De juiste koe voor het veen: voerefficiëntie en diergezondheid in natuurinclusieve systemen

J.W. Spek, L.B. Sebek, M. A. Schoon, J.J. Windig, R.A.H. Hoving-Bolink, S.J. Hiemstra

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Rapport 1599

De juiste koe voor het veen: voerefficiëntie en diergezondheid in natuurinclusieve systemen

J.W. Spek[1], L.B. Sebek[1], M. A. Schoon[2,3], J.J. Windig[2], R.A.H. Hoving-Bolink[2], S.J. Hiemstra[2,3]

1 Wageningen Livestock Research
2 Wageningen University & Research, Animal Breeding & Genomics
3 Wageningen University & Research, Centrum voor Genetische Bronnen, Nederland (CGN)

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research en gesubsidieerd door NWO (project VeenVitaal NWA/ORC 2020/21).

Wageningen Livestock Research
Wageningen, november 2025

Rapport 1599

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Spek, J.W. L.B. Sebek, M. A. Schoon, J.J. Windig, R.A.H. Hoving-Bolink, S.J. Hiemstra, 2025. *De juiste koe voor het veen: voerefficiëntie en diergezondheid in natuurinclusieve systemen.* Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1599.

Samenvatting
Het VeenVitaal-project beoogt verduurzaming van veenweiden via herstel van biodiversiteit, beperking van veenoxidatie en reductie van broeikasgasemissies. Maatregelen zoals minder stikstofbemesting, later maaien en een hoger grondwaterpeil verlagen echter de opbrengst en voederwaarde van gras. Dit roept de vraag op of de meest gangbare, hoog-productieve Holstein koe geschikt blijft binnen een natuurinclusief systeem of dat het fokdoel voor het natuurinclusief systeem anders is. Op basis van literatuur blijkt dat Holstein-koeien na afkalven veel energie uit het lichaam mobiliseren voor melkproductie, wat nadelig kan zijn voor diergezondheid en welzijn. Dubbeldoel koeien daarentegen mobiliseren minder energie uit het lichaam en hebben minder kans op gezondheidsproblemen. Uit scenarioberekeningen blijkt verder dat Jersey- en dubbeldoelkoeien efficiënter omgaan met natuurinclusieve grasrijke rantsoenen dan Holstein-koeien. Resultaten uit een dierproef van WUR bevestigde dat Jersey-koeien efficiënter omgaan met natuurinclusieve grasrijke rantsoenen. Echter, deze dierproef bevestigde niet dat dubbeldoelkoeien efficiënter zijn dan Holstein-koeien. Uit literatuuronderzoek blijkt verder dat vertrapping van grasland, en daarmee de kwaliteit van het gras, niet verschilt tussen zware of lichte koerassen.

Summary
The VeenVitaal project aims to make peat meadow areas more sustainable by restoring biodiversity, reducing peat oxidation, and lowering greenhouse gas emissions. However, measures such as reduced nitrogen fertilization, delayed mowing, and raising the groundwater level also decrease grass yield and feed value. This raises the question whether the Holstein cow remains the most suitable breed within a nature-inclusive farming system. Based on scientific literature Holstein cows mobilize significant body energy reserves after calving, which can negatively affect their health and welfare. In contrast, dual-purpose breeds lose less energy and are less prone to health issues. Scenario analyses further suggest that Jersey and dual-purpose cows use low-quality, grass-rich diets more efficiently than Holstein cows. Results from a WUR animal trial confirmed that Jersey cows are more efficient than Holstein cows but this trial did not confirm that dual-purpose cows utilize nature-inclusive diets more efficiently. Literature research results indicated further that breeds that have higher body weight do not cause more pasture damage compared to lighter breeds.

Dit rapport is gratis te downloaden op https://doi.org/10.18174/702836 of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

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

© Wageningen Livestock Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2025
De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

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

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

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

Openbaar Wageningen Livestock Research Rapport 1599

Inhoud

Woord vooraf **5**

Samenvatting **7**

1 Introductie **9**

2 Materiaal en Methode **10**

2.1 Gezondheid en welzijn van de koe 10
2.2 Energiebenutting van natuurinclusieve graskuil voor melkproductie 10
2.2.1 Scenariostudie 10
2.2.2 Voederproef 14
2.3 Vertrapping van de graszode 14

3 Resultaten en discussie **15**

3.1 Gezondheid en welzijn van de koe 15
3.2 Energiebenutting van natuurinclusieve graskuil voor melkproductie 17
3.2.1 Scenariostudie 18
3.2.2 Voederproef 20
3.3 Effect van runderras op vertrapping van de graszode 23

4 Conclusies **24**

5 Overwegingen voor vervolgonderzoek **25**

Literatuur **26**

Afkortingen **28**

Woord vooraf

Melkveehouderij is de meest voorkomende agrarische activiteit in laagveengebieden in Nederland. Laagveengebieden zijn typisch Nederlandse landschappen, met hoge natuurlijke en culturele waarden. De kwaliteit van dit historische landschap staat echter onder druk. Verduurzaming van laagveengebieden is nodig, naar een vorm van landgebruik dat leidt tot stopzetting van veenafbraak en bodemdaling, en herstel van biodiversiteit, een goed inkomen voor de agrariërs, en een aantrekkelijk landschap voor burgers.

In een transitie naar een meer natuurinclusief bedrijfssysteem wordt regelmatig de vraag gesteld welk type koe of ras daarbij goed zou passen. Verondersteld wordt dat het hoogproductieve Holstein ras niet altijd de beste keuze is in meer extensieve, natuurinclusieve systemen. Mogelijk dat minder productieve, maar robuuste rassen bedrijfseconomisch minstens zo relevant zijn, en wellicht biedt een meer natuurinclusieve veehouderij ook weer nieuwe kansen voor de bedreigde Nederlandse dubbeldoelrassen, die in de afgelopen decennia grotendeels zijn vervangen door de Holstein.

Er wordt helaas nauwelijks gedegen wetenschappelijk onderzoek gedaan naar het functioneren van verschillende rassen in uiteenlopende bedrijfssystemen. Modelberekeningen in verschillende scenario's en op basis van modelparameters uit de literatuur laten echter zien dat het wel degelijk van belang is voor melkveehouders om na te denken over het type koe dat het beste op een extensiever, natuurinclusief bedrijf past (dit rapport).

Ik ben blij met de samenwerking tussen de afdelingen Diervoeding en Animal Breeding and Genomics (ABG) van WLR, en met dit rapport dat uiteraard ook diverse vragen oproept voor verder onderzoek.

Sipke Joost Hiemstra

Hoofd van het Centrum voor Genetische Bronnen, Nederland (CGN) onderdeel van Wageningen University & Research.

Samenvatting

VeenVitaal is een Living Lab project[1] met als doel om veenweiden te verduurzamen. Met verduurzaming wordt met name bedoeld het herstellen en bevorderen van biodiversiteit, het reduceren van oxidatie van veengrond, en het reduceren van broeikasgasemissies. Om biodiversiteit te bevorderen is het wenselijk om de stikstofbemesting te verlagen, zodat plantensoorten anders dan Engels raaigras meer kans krijgen zich te vestigen. Daarnaast wordt het aanbevolen om de maaidatum van de eerste snede uit te stellen totdat eieren van weidevogels zijn uitgekomen en de kuikens in staat zijn om landbouwmachines te ontwijken. Ook is het gewenst om het grondwaterpeil te verhogen om oxidatie van veen tegen te gaan. Bovengenoemde maatregelen resulteren in een verlaagde productiviteit van weidegras en ook in een verminderde voederwaarde van het weidegras.

De vraag kan gesteld worden of bij een verandering van het reguliere melkveehouderijsysteem naar een natuurinclusief systeem de moderne Holstein koe nog wel het meest geschikte runderras is, of dat natuurinclusieve systemen om een ander fokdoel vragen. Mogelijk dat ook andere runderrassen goed kunnen passen, zoals bijvoorbeeld de Nederlandse zeldzame dubbeldoel runderrassen: het Fries-Hollandse vee, de Groninger Blaarkop en het Maas-Rijn-IJsselvee (MRIJ). Dubbeldoelrassen zijn oorspronkelijk gefokt voor melk- en vleesproductie.

Op basis van literatuuronderzoek en scenarioberekeningen is gekeken naar een drietal belangrijke aspecten:

1. gezondheid/welzijn van de koe,
2. voeropname en energiebenutting van natuurinclusief graskuil
3. vertrapping van de graszode bij een hoog waterpeil

Voor de analyses is gebruik gemaakt van wetenschappelijke literatuur, experimenten en rapporten van de Wageningen University & Research (WUR), en Centraal Veevoederbureau (CVB)-rekenregels met betrekking tot energiebehoeften voor onderhoud en melkproductie.

Een achttal scenario's zijn gedefinieerd en doorgerekend met behulp van bestaande modellen en parameters uit literatuur. De scenario's verschilden in i) regulier melkveebedrijf versus extensief (ruwvoerkwaliteit), ii) type ras (melktype zwaar, melktype licht, dubbeldoel licht, dubbeldoel zwaar), en hoeveelheid aanvullend krachtvoer in het rantsoen (0-9 kg).

Uit de wetenschappelijke literatuur blijkt dat Holstein-koeien, in situaties met een grasrijk rantsoen en weinig krachtvoer, duidelijk nadelen hebben ten opzichte van dubbeldoelrassen. Holstein-koeien verliezen na afkalven relatief veel lichaamsreserves, en door de lage energiedichtheid van het rantsoen kunnen zij deze reserves tijdens de lactatie nauwelijks aanvullen. Bij dubbeldoelrassen is dit verlies kleiner, wat het risico op metabole aandoeningen zoals ketose en melkziekte vermindert en daardoor dierwelzijn niet in gevaar brengt. Daarnaast hebben Holstein-koeien in vergelijking tot andere rassen (met uitzondering van de Jersey koe) een hogere energiebehoefte per kilogram gewicht voor onderhoud vanwege een groter aandeel verteringsorganen met een hoge energetische behoefte.

De scenarioberekeningen tonen aan dat bij een laagwaardig rantsoen bestaande uit extensief/natuurinclusief geproduceerde graskuil, Jersey- en dubbeldoelkoeien efficiënter energie uit gras omzetten in melk dan Holstein-koeien. Resultaten uit een (niet-gepubliceerde) studie van Wageningen Livestock Research bevestigen dat de Jersey-koe efficiënter energie uit gras omzet in melk dan de Holstein-koe. Echter uit dezelfde studie blijkt dat de Groninger Blaarkop – een zeldzaam Nederlands dubbeldoelras – in deze omstandigheden niet efficiënter was dan de Holstein-koe.

[1] https://veenvitaal.info

Wat vertrapping van de graszode betreft blijkt uit literatuuronderzoek dat zwaardere koeien, zoals Holstein-koeien, niet per definitie meer schade veroorzaken dan lichtere rassen zoals de Jersey. Dit komt doordat zwaardere koeien doorgaans een groter hoefoppervlak hebben, waardoor de druk per vierkante centimeter vergelijkbaar blijft.

Concluderend, vanuit het oogpunt van diergezondheid en welzijn lijken dubbeldoelrassen geschikter voor natuurinclusieve veenweidebedrijven dan Holstein-koeien. Jersey-koeien blijken efficiënter dan Holstein-koeien in het omzetten van gras in melk. Een dierproef met Holstein-, Jersey- en Groninger Blaarkopkoeien liet echter verschillen in energiebenutting tussen Holstein- en Groninger Blaarkopkoeien zien die niet in lijn waren met de scenarioberekeningen. Vervolgonderzoek in de vorm van dierproeven is daarom noodzakelijk om verschillen in energiebehoefte en -benutting tussen Holstein-, en dubbeldoelkoeien beter in kaart te brengen voor situaties met laagwaardige rantsoenen met veel extensief/natuurinclusief geproduceerde graskuil en een gering aandeel krachtvoer.

1 Introductie

Het VeenVitaal project[2] heeft als doel om veenweiden te verduurzamen. Met verduurzaming wordt met name bedoeld het herstellen en bevorderen van biodiversiteit, het reduceren van oxidatie van veengrond en het reduceren van broeikasgasemissies.

Reguliere melkveebedrijven op het veen hebben als belangrijke kenmerken dat:
1. het melktypische Holstein het meest gebruikte runderras is,
2. het geteelde gewas veelal bestaat uit Engels raaigras,
3. naast gras substantiële hoeveelheden krachtvoer gevoerd worden
4. gras bemest wordt met dierlijke mest en kunstmest om de productiviteit op peil te houden en,
5. de grondwaterstand bewust laag gehouden wordt om gebruik van landbouwmachines op veengrond mogelijk te maken en vertrapping van de graszode door koeien te minimaliseren.

