

De Klimaatploeg 2.0

Handboek



Europees Landbouwfonds
voor Plattelandsontwikkeling:
Europa investeert
in zijn platteland



Provincie
Antwerpen

Colofoon

Dit handboek is beschikbaar op de website van Hooibeekhoeve en het Innovatiesteunpunt.

Redactie: Nick Rutten (Hooibeekhoeve), Hanne Leirs (Innovatiesteunpunt)

Juni 2021

Projectpartners

Innovatiesteunpunt

Diestsevest 40, 3000 Leuven

016/ 28 61 02



info@innovatiesteunpunt.be

www.innovatiesteunpunt.be

Hooibeekhoeve

Hooibeeksedijk 1 , 2440 Geel

014/ 85 27 07



hooibeekhoeve@provincieantwerpen.be

www.hooibeekhoeve.be

Financiering

Deze publicatie die kadert in het PDPO-project 'De Klimaatploeg 2.0' wordt mogelijk gemaakt dankzij de financiële steun van:



Europees Landbouwfonds
voor Plattelandsontwikkeling:
Europa investeert
in zijn platteland



www.vlaanderen.be/pdpo

Aansprakelijkheidsbeperking

De auteurs stellen zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan door het gebruik van de vermelde gegevens. Informatie uit deze uitgave mag worden overgenomen mits bronvermelding.

Inleiding

De land- en tuinbouwsector wordt vaak met de vinger gewezen als het gaat over klimaatverandering. De sector wist zijn broeikasgasemissies sinds 1990 echter met 18% terug te dringen en is op dit moment verantwoordelijk voor 'amper' 10% van alle Vlaamse broeikasgasemissies. Toch wil de land- en tuinbouw zijn maatschappelijke verantwoordelijkheden niet ontlopen. De sector kan en wil immers naast een deel van het probleem, ook -en vooral- een deel van de oplossing zijn. Om vooruitgang te boeken op sectorniveau, moeten echter stappen genomen worden op bedrijfsniveau. Dit handboek wil landbouwers handvaten aanreiken om deze stappen te kunnen zetten.

Het handboek werd opgesteld in het kader van het PDPO-project 'De Klimaatploeg'. In het project wilden vijf melkveehouders hun bedrijf klimaatvriendelijker en klimaatrobuuster te maken. Om hen hierbij te helpen, stelden ze een Klimaatploeg samen, een team van experts die samen de impact van klimaatmaatregelen op ecologisch, economisch en sociaal vlak kunnen inschatten voor alle deelaspecten van de bedrijfsvoering. Door deze samenwerking kon de bedrijfsleider onderbouwd beslissen welke klimaatvriendelijke maatregel(combinatie) hij toe zou passen.

Elk landbouwbedrijf is echter anders. Randvoorwaarden zoals ligging, opvolging, visie, bedrijfsgebouwen, manier van melken, rantsoensamenstelling, percelen, genetica, afzetkanalen... maken dat elk Vlaams melkveebedrijf uniek is. Dat heeft tot gevolg dat het verduurzamen van een bedrijf maatwerk is. Een simpel stappenplan uitschrijven om te bepalen welke maatregel een landbouwer op zijn bedrijf zou kunnen toepassen is daarom onmogelijk. Om landbouwers toch wat handvaten te geven waarmee ze aan de slag kunnen stelden de projectpartners dit handboek op. Ze verzamelden info uit de adviezen van de experts aangevuld met bijkomende kennis. Aan de hand van dit handboek kunnen alle Antwerpse melkveehouders en land- en tuinbouwers, al dan niet onder begeleiding, aan de slag om ook hun bedrijf te verduurzamen.

Inhoudsopgave

Inleiding	3
1 Klimaatmaatregelen	6
1.1 Inzetten op klimaatvriendelijke en klimaatrobuuste bedrijfsvoering.....	6
1.2 Rekening houden met ecologie, economie en sociale aspecten	6
2 Energie.....	6
2.1 Energie besparen.....	7
2.1.1 Verlichting:	7
2.1.2 Melkwinning:.....	8
2.1.3 Melkkoeling:.....	10
2.1.4 Productie van warm water	11
2.1.5 Brandstofbesparing landbewerkingen:	12
2.2 Duurzame energieproductie	14
2.2.1 PV-installatie.....	14
2.2.2 Pocketvergisting	15
2.2.3 Windmolen	21
3 Water.....	23
3.1 Behoeftte, beschikbaarheid en verbruik	23
3.2 Alternatieve waterbronnen.....	23
3.3 Duurzaam waterverbruik	24
3.3.1 Algemeen.....	24
3.3.2 Wateraudit	25
3.3.3 Duurzaam waterverbruik in de melkveehouderij	25
4 Impact van rantsoenen.....	26
4.1 Algemeen.....	26
4.2 Praktische adviezen	33
5 Levensduur verlengen	35
6 Teelten en bodem	39
6.1 Teeltrotatie en koolstofgehalte van de bodem.....	39
6.2 Klimaatvriendelijke of –robuuste teelten.....	42
6.2.1 Grasklaver.....	42
6.2.2 Rietzwenk	43
6.2.3 Voederbieten.....	44
6.2.4 Veldbonen	45
6.2.5 Wintergranen	47

6.2.6	Sorghum	48
7	Mest.....	48
8	Interessante algemene websites:.....	52

1 Klimaatmaatregelen

1.1 Inzetten op klimaatvriendelijke en klimaatrobuuste bedrijfsvoering

De projectpartners bundelen in dit handboek adviezen en info om de bedrijfsvoering klimaatvriendelijker en klimaatrobuuster te maken. Met klimaatvriendelijker wordt bedoeld dat de bedrijfsleider zal gaan inzetten op het verminderen van zijn impact op het klimaat. Dit kan hij doen door de hoeveelheid broeikasgassen die geproduceerd worden op zijn bedrijf te reduceren. Men noemt dit ook inzetten op 'mitigatie'. Je bedrijf klimaatrobuuster maken houdt in dat je ervoor zorgt dat het bedrijf beter om kan met de impact die de klimaatverandering heeft op het bedrijf. Deze strategie noemt men 'adaptatie'.

Sommige klimaatmaatregelen zetten in op of mitigatie, of adaptatie, andere maatregelen combineren beide strategieën.

1.2 Rekening houden met ecologie, economie en sociale aspecten

Wanneer een maatregel op een bedrijf wordt toegepast moet elk deelaspect van de bedrijfsvoering goed ingeschat worden. Enkel op die manier kan de bedrijfsleider een onderbouwde beslissing nemen of en welke klimaatvriendelijke maatregel(combinatie) hij zal toepassen. In deze context is het ecologische aspect uiteraard belangrijk, maar economische en sociale consequenties worden vaak vergeten in deze context. Echter zijn deze essentieel om land- en tuinbouwers effectief te laten overgaan tot een aanpassing van zijn bedrijfsvoering. We proberen dan ook bij de hierna beschreven maatregelen hier zo veel mogelijk rekening mee te houden.

2 Energie

(bronnen: Innovatiesteunpunt, Enerpedia, Hooibeekhoeve, Inagro, ILVO, Departement L&V, MVO Vlaanderen, LaMi)

In Vlaanderen is meer dan 84% van de broeikasgasemissies een rechtstreeks gevolg van energiegebruik en -productie. Energieverbruik is namelijk sterk gerelateerd met CO₂-uitstoot en heeft als dusdanig een negatief effect op het klimaat. Als gevolg van het stijgend energiegebruik en de opwarming van de aarde, zijn verantwoord energiegebruik en de beperking van schadelijke emissies een belangrijke uitdaging voor bedrijven uit alle sectoren.

Om een energiezuinig ontwerp te maken is het handig om het driestappenplan van de 'Trias Energetica' in het achterhoofd te houden. Oorspronkelijk waren de drie stappen van de Trias Energetica de basisvuieregels bij het duurzaam ontwerpen van gebouwen, maar ze kunnen ook ruimer toegepast worden op het energiegebruik in het algemeen.

De drie stappen zijn:

- 1) Beperk het energieverbruik door verspilling tegen te gaan.

- 2) Maak maximaal gebruik van energie uit duurzame bronnen, zoals wind-, water- en zonne-energie.
- 3) Maak zo efficiënt mogelijk gebruik van fossiele brandstoffen om in de resterende energiebehoefte te voorzien.

Uitstoot van CO₂ en andere emissies valt, ondanks energiebesparingen, bijna nooit volledig te vermijden. Maar de Trias Energetica is een handige opstap naar een klimaatplan, waarbij men de uitstoot van CO₂ verder probeert te verminderen.

2.1 Energie besparen

Besparing op energie leidt tot het terugdringen van CO₂-uistoot en gaat daarmee klimaatverandering tegen.

Het produceren en verwerken van melk vraagt heel wat elektriciteit (of energie). Het loont dan ook de moeite om te bekijken hoe op dit verbruik bespaard kan worden.

Op melkveebedrijven is de installatie voor de melkproductie de grootste verbruiker van elektriciteit, namelijk 84%. Daarnaast wordt er energie verbruikt voor verlichting 10%, motoren en pompen 3% en andere (bureautica, ...) 3%.

Wanneer we het elektriciteitsverbruik voor de melkproductie verder opsplitsen krijgen we een verdeling in melkwinning 43%, melkkoeling 31% en reiniging 26%.

Interessante websites:

<https://www.energiesparen.be>

<http://www.enerpedia.be/nl/energiethema/algemeen-49/>

<https://www.mvovlaanderen.be/thema/energie>

https://www.provincieantwerpen.be/content/dam/provant/dese/hooibeekhoeve/Publicatie/Onderzoek-melkvee/Energie/Energieke_landbouw_%20Watt_brengt_het_op.pdf

2.1.1 Verlichting:

2.1.1.1 Enkele algemene maatregelen om energie te besparen

- Probeer zoveel mogelijk gebruik te maken van daglicht. In de praktijk worden vaak lichtstraten of lichtdoorlatende platen gebruikt. Hier moet men wel opletten met oververhitting van eventuele ligplaatsen voor dieren in het directe lichtbereik van deze lichtplaten
- Gebruik automatisering. Hiervoor bestaan verschillende mogelijkheden. De verlichting kan aangestuurd worden op basis van tijd en/of lichtsterkte of gedimd worden in functie van het daglicht. Het dimmen met tl-verlichting is enkel mogelijk met dimbare elektronische ballast
- Reinig de armaturen tijdig en bekom zo extra licht
- Kies voor een geschikt stralingsprofiel en zorg voor uniformiteit

- Breed stralend bij lage plafonds (tl-verlichting)
- Diepstralend bij hogere plafonds (HPS of HPI)
- Verkies armaturen met een hoge afdichtingsgraad, bijvoorbeeld IP65: stofdicht en spatwaterdicht.

2.1.1.2 Gebruik energiezuinige lampen en armaturen

Bij tl-verlichting wordt het energieverbruik veroorzaakt door de tl-buis en het elektromagnetisch of mechanisch voorschakelapparaat. Vervang conventionele verlichting door led-tl-verlichting.

Het voordeel van led-tl is dat de oorspronkelijke armatuur zonder probleem kan gebruikt worden. Hierbij wordt het voorschakelapparaat afgekoppeld (anders blijft deze energie verbruiken) en wordt de starter vervangen door een dummy-starter die meestal al bij de lamp inzit. Vervolgens plaatst men de led-tl in de armatuur. Een led-tl wordt wel slecht langs één kant gevoed (links zijn er plasticen pinnen, rechts zijn er stroom-voerende pinnen). Plaats de lamp dus zo dat de koperen pinnen aan de kant van de elektriciteit aangesloten worden.

Door over te schakelen naar led-tl kan men tot 60% besparen op het verbruik van de verlichting ten opzichte van klassieke tl.

Let bij een vervanging op dat de ledlamp evenveel licht geeft als de situatie voordien. Kies hiertoe voor de led-tl geschikte aantal Lumen als de oorspronkelijke lamp. Opgelet: bij klassieke tl straalt het licht 360° rond. Dus ook gaat er licht naar boven, wat dus meestal onnodig licht is. Bij led-tl wordt er op 180° of 270° gestraald. Dit wil dus zeggen dat je bij een led-tl al voldoende hebt met $\frac{1}{2}$ of $\frac{3}{4}$ van het aantal lumen van de oorspronkelijk klassieke lamp.

Een ander voordeel is dat een led lamp niet warm wordt. Deze zal dus ook geen aantrekkpunt worden voor vliegen.

Vanaf 3 branduren per dag is het rendabel om de klassieke tl-verlichting te vervangen door led-tl lampen.

Interessante websites:

<http://www.enerpedia.be/nl/nieuws/ledlampen-in-de-varkens-melkvee-en-pluimveehouderij-2211/>

<http://www.enerpedia.be/nl/energiethema/verlichting-21/>

2.1.2 Melkwinning:

2.1.2.1 Robotmelken

Met enkele aanpassingen rondom de melkrobot kan energie worden bespaard:

- Het is verstandig om de boiler van de melkrobot zo weinig mogelijk te gebruiken. Doordat het een kleinere elektrische boiler is, is deze minder zuinig met energie dan een gangbare (grotere) elektrische boiler of een gasboiler. Wanneer het water al met een temperatuur van 70 graden bij de robot aankomt, via een zogenoemde hotfill bijvoorbeeld, dan hoeft de boiler van de robot minder water te verwarmen.

- Plaats de robots dichtbij de melkkamer, het warme water hoeft dan geen lange weg door een vaak koude stal af te leggen.
- In veel gevallen worden de uierborstels aangedreven met perslucht. Die compressors kosten veel energie, zeker wanneer een leiding of een koppeling lekt. Een regelmatige lekkage-check bespaart al veel energie.
- Stel de frequentieregelaars die de vacuümpompen aansturen goed af.
- Verschoon de roosters voor het koelaggregaat.
- Zorg dat de compressor voldoende capaciteit heeft.

Management

Het basisgebruik van de robot is het 3x daags reinigen. De benodigde hoeveelheid water en de benodigde hoeveelheid energie om water op te warmen blijft altijd gelijk, dus des te intensiever de robot wordt gebruikt des te lager het energieverbruik per kg melk.

Het energieverbruik bij een robot, per kg melk, is het laagst als het aantal melkingen per koe en de hoeveelheid melk per melking op elkaar zijn afgestemd. Dit zijn factoren die door het bedrijfsmanagement kunnen worden beïnvloed. We lijsten een aantal maatregelen op om het aantal melkingen per robot per dag te verhogen:

- Goede opbouw van de uier zodat het aansluiten vlot verloopt en de robot niet langer bezet is dan noodzakelijk.
- Vlotte melksnelheid, zodat de tijdsduur per melking optimaal is.
- Stalindeling: makkelijke korte looplijnen verhogen het aantal melkingen per robot.
- Situering melkrobot: hoe gemakkelijk kunnen ze de box in en uitlopen, de lage rangordekoeien zullen meer moeite moeten doen om de robot in te kunnen.
- Aparte wachtruimte bij de melkrobot, zodat de “probleemkoeien” er achter elkaar door heen kunnen en er geen tijd verloren gaat door het tussendoor ophalen van de koeien.
- Tijdstippen en aantal keren ruwvoerrestrekking: de koeien komen weer in de benen (actief houden) en zullen eerder gebruik gaan maken van de melkrobot.
- Samenstelling rantsoen: meer zetmeel, tragere koeien.
- Het aanbieden van lokvoeder in de robot zodat de koeien een reden hebben om de robot te bezoeken. Let op: te veel brok verstreking geeft weer te veel weigeringen.
- Automatische separatuieruimte: door tochtige koeien gelijk te separeren is er meer rust in de koppel wat de hoeveelheid melk en het aantal melkingen bevordert.
- Gerichte weidegang, bij “volle” robot niet alle koeien weiden, maar een bepaalde groep.

Hoe brengen we het aantal weigeringen terug?

- Fokkerij: stresskoeien, zullen actiever en nieuwsgieriger in de stal zijn om de robot te gaan bezoeken.
- Ken de koe en pas de instellingen van de robot daarop aan.
- Houd rekening met de lactatieperiode.
- Voorselectie voor robot, zodat de robot alleen voor melken wordt gebruikt en niet voor selectie wel/niet melken.

2.1.2.2 Klassieke melkwinning

Een vacuümpomp heeft een dubbele functie, namelijk het melken van de koeien en het reinigen van de leidingen. Maar tijdens het melken is er beduidend minder vermogen nodig. Bij een standaard vacuümpomp betekent dit dus dat deze overgedimensioneerd is tijdens het melken, wat gepaard gaat met efficiëntieverlies en een hoger energieverbruik.

Frequentiesturing vacuümpomp

Een frequentieregeling op de vacuümpomp zorgt ervoor dat de draaisnelheid van de pomp wordt aangepast in functie van het werkelijke vacuümverbruik, zodat bij laag verbruik ook weinig elektriciteit nodig is. Naast de energiebesparing is een bijkomend voordeel dat het geluid tijdens het melken vermindert.

De vacuümpomp van een melkinstallatie bestaat uit een elektromotor die de vacuümpomp aandrijft. De elektromotor draait op vol vermogen. Een vacuümreguleerder zorgt ervoor dat het vacuüm op het gewenste niveau wordt gehouden, door lucht in te laten als het vacuüm te hoog wordt. Voor een goede werking van de melkmachine en de reiniging daarvan, moet de vacuümpomp voldoende capaciteit hebben. De capaciteit van de installatie wordt berekend op basis van:

- 1) het luchtverbruik van de melkmachine;
- 2) de leklucht;
- 3) de benodigde reservecapaciteit.

Bij melkinstallaties met een ruim gedimensioneerde melkleiding is de voor het spoelen benodigde capaciteit meestal bepalend. Tijdens het melken is minder capaciteit nodig en maakt de elektromotor minder toeren en verbruikt die minder elektriciteit. De vacuümpomp verpompt alleen de hoeveelheid lucht (capaciteit) die nodig is om dit vacuüm in stand te houden. Het uiteindelijke resultaat op uw bedrijf is afhankelijk van een aantal factoren:

- 1) Hoe langer je melkt, hoe groter de besparing
- 2) Hoe hoger de reservecapaciteit ten opzichte van de totale capaciteit van de melkinstallatie, hoe hoger de besparing
- 3) Hoe meer de frequentieregeling het vermogen van de vacuümpomp kan terug regelen, hoe hoger de besparing.

Interessante websites:

<https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Eindrapport%20Melksystemen%20en%20melkrobots%20def.pdf>

<http://www.enerpedia.be/nl/energiethema/melkwinningsinstallatie-20/>

2.1.3 Melkkoeling:

De koeltank of koelmachine

Het is altijd lonend om de werking van uw huidige koelmachine te optimaliseren en daarmee het elektriciteitsverbruik te verlagen.

