



Opbrengst en voederwaarde van verschillende graskruidenmengsels met en zonder ondergrondse druppelirrigatie

Resultaten driejarige maaiproef

Herman van Schooten

Openbaar
Rapport 1590



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Opbrengst en voederwaarde van verschillende graskruidenmengsels met en zonder ondergrondse druppelirrigatie

Resultaten driejarige maaiproef

Herman van Schooten

Wageningen Livestock Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van de Publiek Private Samenwerking 'Op weg naar een Klimaatbestendige Melkveehouderij in de Achterhoek' (projectnummer LWV20.363) en mede gefinancierd door partners Royal FrieslandCampina, Provincie Gelderland, Waterbedrijf Vitens, Waterschap Rijn en IJssel, ForFarmers en Vruchtbare Kringloop Achterhoek.

Wageningen Livestock Research
Wageningen, september 2025

Rapport 1590

Van Schooten, H.A., 2025. *Opbrengst en voederwaarde van graskruidenmengsels met en zonder ondergrondse druppelirrigatie; Resultaten driejarige maaiproef*. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1590.

Samenvatting NL

Als gevolg van klimaatverandering bestaat er binnen de melkveehouderij behoefte aan adaptatiemaatregelen om nadelige gevolgen van weersextremen, zoals langdurige droogte en hitte voor ruwvoerproductie en melkvee, te verminderen. Daarom werd er binnen het project Klimaatbestendige melkveehouderij Achterhoek (KLIMEA) een driejarige (2022-2024) veldproef op droge zandgrond uitgevoerd met vijf potentieel minder droogtegevoelige gras- en graskruidenmengsels al dan niet in combinatie met ondergrondse druppelirrigatie. De mengsels werden in een maaiproef onderzocht op opbrengst (droge stof en stikstof), voederwaarde, botanische samenstelling en hoeveelheid rest minerale bodemstikstof. Graskruidenmengsels hadden een hogere opbrengst dan het referentiemengsel met puur Engels raaigras, maar ook lagere voederwaarden. Daarnaast daalde het aandeel van sommige kruiden aanzienlijk in de loop van de jaren. Verschillen tussen wel en geen ondergrondse druppelirrigatie konden beperkt worden aangetoond omdat alleen het eerste jaar na inzaai een droog jaar was.

Summary UK

Due to climate change, there is a need within the dairy farming sector for adaptation measures to mitigate the adverse effects of extreme weather events, such as prolonged drought and heat, on forage production and dairy cattle. Therefore, within the project Klimaatbestendige melkveehouderij Achterhoek (KLIMEA), a three-year (2022–2024) field trial was conducted on dry sandy soil with five potential less drought-sensitive grass and grass-herb mixtures, combined with subsurface drip irrigation. The mixtures were evaluated in a cutting trial for yield (dry matter and nitrogen), feed value, botanical composition, and residual mineral soil nitrogen. Grass-herb mixtures gave higher yields than the reference mixture with only perennial ryegrass, but their feed values were lower. In addition, the proportion of certain herbs declined substantially over the years. The effect of subsurface drip irrigation could only be demonstrated to a limited extent, as only the first year after sowing was characterized by drought.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/700476> 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, 2025

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 Locatie	8
2.3 Proefuitvoering	9
2.3.1 Aanleg druppelirrigatie	9
2.3.2 Inzaai graskruidenmengsels	10
2.3.3 Bemesting	10
2.4 Waarnemingen	11
2.5 Statistiek	12
2.6 Weersomstandigheden	12
3 Resultaten	14
3.1 Druppelirrigatie en bodemvochtgehalte	14
3.2 Aandelen grassen en kruiden	17
3.3 Gewasopbrengst	19
3.4 Voederwaardesamenstelling	21
3.5 Stikstofopbrengst en bemesting	22
3.6 Rest minerale bodemstikstof	24
4 Discussie	26
5 Conclusies	29
Literatuur	31
Bijlage 1 Schematisch overzicht en locatie proefveld	32
Bijlage 2 Jaarlijkse gewasopbrengst en voederwaarde per behandeling	33

Samenvatting

Als gevolg van klimaatverandering bestaat er binnen de melkveehouderij behoefte aan adaptatiemaatregelen om nadelige gevolgen van weersextremen, zoals langdurige droogte en hitte voor ruwvoerproductie en melkvee, te verminderen. Daarom is er binnen de PPS Op weg naar een klimaatbestendige melkveehouderij in de Achterhoek (KLIMEA) een driejarig (2022-2024) veldonderzoek uitgevoerd met een aantal potentieel minder droogtegevoelige gras- en graskruidenmengsels al dan niet in combinatie met ondergrondse druppelirrigatie. In een maaiproef op Agro Innovatiecentrum De Marke werden de volgende zes gras(kruiden)mengsels onderzocht:

1. Engels raaigrasmengsel (controle object)
2. Engels raaigrasmengsel met verlaagde stikstofgift, 70% van de norm
3. Engels raaigras + kropbaar
4. Engels raaigras + rietzwenkgras
5. Engels raaigras + kropbaar + rietzwenkgras + weegbree + cichorei
6. Engels raaigras + kropbaar + rietzwenkgras + weegbree + cichorei + rode klaver

De mengsels werden onderzocht op een perceelsdeel met ondergrondse druppelirrigatie en op een perceelsdeel zonder irrigatie en werden oktober 2021 ingezaaid. Alleen in het eerste jaar na inzaai (2022) was het groeiseizoen dusdanig droog, dat er een verschil in bodemvochtgehalte kon worden gerealiseerd tussen de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie. In alle drie jaren er was geen significant interactie-effect tussen de mengsels en wel of geen irrigatie op verloop van de botanische samenstelling, opbrengst en voederwaarde. Hieronder worden de conclusies over effecten van gras(kruiden)mengsels en druppelirrigatie samengevat.

Gras(kruiden)mengsels

- Kropbaar had een sterke concurrentiekracht. In mengsels met Engels raaigras en kropbaar was het geschatte aandeel aan het einde van het eerste jaar al 83-90%. Het aandeel in graskruidenmengsels steeg van 20-40% % in het eerste jaar naar 35-70% in het derde jaar.
- In de graskruidenmengsels daalde het geschatte aandeel smalle weegbree van 22-28% naar 7-15%. Het aandeel cichorei was in het eerste jaar beperkt met 10-20% en was in het derde jaar praktisch verdwenen. Rode klaver bleek een behoorlijke concurrentiekracht te hebben. Het aandeel steeg van 17% in het eerste jaar naar 37% in het tweede jaar.
- De mengsels met Engels raaigras plus kropbaar of rietzwenkgras en de graskruidenmengsels hadden gemiddeld over de jaren een hogere ds-opbrengst dan het referentiemengsel met puur Engels raaigras. Dit werd vooral veroorzaakt door het tweede en derde jaar waarin nauwelijks of geen vochttekort optrad. In het droge jaar (2022) waren de gemiddelde verschillen in ds-opbrengst tussen genoemde mengsels beperkt. Wel was er een tendens te zien dat de mengsels met Engels raaigras plus kropbaar en de graskruidenmengsels het onder droge omstandigheden (geen irrigatie) relatief beter deden dan onder vochtige omstandigheden (druppelirrigatie) ten opzichte van puur Engels raaigras.
- Het graskruidenmengsel met rode klaver had als gevolg van de N-levering door de rode klaver een hoge opbrengst aan droge stof en stikstof bij 205-240 kg/ha lagere N-bemesting. De ds-opbrengst en stikstofopbrengst van dit graskruidenmengsel was alleen het eerste jaar na inzaai (2022) duidelijk lager dan van het referentiemengsel. De beide jaren daarna was de ds-opbrengst zelfs wat hoger (ca. 1 ton/ha) en de stikstofopbrengst was praktisch gelijk. Dit resulteerde in een veel lager (negatief) N-overschot (verschil in N-aanvoer door bemesting en N-afvoer door gewasopbrengst) dan het referentiemengsel.
- Mengsels met Engels raaigras plus kropbaar of rietzwenkgras hadden een lagere VEM-waarde en een praktisch gelijk ruw eiwitgehalte vergeleken met het referentiemengsel met puur Engels raaigras. Grofweg was de VEM-waarde één eenheid lager per procent aandeel van kropbaar of rietzwenkgras.
- In dit onderzoek kwamen de VEM-waarde en het ruw eiwitgehalte van het graskruidenmengsel zonder rode klaver gemiddeld resp. 79 eenheden en 11 g per kg droge stof lager uit dan van het referentiemengsel met puur Engels raaigras. De VEM-waarde en het ruw eiwitgehalte van het graskruidenmengsel met rode klaver waren gemiddeld resp. 97 eenheden en 18 g per kg droge stof lager (bij een veel lagere N-bemesting).

- Er kon niet worden vastgesteld dat door een lagere N-bemesting het referentiemengsel met puur Engels raaigras minder droogtegevoelig werd.
- Aan het einde van het derde jaar waren de hoeveelheden N-mineraal in de bodemlaag 0-90 cm van zowel de graskruidenmengsels als het referentiemengsel laag (17-18 kg/ha)

Druppelirrigatie

- In het droge jaar 2022 werd er op het perceelsdeel met ondergrondse druppelirrigatie (op een diepte van 40 cm) praktisch alle dagen water toegediend, variërend van 3 mm per dag tot 8 mm per dag onder zeer droge omstandigheden. Desondanks kon het vochtgehalte in de bouwvoor, met name in de bovenste laag 0-10 cm, maar moeilijk op peil worden gehouden. De capillaire opstijging vanaf een diepte van 40 cm was blijkbaar onvoldoende om de bovenste laag te bereiken.
- Er was praktisch geen verschil in verloop van de botanische samenstelling tussen mengsels op de perceelsdelen met druppelirrigatie en zonder irrigatie.
- Alleen in het droge jaar was er een verschil in droge stofopbrengst tussen de perceelsdelen met druppelirrigatie en geen irrigatie. De gemiddelde droge stofopbrengst van het perceelsdeel met druppelirrigatie was 3 ton/ha hoger dan van het perceelsdeel zonder irrigatie.
- Gemiddeld over de jaren was er geen verschil in gemiddelde VEM-waarde en ruw eiwitgehalte van de mengsels op de perceelsdelen met druppelirrigatie en geen irrigatie. In het droge jaar 2022 waren de gemiddelde VEM-waarde en ruw eiwitgehalte van de mengsels op het perceelsdeel zonder irrigatie resp. 17 eenheden en 9 g/kg droge stof hoger dan van de mengsels op het perceelsdeel met druppelirrigatie

1 Inleiding

Klimaatscenario's voor Nederland geven aan dat de gemiddelde temperatuur zal stijgen, de gemiddelde neerslag toenemen en dat de frequentie en intensiteit van weersextremen toenemen (Van Dorland et al., 2024). Gevolgen hiervan zijn perioden met langdurige droogte en daarnaast extreme hitte en in korte tijd veel neerslag. Deze klimaat verandering raakt de melkveehouderij in de Achterhoek op gebied van ruwvoerproductie, technische en milieukundige bedrijfsresultaten en diergezondheid. Er bestaat daarom behoefte aan adaptatiemaatregelen om nadelige gevolgen van langdurige droogte en hitte voor ruwvoerproductie en melkvee te verminderen.

Binnen de PPS Op weg naar een klimaatbestendige melkveehouderij in de Achterhoek (KLIMEA) werd onder andere verkend welke adaptatiemaatregelen kansrijk zijn (De Vries et al., 2023).

Met verschillende teeltmaatregelen kan de droogtegevoeligheid van grasland verminderd worden. Kruidenrijk grasland staat steeds meer in de belangstelling in het kader van het vergroten van droogteresistentie en biodiversiteit. Kruiden als cichorei en rode klaver hebben een diep wortelende penwortel en zijn bij aanhoudende droogte langer in staat water op te nemen. Volgens Hoekstra et al. (2022) is bovendien de opbrengst van mengsels bestaande uit een combinatie van productieve grassen (Engels raaigras en rietzwenk), klavers (rode en witte klaver) en kruiden (smalle weegbree en cichorei) hoger dan de individuele soorten uit de betreffende mengsels. Ook Grange et al. (2021) vonden voor mengsels met grassen, klavers en kruiden een hogere opbrengst. De opbrengst op jaarbasis bij zes soorten was bij zowel voldoende vochtvoorziening als droogte hoger dan de gemiddelde opbrengsten van de betreffende zes monoculturen, met respectievelijk 20% en 23%.

Beregenen is een bekende en veel toegepaste maatregel tijdens droge perioden. Nadelen zijn dat het erg arbeidsintensief is en veel energie kost. Hierdoor wordt er de laatste tijd gekeken naar de mogelijkheden van druppelirrigatie. De afgelopen jaren zijn op Agro Innovatiecentrum De Marke en in de Achterhoek via proefvelden en praktijkpercelen ervaringen opgedaan met oppervlakkige druppelirrigatie in snijmais. In een veldproef met snijmais in 2020 werd een positief effect gevonden op de water efficiëntie van druppelirrigatie ten opzichte van beregenen (Walvoort en Van Schooten, 2021). Voor grasland is bovengrondse druppelirrigatie geen optie omdat er meerder keren per jaar bemest en geoogst wordt. Druppelirrigatie kan ook ondergronds worden aangelegd. In de akkerbouw zijn hier al wel ervaringen mee. In een veldonderzoek in Zeeland op lichte zavelgrond met uien waarbij ondergrondse druppelirrigatie op 40 cm diepte werd vergeleken met haspelberegening, werd geconcludeerd dat druppelirrigatie een grotere water efficiëntie en hogere gewasbaten gaf dan haspelberegening (Geveart et al., 2020). In Nederland zijn er nog nauwelijks of geen ervaringen met ondergrondse druppelirrigatie op grasland.

Bovenstaande heeft er toe geleid dat er binnen de PPS Op weg naar een klimaatbestendige melkveehouderij Achterhoek (KLIMEA) een driejarig veldonderzoek is uitgevoerd met een aantal potentieel minder droogtegevoelige gras- en graskruidenmengsels in combinatie met ondergrondse druppelirrigatie. Het onderzoek had een tweeledig doel:

1. Onderzoek naar de landbouwkundige waarde van minder droogtegevoelige gras- en graskruidenmengsels met en zonder druppelirrigatie.
2. De praktische haalbaarheid onderzoeken van ondergrondse druppelirrigatie in grasland.

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

In een veldproef werden twee grasmengsels en twee graskruidenmengsels vergeleken met een referentiemengsel met alleen Engels raaigras. De grassen en kruiden die werden opgenomen in de mengsels zijn geselecteerd op basis van eigenschappen die bijdragen aan droogtetolerantie. Rietzwenkgras wortelt dieper dan Engels raaigras en kan daardoor water uit diepere lagen weghalen waardoor het onder droge omstandigheden langer blijft doorgroeien. Kropaar is ook minder droogtegevoelig dan Engels raaigras, maar wortelt niet dieper. Het gaat vooral door de aanwezigheid van een waslaagje waardoor het gras efficiënter omgaat met water.

De kruiden smalle weegbree en cichorei staan bekend om hun droogtetolerantie. Smalle weegbree heeft een cluster van grove (pen)wortels en cichorei heeft een vlezige penwortel. Beide soorten kunnen daarmee bij droogte water uit diepere lagen halen. Ook rode klaver heeft een penwortel waardoor het bij droogte langer blijft doorgroeien dan Engels raaigras. Daarnaast bindt rode klaver stikstof waardoor een mengsel met rode klaver minder stikstofbemesting nodig heeft voor eenzelfde opbrengst.

Naast twee grasmengsels, twee graskruidenmengsels en een referentiemengsel werd een behandeling met het referentiemengsel opgenomen, met een verlaagde N-bemesting, tot 70% van de norm. De gedachte hierbij was dat gras bij een lagere N-bemesting mogelijk relatief meer wortels heeft (gras stuurt naar een lagere spruit-wortelverhouding bij een lagere beschikbaarheid van N) en dieper wortelt, waardoor het zich beter kan handhaven onder droge omstandigheden.

Samengevat werden in de veldproef de volgende zes graskruidenmengsels onderzocht. Tussen haakjes de afkortingen waarmee de mengsels verder in het rapport aangeduid worden.