Biodiversiteit is een breed begrip maar verhoging of herstel van de biodiversiteit in veenweidegebieden kan inhouden dat er gestreefd wordt om:
1. het aantal plantensoorten naast Engels raaigras te vergroten,
2. insectenaantallen en diversiteit te verhogen,
3. weidevogelsoorten en aantallen te verhogen,
4. en ook de diversiteit aan runderrassen te vergroten.

Om biodiversiteit te bevorderen is het gewenst om stikstofbemesting te verlagen waardoor plantensoorten anders dan Engels raaigras een kans hebben om zich te vestigen (Westerink et al., 2024). Daarnaast is het gewenst om de maaidatum van de eerste snede uit te stellen tot het moment dat eieren van weidevogels zijn uitgekomen en de kuikens in staat zijn om landbouwmachines te ontwijken. Verder is het gewenst om het grondwaterpeil te verhogen om oxidatie van veen tegen te gaan. Bovengenoemde acties zullen in het algemeen resulteren in een verlaagde productiviteit van gras en ook in een verlaagde voederwaarde van het gras. Daarnaast is er, in het geval het grondwaterpeil wordt verhoogd, een verhoogd risico op vertrapping van de graszode en daarmee verlies van kwaliteit en kwantiteit van het gras.

De vraag kan gesteld worden of dat bij een verandering van het reguliere systeem naar een natuurinclusief/extensief systeem de moderne Holstein koe nog wel het meest geschikte runderras ten opzichte van andere runderrassen met betrekking tot:
1. gezondheid en welzijn van de koe,
2. energiebenutting van extensief/natuurinclusief geproduceerd gras,
3. vertrapping van de graszode bij grasland met een hoog waterpeil.

Het doel van dit rapport is om antwoord te geven op bovengenoemde drie punten waarbij informatie uit de wetenschappelijke literatuur wordt gebruikt, rapporten van Wageningen University & Research (WUR), en rekenregels van Centraal Veevoederbureau (CVB-rekenregels) met betrekking tot energiebehoeften voor onderhoud en melkproductie.

[2] https://veenvitaal.info

2 Materiaal en Methode

2.1 Gezondheid en welzijn van de koe

Voor punt 1 (gezondheid en welzijn van de koe) is de wetenschappelijke literatuur onderzocht op studies waarin proeven zijn gerapporteerd waarin rantsoenen met veel gras en weinig krachtvoer zijn gevoerd aan Holstein en dubbeldoelrassen. Daarbij is dan met name gekeken naar het verlies aan lichaamsgewicht en lichaamsconditie na afkalven als gevolg van het mobiliseren van lichaamsreserves voor het produceren van melk. De resultaten van dit eerste onderdeel zijn beschreven in sectie 3.1 van dit rapport.

2.2 Energiebenutting van natuurinclusieve graskuil voor melkproductie

2.2.1 Scenariostudie

Voor punt 2 (energiebenutting van extensief geproduceerd gras) is een scenariostudie uitgevoerd o.b.v. CVB-rekenregels.[3] Daarbij zijn een achttal scenario's gedefinieerd en doorgerekend met behulp van bestaande modellen en parameters uit literatuur. De scenario's verschilden in i) regulier melkveebedrijf versus extensief (ruwvoerkwaliteit), ii) type ras (melktype zwaar, melktype licht, dubbeldoel licht, dubbeldoel zwaar), en hoeveelheid aanvullend krachtvoer in het rantsoen (0-9 kg). Hierbij zijn de oude CVB-rekenregels (*VEM-systeem*) voor het vaststellen van energiebehoeften voor melkkoeien vastgesteld in 1975 (van Es, 1975) gebruikt voor de dubbeldoel koeien en de in 2022 geactualiseerde CVB-rekenregels (Spek et al., 2025a) voor de Holstein- en Jersey-koeien (*VEM2022-systeem*). De motivatie voor deze onderverdeling is dat de oude CVB-rekenregels destijds gebaseerd zijn op dubbeldoel type dieren terwijl de nieuwe rekenregels voor 100 procent gebaseerd zijn op melktypische Holstein-koeien. De verschillen in rekenregels tussen het oude en nieuwe energiesysteem kunnen grotendeels samengevat worden door het feit dat in de nieuwe CVB-rekenregels de energiebehoefte voor onderhoud hoger ligt, gecombineerd met een hogere energiebenutting van energie uit voer voor melkproductie. De resultaten van dit tweede onderdeel zijn beschreven in sectie 3.2.1 van dit rapport. De aanname dat de rekenregels van het VEM2022-systeem ook geschikt zijn om toe te passen op Jersey-koeien is gebaseerd op 1) het feit dat de Jersey koe, net als de Holstein koe een melktypische koe is, dat onderzoek van Solis et al. (1988) laat zien dat de energiebehoefte voor onderhoud per kg metabool lichaamsgewicht van Jersey koeien op zijn minst gelijk is met Holstein koeien maar waarschijnlijk hoger (zie ook Fig. 2) en 2) dat uit onderzoek van Xue et al. (2011) blijkt dat er geen verschil is tussen Holstein en Jersey-Holstein kruisingen met betrekking tot energieverteerbaarheid van voer en de efficiency waarmee metaboliseerbare energie wordt omgezet in melk.

De 8-tal scenario's zijn als volgt waarbij is uitgegaan van de situatie dat koeien op stal staan en gras in de vorm van kuilgras ontvangen:

1. Regulier melkveebedrijf, Engels raaigraskuil aangevuld met krachtvoer (0 – 9 kg in stapjes van 0,5 kg) met Holstein-koeien en met gebruik making van het recent geactualiseerde VEM2022-systeem gebaseerd op Holstein-koeien
2. Regulier melkveebedrijf, Engels raaigraskuil aangevuld met krachtvoer (0 – 9 kg in stapjes van 0,5 kg) met Montbeliarde/Fleckvieh koeien en met gebruik making van het recent geactualiseerde VEM2022-systeem gebaseerd op Holstein-koeien
3. Regulier melkveebedrijf, Engels raaigraskuil aangevuld met krachtvoer (0 – 9 kg in stapjes van 0,5 kg) met Fries-Hollands/Groninger Blaarkop koeien en met gebruik making van het oude VEM-systeem die is gebaseerd op dubbeldoel type koeien

[3] https://www.cvbdiervoeding.nl/pagina/10081/downloads.aspx

4. Regulier melkveebedrijf, Engels raaigraskuil aangevuld met krachtvoer (0 – 9 kg in stapjes van 0,5 kg) met Jersey-koeien en met gebruik making van het recent geactualiseerde VEM2022-systeem gebaseerd op Holstein-koeien
5. Extensief melkveebedrijf, extensief/natuurinclusief geproduceerd graskuil aangevuld met krachtvoer (0 – 9 kg in stapjes van 0,5 kg) met Holstein-koeien en met gebruik making van het recent geactualiseerde VEM2022-systeem gebaseerd op Holstein-koeien
6. Extensief melkveebedrijf, extensief/natuurinclusief geproduceerd graskuil aangevuld met krachtvoer (0 – 9 kg in stapjes van 0,5 kg) met Montbeliarde/Fleckvieh koeien en met gebruik making van het oude VEM- systeem die is gebaseerd op dubbeldoel type koeien
7. Extensief melkveebedrijf, extensief/natuurinclusief geproduceerd graskuil aangevuld met krachtvoer (0 – 9 kg in stapjes van 0,5 kg) met Fries-Hollands/Groninger Blaarkop koeien en met gebruik making van het oude VEM-systeem gebaseerd op dubbeldoel type koeien
8. Extensief melkveebedrijf, extensief/natuurinclusief geproduceerd graskuil aangevuld met krachtvoer (0 – 9 kg in stapjes van 0,5 kg) met Jersey-koeien en met gebruik making van het recent geactualiseerde VEM2022-systeem gebaseerd op Holstein-koeien

In de scenarioberekeningen is naast Holstein, Fries-Hollands vee/Groninger Blaarkop, en Montbeliarde/Fleckvieh ook Jersey als runderras meegenomen omdat dit een melktypisch ras is dat veel gebruikt wordt in grasgebaseerde melkveehouderijsystemen zoals in Nieuw-Zeeland met weinig inputs van krachtvoer. De Jersey koe is vergelijkbaar met de Holstein koe als melktypische koe t.a.v. 1) energiebehoefte voor onderhoud per kg metabool gewicht en 2) het procentuele aandeel gewicht van de inhoud van het maagdarmkanaal t.o.v. het levend gewicht zoals blijkt uit de studie van Solis et al. (1988). Echter, de Jersey-koe heeft een aanzienlijk lager lichaamsgewicht dan de Holstein-koe. Een vergelijking tussen de Holstein en de Jersey koe maakt het mogelijk om het effect van lichaamsgewicht te onderzoeken op benutting van graskuil voor melkproductie. In deze rekenexercitie is geen rekening gehouden met een negatieve energiebalans maar is aangenomen dat koeien in een neutrale energiebalans zaten waar geen energiereserves in het lichaam werden gemobiliseerd voor melkproductie en geen energiereserves in het lichaam werden aangevuld.

In Tabel 1 zijn de relevante voederwaarden van de Engelse raaigraskuil, van het extensief geproduceerd graskuil en van het krachtvoer tegen elkaar uitgezet.

Tabel 1 *Gehalten en voederwaarden van gebruikte voedermiddelen in de acht scenario's.*

Voedermiddel	Bron	VEM [a] (/kg DS)	VEM2022 [b] (/kg DS)	DVE-91 [c] (g/kg DS)	RE [d] (g/kg DS)	OEB-91 [e] (g/kg DS)	VW [f] (/kg DS)
Graskuil (intensief) [g]	CVB	929	908	80	174	19	0,99
Graskuil (extensief/natuurinclusief) [h]	Westerink et al. (2024)	721	684	50	128	4	1,15
Krachtvoer [i]	Fabrikant	940	935	90	135	0	0,28

[a] VEM: Voeder Eenheid Melk. Dit geeft de netto energiewaarde van een voedermiddel weer gebaseerd op het oude VEM-systeem (van Es, 1975) waarbij de netto energiewaarde van 1 kg gerst op 1000 VEM is gezet.

[b] VEM2022: Voeder Eenheid Melk. Dit geeft de netto energiewaarde van een voedermiddel weer gebaseerd op het recent geactualiseerde VEM-systeem (Spek et al., 2025a) waarbij de netto energiewaarde van 1 kg gerst op 1000 VEM2022 is gezet.

[c] DVE-91: darm verteerbaar eiwit gehalte van het voedermiddel gebaseerd op het DVE-systeem ontwikkeld in 1991.

[d] RE: Ruw Eiwit gehalte van het voedermiddel.

[e] OEB-91: onbestendig eiwitbalans van het voedermiddel gebaseerd op het DVE-systeem ontwikkeld in 1991. Het geeft het tekort (indien het een negatieve waarde heeft) of overschot (indien het een positieve waarde heeft) van fermenteerbaar eiwit uit een voedermiddel wat door pensmicroben benut kan worden voor productie van microbieel eiwit. Het OEB-gehalte van een rantsoen moet daarom minimaal 0 g/kg DS zijn voor een optimale productie van microbieel eiwit.

[f] VW: Verzadigingswaarde. Een hoge VW-waarde betekent dat de koe minder van het voedermiddel kan opeten.

[g] graskuil afkomstig van grasland dat hoofdzakelijk bestaat uit Engels raaigras en wat bemest is binnen de toegestane bemestingsnormen.

[h] graskuil afkomstig van extensief gemanaged grasland met een lage bemesting, veelal een latere maaidatum, en een verscheidenheid aan soorten aan gras en kruiden.

[i] Gehalten van krachtvoer zijn uitgedrukt in g/kg product. Het DS-gehalte van krachtvoer is 880 g/kg.

In Tabel 2 zijn de aannames m.b.t. gewicht en VOC weergegeven voor de verschillende runderrassen en type koeien.

Tabel 2 *Aannames weergegeven voor de vier rascategorieën gebruikt in het scenario m.b.t. gewicht en voeropname capaciteit (VOC).*

Runderras	Type ras	Gewicht (kg)	VOC/d
Holstein	Melktype, zwaar	675[a]	16,0[b]
Montbeliarde, Fleckvieh	Dubbeldoel, zwaar	675	16,0[b]
Jersey	Melktype, licht	420[c]	13,3[e]
Fries-Hollands, Groninger Blaarkop	Dubbeldoel. licht	550[d]	14,0[e]

[a] Gewicht gebaseerd op Spek et al. (2022).

[b] VOC; voeropnamecapaciteit, gebaseerd op Blok et al. (2007).

