



---

# Het effect van tijdstip en methode van vernietigen van gras op hergroei van gras en wortelonkruiden, gewasproductie en risico's van N-verliezen bij de teelt van het volggewas poot aardappelen

Resultaten veldonderzoek 2020-2023

Wim van Dijk & Harm de Boer





---

# Het effect van tijdstip en methode van vernietigen van gras op hergroei van gras en wortelonkruiden, gewasproductie en risico's van N-verliezen bij de teelt van het volggewas pootaardappelen

Resultaten veldonderzoek 2020-2023

Wim van Dijk<sup>1</sup> & Harm de Boer<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Delphy B.V.

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Research (WR) in opdracht van de provincie Drenthe

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

Wageningen, mei 2024

---

Rapport WPR-1337

---

Van Dijk, W. en De Boer, H., 2024. Het effect van tijdstip en methode van vernietigen van gras op de hergroei van gras en wortelonkruiden, gewasproductie en de risico's van N-verliezen bij de teelt van het volgewas pootaardappelen. Wageningen Research, Rapport WPR-1337, 43 blz.; 12 fig.; 8 tab.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/658394>

Samenvatting: Bij gezamenlijk grondgebruik van melkveehouders en akkerbouwers is tijdelijk grasland vaak onderdeel van de vruchtwisseling. Het grasland wordt in het voorjaar doorgaans vernietigd door een bespuiting met glyfosaat gevolgd door een kerende grondbewerking. Op maatschappelijk en politiek vlak groeit echter de weerstand tegen het gebruik van glyfosaat. Daarom is onderzocht of het vroeg mechanisch onderwerken van de graszode (al in de winter) een alternatief kan zijn voor het gebruik van glyfosaat en welke gevolgen dat heeft voor gewasopbrengst en de risico's van stikstofverliezen bij het volgewas pootaardappelen.

Trefwoorden: glyfosaat, vernietigingstijdstip graszode, stikstofverliezen, tijdelijk grasland

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; [www.wur.eu/plant-research](http://www.wur.eu/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-1337

Foto omslag: wintervoorploegen van grasland (eigendom Geertje Enting)

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doel	9
<b>2 Materiaal en methode</b>	<b>11</b>
2.1 Gewarde blokkenproeven	11
2.1.1 Proefopzet blokkenproeven	11
2.1.2 Waarnemingen blokkenproeven	13
2.2 Satellietproeven	14
2.2.1 Opzet satellietproeven	14
2.2.2 Waarnemingen satellietproeven	14
2.3 Weer	16
<b>3 Resultaten</b>	<b>19</b>
3.1 Hergroei gras en meerjarige onkruiden na vernietigen	19
3.2 Gewasontwikkeling en -productie	21
3.2.1 Dronebeelden gewas	21
3.2.2 Opbrengst en N-opname pootaardappelen	22
3.3 Minerale bodem-N	24
3.3.1 Blokkenproeven	24
3.3.2 Satellietproeven	27
3.4 N-balans	29
<b>4 Discussie en conclusies</b>	<b>31</b>
4.1 Discussie	31
4.2 Conclusies	32
<b>Bijlage 1 Resultaten drone-opnamen (waarden voor de gewasindexen WVDI<sub>g</sub> en CIR<sub>ed</sub>) bij de blokkenproeven</b>	<b>35</b>
<b>Bijlage 2 Opbrengst en stikstofopname van de pootaardappelen in de blokkenproeven</b>	<b>36</b>
<b>Bijlage 3 Opbrengst en stikstofopname van de pootaardappelen in de satellietproeven</b>	<b>37</b>
<b>Bijlage 4 Minerale bodem-N (kg/ha) in de blokkenproeven</b>	<b>38</b>
<b>Bijlage 5 Minerale bodem-N (kg/ha) in de satellietproeven</b>	<b>41</b>



---

# Samenvatting

Bij gezamenlijk grondgebruik van melkveehouders en akkerbouwers is tijdelijk grasland vaak onderdeel van de vruchtwisseling. In Drenthe betekent dit vaak dat er aardappelen worden geteeld na grasland. Het grasland wordt in het voorjaar doorgaans vernietigd door een bespuiting met glyfosaat gevolgd door een kerende groundbewerking. Op maatschappelijk en politiek vlak groeit echter de weerstand tegen het gebruik van glyfosaat. Daarom is onderzocht of het vroeg mechanisch onderwerken van de graszode (al in de winter) een alternatief kan zijn voor het gebruik van glyfosaat.

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode 2020-2023 en bestond uit een combinatie van veldproeven (gewarde blokkenproeven) en strokenvergelijkingen op praktijkpercelen (hierna satellietproeven genoemd). In de blokkenproeven is op vier tijdstippen de graszode enkel mechanisch vernietigd (frezen + ploegen): in december, januari, februari en maart. Als referentie was er een object waarbij de graszode in maart is vernietigd door deze eerst dood te spuiten met glyfosaat en na afsterving te frezen en ploegen. In de satellietproeven is mechanisch vernietigen in januari vergeleken met mechanisch vernietigen in maart en de referentie chemisch en mechanisch vernietigen in maart.

## Hergoei van gras en gewasontwikkeling

In het algemeen gaf de combinatie van chemisch en mechanisch vernietigen van de graszode de minste hergroei van gras vanuit de ondergewerkte zode. Binnen de objecten, waarbij de graszode enkel mechanisch is vernietigd, was er soms wel een tendens zichtbaar dat vroeger vernietigen minder hergroei van gras gaf. Dit was in één van de vier blokkenproeven die zijn beoordeeld significant. In deze proef was er bij mechanisch vernietigen in december en januari minder hergroei (vergelijkbaar met de referentie chemisch en mechanisch vernietigen in maart) dan bij mechanisch vernietigen in februari en maart. Bij de satellietproeven was in één van de twee jaren waarin een beoordeling plaatvond de hergroei van gras minder bij vroeger vernietigen. Het vroege vernietigingsmoment vond in dat jaar echter pas in februari plaats.

Tijdens het groeiseizoen zijn gewasopnamen gemaakt met een drone. De hieruit afgeleide gewasindexen lieten geen duidelijke verschillen zien tussen de objecten.

## Opbrengst en N-opname aardappelen

In de blokkenproeven zijn geen duidelijke verschillen in knolopbrengst van de pootaardappelen waargenomen tussen de verschillende tijdstippen en methode van vernietigen van de graszode. Bij de stikstofopname in de knol was dat wel het geval. Bij het object chemisch + mechanisch vernietigen in maart was de stikstofopname significant hoger dan bij mechanisch vernietigen in december, januari en februari. Er zijn geen significante verschillen in stikstofopname gevonden tussen mechanisch en chemisch + mechanisch vernietigen van de graszode in maart.

Gemiddeld over de satellietproeven was zowel de knolopbrengst als de N-opname in de knollen bij het object waarbij de graszode in januari is vernietigd het hoogst. Bij de opbrengst was het verschil met het object waarbij de graszode in maart gecombineerd chemisch en mechanisch is vernietigd significant, bij de N-opname was dat het geval met het verschil met het object waarbij de graszode in maart mechanisch is vernietigd. Het verschil werd vooral veroorzaakt door de satellietproeven in 2020, waarbij door omstandigheden pas laat (half april) kon worden vernietigd waardoor het vrijkomen van N uit de graszode mogelijk te laat op gang kwam.

## Verloop minerale bodem-N ( $N_{\min}$ )

De blokkenproeven lieten zien dat het vroeg vernietigen van de graszode in de winter (dec, jan en feb) leidde tot een stijging van de hoeveelheid  $N_{\min}$  gedurende de winter ten opzichte van vernietigen in maart. In maart was de hoeveelheid  $N_{\min}$  in de laag 0-30 cm-mv bij vernietigen in december, januari en februari, respectievelijk, 25, 30 en 16 kg N per ha hoger dan bij vernietigen in maart. Wat betreft het risico op uitspoeling van stikstof is vooral de hoeveelheid minerale stikstof in de diepere bodemlagen van belang. In de laag 30-90 cm-mv was de hoeveelheid  $N_{\min}$  bij vernietigen in de december, januari en februari, respectievelijk, 20, 17 en 8 kg N per ha hoger dan bij vernietigen in maart. Bij vernietigen in februari was het verschil in  $N_{\min}$  in de laag 30-90 cm-mv met vernietigen in maart significant lager dan bij vernietigen in december en januari. Bij het object waarbij het gras in december is vernietigd leek de hoeveelheid  $N_{\min}$  in het

---

voorjaar hoger te zijn bij een hogere leeftijd van het gras. Bij de objecten, waarbij het gras in januari en februari is vernietigd, was dit echter niet het geval.

Bij de satellietproeven was bij vroeg vernietigen van de graszode in januari de hoeveelheid  $N_{min}$  in het voorjaar hoger dan bij vernietigen in maart. In de laag 0-30 cm-mv en 30-90 cm-mv was de hoeveelheid  $N_{min}$ , respectievelijk, 29 en 8 kg N per ha hoger dan bij vernietigen in maart. Gemiddeld over alle satellietproeven was dit effect voor de laag 0-30 cm-mv significant, voor de laag 30-90 cm-mv niet. Er was geen duidelijke relatie met de leeftijd van het grasland.

Zowel de bij de blokkenproeven als de satellietproeven werden na afloop van de aardappelteelt (na de oogst in september en in december) geen duidelijke verschillen in  $N_{min}$  waargenomen bij de verschillende tijdstippen van vernietigen van de graszode. De aanvankelijke in het voorjaar waargenomen verschillen werden niet teruggevonden in de herfst.



---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Bij gezamenlijk grondgebruik van melkveehouders en akkerbouwers is tijdelijk grasland vaak onderdeel van de vruchtwisseling. Na de graslandperiode wordt dan een akkerbouwgewas geteeld. In Drenthe betekent dit vaak dat er aardappelen worden geteeld na grasland. Het grasland wordt in het voorjaar doorgaans vernietigd door een bespuiting met glyfosaat gevolgd door een kerende grondbewerking. Een goede vernietiging is nodig omdat een onvoldoende afgestorven graszode tot praktische problemen leidt bij het poten en rooien van de aardappelen (de graszode komt weer boven bij poten en groeit daarna verder, graspollen/wortels worden mee gerooid). Op maatschappelijk en politiek vlak groeit echter de weerstand tegen het gebruik van glyfosaat. In het project 'Samen boeren voor Drentse bodem' geven de boeren aan dat zij denken te kunnen werken zonder glyfosaat als zij de graszode eerder in het jaar kunnen onderwerken.

Van 2020-2023 is het systeem van 'wintervoorploegen' zonder gebruik van glyfosaat daarom onderzocht. Bij wintervoorploegen wordt de graszode in de winter (vóór de wettelijk toegestane datum van 1 februari) gefreesd en geploegd. De verwachting is dat hoe langer het land na ploegen onbewerkt blijft liggen hoe minder aan de graszode gebonden onkruiden zich zullen vestigen. Ook is de verwachting dat hierdoor minder hergroei van gras zal optreden. Het gevolg is dat er dan mogelijk geen glyfosaat meer nodig is om een goede afsterving te realiseren. Een mogelijk ander voordeel is dat de stikstof (N) die is vastgelegd in de graszode eerder beschikbaar komt voor de aardappelen (of andere volggewassen) waardoor de aardappel beter in staat is deze op te nemen en er geen extra N hoeft te worden gegeven in de vorm van meststoffen. Anderzijds is er het risico dat dat wanneer de N vroeg vrijkomt uit de zode, met name onder natte omstandigheden in de winter en vroege voorjaar, er een verhoogd risico op ongewenste nitraatuitspoeling kan ontstaan.

Vanuit de praktijk wordt aangegeven dat dit minimaal een maand moet duren.

Vanwege de wettelijke regels mag op zandgrond de graszode momenteel pas vanaf 1 februari worden vernietigd, waardoor een vernietigingssysteem zonder inzet van glyfosaat gebaseerd op een vroeger scheurmoment dan 1 februari niet is toegestaan. Van 2020 tot en met 2023 is daarom veldonderzoek uitgevoerd om de effecten van een vroeger scheurmoment te onderzoeken.

## 1.2 Doel

Het onderzoek kende twee doelstellingen:

- Nagaan of het tijdstip en de methode (weglaten van glyfosaatbehandeling) van vernietigen van de graszode effect heeft op de vertering van de zode en eventuele hergroei van gras en wortelonkruiden in het volggewas aardappelen.
- Nagaan of het risico op N-uitspoeling toeneemt wanneer het grasland al vóór 1 februari wordt vernietigd in plaats van in het voorjaar en nagaan wat het effect is van eerder vernietigen op de benutting van N door het volggewas.



---

## 2 Materiaal en methode

Het onderzoek bestond uit een combinatie van gewarde blokkenproeven in 2021, 2022 en 2023 en strokenvergelijkingen op praktijkpercelen in 2020, 2022 en 2023, hierna satellietproeven genoemd.

### 2.1 Gewarde blokkenproeven

#### 2.1.1 Proefopzet blokkenproeven

In zowel 2021, 2022 en 2023 zijn jaarlijks op twee locaties gewarde blokkenproeven uitgevoerd (totaal zes proeven in 3 herhalingen), waarin de volgende objecten met elkaar zijn vergeleken:

- A. Mechanisch vernietigen graszode in december
- B. Mechanisch vernietigen graszode in januari
- C. Mechanisch vernietigen graszode in februari
- D. Mechanisch vernietigen graszode in maart
- E. Eerst chemisch (glyfosaat) en vervolgens mechanisch vernietigen graszode in maart (referentie)

Het laatste object (object E) komt overeen met de huidige praktijk, namelijk in het voorjaar chemisch vernietigen van de graszode met glyfosaat gevolgd door een mechanische vernietiging. Daarnaast is een drietal vroegere vernietigingsstippen meegenomen, namelijk in december (object A), januari (object B) en februari (object C). Op alle drie tijdstippen is de zode mechanisch vernietigd zonder gebruik van glyfosaat. Het object C is mede opgenomen om na te gaan of het vroeger vernietigen perse vóór 1 februari (het tijdstip waarop vernietigen nu toegestaan is) nodig is. Bij het vernietigen in maart is ook een object toegevoegd, waarbij de zode enkel mechanisch is vernietigd (object D) om het effect van tijdstip van vernietigen en de methode waarop, enkel mechanisch of chemisch gevolgd door mechanisch, van elkaar te scheiden. Het geeft bovendien antwoord op de vraag of het doodspuiten bij laat vernietigen eventueel kan worden weggelaten zonder het tijdstip van vernietigen te vervroegen.

