A photograph of a rural landscape. In the foreground, several people are gathered around a red tractor pulling a trailer loaded with hay bales. One person is standing on a hay bale. In the background, a large white wind turbine stands against a blue sky with scattered white clouds. The ground is covered in golden-brown grass.

Kennisontwikkeling Burgerboerderij Oosterwold

Vergelijking inzet materieel in combinatie met arbeid

Rapport

Margot Veenenbos, Anne Hage en Carin Rougoor



Maatschappij



Circulariteit



Klimaat



Onderzoeken

CLM-1269



Dit is een rapportage van CLM Onderzoek en Advies
Februari, 2026
Publicatienummer 1269

Opdrachtgever: Coöperatie burgerboerderijen

Project mede gefinancierd door de Europese Unie.



**Funded by
the European Union**

Auteurs: Margot Veenenbos, Anne Hage en Carin
Rougoor

Foto omslag: Kleine pakjes stro en grote strobalen
maken (foto: Carin Rougoor)

CLM Onderzoek en Advies
Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

Postbus 62
4100 AB Culemborg

www.clm.nl
0345 470 700

Kennisontwikkeling Burgerboerderij Oosterwold

Vergelijking inzet
kleiner/ouder materieel
in combinatie met
arbeid, versus groter
materieel

INHOUD

1. Inleiding	6
1.1 Burgerboerderijen	6
1.2 Doel	6
2. het bedrijf	7
2.1 Burgerboerderij Oosterwold	7
2.2 Verduurzaming	7
2.3 Bedrijfsperspectief	7
2.4 Burgerbetrokkenheid	8
3. Casus	9
3.1 Casus en onderzoeksvraag	9
3.2 Achtergrond bij de casus	10
3.3 Werkwijze	10
3.3.1 Kleine pakjes of grote balen	10
3.3.2 Gebruikte machines	11
3.3.3 Het werven van vrijwilligers	12
3.3.4 Uitwerking	13
4. Resultaten	14
4.1 Uitvoering op hoofdlijnen	14
4.2 Inzet van vrijwilligers	15
4.2.1 Ervaringen	15
4.2.2 Vervoer	15
4.3 Efficiëntie	16
4.3.1 Energie om de machine te maken: embodied energy	16
4.3.2 Energieverbruik in het veld	17
4.3.3 Energieverbruik tijdens transport	18
4.3.4 Indirect landgebruik	19
4.3.5 Gebruikte energie per methode	19
4.4 Twee hypothetische scenario's	21
4.4.1 Scenario: Kleine, ervaren groep vrijwilligers	21
4.4.2 Scenario: Kleine, ervaren groep vrijwilligers op de fiets	21

5. Conclusies	24
5.1 Conclusies	24
5.1.1 Samengevat	25
Referenties	26
Bijlage: Vragenlijst voor vrijwilligers over de velddag	27

1. INLEIDING

Burgerboerderij Oosterwold maakt deel uit van de coöperatie Burgerboerderijen. Binnen de coöperatie zijn zes burgerboerderijen actief. Drie daarvan zijn demobedrijf en nemen deel aan dit traject: de Patrijs, Oosterwold en de Biesterhof. In 2025 onderzocht CLM voor elk van hen, aan de hand van een specifieke casus, de relatie tussen burgerbetrokkenheid, verduurzaming en bedrijfsperspectief.

1.1 Burgerboerderijen

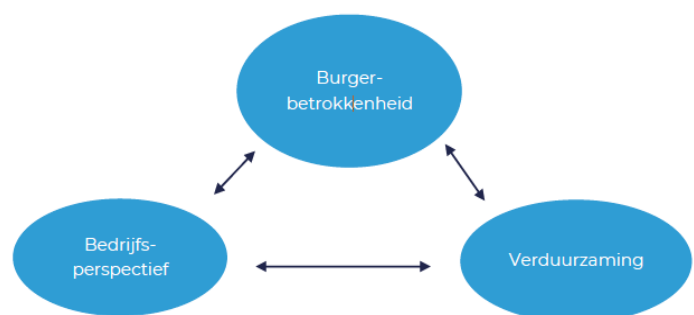
Burgerboerderijen zijn een uniek concept waarbij boeren met burgers samenwerken voor het produceren van gezond voedsel en zorg voor een gezonde leefomgeving. De Coöperatie Burgerboeren wil het concept van burgerboerderijen in Nederland op de kaart zetten door:

- 1) meer kennis en ervaring op te doen met deze manier van werken en
- 2) kennis te delen met andere agrariërs, burgers en beleidsmakers.

1.2 Doel

Om een burgerboerderij tot een succes te maken is een integrale aanpak nodig. In het traject naar succes wordt - aan de hand van enkele bedrijfsspecifieke voorbeelden - onderzocht hoe drie aspecten zich tot elkaar verhouden, te weten:

- 1) burgerbetrokkenheid,
- 2) verduurzaming en
- 3) bedrijfsperspectief.



Figuur 1. De aspecten burgerbetrokkenheid, verduurzaming en bedrijfsperspectief staan allemaal in verband met elkaar.



2. HET BEDRIJF

Met alle burgerboerderijen is een kennismakingsgesprek gevoerd. Daarbij is allereerst de achtergrond van het bedrijf geschetst aan de hand van de drie aspecten; verduurzaming, bedrijfsperspectief en burgerbetrokkenheid.