[c] Gewicht gebaseerd op Coöperatie CRV gegevens 2010 – 2015

[d] Gewicht gebaseerd op website van de 'Vereniging van het Fries-Hollands rundvee ras'

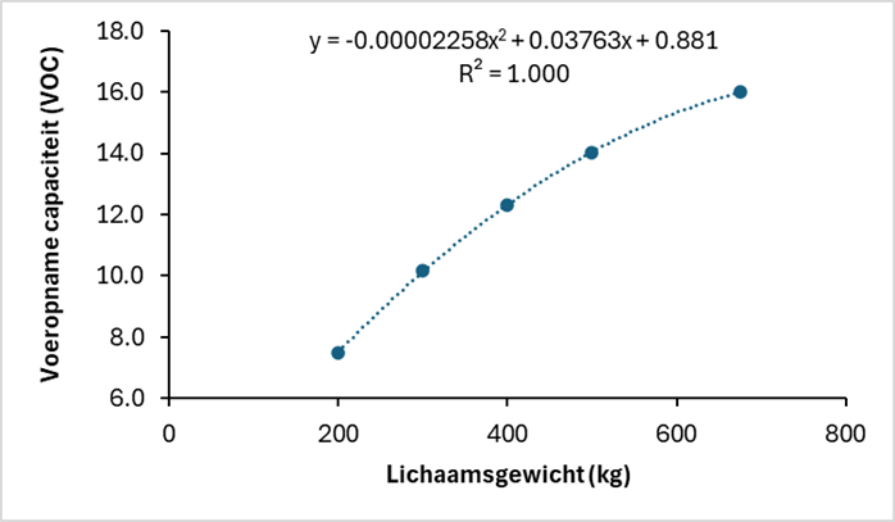
[e] VOC gebaseerd op een aantal aannames die in de tekst onder deze tabel staan beschreven.

Het CVB heeft geen VOC-waarden voor Jersey-koeien en Fries-Hollands/Groninger Blaarkop (omdat de Montbeliarde/Fleckvieh rassen een vergelijkbaar gewicht hebben als het Holstein ras is de VOC van Holstein ook toegepast voor de Montbeliarde/Fleckvieh rassen). Het is verder aannemelijk Dat VOC-waarden van Jersey-koeien en Fries-Hollands/Groninger Blaarkop koeien lager zijn dan voor Holstein koeien gezien het lagere lichaamsgewicht. Daarom zijn er aannames gemaakt met betrekking tot VOC waarden voor de Jersey en Fries-Hollands/Groninger Blaarkop runderrassen. Hiervoor is gebruik gemaakt van de relatie tussen DS opname en lichaamsgewicht (LG) bij jongvee volgens de formule ontwikkeld door Hoffman et al. (2008) voor Holstein jongvee:

DSO (kg/dier/d) = 15,36 × (1-EXP(-0,0022 × LG (kg)))
Waarbij:

- DSO: droge stof opname
- LG: Lichaamsgewicht (kg/dier)

Deze formule is ook toegepast door CVB in het berekenen van energie en eiwitbehoeftenormen voor jongvee (Spek et al., 2025b) en bleek ook goed in staat om de DS opname te schatten van Holstein jongvee in een recent uitgevoerde proef van het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO) van de Vlaamse overheid ((ILVO, 2023). Voor jongvee met gewichten van 200, 300, 400, en 500 kg zijn vervolgens DS-opnames berekend waarbij is uitgegaan van een VW-waarde van het rantsoen van 1,37 VW/kg DS. Deze VW-waarde komt overeen met grashooi met een matige kwaliteit en is voldoende voor jongvee om aan hun energiebehoefte te kunnen voldoen. Bij elk jongveegewicht is vervolgens een VOC-waarde berekend door de berekende DS-opname te vermenigvuldigen met de VW-waarde 1,37. Vervolgens is aan deze reeks van gewicht-VOC combinaties het koegewicht van 675 toegevoegd en de bijbehorende VOC-waarde 16,0. Op deze data is vervolgens een relatie gefit tussen LG en VOC. Deze relatie is weergegeven in Fig. 1 en deze relatie is gebruikt voor het schatten van de VOC van de Fries-Hollands/Groninger Blaarkop runderrassen en de Jersey koe.



Figuur 1 *Relatie tussen lichaamsgewicht (kg) en voeropnamecapaciteit (VOC). Zie beschrijving tekst boven deze figuur voor verdere uitleg.*

Voor het Jersey ras is de op deze manier geschatte VOC waarde verder vermenigvuldigd met een factor 1,1 vanwege het feit dat uit een aantal studies blijkt dat de aldus berekende VOC waarschijnlijk resulteert in een onderschatting. Uit een studie van Prendiville et al (2010) bleek bijvoorbeeld een opname van DS uit gras van 3,4 kg per 100 kg lichaamsgewicht voor Holstein-koeien en 4,03 kg per 100 kg lichaamsgewicht voor Jersey-koeien (een 18,5% hogere grasopname voor de Jersey-koe). Uit onderzoek van Kristensen et al. (2015) bleek verder een DS-opname van 3,75 kg per 100 kg lichaamsgewicht voor Holstein-koeien en 4,54 kg DS per 100 kg lichaamsgewicht voor Jersey-koeien (een 21,1% hogere voeropname voor de Jersey koe). Uit onderzoek van Santana et al. (2024) bleek verder een DS-opname van 3,6 kg per 100 kg lichaamsgewicht voor Holstein-koeien en 4,0 kg DS per 100 kg lichaamsgewicht voor Jersey-koeien (een 11,1% hogere grasopname voor de Jersey koe). Uit onderzoek van Xue et al. (2011) bleek dat de DS-opname per eenheid lichaamsgewicht van de Jersey-Holstein kruising 8,8% groter was dan van de Holstein-koe. Daarentegen bleek uit ongepubliceerd onderzoek van Šebek et al. (2023) dat de waargenomen VW-opname van 12,5 goed overeenkwam met de voorspelde VOC (o.b.v. Fig. 1) van 12,3. Op basis van deze vijf studies is ervoor gekozen om de voorspelde VOC voor Jerseys (voorspeld met behulp van de regressieformule in Fig. 1) te vermenigvuldigen met een factor 1,1.

De volgende CVB rekenregels zijn gebruikt voor het berekenen van de VEM2022-behoeften voor Holstein en Jersey koeien (Spek et al., 2025a):

VEM2022-behoefte onderhoud (VEM2022/dier/d) = 52.2 × $LG^{0.75}$ (kg)
VEM2022-behoefte melkproductie (VEM2022/dier/d) = 390 × FPCM (kg)
VEM2022-behoefte jeugdgroei (VEM2022/dier/d) = 330 VEM2022/d
VEM2022-behoefte dracht (VEM2022/dier/d) = 416 VEM2022/d
Waarbij:

- VEM2022 = voeder eenheid melk
- $LG^{0.75}$ = metabool lichaamsgewicht
- FPCM = meetmelk productie of vet-en-eiwit gecorrigeerde melkproductie gebaseerd op melk met 4% vet (kg/koe/d)

De volgende CVB rekenregels zijn gebruikt voor het bereken van de oude VEM-behoeftenormen voor Fries-Hollands/Groninger Blaarkop en Montbeliarde/Fleckvieh koeien (CVB, 2012):

VEM-behoefte onderhoud + melkproductie (VEM/dier/d) = (42,4 × $LG^{0.75}$ + 442 × FPCM) × (1 + (FPCM – 15) × 0,00165)
VEM-behoefte jeugdgroei (VEM/dier/d) = 374 VEM/d
VEM-behoefte dracht (VEM/dier/d) = 472 VEM/d

2.2.2 Voederproef

Aanvullend op de scenarioberekeningen zijn voor punt 2 resultaten uit een ongepubliceerde studie van WLR (Šebek et al., 2023; conceptversie) geanalyseerd waarin 2 voederproeven zijn uitgevoerd met melktypische Holstein- en Jersey-koeien en dubbeldoel koeien van het Groninger Blaarkop ras. In deze twee proeven kregen lacterende koeien rantsoenen met zowel regulier Engels raaigraskuil als natuurinclusief graskuil. Het doel was om de methaanemissie te meten en rantsoenen met extensief/natuurinclusief geproduceerd gras te vergelijken met rantsoenen op basis van regulier gras. De resultaten van deze voederproeven zijn beschreven in sectie 3.2.2 van dit rapport.

In deze studie zijn ook drie runderrassen met elkaar vergeleken, namelijk Holstein (melktypisch zwaar ras), Jersey (melktypisch licht ras) en Groninger Blaarkop (dubbeldoel, licht ras). In de eerste proef werden alle drie de rassen met elkaar vergeleken maar omdat de Groninger Blaarkop koeien verder in lactatie waren bleek het niet mogelijk om de voerefficiëntie van deze dieren te vergelijken met de voerefficiëntie resultaten van de Jersey en Holstein-koeien omdat het waarschijnlijk was dat de Groninger Blaarkop koeien relatief meer energie vastlegden in groei en dracht. Omdat deze energievastlegging in groei en dracht niet is gemeten, kon hier ook niet voor gecorrigeerd worden. Daarom werd een tweede proef opgezet waarin Holstein en Groninger Blaarkop koeien met elkaar zijn vergeleken bij een vergelijkbaar lactatiestadium. In beide proeven werd reguliere graskuil in toenemende mate uitgewisseld met extensief geproduceerd graskuil, en werd krachtvoer bijgevoerd om een gewenst melkproductieniveau te realiseren (~20 kg FPCM voor Holstein-koeien en 16 kg voor Jersey-koeien in de eerste proef). In de eerste proef is reguliere graskuil (VEM-gehalte van 928 VEM/kg DS) uitgewisseld tegen twee partijen extensief/natuurinclusief geproduceerd graskuil met VEM-gehalten van respectievelijk 636 en 564 VEM per kg DS. In de tweede proef is reguliere graskuil (mix van graskuil met een VEM-gehalte van 879 VEM/kg DS en 924 VEM/kg DS) uitgewisseld tegen twee partijen extensief/natuurinclusief geproduceerd graskuil met VEM-gehalten van respectievelijk 739 en 824 VEM per kg DS.

Om de voerefficiëntie van de Holstein, Jersey en Groninger blaarkop koeien met elkaar te vergelijken, is de VEM-dekking en VEM2022-dekking berekend. De VEM-dekking of VEM2022-dekking wordt berekend als 100 × de netto energie opname (VEM-systeem voor de Holstein en Jersey koeien en VEM2022-systeem voor de Groninger blaarkop koeien) te delen door de berekende VEM- of VEM2022-behoefte van deze dieren. Een VEM- of VEM2022-dekking hoger dan 100 betekent dat er meer voer is opgenomen dan wat is berekend als de behoefte aan voer. Voor de berekening van VEM- en VEM2022-behoefte zijn dezelfde rekenregels als beschreven in sectie 2.21 gebruikt voor onderhoud en melkproductie, met uitzondering voor groei. In proef 1 was onduidelijk wat de energiebehoefte voor groei was en daarom is alleen rekening gehouden met de energiebehoefte voor onderhoud en melkproductie. In proef 2 is het gewicht van de koeien aan het begin en eind van de proef gemeten en hiermee kon een inschatting gemaakt worden van de groei. Deze groei bedroeg gemiddeld 500 g/d/koe voor de Holstein groep en 880 g/d/koe voor de Groninger Blaarkop groep. De VEM- en VEM2022-behoefte voor groei is gebaseerd op de energiebehoefteformule voor groei beschreven door van Vliet (1997) in een CVB documentatierapport.

2.3 Vertrapping van de graszode

Voor punt 3 (vertrapping van de graszode) is een korte literatuurstudie uitgevoerd waarbij met name gekeken is naar de relatie tussen koegewicht, hoefoppervlak, en druk per vierkante centimeter hoefoppervlak. Er is verder één studie gevonden waarin het effect van runderras op vertrapping van grasland zelf is onderzocht. De resultaten van dit derde onderdeel zijn beschreven in sectie 3.3 van dit rapport.

3 Resultaten en discussie

3.1 Gezondheid en welzijn van de koe

De Holstein koe is een melktypische koe die is gefokt om hoge melkproductieniveaus te realiseren, waarbij adequate voeding en verzorging nodig is om de hoge productie te realiseren. De Holstein koe staat bekend om haar hoge melkproductie en om haar drive om melk te produceren waarbij ze in de eerste maanden van lactatie in een negatieve energiebalans zit en energie uit het lichaam mobiliseert om melk te kunnen produceren. Deze mobilisatie van energie is substantieel. Bijvoorbeeld, uit onderzoek door Spek et al. (2022) bleek voor Holstein-koeien een gewichtsverlies van 25 kg (pariteit 1) tot 56 kg (pariteit 5), overeenkomend met een verlies in lichaamsgewicht van 4,3 en 7,7%. Rehak et al. (2012) observeerden bij Holstein-koeien een gemiddeld maximaal gewichtsverlies van 7,9%. Poncheki et al. (2015) observeerden bij Holstein-koeien maximale gewichtsverliezen van respectievelijk 8,4%, 6,6% en 7,3% voor koeien in hun eerste, tweede en derde lactatie. Hoge melkproductieniveaus, gepaard met een negatieve energiebalans en verlies in lichaamsgewicht, kan negatieve gevolgen hebben voor de gezondheid van het dier en leiden tot metabole ziekten zoals (slepende) melkziekte, (subklinische) ketosis, leververvetting (Esposito et al., 2014; Martens, 2023), verminderde vruchtbaarheid (Collard et al., 2000; Esposito et al., 2014; Martens, 2023) en verminderde klauwgezondheid (Collard et al., 2000). Op basis van de studie van Roche et al., (2009) kan verder geconcludeerd worden dat een afname van de body condition score (BCS; schaal 1 – 5; 1 zeer mager en 5 zeer vet) hoger dan 0,5 resulteert in een groter risico op verminderde vruchtbaarheid en een grotere kans op metabole aandoeningen terwijl de optimale BSC bij afkalven tussen de 3,0 en 3,25 ligt. Het is daarom van belang om de negatieve energiebalans zo klein mogelijk te houden.