1. Engels raaigrasmengsel (ER) – controle object
2. Engels raaigrasmengsel (ER-70%N) – verlaagde stikstofgift, 70% van de norm
3. Engels raaigras + kropaar (ER+KA)
4. Engels raaigras + rietzwenkgras (ER+RZ)
5. Engels raaigras + kropaar + rietzwenkgras + weegbree + cichorei (ER+KA+RZ+WB+C)
6. Engels raaigras + kropaar + rietzwenkgras + weegbree + cichorei + rode klaver (ER+KA+RZ+WB+C+RK)

De mengsels werden onderzocht op een perceelsdeel met ondergrondse druppelirrigatie en op een perceelsdeel zonder irrigatie. Op beide perceelsdelen werden de graskruidenmengsels onderzocht in drie herhalingen. Het totaal aantal veldjes/plots was dus: 6 (graskruidenmengsels) * 2 (wel en geen druppelirrigatie) * 3 herhalingen = 36. Elk veldje had een afmeting van 13 * 3 m².

In bijlage 1 is een schematisch overzicht van de veldproef weergegeven.

2.2 Locatie

De veldproef werd in oktober 2021 aangelegd op perceel K2 van Agro innovatiecentrum De Marke (52°02'25.50"N, 6°21'12.50"O). Voorvrucht was wintergerst dat in juli als "GPS" geoogst werd. Het jaar daarvoor (2020) werd er mais geteeld. De grondsoort betreft een lemige zandgrond met een grondwatertrap GT-VIII.

In februari 2022, voorafgaand aan de bemesting van de proef, werd een grondmonster genomen van de proeflocatie van de laag 0-10 cm. In Tabel 1 zijn enkele analyseresultaten weergegeven.

Tabel 1 Bodemanalyses van de proeflocatie (laag 0-10 cm), februari 2022.

Parameter	Eenheid	Waarde	Streefwaarde
Organische stof	(%)	3,4	-
pH		5,7	5,0 – 5,7
N-totaal	(mg N/kg)	1500	
NLV	(kg N/ha)	125	95 - 145
C/N ratio		13	13 - 17
P-AL	(mg P ₂ O ₅ /100 g)	58	
P-beschikbaar	(mg P/kg)	2,6	
K-getal		20	
K-beschikbaar	(mg K/kg)	46	
Mg-beschikbaar	(mg Mg/kg)	86	
SLV	(kg S/ha)	11	20 - 30
CEC	(mmol+/kg)	51	> 43
CEC-bezetting	(%)	100	> 95
Microbiële activiteit	(mg N/kg)	48	125 - 175

2.3 Proefuitvoering

2.3.1 Aanleg druppelirrigatie

Op 5 oktober 2021 werd in opdracht van Vitens de druppelirrigatie aangelegd. De breedte van het perceelsdeel met druppelirrigatie is 18 meter. In totaal werden er 24 druppelslangen op een afstand van 75 cm en op een diepte van 40 cm aangelegd. Er werd voor een diepte van 40 cm gekozen omdat een ondergrondse druppelirrigatie voor minimaal 10 jaar wordt aangelegd, waardoor er rekening moet worden gehouden met grondbewerkingen zonder dat de druppelslangen worden beschadigd. De druppelslangen werden in de grond gebracht met een 4-rijige machine achter een rupstrekker (zie afbeelding 1). De afzonderlijke druppelslangen werden in de grond getrokken met een kouter plus slanggeleider. Om de druppelslangen nauwkeurig te kunnen leggen was de machine GPS-gestuurd.

De PE-druppelslangen (HortiGreen40mil PCND 16mm@40cm0.7L) hadden een doorsnede van 16 mm en een wandikte van 1 mm. Om de 4 cm zat een druppelopening met een openingsdruk van 0,5 bar een afgiftecapaciteit van 0,7L per uur. Aan de beide kopeinden werden de druppelslangen aangesloten op een koppelslang (diameter van 2 inch), zodat de druppelslangen zonodig doorgespoeld kunnen worden. Voor de water aanvoer is aan één kopeind de koppelslang aangesloten op een pompinstallatie met een watervoorraadtank (zie afbeelding 2). De voorraadtank werd gevuld met water van de drinkwatervoorziening van de melkkoeien. Dit is grondwater dat gefilterd en ontijzerd is. De dagelijkse waterdosering van pompinstallatie kan m.b.v. een app op afstand worden ingesteld.



Afbeelding 1 Aanleg ondergrondse druppelirrigatie.



Afbeelding 2 Water voorraadtank en pompinstallatie.

2.3.2 Inzaai graskruidenmengsels

Op 8 oktober 2021 werd het proefveld met de verschillende graskruidenmengsels ingezaaid met een zaaicombinatie (kopeg+pneumatische zaaimachine). Alle mengsels werden steeds in één werkgang gezaaid. Het zaaizaad werd geleverd door DSV zaden Nederland. In tabel 2 zijn per mengsel de totale zaaizaadhoeveelheid en de zaaizaadhoeveelheden van de afzonderlijke grassen en kruiden weergegeven. Onder de soorten grassen en kruiden zijn tussen haakjes de rassen weergegeven.

Tabel 2 Hoeveelheden zaaizaad van de afzonderlijke grassen en kruiden per mengsel (kg/ha).

Mengsel	Totaal	Engels (Explosion)	Kropaar (Loke/ Lidacta)	Rietzwenk (Rosparon)	Smalle weegbree (Hercules/ Boston)	Cichorei (Spadona)	Rode klaver (Taifun)
ER	45	45					
ER-70%N	45	45					
ER+KA	45	23	23				
ER+RZ	50	10		40			
ER+KA+RZ+WB+C	40	20	6	12	1.2	0.8	
ER+KA+RZ+WB+C+RK	40	14	6	12	1.2	0.8	6

2.3.3 Bemesting

De verschillende behandelingen werden bemest volgens het bemestingsadvies (CBGV) voor grasland. De hoeveelheid N-bemesting van behandeling "ER-70%N" was steeds 70% van die van behandeling "ER". De behandeling "ER+KA+RZ+WB+C+RK" werd bemest volgens het advies voor grasland met klaver.

2022

In 2022 werden alle sneden bemest met alleen kunstmest omdat de zode met name in het begin van het groeiseizoen nog onvoldoende stevig was om te kunnen bemesten met een zodenbemester. De mengsels op het perceelsdeel met druppelirrigatie werden vijf keer geoogst en bemest en de mengsels op het perceelsdeel zonder irrigatie vier keer als gevolg van de droogte. Daarnaast werd de stikstofgift voor de 4^e snede van de mengsels met druppelirrigatie met 25% verlaagd en van de mengsels zonder irrigatie met 75% verlaagd ten opzicht van het advies omdat de opbrengst van de 3^e snede lager was dan waarvoor bemest was.

De stikstof, fosfaat en kalibemesting werden gegeven in de vorm van resp. KAS, Tripelsuper en Kali60. De gegeven hoeveelheden stikstof, fosfaat en kali per snede zijn weergegeven in de tabel 3. Daarnaast werd er voor de eerste snede Mg en S gegeven d.m.v. 65 kg/ha Kieseriet.

Tabel 3 Stikstof-, fosfaat- en kaligiften uit kunstmest per snede (kg/ha) in 2022, links met druppelirrigatie | rechts geen irrigatie.

Mengsel		Snede					Totaal
		1	2	3	4	5	
Stikstof	ER	100 100	90 90	80 80	45 15	25 -	340 285
	ER+KA						
	ER+RZ						
	ER+KA+RZ+WB+C						
	ER-70%N	70 70	63 63	56 56	32 11	18 -	239 200
	ER+KA+RZ+WB+C+RK	80 80	15 15	0 0	20 0	0 -	115 95
Fosfaat	Alle	15 15	25 25	25 25	20 15	15 -	100 80
Kali	Alle	120 120	80 80	80 80	50 50	50 -	380 330

2023 en 2024

In 2023 en 2024 werd voor de 1^e en de 2^e snede resp. 30 en 20 m³/ha runderdrijfmest toegediend met een zodebemester. Tijdens het bemesten werd een monster genomen. In tabel 4 is de samenstelling weergegeven. De stikstof- en kali-bemesting werden aangevuld met KAS en Kali60. In tabel 5 zijn per snede voor N, P₂O₅ en K₂O de werkzame hoeveelheden uit drijfmest en de aangevulde hoeveelheden uit kunstmest weergegeven. De bemestingshoeveelheden in tabel 5 gelden voor zowel 2023 als voor 2024, omdat beide jaren gelijke kunstmestgiften werden gegeven en het verschil in samenstelling van de runderdrijfmest erg klein was.

Tabel 4 Samenstelling runderdrijfmest (g/kg).

Snede	Drogestof	Org.stof	N-totaal	N-NH ₄	N-org	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Na ₂ O
2023									
1	62	49	3.2	1.6	1.6	1.03	4.5	1.0	<0.6
2	70	56	3.4	1.8	1.6	1.08	5.1	1.0	0.5
2024									
1	57	44	3.3	1.5	1.8	1.03	4.7	1.0	<0.6
2	68	55	3.2	1.4	1.8	1.03	4.6	0.8	<0.6

Tabel 5 Werkzame hoeveelheden stikstof, fosfaat en kali uit drijfmest+kunstmest (kg/ha) in 2023 en 2024, per snede en totaal. Tussen haakjes totale hoeveelheden stikstof.

Mengsel		Snede					Totaal
		1	2	3	4	5	
Stikstof	ER	33+80	31+50	11+55	6+30	3+20	319
	ER+KA						(400)
	ER+RZ						
	ER+KA+RZ+WB+C						
	ER-70%N	33+45	31+25	11+35	6+20	3+15	223
							(305)
	ER+KA+RZ+WB+C+RK	33+47	31+0	11+0	6+0	3+0	131
							(212)
Fosfaat	Alle	16+0	14+0	7+0	7+0	7+0	51
Kali	Alle	106+30	92+0	38+30	0+70	0+50	416

2.4 Waarnemingen

Bodemvochtgehalte

Voor het volgen van het bodemvochtgehalte van de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie werden op beide perceelsdelen elk jaar vanaf begin mei elke twee weken bodemvochtmonsters genomen van de lagen 0-10 en 10-20 cm. De monsters werden genomen in de veldjes met de behandelingen ER en ER+KA+RZ+WB+C+RK. Om de gewasopbrengst niet te beïnvloeden werden de monster aan de zijanten op een afstand van ca. 0,5 vanaf de rand van het veldje genomen. Voor het berekenen van vochtgehalte werden de monsters 24 uur gedroogd in een droogstoof bij 104 °C. Binnen de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie werd het vochtgehalte van de behandelingen ER en ER+KA+RZ+WB+C+RK gemiddeld. Het vochtgehalte (volume %) werd als volgt berekend:

Volume % = 100* (gewicht natte grond – gewicht droge grond) / gewicht droge grond * 1,35 (= dichtheid grond in g/cm³)

Aandelen grassen en kruiden

Om het verloop van de aandelen grassen en kruiden van de verschillende mengsels te volgen werd jaarlijks aan het eind van het groeiseizoen de botanische samenstelling van de verschillende objecten geschat. Hierbij werd per veldje het bezettingspercentage van de afzonderlijke grassen en kruiden visueel geschat. Bij de schatting van de bezettingspercentages vormen alle plantensoorten samen altijd 100%.

Gewasopbrengst en kwaliteit

Jaarlijks werd per snede de grasopbrengst bepaald door per veldje een strook met een breedte van 1,5 m uit te maaien met een proefveldmaaier (Haldrup). Tijdens de oogst werd per veldje uit het gemaaid gras van de maaistrook een monster genomen. Dit monster werd op De Marke gedroogd bij 70° C voor bepaling van het gehalte aan droge stof (ds). Daarna werden de monsters opgestuurd naar Eurofins Agro en onderzocht op het gehalte aan ruw eiwit (re), ruwe celstof (rc), ruw as (ras), ruw vet, verteringscoëfficiënt van de organische stof (vcos), suiker, NDF, ADF, ADL op basis van NIRS. Uit de samenstelling werd de voederwaarde (VEM, DVE en OEB) berekend.

Rest minerale bodemstikstof

Om een indicatie te krijgen van mogelijke verschillen in hoeveelheden rest N-mineraal aan het eind van het groeiseizoen tussen graskruidenmengsels en een puur Engels raagrasmengsel werden aan het eind van het laatste groeiseizoen (28 oktober 2024) van de mengsels ER, ER+KA+RZ+WB+C en ER+KA+RZ+WB+C+RK op het perceelsdeel zonder irrigatie de voorraden aan N-mineraal in de bodemlagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm bepaald. Hiertoe werden met een mechanische boor 15 steken per veldje genomen en per laag tot één monster gemengd. De monsters werden gekoeld bewaard en zo snel mogelijk opgestuurd naar Eurofins-Agro waar het gehalte aan ammonium-N en nitraat-N werd bepaald. Van daaruit werd de voorraad aan N-mineraal berekend in kg per ha.

2.5 Statistiek

Om een vergelijking te kunnen maken tussen graskruidenmengsels onder droge omstandigheden en omstandigheden zonder droogteschade werden de mengsels in drie herhalingen op een perceelsdeel met druppelirrigatie en in drie herhalingen op een perceelsdeel zonder irrigatie gezaaid. Om praktische en kostentechnische redenen werd er maar één perceelsdeel met druppelirrigatie aangelegd. Dit betekent dat de factor "irrigatie" geen herhalingen bevatte. Om de verschillen tussen wel en geen irrigatie toch statistisch te kunnen toetsen zijn de resultaten getoetst volgens een split-plot opzet met drie herhalingen. Binnen de herhalingen werden de plots gevormd door de factor irrigatie (wel en geen druppelirrigatie) en de subplots door de mengsels.

Alle drie jaren lagen de verschillende behandelingen op dezelfde veldjes. De resultaten van de gewasopbrengst en voederwaardesamenstelling werden daarom naast jaarlijks ook over de jaren heen geanalyseerd. Daarbij werd voor ieder veldje de gemiddelde opbrengst van drie jaren berekend, en vervolgens werden de behandelingseffecten (gemiddeld over jaren heen) getoetst.

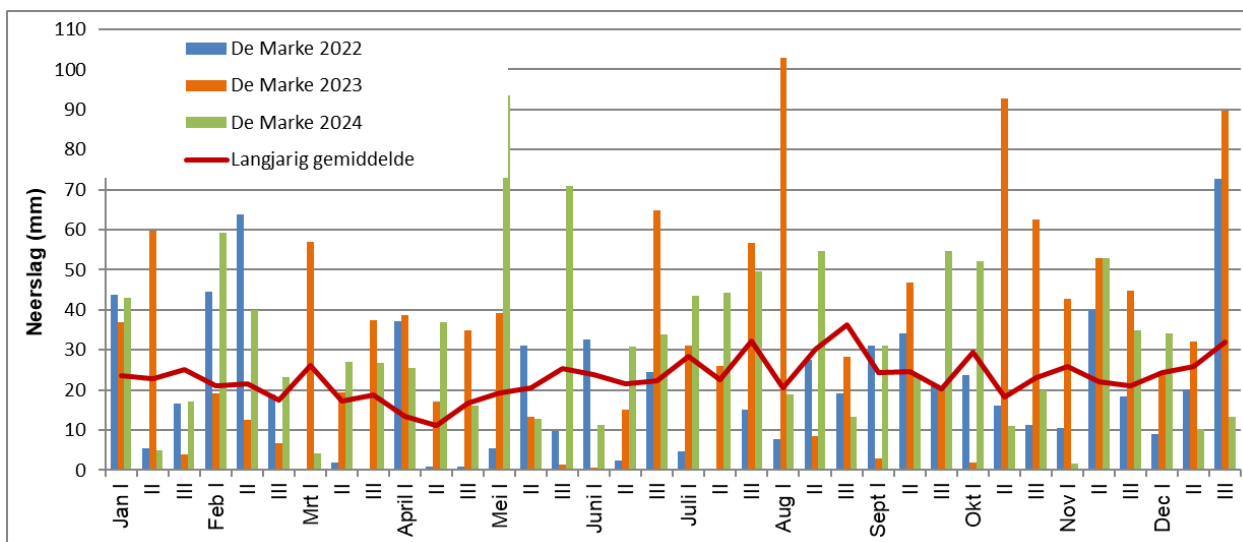
De statistische analyse is uitgevoerd met behulp van het statistische pakket Genstat (Genstat Twenty-second Edition, 2022). Daarbij is de LSD (Least Significant Difference) gebruikt om statistische verschillen met een $P < 0.05$ aan te kunnen tonen.

2.6 Weersomstandigheden

Op Agro Innovatiecentrum De Marke is een weerstation aanwezig dat dagelijks de temperatuur en neerslag registreert. Figuur 1 en 2 geven respectievelijk de neerslag en de temperatuur per decade voor de jaren 2022 t/m 2024 weer en daarnaast een langjarig gemiddelde van het KNMI als referentie.