Het mechanisch vernietigen vond bij alle objecten (dus ook object E) plaats door het grasland eerst te frezen en vervolgens te ploegen. Bij de objecten, waarbij de graszode vroeg is vernietigd (objecten A, B en C) is dus ook al vroeg geploegd (wintervoorploegen). In het object, waarbij het grasland voorafgaand aan het frezen/ploegen eerst is doodgespoten (object E), heeft de bespuiting in de eerste helft van maart plaatsgevonden (Tabel 2.1) en is de mechanische vernietiging minimaal 12 dagen na het doodspuiten uitgevoerd (Tabel 2.1).

Voor het vernietigen van de graszode vóór de wettelijk toegestane datum zijn ontheffingen verleend door het ministerie van LNV.



**Figuur 2.1** Het frezen van het grasland voorafgaand aan het ploegen (op sommige proefpercelen is het frezen en ploegen in één werkgang gedaan).

Na het vernietigen van de graszode zijn poot aardappelen geteeld. Dit gewas is niet met organische mest of kunstmeststikstof bemest om de benutting van de vrijgekomen stikstof uit de graszode zo goed mogelijk te kunnen vaststellen. Er is wel een fosfaat- en kalibemesting gegeven in de vorm van minerale meststoffen (Tabel 2.1).

In Tabel 2.2 zijn enkele gegevens m.b.t. bodemvruchtbaarheid weergegeven van de proefpercelen. Voor het perceel in Bruntinge waren deze niet beschikbaar.

**Tabel 2.1** Relevante bewerkingen voorafgaand en tijdens de aardappelteelt bij de gewarde blokkenproeven in 2021, 2022 en 2023.

	2021		2022		2023 <sup>1</sup>	
	Eursinge	Bruntinge	Nooitgedacht	Anderen	Nooitgedacht	Anderen
<b>Frezen</b>						
December	2 dec	2 dec	16 dec	15 dec	24 dec	24 dec
Januari	5 jan	5 jan	15 jan	15 jan	28 jan	28 jan
Februari	6 feb	6 feb	10 feb	11 feb	23 feb	23 feb
Maart/april	15 april	12 april	22 maart	21 maart	17 maart	17 maart
<b>Ploegen</b>						
December	4 dec	4 dec	16 dec	15 dec	24 dec	24 dec
Januari	5 jan	5 jan	15 jan	15 jan	28 jan	28 jan
Februari	6 feb	6 feb	10 feb	11 feb	23 feb	23 feb
Maart/april	24 april	20 april	22 maart	21 maart	17 maart	17 maart
<b>Doodspuiten gras<sup>2</sup></b>						
Tijdstip	3 maart	3 maart	9 maart	9 maart	3 maart	3 maart
Dosering glyfosaat (L/ha)	4	4	3	3	3	3
<b>Poten aardappelen</b>						
	26 april	21 april	29 april	29 april	5 mei	5 mei
<b>Bemesting</b>						
Kg N/ha			17	17		
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	98	35	51	51		
kg K <sub>2</sub> O/ha	254	295	300	300	300	300
<b>Loof doodspuiten</b>						
	3 aug	2 aug	1 sept	8 sept	15 sept <sup>3</sup>	15 sept
<b>Eindoogst</b>						
	8 sept	31 sept	21 sept	21 sept	4 okt	4 okt

<sup>1</sup> Gegevens t/m april 2023.

<sup>2</sup> Alleen object E (chemische vernietiging graszode in maart).

<sup>3</sup> Plus loofklappen op 23 september.

**Tabel 2.2** Perceelsgegevens van de proefpercelen waarop de gewarde blokkenproeven hebben gelegen.

	2021		2022		2023	
	Eursinge	Bruntinge	Nooitgedacht	Anderen	Nooitgedacht	Anderen
Leeftijd grasland	2	4	2	5	4	6
Bodemvruchtbaarheid <sup>1</sup>						
pH-CaCl <sub>2</sub>	5,1		5,0	4,6	4,9	5,0
Organische stof, %	7,3		5,3	5,2	4,5	5,1
PAL	16		38	63	64	72
P-CaCl <sub>2</sub>	0.5		1,5	4,6	5,2	4,7
Pw	13		32	65	66	66
K-getal	14		18	16	17	

<sup>1</sup> bodemvruchtbaarheidsmonsters zijn in Nooitgedacht en Anderen genomen op het deel van het perceel, waarop de proef heeft gelegen, in Eursinge was dat niet het geval en betreft het een monster van het gehele perceel; in Bruntinge was geen monster genomen en was ok geen recente analyse beschikbaar.

## 2.1.2 Waarnemingen blokkenproeven

### Aardappelooft

In alle proeven is bij de eindooft de aardappelopbrengst bepaald via een proefooft van 10 strekkende meters (totaal 7,5 m<sup>2</sup>) per veldje. Van de geoogte aardappelen is de sortering bepaald (< 28 mm, 28-35 mm, 35-45 mm, 45-55 mm en > 55mm). Vervolgens is een representatief submonster genomen voor bepaling van het drogestof- en stikstofgehalte van de knollen.

In 2022 en 2023 is voorafgaand aan het doodspuiten van het loof de opbrengst van het loof bepaald. Dit is gedaan door 2 strekkende meters (totaal 1,5 m<sup>2</sup>) het loof af te snijden en te wegen. Bij de oogst is een submonster genomen voor bepaling van het drogestof- en N-gehalte van het loof. Dit is gedaan, omdat bij pootaardappelen veel N in het loof achterblijft.

### Metingen minerale bodem-N

De risico's van uitspoeling zijn bepaald via meting van de minerale bodem-N (N<sub>min</sub>) in drie lagen (0-30, 30-60 en 60-90 cm -mv) op verschillende tijdstippen:

- Voor vernietigen graszode december
- Voor vernietigen graszode in januari
- Voor vernietigen graszode in februari
- Voor vernietigen graszode in maart
- Na oogst aardappelen (september)
- Aanvang winter (begin december)

### Overige waarnemingen

#### Onkruidontwikkeling

In 2022 en 2023 is op een aantal momenten een beoordeling gedaan met betrekking tot de ontwikkeling van onkruiden: vlak voor opkomst, rond sluiten van het gewas en na de loofdoding. Bij de beoordeling is vooral gekeken naar hergroei van gras uit de ondergewerkte zode en overblijvende wortelonkruiden vanuit de vernietigde graszode (zoals kweekgras, paardenbloem, veenwortel en ridderzuring). Eenjarige onkruiden worden niet bestreden met het chemisch of mechanisch vernietigen van de graszode en zijn daarom niet meegenomen. Wat het meest voorkomt zijn grassen, paardenbloem, veenwortel, kweek, ridderzuring en andere wortelonkruiden.

Bij de beoordeling is gewerkt met een schaal van 1 tot 10, waarbij 10 betekent dat er geen onkruid groeit en waarbij 1 betekent dat het onkruid het gewas overwoekert. Bij een score lager dan een 6 is het gras of onkruid niet goed bestreden en kan dit schade geven aan de groei van het gewas en/of problemen geven bij het rooien.

#### Dronebeelden gewas

In 2022 en 2023 zijn met drones gewasopnamen gemaakt met als doel om na te gaan of het tijdstip en methode van vernietiging van de graszode hebben geleid tot verschillen in gewasontwikkeling. De planning was op drie momenten een droneopname te maken: 1) bij sluiten gewas, 2) rond de langste dag, 3) richting moment loofvernietiging. In 2023 vielen de momenten 1 en 2 praktisch samen en zijn daarom in totaal maar

---

op twee momenten droneopnamen gemaakt. In 2022 zijn wel op drie momenten de gewasopnamen gemaakt.

Uit de camerabeelden zijn vervolgens een aantal gewasindexen berekend:

- WDVig: deze index heeft een waarde tussen 0 en 1 en is een maat voor de mate van grondbedekking en biomassaontwikkeling.
- CIred: deze index heeft een waarde tussen 0 en 100 en geeft een inschatting voor de hoeveelheid chlorofyl. Door WUR is voor aardappelen t.b.v. de bijbemesting een rekenregel ontwikkeld die de CIred-index vertaalt naar de N-inhoud van de bovengrondse delen van de aardappelen. Deze rekenregel is alleen geldig in de periode van ca 50% gewassluiting tot aan de bloei, normaliter is dat tussen circa begin juni tot uiterlijk half juli.

## 2.2 Satellietproeven

In 2020, 2022 en 2023 zijn op praktijkpercelen satellietproeven uitgevoerd in de vorm van strokenvergelijkingen; op 3 percelen in 2020 en op 5 percelen in 2022 en 2023, totaal dus 13 proeven. In 2021 zijn geen satellietproeven uitgevoerd.

### 2.2.1 Opzet satellietproeven

In de satellietproeven zijn de volgende objecten met elkaar vergeleken:

- Mechanisch vernietigen graszode in januari.
- Mechanisch vernietigen graszode in maart/april.
- Chemisch (glyfosaat) gevolgd door mechanisch vernietigen gras in maart/april (referentie).

Per perceel zijn de behandelingen in enkelvoud aangelegd. Na het vernietigen van de graszode zijn pootaardappelen geteeld. Gegevens over tijdstippen van bewerkingen en bemestingen zijn weergegeven in Tabel 2.3. In Tabel 2.4 zijn enkele gegevens m.b.t. bodemvruchtbaarheid weergegeven van de satellietpercelen.

### 2.2.2 Waarnemingen satellietproeven

#### **Aardappeloogst**

Bij de eindoogst is de aardappelopbrengst bepaald door per strook op drie plekken een proefoogst uit te voeren van 10 strekkende meters (totaal 7,5 m<sup>2</sup> per oogstplek). Van de geoogste aardappelen is de sortering bepaald (< 28 mm, 28-35 mm, 35-45 mm, 45-55 mm en > 55mm). Vervolgens is een submonster (verdeeld over de sorteringen) genomen voor bepaling van het drogestof- en N-gehalte van de knollen. Bij satellietproeven 4 en 5 is door een te late communicatie niet gelukt om een eindoogst uit te voeren.

#### **Metingen minerale bodem-N**

De risico's van uitspoeling zijn bepaald via meting van de minerale bodem-N ( $N_{min}$ ) in drie lagen (0-30, 30-60 en 60-90 cm -mv) op verschillende tijdstippen:

- Voor vernietigen graszode in januari
- Voor vernietigen graszode in maart
- Na oogst aardappelen (september)
- Aanvang winter (begin december)

#### **Overige waarnemingen**

Bij de satellietproeven is in zowel 2022 als 2023, evenals in de blokkenproeven, rond opkomst van de aardappelen en na loofdoding een beoordeling gedaan met betrekking tot hergroei van het ondergewerkte gras en aanwezigheid van aan het gras gerelateerde wortelonkruiden (o.a. kweekgras, paardenbloem, veenwortel en ridderzuring).



**Tabel 2.3** Relevante bewerkingen voorafgaand en tijdens de aardappelteelt bij de satellietproeven in 2020, 2022 en 2023.

	2020			2022					2023				
	Wijster1	Wijster2	Wijster3	Wijster1	Wijster2	Schoonloo	Nooitgedacht	Anderen	Elp	Schoonloo <sup>1</sup>	Noord-Sleen1	Noord-Sleen2	Noord-Sleen3
Frezen													
Januari	24/1	24/1	24/1	15/1	15/1	18/1	18/1	18/1	12/2	12/2	10/2	10/2	10/2
Maart/april	21/4	18/4	18/4	17/3	17/3	22/3	22/3	22/3	29/3				
Ploegen													
Januari	24/1	24/1	24/1	15/1	15/1	18/1	18/1	18/1	12/2	12/2	10/2	10/2	10/2
Maart/april	21/4	18/4	18/4	17/3	17/3	22/3	22/3	22/3	29/3				
Doodspuiten gras <sup>2</sup>													
Tijdstip	25/3	25/3	25/3	3/3	3/3	3/3	9/3	9/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3
Dosering glyfosaat (L/ha)	3	3	3	3	3	3,5	3	3	2,4	2,4	3,5	3,5	3,5
Poten aardappelen	21/4	20/4	20/4	1/5	1/5	4/5	29/4	29/4	29/4	vervallen	29/4	29/4	29/3
Bemesting										vervallen			
kg N/ha	4	4	4	7	7	8	17	17	8		4	4	4
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	12	12	12	24	24	24	51	51	24		14	14	14
kg K <sub>2</sub> O/ha	270	270	270	300	300	300	300	300	300		300	300	300
Loof doodspuiten	17/7	3/8	3/8	5/8	5/8	5/8	25/8	25/8	26/8	vervallen	21/8	21/8	21/8
Eindoogst <sup>3</sup>	18/8	28/8	28/8	30/8	30/8	7/10	21/9	20/9	12/9		28/8	28/8	28/8

<sup>1</sup> Is komen te vervallen door extreem natte omstandigheden in het vroege voorjaar.

<sup>2</sup> Alleen object E (chemische vernietiging graszode in maart).

<sup>3</sup> Tijdstip van proefoogst.

**Tabel 2.4** Perceelsgegevens van de praktijkpercelen waarop de satellietproeven hebben gelegen in 2020, 2022 en 2023.

	2020			2022					2023				
	Wijster1	Wijster2	Wijster3	Wijster1	Wijster2	Schoonloo	Nooitgedacht	Anderen	Elp	Schoonloo <sup>1</sup>	Noord-Sleen1	Noord-Sleen2	Noord-Sleen3
Leeftijd grasland	4	4	4	5	5	5	2	2	5	4	3	3	3
Bodemvruchtbaarheid <sup>2</sup>													
pH-CaCl <sub>2</sub>				5,2	5,6	5,1	5,2	5,1					
Organische stof, %	5,6	5,6	5,6	6,9	5,2	7,4	6,8	5,5					
PAL	86	35	35	31	47	33	40	38					
P-CaCl <sub>2</sub>				0,9	1,6	1,8	1,3	0,8					
Pw	82	24	24	24	38	30	32	27					
K-getal	14	12	12	6	7	11	20	9					

<sup>1</sup> Is komen te vervallen door te natte omstandigheden.

<sup>2</sup> Bodemvruchtbaarheidsmonsters zijn in 2022 genomen op het deel van het perceel, waarop de satellietproef heeft gelegen, in 2020 was dat niet het geval en betreft het gehele perceel. In 2023 zijn de monsters per abuis niet genomen.

## 2.3 Weer

In Figuur 2.2 is het verloop van de temperatuur en neerslag weergegeven gedurende de onderzoeksperiode. Hiervoor is gebruik gemaakt van beschikbare weerdata die zo dicht mogelijk bij de percelen zijn verzameld. Voor 2020 en 2021 betreft het gegevens van het KNMI-weerstation Hoogeveen en voor 2022 en 2023 gaat het om gegevens van proefbedrijf Kooijenburg in Marwijksoord. In Tabel 2.5 zijn tevens de gemiddelden gegeven voor de winterperiode (periode van gras vernietigen), het daaropvolgende groeiseizoen en de na-oogstperiode weergegeven.

