



Bomen, landbouw, klimaat en bodem

Erik van Well en Estelle Vermeulen (CLM)
en Joyce Penninkhof (Probos)

Bomen, landbouw, klimaat en bodem

Auteurs: Erik van Well en Estelle Vermeulen (CLM) en Joyce Penninkhof (Probos)

© CLM, publicatienummer 1111, april 2022

CLM Onderzoek en Advies

Postbus:

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres:

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700
www.clm.nl

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	4
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Opzet pilot	6
1.3 Onderzoeksopzet	7
2 Werkwijze	8
2.1 Beplantingsplan	8
2.2 Aanleg	9
2.3 Volgen ontwikkelingen	10
2.4 Communicatie	11
3 Resultaten	13
3.1 Groei aanplant	13
3.2 Bosbodem	14
3.3 Compost	16
3.4 Graslandbodem	17
3.5 Koolstofkringloop	18
3.6 Praktijkervaring	20
4 Klimaatimpact	21
5 Conclusies en aanbevelingen	23
5.1 Conclusies	23
5.2 Aanbevelingen	23
Bijlagen	25
Bijlage 1: Natuurwaarde inventarisatie	26
Bijlage 2: Publiciteit	29

Voorwoord

Voor u ligt de rapportage van het project 'bomen, landbouw, klimaat en bodem'. Dit project, dat in 2016 werd opgestart vanuit de wens om meer te doen aan het vastleggen van koolstof in bomen en bodem, komt voort uit een 'out of the box' idee van melkveehouder Henk Hoefnagel in Beneden-Leeuwen. Hij wilde zijn nek uitsteken voor een meer klimaatneutraal bedrijf. Daarvoor wilde hij bomen aanplanten en de houtoogst versnipperen om als strooisel in zijn compoststal te gebruiken. De compost die dat vervolgens zou opleveren zou worden gebruikt als bodemverbeteraar.

Ondanks het feit dat deze werkwijze in de praktijk nog wat hobbels heeft gekend en er veel energie en (vrije) uren (ook van CLM- en Probos-medewerkers) in is gaan zitten, heeft het project een mooi resultaat opgeleverd. En daarbij heeft de inspirerende inzet van Henk een belangrijke rol gespeeld. Zijn insteek, dat je moet durven blijven innoveren en niet bang moet zijn voor reacties van anderen heeft hij gedurende het project standgehouden.

'Bijna twintig jaar geleden legde ik de eerste zonnepanelen op mijn dak. Collega's verklaarden me toen voor gek; dat kon nooit uit. Maar ik wilde een duurzaam bedrijf en dat blijkt toch een hele goede keuze te zijn geweest.'

Laten we hopen dat zijn voorspelling uitkomt en dat deze pilot een bijdrage levert om daar invulling aan te geven.

Samenvatting

Deze rapportage beschrijft de resultaten van een pilot, die is uitgevoerd op het bedrijf van biologisch melkveehouder Henk Hoefnagel in het Gelderse Beneden-Leeuwen. Het gaat om 3 hectare van het bedrijf, waarop elzen zijn geplant om te oogsten voor houtsnippers, die vervolgens als stalstrooisel worden gebruikt. Het onderzoek liep in de periode van 2016 tot 2021. Deze rapportage beschrijft met name de resultaten van de bodemmetingen, de koolstofkringloop op het bedrijf en de prestaties op het gebied van broeikasgasemissie.

De aanwending van de compost uit de potstal leidt tot een forse stijging van het organischestofgehalte in de bodem. Voor het grasland zien we op vrijwel alle punten een vooruitgang, waarbij het koolstof- (C-)gehalte en de stabiliteit van bodemaggregaten ook statistisch significant een verbetering laten zien. De stijging van het C-gehalte in de bodem is met 0,16-0,18% per jaar aanzienlijk.

Voor de bosgronden zien we in de metingen geen achteruitgang van OS, C-gehalte, C/N-ratio, schimmel/bacterie verhouding of stabiliteit van bodemaggregaten. Wel zien we een fluctuatie in de resultaten van de metingen, van bijvoorbeeld de schimmel/bacterie-verhouding over de jaren, maar daarvan is geen significante afname te vinden.

De opbrengsten van hout en compost zijn naar tevredenheid, al is de aangroei van hout beperkter dan tevoren verwacht, vanwege de vervanging van de geplande snelgroeiende wilgen, door minder snelgroeiende elzen, in verband met de begaanbaarheid van het perceel. De resultaten van de pilot voor wat betreft het gebruik van houtsnippers, zijn om die reden gebaseerd op aangekochte snippers.

De totale netto-emissie van broeikasgassen op het bedrijf is mede door de vastlegging van C in de bodem negatief. Er vindt dus meer vastlegging van koolstofdioxide (CO₂) plaats dan er uitstoot is. Dat is op een melkveebedrijf opvallend te noemen. De rol van het gebruik van C in houtsnippers speelt daarin een rol, maar de toename van C in de bodem is daaruit niet volledig te verklaren. Ook blijvend grasland speelt een rol. Tenslotte draagt mogelijk ook de verbeterde bodemstructuur, als gevolg van het gebruik van de compost en de daaruit voortkomende verhoogde wortelvorming, indirect bij aan de vastlegging van C in de bodem.

De looptijd van het project bedroeg 5 jaar; dat zou lang genoeg zijn geweest om de eerste geplande wilgen te oogsten uit het bos. Met de aanplant van elzen laat de eerste echte oogst van aangeplante bomen nog op zich wachten. Om het beeld van de C-stromen compleet te maken, zou een langere monitoringsperiode nodig zijn. Dan zouden ook de werkelijk af te voeren hoeveelheden hout uit het bos in beeld gebracht kunnen worden.

Naast verder onderzoek in het aangelegde bos, zou een inventarisatie van mogelijkheden voor opschaling aanbeveling verdienen. Er is veel belangstelling voor de resultaten, vanuit verschillende hoeken. Een inventarisatie naar de belangstelling onder veehouders met een potstal, en naar de mogelijkheden voor deze bedrijven, zou een beeld van het potentieel van deze innovatie kunnen geven. Daarbij is het ook goed, om de mogelijkheden te inventariseren van aanplant van bomen, anders dan in een apart bos. Ook lijnvormige beplanting en het beplanten van overhoeken op het bedrijf, kunnen voor veehouders een interessant alternatief zijn.

Ook de samenhang van boomaanplant voor houtsnippers en het gebruik van bomen voor andere doelen, zoals schaduwwerking, gezondheid van koeien en dergelijke, zijn redenen om aanplant van bomen interessanter te maken voor veehouders; afstemming met andere projecten die functies van bomen in beeld brengen, is daarvoor waarschijnlijk waardevol. Bij alle vormen van aanplant van bomen is goede voorlichting en begeleiding van boeren een belangrijk aandachtspunt; voor het realiseren van meer bomen op (melkvee)boerderijen is kennisontwikkeling belangrijk.

1

Inleiding

1.1 Aanleiding

Aanleiding van deze praktijkpilot is een project waarin 55 biologische boeren aan de slag zijn gegaan met het thema klimaat. Ze kwamen er daarbij gaandeweg achter, dat een meer ‘out of the box’ aanpak de grootste klimaatwinst oplevert. Twee belangrijke opties daarbij zijn het vastleggen van koolstof in de bodem (verhogen van het organischestofpercentage) en het toepassen van agroforestry (combinatie van land- en bosbouw). De zoektocht naar concrete voorbeelden strandde al snel; er bleek nog nauwelijks praktijkervaring met ‘bomen voor het klimaat’ te zijn. Daarom hebben enkele boeren de wens uitgesproken om, met ondersteuning van CLM en Probos, zelf kennis en ervaring op te gaan doen en die beschikbaar te stellen aan de hele sector. Deze pilot is opgezet met als inzet: reductie van broeikasgasemissie in de landbouw en tegelijkertijd het verbeteren van de bodemkwaliteit. Daarbij is het financieel onafhankelijk kunnen draaien van het initiatief, na afloop van het project, van groot belang.