- Koelmachines leveren de beste prestatie als ze ongehinderd koude lucht kunnen aanzuigen en de aangezogen lucht makkelijk afgevoerd kan worden. Zorg er daarom voor dat er een tweede opening is, in de ruimte waar de koelmachine staat. Deze opening moet minimaal dezelfde grootte hebben als de opening waardoor de koelmachine de lucht aanzuigt.
- Hoe koeler de plek is waar de koelmachine staat, hoe lager het energieverbruik. Plaats verwarmingstoestellen en andere elektrische apparaten die zelf warmte vrijzetten (bv. andere koelkasten, diepvriezers, etc....) liever niet in dezelfde ruimte.
- Isoleer alle leidingen die reeds gekoelde melk transporteren naar één van de koeltanks.

De voorkoeler

Een optimaal op uw bedrijfssituatie afgestemde voorkoeler koelt de melk in vrijwel alle gevallen tot onder de 14°C. De eindtemperatuur van de melk ligt 2°C tot 4°C boven de temperatuur van het inkomende koelwater, mits de voorkoeler optimaal werkt en er voldoende koelwater beschikbaar is ten opzichte van elke liter te koelen melk.

Aandachtspunt: Ga na of de reeds aanwezige voorkoeler optimaal werkt!

Meet hiertoe de temperatuur die het water heeft voordat het de voorkoeler ingaat en meet ook de temperatuur van de melk die de voorkoeler uitgaat. Als de huidige voorkoeler de melk niet koelt tot 2 – 4°C boven de watertemperatuur, neem dan contact op met de installateur van uw koelinstallatie. Hij kan de werking van de voorkoeler optimaliseren door de stroomsnelheid van de melk te verlagen of de stroomsnelheid van het water te verhogen. Volstaat dit niet dan zal de bestaande voorkoeler moeten worden uitgebreid door het bijplaatsen van extra koelplaten of dringt zich de aanschaf van een nieuwe voorkoeler op.

Interessante website:

<http://www.enerpedia.be/nl/energiethema/melkkoeling-18/>

2.1.4 Productie van warm water

Controleer of alle spoelleidingen en eventuele spoelbakken goed geïsoleerd en optimaal zijn aangesloten. Op die manier voorkom je warmteverliezen.

Warmterecuperatie

Door de warmte die uit de condensor van de koeltank vrijkomt te recupereren, kan het spoelwater worden voorverwarmd tot een temperatuur van 45-50°C. Hiermee kan tot 50% worden bespaard op de energie die nodig is om warm water voor het bedrijf te produceren. Gemiddeld bespaart deze maatregel 15-20% op het totale energieverbruik van het melkveebedrijf.

Bij directe melkkoeling komt de melk rechtstreeks in contact met de verdamper. De warmte van de melk wordt hierbij opgenomen door het koelaggregaat van de melkkoeler. De warmte van dit koelaggregaat kan door middel van b.v. een warmtecondensor onttrokken worden en gebruikt worden voor de productie van warm water. Dit voorverwarmde water wordt in een boiler gestockeerd en verder opgewarmd tot de gewenste temperatuur.

Indien een voorcoeler is geïnstalleerd, kan per liter gekoelde melk 0,25 liter warm water worden geproduceerd. Zonder voorcoeler kan er 0,5 liter warm water worden geproduceerd.

Aandachtspunt

Het heeft geen zin om water te maken met een temperatuur hoger dan 50°C. Elke temperatuursverhoging vanaf 50°C komt niet via de recuperatie van de melk, maar is elektrische energie van de koelcompressor die omgezet wordt naar warmte. Deze wordt bij wijze van spreken als weerstand gebruikt. Hier dient de koelcompressor niet voor.

De winst die behaald wordt door minder spoelwater na te verwarmen, wordt volledig teniet gedaan door het hogere verbruik van de koelcompressor. Dus de temperatuur van de warmterecuperator kan dus best niet hoger zijn dan 50°C.

Interessante websites:

<http://www.enerpedia.be/nl/energiethema/verwarming-reinigingswater-19/>

<https://www.innovatiesteunpunt.be/nl/inspiratie/verdienen-met-de-zon-het-warm-water-heruitgevonden>

2.1.5 Brandstofbesparing landbewerkingen:

2.1.5.1 *Diesel sparen is kosten en milieu sparen*

Diesel is de belangrijkste energiebron op het rundvee- en akkerbouwbedrijf. Hoge brandstofprijzen nopen tot een rationeel gebruik van brandstof. Met de volgende tips kunt u reeds op een eenvoudige manier brandstof besparen.

2.1.5.2 *Verstandig gebruik*

Verstandig gebruik is een eerste vereiste om het brandstofverbruik te doen dalen. Enkele tips:

- Nominaal toerental versus maximaal toerental: Bij het rijden met een gereduceerd toerental en hogere versnelling is het verbruik lager dan het rijden bij volgas en een lagere versnelling. Dit laatste heeft een lager specifiek brandstofverbruik.
- Efficiënt gebruik van de aftakas: Er kan tot 20% meer rendement uit de aftakas gehaald worden door het gebruik van de economische stand van de aftakas.
- Frontgewichten gebruiken: Ondiepe bewerkingen of weinig belasting van de achteras: geen frontgewichten. Diepe bewerkingen of zware lasten op de achteras: frontgewichten gaan het ontlasten van de vooras tegen (wielslip daalt en rendement stijgt hierdoor).
- Juiste bandenkeuze: Versleten banden en te hoge bandendruk, zorgen voor verhoogde wielslip.
- Bij meerdere trekkers in gebruik: Kies de trekker met het vermogen dat afgestemd is op het vermogen dat de machine vraagt.

2.1.5.3 Keuze bij aankoop

Ook bij de aankoop kunnen doordachte beslissingen genomen worden:

- Type motor: Common Rail versus mechanische motor. Common Rail motoren worden i.f.v. trekkerinstellingen elektronisch gestuurd. De trekker kan bovendien zelfs vermogen bijgeven wanneer die onder belasting pk's nodig heeft (boost-effect). Mits de juiste instellingen zijn deze motoren zuiniger dan mechanische motoren.
- Transmissie: Traploze transmissie versus tandwieltransmissie. Een traploze hydrostatische transmissie zorgt voor een brandstofbesparend effect door het behoud van een constant vermogen bij het schakelen onder belasting.
- Ventilatorsysteem: Bij oudere trekkers met een V-snaaraandrijving is de snelheid evenredig met het motortoerental. Nieuwe trekkers hebben een hydraulische koppeling. De ventilator draait slechts zo snel als nodig voor de motorkoeling.
- Gewenste vermogen: Is het vermogen te hoog, dan verbruikt de trekker onnodig brandstof. Is het vermogen van uw trekker te laag, dan gaat de trekker extra verbruiken om dit zware werk uit te voeren. Inventariseer daarom voor aankoop de uit te voeren werkzaamheden.
- Bij aankoop van machines: Stem de werkbreedte van de machine af op het vermogen van de trekker.

2.1.5.4 Onderhoud van trekker en werktuigen

Om het vermogen van de trekker op peil te houden, is het belangrijk het reguliere onderhoud op tijd uit te voeren: ook het gebruik van de juiste brandstof is van belang.

2.1.5.5 Aandachtspunten bij grondbewerking

Ook tijdens grondbewerking valt er winst te boeken:

- Goede bodemstructuur: Percelen met een goede bodemstructuur zijn makkelijker te bewerken en drogen sneller op. In het voorjaar heeft dit als voordeel dat er minder werkgangen nodig zijn om een ideaal zaaibed te creëren. In het najaar zijn deze percelen doorgaans droger en verlopen de oogstwerkzaamheden en de uitzaai van wintergranen vlotter. Een optimale pH en humusgehalte, lage bandenspanning en de afwezigheid van verdichte zones leveren een belangrijke bijdrage aan brandstofbesparing in de akkerbouw.
- Zware gronden ploegt men best voor de winter zodat deze in voorjaar verweerd en vlotter bewerkbaar zijn.
- Werktuigen combineren: De combinatie van werktuigen voor- en achteraan de trekker kan het aantal werkgangen en dus ook het brandstofverbruik verminderen.
- Gebruik van sporenwissers: Een goed zaaibed dient vlak te zijn. Het gebruik van sporenwissers bij een rotorkoepel of bij andere types zaaibedcombinatie geeft een grote besparing op diesel aangezien er met de machine minder diep moet worden gewerkt om de wielsporen weg te werken.

- In dit opzicht leidt ook een goed afgestelde ploeg die vlak werk aflevert tot brandstofbesparing.
- Ploegloos boeren: Het ploegen achterwege laten en vervangen door een ander type van hoofdgrondbewerking kan het dieselverbruik per hectare reduceren.

Interessante websites:

<http://www.enerpedia.be/nl/nieuws/brandstofverbruik-bij-een-aantal-veldbewerkingen-deel-1-2192/>

<http://www.enerpedia.be/nl/nieuws/brandstofverbruik-bij-een-aantal-veldbewerkingen-deel-2-2194/>

2.2 Duurzame energieproductie

Er zijn heel wat redenen waarom een bedrijfsleider van een landbouwbedrijf beslist om zelf duurzame of hernieuwbare energie te produceren. De belangrijkste motivatie ligt vaak in het zoeken naar een besparing in de energiekosten op het bedrijf. Maar inzetten op hernieuwbare energieproductie op het eigen bedrijf zorgt er mee voor dat het gebruik van fossiele brandstoffen en dus de CO₂-productie verlaagt. Daarnaast is het ook niet onbelangrijk dat het imago van de melkveehouderij hierdoor positief beïnvloed wordt. Landbouwbedrijven beschikken over ruimte en produceren biomassa en hebben daarmee 2 troeven in de hand om een steeds belangrijker wordende rol te spelen in de CO₂-kringloop.

Interessante websites:

<https://www.ode.be/>

<https://www.inagro.be/Sectoren-themas/Energie-en-groene-grondstoffen>

<https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/voorlichting/energie-en-klimaat>

<https://www.innovatiesteunpunt.be/nl/themas/duurzame-energie>

<https://www.enerpedia.be/nl/energiethemaoverzicht/energie-produceren-2/>

https://www.rundveeloket.be/kenniscentrum/milieu_energie/energie

2.2.1 PV-installatie

Zonnepanelen produceren elektrische stroom op basis van de instraling van de zon. In België produceert een geïnstalleerd vermogen van 1 kWpiek ongeveer 950 kWh/jaar (5 à 6 m² panelen).

De investering voor zonnepanelen bedraagt vandaag grootteorde 950 €/kWpiek EXCL. BTW. Deze kostprijs is afhankelijk van de grootte en van de kwaliteit van de installatie.

Een installatie zal kosten besparen door de besparing van de stroomaankoop. In het geval van een installatie met een omvormervermogen groter dan 10 kVA zal de installatie ook inkomsten genereren door de verkoop van groenestroomcertificaten (GSC) indien deze netgekoppeld is. Voor installaties

kleiner of gelijk aan 40 kWpiek bedraagt dit 44 €/MWh. Voor installaties groter dan 40 kWpiek bedraagt dit 71 €/MWh. Dit maakt dat installaties vanaf 40,1 kWpiek vaak het interessants zullen zijn. Als laatste zijn er ook inkomsten door de verkoop van geïnjecteerde stroom op het net. Hiervoor krijg je ongeveer 30 €/MWh. Voor grotere installaties met een aparte aanrekening van afname en injectie wordt een kost per geïnjecteerde MWh aangerekend van ongeveer 3 €/MWh. Daarnaast is er ook een meterhuur die op MS 480 euro kost en op LS 100 euro.

Bijkomende investeringen

Onderstaande stappen moeten worden doorlopen bij de plaatsing van zonnepanelen.

1) Vergelijken offertes PV-installatie: richtwaarde 950 €/kWpiek (installatie + plaatsing en levering)

Via deze link krijg je een overzicht van alle gecertificeerde installateurs:
https://rescert.be/nl/list?res_category=2

2) Oriënterende studie distributienetbeheerder (DNB) (aanvraag door u en rechtstreeks te betalen aan DNB): € 550

3) Detailstudie DNB (volgt op oriënterende studie, eveneens rechtstreeks te betalen aan DNB): € 1.600

4) Plaatsing installatie op uw dak door installateur

5) Plaatsing groenestroomteller (rechtstreeks door DNB, te betalen aan DNB): € 3.100

6) Plaatsing ontkoppelkast zonnepanelen (plaatsing door installateur): € 6.000 à € 10.000

7) Keuring installatie: € 150. (mogelijke keurders:
<https://economie.fgov.be/nl/modules/publications/general/lijsterkendecontroleorganismen.jsp>)

De ligging van uw bedrijf

Via de zonnekaart (<https://apps.energiesparen.be/zonnekaart>) van de Vlaamse Overheid kan de ligging van uw bedrijf worden opgezocht. Met de ligging en hellingshoek van het dak kan je dan een inschatting maken van de opbrengst van de installatie.

Simulatie voor jouw bedrijf

Wens je een simulatie voor de installatie van zonnepanelen op maat van jouw bedrijf, dan kan je hiervoor Innovatiesteunpunt contacteren: laurens.vandelannoote@innovatiesteunpunt.be.

Interessante websites:

<https://www.vlaanderen.be/bouwen-wonen-en-energie/zelf-energie-produceren>

<http://www.enerpedia.be/nl/energiethema/zonnepanelen-1/>

2.2.2 Pocketvergisting

Kleinschalige vergisting of pocketvergisting is een technologie waarmee bedrijfseigen biomassastromen worden vergist op het landbouwbedrijf. Het vergistingsproces vindt plaats in een

groot reactorvat in afwezigheid van zuurstof (anaeroob) bij een temperatuur van 37 – 42 °C. Bij het vergisten wordt organisch materiaal (bvb runderdrijfmest) omgezet tot biogas. Het biogas (hoofdzakelijk methaan) wordt als hernieuwbare energiebron gebruikt in een warmtekrachtkoppelingsinstallatie of WKK.

Het biogas wordt in de WKK verbrand en drijft een motor en generator aan. Zo komt energie vrij in de vorm van elektriciteit en warmte die maximaal op het eigen bedrijf wordt gebruikt. De warmte wordt, zeker in de winter, grotendeels gebruikt voor het opwarmen van het reactorvat, maar kan ook gebruikt worden om bijvoorbeeld reinigingswater op te warmen. De vergiste biomassa (digestaat) kan op het bedrijf als meststof worden gebruikt.

Een pocketvergister op een melkveebedrijf wordt dagelijks gevoed met (verse) mest. Een kubieke meter mest levert gemiddeld 32 m³ biogas. Eén m³ biogas levert 2 kWh elektriciteit en 3 kWh warmte, afhankelijk van het elektrisch en thermisch rendement van de motor. Een pocketvergister van 10 kW (microvergister) kan zo per jaar netto tot 60.000 kWh produceren. Hiervoor is mest nodig van zo'n 80 – 100 koeien.

Kinderziekten en kansen

Pocketvergisting is een vrij recente techniek om energie te produceren die, zeker de eerste jaren, nog een aantal kinderziekten had. Momenteel draaien er in België 92 installaties op rundermest. Hiervan draait de helft op meer dan 50% van de capaciteit. Ongeveer 20% van de installaties draait op 15 à 30% van de capaciteit en 30% ligt volledig stil. Vooral technische tekortkomingen (constructie en biologie) van de eerste installaties en een gebrekkig management zijn hiervan de oorzaak. Op vandaag draaien er echter ook heel wat pocketvergisters op bijna 100% van de capaciteit. Dit illustreert dat met een goede opstelling en opvolging het potentieel van de techniek zeker gerealiseerd kan worden.

Een bedrijf met een pocketvergister is meer zelfvoorzienend op vlak van energie en minder afhankelijk van de prijzen op de energiemarkt. De energie wordt in een vergistingsinstallatie ook continu geproduceerd, wat een duidelijk voordeel is ten opzichte van andere hernieuwbare energiebronnen, als zonnepanelen en windmolens. Vergisting van mest levert bovendien ook voordelen op milieutechnisch vlak: emissies van methaan uit mestopslag verminderen en de impact van oogstresten op de omgeving wordt geminimaliseerd. In Vlaanderen wordt pocketvergisting dan ook als klimaatmaatregel beschouwd.

Rendabiliteit

De rendabiliteit van een pocketvergister is heel bedrijfsspecifiek, dus laat u goed informeren (zie onderaan bij 'simulatie voor jouw bedrijf').

Kleinere vergisters van maximaal 10 kW mogen voorlopig nog 15 jaar gebruik maken van een terugdraaiende teller. Het elektriciteitsnet fungeert dan als een soort van batterij, en het voordeel per geproduceerd kWh komt overeen met de prijs die u zelf zou betalen voor uw verbruik (ca. 0,2 €/kWh). Dit geldt uiteraard enkel als het jaarverbruik op het bedrijf groter is dan de jaarproductie van de vergister. In deze situatie moet u ook het prosumententarief betalen (ca. € 1.000 per jaar). Het gebruik van de terugdraaiende teller staat momenteel op de helling. Daarom wordt aangeraden om het verbruiks- en productieprofiel zo goed mogelijk op elkaar af te stemmen.

Bij vermogens groter dan 10 kW kan in geen geval met een terugdraaiende teller gewerkt worden. Het is dan belangrijk uw energieverbruiksprofiel zoveel mogelijk af te stemmen op uw productieprofiel. De

vergoeding voor elektriciteit die geïnjecteerd wordt op het net (ca. 0,02 €/kWh) is immers een stuk lager dan de consumentenprijs (ca. 0,2 €/kWh) die u betaalt voor afname van het net.

Om de technologie voor de productie van hernieuwbare energie te ondersteunen, geeft de overheid via verschillende kanalen een duwtje in de rug. Er wordt onder meer steun verstrekt via groenestroomcertificaten (GSC, 93 €/MWh) en warmtekrachtcertificaten (WKC, 31 €/MWh) voor de netto-geproduceerde warmte. Het Vlaams landbouwinvesteringsfonds (VLIF) geeft ook extra steun voor bepaalde randinfrastructuur van de installatie op een landbouwbedrijf (bv. mestmixer, mestschuif, volle vloer, ...).

Tips en adviezen voor de praktijk:

1) Maak tijd voor goede en regelmatige opvolging:

Als de installatie niet meer of onvoldoende gevoed wordt, of als de temperatuur in de reactor te veel afwijkt, kan de biogasproductie snel stilvallen. Ook het mixen is zeer belangrijk. Gemiddeld vraagt de opvolging zo'n 15 minuten per dag.

2) Maak gebruik van verse, energierijke mest:

De verse mest verzekert een vlotte vergisting die voldoende biogas oplevert om de installatie draaiend en uiteindelijk rendabel te houden. Laat ook vooraf het biogaspotentieel bepalen.