De winters waren alle warmer dan normaal. De hoeveelheid neerslag was in de winters van 2020 en 2023 hoger dan normaal, terwijl in de andere twee winters deze vergelijkbaar (2021) of lager (2022) was dan de normaalwaarde.

Het groeiseizoen van 2020, 2022 en 2023 waren warmer dan normaal, terwijl het groeiseizoen van 2021 minder warm was dan normaal. De groeiseizoenen van 2020 en 2022 waren droog, terwijl de groeiseizoenen van 2021 en 2023 relatief nat waren.

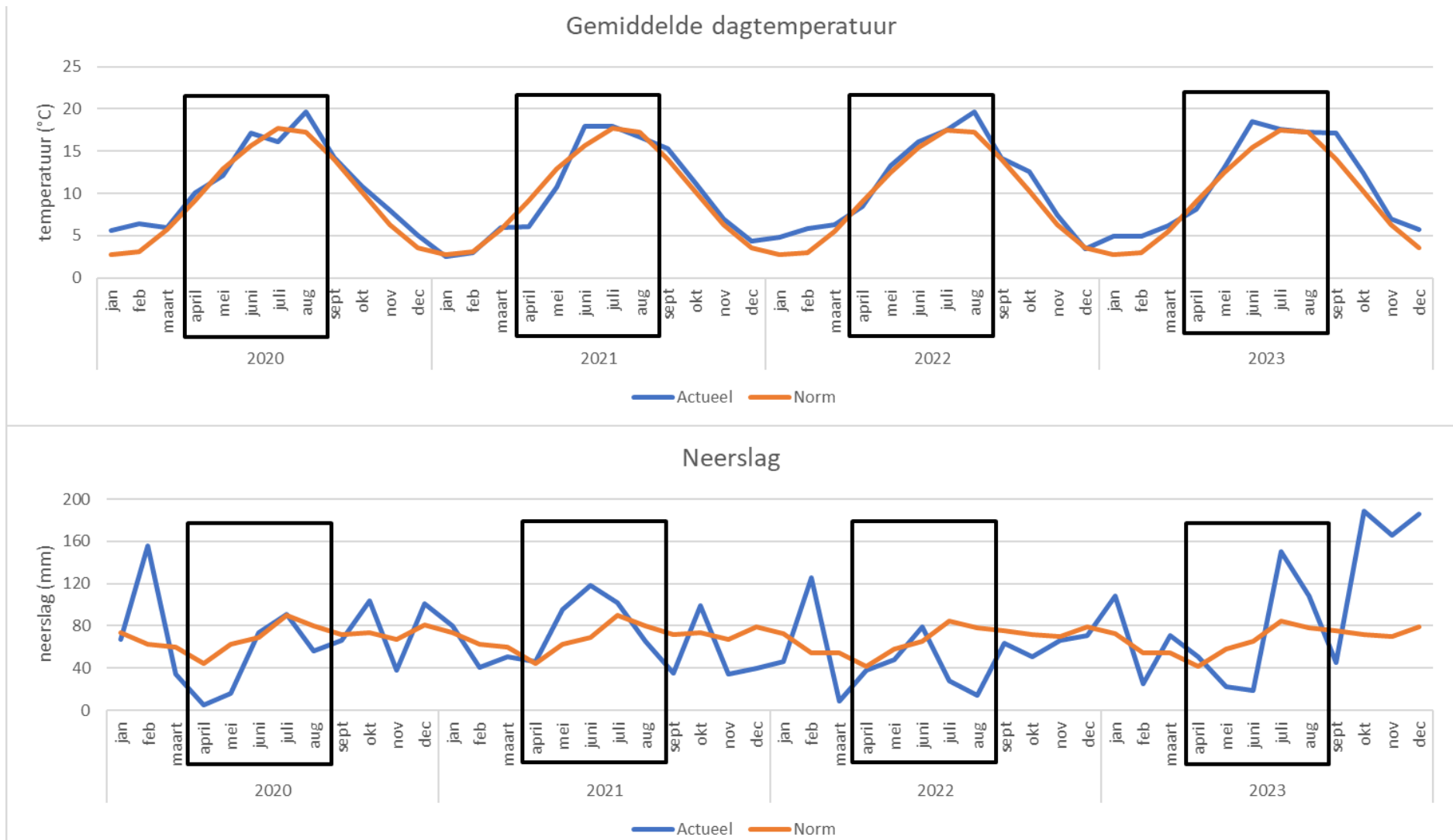
De herfst was in alle vier jaren warmer dan normaal. De hoeveelheid neerslag was in de herfst van 2021 en 2020 lager dan normaal, terwijl deze in 2020 deze vergelijkbaar was met de normaalwaarde en in 2023 duidelijk hoger was dan de normaalwaarde.

**Tabel 2.5** Gemiddelde dagtemperatuur en de neerslagsom in de periode dat het gras is gescheurd, het groeiseizoen en de na-oogstperiode in 2020, 2021, 2022 en 2023.

Jaar	Periode	Gemiddelde dagtemperatuur (°C)		Neerslagsom (mm)	
		Actueel	Normaal	Actueel	Normaal
2020 <sup>1</sup>	Jan t/m maart	6,0	3,9	257	196
	April t/m augustus	15,0	14,5	242	345
	September t/m november	11,1	10,2	208	212
2021 <sup>1</sup>	December t/m maart	4,1	3,8	272	278
	April t/m augustus	13,9	14,5	426	345
	September t/m november	11,2	10,2	168	212
2022 <sup>2</sup>	December t/m maart	5,3	3,7	221	261
	April t/m augustus	15,0	14,3	207	326
	September t/m november	11,4	10,2	181	217
2023 <sup>2</sup>	December t/m maart	4,9	3,7	275	261
	April t/m augustus	14,9	14,3	350	326
	September t/m november	12,2	10,2	399	217

<sup>1</sup> Actueel en Normaal (1991-2020): gegevens KNMI-weerstation Hoogeveen.

<sup>2</sup> Actueel: gegevens proefbedrijf Kooijenburg in Marwijksoord; Normaal (1991-2020): gegevens KNMI-weerstation Eelde.



**Figuur 2.2** Verloop van de gemiddelde dagtemperatuur (°C) en hoeveelheid neerslag (mm) per maand in de onderzoeksperiode (2020 en 2021: KNMI weerstation Hoogeveen; 2022 en 2023: actuele data afkomstig van proefbedrijf Kooijenburg te Marwijksoord en normaalwaarden afkomstig van KNMI weerstation Eelde); omkaderde gedeelten geven het groeiseizoen aan van de aardappelen.



# 3 Resultaten

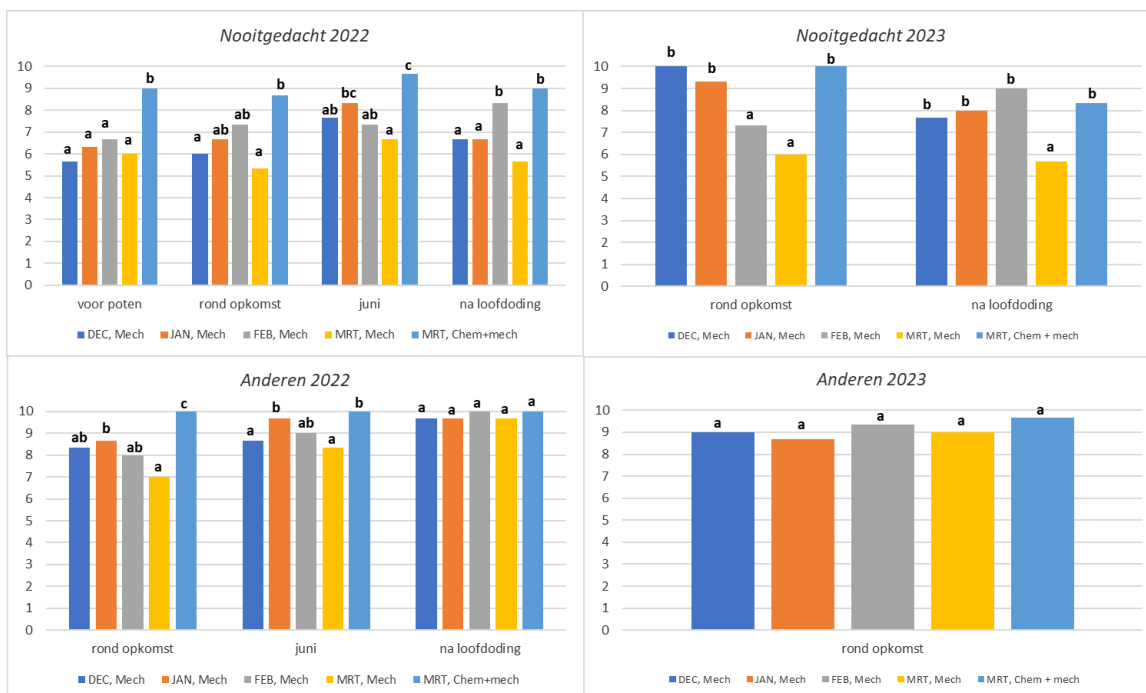
## 3.1 Hergroei gras en meerjarige onkruiden na vernietigen

In 2022 en 2023 zijn de gewarde blokkenproeven en de satellietproeven op een aantal momenten gedurende het groeiseizoen beoordeeld op de aanwezigheid van grassen (hergroei vanuit de ondergewerkte zode) en wortelonkruiden. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 3.1 (blokkenproeven) en Figuur 3.3 (satellietproeven).

### Blokkenproeven

In het algemeen gaf de combinatie van chemisch en mechanisch vernietigen van de graszode in maart de minste hergroei van gras en wortelonkruiden (rechter staafje per beoordelingstijdstip). In een aantal gevallen was het verschil met de objecten, waarbij het gras mechanisch was vernietigd, significant. Dit was met name het geval bij het verschil tussen mechanisch vernietigen in maart en chemisch+mechanisch vernietigen in maart. Binnen de objecten, waarbij het gras enkel mechanisch is vernietigd, werden in 2022 op beide proefvelden vrijwel geen significante verschillen gevonden in onkruidontwikkeling. In geen van beide proeven is in 2022 een extra grassenmiddel ingezet bij de onkruidbestrijding.

In 2023 is de beoordeling alleen gedaan na opkomst (beide proefvelden) en na loofdoding (Nooitgedacht). In 2023 gaf op het proefveld in Nooitgedacht het mechanisch vernietigen van de graszode in december en januari bij de opkomst significant een beter resultaat dan het mechanisch vernietigen in februari en maart (Figuur 3.1). Figuur 3.2 geeft een beeld van de onkruidontwikkeling vlak na opkomst. Op dit proefveld is bij de onkruidbestrijding bij alle behandelingen een grassenmiddel gebruikt. Dit is waarschijnlijk de reden dat er bij de beoordeling na de loofdoding geen duidelijke verschillen meer werden gevonden. Alleen het mechanisch vernietigen in maart (MRT, Mech) gaf een minder goed resultaat. Op het proefveld in Anderen werden in 2023 geen duidelijke verschillen in onkruidontwikkeling gevonden en heeft geen beoordeling meer plaatsgevonden na de loofdoding. Op dit proefveld is geen grassenmiddel gebruikt bij de onkruidbestrijding.



**Figuur 3.1** Beoordeling hergroei van grassen en wortelkruiden vanuit de ondergewerkte graszode in relatie tot tijdstip en methode van het vernietigen van de graszode gedurende het groeiseizoen bij de **blokkenproeven** (Nooitgedacht en Anderen) in 2022 en 2023; 1 = veel grassen/wortelonkruiden en 10 is vrijwel geen grassen/wortelonkruiden; verschillende letters duiden op significante verschillen ( $P < 0,05$ ).



**Figuur 3.2** Onkruidontwikkeling bij de verschillende objecten (mechanisch vernietigen graszode in december, januari, februari en maart; chemisch vernietigen graszode in maart) vlak na opkomst van de aardappelen op het proefveld in Nooitgedacht in 2023.

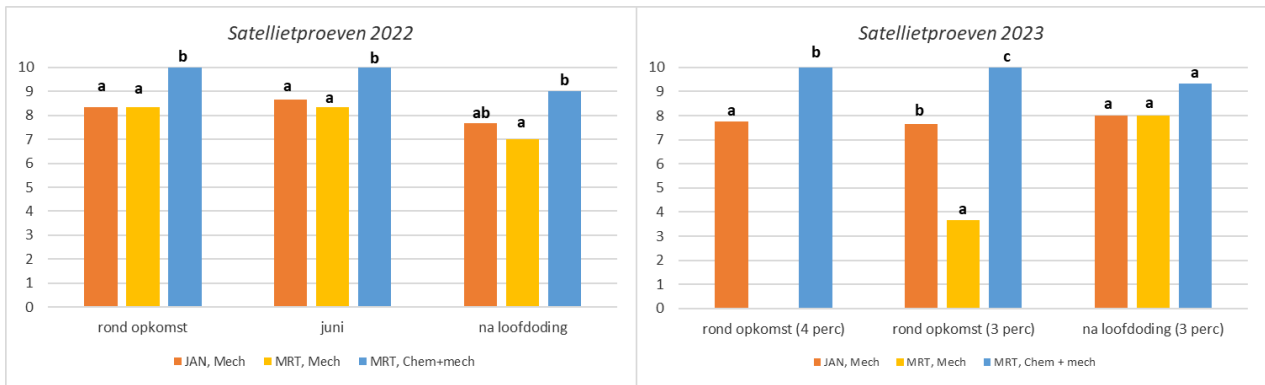
### Satellietproeven

In Figuur 3.3 is het resultaat van de onkruidbeoordelingen weergegeven voor de satellietproeven. Het betreft per jaar het gemiddelde van alle beoordeelde satellietproeven. In 2023 heeft in vier van de vijf satellietproeven (drie proeven in Noord-Sleen en de proef in Elp) een onkruidbeoordeling plaatsgevonden. De proef in Schoonloo is vanwege de nattigheid komen te vervallen. Bij de proef in Elp is het object, waarbij de graszode enkel mechanisch zou worden vernietigd in maart (MRT, mech), niet gelukt, omdat dit object per abuis ook behandeld is met glyfosaat. Bij de weergave van de resultaten van de beoordeling van de onkruidontwikkeling rond de opkomst van de aardappelen is daarom onderscheid gemaakt tussen: 1) een vergelijking van 2 objecten (vroeg mechanisch en chemisch+mechanisch vernietigen), mogelijk bij vier proeven, en 2) vergelijking van alle drie objecten, mogelijk bij drie proeven.