1.2 Opzet pilot

Deze pilot is uitgevoerd op het bedrijf van één biologische veehouder in het Gelderse Beneden-Leeuwen. Het gaat om 3 hectare van het bedrijf, waarop wilgen zouden worden geplant om te oogsten voor houtsnippers. Wilgenplantages staan internationaal bekend om hun efficiënte biomassa-productie. Tegelijkertijd passen ze goed in het Nederlandse landschap (denk aan de wilgengrienden) en herbergen ze een verrassend hoge biodiversiteit. Bovendien is recent bekend geworden dat wilgenplantages, binnen het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid van de Europese Unie (EU), worden gezien als vergroeningsmaatregel. Helaas bleek het planten van wilgen in de praktijk niet haalbaar, vanwege de enorm natte omstandigheden van het perceel waarop de aanplant moest plaatsvinden; daarbij bleek de voorziene aanplant en oogstwijze onmogelijk. Om die reden is uiteindelijk gekozen om elzen te planten. Elzen zijn snelle groeiers, die goed groeien op vochtige tot natte bodems, die matig voedselarm tot voedselrijk zijn. Elzen kunnen goed tegen stagnerend grondwater, daarom werden ze vaak aangeplant langs waterlopen, als natuurlijke versteviging van oevers. Elzen kunnen samenleven met stikstofbindende bacteriën die stikstofhoudende knolletjes aan de wortels vormen. Hiervan profiteren zowel de elzen zelf, als het bodemleven.



Figuur 1: De potstal van melkveehouder Henk Hoefnagel, met houtsnippers als strooisel (links)
Stalstrooisel met mest in gecomposteerde vorm wordt op het land van het bedrijf
gebruikt als mest/bodemverbeteraar (rechts)

Op het bedrijf van melkveehouder Henk Hoefnagel worden de houtsnippers in de stal gebruikt als strooisel. Vervolgens wordt het stalstrooisel met mest in gecomposteerde vorm aangewend op het land om het organische stofgehalte in de bodem te verhogen.

In deze pilot wordt zowel koolstof uit de lucht vastgelegd en wordt daarnaast het organische stofgehalte in de bodem verhoogd. In dit voorlopige voorstel focussen we op het bedrijf van Henk Hoefnagel.

1.3 Onderzoeksopzet

In het project is gedurende 4 jaar nauwkeurig bijgehouden, gemeten en berekend:

- 1) Wat de opbouw van bodemorganische stof is
- 2) Wat de veranderingen in de kwaliteit van de bodemorganischestof zijn (met name de C:N-ratio)
- 3) Wat de verschuiving in de schimmel/bacterie-ratio is en
- 4) Wat de veranderingen in de stabiliteit van bodemaggregaten zijn.

Op basis van de metingen en een C-kringloop van het bedrijf, is de reductie van broeikasgasemissies berekend. In de analyses is onderscheid gemaakt effecten op:

- De bosgronden, waar de elzen worden geteeld
- Het grasland, waar de compost wordt aangewend
- De opbrengst, kwaliteit en gehalten van het te oogsten elzenhout en de compost in de stal
- De totale broeikasgasemissie van het bedrijf.

Er zijn dus ook metingen gedaan in de bosgronden, om te bepalen of de bodemkwaliteit in die gebieden behouden blijft.

2

Werkwijze

2.1 Beplantingsplan

Voor het aan te leggen bos is een perceel gepacht van ongeveer 5 hectare. Het betreffende perceel was 8 jaar daarvoor gekapt en aan de herplantplicht was in de tussentijd niet voldaan.

Bij aanvang van het project is, na uitvoering van een natuurinventarisatie in het gebied (zie ook bijlage 1), in overleg met veehouder Henk Hoefnagel, een beplantingsplan opgesteld; waarvoor overleg is geweest met - en toestemming verkregen is van - provincie Gelderland. Het plan was bij aanvang als volgt (zie ook figuur 2 hiernaast):

1. De houtwal die het perceel omringd grotendeels intact laten en beheren als houtwal:
 - a. Opgaande bomen (zoals kers, eik, esdoorn en es) sparen en waar nodig dunnen
 - b. Wilgen, elzen en struiken periodiek afzetten (circa 1x/10 jaar)
2. De poel met daaromheen knotwilgen behouden en knotwilgen periodiek knotten.
3. Het binnenterrein herinrichten met 2 vakken elzenhakhout en 1 vak korte omloophout wilg
 - a. In de vakken elzenhakhout wordt waar nodig bestaande spontane opslag van wilg et cetera verwijderd; stukken waar al veel els staat worden gespaard. De vakken elzen worden beplant met 2-jarig naaktwortelplantsoen, in een plantverband van 2x2 m Voor de elzen geldt een oogstcyclus van 8 tot 15 jaar, afhankelijk van de groei.



Figuur 2: Start beplantingsplan

- b. Het vak met korte-omloop hout wilg wordt aangelegd op het deel met de meeste open ruimte. De wilgenstekken worden aangeplant volgens het Zweeds plantsysteem; de bedoeling is om de wilgen elke 3 tot 4 jaar te oogsten en vanwege de oogstkosten het hele vak wilg steeds in een keer oogsten.

Bij de start van het project bleek de aanplant van wilg lastig te realiseren; hiervoor was namelijk machinale aanplant en oogst gepland, maar door de natte terreinomstandigheden bleek dat niet haalbaar. Om die reden is gekozen om ook het middenperceel met elzen in te planten.



Figuur 3: Aangepast beplantingsplan bij de start

2.2 Aanleg

Het eerste perceel werd aangelegd op plantdagen die plaatsvonden eind 2016 en begin 2017. De aanplant van zo'n 500 boompjes vond plaats door vrijwilligers, onder leiding van Henk Hoefnagel en Probos, zie de foto's in figuur 4 hieronder.



Figuur 4: Foto's van de eerste serie beplantingen, in 2016 en 2017.

Voor het tweede perceel werden in april 2018 opnieuw vrijwilligers ingezet. Totaal werden voor dit perceel ongeveer 2000 boompjes aangeplant.



Figuur 5: Foto's van het planten van de boompjes in 2018

De laatste serie boompjes werd geplant in februari 2019, opnieuw met enkele vrijwilligers. De eerder geplante serie bleek daarbij al fors gegroeid. In totaal werden op de 3 percelen zo'n 5000 elzen aangeplant.

2.3 Volgen ontwikkelingen

De groei en ontwikkeling van de planten werd gevolgd door Probos. Daarbij werd geconstateerd dat de verschillende aanplantdagen (en daarmee veelal ook de verschillende aanplantmethodes), verschil in succes lieten zien. Overigens kunnen ook weersinvloeden rondom de plantdagen daarbij van invloed zijn.

De aanplant van de eerste plantdag eind 2016 sloeg goed aan, die van begin 2017 wat minder. Planten uit 2018 deden het opnieuw goed. Ook de planten uit 2019 sloegen goed aan. De aanplant op het enorm natte perceel bleek ook voordelen te hebben. Ondanks de droge voorjaren in de aanplantjaren, hielden de pas aangeplante elzen zich goed. Een uitval van 10-15% was daarbij zeer acceptabel (bij aanleg van nieuwe bossen wordt over het algemeen rekening gehouden met een uitval van 10% in de eerste 1 à 2 jaar). De laatste aanplant zag er eind 2021 wat minder goed uit. Het lijkt erop dat een deel van de jonge bomen scheef is komen te staan, of is gebroken door hoog opgegroeide grassen en bramen, die, vermoedelijk bij storm of hevige neerslag, platgeslagen zijn en (een deel van) de bomen daarbij hebben meegenomen.



Figuur 6a: Foto van de net aangeplante elzen in de winter

Om de ontwikkelingen daarvan te volgen, moet worden afgewacht of deze bomen in het voorjaar van 2022 weer gaan uitlopen.

In de eerste jaren werd - om vraat tegen te gaan - gebruik gemaakt van geurzulen met Tupoleum. Dit is een olieachtige substantie waaraan onder andere een brandgeur is toegevoegd. Alle dieren die kunnen ruiken, zijn bang voor brand en zullen daarom uit de buurt blijven van de zuilen die deze geur verspreiden. Op de totale 1,3 hectare bos zijn totaal 12 geurzulen geplaatst, in 3 rijen van 4 zuilen, waarbij rekening is gehouden met de heersende windrichting (in de noordwesthoek zijn wat meer zuilen geplaatst). Als gevolg daarvan beperkte de uitval zich, tot niet meer dan $\pm 1\%$ aangevreten en (door reeën) geschilde bomen. Na verloop van tijd zijn de geurzulen daarom verwijderd.



Figuur 6b: Foto's van een net aangeplante els in de zomer

2.4 Communicatie

Tijdens de tweede plantdag, op 4 februari 2017, is ook de pers uitgenodigd. Dit leidde tot artikelen in de Nieuwe Oogst, Houtwereld en op Omroep Gelderland.

