

Biomassa op Landgoed Twickel

Onderzoek naar het duurzaam winnen van biomassa op Landgoed Twickel



Niek Spoelder

Afstudeerscriptie aan de



Hogeschool

**VAN HALL
LARENSTEIN**

ONDERDEEL VAN WAGENINGEN UR

te Velp

Opdrachtgever



STICHTING
Twickel

Biomassa op Landgoed Twickel

Onderzoek naar het duurzaam winnen van biomassa op
Landgoed Twickel

Niek Spoelder

Afstudeerscriptie voor de opleiding Bos- en Natuurbeheer
Augustus 2012

Opdrachtgever en begeleider:
Dhr. Hans Gierveld
Stichting Twickel

Begeleidend docent:
Dhr. Antoon Kienhuis
Hogeschool Van Hall Larenstein



Voorwoord

Voor u ligt een afstudeerrapport van de opleiding bos- en natuurbeheer met daarin de uitwerking van de hoofdvraag: welke hoeveelheden biomassa Landgoed Twickel, gelet op kwaliteit en kwantiteit, op een economisch en ecologisch duurzame manier op de markt kan brengen? Ook de afgeleide vraag, is het stoken van eigen biomassa in een eigen bio-energie-installatie op Landgoed Twickel rendabel, is hier uitgewerkt.

In de eerste plaats wil ik de heer H. Gierveld bedanken voor het bieden van een afstudeermogelijkheid op Landgoed Twickel waarmee hij mij de kans heeft geboden om meer kennis op te doen over het onderwerp biomassa.

Daarnaast bedank ik Gert-Jan Roelofs (beheerder Landgoed Twickel) voor zijn bijdrage aan dit project, Roy Schuurman (beheerder Landgoed Twickel) voor het verstrekken van informatiebronnen, Mark van der Sluys voor het aanleveren van kaartmateriaal en verder de overige medewerkers op de rentmeesterij voor hun betrokkenheid.

De heer Antoon Kienhuis ben ik erkentelijk voor het begeleiden van het project en voor het delen van ervaringen op het gebied van biomassa.

Tot slot wil ik alle medewerkers van Stichting Twickel bedanken voor de leerzame tijd op het landgoed en de ervaringen die ik er heb opgedaan.

Niek Spoelder

Augustus 2012

Samenvatting

Stichting Twickel heeft gevraagd om te onderzoeken of, en zo ja welke, hoeveelheden biomassa Landgoed Twickel duurzaam en gelet op kwaliteit en kwantiteit, economisch rendabel op de markt kan brengen. Ook wordt de vraag beantwoord of het rendabel is voor Landgoed Twickel om de eigen biomassa in een eigen bio-energie-installatie te stoken.

Stichting Twickel beheert bos- en natuurterreinen waar jaarlijks verschillende biomassastromen uit voort komen. Om te bepalen welke landschapselementen houtige biomassa kunnen leveren is luchtfotoanalyse gedaan. Hierna is een geschikt biomassapotentieel model gezocht om het potentieel in kaart te brengen.

Voor de beantwoording van de tweede vraag is de energievraag van het kasteel vastgesteld om te kunnen bepalen of het landschap deze benodigde hoeveelheid biomassa kan leveren. Daarbij zijn de kosten voor de aanschaf van een bio-verbrandingsinstallatie en het stoken op houtsnippers vergeleken met de aanschaf van een gasketel en het stoken ervan.

Het totale biomassapotentieel van het landgoed is 4126 ton verse snippers per jaar. In het huidige beheer wordt daarvan gemiddeld 625 ton geoogst uit kaalkap en uit hakhoutbeheer.

Uit berekeningen, uitgaande van een productieprijs van € 15,75 per ton en een marktprijs van € 31,30 blijkt dat het voor Landgoed Twickel rendabel is om de eigen biomassa in een eigen bio-energie-installatie te stoken. Hiervoor is jaarlijks 272 ton verse snippers nodig. Deze hoeveelheid wordt ruimschoots geleverd door het bestaande beheer. De resterende 353 ton snippers kan vermarkt worden.

Op dit moment zijn er geen wettelijke kwaliteitseisen voor te verbranden biomassa. Wel is het vochtgehalte en de mate van vervuiling van invloed op de energiewaarde van biomassa.

Het oogsten van biomassa heeft gevolgen voor het ecologische systeem van de omgeving. Door het oogsten van tak- en top hout uit bossen worden meer voedingsstoffen afgevoerd dan bij het oogsten van alleen het stamhout. Dit heeft op lange termijn negatieve gevolgen op de kwaliteit en groeisnelheid van het blijvende bos en wordt daarom afgeraden op Landgoed Twickel.

Het gebruik van biomassa als energiebron beïnvloedt het milieu positief. Hierdoor zijn minder fossiele brandstoffen nodig en wordt het milieu minder belast.

Het oogsten van biomassa op Landgoed Twickel levert, met inachtneming van de nutriëntenhuishouding en uitgaande van de huidige marktprijs, ecologisch en economisch een bijdrage aan de duurzame ontwikkeling van het milieu.

Het stoken van een bio-energieverbrandingsinstallatie op Landgoed Twickel is rendabel en levert jaarlijks een minimale besparing op van € 656,- ten opzichte van de aanschaf en het stoken van een nieuwe gasketel.

Het landschap kan meer biomassa leveren dan op dit moment geoogst wordt. Het is op veel plaatsen nog niet rendabel te oogsten vanwege de huidige productiekosten van biomassa. Als de prijs van biomassa stijgt wordt het wellicht wel rendabel om meer biomassa te oogsten. Eventuele nieuwe oogst levert ook een bijdrage aan de ecologische waarde van Landgoed Twickel.

Inhoud

Samenvatting

1. Inleiding en vraagstelling	6
2. Methodiek	7
3. Landgoed Twickel	9
4. Biomassa.....	12
4.2 Kwaliteit	14
4.3 Duurzaamheid	16
4.3.1 Ecologische aspecten	18
4.3.2 Milieu	19
4.4 Vermarkten	22
4.5 Verbrandingsinstallatie	24
5. Conclusies en aanbevelingen.....	27
5.1 Conclusies	27
5.2 Aanbevelingen.....	28
6. Discussie	30
Verklarende woordenlijst	32
Figurenverantwoording	34
Bijlagen.....	35
Bijlage 1. Uitgangspunten per element.....	36
Bijlage 2. De fasen na het afzetten van hakhoutbossen en houtwallen	37
Bijlage 3. Kaartmateriaal	38
Bijlage 4. Hoeveelheid biomassa en kosten.....	39
Bijlage 5. Energie	40
Bronnenlijst.....	42

1. Inleiding en vraagstelling

Dit rapport is opgesteld in het kader van een afstudeeropdracht van de opleiding Bos- en Natuurbeheer aan de Hogeschool Van Hall Larenstein in Velp met als major Bosbouw Urban Forestry (BUF). Stichting Twickel heeft een verzoek ingediend om te onderzoeken of, en zo ja welke, hoeveelheden biomassa Landgoed Twickel (hierna Twickel) duurzaam en gelet op kwaliteit en kwantiteit, op een economisch rendabele manier op de markt kan brengen. In het verlengde hiervan is ook gekeken of het gebruik van een eigen bio-energie-installatie voor de verwarming van het kasteel rendabel is. Dit omdat de huidige verwarmingsinstallatie aan vervanging toe is. Dit rapport is geschreven voor de beheerders en de rentmeester van Twickel.

Volgens richtlijn 2001/77/EG (Projectbureaudelaat.nl) is de definitie van biomassa: de biologisch afbreekbare fractie van producten, afvalstoffen en residuen van de landbouw (met inbegrip van plantaardige en dierlijke stoffen), de bosbouw en aanverwante bedrijfstakken, alsmede de biologisch afbreekbare fractie van industrieel en huishoudelijk afval. In dit rapport wordt met biomassa houtige biomassa bedoeld.

De hoofdvraag van dit rapport is: welke hoeveelheden biomassa kan Twickel, gelet op kwaliteit en kwantiteit, op een economisch en ecologisch duurzame manier op de markt brengen? Ook de afgeleide vraag, of het stoken van eigen biomassa in een eigen bio-energie-installatie op Twickel rendabel is, wordt besproken.

Om tot beantwoording van de hoofdvraag en afgeleide vraag te komen, worden de volgende deelvragen beantwoord.

- Wanneer en in welke kwantiteit en kwaliteit komt er jaarlijks duurzame biomassa beschikbaar?
- Welke kwaliteitseisen worden gesteld aan de biomassa om te kunnen verbranden?
- Wat kost het op de markt brengen van biomassa en wat zijn de opbrengsten?
- Wat zijn de gevolgen voor de nutriëntenhuishouding van het al dan niet afvoeren van biomassa?

De volgende randvoorwaarden zijn van toepassing bij dit onderzoek.

- Het landschap bepaalt de hoeveelheid biomassa die duurzaam geproduceerd kan worden, niet de energievraag.
- De biomassa moet van een dusdanige kwaliteit zijn dat het verbrand kan worden.
- De biomassaproductie moet ecologisch duurzaam gebeuren.
- Er wordt gewerkt volgens de gedragscode 'Bosbeheer' (Avih, 2010).
- Vigerende wet- en regelgeving zijn van toepassing.

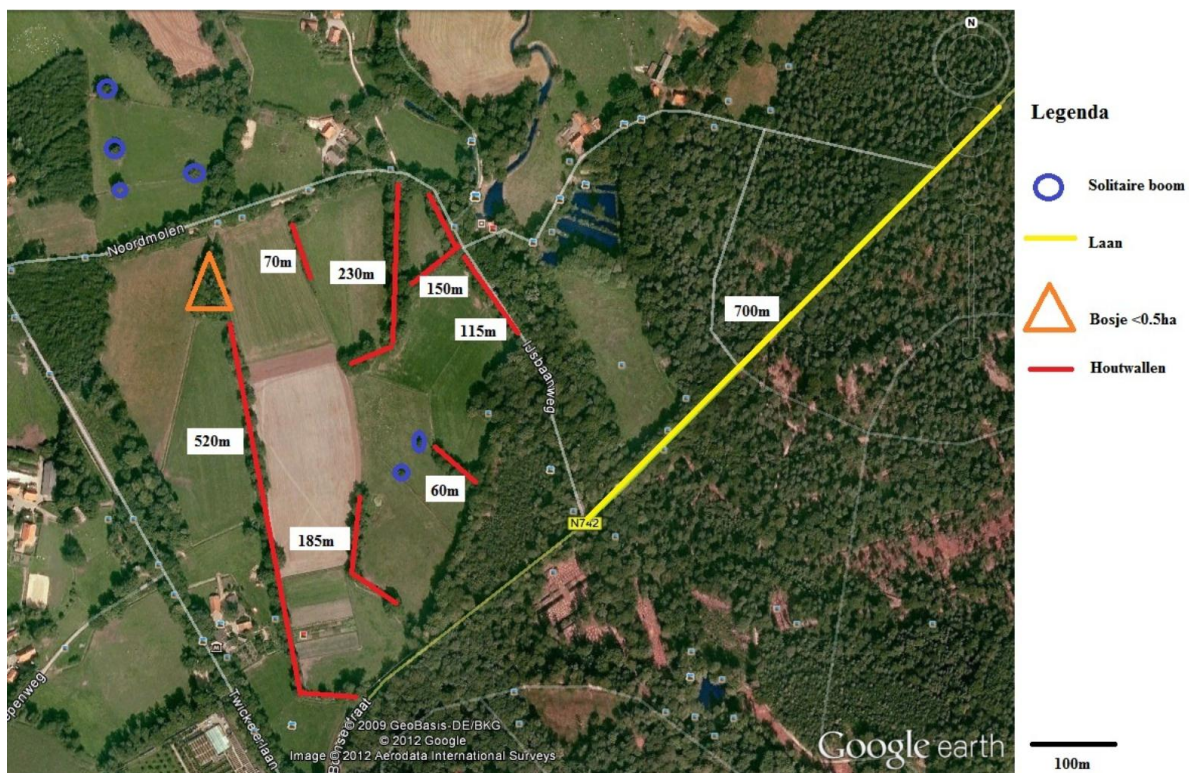
Leeswijzer

Het rapport begint met een inleiding, waarna in hoofdstuk 2 de methodiek aan bod komt. In hoofdstuk 3 wordt Landgoed Twickel beschreven en het daar gevoerde beheer. Hoofdstuk vier gaat over de verschillende aspecten van biomassa zoals potentieel, kwaliteit, duurzaamheid, vermarkten en de verbrandingsinstallatie. In hoofdstuk 5 wordt antwoord gegeven op de hoofd- en deelvragen middels conclusies. Hoofdstuk 6 bevat discussiepunten over de gebruikte methodiek, de aannames die gedaan zijn, de resultaten en het beheer op Landgoed Twickel. Het geheel wordt afgesloten met de verklarende woordenlijst, figurenverantwoording, bijlagen en de bronnenlijst.

2. Methodiek

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden is uitgezocht welke hoeveelheden biomassa Twickel kan leveren. Daarna is de kwaliteit bepaald en vervolgens is gekeken of het rendabel is om biomassa op de markt te brengen. Dit alles moet op een duurzame wijze gebeuren die past bij de doelstelling van Twickel. Tot slot is gekeken of dit voldoende biomassa levert aan de verbrandingsinstallatie die men wil aanschaffen om het kasteel te voorzien van voldoende energie en of dit rendabel is.

Om het biomassapotentieel uit te kunnen rekenen is begonnen met het bepalen van een geschikte methode. Hierna zijn de mogelijke bronnen van houtige biomassa op Twickel in kaart gebracht. Dit is gedaan door middel van luchtfoto-analyse met behulp van het programma Google Earth (Google Inc., 2011, afbeelding 1). Deze gegevens zijn gecontroleerd door een veldbezoek.



Afbeelding 1. Landschapselementen op Twickel.

Literatuurstudie en een gesprek met een medewerker van Landschap Overijssel heeft geleid tot het (theoretisch) biomassaberekeningsmodel van Landschap Overijssel (Landschap Overijssel beschermt, beheert en ontwikkelt natuur en landschap in Overijssel met kwaliteit voor mens, plant en dier zodat het er goed leven is). Een gedeelte van dit model is aangepast met gegevens zoals deze voor Twickel gelden. Dit naar aanleiding van gesprekken met de beheerders en beschikbare documenten.

Om de hoeveelheid biomassa te bepalen met behulp van het biomassamodel is per element bepaald hoe vaak het voorkomt. Dit getal is vermenigvuldigd met de bijgroei (zie hoofdstuk 4) per element.