2.1 Burgerboerderij Oosterwold

Burgerboerderij Oosterwold ligt in het buitengebied van Almere. Het is een initiatief dat bestaat uit een mozaïek van kleinschalige ondernemingen, die samen een duurzaam landbouwbedrijf vormen. Op zo'n 50 hectare worden melkvee en buitenvarkens gehouden, akkerbouwgewassen geteeld en een zelfoogsttuin onderhouden. De kalfjes blijven bij de moeder, waardoor ook een vleesveetak ontstaat. Het vleesvee graast in een natuurgebied langs de snelweg, dat is de beheersvorm. Op het erf is een boerderijwinkel en daar zijn diverse ondernemers gevestigd, die voedsel of biobased bouwmaterialen produceren.

2.2 Verduurzaming

Vanuit de overtuiging dat ons huidige landbouw- en voedselsysteem vastloopt, zoeken Diana en Arnold van Veelen naar nieuwe manieren voor landbouw onder eigen regie. Bij Burgerboerderij Oosterwold wordt geprobeerd om het landbouwsysteem opnieuw vorm te geven, met ruimte voor samenwerking, gemeenschap en een ander economisch denken. Het doel is dat de burger weer onderdeel wordt van het voedselsysteem.

2.3 Bedrijfsperspectief

Arnold en Diana zijn in 2021 Burgerboerderij Oosterwold gestart. Het verdienmodel bij de start bestond uit: productie met behulp van melkkoeien, vleesvee en akkerbouw, vergoedingen voor Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer

(ANLb), groene stroom via zonnepanelen en windmolen, evenals verhuur van mestputten en ruimte.

Inmiddels zijn ze ook druk bezig met het creëren van een hub voor ondernemers die bezig zijn met voedsel of biobased bouwmaterialen. Zo vinden de Stadjutters Flevoland en de Almeerse wolunie een plek bij hen voor hun activiteiten, heeft de Groene Pluk een zelfoogsttuin gecreëerd en hebben de varkens van Oerwroeters onderdak gekregen op het bedrijf.

Ook de boerderijwinkel is steeds meer aan het uitbreiden. Eigen zuivel en seizoensgroenten worden verkocht in de winkel. Voor andere producten wordt veel samengewerkt met lokale ondernemingen. De boerderijwinkel is twee dagen in de week geopend en wordt gerund door Burgerboeren (vrijwilligers).

2.4 Burgerbetrokkenheid

Een belangrijk onderdeel van Burgerboerderij Oosterwold is het burgercollectief VoedSaam. In 2023 startte het collectief met bijeenkomsten, wat leidde tot tien werkgroepen, waaronder een moestuingroep en een imkerij. Burgers deelden twee jaar lang arbeid, kosten en opbrengsten, bemanden de winkel en werkten samen aan voedselproductie. Hoewel de organisatievorm uiteindelijk niet houdbaar bleek, is het fundament gelegd voor een vernieuwd lidmaatschapsmodel.

Binnen dit nieuwe model zullen leden een minimaal aantal uur per maand meewerken, wat zich vertaalt tot een ledenprijs in de winkel. Zo ontstaat een coöperatief systeem, waarin betrokkenheid wordt beloond en de lasten worden gedeeld. De ambitie is dat alle ondernemingen op het terrein hierin gaan participeren.

3. CASUS



Tijdens het kennismakingsgesprek met de burgerboerderijen is gezocht naar een passende casus om de relatie tussen burgerbetrokkenheid, verduurzaming en bedrijfs perspectief te onderzoeken. Elke boerderij heeft hiervoor een eigen insteek gekozen. Bij Burgerboerderij Oosterwold is vergeleken of het duurzamer is om met kleinere, oudere machines en arbeid van burgers te werken voor het maken van stropakken, ten opzichte van de inzet van groot materieel.

3.1 Casus en onderzoeksvraag

Om onderzoek te doen naar de samenhang tussen bovengenoemde drie aspecten, is samen met de drie burgerboerderijen op zoek gegaan naar een passend voorbeeld van een maatregel/aanpak op het bedrijf die als casus kan dienen. Bij Burgerboerderij Oosterwold onderzochten we de volgende vraag:

- ➔ Is het duurzamer om met kleinere, oudere en arbeidsintensievere machines, in combinatie met hulp van burgers, te werken, dan met groot materieel?

Om deze vraag in de praktijk te toetsen zijn op hetzelfde perceel zowel kleine pakjes stro gemaakt, met behulp van een kleine traditionele machine en de benodigde mankracht, als grote balen met behulp van groot materieel. Daarbij is naar de volgende onderdelen gekeken:

1. **Praktisch:** Is het uitvoerbaar?
2. **Efficiëntie:** Welke methode vergt de minste energie?

Deze onderzoeksvraag past bij alle drie de aspecten: alleen door klanten te enthousiasmeren over de wijze voor het maken van de stropakjes (burgerbetrokkenheid), is er genoeg arbeid (bedrijfsperspectief) om deze aanpak (verduurzaming) mogelijk te maken.

