

Naar 155 RE in melkveerantsoen

Resultaten van praktijkpilot Koe en eiwit

Paul Galama, Merel Moleman, Michel de Haan, Tamara Wind, Harm Wemmenhove

Rapport 1656

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Naar 155 RE in het totale melkveerantsoen

Resultaten van praktijkpilot Koe en eiwit

Paul Galama, Merel Moleman, Tamara Wind, Harm Wemmenhove en Michel de Haan

Wageningen Livestock Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema D 'Veerkrachtige dierhouderijsystemen' (projectnummer BO-43-209-004).

Wageningen Livestock Research
Wageningen, Juni 2026

Rapport 1656

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Galama, P.J., M. Moleman, T.M. Wind, H. Wemmenhove, M.H.A. de Haan, 2026*. Naar 155 RE in het totale melkveerantsoen. Resultaten van praktijkpilot Koe en eiwit.* Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1656.

Samenvatting NL Het project Koe en eiwit (2022–2025) onderzocht in de praktijk de mogelijkheden en belemmeringen om het ruw eiwit (RE) in melkveerantsoenen te verlagen naar 155 g/kg ds en de effecten daarvan. Bij 153 melkveebedrijven daalde het gemiddelde RE-gehalte van 166 in 2020 naar 156 in 2024 en 158 in 2025; 61% van de bedrijven haalde het doel minimaal één keer. Het projectdoel (80% bedrijven op 155 RE) werd niet gehaald; prestaties variëren sterk naar grondsoort en bedrijfsomstandigheden. Belangrijke knelpunten om naar 155 RE te bewegen zijn ontbreken van focus op het doel en economische prikkels (melkprijs/voer), ruwvoerkwaliteit, en beperkte sturingsmogelijkheden op sommige bedrijven. Verlaging van RE leidt tot lagere ammoniakemissies zonder duidelijke negatieve effecten op melkproductie, diergezondheid, % eiwit van eigen land en emissie van broeikasgassen.

Summary UK The Koe en eiwit project (2022–2025) examined in practice the possibilities of reducing crude protein (CP) in dairy cow rations to 155 g/kg DM and its effects. Across 153 dairy farms, the average CP level decreased from 166 in 2020 to approximately 156 g/kg DM in 2024 and increased to 158 2025; 61% of the farms achieved the target at least once. The project target (80% of farms at 155 CP) was not met; results varied widely by soil type and farm conditions. Key bottlenecks include economic drivers (milk price/feed costs), roughage quality, and limited management flexibility on some farms. Reducing CP led to lower ammonia emissions without clear negative effects on milk production, animal health, the share of home-grown protein, or greenhouse gas emissions.

Dit rapport is gratis te downloaden op https://doi.org/10.18174/718347 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, 2026
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.

Openbaar Wageningen Livestock Research Rapport 1656

Inhoud

Woord vooraf **5**

Samenvatting **7**

1 Inleiding **9**

2 Het Koe en eiwit project **11**

2.1 De kern van het project 11
2.2 Werving en selectie 11
2.3 Begeleiding en leren 15

3 Toetsen van het RE-doel **18**

3.1 Ontwikkeling van het gemiddelde RE-gehalte en vergelijking met Nederland 19
3.2 Verschillen RE-gehalte rantsoen tussen klassen 20
3.3 Verschillen tussen gras-en maisbedrijven 23
3.4 Trend ammoniak en relatie met RE 24

4 Voedingsknoppen en maatregelen **26**

4.1 Gekozen maatregelen vooraf 26
4.2 Genomen rantsoenaanpassing per voedingsknop 27
4.3 Belangrijkste rantsoenaanpassingen (statistische analyse) 31
4.4 Integrale visie op rantsoenaanpassingen 34

5 Motieven en belemmeringen **36**

5.1 Motieven en belemmeringen: algemeen 36
5.2 Belemmeringen bij groep hoog RE 37

6 Potentiële afwentelingen (neveneffecten) **38**

7 Discussie en leerpunten **41**

7.1 Relatie RE en ureum in tankmelk 41
7.2 Eiwit vervangen door energie 42
7.3 Leerpunten uit project 43

8 Conclusies **46**

Verantwoording **48**

Literatuur **49**

Bijlage 1 Uitleg eiwitplanner, eiwitmonitor en portal **50**

Bijlage 2 Voorbeelden van praatplaten (kenniskaarten) **51**

Bijlage 3 Communicatie intern en extern **52**

Bijlage 4 Kengetallen per ruw eiwit klasse gemiddeld periode 2023 t/m 2025 **53**

Bijlage 5 Toelichting methode lineair mixed model **54**

Bijlage 6 Methode saldo berekening 2024 **55**

Woord vooraf

Het project Koe & eiwit is uitgevoerd in een context waarin de melkveehouderij voor belangrijke maatschappelijke en beleidsmatige opgaven staat. Het verminderen van stikstofverliezen vraagt om oplossingen die niet alleen effectief zijn, maar ook praktisch uitvoerbaar en gedragen door de praktijk. Met dit project beoogd om hieraan bij te dragen door samen met melkveehouders ervaring op te doen met verlaagde eiwitvoeding met als uiteindelijk doel de ammoniakemissie te beperken onder uiteenlopende bedrijfsomstandigheden.

Namens de projectleiding danken wij allereerst de deelnemende melkveehouders voor hun grote inzet en openheid. Door hun bereidheid actief te sturen op het eiwitgehalte in het rantsoen en kennis en gegevens te delen, is waardevolle praktijkkennis opgebouwd.

Wij spreken tevens onze waardering uit voor de begeleiders en voeradviseurs, die melkveehouders deskundig en betrokken hebben ondersteund bij het vertalen van projectdoelen naar haalbare maatregelen op bedrijfsniveau. Daarnaast bedanken wij de projectmedewerkers, onderzoekers en betrokken communicatieadviseurs voor hun inhoudelijke en organisatorische bijdrage.

De grote belangstelling uit de sector onderstreepte de relevantie van het thema. Waar aanvankelijk werd uitgegaan van deelname van 135 melkveehouders, meldden zich ruim 200 geïnteresseerde melkveehouders, waarna uiteindelijk 153 bedrijven zijn geselecteerd. Voor de begeleiding werden uit ongeveer 80 aanmeldingen, 47 begeleiders geselecteerd. Deze brede deelname heeft bijgedragen aan de representativiteit van het project.

Verder danken wij de leden van de Werkgroep Veevoer voor hun inhoudelijke reflectie vanuit de rol als begeleidingscommissie. In deze werkgroep zijn vertegenwoordigd: LTO, NAJK, Biohuis, BoerenNatuur, Netwerk GRONDig, Nevedi en NZO. Het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) willen we bedanken als opdrachtgever en financier voor het vertrouwen en de ruimte om dit project in nauwe samenwerking met de sector vorm te geven.

Wij zien het verlagen van het ruw-eiwitgehalte in het rantsoen niet alleen als een technische maatregel, maar ook als een impuls voor vakmanschap in de melkveehouderij. Juist het gezamenlijk zoeken naar optimale keuzes stimuleert melkveehouders om hun bedrijfsvoering verder te verfijnen. Daarbij ging het om het uitwisselen van praktijkkennis binnen de samenhangende keten van voeding, melkproductie, diergezondheid, mestkwaliteit, bodem, teelt, voerkwaliteit en voermethode. Deze integrale benadering, in combinatie met open kennisdeling tussen melkveehouders, begeleiders, onderzoekers en adviseurs, heeft bijgedragen aan het ontstaan van een ‘lerend netwerk’, waarin ervaringen zijn gedeeld, inzichten zijn verdiept en vakmanschap verder is ontwikkeld.

Wij hopen dat de resultaten van het project Koe & eiwit bijdragen aan verdere kennisuitwisseling en aan weloverwogen keuzes voor een toekomstbestendige melkveehouderij.

De projectleiding,

Paul Galama (projectleider)
Michel de Haan (initiatiefnemer en adviseur project)
Tamara Wind (projectmanager en eerste aanspreekpunt)

Samenvatting

Doel
Het project Koe en eiwit is eind 2021 gestart en had als doel om de (on)mogelijkheden in beeld te brengen rondom het verlagen van het ruw eiwitgehalte (RE) in het rantsoen tot 155 g/kg droge stof in het totaal melkveerantsoen bij de deelnemende pilotbedrijven. Daarnaast was het doel om aandacht te besteden aan eventuele neveneffecten als klimaat, water, diergezondheid en economie. Het achterliggende doel is dat de bevindingen van de pilotgroepen gaan helpen om gemiddeld minder eiwit aan de melkveestapel te voeren, zodat de ammoniakemissie in Nederland daalt.
De data uit de KringloopWijzers van 2020 t/m 2025 zijn gebruikt voor de analyse in dit rapport. De begeleiding is gestart in 2022 met 153 melkveehouders en 47 begeleiders. Het jaar 2020 is aangehouden als referentiejaar binnen dit project.

RE resultaat
De resultaten laten zien dat het gestelde project doel – 80% van de bedrijven op 155 g RE/kg ds – niet is gehaald. In 2025 realiseerde circa 38% van de bedrijven een RE-gehalte <156 g/kg ds, terwijl 27% tussen 156 en 160 g/kg ds lag. Er is sprake van een grote variatie tussen jaren in het behalen van het RE-doel. Over de gehele periode van 2020 t/m 2025 heeft 61% van de bedrijven het RE-doel minimaal één keer behaald. Dit aandeel verschilt echter tussen grondsoorten: op zandgrond ligt dit op 74%, terwijl dit op kleigrond 53% bedraagt en op veengrond 48%.
Tegelijkertijd is wel een duidelijke daling bereikt: het gemiddelde RE-gehalte daalde van circa 166 g/kg ds in 2020 naar 157 g/kg ds in 2024, en naar 158 RE in 2025. De grasbedrijven (minder dan 13% mais in rantsoen) hadden elk jaar gemiddeld een hoger RE-gehalte in rantsoen dan de maisbedrijven (meer dan 21% mais in rantsoen), maar deze zijn vanaf 2020 het meest gedaald in RE-gehalte totale rantsoen.

Werkwijze
De deelnemende melkveehouders zijn allemaal individueel begeleid in een proces naar 155 RE en ze hebben allemaal deelgenomen aan een groepsproces met veehouders en vergelijkbare omstandigheden.

De veehouders hebben gewerkt volgens de plan-do-check-act cyclus waarbij veehouder en begeleider gebruik hebben gemaakt van verschillende hulpmidddelen. De eiwitplanner, voedingsknoppen en praatplaten ondersteunden de Plan-fase; het uitvoeren van gekozen maatregelen de Do-fase; monitoring via eiwitmonitor, KringloopWijzer en portal de Check-fase; en reflectie en bijsturing tijdens bedrijfsbezoeken en groepsbijeenkomsten met hulp van de praatplaten ondersteunde de Act-fase. Tijdens de bedrijfsbezoeken kwamen alle fasen aan de orde.

Er zijn online rekentools ontwikkeld die ondersteunen bij het bepalen van passend ruw eiwit in krachtvoer bij een gegeven basisrantsoen en bij het inzichtelijk maken van besparingen op mestafzet- en kunstmestkosten door verlaging van het ruw eiwitniveau in het rantsoen.

Belangrijke voedingsmaatregelen
Het RE-gehalte in het totale rantsoen wordt bepaald door de combinatie van ruwvoer, krachtvoer en bijproducten. De uitdaging ligt in het optimaal afstemmen van de hoeveelheid en samenstelling van krachtvoer en bijproducten op het basisrantsoen van vers gras, graskuil en maïs. Het RE-gehalte in graskuil wordt voornamelijk beïnvloed door de bemesting, het maaimoment, de oogstomstandigheden en de conservering. In de periode vóór de start van Koe en eiwit (2020 en 2021) werd de variatie in het RE-gehalte van het totale rantsoen vooral bepaald door het RE-gehalte van de graskuil. Sinds de start in 2022 blijft het sturen op een gewenst RE-gehalte in de graskuil belangrijk, maar is de aandacht voor krachtvoergift en -samenstelling duidelijk toegenomen. Streven naar 155 RE in het rantsoen, heeft vaak ook te maken met de focus van de melkveehouder. Regelmatig bleken andere aspecten van de bedrijfsvoering belangrijker. Een voorbeeld is de krachtvoergift en het RE-gehalte daarvan.
De vrij hoge melkprijs in 2025 en de beperkte krachtvoerprijs, leidde ertoe dat veel veehouders voor zekerheid van (veel) melkgeld kozen in plaats van focus op eiwitvoeding. Extra RE in het rantsoen werd

geaccepteerd om eventuele verlaging van de melkgift te voorkomen. Het beheersen van de krachtvoergift, in combinatie met een voldoende laag RE-gehalte, is daarmee steeds belangrijker geworden.

Belemmeringen
Bij de bedrijven waarbij het niet gelukt is een RE-gehalte te realiseren lager dan 160 g per kg ds is een enquête afgenomen en zijn interviews gehouden over wat belemmeringen zijn. Zij geven de volgende belemmeringen aan. De focus op het doel van 155 RE is niet altijd sterk genoeg, omdat andere zaken op het bedrijf vaak prioriteit krijgen. Zeker bij een hoge melkprijs kiezen veehouders eerder voor extra productie via krachtvoer dan voor sturen op een lager eiwitgehalte.
Daarnaast geven zij aan dat bedrijfsomstandigheden, zoals veel gras, weidegang en veengrond, het voor hen lastiger maakt om het doel te halen. Ook spelen twijfel en invloed van buitenaf een rol: verschillende adviezen van erfbetreders en onzekerheid over de berekeningen in de KringloopWijzer zorgen ervoor dat veehouders minder vertrouwen hebben in de aanpak.
Tegelijk blijkt dat goede begeleiding, samen naar de cijfers kijken en vergelijken met andere bedrijven juist helpen om die drempels te verlagen en stappen vooruit te zetten.

Ammoniak en neveneffecten
Als het RE-gehalte (ruw eiwit) in het rantsoen wordt verlaagd, daalt de totale ammoniakemissie met ongeveer 1% per gram minder RE per kg droge stof.
Dit project laat zien dat veranderingen in het RE-gehalte weinig invloed hebben op andere belangrijke kengetallen, zoals: melkproductie per koe, uitstoot van broeikasgassen, aandeel eiwit van eigen land en voersaldo.
Een verlaging van het RE-gehalte tot 155 g per kg droge stof zorgt wel voor een duidelijke afname van de ammoniakemissie (berekend met de KringloopWijzer). Deze daling komt vooral uit de stal en opslag. Tegelijk blijven de genoemde kengetallen vrijwel gelijk.
Daarnaast blijkt uit een apart project met 20 melkveehouders, begeleid door dierenartsen, dat een lager RE-gehalte bij droge koeien of melkkoeien (onderzocht binnen range van ca. 150-165 RE) geen nadelige effecten heeft op de diergezondheid.

Leerproces
Het project laat zien dat eiwitverlaging in de praktijk geen rechte lijn volgt, maar een dynamisch proces is met ook momenten van terugval. Juist daarom is een blijvende focus op het RE-doel cruciaal om dit doel daadwerkelijk te halen. Bedrijven die hierin succesvol waren, zagen eiwitverlaging niet als een opgelegde last, maar als een continu leerproces dat integraal onderdeel is van hun bedrijfsvoering. Zij werkten planmatig volgens de plan-do-check-act verbetercyclus, namen gerichte maatregelen om het RE-doel te realiseren, monitorden hun voortgang en stuurden hun bedrijfsvoering voortdurend bij op basis van nieuwe inzichten en veranderende omstandigheden. Succes werd daarmee in belangrijke mate bepaald door het vermogen om het RE-doel structureel te verankeren in de bedrijfsvoering en stap voor stap verbeteringen door te voeren. Kleine aanpassingen in ruwvoerkwaliteit, rantsoensamenstelling en krachtvoergebruik leiden, in samenhang en over de tijd, tot significante resultaten. Deze aanpak helpt bedrijven om te gaan met jaarlijkse variatie en onzekerheden in de praktijk, en voorkomt dat afzonderlijke maatregelen te ver worden doorgevoerd.

Conclusie
Verlaging van het RE-gehalte is technisch haalbaar en effectief voor de reductie van berekende ammoniakemissies, maar vraagt in de praktijk om een serieuze plek binnen de bedrijfsvoering. Dit vereist een integrale en flexibele aanpak. De sleutel ligt enerzijds bij de motivatie om richting 155 RE te bewegen en anderzijds bij de technische uitvoering, in de samenhang tussen graslandmanagement, ruwvoerkwaliteit en een doordachte inzet van krachtvoer.

1 Inleiding

Aanleiding

De aanleiding voor het project Koe en eiwit is de noodzaak om de ammoniakemissie op Nederlandse melkveebedrijven structureel te verlagen. Binnen het landelijke stikstofbeleid is de melkveehouderij aangewezen als belangrijk aangrijpingspunt, waarbij verlaging van het ruw-eiwitgehalte (RE-gehalte) in het rantsoen wordt gezien als een effectieve bronmaatregel om ammoniakemissie te verminderen. Later is een extra argument toegevoegd, namelijk een lager RE-gehalte in het rantsoen kan zorgen voor meer rust op de mestmarkt door minder N in de mest waardoor het N-overschot daalt en minder mest afgezet hoeft te worden. Dit is extra belangrijk geworden door afschaffing van de derogatie met ingang van 2026.

Hoewel de maatregel het RE in het rantsoen te verlagen theoretisch kansrijk is, bestond er in de praktijk onzekerheid over de haalbaarheid en gevolgen voor melkproductie, diergezondheid, bedrijfsresultaat en andere duurzaamheidsthema's. Vanuit sector en overheid is daarom behoefte aan praktijkervaringen van representatieve melkveebedrijven, zodat zichtbaar wordt wat onder welke omstandigheden mogelijk is en waar grenzen liggen. Pilots met melkveehouders vormen daarvoor een geschikt instrument. In de Pilot Koe en eiwit zijn de bedrijven ingedeeld in 9 klassen, namelijk 3 grondsoorten (veen, klei en zand) en 3 intensiteiten qua melkproductie per ha (extensief <14.000, gemiddeld 14.000 - 20.000 en intensief > 20.000). Hiermee is de herkenbaarheid voor de collega melkveehouders groot en kunnen maatregelen makkelijker ingepast worden in de eigen bedrijfsvoering indien de boer die weg op wil.

Doel

Het doel van het project Koe en eiwit is om via praktijkpilots met melkveehouders inzicht te krijgen in de mogelijkheden en beperkingen van het verlagen van het RE-gehalte in het totale melkveerantsoen tot 155 gram RE/kg droge stof, onder uiteenlopende bedrijfsomstandigheden. Het RE-gehalte in het totale rantsoen voor melkvee, droge koeien en jongvee is gebaseerd op data uit de KringloopWijzers van alle deelnemers. Het streven is dat 80% van de bedrijven het doel heeft gehaald. Met de melkveehouders is een inspanningsverplichting afgesproken om dit doel te bereiken, geen resultaatverplichting.

Daarbij is het doel om:

- inzicht te krijgen in de haalbaarheid van het RE doel van 155 g/kg droge stof voor melkveebedrijven;
- de effecten in beeld te brengen op berekende ammoniakemissie en stikstofdepositie;
- te laten zien hoe melkveehouders in de praktijk kunnen sturen op lagere eiwitvoeding;
- inzicht te verkrijgen in gevolgen voor diergezondheid, economie en milieuaspecten;
- zinvolle maatregelen en mogelijke belemmeringen te identificeren;
- bij te dragen aan draagvlak, kennisverspreiding en beleidsvorming binnen sector en overheid richting toekomstige sectorafspraken.

Opbouw rapport

De onderwerpen in dit rapport zijn per hoofdstuk geordend en vormen de leidraad voor de analyse.

In **hoofdstuk 2** staat de vraag centraal of de geselecteerde bedrijven representatief zijn voor de melkveesector en op welke manier binnen het project wordt geleerd en kennis wordt uitgewisseld.

Hoofdstuk 3 richt zich op het behalen van het RE-doel en het effect daarvan op de ammoniakemissie. Wat betreft RE wordt gekeken naar verschillen tussen de negen onderscheiden bedrijfsgroepen en het Nederlands gemiddelde, evenals naar de invloed van bedrijfskenmerken zoals grondsoort en de verhouding gras/maïs.

In **hoofdstuk 4** wordt ingegaan op de voedingsmaatregelen die melkveehouders inzetten om het RE-doel te realiseren. Dit omvat zowel de vooraf gekozen maatregelen als de daadwerkelijk uitgevoerde rantsoenaanpassingen, en de verschillen hierin tussen groepen bedrijven.

Hoofdstuk 5 behandelt de motieven en belemmeringen die melkveehouders ervaren bij het streven naar een RE-gehalte van 155 g/kg droge stof, zowel in algemene zin als specifiek voor bedrijven met een relatief hoog RE-gehalte.

In **hoofdstuk 6** wordt onderzocht of het verlagen van het RE-gehalte leidt tot ongewenste neveneffecten (afwentelingen) op andere aspecten van de bedrijfsvoering.

In **hoofdstuk 7** wordt een bredere discussie gevoerd, waarin belangrijke onderwerpen worden meegenomen die gedurende het project regelmatig in de groepen zijn besproken.

Tot slot worden in **hoofdstuk 8** de belangrijkste conclusies van het onderzoek samengevat.