Neerslag

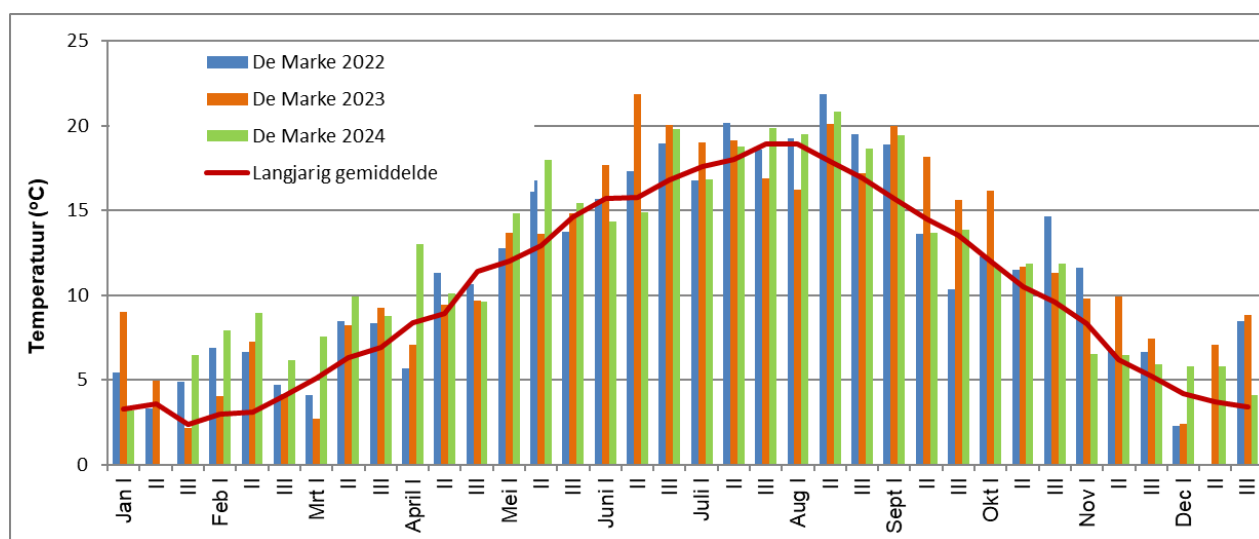
Het groeiseizoen (april t/m oktober) van 2022 was gemiddeld erg droog. Met name in de perioden maart, tweede helft van april en juli tot half augustus viel veel minder neerslag dan normaal. In het seizoen van 1 april tot 1 november viel er maar 357 mm, wat 127 mm minder is dan het langjarig gemiddelde. De groeiseizoenen van 2023 en 2024 waren natter dan normaal. In 2023 viel er in de maanden april, juli, augustus en oktober meer neerslag dan het langjarig gemiddelde. Alleen de periode eind mei-begin juni was wat droger dan normaal. Totaal viel er in de periode van 1 april tot 1 november 221 mm meer dan het langjarig gemiddelde. In 2024 viel er in praktisch alle perioden van het groeiseizoen meer neerslag dan het langjarig gemiddelde. Met name in de maand mei viel er veel neerslag. Totaal viel er in de periode van 1 april tot 1 november 264 mm meer neerslag dan het langjarig gemiddelde.



Figuur 1 Neerslag per decade op Agro Innovatiecentrum De Marke voor de jaren 2022 t/m 2024 en het langjarig gemiddelde van het KNMI.

Temperatuur

Gemiddeld waren de groeiseizoenen (april t/m oktober) van 2022, 2023 en 2024 warmer dan het langjarig gemiddelde. De gemiddelde temperaturen kwamen resp. 1,0, 1,4 en 1,3 °C hoger uit dan het langjarig gemiddelde. In 2022 waren met name de perioden eind mei, eind juni, augustus en begin september warmer dan gemiddeld. In 2023 waren de perioden begin juni tot half juli en begin september tot begin oktober warmer dan gemiddeld. Alleen de periode eind juli-begin augustus was wat kouder dan gemiddeld. In 2024 waren vooral de perioden begin mei, eind juni, eind augustus en begin september warmer dan gemiddeld.



Figuur 2 Gemiddelde temperatuur per decade op Agro Innovatiecentrum De Marke voor de jaren 2022 t/m 2024 en het langjarig gemiddelde van het KNMI.

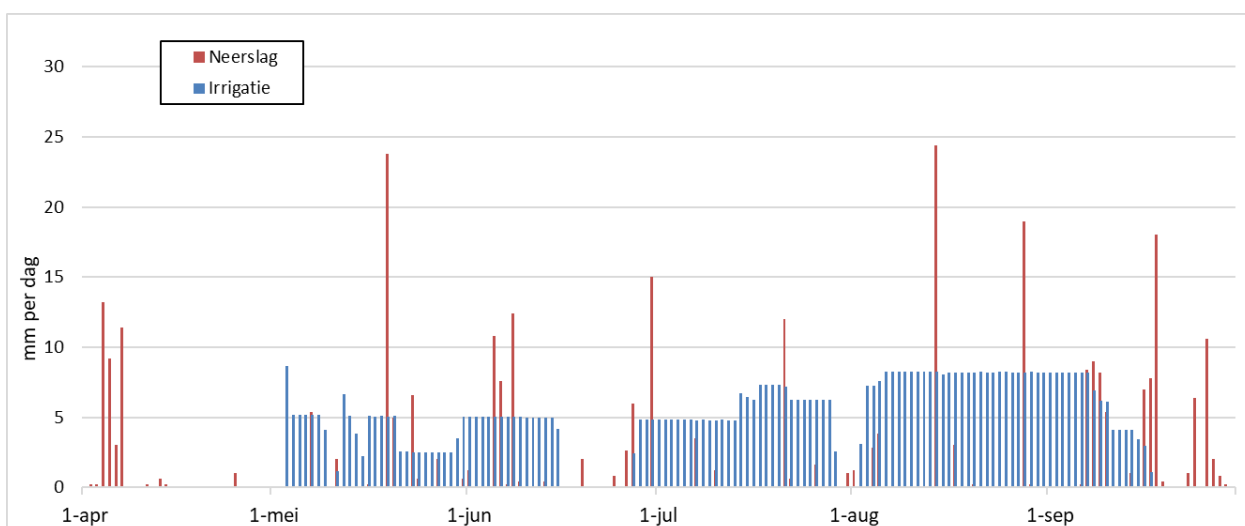
3 Resultaten

3.1 Druppelirrigatie en bodemvochtgehalte

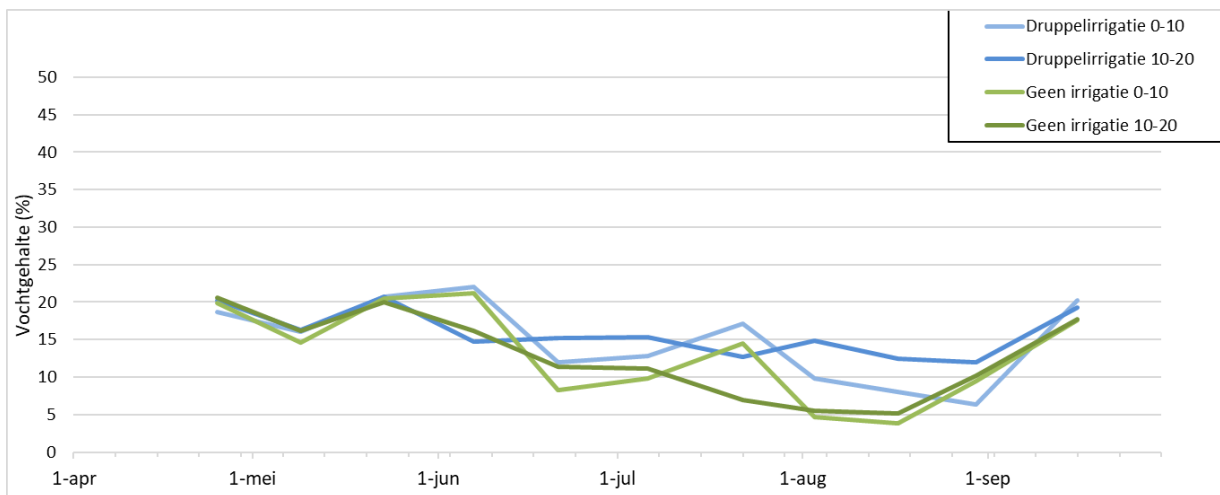
2022

Het verloop van het bodemvochtgehalte van de lagen 0-10 en 10-20 cm van perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie is weergegeven in figuur 4. De dagelijkse hoeveelheid water die werd toegediend via druppelirrigatie en de neerslaghoeveelheid is weergegeven in figuur 3.

Op 3 mei is gestart met watertoediening via de ondergrondse druppelslangen. Er was nog geen praktische informatie beschikbaar over werking en sturing van ondergrondse druppelirrigatie in grasland. In eerste instantie was dan ook het doel om te kijken of en hoe snel er een vochtverschil ontstond tussen de perceelsdelen zonder en met druppelirrigatie. Daarnaast was het de bedoeling om het gemiddelde bodemvochtgehalte in de laag 0-20 cm in het perceelsdeel met druppelirrigatie gedurende het seizoen op ca. 15% te houden. Bij dit percentage wordt op deze grondsoort verwacht dat vocht beperkend wordt (Hoving en Booij, 2022). Ondanks dagelijkse vochttoediening van 3 tot 5 mm (met een enkele onderbreking door een lekkage of storing, zie figuur 3) was er tot half juni nauwelijks een verschil in bodemvochtgehalte tussen de perceelsdelen zonder en met druppelirrigatie (zie figuur 4). Vanaf half juni ontstond er een duidelijk neerslagtekort waarbij het bodemvochtgehalte van het perceelsdeel zonder irrigatie in de lagen 0-10 en 10-20 cm, in augustus daalde dat tot 5%. Pas vanaf dat moment ontstond er een verschil in vochtgehalte tussen de beide perceelsdelen van 5-10%. Het verschil hield aan tot de tweede helft van augustus, tot het moment dat er weer voldoende neerslag was gevallen. Wat opvalt is dat in de droge periode het verschil tussen de lagen 0-10 cm van de beide perceelsdelen kleiner was (max. 5%) dan tussen de lagen 10-20 cm (max. 10%). Ook is te zien dat het vochtgehalte in de laag 0-10 cm van het deel met druppelirrigatie duidelijker mee bewoog met die van het deel zonder druppelirrigatie dan het vochtgehalte in de laag 10-20 cm. Tijdens de zeer droge periode in de maand juli daalde het vochtgehalte in de laag 0-10 cm van het deel met druppelirrigatie zelfs tot ruim onder de 10%. De capillaire opstijging vanaf een diepte van 40 cm was blijkaar te weinig om het vochtgehalte in de laag 0-10 cm voldoende op peil te houden ondanks dat er in die periode 8 mm per dag werd toegediend. Het vochtgehalte in de laag 10-20 cm kon wat beter op peil worden gehouden en daalde in de zeer droge juli periode niet verder dan 12%. Totaal werd er tussen 1 mei en 30 september 709 mm water toegediend met de druppelirrigatie.



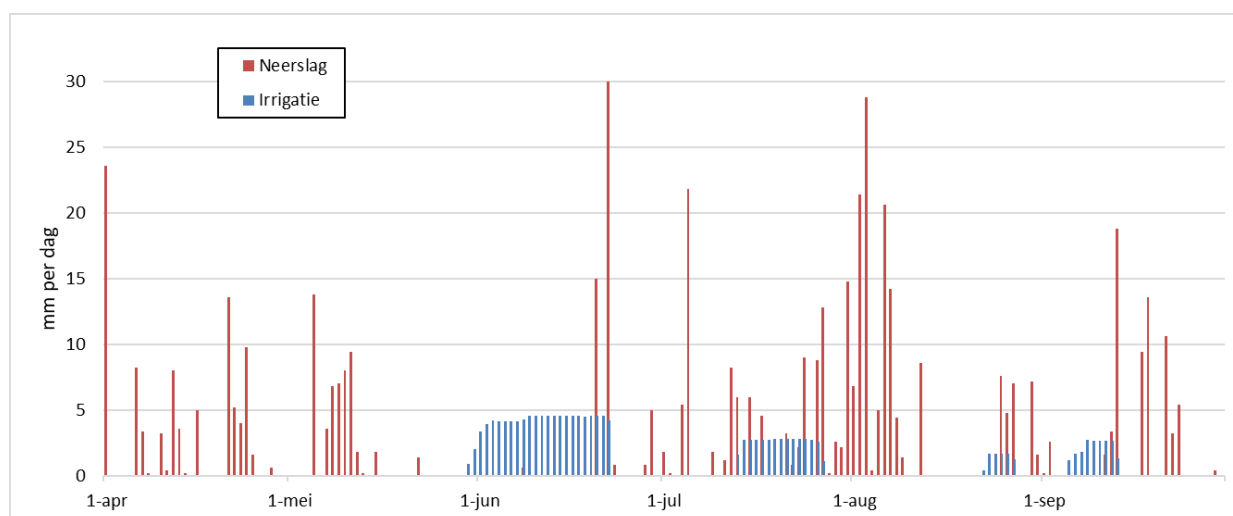
Figuur 3 Hoeveelheid neerslag en toegediend water via druppelirrigatie (mm per dag) in 2022.



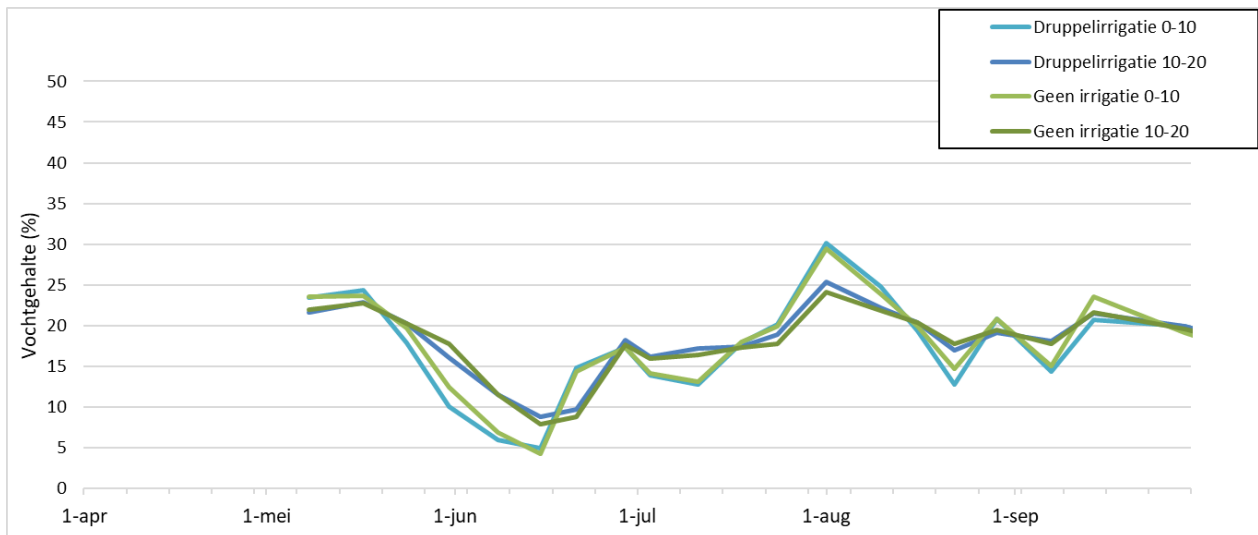
Figuur 4 Verloop van het vochtgehalte (%) van de bodemlagen 0-10 en 10-20 cm van de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie in 2022.