Voor het bepalen van de kwaliteit van biomassa is gesproken met professionele verwerkers, zoals Bruins & Kwast en Ten Berge.

Het verwerken van biomassa verloopt in verschillende fasen. Aan elke fase (afzetten van bomen en struiken, versnipperen, afvoeren van eigenaar naar gebruiker en het verstoken) is een economische waarde te koppelen, zo blijkt uit interviews. Het geheel van die waarden bepaalt of het rendabel is om de biomassa te vermarkten.

Via webresearch en het rapport Energie à la carte (De Vries, 2008) is een beeld gevormd over duurzaam werken op een landgoed als Twickel. Hierbij is ook onderzocht, via literatuurstudie, wat de gevolgen zijn van het oogsten van biomassa op de nutriëntenhuishouding van de bodem.

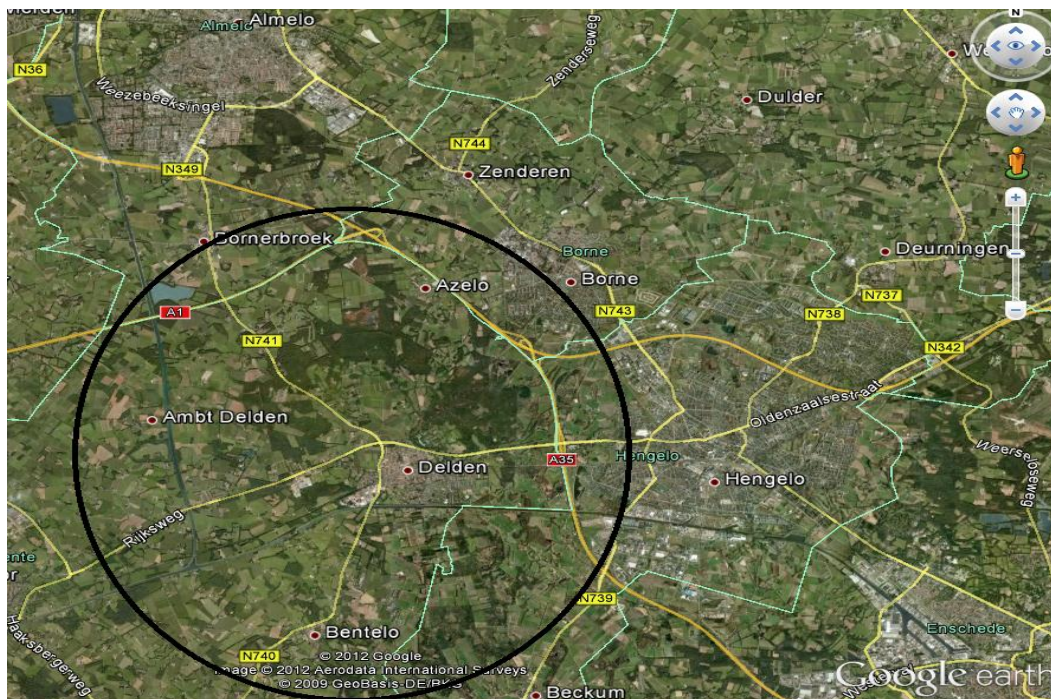
Voor de beantwoording van de afgeleide vraag zijn de kosten voor de aanschaf van een bio-verbrandingsinstallatie en het stoken op houtsnippers vergeleken met de aanschaf van een gasketel en het stoken ervan.

3. Landgoed Twickel

Landgoed Twickel ligt voornamelijk rondom de plaats Delden (gemeente Hof van Twente), in het westen van Twente. Verspreid over Nederland liggen nog een aantal gebieden die ook tot het landgoed behoren. Deze zijn in dit rapport niet meegenomen. Het onderzochte deel van het landgoed beslaat een oppervlakte van ruim 4000 hectare en is daarmee één van de grootste landgoederen in Nederland (afbeelding 2). Het landgoed wordt sinds 1953 beheerd door Stichting Twickel. Deze stichting is opgericht door de laatste eigenaresse, Barones van Heeckeren van Wassenaer, met de bedoeling om het veelzijdige erfgoed veilig te stellen voor de toekomst. Het landgoed herbergt een grote verscheidenheid aan vegetatietypen, waaronder graslanden, ruigten, heide, akkers, bossen, houtwallen, singels, boomgaarden, struwelen en moerassen. Op het landgoed bevinden zich ongeveer honderdvijftig boerderijen, die herkenbaar zijn aan zwart-witte luiken. Daarnaast zijn er ook andere gebouwen, waaronder twee watermolens, een watertoren, een houtzagerij en het kasteel. Deze gebouwen zijn tevens eigendom van het landgoed. De stichting heeft als opdracht het landgoed als natuureservaat en cultuurmonument in stand te houden en om de historische waarden te behouden. Daarbij staat het in stand houden van het natuurschoon en het landschappelijke karakter centraal (Twickel.nl). Het bosbeheer op Twickel is FSC-gecertificeerd en werkt volgens de FSC- richtlijnen (Gierveld, 2012). Het landgoed wordt beheerd door twee beheerders, een rentmeester, een adjunct-rentmeester en een buitenploeg. Een gezond financieel landgoedbeheer is een belangrijke voorwaarde voor de stichting.

Cultuurhistorie

In de tijd vóór het grootschalige gebruik van kunstmest, speelde hout (onder andere brandhout) een belangrijke rol in de kleine kringloop op en rond de boerderij. Afval was er nauwelijks omdat vrijwel alles kon worden (her)gebruikt. Houtwallen dienden als veekering en als erfafscheiding. Grotere boomstammen uit houtwallen dienden als bouw materiaal en van takken werden gebruiksvoorwerpen gemaakt (onder andere bezems), het kleine hout ging in de kachel en de asresten op de akkers als voedingsstof. De landschapselementen hadden een duidelijke functie. Er was geen sprake van beheer maar van gebruik (De Vries, 2008).



Afbeelding 2. Landgoed Twickel.

Beheer

Het beheer van bossen en landschappelijke beplanting op Twickel bestaat voornamelijk uit het oogsten van hout uit bossen, het afzetten van (een gedeelte van) de houtwallen en het knotten van wilgen. Het beheer is verder zeer extensief en of alleen bij calamiteiten. Hieronder wordt aangegeven hoe de elementen op Twickel beheerd worden.

Op dit moment worden solitaire bomen alleen beheerd bij calamiteiten. De knotwilgen (ook solitaire bomen) worden eens in de vier jaar afgezet. Het takhout van de solitaire bomen komt op dit moment jaarlijks terecht op de houtbult voor het jaarlijkse paasvuur.

De bosjes, kleiner dan een halve hectare, bestaan over het algemeen uit loofboomsoorten en liggen verspreid in het landschap (afbeelding 1). De praktijk wijst uit dat er niet of nauwelijks geoogst wordt (Roelofs, 2012). Deze bosjes worden langzamerhand beheerst door boomvormers waardoor ondergroei (struiken en opslag van planten tussen en onder de bomen) steeds minder kans krijgt om zich te handhaven (Encyclo.nl).

Van de aanwezige houtwallen wordt een gedeelte beheerd door het afzetten van de bomen en struiken, de rest alleen bij calamiteiten.

De hagen worden jaarlijks geschoren. Bomenrijen en lanen worden beheerd door het verwijderen van dood hout. Daarnaast wordt een visuele inspectie middels de VTA-controle uitgevoerd om aan de wettelijke zorgplicht te voldoen (Borgman, 2012).

De hoogstamboomgaarden zijn verdeeld over 43 erven en worden door de pachters onderhouden en beheerd. De pachter mag het vrijkomende (brand)hout zelf gebruiken of het kan gebracht worden naar het paasvuur dat eens per jaar op Twickel wordt ontstoken.

De heidevelden worden beheerd door te plaggen en door de opkomende bomen te verwijderen.

Jaarlijks wordt in ongeveer 100 hectaren bos een dunning gepleegd waarbij het stamhout wordt afgevoerd. Daarnaast wordt een aantal hectaren bos volledig kaalgekapt (kaalkap). Onder kaalkap (afbeelding 3) wordt verstaan het kappen van opgaand bos om tot een volgende generatie bos te komen. Na bereiken van de beoogde omvang worden de bomen bij de voet geveld; de stammen worden afgevoerd, de takken verhakseld, op rillen (hopen) geschoven of versnipperd (Roelofs, 2012). Op Twickel wordt jaarlijks gemiddeld 5 hectaren bos kaalgekapt. Daarnaast wordt 6,7 hectaren bos als hakhout beheerd.

Huidige situatie biomassaproductie Twickel

Stichting Twickel beheert verschillende bos- en natuurterreinen. Twickel produceert biomassa bij de beheerwerkzaamheden van het landgoed. Op dit moment levert Twickel verse biomassa van kaalkap (75 ton/ha) en van houtwallen (154 ton/ km (bijlage 4, berekening)) voor de markt. Biomassa afkomstig van andere beheermaatregelen wordt momenteel afgevoerd of anderszins benut.



Afbeelding 3. Kaalkap

Op Twickel bevindt zich 100 kilometer houtwallen. 16 kilometer hiervan wordt eens in de 15 jaar afgezet door een knipper aan een mobiele kraan (afbeelding 4). De biomassa die hierbij vrijkomt, wordt vermarkt. De overige 84 kilometer wordt alleen beheerd bij calamiteiten en wordt gebruikt als zaaghout of als brandhout. De brandhoutprijs is momenteel hoger dan de prijs van biomassa (Roelofs, 2012).



Afbeelding 4. Het afzetten van een houtwal met een mobiele kraan.

4. Biomassa

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens, de kwantiteit (het potentieel), kwaliteit, duurzaamheidsaspecten en de vermarkting van biomassa beschreven. Als laatste komt de verbrandingsinstallatie aan bod.

Twickel is een landgoed met veel afwisseling in landschapstypen. De houtige- biomassa komt op Twickel vrij bij werkzaamheden in het bos en landschap.

Onderstaande tabel geeft de elementen weer die op Twickel mogelijke bronnen zijn van biomassa met de aantallen en de eenheden waarmee gewerkt is (Borgman, 2012). De totalen bij de laatste twee elementen (bos en kaalkap) zijn afhankelijk van het gevoerde beheer. Voor deze elementen is een gemiddelde gebruikt.

Element	Totaal	Eenheid
Solitaire boom	402	st
Bosje < 0,5 ha	100	ha
Houtwal	100	km
Geschoren heg	3,3	km
Bomenrij	8	km
Hoogstamboomgaard	50	ha
Erven	168	st
Heideveldje <0,5 ha	15	ha
Bos (dunning)	100 (maar afhankelijk van beheerkeuze)	ha
Kaalkap	5 (maar afhankelijk van beheerkeuze)	ha

Tabel 1. In deze tabel staan de totalen per element met de eenheid waarmee gerekend is.

4.1 Potentieel

Het biomassapotentieel is berekend door gebruik te maken van een model. Het model dat gebruikt is, is afkomstig van Landschap Overijssel en is gebaseerd op gegevens uit het rapport Energie à la carte, de potentie van biomassa uit het landschap voor energiewinning (De Vries, 2008 en Kamerling, 2012).

Een gedeelte van het model staat hieronder weergegeven (tabel 2), met de gegevens van Twickel erin verwerkt. Deze gegevens zijn verkregen uit interviews met beheerders en de adjunct-rentmeester en uit het document Inventarisatie bosterreinen Twickel 2006 (Van Der Molen, 2007).

Het model geeft een bepaald bijgroecijfer per element. Dit is omgerekend naar bijgroei in tonnen droge stof. Onder het kopje uitgangspunten beheer wordt uitgelegd wat het mogelijke beheer is volgens dit model en bij de extra uitgangspunten wordt aangegeven welke hoeveelheden werkelijk geoogst kunnen worden. Dit model heeft cijfers opgeleverd en deze zijn te zien in tabel 3.

Hieronder staan twee van de tien elementen die op Twickel betrekking hebben. Deze twee elementen zijn gekozen omdat ze de grootste hoeveelheid biomassa kunnen leveren op Twickel. Het volledige model is weergegeven in bijlage 1. In dit model is rekening gehouden met de verhouding loof- naaldbomen zoals deze op Twickel voorkomt.

In het model wordt met bijgroei gewerkt. Bijgroei is de hoeveelheid spilhout die jaarlijks bijgroeit per element. Spilhout is het hout van de voet tot aan de uiterste top van de boom zonder takken. Elk element heeft zijn eigen bijgroeicijfer. Dit cijfer is berekend met behulp van het model van Landschap Overijssel. Hierin staat een conversiefactor waarmee de bijgroei in kubieke meters per jaar omgerekend kan worden naar bijgroei in tonnen droge stof per jaar (bijlage 1).

Biomassaberekeningsmodel van Landschap Overijssel

Element	Uitgangspunten element	Uitgangspunten beheer	Extra uitgangspunten
Houtwal	1. Gemiddelde breedte is 8 m, iedere km houtwal is hiermee 0,8 ha. 2. Bijgroei van 9,9 m³/ha/jr (op basis van de bijgroei van spilhout + takhout in bos). 3. 75% opgaande bomen, 25% struiken en hakhoutstoven. 4. De maximale breedte is 20 meter. 5. De conversiefactor is 0,46.	1. 100% van de bijgroei eens per 15 jaar oogsten.	1. 100% jaarlijks daadwerkelijk oogstbaar
Bos (dunning)	1. Gemiddeld 8,8m³ bijgroei per jaar. 2. Er wordt gerekend met 47% vocht om te komen tot de bijgroei in ton droge stof. 3. De conversiefactor is 0,53.	1. 100% oogstbaar, maar percentage is afhankelijk van de grondsoort.	1. 80% jaarlijks daadwerkelijk oogstbaar.

Tabel 2. Biomassaberekeningsmodel.

Op Twickel, net zoals in Nederland in het algemeen, is het gebruikelijk om het stamhout (=spilhout – tak- en tophout) voor een andere (hoogwaardigere) toepassing te gebruiken dan het tak- en tophouthout (Schrijver, 2011). Op Twickel wordt van de houtwallen wel het spilhout gebruikt als biomassa.

Hieronder volgt een voorbeeldberekening om te laten zien hoe het biomassapotentieel is uitgerekend voor alle elementen met uitzondering van kaalkap. De berekening gaat niet op voor kaalkap omdat bij kaalkap niet gerekend wordt met een bijgroeicijfer.

