83	41.6	35.8	7.83
	0-60	74.3	63.3	75.1	12.99	69.4	72.3	10.61	78.7 ^b	63.0 ^a	10.61

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



Wageningen Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wur.nl/livestock-research

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

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 Wageningen Research 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 10.000 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.