2023

Ondanks de ervaring van 2022 dat het lastig bleek om met de ondergrondse druppelirrigatie het vochtgehalte in de bodemlaag 0-20 cm onder droge omstandigheden op peil te houden, is besloten om in 2023 en 2024 de druppelirrigatie niet eerder aan te zetten dan het moment dat waarop het gemiddelde vochtgehalte van de bodemlaag 0-20 cm onder de 15% dreigde te komen. Dit om veel waterverlies te voorkomen. Daarnaast is besloten om de dagelijks druppelhoeveelheid af te stemmen op de ingeschatte gewasverdamping. Wanneer er als gevolg van een lange droogteperiode zou blijken dat ook het perceelsdeel met druppelirrigatie te droog zouden worden dan zou er op dat deel berekend gaan worden. Doel van de proef was immers om de graskruidenmengsels onder droge omstandigheden te vergelijken met omstandigheden zonder vochttekort. De dagelijkse hoeveelheid water die werd toegediend via druppelirrigatie en de neerslaghoeveelheid is weergegeven in figuur 5. Het verloop van het bodemvochtgehalte van de lagen 0-10 en 10-20 cm van perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie is weergegeven in figuur 6. Begin juni dreigde er als gevolg van een droge periode vochttekort op te treden en is er gestart met druppelen op het perceelsdeel met druppelirrigatie. Desondanks bleef het vochtgehalte in de lagen 0-10 en 10-20 cm evenveel dalen dan van het perceelsdeel zonder druppelirrigatie. Op het moment dat er besloten werd om op het perceelsdeel met druppelirrigatie extra water toe te dienen via berekening begon er weer neerslag te vallen. Verder waren er half juli, eind augustus en half september perioden waarbij er een vochttekort dreigde te ontstaan, waarbij de druppelirrigatie een aantal dagen is aangezet (zie figuur 5). Totaal werd er 165 mm water toegediend met druppelirrigatie. Figuur 6 laat zien dat het verloop van het vochtgehalte in de lagen 0-10 en 10-20 cm van de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie vergelijkbaar is. Het toedienen van water met druppelirrigatie heeft dus geen noemenswaardig effect gehad op het vochtgehalte in deze bodemlagen.



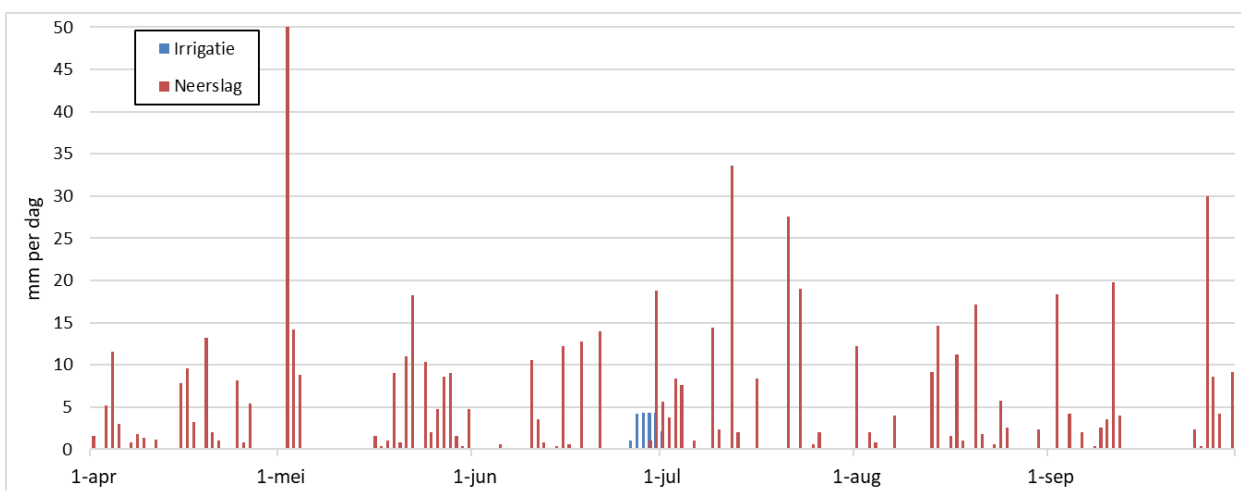
Figuur 5 Hoeveelheid neerslag en toegediend water via druppelirrigatie (mm per dag) in 2023.



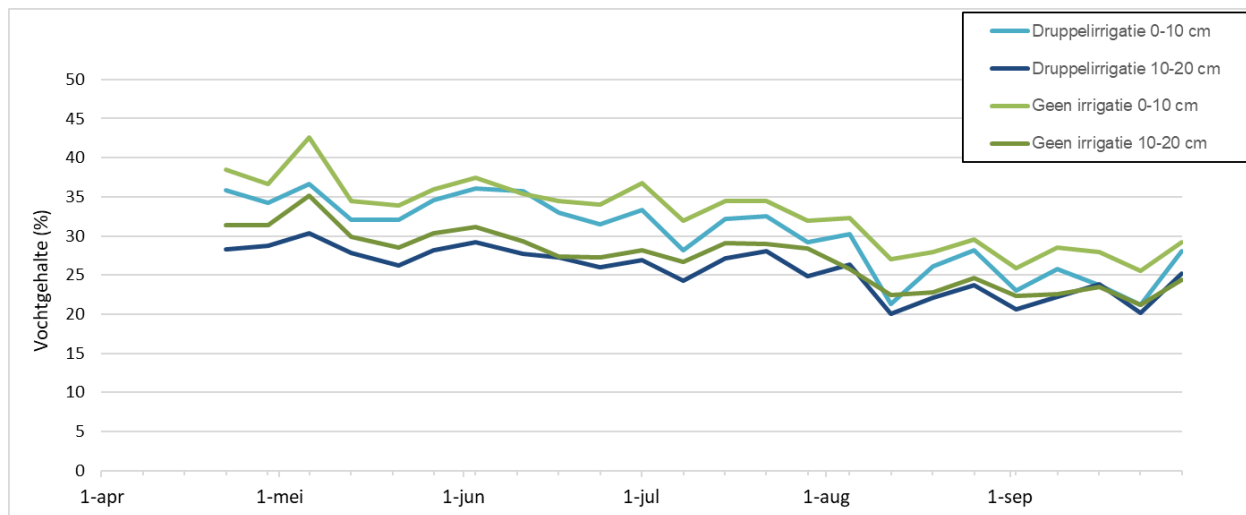
Figuur 6 Verloop van het vochtgehalte (%) van de bodemlagen 0-10 en 10-20 cm van de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie in 2023.

2024

In 2024 werd voor het perceelsdeel met druppelirrigatie dezelfde druppel- en beregeningsstrategie aangehouden als in 2023. De dagelijkse hoeveelheid water die werd toegediend via druppelirrigatie en de neerslaghoeveelheid is weergegeven in figuur 7. Het verloop van het bodemvochtgehalte van de lagen 0-10 en 10-20 cm van perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie is weergegeven in figuur 8. Alleen rond 1 juli werd er, vooral ingegeven door de weersvoorspellingen, ingeschat dat er een vochttekort zou ontstaan. De druppelirrigatie is daarom maar een paar dagen aangezet totdat bleek dat de voorspelde droge periode niet kwam. Totaal heeft de druppelirrigatie maar 5 dagen aangestaan en werd er 21 mm water toegediend. De hele groeiperiode viel er steeds voldoende neerslag om het vochtgehalte van de bodem boven de 15% te houden en was het niet nodig om op het perceeldeel met druppelirrigatie extra water toe te dienen. Het verloop van het vochtgehalte in de lagen 0-10 en 10-20 cm van de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie was daarom ook vergelijkbaar (zie figuur 8). Opvallend is wel dat het vochtgehalte in de laag 0-10 cm van het perceelsdeel zonder druppelirrigatie praktisch het hele groeiseizoen licht hoger was (gemiddeld 2.5%) dan van het perceelsdeel met druppelirrigatie, terwijl er in 2023 geen verschil te zien was. Hiervoor kon geen aannemelijke oorzaak worden gevonden.



Figuur 7 Hoeveelheid neerslag en toegediend water via druppelirrigatie (mm per dag) in 2024.



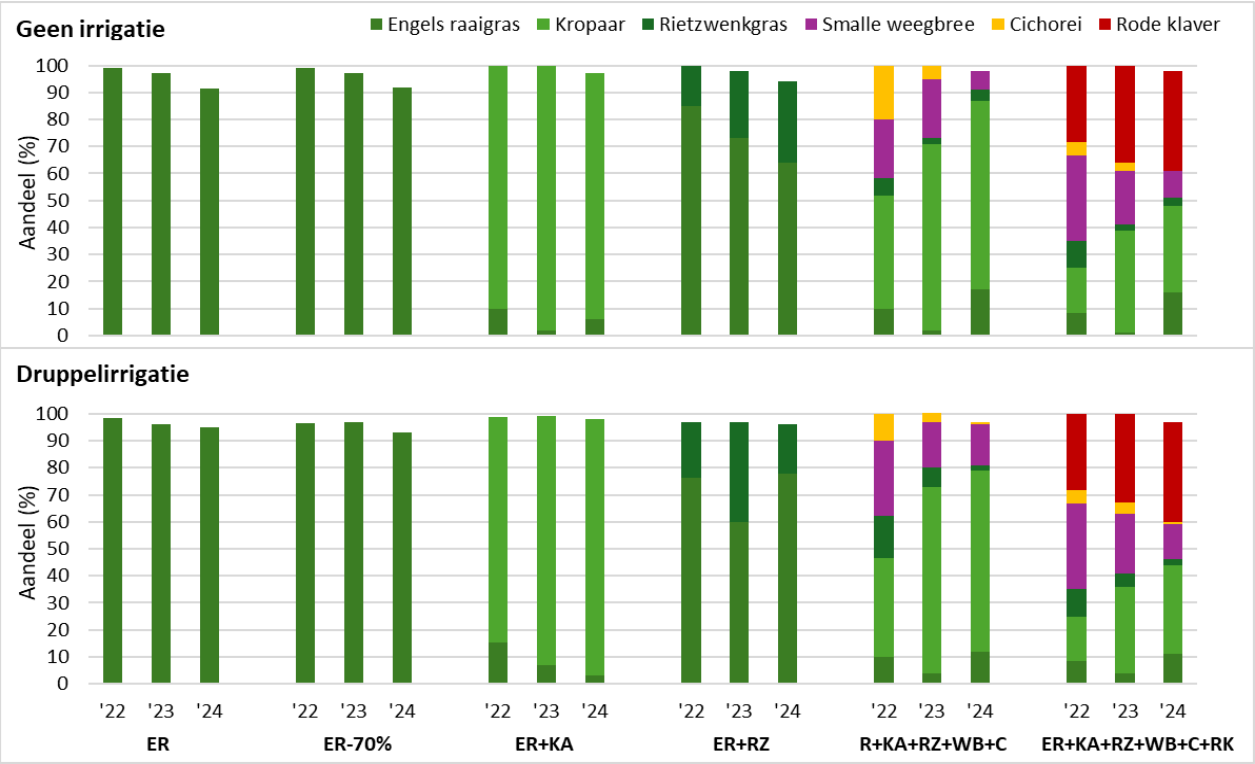
Figuur 8 Verloop van het vochtgehalte (%) van de bodemlagen 0-10 en 10-20 cm van de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie in 2024.

3.2 Aandelen grassen en kruiden

In tabel 6 en figuur 9 zijn per jaar de aandelen van de gezaaide grassen en kruiden van de verschillende mengsels op de perceelsdelen zonder en met druppelirrigatie weergegeven. Met name in het tweede en derde jaar zijn de cumulatieve aandelen soms kleiner dan 100% (tot 9% abs.). Dit betekent dat er naast de gezaaide grassen en kruiden ook wat onkruid en niet gewenste grassen stonden. Dit was voornamelijk straatgras en paardenbloem. Bij de beide mengsels met alleen Engels raaigras, ER en ER-70%, was het aandeel onkruid en niet gewenste grassen in het derde gestegen naar 5-8%. Binnen de drie jaren waren de verschillen in aandelen gras/kruidensoorten tussen de vergelijkbare mengsels op de perceelsdelen zonder en met druppelirrigatie zeer beperkt. In het mengsel ER+KA was het aandeel kropaar in het eerste jaar al gestegen naar 90% op het perceelsdeel zonder irrigatie en naar 83% op het perceelsdeel met druppelirrigatie. In de volgende jaren bleven de aandelen op beide perceelsdelen boven de 90%. De aandelen rietzwenkgras in het mengsel ER+RZ waren op de perceelsdelen zonder en met druppelirrigatie beperkt met resp. 15 en 21%. Op het perceelsdeel zonder irrigatie steeg die naar 30% in het derde jaar. Op het perceelsdeel met druppelirrigatie steeg die in het tweede jaar naar 37%, maar daalde weer naar 18% in het derde jaar. In de graskruidenmengsels ER+KA+RZ+WB+C was het aandeel Engels raaigras in alle drie jaren beperkt met max. 17% in het derde jaar. Met name in het tweede jaar was het aandeel laag met maar 2%. Het aandeel kropaar was in alle jaren relatief hoog en steeg van 37-42% in het eerste jaar naar 67-70% in het derde jaar. Het aandeel smalle weegbree was in het eerste jaar 22-28% en daalde naar 7-15% in het derde jaar. Het aandeel cichorei begon in het eerste jaar met 10-20%, maar was na drie jaar praktisch verdwenen. In het mengsel met graskruiden plus rode klaver ER+KA+RZ+WB+C+RK kwamen de aandelen Engels raaigras, smalle weegbree en cichorei aardig overeen met die van het graskruidenmengsel ER+KA+RZ+WB+C. Het aandeel kropaar was echter in alle jaren veel lager en steeg van 17 naar 32-33%. Het lager aandeel kropaar werd voor een groot deel opgevuld door een rode klaver. Het aandeel hiervan steeg van 17% in het eerste jaar naar 37% in het derde jaar.

Tabel 6 Jaarlijks geschatte aandelen (%) grassen en kruiden in het najaar van de verschillende mengsels op de perceelsdelen zonder en met druppelirrigatie.

Gras/kruiden soort	Jaar	Geen irrigatie						Druppelirrigatie					
		ER	ER-70%	ER+KA	ER+RZ	ER+KA+RZ+WB+C	ER+KA+RZ+WB+C+RK	ER	ER-70%	ER+KA	ER+RZ	ER+KA+RZ+WB+C	ER+KA+RZ+WB+C+RK
Engels raaigras	2022	99	99	10	85	10	8	98	97	15	76	10	8
	2023	97	97	2	73	2	1	96	97	7	60	4	4
	2024	91	92	6	64	17	16	95	93	3	78	12	11
Kropaar	2022			90		42	17			83		37	17
	2023			98		69	38			92		69	32
	2024			91		70	32			95		67	33
Rietzwenkgras	2022				15	7	10				21	15	10
	2023				25	2	2				37	7	5
	2024				30	4	3				18	2	2
Smalle weegbree	2022					22	32					28	32
	2023					22	20					17	22
	2024					7	10					15	13
Cichorei	2022					20	5					10	5
	2023					5	3					4	4
	2024					0	0					1	1
Rode klaver	2022						28						28
	2023						36						33
	2024						37						37



Figuur 9 Jaarlijks geschatte aandelen (%) grassen en kruiden in het najaar van de verschillende mengsels op de perceelsdelen met druppelirrigatie en geen irrigatie.

3.3 Gewasopbrengst

Uit de statistische analyse bleek dat er in geen van de drie jaren een significant interactie-effect op de gewasopbrengst was tussen de mengsels en wel of geen irrigatie. Er bleek wel een significant interactie-effect tussen de mengsels en de jaren. Daarom zijn in tabel 7 de gewasopbrengsten van de verschillende mengsels gemiddeld over wel en geen irrigatie per jaar en gemiddeld over de jaren weergegeven. Daarnaast zijn de gewasopbrengsten bij druppelirrigatie en geen irrigatie, gemiddeld over de mengsels, weergegeven. Tevens zijn in figuur 10 de ds-opbrengsten nog eens in een staafgrafiek weergegeven. In bijlage 2 zijn de jaaropbrengsten van de afzonderlijke mengsels met en zonder druppelirrigatie weergegeven.