Het voorbeeld gaat over het element ‘bos’, loofbomen. Het gebruikte model laat zien dat de bijgroei van bos 8,8 m³ /ha/jr is. Voor de berekening van de bijgroei in tonnen droge stof per jaar moet een conversiefactor gebruikt worden. Deze is voor bos 0,53. Dat leidt tot een bijgroei van 4,66 ton droge stof/ha/jr. Om de bijgroei van tak- en tophout te kunnen berekenen is gebruikgemaakt van de conversiefactor 0,2 (BEF (biomass expansion factor)). De uitkomst is 0,933 ton droge stof/ha/jr. (De Vries, 2008 en Kuiper, 2008).

Om het biomassapotentieel voor Twickel te berekenen is voor elk element bovenstaande berekening uitgevoerd met de daarvoor geldende uitgangspunten (zie tabel 9, bijlage 1). Dit leidt tot de tabel 3, het biomassapotentieel van Twickel.

Element	Benodigde eenheid voor analyse	Aantallen	Bijgroei tak- en tophout, in ton ds/jr per element
Solitaire boom	st	402	2
Bosje < 0,5 ha	ha	100	102
Houtwal	km	100	462*
Geschoren heg	km	3	7
Bomenrij	km	8	4
Hoogstamboomgaard	ha	50	8
Erven	st	168	151
Heideveldje <0,5 ha	ha	15	2
Bos (dunning)	m3	1697	950
Kaalkap	ha	5	169
Totaal			1857
* Bij het element houtwal wordt zowel het spilhout als het tak- en tophout geoogst voor biomassa.			

Tabel 3. Het totale biomassapotentieel van Twickel is 1857 ton droge stof.

Potentieel in tonnen verse snippers

Het biomassapotentieel in verse snippers (vochtpercentage 55%) is: het droge stofgehalte

$\ast 100 / \text{het percentage droge stof} = 1857 \ast (100/45) = 4126$ ton verse snippers.

4.2 Kwaliteit

Biomassa, in het geval van Twickel houtsnippers, wordt voornamelijk gebruikt voor energie opwekking. Het kan van verschillende kwaliteit zijn. De kwaliteit is afhankelijk van de mate van vervuiling. Vervuiling wordt veroorzaakt door vocht, zand, bladeren en naalden. Er is een redelijk groot vochtgehaltegebied, 20% -35%, waarin de kwaliteit voldoende tot goed is. De verwerker bepaalt door visuele inspectie of de kwaliteit voldoende is (Bruins & Kwast, 2012).

De houtige biomassa heeft na oogst een relatief hoog vochtpercentage (50-55%). Dit betekent dat het voor verbruik eerst gedroogd moet worden om tot een vochtpercentage van circa 20-35% te komen (Stoltenborg, 2012). Voor het drogen zijn verschillende mogelijkheden. De eerste mogelijkheid is het hout laten liggen zodat de wind het kan drogen (Boosten, 2009). De tweede mogelijkheid is het hout direct, na enkele dagen, versnipperen en dan de snippers op een hoop storten waardoor het vocht door broei verdampt en het vochtpercentage daalt (Ten Berge 2012).

Vervuiling

De mate van vervuiling is beïnvloedbaar door het tijdstip van oogsten. Biomassa geoogst in een tijd zonder bladeren is van betere kwaliteit dan met bladeren. Bladgroen geeft bij verbranding veel rookontwikkeling omdat daar veel vocht inzit. Een ander probleem met bladgroen is dat wanneer er veel in een hoop snippers (afbeelding 5) zit, dit het rottingsproces op gang brengt. Hierbij gaat een gedeelte van de energiewaarde van de snippers verloren (Berendsen, 2012).



Afbeelding 5. Een hoop houtsnippers.

Het is van belang om de bomen pas te versnipperen als het blad is afgevallen. Als dit niet mogelijk is, dan is het van belang dat het snoeihout blijft liggen totdat het blad bruin is opgedroogd. Bij naaldbomen zit een groot deel van de naalden na een jaar drogen nog aan de takken. Deskundigen (KleinJan, 2012 en Ten Berge, 2012) geven aan dat de naalden na een aantal maanden drogen al makkelijker van de takken vallen tijdens het versnipperen. Dan komt ongeveer 50-75% minder naalden in de houtsnippers terecht.

Zand dat aan takken blijft zitten door bijvoorbeeld slepen is nadelig voor de kwaliteit. Het zand zorgt bij energieopwekking voor rendementsdaling. Zand laat ook een soort glaslaagje achter in de ketel en versnelt daardoor de corrosie. Hierdoor blijft de temperatuur in de ketel niet constant. Vervuiling van de houtsnippers veroorzaakt roetaanslag in de installatie en is daarmee van invloed op het rendement. Door de vervuiling moet vaker onderhoud gepleegd worden (Stoltenborg, 2012) waardoor de kosten van het in bedrijf hebben van de ketel stijgen.

Op dit moment zijn er geen wettelijke kwaliteitseisen voor snippers die gebruikt worden voor verbranding. Wel is bekend dat de verhouding 'hout' en schors circa 70:30 behoort te zijn (Berendsen, 2012). Wanneer er alleen dun snoeihout wordt versnipperd, dan is de hoeveelheid schors en opzichte van het 'hout' te groot en hebben de snippers een lage energiewaarde. Ook is de kans op vervuiling vrij hoog omdat in en op de schors het meeste zand en stof zit. Als er veel dun snoeihout wordt gesnipperd, dan is het van belang om deze snippers te mengen met snippers die meer hout bevatten.

De meest gangbare snippers hebben een grootte van 5 cm en een vochtpercentage van 50% (Kleinjan, 2012 en Ten Berge, 2012). Een zeef in de versnipperaar kan de houtsnippers op grootte sorteren waardoor een constante kwaliteit geproduceerd wordt.



Afbeelding 6. Houtversnipperaar aan het werk.

Opslag

De opslag van biomassa kan op verschillende manieren gebeuren. De meest gangbare manier is het op een hoop storten zodat broei in de hoop snippers het vocht laat verdampen. Een tweede methode is het opslaan onder een dak of in een (open) loods. Hier kan lucht circuleren zodat het vocht dat verdampt, afgevoerd wordt en er geen vocht in komt door neerslag. Op Twickel is de opslag in de buitenlucht het meest praktisch. Omdat op een aantal boerderijen niet meer actief geboerd wordt, zijn op deze locaties mogelijkheden voor het opslaan van biomassa in de buitenlucht. Deze biomassa ligt ongeveer een jaar in de buitenlucht. Het vochtpercentage zakt van 55% (vers) naar ongeveer 20% (Ten Berge, 2012).

Om een goede kwaliteit biomassa te produceren op Twickel is het handig om de verwerking van het hout zo dicht mogelijk bij de opslaglocatie te hebben en de mogelijkheid te hebben om de houtsnippers voor langere tijd te drogen.

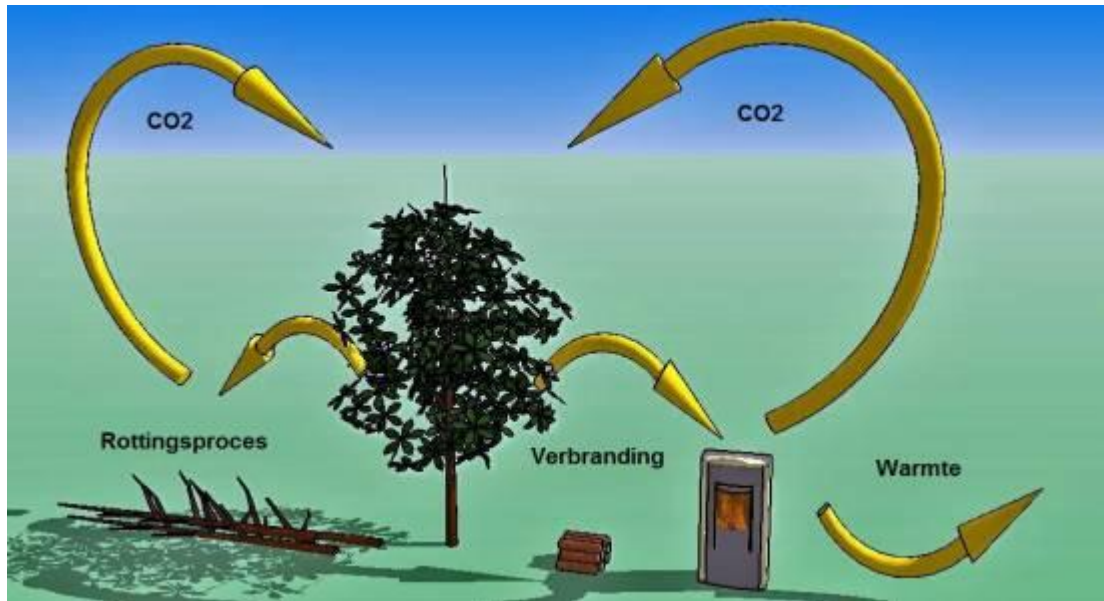
4.3 Duurzaamheid

Duurzame energiebronnen worden steeds belangrijker en krijgen steeds meer aandacht. Hout is ten slotte de enige hernieuwbare grondstof die bovendien CO₂ neutraal is. Deze relatief jonge toepassing voor houtverwerking is een duurzame ontwikkeling (Avih, 2011). Duurzame ontwikkeling is de ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van de toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen, (Encyclo.nl). In dit rapport wordt duurzaamheid betrokken op biomassa als grondstof voor energieopwekking.

Het ministerie van LNV (Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit) ziet het produceren van biomassa naast het produceren van voedsel als een mogelijkheid om op een duurzame manier multifunctionele landbouw te bedrijven, waarmee een extra economische basis kan worden gelegd om agrarische cultuurlandschappen in stand te houden en te ontwikkelen (Lnvloket.nl).

CO₂ kringloop

In de natuur komen veel kringlopen voor. Kringlopen houden zichzelf in stand door dezelfde hoeveelheid aanvoer als afvoer te creëren. Door gebruik te maken van biomassa voor energieopwekking wordt de vrijgekomen CO₂ bij verbranding teruggebracht in de kringloop (afbeelding 7), waardoor het milieu minder belast wordt, want CO₂ is schadelijk voor het milieu.



Afbeelding 7. CO₂-kringloop (herculeshaarden.nl).

Duurzaamheid speelt op veel verschillende gebieden een belangrijke rol. Aan de hand van de drie P's, people, planet, profit wordt beschreven welke rol biomassa kan spelen bij duurzaamheid op Twickel.

People

- Doordat cultuurhistorische elementen onderhouden en gespaard worden, blijft het landschap aantrekkelijk als woonomgeving en voor recreatie.
- De productie van bio-energie uit biomassa biedt landbouwers in Nederland nieuwe perspectieven.
- Het beeld van de landbouw en het landschap als energieleverancier is veel positiever dan het beeld van de landbouwer als vervuiler of producent van producten waar een overschot aan is.

Planet

- Door het gebruik van biomassa voor de productie van energie wordt het gebruik van fossiele brandstof beperkt zoals is afgesproken in het Kyoto-verdrag. Dit leidt tot minder CO₂-uitstoot en dus tot beperking van verdere opwarming van de aarde. Ook op regionaal niveau zijn doelen geformuleerd om het gebruik van fossiele energie te beperken. De provincie Overijssel wil dat in 2012 20% van de energie die gebruikt wordt, duurzaam geproduceerd is. Verwacht wordt dat 10% uit biomassa komt. (Overijssel.nl).
- Het nuttig gebruik van snoeihout van houtwallen en houtsingels geeft directe impulsen aan het onderhoud en het beheer van deze cultuurhistorische elementen. Hierdoor blijven deze karakteristieke en authentieke landschappen behouden.

Profit

- Het leveren van bio-energie levert inkomsten en werkgelegenheid op.
- Een karakteristiek gebied is voor veel mensen een reden voor bezoek. Dit stimuleert de lokale economie.

Lokaal

Het gebruik van biomassa op lokale schaal heeft voordelen en is relatief makkelijk te organiseren. Dit wordt ook wel *local for local* genoemd. *Local for local* valt zowel onder de p van planet als de p van profit. De voordelen van *local for local* zijn dat er minder transportkilometers nodig zijn om biomassa te produceren en te vervoeren. Hierdoor wordt er minder CO₂ en fijnstof uitgestoten dan bij grotere afstanden. Het milieu wordt minder belast. Dit levert een bijdrage aan de milieudoelstellingen van provincie Overijssel. Door de biomassa lokaal te gebruiken levert dit voor lokale ondernemers werkgelegenheid op.

4.3.1 Ecologische aspecten

Ook ecologische aspecten (de interactie van organismen en hoe deze organismen invloed hebben op de omgeving) zijn van belang bij de productie van biomassa. Een intensief beheer van landschapselementen kan ongewenste effecten hebben op de flora en fauna (De Vries, 2008). Hierbij spelen drie punten een belangrijke rol, namelijk: het moment van oogsten, de methode van oogsten en de soortensamenstelling van de flora in landschapselementen.

Moment van oogsten: de energiebehoefte is door het jaar heen niet altijd gelijk en daarmee de vraag naar biomassa ook niet. De oogstcyclus loopt niet altijd gelijk met de voor flora en fauna gewenste oogsttijd. Hier moet een balans in gevonden worden.

De methode van oogsten: biomassa wordt vaak in één keer geoogst in verband met de kosten. Echter voor de flora en fauna is dit niet wenselijk.

Soortensamenstelling: het kan gebeuren dat er veranderingen optreden in de vraag naar het soort biomassa. Een (boom)soort wordt juist meer of minder gevraagd. Dan ontstaat het gevaar dat de soortensamenstelling in landschapselementen verandert in de richting van de vraag naar biomassa. Dit kan gevolgen hebben voor het hele ecosysteem (De Vries, 2008). Een manier om het ecosysteem positief te beïnvloeden is de (her)invoering van hakhoutbeheer. Hakhoutbeheer is het op kleinschalige wijze, in een relatief korte cyclus, eens in de 15 jaar, afzetten van stammen waarna ze opnieuw kunnen uitlopen. Hakhoutbeheer zorgt voor gunstige leefomstandigheden voor diverse lichtminnende plantensoorten en draagt bij aan het vergroten van de ecologische waarden op Twickel (Jansen, 2001).