2 Het Koe en eiwit project

2.1 De kern van het project

Koe en eiwit is een meerjarig praktijkproject waarin melkveehouders, begeleiders en onderzoekers gezamenlijk ervaring hebben opgedaan met het verlagen van het RE-gehalte in het melkveerantsoen naar 155 g RE per kg ds. Het project was opgezet als een praktijkpilot waarin via verschillende manieren van begeleiding werd gefocust op het behalen van het RE-doel, maar ook welke kansen en belemmeringen in de praktijk zijn ervaren.

De kern van het project is leren door doen. Melkveehouders namen vrijwillig deel en werden gedurende meerdere jaren individueel en in groepsverband begeleid bij het sturen op eiwitvoeding, met aandacht voor het leerproces (plan-do-act-check cyclus), rantsoensamenstelling, ruwvoermanagement, diergezondheid en bedrijfseconomie. Zowel successen als beperkingen maakten expliciet onderdeel uit van het leerproces.

Koe en eiwit is nadrukkelijk geen experiment onder gecontroleerde omstandigheden en ook geen project voor uitsluitend koplopers. De deelnemende bedrijven vormen wat betreft bedrijfsvoering een brede afspiegeling van de Nederlandse melkveehouderij. Wat betreft type veehouders, kan gesteld worden dat ze wel enigszins gemotiveerd zijn om aan verlaagde eiwitvoeding te werken. Want de veehouders hebben zich vrijwillig aangemeld. Het project biedt inzicht in hoe streven naar een verlaagde eiwitvoeding (naar 155 RE) in de praktijk uitwerkt, waar belemmeringen worden ervaren en welke routes melkveehouders succesvol gevolgd hebben om hun doelen te bereiken.

2.2 Werving en selectie

De werving en selectie van melkveehouders (inclusief hun bedrijfskenmerken), begeleiders en de koppeling van melkveehouders aan begeleiders worden in dit deze paragraaf toegelicht.

Melkveehouders

De werving van melkveehouders voor de praktijkpilot Koe en eiwit vond plaats in 2021 als aanloop naar de start van de uitvoering op de melkveebedrijven in april 2022 en was gericht op een brede groep gangbare melkveehouders. Via een landelijke wervingsbrief, verspreid via diverse media en erfbetreders, zijn melkveehouders expliciet uitgenodigd om deel te nemen aan een vierjarige praktijkpilot over verlagen van het RE-gehalte tot 155 gram RE per kg droge stof. In de wervingscommunicatie is helder benadrukt dat:

- Het project gericht is op streven naar 155 RE in het totale rantsoen en op praktijkervaring en leren
- Deelname geen pilot voor koplopers is, maar juist bedoeld voor een brede groep melkveehouders die representatief zijn voor de verschillende regio's in Nederland;
- Zowel succes als het niet kunnen realiseren van 155 RE als waardevol resultaat werden gezien;
- Gestreefd wordt melkproductie en diergezondheid op peil te houden of mogelijk te verbeteren bij eiwitverlaging.

Melkveehouders werden geworven via sectororganisaties, adviseurs en bestaande netwerken en konden hun motivatie kenbaar maken via een open inschrijving. In de wervingsbrief werd tevens aangegeven dat, bij een te groot aantal geïnteresseerden,

een selectie zou plaatsvinden om tot een representatieve en gemotiveerde deelnemersgroep te komen. De melkveehouders hebben een vergoeding gekregen voor hun inzet, dit is overigens niet actief bij de werving vermeld, maar was wel terug te vinden in de Q&A op de website, om zoveel mogelijk uit te gaan van hun intrinsieke motivatie.

Van de ruim 200 aanmeldingen zijn begin 2022 153 melkveehouders geselecteerd. De selectie had tot doel een representatieve afspiegeling van de Nederlandse melkveehouderij samen te stellen, die gemotiveerd is om te werken naar 155 RE. Daarbij is nadrukkelijk niet gestuurd op maximale prestaties of lage uitgangsniveaus, maar op variatie in bedrijfsomstandigheden. En daarbij is ook de motivatie van de aangemelde melkveehouders betrokken.

Selectiecriteria waren onder meer:

- Spreiding over grondsoorten (zand, klei en veen) en rekening houdend met melkveedichtheid per provincie. Figuur 1 laat zien hoeveel deelnemers per provincie uiteindelijk geselecteerd waren voor het project);
- Verschillen in bedrijfsintensiteit (hoeveelheid melk per ha);
- Variatie in rantsoensamenstelling en uitgangssituatie (referentiejaar 2020);
- Motivatie om deel te nemen;
- Bereidheid tot actieve deelname aan bedrijfsbezoeken, groepsbijeenkomsten en datadeling.



Figuur 1 *Aantal deelnemende bedrijven per Provincie*

Voor de deelnemers gold een inspanningsverplichting: melkveehouders committeerden zich aan het proces van scherp voeren, leren en monitoren.

De melkveebedrijven in het project Koe en eiwit vormden een representatieve afspiegeling van de Nederlandse melkveehouderij op basis van een vergelijking met het aantal melkveebedrijven per provincie in Nederland. Gebleken is ook dat de deelnemende melkveehouders bij de start van het project representatief waren voor Nederland voor wat betreft het RE-gehalte in het rantsoen, de spreiding daarin en de verdeling naar grondsoort en intensiteitsklasse (Mollenhorst et al, 2023).
Van de deelnemende bedrijven waren 4 bedrijven biologisch. Hoewel sprake was van vrijwillige deelname en daarmee van een lerende en gemotiveerde groep, wijken de uitgangskenmerken van de Koe en eiwit-bedrijven niet af van die van de totale populatie. De projectresultaten boden daarmee een valide basis voor sectorbrede duiding van de mogelijkheden van verlaagde eiwitvoeding. De bedrijfskenmerken zijn samengevat in Tabel 1.

Tabel 1 *Bedrijfskenmerken van 2020 t/m 2025 (gemiddeldes van het aantal ingeleverde KringloopWijzers (KLWs).*

	2020	2021	2022[1]	2023	2024	2025
Aantal ingeleverde KLWs[2]	144	145	143	142	140	143
Klei (n)	57	56	55	54	56	56
Veen (n)	31	31	30	30	29	29
Zand (n)	56	58	58	58	55	58
Aantal koeien	132	133	139	144	142	148
Stuks jongvee per 10 melkkoeien	5.2	5.4	5.5	5.4	5.2	5.0
Productie per koe (kg FPCM [2] / jaar)	10009	9893	9812	10071	10062	10413
Oppervlakte gras (ha)	59	60	61	63	63	65
oppervlakte mais (ha)	9	9	9	9	9	9
oppervlakte totaal (ha)	69	70	71	74	74	77
Melkproductie per ha	18328	18662	18686	18995	19051	19300
Beweiding (uur / jaar)	1014	1009	1042	980	905	938

[1] 1e jaar van sturing naar 155 ruw eiwit in het rantsoen

[2] KLW = KringloopWijzer; FPCM = Fat and Protein Corrected Milk (vet- en eiwit gecorrigeerde melk)

De 153 geselecteerde bedrijven zijn ingedeeld in 9 klassen (Tabel 2*).* Door de indeling van 3 grondsoorten (klei, veen en zand) en 3 intensiteitsklassen (extensief < 14.000 melk per ha, gemiddeld 14.000 tot 20.000 melk per ha en intensief >20.000 melk per ha) zijn de bedrijfsomstandigheden binnen de klasse min of meer vergelijkbaar.

Tabel 2 *Aantal bedrijven per klasse in 2022, op basis van KringloopWijzer 2020.*

	Extensief < 14.000	Gemiddeld 14.000 tot 20.000	Intensief 20.000 >
Klei	10	34	17
Veen	9	17	5
Zand	14	30	17

Overige ontwikkelingen

- Gedurende het project zijn er 3 bedrijven gestopt als deelnemer binnen het project in verband met persoonlijke omstandigheden.
- In het laatste projectjaar (2025) hebben 3 deelnemende melkveehouders hun bedrijfsvoering gestaakt. Waarvan minimaal 1 melkveehouder aan de LBV-regeling heeft deelgenomen.
- Gedurende het project hebben 3 deelnemers een bedrijfsverplaatsingstraject doorgemaakt. Waarvan 1 door de aankoop van een ander bedrijf is overgeschakeld naar biologisch.
- 2 à 3 bedrijven zijn zich binnen de looptijd van het project gaan oriënteren (lees: eerste ervaringen aan het op doen) op de overschakeling van gangbare naar biologische bedrijfsvoering.

Begeleiders

Parallel aan de selectie van melkveehouders is in eerste instantie een team van 51 individuele begeleiders en 11 groepsbegeleiders samengesteld uit 84 aanmeldingen. Deze begeleiders bestonden uit voer- en ruwvoerspecialisten vanuit de mengvoerindustrie, onafhankelijke bedrijfsbegeleiders (zowel technisch / economisch als coaches) en dierenartsen.

In lijn met de positionering uit de wervingsbrief vervulden begeleiders een onafhankelijke en ondersteunende rol, aanvullend op de vaste voeradviseur van het bedrijf. Begeleiders werden geselecteerd op:

- Inhoudelijke deskundigheid op het gebied van voeding, ruw eiwit en stikstofefficiëntie;
- Ervaring met begeleiding van praktijkbedrijven;
- Coachende vaardigheden en het kunnen begeleiden van leerprocessen;
- Verdeling over de bedrijven/voerleveranciers
- Verdeling over de provincies (werkgebied)

Daarnaast werd expliciet ingezet op extra begeleiding en monitoring van de diergezondheid in een deelproject met 20 melkveehouders, waaronder betrokkenheid van 5 dierenartsen onder begeleiding van Wageningen Livestock Research en Kernpraktijken Rundvee (Ruitenbeek et al, 2026 in prep.).

Koppeling van melkveehouders en (groeps)begeleiders

Melkveehouders zijn binnen het project gekoppeld aan twee type begeleiders; een individuele begeleider en een groepsbegeleider. Hiervoor zijn onderstaande stappen uitgevoerd.

Melkveehouder en individuele begeleider
Voor de individuele begeleiding vanuit het project kon de melkveehouder 3 voorkeuren aangeven welke begeleider het beste bij hem of haar past o.b.v. de geselecteerde begeleiders door de selectiecommissie en gebaseerd op het werkgebied. Voor de koppeling tussen melkveehouder en begeleider is zo veel mogelijk geprobeerd rekening te houden met deze voorkeur.

Dit resulteerde uiteindelijk in een definitieve selectie van 47 individuele- en groepsbegeleiders binnen het project.

Melkveehouder en groepsbegeleider
Na selectie zijn melkveehouders ingedeeld in groepen rekening houdend met de 9 klassen (3 grondsoorten en 3 intensiteiten van melkproductie per hectare). Het doel hiervan was om melkveehouders te laten leren van experts en van collega's in vergelijkbare omstandigheden, zoals ook in de wervingsbrief werd aangekondigd. Iedere groep kreeg één vaste groepsbegeleider, met relevante ervaring bij het type bedrijven binnen de groep. De indeling van groepen is eind 2023 iets veranderd waarbij meer rekening is gehouden met de reisafstand binnen de groep.

2.3 Begeleiding en leren

In deze paragraaf wordt beschreven hoe het gezamenlijk leren is gestimuleerd met ondersteuning van hulpmiddelen zoals de eiwitplanner, eiwitmonitor en praatplaten. Daarbij is gewerkt volgens de Plan-Do-Check-Act (PDCA)-cyclus, die inclusief bijbehorende hulpmiddelen wordt toegelicht aan de hand van een Figuur. Tot slot wordt de interne kennisdeling toegelicht.

Samenhangend leer- en verbetertraject
De begeleiding binnen het project Koe en eiwit was ingericht als een samenhangend leer- en verbetertraject, waarin individuele bedrijfsbezoeken, groepsbijeenkomsten, maar ook webinars en onderzoeksartikelen een plaats kregen. Daarnaast zijn diverse hulpmiddelen ontwikkeld die een belangrijke rol speelden in het leer- en verbetertraject. Centraal stond het ondersteunen van melkveehouders bij het verlagen van het ruw eiwitgehalte in het rantsoen naar 155 RE, met behoud van melkproductie, diergezondheid en economisch perspectief. De individuele begeleiding vond plaats via vier tot vijf bedrijfsbezoeken door de individuele begeleider per jaar, uitgevoerd volgens een centraal format dat per bedrijfsbezoek gelijk is voor alle bedrijfsbegeleiders (tool *Bedrijfsbezoeken*). Tijdens deze bezoeken werden doelen, keuzes en maatregelen besproken en vastgelegd rond bemesting, beweiding, ruwvoermanagement en gewenst ruw eiwitgehalte in graskuil en krachtvoer. Met als doel om uiteindelijk op 155 RE in het gehele rantsoen uit te komen.

Ondersteuning met eiwitplanner, eiwitmonitor, portal en praatplaten
(zie bijlage 1 en 2 voor verdere toelichting op deze hulpmiddelen)

Aan het begin van ieder jaar werd de *eiwitplanner* ingezet om op jaarbasis een plan te maken om het gestelde RE-doel voor de gehele veestapel te halen. Deze eiwitplanner helpt om bewust te kiezen welke hoeveelheid en samenstelling van voedermiddelen (voedingsknoppen) de veehouder in dat jaar wil realiseren en welke maatregelen de veehouder daarvoor wil nemen. Gedurende het jaar werd bij ieder bezoek de *eiwitmonitor* ingevuld om de voortgang in de voeding van melkvee, jongvee en droge koeien structureel te volgen, in samenhang met kengetallen uit de KringloopWijzer.

Ter ondersteuning van het gesprek werden *praatplaten* met vuistregels en praktische tips ontwikkeld en gebruikt tijdens vooral individuele bedrijfsbezoeken en soms bij groepsbijeenkomsten. Deze visualisaties hielpen om complexe relaties overzichtelijk te maken en keuzes concreet te bespreken. Voorbeelden zijn praatplaten over bemesting en maaimoment in relatie tot RE-gehalte in graskuil, ruw eiwit gehalte in krachtvoer, type energiebron in relatie tot diergezondheid (pens- en darmverzuring), bijsturen op basis van RE-gehalten in vers gras, bijsturen op basis van melksignalen en de potentiële besparing op mestkosten (afzet drijfmest en aankoop kunstmest) bij lager eiwit voeren.

Naast de individuele begeleiding kwamen melkveehouders vier keer per jaar bijeen in groepsverband. Tijdens deze groepsbijeenkomsten werd gebruikgemaakt van een *portal*, waarin deelnemers binnen hun praktijkgroep kengetallen uit de KringloopWijzer, de eiwitmonitor en kuilanalyses onderling konden vergelijken. Daarbij is tevens de flexibiliteit ingebouwd om zelf keuzes te maken welke kengetallen uit de KringloopWijzer men wil vergelijken. Dit gaf tijdens de groepsbijeenkomsten ruimte voor gezamenlijke reflectie, onderlinge vergelijking en leren van verschillende routes richting eiwitverlaging.

Begeleiden volgens de Plan-Do-Check-Act cyclus

De totale begeleiding was expliciet ingericht volgens de Plan-Do-Check-Act-cyclus (zie Figuur 2). De leer-cyclus is een methode voor continu verbeteren op korte termijn, bijvoorbeeld bij het continu aanpassen van het rantsoen, als over een langere periode, bijvoorbeeld bij keuzes op jaarbasis zoals het beweidingsplan, bemestingsplan of teeltplan. De melkveehouder, begeleider en voeradviseur vormen samen een team om de verbetercyclus te doorlopen bij individuele bedrijfsbezoeken.

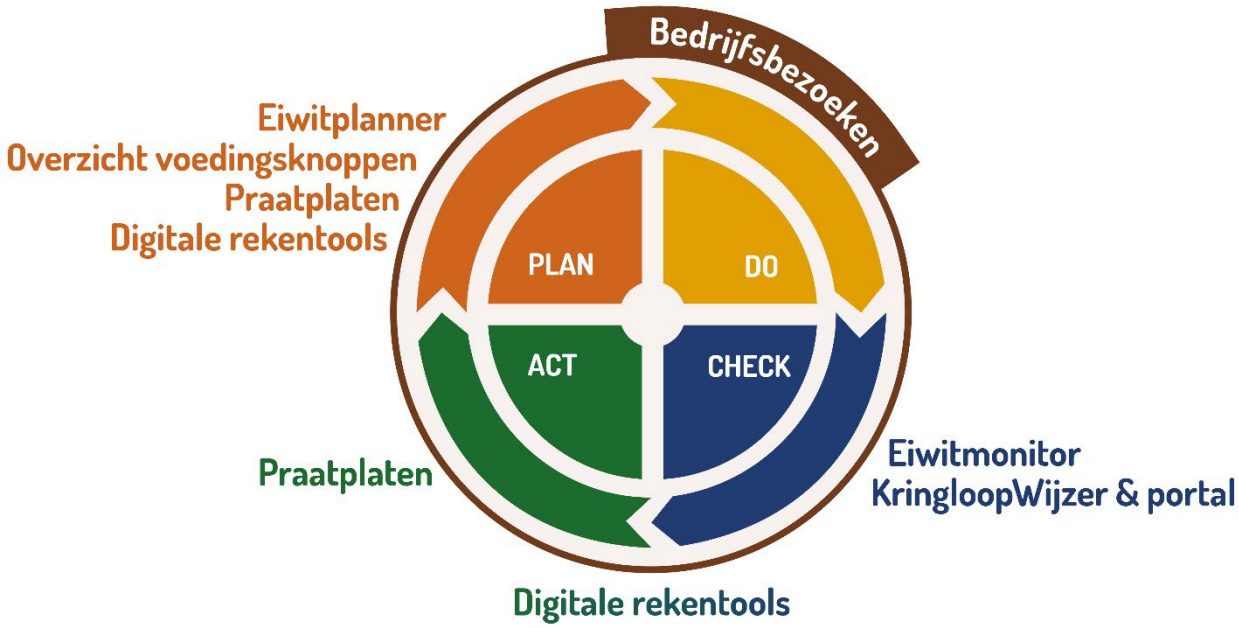
De PDCA-cyclus werd in dit traject ondersteund met verschillende hulpmiddelen die per fase werden ingezet. In de **plan-fase** werd eerst inzicht verkregen in de mogelijke sturingsknoppen binnen de voeding via een overzicht van voedingsknoppen (Figuur 11) en de eiwitplanner. Daarnaast werden praatplaten gebruikt met vuistregels en praktische tips over sturingsmogelijkheden, zoals graslandmanagement, de keuze voor energiebronnen en het RE-gehalte (RE) in krachtvoer en het bijsturen in de zomerperiode. Ook werden

digitale rekentools ingezet, zoals het krachtvoerkompas voor advies over het RE-gehalte in krachtvoer binnen het basisrantsoen en de REM (RE en Mestkosten)-tool, die inzicht gaf in besparingen op mestafzetkosten en kunstmest bij een lager RE-gehalte.

In de **do-fase** werden de geplande maatregelen uitgevoerd, bijvoorbeeld aanpassingen in het rantsoen, de bemesting en de beweiding. Deze uitvoering werd ondersteund door bedrijfsbezoeken, waarbij gebruik werd gemaakt van de tool *mijn.bedrijfsbezoeken*. In deze tool kwamen alle onderdelen van de PDCA-cyclus gestructureerd aan bod, waardoor het proces van plannen, uitvoeren, controleren en bijsturen integraal werd ondersteund.

In de **check-fase** werd gedurende het jaar gemonitord hoe de maatregelen uitpakten. Dit gebeurde onder andere met de eiwitmonitor per diercategorie en op jaarbasis met de KringloopWijzer voor de gehele veestapel. Daarnaast bood een portal de mogelijkheid om kengetallen te vergelijken tussen deelnemers binnen een groep, wat extra inzicht gaf in de prestaties.

Tot slot vond in de **act-fase** reflectie plaats en werden verbeteringen doorgevoerd. Hierbij werden opnieuw praatplaten ingezet en werd groepsleren gestimuleerd, zodat ervaringen werden gedeeld en de bedrijfsvoering verder kon worden geoptimaliseerd. Op deze manier vormde de PDCA-cyclus een doorlopend proces van leren en verbeteren



Figuur 2 *PDCA cyclus met bijbehorende tools*.

Interne kennisdeling

Om het netwerk actief te laten leren zijn er gedurende het project diverse kennisdelingsactiviteiten, zoals studiedagen, georganiseerd specifiek voor de betrokken begeleiders. Naast projectinhoudelijke zaken zijn tijdens deze studiedagen ook technische en sociale aspecten met betrekking tot de procesbegeleiding rondom eiwitverlaging behandeld, onder andere;

- 24 november 2022: Gedragskennis toepassen, verzorgt door bureau Duwtje
- 4 april 2023: Effectieve communicatie en socratische gespreksvoering, verzorgt door John Braam en Cynthia Gielens (Cotea)
- 26 oktober 2023: Hoe bemesten naar het gewenste RE in gras(kuil), verzorgt door Ap van der Bas (DLV)

- 25 april 2024: Ervaringen uit recente onderzoeken - waar zit de ondergrens qua RE en tips hoe de verlaging stapsgewijs in te zetten, door Andre Bannink (Wageningen Livestock Research)
- 25 april 2024: Communicatie in agrarische families – onderliggende dynamiek op het boerenerf, door Truke Zeinstra
- 7 november 2024: Verband 155RE en economie – de kansen en uitdagingen – door Hans Dirksen (DMS)
- 7 november 2024: Iedereen op 155RE, hoe dan? - praktische handvaten om als begeleider te blijven focussen op het proces, door Rob Huinink (Huinink Consult)
- 10 april 2025: Pensgericht voeren naar een laag RE, door Frens Schuring

Naast deze studiedagen werd ook veel kennis uitgewisseld met de deelnemers (intern, melkveehouders en begeleiders) en externen. Dit betreft de volgende manieren:

- Via maandmail naar betrokken melkveehouders en begeleiders (intern) over nieuws uit het project.
- Binnen elk groep via groepsapp (intern) waarbij veel praktische ervaringen werd uitgewisseld.
- Webinars (intern en extern, zie overzicht bijlage 3): gedurende een uur in de avond werden technische / economische onderwerpen toegelicht. Deze werden ook opgenomen, zodat deelnemers en externen deze konden naluisteren.
- Artikelen algemeen en bedrijfsrapportages (intern en extern, zie overzicht bijlage 3) waarin onderzoekers verdieping gaven aan een bepaald onderwerp en bijzondere ervaringen van melkveehouders of begeleiders werden toegelicht.