Een belangrijke aanpak om de periode dat koeien in een negatieve energiebalans zitten te verkleinen is het verhogen van de energiedichtheid van het rantsoen. Dit kan gebeuren door een goede kwaliteit ruwvoer te voeren met een hoge verteerbaarheid zoals gras(kuil) van jong - gras en het bijvoeren van krachtvoer. Bijvoorbeeld, uit onderzoek van Roche et al. (2006) bleek dat voor grazende koeien op Engels raaigras met een hoge verteerbaarheid (organische stofverteerbaarheid van gemiddeld 84%) het bijvoeren van 3 of 6 kg krachtvoer per dag resulteerde in een sterke daling van het gewichtsverlies en een kortere negatieve energiebalans periode t.o.v. de behandeling waarin geen krachtvoer werd bijgevoegd. Zo was het gemiddelde gewichtsverlies 82, 71 en 64 kg voor de groepen Holstein-koeien die respectievelijk 0, 3 en 6 kg krachtvoer per dier per dag ontvingen naast de opname van vers gras. Verder was de negatieve energiebalans periode 70, 56 en 49 dagen voor de groepen Holstein-koeien die respectievelijk 0, 3 en 6 kg krachtvoer per dier per dag ontvingen naast het grazen. In het onderzoek van Roche et al. (2006) werden twee Holstein-typen met elkaar vergeleken, Nieuw-Zeelandse Holstein-koeien en Noord-Amerikaanse Holstein koeien. De Nieuw-Zeelandse melkkoeien hadden een eerder en sneller herstel van lichaamsconditie (zoals bleek uit de BCS) en gewicht t.o.v. van de Noord Amerikaanse Holstein koeien maar dit zou eventueel ook veroorzaakt kunnen door het feit dat de Nieuw-Zeelandse melkkoeien lichter waren dan de Noord Amerikaanse koeien (534 versus 623 kg bij afkalven) waardoor, verhoudingsgewijs per kg lichaamsgewicht, de Nieuw-Zeelandse koeien meer krachtvoer kregen. Het onderzoek van Roche et al. (2006) laat duidelijk zien dat pas afgekalfde grazende Holstein-koeien, naast ad libitum beschikbaarheid van vers gras met een hoge kwaliteit, krachtvoer nodig hebben om versneld uit een negatieve energiebalans te komen. Voor de Noord-Amerikaanse koeien bleek dat de koeien die 0 of 3 kg krachtvoer per koe per dag ontvingen zelfs na een lactatieperiode van 270 dagen nog niet volledig terug waren op het gewicht direct na afkalven terwijl dit wel het geval was voor de koeien die 6 kg krachtvoer per koe per dag ontvingen. Dit is een belangrijke observatie en hieruit blijkt dat Holstein koeien gefokt op hoge melkproducties mogelijk niet goed passen in een extensief systeem met gras(kuil) van een lage kwaliteit en schaars gebruik van krachtvoer vanwege het feit dat van dit type dieren de lichaamsconditie afneemt zonder de mogelijkheid om die verlies aan conditie te herstellen.

Een soortgelijke conclusie kan ook getrokken worden uit onderzoek van Dillon et al. (2003). Dillon et al. (2003) vergeleek de subpopulaties Nederlandse Holstein, Ierse Holstein (Castlelyons Holstein; ietwat minder melktypisch dan de Nederlandse Holstein koe), Franse Montbeliarde (dubbeldoel type) en Franse Normande (dubbeldoel type) bij lage input van krachtvoer. Dieren werden geweid (Engels raaigras) gedurende de voorjaar- en zomerperiode en kregen graskuil (Engels raaigras) gedurende de stalperiode. De input van krachtvoer was laag, rond de 650 kg per koe per jaar (rond de 2,1 kg krachtvoer per koe per lactatiedag). Uit de resultaten van Dillon et al. bleek dat de Nederlandse Holstein koe de meeste melk produceerde (5.994 kg per koe per lactatie) gevolgd door de Ierse Holstein koe (5.321 kg per koe per lactatie), de Franse Montbeliarde koe (5.119 kg per koe per lactatie) en de Franse Normande koe (4.561 kg per koe per lactatie). Uit dit onderzoek bleek dat de Body Condition Score (BCS) van de Nederlandse Holstein-koe sterk daalde van 3,04 voor afkalven tot 2,41 op 16 weken na afkalven en zelfs aan het eind van de lactatieperiode nauwelijks was hersteld (BCS van 2,45 aan het eind van de lactatieperiode). Daarentegen was de daling van de BCS van de Ierse Holstein-koe minder sterk (van 3,03 voor afkalven tot 2,70 op 16 weken na afkalven) en bleek ook aan het eind van de lactatie een BCS te hebben die dichter bij de BCS waarde voor afkalven lag (BCS van 2,81). De daling in BCS was verder het laagst voor het Montbeliarde ras (van een BCS van 3,34 voor afkalven naar een laagste BCS van 3,0 in week 8 na afkalven) en het Normande ras (van een BCS van 3,32 voor afkalven naar een laagste BCS van 3,02 in week 16 na afkalven). Dat melktypische Holstein-koeien, die hoofdzakelijk gras als voer aangeboden krijgen, veel lichaamsreserves mobiliseren voor melkproductie blijkt ook uit onderzoek van Bargo et al. (2002). In de studie van Bargo kregen hoogproductieve weidende koeien ad libitum toegang tot vers gras in de wei en 1 kg krachtvoer en al of niet een extra 8,6 – 8,7 kg DS aan krachtvoer bijgevoerd. Het bijvoeren van het krachtvoer resulteerde in een substantiële daling van niet-veresterde vetzuren (afgekort als NEFA's) of ook wel vrije vetzuren van 380,4 μeq per liter bloed naar 282,5 μeq per liter bloed. Deze NEFA's worden vrijgemaakt uit vetweefsel van de koe in het geval de koe meer energie verbruikt dan dat ze via de voeding binnenkrijgt.
De Jersey-koe is, net als de Holstein koe, een melktypische koe en een Jersey koe zou daarom, net als een Holstein koe, een sterk negatieve energiebalans kunnen hebben bij een grasrijk rantsoen met weinig input van krachtvoer. Uit resultaten van een studie van Rastani et al. (2001) lijkt het er echter op dat voor Jersey-koeien de negatieve energiebalans korter is en minder diep dan voor Holstein-koeien en dat het verlies aan lichaamsreserves relatief minder groot is. In de studie van Rastani et al. (2001) werden Holstein en Jersey koeien met elkaar vergeleken met betrekking tot energiebalansindicatoren zoals BCS, diepte van de onderhuids vetlaag, berekende energiebalans en NEFA's gedurende de periode rond afkalven (4 weken voor afkalven tot 18 weken na afkalven) waarbij beide groepen dieren hetzelfde rantsoen ontvingen. Uit dit onderzoek bleek dat Jersey koeien een kortere negatieve energiebalans hadden en ook dat de negatieve energiebalans minder groot was. Zo was het NEFA-gehalte het hoogst in week 1 na afkalven voor zowel Jersey als Holstein koeien maar was het NEFA-gehalte voor Holstein koeien een stuk hoger (503 μeq per liter bloed versus 277 μeq per liter bloed voor Jersey koeien. De daling in BCS van ongeveer 0,6 eenheden voor Holstein koeien was verder een stuk groter dan de daling in BCS bij Jersey koeien van ongeveer 0,2 eenheden. Verder produceerden de Holstein koeien gedurende de eerste 17 weken van de lactatie gemiddeld 1,90 kg meetmelk per kg DS-opname terwijl dit 1,72 kg meetmelk per kg DS-opname was voor de Jersey koeien wat ook een indicatie is dat Holstein koeien relatief meer lichaamsreserves mobiliseerde voor melkproductie.

Concluderend, in het geval een extensieve, natuurinclusieve melkveehouderij op veen inhoudt dat dieren met name gras gevoerd krijgen met een lage voederwaarde (lagere energiewaarde dan Engels raaigras) en lage input van krachtvoer (minder dan 4 kg per koe per lactatiedag naast gras) dan is het Holstein ras vanuit het perspectief van gezondheid en welzijn van het dier niet het meest geschikte ras vanwege het sterke verlies aan BCS na afkalven en het feit dat er onvoldoende tijd en ruimte is om dit verlies aan BCS weer goed te maken vóór de start van een volgende lactatie. Eventueel zou dit gecompenseerd kunnen worden door de tussenkalftijd te verlengen maar ook in dat geval blijft er de negatieve consequentie van een sterke daling van de BCS na afkalven, het mobiliseren van lichaamsreserves (met name vetten) en als gevolg mogelijke negatieve consequenties voor de gezondheid van het dier. Daarom is het gewenst om dieren te selecteren die minder gefokt zijn op het behalen van hoge melkproductieniveaus maar op dieren die bij laagwaardige rantsoenen de melkproductie verlagen in plaats van lichaamsreserves aan te spreken. Dubbeldoeldieren zoals het Fries-Hollands vee (FH), de Groninger Blaarkop (GB), Maas-Rijn-IJssel vee (MRIJ), Montbeliarde (MB) en Fleckvieh (FV) zijn dan bijvoorbeeld rassen waaraan gedacht kan worden en wellicht ook Jersey koeien.

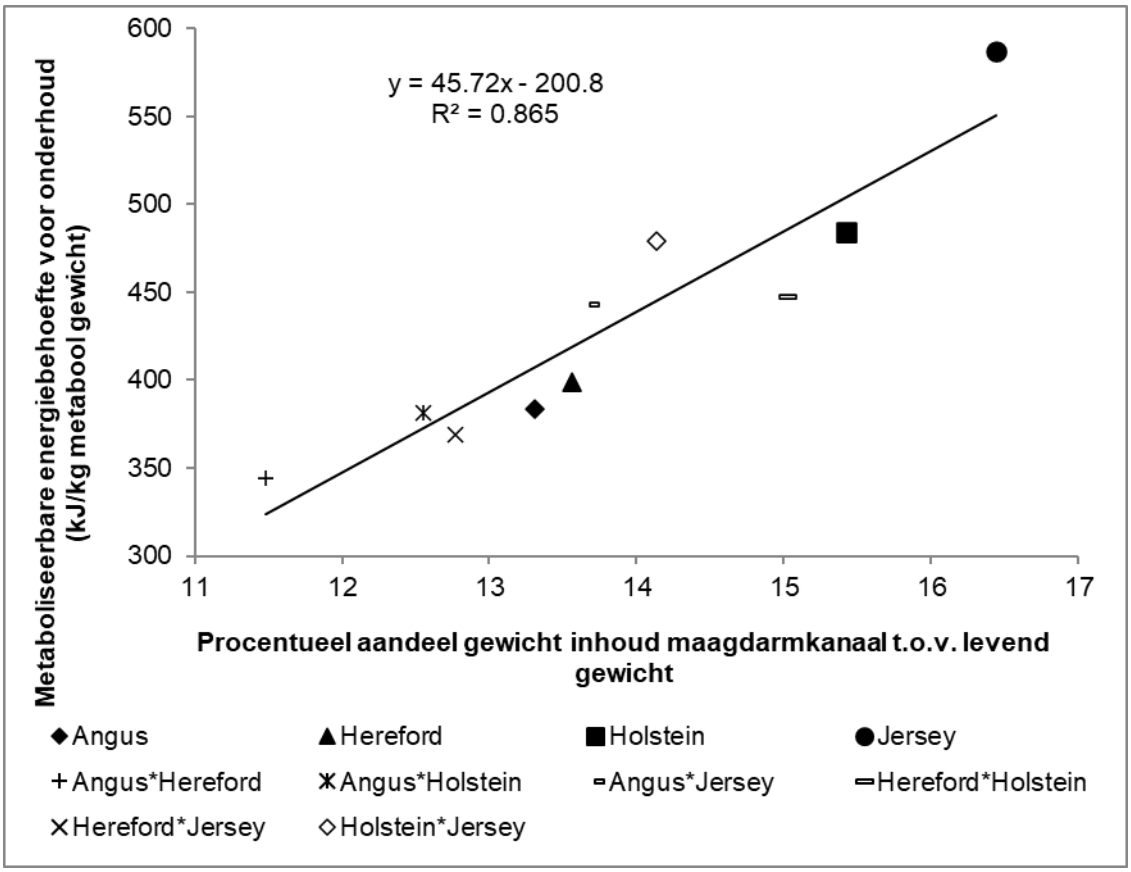
Ook is het een optie om binnen de Holstein populatie wereldwijd dieren te selecteren met een lagere piekproductie van melk en een bijbehorende lagere negatieve energiebalans. Het gebruiken van dubbeldoeldieren bevordert ook de diversiteit aan runderrassen terwijl gebruik van rassen als FH, GB en MRIJ ook bijdraagt aan het in stand houden van zeldzame huisdierrassen en het levend erfgoed.