Kleinschaligheid en de regelmatig terugkerende situatie met voldoende licht op de bodem is belangrijk. Zonder hakhoutbeheer ontstaat opgaand bos, zoals dat op veel plaatsen te zien is op Twickel. Hierdoor bereikt steeds minder licht de bosbodem. Bosplanten die goed schaduwverdragend zijn, kunnen in de kruidlaag gaan overheersen waardoor de (meer) lichtminnende soorten weggeconcentreerd worden. Hoewel deze soorten zich wel een aantal jaren kunnen handhaven zonder bloei en zaadzetting, zullen ze langzaam verdwijnen.

Door ophoping van strooisel (blad en naalden), voornamelijk op zandgronden, ontstaat er in een gesloten bos of houtwal vaak een dikke strooisellaag. In een dikke strooisellaag kunnen weinig kruiden ontkiemen, waardoor er geen nieuwe groeiplaatsen ontstaan. Door het omvallen of rooien van bomen ontstaan er weer gunstige kiemomstandigheden voor veel lichtminnende soorten, maar deze cyclus duurt voor diverse soorten vaak te lang.

Hakhoutbossen en houtwallen kunnen bij goed beheer zorgen voor een grote variëteit in plant- en diersoorten in de verschillende jaren nadat de bomen en struiken zijn afgezet (Jansen, 2001). Daarnaast creëert elke fase verschillende habitats voor diverse soorten flora en fauna. In bijlage 2 zijn deze fasen weergegeven met daarbij de plant- en diersoorten die er voor kunnen komen.

Vanaf de achttiende eeuw werd hakhout gezien als het meest rendabele bosbeheersysteem. Maar door het wegvallen van inkomsten uit de verkoop van hout en de sterk gestegen exploitatiekosten vormen ze nu al tientallen jaren een kostenpost. Sinds 1960 is er meer waardering gekomen voor de andere functies van hakhout. Nu vervult hakhout een multifunctionele rol in de natuur, de cultuurhistorie, de beleving, het landschap en voor de houtproductie.

Hakhout is dynamisch en afwisselend in de loop van de tijd. Het gaat van een vrijwel kaal stuk land tot een gesloten begroeiing. Voor de fauna is het hervatten van hakhoutbeheer in veel gevallen gunstig. Reptielen, amfibieën en vlinders profiteren van de vele zonnige plekken in hakhout. Over het algemeen neemt de ecologische waarde van een houtwal af naarmate het niets doen langer duurt (Jansen, 2001).

4.3.2 Milieu

Om te kunnen groeien zijn voedingsstoffen nodig (nutriënten). Voor planten en bomen zijn de belangrijkste:

Aluminium (Al)

Calcium (Ca)

Fosfaat (P)

IJzer (Fe)

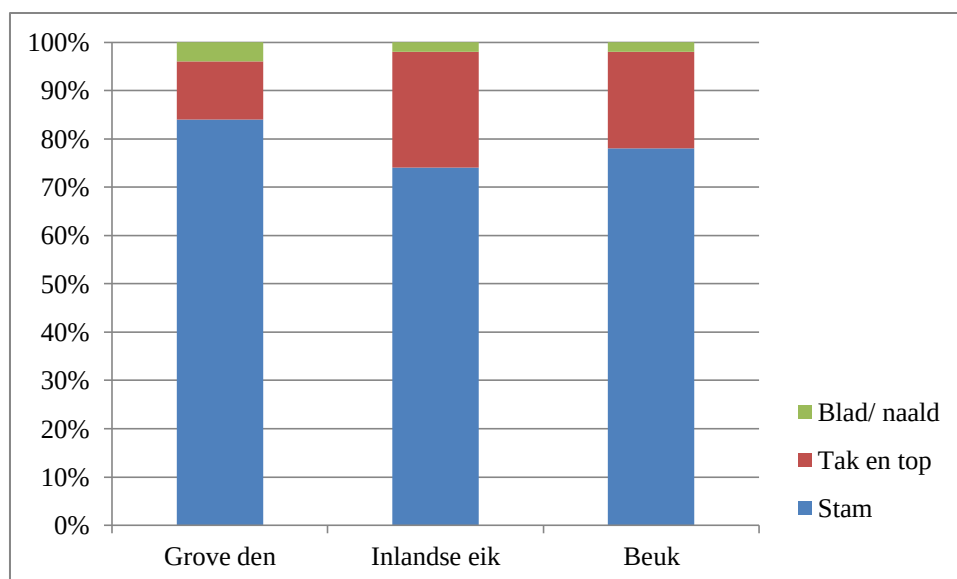
Kalium (K)

Magnesium (Mg)

Stikstof (N)

Deze voedingsstoffen worden opgeslagen in de verschillende boomcomponenten: het stamhout, de takken, de top, de bladeren en de stobbe (verder wordt geen rekening gehouden met de stobben omdat deze volledig verteren in de bodem nadat het bovengrondse biomassa is geoogst). De verdeling van biomassa en de hoeveelheid voedingsstoffen verschilt per boomcomponent en per boomsoort (De Vries, 2008). Het is lastig om soortspecifieke waarden van concentraties voedingsstoffen te bepalen, omdat die waarden afhankelijk zijn van bodem, klimaat, tijd van het jaar, vochtigheid van de bodem en het voorkomen van mycorrhiza (schimmels). Jonge bomen hebben over het algemeen een hogere concentratie voedingsstoffen dan oudere bomen (De Jong, 2011).

Op Twickel bestaat het bosareaal voor circa 75% uit grove den, inlandse eik en beuk (Gierveld, 2012). In figuur 1 is het percentage biomassa per boomcomponent aangegeven voor deze drie boomsoorten, voor bomen ouder dan 20 jaar (De Jong, 2011).



Figuur 1. Verhouding van de biomassa van blad of naalden, takken en de stam, gebaseerd op De Jong, 2011.

Het blijkt dat de concentraties voedingsstoffen in het algemeen het hoogst zijn in blad en naalden en het laagst in stamhout. In tabel 4 zijn de voedingsstoffen stikstof en calcium weergegeven (De Jong, 2011). Het percentage dat ontbreekt ligt opgeslagen in de stobbe maar dat is hier niet meegenomen omdat deze voedingsstoffen altijd achterblijven in het bos.

Voedingsstoffen per boomcomponent		
	Stikstof (N)	Calcium (Ca)
Blad/naald	25%	5%
Takken en top	25%	40%
Stam	33%	50%

Tabel 4. Concentratie voedingsstoffen per boomcomponent.

Op basis van gegevens van De Jong, (2011) is berekend hoeveel voedingsstoffen afgevoerd worden bij een oogst van 300 m³ /ha (een gemiddelde tot zware dunning). Daaruit blijkt dat bij oogst van de volledige bomen met name N (stikstof) wordt afgevoerd. Dit is tussen 330-600 kg/ha. Daarnaast wordt ook relatief veel Ca (calcium) 330 kg/ha en K (kalium) 265 kg/ha afgevoerd (De Jong, 2011).

De jaarlijkse stikstofdepositie is in Nederland maximaal 50 kg/hectare per jaar maar is op veel plaatsen lager ('Vermestende depositie, 1981-2010'). Het verteren van tak- en tophout, stammen en wortels zorgt langdurig voor voedingsstoffen. De voedingsstoffen komen in verschillend tempo vrij uit dood hout. De Jong, (2011), concludeert dat Kalium vrij snel vrijkomt uit takhout inclusief blad en naalden (90% binnen drie jaar). Een groot deel van het ijzer en aluminium komt in de eerste drie jaar vrij. Calcium in blad en in fijne wortels komt ook vrij snel vrij, maar de relatief grote hoeveelheden calcium in stamhout en in tak- en tophout daarentegen niet.

Effecten van oogst op lange termijn

De effecten op lange termijn van houtoogst op de voedingstoestand van de bodem zijn afhankelijk van factoren als de bodemvruchtbaarheid, de boomsoortensamenstelling, de oogstintensiteit en het (micro)klimaat.

Door de houtoogst ontstaat het risico op uitputting van de grond. De voedingsstoffen die dan worden afgevoerd zijn: Ca, Mg, K, Na, (basekationen). De bossen die het gevoeligst zijn voor uitputting, zijn bossen met boomsoorten die veel (base)kationen opslaan in de bovengrondse biomassa. Deze staan op een matig tot lage basenverzadigde bodem, een bodem met een lage kationen-uitwisselingscapaciteit en op een bodem waaruit weinig kationen vrijkomen door verwerking (bodemmateriaal dat verandert als gevolg van invloeden van weer en klimaat). De grootste risico's betreffen de uitputting van calcium in de bodem. Voor de Nederlandse bossen zijn dit bossen met zomereik op arme grove zandgronden, oftewel podzolgronden (Forest Research, 2009). Podzolgronden komen voor op zandgronden. De bossen van Twickel liggen voornamelijk op deze podzolgronden. Deze bodems hebben minder snel last van bodembeschadiging door het gebruik van zware machines omdat ze een relatief hoge grondwaterspiegel hebben (V-VII). Een manier om voedingsstoffen terug te brengen in het systeem is door het strooien van as. Dit mag echter in Nederland niet in verband met mogelijke vervuiling van zware metalen in as (Schutte, 2012).

Gevolgen van de oogst van tak- en tophout

Bij de oogst van tak- en tophout naast reguliere oogst (het stamhout) worden nog eens extra voedingsstoffen afgevoerd. Voor stikstof is dit 25% en voor calcium 40% extra afvoer. De oogst van zowel tak-, top- en stamhout heeft gevolgen voor de bijgroei van de bomen in het bos en voor het landschap. In meerdere gevallen wordt een lagere bijgroei gemeten als naast het oogsten van de stammen, ook het tak- en tophout wordt geoogst (De Jong, 2011).

Het verwijderen van takhout uit het bos brengt een aantal risico's met zich mee, te weten:

- Door het rijden met machines ontstaat schade aan de bodem als verdichting, spoorvorming en erosie. Dit kan leiden tot problemen in de waterhuishouding.
- Het verwijderen van takhout zorgt ervoor dat essentiële nutriënten als stikstof, kalium en calcium worden verwijderd, waardoor de grond minder vruchtbaar wordt. De volgende generatie bos kan dan minder goed groeien.
- Het verwijderen van basische kationen (calcium, magnesium, natrium en kalium) zorgt voor een slechtere buffercapaciteit (de mate waarin het natuurlijke systeem in staat is invloeden van buitenaf op te vangen zonder dat dit gevolgen heeft voor de flora en fauna) van de grond en kan leiden tot bodemverzuring.
(encyclo.nl/buffercapaciteit)

Door het oogsten van tak- en tophout wordt 25% extra stikstof (N) afgevoerd, maar dat lijkt geen probleem op te leveren in Nederland, gezien het stikstofdepositieniveau in Nederland. Voor calcium (Ca) is het gevaar van uitputting wel aanwezig en dan met name op arme zandgronden zoals op Twickel.

Voor Twickel is het niet verstandig om tak- en tophout te oogsten bij dunningen omdat de gronden dan verarmen, tenzij de wetgeving verandert en de nutriëntenhuishouding door middel van het strooien van (hout)as weer op niveau gebracht kan worden. Twickel kan met het in beheer nemen van houtwallen zorgen voor een hogere ecologische waarde van het landgoed.

4.4 Vermarkten

De kwaliteit van het te versnipperen tak- en tophout is direct van invloed op de snelheid waarmee er versnipperd kan worden. Verse biomassa heeft op dit moment een marktwaarde van € 25, tot € 30,- per ton, (Kleinjan, 2012).

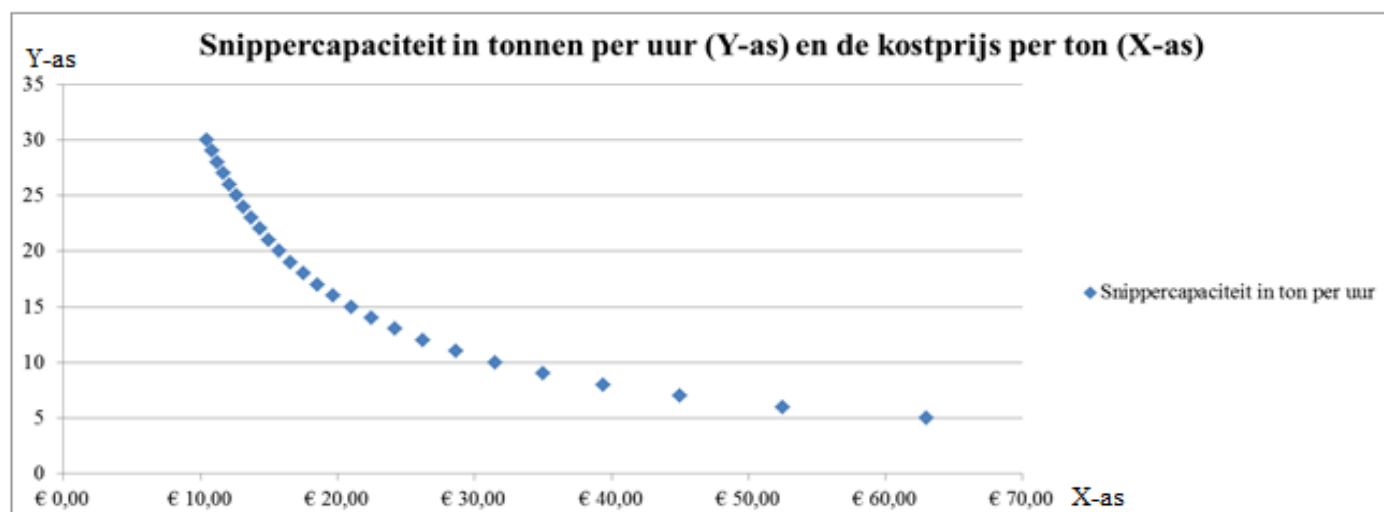
In tabel 5 staat de berekening weergegeven waarin een gemiddelde versnippercapaciteit van 20 ton per uur is aangehouden. Hier is gewerkt met een transportafstand van maximaal 15 kilometer met een vrachtwagen met aanhanger waarmee 75-80 m³ houtsnippers vervoerd kan worden.

Kosten en opbrengsten versnipperen tak- en tophout Bruins en Kwast (20 ton per uur)				
Kosten	Hoeveelheid	Prijs	Eenheid	Totaal
Voorrijkosten/ aanvoer kosten snipperaar:	1	€ 80,00	uur	€ 80,00
Trekker + chipbox	8	€ 225,00	uur	€ 1.800,00
Transport of vastzitten	0	€ 80,00	uur	€ 0,00
Transport met vrachtwagen	8	€ 80,00	uur	€ 640,00
Opbrengsten				
Snippers voor bio-energie per ton:	160	€ 28,00	ton	€ 4.480,00
De prijs per dag bij 20 ton snipperen per uur				€ 2.520,00
De kostprijs per ton snippers				€ 15,75
Totale opbrengst bij verkoop				€ 1.960,00

Tabel 5. Kosten en opbrengsten bij een versnippercapaciteit van 20 ton per uur.