3) Bezint eer ge begint:

De groenste en goedkoopste elektriciteit is de elektriciteit die u niet verbruikt. Ga dus na of u nog energiebesparende maatregelen kunt nemen worden. Daarnaast is het beter om het elektriciteitsverbruiksprofiel zo veel mogelijk af te stemmen op de elektriciteitsproductie van de vergister.

4) Gebruik ook de warmte nuttig:

Om warmtekrachtcertificaten te kunnen benutten, moet ook de geproduceerde warmte nuttig gebruikt worden. Dit kan om het spoelwater op te warmen, gras te drogen, ... Hou er rekening mee dat ook de reactor warmte nodig heeft om op temperatuur te blijven. In de zomer zal er dus meer warmte ter beschikking zijn dan in de winter.

5) Laat u voldoende informeren:

Een pocketvergister moet goed afgestemd worden op de bedrijfsvoering. Een grondige analyse van de gebruikssituatie en de mogelijkheden voor een vergister is dus belangrijk. Ook de subsidieregeling en fiscale aspecten zijn behoorlijk complex. Laat u dus informeren en begeleiden en ga actief op zoek naar extra informatie en praktijkkennis.

6) Voorzie voldoende verblijftijd:

Voor de stabiele werking van een mono-mestvergister op runderdrijfmest is een verblijftijd van minstens 30 dagen nodig. Kies dus voor een voldoende ruime reactor zodat deze tijd zeker gerespecteerd wordt en er ook marge is voor eventuele schuimvorming.

7) Zwavel in het biogas aanpakken:

- Ontzwaveling door beluchting:

Wat? Het toevoegen van een beperkte hoeveelheid zuurstof, zorgt ervoor dat bacteriën in de reactor waterstofsulfide (H₂S) gaan omvormen tot elementaire zwavel, wat geen corrosie veroorzaakt.

Hoe? Luchtinjectie voorzien. Het installeren van een zwavelnet bovenaan de vergister, waarop de bacteriën kunnen hechten, zorgt voor een betere ontzwaveling.

Tips:

- Door zuurstoftoevoer wordt H₂S omgevormd naar elementaire zwavel (gele kleur).
- Stem de beluchting (s/min) af op de hoeveelheid H₂S die wordt aangegeven. Informeer naar correcte waarde bij constructeur.
- Blijft de H₂S hoog ook al staat de beluchting maximaal? Controleer dan eens de beluchtingsbuis en de -pomp zelf. Misschien zijn deze (bv. door wind/storm) kapot/los geraakt.
- Micro-organismen zetten het zwavel af op dragermateriaal, meestal een net.
- Gooi dit zwavelnet eerst eens in de mest, zodat de ontzwavelingsbiologie zich direct kan ontwikkelen en hechten.
- Ontzwaveling kan ook extern met een ontzwavelingsreactor waarbij men het risico dat het verwijderde zwavel terug in het digestaat terechtkomt elimineert.

- Ontzwaveling met behulp van actieve kool filters:

Wat? Actieve kool is een zeer poreuze stof. Wanneer het biogas door een actieve kool filter wordt gestuurd, wordt H₂S door adsorptie gebonden aan het oppervlak. De filter is na een tijd verzadigd en moet dan vervangen worden.

Hoe? Twee zwavelsensoren meten voor en na de filter de zwavelconcentratie. Indien de actieve kool filter verzadigd is, zal een te hoge waarde af te lezen zijn op de sensor na de filter.

Tips:

- De actieve kool mag niet te nat worden, ontwater daarom het biogas (zie verder).
- Laat de zwavelsensoren regelmatig ijkten.
- Zodra H₂S gemeten wordt in de tweede zwavelsensor na de actieve kool filter, houd je de metingen best goed in de gaten. Als er H₂S blijft gemeten worden, of zelfs hoger wordt, denk er dan aan om de actieve kool filter te gaan vervangen.

8) Ontwateren biogas:

Wat? Het biogas moet ontwaterd worden om de werking van de actieve kool filter te garanderen en om de motor te beschermen.

Hoe? Door koelen van het biogas ontstaat er condenswater dat afgevoerd moet worden.

Tips:

- De condensatiebuis werkt enkel als er geen schuim in de buis zit. Voer het condenswater af naar een condensput. Voorzie de mogelijkheid om de buis te kunnen uitspoelen.
- De diameter van de buizen moet breed genoeg zijn en de buizen lang genoeg, met voldoende helling (1 cm per meter) zodat het condenswater kan aflopen, zodat afkoeling kan optreden en de stroomsnelheid van het gas daalt, wat de druppelvorming bevordert.
- Buizen onder de grond zijn beter omdat dit koelend werkt, de grond heeft steeds 13 à 14 °C. Op warme zomerdagen krijg je anders het gas nooit gekoeld.
- Plaats een elektrische weerstand naast de gasbuis zodat vorst en bijhorende opstopping kunnen voorkomen worden.

9) Vervangen van motorolie:

Wat? Olie is essentieel voor een goede werking van de motor. Olie zorgt voor smering, warmteafvoer en algemene bescherming van de motor. Na een bepaalde belasting en afhankelijk van het zwavelgehalte kan de motorolie zijn functie niet meer uitvoeren en moet deze vervangen worden.

Hoe? Aftappen van de oude olie, het vervangen van de oliefilter en het opnieuw vullen van de motor met de voorgeschreven olie tot het juiste peil.

Tips:

- Ga niet enkel af op de draaiuren om de olie te verversen, maar ook op de kleur.
- De olie moet 'vettig' blijven en mag niet roetzwart worden. Als er iets verandert in de frequentie van het moeten verversen, dan is dit ook vaak een teken aan de wand omtrent de 'gezondheid' van de motor. Raadpleeg de specificaties van de motorolie om de theoretische vervangtijd te berekenen.

10) Mixen:

Wat? Mixen zorgt ervoor dat het biogas beter vrijkomt uit de vloeistofmassa, dat er beter contact is tussen de micro-organismen en hun voeding in de reactor en dat de temperatuur gelijkmatiger verdeeld is.

Hoe? In de reactor is een mixer aanwezig. Door in- en uitpompen wordt er ook beperkt gemixt.

Tips?

- 10 minuten per uur als minimum. Houd er rekening mee dat hoe langer je mixt, des te meer eigen energieverbruik de installatie zal hebben. Teveel mixen is ook voor de micro-organismen nadelig. Zoek naar een goed evenwicht.
- Soms is er een signaal dat er gemixt wordt, maar draait de mixer in werkelijkheid niet. Ampèremeting op het vermogen dat de mixer afneemt is de enige manier om de effectieve werking van de mixer te controleren.

11) Beperken schuimproblematiek:

Wat? Schuim in de reactor ontstaat om verschillende redenen die niet altijd toe te wijzen zijn aan één oorzaak. Vaak ontstaat dit als gevolg van stress op de micro-organismen.

Hoe? Zowel voorkomen als genezen. Er bestaat niet één oplossing. Het ene schuim is immers het andere niet. Een combinatie van verschillende technieken vooraleerst een correcte manier van bedrijven zijn nodig om de nadelige effecten tot een minimum te herleiden.

Tips?

- Voorzie 30 % buffervolume voor schuim bovenop het volume dat nodig is om een verblijftijd van min. 30 dagen te bekomen. Indien je je reactor voedt met 5 m³ mest per dag, dan heb je eigenlijk een nuttig volume nodig van $(5 \times 30) \times 130\% = 195 \text{ m}^3$
- Verblijftijd (dagen) = $(\text{nuttig volume excl. schuimbuffer (m}^3\text{)}) / (\text{voeding (m}^3\text{ per dag)})$
- Antischuimmiddelen: neem zeker geen middel met silicone, dit zorgt voor aantasting van de bougies. Of antischuimmiddelen zullen werken is zeer installatie gebonden. Het ene schuim is het andere niet.
- Een watersproeiertje bovenin de reactor kan helpen om het schuim te breken.
- Het bovenaan inbrengen van voeding in de reactor kan helpen om het schuim te breken.
- Als er schuim gevormd wordt, mix dan constant gedurende een langere periode.

12) Voeden:

Wat? Biomassa wordt door micro-organismen afgebroken met productie van biogas en digestaat tot gevolg, deze afgebroken biomassa moet regelmatig aangevuld worden door nieuwe en verse biomassa. De dagelijkse hoeveelheid voeding hangt af van het reactorvolume. Bij een gewenste verblijftijd van 30 dagen en een nuttig reactorvolume van bv. 150 m³ (excl. schuimbuffer) mag er dagelijks 5 m³ verse mest aangevoerd worden en 5 m³ digestaat uit de reactor verwijderd worden.

Hoe? Vaker inpompen van een deel van de voeding geeft minder risico op schuim. Verdeel de hoeveelheid voeding gerust over tien beurten per dag.

Tips?

- Verbleeftijd moet minstens 30 dagen zijn: als de doorstroomtijd te kort wordt kan er een uitspoeling zijn van de actieve bacteriënpopulatie. Als gevolg daarvan kan de biogasproductie met eenzelfde hoeveelheid voeding in verloop van de tijd achteruitgaan. Een groot deel van de biogasproductie zal dan nog blijven doorgaan in de digestaatopslag. Aangezien de digestaatopslag niet gasdicht is, komt dit methaan in de atmosfeer terecht.
- Berekening verbleeftijd: $\text{verbleeftijd (dagen)} = \frac{\text{nuttig volume excl. schuimbuffer (m}^3\text{)}}{\text{voeding (m}^3\text{/dag)}}$
- Gebruik verse mest en streef constante voeding na.
- Teveel ineens voeden geeft veel gas op korte tijdsperiode, wat kan leiden tot schuim.

13) Temperatuur in reactor:

Wat? De ideale mesofiele temperatuursrange voor de mest in de reactor is 38-40°C.

Hoe? De vergister start door het aanbrenge van warm extern digestaat of door het extern opwarmen van eigen bedrijfsmest. Eenmaal op de reactor op temperatuur is zorgt het verwarmingssysteem verbonden aan de WKK ervoor dat de condities optimaal blijven.

Tips?

- Bij opstarten komt er met externe verwarming gemiddeld 1,5°C per dag bij.
- Door kleinere, maar meer, voedingsbeurten zullen minder temperatuurschommelingen plaatsvinden. Kleine schommelingen zijn geen probleem, te grote schommelingen zorgen voor stress bij de micro-organismen.

14) Onderhoud installatie:

Wat? Elke installatie moet regelmatig onderhouden worden om een optimale werking na te streven.

Hoe? Uitbaters kunnen een aantal zaken zelf onderhouden, voor de wat complexere acties moet de onderhoudsploeg van de technologieaanbieder gecontacteerd worden. Raadpleeg zeker regelmatig de recentste handleiding van de installaties en bekijk de foutcodes bij problemen.

Tips?

- Het zuiver maken van de uitlaat kan door de landbouwer zelf gebeuren m.b.v. een chlooroplossing. Bij onderhoud worden ze anders gewoon vervangen (400 €), vooral als de motor olie pakt. Reinig de betapot bv. met één van de producten die ook voor de melkinstallatie gebruikt worden. Door de betapot in een oplossing van dat product te leggen, lost al het vuil op (oplossing wordt zwart). Dit een aantal dagen herhalen (telkens in een bak met verse oplossing), zorgt ervoor dat de betapot gereinigd wordt. Met 2 betapots kan je dit principe hanteren.
- Elektrische kleppen: bij falen hoeven deze niet perse volledig vervangen te worden. Vaak kan het beholpen worden met een nieuwe zekering van €1 die online kan besteld worden.
- Vermoeden van gaslek? Lekdetectie via infraroodcamera is mogelijk via een commercieel labo
- De overdruk/onderdrukkelep heeft een waterslot: bekijk dat niveau regelmatig en voeg indien nodig water toe. Let ook op het dichtvriezen van overdrukkeleppen.
- Hou zelf ook wat reserveonderdelen bij. Dit zorgt ervoor dat je sneller kunt optreden bij problemen.

15) Veiligheid:

Betreed nooit de mestopslag of vergistingsinstallatie, tenzij je volledige adembescherming hebt, of wanneer de ruimte eerst gereinigd en geventileerd is. Zorg er altijd voor dat er iemand aanwezig is om de wacht te houden met een telefoon bij de hand.

Simulatie voor jouw bedrijf

Voor een berekening op maat of voor meer informatie over gerelateerde subsidies kan u contact opnemen met Inagro: anke.dedobbelaere@inagro.be, tim.bockstael@inagro.be, ines.verleden@inagro.be of sander.vandendriessche@inagro.be.

Interessante websites:

<https://www.inagro.be/Artikel/guid/6633>

<https://www.inagro.be/Artikel/guid/6538>

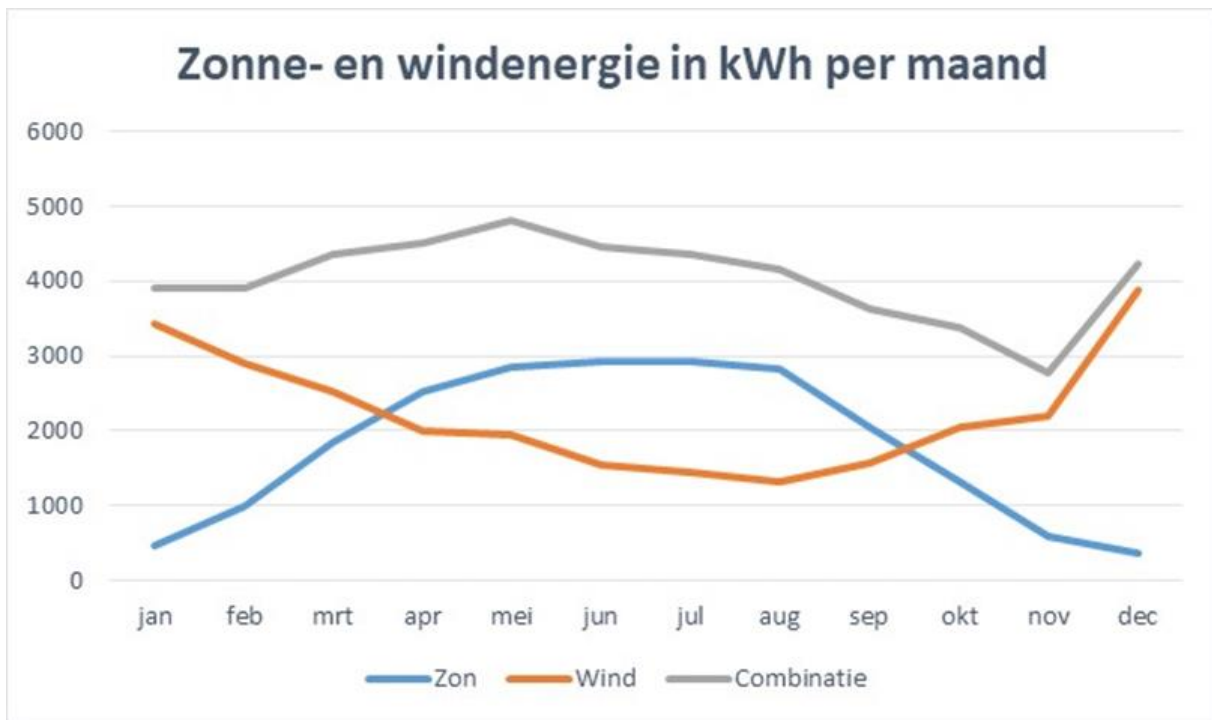
https://www.inagro.be/DNN_DropZone/Publicaties/6633/pocketvergisting-module6_V2.pdf

<https://lv.vlaanderen.be/de/node/9465#:~:text=Tip%201%3A%20Maak%20tijd%20voor,n%2015%20minuten%20per%20dag>

<http://www.enerpedia.be/nl/energiethema/pocketvergisting-7/>

2.2.3 Windmolen

Wind is een schone energiebron die nooit opraakt. Windmolens wekken stroom op zonder de lucht te vervuilen en grondstoffen uit te putten. Alleen bij de productie, het onderhoud en de afbraak van windmolens komt CO₂ vrij en zijn grondstoffen nodig. Een standaard melkveehouderijbedrijf dat alle energiebesparende maatregelen optimaal heeft toegepast verbruikt nog 20 (melkstal) tot 40 (automatisch melksysteem) kWh/1.000 kg melk. Een melkveehouderijbedrijf kan deze resterende energievraag zelf produceren om elektriciteitsneutraal te worden. Een kleine windmolen kan hier een bijdrage aan leveren. Nu de terugdraaiende teller is afgeschaft wordt het interessanter om een zo groot mogelijk deel van de op het bedrijf geproduceerde elektriciteit direct te benutten en niet terug te leveren aan het net. Voor veel melkveehouderijbedrijven is dan een combinatie van zon- en windenergie interessant. Hierdoor ontstaat een vlak leveringspatroon (grijze lijn in onderstaande grafiek, Figuur 1) waardoor een groter deel van de geproduceerde stroom direct gebruikt kan worden.



Figuur 1: Combinatie van zonne- en windenergie. (bron: LaMi.nl)

Als u overweegt om te investeren in een kleine windmolen zijn er een aantal belangrijke punten om rekening mee te houden:

- 1) De hoeveelheid wind op uw locatie:
Er zijn kaarten en websites die weergeven hoeveel wind er waar waait. Vuistregel is hoe meer naar het oosten, hoe minder wind. Maar ook het landschap bepaalt de hoeveelheid wind: hoe opener het landschap, hoe meer wind. Bestaande gebouwen, dijken, hoge bomen etc. hebben grote invloed. In ieder geval moet het zuidwesten volledig vrij zijn om de meeste wind op te vangen.
- 2) Het bestemmingsplan en uw bouwblok:
Het is belangrijk om na te gaan of het bestemmingsplan van uw gemeente ruimte biedt voor het plaatsen van een kleine windmolen en of deze op uw bouwblok gerealiseerd kan worden. Voor elke windturbine is een omgevingsvergunning nodig (<https://www.vlaanderen.be/omgevingsvergunning>).
- 3) Uw elektriciteitsaansluiting en de capaciteit van het net:
Uw elektriciteitsaansluiting en de capaciteit van het netwerk is bepalend of u een kleine windmolen kunt aanschaffen. Als het problemen oplevert kan de combinatie van zon- en windenergie door een gelijkmatigere productie uitkomst bieden.
- 4) Omgevingsfactoren ten aanzien van slagschaduw en geluid:
Bepaal of de beoogde locatie voldoet aan de eisen ten aanzien van slagschaduw en geluid, en betrek omwonenden die de molen kunnen zien en/of horen bij de besluitvorming.
- 5) Kosten en baten goed in beeld brengen:
Kijk naast de aanschafkosten voor de molen ook naar de kosten voor de plaatsing en aansluiting, de kosten voor onderhoud, financiering, verzekering ed. Bekijk ook welke subsidies en fiscale regelingen te benutten zijn.