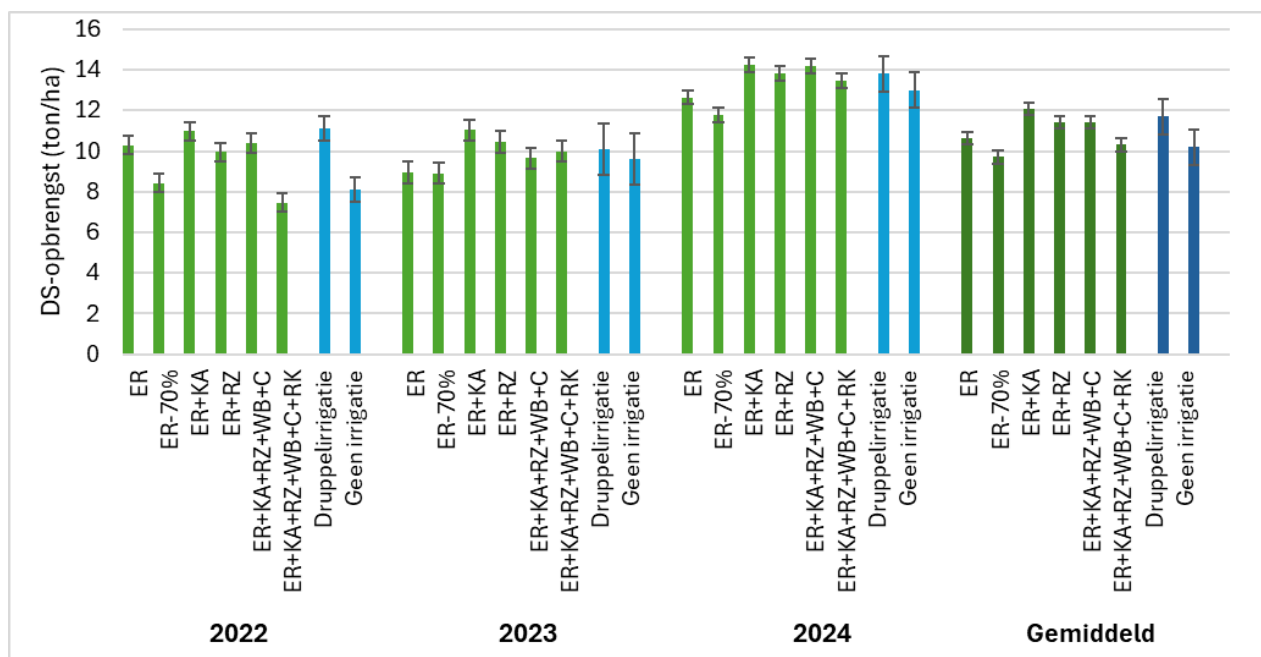
In het droge jaar 2022 was de gemiddelde ds-opbrengst van de mengsels met druppelirrigatie 3 ton/ha hoger dan van de mengsels zonder irrigatie. De gemiddelde opbrengst van de mengsels ER+KA, ER+RZ en ER+KA+RZ+WB+C was praktisch vergelijkbaar met die van het referentiemengsel ER. De beide mengsels met een verlaagde N-gift, ER-70% en ER+KA+RZ+WB+C+RK hadden een duidelijk lagere ds-opbrengst van resp. 1,9 en 2,8 ton/ha. Het ds-gehalte van deze beide mengsels was wel duidelijk hoger dan dat van het referentiemengsel ER, resp. 2,3% en 0,7% (abs). Daarentegen was het ds-gehalte van het graskruidenmengsel ER+KA+RZ+WB+C significant lager (1,3% abs.) dan die van de overige mengsels. In 2023 was er geen significant verschil in gemiddelde ds-opbrengst tussen de mengsels met en zonder druppelirrigatie. Binnen de mengsels is het opvallend dat de opbrengst van ER-70% vergelijkbaar was met die van het referentiemengsel ER. Uit de data bleek dat de opbrengst in de tweede en derde snede van het referentiemengsel ER zelfs wat lager was dan van het mengsel ER-70%. De gemiddelde ds-opbrengsten van de grasmengsels met kropbaar en rietzwenkgras (ER+KA en ER+RZ) waren resp. 2.0 en 1.5 ton/ha hoger dan van het referentiemengsel ER. De ds-opbrengsten van de beide graskruidenmengsels (ER+KA+RZ+WB+C en ER+KA+RZ+WB+C+RK) waren praktisch vergelijkbaar met die van het referentiemengsel ER. In tegenstelling tot 2022 was het ds-gehalte van het graskruidenmengsel ER+KA+RZ+WB+C+RK duidelijk lager (1,5% abs.) dan van het referentiemengsel ER.

In 2024 was er evenals in 2023 geen significant verschil in gemiddelde ds-opbrengst tussen de mengsels met en zonder druppelirrigatie. Binnen de mengsels waren de ds-opbrengsten van de mengsels met kropbaar en rietzwenkgras (ER+KA en ER+RZ) resp. 1,7 en 1,2 ton per ha hoger dan van het referentiemengsel ER. Ook de ds-opbrengsten van de beide graskruidenmengsels, ER+KA+RZ+WB+C en ER+KA+RZ+WB+C+RK, waren hoger dan die van het referentiemengsel, resp. 1,6 en 0,9 ton per ha. Gemiddeld over de drie jaren was de gemiddelde ds-opbrengst van de mengsels met druppelirrigatie 1,5 ton/ha hoger dan van de mengsels zonder irrigatie. Binnen de mengsels waren de ds-opbrengsten van het mengsel met rietzwenkgras (ER+RZ) en van het graskruidenmengsel (ER+KA+RZ+WB+C) 0,8 ton per ha hoger dan van het referentiemengsel ER en die van het grasmengsel met kropbaar (ER+KA) was zelfs 1,5 ton per ha hoger. De gemiddelde ds-opbrengst van het graskruidenmengsel ER+KA+RZ+WB+C+RK was vergelijkbaar die van het referentiemengsel ER. De gemiddelde ds-opbrengst van het mengsel met verlaagde N-gift, ER-70%) was gemiddeld 0,7 ton per ha lager dan van het referentiemengsel ER.

Tabel 7 Jaarlijkse en gemiddelde gewasopbrengsten van de verschillende mengsels en van de perceelsdelen met druppelirrigatie en geen irrigatie¹⁾.

	Mengsels						LSD-waarde (<i>P</i> <0,05)	Irrigatie		LSD-waarde (<i>P</i> <0,05)
	ER	ER-70%	ER+KA	ER+RZ	ER+KA+RZ+WB+C	ER+KA+RZ+WB+C+RK		Druppelirrigatie	Geen	
2022										
Opbrengst (ton/ha)	55.4 ^{bc}	40.5 ^a	60.5 ^c	53.0 ^b	60.4 ^c	38.8 ^a	5.22	59.1 ^b	43.7 ^a	4.11
Ds-gehalte (%)	18.5 ^{bc}	20.8 ^e	18.2 ^b	18.8 ^{cd}	17.2 ^a	19.3 ^d	0.58	18.9	18.8	0.58
Ds-opbrengst (ton/ha)	10.3 ^{cd}	8.4 ^b	11.0 ^d	9.9 ^c	10.4 ^{cd}	7.5 ^a	0.91	11.1 ^b	8.1 ^a	1.18
2023										
Opbrengst (ton/ha)	53.1 ^{ab}	50.6 ^a	67.5 ^d	59.8 ^{bc}	58.2 ^{bc}	65.3 ^{cd}	7.33	61.7	56.5	13.16
Ds-gehalte (%)	16.8 ^{bc}	17.7 ^d	16.4 ^b	17.5 ^{cd}	16.6 ^b	15.3 ^a	0.70	16.5	16.9	0.53
Ds-opbrengst (ton/ha)	9.0 ^{ab}	8.9 ^a	11.0 ^d	10.5 ^{cd}	9.6 ^{abc}	10.0 ^{bcd}	1.06	10.1	9.5	2.53
2024										
Opbrengst (ton/ha)	75.3 ^b	66.2 ^a	85.5 ^{cd}	80.7 ^{bc}	85.0 ^{cd}	89.6 ^d	5.92	83.8 ^b	76.9 ^a	6.06
Ds-gehalte (%)	16.8 ^b	17.8 ^c	16.7 ^b	17.2 ^b	16.7 ^b	15.0 ^a	0.61	16.5	16.9	0.71
Ds-opbrengst (ton/ha)	12.6 ^b	11.8 ^a	14.3 ^d	13.8 ^{cd}	14.2 ^d	13.5 ^c	0.72	13.7	13.0	1.73
Gemiddeld										
Opbrengst (ton/ha)	61.3 ^b	52.4 ^a	71.2 ^d	64.5 ^{bc}	67.9 ^{cd}	64.6 ^{bc}	4.66	68.3 ^b	59.0 ^a	7.27
Ds-gehalte (%)	17.4 ^c	18.8 ^e	17.1 ^{bc}	17.8 ^d	16.9 ^{ab}	16.6 ^a	0.39	17.3	17.5	0.59
Ds-opbrengst (ton/ha)	10.6 ^b	9.7 ^a	12.1 ^d	11.4 ^c	11.4 ^c	10.3 ^{ab}	0.65	11.7	10.2	1.72

1) Verschillende letters in een regel binnen de factoren "Mengsels" en "Irrigatie" betekent significant verschil ($P < 0.05$)



Figuur 10 Jaarlijkse en gemiddelde droge stofopbrengsten (ton/ha) van de verschillende mengsels en van de perceelsdelen met druppelirrigatie en geen irrigatie.

3.4 Voederwaardesamenstelling

In dit hoofdstuk worden alleen de VEM-waarde en het ruw eiwitgehalte besproken omdat dit de belangrijkste kenmerken zijn voor de energie- en eiwitvoorziening in een melkveerantsoen. In bijlage 2 is een uitgebreide voederwaardesamenstelling van de afzonderlijke mengsels met en onder druppelirrigatie per jaar weergegeven. Uit de statistische analyse bleek dat er in geen van de drie jaren een significant interactie-effect op de voederwaardesamenstelling was tussen de mengsels en wel of geen irrigatie. Er bleek wel een significant interactie-effect tussen de mengsels en de jaren. Daarom zijn in tabel 8 de VEM-waarde en het ruw eiwitgehalte van de verschillende mengsels gemiddeld over wel en geen irrigatie weergegeven.

Daarnaast zijn de VEM-waarde en het ruw eiwitgehalte bij druppelirrigatie en geen irrigatie, gemiddeld over de mengsels, weergegeven. Tevens zijn in figuren 11 en 12 de VEM-waarden en ruw eiwitgehalte in een staafgrafiek weergegeven.

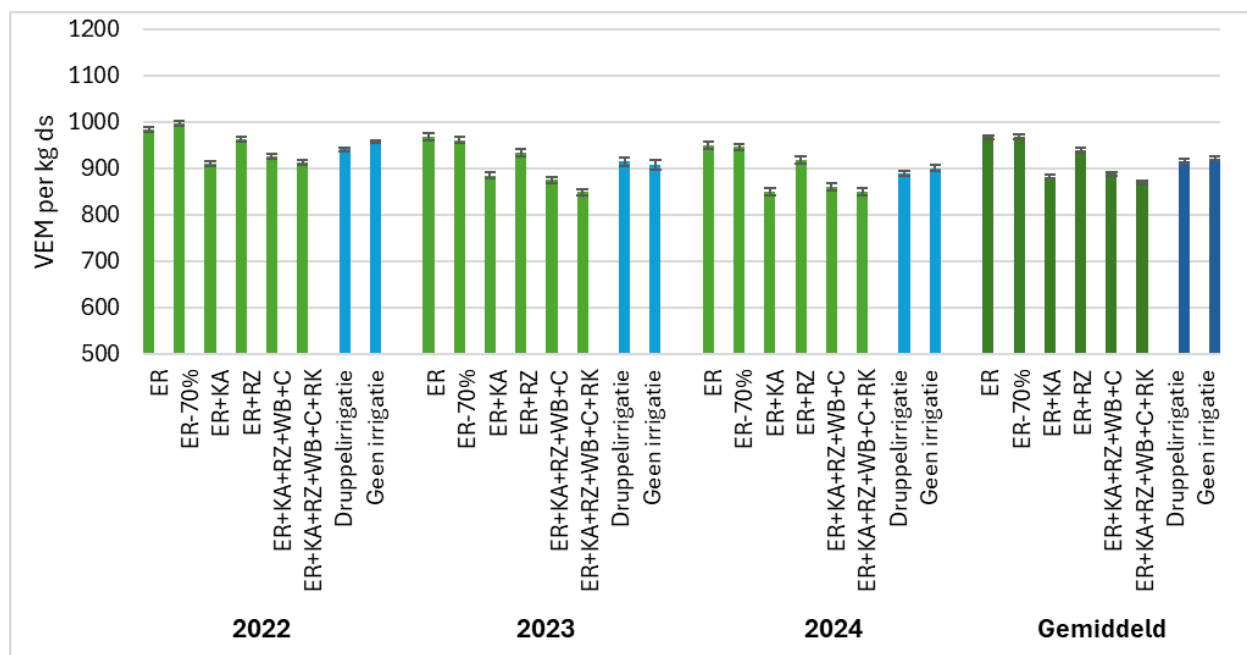
In het droge jaar 2022 waren de VEM-waarde en het gehalte aan ruw eiwit van de mengsels zonder irrigatie beperkt hoger (maar wel significant) dan van de mengsels met druppelirrigatie. In de andere jaren was er geen verschil in beide kenmerken tussen wel en geen druppelirrigatie. Binnen de mengsels waren in alle jaren de VEM-waarden van het mengsel met alleen Engels raaigras (ER en ER-70%) significant hoger dan van de overige mengsels. Het verschil met het mengsel met rietzwenkgras was gemiddeld ca. 30 VEM. Het verschil met de overige mengsels (ER+KA, ER+KA+RZ+WB+C en ER+KA+RZ+WB+C+RK) was gemiddeld 80-100 VEM.

De verschillen tussen de mengsels in gehalten aan ruw eiwit waren niet alle jaren gelijk. In alle jaren waren de gehalten van de mengsels ER en ER+RZ het hoogst en praktisch gelijk. Het ruw eiwitgehalte van mengsel ER-70% was alle drie jaren lager dan van het referentiemengsel ER, gemiddeld was het gehalte 26 g/kg ds lager. Het gehalte van het mengsel ER+KA was alleen het laatste jaar wat lager dan van het referentiemengsel ER. Het ruw eiwitgehalte van het mengsel ER+KA+RZ+WB+C was de laatste twee jaar lager, gemiddeld was het gehalte 11 g/kg ds lager. Het ruw eiwit gehalte van het mengsel ER+KA+RZ+WB+C+RK was gemiddeld 18 g/kg ds lager dan het referentiemengsel ER. Opvallend is, dat het gehalte het eerste jaar duidelijk lager was (27 g/kg ds) en laatste jaar praktisch gelijk, terwijl alle jaren de N-bemesting van dit mengsel duidelijk lager was dan van het referentiemengsel.

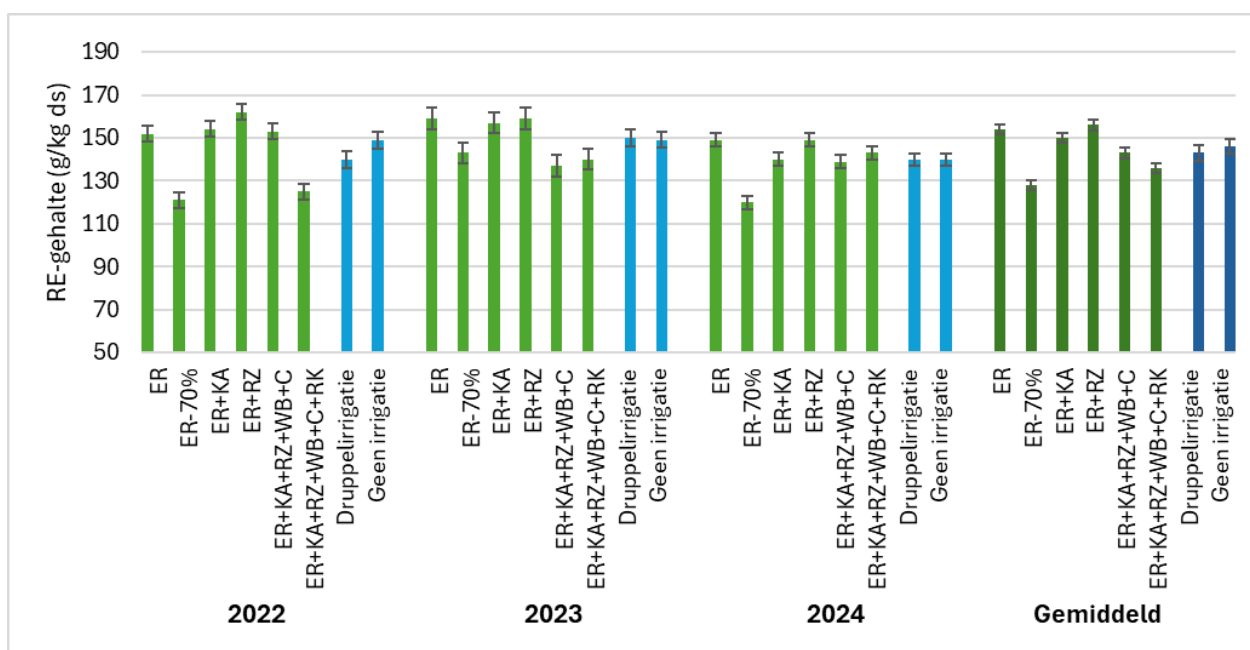
Tabel 8 Jaarlijkse en gemiddelde VEM-waarde en ruw eiwitgehalte (g) per kg droge stof van de verschillende mengsels en van de perceelsdelen met druppelirrigatie en geen irrigatie.