De productieprijs zijn alle kosten die gemaakt worden om tot een product te komen dat vermarkt kan worden. Daar vallen ook onder:
het met een kraan of uitrijdcombinatie ophalen van het te versnipperen tak- en tophout.
de machines en de transportmiddelen (vrachtwagen met containers).
het versnipperen.

Onderstaand figuur laat zien dat de kostprijs per ton voor het versnipperen oploopt als per uur minder versnipperd kan worden. Zolang de opbrengsten hoger zijn dan de kosten is het rendabel om biomassa te blijven versnipperen. In figuur 2 is de versnippercapaciteit per uur uitgezet tegenover de productieprijs per ton.



Figuur 2. De kostprijs per ton houtsnippers bij een bepaalde snippercapaciteit per uur.

Eenzelfde berekening voor 2009 toont aan dat de opbrengst per ton houtsnippers € 14,- was. Er is dus een stijgende lijn te zien in de opbrengsten van biomassa de laatste jaren. Vanzelfsprekend schommelt de opbrengstprijz per ton houtsnippers door vraag en aanbod.

Prijs van biomassa

Op dit moment heeft biomassa een marktwaarde van € 25,- tot € 30,- per ton (55% vocht). Omdat de prijs van houtsnippers afhankelijk is van de vraag en het vochtpercentage is dit een fluctuerend getal (KleinJan, 2012).

De vraag naar biomassa beïnvloedt de prijs van biomassa. Dit is niet eenduidig en afhankelijk van het jaargetijde waarin biomassa beschikbaar komt. In de zomer ligt de prijs iets hoger omdat er dan minder biomassa beschikbaar is en omdat dan niet gekapt mag worden in verband met de flora- en faunawet. De verwachting is dat de prijs in de toekomst oploopt door een grotere vraag naar biomassa (Berendsen, 2012).

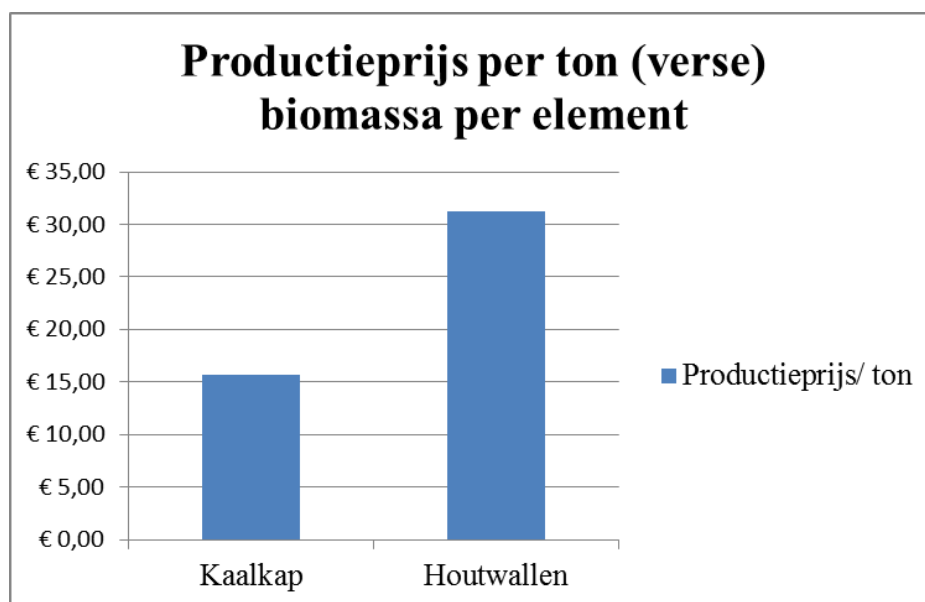
Productiekosten voor houtwallen en hakhout

Naar aanleiding van een praktijkvoorbeeld voor het afzetten van een houtwal met elzen is een berekening gemaakt die de kostprijs laat zien voor het produceren van houtsnippers. Deze is te zien in bijlage 4. De uitkomsten van deze berekening zijn hieronder beschreven.

Per kilometer houtwal komt 154 ton verse snippers vrij. De kosten zijn per kilometer € 1.679,92. Om de kosten voor het versnipperen te berekenen is met dezelfde bedragen gerekend als bij het versnipperen van tak- en tophout van eindkap, met een versnipperersnelheid van 20 ton per uur (bijlage 4). Hiermee komen dan de kosten voor het oogsten en versnipperen van een houtwal op € 31,30 ($€ 15,75 + 15,55$) = per ton verse snippers. Voor kaalkap zijn de kosten van het versnipperen € 15,75 per ton verse snippers.

Bij een marktwaarde van € 31,30 per ton is het oogsten van beide elementen rendabel (figuur 3). Als dit onder de € 31,30 komt, dan is het oogsten van biomassa uit houtwallen niet meer rendabel, maar uit kaalkap nog wel.

Omdat er momenteel voor het huidige houtwalbeheer (16 kilometer) subsidie wordt ontvangen, is het op de markt brengen van deze biomassa al rendabel bij een marktprijs van € 25,-.



Figuur 3. De productieprijs per ton verse snippers voor de elementen kaalkap en houtwallen.

4.5 Verbrandingsinstallatie

Twickel krijgt een bioverbrandingsinstallatie omdat de ‘oude’ gaskachel aan vervanging toe is. Het merk en het type is op dit moment nog niet bekend. In tabel 6 zijn het huidige gasverbruik en de kosten ervan weergegeven.

Huidig verbruik

Gasverbruik (m ³)	62.000
Prijs/m ³ (€)	€ 0,68
Stookkosten	€ 42.160

Tabel 6. Kosten gasverbruik.

Energie gas en hout

De energiewaarde van hout wordt uitgedrukt in kWh (kilowattuur). Dit is de hoeveelheid warmte- energie die bij houtverbranding bereikt kan worden (Eco2all, 2010). Het blijkt dat het percentage vocht binnen 6 maanden met 20% is afgenomen ten opzichte van vers tak- en tophout, 55% vocht (Roelofs, 2012).

De energiewaarde van aardgas is 31,65 MJ/m³ (8,8 kWh). Dit is de warmte die vrijkomt bij verbranding zonder dat de condensatiewarmte van de verbrandingsgassen worden meegerekend. Dit wordt buiten beschouwing gelaten omdat particulieren niet werken met het terugwinnen van condensatiewarmte.

Voor hout ligt de energetische waarde op gemiddeld 4 kWh/ kg hout met een vochtpercentage van 20% (tabel 7). Het vochtpercentage van het hout heeft grote invloed op de energiewaarde. Dit is te zien in tabel 7. Vers gekapt hout (55% vocht) levert bij verbranding in vergelijking met gedroogd hout (20%) de helft aan warmte-energie op (Eco2all, 2010).

Uit tabel 7 is op te maken dat 2,2 kg hout (vochtpercentage 20%) nodig is om dezelfde hoeveelheid energie op te wekken die 1 m³ aardgas oplevert.

Hiermee is een rekensom gemaakt om te bepalen hoeveel biomassa nodig is om het kasteel te verwarmen bij een energievraag van 62.000 m³ gas per jaar. Er is 136.400 kg vers hout (136,4 ton) nodig om dezelfde hoeveelheid energie te produceren als met het huidige gasgebruik. Bij een vochtpercentage van 35%, wordt de benodigde hoeveelheid hout 184.140 kg (184,2 ton) (want 2,79*62.000=). Bij een vochtpercentage van 55% is er (4,4*62.000=) 272.800 kg (272,8 ton) verse houtsnippers nodig. Dit is de hoeveelheid snippers die de verbrandingsinstallatie van het kasteel vraagt.

Houttoestand	Houtvochtigheid	Energiewaarde
Vers gekapt hout	50-60%	2,0 kWh/ kg
Gekloofd hout/ biomassa na 1 zomer drogen	25-35%	3,4 kWh/ kg
Gekloofd hout en biomassa na ruim een jaar drogen	15-25%	4,0 kWh/ kg
Aardgas gemiddeld	-	8,8 KWh/m ³

Tabel 7. De energiewaarde van hout met verschillende vochtpercentages en de energiewaarde van aardgas.

De vraag van het kasteel is 272 ton verse snippers (55% vocht) per jaar. Dit wordt ruimschoots overtroffen met het huidige beheer van 5 hectaren kaalkap per jaar (75 ton per hectare) en het afzetten van 1,6 kilometer houtwal per jaar (154 ton per kilometer). In totaal leveren deze twee elementen 625 ton verse snippers per jaar. De resterende hoeveelheid houtsnippen kunnen vermarkt worden.

Energiekosten gas en hout

Op dit moment ligt de gasprijs op ongeveer € 0,68 per m³. Naar verwachting zal deze de komende jaren nog stijgen naar ongeveer € 0,726 per m³ (energiewereld.nl) (bijlage 5, tabel 11). De energiekosten met de huidige gasinstallatie wordt hier vergeleken met het stoken op hout met een bio-verbrandingsinstallatie (bijlage 5, tabel 12). Per jaar werd met de huidige gasinstallatie gemiddeld 62.000 m³ gas verbruikt. De totale stookkosten bedragen hierdoor jaarlijks € 42.160,-. Als er gestookt zou worden met houtsnippers (met een productieprijs van € 15,75 per ton en verkoopprijs van € 25,- per ton (marktconforme prijs) aan gebruiker van het kasteel, dan bedragen de jaarlijkse kosten € 11.084,-. Dit volgt uit een berekening gebaseerd op de hieronder. Hierbij is geen rekening gehouden met de investeringen en aanpassing om op hout te kunnen stoken.

De rendabiliteit van het aanschaffen van een nieuwe gaskachel of het aanschaffen van een bioverbrandingsinstallatie is afhankelijk van een groot aantal factoren. Er kan door Twickel een investeringssubsidie worden ontvangen waardoor de kans groter is dat het rendabel is om te stoken op houtsnippers (Gierveld, 2012). Het versnipperen en het storten van de snippers wordt uitgevoerd door een aannemer, de andere werkzaamheden voert Twickel zelf uit. De factoren die bij de rendabiliteit een rol spelen zijn voor de aanschaf van een gaskachel:

- Investering voor de nieuwe ketels
- Rendementsverbetering (10%)
- Afschrijvingstermijn
- Rente
- Afschrijving per jaar
- Rentelast
- Gasverbruik
- Onderhoudskosten

Voor de aanschaf van een houtgestookte ketel zijn de volgende posten meegenomen in de berekening die te vinden is in bijlage 4:

- Aanschaf houtgestookte ketel
- Aanpassingen in het kasteel (intern)
- Leidingstelsel van het ketelhuis naar het kasteel
- Het ontwerp, de leges, constructeur
- Het (ketelhuis) gebouw
- Onvoorziene post over de investering (5%)
- Afschrijvingstermijn van de installatie (20 jaar)
- Afschrijvingstermijn van het gebouw (30 jaar)
- Rentelast
- Het verbruik biomassa (houtsnippers)
- De aanschaf van biomassa
- Kosten voor het in de bunker krijgen van biomassa (bij de installatie)
- Onderhoudskosten
- Organisatie en bediening van de installatie
- Het onderhoud aan wegen in het park

Volgens de berekening (bijlage 4) blijkt de aanschaf en het stoken van een biomassaverbrandingsinstallatie per jaar 646 euro goedkoper te zijn dan de aanschaf van een nieuwe gaskachel en het stoken ervan.

Gebruik op Twickel

Het lijkt op dit moment verstandig om op Twickel de benodigde 272 ton verse snippers voor het verwarmen van het kasteel te oogsten uit het landschap en te gebruiken. Het meerdere kan vermarkt worden.

5. Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden de conclusies en aanbevelingen verwoord.

5.1 Conclusies

Welke hoeveelheden biomassa kan Twickel, gelet op kwaliteit en kwantiteit, op een economisch en ecologisch duurzame manier op de markt brengen?

Landgoed Twickel kan ten aanzien van de kwaliteit, kwantiteit en ecologische duurzaamheid al het tak- en top hout, jaarlijks 375 ton verse snippers, dat vrijkomt bij kaalkap oogsten en vermarkten bij een marktprijs hoger dan € 15,75.

Met het huidige hakhoutbeheer, 16 kilometer houtwallen en 6,7 hectaren hakhoutbos, kan Twickel jaarlijks 250,25 ton verse houtsnippers oogsten en rendabel vermarkten bij een marktprijs van € 25,- per ton. Dit omdat hier een subsidie voor ontvangen wordt. Voor de overige 84 kilometer houtwallen geldt dat dit jaarlijks een rendabele oogst oplevert van 862,4 ton verse snippers bij een marktprijs groter dan € 31,30.

Het biomassapotentieel is 4126 ton verse snippers per jaar. In theorie kan 80-100% van het biomassapotentieel geoogst worden. Dit wordt niet gedaan omdat de opbrengsten niet overal opwegen tegen de kosten voor het oogsten en versnipperen (Raffe, 2006). Alleen de elementen kaalkap en houtwallen kunnen economisch en ecologisch verantwoord op de markt gebracht worden. Bij de kaalkap van bossen komt per hectare circa 75 ton tak- en top hout vrij. Bij houtwallen is dit circa 154 ton per kilometer bij eens in de 15 jaar afzetten. De exacte kwantiteit is afhankelijk van het gevoerde beheer per jaar.

De afgeleide vraag: is het stoken van eigen biomassa in een eigen bio-energie-installatie op landgoed Twickel rendabel?

Aan de energievraag van 272 ton aan verse snippers voor verwarming van het kasteel kan ruimschoots worden voldaan (625 ton bij het huidige beheer), waarbij een besparing van minimaal € 656,- op jaarbasis wordt bereikt. De resterende hoeveelheid snippers van circa 353 ton kan daarnaast vermarkt worden. Omdat professionals verwachten dat de gasprijs gaat stijgen de komende jaren is het zeer waarschijnlijk dat het stoken van een biomassaverbrandingsinstallatie rendabel blijft in de toekomst.

Deelvragen

- Wanneer en in welke kwantiteit en kwaliteit komt er jaarlijks duurzame biomassa beschikbaar?

De kwantiteit die beschikbaar komt, is afhankelijk van het gevoerde beheer. Op dit moment is dat 625 ton per jaar. De biomassa wordt geoogst in de winterperiode.