In 2018 was er weer belangstelling voor het project: ten eerste vanuit het project 'koolstofboeren' in Zuid-Nederland; zij wilden ook leren van dit project. Dat leidde onder andere tot een artikel in de Telegraaf. En op 2 april 2018 werd een stand ingericht tijdens een open dag met 1500 bezoekers, op het bedrijf van familie Hoefnagel. Daarbij werd informatie gegeven over het project en de compoststal. In 2020 en 2021 was een demo gepland van het oogsten van hout op het perceel. Helaas kon deze door corona niet plaatsvinden. Wel is een grote afsluitende demo, met meerdere workshops, georganiseerd op dinsdag 8 maart 2022. Het thema van deze dag was 'Bomen op het melkveebedrijf'.



Figuur 7: Foto's van de (vele) bezoekers tijdens de open dag bij Hoefnagel in 2018

Daarmee werd de dag wat breder ingevuld, dan alleen met de resultaten van de pilot rond het klimaatbos op het bedrijf van Hoefnagel. Ook agroforestry en singels en hagen kwamen aan bod tijdens de demodag. De demodag werd ook goed opgepakt door de landbouwmedia. In Nieuwe Oogst verscheen een artikel en op Nieuwe Oogst TV werd verslag gedaan met een filmpje. Ook het blad melkvee.nl besteedde uitgebreid aandacht aan het project, evenals de Bosbouwkrant en Vakblad Bos, Natuur en Landschap, waarin korte artikelen verschenen; de artikelen zijn opgenomen in bijlage 2.



Figuur 8: Foto's van de demodag in maart 2022

3

Resultaten

3.1 Groei aanplant

De aanplant is in 3 fasen verlopen. Voordeel hiervan is dat de elzen vervolgens ook gefaseerd kunnen worden geoogst, elke 2 jaar een deel. Ook voor de biodiversiteit is gefaseerde oogst gunstiger.

De elzen zijn ingekocht bij een boomkwekerij. Het betreft bomen met herkomsten die op Nederlandse Rassenlijst voor Bomen staan (autochtoon/selectie materiaal). Bij de eerste twee fasen is plantsoen met maat 100-125 cm gebruikt en bij de laatste fase plantsoen met maat 60 – 100cm.

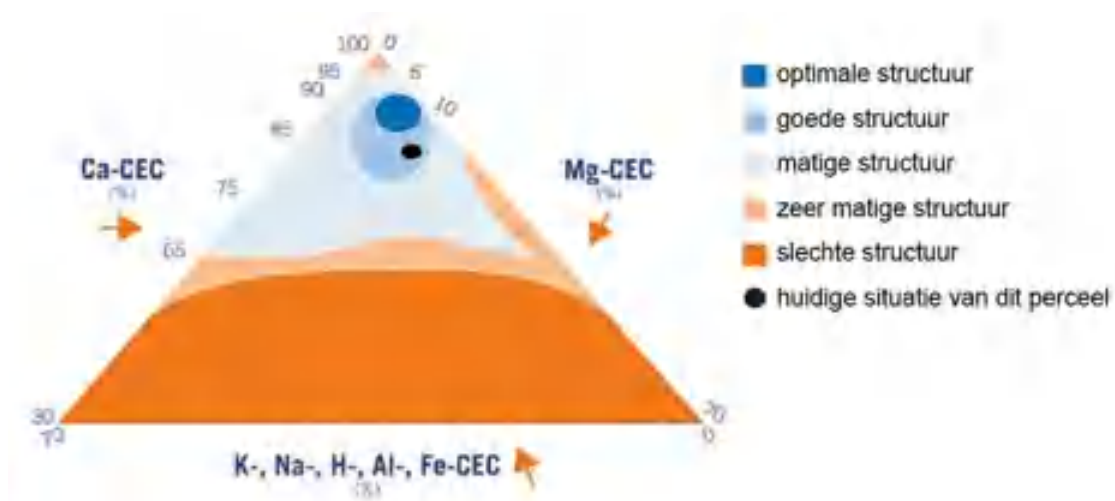
Een belangrijk verschil van elzen - ten opzichte van wilgen (zoals in het oorspronkelijke plan) - is dat elzen minder snel groeien dan wilgen. Om die reden duurt het langer voor de eerste oogst mogelijk is. De verwachting was dat met wilg 3 tot 4 jaar na de eerste aanplant een oogstmoment haalbaar zou zijn. Dat zou in december 2019 of 2020 zijn geweest. In 2019 leek het te vroeg te zijn om hier al mee aan de slag te gaan. Om die reden is toen gekozen om een demo te organiseren in de winter van 2020-2021, maar door corona is dat een jaar uitgesteld. In maart 2021 zijn oudere elzen die, ten behoeve van de aanplant van extra elzen in 2017 zijn afgezet, wederom afgezet (geoogst). Met de eerste oogst van de elzen die tijdens dit project geplant zijn, is nog gewacht. Dat zou vanaf volgend jaar gedaan kunnen worden. Dit moet voorzichtig uitgevoerd worden, om het wortelstelsel niet te beschadigen.

De gemiddelde bijgroei van zwarte els ligt, volgens de opbrengsttabellen, voor belangrijke boomsoorten in Nederland op ongeveer 6 m³ per hectare. Op de betere groeiplaatsen kan echter een bijgroei van ruim 8 m³ per hectare worden gehaald. Elke 6 tot 10 jaar kunnen de elzen (gefaseerd) worden geoogst waarna de stoven weer uitlopen.

Tijdens deze pilot zijn er geen metingen uitgevoerd aan de (geplante) elzen.

3.2 Bosbodem

Om de ontwikkelingen van de koolstofopbouw en het verloop van nutriënten te kunnen volgen, zijn gedurende het project om het jaar bodemanalyses uitgevoerd. Voor de bosbodem vonden die plaats in 2017, 2019 en 2021. Er is gemeten wat het C-totaal, OS-gehalte, de C:N-ratio en de schimmel/bacterie-ratio is. Ook is de totale zogenaamde Cation Exchange Capacity (CEC)-bezetting bepaald, met de afzonderlijke calcium (Ca), magnesium (Mg) en aandelen van de overige kationen (Kalium (K), Natrium (Na), waterstof (H) en Aluminium (Al)). Per perceel vormen de calciumbezetting, de magnesiumbezetting en de bezetting van de overige kationen een structuurdriehoek, zoals ter illustratie van één van de percelen weergegeven in figuur 9 hieronder. De vermelde gegevens zijn gemiddelden van de verschillende gemeten percelen in de betreffende jaren, waarbij onderscheid gemaakt is tussen de houtwal en de aanplant. Gezien het lage aantal metingen, is hier geen statistische toets voor uitgevoerd.



Figuur 9: Structuurdriehoek zoals weergegeven bij analyses van Eurofins

Het koolstofgehalte heeft in 2019 een wat lagere waarde ten opzichte van 2017, zowel bij de houtwal als bij de aanplant (zie ook tabel 1 en 3 op de volgende pagina). In 2021 is het gehalte echter weer op of boven de waarde van 2017. Daarmee lijkt de lagere waarde uit 2019 geen gevolg van het oogsten en afvoeren van hout van de percelen. Het OS-gehalte is in beide gevallen hoger in 2021, ten opzichte van 2019. De C:N-ratio blijft vrij constant door de jaren heen.

De schimmel/bacterie-ratio geeft de verhouding weer tussen de schimmelbiomassa en de bacteriële biomassa (in mg C/kg). In het algemeen hebben onverstoorde ecosystemen een hogere schimmel/bacterie-ratio dan verstoorde systemen. Biologische en lage-input systemen hebben een hogere schimmel/bacterie-ratio dan verrijkte gangbare systemen. In 2017 was de schimmel/bacterie-ratio in de aangeplante delen lager dan in de houtwal (respectievelijk 0,17 en 0,28 mg C/kg, tabellen 1 en 3). In andere jaren zien we dat verschil niet meer terug. Opvallend is overigens dat er grote verschillen te zien zijn tussen jaren,

waarbij de ratio in 2019 en 2021 veel hoger ligt dan in 2017. We hebben hiervoor geen goede verklaring kunnen vinden.