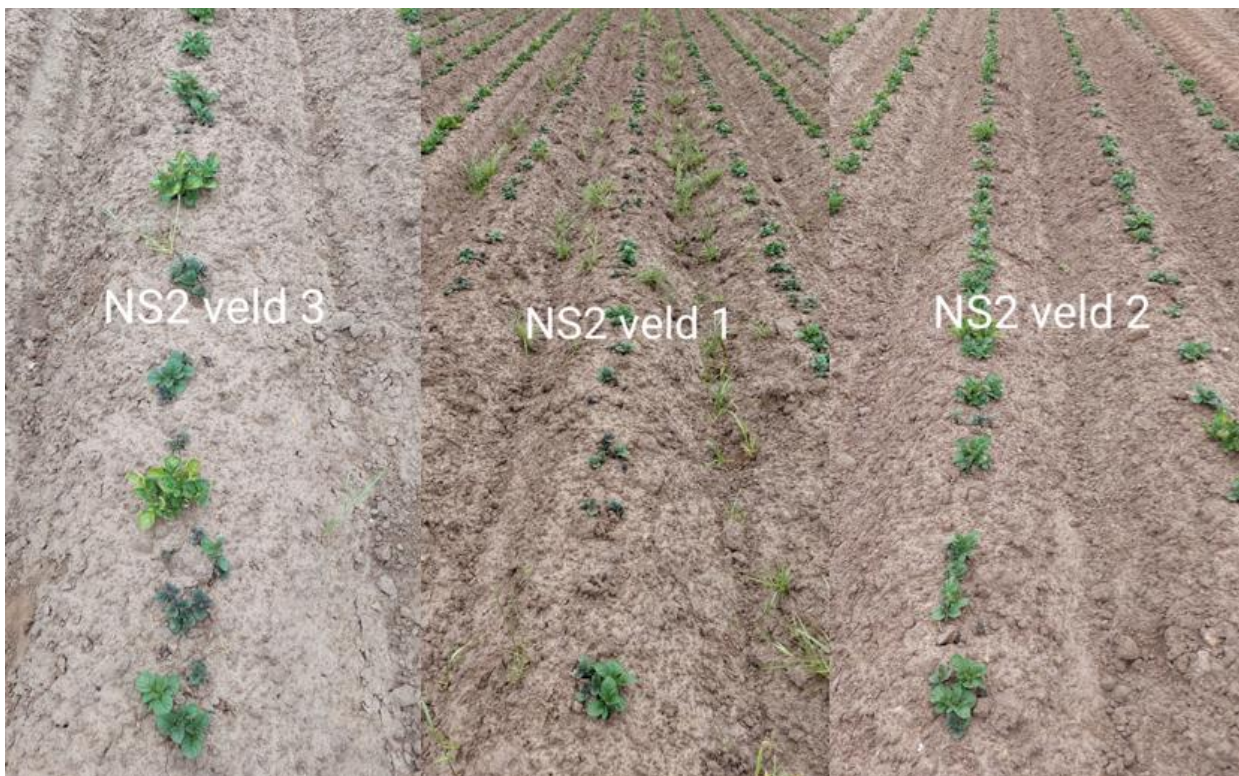
Ook in de satellietproeven was het algemene beeld dat chemisch + mechanisch vernietigen in maart een beter resultaat gaf wat betreft onkruidontwikkeling in vergelijking met de beide objecten, waarbij de graszode mechanisch is vernietigd (Figuur 3.3). Bij de beoordeling rond opkomst was dit verschil significant. Figuur 3.4 geeft een beeld van de onkruidsituatie vlak na opkomst van de aardappelen bij één van de satellietproeven. De verschillen waren in 2023 groter dan in 2022. In 2023 gaf bij opkomst vroeg mechanisch vernietigen van de graszode een significant beter resultaat dan laat mechanisch vernietigen (vergelijk objecten JAN, Mech en MRT, Mech). Op alle satellietpercelen die in 2023 zijn beoordeeld, is bij de onkruidbestrijding een grassenmiddel gebruikt. Dit is waarschijnlijk de oorzaak dat de verschillen in onkruidontwikkeling na loofdoding minder duidelijk zijn. In 2022 is op geen van de percelen een grassenmiddel gebruikt.

De verwachting is dat het vroeger onderwerken van de graszode vooral effect zal hebben op de hergroei van het gras, namelijk minder hergroei bij vroeger vernietigen. Het lagere cijfer kwam bij veel proeven grotendeels tot stand doordat er wortelonkruiden aanwezig waren en deze worden minder goed tot niet bestreden door enkel een mechanische bewerking.





**Figuur 3.3** Beoordeling hergroei van grassen en wortelkruiden vanuit de ondergewerkte graszode in relatie tot tijdstip en methode van het vernietigen van de graszode gedurende het groeiseizoen bij de satellietproeven (gemiddelde van de satellietproeven) in 2022 en 2023; 1 = veel grassen/wortelkruiden en 10 is vrijwel geen grassen/wortelkruiden; verschillende letters duiden op significant verschillen ( $P < 0,05$ ).



**Figuur 3.4** Onkruidontwikkeling bij de verschillende objecten (van links naar rechts: mechanisch vernietigen graszode in januari, mechanisch vernietigen graszode in maart en chemisch + mechanisch vernietigen graszode in maart) vlak na opkomst van de aardappelen op één van de satellietproeven in Noord-Sleen in 2023.

## 3.2 Gewasontwikkeling en -productie

### 3.2.1 Dronebeelden gewas

In Tabel 3.1 zijn de resultaten voor de gewasindexen WDVig en CIred weergegeven bij de blokkenproeven. Het betreft gemiddelde waarden over de proeven van de opname rond de langste dag en vlak voor loofdoding. De waarden per proef staan in Bijlage 1. De WDVig-index heeft een waarde tussen 0 en 1 en is

een maat voor de mate van grondbedekking en biomassaontwikkeling. De Cired-index heeft een waarde tussen 0 en 100 en geeft een inschatting voor de hoeveelheid chlorofyl.

Alleen bij de WVDIg-index vlak voor loofvernietiging zijn significante verschillen gevonden. De index-waarde was bij chemisch + mechanisch vernietigen in maart lager dan bij mechanisch vernietigen van de graszode in december. Binnen de objecten waarbij de graszode enkel mechanisch is vernietigd was er geen sprake van een effect van tijdstip van scheuren.

Er is ook nagegaan of er een verband was tussen de waarde van de indexen en de hoeveelheid minerale bodem-N in de laag 0-30 cm in maart. Bij geen van de opnamemomenten was dit het geval. Ook was er geen verband met de knolopbrengst en de N-opname in de knollen bij de eind oogst.

**Tabel 3.1** Gewasindex WVDIg en Cired in relatie tijdstip en methode van vernietigen van de graszode op de (gemiddelde van de **blokkenproeven** in 2022 en 2023); verschillende letters geven significante verschillen aan ( $P < 0,05$ ).

Object	Rond de langste dag		Vlak voor loofvernietiging	
	WVDIg	Cired	WVDIg	Cired
DEC, Mech	0,46 a	19,08 a	0,36 b	17,37 a
JAN, Mech	0,46 a	18,69 a	0,35 ab	16,42 a
FEB, Mech	0,44 a	18,73 a	0,35 ab	16,60 a
MRT, Mech	0,44 a	18,71 a	0,35 ab	17,10 a
MRT, Chem + Mech	0,45 a	18,58 a	0,34 a	15,97 a

### 3.2.2 Opbrengst en N-opname pootaardappelen

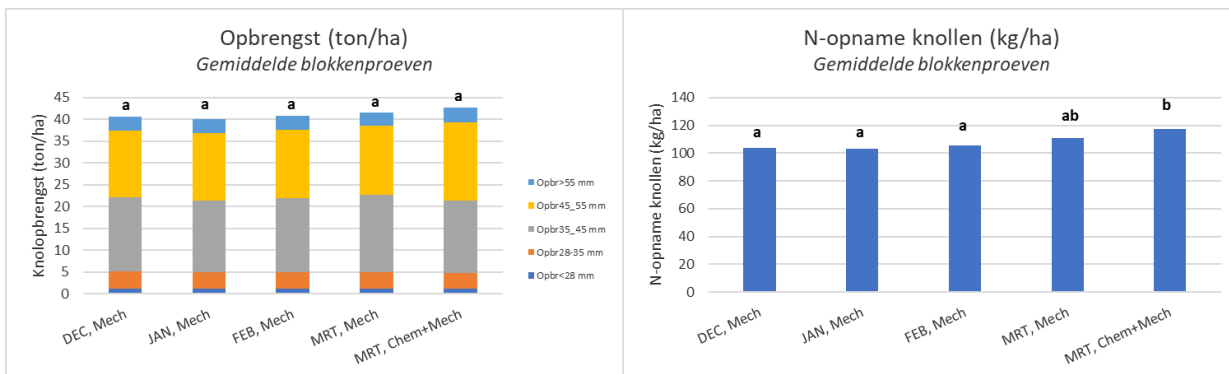
#### Blokkenproeven

In Figuur 3.5 zijn de aardappelopbrengst en de N-opname in de knollen weergegeven bij de eind oogst. Het betreft een gemiddelde van alle blokkenproeven. In Bijlage 2 zijn de opbrengsten en N-opname per proef weergegeven.

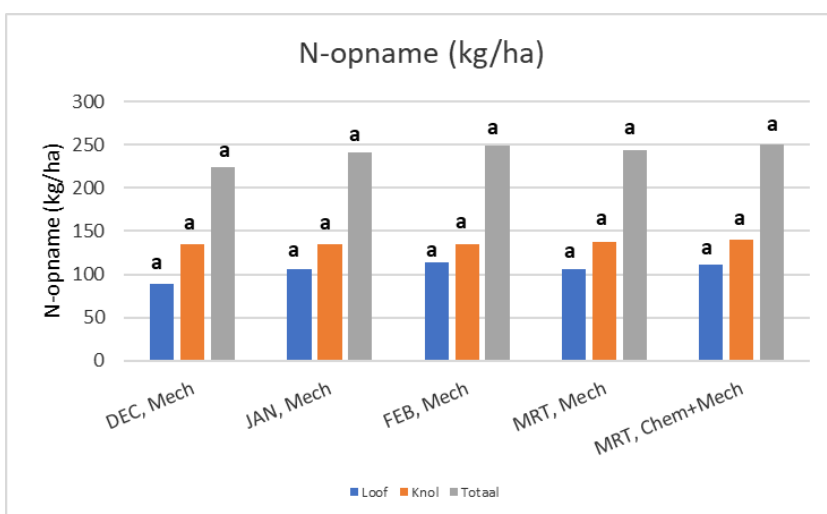
Gemiddeld over alle proeven was er geen sprake van significante verschillen in knolopbrengst tussen de verschillende objecten. De N-opname in de knollen was gemiddeld over de proeven wat hoger bij de objecten waarbij de graszode pas in maart is vernietigd. Hierbij was de N-opname bij het object waarbij de graszode gecombineerd chemisch en mechanisch is vernietigd, significant hoger dan bij de objecten waarbij de graszode mechanisch is vernietigd in december, januari en februari. Het verschil is een gevolg is van de proeven in 2021 en dan met name het proefveld in Eursinge (Bijlage 2). In dat jaar was er sprake van extreme wateroverlast door zware buien. Met name op het lager gelegen proefveld in Eursinge was de gewasontwikkeling en opbrengst bij de in december, januari en februari vernietigde objecten aanzienlijk minder dan bij de in maart vernietigde objecten. In 2022 en 2023 zijn geen duidelijke verschillen in opbrengst en N-opname waargenomen tussen de objecten.

#### N-opname in het loof

Vlak voor loofvernietiging is in vier proeven (2022 en 2023) ook de N-opname in de bovengrondse loofmassa bepaald. Deze is gemiddeld over de proeven weergegeven in Figuur 3.6, waarbij tevens de N-opname in de knollen, zoals bepaald bij de eind oogst, is weergegeven. Ook bij de N-opname in het loof zijn geen duidelijke verschillen gevonden tussen de objecten.



**Figuur 3.5** Opbrengst (ton per ha, verdeeld over de sorteringsklassen) en de stikstofopname in de knol van de pootaardappelen in relatie tot het tijdstip en methode van vernietigen van de graszode (gemiddelde van alle **blokkenproeven**); verschillende letters geven significante verschillen aan.



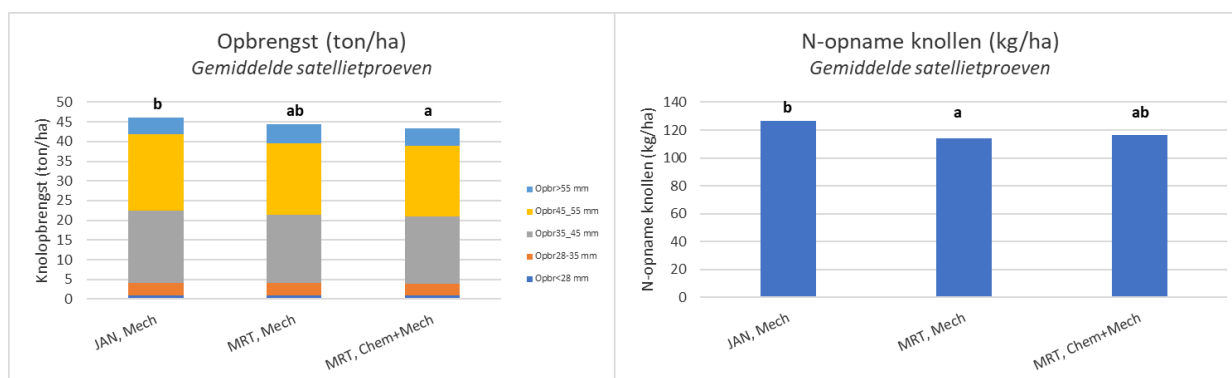
**Figuur 3.6** Stikstofopname in de bovengrondse loofmassa (bepaald vlak voor loofvernietiging) en in de knol van de pootaardappelen (bepaald bij de eind oogst) in relatie tot het tijdstip en methode van vernietigen van de graszode (gemiddelde van de **blokkenproeven** in 2022 en 2023); verschillende letters geven significante verschillen aan per gewasonderdeel ( $P < 0,05$ ).

### Satellietproeven

In Figuur 3.7 zijn de aardappelopbrengst en de N-opname in de knollen weergegeven. Het betreft een gemiddelde van alle satellietproeven. In Bijlage 3 zijn de opbrengsten en N-opname per satellietproef weergegeven.

Gemiddeld over de satellietproeven was zowel de knolopbrengst als de N-opname in de knollen bij het object, waarbij de graszode in januari is vernietigd het hoogst. Bij de opbrengst was het verschil met het object waarbij de graszode in maart gecombineerd chemisch en mechanisch is vernietigd significant, bij de N-opname was dat het geval met het verschil met het object waarbij de graszode in maart mechanisch is vernietigd.