	Mengsels						LSD-waarde (<i>P</i> <0,05)	Irrigatie		LSD-waarde (<i>P</i> <0,05)
	ER	ER-70%	ER+KA	ER+RZ	ER+KA+RZ+WB+C	ER+KA+RZ+WB+C+RK		Druppelirrigatie	Geen	
2022										
VEM	985 ^d	998 ^e	911 ^a	963 ^c	927 ^b	913 ^a	11.1	941 ^a	958 ^b	6.5
Ruw eiwit	152 ^b	121 ^a	154 ^b	162 ^c	153 ^b	125 ^a	7.3	140 ^a	149 ^b	7.9
2023										
VEM	968 ^d	961 ^d	885 ^b	934 ^c	875 ^b	849 ^a	14.0	915	908	19.3
Ruw eiwit	159 ^b	143 ^a	157 ^b	159 ^b	137 ^a	140 ^a	9.8	150	149	7.4
2024										
VEM	949 ^c	946 ^c	850 ^a	918 ^b	861 ^a	850 ^a	14.9	890	901	11.4
Ruw eiwit	149 ^c	120 ^a	140 ^b	149 ^c	139 ^b	143 ^{bc}	6.3	140	140	5.6
Gemiddeld										
VEM	967 ^d	968 ^d	882 ^b	939 ^c	888 ^b	870 ^a	8.5	916	922	9.4
Ruw eiwit	154 ^{de}	128 ^a	150 ^d	156 ^e	143 ^c	136 ^b	4.9	143	146	6.9

1) Verschillende letters in een regel binnen de factoren "Mengsels" en "Irrigatie" betekent significant verschil ($P < 0.05$)



Figuur 11 VEM-waarde per kg droge stof van de verschillende mengsels en van de perceelsdelen met druppelirrigatie en geen irrigatie, per jaar en gemiddeld over de jaren.



Figuur 12 Ruw eiwitgehalte (g per kg droge stof) van de verschillende mengsels en van de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie, per jaar en gemiddeld over de jaren.

3.5 Stikstofopbrengst en bemesting

Per veldje is uit de opbrengstresultaten en de gehalten aan ruw eiwit de jaarlijkse stikstofopbrengst per ha berekend. Daarnaast is op basis van de bemestingsgegevens (tabel 3 en 5) het verschil in N-aanvoer door bemesting en N-afvoer door gewasopbrengst (N-overschot) berekend. Uit de statistische analyse van deze resultaten bleek dat er in geen van de drie jaren een significant interactie-effect was tussen de mengsels en wel of geen irrigatie. Er bleek wel een significant interactie-effect tussen de mengsels en de jaren.

Daarom zijn in tabel 9 de resultaten van de verschillende mengsels gemiddeld over wel en geen irrigatie per jaar en gemiddeld over de jaren weergegeven. Daarnaast zijn resultaten van druppelirrigatie en geen irrigatie, gemiddeld over de mengsels, weergegeven. Tevens zijn in figuur 13 de N-opbrengsten en in figuur 14 de N-overschotten van de verschillende mengsels en van de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie weergegeven.

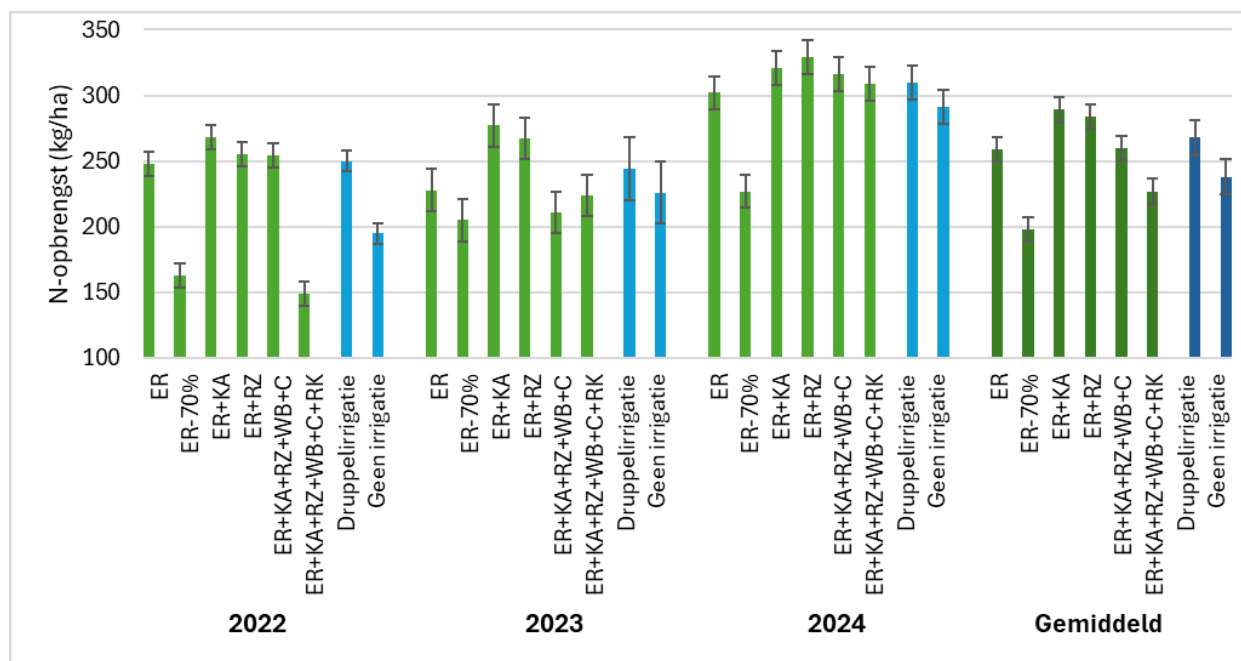
In het droge jaar 2022 was de gemiddelde N-opbrengst van het perceelsdeel zonder druppelirrigatie 55 kg/ha lager dan van het perceelsdeel met druppelirrigatie. Door de N-bemesting gedurende het seizoen te corrigeren voor de lagere opbrengsten kwam de N-bemesting op jaarbasis op het perceelsdeel zonder druppelirrigatie 47 kg/ha lager uit dan van het perceelsdeel met druppelirrigatie. Dit resulteerde uiteindelijk in een praktisch gelijk N-overschot voor beide perceelsdelen. In de beide andere jaren waren de gemiddeld N-opbrengsten en de N-overschotten van de beide perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie praktisch gelijk.

Gemiddeld was de N-opbrengst van het referentiemengsel ER 259 kg/ha en het N-saldo 97 kg/ha. De N-opbrengst van het mengsel ER-70% was het eerste en laatste jaar duidelijk lager dan van het referentiemengsel ER. Gemiddeld was de N-opbrengst 61 kg/ha lager. Door de lagere N-bemesting (gemiddeld ruim 90 kg/ha, zie hoofdstuk 2.3.3.) resulteerde dit in een lagere N-overschot van gemiddeld 30 kg/ha. In praktisch alle jaren waren de N-opbrengsten van de grasmengsels ER+KA en ER+RZ hoger dan van het referentiemengsel ER en gemiddeld resp. 30 en 25 kg/ha. Doordat de N-bemestingen gelijk waren resulteerde dit in vergelijkbare hoeveelheden lagere N-overschotten. De N-opbrengsten van het graskruidenmengsel ER+KA+RZ+WB+C waren alle drie jaren vergelijkbaar met die van het referentiemengsel ER en daarmee ook de N-overschotten. De N-opbrengst van het graskruidenmengsel met rode klaver ER+KA+RZ+WB+C+RK was het eerste jaar bijna 100 kg/ha lager dan van het referentiemengsel ER. In de beide jaren daarna was de N-opbrengst praktisch gelijk. Door de veel lager N-bemesting (gemiddeld ca. 195 kg/ha, zie hoofdstuk 2.3.3.) resulteerde dit in een negatief N-overschot van gemiddeld 53 kg/ha en was daarmee 150 kg/ha lager dan van het referentiemengsel ER.

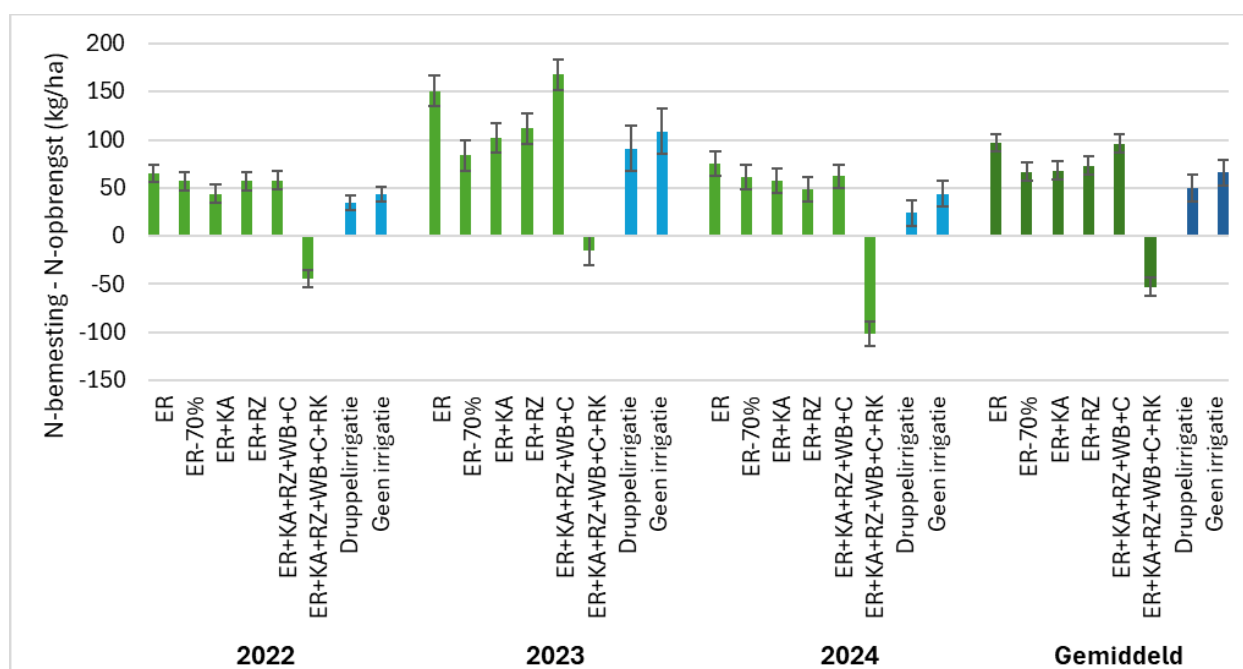
Tabel 9 Stikstofopbrengst (kg/ha) en het saldo van de stikstofbemesting minus de stikstofopbrengst (kg/ha) van de verschillende mengsels en van de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie, per jaar en gemiddeld over de jaren.

	Mengsels						LSD-waarde (<i>P</i> <0,05)	Irrigatie		LSD-waarde (<i>P</i> <0,05)
	ER	ER-70%	ER+KA	ER+RZ	ER+KA+RZ+WB+C	ER+KA+RZ+WB+C		Druppelirrigatie	Geen	
2022										
N-opbrengst	248 ^b	163 ^a	268 ^c	255 ^{bc}	254 ^{bc}	149 ^a	18.5	250 ^b	195 ^a	15.2
N-opbrengst minus N-bemesting	65 ^c	57 ^{bc}	44 ^b	57 ^{bc}	58 ^{bc}	-44 ^a	18.5	35	44	15.2
2023										
N-opbrengst	228 ^a	205 ^a	277 ^b	267 ^b	211 ^a	224 ^a	31.5	244	226	47.5
N-opbrengst minus N-bemesting	151 ^c	84 ^b	102 ^b	112 ^b	168 ^c	-15 ^a	31.5	91	109	47.5
2024										
N-opbrengst	302 ^b	227 ^a	321 ^{bc}	329 ^c	316 ^{bc}	309 ^{bc}	25.4	310	291	26.0
N-opbrengst minus N-bemesting	75 ^c	61 ^{bc}	57 ^{bc}	49 ^b	62 ^{bc}	-101 ^a	25.4	24	44	26.0
Gemiddeld										
N-opbrengst	259 ^c	198 ^a	289 ^d	284 ^d	260 ^c	227 ^b	18.9	268 ^b	238 ^a	27.0
N-opbrengst minus N-bemesting	97 ^c	67 ^b	68 ^b	73 ^b	96 ^c	-53 ^a	18.9	50	66	27.0

1) Verschillende letters in een regel binnen de factoren "Mengsels" en "Irrigatie" betekent significant verschil ($P < 0.05$)



Figuur 13 Stikstofopbrengst (kg/ha) van de verschillende mengsels en van de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie, per jaar en gemiddeld over de jaren.



Figuur 14 Verschil stikstofbemesting minus de stikstofopbrengst (kg/ha) van de verschillende mengsels en van de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie, per jaar en gemiddeld over de jaren.

3.6 Rest minerale bodemstikstof

Aan het eind van het laatste groeiseizoen (28 oktober 2024) werden van de mengsels ER, ER+KA+RZ+WB+C en ER+KA+RZ+WB+C+RK op het perceelsdeel zonder irrigatie de voorraden aan N-mineraal in de bodemlagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm bepaald. De resultaten zijn weergegeven in tabel 10 en figuur 15. De hoeveelheden N-mineraal waren in alle drie lagen bij alle drie mengsels erg laag. In de lagen 0-30 en 30-60 cm varieerden de hoeveelheden van 7 tot 9 kg per ha.

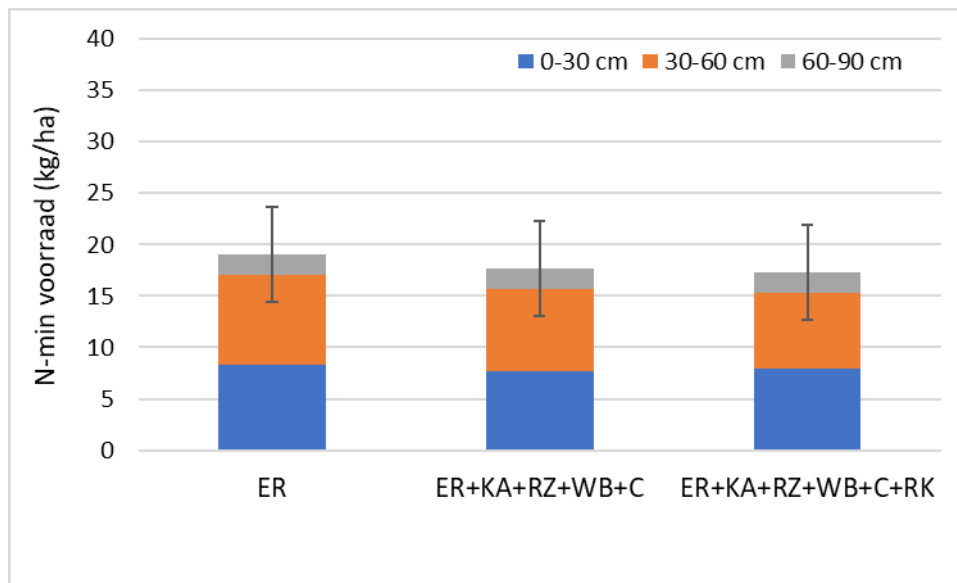
In de laag 60-90 cm werd bij alle drie mengsels maar 2 kg/ha gevonden. Dit resulteerde in lage totale hoeveelheden N-mineraal in de laag 0-90 cm bij de drie mengsels van 17-18 kg /ha.

Tabel 10 Bodem N-mineraal hoeveelheden (kg/ha) aan het eind van het laatste groeiseizoen op het perceelsdeel zonder irrigatie¹⁾.

Laag (cm)	Mengsels			LSD-waarde ($P < 0,05$)
	ER	ER+KA+RZ+WB+C	ER+KA+RZ+WB+C+RK	
0-30	8	8	8	4.0
30-60	9	8	7	6.7
60-90	2	2	2	*2)
0-90	18	18	17	9.3

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

2) Geen variatie tussen de behandelingen en de herhalingen.