Interessante websites:

<https://wind.ode.be/>

<https://www.vlaanderen.be/bouwen-wonen-en-energie/zelf-energie-produceren>

<http://www.enerpedia.be/nl/energiethema/windturbines-3/>

<https://lami.nl/thema/energiemanager/energieproductie>

3 Water

(bronnen: ILVO/Rundveeloket, Departement L&V, Inagro, Hooibeekhoeve)

3.1 Behoefte, beschikbaarheid en verbruik

Water is het belangrijkste voedermiddel bij rundvee. Ze drinken er dagelijks 5 tot meer dan 150 liter van, en dit afhankelijk van hun leeftijd, het productieniveau, de samenstelling van het rantsoen, de omgevingstemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid. Voldoende toegang tot kwalitatief water is een basisbehoefte die noodzakelijk is voor een goede diergezondheid en voor het behalen van goede productieresultaten: de penswerking, melkproductie, voldoende voederopname,... hangen hiervan af. Een productieve melkkoe kan tussen 70 en 180 liter water nodig hebben per dag. Er moet dus zeker steeds voldoende water van goede kwaliteit beschikbaar en bereikbaar zijn om de melkproductie optimaal te houden. Bij de watervoorziening kan je echter ook meer en minder duurzame keuzes maken.

Meer info over de behoefte, opname, beschikbaarheid en verbruik van water op melkveebedrijven zijn te vinden via onderstaande linken:

- Behoefte en opname: <https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Water-bij-rundvee-behoefte-en-opname.pdf>
- Belang en tips van beschikbaar en bereikbaar water voor de dieren: <https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Drinkwater.pdf>
- Overzicht van het gebruik van water in de agro- en voedingssector en de beschikbaarheid van water in Vlaanderen: https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Waterverbruik_landbouw_agrovoeding.pdf
- Contactgegevens voor informatie over waterbeschikbaarheid: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties-cijfers/praktijkgidsen/water/contactgegevens-waterbeschikbaarheid>

3.2 Alternatieve waterbronnen

Aangezien leidingwater vrij duur is en het steeds moeilijker wordt om een vergunning te krijgen voor het oppompen van grondwater, gaan melkveehouders op zoek naar alternatieve waterbronnen.

Hemelwater (opgeslagen in een gesloten opvang of een open put) en oppervlaktewater kunnen mogelijk in aanmerking komen. Dit kan dan gebruikt worden voor verschillende toepassingen:

- Reinigen van machines
- Reinigen van de melkstal en eventueel de melkinstallatie
- Drinkwater voor het vee

Bij het Kenniscentrum water van Inagro kunnen landbouwers, via <https://www.watertool.be/interface/index.aspx>, terecht voor een antwoord op vragen zoals welke waterbronnen er kunnen ingezet worden voor specifieke toepassingen en welke behandelingen dit water moet ondergaan, welke opslagcapaciteit er moet voorzien worden,

Ook bij het Waterportaal (<https://www.waterportaal.be/>) kunnen landbouwers terecht voor vragen rond alternatieve waterbronnen, waterkwaliteit, afvalwater, irrigatie en restvloeistoffen bij gewasbescherming. Het Waterportaal heeft een loketfunctie waar advies bekomen kan worden over het totale watermanagement op landbouwbedrijven.

Bij gebruik van alternatieve waterbronnen kan het noodzakelijk zijn om het water te ontsmetten voor je het kan gebruiken op het bedrijf als drinkwater of reinigingswater. Enkele interessante websites en links:

- Waterkwaliteit: <https://www.rundveeloket.be/kenniscentrum/water/waterkwaliteit>
- Ontsmetten van water (technieken en aandachtspunten): - -
<https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-de-melkveehouderij-2>
- En
[https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Demoproject%20gezond%20drinkwater Folder%20ontsmetten%20drinkwater_0.pdf](https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Demoproject%20gezond%20drinkwater%20Folder%20ontsmetten%20drinkwater_0.pdf)
- Normlijst (IKM drinkwater): https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Normen_IkmDrinkwater.pdf
- Normlijst (IKM reinigingswater): https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Normen_IkmReinigingswater.pdf
- Normen wateronderzoek (zoogdieren en IKM): <https://www.dgz.be/media/hsglri4q/normen-wateronderzoek-zoogdieren-ikm-20210401.pdf>
- Filmpje alternatieve waterbronnen: <https://www.youtube.com/watch?v=dn-u1u-JxfQ>

3.3 Duurzaam waterverbruik

3.3.1 Algemeen

Water is onmisbaar op een landbouwbedrijf en waarnemers stellen dat we afstevnen op een watercrisis. Onzorgvuldig beheer van watervoorraden leidt vandaag al tot ernstige economische en ecologische schade. We zullen in de toekomst dan ook verstandig en duurzaam moeten omspringen met het beschikbare water. Via de website van het Departement L&V kan u meer info vinden over:

- Praktijkgids en actieplan water voor landbouw: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/praktijkgids-water-de-land-en-tuinbouw>

- Belang van duurzaam waterverbruik: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-algemeen/belang-van>
- Waterverbruik in Vlaamse landbouw: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-algemeen/belang-van-0>
- Waterbeschikbaarheid in Vlaanderen: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-algemeen/belang-van-1>
- Vlaamse grondwaterproblematiek: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-algemeen/belang-van-2>
- Beschikbaarheid van oppervlaktewater: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-algemeen/belang-van-3>
- Vlaams beleid voor duurzaam waterverbruik: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-algemeen/belang-van-4>
- Europees beleid voor duurzaam waterverbruik: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-algemeen/belang-van-5>
- Wettelijke verplichtingen voor landbouwers inzake grondwater- en oppervlaktewaterwinning en stedenbouwkundige verplichtingen: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-algemeen/wettelijke>

3.3.2 Wateraudit

Een wateraudit is een instrument waarmee u de huidige waterstromen en de nodige waterbehoefte op uw bedrijf in kaart brengt. Er wordt gekeken naar mogelijke waterbesparingsmaatregelen en ook in hoeverre de grondwaterwinning of de drinkwaterfactuur, zowel technisch als economisch, kan worden afgebouwd en vervangen door andere waterbronnen.

Kort samengevat is een wateraudit dus een kritische kijk op alle toepassingen van water op uw bedrijf.

De nodige informatie over wat er onderzocht wordt met een wateraudit, wanneer deze kan ingezet worden, wat je ermee kan bereiken en waar je terecht kan om de audit te laten uitvoeren kan je terugvinden via <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-algemeen/wateraudit>.

3.3.3 Duurzaam waterverbruik in de melkveehouderij

Via volgende websites of links kan u informatie terugvinden over:

- Hoeveel water gebruikt de melkveesector? Welke soorten water worden nu meestal gebruikt? Aan welke kwaliteit moet het water voldoen? Waarom is het belangrijk zuinig en verstandig om te gaan met water op mijn bedrijf? Hoe ga ik op mijn bedrijf verstandig om met water? <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-de-melkveehouderij>.
- Hoe zuinig omspringen en/of water besparen? <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-de-melkveehouderij/zuinig>
- Hergebruik van water: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-de-melkveehouderij-0>
- Waar moet ik op letten bij gebruik van alternatieve waterbronnen?: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/duurzaam-watergebruik-de-melkveehouderij-1>
- De verschillende waterstromen op een melkveebedrijf in kaart, de omschakeling naar alternatieve waterbronnen, het uitvoeren van waterbesparende maatregelen en het opvolgen van een waterzuiveringssysteem met oog op het voldoen aan de lozingsnormen of hergebruik

van het effluent: <https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Duurzaam%20watergebruik%20in%20de%20melkveehouderij.pdf>

- Watermanagement op Hooibeekhoeve (praktijkcentrum melkveehouderij): <https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-melkvee/water.html>
- Praktische tips om het waterverbruik te verminderen of alternatieve waterbronnen te gebruiken: https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Water_melkveehouderij.pdf
- Subsidiemogelijkheden: <https://lv.vlaanderen.be/nl/subsidies/vlif-steun-voor-de-land-en-tuinbouw>
- Tegengaan van waterverontreiniging veroorzaakt door afvalwater en de wettelijke vereisten: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/water/tegengaan-van-waterverontreiniging-veroorzaakt>

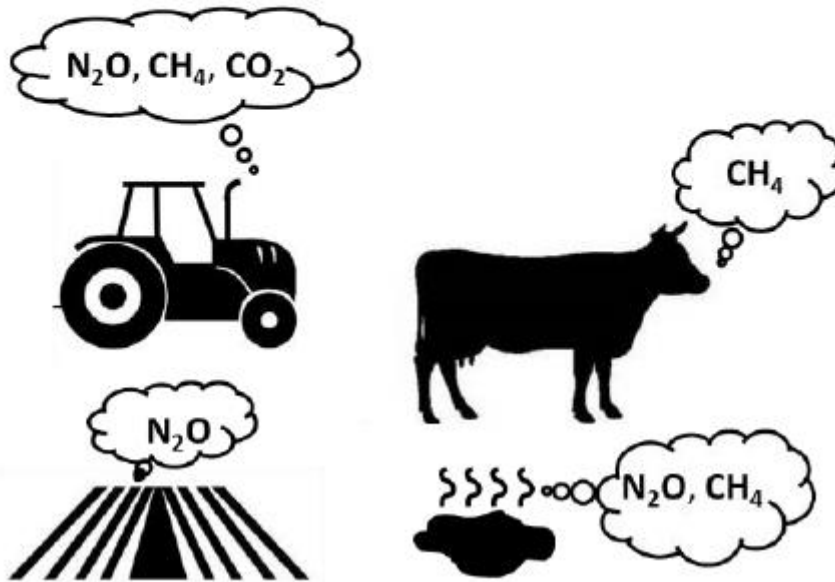
4 Impact van rantsoenen

4.1 Algemeen

(bron: ILVO, Leen Vandaele)

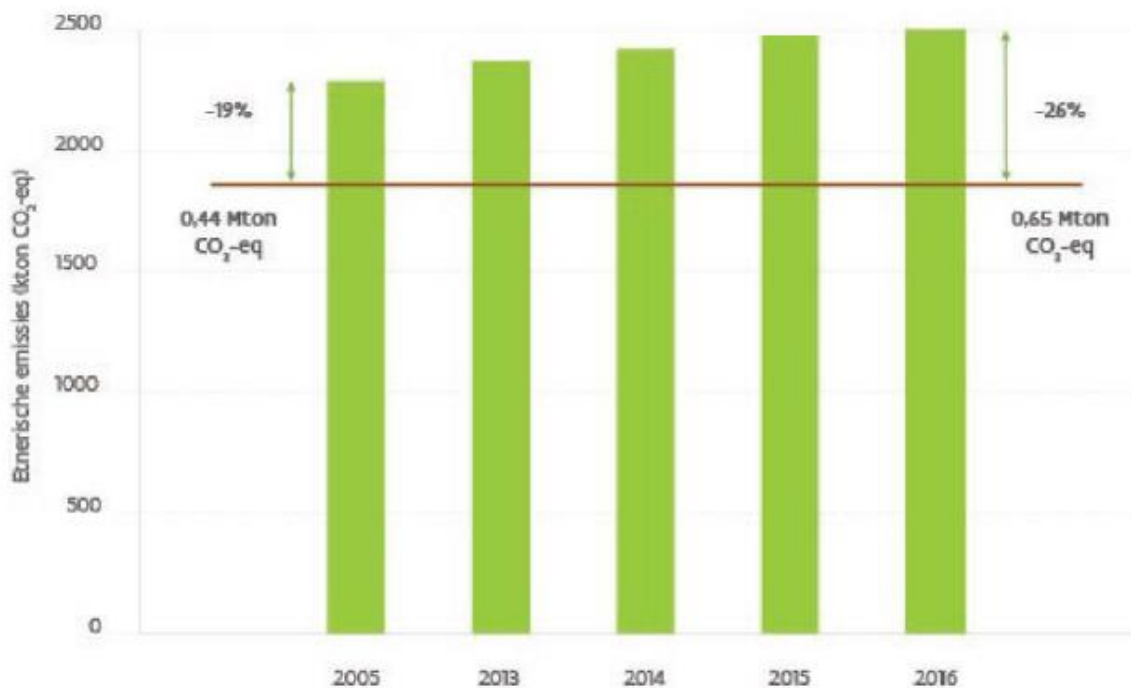
Figuur 2 illustreert de verschillende emissies op een boerderij die meegenomen worden in de klimaatboekhouding. Het gaat hier enerzijds om methaanemissies door de koe, methaan en lachgasemissies vanuit de mest, lachgasemissies op het land en emissies door tractoren, verlichting, verwarming en melkkoeling op het rundveebedrijf.

'voorgrond' = boerderij
in klimaatboekhouding



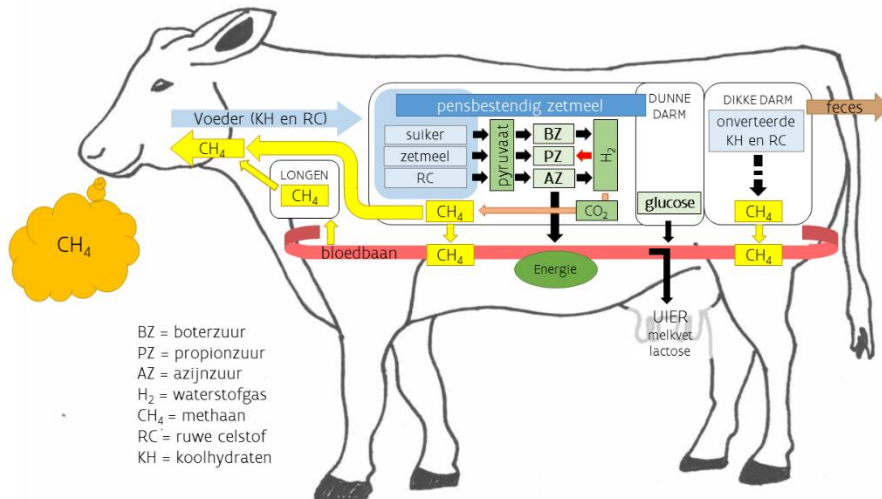
Figuur 2: Emissies vanuit het rundveebedrijf die meegenomen worden in de klimaatboekhouding (Bron: ILVO ELK)

Het Vlaams klimaatplan stipuleert dat de enterische emissies (methaanuitstoot bij verteringsprocessen van herkauwers) in 2030 niet hoger mogen liggen dan 1.9 Mton CO_2 -equivalenten en er dus 0.44 Mton CO_2 -equivalenten moet gereduceerd worden t.o.v. 2005 of 0.65 Mton CO_2 -equivalenten t.o.v. 2016. Dit betekent een reductie van 19 of 26%, respectievelijk (zie ook Figuur 3).



Figuur 3: Evolutie van de enterische emissies tussen 2005 en 2016 en de gevolgen voor de te behalen reductie (Cijfers Voortgangsrapport Klimaatmitigatie 2016-2017 – uit Convenant Enterische emissies rundvee 2021-2030).

De methaanvorming ontstaat bij de afbraak van het voeder in de pens (Figuur 4). Micro-organismen in de pens zetten tijdens het proces van fermentatie ruwe celstof ((hemi)cellulose) en koolhydraten (suikers en zetmeel) uit het voeder om naar energie voor het dier en voor zichzelf. Tijdens deze fermentatie worden vluchtige vetzuren azijnzuur (AZ), boterzuur (BZ) en propionzuur (PZ) gevormd. Bij de eerste twee wordt er ook waterstofgas (H₂) gevormd, bij propionzuur wordt er H₂ opgenomen. Een te hoge concentratie aan H₂ is nefast voor de fermentatie, waardoor het noodzakelijk is om die H₂ te verwijderen uit de pens. En dit gebeurt door de vorming van methaan (CH₄) uit CO₂ en H₂ door de methaanproducerende bacteriën (methanogenen) in de pens. De basis voor de methaanvorming ligt in de samenstelling van het rantsoen.



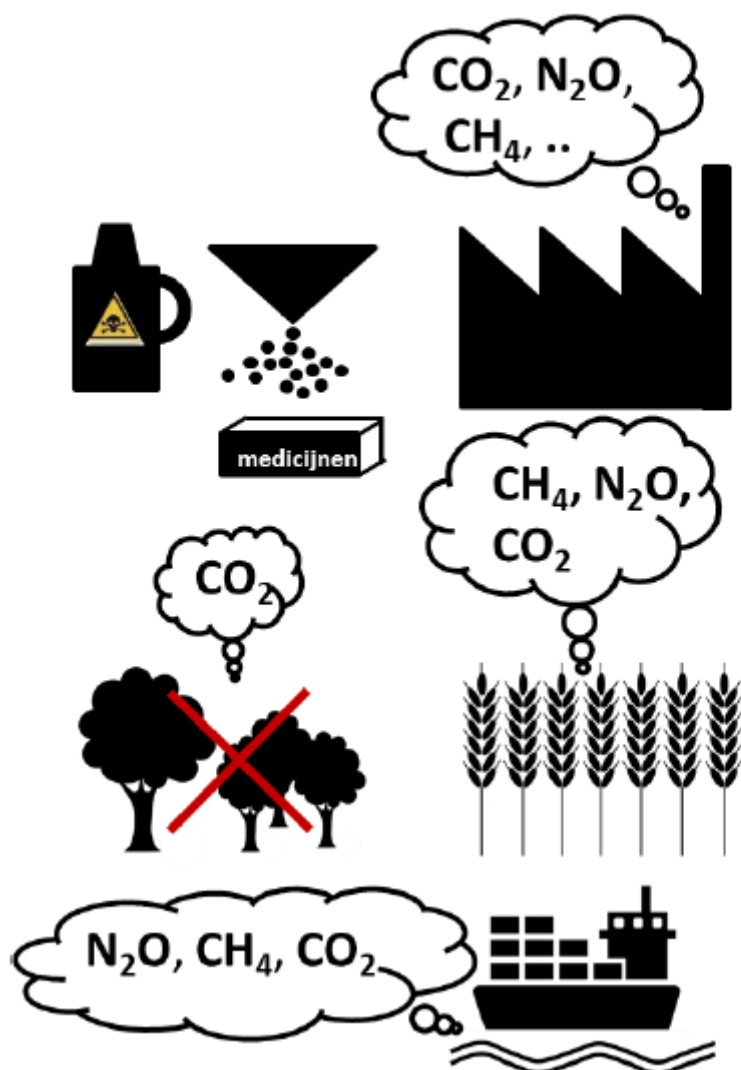
Figuur 4: Schematisch overzicht van de koolhydraatvertering en de methaanproductie in de koe (bron: ILVO).