Het verschil tussen vroeg en laat vernietigen werd vooral veroorzaakt door de satellietproeven in 2020. In dat jaar heeft door omstandigheden de vernietiging van de graszode bij de objecten 'MRT, Mech' en 'MRT, Chem+Mech' pas in april plaatsgevonden, terwijl daarna een droge periode volgde. Dit heeft mogelijk de stikstofmineralisatie van de ondergewerkte zode vertraagd. Een aanwijzing hiervoor is de waargenomen lichtere kleur van de objecten waarbij de graszode laat is vernietigd. Verder heeft het vroeg vernietigen in 2023 door de natte omstandigheden pas in de tweede helft van februari plaatsgevonden waardoor het verschil in tijdstip van vernietiging met de 'maart'-objecten duidelijk kleiner was dan in 2020 en 2022.



**Figuur 3.7** Opbrengst (ton per ha, verdeeld over de sorteringsklassen) en de N-opname in de knol van de poot aardappelen in relatie tot tijdstip en methode van vernietigen van de graszode (gemiddelde van alle satellietproeven); verschillende letters geven significante verschillen aan.

### 3.3 Minerale bodem-N

#### 3.3.1 Blokkenproeven

In Figuur 3.8 is het verloop van de  $N_{\min}$  weergegeven vanaf het eerste moment van vernietigen in december tot de start van het uitspoelingsseizoen in de daaropvolgende herfst/winter. Het betreft de gemiddelde waarden van alle blokkenproeven. De waarden per proef zijn weergegeven in Bijlage 4.

Bij de meting in februari betreft het een gemiddelde van de proeven in 2021 en 2022. Bij de meting in december (laatste meting rechts in de figuur) betreft het ook een gemiddelde van metingen in de proeven in 2021 en 2022. Door de zeer natte omstandigheden is het niet gelukt om de  $N_{\min}$ -bemonstering te kunnen uitvoeren in de herfst van 2023.

In de winterperiode (linkerdeel van Figuur 3.8) zijn alleen de objecten weergegeven die op het moment van de meting van elkaar verschilden. De objecten waarbij de graszode reeds was vernietigd zijn zwart omkaderd. Deze kunnen onderling worden vergeleken en kunnen worden vergeleken met het object, waarbij op het moment van de meting het gras nog niet was vernietigd (staafje rechts van omkaderd blok).

In de figuur is het verloop van zowel de totale hoeveelheid  $N_{\min}$  in de laag 0-90 cm-mv als de hoeveelheid  $N_{\min}$  in de laag 0-30 cm-mv en de laag 30-90 cm-mv weergegeven. Dit is gedaan, omdat de  $N_{\min}$  in de laag 0-30 cm-mv door het volggewas, in dit geval poot aardappelen, nog goed kan worden benut, terwijl dat voor de  $N_{\min}$  aanwezig in de diepere lagen minder goed tot niet het geval is. De  $N_{\min}$  aanwezig in de laag 30-60 cm-mv kan door diepwortelende gewassen waarschijnlijk nog wel worden benut, maar voor aardappels is het bemestingsadvies gebaseerd op de minerale stikstof in de laag 0-30 cm-mv en wordt geen rekening gehouden met de minerale stikstof in diepere lagen. De minerale stikstof aanwezig in de laag 60-90 cm-mv zal in de meeste gevallen verloren gaan.

Het vroeg vernietigen van de graszode leidde bij de metingen in januari, februari en maart tot een significant hogere  $N_{\min}$  in de laag 0-90 cm-mv ten opzichte van het object, waarbij op het moment van de meting het gras nog niet was vernietigd. Aan het einde van de winter (meting in maart) leidde het vernietigen van de graszode in december, januari en februari tot een hoeveelheid  $N_{\min}$  in de laag 0-90 cm-mv van respectievelijk 64, 66 en 43 kg per ha, terwijl zich in het object waarbij het gras op dat moment nog niet was vernietigd de hoeveelheid  $N_{\min}$  19 kg per ha bedroeg. Kijken we naar de verdeling van de  $N_{\min}$  over de bodemlagen, dan bedroeg de hoeveelheid  $N_{\min}$  in de laag 0-30 cm-mv 35, 39, 26 en 10 kg per ha voor de objecten waarbij het gras in december, januari en februari en maart is vernietigd. Een graadmeter voor het risico op stikstof uitspoeling is de hoeveelheid minerale stikstof die zich in maart al in diepere bodemlagen bevindt. In de laag 30-90 cm-mv bevond zich in maart 30, 27 en 17 en 9 kg  $N_{\min}$  per ha bij respectievelijk vernietigen in december, januari, februari en maart. In vergelijking met vernietigen in maart was de  $N_{\min}$  in de laag 30-90 cm-mv 20, 17 en 8 kg N per ha hoger bij vernietigen in december, januari en februari (Tabel 3.2). Bij vernietiging van de graszode in februari was dit verschil significant lager dan bij vernietigen in de december en januari.

Bij de  $N_{\min}$ -meting vlak na de oogst van de aardappelen zijn er wat betreft de totale hoeveelheid  $N_{\min}$  in de laag 0-90 cm -mv geen significante verschillen gevonden. In de laag 0-30 cm-mv was de hoeveelheid  $N_{\min}$  bij het object waarbij de graszode in maart chemisch+mechanisch is vernietigd significant hoger dan bij de objecten waarbij het gras mechanisch is vernietigd in december, januari en maart. Dit verschil bedroeg 6-8 kg N per ha (Tabel 3.2). In de laag 30-90 cm-mv werden geen duidelijke verschillen gevonden tussen de objecten.

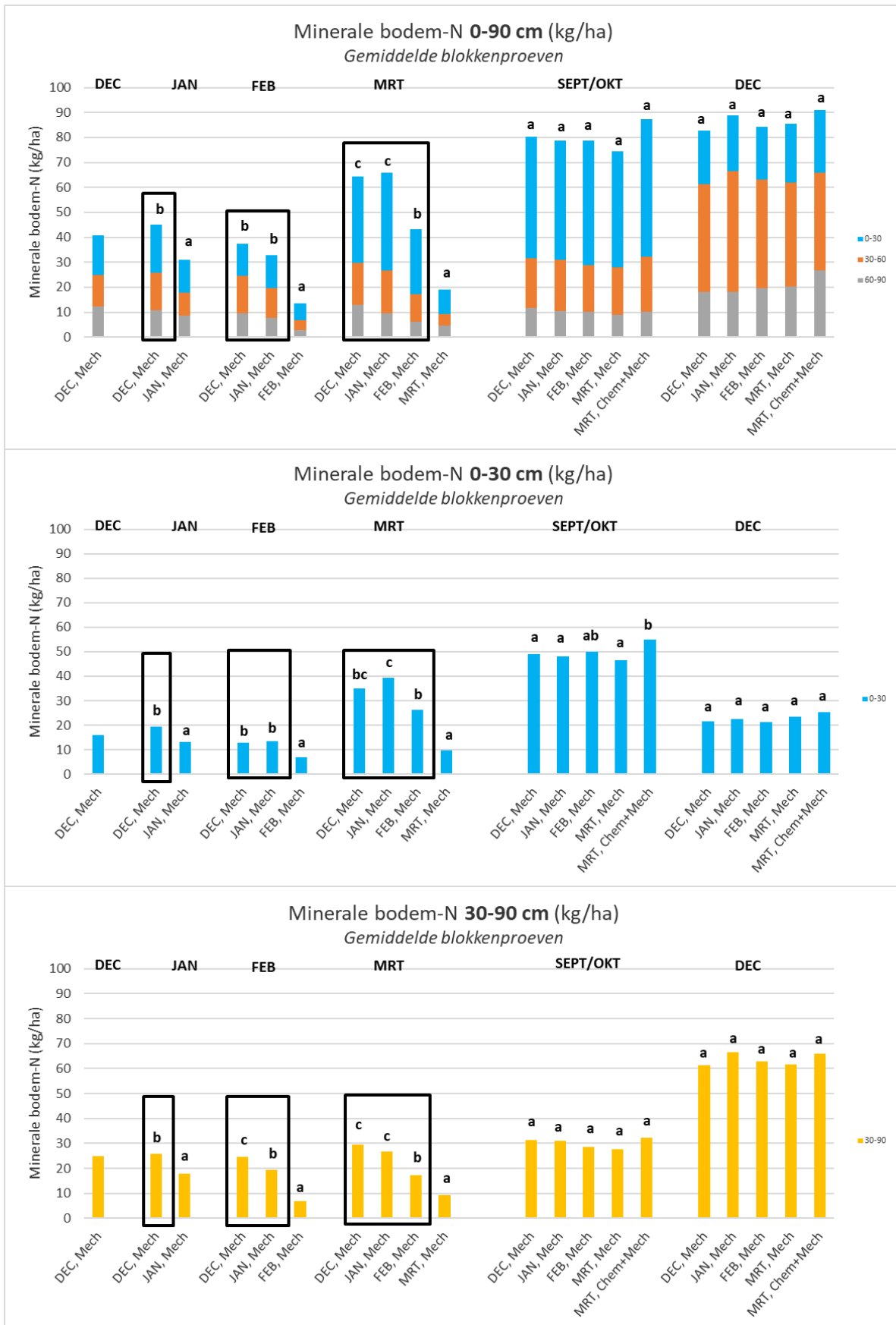
Bij de meting in december bevond zich nu duidelijk meer  $N_{\min}$  in de diepere lagen. Er was echter er geen sprake van significante verschillen in  $N_{\min}$  tussen de verschillende objecten.

**Tabel 3.2** *Extra minerale stikstof in de bodem bij het vernietigen van de graszode in december, januari en februari t.o.v. het chemisch + mechanisch vernietigen van de graszode in maart<sup>1</sup> bij de  $N_{\min}$ -meting in maart, na de oogst in Sept/Okt en bij aanvang uitspoelingsseizoen (Dec) bij de **blokkenproeven** (gemiddelde van alle proeven); verschillende letters geven significante verschillen aan ( $P < 0,05$ ).*

Meetmoment	Tijdstip mechanisch vernietigen graszode	Extra minerale bodem-N t.o.v. chemisch + mechanisch vernietigen zode in maart in verschillende lagen in de grond (cm -mv)				
		0-30	30-60	60-90	0-90	30-90
Maart <sup>1</sup>	December	25 ab	12 b	8 c	45 b	20 b
	Januari	30 b	13 b	5 b	47 b	17 b
	Februari	16 a	7 a	2 a	24 a	8 a
September <sup>2</sup>	December	-6	-2	1	-7	-1
	Januari	-7	-2	0	-8	-1
	Februari	-5	-3	0	-8	-3
	Maart	-8	-3	-1	-13	-4
December <sup>2</sup>	December 2021	-2	2	-4	-4	-2
	Januari 2022	-1	5	-4	-1	0
	Februari 2022	-2	2	-3	-4	-1
	Maart	-1	1	-3	-3	-2

<sup>1</sup> bij de meting in maart was er nog geen verschil tussen de mechanisch vernietigen in maart en chemisch + mechanisch vernietigen in maart.

<sup>2</sup> verschillen tussen objecten waren niet significant, daarom zijn de letters weggelaten.

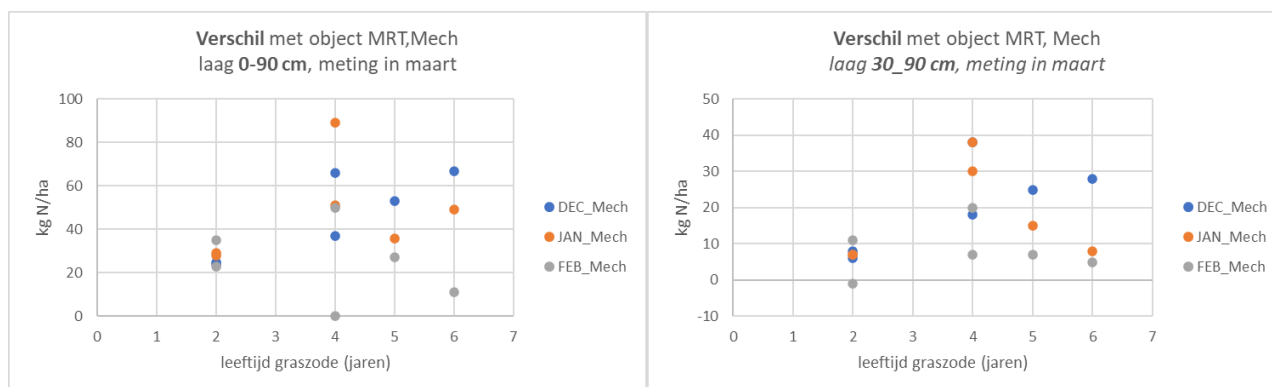


**Figuur 3.8** Verloop minerale bodem stikstof (laag 0-90 en laag 0-30 en 30-90 cm-mv) vanaf moment van scheuren tot en met aanvang uitspoelingsseizoen in de volgende winter in relatie tot moment en methode van vernietigen van de graszode in de **blokkenproeven** (gemiddelde van de proeven; voor meting in februari en december betreft het een gemiddelde van de proeven in 2022); moment van meting staat bovenin de figuur; verschillende letters geven significante verschillen aan; de objecten in de zwart omkaderde blokken waren op het moment van de meting reeds vernietigd.



Er is ook gekeken of er een verband was tussen het vrijkomen van N in de winterperiode en de leeftijd van het grasland. In Figuur 3.9 is het verschil in  $N_{\min}$  tussen enerzijds de vroeg vernietigde objecten en anderzijds het object waarbij het gras in maart was vernietigd. Het betreft het verschil bij de meting in maart, waarbij zowel gekeken is naar de laag 0-90 cm-mv als de laag 30-90 cm-mv. Alleen bij het object, waarbij de graszode in december is vernietigd, leek het genoemde verschil toe te nemen bij toename van de leeftijd van het gras (zie blauwe markers). Bij de objecten, waarbij het gras in januari en februari is vernietigd was er geen duidelijk verband. Het verschil werd ook niet duidelijk beïnvloed door de hoeveelheid neerslag in de winter.

Er was ook geen duidelijk verband tussen de leeftijd van het grasland en  $N_{\min}$  na de oogst van de aardappelen en de  $N_{\min}$  in december (resultaten niet weergegeven).



**Figuur 3.9** Verband tussen de leeftijd van de vernietigde graszode (jaren) en het verschil in  $N_{\min}$  in de laag 0-90 cm -mv en de laag 30-90 cm-mv (kg per ha) tussen enerzijds de objecten waarbij het gras in december, januari en februari en anderzijds het object waarbij de graszode in maart is vernietigd bij de meting in maart in de **blokkenproeven**.

