



fotos Willem Quist

# Optimaal resultaat

## met lokale biomassa

Sorteren van brandhout en chunkhout voor het maken van kleine eikenchunks met de Laimet HP-21.

Hoe kun je op lokale schaal gebruik maken van energie uit tak-, top en dun stamhout? Hoe moet je vers hout versnipperen zodat je zo min mogelijk energieverlies hebt? En hoe sla je de snippers op? Wat betekent dit voor het klimaat- en economisch resultaat van de hele keten? In twee praktijksituaties hebben we dit bekeken.

— Irma Corten (Zilverberg Advies)

> Beheerders die op lokale schaal gebruik willen maken van energie uit top- en takhout lopen in de praktijk tegen een aantal praktische problemen op. In het programma Schoon en Zuinig hebben we bekeken welke problemen dat zijn en hoe we die kunnen oplossen.

### De vorm van de snippers

Een eerste probleem is het versnipperen. De vorm van de snippers maakt namelijk uit voor de broei of het biomassa-verlies. Laimet schroefverkleiners maken houtsnippers met mooie snijranden, weinig rafels en nagenoeg geen stofhout (chunks). Deze eigenschappen bevorderen de ventilatie in de opslag. Vooral grote chunks drogen daardoor snel en goed en broeien nauwelijks. Zelfs als ze gemaakt worden uit vers, vochtig hout.

### Opslag van de snippers

Bij de opslag van (verse) snippers is een snelle droging en zo min mogelijk verlies nodig. Daarom is er een luchtstroom nodig in de opslagbult. Grote snippers laten meer lucht door dan kleine snippers. Dat geldt ook voor snippers met weinig stofhout en rafels. Voor de luchtstromen in de opslag-

bult en daarmee de droging is dit een goede zaak. Het vocht wordt sneller afgevoerd. Die luchtstromen (convectiestromen) kunnen nog eens versterkt worden door het temperatuurverschil tussen 'in de bult' en de buitenlucht te versterken bijvoorbeeld door de zon of door broei. Bij broei breken micro-organismen en schimmels een deel van de droge massa af, waardoor de energiewaarde van de houtsnippers afneemt. Dit gaat gepaard met de ontwikkeling van warmte. Warmte vergroot ook nog eens de wateropnamecapaciteit van de lucht en dus de droging.

Bij grotere chunks loopt de temperatuur door broei op tot 30-35 graden Celsius. Bij houtsnippers met kleinere fracties en meer stofhout (chips) tot ongeveer 60 graden Celsius. Bij grotere chunks gaat de hogere temperatuur gelijk op met het verlies aan droge massa. Bij chips is dit anders. Hier nemen boven de 40 graden de verliezen aan droge massa weer af.

Een literatuuroverzicht van Scholz (2005) geeft een droge massaverlies aan tussen de 0,5 en 4 % per maand bij opslag van houtsnippers. In een enkel geval zelfs 10 % per maand. Bij chunks is dit minder dan 1 % per maand. Zowel bij chips als bij chunks is gecontroleerd droog-broeien mogelijk. Bij chunks is dat mogelijk met minder verlies.


### Verbranding

In het demonstratieproject 'Optimaal resultaat met lokale biomassa' hebben we gevonden dat er kansen liggen met kleinere installaties met een vermogen tot 200 kW (bijvoorbeeld voor een landgoed of klein zwembad) en, in mindere mate, bij middelgrote installaties van ca. 500 – 1000 kW (bijvoorbeeld een revalidatiecomplex zoals in Beetsterzwaag). Deze laatste kunnen vaak ook met natter hout overweg, en hebben dat soms stooktechnisch gezien zelf liever.

De brandstofvoersystemen van houtsnipper-CV-ketels variëren. Hydraulische- en bandaanvoersystemen zijn alleen aanwezig bij grotere ketels vanaf circa 500 kW. Systemen met een invoervijzel of schroef van Archimedes zijn aanwezig bij zowel grotere als kleinere ketels. Kleinere ketels met een vermogen lager dan 200 kW hebben doorgaans droog hout nodig. Slechts

enkele ketelmerken kunnen echter overweg met grotere chunks en ook alleen als er geen onregelmatigheden in de chunks voorkomen. Het is dus belangrijk om met een goed geslepen en goed afgestelde machine te werken grote eindstukken te vermijden. Een alternatief is het zeven van de hout-snipperers maar dat is wel een extra stap, dus extra transport en extra kosten.