3.2 Energiebenutting van natuurinclusieve graskuil voor melkproductie

Over het algemeen leidt een hogere voeropname en melkproductie tot een efficiëntere benutting van de voederenergie voor melkproductie. Dit komt doordat de onderhoudsenergiebehoefte van het dier wordt verdeeld over meer liters melk – een effect dat bekendstaat als de 'verdunning' van de onderhoudsenergie. Hierdoor gaat relatief meer energie uit het voer naar de melk in plaats van naar het onderhoud van het dier. Moderne Holstein-koeien hebben verder een hoge voeropnamecapaciteit. Voeropname niveaus van 25 – 30 kg droge stof (DS) per dag zijn niet ongebruikelijk. Echter, deze hoge voeropnames zijn alleen mogelijk voor kwalitatief hoogwaardige rantsoenen met een hoge verteerbaarheid. In de praktijk in Nederland komt dit neer op het voeren van een combinatie van snijmaiskuil en graskuil met een goede verteerbaarheid, aangevuld met krachtvoer en eventueel vochtrijke bijproducten. Dit kan toegelicht worden op basis van het CVB voeropname model wat ontwikkeld is om de voeropname van een rantsoen te kunnen voorspellen, het 'Voeropnamemodel Melkvee' (Blok et al., 2007). Op basis van dit voeropnamemodel heeft een 2^{e} pariteit melkkoe bijvoorbeeld een voeropnamecapaciteit (VOC) van 16,0 eenheden per dag. Verder wordt aan elk voedermiddel een verzadingswaarde gegeven (VW). Bijvoorbeeld, graskuil kan een VW waarde hebben van 1,0 wat betekent dat een koe 16,0 (berekend als 16,0 / 1,0) kg DS aan graskuil kan opnemen. Krachtvoer heeft een lage VW-waarde van ongeveer 0,3 VW per kg DS wat betekent dat het voeren van 3 kg DS aan krachtvoer er voor zorgt dat de koe slechts 1 kg DS aan graskuil minder opneemt, resulterend in een hogere voeropname. Dit voorbeeld maakt gelijk duidelijk waarom het voeren van krachtvoer naast het voeren van ruwvoer het mogelijk maakt om de voer- en energieopname te verhogen om te voorzien in de energiebehoefte van koeien met hoge melkproductieniveaus. Verder is de VW-waarde voor graskuil afhankelijk van de samenstelling van de graskuil, waarbij een graskuil met een hoog vezelgehalte en daardoor een lage energiewaarde zoals natuurinclusieve graskuil een hogere VW-waarde heeft dan reguliere graskuil (met een hoog aandeel Engels raaigras) met een lager vezelgehalte.

Extensief/natuurinclusief geproduceerd graskuil heeft gemiddeld een lage voederwaarde en een hoge VW-waarde t.o.v. goed verteerbare graskuil gebaseerd op Engels raaigras (Westerink et al., 2024). Dit maakt dat voor een extensief/natuurinclusief melkveebedrijf op het veen met een laag krachtvoergebruik het voordeel van een melktypische Holstein-koe ten opzichte van een dubbeldoeltype koe kleiner wordt en mogelijk zelfs resulteert in een nadeel met betrekking tot de omzetting van energie uit voer in melk. Dat een Holstein-koe zelfs minder voordelig kan zijn dan een dubbeldoeltype koe voor een extensief melkveebedrijf heeft te maken met het feit dat in de loop van de tijd de energiebehoefte voor onderhoud per kg metabool gewicht ($LG^{0.75}$) is toegenomen. Zo blijkt uit een studie van Moraes et al. (2015), gebaseerd op Noord Amerikaanse data met Holstein-koeien, dat de metaboliseerbare energie (ME) behoefte voor onderhoud is toegenomen van 500 kJ per kg metabool gewicht in de periode 1963 – 1973 naar 580 kJ per kg metabool gewicht in de periode 1974 – 1983 en naar 700 kJ per kg metabool gewicht in de periode 1984 – 1995. Veder blijkt uit Nederlands onderzoek dat de ME-behoefte voor onderhoud is toegenomen van 488 kJ/kg metabool gewicht (van Es, 1975) voor dubbeldoel type koeien, naar 562 kJ/kg metabool gewicht (Spek et al., 2025a) voor lacterende Holstein-koeien. Een verklaring voor de toename in energiebehoefte per kg metabool gewicht ligt mogelijk in het verschil in lichaamssamenstelling tussen melktypische rassen zoals de moderne Holstein koe en dubbeldoelrassen. De verklaring is dan dat bij melktypische rassen een groter aandeel van het gewicht bestaat uit verteringsorganen met een hoge energetische energiebehoefte. Dit blijkt bijvoorbeeld uit een studie van Solis et al. (1988) waarin is gekeken naar de energiebehoefte voor onderhoud van een aantal runderrassen, namelijk Angus, Hereford, Holstein, en Jersey en hun kruisingen. De volwassen, droogstaande, guste (niet-drachtige) dieren werden gevoerd op een niveau waarbij het gewicht constant bleef en de energie van het gevoerde voer op dat niveau werd dan beschouwd als de energiebehoefte voor onderhoud. Tevens werd gemeten wat het leeg lichaamsgewicht was van de dieren (het gewicht van de dieren exclusief het gewicht van de inhoud van het maag-darmkanaal).

In Fig. 2 is de relatie tussen het procentuele aandeel van het gewicht van het maagdarmkanaal uitgezet tegen de metaboliseerbare energiebehoefte voor onderhoud. Uit de relatie weergegeven in Fig. 2 blijkt een duidelijke positieve correlatie tussen het aandeel digesta in het maagdarmkanaal t.o.v. het lichaamsgewicht en de metaboliseerbare energiebehoefte per kilogram metabool gewicht. In Fig. 2 heeft de Jersey-koe de hoogste energiebehoefte voor onderhoud en het hoogste procentuele aandeel digesta van het lichaamsgewicht gevolgd door de Holstein-koe.

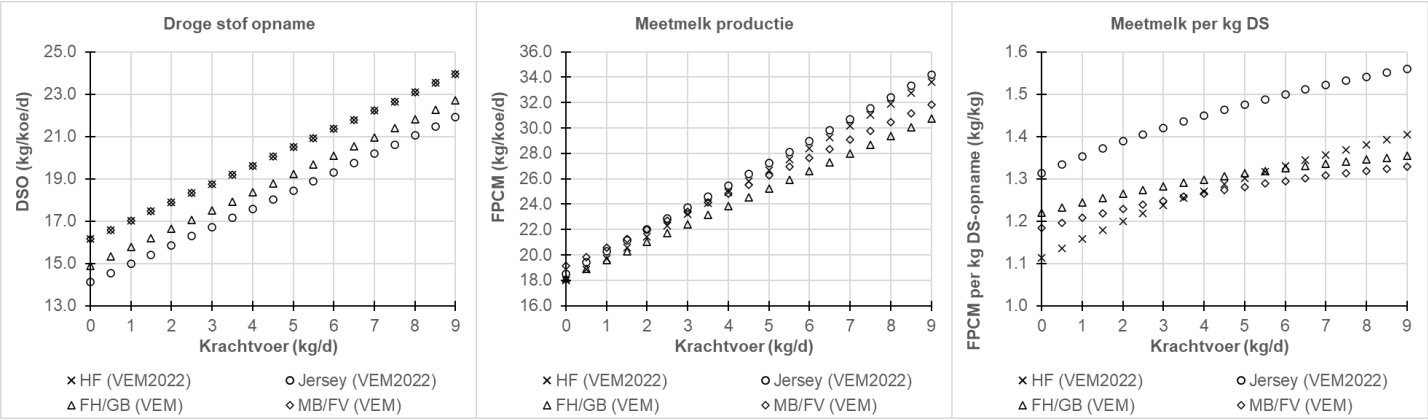


Figuur 2 *Relatie tussen de metaboliseerbare energiebehoefte voor onderhoud (kJ/kg metabool lichaamsgewicht) en het procentuele aandeel gewicht van de inhoud van het maagdarmkanaal t.o.v. het levend gewicht voor volwassen guste Angus, Hereford, Holstein, en Jersey koeien en hun kruisingen (Solis et al., 1988).*

De combinatie van een toegenomen gewicht en een toegenomen energiebehoefte voor onderhoud per kg metabool gewicht zorgt ervoor dat de energiebehoefte voor onderhoud van een moderne Holstein koe waarschijnlijk hoger is dan de energiebehoefte voor onderhoud van een dubbeldoeltype koe per kg metabool gewicht. Dit is geen probleem in het geval van hoge melkproductieniveaus vanwege de sterke verdunning van de onderhoudsenergie over de vele liters melk. Echter, in het geval van een natuurinclusief/extensief scenario met lage voeropnameniveaus (vanwege hoge VW-waarden van het gras) en lage melkproductieniveaus is een moderne Holstein koe mogelijk minder efficiënt in het omzetten van gras in melk dan een dubbeldoel koe. Dit komt door de hogere energiebehoefte voor onderhoud per kg metabool gewicht en vanwege het hogere lichaamsgewicht van een Holstein koe (675 kg) t.o.v. een koegewicht van een dubbeldoel koe zoals een Fries-Hollandse koe met een gewicht van 500 - 550 kg (www.friesholland s.nl).

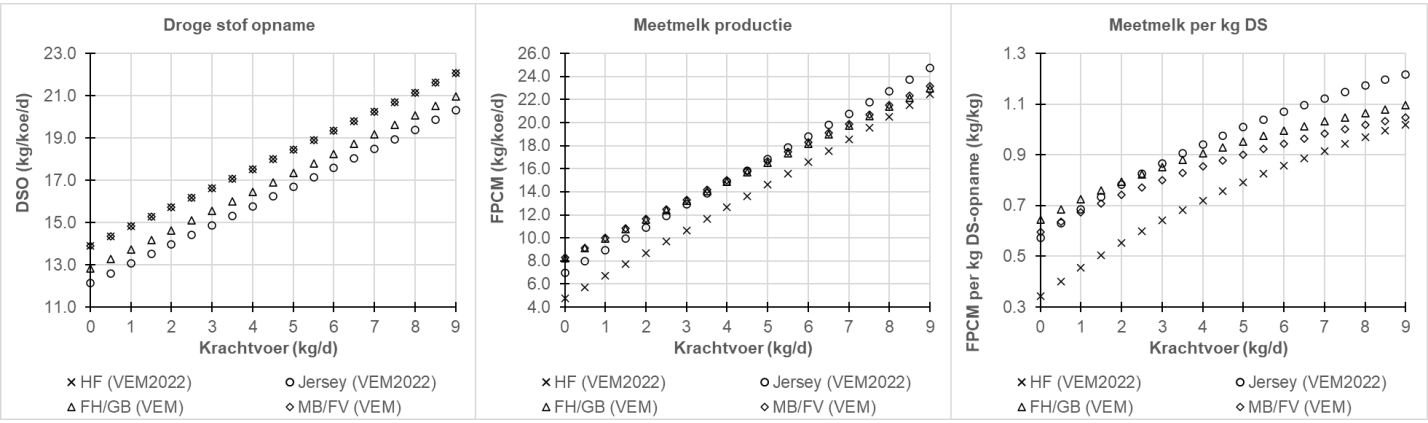
3.2.1 Scenariostudie

In Fig. 3 zijn de resultaten weergegeven voor droge stof opname (DSO; kg/koe/d), FPCM (kg/koe/d) en FPCM per kg DS-opname met regulier Engels raaigraskuil als ruwvoerbron en bij toenemende hoeveelheden krachtvoer voor Holstein, Jersey, Fries-Hollandse/Groninger Blaarkop, en Montbeliarde/Fleckvieh koeien.