Het verminderen van de methaanemissie via rantsoenmaatregelen kan op verschillende manier gebeuren. (1) het verminderen van de H₂ vorming zodat er minder bronnen zijn voor de methaanvorming, (2) het capteren van de overschot aan H₂ op een alternatieve manier en (3) door het selectief uitschakelen van de methaanvormers of de methaanvorming.

Echter indien we een impact willen bewerkstelligen op de klimaatverandering, is het belangrijk om ook verder te kijken dan de rechtstreekse uitstoot op het melkveebedrijf zelf. Hierbij spreken over indirecte emissies op de achtergrond.

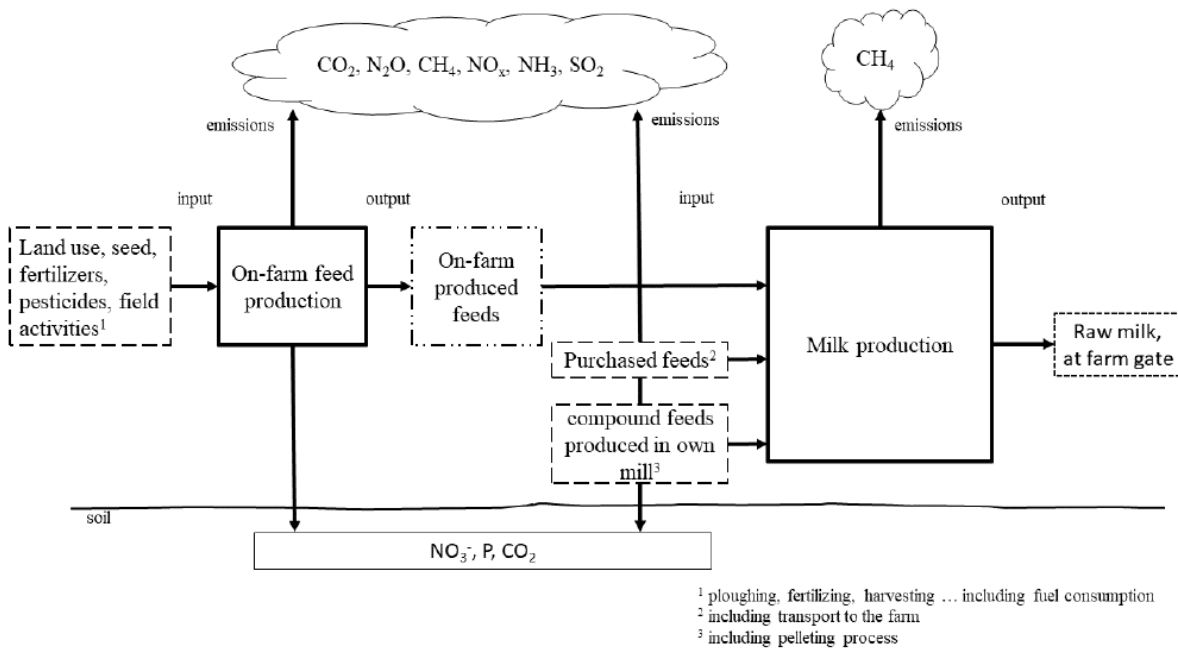
Zij komen in de klimaatboekhouding bij andere sectoren of bij buitenlandse emissies terecht: bv. emissies bij de productie van voederadditieven, medicijnen of landbouwmachines en -installaties, emissies ten gevolge van de productie van voeders in het buitenland, emissie als gevolg van een gewijzigd landgebruik (bv ontbossing voor sojateelt in Zuid-Amerika) (zie ook onderstaande figuur 5).

'achtergrond' = technosfeer



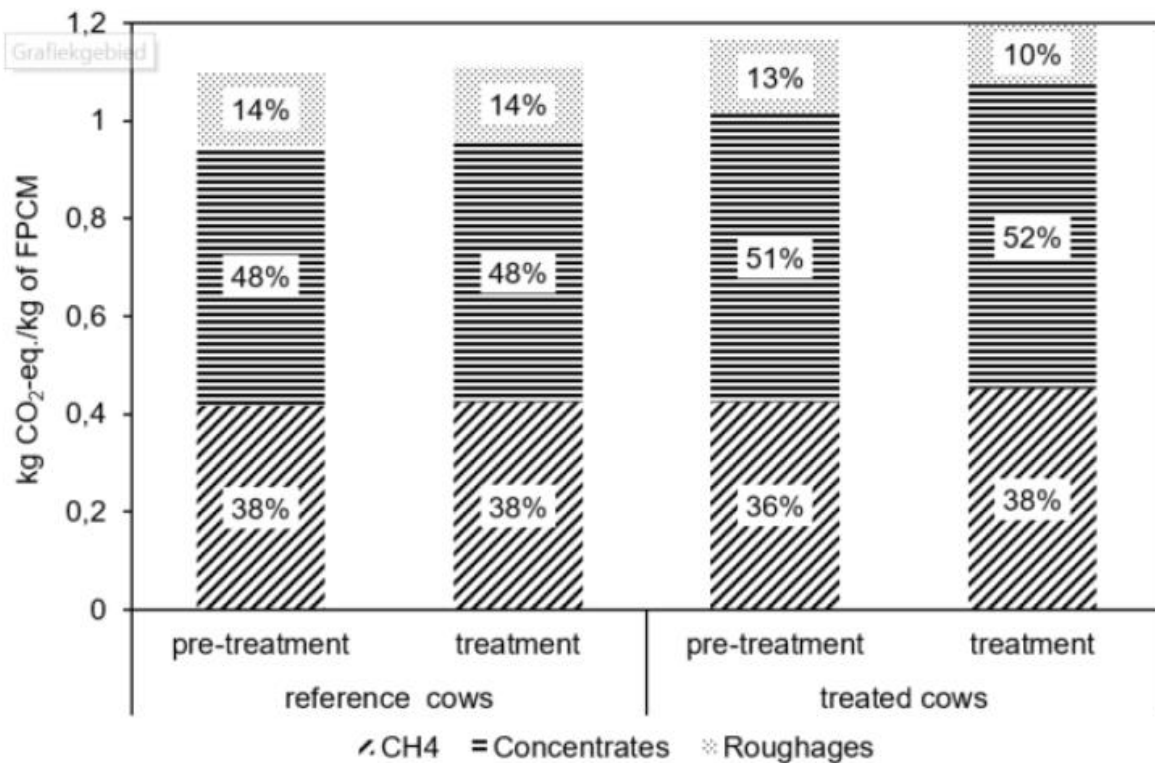
Figuur 5: Emissies als gevolg van de melk- en vleesproductie die niet opgenomen worden in de klimaatboekhouding onder "rundvee" (Bron-ILVO ELK).

De totale emissie kan berekend worden door het toepassen van een levenscyclusanalyse. Als we dit doen voor het product "melk" dan nemen we hierbij niet alleen de methaanemissies door de koe in rekening, maar ook emissies die afkomstig zijn van de productie van eigen voeder, productie van aangekocht voeder en emissies die het gevolg zijn van het gebruik van land, de veldwerkzaamheden en de productie en gebruik van zaden, meststoffen en pesticiden. Onderstaande Figuur 6 geeft dit schematisch weer.



Figuur 6: Schematisch overzicht van de LCA systeemgrenzen bij "cradle to farm gate", met de emissies en excreties die hierbij in rekening worden genomen (bron: ILVO).

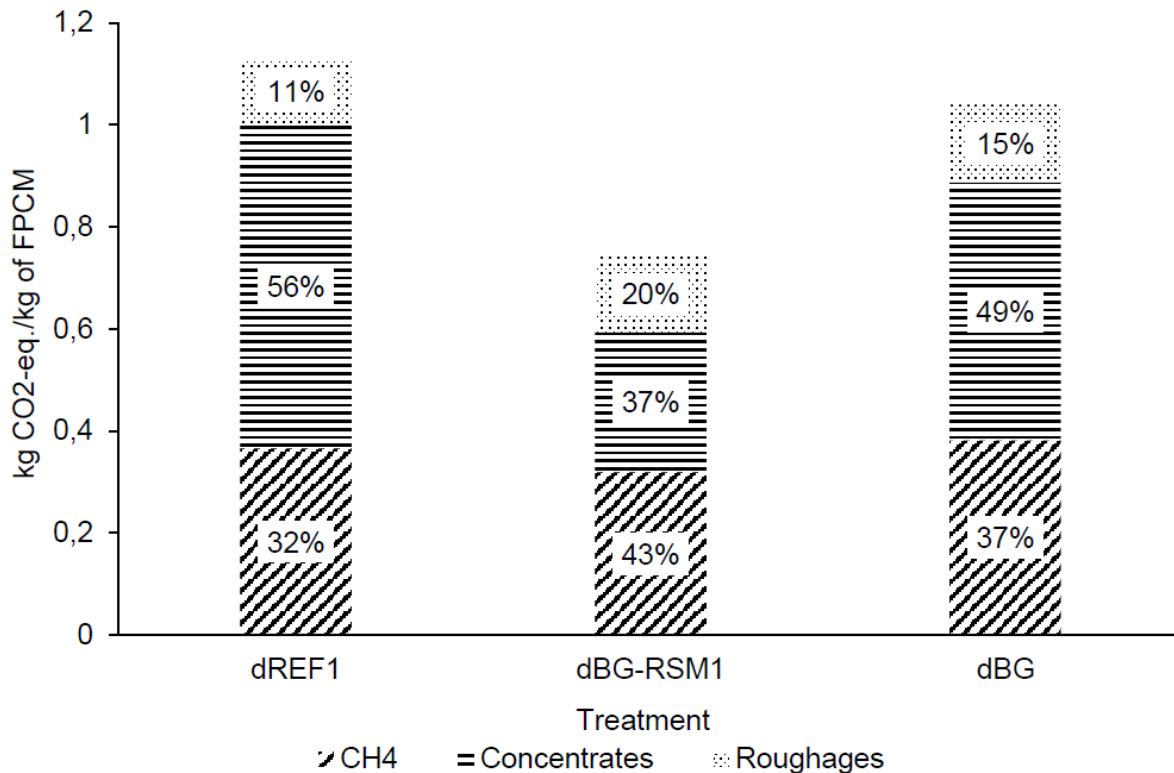
Figuur 7 illustreert de verhouding tussen de emissies rechtstreeks afkomstig van de koe (methaanproductie, CH₄) en de emissies die veroorzaakt worden door enerzijds de productie van het ruwvoeder (maïskuil, voordroogkuil, perspulp en stro) en de gebruikte krachtvoerders. Op basis van resultaten van het VLAIO SMART melken project nemen we aan dat voor klassieke Vlaamse rantsoenen de bijdrage van de methaanemissie in de koolstofvoetafdruk van melk ergens tussen de 38 en 45% ligt. Terwijl de bijdrage van het voeder tussen 55 en 62% ligt, waarvan het grootste deel (ongeveer 45-50%) toe te schrijven is aan het krachtvoeder en zo'n 15% aan het ruwvoeder.



Figuur 7: Koolstofvoetafdruk bij levenscyclusanalyse van “cradle to farm gate” voor de melkproductie bij geteste rantsoenen in de ILVO onderzoeksstal (SMART melken-VLAIO traject).

In proeven waarbij we gekeken hebben naar de impact op de koolstofvoetafdruk van melk van alternatieve eiwitbronnen (combinatie van bierdraf en koolzaadschroot, bierdraf alleen of koolzaadschroot alleen) t.o.v. het gebruik van sojaschroot, blijkt dat de koolstofvoetafdruk die sojaschroot heeft heel erg bepalend is voor de berekeningen. Uit de figuur valt ook het groot aandeel op afkomstig van de gebruikte krachtvoerders (variërend tussen 48 – 51% van de totale koolstofvoetafdruk) (Figuur 7).

In Figuur 8 wordt geïllustreerd wat het effect is van de vervanging van sojaschroot door alternatieve eiwitbronnen: in dit geval bierdraf met koolzaadschroot (DBG-RSM1) of bierdraf (DBG) alleen op de koolstofvoetafdruk.



Figuur 8: Koolstofvoetafdruk bij een controle rantsoen dREF1 (MKV, VDK, PP, sojaschroot en krachtvoeder) tov van eenzelfde rantsoen met bierdrاف and koolzaadschroot (dBG-RSM1) en een rantsoen met enkel bierdrاف (dBG) (bron: ILVO).

4.2 Praktische adviezen

Het grootste verschil kan gemaakt worden bij de lacterende dieren, aangezien lacterende dieren verantwoordelijk zijn voor 72% van de methaanemissie op een klassiek melkveebedrijf. Daarnaast heeft deze diercategorie ook het grootste voederverbruik. Naast methaanemissie is de koolstofvoetafdruk van voeder namelijk ook in belangrijke mate verantwoordelijk voor de klimaatimpact van een melkveebedrijf.

Een volledige levenscyclusanalyse van **cradle to farm gate** uitvoeren voor een bedrijf vraagt een gedetailleerde verzameling voor elk voedermiddel van werkgangen, bemesting, maaien, voordrogen, energieverbruik, dieserverbruik,... en is dus een hele opgave. Maar gebaseerd op tabellarische waarden en resultaten van ILVO-onderzoek is wel duidelijk dat klassieke krachtvoerders een veel grotere voetafdruk hebben dan de frequent gebruikte Vlaamse ruwvoerders zoals maïskuil en voordroogkuil. Daarnaast heeft ook sojaschroot een nog grotere voetafdruk dan klassieke krachtvoerders. Voor melkveebedrijven die een groot aandeel krachtvoer in hun rantsoen hebben, kan het reduceren van krachtvoer resulteren in een verlaging van de koolstofvoetafdruk. Concreet kunnen hiervoor:

- Krachtvoedercurves begin lactatie aangepast worden, zodat de dieren meer gestuurd worden richting ruwvoederopname

- Krachtvoertabellen aangepast worden, zodat een stijging in de melk minder snel gevolgd worden door een stijging in krachtvoeder.
- Koeien na hun pieklactatie wat minder krachtvoer verstrekken. Bij een goed basisrantsoen aan het voederhekken moet dit mogelijk zijn.

Inzetten op voldoende hoeveelheid van kwalitatief ruwvoeder en verhogen van het aandeel eigen voer t.o.v. het aandeel aangekocht krachtvoeder (en ruwvoeder) zal de klimaatimpact van een melkveebedrijf gunstig beïnvloeden. Inzetten op meer 'zelfvoorziening' wat de voerproductie betreft kan zeker als een klimaatgunstige maatregel worden beschouwd, vooral wanneer op die manier het verbruik van sojaschroot verlaagd kan worden. Hierbij verwijzen we terug naar de hoge koolstofvoetafdruk van dit voedermiddel t.o.v. andere eiwitcorrecties (bv koolzaadschroot). Bij keuze voor bepaalde gewassen is het dan ook aangewezen om te zoeken naar gewassen die een belangrijk aandeel DVE hebben.

Op melkveebedrijven waar de eiwitcorrectie gebeurt met soja of een combinatie van soja en koolzaadschroot, zou het een interessante piste zijn om te bekijken of er kan gewerkt worden met (bestendig) koolzaadschroot en bierdrif als basis voor de eiwitcorrectie. Dit zal niet alleen gunstig zijn voor de enterische emissies door de veestapel, maar resulteert bijkomend in een daling van de koolstofvoetafdruk van het complete rantsoen. Koolzaadschroot heeft in vergelijking met geïmporteerd sojaschroot van Zuid-Amerikaanse oorsprong een lagere koolstofvoetafdruk en ILVO onderzoek toonde aan dat de combinatie van bierdrif en koolzaadschroot, ter vervanging van sojaschroot, leidde tot 13% minder methaanemissie per kg meetmelk (https://smartmelken.ilvo.be/Portals/90/images/Kennisfiches/Fiche_Bierdrif_en_koolzaadschroot.png). Hierbij was de hoeveelheid drif 2,8 kg DS/dag en is het niet drif alleen dat resulteert in de methaanreductie, maar vooral de combinatie met koolzaadschroot.

Nog 2 voorbeelden van succesvolle methaanreductiestrategieën:

- De toevoeging van vetten in het rantsoen van rundvee speelt in op verschillende processen in de pens. Als vet als alternatieve energiebron wordt toegevoegd zal de hoeveelheid fermenteerbare organische stof dalen, de vetten hebben een coatende werking op de structurele koolhydraten waardoor ook deze minder beschikbaar zijn voor fermentatie, en vetten kunnen een impact hebben op de protozoa en rechtstreeks op de methanogenen. Een interessante vetbron in deze is lijnzaad.
- Verder zijn er een aantal additieven die toegevoegd kunnen worden zoals 3NOP of nitraat. 3-NOP remt de laatste omzetting in de methanogenese en belemmert op die manier de vorming van methaan. Nitraat fungeert in de pens als alternatieve H₂ vanger, in de pens zal H₂ bij voorkeur reageren met nitraat en minder met CO₂ waardoor er minder methaan gevormd worden.

Meer info over methaanreducerende en stikstofefficiënte (voeder)strategieën bij melkvee kan je vinden via <https://smartmelken.ilvo.be/>.

Binnen het project 'SMART melken' ontwikkelden ILVO en Innovatiesteunpunt ook een [online praktijktool](#) om melkveehouders te helpen hun bedrijfsvoering economisch en ecologisch te optimaliseren via methaanreductie en stikstofefficiëntie en werden [kennisfiches](#) opgesteld met resultaten van diverse additieven en rantsoenen.

Tijdens 'De Klimaatploeg' kwam ook de teelt en het vervoederen van hennep ter sprake. In de literatuur is nog maar weinig bekend over de methaan mitigerende eigenschappen. Er is wel één studie

die *in vitro* (in het labo, in een soort kunstmatige pens) heeft uitgetest of de olie vanuit de hennepzaden methaanvorming kan remmen. Hennepzaad is heel vetrijk en het vet in hennepolie is rijk aan poly-onverzadigde vetten, C18:3,n-6 (linolzuur) en C18:4,n-3 (stearinezuur) (Wang et al., 2017). Van poly-onverzadigde vetten is gekend dat ze methaanproductie kunnen remmen (bv lijnzaad) en in de hoger vermelde studie was de remming van de methaanvorming door toevoeging van hennepolie zelfs hoger dan voor lijnzaadolie. Echter dergelijk *in vitro* studie heeft een *in vivo* vervolgstudie nodig ter bevestiging, aangezien *in vitro* resultaten niet steeds één op één *in vivo* resultaten te vertalen zijn om meerdere redenen. Het wetenschappelijk advies van EFSA uit 2011 (EFSA Scientific Opinion on Hennep) definieert voor runderen 4 mogelijke voedermiddelen afkomstig van hennep: hennepzaden (26 tot 37.5% ruw vet, 25% ruwe eiwit en 28% ruwe celstof), hennepzaadolie (56% linolzuur en 22% alpha-linoleenzuur), hennepzaadschroot (ongeveer 11% vet, 33% ruw eiwit en 43% ruwe celstof) en de volledige hennepplant. Er wordt hier geadviseerd voor een maximale inclusie van 5% hennepzaadschroot en een inclusie van 1 tot 1,5 kg droge stof per dag van de volledige hennepplant in rundveerantsoenen. In vergelijking met de hennepzaadolie is de potentie tot methaanreductie veel onzekerder voor deze laatste twee, gezien we kunnen veronderstellen dat de methaanreducerende werking van het hennepzaad moeten gezocht worden in de poly-onverzadigde vetten.