3.2 Achtergrond bij de casus

Burgerboerderij Oosterwold zoekt naar een cijfermatige onderbouwing voor de verduurzamingsmaatregelen die zij nemen. In lijn met het gedachtegoed van Meino Smit zou Diana graag minder gebruik maken van grote machines. Daarbij worden een aantal voordelen verwacht:

- Het idee is dat menselijke arbeid duurzamer is dan de inzet van machines. Bovendien zullen burgers, door mee te helpen, zich meer betrokken voelen bij het bedrijf.
- Oudere machines zouden duurzamer kunnen zijn omdat ze al langer meegaan en geen nieuwe machines geproduceerd hoeven te worden.
- Als de (oudere) machines kleiner zijn, veroorzaken zij minder bodemverdichting.
- Het persen en ophalen van stro met kleine historische machines heeft een bepaalde charme.
- Kleine stropakjes kunnen in de stal gemakkelijk door vrijwilligers worden verwerkt. Voor grote pakken is een shovel nodig.

Daar tegenover staat:

- Nieuwere machines zouden sneller en zuiniger kunnen werken dan het oudere materieel.

De vraag is dus welke aanpak onder de streep ook duurzamer uitpakt.

3.3 Werkwijze

3.3.1 Kleine pakjes of grote balen

Om te vergelijken of het gebruik van kleinere, oudere en dus meer arbeid-intensieve machines in combinatie met mankracht, duurzamer is dan dezelfde taak uitvoeren met moderne grote machines, hebben we een vergelijking gemaakt tijdens het maken en ophalen van strobalen. Met een kleine oudere machine worden kleinere pakjes stro gemaakt en met de grote moderne machine grote balen stro; zie figuur 3.1 voor het verschil tussen een pakje en een baal. Doordat de pakjes kleiner zijn kunnen die met mensen van het land gehaald.



Figuur 3.1 Klein pakje stro op een grote strobaal.

3.3.2 Gebruikte machines

Om een goed overzicht te krijgen van de verschillen in de twee methodes zijn in Tabel foto's van de machines in iedere stap in het proces weergegeven.

Tabel 1 Overzicht van ingezette machines.

Oude machines/Kleine pakjes	Nieuwe machines/Grote balen
<p>Maken van de pakjes Trekker + balenpers + verzamelwagen</p> 	<p>Maken van de balen Trekker + balenpers</p> 
<p>Ophalen van de pakjes Trekker + vrijwilligers</p> 	<p>Ophalen van de balen Trekker + shovel</p> 
<p>Opslaan van de pakjes vrijwilligers</p> 	<p>Opslaan van de balen Shovel</p> 



Figuur 3.2 Links in beeld het ophalen van de kleine pakjes met hulp van de vrijwilligers, rechts het ophalen van de grote balen met hulp van een shovel.
Foto: Gert-Jan den Besten.

3.3.3 Het werven van vrijwilligers

Het betrekken/wervan van vrijwilligers voor het stropakjes maken heeft Burgerboerderij Oosterwold zelf gedaan. De burgerboerderij heeft een brede vrijwilligersbasis; die verschillende klussen uitvoeren op de boerderij. De oproep om mee te helpen is gedeeld in een whatsappgroep en geplaatst op de website van de boerderij. De uitdaging was dat het werk zich lastig liet plannen. Het stro moest van het land voordat het zou gaan regenen. Bovendien moesten de loonwerkers voor de kleine en grote pakkenpers op hetzelfde moment beschikbaar zijn. Daarom werd vooraf als indicatieve datum een velddag op 1 augustus geprikt, maar moest deze datum in de week zelf toch worden bijgesteld naar 30 juli.

Figuur 3.3 Aankondiging van de velddag.

3.3.4 Uitwerking

Het vergelijken van de twee verschillende methodes is gedaan op twee aspecten:

1. **Praktisch:** Is het uitvoerbaar?
Om dit te toetsen zijn de eigen ervaringen tijdens de velddag gerapporteerd en is een vragenlijst voorgelegd aan de deelnemende vrijwilligers (zie bijlage).
2. **Efficiëntie:** Welke methode vergt de minste energie?
Om dit te toetsen zijn data van alle ingezette machines en menskracht verzameld. Zo is de leeftijd en het verbruik van de machines vastgelegd, evenals het vervoer van de vrijwilligers naar de boerderij. Verder is genoteerd hoelang de handelingen duurden en op welke oppervlakte deze zijn uitgevoerd.

4. RESULTATEN



In dit hoofdstuk behandelen we de resultaten van het onderzoek. We beschrijven de ervaringen van de vrijwilligers. We berekenen de benodigde energie voor beide methoden. Ook berekenen we twee hypothetische scenario's, waarin de reistijd en aanwezige vrijwilligers zijn geoptimaliseerd.

4.1 Uitvoering op hoofdlijnen

In Tabel staan de bewerkte oppervlakte, benodigde tijdsduur en mankracht. Daarbij valt meteen op:

- Met het maken van de kleine pakjes is een veel kleinere **oppervlakte** bewerkt, in vergelijkbare tijd als voor de grote balen.
- Voor het maken van de kleine pakjes is veel meer **mankracht** nodig.