**Figuur 1** Laimet chunks zijn in verschillende afmetingen te maken

Laimet chunks zijn in verschillende afmetingen te maken			
	Kantlengte		Ö-norm
klein	20-30 mm		+/- G30
groot	30-50 mm		+/- G50
	40-70 mm		groter
	60-100 mm		groter

### Praktijk

Wij hebben uiteindelijk in twee ketens bekeken hoe je de snippers van top-tak- of dunne stam tot energie kunt verwerken. Op regio-schaal in Beetsterzwaag, waar een houtsnipper CV-ketel van 1 Megawatt (MW) een revalidatiecentrum en een school verwarmt. De ketel heeft een hydraulisch aanvoersysteem voor de houtsnippers en is daarmee geschikt voor grote chunks. Op landgoedschaal hebben we bij landgoed Quadenoord-Boschbeek in Renkum gekeken hoe het landhuis verwarmd kan worden met eigen hout.

### Beetsterzwaag

In Beetsterzwaag was het de bedoeling om oogsten, opslag en stoken met grotere chunks afkomstig uit lokaal landschapshout in de 1 Megawatt (MW) houtsnipper CV-ketel te demonstreren. Deze ketel verwarmt een revalidatiecentrum en een school en heeft hydraulisch aanvoersysteem voor de houtsnippers.

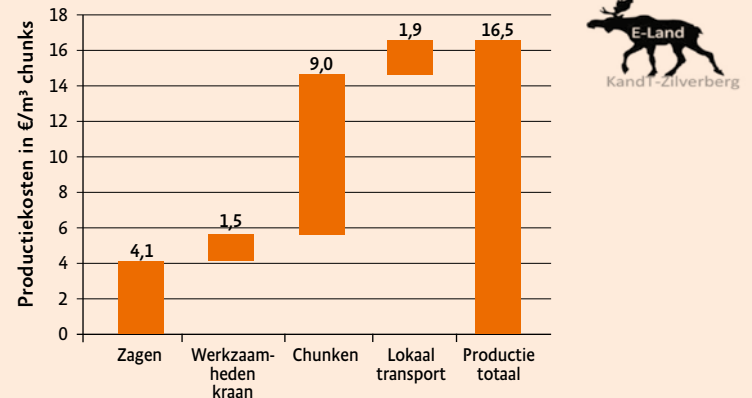
De eerste randvoorwaarde in het project was ambitieus: marktconform oogsten. Die eerste stap is niet gelukt. De eigenaren van de landschapselementen verwachten dat "om niet" geoogst kan worden en de productiekosten van houtsnippers uit het in deze regio ongesubsidieerde landschapsonderhoud blijken hoger dan de prijs van aangeboden houtige biomassa uit andere bronnen (de 'lokale' markt, gratis gebracht, etc.). Het verschil tussen de maximaal wenselijke koopprijs en de productiekosten was enkele euro's per m<sup>3</sup> chunks.

Deze productiekosten van 7,5 euro/GJ waren vergelijkbaar met andere voorbeelden in het Noorden van het land waarbij met andere verkleinmachines werd gewerkt. Bijvoorbeeld in de praktijkproeven in de Noordelijk Friese Wouden met elzensingels. De marktprijs lag destijds in Friesland tussen de 3,5 à 4,5 euro/GJ voor verse elzensnipperers.

Op een grotere schaal werken helpt om marktconform met de HP-28 combinatie (en met andere verkleincombinaties) te kunnen werken. Volgens de aannemer zou er dan eigenlijk meer dan 10 kilometer aan landschapselementen nodig zijn. Als er in de opslag sprake is van minder broei en een

betere droging van de houtsnippers dan leveren dezelfde snippers meer warmte op en is de verwachting dat de marktprijs van de verse snippers ongeveer 1 euro/GJ hoger kan liggen.

**Figuur 2** Voorbeeld begrootte kostenposten zagen tot en met levering in €/m<sup>3</sup> verse chunks bij oogst van een Elzensingel van 2 km (verwachte opbrengst 500 m<sup>3</sup>). Het chunken gebeurt met de Laimet HP-28 combinatie. Productiekosten totaal: 16,5 euro/m<sup>3</sup> of 7,5 euro/Gigajoule (GJ) verse chunks.