3 Toetsen van het RE-doel

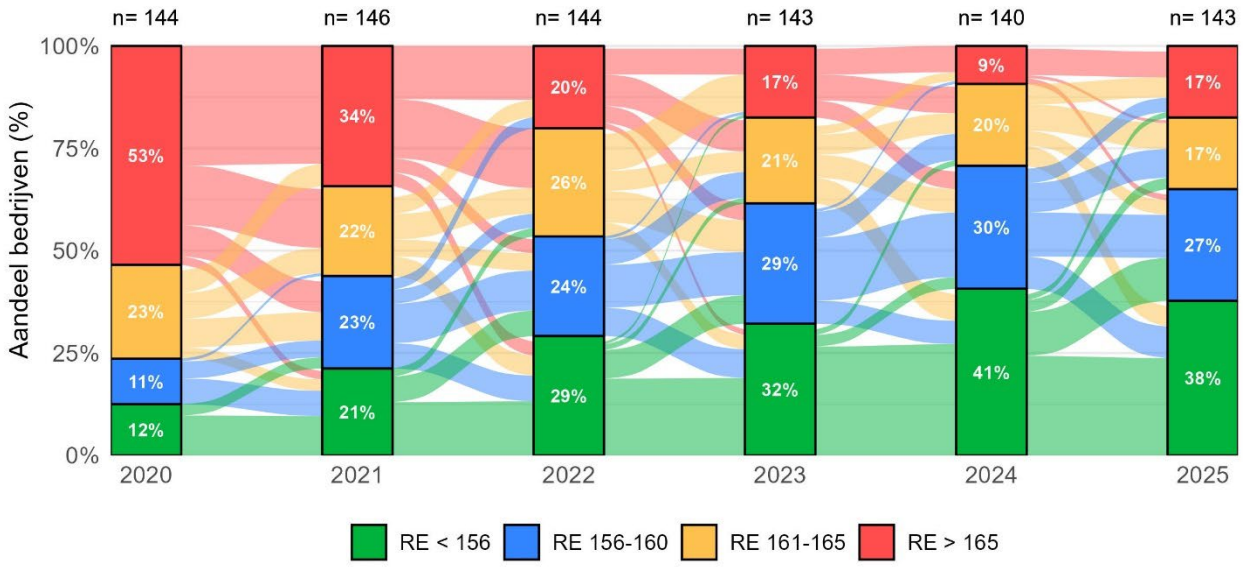
In dit hoofdstuk wordt toegelicht hoeveel melkveehouders het gestelde RE-doel bereiken en hoe stabiel deze resultaten zijn tussen de jaren. Daarnaast wordt de trend in het RE-gehalte van het rantsoen in de periode 2020 tot en met 2025 beschreven. Hierbij wordt zowel een vergelijking gemaakt met het landelijk gemiddelde in Nederland als met verschillen tussen bedrijfskenmerken, zoals grondsoort (klei, veen en zand) en het aandeel gras en maïs in het rantsoen. Tot slot wordt de relatie tussen het RE-gehalte en de ammoniakemissie toegelicht, als belangrijke aanleiding voor het project.

Aantal boeren die het RE doel bereikt hebben

Figuur 3 laat zien hoe het aandeel bedrijven per RE-categorie zich ontwikkelt. De Figuur geeft de verandering in het aandeel bedrijven met hoog (oranje en rood) en laag (blauw en groen) RE/kg ds. Daarnaast laat het zien of bedrijven naar een andere RE-klasse bewogen hebben en naar welke RE-klasse bewogen is.

Wat valt op?

In 2025 is het 38% van de deelnemers (groen) gelukt om minder dan 156 g RE / kg ds in het rantsoen te hebben, 27% (blauw) zat tussen de 156 -160 RE/kg ds. In 2024 was dat 41 en resp. 30 %. Door de jaren heen hebben veel deelnemers het RE-gehalte in het rantsoen verlaagd, soms met grote stappen. Echter bij enkele deelnemers is het RE-gehalte gestegen vanaf de start. Op veel bedrijven varieert het RE-gehalte tussen de jaren met gemiddeld een dalende trend. In hoofdstuk 4.2 worden de jaarlijkse veranderingen in RE-gehalte in relatie tot rantsoenveranderingen nader toegelicht.



Figuur 3 *Trends in bedrijven per RE-categorie (gram/kg ds) gedurende 2020 t/m 2025. De lijnen tussen de jaren en RE-categorieën geven de verschuiving aan van bedrijven in een RE-categorie naar een RE-categorie in het volgende jaar.*

In Figuur 3 is het % bedrijven aangegeven dat in een bepaald jaar het RE doel heeft gerealiseerd. Omdat het RE-gehalte varieert tussen de jaren is in Tabel 3 weergegeven welk deel van de bedrijven minimaal 1 keer of meerdere keren het RE doel gehaald hebben. Dit is weergegeven voor alle bedrijven, per grondsoort en per intensiteitsklasse. Uit Tabel 3 blijkt dat het projectdoel, dat 80% van de bedrijven het RE doel van 155 g/kg ds zou halen, niet is bereikt.

Echter 61% van de melkveehouders heeft wel minimaal 1 keer gedurende de periode 2020 t/m 2025 het RE doel van 155 g/kg ds gehaald. Daarbij heeft 22% 1 keer, 11% 2 keer, 13% 3 keer, 15% 4 keer het RE doel gehaald. Er zijn verschillen tussen grondsoorten en intensiteitsklasse, namelijk op respectievelijk de klei-,

zand-, veen- en zandbedrijven hebben 53%, 48% en 74% minimaal 1 keer het RE doel gehaald. Op de zandbedrijven heeft zelfs 30% 4 keer het doel bereikt. De verschillen tussen de intensiteitsklassen zijn kleiner, namelijk op respectievelijk de extensieve, middel en intensieve bedrijven hebben 61%, 58% en 76% minimaal 1 keer het RE doel gehaald. Op de intensieve bedrijven heeft zelfs 23% 4 keer het RE doel bereikt, van de extensieve bedrijven heeft 23% 3 keer RE doel gehaald. .

Tabel 3 *% Bedrijven dat 0, 1, 2, 3 of 4 x het RE doel hebben gehaald.*

		grondsoort			Intensiteit (melk/ha)		
Aantal keren RE doel gehaald	**Alle bedrijven**	**Klei**	**veen**	**zand**	**extensief**	**middel**	**intensief**
0	39.4	46.8	51.9	26.4	38.5	42.2	34.3
1	22	29.8	25.9	13.2	26.9	18.8	25.7
2	11	14.9	7.4	9.4	3.8	14.1	11.4
3	12.6	4.3	11.1	20.8	23.1	12.5	5.7
4	15	4.3	3.7	30.2	7.7	12.5	22.9

3.1 Ontwikkeling van het gemiddelde RE-gehalte en vergelijking met Nederland

In deze paragraaf worden de verschillen in RE-gehalten tussen de deelnemers in Koe en eiwit in Tabel 4 en Figuur 4 vergeleken met het landelijk gemiddelde.

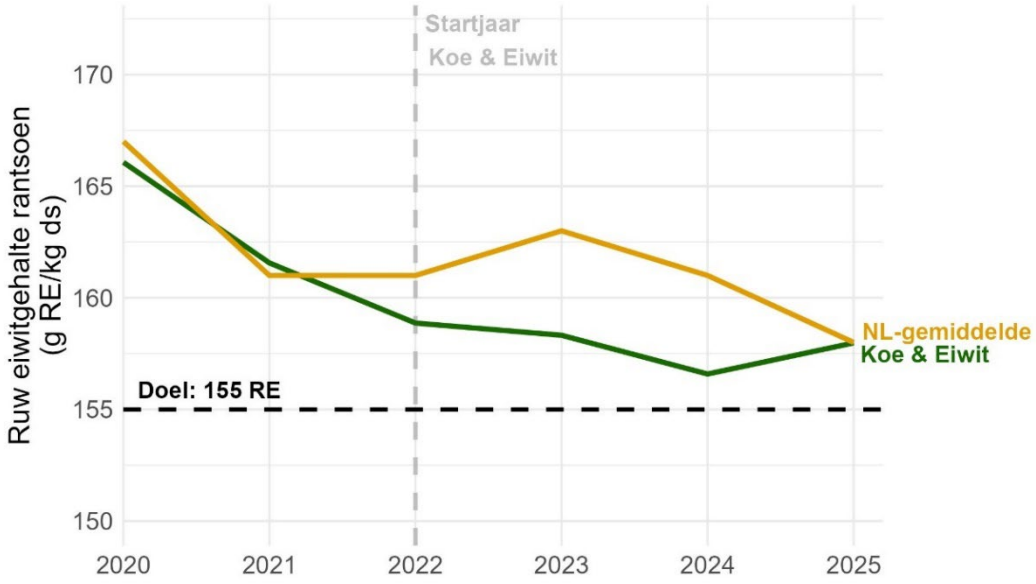
Wat valt op?
In de jaren 2020 en 2021 (vóór de start van Koe en Eiwit) was het gemiddelde RE-gehalte in het rantsoen van de Koe en eiwit-deelnemers ongeveer gelijk aan het landelijk gemiddelde. Vanaf de begeleiding in 2022 is het RE-gehalte bij de deelnemers gedaald naar gemiddeld 157 gram RE/kg ds in 2024, terwijl het landelijk gemiddelde is gestegen naar 163 gram RE/kg ds in 2023 en iets gedaald in 2024 naar 161 gram RE/kg ds. In het jaar 2025 is het gemiddelde RE-gehalte in het rantsoen van de Koe en eiwit-deelnemers echter gestegen naar 158 en landelijk gedaald naar 158 volgens de voorlopige prognose van CBS (mei 2026). Het verschil tussen de Koe en eiwitbedrijven en het landelijke gemiddelde (volgens voorlopige prognose) is dus teniet gedaan.

Tabel 4 *RE-gehalte (gram/kg ds) totale rantsoen Koe en Eiwit-deelnemers ten opzichte van Nederland.*

	2020	**2021**	**2022***	**2023**	**2024**	**2025**
Koe en Eiwit deelnemers	166	162	159	158	157	158
Melkveehouders Nederland	167	161	161	163	161	158

Nederlandse gemiddelde2025 betreft voorlopige prognose)

*Start met sturing naar 155 RE op Koe en Eiwit bedrijven.



Figuur 4 *Verloop RE-gehalte (g/kg ds) in het rantsoen. Gemiddeld voor Koe en eiwit-deelnemers (Gemonitord via KringloopWijzer) en gemiddeld van de Nederlandse melkveehouderij (CBS).*

3.2 Verschillen RE-gehalte rantsoen tussen klassen

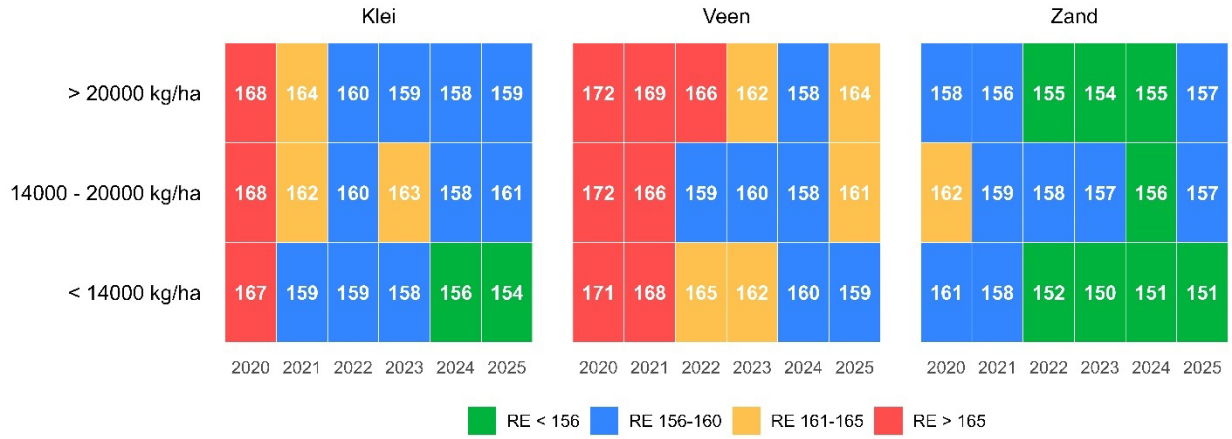
Bij de start van het project zijn de bedrijven ingedeeld in 9 klassen (3 grondsoorten en 3 intensiteitsklassen (melk per ha)). De gemiddelde RE trend per klasse wordt eerst beschreven. De variatie binnen een klasse is echter groot, daarom is vervolgens de spreiding vanaf 2020 per grondsoort en intensiteitsklasse weergegeven.

Ontwikkeling van het RE-gehalte naar grondsoort en intensiteit

De 150 melkveehouders zijn ingedeeld in 9 klassen, afhankelijk van grondsoort en intensiteit (melkproductie per hectare). Dit is gedaan zodat de bedrijfsomstandigheden binnen een klasse, min of meer, gelijk zijn en daardoor (deels) ook de verbetermogelijkheden gelijk zijn. Figuur 5 geeft de trend in RE-gehalte per klasse weer.

Wat valt op?

- Er zijn duidelijke verschillen tussen grondsoorten. De zandbedrijven zaten in 2020 het laagst qua RE en zijn gemiddeld verder gedaald. De veenbedrijven zaten in 2020 en 2021 hoog qua RE (rode kleur), en zijn flink gedaald, behalve in 2025 weer iets gestegen.
- De verwachting was dat de intensieve bedrijven (>20.000 kg melk per ha) eenvoudig lager RE in het rantsoen zouden realiseren dan de extensieve bedrijven (< 14.000 kg melk per ha). Want de intensievere bedrijven zouden makkelijker naar laag RE kunnen corrigeren met aankoop van (kracht)voer. Deze verwachting kwam niet altijd uit. De klassen met de extensieve bedrijven realiseerden in de meeste jaren gemiddeld een lager RE in het rantsoen dan de intensieve bedrijven.



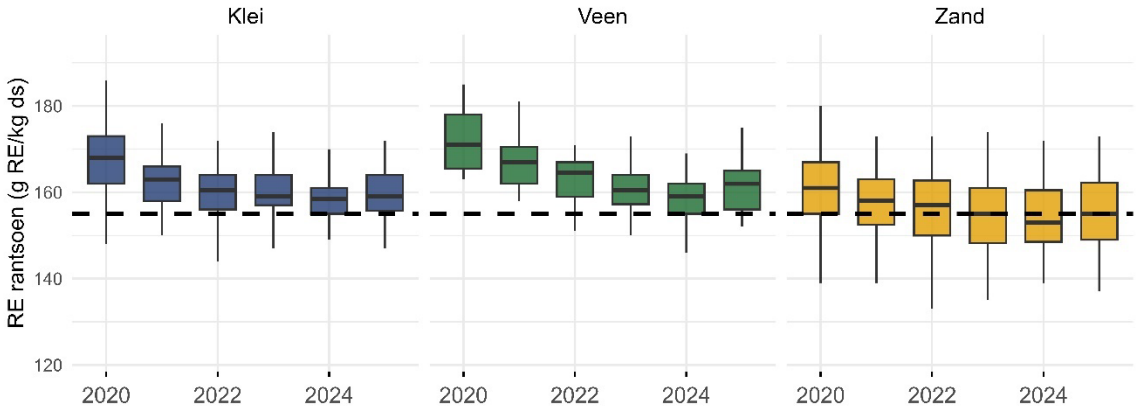
Figuur 5 *Trend RE-gehalte per klasse (grondsoort en intensiteit (melkproductie per ha).*

Spreiding RE per grondsoort en per intensiteitsklasse

De Tabellen 5 en 6 geven voor alle jaren aan hoeveel % van de bedrijven het RE doel van 155 g per kg ds hebben bereikt per grondsoort en intensiteitsklasse. Figuur 7 en 8 laten zien dat er ook een behoorlijke spreiding is tussen bedrijven, zowel per grondsoort als per intensiteitsklasse. Deze figuren betreft alle waarnemingen gedurende 2020 t/m 2025.

Wat valt op? (zie Figuur 6 en 7, Tabel 5 en 6)

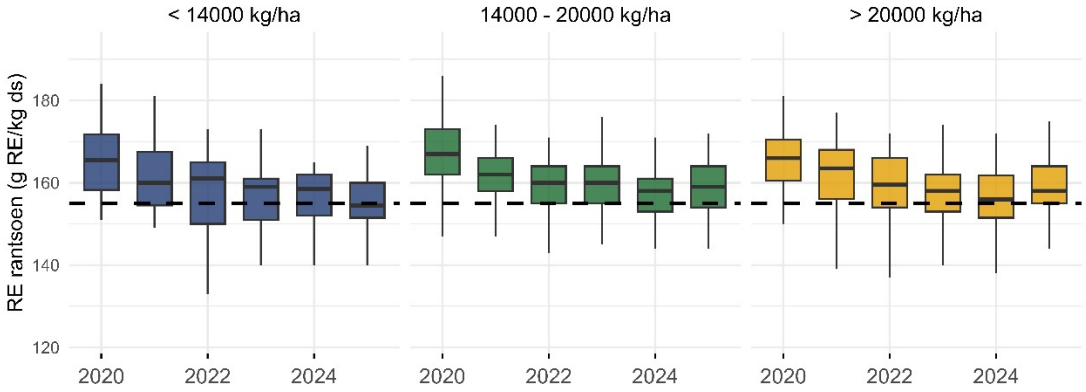
- De spreiding van RE in het rantsoen binnen elke klasse van grondsoort of intensiteit is groot. Dit houdt in dat er veel mogelijkheden zijn om het RE doel te realiseren, maar dat er kennelijk ook nog belemmeringen zijn.
- Van de zandbedrijven realiseren in 2025 47% van de bedrijven een RE-gehalte lager dan 155. Op de klei- en veenbedrijven zijn dat respectievelijk 20% en 17% van de bedrijven. Op alle grondsoorten is dit lager dan in 2024.
- Opvallend zijn de verschillen tussen extensieve en intensieve bedrijven wat betreft % bedrijven dat het RE doel heeft gehaald. In 2024 was er nauwelijks verschil tussen de intensiteitsklassen (30% tot 38%), echter in 2025 heeft 50% van de extensieve bedrijven het RE doel gerealiseerd en van de intensieve bedrijven 21%.



Figuur 6 *RE-gehalte per grondsoort voor de periode 2020 t/m 2025.*

Tabel 5 *Aandeel bedrijven per grondsoort dat het RE-doel van 155 g/kg ds realiseert (%).*

grondsoort	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Klei	4%	18%	22%	15%	21%	20%
Veen	0%	0%	13%	10%	21%	17%
Zand	23%	29%	43%	47%	55%	47%



Figuur 7 *Boxplot RE-gehalte per intensiteitsklasse (kg melk per ha) voor de periode 2020 t/m 2025.*

Tabel 6 *Aandeel bedrijven per intensiteitsklasse dat de RE-doel realiseert (%).*

Intensiteit (melkproductie per ha)	2020	2021	2022	2023	2024	2025
< 14.000	16.7%	23.5%	28.1%	35.7%	36.7%	50.0%
14.000 tot 20.000	6.7%	14.1%	24.6%	19.7%	30.0%	26.6%
>20.000	12.8%	22.5%	35.7%	30.2%	38.0%	21.3%

3.3 Verschillen tussen gras-en maisbedrijven

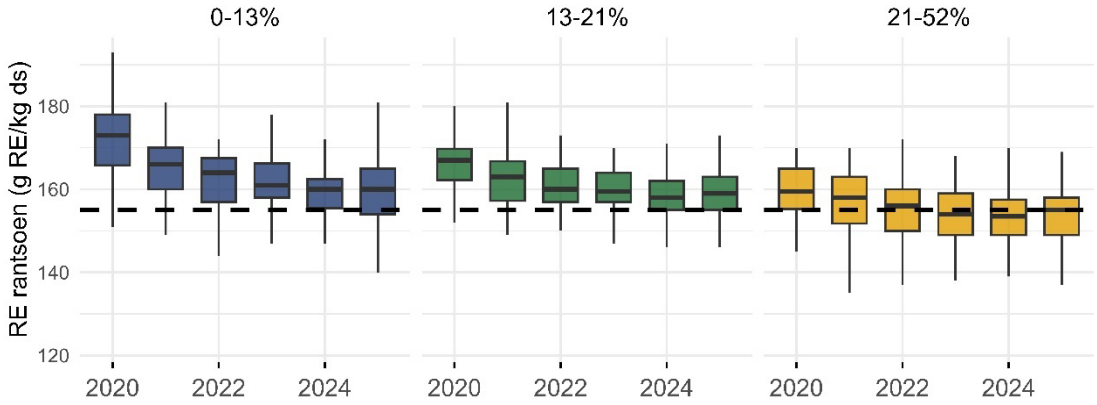
In dit hoofdstuk worden verschillen tussen gras- en maisbedrijven toegelicht. Uit de analyse van KLW data 2020 en 2021 van alle melkveebedrijven in Nederland (Mollenhorst et al, 2023) blijkt namelijk dat hoeveelheid mais in het rantsoen voor een belangrijk deel het RE-gehalte in het totale rantsoen bepaalt. Daarom is het interessant om naast de verschillen tussen de 9 klassen qua grondsoort en intensiteit, ook de verschillen tussen gras- en maisbedrijven te analyseren, gebaseerd op % mais in rantsoen (laag, midden, hoog) in beeld te brengen.