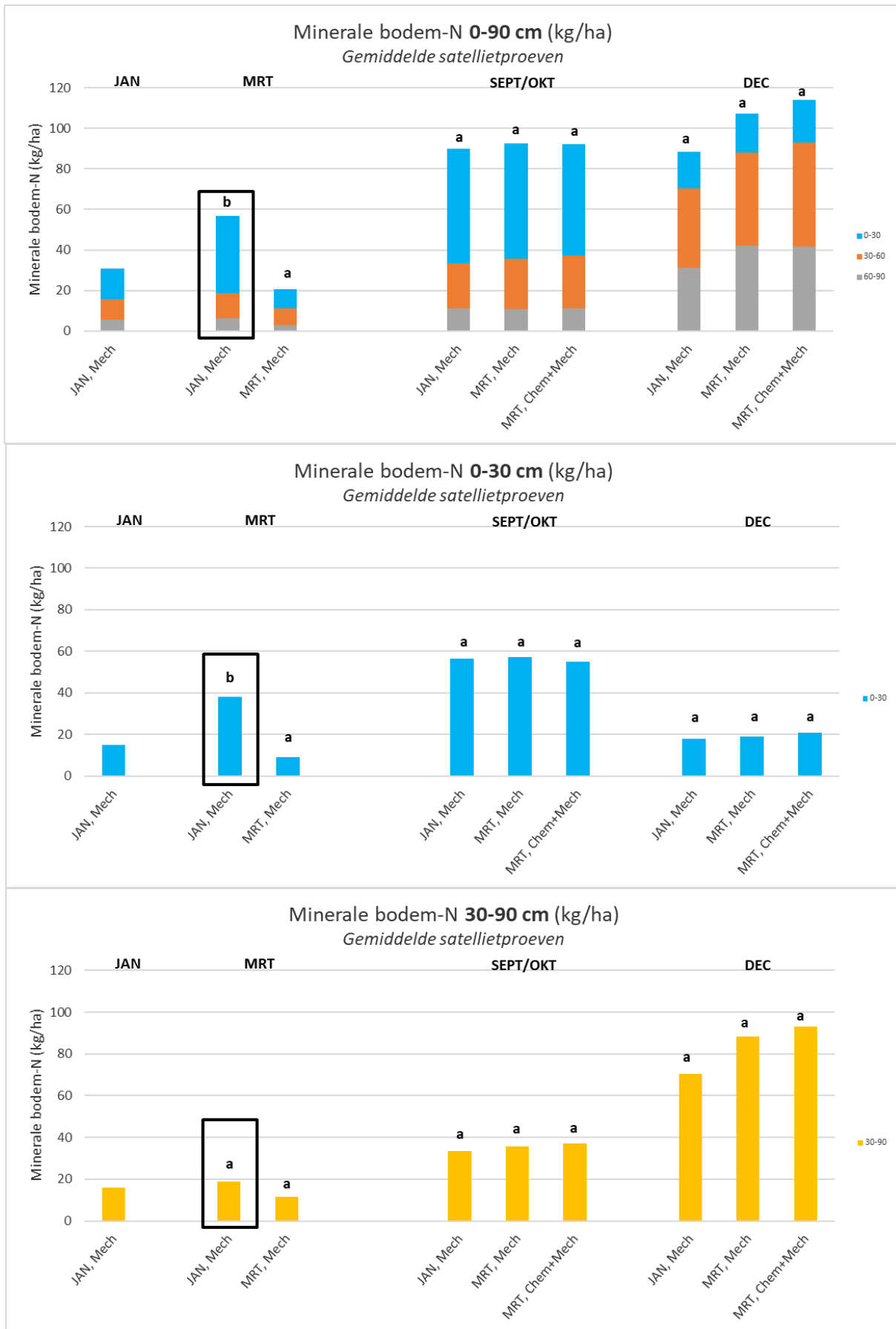
### 3.3.2 Satellietproeven

In de satellietproeven zijn ook  $N_{\min}$ -metingen uitgevoerd (Figuur 3.10). Ook hier was de  $N_{\min}$  in maart bij vroeg vernietigen van de graszode (januari) significant hoger dan bij laat vernietigen in maart. Voor de laag 0-90 cm -mv bedroeg het verschil gemiddeld 36 kg N per ha in de laag 0-90 cm-mv, 29 kg N per ha in de laag 0-30 cm-mv en 8 kg N per ha in de laag 30-90 cm -mv. Het verschil in de laag 30-90 cm-mv tussen vroeg en laat vernietigen was kleiner dan bij de blokkenproeven en was niet significant.

Bij de meting in september werden geen significante verschillen in  $N_{\min}$  gevonden tussen de drie objecten. Bij de meting in december waren er geen verschillen in de laag 0-30 cm. In de laag 30-90 cm-mv was de  $N_{\min}$  bij het object waarbij het gras in januari is vernietigd lager dan bij de objecten waarbij de graszode in maart is vernietigd. De  $N_{\min}$  bedroeg gemiddeld 70, 88 en 93 kg per ha voor, respectievelijk, de objecten Jan-Mech, Mrt-Mech en Mrt-Chem+Mech. Door de variatie was dit verschil echter niet significant.

Ook in de satellietproeven is gekeken of er een verband was tussen het vrijkomen van N in de winterperiode en de leeftijd van het grasland. Ook hier is weer gekeken naar het verschil in  $N_{\min}$  (bij de meting in maart) tussen enerzijds het object waarbij het gras in januari is vernietigd en anderzijds het object waarbij het gras in maart was vernietigd. Er werd geen duidelijk verband gevonden met de leeftijd van het grasland. Ook hier werd het verschil niet duidelijk beïnvloed door de hoeveelheid neerslag in de winter.

Er was ook geen duidelijk verband tussen de leeftijd van het grasland en  $N_{\min}$  na de oogst van de aardappelen en de  $N_{\min}$  in december.



**Figuur 3.10** Verloop minerale bodem stikstof (laag 0-90 en laag 0-30 en 30-90 cm -mv) vanaf moment van scheuren tot en met aanvang uitspoelingsseizoen in de volgende winter in relatie tot moment en methode van vernietigen van de graszode in de **satellietproeven** (gemiddelde van de proeven); moment van meting staat bovenin de figuur; verschillende letters geven significante verschillen aan; de objecten in het zwart omkaderde blok waren op het moment van de meting reeds vernietigd.

## 3.4 N-balans

In Tabel 3.3 is de N-balans weergegeven van maart tot december (aanvang uitspoelingsseizoen) voor zowel de blokkenproeven als de satellietproeven (gemiddelde waarde van alle proeven). De balans wordt berekend als de som van de hoeveelheid  $N_{\min}$  in december en de N-afvoer met de knollen minus de hoeveelheid  $N_{\min}$  in maart. Een hogere N-balans betekent dat er meer N is gemineraliseerd en/of dat er minder N is verloren gegaan.

De balans is bij de vroeg vernietigde objecten lager dan bij de laat vernietigde objecten. Het verschil in  $N_{\min}$  tussen december en maart geeft eenzelfde beeld omdat de verschillen in N-opname gering waren. Bij de vroeg vernietigde objecten werd de grotere hoeveelheid  $N_{\min}$  in maart niet teruggevonden in een hogere  $N_{\min}$  in het najaar, terwijl er ook geen duidelijke verschillen waren in de N-opname door het gewas.

Tabel 3.3 N-balans ( $N_{\min}$  dec 0-90 + Nafvoer, knol –  $N_{\min}$  maart 0-90 cm-mv) en verschil  $N_{\min}$  dec 0-90 en  $N_{\min}$  maart 0-90 cm-mv in relatie tijdstip en methode van vernietigen van de graszode op de (gemiddelde van de blokkenproeven); verschillende letters geven significante verschillen aan.

	N-balans (kg/ha)	Vershil in $N_{\min}$ 0-90 cm-mv in dec en maart (kg/ha)
<b>Blokkenproeven</b>		
DEC, Mech	130 a	39 a
JAN, Mech	143 a	48 a
FEB, Mech	138 a	46 a
MRT, Mech	178 b	75 b
MRT, Chem + Mech	185 b	77 b
<b>Satellietproeven</b>		
JAN, Mech	135 a	25 a
MRT, Mech	182 b	91 b
MRT, Chem + Mech	192 b	99 b

<sup>1</sup>  $N_{\min}$  dec 0-90 cm-mv + N-afvoer knol –  $N_{\min}$  maart 0-90 cm-mv.

<sup>2</sup>  $N_{\min}$  dec 0-90 cm-mv –  $N_{\min}$  maart 0-90 cm-mv.



---

## 4 Discussie en conclusies

### 4.1 Discussie

#### **Hergroei van gras**

De aanleiding voor het onderzoek was de vraag of door vroeg mechanisch vernietigen van grasland (vóór 1 februari) geen glyfosaat nodig zou zijn. In 2022 en 2023 is in zowel de blokken- als de satellietproeven de hergroei van gras en de ontwikkeling van wortelonkruiden beoordeeld. Bij de objecten die enkel mechanisch zijn vernietigd waren er verschillen tussen de tijdstippen vooral door verschillen in hergroei van gras. Bij een aantal proeven was het beeld dat er minder hergroei van het gras was bij de teelt van de aardappelen indien er vroeg (december en januari) werd vernietigd in vergelijking met mechanisch vernietigen in maart. In de blokkenproeven kon ook vernietigen in december en januari worden vergeleken met vernietigen in februari. In één van de vier proeven gaf mechanisch vernietigen in december en januari minder hergroei dan mechanisch vernietigen in februari. Het object waarbij glyfosaat is gebruikt bij de vernietiging van de graszode werd als beste beoordeeld. Naast minder hergroei van gras komt dit doordat glyfosaat ook wortelonkruiden bestrijdt.

In 2023 is in alle satellietproeven en in één van de twee blokkenproeven een grassenmiddel ingezet de onkruidbestrijding. In 2022 was dat niet het geval. Het grassenmiddel is op het hele proefveld gebruikt. Er is niet vastgesteld of het ook bij alle objecten nodig was. Als bijvoorbeeld bij de objecten met vroeg vernietigen van gras er minder hergroei is, is een grassenmiddel mogelijk net nodig.

#### **Gewasproductie en N-opname**

Het gemiddelde beeld van de proeven was dat het tijdstip van mechanisch vernietigen van de graszode niet duidelijk van invloed was op de knolopbrengst en de N-opname. In afzonderlijke jaren of afzonderlijke proeflocaties werden soms wel verschillen waargenomen. Zo was bij een aantal van de satellietproeven het gewas lichter van kleur bij laat vernietigen (maart/april) en was ook de opbrengst en de N-opname lager vergeleken met vroeg vernietigen (januari). Dit was met name in 2020 het geval waar het mechanisch vernietigen pas rond 20 april plaatsvond. Hier zal het niet tijdig beschikbaar komen van de N uit de graszode waarschijnlijk een rol hebben gespeeld. In 2021 was het beeld bij de blokkenproeven juist dat de opbrengst en de N-opname bij de laat vernietigde objecten hoger was dan bij de vroeg vernietigde objecten. Dat jaar werd gekenmerkt door wateroverlast in de zomer. Met name op het lager gelegen proefveld was de gewasontwikkeling duidelijk minder bij de vroeg vernietigde objecten. Het is niet duidelijk wat hiervan de oorzaak is geweest. Mogelijk heeft de vroege grondbewerking invloed gehad op de waterhuishouding.

#### **Uitspoelingsrisico**

Uit het onderzoek kwam naar voren dat het vroeg vernietigen van de graszode leidde tot een significante hogere  $N_{\min}$  in het voorjaar in vergelijking met laat vernietigen in maart. Dit verschil kan een gevolg zijn van mineralisatie van N uit de vernietigde graszode, maar kan ook een gevolg zijn van opname van N door het nog levende gras in de objecten waarbij het gras op het moment van de meting nog niet was vernietigd. Wel zien we bij de objecten waarbij de zode vroeg is vernietigd in de loop van de winter een stijging van de  $N_{\min}$ , waardoor het vrijkomen van N uit de vernietigde graszode een rol zal hebben gespeeld. Het waargenomen verschil in  $N_{\min}$  in de laag 0-90 cm-mv was een gevolg van meer  $N_{\min}$  in zowel de laag 0-30 cm-mv als in de diepere lagen (30-60 en 60-90 cm-mv). Het laatste wijst erop dat een deel van de vrijgekomen N uit de vernietigde zode is uitgespoeld naar de diepere lagen. De  $N_{\min}$  in de laag 0-30 cm-mv kan goed worden benut door het volggewas. Bij de  $N_{\min}$  in de laag 30-90 cm-mv is dat minder tot niet het geval. De waargenomen stijging in die laag verhoogt het uitspoelingsrisico. In de proeven is uitgegaan van aardappelen. Door een gewas te telen dat dieper kan wortelen dan aardappelen zou een groter deel van de N aanwezig in diepere lagen kunnen worden benut. Het gaat dan vaak wel om gewassen die minder vaak tot niet na gras worden geteeld (suikerbieten, graan).

Bij de objecten, waarbij de graszode vroeg is vernietigd, werd de grotere hoeveelheid  $N_{\min}$  in maart niet terug gevonden in een hogere  $N_{\min}$  in het najaar, terwijl er ook geen duidelijke verschillen waren in de N-opname door het gewas. Een reden hiervoor kan zijn dat bij de objecten waarbij de graszode pas in maart is

---

vernietigd, de N-mineralisatie later op gang komt en leidt tot meer N-mineralisatie in het groeiseizoen, waardoor het aanvankelijke verschil in aanwezige  $N_{\min}$  weer nivelleert. Maar ook kan het zijn dat bij de objecten waarbij de graszode vroeg is vernietigd een deel van in de winter vrijgekomen N gedurende het groeiseizoen en herfst al verloren is gegaan. Doordat niet het nitraatgehalte in het bovenste grondwater is gemeten kan de oorzaak niet duidelijk worden aangegeven.

### **Leeftijd van de graszode**

Er is nagegaan of de leeftijd van het vernietigde grasland van invloed was op het vrijkomen van N gedurende de winter. Alleen bij de blokkenproeven leek er bij het object waarbij het gras in december is vernietigd, een verband te zijn: een hogere leeftijd leidde tot meer minerale N in het voorjaar. Dit was bij de andere objecten (vernietigen in januari en februari) echter niet het geval en in de satellietproeven werd een dergelijk verband ook niet gevonden. Benadrukt moet worden dat het vrijkomen van N ook wordt beïnvloed door het weer (temperatuur en neerslag) tussen het moment van scheuren en de meting in maart. Het aantal meetpunten is echter te beperkt om al deze factoren mee te nemen in een regressieanalyse. Het algemeen beeld is dat er geen duidelijk effect van leeftijd van de vernietigde graszode is vastgesteld op het . Het huidige bemestingsadvies geeft aan dat er wel een effect is van de leeftijd van de zode en de N-nalevering naar het volggewas: na het vernietigen van 2, 4 en 6 jaar oud grasland kan er in het jaar van scheuren, respectievelijk, 100, 120 en 135 kg N per ha kan worden bespaard op de N-bemesting.