Interessante websites:

<https://www.interreg-protecow.eu/>

<https://smartmelken.ilvo.be/>

https://shiny.ilvo.be/Dier/Praktijktool_rundvee/

<https://smartmelken.ilvo.be/NL/Kennisfiches/tabid/11469/Default.aspx>

<https://elk.ilvo.vlaanderen.be/nl/>

<https://www.inagro.be/Sectoren-themas/Melkveehouderij>

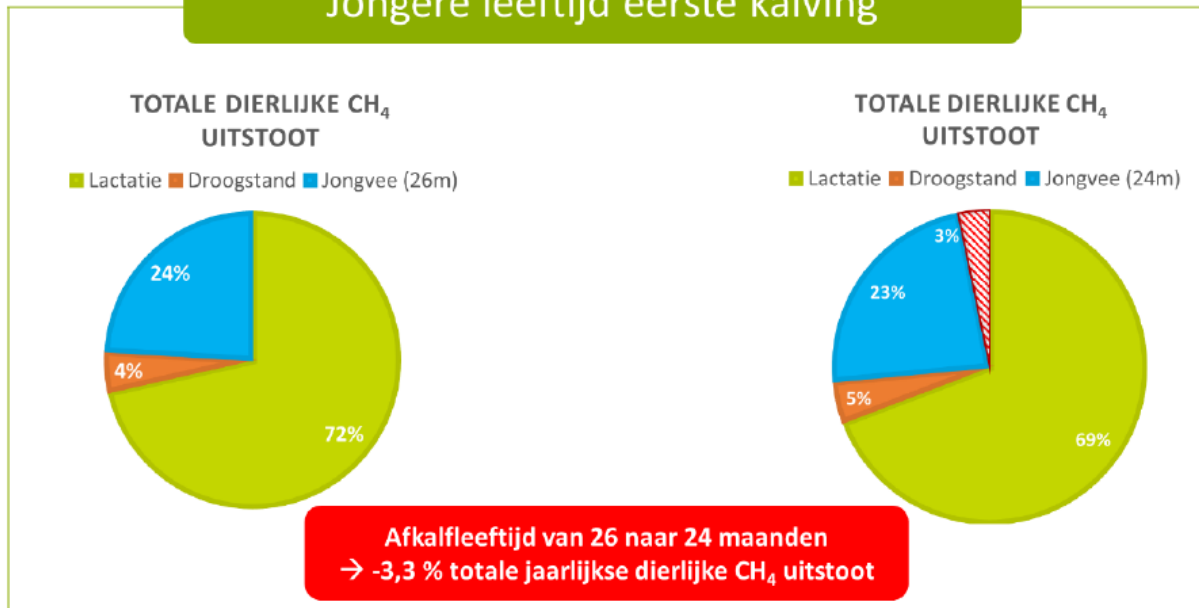
<https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-melkvee/voeding.html>

5 Levensduur verlengen

(bronnen: ILVO, Inagro, Hooibeekhoeve)

Op een klassiek melkveebedrijf schatten we in dat 72% van de emissies afkomstig zijn van de lacterende dieren, 24% van het jongvee en de rest (4%) van de droogstaande koeien (Figuur 9). In het demonstratieproject Levensduur verlengen, werd berekend dat 2 maand vroeger laten afkalven van het jongvee kan resulteren in een daling van de emissies op bedrijfsniveau van 3,3%. Hierbij is het dan ook belangrijk dat het aantal stuks aangehouden jongvee afgestemd wordt op 1) Het vervangingspercentage en 2) De leeftijd bij eerste afkalving.

Jongere leeftijd eerste kalving

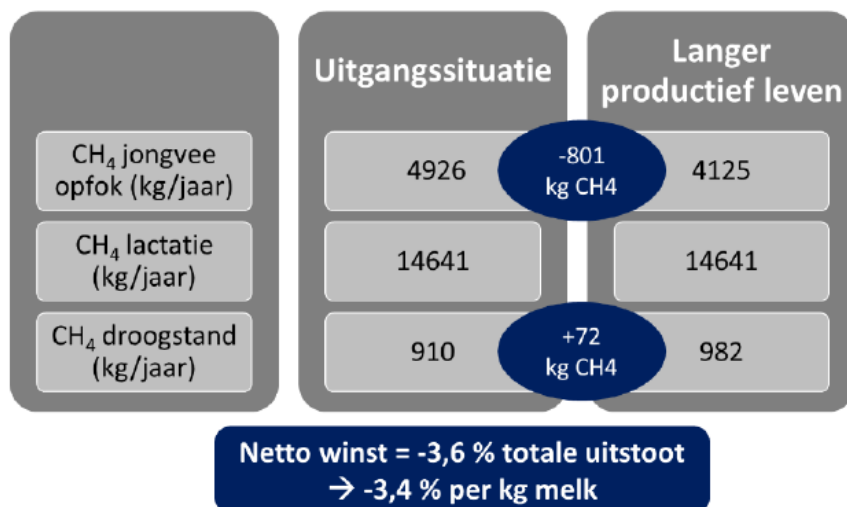


Figuur 9: Impact van jongere afkalfleeftijd op methaanuitstoot per kg geproduceerde melk op een melkveebedrijf (bron: ILVO).

Het verder optimaliseren van de jongvee-opfok zodat afkalven op 24 maand mogelijk is, is zeker een interessante optie. Temeer omdat we weten dat jongvee-opfok duur is en een meer efficiëntere opfok een positief effect heeft op het bedrijfsresultaat. Jonkos berekentool becijfert dat een vroeger afkalfleeftijd (24 maand i.p.v. 26 maand) resulteert in een winst van 7 800 euro op een bedrijf met 100 melkkoeien.

Het fokken van meer duurzame koeien, die langer op het bedrijf kunnen meegaan, is positief in het klimaatverhaal. Bij een toename van 3,3 lactaties naar 4 lactaties per koe kan een bijkomende methaanreductie van 3,4% per kg geproduceerde meetmelk bekomen worden (Figuur 10). De levensduur verlengen heeft dus een gunstige impact op het klimaatverhaal, maar ook op de economie van het bedrijf.

Levensduur verlengen / gelijke productie



Figuur 10: Impact van een langere levensduur (meer lactaties) op de methaanemissie op een melkveebedrijf (bron: ILVO).

De levensduur van de melkveestapel hangt af van het uitvalrisico van de koeien in elke lactatie. Dat risico wordt bepaald door drie factoren: de koe, de boer en de leefomgeving. Die verschillen per bedrijf en dat betekent dat de haalbaarheid van levensduurverlenging bedrijfsspecifiek is. Met andere woorden, niet voor elk bedrijf zal dezelfde levensduur haalbaar zijn, gelden dezelfde maatregelen of is het even makkelijk.

Een langere levensduur biedt veel voordelen, maar wat is optimaal en wat is praktisch haalbaar? Waar ligt met andere woorden het omslagpunt? Uit eerder onderzoek kwam naar voren dat de meest economische leeftijd van een koe 8 jaar zou zijn. Dat is een productieve levensduur van gemiddeld zo'n 5,8 tot 6 jaar. Dat komt, als de tussenkalf tijd bv. 400 dagen bedraagt, overeen met ca. 5,4 lactaties. Daar hoort een vervangingspercentage bij van rond de 17% en ondanks het ouder worden van de koeien, moet het uitvalrisico toch beperkt blijven (W. van Laarhoven, 2010).

De totale vermindering van de methaanproductie per kg melk door de combinatie van een verbeterde dierduurzaamheid, een efficiëntere productie en het aanhouden van niet meer jongvee dan noodzakelijk voor vervanging van de afgevoerde koeien, zou naar schatting 15% kunnen bedragen. Als gevolg van het streven naar een betere dierduurzaamheid, wordt op steeds meer bedrijven een verhoging van de melkproductie niet meer als enige doelstelling gezien. Steeds vaker is behoud of een beperkte verhoging van de productie, in combinatie met een langere productieve levensduur, waarbij ook de fokkerij een rol speelt, het doel. In die gevallen is een vermindering van de methaanproductie per kg melk met 20% haalbaar.

De levensduur van melkvee verlengen kan o.a. door de jongveeopfok, het transitie management, de uiergezondheid, de klauwgezondheid,... te verbeteren. Meer informatie (en contactpersonen) over deze onderwerpen kan je vinden via:

- Jongveeopfok:
 - https://www.inagro.be/DNN_DropZone/Publicaties/6271/201906_eindbrochure%20levensduur_finaal.pdf

- <https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-melkvee/jongveeopfok.html>
- <https://www.rundveeloket.be/kenniscentrum/jongvee>
- Droogstand:
 - https://www.inagro.be/DNN_DropZone/Publicaties/6271/201906_eindbrochure%20levensduur_finaal.pdf
 - <https://www.rundveeloket.be/kenniscentrum/rundveevoeding/droogstand>
 - <https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-melkvee/sensortechnologie/projecten.html>
- Uiergezondheid:
 - <https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-melkvee/sensortechnologie.html>
 - <https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-melkvee/gezondheid-en-antibiotica.html>
 - <https://www.rundveeloket.be/kenniscentrum/diergezondheid/uiergezondheid>
- Klauwgezondheid:
 - <https://www.rundveeloket.be/kenniscentrum/diergezondheid/klauwgezondheid>
 - <https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-melkvee/huisvesting.html>
 - <https://www.provincieantwerpen.be/content/dam/provant/dese/hooibeekhoeve/Publicatie/Onderzoek-melkvee/Gezondheid-en-Antibiotica/Brochure%20Gezonde%20klauwen%20op%20stal.pdf>
- Management algemeen:
 - <https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-melkvee/management.html>
 - <https://www.rundveeloket.be/>
 - <https://www.verantwoordeveehouderij.nl/nl/Verantwoorde-Veehouderij-2.htm>
 - <https://www.valacon.nl/>
 - <http://www.koesensor.be/>
 - <https://edepot.wur.nl/237816>
 - file:///C:/Users/pauniru/Downloads/tabel_maatregelen.pdf
- Praktische adviezen voor dierduurzaamheid en methaan:
 - <https://edepot.wur.nl/353107>
- Kengetallenoverzicht:
 - <https://edepot.wur.nl/307160>

Een interessante aanvulling hierop, is de discussie over korte tussenkalftijd versus meer persistente koeien. Wim Govaerts vraagt zich af of we niet moeten overwegen te sturen richting meer persistente koeien, die hun lactatie verlengen en minder snel terug afkalven. Hierbij zal de droge periode per kilogram melk verkleinen, wat op dat moment een positieve invloed kan hebben op de koolstofvoetafdruk per kg melk. Indien op die manier ook de gezondheid van de dieren verbeterd kan worden, waardoor dieren langer kunnen worden aangehouden, zijn we nog een stapje verder. Er zijn minder overtollige stierkalveren en de levensduur verlengt. We hebben hierboven al aangetoond dat een langere levensduur resulteert in een lagere klimaatimpact van een bedrijf: er is minder jongvee nodig en het vervangingspercentage is een stuk lager.

6 Teelten en bodem

(bronnen: LCV, Hooibeekhoeve, Proefhoeve Bottelar-HoGent-UGent, ILVO, Inagro)

6.1 Teeltrotatie en koolstofgehalte van de bodem

Maïs is samen met gras het basisbestanddeel van het rantsoen voor rundvee. Op de meeste rundveebedrijven, in het bijzonder op de gespecialiseerde melkveebedrijven, neemt maïs het grootste deel van het bouwland in en wordt vaak meerdere jaren na elkaar geteeld. De laatste jaren komen de problemen van deze monocultuur echter meer en meer in beeld door de lagere bemestingsnormen en de extreme weersomstandigheden. Door deze veranderde omstandigheden wordt bodemkwaliteit een speerpunt om de maïsteelt robuuster te maken en de opbrengst en kwaliteit ervan te garanderen. Een hogere frequentie van extremere weersfenomenen brengt verschillen in bodemvruchtbaarheid sterk in beeld. De voorbije jaren hebben getoond dat zeker maïs sterk lijdt onder droge en warme omstandigheden. In de praktijk is het evenwel opvallend dat in éénzelfde regio met in principe dezelfde weersfenomenen de verschillen tussen percelen groot zijn. Precies in een context van lagere bemesting komt de basisbodemvruchtbaarheid van percelen duidelijk in beeld. Het eerder uitgevoerd demonstratieproject “Richtsnoeren voor een betere bodemvruchtbaarheid door het doorbreken van de monocultuur maïs” gaf duidelijk aan dat het verband tussen weersomstandigheden en de maïsoopbrengst in een ruime vruchtwisseling veel kleiner is dan bij monocultuur of anders gezegd: extreme weersomstandigheden hebben een grotere impact in geval van monocultuur. Er werd ook ondubbelzinnig aangetoond dat in een ruimere vruchtwisseling een hogere voederwaardeopbrengst én een lagere kost per kVEMeq kan bekomen worden. Minstens even belangrijk in dit verhaal is het organische-koolstofgehalte van de bodem. Een ruimere vruchtwisseling mét aandacht voor input van organische stof zorgt ook voor een beter vochthoudend vermogen en een lagere impact van droogte. Doordachte teeltkeuze en vruchtwisseling op een melkveebedrijf is dus de basis om tot maximale CO₂ opslag in de bodem te komen.

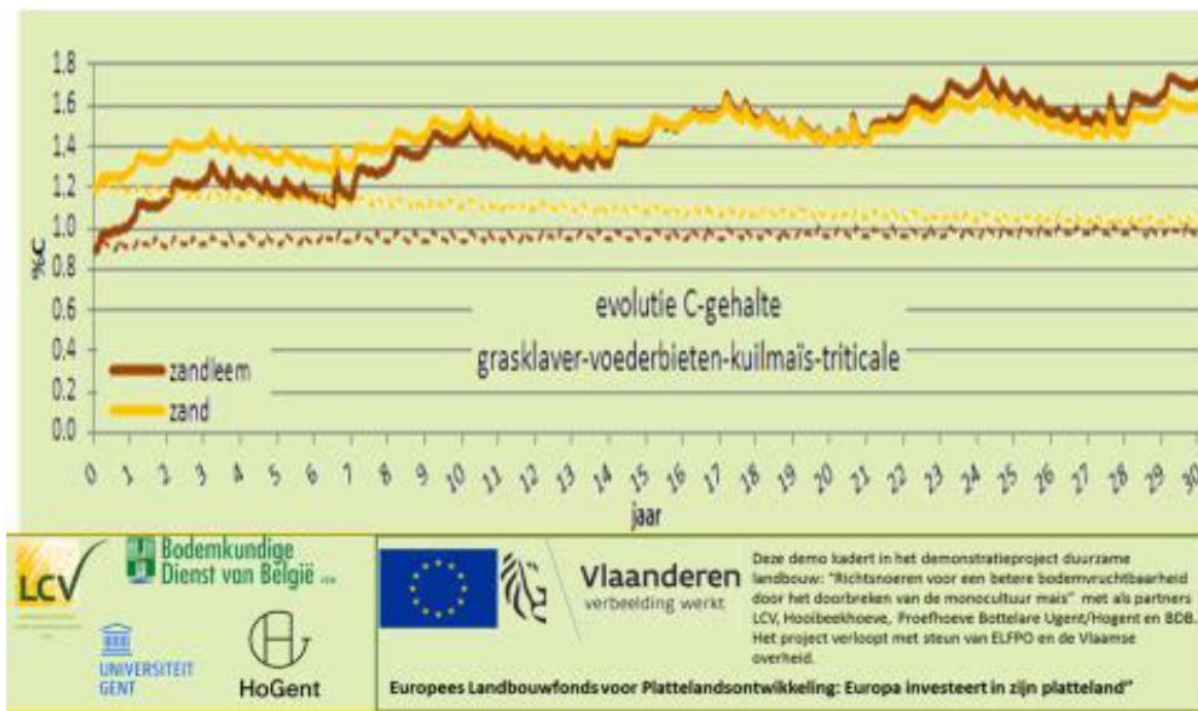
	Gem. ton DS		kVEMeq		Kostprijs	€/1000	
	/ha		/ha		€/ha	kVEMeq	
Monocultuur maïs (+ GK weide) (geen derogatie)	13,74	12,37	14193	12774	2048	144	160
Monocultuur maïs + grassnede + GK weide (derogatie)	14,85	13,36	15310	13780	2304	150	167
Monocultuur maïs + grasgroenbedekker + GK weide (geen derogatie)	14,33	12,90	14808	13327	2080	140	156
Vruchtwisseling met grasklaver-maïs-wintertarwe	13,58	12,22	14627	13164	1944	133	148
Vruchtwisseling met grasklaver-aardappel-maïs-wintertriticale	14,11	12,70	15667	14100	1980	126	140
Vruchtwisseling met grasklaver-voederbiet-maïs-wintertriticale	14,11	12,70	15667	14100	2090	133	148
Vruchtwisseling met maïs-wintertriticale-voederbiet	15,47	13,92	18071	16264	2066	114	127
Vruchtwisseling met maïs-vlinderbloemigen-voederbiet-triticale	13,14	11,82	17875	16088	1926	108	120
	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand

Figuur 11: Voederwaardeopbrengst en kost per kVEMeq voor 8 scenario's (bron: LCV)

Meer uitleg bij de verschillende scenario's van Figuur 11, via https://www.lcvzw.be/wp-content/uploads/2018/05/A2018_3_Vruchtwisselingsfiches.pdf

Er zijn heden ook diverse tools zoals [Cslim©](#) beschikbaar die landbouwers kunnen ondersteunen in hun bedrijfsvoering. Hieronder een voorbeeld van de toepassing van de tool, uitgaande van een rotatie drie jaar grasklaver – voederbieten – kuilmaïs – triticale.

Door de link [Cslim©](#) te volgen en onderaan op de knop 'CSLIM maïsscenario's' te klikken kan u ook het effect van het doorbreken van een maïsmoecultuur op de evolutie van het organische-koolstofgehalte in de bodem voor de andere scenario's bekijken of berekenen voor uw bedrijf.