Laimet HP-28

### Landgoed Quadenoord

Quadenoord-Boschbeek overweegt te verwarmen met een houtsnipper CV-ketel. De kleine ketel heeft droog hout nodig en opslag is belangrijk bij gebruik van lokaal hout. In 2012 werden chunks kantlengte 30-50 mm van afgetopt naaldhout met de HP-28 gemaakt en opgeslagen. In 2014 werd geëxperimenteerd met een keten van oogst tot en met stoken met kleine eiken chunks, kantlengte 20-30 mm, omdat deze naar verwachting goed door de invoervijzel van een kleine ketel passen. De voordelen zullen minder zijn dan bij grote chunks, maar wellicht wel voldoende om een lokale kringloop op het landgoed te kunnen realiseren. De vraag is of de kleine chunks na vers verkleinen goed genoeg drogen en of ze door de invoervijzel van een houtsnipper CV-ketel kunnen.

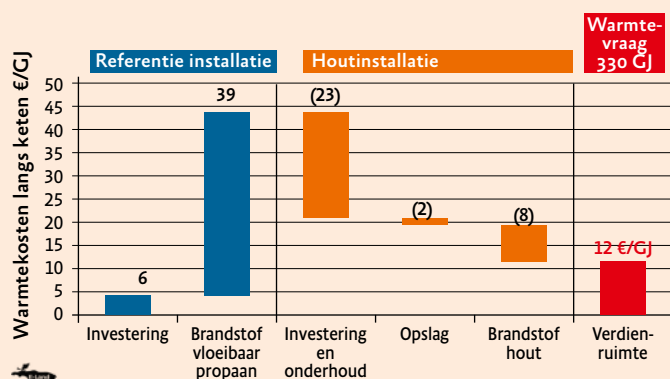
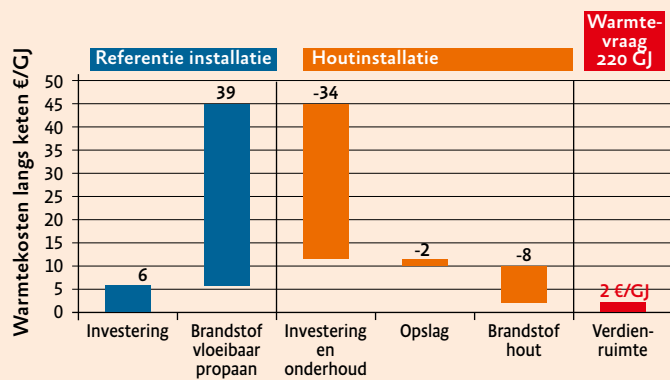
Na de opslag zijn met de kleine chunks stook- en doorvoertesten uitgevoerd in 3 merken kleine houtsnipper CV-ketels met invoervijzel: HDG, ETA-Hack en VETO. De doorvoer verliep prima, er waren geen steringen. Het stoken verliep ook prima, vergelijkbaar met andere goede kwaliteit snippers tot uitstekend. Het geringe aandeel fijne delen en de constante kwaliteit snipper geeft een constante verbranding. Er is weinig as.

Om er achter te komen of het stoken op hout in deze situatie loont, hebben we de situatie van 'stoken op hout' vergeleken met de huidige situatie van 'stoken op fossiel'. De brandstofkosten per gigajoule (GJ) van vloeibaar propaan zijn twee keer zo hoog als die van aardgas. De dure fossiele brandstof maakt stoken op hout voor landgoed Quadenoord kansrijk. Met een warm-

tevraag 220 GJ gebaseerd op 'gebruik' van het landhuis van 3 dagen per week loont het net. De terugverdientijd van de houtinstallatie is 9 jaar. Stoken op hout loont zeker als door voltijds gebruik de warmtevraag met 50 % stijgt naar 330 GJ. De hoge investeringskosten van de houtketel worden dan beter gebruikt. De terugverdientijd is 6 jaar. Na de aflossing van de investering (10 jaar) wordt het gebruik er van alleen maar nog gunstiger: 18 €/GJ voor de houtsnipper CV-ketel. Onderhoudskosten, arbeid, kosten elektriciteitsgebruik en reserveringskosten voor groot onderhoud tellen nog wel. Gezien de levensduur van de installatie (>25 jaar) is stoken op hout op Quadenoord dus nog voordeliger.