Tabel 1: Gehaltes C-totaal, OS, C:N-ratio en schimmel/bacterie-ratio (inclusief de standaarddeviatie) in de bodems onder de houtwallen

Houtwal	N	C-totaal (%)	OS (%)	C:N-ratio	Schimmel/bacterie-ratio	Schimmel/bacterie-ratio EV
2017	3	7,0 ± 1,6	Niet bekend	10 ± 1	0,29	0,28 ± 0,21
2019	3	4,8 ± 1,7	8,9 ± 3,0	10 ± 1	0,63 ± 0,12	
2021	3	6,5 ± 1,1	12,8 ± 1,9	11 ± 1	0,73 ± 0,06	

De CEC-bezetting van zowel de houtwal- als de aanplantpercelen, is in alle jaren hoger dan de streefwaarde van 95%. Dit duidt op een goede structuur. De CEC-bezetting in de houtwalpercelen laat geen grote verschillen zien tussen 2021 en 2019 (onderstaande tabel 2). In de aanplantpercelen valt op dat alle waarden iets lager liggen en een grotere spreiding laten zien in 2019 dan in 2017 en 2021; omdat één van de drie percelen een lage CEC-bezetting heeft (totale CEC-bezetting van 89%, Ca 74%, Mg 13% en overige kationen 2,3%). Dit heeft een groot effect op het gemiddelde, door het lage aantal monsters. In 2021 liggen de waarden van dit perceel weer dichtbij die van de overige percelen en is de totale CEC-bezetting zelfs 100%.

Tabel 2: CEC-waarden (inclusief de standaarddeviatie) in de bodems onder de houtwallen

Houtwal	N	CEC-bezetting (%)	Ca-CEC (%)	Mg-CEC (%)	Overige kationen* (%)
2019	3	97,7 ± 1,5	81,3 ± 1,2	14,3 ± 0,6	2,2 ± 0,2
2021	3	98,3 ± 1,2	80,3 ± 1,5	15,0 ± 0,0	2,9 ± 0,9
Streefwaarde		> 95	80-90	6-10	3,0-6,5

* K, Na, H en Al

Tabel 3: Gehaltes C-totaal, OS, C:N-ratio en schimmel/bacterie-ratio (inclusief de standaarddeviatie) in de bodems onder de nieuwe aanplant

Aanplant	N	C-totaal (%)	OS (%)	C:N-ratio	Schimmel/bacterie-ratio	Schimmel/bacterie-ratio EV
2017	3	5,5 ± 2,1	Niet bekend	11 ± 1	0,17	0,16 ± 0,06
2019	3	3,7 ± 0,5	7,1 ± 0,5	10 ± 1	0,7 ± 0,1	
2021	3	6,5 ± 1,0	12,6 ± 2,5	11 ± 1	0,7 ± 0,1	

Ook het calciumaandeel is goed: binnen de streefwaarde range van 80-90%. De verhouding met magnesium is met 14,4-15,0% hoger dan de streefwaarde van 6-10%. Het aandeel van de overige kationen is met 2,2-2,9% wat aan de lage kant, ten opzichte van de streefwaarde van 3,0-6,5%. Zowel kalium als natrium zitten wat dit betreft aan de lage kant, waterstof en aluminium worden niet aangetroffen. Deze verdeling is ook visueel terug te zien in eerder vermelde figuur 9. De structuur van de bodem komt in deze figuur uit op een goede structuur. Alle bospercelen (zowel aanplant als houtwal) komen tenminste even goed uit.

Tabel 4: CEC-waarden (inclusief de standaarddeviatie) in de bodems onder de nieuwe aanplant

Aanplant	N	CEC-bezetting (%)	Ca-CEC (%)	Mg-CEC (%)	Overige kationen* (%)
2019	3	95,3 ± 5,7	80,3 ± 6,0	12,7 ± 0,6	2,3 ± 0,2
2021	3	99,7 ± 0,6	82,0 ± 0,0	15,0 ± 0,0	2,9 ± 0,6
Streefwaarde		>95	80-90	6-10	3,0-6,5

* K, Na, H en Al

3.3 Compost

Ook de compost die uit de stal kwam is bemonsterd, in 2019 en 2021 is ook een mengmonster geanalyseerd. De waardes van de monsters verschilden per jaar, maar gaven wel een indicatie van de gehalten aan C en OS in het product. Die lagen respectievelijk rond de 20% en rond 35-40%. In de betreffende berekeningen is gerekend met een gemiddelde van ongeveer 20% C.

Overigens is de compost steeds vers bemonsterd, maar is deze steeds pas na een jaar 'rijpen' op het land gereden, om niet teveel N uit de bodem te binden. Daarmee zijn de meetresultaten niet helemaal representatief voor de aangewende mest.

Het C-gehalte, het OS-gehalte en de C:N-ratio van de compost staan in tabel 5 hieronder. Enige variatie in de gehalten van de compost is te verwachten, aangezien de compost op kleine schaal geproduceerd wordt, van materiaal van het eigen bedrijf.

Tabel 5: Gehaltes C-totaal, OS en C:N-ratio in compost

Compost	N	C-totaal (%)	OS (% van ds)	OS (%)	C:N-ratio
2017	3	19,2 ± 4,4	Niet bekend	Niet bekend	17 ± 5
2019	1	17,7	86	34,4	21
2021	1	21,5	80	41,2	16

3.4 Graslandbodem

Ook in de graslandpercelen zijn bodemmonsters genomen. Naast de monsters die in het kader van het project werden genomen (in 2017, 2019 en 2021) waren ook monsters uit een voorgaand project, in 2013, beschikbaar. Daarmee is dus over een langere periode te volgen wat het gebruik van compost, uit de stal met houtsnippers, betekent voor de bodem. In de periode 2013 tot 2017 zijn geen snippers uit het klimaatbosje aan de bodem toegevoegd, maar een vergelijkbaar aangekocht product. Tussen 2017 en 2020 was een deel van de aangevoerde houtsnippers afkomstig uit het klimaatbosje. Het betrof in die jaren de oogst van bomen die in het bosje stonden voordat de elzen aangeplant zijn. De vermelde gegevens zijn gemiddelden van de verschillende gemeten percelen in de betreffende jaren. Voor het totale koolstofgehalte en de C:N-ratio, de parameters die in alle 4 de jaren bepaald zijn, is een trendanalyse gedaan met een zogenaamde Mann-Kendall-test. Voor de CEC-gerelateerde parameters is een gepaarde T-toets uitgevoerd.

Het totale koolstofgehalte laat - door de jaren heen - een stijgende trend zien ($p = 0,09$). Theil-Sen's slope is 0,16 procentpunt, inclusief de uitschieter van 1,6% C-totaal en 0,18 procentpunt zonder deze waarde. Dit houdt in dat het koolstofgehalte in de graslandbodem gemiddeld stijgt met 0,16-0,18 procentpunt per jaar. Het OS-gehalte laat een vergelijkbaar beeld zien. Dit kon helaas niet statistisch getoetst worden, omdat de waarden voor 2017 niet bekend zijn. De C:N-ratio is in 2013 wat hoger, na die tijd zijn de waarden erg constant en wordt vrijwel geen spreiding gezien tussen de percelen. De schimmel/bacterie-ratio varieert in de jaren sterk tussen de percelen. Mogelijk heeft dit te maken met de behandeling van de percelen (bijvoorbeeld wel of geen weidegang). Opvallend is dat grote verschillen te zien zijn tussen jaren, waarbij de ratio in 2021 veel hoger ligt dan in 2017 en 2019. Tegelijk lopen de verschillen tussen de percelen minder uiteen. We hebben hiervoor geen goede verklaring kunnen vinden. Zie tabel 6 hieronder voor het overzicht.

Tabel 6: Gehaltes C-totaal, OS, C:N-ratio en schimmelbacterie ratio (inclusief de standaarddeviatie) in de graslandbodems

Grasland	N	C-totaal (%)	OS (%)	C:N-ratio	Schimmel/bacterie-ratio	Schimmel/bacterie-ratio EV
2013	6	3,7 ± 0,4	6,4 ± 0,8	13 ± 2	Niet bekend	Niet bekend
2017	9	4,4 ± 1,3*	Niet bekend	10 ± 0	0,22	0,25 ± 0,15
2019	10	4,7 ± 1,1	7,8 ± 3,0**	10 ± 1	0,19	0,19 ± 0,07
2021	10	5,0 ± 0,3	9,5 ± 1,0	10 ± 0	0,56	0,52 ± 0,15
<i>P-waarde</i>						
<i>MK-test</i>		0,09		0,73		

* 4,7 ± 0,9 zonder "outlier" van 1,6%

** 8,5 ± 2,0 zonder "outlier" van 1,2%

De CEC-bezetting laat geen significant verschil zien tussen 2021 en 2019. Hier is, net als bij de bospercelen, het aandeel magnesium wat aan de hoge kant, en het aandeel overige kationen wat aan de lage kant. Van de overige kationen zijn zowel kalium als natrium aan

de lage kant, waterstof en aluminium worden niet gevonden. Zie ook tabel 7 op de volgende pagina voor het overzicht. De structuurdriehoek voor de grasland percelen komt voor alle percelen uit op de scheidingslijn tussen matig en goed.