Figuur 12: Evolutie organisch koolstofgehalte bij rotatie 3jaar grasklaver – voederbieten – kuilmaïs - triticale, met C-slim simulatie Bodemkundige Dienst van België (bron: LCV)

Kuilmaïs maakt 50% uit (op droge stof basis) van eenjarige voederteelten in de Lage Landen. Bij de Bemex analyses van Bodemkundige Dienst van België bleken 74% van de bodemstalen uit de Kempen afkomstig van teeltsystemen van maïs in monocultuur. De reden is dat maïs een makkelijke teelt is, vaak grotendeels uitbesteed wordt in loonwerk en een hoge voederwaardeopbrengst heeft (vooral energie, kVEM/ha) ten opzichte van de teeltkosten. Maïs is zelfverdraagzaam en behoudt –indien er voldoende kan bemest worden- zijn opbrengstpotentieel ook bij enge teeltrotaties. Al snel, zeker bij beperkte bemestingsniveaus, komt tot uiting dat dit teeltsysteem nadelen kent. Diverse studies in binnen- en buitenland tonen aan dat er aanzienlijke verschillen kunnen zijn in opbrengst tussen maïs in monocultuur en maïs in vruchtwisseling. In jaren met ongunstige weerssituaties komt dit verschil nog sterker tot uiting. Er worden opbrengstverschillen gerapporteerd van 4 tot 22%.

Recent lopende vruchtwisselingsproeven in Bottelare (Ugent/Hogent) en Geel (Hooibeekhoeve) bevestigen de positieve effecten van teeltrotatie. Verklaring voor deze verschillen vindt men vooral bij een betere bodemkwaliteit als gevolg van een betere organische koolstof-opbouw in de bodem en een lagere onkruiddruk. Door de maïs monocultuur is de onkruidflora veranderd van een makkelijk controleerbare soortenrijke flora naar minder makkelijk controleerbare eenzijdige flora. Volgens een studie van de UGent zijn onkruiden in monocultuur tot 14% minder gevoelig aan bladherbiciden dan bij maïs in vruchtwisseling.

Inpassing van vlinderbloemigen (gras-klaver, veldbonen) of meer droogteresistente (rietzwenkgras) of opbrengstzekere (voederbieten) gewassen in de teeltrotatie bieden ook grote voordelen naar het beperken van de kunstmestinput (en dus ook veel minder indirecte CO₂-emissie).

Interessante websites:

<https://www.inagro.be/carbonfarming>

<https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-voedergewassen.html>

<https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-melkvee/voeding.html>

<https://lcvzw.be/>

<https://www.rundveeloket.be/kenniscentrum/ruwvoerwinning>

<https://www.bdb.be/Productendiensten/Onderzoekstudies/CirculaireKoolstofopbouw%20/tabid/400/language/nl-BE/Default.aspx>

<https://bdbnet.bdb.be/pls/apex/f?p=131:48> (CSLIM© is een app van de BDB die toelaat om de lange-termijnevolutie van het organische-koolstofgehalte in akkerbouwpercelen te schatten)

<https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/15808> (OS in de bodem)

6.2 Klimaatvriendelijke of –robuuste teelten

Dat de landbouwgewassen kreunen onder de klimaatverandering is geen geheim. De meeste landbouwers blijven echter niet bij de pakken zitten en gaan op zoek naar klimaatrobuuste oplossingen. Eén van de oplossingen kan liggen bij een andere teeltkeuze. Variatie in teelten spreidt het risico en teeltrotatie zorgt voor een betere bodemkwaliteit. Dit wordt versterkt door te kiezen voor gewassen met meer of diepere wortels. Die onttrekken het vocht beter uit de bodem, en de wortelresten dragen bovendien bij tot meer koolstofopbouw in de bodem. In wat volgt bespreken we enkele mogelijke klimaatvriendelijke- of -robuuste teelten.

6.2.1 Grasklaver

Inpassen van klaver in de graslanden heeft een zeer gunstige invloed op het klimaat, vanwege de lagere input van kunstmest heeft dit een zeer grote impact op de koolstofvoetafdruk van de te produceren ruwvoerders. De productie van kunstmest gaat immers gepaard met een aanzienlijke uitstoot van CO₂. Klaver heeft namelijk de eigenschap om stikstof uit de lucht te binden via de rhizobiumbacterie. De stikstof wordt opgeslagen in de stikstofknolletjes waarna het vrijkomt in de bodem en opgenomen kan worden door het gras en de klaver. Dit kan leiden tot dezelfde opbrengsten van zowel droge stof als ruw eiwit met minder kunstmest. Vaak wordt 200 kg werkzame N als norm naar voor geschoven wanneer men voluit klaver wil benutten.

De combinatie klaver/gras heeft ook veel minder last van droogte omdat zowel de rode klaver, met zijn diepe penwortel, als de witte klaver langer blijven doorgroeien zonder daardoor de grassen te verdringen.

Omschakeling van akkerbouw vb. kuilmaïs naar meerjarig tijdelijk of permanent grasland (al dan niet met klaver) zorgt voor een enorme verhoging van het organische koolstofgehalte. Grasland is één van de meest efficiënte manieren om het organische koolstofgehalte in de bodem te verhogen.

Overschakeling van eenjarig naar meerjarige teelten betekent o.a. minder bodembewerkingen en dus minder broeikasgasproductie (vnl. N₂O en CO₂).

Wisselbouw, waarin maïs of andere granen afgewisseld worden met tijdelijk grasland, is ook een mogelijkheid om het organische koolstofgehalte op peil te houden. De organische koolstof die in de graslandperiode wordt opgebouwd, zal in de akkerbouwperiode worden verbruikt. Hierdoor zal het organische koolstofgehalte minder snel dalen dan bij maïsteelt in monocultuur.

De incorporatie van tijdelijk grasland in een akkerbouwrotatie kan een waardevolle maatregel zijn om de koolstofopslag in de bodem te verhogen. In een experiment uitgevoerd gedurende 36 jaar (sinds 1966) op een zandleem bodem in Melle (Universiteit Gent) werden een blijvend grasland, een wisselbouwsysteem (3 jaar tijdelijk grasland – 3 jaar maïs) en blijvend akkerland (monocultuur snijmaïs tot en met 1981, rotatie van snijmaïs, voederbiet en veldboon sinds 1981) met elkaar vergeleken. Hierin werd aangetoond dat bij permanent akkerland na 36 jaar de koolstofstock in de 0-10 cm bodemlaag (29,5 ton C ha⁻¹) tot minder dan de helft terugviel in vergelijking met permanent grasland (69,2 ton C ha⁻¹). Bij het wisselbouwsysteem bleef deze terugval beperkt tot ongeveer twee derde (45,9 ton C ha⁻¹). Soortgelijke resultaten werden gerapporteerd in een studie die blijvend grasland vergeleek met wisselbouw (11 jaar tijdelijk grasland gevolgd door 9 jaar akkerland) en akkerland op een zandige bodem. Na 20 jaar werden ook hier de hoogste koolstofstocks waargenomen in de 0-30 cm bodemlaag van het blijvend grasland (38 ton C ha⁻¹) en de laagste stocks in het akkerland (24 ton C ha⁻¹). Het wisselbouwsysteem nam een intermediaire positie in met een koolstofstock van 31 ton C ha⁻¹.

Teeltfiches:

https://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2019/12/A2017_4-Teeltfiche_grasklaver.pdf

<https://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2015/08/teeltfiche-klaver.pdf>

<https://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2008/01/Voederwaarde-gras-klaver-witte-versus-rode-klaver.pdf>

6.2.2 Rietzwenk

Rietzwenkgras kan, ook op lichtere gronden, lange droogteperiodes overbruggen en toch productief blijven. Deze grassoort moet in het najaar tijdig gezaaid worden en in verse toestand is de smakelijkheid en de verteerbaarheid lager dan bij Engels raaigras. Dit nadeel op het vlak van smakelijkheid vervalt echter na inkuilen en er zijn aanduidingen dat het verschil inzake verteerbaarheid (na inkuilen) ook beperkt is. Rietzwenk geeft ook meer pensprik waardoor structuurproblemen meer ondervangen kunnen worden. Daarnaast heeft het een hogere productiecapaciteit dan Engels raaigras en een zelfde persistentie.

Grasland dat intensief wordt uitgebaat heeft (meestal) als hoofdcomponent Engels raaigras. Het is algemeen gekend dat rietzwenkgras, mede door een dieper ontwikkeld wortelstelsel (tot 60cm), een veel betere droogteresistentie heeft dan Engels raaigras en zowel in droge als in natte jaren een hoger productiepotentieel heeft dan Engels raaigras. Dit betekent een meer stabiele drogestofproductie in de wisselende weersomstandigheden zoals wij deze in de laatste 10 jaar hebben gekend en in de nabije toekomst nog mogen verwachten.

Bij inzaai van gras(klaver) kan gekozen worden om i.p.v. met enkel Engels raaigras te werken, eens met een mengsel rietzwenkgras/Engels raaigras/(klaver) te werken (slechts een deel van het gras gezien verteerbaarheid iets minder). Zodat ook in droge seizoenen voldoende eiwitrijke voordroog geproduceerd wordt. Rietzwenkgras laat ook, ondermeer door z'n tragere start, ontwikkeling van klavers goed toe.

Teeltfiche:

https://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2019/12/A2019_5-Teeltfiche-rietzwenkgras.pdf

6.2.3 Voederbieten

Voederbiet is een opbrengstzekere teelt en is bovendien een smakelijk en waardevol voeder voor melkvee. Door hun lang groeiseizoen zijn voederbieten in staat om extreme weersomstandigheden te compenseren en kunnen we spreken van een klimaatrobuust gewas. De grote troef in het kader van wijzigend klimaat is de sterke hergroeicapaciteit van voederbieten na een droge zomerperiode in vergelijking met andere ruwvoederteelten zoals maïs en raaigras.

Voederbiet kan qua voederwaardeopbrengst dan ook als meest productieve voedergewas bestempeld worden. Maïs is gevoelig voor droogte, vooral rond de periode van de bloei. Vochttekort zorgt op dat ogenblik voor een onvolledige kolfvulling. Als er nadien voldoende vocht aanwezig is herneemt de groei niet, de productie- en kwaliteitsdaling is groot en definitief. Voederbieten daarentegen kunnen in de zelfde omstandigheden na regen fors herstellen en doorgroeien tot eind oktober / begin november. Uit onderzoek blijkt dat voederbieten zelfs in oktober een groei van 50 kg DS/ha/dag kunnen realiseren (groei in oktober = 1500 kg DS/ha). Dit betekent een veel grotere opbrengstzekerheid bij voederbieten in combinatie met een zeer goede en stabiele kwaliteit. Voederbiet in de rotatie opnemen biedt dus kansen om ook in droge jaren meer kwaliteitsvol ruwvoeder te produceren.

Echter zijn er een aantal argumenten die landbouwers weerhouden om met voederbieten te werken. Eén van de argumenten is dat de bewaring en vervoeding van verse voederbieten continue aandacht en extra werk vraagt en dat het niet mogelijk is de verse voederbieten het ganse jaar door te vervoederen. Inkuilen van voederbieten kan hiervoor een oplossing zijn.

Voederbieten kunnen niet alleen ingekuild worden en er moet dus een mengpartner gekozen worden. Welke mengpartner je kiest kan van een aantal zaken afhangen, beschikbare plaats op het erf, voorkeur om eerst een tijd verse voederbieten te voeren, kostprijs mengpartner,.... In de praktijk worden bijvoorbeeld sojahullen, droge pulp, perspulp of maïs gebruikt.

Op Hooibeekhoeve wordt al enkele jaren voederbiet ingekuild met perspulp. Perspulp is een zeer courant gebruikt bijproduct op melkveebedrijven en het tijdstip wanneer je gaat inkuilen kan vrij gekozen worden. De mengkuil met voederbieten en perspulp bestaat uit 1/3^e voederbieten en 2/3^e perspulp (kg vers product).

Maïs is uiteraard ook aanwezig op een melkveebedrijf en heeft goede eigenschappen als mengpartner, maar heeft ook enkele nadelen. Het oogsttijdstip van maïs en voederbieten is namelijk niet gelijk. Daarom moet je hierbij een keuze maken. Ofwel ga je de bieten rooien op het moment dat je de maïs gaat hakselen en mis je een deel opbrengst van je voederbieten, ofwel ga je de maïs moeten herinkuilen. Bij maïs als mengpartner kies je best voor een verhouding van 1/4^e voederbiet en 3/4^e maïs (kg vers product).

Binnen het project 'Feedbeet' werd een [brochure](#) samengesteld, waarin tal van mengpartners onderzocht werden naar hun geschiktheid om samen met voederbieten in te kuilen. Hierbij werd gekeken naar wat de beste verhouding is van voederbieten t.o.v. de mengpartner, om zo veel mogelijk sapverliezen te voorkomen.

Een bijkomend voordeel van voederbiet is dat het gewas fungeert als 'N-pomp', doordat voederbiet alle gemineraliseerde N kan opnemen. Op die manier houdt voederbiet deze N in het bedrijf en kan een te hoog nitraatresidu vermeden worden. Voederbieten passen daardoor bijvoorbeeld uitstekend na gescheurd grasland.

Door zijn hoge voederwaarde kan voederbiet ook aanzien worden als een krachtvoederteelt (1050 VEM en 100g DVE per kg DS), zodat op die manier de afhankelijkheid van krachtvoeder kan verminderen.

Teeltfiche:

https://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2019/12/A2019_3-Teeltfiche-voederbieten.pdf

Teelt, mechanisatie en mengkuilen:

https://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2017/11/LCV_Brochure_Feedbeet_finaal-30102017.pdf

Bewaren en voederwaarde:

<https://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2018/11/Voederbiet-bewaren-en-voederen-Herenthout09nov2018.pdf>

Rapport voederproef ingekuilde voederbieten:

https://www.provincieantwerpen.be/content/dam/provant/dese/hooibeekhoeve/Publicatie/Rapport_voederproeven_Demo_'KOE'.pdf

Toepassen van voederbieten in het melkveerantsoen:

<https://www.provincieantwerpen.be/content/dam/provant/dese/masterthesis-EvieLeenaerts.pdf>

6.2.4 Veldbonen

Ondanks de ruime toepassing van gras als belangrijkste eiwithoudend gewas binnen de rundveevoeding, blijft eiwitcorrectie via krachtvoer nodig. Gezien de grote beschikbaarheid en verzekerde hoogwaardige kwaliteit, is 50% van de eiwitbronnen in Belgisch mengvoeder afkomstig van overzeese soja. Lokaal geteelde eiwithoudende gewassen zijn duur en de toepassing ervan is onvoldoende gekend, waardoor de import van soja sterk concurrerend blijft. Vanuit het oogpunt van duurzaamheid is er de politiek-maatschappelijke discussie rond de negatieve aspecten van sojaimport voor veevoer en is er nood aan alternatieven. Ook binnen het Europees en lokaal beleid staat verhogen van eiwitafhankelijkheid hoog op de agenda.

Veldbonen scoren qua eiwitopbrengst per ha het beste van alle eiwitgewassen, passen goed bij het Vlaamse klimaat en hebben de laatste jaren een flinke ontwikkeling doorgemaakt dankzij veredeling.

Veldbonen zijn een meerwaarde voor de teeltrotatie met een positief effect op de opbrengst van de volgteelt en op de beheersing van plantspecifieke (bodem)pathogenen, onkruiden en plagen. Daarenboven zijn veldbonen gekend voor hun aantrekkingskracht op allerlei bij- en hommelse soorten. Als vlinderbloemige komen veldbonen ook toe met weinig N-input en kunnen ze er mee voor zorgen dat de nood aan kunstmest kan dalen. Doordat de productie van kunstmest gepaard gaat met een aanzienlijke uitstoot van CO₂, kunnen veldbonen bijdragen aan het verlagen van de koolstofvoetafdruk van rundveebedrijven.

Zowel winter- als zomerveldbonen zijn beschikbaar maar i.k.v. klimaat en duurzaamheid gaat de voorkeur uit naar winterrassen, o.a. dankzij bedekking van de bodem tijdens de winter en een hoger opbrengstvermogen in vergelijking met een zomerteelt. In winterteelt ligt het opbrengstniveau 1000 tot 1500 kg/ha hoger dan in zomerteelt. Nog een groot voordeel van de winterteelt is de vroege oogst, die ongeveer samenvalt met het oogstmoment van normale wintergranen (volle zomer) en dit bij een laag vochtgehalte. Dit biedt nadien nog alle mogelijkheden voor inzaai van bijvoorbeeld groenbedekkers of grasland.

Veldbonen hebben een ruw eiwitgehalte van ongeveer 27%, wat hoger is dan bij bv. erwten, maar het eiwit is tamelijk onbestendig. Door de veldbonen te toasten (verhittingsproces) stijgt de bestendigheid, waarbij het DVE-gehalte toeneemt (van 115g naar 174g) en het voer meer geschikt wordt als eiwitbron voor melkvee. Na toasten hebben veldbonen een DVE-waarde tussen koolzaad en soja.

In het najaar van 2021 wordt op Hooibeekhoeve een voederproef uitgevoerd waarbij een deel van de soja vervangen zal worden door getoaste veldbonen. Voor meer informatie hieromtrent kan u terecht bij nick.rutten@provincieantwerpen.be.

Veldbonen kunnen ook uitgezaaid worden in een mengteelt met wintergranen. De mengteelt kan in de zomer geoogst worden voor het graan en de droge bonen, om zo als krachtvoervervanger in te zetten. Maar kan ook gebruikt worden als ruwvoederteelt, door het in deegrijp stadium te oogsten als GPS (gehele plantsilage). Bij een wintermengteelt kan de waterbehoefte vooral tijdens de winter voldaan worden en kan met een GPS-oogst extra ruwvoer voorzien worden, zeker in droge jaren. De mengteelt maakt bovendien een betere onkruidbeheersing mogelijk, want de onkruiddruk ligt namelijk klassiek lager dan bij de reinteelt.

Teeltfiches:

https://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2019/12/A2019_1-Teeltfiche_winterveldboon.pdf

https://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2020/11/Teeltfiche_mengteelt-winterveldboon-en-triticale.pdf

https://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2016/04/EP2016_1teeltficheZOMERVELDBOON.pdf

https://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2016/04/EP2016_2teeltficheZOMERERWT.pdf

Toasten:

<https://www.inagro.be/Artikel/guid/3621>

<https://www.inagro.be/Artikel/guid/5460>

<https://www.ccbt.be/?q=node/3310>

<https://www.rundveeloket.be/kenniscentrum/rundveevoeding/veldbonen1>

6.2.5 Wintergranen

Verliezen aan bodemkwaliteit en veerkracht en dus opbrengst en kwaliteit bij de ruwvoerproductie zijn een sluipende verliespost op melkveebedrijven. Het is duidelijk dat een wijzigend klimaat vraagt om in te zetten op meer teeltdiversificatie. Door granen (eventueel in mengteelt met vlinderbloemigen, zie ook 7.2.4 Veldbonen) te telen als ruwvoedergewas (GPS) of krachtvoervervanger verhoogt de opbrengststabiliteit en duurzaamheid. Verhogen van organische stof in de bodem via teeltrotatie biedt maatschappelijke voordelen maar is ook positief voor het teeltsaldo bekeken over langere termijn.