Bij de mankracht maken we onderscheid tussen vrijwilligers, loonwerk en vaste krachten¹, om twee redenen:

- Voor de uitvoer van beide methoden is **expertise** nodig. In beide gevallen is een loonwerker ingehuurd voor het maken van de pakjes/balen. Daarnaast zijn voor het maken van de grote balen twee personen nodig, die de trekker+kar en shovel kunnen besturen. Voor het maken van de kleine pakjes is minimaal één persoon nodig die de handigheid heeft om de laatste pakjes met een riek boven op de kar te werpen. Ook is voor deze manier iemand nodig die de trekker+kar kan besturen en moet iemand boven op de kar staan die de pakjes op de juiste manier ordent; deze twee taken zijn bij deze uitvoering gedaan door twee vaste vrijwilligers.
- De vrijwilligers die meededen hadden meer **reistijd** dan de vaste krachten; de eigenaars, Diane en Arnold, wonen op de boerderij en de vakantiemedewerkers/stagiairs die meehielpen waren met de fiets of

¹ Onder vaste krachten rekenen we de eigenaars van Burgerboerderij Oosterwold en de vakantiekrachten/stagiairs die bij deze pilot hebben geholpen.

logeerden op de boerderij. Dit betekent dat geen extra energie in de vorm van brandstof nodig is voor hun aanwezigheid op de locatie.

Tabel 2 Overzicht van de bewerkte oppervlakte, de benodigde tijdsduur en mankracht.

Oude machines/kleine pakjes	Nieuwe machines/grote balen
1 ha	5 ha
40 minuten pakjes maken	55 minuten balen maken
1 uur pakjes ophalen en 1 uur afladen	47 minuten balen halen en 15 minuten afladen
11 vrijwilligers 1 loonwerker 1 vaste kracht	0 vrijwilligers 1 loonwerker 2 vaste krachten

4.2 Inzet van vrijwilligers

4.2.1 Ervaringen

Om na te gaan of de methode met kleine pakjes praktisch uitvoerbaar is, zijn de vrijwilligers achteraf bevroegd. Wat we uit deze vragenlijst kunnen opmaken is:

- Van de elf vrijwilligers waren zeven van hen vaste vrijwilliger bij burgerboerderij Oosterwold. Verder waren er drie onderzoekers aanwezig om te helpen en één vriendin van een vaste vrijwilliger.
- Iedereen heeft de velddag als een geslaagde en gezellige middag ervaren. *“Toch wel bijzonder, samenwerken vind ik belangrijk”*, aldus één van de vrijwilligers. Iedereen geeft aan een dergelijke klus nog een keer te willen doen, onder andere omdat het *“lekker buiten en sociaal”* is.
- De meerderheid vond de klus fysiek goed te doen. Degenen die de klus zwaar vonden, vonden het door de gezamenlijke inzet en binnen de afgebakende tijd wel haalbaar.
- Over de duurzaamheid van de beide methodes hebben de vrijwilligers diverse meningen. De meeste zien grote machines wel als noodzakelijk, al dan niet als ondersteuning van menselijke inzet.
- De vrijwilligers die ook in de stal werken zien een voordeel van de kleine pakjes, omdat die beter hanteerbaar zijn in kleinere hokjes.

4.2.2 Vervoer

Voor de berekening van de efficiëntie (zie volgende paragraaf 4.3), is het belangrijk ook te kijken naar het vervoer van de vrijwilligers naar de boerderij.

De elf vrijwilligers kwamen allemaal met de auto; twee van hen hebben kunnen carpoolen. De langste reistijd was een uur, maar deze reistijd is afgelegd door één van de onderzoekers; dat is niet de vaste doelgroep van de burger-boerderij. Als we de carpoolers nul minuten reistijd toerekenen, komen we voor de vrijwilligers van deze specifieke velddag op een gemiddelde reistijd van 25 minuten.

Voor de uitgewerkte berekening zie subparagraaf 4.3.3.

4.3 Efficiëntie

Voor de efficiëntie van beide methodes is gekeken naar dieselvebruik en arbeid per hectare. Dit is gedaan door een berekening te maken volgens de methode van Meino Smit (Smit, 2022). Hierbij wordt voor beide methodes de benodigde energie berekend en vergeleken.

4.3.1 Energie om de machine te maken: embodied energy

In deze analyse wordt de indirecte energie van machines benaderd via hun zogenaamde embodied energy, dat is de totale energie die nodig is voor winning van grondstoffen, productie en assemblage. Deze energie wordt niet in één jaar toegerekend, maar verdeeld over de gebruikslevensduur van de machine, zoals gangbare praktijk is in levenscyclusanalyses (LCA).

Bij levensduur van de machines kijken we naar de technische levensduur uit literatuur, niet de economische afschrijving. Voor de technische levensduur van machines zijn literatuurwaarden gebruikt, uitgedrukt als een range in jaren of draaiuren. Omdat rekenen met een range niet uitvoerbaar is, wordt de middenwaarde van de range gebruikt als levensduur.

Als een machine ouder is dan deze “midden levensduur”, wordt aangenomen dat de embodied energy volledig in het verleden is toegerekend. In dat geval draagt de machine geen, of slechts een verwaarloosbare hoeveelheid, indirecte energie meer bij aan de energiebalans. Dit betekent niet dat de machine geen energie heeft gekost, maar dat deze energiekosten al zijn “verbruikt” in eerdere handelingen.

Voor machines die jonger zijn dan de gehanteerde midden levensduur, wordt de resterende embodied energy gelijkmatig verdeeld over de resterende gebruiksjaren. Deze resterende jaarlijkse bijdrage wordt vervolgens omgerekend naar een energie-inzet per hectare, op basis van het actuele gebruik.