Tabel 7: CEC-waarden (inclusief de standaarddeviatie) in de graslandbodems

Aanplant	N	CEC-bezetting (%)	Ca-CEC (%)	Mg-CEC (%)	Overige kationen* (%)
2019	10	97,7 ± 2,4	79,7 ± 2,9	15,5 ± 1,8	2,5 ± 0,4
2021	10	98,8 ± 1,5	80,0 ± 2,7	16,3 ± 1,5	2,5 ± 0,5
Streefwaarde		> 95	80-90	6-10	3,0-6,5
P-waarde gepaarde toets		0,41	0,96	0,36	0,63

* K, Na, H en Al

3.5 Koolstofkringloop

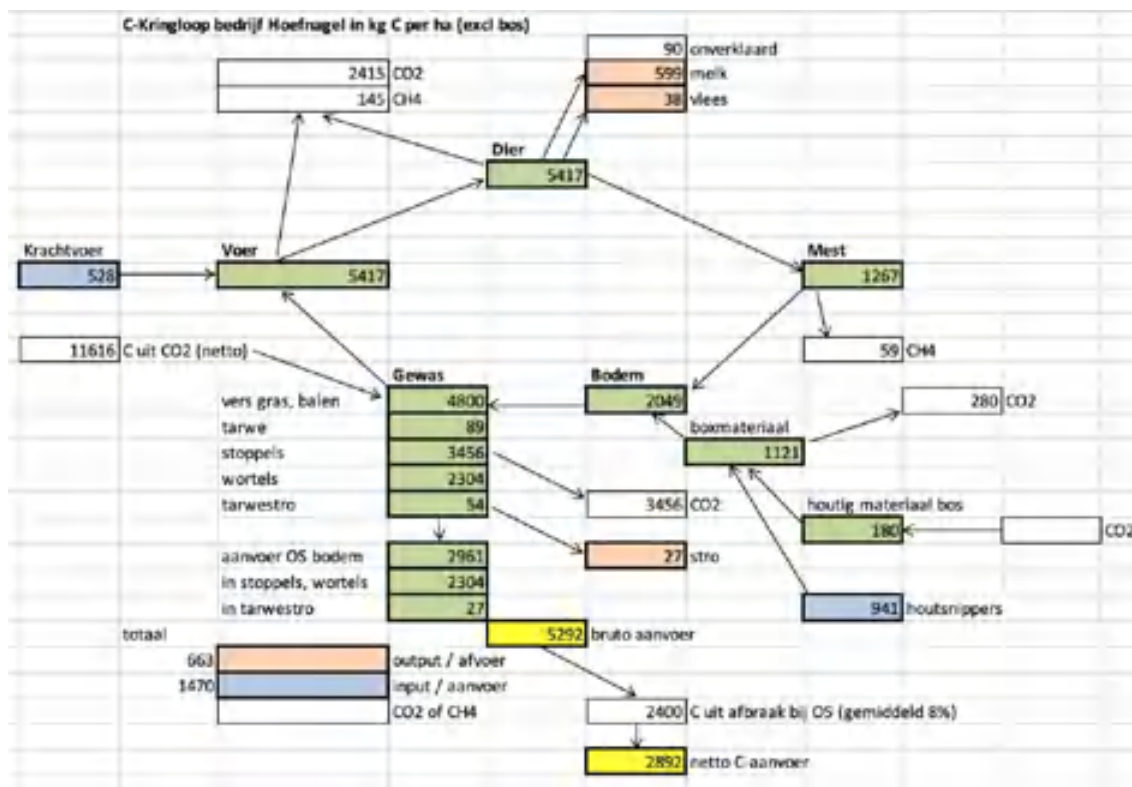
Op basis van de bedrijfsvoering van de Henricus Hoeve is een (deels forfaitaire) C-kringloop opgesteld. Daarbij wordt C van buiten het bedrijf aangevoerd, in krachtvoer en houtsnippers. De overige C wordt op het bedrijf vastgelegd door groei van gewas. Afvoer vindt plaats door verkoop van melk, vlees en stro. Daarnaast verdwijnt C uit de kringloop, als gevolg van CO₂ of CH₄-productie van dieren, ruwvoer, mest en afbraak van organische stof in de bodem. Per saldo wordt meer C opgenomen in de kringloop dan eruit verdwijnt. Het overschot (naar schatting bijna 3 ton C/ha) wordt vastgelegd in de bodem. Dat is ook terug te zien in § 3.4, waar beschreven wordt dat sprake is van een toename van C in de bodem, met gemiddeld 0,16% (of 0,18%) per jaar. Het betreft hier opname in de bovenste 10 cm van de bodem, waarin de monsternamen heeft plaatsgevonden. Omgerekend naar een ha in de bovenste 30 cm bouwvoor, betreft het 0,3 m x 10.000 m² x 0,16% = 4,8 m³ C (of 5,4 m³ C bij 0,18%). De gemiddelde bodemdichtheid van de bovenste 30 cm van de Nederlandse bodem bedroeg 1,03 kg/m³, bij een OS-gehalte van 8% (bron: Organische stof: breng leven in de bodem! Een praktische handleiding voor organische stofbeheer, Van Iperen, 2019) 4,8 m³ komt dus overeen met een hoeveelheid van 4.944 kg C per ha; dat komt overeen met ongeveer 9.888 kg OS.

Op basis van een combinatie van bedrijfsgegevens en forfaitaire waarden komen we op een netto C-aanvoer van 2.300 kg C (omgerekend circa 4.600 kg OS). Daarbij is echter, van een deel van de processen, zoals houtsnippers in de boxen, niet volledig duidelijk hoeveel C verloren gaat in de vorm van CO₂, als gevolg van afbraak van C. Om die reden is gerekend met een verlies van 25% van de koolstof, tijdens het compostingsproces.

Overigens is de berekening, op basis van de gemeten waarde, mogelijk een overschatting van de werkelijke hoeveelheid OS. De monsters zijn genomen in de bovenste bodemlaag, van 0 tot 10 cm, en vervolgens omgerekend naar de laag van 0 tot 30 cm. Verondersteld kan worden dat de gemeten laag een snellere stijging van het OS-gehalte laat zien dan de laag daaronder, bij toediening van compost. Maar zelfs als in de laag van 10 tot 20 cm de helft zou zijn opgebouwd en in de laag van 20 tot 30 cm niets, is de totale opbouw de helft

van 9.888, ofwel 4.944 kg OS en 2.472 kg C. Dat zou in de buurt van de berekende waarde van 2892 kg C uit de C-kringloop komen.

De werkelijke waarde van de netto vastlegging zal naar verwachting rond de 2,5-2,9 ton C/ha zijn; dat komt overeen met een CO₂-vastlegging van 9,1-10,6 ton/ha per jaar over de afgelopen 8 jaar.



Figuur 10: Koolstofkringloop op basis van bedrijfsgegevens van de Henricus Hoeve gecombineerd met forfaitaire gehalten en emissies

Tabel 8: Vastlegging C in de bodem, berekend en gemeten

Vastlegging (jaarlijks)	Diepte (cm)	C (%)	C (kg/ha)	CO ₂ (kg/ha)
berekend	30		2.892	10.604
gemeten	10	0,16	1.648	6.043
veronderstelling obv meten ¹	30	0,08	2.472	9.064

¹ Voor omrekening van gemeten waarden naar 30 cm, zijn we uitgegaan van een opbouw van 0,16% C in de bovenste 10 cm, 0,08% C in de laag 10-20 cm en 0,00% C in de laag 20-30 cm

3.6 Praktijkervaring

De aanplant van jonge bomen bleek een uitdaging. Dat had zowel te maken met de natte omstandigheden, waardoor erg veel handwerk nodig was, maar ook met planning en de hoeveelheid onkruid die tussen de jonge aanplant groeide. De aanplant is in verschillende fasen met behulp van vrijwilligers uitgevoerd. Daarvoor werden plantdagen georganiseerd, waarbij steeds zo'n 3 tot 5 vrijwilligers en enkele eigen mensen aanwezig waren. De vochtige omstandigheden waren soms ook de reden dat tijdige voorbereiding (het plantklaar maken van de percelen) niet goed lukte.