Verschillen tussen gras- en maisbedrijven qua spreiding RE en bereiken RE doel

Voor de analyse van verschillen tussen gras- en maisbedrijven is gekeken naar de trend in RE en de spreiding tussen bedrijven (Figuur 8), en is gekeken hoeveel % van de bedrijven het RE doel heeft bereikt (Tabel 7).

Wat valt op? (Figuur 8 en Tabel 7)

- Het % bedrijven dat het doel realiseert is op de maisbedrijven (21-52% mais gevoerd) in alle jaren hoger dan op de grasbedrijven (0-13% mais)
- De grasbedrijven (maximaal 13% mais) hebben vanaf 2020 steeds vaker het doel van 155 RE bereikt. Deze stijging loopt elk jaar op van 4,2 % in 2020 tot 27,7 % in 2025, met weliswaar een dipje in 2023 van 13,5%. Van de bedrijven met veel mais in het rantsoen (meer dan 21%) heeft respectievelijk 55,1% en 53,8% van de bedrijven het RE doel bereikt in 2023 en 2024, en in 2025 is dit gedaald naar 43,5%.
- Figuur 8 illustreert de grote variatie tussen bedrijven, vooral bij de grasbedrijven. Er zijn weliswaar meer maisbedrijven die het RE doel realiseren dan grasbedrijven, echter de gras bedrijven hebben de meeste vooruitgang geboekt.



Figuur 8 *Boxplot RE-gehalte per gras-maisklasse (% mais gevoerd) voor de periode 2020 t/m 2025. (grasbedrijven: < 13% mais in rantsoen, middenklasse 13%-21% en maisbedrijven > 21%).*

Tabel 7 *Aandeel bedrijven dat de RE-doel realiseert, uitgesplitst naar maïsaandeel (%).*

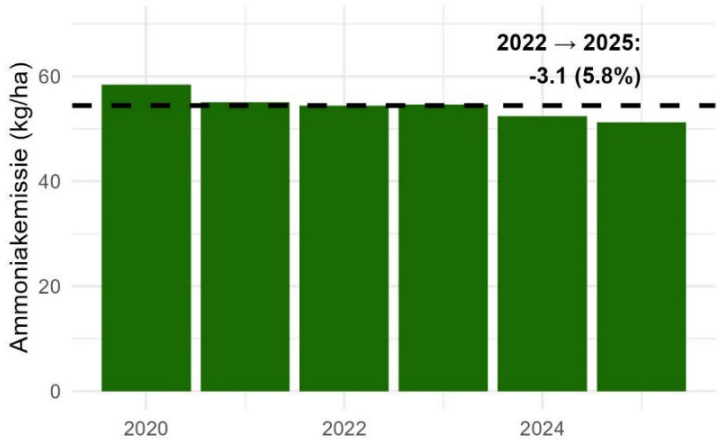
Aandeel mais in rantsoen	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0–13%	4.2%	12.2%	19.1%	13.5%	20.9%	27.7%
13–21%	6.0%	9.8%	20.4%	9.8%	24.4%	20.0%
21–52%	21.7%	35.6%	46.8%	55.1%	53.8%	43.5%

3.4 Trend ammoniak en relatie met RE

De aanleiding om minder eiwit te voeren is de ammoniakemissie te beperken. Dit wordt geïllustreerd door de trend vanaf 2020 te schetsen, een vergelijking tussen RE klassen en een statistische analyse over de relatie tussen RE en ammoniakemissie. Opgemerkt moet worden dat het geen gemeten ammoniakemissies zijn, maar berekend volgens de KringloopWijzer.

Trend ammoniak

Figuur 9 laat de ontwikkeling van de ammoniakemissie per hectare zien over de looptijd van het project Koe en Eiwit (2022–2025). In deze periode is een daling zichtbaar van gemiddeld circa **3,1 kg ammoniak per hectare**, wat neerkomt op een reductie van **5,8%**. Vergeleken met 2020 is dit zelfs **-7.1 (12.2%).** Deze afname laat zien dat er op sectorniveau vooruitgang is geboekt in het terugdringen van ammoniakemissies.



Figuur 9 Ontwikkeling van ammoniakemissie per hectare project Koe en eiwit (2020–2025). Stippellijn geeft de baseline in 2022 (start van het project) weer.

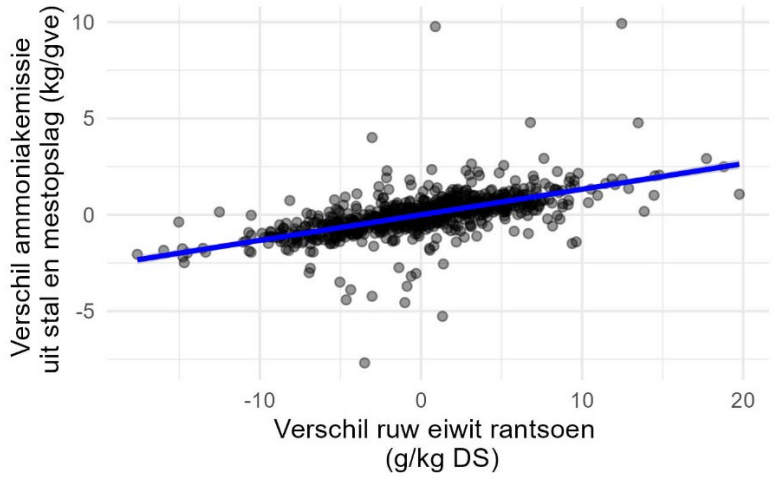
Vergelijking RE klassen qua ammoniakemissie

In bijlage 4 zijn kengetallen rond bedrijfskenmerken, voedingskenmerken, neveneffecten en ammoniak vergeleken tussen RE klassen gebaseerd op gemiddelden in de periode 2023 t/m 2025. Wat betreft de relatie tussen RE en ammoniakemissie kan geconcludeerd worden dat de ammoniakemissie totaal per ha, ammoniakemissie uit stal en opslag per GVE en ammoniakemissie uit bemesting en oogst per ha lager is bij lager RE-gehalte in het totale rantsoen.

Statistische analyse effect RE-gehalte op neveneffecten

Om het verband tussen het RE-gehalte en ammoniakemissies dieper te analyseren, zijn lineaire mixed models toegepast. Dit betreft hetzelfde model als beschreven in hoofdstuk 6 over neveneffecten. Het statistisch model is toegepast met en zonder jaareffect. In alle gevallen blijkt er een positief verband tussen RE-gehalte in het rantsoen en ammoniakemissie totaal per ha, ammoniakemissie bij bemesting en oogst per ha en vooral met ammoniakemissie uit stal en opslag per GVE. Met dit model is tevens uitgerekend dat 1 gram minder RE in het totale rantsoen overeenkomt met 1% minder ammoniakemissie op bedrijfsniveau.

In figuur 10 wordt het sterke verband tussen RE en ammoniakemissie uit stal en opslag per GVE geïllustreerd.



Figuur 10 *Gemodelleerde relatie tussen RE-gehalte en ammoniakemissie binnen bedrijven (gecorrigeerd voor bedrijfs- en jaareffecten).*

Deze bevindingen sluiten aan bij eerder onderzoek binnen Koe en eiwit (Mollenhorst et al., 2023), waarin is aangetoond dat lager RE-gehalte in het rantsoen *tussen bedrijven* een duidelijk reducerend effect heeft op de ammoniakemissie uit stal en mestopslag per GVE. Dit verband is logisch en robuust: een lager RE-gehalte leidt tot minder stikstofuitscheiding (TAN) en daarmee tot lagere emissies per dier. Voor de totale ammoniakemissie per hectare is de relatie met RE echter zwakker. Deze wordt namelijk sterk beïnvloed door andere factoren, zoals veebezetting, mestaanwending en gewaskeuze.

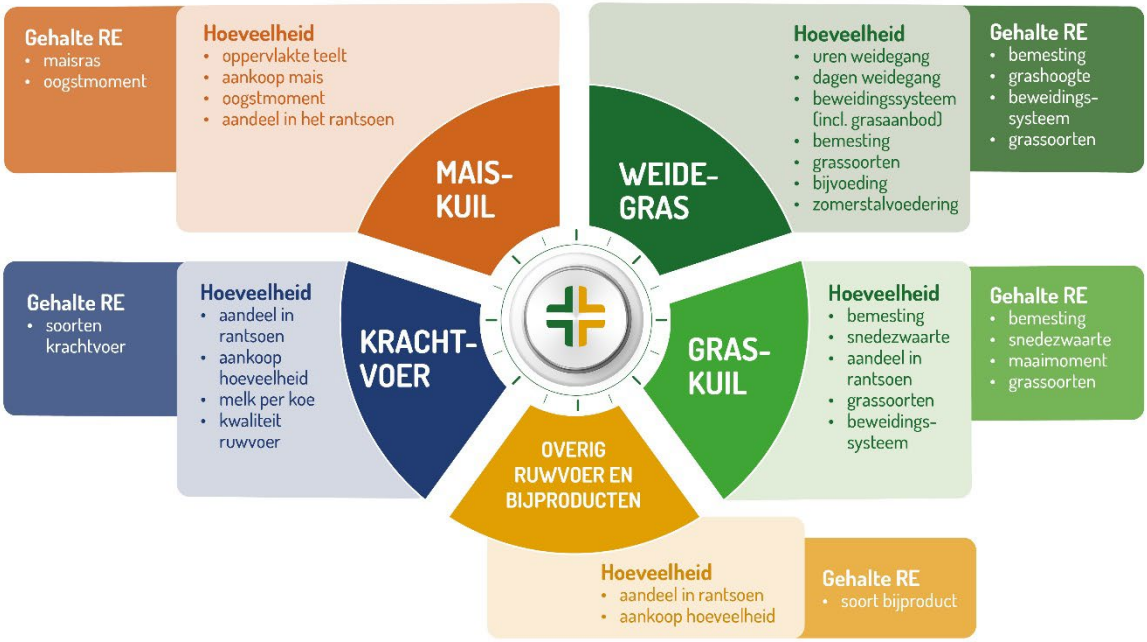
4 Voedingsknoppen en maatregelen

Jaarlijks bij het eerste individuele bedrijfsbezoek hebben de melkveehouders aangegeven welke maatregelen ze willen nemen om het gewenste RE doel te realiseren. We maken in dit rapport onderscheid tussen voedingsknoppen en maatregelen. Met voedingsknoppen wordt bedoeld met welke voedingsmiddelen je het rantsoen kunt aanpassen. Deze aanpassing kan door te sturen met de aandelen en de gehalten van de voedermiddelen vers gras, graskuil, mais, krachtvoer en overig ruwvoer en bijproducten. Maatregelen geven aan hoe je de hoeveelheid en / of het RE-gehalte van deze voedermiddelen verandert.
In dit hoofdstuk wordt toegelicht:

- *Welke voedingsknoppen vinden de melkveehouders belangrijk (passend bij gekozen maatregelen)*
- *Welke maatregelen zijn genomen met onderscheid tussen bedrijven die veel bewegen en weinig bewegen, tussen grondsoorten en tussen gras- en maisbedrijven.*
- *Welke maatregelen significant effect hebben gehad op verlaging RE en wat het effect is van deze afzonderlijke maatregelen op RE-gehalte totale rantsoen (statistische analyse)*
- *Voedingsmaatregelen integreren in een totale integrale bedrijfsvisie nu en in nabije toekomst*

4.1 Gekozen maatregelen vooraf

Figuur 11 geeft een overzicht hoe de melkveehouder zijn rantsoen kan bijsturen naar het gewenste RE-gehalte. Met de rekentool *eiwitplanner* kon de melkveehouder draaien aan de voedingsknoppen en het rantsoen aanpassen qua hoeveelheid en RE-gehalte om het gewenste RE-gehalte te realiseren. Vervolgens vond overleg plaats met voeradviseur en begeleider over hoe deze maatregelen het beste toegepast kunnen worden bij de bedrijfsomstandigheden. Deze werkwijze tijdens individuele bedrijfsbezoeken en de discussie over maatregelen in groepsbijeenkomsten zijn beschreven in hoofdstuk 2.



Figuur 11 Overzicht voedingsknoppen (hoeveel en RE-gehalte per voedermiddel) en maatregelen per knop.

De belangrijkste gekozen voedingsknoppen zijn weergegeven in figuur 12. Het verlagen van RE-gehalte in de graskuil was tot 2024 vaak gekozen waarbij het gaat om sturen via bemesting en maaimoment. In 2025 is de krachtvoerknop belangrijker geworden, zowel qua krachtvoergift als RE-gehalte in het krachtvoer.



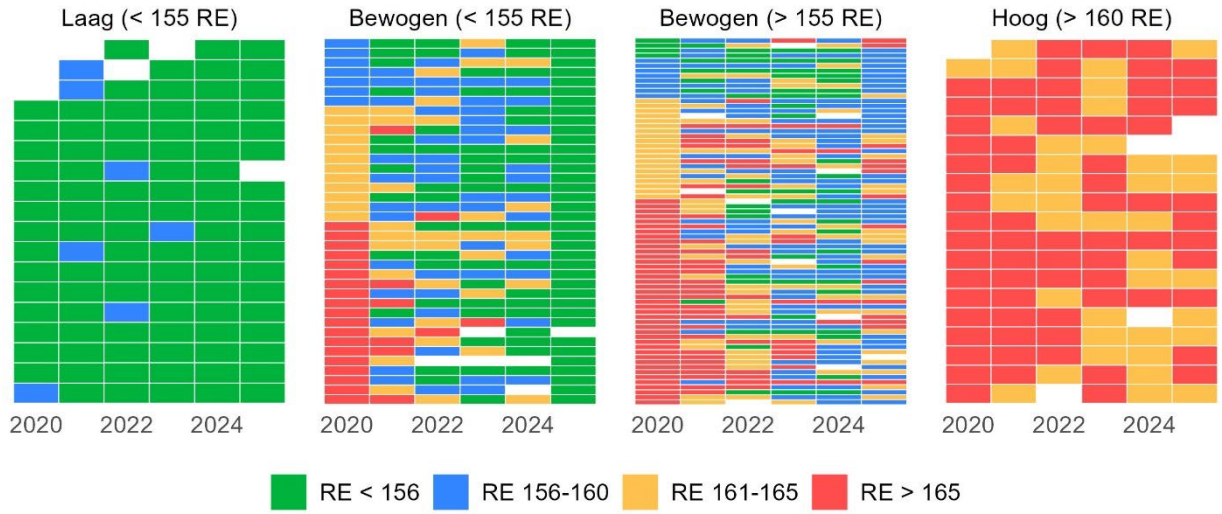
Figuur 12 *Trend belang voedingsknoppen. % geeft aan hoeveel % van de gekozen maatregelen bij betreffend voedermiddel (voedingsknop) horen.*

4.2 Genomen rantsoenaanpassing per voedingsknop

*In hoofdstuk 3.1 is aangegeven dat het RE-gehalte wel een dalende trend laat zien richting 155 of lager, maar dat sommige bedrijven ook weer stijgen in de RE-voeding. Daarom wordt in dit hoofdstuk nader gekeken in hoeverre het rantsoen is aangepast door de hoeveelheid van het voedermiddel of de samenstelling van het voedermiddel te veranderen. Deze analyse is gedaan voor verschillende groepen bedrijven, namelijk groepen die gebaseerd zijn op de hoogte van RE en de mate van daling (**zogenaamde bewegingsgroepen)** en groepen gebaseerd op grondsoort. Tot slot worden RE-gehalten in de graskuil en vers gras nader toegelicht.*

Toelichting 'bewegingsgroepen' *(Figuur 13)*
We onderscheiden vier verschillende groepen bedrijven, waarin de individuele bedrijven op een verschillende manier hebben bewogen naar het RE-gehalte in het rantsoen:

- Laag (18 bedrijven)
  Dat zijn de bedrijven die in de jaren van 2020 t/m 2025 het doel van < 155 RE minimaal 5 keer hebben bereikt, oftewel maximaal 1 keer niet gehaald van alle niet missende jaren.
- Bewogen naar < 155 RE (38 bedrijven)
  Deze groep betreft de melkveehouders die de bedrijfsvoering zodanig hebben aangepast waarbij het doel < 155 RE in 2025 (of eerder) bereikt is.
- Bewogen naar > 155 RE (73 bedrijven)
  Deze groep bevat melkveehouders die over het algemeen jaarlijks zijn gedaald in RE-gehalte, of al een heel laag RE-gehalte hadden in de beginjaren, maar die het doel van < 155 RE niet gehaald hebben in 2025.
- Hoog (19 bedrijven)
  Deze groep melkveehouders zat vanaf de start in 2020 altijd boven de 160 RE of zelfs boven de 165 RE. De belemmeringen, die deze groep ervoer, worden in hoofdstuk 5 toegelicht.



Figuur 13 *Overzicht individuele bedrijven verdeeld in 4 groepen in relatie tot mate van beweging naar 155 RE, van 2020 t/m 2025 (Laag (< 155 RE), n=18; Bewogen (<155 RE), n=38; Bewogen (>155 RE), n=74; Hoog (>160 RE), n = 19). De bedrijven zijn binnen elke groep gesorteerd op RE-gehalte in 2020. De witte vlekken in de figuur betreft geen KLW aanwezig.*

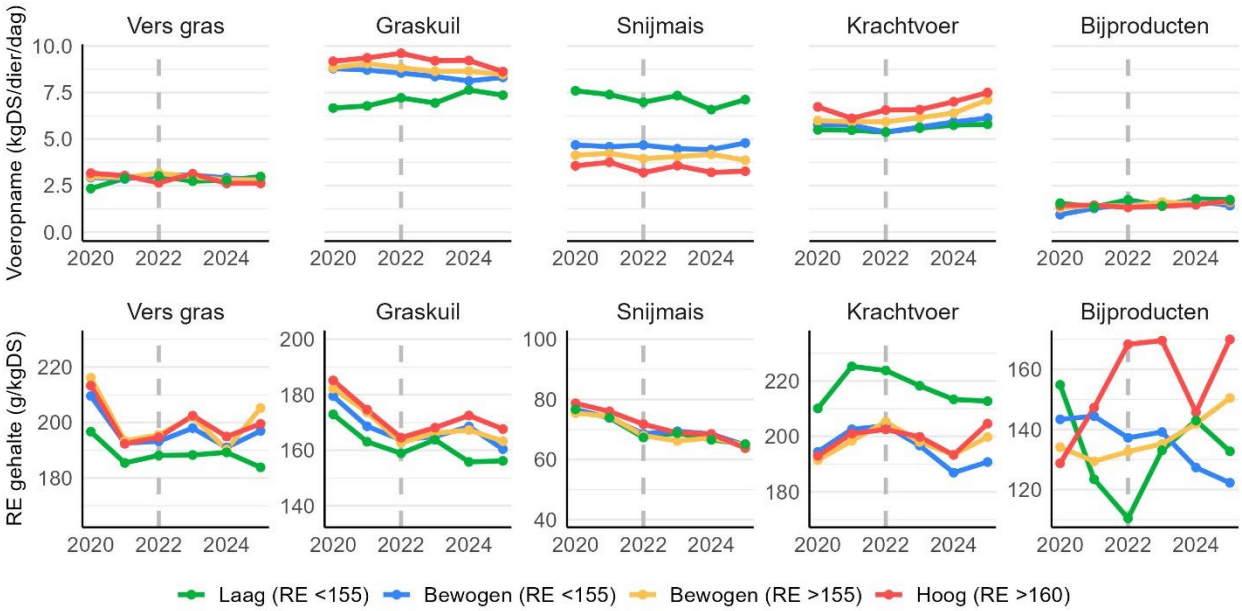
Vervolgens is nagegaan of bepaalde bewegingsgroepen meer voorkomen bij een bepaalde grondsoort. Uit Tabel 8 blijkt dat de groep "altijd laag'' vooral zandbedrijven zijn en enkele kleibedrijven maar geen veenbedrijven. In de andere 3 groepen komen alle grondsoorten voor. Ook valt op dat er nog relatief veel zandbedrijven zijn die alle jaren hoog RE-gehalte realiseren.

Tabel 8 *Verdeling bedrijven (%) per grondsoort per bewegingsgroep*

	Laag (RE < 155)	Bewogen (RE < 155)	Bewogen (RE > 155)	Hoog (RE > 160)
Klei	6.9%	20.7%	62.1%	10.3%
Veen	0.0%	22.6%	61.3%	16.1%
Zand	23.7%	32.2%	30.5%	13.6%

Trend aanpassingen rantsoenen per bewegingsgroep

De bewegingsgroepen verschillen sterk in de mate van verandering van het RE-gehalte in het totale rantsoen en of ze het RE doel van 155 g per kg ds gehaald hebben. Deze verschillen hebben sterk te maken met hoe het rantsoen is opgebouwd en veranderde in de loop der jaren. In Figuur 14 is de trend per voedermiddel (hoeveelheid en RE-gehalte per voedermiddel) weergegeven met onderscheid tussen de bewegingsgroepen.