- Welke kwaliteitseisen worden gesteld aan de biomassa om te kunnen verbranden?

Op dit moment zijn er geen wettelijke kwaliteitseisen voor biomassa. Wel is een aantal zaken van belang voor een goede kwaliteit, namelijk: een maximaal vochtpercentage van 35% voor optimale verbranding. Daarnaast moet er zo min mogelijk (blad)groen aanwezig zijn. Als dit bij het versnipperen nog aan de takken zit, dan is het wenselijk dat dit droge (bruine) bladeren en naalden zijn). Bij een schorspercentage van 30% is de biomassa nog van goede kwaliteit. Snippers met veel vers (blad)groen moeten niet op een hoop opgeslagen worden om het rottingsproces tegen te gaan. Op Twickel zijn voldoende mogelijkheden om de geoogste

biomassa in de vorm van snippers op te slaan, bij boerderijen in de buitenlucht en onder daken.

- Wat kost het op de markt brengen van biomassa en wat zijn de opbrengsten?

Onder de kosten voor het op de markt brengen van biomassa wordt verstaan alle kosten voor het oogsten, versnipperen en het vervoeren van de biomassa. Bij een versnipperingsnelheid van 20 ton per uur, zijn de kosten voor het versnipperen en vervoeren € 15,75 per ton verse snippers.

- Wat zijn de gevolgen voor de nutriëntenhuishouding van het al dan niet afvoeren van biomassa?

Het is niet wenselijk om op Twickel biomassa te oogsten bij dunningen omdat de grond dan verarmt. Bij de oogst van tak- en top hout, naast de reguliere oogst van stamhout, wordt 25-50% extra stikstof en calcium afgevoerd. Het gevolg hiervan is dat plant- en boomsoorten niet optimaal kunnen groeien. Dit heeft gevolgen voor de toekomstige generatie bos en de kwaliteit daarvan.

Milieu

Het lokaal stoken van 'eigen' biomassa zorgt voor minder belasting van het milieu per ton houtsnippers omdat er lagere transportkosten zijn. De CO₂-uitstoot wordt gereduceerd doordat er in plaats van fossiele brandstoffen biomassa wordt verbrand. Dit doet recht aan de afspraken die gemaakt zijn in het Kyoto verdrag en komt tegemoet aan het beleid van de provincie Overijssel om in de provincie 20% duurzame energie te gaan gebruiken in 2020, waarvan 10% biomassa.

Duurzaamheid

De ecologische waarden van het landschap kunnen verhoogd worden als meer houtwallen in beheer worden genomen en als het hout wordt afgevoerd. Dit levert tevens een directe verhoging van de beschikbare biomassa op (154 ton verse snippers per kilometer houtwal).

De vraag naar biomassa neemt de laatste jaren toe waardoor de prijs ervan hoger wordt. Dit kan er op termijn voor zorgen dat er meer landschapselementen rendabel geoogst kunnen worden waardoor meer biomassa op de markt gebracht kan worden. Daarbij moet de afweging gemaakt worden of het zinvol is om er voor te zorgen dat de ecologische waarden behouden of verhoogd worden.

5.2 Aanbevelingen

Aanbevolen en geadviseerd wordt het om binnen enkele jaren de houtwallen die 'niet' beheerd worden, te inventariseren wat de ecologie betreft. Dit om te bepalen of het wenselijk is om delen opnieuw af te zetten en waar het nodig is, in te planten met plantmateriaal om zo meer plaats te bieden aan flora en fauna. Als landschapselementen in de toekomst opnieuw in (hakhout)beheer worden genomen, dan is het verstandig om deze in segmenten gefaseerd af te zetten (bijlage 3, afbeelding 8). Door elementen anders te beheren kan er bijgedragen worden aan een beter milieu, omdat er minder fossiele brandstoffen worden gebruikt.

Als het oogsten van tak- en top hout uit bossen (bij dunningen) in de toekomst wel plaats gaat vinden, dan is het raadzaam om dit te monitoren. Dit is vooral belangrijk op arme, zure en voor verzuring gevoelige zandgronden zoals deze op Twickel veel aanwezig zijn.

Als de oogst uit bossen niet plaats gaat vinden dan wordt het aanbevolen om het tak- en tophout verspreid in het bos achter te laten, zodat de voedingsstoffen over een groter oppervlak vrijkomen, maar wel met inachtneming van de bereikbaarheid van de dunningspaden.

Het verwijderen van tak- en tophout van gronden die gevoelig zijn voor uitputting (nagenoeg alle gronden op Twickel) is mogelijk, mits de bodems daarna worden aangevuld met de verwijderde nutriënten. Dit kan door het gebruik van kalksteen of houtas (Aronson, 2004), afhankelijk van de nutriënten die weggenomen zijn. Het is wenselijk om de ontwikkelingen op het gebied van wetgeving ten aanzien van (hout)as in de gaten te houden omdat wellicht in de komende jaren besloten wordt dat het terugbrengen van nutriënten via as in het bos toegestaan wordt.

Om de effecten van de afvoer van tak- en tophout te voorspellen op de lange termijn is onderzoek nodig naar de voedingstoffenbalans in de bodem op Twickel.

De wilgen worden eens per vier jaar afgezet door een vrijwilliger. Het takhout wordt momenteel afgevoerd en verbrand op het paasvuur. Bij het stijgen van de prijs van biomassa kan het omzetten van deze takken tot houtsnippers waarschijnlijk ook economisch haalbaar worden. Hiervoor moet de prijsontwikkeling van biomassa gemonitord worden.

De kosten en opbrengsten die berekend zijn, zijn gebaseerd op de actuele marktprijzen. Als deze veranderen, dan dienen de berekeningen opnieuw te worden uitgevoerd om weer een realistisch beeld te krijgen. Daarbij is de ontwikkeling van de gasprijs in de toekomst van belang, want als de gasprijs met 2 cent daalt dan is het niet rendabel om met eigen biomassa te werken op Twickel. Het is wenselijk om de biomassamarkt in de gaten te houden omdat de biomassaprijs in korte tijd snel kan stijgen of dalen waardoor de rendabiliteit anders wordt.

Opnieuw in hakhoutbeheer nemen of niet

Om te bepalen of het opnieuw in hakhoutbeheer brengen zinvol is moeten de gevolgen van het niets doen en van het opnieuw hakken afgewogen worden. De gevolgen verschillen per hakhouttype en groeiplaats sterk. In het ene geval zal opnieuw hakken tot verruiging met brandnetels en braam leiden, en in andere gevallen komt de oorspronkelijke vegetatie terug. Bij het wel of niet opnieuw in hakhoutbeheer brengen moeten de volgende punten worden afgewogen:

- zijn de stobben nog vitaal genoeg om weer opnieuw uit te lopen?
- welke waarde wordt er aan het cultuurhistorische karakter van hakhoutbeheer gehecht?
- welke effecten heeft het hakhoutbeheer op de natuurwaarde?
- welk effect heeft het hakhoutbeheer op de landschappelijke- en belevingswaarde?
- wat zijn de financiële consequenties van hakhoutbeheer?

6. Discussie

Op de gebruikte inventarisatiemethode is een aantal zaken aan te merken. Dit wordt hieronder besproken. Hierbij is dezelfde volgorde aangehouden als in de bovenstaande hoofdstukken.

6.1 Methodiekdiscussie

Het inventariseren van de landschapselementen door gebruik te maken van Google Earth impliceert dat sommige elementen te ruim zijn geïnventariseerd en andere juist te krap. Voor het berekenen van het biomassapotentieel levert dat geen onverantwoorde hoeveelheden op.

Het theoretische oogstpercentage van 80 of 100% is in de meeste gevallen niet haalbaar. Dit komt doordat er gewerkt wordt met grote machines waarmee snel gewerkt kan worden maar waarmee niet iedere (kleine) tak versnipperd kan worden. Hierdoor zal de werkelijke hoeveelheid biomassa lager zijn dan wordt aangegeven met het model.

Biomassamodel

Bij de berekening van het biomassapotentieel is geen rekening gehouden met de bijgroei van het spilhout omdat dit niet gebruikt wordt om te versnipperen, op de houtwallen na.

Echter bij dunning in een jong bos kan de hele boom voor biomassa gebruikt worden. Dan is het spilhout wel van belang.

Het biomassamodel gaat uit van een gemiddelde wat betreft de bijgroei in bijvoorbeeld houtwallen. De berekening is uitgevoerd voor houtwallen die op dit moment in hakhoutbeheer zijn. Op Twickel is dit voor veel houtwallen niet het geval. Hierdoor zal bij het opnieuw in hakhoutbeheer nemen van de niet-beheerde houtwallen, bij de eerstvolgende oogst veel meer biomassa vrijkomen dan met het model is berekend (154 ton verse snippers) per kilometer houtwal.

Aannames

In dit onderzoek is gebruikgemaakt van een biomassamodel van Landschap Overijssel. De bijgroeigegevens zijn gebaseerd op gegevens uit het rapport Energie a la carté dat is opgesteld door onderzoeksinstituut Alterra (De Vries, 2008). Hiervan is aangenomen dat deze gegevens ook voor Twickel gelden. Daarnaast zijn gegevens gebruikt van Twickel op de plekken waar dit uitgezocht kon worden middels gegevens van Twickel. Voor de overige gegevens is de literatuur leidend geweest in combinatie met de kennis van de beheerders.

Dit kan tot onnauwkeurigheden geleid hebben.

6.2 Resultatendiscussie

Kwaliteit biomassa

Een goede kwaliteit biomassa is erg belangrijk om te zorgen voor een goede verbranding. In het onderzoek worden eisen genoemd waaraan biomassa moet voldoen. Het is niet strikt noodzakelijk dat de vochtpercentages precies tussen 20-35% liggen. Bij een hoger vochtpercentage zijn er meer snippers nodig om tot bepaalde energielevering te komen.

Kosten gas en hout

De gas- en houtprijs kunnen in korte tijd fluctueren waardoor de uitkomst van iedere berekening anders wordt. Dit kan gevolgen hebben voor de rendabiliteit. Daarom is bij de berekeningen gewerkt met gemiddelde cijfers om een zo reëel mogelijk beeld te krijgen.

Desondanks kunnen in korte tijd ‘grote’ verschillen in de uitkomsten van de berekeningen komen.

Niet al het gas wordt verstookt om te verwarmen. Een gedeelte wordt gebruikt om op te koken. Dit gaat om enkele procenten van het gasverbruik en heeft nauwelijks invloed op de uitkomst van de berekening of het stoken op gas of op hout goedkoper is.

De vraag naar energie is afhankelijk van de weersomstandigheden en zal hoger zijn bij een lange en koude winter en omgekeerd. Hier is geen rekening mee gehouden bij het berekenen van de op de energievraag van het kasteel. Er is gewerkt met een gemiddelde.

Bij het onderdeel voedingsstoffen wordt in verschillende bronnen gesproken over het percentage voedingsstoffen in de boom (tak-, top- en stamhout), maar er wordt niet gesproken over de hoeveelheid voedingsstoffen in de strooisellaag en in de bodem. Hierdoor lijkt het alsof er veel voedingsstoffen uit het systeem gehaald worden, maar dat is ook afhankelijk van de hoeveelheid beschikbare voedingsstoffen in het strooisel en in de bodem. Daardoor zijn de effecten van houtoogst op lange termijn niet precies te voorspellen.

Beheerdiscussie

De kosten voor het reguliere beheer zijn niet meegenomen voor kaalkap omdat het oogsten onder het reguliere beheer valt (de kosten moeten toch gemaakt worden, ongeacht of het hout voor verbranding bestemd is).

Er zijn geen duidelijke cijfers over de verkoop van biomassa aan het ‘kasteel’ bekend. Daarom is uitgegaan van een marktconforme prijs van € 25,- per ton. De marktconforme kostprijzen zijn bepaald aan de hand van prijzen waarmee Bruins & Kwast werkt.

Verklarende woordenlijst

De definities komen uit (Dikke van Dale, 2010) en van de website encyclo.nl.

- Basenverzadiging:** De verzadiging van de basen in de bodem.
- BEF:** Biomass Expansion Factor. De BEF geeft de verhouding aan tussen het spilhout en het totale volume aan hout.
- Buffercapaciteit:** De mate waarin het natuurlijke systeem in staat is invloeden van buitenaf op te vangen zonder dat dit gevolgen heeft voor de flora, fauna en de bodem.
- Bijgroei:** Bijgroei is de hoeveelheid spilhout die jaarlijks bijgroeit per element.
- Depositie:** Het neerslaan van minerale stoffen en gassen op de vaste ondergrond.
- Duurzame ontwikkeling:** is de ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van de toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen
- Ecologie:** De leer van de betrekkingen tussen dieren en planten en hun omgeving of tussen dieren en planten onderling. En in verband met de mens; een studie van en onderzoek naar de invloed van de mens op de ruimte en omgekeerd, naar de symbiotische relaties tussen mens en instituties.
- Ecologische aspecten:** De interactie van organismen en hoe deze organismen invloed hebben op de omgeving.
- FSC- richtlijnen:** Dit zijn de richtlijnen om te voldoen aan verantwoord bosbeheer en hierbij moet rekening gehouden worden met de sociale, ecologische en economische aspecten die bij bosbeheer horen.
- Gewogen gemiddelde:** Het gemiddelde waarbij rekening is gehouden met het aandeel naaldbomen in verhouding met loofbomen.
- Ecosysteem:** Een ruimtelijk systeem waarin tussen de levende (dieren en planten) en niet-levende (lucht, water en bodem) onderdelen bepaald wordt welke planten en dieren er leven en welke kringlopen op komen die met elkaar in evenwicht zijn.
- Grondwaterspiegel:** Dit is de stand van het grondwater in centimeter beneden het maaiveld. Hoe hoger het getal, hoe dieper het grondwater zich bevindt. De GHG staat voor de gemiddelde hoogste grondwaterstand in die grondwatertrap en de GLG staat voor de gemiddelde laagste grondwaterstand in die grondwatertrap (tabel 8).

Grondwaterstand (cm - mv)	Grondwatertrap						
	I	II ¹	III	IV ¹	V ¹	VI	VII ²
GHG	<20	<40	<40	>40	<40	40-80	>80
GLG	<50	50-80	80-120	80-120	>120	>120	(>160)
¹ een * achter deze Gt-codes betekent 'droger deel', d.w.z. een GHG tussen 25 en 40 cm-mv.							
² een * achter deze Gt-code betekent 'zeer droog deel', d.w.z. een GHG dieper dan 140 cm-mv.							