**Figuur 2a en 2b** Opbouw warmtekosten in €/GJ voor een houtsnipper CV-Ketel en voor het fossiele alternatief op landgoed Quadenoord bij een warmtevraag van 220 GJ, respectievelijk 330 GJ. In de figuur is duidelijk te zien dat de verhouding tussen investeringskosten en brandstofkosten bij fossiel en hout precies omgekeerd zijn. Het belangrijkste verschil tussen 'stoken op hout' en 'stoken op fossiel'.

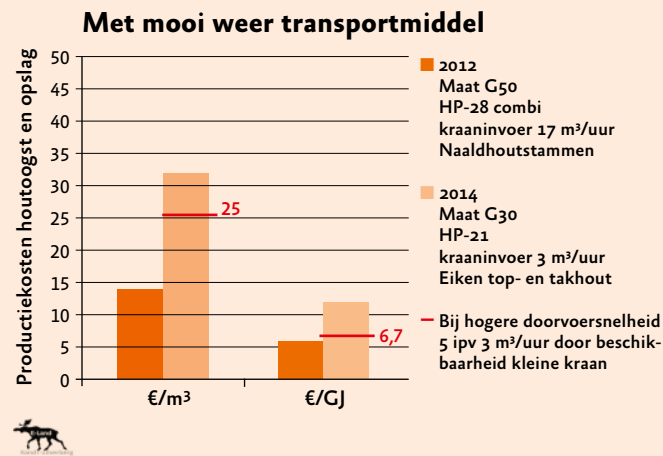
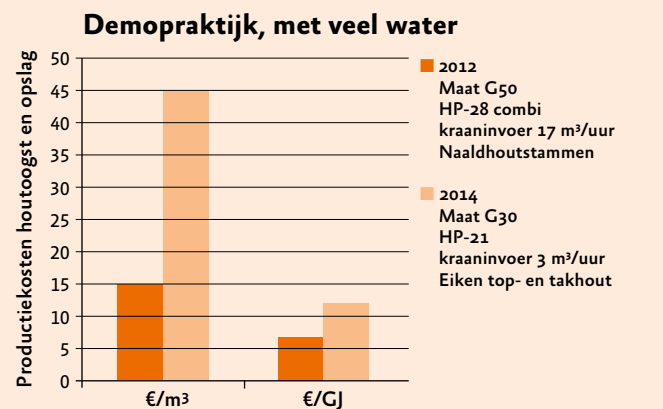
Enkele belangrijke invoervariabelen voor de berekeningen met E-land: de investeringskosten voor de houtinstallatie inclusief BTW zijn gebaseerd op aangevraagde offertes. De aflossing van de investering is in 10 jaar. Rentevoet lenen 2 %, ervan uitgaande dat de investering uit eigen middelen wordt gedaan. Brandstof hout: productiekosten eiken chunks in het mooi weer scenario, 32 euro/m<sup>3</sup> G30 exclusief BTW. Vloeibaar propaan: 0,85 euro per liter inclusief BTW.



## Klimaatresultaat

Met stoken op hout in plaats van fossiel bespaart landgoed Quadenoord bij een warmtevraag van 330 GJ een emissie van bruto 30 ton CO<sub>2</sub>. De CO<sub>2</sub>-emissie door verbruik van fossiele brandstof bij de werkzaamheden van oogst tot en met stoken is 2 à 3 procent van de bruto vermeden CO<sub>2</sub>-emissie. De netto bespaarde CO<sub>2</sub>-emissie is dus 27 à 28 ton. Met de kleine chunks was het verlies aan droge massa 15 %. De verdienruimte in de casus Quadenoord daalt daardoor 1,5 €/GJ, want de kosten voor de brandstof hout worden 1,5 euro per opgewekte GJ hoger. En door het drogen van 44 % naar 30 % vochtigheid worden de brandstofkosten 0,6 €/GJ minder. In de casus van Quadenoord met de kleine chunks wordt de vermeden CO<sub>2</sub> emissie met hetzelfde hout 15 % lager door het verlies aan droge massa en door droging wordt het klimaatresultaat 5 % beter.

**Figuur 3a en 3b** Oogst- en opslagkosten 2012 en 2014. Productiekosten oogst en opslag chunks in €/m<sup>3</sup> en €/GJ tijdens de demonstraties op Quadenoord (met veel water) en het alternatief (met mooi weer).