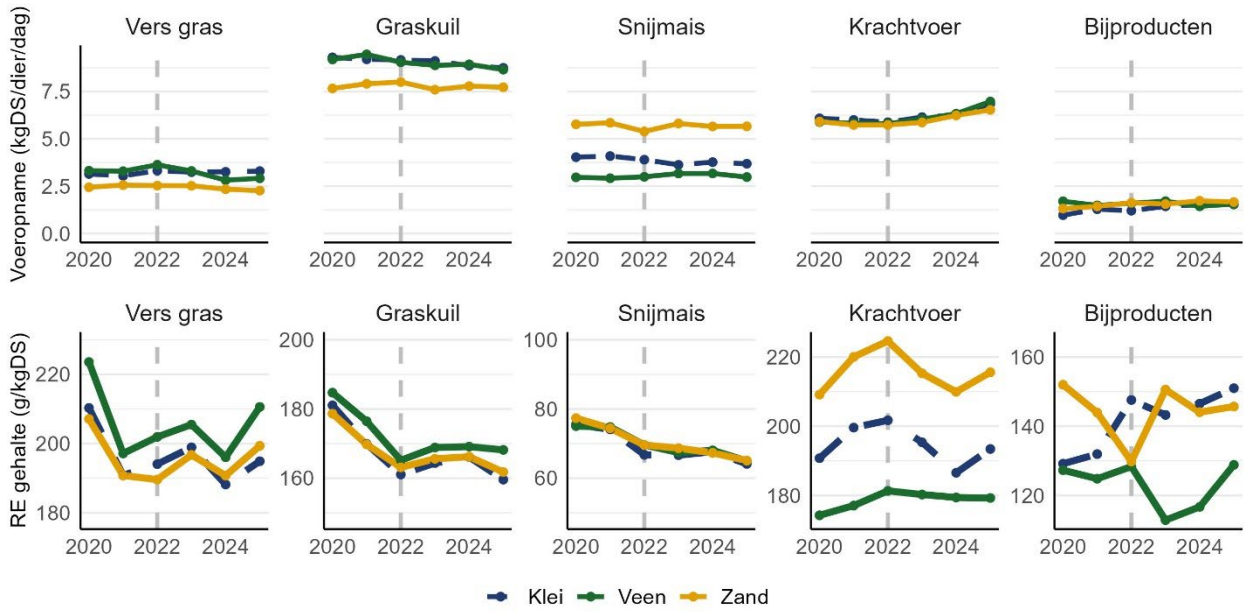
Figuur 14 Trend voedingsmaatregelen per 'bewegingsgroep'.
Trend per voedermiddel in de periode 2020 t/m 2025 in ds opname per koe per dag (bovenste grafieken) en RE-gehalte (onderste grafieken). Let op: y-as in bovenste grafieken is overal gelijk. Het onderste en bovenste punt op de Y-as in onderste grafieken varieert om verschillen in RE-gehalten binnen een voedermiddel duidelijk te maken.

Wat valt op?

- Groep laag (groene lijn)
  Deze groep voert het minste graskuil, weliswaar oplopend en meeste snijmais. Deze groep voert ongeveer net zoveel mais als graskuil. Het RE-gehalte van graskuil en vers gras is het laagst. Ze voeren minste hoeveelheid krachtvoer, maar wel met hoogste RE-gehalte ter compensatie van lage RE-gehalten in graskuil en veel mais voeren.
- Groep bewogen < 155 RE (blauwe lijn)
  Deze groep is steeds minder graskuil gaan voeren (m.u.v. 2025), ze voeren elk jaar ca. 5 kg ds snijmais per dag en hebben vanaf 2022 het RE-gehalte in krachtvoer verlaagd. Het RE-gehalte in krachtvoer is in deze groep het laagst. In 2025 heeft deze groep het RE-gehalte krachtvoer weer licht verhoogd.
- Groep bewogen > 155 RE (oranje lijn)
  Deze groep onderscheidt zich ten opzichte van de groep die wel in 2025 RE doel haalt door vooral hogere krachtvoergift per koe en stijging RE-gehalten in bijproducten, vooral in 2024 en 2025.
- Groep hoog (rode lijn)
  De groep die vanaf 2020 altijd hoger RE-gehalte realiseert boven de 160 g RE/kg ds, kenmerkt zich door veel graskuil, laagste % mais in het rantsoen, hoogste en zelfs stijgende krachtvoergift met weliswaar dalend RE-gehalte in het krachtvoer t/m 2024, echter weer stijgend in 2025. De veehouders in deze groep voeren in vergelijking met de andere groepen gemiddeld eiwitrijkere bijproducten.

Trend aanpassingen rantsoen per grondsoort

In Figuur 15 is de trend in hoeveelheid en gehalte per voedermiddel weergegeven met onderscheid naar grondsoort.



Figuur 15 *Trend voedingsmaatregelen per grondsoort.*
Trend per voedermiddel in de periode 2020 t/m 2025 in ds opname per koe per dag (bovenste grafieken) en RE-gehalte (onderste grafieken). Let op: y-as in bovenste grafieken is overal gelijk. Het onderste en bovenste punt op de Y-as in onderste grafieken varieert om verschillen in RE-gehalten binnen een voedermiddel duidelijk te maken.

Wat valt op?

- Op de zandbedrijven wordt meeste mais, minste graskuil en vers gras gevoerd
- Op de veenbedrijven is RE-gehalte in graskuil het hoogst en in krachtvoer en bijproducten het laagst
- Op alle grondsoorten is gemiddeld het aandeel mais in het rantsoen redelijk stabiel
- Op alle grondsoorten is een trend gaande van meer krachtvoer voeren en in 2025 gecombineerd met meer eiwit in krachtvoer, behalve op veenbedrijven, waar RE-gehalte laag blijft. Dit is op zand en klei mogelijk deels ter compensatie van eiwitarmere graskuil van 2024 die in 2025 werd gevoerd. Waarschijnlijk hebben de hoge melkprijs en lage krachtvoerkosten bijgedragen aan hogere krachtvoergift ter stimulering van de melkproductie
- Het berekende RE-gehalte van vers gras is in 2025 gestegen op alle grondsoorten. Deze zijn afgeleid van RE graskuil, rekening houdend met RE/kVEM verhouding. Blijkbaar zijn de VEM gehalten in graskuil gedaald waardoor RE-gehalte in vers gras opgewaardeerd is.

Nadere analyse graskuil

Het sturen op gewenst RE in graskuil is vooral van belang voor de bedrijven waar veel vers gras en graskuil wordt gevoerd. Op de bedrijven waar veel snijmais wordt gevoerd zal het gewenst RE in graskuil hoger zijn, omdat anders teveel compensatie met eiwitrijk krachtvoer nodig is. Op basis van analyses van graskuilen, uitgevoerd door Eurofins, van 81 Koe en eiwit-bedrijven is aangetoond dat de bedrijven die het RE doel van 155 g per kg ds in het totale rantsoen gehaald hebben het RE-gehalte van de graskuil, het aandeel vers gras en het aandeel snijmais beter op elkaar afstemmen.
Een hoger aandeel vers gras gaat bij deze bedrijven samen met een lager RE-gehalte in de graskuil en een lager aandeel snijmais gaat samen met een lager RE-gehalte in de graskuil (Bos, J. et al, 2026 in prep.).

De gemiddelde RE-gehalten van de gevoerde graskuilen bij de Koe en eiwit deelnemers variëren sterk tussen de jaren. Dit is weergegeven in Tabel 9. In 2025 is het RE-gehalte van de gevoerde graskuilen gedaald, echter is het totale RE-gehalte in het rantsoen gestegen. Blijkbaar is de daling van het RE in graskuil ruimschoots gecompenseerd met meer en eiwitrijker krachtvoer in 2025.

Tabel 9 RE-gehalte graskuil dat gevoerd is in betreffend jaar (Bron KringloopWijzers).

Jaar	**Gemiddeld RE-gehalte graskuil (in g per kg ds)**
2020	181
2021	171
2022	163
2023	166
2024	167
2025	162

Inschatting RE-gehalte vers gras in KLW
Het RE-gehalte van vers gras is in de KringloopWijzer een berekende waarde, waarbij vers gras wordt ingeschat op basis van aannames over opname en voederwaarde. Vergelijkingen met praktijkmetingen laten zien dat de afwijking naar het totale rantsoen meestal beperkt blijft (circa 1–4 g RE/kg DS). (de Haan, M., 2026).

Belangrijk hierbij is dat de KringloopWijzer het RE-gehalte van vers gras in het algemeen eerder onderschat dan overschat. Alleen in enkele individuele gevallen kan sprake zijn van een overschatting groter dan circa 10%.

Bijsturen op basis van gemeten RE-gehalte vers gras
Met 20 deelnemers uit Koe en eiwit is een extra onderzoek gedaan naar hoe je kunt bijsturen als je meer inzicht hebt in gemeten RE-gehaltes in het weidegras (Bruinenberg, M., et al, 2025) in plaats van berekende waarden. Het onderzoek laat zien dat het RE-gehalte van vers gras in de praktijk zeer sterk varieert (78–338 g/kg DS; bandbreedte 260 g) en daardoor moeilijk vooraf in te schatten is. Door wekelijks vers gras monsters te nemen en te laten analyseren konden veehouders met deze informatie veel gerichter de rantsoenen bijsturen.. Vooral door het rantsoen flexibel aan te passen met eiwitarme bijproducten bij eiwitrijk gras, wisten zij het totale RE-gehalte in het rantsoen stabiel te houden. De verschillende mogelijkheden van bijsturen zijn toegelicht in praatplaten.

Deelnemers slaagden er daarmee in om meer vers gras te benutten zonder dat het eiwitgehalte van het rantsoen toenam. Dit bevestigt dat actief meten en bijsturen werkt. Tegelijk vraagt deze aanpak wel extra inzet en planning, vooral vanwege de vertraging in analyseresultaten, waardoor tijdig anticiperen een aandachtspunt blijft.

4.3 Belangrijkste rantsoenaanpassingen (statistische analyse)

In hoofdstuk 3 zijn de trends in RE-gehalte in het totale rantsoen beschreven en in de voorgaande paragrafen van dit hoofdstuk per voedermiddel de trends in gevoerde hoeveelheid in kg ds per koe per dag en RE-gehalte in gram per kg ds. Tevens is aangegeven of er verschillen tussen groepen bedrijven zijn. In deze paragraaf wordt de statistische analyse die is uitgevoerd beschreven. Deze is gebaseerd op het verklaren van de jaarlijkse veranderingen in RE en wordt vergeleken met eerdere statistische analyses die verschillen in niveau van het RE-gehalte in het totale rantsoen verklaren. In bijlage 4 zijn de bedrijven ingedeeld in 4 eiwitklassen en is gekeken of bepaalde kenmerken zoals voerstrategie, melkproductie en neveneffecten significant verschillen tussen de RE klassen. De voedingskenmerken worden in dit hoofdstuk toegelicht en de neveneffecten in hoofdstuk 6.

Verklaren verschillen in niveau RE
Uit eerdere statistische analyses (Mollenhorst et al, 2023) is het RE-gehalte van het totale rantsoen verklaard met stepwise lineaire regressiemodellen (R^2 van 0.76). In volgorde van belangrijkste rantsoenkenmerken waren dit: aandeel snijmais (%), RE-gehalte graskuil (g RE / kg ds), RE-gehalte krachtvoer (g RE / kg ds) en RE-gehalte vers gras. Het aandeel krachtvoer kwam in deze analyse pas op plek 6 als meest verklarende factor naar voren voor het totale niveau van RE in het rantsoen. De genoemde analyse (Mollenhorst et al, 2023) betrof een analyse met data van 2020 en 2021 met alle KringloopWijzers uit de centrale database van ZuivelNL (ca 14.000 bedrijven per jaar).

Verklaren jaarlijkse veranderingen RE
De analyse in deze paragraaf heeft betrekking op de KLW data van 150 deelnemers in het project Koe en eiwit in de periode 2020 t/m 2025 waarbij de periode van 2020 en 2021 als nulmeting beschouwd kan worden, omdat de veehouders in het project vanaf 2022 gestart zijn met aandacht voor RE in het rantsoen. Naast aantal bedrijven en periode is een ander belangrijk verschil dat de analyse in deze paragraaf zich richt op het verklaren van *jaarlijkse veranderingen in RE totaal rantsoen* en niet op de analyse van het absolute niveau van RE in het rantsoen. Analyse van de verschillen helpt om zicht te krijgen in de factoren die een belangrijke bijdrage hebben geleverd in de verandering van het RE in het rantsoen. De statistische analyse laat zien dat de variatie tussen jaren (binnen bedrijven) groter is dan tussen bedrijven (zie bijlage 5), daarom is bewust gekozen de analyse te richten op jaarlijkse verandering in plaats van op het niveau van het RE-gehalte.

De verandering in RE-gehalte (g/kg DS) van het totale rantsoen is geanalyseerd met lineaire mixed models op jaarbasis. De afhankelijke variabele is de jaarlijkse verandering in RE van het rantsoen. Als mogelijke verklarende variabelen zijn opgenomen: veranderingen in aandeel (%) en RE-gehalte (g/kg DS) van graskuil, vers gras, krachtvoer en snijmais, aangevuld met grondsoort, intensiteit en het RE-niveau van het totale rantsoen in het voorgaande jaar (baseline). Er is gebruik gemaakt van KringloopWijzer data in de periode 2020 t/m 2025. Dit betreft alle melkveebedrijven met herhaalde waarnemingen door verschillende jaren. Dat betekent dat niet alle data onafhankelijk van elkaar zijn. Daarom is in het statistisch model bedrijf als random effect meegenomen om te corrigeren voor herhaalde metingen per bedrijf.

Het model met hoofdtermen en interacties (o.a. met grondsoort en intensiteit) verklaart 69,2% van de variatie in jaarlijkse RE-verandering. Het model met alleen hoofdtermen verklaart 65,3% van de variatie. Interacties voegen dus circa 4 procentpunt extra verklaringskracht toe. Dit betekent dat hoofdeffecten van voerfactoren dominant zijn, terwijl interacties met grondsoort en intensiteit wel significant maar aanvullend zijn.

In Tabel 10 zijn in volgorde van afnemende mate van verklaring van variantie in jaarlijkse verandering van RE-gehalte het volgende weergegeven:

- Aandeel verklaarde variantie (%) per voedermiddel
- Effect verandering van 1 eenheid aandeel (%) en 1 eenheid (g/kg ds) verandering RE-gehalte van elk voedermiddel op het RE-gehalte in totale rantsoen
- Gemiddelde jaarlijkse verandering voor de start van project Koe en eiwit (2 verschiljaren: 2021-2020 en 2022-2021) en tijdens het project (3 verschiljaren: 2023-2022, 2024-2023 en 2025-2024)

Tabel 10 *Effect voedingsknoppen op ruw eiwit rantsoen (resultaten linear mixed model met alleen hoofdeffecten).*

	% verklaarde variatie	Effect 1 unit verandering op RE totaal (g RE / kg ds)	Jaarlijkse verandering 2020-2022	Jaarlijkse verandering 2023-2025
Graskuil RE (g / kg ds)	21,3	+0,29	- 8,88	- 0,14
Krachtvoer RE (g / kg ds)	15,5	+0,17	+5,79	- 2,81
Krachtvoer aandeel (%)	5,6	+0,59	- 0,37	+1,24
Snijmais aandeel (%)	4,4	- 0,43	- 0,19	+0,10
Vers gras aandeel (%)	2,3	+0,40	+0,53	- 0,63
Graskuil aandeel (%)	2,0	+0,29	+0,05	- 0,61

Interpretatie Tabel 10:

- De verandering in RE-gehalte van het totale rantsoen wordt het meest verklaard door de verandering van het RE-gehalte in de graskuil. Graslandmanagement is dus erg belangrijk om te sturen op gewenst RE in graskuil, voor zover dat lukt bij de wisselende weersomstandigheden. Als alle andere variabelen gelijk blijven correspondeert 1 g RE lager RE-gehalte graskuil met verlaging van 0,29 g RE in het totale rantsoen. Vooral in de jaren 2020 t/m 2022 is het RE-gehalte in graskuil gedaald, namelijk 8,9 g per kg ds per jaar en in de periode vanaf 2023 veel minder namelijk 0,14 g per kg ds per jaar;
- Het RE-gehalte in graskuil en in krachtvoer verklaren samen 36,8 % van de jaarlijkse verandering van RE totaal.
- 1% meer snijmais voeren verlaagde bij de Koe en Eiwit-melkveehouders het RE in totale rantsoen met 0,43 g per kg ds. Als dit gecombineerd wordt met 1% minder graskuil voeren is het gezamenlijke effect 0,43+0,29= 0,72 g RE;
- Opvallend is dat er grote verschillen zijn in de periode voordat het project startte en vanaf de start in 2022. De gemiddelde jaarlijkse daling in RE-gehalte was in 2021-2020 en 2022-2021 3,5 g per kg ds en in de periode 2023-2022, 2024-2023 en 2025-2024 0,4 g per kg ds. Uit de Tabel is af te lezen dat voor de start de daling van RE in het totale rantsoen vooral gerealiseerd is door lager RE in graskuil. Het RE-gehalte in krachtvoer is zelfs gestegen. Vanaf 2022 valt op dat er gemiddeld meer krachtvoer met lagere RE-gehalten is gevoerd, tegenovergesteld ten opzichte van voor 2022. Gemiddeld verandert het aandeel mais niet sterk tussen de jaren.
  Echter in hoofdstuk 3 is beschreven dat er wel grote verschillen tussen bedrijven zijn. De bedrijven die meerdere jaren een laag RE realiseren zijn vooral de bedrijven die veel mais voeren. Omdat deze analyse zich vooral richtte op veranderingen van RE-gehalte en niet op het totale niveau van RE, laat deze analyse geen grote invloed van het aandeel mais op het RE zien. Maar om een laag niveau van RE in het rantsoen te halen, kan aandeel mais wel degelijk een relevante factor zijn.

Opgemerkt moet worden dat de verandering van RE-gehalte van elk voedermiddel op het RE-gehalte in het totale rantsoen ook afhangt van hoeveel van dat voedermiddel gevoerd wordt. Dat betekent bijvoorbeeld dat op de grasbedrijven waar meer vers gras en graskuil wordt gevoerd het effect van verlaging RE in graskuil op RE totaal hoger is dan op maisbedrijven. Daarentegen geldt op de maisbedrijven waar veel eiwitrijk krachtvoer wordt gevoerd dat het effect van meer (eiwitrijk) krachtvoer voeren op RE totaal groter is dan op grasbedrijven.
Er is in hoofdstuk 3 aangegeven dat er in 2024 en 2025 meer krachtvoer is gevoerd op alle grondsoorten en vaak ook eiwitrijker (op zand en kleibedrijven). Dit geeft aan dat de laatste jaren de krachtvoerknop steeds

meer gebruikt is. Misschien niet altijd om het RE-gehalte in het rantsoen te verlagen, maar mogelijk om andere (financiële) redenen. In 2025 lijkt de krachtvoergift gemiddeld onvoldoende afgestemd op verlaging van RE in het totale rantsoen omdat het RE totaal gemiddeld is gestegen ten opzichte van 2024.

Analyse verschillen tussen RE klassen
In bijlage 4 zijn de bedrijven evenredig ingedeeld in 4 eiwitklassen gebaseerd op gemiddelden in de periode van 2023 t/m 2025, van laag naar hoog. De verschillen tussen de RE klassen bevestigen dat laag RE vooral samenhangt met meer mais, minder graskuil, minder krachtvoer, lager RE in graskuil en vers gras. De bedrijven in de lage RE klassen voeren niet eiwitrijker krachtvoer ter compensatie van eiwitarme ruwvoer.

4.4 Integrale visie op rantsoenaanpassingen

In deze paragraaf wordt uitgelegd dat aanpassingen in het rantsoen moet passen in een integrale voedingsvisie die niet alleen let op RE in de voerdermiddelen, maar ook op o.a. de energie- en mineralenvoorziening en mogelijk aangepast moeten worden bij veranderingen in beleid.

Combinatie van maatregelen nodig

In een ander Koe en eiwit rapport (Van Laar et al., 2026 in prep.) is op basis van rantsoenen (uit de KLW) voor het jaar 2023 geanalyseerd in hoeverre afzonderlijke en gecombineerde rantsoenaanpassingen bijdragen aan het realiseren van 155 RE in het totale rantsoen voor verschillende bedrijfstypen (grondsoort × intensiteit). De resultaten in dat rapport tonen aan dat geen enkele individuele aanpassing van afzonderlijke voedermiddelen binnen de aanwezige variatie per klasse structureel voldoende is om het RE-gehalte te verlagen tot 155 g/kg DS binnen alle bedrijfsklassen. De noodzaak van een gecombineerde aanpak wordt verklaard door de koppeling tussen eiwitgehalte en andere rantsoenkenmerken, zoals energievoorziening, ruwvoerkwaliteit en nutriëntenbalans (DVE/OEB). Zo leidt een verlaging van het RE-gehalte in graskuil (bijvoorbeeld via later maaien of lagere stikstofbemesting) vaak tot een gelijktijdige daling van het VEM-gehalte en de verteerbaarheid, waardoor de energievoorziening en voeropname onder druk kunnen komen te staan. Daardoor is de ruimte om deze maatregel zelfstandig in te zetten beperkt.