Granen kunnen geoogst worden voor het graan en het stro, waarbij het graan kan ingezet worden als krachtvoervervanger. Vaak wordt er graan geteeld om vervolgens te leveren aan de krachtvoefirma, die op zijn beurt dan krachtvoer terugbrengt (met de nodige CO₂-uitstoot voor transport). Door het graan rechtstreeks in te passen in het rantsoen kan de klimaatimpact van het bedrijf verlagen. Daarnaast is er ook de mogelijkheid om het gewas in te zetten als ruwvoeder, door het te oogsten als GPS (gehele plantsilage). Uit recent onderzoek (Proefhoeve Bottelare HOGENT-UGENT) blijkt dat triticale of wintergerst tweemaal kan gemaaid worden als GPS (1ste snede bij 1ste-2de knoop) en vervolgens nog eens GPS in het deegrijp stadium.

Het opentrekken van de rotatie met wintergranen biedt kansen tot het verbeteren van de bodemvruchtbaarheid via een hogere inbreng van organische stof. De vroege oogst geeft immers meer kansen om te werken met groenbedekkers. Gezien de vroegere oogst ten opzichte van maïs zijn wintergranen ook interessant als tussenteelt om van maïs naar gras(klaver) over te gaan, omdat gras(klaver) na het graan op een goed moment kan geïnstalleerd worden.

In het kader van klimaat hebben wintergranen de voorkeur op zomergranen. Winterteelten zullen meer organische stof aanbrengen dan zomerteelten, doordat ze een uitgebreider wortelgestel hebben. Bovendien zullen winterteelten beter bijdragen tot de steeds moeilijker wordende beheersing van onkruiden op percelen waar maïs in monocultuur wordt uitgebaat, zorgen ze voor bedekking van de bodem in de winter, minder nitraatresten, een betere waterhuishouding en meer veerkracht tegen droogteperiodes (benutting van de regenperiode in de winter).

Teeltfiches:

<https://lv.vlaanderen.be/sites/default/files/attachments/teelthandleiding-wintertarwe.pdf>

https://maken.wikiwijs.nl/bestanden/86354/TEELTHANDLEIDING_WINTERTARWE.pdf

https://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2020/11/Teeltfiche_mengteelt-winterveldboon-en-triticale.pdf

Voederwaarde GPS:

<https://www.ccbt.be/sites/default/files/vv%20GPS%20graan%202016%202017.pdf>

Rapport voederproef met gerst:

https://www.provincieantwerpen.be/content/dam/provant/dese/hooibeekhoeve/Publicatie/Rapport_voederproeven_Demo_'KOE'.pdf

6.2.6 Sorghum

Sorghum is een nieuwe teelt die uiterlijk lijkt op maïs maar toch ook heel wat verschilpunten heeft. Het heeft mechanismen zodat het (eens gekiemd) een lagere waterbehoefte heeft dan maïs, o.a. stelt het gewas de bloei uit tijdens droogteperiodes.

Ben je als landbouwer op zoek naar een derde teelt op je droogtegevoeligere percelen, dan is sorghum een te overwegen teelt. Al zijn er toch nog wat knelpunten om rekening mee te houden. Voor Vlaanderen is dit een nieuwe teelt en veel ervaring is er dus nog niet. Door beperkingen in erkende bestrijdingsmiddelen is de onkruidbestrijding (momenteel?) niet evident. Verder zijn er nog stappen te nemen om de teelt voldoende te laten afrijpen op Vlaamse bodem. Er wordt dus nog volop gezocht naar geschikte rassen voor Vlaanderen. De opbrengst ligt doorgaans lager dan bij maïs en is (voorlopig?) eerder vergelijkbaar met deze van grasland. Ook qua voederwaarde is het gewas niet vergelijkbaar met maïs. Het zetmeelgehalte is lager en het heeft meer structuur. Indien het gewas voldoende is afgerijpt kan de oogst, het inkuilen en het vervoederen wel vlot verlopen.

Wil je al aan de slag met sorghum, doe dit dan met kennis van zaken, vraag info bij de zaadleverancier of bij onderzoekinstellingen zoals ILVO, LCV of Hooibeekhoeve en neem zeker onderstaande teeltfiches grondig door.

Teeltfiches:

https://lcvzw.be/wp-content/uploads/2021/03/E2021_2-Teeltfiche_sorghum.pdf

https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/teeltfiche2020_voedersorghum.pdf

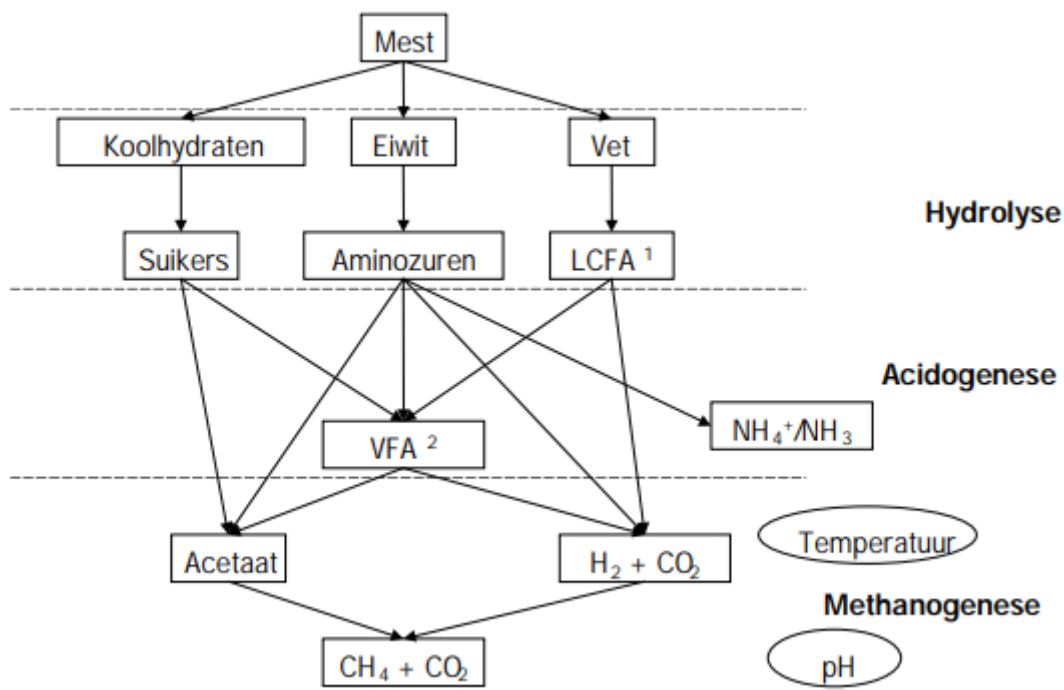
7 Mest

(bronnen: Wageningen Universiteit en Research (WUR), VLM, ILVO, Inagro, Hooibeekhoeve, LCV)

Mestmanagement is heel belangrijk op vlak van klimaatimpact omdat de gerelateerde emissies, methaan (CH₄) en lachgas (N₂O), een groot broeikas effect hebben. Methaan en lachgas zijn namelijk sterkere broeikasgassen dan CO₂. Zo leveren 1 gram methaan en 1 gram lachgas een even grote bijdrage aan de opwarming van de atmosfeer als respectievelijk 25 gram en 300 gram CO₂ (of 25 en 300 CO₂-equivalenten).

Methaan

Bijna de helft van de emissie op een melkveebedrijf is toe te schrijven aan methaan. Zo'n driekwart komt vrij door de pensfermentatie (zie 4. Impact van rantsoenen) en een kwart borrelt op door fermentatie van mest, met name in de opslag. Als mest op het land wordt uitgereden, zorgen bodembacteriën voor een snelle afbraak van organische stof naar hoofdzakelijk CO₂. Maar zolang de mest is opgeslagen, wordt er methaan gevormd dat vroeg of laat onbenut in de atmosfeer verdwijnt. De hoeveelheid methaan die vrijkomt tijdens de opslag van mest is afhankelijk van het opslagsysteem, het type mest en mestsamenstelling, de opslagtijd en de omgevingstemperatuur. De organische stof in faeces is onderhevig aan allerlei omzettingen waardoor koolstofdioxide en methaan vrij kunnen komen. De anaerobe afbraak van organische stof in de opgeslagen mest leidt via drie stappen tot de vorming van methaan en koolstofdioxide (Figuur 13).



Figuur 13: methaanvorming in mest (bron: WUR) (1 Long Chain Fatty Acids (lange keten vetzuren) 2 Volatile Fatty Acids (vluchtige vetzuren))

De methaanemissie uit mest vindt dus voor het overgrote deel plaats uit de opslag, waaruit we kunnen concluderen dat het meeste rendement te halen is door in te zetten op maatregelen die invloed hebben op de emissie tijdens opslag. Vanuit het oogpunt van methaanemissies dient de opslagduur zo kort mogelijk te zijn. Tijdens de opslagduur dient de temperatuur laag te zijn, liefst beneden de 10°C en dient de mest niet gemixt te worden. Er zijn diverse mestbewerkingstechnieken om de methaanemissie terug te dringen zoals mestvergisting, affakkelen, beluchting en koeling.

De beste manier om methaanemissies uit mest te beperken is wellicht de scheiding van de mest in een dikke en dunne fractie. Om de klimaatimpact te maximaliseren zou de scheiding best gebeuren bij verse mest, om zo veel mogelijk van de methaanproductie tijdens de opslag te voorkomen. De dikke fractie kan vervolgens vergist worden (zie ook 2.2.2 Pocketvergisting), gebruikt worden als boxstrooisel of afgevoerd worden voor verdere verwerking. De dunne fractie kan ingezet worden voor bemesting van de gronden.

Lachgas

Lachgas kan overal in de stikstofkringloop vrijkomen waar nitraat wordt gevormd (nitrificatie) of afgebroken (denitrificatie) (zie figuur 14).

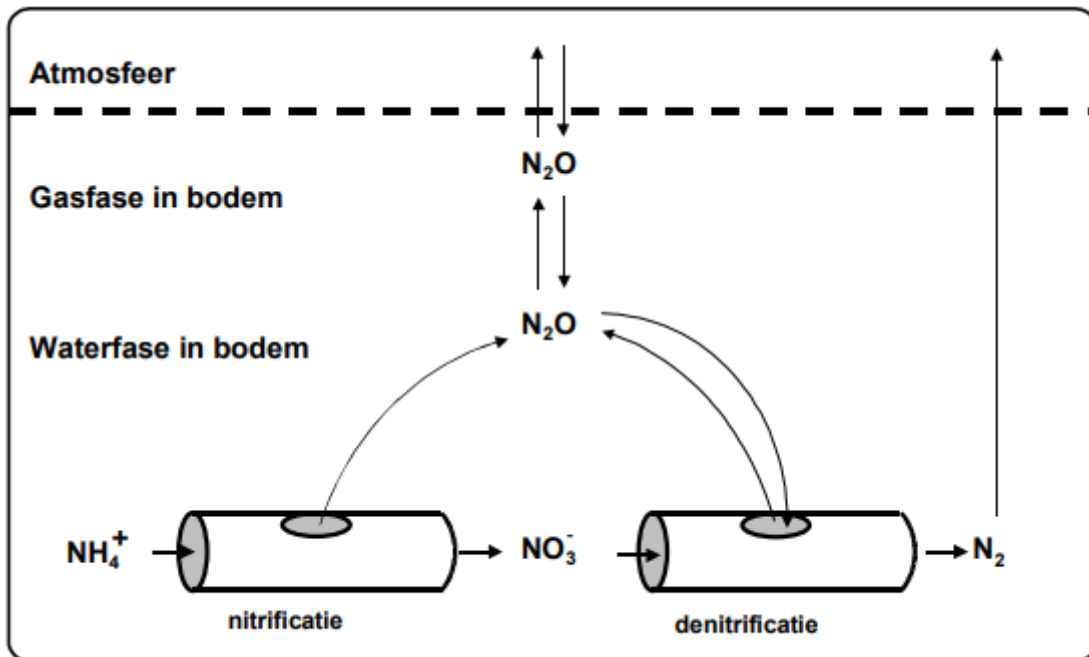
Bij nitrificatie komt doorgaans slechts een klein deel (< 1%) van de geoxideerde stikstof vrij als lachgas. Een lage beschikbaarheid van zuurstof en een lage pH verlagen de nitrificatiesnelheid, maar verhogen de fractie die als lachgas vrijkomt.

In het algemeen wordt meer lachgas gevormd bij denitrificatie dan bij de nitrificatie. Denitrificatie treedt op bij aanwezigheid van nitraat en gemakkelijk afbreekbare organische stoffen, onder zuurstofloze omstandigheden. De fractie die als lachgas verloren gaat, neemt toe bij afwezigheid van zuurstof, een hoog nitraatgehalte en een lage pH. Het betreft dus bodemprocessen waarbij bacteriën organische stof verteren. Hierbij gebruiken de bacteriën stikstof (N) en zuurstof (O). De N halen de

bacteriën dan uit het in de bodem aanwezige nitraat (NO_3). Bij het proces van denitrificatie is lachgas (N_2O) het tussenproduct bij de vorming van de niet-schadelijke gassen stikstof (N_2) en zuurstof (O_2) uit nitraat (NO_3). Als de bacteriën niet voldoende zuurstof in de bodem vinden voor de omzetting, zal een deel van de nitraat (NO_3) onvolledig denitrificeren in lachgas (N_2O).

Lachgas kan daarnaast ook indirect ontstaan uit ammoniak. Ammoniak dat neerslaat op/in de bodem, kan via nitrificatie van ammonium in nitraat worden omgezet en kan dan weer gedeeltelijk denitrificeren. Bij beide processen komt lachgas vrij.

Ongeveer 20% van de broeikasgasemissie op een melkveebedrijf wordt veroorzaakt door directe emissie van lachgas, een kleine 5% door indirecte emissie van lachgas uit ammoniak.



Figuur 14: Visualisatie van de vorming van lachgas ('Hole-in-the-pipe' model van Firestone en Davidson) (bron: WUR)

De belangrijkste directe bronnen zijn de bodem, het gebruik van kunstmest en dierlijke mest, de opslag van mest, mest- en urineuitscheiding tijdens beweiding en biologische stikstofbinding. Daarnaast zijn er nog een aantal minder belangrijke directe bronnen van lachgasemissie zoals kuilvoeropslag, de pens van melkvee en brandstof. De indirecte bronnen die leiden tot lachgasemissie buiten het bedrijf zijn ammoniakemissie, nitraatuitspoeling en de aankoop van kunstmest, ruwvoer en krachtvoer.

Bij grasland kan een groter deel van stikstof via denitrificatie verloren gaan dan bij bouwland. Onder grasland zijn doorgaans de omstandigheden voor denitrificatie gunstiger, zoals een hoger nitraatgehalte, meer gemakkelijk afbreekbare organische stof en hogere bodemdichtheid. Onder grasland vindt vooral denitrificatie plaats tijdens het groeiseizoen, met name door de gunstige temperatuur, hoge nitraatgehalten door bemesting en in urineplekken bij beweiding en door het dichttrappen van de bodem tijdens beweiding (voornamelijk na regen). Naast bovengenoemde factoren kunnen volgende zaken ook een rol spelen:

- een tijdelijke stijging van de grondwaterstand tot in de wortelzone
- veel neerslag op verdichte bodems

- het doodspuiten en scheuren van grasland, waardoor enerzijds veel nitraat en koolstof beschikbaar komen en anderzijds het zuurstofverbruik van de bodem plotseling hoog wordt door afbraak van plantenresten

Om de lachgasemissie op een melkveebedrijf te reduceren zal het verlagen of vermijden van overschot aan stikstof en nitraat in de bodem zeker helpen. Dit kan door een betere benutting van meststoffen en de stikstofaanvoer uit kunstmest, dierlijke mest, urine of gemineraliseerde organische stof te verlagen. Bijbehorende maatregelen zijn het verlagen van kunstmestgebruik, verminderen van beweiding, verlagen van het stikstofgehalte in het rantsoen, het toepassen van goede landbouwpraktijk bij bemesting, teelt en voederwinning. Maar hieronder valt bijvoorbeeld ook het vervangen van nitraatmeststoffen door ammoniummeststoffen.

Daarnaast dienen de omstandigheden voor lachgasvorming zo ongunstig mogelijk te zijn. De combinaties van nitraat, makkelijk verteerbare organische koolstof en anaerobe omstandigheden moeten vermeden worden. Hieronder vallen bijvoorbeeld maatregelen als het behoud van grasland, het voorkomen van natte situaties, het voorkomen van bodemverdichting en het vermijden van gelijktijdige toediening van kunstmest en dierlijke mest.

Interessante websites:

https://www.rundveeloket.be/kenniscentrum/milieu_energie/mest

<https://www.inagro.be/Sectoren-themas/Bodem-en-bemesting>

<https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/praktijkonderzoek-voedergewassen/bodem-en-bemesting.html>

<https://edepot.wur.nl/27395> (verlaging van methaan en lachgasemissie)

<https://edepot.wur.nl/247494> (factsheet lachgas)

<https://edepot.wur.nl/41737#:~:text=Perspectiefvolle%20maatregelen%20zijn%20het%20verlagen,van%20rantsoen%20of%20door%20mestbehandeling> (beperking van lachgasemissie uit bemeste landbouwgronden)

https://www.vlm.be/nl/SiteCollectionDocuments/Mestbank/Studies/Klimaatadaptieve_praktijken/Klimaatadaptieve%20praktijken_eindrapport.pdf (Klimaatadaptieve praktijken voor het terugdringen van nutriëntenverliezen)

https://www.vlm.be/nl/SiteCollectionDocuments/Mestbank/Studies/Klimaatadaptieve_praktijken/Klimaatadaptieve_praktijken_climate_adaptive_practices_samenvatting_summary.pdf (Klimaatadaptieve praktijken voor het terugdringen van nutriëntenverliezen: samenvatting)

8 Interessante algemene websites:

<https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dese/hooibeekhoeve/hooibeekhoeve.html>

<https://www.innovatiesteunpunt.be/nl/landbouw>

<https://ilvo.vlaanderen.be/nl/>

<https://www.hogent.be/onderzoekscentra/agrofoodnature/land-en-tuinbouw/>

<https://www.inagro.be/>

<https://lcvzw.be/>

<https://lv.vlaanderen.be/nl>

<https://www.bdb.be/Default.aspx>

<http://www.enerpedia.be/>