Tabel 8. De grondwaterstanden per grondwatertrap zoals deze vermeld staan op bijvoorbeeld bodemkaarten.

- Habitat:** Het natuurlijke leefgebied van een organisme.
- Inboeten:** Het opnieuw inplanten op plaatsen waar andere planten zijn weggefallen.
- Investeringsubsidie:** Een subsidie om het aantrekkelijker te maken om over te gaan op de aanschaf van een bio-verbrandingsinstallatie.
- Kaalkap:** Hierbij worden alle bomen gekapt en de stammen worden afgevoerd.

Kation:	Een positief geladen deeltje zoals (Ca, Mg, Fe, Al, K, N, P).
Kyoto-verdrag:	Het Kyoto-verdrag regelt de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen
Local for local	Een trend in Europa om meer producten of diensten uit de omgeving te gaan gebruiken. Hier hoort het op lokale schaal produceren en verbranden van biomassa ook bij.
Maai- zuigcombinatie:	Een tractor met die in één werkgang kan maaien en het maaisel kan opzuigen, waarna dit afgevoerd kan worden.
Microklimaat:	Het klimaat in een klein gebied.
Mycorhizza:	Schimmels in de bodem die samenwerken met de wortels van bomen en struiken en elkaar van voedingsstoffen of water voorzien.
Nutriënten:	Voedingsstoffen voor planten om te kunnen groeien.
Ondergroei:	Struiken en opslag van planten tussen en onder de bomen.
Spilhout:	Spilhout is het hout van de voet tot aan de uiterste top van de boom zonder takken (Bosschap, 2002).
Stikstofdepositie:	Dit is de hoeveelheid stikstof die jaarlijks gemiddeld terechtkomt in Nederland en komt voort uit onder andere industrie, verkeer en landbouwactiviteiten.
Tak- en tophout:	Dit zijn alle takken van een boom met daarbij het de top van de boom waarbij deze op een bepaalde diameter is afgezaagd, gemiddeld bij een diameter van 10 cm (Kuiper, 2008).
Verwerking:	Bodemmateriaal dat verandert als gevolg van invloeden van weer en klimaat.
VTA- controle:	Visual Tree Assessment is een onderdeel om aan de wettelijke zorgplicht te voldoen. Door middel van en VTA controle kunnen risico's tijdig worden ingeschat en mogelijke problemen worden voorkomen. Het onderzoek wordt door een persoon vanaf de grond gedaan door middel van visuele inspectie. De eventuele risico's worden genoteerd waarna mogelijk actie kan worden ondernomen.
Verse houtsnippers:	Dit zijn houtsnippers met een vochtpercentage van 55%.

Afkortingen van de kationen (positief geladen deeltjes, zoals Ca²⁺).

Ca	Calcium
Mg	Magnesium
Fe	IJzer
Al	Aluminium
K	Kalium
N	Stikstof
P	Fosfaat

Figurenverantwoording

Afbeelding 1. Landschapselementen op Twickel.
Niek Spoelder, met behulp van Google Earth (5-5-2012).

Afbeelding 2. Ligging van Landgoed Twickel.
Niek Spoelder, met behulp van Google Earth (5-5-2012).

Afbeelding 3. Kaalkap.
Niek Spoelder, eigen foto.

Afbeelding 4. Het afzetten van een houtwal met een mobiele kraan.
Niek Spoelder, eigen foto.

Afbeelding 5. Een hoop houtsnippers.
<http://www.houthandeljansen.nl> (24-08-2012).

Afbeelding 6. Houtversnipperaar aan het werk Het landschap rondom Delden,
Niek Spoelder, met behulp van Google Earth (5-5-2012).

Afbeelding 7. CO₂- kringloop.
<http://www.herculeshaarden.nl/Milieupagina.html>. (15-5-2012).

Afbeelding 8. Fasering van werkzaamheden.
Niek Spoelder, met behulp van Google Earth, (20-5-2012).

Figuur 1. Verhouding van de biomassa van blad of naalden, takken en de stam.
Niek Spoelder, eigen verwerking.

Figuur 2. De kostprijs per ton houtsnippers bij een bepaalde snippercapaciteit per uur.
Niek Spoelder, eigen verwerking.

Figuur 3. De productieprijs per ton verse snippers voor de elementen kaalkap en houtwallen.
Niek Spoelder, eigen verwerking.

Bijlagen

Afbeelding 8. Fasering van werkzaamheden.
Niek Spoelder, met behulp van Google Earth, 20-5-2012.

Omslag

Afbeelding. Het kasteel op Landgoed Twickel.
www.twickel.nl (bezoekt in de periode van maart tot juli 2012).

Bijlagen

Bijlage 1. Uitgangspunten per element

Bijlage 2. De fasen na het afzetten van hakhoutbossen of houtwallen

Bijlage 3. Kaartmateriaal

Bijlage 4. Hoeveelheid biomassa en kosten

Bijlage 5. Energie

Bijlage 1. Uitgangspunten per element

Element	Uitgangspunten element	Uitgangspunten beheer	Extra uitgangspunten
Solitaire boom	1. Huidige bomenbestand van 55 jaar. 2. Bijgroei per boom voor bomen in bosverband volgens Jansen et al. (1996) + 50% extra groei ten opzichte van bomen in bosverband. 3. Groeiklasse 8 (bijgroei gemiddeld 8 m ³ /ha/jr, Dirkse et al., 2007). 4. De conversiefactor is 0,5899.	1. Velling op gemiddelde leeftijd van 100 jaar.	1. 80% jaarlijks daadwerkelijk oogstbaar.
Bosje < 0,5 ha	1. 98% van alle bosjes in Nederland van < 0,5 ha is loofbos. 2. De leeftijd van deze bouselementen ligt onder de gemiddelde leeftijd van het overige Nederlandse bos. 3. Gemiddelde bijgroei van 8 m ³ /ha/jaar (Dirkse et al., 2007). 4. De conversiefactor is 0,6572.	1. 100% van de bijgroei jaarlijks oogsten.	1. 80% jaarlijks daadwerkelijk oogstbaar.
Houtwal	1. Gemiddelde breedte is 8 m, iedere km houtwal is hiermee 0,8 ha. 2. Bijgroei van 9,9 m ³ /ha/jr (op basis van de bijgroei van spilhout + takhout in bos). 3. 75% opgaande bomen, 25% struiken en hakhoutstoven. 4. De maximale breedte is 20 meter. 5. De conversiefactor is 0,46.	1. 100% van de bijgroei eens per 15 jaar oogsten.	1. 100% jaarlijks daadwerkelijk oogstbaar.
Geschoren heg	1. Gemiddeld 0,84 m ³ bijgroei per jaar per km.	1. 100% van de bijgroei jaarlijks oogsten.	1. 80% jaarlijks daadwerkelijk oogstbaar.
Bomenrij	1. Alle bomenrijen in het landelijk gebied, zowel langs verharde landelijke secundaire wegen als langs de overige bermen en waterlopen. (Clements et al., 2003) 2. Bomen in een bomenrij staan gemiddeld 10 m uit elkaar (dus 100 st/km). 3. De boomsoort is bijna uitsluitend een loofhoutsoort. 4. Bijgroei op basis van solitaire bomen, met correctie van 25% extra bijgroei t.o.v. een bosboom. 5. De conversiefactor is 0,5899	1. 100% van de bijgroei jaarlijks oogsten.	1. 80% jaarlijks daadwerkelijk oogstbaar.
Hoogstamboomgaard	1. Uitgangspunt is rapportage Houtproductie van walnoten (Oosterbaan et al., 1998): bij een leeftijd van 43 jr.: volume 54 m ³ /ha en bijgroei 1,26 m ³ /ha/jr. bij een leeftijd van 54 jr.: volume 108 m ³ /ha en bijgroei 2 m ³ /ha/jr. boomgaard met 70 bomen per ha en 12x12 meter plantafstand. 2. De conversiefactor is 0,5889.	1. Uitgangspunt is rapportage Houtproductie van walnoten (Oosterbaan et al., 1998): oogst bij een leeftijd van 43 jr.: 1,26 m ³ /ha/jr. oogst bij een leeftijd van 54 jr.: 2 m ³ /ha/jr.	1. 100% jaarlijks daadwerkelijk oogstbaar.
Erven	1. Erven van glastuinbouw en erven buiten de landbouwteeling buiten beschouwing gelaten. 2. Beplanting per boerenerv gemiddeld 100 m x 10 m, gemiddelde oppervlakte van 100 m ² . 3. Erfbeplanting met opgaande bomen, struiken en knobomen. 4. Bijgroei (net als bomenrijen en solitaire bomen) 8 m ³ /ha/jr. 5. De conversiefactor is 0,5889.	1. 100% van de bijgroei jaarlijks oogsten.	1. 100% jaarlijks daadwerkelijk oogstbaar.
Heideveldje <0,5ha	1. De bijgroei wordt uitgedrukt in gras of in heide, dit wordt niet gebruikt voor biomassa maar de bomen die ontkiemen in het heideveld. 2. Bijgroei is 0,18m ³ /ha/jr.	100% van de bijgroei jaarlijks oogsten.	80% jaarlijks daadwerkelijk oogstbaar.
Bos (dunning)	1. Gemiddeld 8,8m ³ bijgroei per jaar. 2. Er wordt gerekend met 47% vocht om te komen tot de bijgroei in ton droge stof. 3. De conversiefactor is 0,53.	1. 100% oogstbaar, maar percentage is afhankelijk van de grondsoort.	1. 80% jaarlijks daadwerkelijk oogstbaar.
Kaalkap	1. Alle bomen worden gekapt en het stamhout wordt verkocht, waarna het tak- en top hout versnipperd wordt bij en vochtpercentage van 55%.	100% van tak- en top hout oogstbaar, 75 ton per hectare (Roelofs 2012).	1. 100% wordt geoogst bij kaalkap.

Tabel 9. Biomassaberekeningsmodel.

Bijlage 2. De fasen na het afzetten van hakhoutbossen en houtwallen

Recent afgezette fase

In het eerste jaar na afzetten ontstaan uitlopers van een halve meter tot twee meter. Daarbij valt er nog veel licht op de bodem waardoor er een dichte vegetatielaag zich kan ontwikkelen met hoog opschietende planten als braam, fluitenkruid, gewone engelwortel en witbol. Vogels die hier voorkomen zijn onder andere putter, kneu, bosrietzanger en de grasmus.

Struikfase

In het tweede en derde jaar begint de beplanting iets meer in sluiting te komen. In de ruimtes tussen stobben kan de ruigtekruidenvegetatie zich handhaven. Dit jonge ontwikkelingsstadium zorgt voor een grote variatie aan insecten, spinnen en andere kleine dieren.

Dichte struikfase

In deze fase, 3-4 jaar na het hakken, beginnen de kronen zich te sluiten waardoor ruigtekruiden verdwijnen en plaats maken voor laagblijvende bloeiers, grassen en mossen.

Stakenfase

In deze fase, 5-10 jaar na het hakken, komen de kronen van de bomen steeds hoger te liggen, terwijl de mos- en kruidlaag steeds minder wordt. Hiermee neemt zowel de dichtheid van soorten als de soortenrijkdom af.

Jonge boomfase

In deze fase, meer dan 10 jaar na het hakken, ontstaat een bosstructuur met weinig tot geen ondergroei.

Stobben

In de vroegere jaren werd stelselmatig het hakhout afgezet met om de 20-50 meter een overblijvende boom. Bij uitval van stobben werd er opnieuw geplant. Dit heeft geleid tot uiteenlopende leeftijden van de stobben, en daarmee ook de gesteldheid van de stobben. Zo zijn er stobben die vitaal zijn en er zijn stobben die kwijnend, dood of rottend zijn. Ecologisch gezien is een grote spreiding in ontwikkelings- en aftakelingsstadia van stobben van grote waarde. Allerlei soorten (insecten en ongewervelden) die afhankelijk zijn van een bepaald stadium vinden zo gemakkelijker een geschikte plek.

Insecten

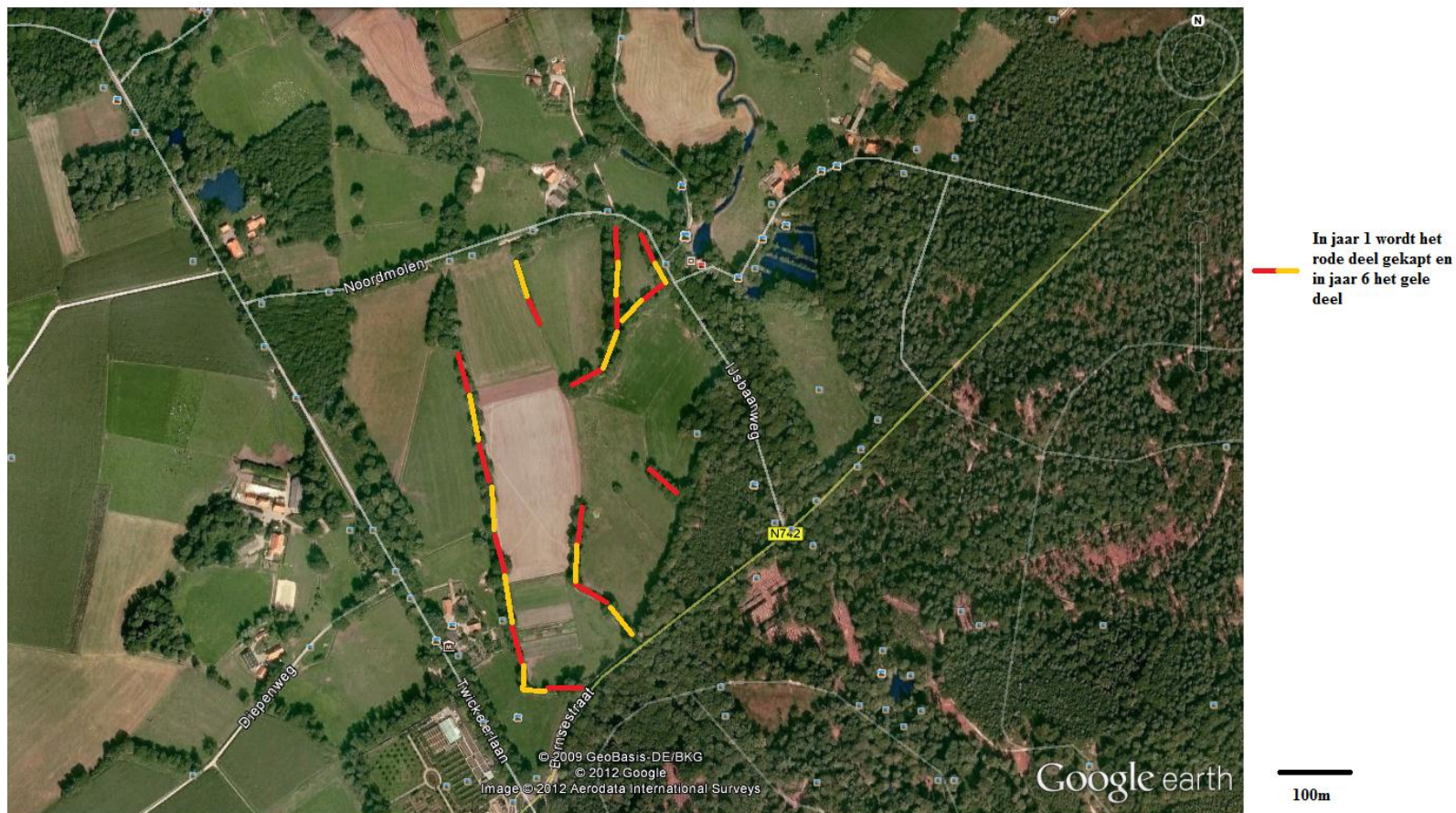
Hakhoutbossen herbergen vaak zeldzame insecten, zoals het vliegend hert. Door het geringe areaal oude loofbossen in ons land is de betekenis van hakhout voor deze insecten erg groot. Amfibieën en reptielen, zoals padden, salamanders, gladde slang, adder en ringslang vinden een geschikte vorstvrije overwinteringsplek in de vaak ingerotte hakhoutstobben.