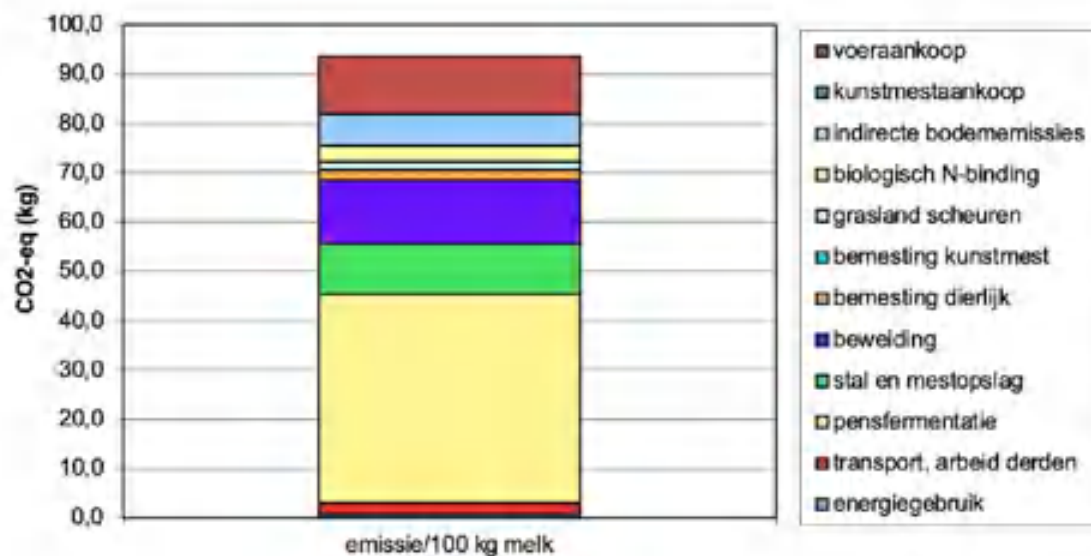
De opkomst van onkruid leek in het eerste jaar weinig problemen op te leveren; ondanks het feit dat de percelen behoorlijk vol groeiden, leken de bomen weinig concurrentie te ondervinden. Er is toen één keer een ronde met de bosmaaier gemaakt, om de grond rondom de boompjes onkruidvrij te maken. Bij de latere aanplant is dit niet herhaald, maar eind 2021 bleek dat daardoor een deel van de planten, die tussen de boompjes waren gegroeid, tijdens een hevige regenbui waren platgeslagen. De boompjes bleken daardoor volledig scheef te staan of waren afgebroken. Een regelmatige check, of de jonge aanplant niet teveel hinder ondervindt van onkruid, is daarom zinvol.

Door de natte bodem bleek ook voor de inzet van de geplande oogstmachines, voor wilgen, een andere keuze nodig. Die vonden we in de vorm van een 'brushcutter', een voor Nederland vrij nieuwe machine, die de bomen vlak boven de bodem root. Dat heeft een groot voordeel: een minimale beschadiging van de bodem en een goede uitloop van de stobben. Hiervoor is een gestructureerde aanplant minder noodzakelijk; de brushcutter heeft geen strakke aanplantlijnen nodig. Dat de machine goed werkt is al gebleken uit de heruitloop van de elzenstobben, die al op de percelen stonden.

4

Klimaatimpact

Op basis van de bedrijfsgegevens en beschikbare managementinfo van de Henricus Hoeve, is met behulp van de CLM-klimaatat de emissie van het bedrijf berekend. Die komt uit op 0,95 kg CO₂ per kg melk. Bij een productie van 430.000 liter melk per jaar is de broeikasgasemissie 408.500 kg CO₂-equivalenten. Vanwege de biologische bedrijfsvoering, zonder kunstmest, weinig aangekocht krachtvoer en eigen energie-opwekking met zonnepanelen, komt dit bedrijf al gunstig uit.



Figuur 11: Broeikasgasemissie op het melkveebedrijf de Henricus Hoeve per kg melk, berekend met de CLM-Klimaatat

Met het vastleggen van nog eens 9.100-10.600 kg CO₂-equivalenten per ha aan C in de bodem op 50 ha, is het bedrijf de afgelopen jaren netto klimaatpositief geweest. Er werd zo'n 455.000-530.000 kg aan CO₂-equivalenten vastgelegd in de bodem, daarmee wordt de uitstoot van 408.500 kg (meer dan) volledig gecompenseerd.

De vraag is wel hoelang het vastleggen van koolstof in de bodem, een bijdrage kan blijven leveren aan het compenseren van de uitstoot van methaan, uit de pens van de koe. Een verhoging van het organischestofgehalte in de bodem, levert ook een hogere verbranding

van koolstof in de bodem op, waardoor de toe te voegen hoeveelheid koolstof, om de voorraad op peil te houden, steeds groter wordt. Daarbij komt dat het organischestofgehalte met 9,5% al aan de hoge kant is.

In de berekeningen is uitgegaan van een gemiddelde organischestofgehalte van 8% over de hele periode, in werkelijkheid nam dat percentage volgens de metingen toe van 6,4% naar 9,5%. Daarmee nam de opgeslagen hoeveelheid C in de bodem in de periode van het project feitelijk af.

5

Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Voor de bosgronden zien we in de metingen geen achteruitgang van OS, C-gehalte, C/N-ratio, schimmel/bacterie verhouding of stabiliteit van bodemaggregaten. Wel zien we een fluctuatie in de resultaten van de metingen van bijvoorbeeld de schimmel/bacterieverhouding over de jaren, maar daarin is geen significante afname te vinden.

Voor graslanden zien we op vrijwel alle punten een vooruitgang, waarbij het C-gehalte en de stabiliteit van bodemaggregaten ook statistisch significant een verbetering laten zien. De stijging van het C-gehalte in de bodem is met 0,16-0,18% per jaar aanzienlijk.

De opbrengsten van hout en compost zijn naar tevredenheid, al is de aangroei van hout beperkter dan tevoren verwacht, vanwege de vervanging van snelgroeiende wilgen door minder snelgroeiende elzen. De resultaten van de pilot, voor wat betreft het gebruik van houtsnippers, zijn om die reden gebaseerd op aangekochte snippers.

De totale netto-emissie van broeikasgassen op het bedrijf is negatief, mede door de vastlegging van C in de bodem. Er vindt dus meer vastlegging van CO₂ plaats dan uitstoot. Dat is op een melkveebedrijf opvallend te noemen. De rol van het gebruik van C in houtsnippers speelt daarin een rol, maar de toename van C in de bodem is niet volledig daaruit te verklaren. Mogelijk zorgt de verbeterde bodemstructuur, als gevolg van het gebruik van de compost, voor meer wortelvorming en daarmee ook indirect tot vastlegging van C in de bodem.

5.2 Aanbevelingen

De looptijd van het project bedroeg 5 jaar; dat zou lang genoeg zijn geweest om de eerste wilgen te oogsten uit het bos. Met de aanplant van elzen laat de eerste echte oogst van aangeplante bomen nog op zich wachten. Om het beeld van de C-stromen compleet te maken, zou een langere monitoringsperiode nodig zijn. Dan zouden ook de werkelijk af te voeren hoeveelheden hout uit het bos in beeld gebracht kunnen worden.

In de monsternamen is de bodem van grasland bemonsterd op een diepte van 0 tot 10 cm. Het zou een beter beeld geven om een monsternamediepte van 0 tot 30 cm te kiezen. Ook hiervoor zouden extra metingen meer informatie kunnen geven.

Naast verder onderzoek in het aangelegde bos, zou een inventarisatie van mogelijkheden voor opschaling aanbeveling verdienen. Er is veel belangstelling voor de resultaten, vanuit verschillende hoeken. Een inventarisatie naar de belangstelling onder veehouders met een potstal en naar de mogelijkheden voor deze bedrijven, zou een beeld kunnen geven van het potentieel van deze innovatie. Daarbij is het ook goed om te inventariseren welke andere mogelijkheden er zijn om bomen aan te planten, anders dan in een apart bos. Ook lijnvormige beplanting en het beplanten van overhoeken op het bedrijf kan een interessant alternatief zijn voor veehouders.

Ook de samenhang van boomaanplant voor houtsnippers en het gebruik van bomen voor andere doelen, zoals schaduwwerking, gezondheid van koeien en dergelijke, zijn opties om aanplant van bomen interessanter te maken voor veehouders. Daarvoor is afstemming met andere projecten, die functies van bomen in beeld brengen, waardevol. Bij alle vormen van aanplant van bomen is goede voorlichting en begeleiding van boeren een belangrijk aandachtspunt. Want zoals Henk Hoefnagel aangaf bij de start van het project: ***“Ik ben boer en geen boswachter”***. Aanplant en beheer van bomen is meestal nieuw voor de doelgroep en kennisontwikkeling is essentieel voor het breder laten slagen van meer bomen op (melkvee)boerderijen.