## **4.2 Conclusies**

### **Onkruid- en gewasontwikkeling**

- In het algemeen gaf de combinatie van chemisch en mechanisch vernietigen van de graszode in maart de minste hergroei van gras vanuit de ondergewerkte zode. Binnen de objecten, waarbij de graszode enkel mechanisch is vernietigd, was er soms een tendens zichtbaar dat vroeger vernietigen minder hergroei van gras gaf. Dit was in één van de vier blokkenproeven die zijn beoordeeld significant. In deze proef was er bij vernietigen in december en januari minder hergroei (vergelijkbaar met de referentie chemisch en mechanisch vernietigen) dan bij vernietigen in februari en maart.
- Tijdens het groeiseizoen zijn gewasopnamen gemaakt met een drone. De hieruit afgeleide gewasindexen lieten geen duidelijke verschillen zijn tussen de objecten.

### **Gewasopbrengst en N-opname**

- In de blokkenproeven zijn geen duidelijke verschillen in knolopbrengst van de poot aardappelen waargenomen tussen de verschillende tijdstippen en methode van vernietigen van de graszode. Bij de N-opname in de knol was dat wel het geval. Bij het object chemisch + mechanisch vernietigen in maart was de N-opname significant hoger dan bij mechanisch vernietigen in december, januari en februari. Er zijn geen significante verschillen in N-opname gevonden tussen mechanisch en chemisch + mechanisch vernietigen van de graszode in maart.
- Gemiddeld over de satellietproeven was zowel de knolopbrengst als de N-opname in de knollen bij het object waarbij de graszode in januari is vernietigd het hoogst. Bij de opbrengst was het verschil met het object waarbij de graszode in maart gecombineerd chemisch en mechanisch is vernietigd significant, bij de N-opname was dat het geval met het verschil met het object waarbij de graszode in maart mechanisch is vernietigd. Het verschil werd vooral veroorzaakt door de satellietproeven in 2020, waarbij door omstandigheden pas laat (half april) kon worden vernietigd waardoor het vrijkomen van N uit de graszode mogelijk te laat op gang kwam.

### **Verloop $N_{\min}$**

- De blokkenproeven lieten zien dat het vroeg vernietigen van de graszode in de winter (dec, jan en feb) leidde tot een stijging van de hoeveelheid  $N_{\min}$  gedurende de winter ten opzichte van vernietigen in maart. In maart was de hoeveelheid  $N_{\min}$  in de laag 0-30 cm -mv bij vernietigen in december, januari en februari, respectievelijk, 25, 30 en 16 kg N per ha hoger dan bij vernietigen in maart. Wat betreft het risico op uitspoeling van stikstof is vooral de hoeveelheid minerale stikstof in de diepere bodemlagen van belang. In de laag 30-90 cm -mv was de hoeveelheid  $N_{\min}$  bij vernietigen in de december, januari en februari, respectievelijk, 20, 17 en 8 kg N per ha hoger dan bij vernietigen in maart. Bij vernietigen in februari was het verschil in  $N_{\min}$  in de laag 30-90 cm-mv met vernietigen in maart significant lager dan bij vernietigen in december en januari.



- 
- Bij het object waarbij het gras in december is vernietigd leek de hoeveelheid  $N_{\min}$  in het voorjaar hoger te zijn bij een hogere leeftijd van het gras. Bij de objecten, waarbij het gras in januari en februari is vernietigd, was dit echter niet het geval.
  - Bij de satellietproeven was bij vroeg vernietigen van de graszode in januari de hoeveelheid  $N_{\min}$  in het voorjaar hoger dan bij vernietigen in maart. In de laag 0-30 cm-mv en 30-90 cm-mv was de hoeveelheid  $N_{\min}$ , respectievelijk, 29 en 8 kg N per ha hoger dan bij vernietigen in maart. Gemiddeld over alle satellietproeven was dit effect voor de laag 0-30 cm-mv significant, voor de laag 30-90 cm -mv niet. Er was geen duidelijke relatie met de leeftijd van het grasland.
  - Zowel de bij de blokkenproeven als de satellietproeven werden na afloop van de aardappelteelt (na de oogst in september en in december) geen duidelijke verschillen in  $N_{\min}$  waargenomen bij de verschillende tijdstippen van vernietigen van de graszode. De aanvankelijke in het voorjaar waargenomen verschillen werden niet teruggevonden in de herfst.



# Bijlage 1 Resultaten drone-opnamen (waarden voor de gewasindexen WVDI<sub>g</sub> en CIREd) bij de blokkenproeven

Jaar	Tijdstip	Object	Nooitgedacht <sup>1</sup>		Anderen <sup>1</sup>	
			WVDI <sub>g</sub>	CIREd	WVDI <sub>g</sub>	CIREd
2022	23 juni	DEC, Mech	0.47 a	22.28 a	0.44 ab	22.04 a
		JAN, Mech	0.48 a	23.22 a	0.45 a	21.26 ab
		FEB, Mech	0.50 a	23.73 a	0.42 ab	20.59 ab
		MRT, Mech	0.49 a	23.70 a	0.41 b	19.58 b
		MRT, Chem + Mech	0.45 a	21.83 a	0.44 ab	21.51 a
	5 aug	DEC, Mech	0.41 a	18.28 ab	0.53 a	22.84 ab
		JAN, Mech	0.44 b	19.48 c	0.51 a	23.28 a
		FEB, Mech	0.43 ab	18.97 bc	0.51 a	21.91 ab
		MRT, Mech	0.41 a	18.31 ab	0.48 a	21.21 b
		MRT, Chem + Mech	0.41 a	18.01 a	0.48 a	21.39 ab
2023	21 juni	DEC, Mech	0,48 a	15,83 a	0,45a	16,20 a
		JAN, Mech	0,46 a	13,89 b	0,43ab	16,39 a
		FEB, Mech	0,43 a	14,49 ab	0,43ab	16,11 a
		MRT, Mech	0,46 a	15,93 a	0,42b	15,64 a
		MRT, Chem + Mech	0,46 a	14,48 ab	0,44ab	16,48 a
	1 sep	DEC, Mech	0,23 ad	14,75 ad	0,28 a	13,60 a
		JAN, Mech	0,16 b	9,25 b	0,27 ab	13,68 a
		FEB, Mech	0,20 ac	12,46 ac	0,26 bc	13,07 a
		MRT, Mech	0,24 d	16,05 d	0,26 c	12,82 a
		MRT, Chem + Mech	0,18 bc	10,65 bc	0,28 a	13,82 a

<sup>1</sup> verschillende letters geven significante verschillen aan (P < 0,05).

## Bijlage 2 Opbrengst en stikstofopname van de pootaardappelen in de blokkenproeven

Jaar	Locatie	Object	Opbrengst <sup>1</sup> (ton/ha) per sortering (mm)					Totaal <sup>1</sup>		N-opname <sup>1</sup> (kg/ha)
			<28	28-35	35-45	45-55	> 55			
2021	Eursinge	DEC, Mech	1,29	4,52	13,21	4,05	0,15	23,23	a	52 a
		JAN, Mech	1,40	4,84	13,56	3,03	0,07	22,91	a	52 a
		FEB, Mech	1,26	5,22	15,06	4,57	0,15	26,26	ab	54 a
		MRT, Mech	1,04	3,72	18,22	10,37	0,70	34,05	ab	82 b
		MRT, Chem+mech	1,20	2,95	15,74	14,19	1,44	35,53	b	93 b
2021	Eursinge	DEC, Mech	1,19	2,90	18,88	16,56	1,88	41,42	a	95 a
		JAN, Mech	1,01	2,80	17,22	16,98	2,05	40,06	a	92 a
		FEB, Mech	1,12	3,09	17,85	16,26	2,47	40,79	a	102 a
		MRT, Mech	1,14	3,14	20,40	16,11	2,05	42,85	a	101 a
		MRT, Chem+mech	0,91	2,48	17,49	20,46	3,11	44,45	a	117 a
2022	Nooitgedacht	DEC, Mech	1,21	4,49	23,01	21,42	3,86	54,00	a	127 a
		JAN, Mech	1,10	3,77	21,47	27,39	6,52	60,27	a	134 a
		FEB, Mech	1,21	4,12	21,64	22,11	4,52	53,59	a	121 a
		MRT, Mech	0,99	3,61	19,99	22,85	4,64	52,07	a	124 a
		MRT, Chem+mech	0,82	3,62	20,96	26,85	5,30	57,56	a	131 a
2022	Anderen	DEC, Mech	2,48	6,19	20,57	8,17	0,57	37,98	a	96 a
		JAN, Mech	2,23	6,04	18,89	8,67	0,24	36,07	a	99 a
		FEB, Mech	2,06	5,00	20,79	13,15	1,52	42,52	a	103 a
		MRT, Mech	2,37	6,83	20,00	8,26	0,53	38,00	a	102 a
		MRT, Chem+mech	2,56	6,50	19,11	8,34	0,64	37,14	a	102 a
2023	Nooitgedacht	DEC, Mech	1,32	5,02	21,60	23,72	6,62	58,27	B	148 a
		JAN, Mech	1,37	5,02	22,38	19,89	3,84	52,51	ab	147 a
		FEB, Mech	1,27	5,47	21,17	19,86	3,92	51,68	ab	146 a
		MRT, Mech	1,38	5,36	20,03	19,75	4,33	50,84	a	146 a
		MRT, Chem+mech	1,47	5,48	19,79	20,38	4,76	51,88	ab	153 a
2023	Anderen	DEC, Mech	0,30	1,25	11,53	28,17	9,79	51,04	a	168 a
		JAN, Mech	0,33	1,66	11,73	25,31	9,11	48,14	a	157 a
		FEB, Mech	0,36	1,69	11,97	26,88	9,69	50,58	a	171 a
		MRT, Mech	0,39	1,90	13,80	27,80	8,15	52,04	a	176 a
		MRT, Chem+mech	0,48	1,93	13,04	26,53	7,92	49,90	a	174 a

<sup>1</sup> verschillende letters geven significante verschillen aan (P<0,05).

# Bijlage 3 Opbrengst en stikstofopname van de pootaardappelen in de satellietproeven

Jaar	Locatie <sup>1</sup>	Object	Opbrengst (ton/ha) per sortering (mm)					Totaal	N-opname (kg/ha)	
			<28	28-35	35-45	45-55	> 55			
2020	Wijster 1	Jan, Mech	1,37	4,14	21,45	16,86	2,39	46,21	83	
		MRT, Mech	1,37	3,65	17,65	16,62	4,74	44,04	80	
		MRT, Chem+mech	0,82	2,65	14,34	20,65	4,74	43,21	76	
	Wijster 2	JAN, Mech	0,66	2,71	20,61	24,10	0,78	48,85	130	
		MRT, Mech	0,58	2,85	19,19	19,70	1,07	43,39	79	
		MRT, Chem+mech	0,87	2,49	20,95	18,61	0,60	43,51	94	
	Wijster 3	JAN, Mech	0,46	2,38	20,50	25,59	1,54	50,47	118	
		MRT, Mech	1,06	4,07	23,34	13,93	0,57	42,96	80	
		MRT, Chem+mech	0,68	3,77	22,55	14,91	0,43	42,33	92	
<b>GEM</b>	<i>JAN, Mech</i>	<i>0,83</i>	<i>3,08</i>	<i>20,85</i>	<i>22,18</i>	<i>1,57</i>	<i>48,51</i>	<i>111</i>		
	<i>MRT, Mech</i>	<i>1,00</i>	<i>3,52</i>	<i>20,06</i>	<i>16,75</i>	<i>2,12</i>	<i>43,46</i>	<i>80</i>		
	<i>MRT, Chem+mech</i>	<i>0,79</i>	<i>2,97</i>	<i>19,28</i>	<i>18,06</i>	<i>1,92</i>	<i>43,02</i>	<i>88</i>		
2022	Schoonloo	JAN, Mech	1,31	4,10	21,87	11,38	0,81	39,47	128	
		MRT, Mech	1,39	5,11	24,67	10,28	0,32	41,78	132	
		MRT, Chem+mech	1,53	6,08	28,36	6,64	0,11	42,73	135	
	Nooitgedacht	JAN, Mech	1,11	3,56	21,49	29,19	5,01	60,36	117	
		MRT, Mech	0,93	3,50	18,74	26,20	6,91	56,29	119	
		MRT, Chem+mech	1,14	3,62	19,71	22,00	5,45	51,91	99	
	Anderen	JAN, Mech	1,57	5,29	18,99	6,98	0,41	33,24	101	
		MRT, Mech	1,30	4,26	17,91	11,15	1,47	36,08	103	
		MRT, Chem+mech	1,39	4,31	15,51	9,49	1,33	32,04	98	
	<b>GEM</b>	<i>JAN, Mech</i>	<i>1,33</i>	<i>4,32</i>	<i>20,78</i>	<i>15,85</i>	<i>2,08</i>	<i>44,36</i>	<i>115</i>	
		<i>MRT, Mech</i>	<i>1,21</i>	<i>4,29</i>	<i>20,44</i>	<i>15,88</i>	<i>2,90</i>	<i>44,72</i>	<i>118</i>	
		<i>MRT, Chem+mech</i>	<i>1,35</i>	<i>4,67</i>	<i>21,19</i>	<i>12,71</i>	<i>2,30</i>	<i>42,22</i>	<i>111</i>	
	2023	Elp	JAN, Mech	0,26	1,30	10,38	18,88	7,79	38,61	143
			MRT, Mech	0,35	1,41	11,64	19,18	8,93	41,51	128
			MRT, Chem+mech	0,25	1,16	9,74	17,36	8,56	37,07	124
Noord-Sleen 1		JAN, Mech	0,94	3,79	18,45	17,45	2,20	42,83	136	
		MRT, Mech	0,68	2,27	13,30	19,37	5,13	40,75	131	
		MRT, Chem+mech	0,75	2,31	14,51	19,69	3,20	40,46	133	
Noord-Sleen 2		JAN, Mech	0,28	1,26	9,80	24,77	19,44	55,55	159	
		MRT, Mech	0,38	1,86	10,78	23,47	15,09	51,58	151	
		MRT, Chem+mech	0,24	1,15	9,96	26,97	15,62	53,95	162	
Noord-Sleen 3		JAN, Mech	0,96	3,90	18,96	20,18	1,35	45,34	149	
		MRT, Mech	0,67	2,96	15,75	21,60	5,15	46,13	135	
		MRT, Chem+mech	0,65	2,68	15,18	22,37	4,42	45,31	150	
<b>GEM</b>		<i>JAN, Mech</i>	<i>0,61</i>	<i>2,56</i>	<i>14,40</i>	<i>20,32</i>	<i>7,69</i>	<i>45,58</i>	<i>147</i>	
		<i>MRT, Mech</i>	<i>0,52</i>	<i>2,12</i>	<i>12,87</i>	<i>20,90</i>	<i>8,58</i>	<i>44,99</i>	<i>136</i>	
		<i>MRT, Chem+mech</i>	<i>0,47</i>	<i>1,83</i>	<i>12,35</i>	<i>21,60</i>	<i>7,95</i>	<i>44,19</i>	<i>142</i>	

<sup>1</sup> op locatie Wijster 1 en Wijster 2 in 2022 en locatie Schoonloo in 2023 is geen oogst uitgevoerd.