Figuur 3 *Berekende droge stof opname (DSO; kg/koe/d) (linkse paneel), meetmelk productie (FPCM; kg/koe/d) (middelste paneel) en FPCM per kg DS-opname (rechtse paneel) met* <u>*regulier Engels raaigraskuil als ruwvoerbron*</u> *en bij toenemende hoeveelheden krachtvoer (0 – 9 kg) voor* Holstein (HF)*, Jersey,* Fries-Hollands/Groninger Blaarkop (FH/GB) *en Montbeliarde/Fleckvieh (MB/FV) koeien. Voor* Holstein *en Jersey is gerekend met het in 2022 geactualiseerde energiewaarderingssysteem voor melkkoeien gebaseerd op* Holstein *gegevens (VEM2022-systeem) terwijl voor de FH/GB en MB/FV koeien gerekend is met het oude energiewaarderingsysteem ontwikkeld in 1975 (VEM-systeem).*

In Fig. 4 zijn de resultaten weergegeven voor DSO, FPCM en FPCM per kg DS-opname met natuurinclusieve graskuil als ruwvoerbron en bij toenemende hoeveelheden krachtvoer voor Holstein, Jersey, Fries-Hollands/Groninger Blaarkop, en Montbeliarde/Fleckvieh koeien.



Figuur 4 *Berekende doge stof opname (DSO; kg/koe/d) (linkse paneel), meetmelk productie (FPCM; kg/koe/d) (middelste paneel) en FPCM per kg DS-opname (rechtse paneel) met* <u>*extensief/natuurinclusief geproduceerd graskuil*</u> *als ruwvoerbron en bij toenemende hoeveelheden krachtvoer (0 – 9 kg) voor* Holstein (HF)*, Jersey,* Fries-Hollands/Groninger Blaarkop (FH/GB) *en Montbeliarde/Fleckvieh (MB/FV) koeien. Voor* HF *en Jersey is gerekend met het in 2022 geactualiseerde energiewaarderingssysteem voor melkkoeien gebaseerd op* Holstein *gegevens (VEM2022-systeem) terwijl voor de* FH/GB *en MB/FV koeien gerekend is met het oude energiewaarderingsysteem ontwikkeld in 1975 (VEM-systeem).*

Uit figuren 3 en 4 blijkt dat, indien regulier Engels raaigraskuil gevoerd wordt het toepassen van de oude VEM-rekenregels voor de Fries-Hollands/Groninger Blaarkop en *Montbeliarde/Fleckvieh* type koeien (oude VEM-rekenregels zijn gebaseerd op dubbeldoel type koeien) resulteert in berekende FPCM-productieniveaus per kg DS voer die min of meer vergelijkbaar zijn met berekende FPCM-productieniveaus per kg DS voer van melktypische Holstein-koeien, met name bij een lage krachtvoergift. Indien extensief gemanaged graskuil (natuurinclusieve graskuil) gevoerd wordt blijkt een veel lager FPCM productieniveau voor alle rassen. Echter, het toepassen van de oude VEM-rekenregels voor de Fries-Hollands/Groninger Blaarkop en *Montbeliarde/Fleckvieh* type koeien resulteert in berekende FPCM-productieniveaus per kg DS voer die hoger zijn dan berekende FPCM-productieniveaus per kg DS voer van melktypische Holstein-koeien.

Er is een eenvoudige verklaring voor deze hogere berekende FPCM-productie per kg DS voer voor de dubbeldoeltype koeien (Fries-Hollands/Groninger Blaarkop en *Montbeliarde/Fleckvieh*) bij het voeren van natuurinclusief graskuil terwijl dit niet het geval is bij het voeren van reguliere Engels raaigraskuil. Deze verklaring is dat voor de moderne Holstein-koe een hogere energiebehoefte voor onderhoud wordt ingerekend dan voor de Fries-Hollands/Groninger Blaarkop koeien waardoor, bij het voeren van een laagwaardig natuurinclusief graskuilrantsoen, er relatief minder energie beschikbaar is voor melkproductie dan het geval is voor de Fries-Hollandse koe. De verklaring dat de berekende FPCM productie per kg opgenomen DS voor de Jersey hoger ligt dan voor de Holstein koe voor zowel het scenario waarin Engels raaigraskuil wordt gevoerd als het scenario dat natuurinclusief graskuil wordt gevoerd is een combinatie van een lager lichaamsgewicht en een hogere voeropnamecapaciteit per kg gewicht. In het geval de factor van 1,1, waarmee de berekende voeropnamecapaciteit van de Jersey koe in het scenario is verhoogd, wordt verwijderd dan heeft de Jersey koe ten opzichte van de Holstein koe nog steeds een hogere FPCM-productie per kg opgenomen DS maar het verschil wordt dan met 39% verkleind voor het scenario waarin Engels raaigraskuil wordt gevoerd. Voor de natuurinclusief graskuil scenario's zijn de Jersey en Fries-Hollands/Groninger Blaarkop en Montbeliarde/Fleckvieh type runderrassen vergelijkbaar met betrekking tot berekende FPCM-productie per kg opgenomen DS, met name bij een lagere krachtvoergift, waaruit blijkt dat het voordeel van de Jersey koe met betrekking tot een grotere voeropnamecapaciteit per kg lichaamsgewicht wordt gecompenseerd door het voordeel van de dubbeldoel koe met betrekking tot een lagere energiebehoefte voor onderhoud per kg metabool lichaamsgewicht.

Bovengenoemde scenario's laten zien dat voor extensief/natuurinclusief graskuil gebaseerde rantsoenen het Jersey ras en de dubbeldoel typen Fries-Hollands/Groninger Blaarkop en *Montbeliarde/Fleckvieh* mogelijk interessante alternatieven zijn als rassen ten opzichte van het zeer melktypische Holstein ras met betrekking tot de omzetting van energie uit gras in melk. Voorzichtigheid is echter wel geboden bij bovenstaande scenariostudie. Zo is er de aanname gemaakt dat de energiebehoefte voor onderhoud en melkproductie voor Jersey-koeien hetzelfde is als voor Holstein-koeien. Deze aanname wordt overigens wel bevestigd uit onderzoek van Xue et al. (2011) waaruit naar voren kwam dat er geen verschil is tussen Holstein en Jersey-Holstein kruisingen met betrekking tot energieverteerbaarheid van voer en de efficiency waarmee metaboliseerbare energie wordt omgezet in melk. Echter dit is slechts één studie en een bevestiging van deze bevinding door andere studies is gewenst.

Misschien wel de belangrijkste aanname is dat de energiebehoeftenormen voor Holstein-koeien gebaseerd op recent onderzoek (Spek et al., 2022) ook van toepassing zijn voor scenario's waarin Holstein-koeien weinig melk produceren. Zo blijkt uit onderzoek van Smith en Baldwin (1974) dat het gewicht van metabool actieve organen met een hoge energieconsumptie per kg gewicht van lacterende koeien zoals de lever, hart, nieren, uier, longen, pens, boekmaag, lebmaag, darmen, en milt ongeveer 20% zwaarder zijn dan dezelfde organen bij droogstaande koeien. Het is dus goed mogelijk dat hoogproductieve koeien een hogere energiebehoefte per kg metabool lichaamsgewicht hebben dan laagproductieve koeien en dat dit onafhankelijk is van type koe (melktypisch of dubbeldoel). Aan de andere kant vonden Morris en Kononoff (2021) geen significant verschil in ME-behoefte voor onderhoud tussen droogstaande en lacterende Jersey-koeien. Om hier meer zekerheid in te krijgen zijn experimenten (voederproeven) gewenst waarin melktypische rassen en dubbeldoelrassen met elkaar worden vergeleken met betrekking tot energiebenutting van laagwaardig ruwvoer zoals natuurinclusief gras in combinatie met lage krachtvoergiften.

3.2.2 Voederproef

Eén zo'n voederpoef om het verschil in benutting van reguliere graskuil en natuurinclusieve graskuil tussen Holstein, Jersey en dubbeldoelkoeien te bepalen is uitgevoerd door Šebek et al (2023; conceptversie). In deze studie zijn twee voederproeven uitgevoerd met als doel om methaanemissie in lacterende koeien van rantsoenen met extensief/natuurinclusief geproduceerd gras versus regulier gras met elkaar te vergelijken. In deze studie zijn ook drie runderrassen met elkaar vergeleken, namelijk Holstein (melktypisch zwaar ras), Jersey (melktypisch licht ras) en Groninger Blaarkop (dubbeldoel, licht ras). In de eerste proef werden alle drie de rassen met elkaar vergeleken maar omdat de Groninger Blaarkop koeien verder in lactatie waren bleek het niet mogelijk om de resultaten van deze dieren te vergelijken met de resultaten van de Jersey en Holstein-koeien (doordat het waarschijnlijk was dat de Groninger Blaarkop relatief meer energie vastlegt in groei en dracht en deze energievastlegging niet is gemeten).

Daarom werd een tweede proef opgezet waarin Holstein en Groninger Blaarkop met elkaar zijn vergeleken bij een vergelijkbaar lactatiestadium. In beide proeven werd reguliere graskuil in toenemende mate uitgewisseld met extensief geproduceerd graskuil en werd krachtvoer bijgevoerd om een gewenst melkproductieniveau te realiseren (~20 kg FPCM voor Holstein-koeien en 16 kg voor Jersey-koeien in de eerste proef). In de eerste proef is reguliere graskuil (VEM-gehalte van 928 VEM/kg DS) uitgewisseld tegen twee partijen extensief/natuurinclusief geproduceerd graskuil met VEM-gehalten van respectievelijk 636 en 564 VEM per kg DS. In de tweede proef is reguliere graskuil (mix van graskuil met een VEM-gehalte van 879 VEM/kg DS en 924 VEM/kg DS) uitgewisseld tegen twee partijen extensief/natuurinclusief geproduceerd graskuil met VEM-gehalten van respectievelijk 739 en 824 VEM per kg DS.

In Tabel 3 wordt een kort overzicht gegeven van de resultaten van de eerste proef uit de studie van Šebek et al (2023). In Tabel 4 wordt een kort overzicht gegeven van de resultaten van de tweede proef uit de studie van Šebek et al (2023). In Tabellen 3 en 4 wordt ook de VEM- en VEM2022-dekking weergegeven als een percentage.

Tabel 3 *Overzicht van proefuitkomsten van proef 1 uit de studie van Šebek et al (2023) waarin natuurinclusief graskuil is uitgewisseld tegen regulier graskuil.*

	Holstein	**Jersey**
Koegewicht (kg)	611	398
Droge stof opname (DSO; kg/koe/d)	19,4±1.4	15,6±1,1
Krachtvoer (kg/koe/d)	7,4±1,5	6,4±1,2
FPCM (kg/koe/d)	20,5±0,8	18,5±1,1
FPCM: DSO ratio	1,06±0,08	1,19±0,10
VEM (/kg DS)	917±28	923±30
VEM2022 (/kg DS)	896±30	901±32
Ruw eiwit (g/kg DS)	152±11	152±10
VEM-dekking (%)	127±8,4	124±9,4
VEM2022-dekking (%)	120±7,9	118±8,9
VW (/d)	15,9±1,42	12,5±0,98

Tabel 4 *Overzicht van proefuitkomsten van proef 2 uit de studie van Šebek et al (2023) waarin natuurinclusief graskuil is uitgewisseld tegen regulier graskuil.*

	Holstein	**Groninger Blaarkop**
Koegewicht begin proef (kg)	644	551
Koegewicht eind proef (kg)	671	600
Groei (g/d)	500	880
Droge stof opname (kg/koe/d)	21,0±0,7	20,1±0,6
Krachtvoer (kg/koe/d)	6,7±0,5	5,3±0,4
FPCM (kg/koe/d)	26,9±1,0	18,0±0,8
FPCM: DSO ratio	1,28±0,05	0,90±0,04
VEM (/kg DS)	923±11	912±13
VEM2022 (/kg DS)	900±12	888±14
Ruw eiwit (g/kg DS)	167±7	168±8
VEM-dekking (%)	101±3,6	112±3,3
VEM2022-dekking (%)	98±3,6	106±3,1
VW (/kg DS)	17,2±0,48	17,2±0,58

De berekende VEM- en VEM2022-dekking van proef 1, weergegeven in Tabel 3 suggereert dat de energiebehoefteformule voor VEM2022 (formule gebaseerd op Holstein data) ook gebruikt kan worden voor Jersey-koeien gezien het feit dat de VEM2022-dekking van de Holstein- en Jersey-koeien vergelijkbaar zijn (120% voor Holstein-koeien en 118% voor Jersey koeien), aangenomen dat Holstein en Jersey-koeien een vergelijkbare energiebalans hadden met betrekking tot groei.