Eveneens kent het verhogen van het aandeel maïskuil – een effectieve strategie vanwege het lage RE-gehalte en hoge energieniveau – aandachtspunten op bedrijfsniveau, zoals beschikbaarheid van maïs, behoud van graslandareaal en ‘eisen’ rondom eiwit van eigen land. Bijproducten bieden mogelijkheden om het RE-gehalte te verlagen, maar de variatie in samenstelling en de vaak beperkte praktische inzet (beschikbaarheid, rantsoenstructuur) maken dat ook hier individuele toepassing doorgaans onvoldoende effect sorteert. Verlaging van het RE-gehalte van krachtvoer is technisch relatief flexibel, maar hangt ook af van grondstofprijzen en mogelijkheden om de DVE/OEB verhouding in balans te houden.

De kernbevinding van dit onderzoek is dat effectieve RE-verlaging vraagt om een gebalanceerde combinatie van meerdere, relatief beperkte aanpassingen in het rantsoen. In de praktijk betekent dit doorgaans een samenspel van: (i) een lichte verlaging van het RE-gehalte in graskuil, (ii) een beperkte verhoging van het aandeel maïskuil, (iii) gerichte inzet van eiwitarme bijproducten en/of aanpassing van het aandeel bijproducten, en (iv) verlaging van het RE-gehalte van krachtvoer. Door deze maatregelen te combineren wordt voorkomen dat één enkele maatregel te ver moet worden doorgevoerd, met negatieve consequenties voor energievoorziening, rantsoenstructuur of economische haalbaarheid.

Daarmee onderstreept de analyse in het betreffende rapport ook het resultaat van het voorliggende rapport dat jaarlijkse rantsoenoptimalisatie richting 155 g RE/kg DS mogelijk is en primair een vraagstuk van systeemoptimalisatie in plaats van enkelvoudige bijsturing. De praktische implementatie vereist maatwerk per bedrijf, waarbij ruwvoerkwaliteit, teeltmogelijkheden, voerstrategie en economische randvoorwaarden integraal worden meegewogen.

Mineralenvoorziening

Naast de eiwit- en energievoorziening in de rantsoenen spelen ook de mineralenvoorziening van de planten en dieren een rol, rekening houdend met kenmerken en eigenschapen van koe, melk, mest, bodem en gewas. Tijdens groepsbijeenkomsten met veehouders en experts in het project Koe en Eiwit is hier ook aandacht aan besteed.

Bijsturen nu en komende jaren

Om het bedrijfssysteem te optimaliseren wordt in Figuur 16 nader uitgelegd dat het nemen van voedingsmaatregelen onderdeel is van de totale kringloop van voer-dier-melk-mest-teelt-bodem-oogst. Daarbij spelen de tactische plannen rond bemesting en beweiding een belangrijke rol, maar ook strategische keuzes nu en in komende jaren rond teeltplan, inpassing natuur en de mate van 'grondgebondenheid' (zie bruine kaders in Figuur 16). Bij een sterke mate van grondgebondenheid (als het bedrijf over heel veel eigen ruwvoer beschikt), wordt het ruwvoermanagement op het eigen bedrijf erg belangrijk (groene kaders), de intensieve bedrijven kunnen meer bijsturen met aankoop van vooral voer, maar ook meststoffen (blauwe kaders).
De sturing van maatregelen in het project Koe en Eiwit betrof de periode 2022 t/m 2025. De komende jaren zullen de melkveehouders moeten inspelen op veranderend beleid rond bemesting (geen derogatie, afbouw gebruiksnormen kunstmest) en waarschijnlijk meer accent op grondgebondenheid en biodiversiteit. Dit kan gevolgen hebben voor de bedrijfsopzet en zal gevolgen hebben voor het optimaliseren van de voedingsmaatregelen in de totale mineralenkringloop.



Figuur 16 *Aandachtspunten in mineralenkringloop om uiteindelijk te sturen op het gewenste RE-gehalte van het rantsoen.*

5 Motieven en belemmeringen

Er zijn verschillende onderzoeken gedaan naar motieven en belemmeringen om te sturen naar 155 RE in het rantsoen. Er zijn interviews gehouden met 15 melkveehouders en deze zijn aangevuld met leerervaringen van de projectleiding (Spoelman, 2024). De belangrijkste resultaten hieruit zijn verwoord in paragraaf 5.1. In paragraaf 5.2 zijn de belemmeringen van een specifieke groep beschreven, namelijk melkveehouders die nooit een lager RE-gehalte dan 160 hebben gerealiseerd.

5.1 Motieven en belemmeringen: algemeen

Motieven om te sturen naar 155 RE

Uit de interviews en aanvullende projectinformatie blijkt dat melkveehouders primair worden gemotiveerd door bedrijfseconomische en vakinhoudelijke overwegingen om het RE-gehalte (RE) in het rantsoen te verlagen naar 155 RE. Lagere mestafzetkosten en lagere voerkosten vormen de meest genoemde drijfveren, hoewel niet iedereen overtuigd is dat minder eiwit voeren mestafzet kosten bespaart. Deze economische motieven worden vaak gekoppeld aan het streven naar beter rantsoen- en ruwvoermanagement en een efficiëntere benutting van nutriënten.

Daarnaast blijkt kennisontwikkeling een belangrijke rol te spelen. Melkveehouders geven aan dat begeleiding, praktijkervaring en kennisdeling via groepsbijeenkomsten het vertrouwen vergroten om neveneffecten te voorkomen en stimuleren om daadwerkelijk stappen te zetten richting verlaging naar 155 RE. Het RE-doel (bijvoorbeeld 155 g/kg ds) wordt daarbij veelal beschouwd als een richtwaarde, waarbij efficiëntie en dierprestaties zwaarder wegen dan het strikt behalen van één norm.

Belemmeringen bij het verlagen van ruw eiwit naar 155 RE

De belangrijkste belemmering voor verdere verlaging van RE naar 155 RE is twijfel over de ondergrens van eiwitvoorziening. Melkveehouders zijn onzeker over mogelijke negatieve effecten op melkproductie, melkgehalten en diergezondheid, met name wanneer het RE-niveau al relatief laag is. Daarnaast spelen de bedrijfsomstandigheden een bepalende rol. Bedrijven met een hoog aandeel grasland, en in het bijzonder bedrijven op veengrond, ervaren beperkte mogelijkheden om op het RE-gehalte te sturen. Op deze bedrijven kan geen mais geteeld worden en indien ze al zelfvoorzienend zijn qua ruwvoer zijn er maar beperkte mogelijkheden om met aankoop bij te sturen. In hoofdstuk 3 en 4 is overigens aangegeven dat met goed ruwvoermanagement in combinatie met juiste krachtvoersamenstelling of bijproducten er wel mogelijkheden zijn om bij te sturen. Dat hebben een aantal extensieve bedrijven aangetoond. Factoren, zoals wisselende ruwvoerkwaliteit en / of weersomstandigheden, versterken de onzekerheid en maken planmatig sturen op RE wel lastiger. Tot slot blijkt dat twijfel over de afleiding van het RE in vers gras via de BEX en KringloopWijzer de bereidheid om verder te sturen op lager RE kan ondermijnen.

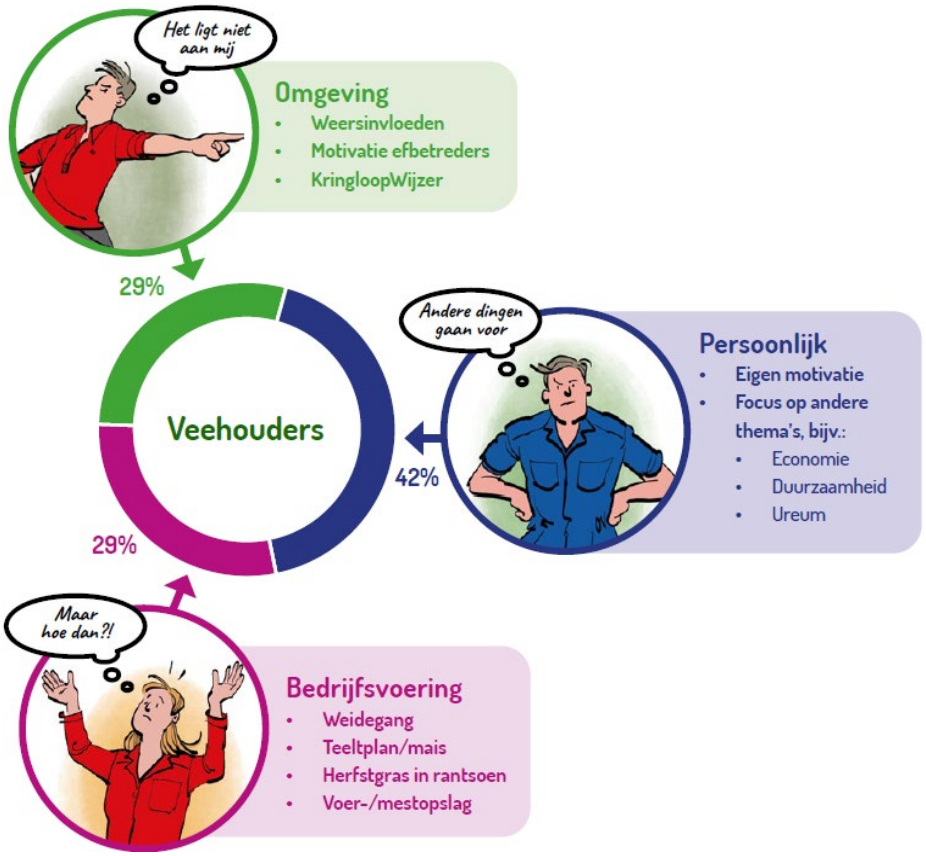
5.2 Belemmeringen bij groep hoog RE

Uit de analyse beschreven in hoofdstuk 4 blijkt dat er bedrijven zijn die elk jaar een hoger RE-gehalte in het rantsoen realiseren dan 160 of zelfs 165 gram per kg ds. Een aantal hiervan is overigens wel flink gedaald, omdat ze in 2020 of 2021 een erg hoog RE-gehalte hadden. In 2025 is een enquête uitgevoerd onder 45 deelnemers die geen enkel jaar onder de 160 g RE/kg ds kwamen. De respons was 93%. Daarnaast zijn 15 van deze deelnemers geïnterviewd. Het doel was om inzicht te krijgen in de belemmeringen om naar 155 g/kg ds te bewegen. De belangrijkste belemmeringen zijn samengevat in Figuur 17:

• **Persoonlijk**
42% geeft aan dat men er persoonlijk meer aan had kunnen doen om naar de 155 RE te werken. Vaak lag er meer focus op andere thema's zoals economie (bijvoorbeeld profiteren van de hoge melkprijs en lagere voerprijzen wat kansen bood om meer te focussen op melkproductie dan RE-gehalte), duurzaamheid en ureumgehalte in de melk. Bovendien is het lastig afstand te nemen van gewoontes ("Ik heb het altijd zo gedaan"), dat gaat langzaam.

• **Bedrijfsvoering**
29% geeft aan dat hun bedrijfsvoering met veel weidegang, geen maisteelt, veel herfstgras en onvoldoende voer- of mestopslag, het lastig maakt om RE te verlagen.

• **Omgeving**
29% geeft aan dat de belemmering bij 'de omgeving' ligt. Denk hierbij aan de invloed van weersomstandigheden, onvoldoende stimulans van erfbetreders en twijfels over berekeningen van het RE-gehalte van vers gras in de KringloopWijzer.



Figuur 17 *Belangrijkste belemmeringen voor het realiseren van 155 RE in het totale rantsoen.*

6 Potentiële afwentelingen (neveneffecten)

Het verlagen van het RE-gehalte (RE) in het rantsoen is primair bedoeld om stikstofverliezen en ammoniakemissie te verminderen. Tegelijkertijd is het van belang te beoordelen of deze maatregel leidt tot ongewenste neveneffecten op andere aspecten van de bedrijfsvoering, zoals melkproductie, bedrijfsresultaat, milieukengetallen (bijvoorbeeld broeikasgasemissies) en diergezondheid. In bijlage 4 zijn de bedrijven ingedeeld in 4 eiwitklassen. Op basis hiervan worden in dit hoofdstuk significant verschillen beschreven tussen deze klassen voor de neveneffecten. Tevens is een statistische analyse uitgevoerd met een Lineair Mixed Model.

Vergelijking RE klassen qua voeding, melkproductie, milieukengetallen en voersaldo

In bijlage 4 zijn de verschillen in bedrijfskenmerken, voerkenmerken en neveneffecten per RE klasse weergegeven voor de periode 2023 t/m 2025.

Wat valt op? (verschil laag RE klasse ten opzichte van klassen met hoger RE in totaal rantsoen):

- De laag RE klasse met gemiddeld 148 RE per kg ds in totaal rantsoen betreft vooral zandbedrijven met relatief weinig ha's gras. De intensiteit (melk per ha) verschilt niet tussen de RE klassen
- Er is geen significant verschil in melkproductie per koe (FPCM) tussen de RE klassen
- De N-efficiëntie stijgt en melkureum daalt significant bij lager RE
- De bedrijven met laag RE voeren minder graskuil, meer mais, minder krachtvoer, lager RE-gehalte graskuil en gelijk RE-gehalte krachtvoer. De bedrijven in de laag RE klasse lukt het dus de lage RE-gehalten in het basisrantsoen van graskuil en mais niet te overcompenseren met eiwitrijk krachtvoer
- Het aandeel vers gras (beweiding en zomerstalvoeren) verschilt niet tussen de RE klassen, dus is het aannemelijk dat ook bij beweiding laag RE in totale rantsoen mogelijk is
- Het RE-gehalte in de voedermiddelen is op de bedrijven met laag RE in totale rantsoen van graskuil lager, van vers gras lager en gelijk qua RE-gehalte in krachtvoer
- De ammoniakemissie is significant het laagst op de bedrijven met laag RE; dat geldt voor de kengetallen ammoniakemissie uit stal en opslag (kg/GVE), uit bemesting en oogst (kg/ha) en totaal per ha (kg/ha)
- Er is geen verschil in broeikasemissies tussen de RE klassen wat betreft de kengetallen CO2 pensfermentatie (CO2-eq/kg FPCM). Wel is CO2 emissie totaal per ton meetmelk (CO2-eq./kg FPCM) significant lager in laag RE klasse
- Er is geen verschil in % eiwit van eigen land tussen de RE klassen
- Er is geen verschil in voersaldo (= melkopbrengst in voerkosten berekend volgens standaard melk= en voerprijzen in 2024 (zie bijlage 6)) tussen RE klassen. Het voersaldo is het hoogst bij de RE klassen met gemiddeld 156 en 160 RE/ kg ds, maar verschillen tussen klassen zijn niet significant.

Statistische analyse alle Nederlandse melkveebedrijven effect RE-gehalte op neveneffecten

In het rapport van Mollenhorst et al. (2023) is op basis van KringloopWijzer-data van vrijwel alle Nederlandse melkveebedrijven in 2020 en 2021 de relatie onderzocht tussen RE-gehalte in het rantsoen en neveneffecten.
In dit rapport is in het kader van de projecten Koe en eiwit en Home Made Eiwit onderzocht hoe het ruw eiwitgehalte (RE) in het rantsoen van melkvee samenhangt met productie en milieuprestaties. Waarbij het belangrijk is dat het gaat om berekende verbanden op bedrijfsniveau en niet om directe oorzakelijke relaties.

Uit de analyses blijkt dat het RE-gehalte in het rantsoen op zichzelf slechts een beperkte directe invloed heeft op andere kengetallen.

Zo is de relatie tussen RE en melkproductie of het ureumgehalte in de melk relatief zwak, wat aangeeft dat de benutting van eiwit door de koe sterk afhankelijk is van andere factoren, zoals de samenstelling van het rantsoen en de balans tussen eiwit en energie.

Voor ammoniakemissie per ha geldt dat er geen sterke één-op-één relatie is met het RE-gehalte, maar dat RE wel een belangrijke verklarende factor wordt wanneer rekening wordt gehouden met andere bedrijfskenmerken. Met name de intensiteit van het bedrijf heeft de grootste invloed, gevolgd door het RE-gehalte van het rantsoen. Dit betekent dat binnen vergelijkbare bedrijfsomstandigheden een lager eiwitgehalte bijdraagt aan een lagere ammoniakemissie. Andere factoren, zoals staltype, mestaanwending en samenstelling van de veestapel, spelen hierbij ook een rol.

De relatie tussen RE en broeikasgasemissies is beperkt en indirect. Wel is er een lichte positieve samenhang tussen ammoniak- en broeikasgasemissie per kilogram melk, wat suggereert dat verbeteringen in het ene aspect vaak samengaan met verbeteringen in het andere.

Wat betreft het aandeel eiwit van eigen land is de invloed van het totale RE-gehalte klein. Hier blijken vooral de herkomst en samenstelling van het voer bepalend: het aandeel eigen gras en maïs, de eiwitgehalten daarvan en de intensiteit van het bedrijf zijn belangrijker dan het totale eiwitniveau in het rantsoen.

Dit onderzoek (Mollenhorst et al, 2023) laat zien dat verlaging van het ruw eiwitgehalte een bruikbare maatregel is om ammoniakemissies te verminderen, zonder duidelijke negatieve gevolgen voor melkproductie of klimaatprestaties. Het effect is echter sterk afhankelijk van de totale bedrijfsvoering en rantsoensamenstelling.

Statistische analyse 150 Koe en eiwit bedrijven effect RE-gehalte op neveneffecten

Met de data van de 150 deelnemers in Koe en eiwit in de periode 2020 t/m 2025 is tevens een statistische analyse uitgevoerd met een Lineair Mixed Model. De modellen bevatten zowel tussen-bedrijfseffecten als binnen-bedrijfseffecten.

De onderstaande tabel toont de effecten van een toename van RE met één eenheid op verschillende economische en milieufactoren. De modellen zijn geschat als:

Model: y ~ Mean_RE + Delta_RE + jaar + ID_bedrijf
waarbij:

- Y staat voor melkproductie, saldo, % eiwit van eigen land, CO_2 (pens) of CO_2 (totaal)
- Mean_RE het gemiddelde RE per bedrijf is over de periode 2020–2025
- ΔRE de jaarlijkse afwijkingen van dit gemiddelde per bedrijf weergeeft
- jaar corrigeert voor verschillen tussen jaren
- Alle effecten zijn vast (fixed effects), behalve ID_bedrijf, dat een random effect is om verschillen tussen bedrijven te modelleren

De effecten van Mean_RE kunnen worden geïnterpreteerd als tussen-bedrijfseffecten, terwijl ΔRE de binnen-bedrijfseffecten weergeven.

Het model is toegepast met en zonder jaareffect. In alle gevallen blijken de verschillen in melkproductie per koe, % eiwit van eigen land, saldo (berekend met standaard prijzen) en CO2 (pens) niet samen te hangen met verschillen in RE-gehalte in het totale rantsoen. Verlagen van RE heeft dus geen negatieve neveneffecten zoals blijkt uit eerdere studie (Mollenhorst et al, 2023) en deze modelberekeningen.

Relatie RE en diergezondheid

Naast de bovenstaande analyse, is er binnen het project Koe en eiwit onderzocht of verlaging van het RE-gehalte (RE) in het melkveerantsoen tot 155 g/kg droge stof samenhangt met veranderingen in diergezondheid (Ruitenbeek et al, 2026, in prep.). Onderzocht is of een lagere eiwitvoorziening, met name in gevoelige levens- en productiefasen, effecten kan hebben op diergezondheid.

Het onderzoek had een signalerend karakter en combineerde algemene monitoring (enquêtes en KoeMonitor) bij circa 150 melkveebedrijven met intensieve monitoring op 20 bedrijven over een periode van 2,5 jaar.

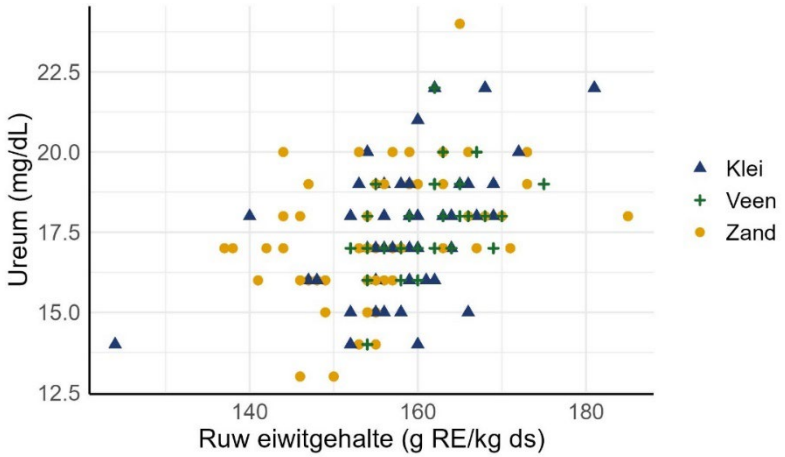
Over de onderzochte bandbreedte werden geen duidelijke en consistente negatieve effecten van lager RE gevonden op algemene diergezondheidsindicatoren, waaronder uiergezondheid, klauwgezondheid, vruchtbaarheid en dierziekteregistraties. De onderzochte RE-bandbreedte loopt van ongeveer 120 g/kg ds (droge koeien) tot 180–190 g/kg ds (jongvee), waarbij melkkoeien zich concentreren rond 150–165 g/kg ds.