Bijlagen

Bijlage 1: Natuurwaarde inventarisatie

Bezoek 21 sept 2016, Henk Kloen

Het bos bestaat uit een brede rand van 10-30 m breed, met hoge struiken en lage bomen, die geleidelijk overloopt naar het middendeel met moerasruigte en verspreide bomen en struiken. Grote delen van het gebied zijn alleen met grote moeite te doordringen, door de 2 m hoge brandnetels, bramen en andere ruigte die ook weer omvalt. Op dit moment is alles droog en wat dat betreft begaanbaar, aan de begroeiing is te zien dat het grote delen van het jaar plasdras zal zijn.

Brede rand met gemengde struiken, dit kan gefaseerd teruggezet,

- Bijv baan van 5 meter breed, ieder jaar 1/3 deel
- of baan 10 m breed, stroken van 5 m breed gefaseerd terugzetten
- hier kunnen selectief af en toe bloeiende struiken gespaard: eenstijlige meidoorn, gewone vlier, rode kornoelje een enkele gewone vogelkers; hazelaar voor de noten.
- Om opgaand hout/mooie bomen op te kweken kunnen ook zomereiken en zoete kersen worden gespaard. Zomereiken staan er slechts enkele, zoete kers meerdere verspreid

Er zijn geen grote bomen die nu al holten hebben of als broedplaats voor roofvogels kunnen dienen, wel is het mooi en waarde vol een paar grote te sparen:

- Zomereik in westrand *3
- Enkele zoete kersen in noordrand * 5

De poel * 1 is grotendeels dichtgegroeid met riet, en op dit moment vrijwel drooggefallen. Het is goed deze te schonen en te zorgen dat er een diepere plek van 1m diep komt (overleven waterleven in droge zomers en koude winters).

Om de poel heen ook hout terugzetten, er staan o.a. lang niet meer geknotte knotwilgen; deze opnieuw knotten *2.

In zuidoosthoek is een moerassig deel met dotterbloem, scherpe en hoge cyperzegge * 4. Het zou mooi zijn hier een poel aan te leggen (naast de vindplaats) of een sloot met flauwe oever.

Het centrale deel bestaat uit moerasruigte met veel moerasspirea en spaarzaam andere moeraskruiden, en verspreid wat jonge bomen en struiken. Het dreigt nu dicht te groeien. Als er een greppel sloot wordt aangelegd met deels verbrede oevers biedt dit goede kans voor moerasvegetatie, en waterleven zoals libellen en amfibieën. De op Google maps aangegeven greppels zijn moeilijk terug te vinden. Verspreid in het terrein zitten nog oude boomstronken.

Henk Hoefnagel zou wel een pad voor privé rondwandeling willen hebben. Dat vergt eerst flink snoeien en dan 2x per jaar het pad maaien, 1 m breed (robuuste gazonmaaier?).

Ook voelt hij wel voor wat "mooie bomen" zoals zomereik of kastanje. Lijkt het me erg nat hiervoor. Ik geef zoete kers en es wel kans.

Wat losse bijzonderheden:

- op noordoosthoek is een elektriciteitshuisje, met daaromheen konijnenholten
- op het pad in de westrand staan enkele brede wespenorchissen, ook elders 1 ex gezien. Leuke soort maar niet zeldzaam, kan zich ook elders in de rand gaan vestigen
- Er vloog nog een havik uit het bos, en op verschillende plaatsen zag ik de bruine kikker.



Enkele gps-coördinaten:

*5 enkele grotere zoete kersen	5,55097257	51,86547156
*3 zomereik	5,55097756	51,86546981
*4 waardevolle moerassige plek	5,55310334	51,86572737

Veertienjarige bostige soorten (bomen alle in de ruwe voor)

<i>Acer pseudoplatanus</i>	Gewone esdoorn	
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els	
<i>Alnus incana</i>	Witte els	
<i>Cornus sanguinea</i>	Rode kornoelje	
<i>Corylus avellana</i>	Hazelaar	
<i>Crataegus monogyna</i>	Eenjarige stekelboom	
<i>Fraxinus excelsior</i>	Es	
<i>Humulus lupulus</i>	Hop	
<i>Populus spec.</i>	Populier spec	
<i>Prunus avium</i>	Zoetekers	
<i>Prunus spinosa</i>	Zoetekers	
<i>Prunus padus</i>	Gewone vogelkers	
<i>Prunus serotina</i>	Amerikaanse vogelkers	exoot, mag verwijderd
<i>Quercus robur</i>	Zomereik	
<i>Ribes rubrum</i>	Aalbes	
<i>Rubus spec.</i>	Braam spec	
<i>Rubus spectabilis</i>	Prachtframboos	exoot, mag verwijderd
<i>Salix alba</i>	Schietwilg	
<i>Salix cinerea</i>	Grauwe wilg s.l.	
<i>Salix dasycarpa</i>	Duitse dot	
<i>Salix viminalis</i>	Katwilg	
<i>Sambucus nigra</i>	Gewone yler	
<i>Symphoricarpos spec.</i>	Smaurbei onbekend	exoot, mag verwijderd

Veertienjarige bruidadvijge soorten

<i>Ajania petiolata</i>	Loek-sonder-loek	
<i>Angelica sylvestris</i>	Gewone engelwortel	
<i>Anthriscum sylvestris</i>	Flitsenkruid	
<i>Callitha palustris subsp. palustris</i>	Gewone dotterbloem	ca 5 ex op locatie *4
<i>Carex acuta</i>	Scherpe zegge	op locatie *4
<i>Carex pseudocyperus</i>	Hoefcyperszegge	op locatie *4
<i>Dryopteris dilatata</i>	Brede stelelveren	
<i>Epilobium hirsutum</i>	Harig uilgenrooie	
<i>Epipactis helleborine subsp. helleb.</i>	Brede waspenorchis	
<i>Filipendula ulmaria</i>	Moerasspine	
<i>Galium palustre</i>	Moerasvalster	
<i>Iris pseudacorus</i>	Gele iris	
<i>Lysimachia nemoralis</i>	Penningskruid	
<i>Lythrum salicaria</i>	Grote lattenster	
<i>Mentha aquatica</i>	Watermunt	
<i>Phragmites australis</i>	Riet	
<i>Solanum dulcamara</i>	Bitterzoet	
<i>Symphytum officinale</i>	Gewone smeerwortel	
<i>Tilachtrum flavum</i>	Poelruit	
<i>Urtica dioica</i>	Grote brandnetel	
<i>Valeriana officinalis</i>	Echte valerian	

Overige waarnemingen

<i>Panurgus aegaeus</i>	Bootzandvogel	
<i>Vanessa atalanta</i>	Atalanta	
<i>Acipiter gentilis</i>	Havik	
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Waterkoning	
<i>Buteo buteo</i>	Rubberd	
<i>Rana temporaria</i>	Bruine kikver	
<i>Oryzobagrus cuniculatus</i>	Konijn	Roeten bij elektrocektshuisje

Bijlage 2: Publiciteit



Klimaatneutraal melkveebedrijf door inzet houtsnippers

Bomen planten voor bodem, roeien en klimaat

BENEDEN-LEEUEWEN 31 januari 2017

Deze week start veehouder Henk Hoefnagel de aanplant van een ha bos. Hij versnipperd straks het hout met drie doelen: strooisel voor een comfortabele koeienstal, een betere bodem en een klimaatneutraal bedrijf. De eerste bomen gaan in februari de grond in.



Eizen planten
Veehouder Henk Hoefnagel pacht 3 hectare bosgrond op zijn bedrijf de Henricushoeve waar een berplancht op rust. Hij benaderde Probos en CLM om hem te helpen. "Ik ben boer, geen boswachter, dus voor het planten van een bos heb ik wat hulp nodig." Probos heeft het beplantingsplan gemaakt, waarin zowel natuur als productie hout aandacht krijgen. Eizen, wilgen en populieren moeten later komen, bomen die goed groeien op natte grond, snel groeien en waarvan de snippers goed als stalstrooisel kunnen dienen. De provincie Gelderland keurde het plan goed en ondersteunt het plan met een financiële bijdrage.

Snippers in de stal
De bomen worden periodiek (elke 2 tot 3 jaar) afgezet. Na het afzetten kunnen de bomen vanuit de stobbe weer nieuwe stammen vormen. Dit is een moderne vorm van hakhout- of vriendbeheer. Het hout dat uit het bos wordt geoogst wordt versnipperd. De snippers worden gebruikt als stalstrooisel in de compoststal van de Henricushoeve. De compost uit de stal vertert vervolgens extra organische stof aan de gras- en akkerlanden van het bedrijf, waarmee extra koolstof wordt vastgelegd in de bodem. Dat levert bovendien een gezondere bodem op.