De positieve VEM2022-dekking suggereert verder dat de dieren in een positieve energiebalans zaten en energie aanzetten in lichaamsweefsel gedurende de meetperiode. In overeenstemming met de scenariostudie bleken de Jersey koeien meer meetmelk te produceren per kg opgenomen DS dan Holstein-koeien (1,19 kg FPCM per kg DS voor de Jersey groep ten opzichte van 1,06 kg FPCM per kg DS voor de Holstein groep). De berekende VEM- en VEM2022-dekking van proef 2 weergegeven in Tabel 4 is hoger voor de Groninger Blaarkop groep dan voor de Holstein groep. Dit is niet in overeenstemming met de scenariostudie waaruit bleek dat dubbeldoeltype koeien efficiënter zouden zijn bij toepassing van natuurinclusieve graskuilen. Echter, in de scenariostudie was het VEM-gehalte van de natuurinclusieve graskuil 721 VEM/kg DS en lager dan VEM-gehalten van natuurinclusieve graskuilen gebruikt in proef 2 in de studie van Šebek et al. (2023) met waarden van 739 en 824 VEM/kg DS. Verder werd er naast natuurinclusieve graskkuil ook reguliere graskuil bijgevoerd wat resulteerde in een gemiddeld VEM-gehalte van 912 VEM per kg DS in de studie van Šebek et al. (2023). Dit gemiddelde VEM-gehalte is substantieel lager dan het VEM-gehalte van 749 VEM per kg DS in de scenariostudie. Het feit dat in proef 2 de voederwaarde van natuurinclusief graskuil wat meer richting de voederwaarde van regulier graskuil ging plus het bijvoeren van 5 kg krachtvoer kan echter niet verklaren waarom de Groninger Blaarkop minder efficiënt was in het omzetten van energie uit voer in melk dan de Holstein koe. In de berekening van de VEM- en VEM2022-dekking is rekening gehouden met de energie vastgelegd in groei. Echter, voor deze groei is rekening gehouden met een gecombineerde aanzet van eiwit (met name spierweefsel) en vet waarbij voor aanzet van een kg spierweefsel minder energie nodig is dan voor de aanzet van een kg vet. Het is mogelijk dat de Groninger Blaarkop dieren in de studie van Šebek et al. (2023) vooral vet hebben aangezet waardoor de VEM- en VEM2022-behoefte voor groei te laag is ingeschat. Deze onderschatting van de VEM- en VEM2022-behoefte voor groei is een verklaring voor de hogere berekende VEM- en VEM2022-dekking voor de Groninger Blaarkop dieren.

Verder bleken de Groninger Blaarkop koeien in proef 2 een zeer hoge voeropnamecapaciteit te hebben die vergelijkbaar was met de Holstein-koeien (VW-opname van 17,2 per dag voor zowel de Holstein als Groninger Blaarkop koeien) terwijl het gewicht van de Groninger Blaarkop koe van 551 kg ten opzichte van 644 kg van de Holstein-koe in proef 2 een stuk lager ligt. Dit is opmerkelijk en verdere bevestiging van dit resultaat d.m.v. resultaten uit andere studies is gewenst. De hogere voeropname per kg lichaamsgewicht van de Groninger Blaarkop koe t.o.v. de Holstein-koe suggereert dat de voeropname capaciteit van de Groninger Blaarkop mogelijk wordt onderschat en dat de Groninger Blaarkop een grotere capaciteit heeft om extensief/natuurinclusief graskuil te consumeren dan Holstein koeien. Deze hogere voeropname van de Groninger Blaarkop inclusief de hogere groei suggereert dat in een natuurinclusief/extensief systeem de Groninger Blaarkop een goede keus kan zijn met betrekking tot gezondheid/welzijn doordat dit ras goed voor zichzelf zorgt wat ook blijkt uit de hogere gewichtstoename in proef 2.

Concluderend kan gezegd worden dat zowel uit scenarioberekeningen, als uit de studie van Šebek et al. (2023) gebaseerd op proef 1, blijkt dat Jersey-koeien efficiënter zijn in het omzetten van energie uit extensief/natuurinclusief geproduceerd gras in melk dan Holstein-koeien[4]. Ten tweede blijkt uit proef 2 uit de studie van Šebek et al. (2023) dat – in tegenstelling met de scenarioberekeningen - een dubbeldoeltype koe (in dit geval de Groninger Blaarkop) niet efficiënter hoeft te zijn in het omzetten van energie uit extensief geproduceerd gras dan een Holstein koe, met de kanttekeningen dat:

1. de voeropname van de Groninger Blaarkop in proef 2 opmerkelijk hoog was en verder onderzoek gewenst is om verdere bevestiging te krijgen of een Groninger Blaarkop koe inderdaad een hogere voeropnamecapaciteit heeft dan een Holstein-koe,
2. mogelijk de energiebehoefte voor groei voor de Groninger Blaarkop dieren is onderschat doordat deze dieren mogelijk met name vet hebben aangezet in plaats van een combinatie van eiwit en vet,
3. koeien in proef 2 ruim 5 kg krachtvoer ontvingen en dat deze hoeveelheden gevoerd krachtvoer resulteerde in een dusdanig hoog VEM-gehalte van het rantsoen waardoor het voordeel van een dubbeldoel koe ten opzichte van een Holstein-koe bij rantsoenen met lage VEM-gehalten (extensieve scenario' niet goed onderzocht kon worden.

[4] Jersey koeien zijn efficiënter, niet zozeer vanwege het feit dat de conversie van metaboliseerbare energie uit voer naar melk hoger ligt dan bij Holstein koeien maar vanwege het feit dat de Jersey koe een lager lichaamsgewicht heeft en een hogere voeropnamecapaciteit per kg gewicht wat resulteert in een relatief hoger aandeel energie in opgenomen voer wat beschikbaar is voor de productie van melk.

3.3 Effect van runderras op vertrapping van de graszode

Bij een nattere bodem vormt vertrapping van het weidegras een groter risico op de kwaliteit en kwantiteit van het veenweidegras. Om verschillen tussen runderrassen te beoordelen, wordt aangenomen dat de kans op vertrapping toeneemt naarmate de druk (gewicht per eenheid oppervlakte) groter is. Een zwaardere koe veroorzaakt dus niet per definitie meer vertrapping dan een lichtere koe, in het geval het klauwoppervlak van de zware koe groter is.
In onderzoek van Tuohy et al. (2014) zijn Holstein en Holstein-Jersey kruisingen met elkaar vergeleken met betrekking tot hoefopperval, gewichtsdruk van de hoeven(uitgedrukt in kPa) en vertrapping van grasland. De study van Tuohy et al. (2014) werd uitgevoerd op een klei-leem grond met een slechte waterdoorlating wat resulteerde in een vochtige, vertrappingsgevoelige bodem, mogelijk vergelijkbaar met veengrond met een hoge grondwaterstand. Het gemiddeld gewicht in de study van Tuohy et al. (2014) van de Holstein koe was 580 kg met een gemiddeld hoefoppervlakte van 0,027 m^2. Het gemiddeld gewicht van de Holstein-Jersey koe was 506 kg met een gemiddeld hoefoppervlakte van 0,023 m^2. De druk bleek 214 kPa te bedragen voor de Holstein koe en 218 kPa voor de Holstein -Jersey kruising en verschillen waren niet significant. Verder waren er geen verschillen in fysische bodemkenmerken na beweiding en werd schade door vertrapping niet beïnvloed door het runderras.
Er zijn verder een aantal studies uitgevoerd waarin gekeken is naar klauwoppervlak per runderras. Zo is er een studie uitgevoerd door de student Anna Koornneef in 2012 (Koornneef, 2012). In dit onderzoek is van 852 koeien direct na het klauwbekappen het hoefoppervlak van de rechterachterklauw gemeten, waarvan 533 Holstein , 31 Groninger Blaarkoppen, 32 Fries-Hollandse, 59 MRIJ, 44 Montbeliarde en 153 koeien van overige rassen. Gemiddelde klauwoppervlakten bedroegen 107, 96, 110, 107, 105 en 108 cm^2 per klauw voor respectievelijk de rassen Holstein, Groninger Blaarkop, Fries-Hollands vee, MRIJ, Montbeliarde en overig. Van 117 koeien was ook het gewicht geregistreerd. Helaas is in het onderzoek van Koornneef niet de druk per eenheid oppervlak voor elk runderras geregistreerd. Wel was er sprake van een duidelijke correlatie tussen gewicht en klauwoppervlak. Een ander onderzoek van belang is van Pauler et al. (2020) waarin drie rassen, Schotse hooglander (laag productief), Braunvieh (dubbeldoel ras, matig productief) en Angus-Holstein kruising (hoog productief) met elkaar vergeleken werden op begrazingskenmerken waaronder gewichtsdruk op de hoeven. In dit onderzoek bleek dat de Schotse hooglander een significant lagere gewichtsdruk per eenheid hoefoppervlakte had (98 kPa gebaseerd op een koegewicht van 364 kg en een totaal klauwoppervlak van 323 cm^2 per koe) dan de Braunvieh (118 kPa gebaseerd op een koegewicht van 562 kg en een totaal klauwoppervlak van 358 cm^2 per koe) en Angus-Holstein kruising (125 kPa gebaseerd op een koegewicht van 640 kg en een totaal klauwoppervlak van 390 cm^2 per koe). Verder bleek uit vergelijkend onderzoek van Delaby et al. (2024) dat Jersey-koeien een iets lagere gewichtsdruk per eenheid hoefoppervlakte had (162 kPa gebaseerd op een koegewicht van 389 kg en een totaal klauwoppervlak van 235 cm^2 per koe) dan het Normande ras (182 kPa gebaseerd op een koegewicht van 582 kg en een totaal klauwoppervlak van 314 cm^2 per koe) en het Holstein ras (183 kPa gebaseerd op een koegewicht van 600 kg en een totaal klauwoppervlak van 322 cm^2 per koe).

Concluderend kan gezegd worden dat, met uitzondering van de Schotse hooglander, de meeste onderzochte runderrassen, zowel Holstein als verschillende dubbeldoelrassen, een vergelijkbare gewichtsdruk per oppervlakte eenheid hoef hebben. In hoeverre andere ras/kudde-factoren zoals loop- en graasgedrag nog effect hebben op vertrapping van grasland is onduidelijk.

4 Conclusies

In het geval een extensieve/natuurinclusieve melkveehouderij op veen inhoudt dat dieren met name gras gevoerd krijgen met een lage voederwaarde (lagere energiewaarde dan Engels raaigras) en lage inputs van krachtvoer (minder dan 4 kg per koe per lactatiedag naast gras als enige bron van voer) dan is het Holstein ras vanuit het perspectief van gezondheid en welzijn van het dier waarschijnlijk niet het meest geschikte ras vanwege het sterke verlies aan lichaamsreserves na afkalven en de bijkomende negatieve consequenties voor de gezondheid van de koe. Om gezondheidsproblemen te voorkomen kan het een strategie zijn om dieren te selecteren die minder strikt gefokt zijn op alleen melkproductie, zoals de dubbeldoel runderrassen of Holstein koeien die minder melktypisch zijn. Dubbeldoel rassen worden niet alleen gefokt voor melkproductie, maar ook voor de opbrengst van vlees. Dubbeldoel rassen waaraan gedacht kan worden zijn de oorspronkelijke Nederlandse zeldzame rassen: Fries-Hollands vee, Groninger Blaarkop en Maas-Rijn-IJsselvee (MRIJ). Het gebruiken van dubbeldoeltype koeien zoals Fries-Hollands vee, Groninger Blaarkop en MRIJ bevordert ook de genetische diversiteit aan rundveerassen en draagt bij aan het behoud van zeldzame huisdierrassen en levend cultureel erfgoed. Verder blijkt zowel uit de scenarioberekeningen als uit de studie van Šebek et al. (2023) gebaseerd op proef 1 dat Jersey-koeien efficiënter zijn in het omzetten van energie uit extensief geproduceerd gras dan een Holstein koe. Uit de scenarioberekeningen blijkt verder dat gebruik van de oude CVB-rekenregels (*VEM-systeem*) voor het vaststellen van energiebehoeften voor melkkoeien vastgesteld in 1975 (van Es, 1975) en in deze studie gebruikt voor de dubbeldoel koeien, en de in 2022 geactualiseerde CVB-rekenregels (Spek et al., 2025a) en in deze studie toegepast op de Holstein- en Jersey-koeien (*VEM2022-systeem*), dat een dubbeldoelkoe efficiënter is in het omzetten van energie uit natuurinclusief gras in melk dan een Holstein-koe. Echter, resultaten uit proef 2 van de studie van Šebek et al. (2023) laten zien dat – in tegenstelling met de scenarioberekeningen - een dubbeldoeltype koe (in dit geval de Groninger Blaarkop) niet efficiënter hoeft te zijn in het omzetten van energie uit extensief geproduceerd gras dan een Holstein koe. De conflicterende resultaten tussen de scenariostudie en de resultaten uit de studie van Šebek et al. (2023) maken het lastig om een definitieve conclusie te trekken met betrekking tot verschillen in energiebenutting van energie uit natuurinclusief gras tussen Holstein-koeien en dubbeldoelrassen. Wat dat betreft is meer vergelijkend experimenteel onderzoek gewenst waarbij Holstein-koeien en dubbeldoel koeien dezelfde rantsoenen ontvangen, variërend van laag energetische rantsoenen zoals 100% natuurinclusief gras, tot rantsoenen met reguliere graskuil en hoge aandelen krachtvoer gedurende de verschillende lactatiestadia.