Gebruikte coëfficiënten voor de machines

Veel LCA-studies gebruiken een agricultural machine embodied energy van 138 MJ per kg massa voor **tractoren** en 180 MJ per kg massa voor **landbouw-werktuigen** (Katani, 1999). Hoewel dit een vrij gedateerde bron is voor deze waarden, blijken deze waarden nog steeds relevant te zijn en van toepassing op machines die zijn gebouwd na 1970.

Voor **oude landbouwmachines**, met minder kunststof en technologie is een levensduur van 15-30 jaar gevonden (Cropilots, 2015) (Katani, 1999). Dit resulteert in een gemiddelde levensduur 22,5 jaar.

Voor **nieuwe landbouwmachines** is een levensduur van 10-25 jaar gevonden wat resulteert in een gemiddelde levensduur van 17,5 jaar (Cropilots, 2015) (Lagnelöv, Larsson, Larsolle, & Hansson, 2021). De **shovel** is een uitzondering op deze ranges, aangezien deze niet specifiek valt onder landbouwmachines, maar onder bouwmachines. De shovel heeft een levensduur van 8-15 jaar, met een gemiddelde van 11 jaar (Thomson CAT, sd). Voor platte karren, die gebruikt worden in de landbouw, kon geen betrouwbare gemiddelde levensduur worden teruggevonden. Wel werden voor trailers gemiddeld levensduren van 15 tot 25 jaar gevonden. Omdat deze in dezelfde range liggen als de levensduur voor landbouwwerktuigen, is deze waarde aangehouden.

Als we de leeftijd van de machines vergelijken met de gemiddelde levensduur (Tabel 3), blijken maar drie machines minder oud te zijn dan die gemiddelde levensduur. Voor deze machines zijn de gebruiksuren per jaar opgezocht om de embodied energy te kunnen berekenen. Voor de trekker van de loonwerker (Fendt 724) is een waarde van 800 uur per jaar gevonden (Cropilots, 2015); voor de pakkenpers 300 uur per jaar (Cundiff, Grisso, & McCullough, 2011); en voor de verzamelwagen 200 uur per jaar (Cundiff, Grisso, & McCullough, 2011). Voor de platte landbouwkarren kon wederom geen betrouwbaar waarde voor de gebruiksduur worden gevonden. Daarom is besloten om een waarde van 250 uur aan te houden (dit zit tussen de pakkenpers en verzamelwagen in, beide werktuigen die worden gebruikt voor dezelfde handelingen als de kar). Voor de machines die al ouder zijn dan hun gemiddelde levensduur, wordt ervan uitgegaan dat de embodied energy volledig in het verleden is toegerekend.

4.3.2 Energieverbruik in het veld

De energie van de **verbruikte diesel** is berekend met een standaard coëfficiënt van 36MJ/l. De energie van de **fysieke arbeid** (de mankracht) is berekend met een coëfficiënt van 1,96 MJ/uur (Katani, 1999) voor arbeid in de landbouw.

Tabel 3 Vergelijking werktuigen en levensduur.

	Merk	Bouwjaar	Range levensduur	Midden levensduur	Leeftijd in 2025	Uur per jaar
Pakjespers	Welger AP 830	1988	15-30	22,5	38	n.v.t. ²
Trekker	Fendt 509C	1994	15-30	22,5	32	n.v.t.
Verzamelwagen	Meijer Hydra8	2024	10-25	17,5	2	200
Trekker	Fendt 308	1986	15-30	22,5	40	n.v.t.
Balenpers	NH DB9080	2010	10-25	17,5	16	300
Trekker	Fendt 724	2018	10-25	17,5	8	800
Trekker	JD 6400	1995	15-30	22,5	31	n.v.t.
Shovel	Werklust WG18C	±1990	8-15	11	36	n.v.t.
Platte kar	Onbekend	Onbekend	10-22	20	Onbekend	250

4.3.3 Energieverbruik tijdens transport

Voor het energieverbruik van de reis naar en terug van Burgerboerderij Oosterwold is de energie uitgerekend van de verbruikte benzine van de vrijwilligers die met de auto kwamen en verbruikte diesel van de loonwerkers met de werktuigen. De energie die nodig is om naar Burgerboerderij Oosterwold te komen is in de berekening niet toebedeeld per hectare, omdat de energie altijd nodig is, of je nu 1 of 6 hectare zou bewerken.

Het energieverbruik tijdens transport voor de vrijwilligers is uitgerekend door de totale reistijd (met auto) keer het verbruik keer de energie van benzine te doen. Daarbij is voor verbruik ervan uitgegaan dat een gemiddelde auto 1 op 15 rijdt met een gemiddelde snelheid van 60 km/u. Ook is een coëfficiënt van benzine 35 MJ/l gebruikt.

Voor de loonwerkers is het energieverbruik tijdens transport berekend door eerst de reistijd uit te rekenen: door de reisafstand te delen door een gemiddelde rijsnelheid. Daarna is de reistijd keer het verbruik van de betreffende trekker met machines keer de energie van diesel gedaan. Voor de rijsnelheid is een gemiddelde rijsnelheid op de openbare weg aangenomen. In Nederland geldt voor landbouwvoertuigen doorgaans een wettelijk toegestane maximumsnelheid van 25 tot 40 km per uur, afhankelijk van

² Deze machines zijn al volledig afgeschreven op het moment van de pilot.

voertuigtype, constructiesnelheid en toelating. In de praktijk rijden tractoren tijdens transport over de openbare weg vaak niet continu met de maximale toegestane snelheid. Daarom wordt in deze berekening een gemiddelde rijnsnelheid van 25 km per uur gehanteerd.