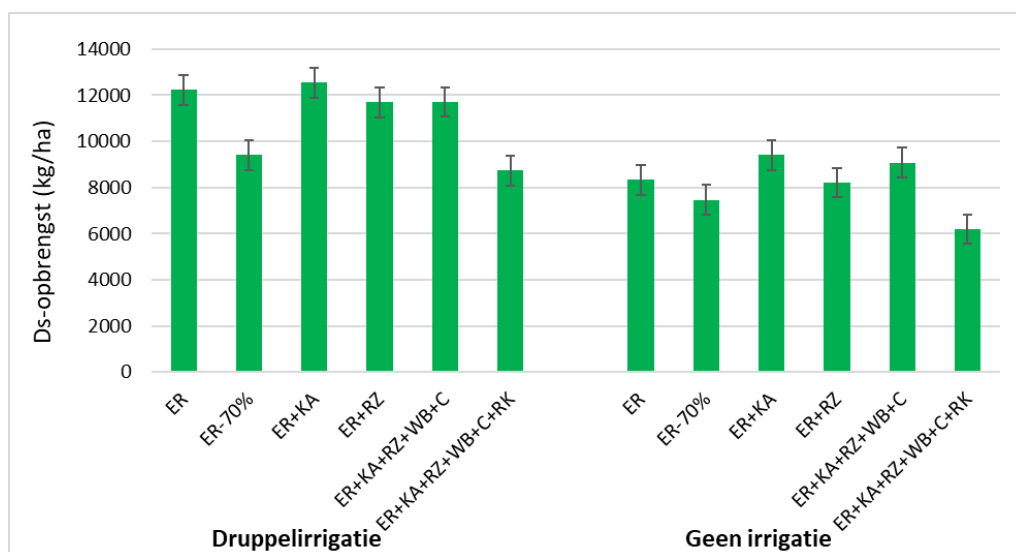
Figuur 15 Bodem N-mineraal hoeveelheden (kg/ha) aan het eind van het laatste groeiseizoen op het perceelsdeel zonder irrigatie.

4 Discussie

Effect droogte

De verschillende graskruidenmengsels werden aangelegd op een perceelsdeel met ondergrondse druppelirrigatie en op een perceelsdeel zonder irrigatie, om te onderzoeken in hoeverre mengsels met kruiden en/of met meer droogtetolerante grassoorten onder droge omstandigheden relatief beter zouden presteren dan in een situatie zonder vochttekort. Van de drie onderzoeksjaren was echter alleen het eerste jaar (2022) een droog groeiseizoen. Hoewel er ook in dat jaar geen significante interactie-effect werd gevonden tussen de mengsels en wel of geen druppelirrigatie waren er wel kleine verschuivingen te zien in verschillen tussen opbrengsten van het mengsel met kropbaar ER+KA en het graskruidenmengsel ER+KA+RZ+WB+C ten opzichte van het referentiemengsel ER (zie figuur 16). De ds-opbrengst van het mengsel met kropbaar, ER+KA, was op het perceelsdeel met druppelirrigatie ca. 300 kg/ha hoger dan van het referentiemengsel ER en op het perceelsdeels zonder irrigatie bijna 1100 kg/ha hoger. De ds-opbrengst van het graskruidenmengsel, ER+KA+RZ+WB+C, was op het perceelsdeel met druppelirrigatie ruim 550 kg/ha lager dan van het referentiemengsel ER en op het perceelsdeel zonder irrigatie ruim 750 kg/ha hoger.

In andere onderzoeken werden onder droge omstandigheden duidelijker voordelen op de gewasopbrengst gevonden van graskruidenmengsels ten opzichte van pure Engels raaigrasmengsels (Hofer et al., 2016 en Hoekstra et al., 2023). In dit onderzoek was alleen het eerste jaar na inzaai van de mengsels een droog jaar. Mogelijk dat de wortelstelsels van de kruiden en droogtetolerante grassoorten nog onvoldoende ontwikkeld waren om een duidelijk positief effect op de opbrengst te tonen onder droge omstandigheden.



Figuur 16 Totale droge stofopbrengsten (ton/ha) van de verschillende mengsels en van de perceelsdelen met druppelirrigatie en geen irrigatie.

Een ander aspect van droogtegevoeligheid zou een verschil in verandering van de botanische samenstelling tussen de beide mengsels kunnen zijn. De periode juli-augustus 2022 was dusdanig droog dat het gras van beide mengsels op het perceelsdeel zonder irrigatie bovengronds bruin was en afgestorven leek. Visueel zat daarbij geen verschil tussen de beide mengsels. Ook in het aandeel Engel raaigras, aan het eind van het groeiseizoen en de jaren daarna zat geen verschil tussen de beide mengsels (zie tabel 6 en figuur 9).

Overyielding effect

In dit onderzoek hadden de mengsels met kropbaar (ER+KA) of rietzwenkgras (ER+RZ) en het graskruidenmengsel (ER+KA+RZ+WB+C) gemiddeld over de jaren een hogere opbrengst dan het referentiemengsel (ER). Opvallend is dat dit vooral werd veroorzaakt door het tweede en derde jaar waarin nauwelijks of geen vochttekort optrad.

Ook in andere onderzoeken met graskruidmengsels werden goede opbrengstresultaten gevonden waarbij de opbrengst van graskruidmengsels hoger was dan de gemiddelde opbrengst van de individuele soorten uit de betreffende mengsels (Grange et al., 2021 en Hoekstra et al., 2023). Dit zogenaamde overyielding effect kan ook in voorliggend onderzoek een rol hebben gespeeld. Dit kon echter niet worden vastgesteld omdat de opbrengst van de individuele soorten, behalve Engels raaigras, niet werd onderzocht.

Voederwaarde

In dit onderzoek kwamen de VEM-waarde en het ruw eiwitgehalte van de graskruidmengsels (ER+KA+RZ+WB+C en ER+KA+RZ+WB+C+RK) gemiddeld resp. 88 eenheden en 14 g per kg drogestof lager uit dan van het referentiemengsel (ER). De voederwaarde-analyses van de monsters werden uitgevoerd door Eurofins via de NIRS-methode (Near Infra Red Spectroscopy). De uitkomsten van deze analysemethode worden regelmatig gevalideerd/geijkt met de klassieke chemische analyses. Hieruit is tot nu toe gebleken dat met de ijklijnen die voor gras worden gebruikt ook de voederwaardesamenstelling van graskruidmengsels goed worden voorspeld (A. Jacobs, 2025, persoonlijke mededeling).

Voor het berekenen van de VEM-waarde wordt de formule gebruikt die ook voor gras wordt gebruikt. Omdat sommige grassoorten en graskruidmengsels meer mineralen bevatten dan Engels raaigras hebben ze ook een hoger ruw as-gehalte. Een hoger ruw as-gehalte heeft een verlagend effect op de uitkomst van de VEM-berekening. In dit onderzoek was het ruw as-gehalte van het mengsel met kropaar (ER+KA) en de graskruidmengsels (ER+KA+RZ+WB+C en ER+KA+RZ+WB+C+RK) gemiddeld 10-12 g/kg ds hoger dan van het referentiemengsel (ER) (zie bijlage 2). Dit zorgt voor een vergelijkbare daling van de VEM-waarde (CVB, 2022)

De gemiddelde VEM-waarde van de mengsels met kropaar (ER+KA) en met rietzwenkgras (ER+RZ) waren resp. 85 en 28 eenheden lager dan van het referentiemengsel (ER). Deze resultaten sluiten aan bij de resultaten van het onderzoek van De Wit et al. (2012), waarin onder andere het verschil in voederwaarde tussen de afzonderlijke grassoorten Engels raaigras, kropaar en rietzwenkgras werd onderzocht. In hun onderzoek waren de VEM-waardes van kropaar en rietzwenkgras resp. 107 en 92 eenheden lager dan van Engels raaigras. Dat het verschil tussen enerzijds de mengsels met kropaar (ER+KA) en rietzwenkgras (ER+RZ) en anderzijds het referentiemengsel (ER) kleiner is dan het verschil tussen de afzonderlijke grassoorten kan verklaard worden door het aandeel Engels raaigras in de mengsels. Het verschil tussen het mengsel met kropaar (ER+KA) en het referentiemengsel (ER) kwam aardig in de buurt van het verschil tussen de afzonderlijke soorten Engels raaigras en kropaar omdat het mengsel met kropaar (ER+KA) gemiddeld uit 92% uit kropaar en 7% Engels raaigras bestond. Daarentegen bestond het mengsel met rietzwenkgras (ER+RZ) gemiddeld maar voor 24% uit rietzwenkgras en 73% Engels raaigras, waardoor het verschil in VEM-waarde tussen dit mengsel en die van het referentiemengsel (ER) veel kleiner was dan het verschil tussen de afzonderlijke grassoorten Engels raaigras en rietzwenkgras in het onderzoek van De Wit et al. (2012). Grofweg kan gesteld worden dat in voorliggend onderzoek in de mengsels met Engels raaigras plus kropaar of rietzwenkgras de VEM-waarde één eenheid lager was per procent aandeel van kropaar of rietzwenkgras.

Zodekwaliteit Engels raaigrasmengsel

De ds-opbrengst van het Engels raaigrasmengsel met 30% lagere N-bemesting (ER-70%) was in het eerste (2022) en derde jaar (2024) lager dan van het referentiemengsel (ER). In het tweede jaar (2023) waren de opbrengsten van beide mengsels gelijk (zie tabel 7). Blijkbaar was in dat jaar de hoeveelheid beschikbare stikstof niet de beperkende factor. Ook vocht was in dat jaar, behalve een korte periode van 1-2 weken rond half juni, geen beperkende factor. Uit de data bleek dat de opbrengst in de tweede en derde snede van het referentiemengsel ER zelfs wat lager was dan van het mengsel ER-70%. Uit een visuele beoordeling in die periode bleek de zodekwaliteit van beide mengsels matig te zijn, met relatief veel dode spruiten. Hiervoor kon geen goede verklaring worden gevonden, maar dit lijkt wel een beperkende factor te zijn geweest, waardoor het verschil in N-bemesting tussen deze beide behandelingen geen verschil in ds-opbrengsten opleverde.

Lagere N-bemesting

Het doel van het Engels raaigrasmengsel met 30% lagere N-bemesting (ER-70%) was om te kijken in hoeverre Engels raaigras minder droogtegevoelig is bij een lagere N-bemesting ten opzichte van het adviesbemesting. Mogelijke oorzaak hiervoor zou een relatief beter ontwikkelde wortelstelsel zijn. Alleen het eerste jaar na inzaai was een droog jaar, waarbij met name de periode juli-augustus erg droog was.

De opbrengst van het mengsel ER-70% was op het perceelsdeel met druppelirrigatie 2800 kg ds/ha lager dan van het referentiemengsel ER en op het perceelsdeel zonder irrigatie 800 kg ds/ha (zie figuur 16). Het kleinere verschil in opbrengst op het perceelsdeel zonder irrigatie is te verklaren door het feit dat op dat perceelsdeel vocht meer beperkend was dan op het perceelsdeel met druppelirrigatie. Daarmee is nog geen bewijs geleverd dat het mengsel met een lagere N-bemesting (ER-70%) minder droogtegevoelig is dan het referentiemengsel, omdat ook op het perceelsdeel zonder irrigatie de ds-opbrengst van het referentiemengsel (ER) nog steeds hoger was dan van het mengsel met een lagere N-bemesting (ER-70%). Blijkbaar was stikstof nog steeds wat meer beperkend dan vocht. Net als bij het effect van droogte moet ook hier de opmerking worden gemaakt dat alleen het eerste jaar na inzaai een droog jaar was. Mogelijk dat op langere termijn, waarbij het wortelstelsel meer tijd heeft gehad om zich te ontwikkelen, er wel een effect gaat optreden.

Stikstoflevering rode klaver

De stikstofbemesting van het graskruidmengsel met rode klaver (ER+KA+RZ+WB+C+RK) was gebaseerd op het stikstofbemestingsadvies voor grasland met klaver van het CBGV. Het gevolg hiervan was dat de bemesting aan werkzame stikstof van dit mengsel het eerste jaar 205 kg/ha lager was dan van het referentiemengsel (ER) en de beide jaren daarna 240 kg/ha. De ds-opbrengst en stikstofopbrengst van dit graskruidmengsel was alleen het eerste jaar na inzaai (2022) duidelijk lager dan van het referentiemengsel (ER). De beide jaren daarna was de ds-opbrengst zelfs wat hoger (ca. 1 ton/ha) en de stikstofopbrengst was praktisch gelijk. Dit resulteerde in een veel lager N-overschot (verschil in N-aanvoer door bemesting en N-afvoer door gewasopbrengst), die zelfs negatief was. Bekend is dat klaver het eerste jaar na inzaai nodig heeft om zich goed te kunnen vestigen en dat het gras ook gewend moet raken aan de stikstoflevering vanuit de klaver (Van Eekeren et al., 2005). Het tweede en derde jaar was de stikstoflevering uit de rode klaver blijkbaar voldoende hoog geworden om de lagere stikstofbemesting te compenseren en te zorgen voor een vergelijkbare N-opbrengst.

Rest minerale bodemstikstof

Om een indicatie te krijgen van mogelijke verschillen in hoeveelheden rest N-mineraal aan het eind van het groeiseizoen tussen graskruidmengsels en een puur Engels raaigrasmengsel werden aan het eind van het laatste groeiseizoen (2024) van de mengsels ER, ER+KA+RZ+WB+C en ER+KA+RZ+WB+C+RK op het perceelsdeel zonder irrigatie de voorraden aan N-mineraal in de bodemlaag 0-90 cm bepaald. De hoeveelheden waren van de drie mengsels praktisch gelijk en met 17-18 kg/ha laag. Waarschijnlijk heeft het relatief natte seizoen er voor wat extra N-uitspoeling gezorgd ten opzichte van gemiddeld, waardoor er eind oktober nog weinig N-mineraal in het profiel aanwezig was. Op basis van het N-overschot (N-aanvoer uit bemesting minus N-afvoer uit opbrengst) was er tussen het graskruidmengsel (ER+KA+RZ+WB+C) en het referentiemengsel (ER) ook geen verschil in rest N-mineraal te verwachten. Die was immers bij beide mengsels praktisch gelijk (zie tabel 9 en figuur 14). Het N-overschot van het graskruidmengsel met rode klaver (ER+KA+RZ+WB+C+RK) was als gevolg van een vergelijkbare N-opbrengst bij een veel lagere N-bemesting veel lager en zelfs negatief. Niet alleen op basis van een gelijk N-opbrengst, maar ook op basis van een vergelijkbare hoeveelheid rest N-mineraal lijkt het erop dat de N-levering uit de rode klaver de lagere N-bemesting heeft gecompenseerd.

5 Conclusies

In een driejarig (2022-2024) veldproef werden een aantal potentieel minder droogtegevoelige gras- en graskruidenmengsels onderzocht op gewasopbrengst en voederwaarde in combinatie met ondergrondse druppelirrigatie en geen irrigatie. Alleen het eerste jaar na inzaai had een droog groeiseizoen, waarbij er een verschil in bodemvochtgehalte kon worden gerealiseerd tussen de perceelsdelen met en zonder druppelirrigatie. In alle drie jaren was er geen significant interactie-effect tussen de mengsels en wel of geen irrigatie op verloop van de botanische samenstelling, opbrengst en voederwaarde. Hieronder worden de conclusies over effecten van gras(kruiden)mengsels en druppelirrigatie samengevat.