7 Discussie en leerpunten

Een aantal onderwerpen wordt in de discussie uitgediept omdat deze vaak besproken zijn met de melkveehouders en begeleiders.

7.1 Relatie RE en ureum in tankmelk

Tijdens het gedragsonderzoek over motieven en belemmeringen is door meerdere melkveehouders aangegeven dat sturen op melkureum voor hen zinvoller is dan sturen op RE. In een artikel van Koe en eiwit (Laar, H. van, 2024) is uitgelegd hoe te werken met ureum in tankmelk in samenhang met RE-gehalte in rantsoen. Daarin is aangegeven dat RE een betere relatie heeft met ammoniakemissie dan melkureum, omdat RE direct bepaalt hoeveel stikstof wordt opgenomen en uitgescheiden, terwijl melkureum slechts een variabele afgeleide is van stikstofbenutting voor melkproductie en daarmee een indirecte indicator is van de hoeveelheid stikstof die uitgescheden wordt met urine. Ureum in tankmelk wordt sterk beïnvloed door bedrijfs- en momentfactoren, zoals gras / mais verhouding in het rantsoen, het lactatiestadium, genetische verschillen, moment van voeren, moment van melken en moment van ureumbepaling. De relatie tussen RE in het rantsoen en melkureum is zwak, zoals aangegeven in Figuur 18. Hierbij moet opgemerkt worden dat rantsoen betrekking heeft op de hele veestapel, namelijk melkkoeien, droge koeien en jongvee terwijl melkureum alleen metingen aan de lacterende dieren betreft. Toch is sturen op melkureum binnen een bedrijf wel zinvol, omdat het helpt om gedurende het jaar het melkveerantsoen bij te sturen naar een hogere stikstofbenutting en verlaging van het eiwitgehalte in het rantsoen. Melkureum is een waardevol stuurgetal om de efficiëntie van eiwitbenutting binnen het bedrijf te beoordelen. Voor het voorspellen en vergelijken van ammoniakemissie is ruw eiwit van het rantsoen echter geschikter, omdat RE direct bepaalt hoeveel stikstof de koe binnenkomt en kan worden uitgescheiden. Ureum en RE zijn daarmee complementair: ureum voor fijnsturing, RE als indicator voor emissie.



Figuur 18 *Relatie RE in rantsoen (gehele veestapel inclusief droge koeien en jongvee) en ureum in melk.*

7.2 Eiwit vervangen door energie

Binnen het project Koe en eiwit is onderzocht hoe verlaging van het RE-gehalte (RE) in het melkveerantsoen kan worden gerealiseerd zonder negatieve effecten op melkproductie, diergezondheid en pensfunctie. Dit is toegelicht in een praatplaat over "Uitwisseling van grondstoffen voor een lager RE en het effect op dier en productie". Een belangrijk uitgangspunt hierbij is dat verlaging van RE het meest effectief is wanneer dit gepaard gaat met een gerichte aanvulling van energie. Op die manier kan de melkproductie op peil worden gehouden.

Er zijn twee mechanismen die hierbij werken. In de koe hebben zowel eiwit als energie een stimulerende werking op de melkproductie. Het effect op de melkproductie van een lager niveau van de één, in dit geval eiwit, kan voorkomen worden door een hoger niveau van de ander, in dit geval energie. Een aanvullende hypothese is dat een deel van het gevoerde eiwit bij hoge RE-niveaus niet beperkend is voor melkproductie, maar onvoldoende wordt benut door een tekort aan fermenteerbare energie. Door beide mechanismen wordt door RE te verlagen en tegelijkertijd extra energie aan te voeren blijft de melkproductie op peil en neemt het stikstofoverschot af.

De deelnemers in het project geven ook aan dat energie vervangen door eiwit zinvol kan zijn om te verlagen naar 155 RE. Ze letten daarom naast RE ook op RE/kVEM van het rantsoen. Met meer mais voeren, wat een lage RE/kVEM verhouding heeft, en met energierijk eiwitarm krachtvoer of bijproducten wordt hierin gestuurd.

7.3 Leerpunten uit project

Leerpunten worden weergeven van wat de melkveehouders aangaven en reflectie van de projectleiding op het project.

Leerpunten aangegeven door de deelnemers

De leerpunten die aangegeven zijn door de deelnemers zijn samen te vatten in 6 thema's

Voeding en rantsoen

- Minder ruw eiwit (RE) voeren kan goed met behoud van melkproductie en diergezondheid
- Energie is vaak belangrijker dan eiwit; balans energie–eiwit is cruciaal
- Lager RE vraagt om voldoende (goed verteerbare) energie in het rantsoen
- Sturen op ureum is een belangrijk praktisch hulpmiddel
- Eiwit en energie scheiden in krachtvoer en gericht inzetten per fase/lactatie
- In eerste helft lactatie kan met minder eiwit worden gemolken op basis van ervaringen van enkele melkveehouders
- Te laag RE kan leiden tot slechtere verteerbaarheid van de graskuil op basis van ervaringen van enkele melkveehouders
- Meer focus op rantsoenoptimalisatie over het hele jaar in plaats van losse momenten

Ruwvoer en grasland

- Kwaliteit van het ruwvoer is bepalend (niet alleen hoeveelheid eiwit)
- Droger inkuilen verbetert eiwitbenutting (meer DVE)
- Moment van maaien (1e en 2e snede) heeft grote invloed op resultaat
- Vers gras en beweiding kunnen goed samengaan met laag RE
- Graslandplanning en timing zijn essentieel voor succes
- Eigen eiwit van eigen land beter benutten is belangrijk

Bemesting en teelt

- Bemesting beter afstemmen op opbrengst en behoefte
- Minder (kunst)mest is vaak mogelijk zonder opbrengstverlies, toch zijn er ook zorgen over aanscherping van normen voor de kunstmestgift
- Timing (eerder stoppen of juist naar voorjaar) van drijfmest aanwending beïnvloedt benutting
- Alternatieven zoals klaver/kruidenrijk grasland dragen bij aan eiwitvoorziening

Sturing en monitoring

- Continu monitoren van ureum, RE en efficiëntie is belangrijk
- Werken met data (KLW, kuil- en vers grasanalyses) geeft inzicht en vertrouwen
- Niet blind sturen op één kengetal (bijv. 155 RE), maar op totale bedrijfsdoelen
- Kleine stappen en geleidelijk aanpassen werkt beter dan grote sprongen

Bewustwording en management

- Veel deelnemers geven aan: "het kan met minder eiwit dan gedacht"
- Minder angst om RE of ureum te verlagen
- Bewuster voeren en plannen (jaar rond) is essentieel
- Bedrijfsspecifieke aanpak nodig: niet elk systeem past bij dezelfde RE-doelen
- Goed kijken naar de koe blijft leidend

Leren en samenwerking

- Leren van andere boeren en excursies levert veel inzichten op
- Groepsbijeenkomsten zorgen voor inspiratie en scherpte
- Klankborden met coaches en adviseurs helpt bij betere keuzes

Misschien wel het belangrijkste leerpunt ligt in de mindset. De melkveehouders geven aan dat het belangrijk is een stap te durven zetten naar 155 RE. Dat is gedaan door een doel te stellen, een plan te maken en hierbij te laten coachen, vervolgens monitoren en bijsturen waar nodig.

Reflectie op project door projectleiding

Door de projectleiding zijn een aantal kritische succesfactoren genoemd en is gereflecteerd op het RE doel en op het projectdoel. Deze worden kort toegelicht.

Kritische succesfactoren

- Draagvlak in de praktijk (sectorpartijen en voersector)
  De werkgroep veevoer heeft vanaf de start gefungeerd als begeleidingscommissie. De vertegenwoordigers uit verschillende sectorpartijen en de voersector hebben voor veel draagvlak bij hun achterban gezorgd.
- Externe *individuele* begeleiding van boeren en groepen (individueel leren en groepsleren)
  De combinatie van individuele bedrijfsbezoeken met een duidelijk format en de groepsbijeenkomsten waarin kengetallen onderling werden vergeleken en bediscussieerd en onderwerpen werden uitgediept heeft het leren gestimuleerd
- Gemotiveerde melkveehouders
  De melkveehouders waren zeer gemotiveerd om ervaringen uit te wisselen. Het vertrouwen onderling was sterk door een goede sfeer in de groepsbijeenkomsten.
- Helder doel
  Het doel was helder, namelijk 155 g RE per kg ds in het totale rantsoen. Daarmee had het project een duidelijke focus. Er is gestuurd op dit RE doel en neveneffecten zijn gemonitord.
- Goede programma- en (interne) communicatiestructuur
  Naast de individuele bedrijfsbezoeken en groepsbijeenkomsten is ook kennis uitgewisseld via app groepen, webinars, studiedagen en artikelen (bedrijfsrapportages en algemene artikelen). Ook praatplaten met veel praktische tips en rekentools hebben het leerproces gestimuleerd. Daarbij is gestimuleerd om continue de plan-do-check-act te doorlopen
- Vakmanschap centraal en ontwikkeling van inhoudelijk inzicht
  Minder eiwit voeren is een management maatregel om de ammoniakemissie te beperken. Hierbij draait het om vakmanschap waarbij melkveehouders veel praktijkervaringen hebben uitgewisseld. Tezamen met verdiepingsbijeenkomst is meer inhoudelijk inzicht gekregen in hoe je onder verschillende bedrijfsomstandigheden kunt sturen naar 155 RE.
- Werken met centrale data-opslag van coaching
  Tijdens de individuele coaching is gewerkt volgens een vast format waarbij door de projectleiding onderwerpen werden aangedragen om te bespreken met een aantal vragen (open en gesloten). Ook werd tijdens elk bezoek de eiwitmonitor ingevuld om het rantsoen per diercategorie gedurende het jaar te volgen
- Werken met online data-terugkoppeling voor groepsleren
  Er is een zogenaamde portal ontwikkeld waarin kengetallen uit de KLW, eiwitmonitor en kuilanalyses onderling vergeleken konden worden. Door onderlinge verschillen te bediscussiëren is veel geleerd

Reflectie op RE doel

Het doel dat 80% van de bedrijven 155 gr RE / kg ds zou realiseren is niet gehaald. Het halen van de doelen verschilt bij de vooraf ingedeelde klassen, namelijk 9 klassen gebaseerd op grondsoort en intensiteit (melkproductie per ha). Vooral de zandbedrijven met vooral veel mais in het rantsoen realiseerden het einddoel wel in verschillende jaren, maar hadden ook al een lager RE in het referentiejaar 2020.

Met name de veenbedrijven zijn flink gedaald, echter hebben niet altijd het einddoel gehaald. Gedurende de projectperiode 2022 t/m 2025 heeft 61% van de melkveehouders het RE doel van 155 g per kg ds 1 of meerdere keren bereikt. Op zandbedrijven is dit hoger, namelijk 74% heeft minimaal 1 keer RE doel gehaald. Er werd verwacht dat van de intensieven bedrijven dit aandeel ook hoger zou zijn dan de extensievere bedrijven, omdat die kunnen corrigeren met aankoop voer. Intensiteit blijkt echter minder een bepalende factor te zijn dan grondsoort om het RE doel te halen.

De melkveehouders geven aan dat ruwvoer en graslandmanagement belangrijk zijn voor het bereiken van het RE doel. Uit de analyse blijkt dat de veehouders met name vanaf 2023 de krachtvoerknop ook belangrijk vinden om RE naar 155 te verlagen. Dit gaven ze aan bij hun plannen in het begin van het jaar. Maar de uitwerking viel tegen, er is namelijk meer en eiwitrijker krachtvoer gevoerd in 2025, weliswaar bij een lager RE-gehalte in de graskuil. Blijkbaar is in 2025 eiwit met krachtvoer overgecompenseerd. De melk- en voerprijzen spelen hierbij waarschijnlijk ook een belangrijke rol. Want de melkprijs was hoog, de krachtvoerprijs niet extreem hoog (soya was relatief goedkoop) en een hoge melkproductie gewenst. Extra krachtvoer voeren was economisch gunstig. Om het RE-gehalte in het rantsoen te beheersen is het daarom belangrijk elk jaar alert te blijven op het RE-gehalte in het krachtvoer en de krachtvoergift.

Reflectie op projectdoel

Het behalen van het RE-doel was niet het enige doel binnen dit project. Een belangrijk aanvullend doel was om inzicht te krijgen in de motieven en belemmeringen die spelen bij het realiseren van dit RE-doel. Door het opzetten van een goed functionerend netwerk, gecombineerd met gericht gedragsonderzoek, is hierover veel kennis opgedaan.

Het netwerk functioneerde effectief dankzij de combinatie van individuele bedrijfsbezoeken, groepsbijeenkomsten, webinars en studiedagen, ondersteund met hulpmiddelen zoals rekentools, praatplaten en een portal voor benchmarking.

Uit het gedragsonderzoek blijkt dat het essentieel is om focus te houden op het RE-doel en stapsgewijs vooruitgang te boeken. Daarbij is het belangrijk om steeds de integrale visie en doelen van het eigen bedrijf in het oog te houden.

8 Conclusies

De conclusies worden per thema toegelicht.

Doel en aanpak van het project
Dit project had als inspanningsverplichting het ruweiwitgehalte (RE) in melkveerantsoenen te verlagen, maar richtte zich daarnaast op het verkrijgen van inzicht in de motieven en belemmeringen die melkveehouders ervaren bij het realiseren van dit doel. Door de combinatie van een praktijkgericht netwerk en gedragsonderzoek is zowel technisch als gedragsmatig waardevolle kennis opgedaan.
De aanpak met individuele bedrijfsbezoeken, groepsbijeenkomsten, webinars en studiedagen, ondersteund met hulpmiddelen zoals rekentools en benchmarking, bleek effectief in het stimuleren van kennisdeling, bewustwording en planmatig werken. Hierbij is gewerkt volgens de verbetercyclus van plan-do-check-act.

Haalbaarheid van verlaging van RE
Uit het project blijkt dat verlaging van het RE-gehalte naar circa 155 g/kg droge stof technisch haalbaar is en in de praktijk realiseerbaar, maar nog niet breed wordt toegepast. Het aandeel bedrijven dat dit niveau bereikt blijft achter bij de doelstelling, maar er is wel duidelijke vooruitgang geboekt. Het gemiddelde RE-gehalte daalde van circa 166 g/kg ds in 2020 naar 157 g/kg ds in 2024 en steeg in 2025 naar 158.
Daarnaast realiseert een groeiende groep bedrijven inmiddels een RE-gehalte onder of nabij de 155, wat bevestigt dat het doel binnen bereik ligt.

Op zandgrond realiseert circa 43-54% van de bedrijven elk jaar het RE-doel van 155 RE, terwijl dit op kleibedrijven 15-22% is en op veenbedrijven 10-21%.
In het laatste projectjaar 2025 realiseert circa 38% van de bedrijven een RE-gehalte lager dan 156 g/kg ds, terwijl nog eens 27% tussen 156 en 160 g/kg ds zit.
In de gehele periode van 2020 t/m 2025 heeft 61% van de bedrijven een of meerdere keren het RE doel van 155 gram per kg ds gerealiseerd. Dit verschilt per grondsoort. Op de zandbedrijven realiseren 74%, kleibedrijven 53% en veenbedrijven 48% minimaal 1 keer vanaf 2020 het RE doel. Op de zandbedrijven, met veel mais, realiseert zelfs 30% 4 keer het einddoel in de periode 2020 t/m 2025.

Belangrijk is om aan te geven dat de analyse betrekking heeft op de periode 2020 t/m 2025 waarvan de begeleiding in dit project gestart is in 2022. De bedrijfsopzet kan de komende jaren mogelijk veranderen door beleid, namelijk aanscherping bemestingsnormen (geen derogatie (al realiteit) en minder kunstmest) en meer gericht op meer grondgebondenheid en biodiversiteit. Dat zal ook gevolgen hebben voor het optimaliseren van de voeding.

Verschillen tussen bedrijven
De resultaten laten zien dat er aanzienlijke verschillen bestaan tussen bedrijven. Zandbedrijven realiseren gemiddeld lagere RE-gehalten en lijken makkelijker het doel te behalen, mede door een groter aandeel mais in het rantsoen. Bedrijven met een groter aandeel gras en weidegang ervaren vaker beperkingen. De grasbedrijven (minder dan 13% mais in rantsoen) hebben elk jaar een hoger RE-gehalte in rantsoen dan de maisbedrijven (meer dan 21% mais in rantsoen), echter zijn vanaf 2020 wel het meest gedaald in RE-gehalte totale rantsoen. Dus met goed graslandmanagement zijn er wel mogelijkheden om te sturen op laag RE in graskuilen, vers gras en in het totale rantsoen.

Sturingsmogelijkheden in rantsoen en teelt
Melkveehouders beschikken over voldoende praktische knoppen om het RE-gehalte te verlagen. De belangrijkste zijn het RE-gehalte van graskuil, het aandeel mais en de inzet en samenstelling van krachtvoer. De kwaliteit van ruwvoer blijkt hierbij cruciaal, wat het belang van goed graslandmanagement benadrukt (bemesting, maaiperiode en oogstomstandigheden).

Krachtvoer kan helpen om de energievoorziening te verbeteren, maar een hogere inzet van eiwitrijk krachtvoer kan de verlaging van RE juist belemmeren. Economische omstandigheden, zoals een hoge melkprijs en voerprijzen, beïnvloeden deze keuzes sterk.

Leerpunten van melkveehouders

De leerpunten die melkveehouders aangeven laten zien dat minder eiwit voeren goed kan, zolang je het slim aanpakt. De belangrijkste les: energie en eiwit in balans houden. De basis ligt op het land. Goed ruwvoer maken is het halve werk. Dus op juiste moment maaien, niet te nat inkuilen en scherp zijn op grasmanagement. Wie zijn eigen eiwit goed benut, hoeft minder aan te kopen.
Ook bij bemesting zit winst: gericht bemesten en beter verdelen over het seizoen kan vaak met minder input. Klaver en kruidenrijk gras helpen daarbij.
Verder geldt: meten = weten. Blijven volgen wat RE, ureum en productie en bijsturen in kleine stappen. Niet vasthouden aan één getal, maar kijken naar het totale plaatje.
Veel boeren geven aan dat ze minder bang zijn geworden om lager in eiwit te gaan. Het kan dus echt, maar vraagt wel aandacht en bijsturen. Zij geven als belangrijke les aan: durven beginnen en het stap voor stap doen. Doel stellen, plan maken, blijven volgen en bijsturen. Dáár zit het verschil.

Gedrag, motivatie en belemmeringen

De mate waarin melkveehouders erin slagen om het RE-gehalte te verlagen wordt in belangrijke mate bepaald door gedrag en motivatie. Een groep melkveehouders vindt het lastig om beneden de 160 RE te komen. Ze ervaren hiervoor de volgende belemmeringen:

- Te weinig focus op het project en 155 RE, dit had scherper gekund
- Andere bedrijfsaspecten kregen meer aandacht dan RE
- De melkprijs was zo goed, dus extra krachtvoer (en geen focus op RE) om daling van melkopbrengst te voorkomen
- De bedrijfsomstandigheden zijn ongunstig (veel gras, weidegang, veen), zodat het moeilijk is om 155 RE te halen.
- De erfbetreders geven aan dat 155 RE geen goed idee is voor mijn bedrijf
- De KringloopWijzer rekent het RE-gehalte van mijn vers gras niet goed uit, dus dat zorgt ervoor dat ik 155 RE niet haal.

Het project laat zien dat gerichte begeleiding, kennisuitwisseling en benchmarking bijdragen aan het vergroten van bewustwording en het realiseren van stappen.

Effecten op ammoniakemissie, diergezondheid en neveneffecten

Verlaging van het RE-gehalte draagt aantoonbaar bij aan een reductie van ammoniakemissie (zoals berekend door KLW). Uit de analyse blijkt dat 1 gram minder RE per kg ds overeenkomt met 1% minder ammoniakemissie op bedrijfsniveau. Dit maakt eiwitverlaging een relevante maatregel binnen milieudoelstellingen.
Er zijn geen negatieve effecten gevonden op melkproductie en diergezondheid bij een lager RE-gehalte, mits het rantsoen goed in balans blijft. Ook economische effecten zijn beperkt en er is geen structureel negatief effect op het saldo vastgesteld. Wel is er een duidelijk economisch effect op minder afzetkosten van drijfmest en aankoop van kunstmest als het N-overschot op het bedrijf vermindert door minder eiwit te voeren waardoor minder stikstof in de mest terecht komt. Hiermee geeft minder eiwit voeren ook iets meer rust op de mestmarkt.
Ook zijn er geen negatieve effecten op emissies van broeikasgassen en % eiwit van eigen land geconstateerd.

Belang van een integrale en stapsgewijze aanpak

Een belangrijke conclusie is dat verlaging van RE geen eenmalige maatregel is, maar een continu proces dat vraagt om blijvende aandacht. Wanneer de focus afneemt, kan het RE-gehalte weer stijgen.
Succesvolle bedrijven werken stapsgewijs en combineren technische maatregelen met een integrale benadering van de bedrijfsvoering. Daarbij is het belangrijk om niet alleen op het RE-doel te sturen, maar dit te plaatsen binnen de totale bedrijfsstrategie.
Eiwitverlaging blijkt daarmee niet alleen een technische opgave, maar vooral ook een vraagstuk van management, gedrag en samenwerking binnen en rondom het bedrijf met erfbetreders vanuit voerindustrie, zuivel, dierenartsen en onafhankelijke adviseurs of coaches.