4.3.4 Indirect landgebruik

Het indirecte landgebruik en arbeid van machines (de hoeveelheid land en arbeid die ergens anders nodig is om een trekker te produceren, onderhouden, af te schrijven en van energie te voorzien) is niet berekend. Uit een voorbeeldberekening van Meino Smit blijkt dat deze waarden in zijn berekening erg laag zijn: *“Indirect landgebruik en indirecte arbeid zijn nauwelijks van invloed op het beeld, vanwege de kleinschaligheid van dit voorbeeld”* (Smit, 2022). Omdat ons voorbeeld eveneens kleinschalig is, zijn beide factoren hier achterwege gelaten.

4.3.5 Gebruikte energie per methode

In Tabel 4 is te zien dat het maken van kleine pakjes minder energie vraagt dan het maken van grote balen.

Tabel 4 Energie in MJ per ha die zit in het **maken** van pakjes of balen.

	Kleine pakjes	Grote balen
Embodied energy:		
• Trekker	0	13
• Pers	0	41
• Verzamelwagen	21	n.v.t.
Dieselolie	150	131
Fysieke arbeid veld	1	0,3
Fysieke arbeid bestuurder	0,4	0,2
Totaal	172	186

In Tabel 5 is echter te zien dat het ophalen van kleine pakjes meer energie kost dan het ophalen van grote balen. Dit verschil zit in de gebruikte diesel en de fysieke arbeid. Kijken we naar het effect van de gebruikte machines, dan is hierin niet zozeer het verbruik belangrijk, maar vooral de levensduur. Omdat meerdere machines ouder zijn dan de voorspelde gemiddelde levensduur, wordt aangenomen dat de embodied energy volledig in het verleden is toegerekend.

Tabel 5 Energie in MJ per ha die zit in het **ophalen** van pakjes of balen.

	Kleine pakjes	Grote balen
Embodied energy:		
• Trekker	0	0
• Kar	36	36
• Shovel	n.v.t.	0
Dieselolie	360 ³	224
Fysieke arbeid	43	1,5
Fysieke arbeid bestuurder	1	0,4
Totaal	440	262

In Tabel 6 is te zien dat meeste energie zit in het transport om de arbeidskrachten (loonwerkers, vrijwilligers en vaste krachten) op locatie te krijgen.

Tabel 6 Energie in MJ die nodig is om de arbeidskrachten op locatie te krijgen

	Kleine pakjes	Grote balen
Diesel (reis loonwerkers)	143	1394
Benzine (autoreis vrijwilligers)	1154	n.v.t.
Benzine (vervoer medewerkers)	0	0
Totaal	1.297	1.394

Bij elkaar opgeteld (Tabel 7) lijkt het er voor deze velddag op, dat het maken en ophalen van kleine pakjes meer energie vergt dan het maken en ophalen van balen. Het valt op dat de energie die nodig is om de arbeidskrachten naar de boerderij te krijgen hier zwaar mee weegt in de totale energie.

Tabel 7 Overzicht van benodigde energie in MJ per ha voor zowel het maken als ophalen van de pakjes en balen en de benodigde energie in MJ voor het transport van arbeidskrachten.

	Kleine pakjes	Grote balen
Pakjes/balen maken	172	186
Pakjes/balen ophalen	440	262
Transport arbeidskrachten	1.297	1.394
Totaal	1.909	1.842

³ Verschil in dieselgebruik komt voornamelijk omdat de machine die de grote balen maakte veel sneller klaar was.

4.4 Twee hypothetische scenario's

In bovenstaande uitwerking zien we dat de energie die nodig is om de arbeidskrachten naar de boerderij te krijgen zwaar meeweegt in de totale energie. Voor de velddag is geen maximumaantal gezet op het aantal aanwezige vrijwilligers. Niet alle vrijwilligers hadden de gehele middag iets te doen. Daarom werken we hieronder twee hypothetische scenario's uit, waarbij de inzet van vrijwilligers is geoptimaliseerd.

- Hoe efficiënt kan de pilot zijn als de groep kleiner en meer ervaren is?
- Hoe efficiënt kan de pilot zijn als die kleinere en meer ervaren groep op de fiets naar de burgerboerderij komt?

4.4.1 Scenario: Kleine, ervaren groep vrijwilligers

Tijdens de velddag werd gewerkt met een gemengde groep vrijwilligers, bestaande uit een deel ervaren en fysiek fitte deelnemers en een deel minder ervaren en/of minder fitte deelnemers. Op basis van observaties wordt ingeschat dat de groep een redelijk evenwichtige samenstelling had: ongeveer de helft van de aanwezige arbeidskrachten kon fysiek zwaarder werk sneller uitvoeren, terwijl de andere helft dit minder efficiënt kon doen. Op basis van de dynamiek tijdens de velddag lijkt het aannemelijk dat een kleinere, maar volledig fitte groep (ongeveer de helft van het oorspronkelijke aantal personen) in theorie een vergelijkbare hoeveelheid werk had kunnen verrichten in ongeveer dezelfde tijd. Dit blijft een globale inschatting, maar geeft voldoende basis voor een hypothetische vergelijking.