Gras(kruiden)mengsels

- Kropaar had een sterke concurrentiekracht. In mengsels met Engels raaigras en kropaar was het geschatte aandeel aan het einde van het eerste jaar al 83-90%. Het aandeel in graskruidenmengsels steeg van 20-40% in het eerste jaar naar 35-70% in het derde jaar.
- In de graskruidenmengsels daalde het geschatte aandeel smalle weegbree van 22-28% naar 7-15%. Het aandeel cichorei was in het eerste jaar beperkt met 10-20% en was in het derde jaar praktisch verdwenen. Rode klaver bleek een behoorlijke concurrentiekracht te hebben. Het aandeel steeg van 17% in het eerste jaar naar 37% in het tweede jaar.
- De mengsels met Engels raaigras plus kropaar of rietzwenkgras en de graskruidenmengsels hadden gemiddeld over de jaren een hogere ds-opbrengst dan het referentiemengsel met puur Engels raaigras. Dit werd vooral veroorzaakt door het tweede en derde jaar waarin nauwelijks of geen vochttekort optrad. In het droge jaar (2022) waren de gemiddelde verschillen in ds-opbrengst tussen genoemde mengsels beperkt. Wel was er een tendens te zien dat de mengsels met Engels raaigras plus kropaar en de graskruidenmengsels het onder droge omstandigheden (geen irrigatie) relatief beter deden dan onder vochtige omstandigheden (druppelirrigatie) ten opzichte van puur Engels raaigras.
- Het graskruidenmengsel met rode klaver had als gevolg van de N-levering door de rode klaver een hoge opbrengst aan droge stof en stikstof bij 205-240 kg/ha lagere N-bemesting. De ds-opbrengst en stikstofopbrengst van dit graskruidenmengsel was alleen het eerste jaar na inzaai (2022) duidelijk lager dan van het referentiemengsel. De beide jaren daarna was de ds-opbrengst zelfs wat hoger (ca. 1 ton/ha) en de stikstofopbrengst was praktisch gelijk. Dit resulteerde in een veel lager (negatief) N-overschot (verschil in N-aanvoer door bemesting en N-afvoer door gewasopbrengst) dan het referentiemengsel.
- Mengsels met Engels raaigras plus kropaar of rietzwenkgras hadden een lagere VEM-waarde en een praktisch gelijk ruw eiwitgehalte vergeleken met het referentiemengsel met puur Engels raaigras. Grofweg was de VEM-waarde één eenheid lager per procent aandeel van kropaar of rietzwenkgras.
- In dit onderzoek kwamen de VEM-waarde en het ruw eiwitgehalte van het graskruidenmengsel zonder rode klaver gemiddeld resp. 79 eenheden en 11 g per kg droge stof lager uit dan van het referentiemengsel met puur Engels raaigras. De VEM-waarde en het ruw eiwitgehalte van het graskruidenmengsel met rode klaver waren gemiddeld resp. 97 eenheden en 18 g per kg droge stof lager (bij een veel lagere N-bemesting).
- Er kon niet worden vastgesteld dat door een lagere N-bemesting het referentiemengsel met puur Engels raaigras minder droogtegevoelig werd.
- Aan het einde van het derde jaar waren de hoeveelheden N-mineraal in de bodemlaag 0-90 cm van zowel de graskruidenmengsels als het referentiemengsel laag (17-18 kg/ha)

Druppelirrigatie

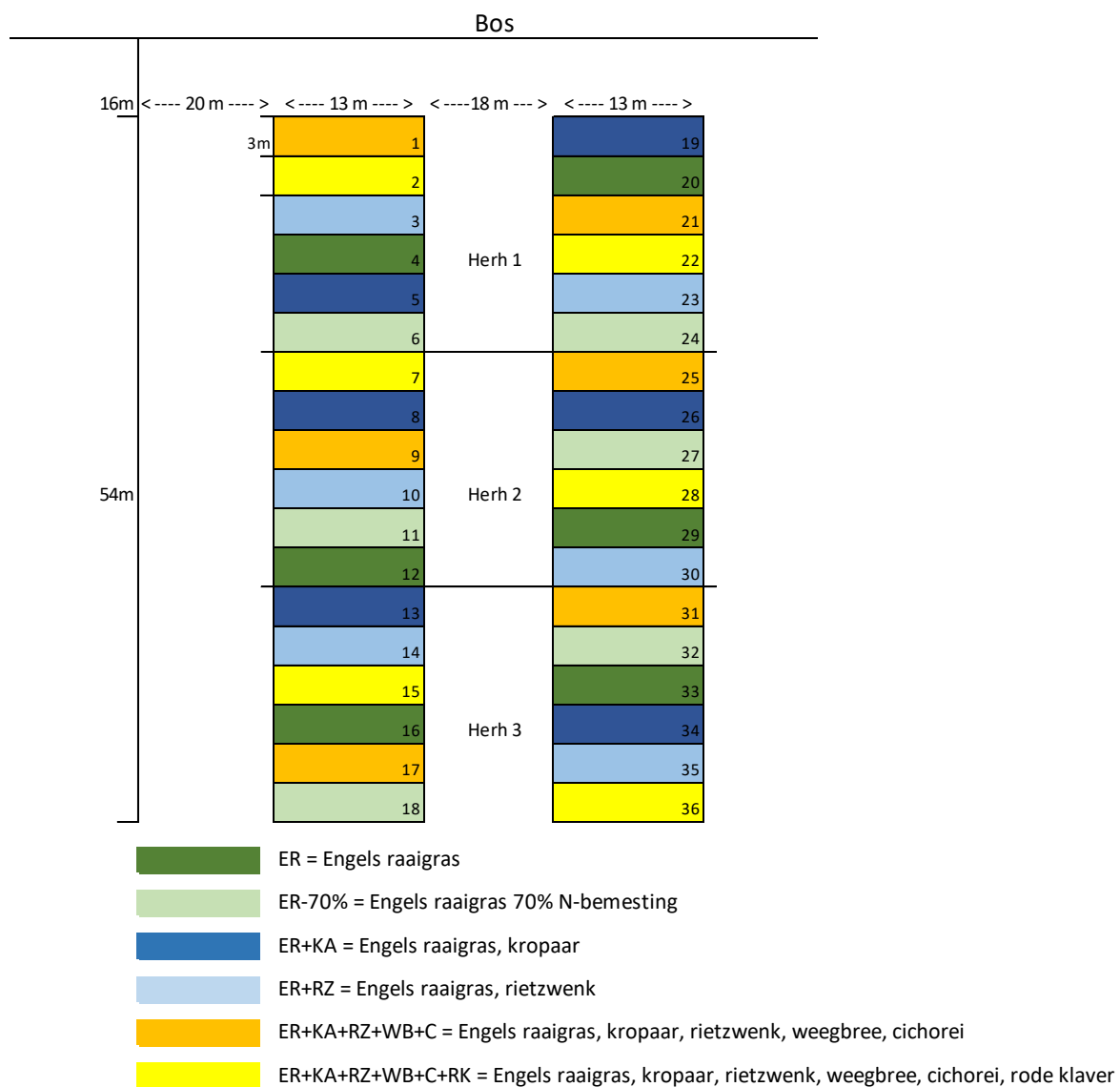
- In het droge jaar 2022 werd er op het perceelsdeel met ondergrondse druppelirrigatie (op een diepte van 40 cm) praktisch alle dagen water toegediend, variërend van 3 mm per dag tot 8 mm per dag onder zeer droge omstandigheden. Desondanks kon het vochtgehalte in de bouwvoor, met name in de bovenste laag 0-10 cm, maar moeilijk op peil worden gehouden. De capillaire opstijging vanaf een diepte van 40 cm was blijkbaar onvoldoende om de bovenste laag te bereiken.
- Er was praktisch geen verschil in verloop van de botanische samenstelling tussen mengsels op de perceelsdelen met druppelirrigatie en zonder irrigatie.
- Alleen in het droge jaar was er een verschil in droge stofopbrengst tussen de perceelsdelen met druppelirrigatie en geen irrigatie. De gemiddelde droge stofopbrengst van het perceelsdeel met druppelirrigatie was 3 ton/ha hoger dan van het perceelsdeel zonder irrigatie.

- Gemiddeld over de jaren was er geen verschil in gemiddelde VEM-waarde en ruw eiwitgehalte van de mengsels op de perceelsdelen met druppelirrigatie en geen irrigatie. In het droge jaar 2022 waren de gemiddelde VEM-waarde en ruw eiwitgehalte van de mengsels op het perceelsdeel zonder irrigatie resp. 17 eenheden en 9 g/kg droge stof hoger dan van de mengsels op het perceelsdeel met druppelirrigatie

Literatuur

- CVB, 2022. Feeding value calculator 2022. <https://vvdvdb.cvbdiervoeding.nl/Manage/Tools/VwCalc.aspx>.
- De Vries, M., I.E. Hoving, I. van Dixhoorn, D. Ruijter en R. Zom, 2023. Maatregelen voor klimaatadaptatie in de melkveehouderij. Een literatuuronderzoek naar klimaatrisico's en mogelijkheden voor klimaatadaptatie van melkveebedrijven in de Achterhoek. Rapport 1442. Wageningen Livestock Research.
- De Wit, J., J Deru en N. van Eekeren, 2012. Mengsels met kropaar of rietzwenkgras interessant voor maaipercelen. VfOCUS juni 2012.
- Everts, H., I.E. Hoving en D.A. van der Schans. 1997. Beregeningswijzer; Achtergrondinformatie, gebruiksaanwijzing, toelichting vochtboekhouding. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad.
- Geveart, A., T. te Winkel, S. van Meijeren, M. J. Waterloo, I. Noordegraaf, B. de La Loma González, K. Huang, P. Mooij, S. Verhagen, M. Zanen, M. van Opheusden, D. Heupink, A. J. Broere, P. Cammaert, J. Elshof en M & J. Waverijn. 2020. DeltaDrip. Efficiënter omgaan met water voor duurzame klimaatbestendige landbouw in Zeeland. Eindrapport. Acacia Water.
- Grange, G., Finn, J.A., Brophy, C., 2021. Plant diversity enhanced yield and mitigated drought impacts in intensively managed grassland communities. *Journal of Applied Ecology* 58, 1864-1875.
- Hoekstra, N., Sleiderink, J., van Eekeren, N., 2022. Monoculturen versus kruidenmengsels. VfOCUS maart 2022, blz.32-34.
- Hoekstra, N.J., J.R. de Long, A.P. Jansma, G. Iepema, A. Manhoudt en N. van Eekeren. 2023. Differences in grassland sward biodiversity and management regime lead to mixed effects on ecosystem services. *European Journal of Agronomy* 149 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126886>.
- Hofer, D., M. Suter, E. Haughey, J. A. Finn, N. J. Hoekstra, N. Buchmann and A. Lüscher, 2016. Yield of temperate forage grassland species is either largely resistant or resilient to experimental summer drought. *Journal of Applied Ecology* 2016, 53, 1023–1034.
- Hoving, I. en J. Booi. 2022. Handleiding beregeningsadvies. [Edepot.wur.nl/569547](https://edepot.wur.nl/569547).
- Van Dorland, R., J. Beersma, J. Bessembinder, N. Bloemendaal, H. van den Brink M. Brotons Blanes, S. Drijfhout, R. Groenland, R. Haarsma, C. Homan, I. Keizer, F. Krikken, D. Le Bars, G. Lenderink, E. van Meijgaard, J. F. Meirink, B. Overbeek, T. Reerink, F. Selten, C. Severijns, P. Siegmund, A. Sterl, C. de Valk, P. van Velthoven, H. de Vries, M. van Weele, B. Wichers Schreur, K. van der Wiel. 2024. KNMI National Climate Scenarios 2023 for the Netherlands. Scientific report; WR-23-02, version 2, March 8, 2024. KNMI De Bilt.
- Van Eekeren, N., G. Iepema en M. van Liere. 2005. De kracht van klaver. Handleiding voor de teelt en voeding van grasklaver. Publicatienummer LV 59. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Walvoort, R en H. van Schooten. 2021. De potentie van verschillende aanlegmethoden druppelirrigatie in snijmais. Effect op waterbenutting en N-uitspoeling. Rapportnummer 2021-002. Agro Innovatiecentrum De Marke.

Bijlage 1 Schematisch overzicht en locatie proefveld



Bijlage 2 Jaarlijkse gewasopbrengst en voederwaarde per behandeling

Jaar	Irrigatie	Mengsel	Opbrengst			Gehalten per kg drogestof											
			Vers (ton/ha)	Drogestofgehalte (%)	Drogestof (ton/ha)	Ruw eiwit (g)	Ruwe celstof (g)	Ruw as (g)	Vc-Os (%)	Suiker (g)	NDF (g)	ADF (g)	ADL (g)	Stikstof (g)	VEM	DVE	OEB
2022	Geen	ER	46.6	17.9	8.3	161	161	84	82.7	191	482	241	14	25.8	997	95	-6
		ER-70%	36.1	20.7	7.5	121	121	78	83.1	257	459	219	13	19.4	1005	87	-37
		ER+KA	51.0	18.4	9.4	157	157	93	77.6	147	534	265	22	25.1	915	85	-1
		ER+RZ	44.2	18.7	8.2	170	170	82	80.9	166	506	251	18	27.2	972	95	3
		ER+KA+RZ+WB+C	52.5	17.3	9.1	158	158	94	79.0	154	498	253	23	25.3	934	88	-2
		ER+KA+RZ+WB+C+RK	31.7	19.6	6.2	126	126	88	78.5	191	472	254	25	20.2	923	80	-26
	Druppel	ER	64.2	19.1	12.2	144	144	88	81.5	202	491	237	16	23.0	973	89	-17
		ER-70%	44.9	21.0	9.4	120	120	81	82.4	240	477	226	14	19.2	991	85	-36
		ER+KA	69.9	17.9	12.5	150	150	94	77.0	142	552	270	23	24.0	906	83	-5
		ER+RZ	61.8	18.9	11.7	154	154	86	80.0	168	514	250	19	24.6	955	89	-8
		ER+KA+RZ+WB+C	68.2	17.2	11.7	149	149	99	78.4	148	506	261	26	23.8	920	84	-8
		ER+KA+RZ+WB+C+RK	45.8	19.1	8.7	123	123	89	77.0	174	478	259	28	19.7	903	77	-27
2023	Geen	ER	51.3	17.0	8.7	163	242	88	80.9	156	503	278	18	26.1	961	93	-1
		ER-70%	51.3	17.6	9.1	149	236	89	80.5	167	504	266	19	23.8	955	89	-11
		ER+KA	62.7	17.0	10.7	153	274	99	75.6	99	589	301	22	24.5	882	80	1
		ER+RZ	53.8	17.6	9.5	160	249	83	78.9	152	518	284	20	25.6	933	90	-2
		ER+KA+RZ+WB+C	55.0	16.8	9.2	133	250	103	75.4	117	525	279	30	21.3	872	75	-14
		ER+KA+RZ+WB+C+RK	64.9	15.6	10.2	133	235	105	74.0	96	483	276	41	21.3	849	72	-12
	Druppel	ER	54.9	16.7	9.2	156	238	87	81.5	169	510	264	15	25.0	975	92	-8
		ER-70%	49.9	17.7	8.8	138	229	89	81.3	189	502	254	16	22.1	968	87	-21
		ER+KA	72.3	15.8	11.4	160	270	99	76.0	102	587	296	25	25.6	888	83	5
		ER+RZ	65.9	17.4	11.5	158	245	86	78.9	142	535	276	21	25.3	935	88	-3
		ER+KA+RZ+WB+C	61.5	16.5	10.1	141	244	101	75.5	110	526	275	30	22.6	878	77	-9
		ER+KA+RZ+WB+C+RK	65.7	15.0	9.8	147	241	107	73.9	90	504	280	39	23.5	849	76	-2
2024	Geen	ER	74.8	16.9	12.6	149	249	83	80.3	173	524	277	17	23.8	954	88	-11
		ER-70%	64.6	17.6	11.4	120	247	83	79.7	198	524	269	18	19.2	943	79	-32
		ER+KA	78.1	17.3	13.5	140	292	97	74.2	106	605	319	27	22.4	856	74	-7
		ER+RZ	76.0	17.5	13.3	151	254	81	78.1	156	538	288	20	24.2	924	85	-7
		ER+KA+RZ+WB+C	82.9	16.9	14.0	136	274	94	75.2	125	567	305	26	21.8	871	75	-13
		ER+KA+RZ+WB+C+RK	85.2	15.4	13.1	142	266	98	74.8	121	539	301	34	22.7	860	77	-8
	Druppel	ER	75.8	16.8	12.7	150	248	84	79.7	173	518	275	18	24.0	945	87	-10
		ER-70%	67.9	18.0	12.2	120	244	82	80.0	208	516	265	17	19.2	949	80	-33
		ER+KA	92.9	16.2	15.1	140	294	97	73.5	102	606	319	26	22.4	845	73	-7
		ER+RZ	85.5	16.9	14.4	146	262	83	77.6	147	547	295	20	23.4	913	83	-10
		ER+KA+RZ+WB+C	87.1	16.6	14.4	142	293	95	73.8	102	594	326	26	22.7	851	74	-6
		ER+KA+RZ+WB+C+RK	94.0	14.7	13.8	144	277	98	73.3	107	562	314	34	23.0	839	75	-5

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.