## Bijlage 4 Minerale bodem-N (kg/ha) in de blokkenproeven

Jaar	Locatie	datum	Object	Bodemlaag (cm -mv)				
				0-30	30-60	60-90	0-90	30-90
2021	Eursinge	8 dec 2020	DEC, Mech	17	7	2	26	9
			6 jan 2021	DEC, Mech	15	17	6	38
			JAN, Mech	14	11	7	33	18
		5 feb 2021	DEC, Mech	12	15	9	36	24
			JAN, Mech	12	11	10	33	20
			FEB, Mech	9	8	3	20	11
		30 maart 2021	DEC, Mech	22	10	2	34	12
			JAN, Mech	26	8	5	39	13
			FEB, Mech	29	14	3	46	17
			MRT, Mech	5	3	3	11	6
		8 sept 2021	DEC, Mech	50	30	7	87	37
			JAN, Mech	58	29	3	90	32
			FEB, Mech	50	27	6	84	33
			MRT, Mech	59	27	9	95	36
			MRT, Chem + mech	67	26	13	106	39
		9 dec 2021	DEC, Mech	14	34	7	55	41
			JAN, Mech	20	43	6	69	49
			FEB, Mech	18	27	7	51	34
			MRT, Mech	11	15	7	33	22
			MRT, Chem + mech	11	14	16	42	31
2021	Eursinge	8 dec 2020	DEC, Mech	11	3	15	29	18
			6 jan 2021	DEC, Mech	13	11	11	35
			JAN, Mech	10	2	2	14	4
		5 feb 2021	DEC, Mech	11	14	11	36	25
			JAN, Mech	16	16	10	42	26
			FEB, Mech	11	4	2	17	6
		30 maart 2021	DEC, Mech	22	13	10	45	23
			JAN, Mech	24	26	9	59	35
			FEB, Mech	32	21	4	58	25
			MRT, Mech	3	3	2	8	5
		8 sept 2021	DEC, Mech	69	26	19	114	45
			JAN, Mech	78	32	13	123	45
			FEB, Mech	79	26	17	121	43
			MRT, Mech	67	24	10	101	34
			MRT, Chem + mech	82	23	16	122	39

## Bijlage 4 Minerale bodem-N (kg/ha) in de blokkenproeven (vervolg)

Jaar	Locatie	datum	Object	Bodemlaag (cm -mv)				
				0-30	30-60	60-90	0-90	30-90
2022	Nooitgedacht	8 dec 2021	DEC, Mech	14	20	2	35	22
			13 jan 2022	DEC, Mech	22	11	3	36
		9 feb 2022	JAN, Mech	10	7	6	23	13
			DEC, Mech	15	13	7	35	20
			JAN, Mech	11	5	2	18	7
		16 maart 2022	FEB, Mech	4	3	2	9	5
			DEC, Mech	21	6	7	34	13
			JAN, Mech	26	6	6	38	12
			FEB, Mech	28	2	2	32	4
		10 okt 2022	MRT, Mech	4	2	3	9	5
			DEC, Mech	25	12	6	42	18
			JAN, Mech	18	11	6	35	17
			FEB, Mech	24	11	5	41	17
			MRT, Mech	22	14	5	41	19
		1 dec 2022	MRT, Chem + mech	25	27	6	58	33
			DEC, Mech	31	45	23	100	68
			JAN, Mech	28	44	19	90	63
			FEB, Mech	27	50	23	100	73
			MRT, Mech	36	51	22	110	74
		2022	Anderen	8 dec 2021	MRT, Chem + mech	41	46	36
DEC, Mech	11				7	2	19	9
13 jan 2022	DEC, Mech			22	17	9	48	26
	JAN, Mech			11	8	5	24	13
9 feb 2022	DEC, Mech			13	18	11	42	30
	JAN, Mech			14	17	8	39	25
	FEB, Mech			3	2	4	8	6
16 maart 2022	DEC, Mech			35	12	17	63	29
	JAN, Mech			27	9	10	46	19
	FEB, Mech			26	6	4	37	11
	MRT, Mech			6	2	2	10	4
29 sept 2022	DEC, Mech			54	24	11	89	35
	JAN, Mech			45	26	14	85	40
	FEB, Mech			50	26	13	90	39
	MRT, Mech			37	21	11	69	32
	MRT, Chem + mech			46	29	13	87	41
1 dec 2022	DEC, Mech			19	51	24	93	75
	JAN, Mech			20	58	30	108	88
	FEB, Mech			19	53	29	101	82
	MRT, Mech			23	58	32	113	90
	MRT, Chem + mech	24	58	27	108	85		



## Bijlage 4 Minerale bodem-N (kg/ha) in de blokkenproeven (vervolg)

Jaar	Locatie	datum	Object	Bodemlaag (cm -mv)					
				0-30	30-60	60-90	0-90	30-90	
2023	Nooitgedacht	12 dec 2022	DEC, Mech	11	11	33	55	44	
		24 jan 2023	DEC, Mech	20	15	15	49	29	
			JAN, Mech	8	12	12	31	24	
		10 maart 2023	DEC, Mech	63	38	25	126	63	
			JAN, Mech	86	42	20	148	62	
			FEB, Mech	28	18	13	59	31	
			MRT, Mech	35	14	10	59	24	
		13 okt 2023	DEC, Mech	48	18	16	82	34	
	JAN, Mech		48	15	16	79	31		
	FEB, Mech		50	10	12	72	22		
	MRT, Mech		49	19	11	79	30		
	MRT, Chem + mech		64	17	7	88	24		
	2023	Anderen	12 dec 2022	DEC, Mech	33	28	21	81	49
			23 jan 2023	DEC, Mech	23	19	22	64	41
				JAN, Mech	27	15	19	61	34
			10 maart 2023	DEC, Mech	46	21	17	84	38
JAN, Mech				48	12	7	66	18	
FEB, Mech				13	5	10	28	15	
MRT, Mech		6		3	8	17	11		
6 okt 2023		DEC, Mech	48	10	10	68	20		
		JAN, Mech	40	10	11	60	20		
		FEB, Mech	47	10	8	65	18		
		MRT, Mech	46	8	8	61	15		
MRT, Chem + mech		46	10	7	62	16			

## Bijlage 5 Minerale bodem-N (kg/ha) in de satellietproeven

Jaar	Locatie	datum	Object	Bodemlaag (cm -mv)						
				0-30	30-60	60-90	0-90	30-90		
2020	Wijster 1	22 januari 2020	JAN, Mech	22	17	11	50	28		
		1 april 2020	JAN, Mech	30	7	14	51	21		
			MRT, Mech	5	8	4	17	12		
		18 sept 2020	JAN, Mech	49	53	28	131	82		
			MRT, Mech	50	61	37	148	98		
			MRT, Chem + mech	70	70	38	179	109		
		9 dec 2020	JAN, Mech	11	8	27	46	35		
			MRT, Mech	12	22	60	94	82		
		2020	Wijster 2	22 januari 2020	JAN, Mech	15	23	12	50	35
				1 april 2020	JAN, Mech	41	29	5	75	34
MRT, Mech	5				5	2	12	7		
18 sept 2020	JAN, Mech			59	25	9	94	34		
	MRT, Mech			58	17	8	83	25		
	MRT, Chem + mech			37	18	8	62	26		
9 dec 2020	JAN, Mech			17	55	38	110	93		
	MRT, Mech			19	55	47	121	102		
	MRT, Chem + mech			17	59	52	128	111		
2020	Wijster 3			22 januari 2020	JAN, Mech	18	26	8	52	34
		1 april 2020	JAN, Mech	28	31	8	67	39		
			MRT, Mech	5	5	2	12	7		
		18 sept 2020	JAN, Mech	58	24	13	95	37		
			MRT, Mech	60	23	10	93	33		
			MRT, Chem + mech	53	44	8	105	52		
		9 dec 2020	JAN, Mech	11	46	54	111	100		
			MRT, Mech	19	59	53	131	112		
			MRT, Chem + mech	11	55	46	112	101		
		<b>2020 GEMIDDELD</b>		22 januari 2020	JAN, Mech	18	22	10	51	32
1 april 2020	JAN, Mech			33	22	9	64	31		
	MRT, Mech			5	6	3	14	9		
18 sept 2020	JAN, Mech			56	34	17	106	51		
	MRT, Mech			56	34	18	108	52		
	MRT, Chem + mech			53	44	18	115	62		
9 dec 2020	JAN, Mech			13	36	40	89	76		
	MRT, Mech			17	45	53	115	99		
	MRT, Chem + mech			17	51	58	126	110		

## Bijlage 5 Minerale bodem-N (kg/ha) in de satellietproeven (vervolg)

Jaar	Locatie	datum	Object	Bodemlaag (cm -mv)				
				0-30	30-60	60-90	0-90	30-90
2022	Wijster 1	21 jan 2022	JAN, Mech	8	4	2	14	6
		16 maart 2022	JAN, Mech	22	4	4	30	8
			MRT, Mech	2	2	2	6	4
2022	Wijster 2	21 jan 2022	JAN, Mech	9	5	2	16	7
		16 maart 2022	JAN, Mech	22	4	4	30	8
			MRT, Mech	2	2	2	6	4
2022	Schoonloo	21 jan 2022	JAN, Mech	7	5	4	16	9
		16 maart 2022	JAN, Mech	38	2	2	42	4
			MRT, Mech	12	7	8	27	15
		10 okt 2022	JAN, Mech	33	2	2	37	4
			MRT, Mech	38	2	2	42	4
			MRT, Chem + mech	34	2	2	38	4
2022	Nooitgedacht	21 jan 2022	JAN, Mech	16	4	4	24	8
		16 maart 2022	JAN, Mech	29	7	8	44	15
			MRT, Mech	14	8	6	28	14
		10 okt 2022	JAN, Mech	28	14	7	49	21
			MRT, Mech	44	13	9	66	22
			MRT, Chem + mech	36	13	9	58	22
1 dec 2022	JAN, Mech	25	38	16	79	54		
	MRT, Mech	19	42	34	95	76		
	MRT, Chem + mech	23	44	20	87	64		
2022	Anderen	13 jan 2022	JAN, Mech	11	8	7	26	15
		16 maart 2022	JAN, Mech	54	15	10	79	25
			MRT, Mech	9	2	2	13	4
		30 sept 2022	JAN, Mech	42	14	8	64	22
			MRT, Mech	47	18	4	69	22
			MRT, Chem + mech	38	21	6	65	27
		1 dec 2022	JAN, Mech	26	49	21	96	70
			MRT, Mech	26	52	17	95	69
			MRT, Chem + mech	32	59	13	104	72
<b>2022 GEMIDDELD</b>	<i>jan</i>	<i>JAN, Mech</i>	<i>10</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>19</i>	<i>9</i>	
		<i>maart</i>	<i>JAN, Mech</i>	<i>33</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>45</i>	<i>12</i>
			<i>MRT, Mech</i>	<i>8</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>16</i>	<i>8</i>
	<i>sept/okt</i>	<i>JAN, Mech</i>	<i>34</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>50</i>	<i>16</i>	
		<i>MRT, Mech</i>	<i>43</i>	<i>11</i>	<i>5</i>	<i>59</i>	<i>16</i>	
		<i>MRT, Chem + mech</i>	<i>36</i>	<i>12</i>	<i>6</i>	<i>54</i>	<i>18</i>	
	<i>dec</i>	<i>JAN, Mech</i>	<i>26</i>	<i>44</i>	<i>19</i>	<i>88</i>	<i>62</i>	
		<i>MRT, Mech</i>	<i>23</i>	<i>47</i>	<i>26</i>	<i>71</i>	<i>51</i>	
		<i>MRT, Chem + mech</i>	<i>28</i>	<i>52</i>	<i>17</i>	<i>96</i>	<i>68</i>	

## Bijlage 5 Minerale bodem-N (kg/ha) in de satellietproeven (vervolg)

Jaar	Locatie	datum	Object	Bodemlaag (cm -mv)				
				0-30	30-60	60-90	0-90	30-90
2023	Elp	10 feb 2023	JAN, Mech	24	13	10	47	23
		10 maart 2023	JAN, Mech	25	8	8	41	16
			MRT, Mech	5	5	5	15	10
2023	Schoonloo	10 feb 2023	JAN, Mech	20	8	2	30	10
		10 maart 2023	JAN, Mech	36	12	2	50	14
			MRT, Mech	12	8	2	22	10
2023	Noord-Sleen1	10 feb 2023	JAN, Mech	8	5	2	15	7
		10 maart 2023	JAN, Mech	56	7	4	67	11
			MRT, Mech	9	49	5	63	54
		22 sept 2023	JAN, Mech	77	16	11	104	27
			MRT, Mech	46	16	11	73	27
			MRT, Chem + mech	82	19	7	108	26
2023	Noord-Sleen2	10 feb 2023	JAN, Mech	21	9	5	35	14
		10 maart 2023	JAN, Mech	45	13	2	60	15
			MRT, Mech	26	5	2	33	7
		22 sept 2023	JAN, Mech	100	24	5	129	29
			MRT, Mech	115	41	7	163	48
			MRT, Chem + mech	93	22	9	124	31
2023	Noord-Sleen3	10 feb 2023	JAN, Mech	15	8	7	30	15
		10 maart 2023	JAN, Mech	41	16	7	64	23
			MRT, Mech	10	6	2	18	8
		22 sept 2023	JAN, Mech	61	17	12	90	29
			MRT, Mech	57	19	6	82	25
			MRT, Chem + mech	52	14	9	75	23
<b>2023 GEMIDDELD</b>		10 feb 2023	JAN, Mech	18	9	5	31	14
		10 maart 2023	JAN, Mech	41	11	5	56	16
			MRT, Mech	12	15	3	30	18
		22 sept 2023	JAN, Mech	79	19	9	108	28
			MRT, Mech	73	25	8	106	33
			MRT, Chem + mech	76	18	8	102	27

---

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16

6700 AA Wageningen

T 0317 48 07 00

[wur.nl/plant-research](http://wur.nl/plant-research)

Rapport WPR-1337



---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.

---