Om deze vergelijking concreet te maken is in de brekingen voor de pakjes doorgerekend wat er verandert als maar de helft van het aantal vrijwilligers (die fysieke arbeid verrichten) wordt ingezet (zie Tabel 8, tweede kolom). Hierdoor daalt de benodigde fysieke arbeid van 43 MJ/ha naar 22 MJ/ha. Een veel groter effect ontstaat echter doordat een kleinere groep mensen ook minder vervoersbewegingen veroorzaakt. De energie die gemoeid is met het transport van vrijwilligers daalt in dit scenario aanzienlijk: de benodigde benzine voor autoreizen van vrijwilligers neemt af van 1154 MJ naar 577 MJ. In dit aangepaste scenario met minder vrijwilligers worden kleine pakjes op totaalniveau daardoor zelfs energie-efficiënter dan grote balen (1.311 MJ/ha versus 1.842 MJ/ha).

4.4.2 Scenario: Kleine, ervaren groep vrijwilligers op de fiets

Omdat we zien dat de meeste winst dus te behalen valt in vervoersbewegingen is ook een **best-case scenario** doorgerekend, waarin uitsluitend een kleine groep ervaren en fitte vrijwilligers wordt ingezet en waarin alle deelnemers met de fiets naar de burgerboerderij komen. De

resultaten van deze doorrekeningen zijn te zien in de derde kolom van Tabel 8. Dit scenario benadert een ideale situatie: de fysieke arbeid kan efficiënt worden uitgevoerd doordat alleen fitte personen meewerken en het energiegebruik voor transport daalt voor de vrijwilligers tot nul. Hierdoor ontstaat een beeld van wat theoretisch mogelijk is wanneer zowel de inzet van mensen als hun mobiliteit optimaal georganiseerd wordt. Hoewel dit in de praktijk zeer waarschijnlijk niet haalbaar is, laat dit scenario zien waar de grootste potentiële winst ligt, namelijk in het **minimaliseren van vervoersbewegingen** en het gericht inzetten van een **kleinere, ervaren groep vrijwilligers**.

Tabel 8 Energie in MJ die nodig is voor alle stappen in het proces voor vier verschillende scenario's: in de eerste kolom de kleine pakjes zoals uitgevoerd in de pilot, in de tweede kolom een hypothetisch scenario met een kleinere groep fitte vrijwilligers, in de derde kolom een hypothetisch scenario met een kleinere groep fitte vrijwilligers die op de fiets naar de burgerboerderij komt en in de vierde kolom de grote balen zoals uitgevoerd in de pilot.

	Kleine pakjes			Grote balen
	Zoals uitgevoerd	Kleinere groep fitte vrijwilligers	Kleinere groep fitte vrijwilligers op fiets	Zoals uitgevoerd
Energie in MJ die nodig is om de arbeidskrachten op locatie te krijgen				
Diesel (reis loonwerkers)	143	143	143	1394
Benzine (autoreis vrijwilligers)	1154	577	0	n.v.t.
Benzine (vervoer medewerkers)	0	0	0	0
Totaal	1.297	720	143	1.394
Energie in MJ per ha die zit in het maken van pakjes of balen				
Embodied energy:				
• Trekker	0	0	0	13
• Pers	0	0	0	41
• Verzamelwagen	21	21	21	n.v.t.
Dieselolie	150	150	150	131
Fysieke arbeid veld	1	1	1	0,3
Fysieke arbeid bestuurder	0,4	0,4	0,4	0,2
Totaal	172	172	172	186
Energie in MJ per ha die zit in het ophalen van pakjes of balen.				
Embodied energy:				
• Trekker	0	0	0	0,00
• Kar	36	36	36	36
• Shovel	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0
Dieselolie	360	360	360	224
Fysieke arbeid veld	43	22	22	1,5
Fysieke arbeid bestuurder	1	1	1	0,4
Totaal	440	419	419	262
Totaal	1.909	1.311	734	1.842

5. CONCLUSIES



5.1 Conclusies

➔ Is het duurzamer om met kleinere, oudere en arbeidsintensievere machines te werken?

1. **Praktisch:** Is het uitvoerbaar?

Tijdens de proef is met hulp van vrijwilligers en kleiner, ouder materieel het stro van het land gehaald. Ondanks dat de activiteit zich lastig liet plannen, is het Burgerboerderij Oosterwold gelukt ruim voldoende vrijwilligers te mobiliseren. De vrijwilligers vonden het een leuke klus en geven aan ook in de toekomst met een dergelijke klus mee te helpen.

Op deze manier is slechts één hectare bewerkt, terwijl het grotere materieel in diezelfde tijd vijf hectares had bewerkt. Er zijn een aantal afwegingen die bepalen of de hoeveelheid werk op te schalen is. De hoeveelheid arbeid is op zichzelf niet onoverkomelijk. De uitdaging zit in de volgende zaken:

- A. Het is onzeker of er op het juiste moment voldoende vrijwilligers beschikbaar zijn (het is lastiger mensen te werven voor een gehele dag/dagen dan voor een dagdeel).
- B. Het stro moet van het land voor er regen komt; afhankelijk van het weer moet dit dus binnen enkele dagen gebeuren.
- C. De beschikbaarheid van vrijwilligers moet in lijn zijn met de beschikbaarheid van de loonwerker die vooraf de baaltjes moet hebben gemaakt.