Fauna in hakhout

Vogels die onder andere voorkomen in hakhout zijn: fitis, tjiftjaf, matkop, grauwe vliegenvanger, bosrietzanger, blauwborst, nachtegaal en diverse mezensoorten. Hakhout geeft daarnaast dekking en voedsel aan dassen, vossen, egels, konijnen, hazen, muizen en reeën.

Bijlage 3. Kaartmateriaal

Fasering van werkzaamheden



Afbeelding 8. Fasering van werkzaamheden.

Bijlage 4. Hoeveelheid biomassa en kosten

Eindkap en dunning in bos

Bij de eindkap van een hectare bos komt gemiddeld 75 ton tak- en tophout vrij. Dit is omgerekend naar tonnen droge stof 37,5 ton per hectare ($75 = 50\%$ droge stof en 50% vocht). In 2012 zal er op 15 hectare eindkap plaatsvinden. In 2012 wordt ook nog eens 3720 m^3 stamhout geoogst. Bij deze werkzaamheden komt een grote hoeveelheid biomassa vrij. Om het droge stofgehalte te bepalen zijn de conversiegetallen gebruikt zoals te zien zijn in bijlage 1.

Een mobiele kraan met knipper knipt 130 meter elzenhakhout houtwal in 1,5 uur (lengte is 130 meter en breedte is 8 meter). De uitrijder doet 1,5 uur over het uitrijden.

In één kilometer houtwal met een leeftijd van 15 jaar staat 69,3 ton droge stof elzen, de bijgroei per kilometer * de leeftijd geeft $4.62 * 15 = 69,3$ ton droge stof biomassa, ofwel 154 ton verse snippers (in tekst is dat: $\text{droge stof} * 100 / \text{percentage droge stof} = 69,3 * (100/45)$).

Voor de overige 6,7 hectaren hakhoutbos is met dezelfde formule gerekend omdat hier hetzelfde beheer (knippen van de elzen) plaats vindt. Als het beheer gefaseerd gedaan wordt, dan kan per jaar 1,625 kilometer geoogst worden. Dit levert per jaar 250,25 ton verse snippers op.

In één werkdag (8 uur) kan een mobiele kraan met knipper gemiddeld 700 meter houtwal knippen. De kosten voor de knipper aan de mobiele kraan zijn weergegeven in tabel 10. De kosten voor het knippen van een kilometer houtwal zijn in de laatste kolom weergegeven. Deze is berekend door de prijs van de machines * 1,4285 te doen (het knippen van 300 meter kost 42,85% van de tijd van het knippen van 700 meter).

Kosten voor het knippen en uitrijden van elzenhakhout per dag excl. BTW					Prijs per km
	Hoeveelheid	Prijs	Eenheid	Totaal	Totaal
Voorrijkosten/ aanvoer kosten knipper	1	€ 80,00	uur	€ 80,00	€ 80,00
Mobiele kraan met knipper (85m/uur)	8	€ 75,00	uur	€ 600,00	€ 857,10
Uitrijwagen	8	€ 65,00	uur	€ 520,00	€ 742,82
Totaal				€ 1.200,00	€ 1.679,92

Tabel 10. De kosten voor het knippen van 700 meter houtwal en de prijs per kilometer.

De kosten voor het afzetten van een kilometer houtwal zijn € 1.679,92. Per kilometer houtwal komt 154 ton verse snippers vrij. Om de kosten voor het versnipperen te berekenen zijn dezelfde kosten gerekend als voor het versnipperen van tak- en tophout van eindkappen bij 20 ton versnipperen per uur. Hierdoor komen de kosten voor het oogsten en versnipperen op ($€ 15.75 + 15.55$) = € 31,30 per ton. In figuur 3 zijn de kosten voor het produceren van een ton verse snippers voor eindkappen en voor houtwallen weergegeven. Als de snippers direct verkocht zouden worden aan de producent (Bruins & Kwast) voor € 25,- per ton, dan zou dit per kilometer € 3.850,- opleveren en is het niet rendabel om de houtwallen te oogsten.

Bijlage 5. Energie

Nuon verhoogt de gasprijs vanaf juli 2012 met bijna 8 procent. Hierdoor zal een gemiddeld huishouden € 90,- euro meer kwijt zijn voor gas. Essent en Eneco komen waarschijnlijk met soortgelijke stijgingen.

Jaarkosten gas

De tariefsverhoging geldt alleen voor contracten met variabele prijzen. Deze worden doorgaans twee keer per jaar gewijzigd: per 1 juli en 1 januari. Vorig jaar juli verhoogden Nuon, Eneco en Essent de gasprijs ook al fors, waardoor klanten op jaarbasis gemiddeld 100 euro meer kwijt waren aan gas.

De totale kosten voor het gebruik van gas zijn opgebouwd uit de volgende zaken: leveringskosten, netwerkkosten en belastingen. Naar verwachting zullen klanten met een variabele prijscontract van Eneco en Essent ongeveer hetzelfde (of nog iets meer) gaan betalen.

In tabel 11 is de prijsontwikkeling van de drie grootste energieleveranciers op basis van een variabel contract voor 1800 m³ gas weergegeven.

Jaarkosten gas	1-1-2011	1-7-2011	1-1-2012	1-7-2012
Nuon	€ 1172,-	€ 1289,-	€ 1308,-	€ 1398,-
Eneco	€ 1186,-	€ 1296,-	€ 1324,-	Niet bekend
Essent	€ 1190,-	€ 1304,-	€ 1347,-	Niet bekend

Tabel 11. ('Gas vanaf juli bijna 8 procent duurder', 2012).

In tabel 2 is de berekening voor de aanschaf en het gebruik van een houtgestookte ketel met subsidie en de aanschaf van een nieuwe gasketel te zien.

Houtgestookte ketel, met subsidie		
	Verbrandingsketel circa	€ 140.000
	Aanpassing kasteel intern	€ 87.660
	Leidingen, techniek	€ 6.000
		€ 233.660
	Subsidie	€ 44.432
	Totaal investering installatie	€ 189.228
	Ontwerp, leges, constructeur	€ 6.000
	Gebouw	€ 87.465
	Totaal investering gebouw	€ 93.465
	Totale investering	€ 276.693
	Post onvoorzien 5%	€ 4.673
	Totaal kosten	€ 281.366
	Afschrijvingstermijn installatie jr.	20
	Afschrijvingstermijn gebouw jr.	30
	Rente %	4
	Afschrijving/jr installatie	€ 9.461
	Afschrijving/jr gebouw	€ 3.116
	Rentelast	€ 5.627
	Totaal kosten	€ 18.204

Nieuwe Gasinstallatie		
	Investering nieuwe ketels	€ 75.000
	Rendementsverbetering (%)	10
	Afschrijvingstermijn (jr)	15
	Rente (%)	4
	Afschrijving per jaar	€ 5.000
	Rentelast	€ 1.500
	Gasverbruik (m3)	55.800
	Gasrekening	€ 37.944
	Onderhoudskosten (€/jr)	1000
	Jaarlijkse kosten	€ 45.444

Snippers		
	Verbruik (ton)	272
	Aanschaf biomassa (€/ton)	25
	Snipperen en transport (€/ton)	15,75
	Kosten in de bunker	€ 11.084

Overige kosten		
	Onderhoud installatie	€ 1.500
	Organisatie en bediening	€ 5.000
	Onderhoud wegen park	€ 1.000
	Totaal	€ 7.500

Gas rekening		
	Gas koken etc (m3)	13.250
	Gasrekening	€ 9.010

Overige baten		
	Vastrecht	€ 1.000
	Totaal	€ 1.000

Jaarlijkse kosten houtgestookte ketel met subsidie		
	Rente en afschrijving	€ 18.204
	Brandstof	€ 11.084
	Overige kosten	€ 7.500
	Overige baten	€ -1.000
	Gasrekening	€ 9.010
	Totaal	€ 44.798

Tabel 12. Berekening aanschaf van houtgestookte ketel en van gasketel.

Uit deze berekening (Gierveld, 2012), aangevuld met cijfers uit dit onderzoek blijkt dat het aanschaffen en stoken van een bioverbrandingsinstallatie met de hierboven genoemde voorwaarden goedkoper is dan het aanschaffen van een nieuwe gaskachel.

Bronnenlijst

Aronson, K.A., N.G.A. Ekelund, (2004), *Biological Effects of Wood Ash Application to Forest and Aquatic Ecosystems*, Journal of Environmental Quality, ASA, CSSA en SSSA.

Algemene Vereniging Inlands Hout (AVIH), (2010), Gedragscode bosbeheer, Houten.

Boosten, M., e.a. (2009), *De logistieke keten van houtige biomassa uit bos, natuur en landschap in Nederland: stand van zaken, knelpunten en kansen*, Probos, Wageningen.

Bosschap, (2002), *Richtlijnen voor het meten van inlands rondhout ten behoeve van de verkoop*, Bosschap.

Forest Research, (2009), *Guidance on site selection for brash removal*, Bristol, Forest Research.

Jansen, P., L.C. Kuiper, (2001), *Hakhout. Suggesties voor het beheer*, Wageningen, Stichting Bos en Hout.

Jong, J.J. de, (2011), *Effecten van oogst van takhout op de voedingstoestand en bijgroei van bos*, Wageningen, Alterra.

Kuiper, L., S. de Lint, (2008), *Binnenlands biomassapotentieel. Biomassa uit natuur, bos, landschap, stedelijk groen en houtketen*, Utrecht, Ecofys.

Molen, van der, (2007), *Inventarisatie bosterreinen Twickel 2006*, van der Molen, Lobith.

Raffe, J.K., J.J. de Jong, (2006), *Normenboek Natuur, Bos en Landschap, tijd- en kostennormen voor inrichting en beheer van natuurterreinen, bossen en landschapselementen*, Wageningen, Alterra.

Schrijver, R.A.M., E.B. Oosterkamp, (2011), *Het landschap, bron van energie, studie naar houtige biomassa in de Achterhoek*, Wageningen, Wetenschapswinkel.

Stichting Probos, (2011) *Kerngegevens Bos en Hout in Nederland*, april 2012.

Vries, B. de, A. de Jong, R. Rovers, F. Haccoû, (2008), *Energie à la carte. De potentie van biomassa uit het landschap voor energiewinning*, Wageningen, Alterra.

Mondeling verkregen informatie

Berendsen, W, (2012), Coördinator groen en biomassa bij agrarische natuurvereniging 't Onderholt, interview op 16-4-2012.

Berge, R, ten, (2012), Directeur Ten Berge bosbouwtechnieken B.V., interview op 20-4-2012.

Borgman, D. (2012), Adviseur biomassaketens bij Borgman Beheer Advies B.V., interview op 3-4-2012.

Roelofs, G.J. (2012), Beheerder Landgoed Twickel, gesprekken in de periode van maart tot en met mei 2012.

Gierveld, H. (2012), Adjunct rentmeester Landgoed Twickel, gesprekken in de periode van maart tot en met mei 2012.

Kamerling, A., (2012) Medewerkster Landschap Overijssel, gesprek op 13-4-2012.

KleinJan, A., (2012), Uitvoerder groenprojecten Bruins & Kwast B.V., interview op 24-4-2012.

Schutte, H.J. Senior medewerker milieu/ specialist afvalstoffen bij Provincie Overijssel, interview op 26-4-2012.

Stoltenborg, T., projectbureau Energie Duurzaam, overleg op 3-3-2012.

Informatie van websites en overige bronnen

AVIH, (2011), Biomassakaart.
www.avih.nl (bezocht op 16 mei 2012).

‘Bio-energie’.
www.Overijssel.nl (bezocht 5-3-2012).

Biomassabeschrijving.
www.projectburodelaat.nl/biomassaomschrijving (bezocht 3-6-2012)

Dikke van Dale, Boon & prof. dr. Geeraerts, (2010), Definities uit de verklarende woordenlijst (bezocht in de periode maart tot en met augustus 2012).

‘Duurzaamheid’.
www.platvormduurzaamheid.net (bezocht 4-7-2012).

Eco2all, (2010), *Energie van hout*.
http://www.eco2all.nl/184/informatie_energie_opbrengst_van_hout.kw (bezocht 26-5-2012).

‘Gas vanaf juli bijna 8 procent duurder’.
<http://www.energiewereld.nl/nieuws/gas-vanaf-juli-bijna-8-procent-duurder.aspx>
(bezocht 23-5-2012).

(Google Inc., 2012), Google Earth, Google Inc., (bezocht in de periode maart tot en met mei 2012).

CO₂- kringloop.
<http://www.herculeshaarden.nl/Milieupagina.html> (bezocht 15-5-2012).

Landgoed Twickel.
Twickel.nl (bezocht tussen februari en juli 2012).

LNV, het produceren van biomassa.
HetInvloket.nl (bezocht 5-5-2012).

‘Vermestende depositie, 1981-2010’.
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl (bezocht 20-5-2012).