Naar een klimaatneutraal bedrijf
CLM kent de koolstofbalans uit van de activiteiten. Hoefnagel wil de Henricushoeve klimaatneutraal maken. Met de oogst van hout voert hij de viswaarskoolstof af, maar de stobben en wortels van de bomen leggen CO₂ vast. Ook zorgt een hogere organische stofgehalte in de bodem ook voor vastlegging van koolstof. De ontwikkelingen hiervan worden de komende jaren nauwkeurig gevolgd. Uit studies van Probos en Wageningen Universiteit blijkt dat de vraag naar biomassa en daarmee houtsnippers de komende decennia sterk zal toenemen, aldus Martijn Boosten van Probos. Door de snippers ook al in zijn eigen klimaatbos te bellen wil Henk Hoefnagel zelfvoorzienend worden, zodat hij geen houtsnippers meer van derden hoeft aan te kopen. Dit scheelt bovendien transport van houtsnippers over lange afstanden.

Toekomst
Henk Hoefnagel ziet bomen op het bedrijf als een ontwikkeling die in de toekomst heel normaal zal zijn. "Vijftien jaar geleden legde ik de eerste zonnepanelen op mijn dak. Collega's verklaarden me toen voor gek; dat kon nooit uit. Maar ik wilde een duurzaam bedrijf en dat blijkt toch een heel goede keuze te zijn geweest. En zo zullen over 10-15 jaar bomen op het bedrijf heel normaal zijn."

Meer informatie of vragen
Informatie over het idee bomen voor bodem en klimaat te vinden in de korte film op youtube: <http://bit.ly/2i9lbd>. Weem voor meer informatie contact op met Erik van Well (evanwell@clm.nl, 0345-470756) of Martijn Boosten (martijn.boosten@probos.nl, 0317-466562). Het planten van bomen vindt plaats op zaterdag 11 februari van 10-13 uur in Beneden-Leeuwen op de Boek van de Kooistraat en de Geerstraat.

- <http://www.omroep gelderland.nl/nieuws/2127113/Boer-plant-bos>
- <http://www.houtwereld.nl/nieuws/1104/houtsnippers-voor-eigen-stal>
- <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2017/02/01/melkveehouder-plant-eigen-productiebos>

Agrarische sector gaat rol spelen in emissiehandel

Koolstofboer stopt

KOOLSTOFBOEREN BOEREN VOOR EEN BETER KLIMAAT

'Eén hectare bos voor tien koeien'

'Grote festivals betalen de boer'

CO2 in grond

Henk Hoefnagel in de koolstofboer

Demomiddag Agroforestry

BENEDEN-LEEUVEN - Op 8 maart vond een demomiddag plaats op het melkveebedrijf van Henk Hoefnagel in Beneden-Leeuwen. Dit om melkveehouders te informeren en inspireren over de meerwaarde die bomen op hun bedrijf kunnen bieden. Deze middag werd door CLM Onderzoek en Advies en Stichting Probos georganiseerd als afsluiting van een 5-jarig project waarbij werd geëxperimenteerd met de aanleg van een stukje bos voor stalstrooisel.

Tijdens de middag werd ingegaan op praktische zaken, meerwaarde voor biodiversiteit en voor klimaat. Ook de waarde van de bomen in de bedrijfsvoering, en de kosten en baten werden uitgebreid besproken. Over het project zijn een filmpje en een brochure gemaakt, die te vinden zijn op de websites van CLM en Stichting Probos.



Fotoserie: Melkveehouder teelt eigen 'klimaatneutrale houtsnippers'

07/13 maart 2022 00 Beeld 00 reacties

De afbeelding



Foto: MilieuStuur van een houtsnipper.

Henk Hoefnagel, melkveehouder in Beneden-Leeuwen (GD), doet graag dingen die een ander niet doet. Toen hij onder gunstige voorwaarden een bosperceel van 5 hectare kreeg aangeboden, greep hij zijn kans. Het bood hem de mogelijkheid een deel van de benodigde houtsnippers zelf te produceren en tegelijkertijd een positieve bijdrage aan het klimaat te leveren.

Hoefnagel ging niet over één nacht ijs en zocht contact met het Centrum voor Landbouw (CLM) en Probois. Zij begeleiden hem bij het herinplanten van het perceel en het in kaart brengen van de koolstofkringloop en deden onderzoek naar de bodem en het klimaat.

Onderzoeksvragen

De komende vijf jaar onderzoeken de agrarici de samenstelling van het grasland, de compost en de bosgrond. Dit de invloed van de compost op de samenstelling van de bodem. Tevens wordt onderzocht welke bijdrage het klimaatbouw levert aan het sluiten van de kringloop en welk het bos oplevert. Over dit laatste is nog weinig te zeggen, omdat er door onstabiele bodem nog maar weinig sluiswiel groeit is.

Klimaatneutraal?

Het CLM draagt alle koolstofstromen binnen het bedrijf in beeld. Volgens berekeningen van het CLM verduikt 25 procent van de in de houtsnippers aanwezige koolstof door verbranding uit de compost. Dit cijfer is een aanname van het CLM, omdat er geen concrete cijfers over de koolstofverbranding in compost beschikbaar zijn. Per hectare rijpt Hoefnagel 30 kubus compost uit, daarmee voert hij indirect 5.100 kilo koolstof per hectare aan afkomstig uit de houtsnippers. Uitgaande van 25 procent koolstofverbranding in de compost, bedraagt die netto koolstofaanvoer per hectare 3.750 kilo. Wat overeenkomt met de vastlegging van 3.750 kilo CO₂-equivalenten per hectare. Volgens de laatste metingen is de netto aanvoer echter 5.717 kilo koolstof per hectare oftewel 21.000 kilo CO₂-equivalenten per hectare. Mogelijke verklaringen voor het verschil tussen de berekening en de metingen zijn volgens Erik van Weel, adviseur bij CLM-vertegenwoordiger in de bodemstructuur, afwijkingen in de afbreekbaarheid en het binden van koolstof uit de lucht.

Als gevolg van de legi-krachtvoering, het niet gebruiken van kunstmest en het zelf opwekken van vruchtbaarheids CO₂-uitstoot per liter melk op het bedrijf van Hoefnagel 'steeds' 1,04 kilo, wat overeenkomt met 8.843 kilo CO₂-equivalenten per hectare. Dit is nu minstens dan 13.750 kilo CO₂-equivalenten per hectare, die de grond volgens de berekening minimaal vastlegt. Daar mee is de conclusie gerechtvaardigd dat het gebruik van de houtsnippers een positief effect heeft op het klimaat.

Conclusies

„Het klimaat-effect van de houtsnippers is groter dan verwacht”, stelt Erik van Weel, adviseur bij CLM. „Maar het is de vraag of het effect op de lange termijn zo groot blijft.” Ook benadrukt Van Weel dat de houtsnippers bij Hoefnagel goed in de bedrijfsvoering passen, maar dat dat zeker niet voor ieder bedrijf geldt. Of het zelf teken van houtsnippers financieel interessant is, hangt mede af van de aanschafkosten van de houtsnippers. Maar zelfs dan is het aannemelijk dat de kosten voor de grond snel te hoog zijn voor een rendabele houtsnipperbeheer. Hoefnagel heeft het voordeel dat hij niet hoeft te betalen voor de grond. „Anders is het ook niet rendabel te rekenen”, geeft Hoefnagel toe. „Het kwam op mijn pad en daar heb ik gebruik van gemaakt. Vijftien jaar geleden bouwde ik een potstal, omdat ik ieder jaar te weinig in opslag had. Dit van de mest af te komen gingen we vaak te vroeg het land op, wat uiteindelijk resulteerde in veel structuurleed!”

De structuur uit de potstal zette hij in voor het verbeteren van de bodem. De oude potstal is inmiddels vervangen door een nieuwe vrijlooptal gevuld met houtsnippers in plaats van sluis. De houtsnippers worden bejucht en dagelijks gecombineerd. Twee keer per jaar wilt Hoefnagel de stal met 700 à 800 kubus houtsnippers. De compost blijft nu uitmesten een jaar liggen voordat het wordt uitgereden op het land. „Wanneer de mest te vroeg wordt uitgereden, zijn de houtsnippers omstandende vertoert in vertuuren te meer uitkoken dan dat ze opleveren.”

CLM Onderzoek en Advies

Postadres

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700

www.clm.nl