Verantwoording

Bij het opstellen van dit werk hebben de auteurs gebruikgemaakt van M365 Copilot om de grammatica, spelling en leesbaarheid te verbeteren. Na gebruik van deze tool/dienst hebben de auteurs de inhoud waar nodig gecontroleerd en aangepast, en nemen zij de volledige verantwoordelijkheid voor de inhoud van de publicatie op zich."

Literatuur

Bos, J., M. Hoogterp. Kuilkwalitet; vergelijking van de kuilen binnen het project Koe en eiwit. Rapport in prep., 2026. Wageningen Livestock Research.

Bruinenberg M., J. Bos, T. Wind. De toepassingsmogelijkheden van GrasProductieRegistratie (GPR) in de praktijk. Een pilot bij 20 melkveehouders gedurende het weideseizoen van 2024. Wageningen Livestock Research.

Galama, P.J. Zandbedrijven combineren laag eiwit met hoog saldo per koe. Koe en eiwit artikel, 23 juni 2025. Wageningen Livestock Research

Haan M. Invloed van werkwijze vers gras in KringloopWijzer op RE-gehalte rantsoen. Artikel Koe en eiwit, 2026. Wageningen Livestock Research.

Laar, H. van. Melkureum, wat kun je ermee op weg naar 155RE?. Artikel Koe en eiwit, 3 oktober 2024. Wageningen Livestock Research

Laar, H. van, T.M. Wind, M.H.A. de Haan, P.J. Galama. Sturen naar 155RE in het totale melkveerantsoen. Koe en eiwit rapport in prep.,2026. Wageningen Livestock Research

Mollenhorst H., M.H.A. de Haan, P.J. Galama, A.P. Philipsen. Invloed van eiwitgehalte in rantsoen op duurzaamheidsindicatoren in de melkveehouderij. Analyse KringloopWijzer data 2020 en 2021 voor de projecten Koe & Eiwit en Home Made Eiwit. Rapport 1450 van Wageningen Livestock Research, december 2023.

Ruitenbeek A. van, T. van Werven, T. Wind, P. Galama. Signaleren van verandering in diergezondheid bij het toewerken naar 155 RE in het totale melkveerantsoen. Rapport in prep., 2026. Wageningen Livestock Research in samenwerking met Runderdierenartspraktijk Utrecht

Spoelman B., M.H.A de Haan, T. Wind. Perspectieven van melkveehouders om het ruweitgehalte in rantsoen voor melkvee te verlagen (Motieven en belemmeringen). Rapport 1561, Wageningen Livestock Research, 2024.

Bijlage 1 Uitleg eiwitplanner, eiwitmonitor en portal

Binnen het project Koe en eiwit werden drie hulpmiddelen gebruikt die logisch op elkaar volgen. Samen hielpen ze om van inzicht naar actie en vervolgens naar resultaat en vergelijking te gaan.

Eiwitplanner – samen een plan maken

De eiwitplanner gebruik je tijdens het bedrijfsbezoek. Het is het moment waarop je bewust kijkt naar het huidige rantsoen en samen nadenkt over verbeteringen.

Je begint met de situatie zoals die nu is. Daarbij pak je de gegevens uit de KringloopWijzer en kijk je naar het rantsoen van de koeien. Je vult in welke voedermiddelen er worden gevoerd en hoeveel daarvan, inclusief het eiwitgehalte per voedermiddel. Door dit samen met de melkveehouder te doen, ontstaat er gesprek en bewustwording: waar komt het eiwit vandaan en hoe zit het rantsoen in elkaar?

Als dat beeld duidelijk is, ga je naar de gewenste situatie. Je spreekt samen het RE doel af. Vervolgens ga je schuiven: iets minder van het ene voer, iets meer van het andere, of een aanpassing in RE-gehalte. De eiwitplanner laat vervolgens zien wat dat betekent voor het totale rantsoen.

De verschillen tussen wat er nu is en wat je wilt, worden zichtbaar gemaakt. Dat zijn de punten waar je iets moet veranderen. Daaruit volgt automatisch de volgende stap: welke maatregelen zijn nodig om dat echt voor elkaar te krijgen? Denk aan ander ruwvoer inzetten, krachtvoer aanpassen of andere maatregelen.

Uiteindelijk levert de eiwitplanner dus een concreet actieplan op. Alles wordt opgeslagen, zodat je het bij een volgend bezoek weer kunt terugpakken en bespreken.

Eiwitmonitor – volgen hoe het in de praktijk gaat

De eiwitmonitor is bedoeld om gedurende het jaar een vinger aan de pols te houden over het RE-gehalte van de melkkoeien, droge koeien en het jongvee. Tevens wordt inzicht gegeven in voersaldo wat berekend is met standaardprijzen.

Op basis van de ingevoerde gegevens rekent het systeem het eiwitgehalte in het rantsoen uit en laat dit zien in grafieken van ieder bedrijfsbezoek. Je ziet bijvoorbeeld hoe het eiwit is opgebouwd uit verschillende voedermiddelen en hoe dat in de tijd verandert. Ook ontstaat er inzicht in het economische effect, zoals het saldo per 100 kg melk.

Portal – leren van elkaar

De portal is de stap waarin je over je eigen bedrijf heen kijkt. Hier komen de gegevens van meerdere bedrijven samen.

In de portal kan een groepsbegeleider en de melkveehouders in de groep zelf verschillende kengetallen naast elkaar zetten. Je kunt zelf kiezen welke kengetallen uit de KringloopWijzer je wilt vergelijken, bijvoorbeeld eiwitgehalte tegenover melkproductie per koe of eiwitgehalte tegenover % eiwit van eigen land of eiwitgehalte tegenover % mais in het rantsoen etc..

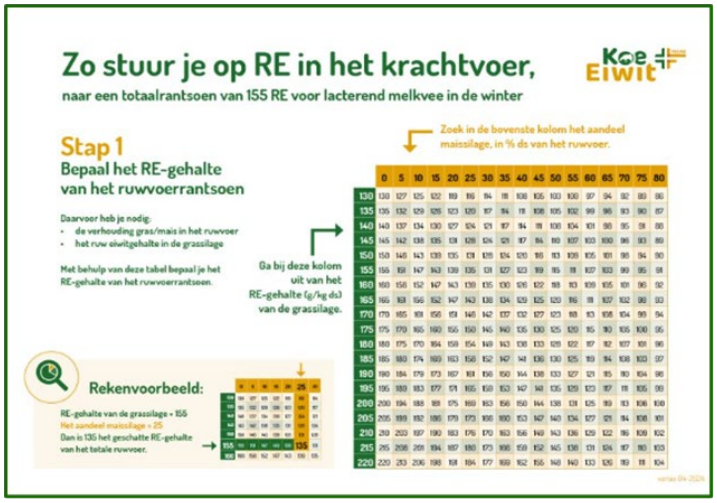
De resultaten worden weergegeven in grafieken waarbij elk bedrijf een punt is. Door er met de muis overheen te gaan, zie je wek bedrijf het is.

Dit maakt het mogelijk om het gesprek in de groep te voeren: Wie heeft laag eiwit en toch goede productie? Welke aanpak lijkt goed te werken? Waar zitten verschillen tussen bedrijven?

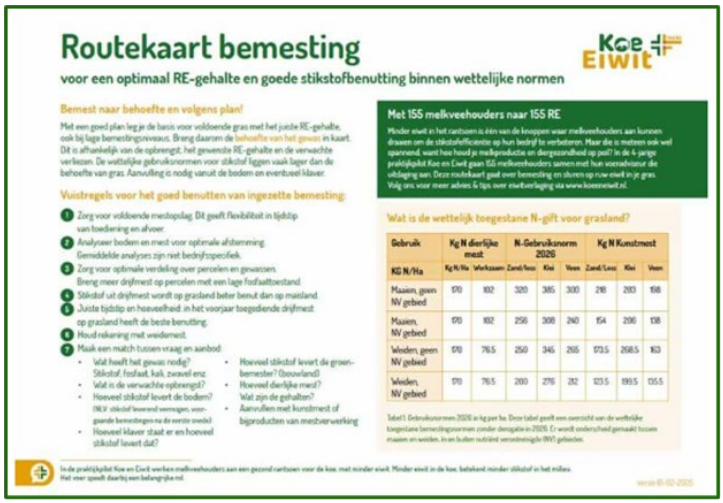
De portal zorgt er dus voor dat de individuele gegevens uit KringloopWijzerKringloopWijzers, eiwitmonitor en kuilanalyses omgezet worden naar gezamenlijke inzichten en leren van elkaar.

.

Bijlage 2 Voorbeelden van praatplaten (kenniskaarten)













Bijlage 3 Communicatie intern en extern

Communicatie onderdeel webinars

In totaal zijn er ook circa 20 webinars gehouden voor de betrokken melkveehouders en begeleiders. Deze kunnen ook door externen via de website www.koeeneiwit.nl bekeken worden.

Overzicht webinars thema's per jaar:
2022 Thema's: basiskennis, diergezondheid en beleid
- Diergezondheid in relatie tot eiwitverlaging
- RE-gehalte in relatie tot melkproductie
- RE in het rantsoen
- Basiskennis veevoeding
- Uitleg over AERIUS
- Voederwaardebepaling van verschillende soorten gras(kuil)

2023 Thema's: rantsoensturing, regio, bijproducten en efficiëntie
- Bijproducten
- Rantsoen op zand
- Rantsoen op klei
- Rantsoen op veen
- Verbeteren eiwitefficiëntie in het rantsoen
- Bemesting & beweiding

2024 Thema's: monitoring, sturing en bedrijfsspecifieke toepassing
- Diergezondheidsmonitoring
- Melkureum: wat kun je ermee?
- Beweiding: eiwit volgen & sturen
- KringloopWijzer
- Herfstgras: waar zit de kracht?

2025 Thema's: praktisch management door het jaar heen
- Bouwplan en rantsoenbeheer
- Vers gras
- Inkuilmanagement
- Het optimale oogstmoment voor maïs

In 2026 is nog een webinar over melksignalen en N-depositie gehouden.

Communicatie onderdeel artikelen

Veel praktijkkennis is vastgelegd in bedrijfsrapportages en achtergrondinformatie in artikelen. Beide zijn breed verspreid via attentiemail www.verantwoordeveehouderij.nl en via vakbladen.
Het betreft de volgende onderwerpen:
1. Rantsoen & voerstrategie (algemeen), ± 22 artikelen over praktische sturing rantsoenen
2. Diergezondheid & melkproductie, ± 12 artikelen over wegnemen zorgen rond diergezondheid en melkproductie per koe en dat eiwitverlaging veilig kan
3. Economie & mest, ± 4 artikelen over economie (voerkosten, mestkosten) als belangrijke drijfveer
4. Gedrag, motivatie & belemmeringen, ± 3 artikelen, verdiepend over beweging deelnemers
5. Bijproducten & alternatieve grondstoffen,± 4 artikelen over verbreding voedingsmaatregelen
6. Bedrijfsrapportages, ± 14 artikelen over praktijkervaringen
7. Trends, resultaten & voortgang, ± 3 artikelen over trends RE, o.a. in jaarlijkse tussenrapportages
8. Beleid, milieu & neveneffecten, ± 4 artikelen over inbedding in beleid en maatschappelijke discussie

Bijlage 4 Kengetallen per ruw eiwit klasse gemiddeld periode 2023 t/m 2025

Tabel 11 *Bedrijfskenmerken, productie, voedingsknoppen en milieukenmerken ingedeeld in ruw eiwit klassen.*

variabele	Laag	Laag-Middel	Middel-Hoog	Hoog	P waarde	significantie	test type
Rantsoen RE gehalte (g/kg DS)	148	156	160	167	000	*	KW
Aantal observaties (n)	37	37	37	36			
Klei (n)	9	19	18	12	0.000	*	χ^2
Veen (n)	2	6	12	11	000	*	χ^2
Zand (n)	26	12	7	13	0.000	*	χ^2
Koeien (n)	126	130	150	177	0.065		KW
Pinken (n)	28	30	35	40	0.195		KW
Oppervlakte gras (ha)	48	58	70	79	0.001	*	KW
Oppervlakte mais (ha)	11	8	8	8	0.372		KW
Melk productie (kg/ha)	20941	19650	17739	19655	0.478		KW
Melk productie (FPCM/ha)	26521	24940	22658	24952	0.648		KW
Efficiëntie stikstof (%)	28.55	27.78	26.55	26.43	0.000	*	KW
Ureum (mg/dl)	16.97	17.15	18.04	18.58	0.000	*	KW
Vers gras aandeel (%)	10	11	11	10	0.870		KW
Graskuil aandeel (%)	33	36	40	37	0.004	*	KW
Snijmais aandeel (%)	24	17	15	13	0.000	*	KW
Krachtvoer aandeel (%)	25	28	27	32	0.000	*	KW
Vers gras RE gehalte (g/kg DS)	188	198	196	200	0.016	*	KW
Graskuil RE gehalte (g/kg DS)	157	165	167	170	0.001	*	KW
Snijmais RE gehalte (g/kg DS)	66	66	66	67	0.740		ANOVA
Krachtvoer RE gehalte (g/kg DS)	207	192	195	195	0.219		ANOVA
Melk productie (FPCM/koe)	10020	10477	10131	10282	0.402		ANOVA
Bijproducten aandeel (%)	5	6	6	6	0.904		KW
Saldo incl. jongvee (euro/koe)	2876.33	3029.35	2873.25	2870.01	0.268		ANOVA
Eiwit eigenteelt (%)	55	60	62	58	0.138		ANOVA
Ammoniakemissie per ha (kg/ha)	49	52	51	58	0.031	*	KW
Ammoniakemissie uit stal en mestopslag (kg/gve)	9	11	11	11	0.000	*	KW
Ammoniakemissie uit bemesting en oogst (kg/ha)	24	27	27	30	0.002	*	KW

*Afkortingen: RE = ruw eiwit; DS = drogestof; n = aantal observaties; KW = Kruskal-Wallis test; χ^2 = chi-kwadraattoets; FPCM = vet- en eiwitgecorrigeerde melk; ha = hectare; gve = grootvee-eenheid; * = significant ($p < 0,05$)

*Melkveehouders zijn overreding ingedeeld in 4 groepen gebaseerd op ruw eiwit rantsoen gemiddeld over de periode 2023 t/m 2025...

Bijlage 5 Toelichting methode lineair mixed model

Voor het analyseren van veranderingen in het ruw-eiwitgehalte (RE) van het rantsoen is gebruikgemaakt van een lineair mixed model (LMM). Dit model is geschikt voor paneldata, waarbij meerdere waarnemingen per bedrijf over verschillende jaren beschikbaar zijn.
De afhankelijke variabele in het model is de jaarlijkse verandering in het RE-gehalte van het rantsoen (ΔRE_{it}, g/kg ds). Als verklarende variabelen zijn veranderingen in rantsoensamenstelling opgenomen (zoals veranderingen in aandeel (%) en RE-gehalte (g/kg ds) van graskuil, krachtvoer, snijmaïs en vers gras), uitgangssituatie RE-gehalte in 2020, aangevuld met structurele kenmerken zoals grondsoort en intensiteit.

De algemene vorm van het model is:

$$\Delta RE_{it} = \beta_0 + \sum_k \beta_k \ X_{kit} + \ u_i \ + \varepsilon_{it}$$

Waarbij:
- ΔRE_{it} = verandering in RE van het rantsoen voor bedrijf *i* in jaar *t*
- β_0 = intercept
- X_{kit} = verklarende variabelen (bijv. verandering in RE of verandering in aandeel van voedermiddelen)
- β_k = te schatten regressiecoëfficiënten
- u_i = random effect voor bedrijf (bedrijfsspecifiek effect)
- ε_{it} = foutterm

Het random effect u_i zorgt ervoor dat rekening wordt gehouden met het feit dat metingen binnen hetzelfde bedrijf onderling samenhangen. Hierdoor kan het model onderscheid maken tussen verschillen tussen bedrijven en veranderingen binnen bedrijven over de tijd.
Dit is van groot belang, omdat uit de analyse blijkt dat de variatie binnen bedrijven (tussen jaren) groter is dan de variatie tussen bedrijven.

Het model is geschat in twee varianten:
een model met hoofdeffecten en interacties (verklaarde variantie: 69,2%)
een model met alleen hoofdeffecten (verklaarde variantie: 65,3%)

Omdat interacties (met grondsoort en intensiteit) slechts beperkt extra verklaringskracht toevoegden (~4 procentpunt), is de interpretatie gebaseerd op het eenvoudiger te interpreteren model met alleen hoofdeffecten.

Bijlage 6 Methode saldo berekening 2024

Om het effect van rantsoenaanpassingen op het bedrijfssaldo te onderzoeken, wordt het saldo berekend als het verschil tussen melkopbrengsten en voerkosten, zowel per koe als per 100 kg FPCM uitgedrukt. De prijzen van 2024 zijn gebruikt bij de berekening van saldo per koe (inclusief jongvee) voor de periode 2023 t/m 2025, zodat verschillen in saldo per koe tussen jaren niet beinvloed is door marktprijzen. In bijlage 4 is saldo per koe weergegeven voor 4 RE klassen.

De **melkprijs** is gebaseerd op het vet- en eiwitgehalte in de melk, met gemiddelde prijzen van FrieslandCampina voor het jaar 2024. De vet- en eiwitprijzen bedragen respectievelijk €5,04 per kg vet en 7,56 €/kg eiwit. In de berekening wordt voor melkveehouders met meer dan 720 uur weidegang een toeslag van €1,30 per 100 liter melk meegenomen. De totale melkopbrengst wordt berekend volgens de formule: *(vet% × vetprijs + eiwit% × eiwitprijs) × melkproductie + (1,30 × melkproductie / 100).*

De **voerprijzen** worden per voedermiddel vastgesteld per kilogram droge stof (€/kg DS) en vervolgens vermenigvuldigd met de droge stof opname van melkvee (excl. jongvee). De prijsinschattingen zijn gebaseerd op marktwaarden en de samenstelling van het voedermiddel, waarbij onder andere het energie- en eiwitgehalte worden meegewogen. Hieronder volgt verdere uitleg per voedermiddel:

- De droge stof opname van **vers gras** met onderscheid tussen weidegras en zomerstal gevoerd gras, is ingeschat op basis van het niveau van methaanemissie per kilogram droge stof. Deze relatieve CH_4-uitstoot fungeert als indicator voor het type voedering: een lage uitstoot wijst op weidegang, terwijl een hoge uitstoot duidt op zomerstalvoedering. De prijs wordt berekend als een gewogen gemiddelde, waarbij respectievelijk €0,10/kg DS voor weidegras en €0,18/kg DS voor zomerstalvoer wordt gehanteerd.
- **Graskuil** wordt gebaseerd op basis van een vaste marktprijs van €0,20/ kg DS (KWIN, 2024-2025).
- De prijs van **snijmaïs** is gebaseerd op de verhouding tussen eigen teelt en aangekochte maïs. Het uiteindelijke bedrag per kilogram droge stof is een gewogen gemiddelde, uitgaande van €0,16/kg DS voor eigen teelt en €0,25/kg DS voor aangekochte maïs (KWIN, 2024-2025).
- De prijs van **overig ruwvoer** wordt berekend door kVEM/kg DS te vermenigvuldigen met €0,33. Deze prijs is gebaseerd op een gemiddelde marktwaarde (Marktprijs, 2024).
- De prijs van **krachtvoer** bestaat uit drie onderdelen: DVE, VEM en mineralen. DVE wordt berekend op basis van het ruw eiwitgehalte met de formule (0,5838 × RE + 12,559)/DS en gewaardeerd op €1,18/ kg DVE. VEM wordt omgerekend naar kVEM en geprijsd op €0,169/ kVEM. Mineralenkosten bedragen €0,0047/kg DS.
- Voor **bijproducten** is een regressiemodel toegepast waarin het droge stofgehalte, ruw eiwitgehalte en VEM-niveau als verklarende variabelen zijn verwerkt. Dit model is gebaseerd op data uit marktprijzen. De formule luidt: (18,14374 - 0,0007 × DS + 0,02573 × RE + 0,003398 × VEM) / 100.

Tabel 12 *Per voedermiddel de gehanteerde prijsformules en onderliggende parameters.*

Voedermiddel	Prijsformule per kg ds	Parameters (KLW)
Vers gras	(CH_4-relatief × €0,18) + (1 - CH_4-relatief × €0,10)	CH4 emissiefactor bij 0% sm in rantsoen, van vers gras (g/kg ds)
Snijmais	(% eigen × €0,16) + (1 - % eigen × €0,25)	Aandeel snijmais eigenland (%)
Bijproducten	(18,14374 - 0,0007×DS + 0,02573×RE + 0,003398×VEM)/100	RE-gehalte (g/kg ds), DS gehalte (g/kg), VEM (VEM/kg ds)
Graskuil	Vast tarief: €0,20	
Krachtvoer	[(0,5838×RE + 12,559)/DS × 1,18] + [VEM×0,169/1000] + [0,0047/DS]	RE-gehalte (g/kg ds), DS gehalte (g/kg), VEM (VEM/kg ds)
Overig ruwvoer	(VEM / 1000) × €0,33	VEM (VEM/kg ds)

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.