5 Overwegingen voor vervolgonderzoek

Uit deze studie blijkt dat de Jersey koe het meest efficiënt is in het omzetten van energie uit voer in melk. Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat, vanuit een economisch perspectief en alleen kijkend naar melkproductie, de Jersey koe beter presteert dan Holstein en dubbeldoelkoeien. Deze conclusie is echter mogelijk te kort door de bocht omdat het geen rekening houdt met andere inkomstenbronnen naast melk. Dubbeldoelkoeien genereren mogelijk meer opbrengst uit de verkoop van slachtdieren en kalveren die niet nodig zijn voor het in stand houden van de veestapel, zoals stierkalveren, of afzet van eigen vlees (meerwaarde). Voor een eerlijke economische afweging tussen rassen is het daarom belangrijk om in vervolgonderzoek naast inkomsten uit melk ook andere inkomstenbronnen mee te nemen.

Naast genetische variatie tussen runderrassen is er ook binnen het Holstein-ras genetische variatie in onder andere voerefficiëntie (Bonekamp et al., 2025) en de mate van een negatieve energiebalans (Dillon et al., 2003). Middels fokkerij zou deze variatie benut kunnen worden zodat ook Holstein-koeien passen binnen extensieve/natuurinclusieve bedrijfssystemen. Het is dan tevens relevant om te onderzoeken wat het effect is van selectie van Holstein-koeien op voerefficiëntie op de negatieve energiebalans en de voeropnamecapaciteit. Immers, een belangrijk voordeel van de Jersey koe ten opzichte van de andere rassen is het vermogen om veel voer op te nemen per kilogram lichaamsgewicht.

In dit rapport lag de focus op zuivere rassen. In de praktijk worden regelmatig kruisingen toegepast, waarbij een heterosiseffect kan optreden. Dit effect verwijst naar de verbeterde prestaties van nakomelingen ten opzichte van het gemiddelde van de ouderdieren.

Uit deze studie bleek er sprake te zijn van conflicterende resultaten tussen uitkomsten van de scenariostudie en de resultaten uit de studie van Šebek et al. (2023) waardoor er geen eenduidige conclusie kon worden getrokken over verschillen in energiebenutting van natuurinclusief gras tussen Holstein-koeien en dubbeldoelrassen. Vervolgonderzoek is daarom noodzakelijk. Idealiter zou in zo’n vervolgonderzoek dubbeldoeltype koeien gehuisvest worden in klimaatrespiratiecellen om heel precies op dierniveau de benutting van voer te kunnen meten en om heel precies in te kunnen schatten wat energiebehoeften zijn voor onderhoud, melkproductie en groei[5]. Dit respiratieonderzoek is echter kostbaar en per ras is hiervoor naar schatting 1 tot 1,5 miljoen euro nodig om betrouwbare gegevens te verkrijgen.

Een alternatieve, minder kostbare aanpak is om zowel Holstein-koeien als dubbeldoeltype koeien te huisvesten op proefbedrijven en op individueel niveau voeropname, melkproductie en lichaamsgewicht te registreren, bij verschillende rantsoenen. Deze gegevens kunnen vervolgens geanalyseerd worden op verschillen tussen gemeten en voorspelde voeropname op basis van bestaande rekenregels.
Als uit dit onderzoek blijkt dat dubbeldoelkoeien daadwerkelijk verschillen in energiebehoefte en/of energiebenutting ten opzichte Holstein-koeien, dan vormt dit een sterke onderbouwing om te investeren in klimaatrespiratieonderzoek.

[5] Voor Holstein-koeien is dit onderzoek recent uitgevoerd in 2022 gebaseerd op een dataset van klimaatrespiratieproeven. De klimaatrespiratieproeven in deze dataset zijn allemaal uitgevoerd met Holstein-koeien omdat dit het dominante koeras is in Nederland. Deze proeven zijn uitgevoerd met verschillende doelstellingen zoals het testen van maatregelen om emissie van methaan te reduceren, het meten van de benutting van nutriënten van voedermiddelen, enzovoort.

Literatuur

Bargo, F., L.D. Muller, J.E. Delahoy, en T.W. Cassidy. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. Journal of Dairy Science 85:1777-1792.

Blok, M.C., G. André, G.G. Brandsma, W.M. van Straalen, en G. van Duinkerken. 2007. Voeropnamemodel Melkvee, Versie 2007. CVB-Documentatierapport nr. 51.

Bonekamp, G., A.E. van Breukelen, J.J. Windig, J. Bal, S.J. Hiemstra, R.A.H. Hoving-Bolink, en M.A. Schoon, 2025. Fokdoelen en runderrassen voor natuurinclusieve melkveehouderij. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1555.

Collard, B.L., P.J.Boettcher, J.C.M. Dekkers, D. Petitclerc, and L.R. Schaeffer. 2000. Relationships between energy balance and health tratis of dairy cattle in early lactation. Journal of Dairy Science 83:2683-2690.

CVB, 2025. Tabellenboek Voeding Herkauwers 2025. Voedernormen Rundvee, Schapen, Geiten en voederwaarden voedermiddelen voor Herkauwers. CVB-reeks nr. 69.

CVB, 2012. Tabellenboek Veevoeding 2012. Voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarde veevoeders. CVB-reeks nr. 50.

Delaby, L., L. Leloup, M. Gaborit, C. Chaigne, en F. Launay. 2024. What is the hoof pressure exerted by different types of dairy cows at grazing? General meeting of the European Grassland Federation (EGF2024). Jun 2024, Leeuwarden, Netherlands. Dutch-Flemish Society for Grassland and Fodder Crops (NVWV), Grassland Science in Europe, 29, pp.553-555, 2024, Why grasslands?

Dillon, P., F. Buckle, P. O'Connor, D. Hegarty, en M. Rath. 2003. A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production 1. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. Livestock Production Science 83:21-33.

Esposito, G., P.C. Irons, and E.C. Webb. 2014. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. Animal Reproduction Science 144:60-71.

Hoffman, P.C., K.A. Weigel, and R.M. Wernberg. 2008. Evaluation of equations to predict dry matter intake of dairy heifers. Journal of Dairy Science 91:3699-3709.

ILVO 2023. Praktijkgids voederopname en nutriëntenbehoefte jongvee. ILVO mededeling D/2023/01.

Koornneef, A. 2012. Afstudeerrapport 'De ideale veenweidekoe'. Onderzoek naar de mogelijkheden van selectie op klauwoppervlak bij koeien. VIC Veenweiden Innovatiecentrum.

Kristensen, T., C. Jensen, S. Ostergaard, M.R. Weisbjerg, O. Aaes, and N.I. Nielsen. 2015. Feeding, production, and efficiency of Holstein-Friesian, Jersey, and mixed-breed lactating dairy cows in commercial Danish herds. Journal of Dairy Science 98:263-274.

Martens, H. 2023. Invited review: Increasing milk yield and negative energy balance: a Gordion know for dairy cows? Animals 2023, 13, 3097.

Moraes, L.E., E. Kebreab, A.B. Strathe, J. Dijkstra, J. France, D.P. Casper, en J.G. Fadel. Multivariate and univariate analysis of energy balance data from lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 98:4012-4029.

Morris, D.L., en P.J. Kononoff. 2021. Derivation of the maintenance energy requirements and efficiency of metabolizable energy utilization for dry and lactating Jersey cows. Journal of Dairy Science 104:9726-9734.

Pauler, C.M., J. Isselstein, J. Berard, T. Branubeck, en M.K. Schneider. 2020. Grazing allometry: anatomy, movement, and foraging behavior of three cattle breeds of different productivity. Frontiers in Veterinary Science. 7:494.

Poncheki, J. K., M. L. S. Canha, S. L. Viechnieski, en R. d. Almeida. 2015. Analysis of daily body weight of dairy cows in early lactation and associations withproductive and reproductive performance. Revista Brasileira de Zootecnia 44:187-192.

Prendiville, R., E. Lewis, K.M. Pierce, en F. Buckley. 2010. Comparative grazing behavior of lactating Holstein-Friesian, Jersey, and Jersey × Holstein-Friesian dairy cows and its association with intake capacity and production efficiency. Journal of Dairy Science 93:764-774.

Rastani, R.R., S.M. Andrew, S.A. Zinn, en J Sniffen. 2001. Body composition and estimated tissue energy balance in Jersey and Holstein cows during early lactation. Journal of Dairy Science 84:1201-1209.

Rehak, D., J. Volek, L. Barton, Z. Vodkova, M. Kubesova en R. Rajmon. 2012. Relationships among milk yield, body weight, and reproduction in Holstein and Czech Fleckvieh cows. Czech J. Anim. Sci. 57:274-282.

Roche, J.R., D.P. Berry, en E.S. Kolver. 2006. Holstein-Friesian strain and feed effects on milk production, body weight, and body condition score profiles in grazing dairy cows. Journal of Dairy Science 89:3532-3543.

Roche, J.R., N.C. Friggens, J.K. Kay, M.W. Fisher, K.J. Stafford, and D.P. Berry. 2009. Invited review: body condition score and its association with dairy cow productivity, health and welfare. Journal of Dairy Science 92:5769-5801.

Šebek, L., L. Koning, en J. van Riel. 2023. Methaanemissie bij het inpassen van natuurinclusieve graskuilen in een gangbaar rantsoen. Wageningen Livestock Research. Ongepubliceerd concept rapport.

Smith, N.E., en R.L. Baldwin 1974. Effects of breed, pregnancy, and lactation on weight of organs and tissues in dairy cattle. Journal of Dairy Science 57:1055-1060.

Solis, J.C., F.M. Byers, G.T. Schelling, C.R. Long, en L.W. Greene. 1988. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. Journal of Animal Sciences 66:764-773.

Spek, J.W., D. Van Wesemael, en J. De Boever. 2022a. CVB Documentation Report nr. 78. Body weight of the modern Holstein Friesian dairy cow.

Spek, J.W., D. Van Wesemael, en J. De Boever. 2025a. Geactualiseerde energiebehoeftenormen voor Holstein Friesian melkkoeien Versie 2025. CVB Documentatierapport nr. 79.

Spek, J.W. 2025b. Updated energy and protein requirements of dairy youngstock. CVB Documentation report nr. 80.

Tuohy, P., O. Fenton, N.M. Holden, en J. Humphreys. 2014. The effects of treading by two breeds of dairy cow with different live weights on soil physical properties, poaching damage and herbage production on a poorly drained clay-loam soil. Journal of Agricultural Science 153:1424-1436.

Van Es, A.J.H. 1975. Feed Evaluation for dairy cows. Livestock Production Sciences 8:95-107.

Van Vliet, J. 1997. Energie- en eiwitnormen voor de voederbehoefte van vrouwelijk jongvee bestemd voor de melkveehouderij. CVB-documentatierapport nr. 19.

Westerink, J., C. Bufe, W. Ozinga, R. Geerts, M. Plomp, C. Klootwijk. J. Hassink, T. Visser, H. Massop, P. Dik, J. van Os, J. Bloem, P. W. Blokland, T. de Koeijer, M. Veraart en N. de Wit. 2024. Kruidenrijk grasland in het veenweidegebied. Wat is het en wat kun je ermee? Wageningen Environmental Research. Rapport 3359.

Xue, B., T. Yan, C.F. Ferris, and C.S. Mayne. 2011. Milk production and energy efficiency of Holstein and Jersey-Holstein crossbred dairy cows offered diets containing grass silage. Journal of Dairy Science 94:1455-1464.

Afkortingen

ABG	Animal Breeding and Genomics
BCS	Body Condition Score
CGN	Centrum voor Genetische Bronnen
CRV	Coöperatie CRV (fokkerij organisatie)
CVB	Centraal Voederbureau
DS	Droge Stof
DSO	Droge Stof Opname
DVE-91	Darm Verteerbaar Eiwit volgens het 1991 systeem van CVB
EXP	Exponent
FH	Fries-Hollands vee
FPCM	Fat and Protein Corrected Milk, ook wel meetmelk genoemd
FV	Fleckvieh
GB	Groninger Blaarkop
HF	Holstein Friesian
ILVO	Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
kPa	kilo Pascal
LG	Lichaamsgewicht
$LG^{-0,75}$	Metabool lichaamsgewicht
MB	Montbeliarde
ME	Metaboliseerbare Energie
MRIJ	Maas-Rijn-IJsselvee
NEFA	Non-esterified fatty acids
OEB-91	Onbestendig Eiwit Balans volgens het 1991 systeem van CVB
RE	Ruw Eiwit
VEM	Voeder Eenheid Melk volgens het oude VEM-systeem
VEM2022	Voeder Eenheid Melk volgens het VEM2022-systeem
VOC	Voer Opname Capaciteit
VW	VerzadigingsWaarde
WLR	Wageningen Livestock Research
WUR	Wageningen University and Research

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.