## Dombelüftungsverfahren

Bij de opslag van de kleine chunks op Quadenoord is het Dombelüftungsverfahren geprobeerd. De schoorsteen en de inlaten stimuleren de trek en daarmee de afvoer van vochtige lucht en de droging. De warmteontwikkeling die ontstaat door microbiële processen in de bult (broei) stimuleert ook de trek en de droging. Het semipermeabele Toptex vliesdoek laat water door naar buiten en het regenwater stroomt af. Mits de bult steil is en geen dellen bevat. In praktijkproeven blijkt de droging in het Dombelüftungsverfahren met verse (kleine) chips twee keer sneller te zijn dan met traditionele methoden. Opvallend is dat desondanks de afbraak van droge massa iets hoger is. Een verklaring is dat de techniek voor betere zuurtoevoer zorgt, wat weer goed is voor de schimmelactiviteit.

Opslagproef kleine eiken chunks met het Dombelüftungsverfahren.



### Conclusies en aanbevelingen

Een snelle droging gecombineerd met weinig broei, zoals bij grote chunks mogelijk is, minimaliseert het verlies aan droge massa en maximaliseert de opbrengst aan warmte. Dit levert een optimaal klimaatresultaat op met de beschikbare biomassa en is ook goed voor het economisch resultaat. Omdat grote chunks minder goed toepasbaar zijn in ketels met een invoervijzel, is op Quadenoord een keten met kleine chunks geprobeerd. Kleine chunks zijn toepasbaar in een lokale keten met als warmtevrager een houtsnipper CV-ketel met vijzelinvoer.

Opslag van biomassa, drogen en het verlies aan droge massa is een onderwerp dat de aandacht verdient voor zowel klimaat, economie als technische haalbaarheid van een keten. De mate van broei na oogst van vers materiaal kan enkele tot enkele tientallen procenten per opslagperiode oplopen.

De uitvinding van een toevoersysteem voor houtsnipper CV-ketels < 200 kW dat met grotere chunks overweg kan, verbetert het klimaatresultaat en verruimt de mogelijkheden voor een optimale lokale keten.<

Irma Corten, [irma@zilverbergadvies.nl](mailto:irma@zilverbergadvies.nl)

Zilverberg advies namens het project Optimaal resultaat met lokale biomassa. Naast Zilverberg advies namen deel in het project: De houtgestookte ketel in Beetsterzwaag, Landgoed Quadenoord, Borgman Beheer Advies, De Jonge bosexploitatie, DEVOBO Forest service, E-land simulatiemodellen.

Meer informatie [www.optimaalresultaatmetlokalebiomassa.nl](http://www.optimaalresultaatmetlokalebiomassa.nl)



Stook- en doorvoertest kleine eikenchunks in houtsnipper CV-ketels met vijzelinvoer.

ADVERTENTIE



## HBO-leergang “Bomen en Stedelijke omgeving”

### HBO-leergang

In samenwerking met de VHG heeft Hogeschool van Hall Larenstein deze leergang ontwikkeld. Een leergang waarbij specifieke bomenkennis wordt opgeschaald naar beleid en beheer.



### Waar bestaat de leergang uit?

De leergang bestaat uit hoorcolleges, werkcolleges, excursies, begeleidingen, toetsen en het uitvoeren van casussen, verzorgd door vakdocenten en specialisten uit het werkveld.

### Onderwerpen die o.a. aan bod komen:

- Groene kennis
- Strategie
- Tactisch
- Operationeel
- Communicatie
- Presenteren
- Conflicthantering

### Voor wie bestemd?

Heeft u te maken met bomen, maar heeft u te weinig kennis over de relaties tussen beleid, beheer en uitvoering, dan is deze leergang echt iets voor u!

## VHL Trainingen & Cursussen

### Locatie Velp

Bezoekadres:  
Larensteinselaan 26a  
6882 CT Velp

Postadres:  
Postbus 9001  
6880 GB Velp

T: 026-3695640  
E: [infotc@hogeschoolVHL.nl](mailto:infotc@hogeschoolVHL.nl)  
I: [www.hogeschoolVHL.nl/tenc](http://www.hogeschoolVHL.nl/tenc)

Kijk op [www.hogeschoolVHL.nl/tenc](http://www.hogeschoolVHL.nl/tenc) voor meer informatie