2. **Efficiëntie:** Welke methode vergt de minste energie?

Op basis van de pilot kunnen we het volgende concluderen:

- Het **persen van kleine pakjes** kost iets minder energie dan het maken van grote balen, maar het verschil is klein. De hoeveelheid verbruikte diesel is iets lager bij de grote balen dan bij de kleine pakjes: het kleinere materieel lijkt hier dus niet zuiniger dan het grotere materieel.

- Het **ophalen van pakjes** vraagt juist aanzienlijk méér energie dan het ophalen van grote balen. Dit komt doordat meer arbeid en diesel nodig is. Het grote materieel is hier een stuk efficiënter.
- Voor veel van de gebruikte machines is de **embodied energy** volledig aan het verleden toegerekend. Volgens die methode zijn oudere machines dus duurzamer, omdat ze al langer meegaan en geen nieuwe machines geproduceerd hoeven te worden.
- Het **transport van vrijwilligers en loonwerkers** levert een grote bijdrage aan het totale energieverbruik.
- In de uitgevoerde pilot blijkt het werken met grote balen en nieuwere machines de meest energie-efficiënte methode.

Op basis van twee hypothetische scenario's kunnen we het volgende concluderen:

- In een scenario met een kleinere, fittere groep vrijwilligers kan het totale energieverbruik van kleine pakjes lager kan uitvallen dan dat van grote balen. Hoewel dit energietechnisch een wenselijk scenario is, betekent het wel dat je minder mensen betreft bij de burgerboerderij.
- Het best-case scenario is als al die vrijwilligers met de fiets zouden komen. Hiermee daalt de benodigde energie enorm. Dit is geen realistisch scenario, maar laat wel zien dat de grootste winst niet zit in de werkmethode zelf, maar in het reduceren van vervoersbewegingen, bijvoorbeeld via carpoolen, fietsgebruik of de inzet van een kleinere groep.

De resultaten geven een **eerste indicatie** van de mogelijke duurzaamheidsvoordelen van werken met kleinere machines en burgerarbeid. Onder andere omstandigheden zullen de uitkomsten anders uitpakken, de twee hypothetische scenario's zijn daarvoor een voorbeeld.

5.1.1 Samengevat

Duurzaamheid: in de uitgevoerde pilot blijkt het werken met grote balen en nieuwere machines de meest energie-efficiënte methode. De grootste winst zit echter niet in de werkmethode zelf, maar in het reduceren van vervoersbewegingen van betrokken vrijwilligers en loonwerkers.

Burgerbetrokkenheid: de deelnemende vrijwilligers hebben de activiteit als geslaagd ervaren en daarin lijkt de velddag bij te dragen aan de betrokkenheid tussen burgers en burgerboerderij Oosterwold.

REFERENTIES

- Cropilots. (2015, januari 27). *What Is The Useful Life of a Farm Tractor?*
Opgeroepen op December 2025, van Cropilots:
<https://cropilots.com/farm-tractor-lifespan/>
- Cundiff, J. S., Grisso, R. D., & McCullough, D. (2011). Comparison of Bale Operations for Smaller Production Fields in the Southeast. *American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting 2011*.
- Gazzarin, C. (2016). Maschienenkosten 2016 (In German: Machinery Cost Report 2016). *Agroscope Transfer Nr. 142/2016*.
- Katani, O. (1999). *CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume V*. ASAE Publication: St. Joseph.
- Lagnelöv, O., Larsson, G., Larsolle, A., & Hansson, P.-A. (2021). Life Cycle Assessment of Autonomous Electric Field Tractors in Swedish Agriculture. *Sustainability*.
- Smit, M. (2022). *Naar een duurzame landbouw in 2040: Een ongemakkelijke weg*. Nearchus.
- Thomson CAT. (sd). *Average Lifespan of Common Construction Equipment*.
Opgeroepen op december 2025, van Thomson CAT:
<https://thompsontractor.com/blog/average-lifespan-of-common-construction-equipment/>

Bijlage: Vragenlijst voor vrijwilligers over de velddag

Leuk dat je hebt meegewerkt met het verzamelen van de stropakjes! Om een goed beeld van de haalbaarheid in te kunnen schatten en een vergelijking te maken met de gangbare manier van stropakken, hebben wij een aantal vragen. We zouden het erg op prijs stellen als je die wilt beantwoorden. Als je een vraag niet goed begrijpt of iets anders wilt weten over het onderzoek kan je terecht bij een van de aanwezige CLMers. Alvast bedankt voor het invullen!

Wat is je relatie met Oosterwold? Ben je een vaste vrijwilliger? Welke werkzaamheden doe je hier?

Hoe ervaar je deze dag?

Vond je deze klus fysiek zwaar/licht/goed te doen?

Zou je dit nog een keer doen? Waarom wel/niet?

Zo niet, zijn er aanpassingen mogelijk waardoor je wel een tweede keer zou komen?

Heb je een mening over het gebruik van grotere machines versus de inzet van kleinere machines i.c.m. meer menselijke arbeid?

Aan wie ook wel eens meewerkt in de stal: Zie jij een voordeel van kleine balen bij het werk in de stal?

Op welke manier reis je naar Oosterwold? (fiets/(elektrische)auto)

Hoelang is je reistijd en afstand ongeveer?

CLM Onderzoek en Advies

Postadres

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700

www.clm.nl

Laat het goede groeien.