

Businessplan: Bereitstellungskonzept für Energieholz zur Mobilisierung ungenutzter Ressourcen aus den heimischen Wäldern

14.01.2015, Güssing

PREPARED BY

Christian Doczekal	GET	c.doczekal@get.ac.at
Philipp Novakovits	GET	p.novakovits@get.ac.at
Richard Zweiler	GET	r.zweiler@get.ac.at
Blaž Sunko	Skupina FABRIKA d.o.o.	blaz@skupina-fabrika.com
Rok Sunko	Skupina FABRIKA d.o.o.	rok@skupina-fabrika.com

Bereitstellungskonzept für Energieholz zur Mobilisierung
ungenutzter Ressourcen aus den heimischen Wäldern

Motivation und Idee

Der regionale Energieholz-Markt ist für gewerbliche Abnehmer mit geringen Anlagenleistungen (z.B. Fernwärme-Betreiber) aktuell von unbefriedigenden Rahmenbedingungen geprägt. Der Markt für Energieholzsortimente ist hier erst in Entwicklung, was sich einerseits durch ein hohes Maß an Intransparenz und informellen Abläufen abzeichnet und andererseits hemmend auf die Bereitschaft der Waldbesitzer wirkt, Energieholzsortimente auf den Markt zu bringen. Hohen theoretischen Energieholzpotentialen in der Region stehen derzeit nur geringe, tatsächlich auf den Markt gebrachte Energieholzmengen gegenüber. Den Hauptgrund für diese Unterentwicklung des Energieholzmarktes in unserer Region sehen die Autoren der Studie *Waldbiomasseversorgung-SÜDOST* in der „unkoordinierten Vorgangsweise der Akteure entlang der Wertschöpfungskette vom Wald bis zum Energieholzverbraucher“ (Karisch-Gierer, et al., 2006). Dieser Mangel an koordinierten Versorgungsstrukturen und zentralen Ansprechpartnern für die Absatz- und Beschaffungslogistik erschwert eine ökonomisch sinnvolle Brennstofflogistik. Dabei weisen die Wälder in der Grenzregion Südburgenland-Pomurje durch einen hohen Anteil an Ausschlagwald im Vergleich zu Wäldern mit überwiegender Hochwaldnutzung ein enormes Potential für Energieholz auf, da erstens das Holz nur beschränkt für die Papier- und Zellstoff- bzw. Möbelindustrie geeignet ist und zweitens auch der Anteil am Schlagabraum höher liegt. Die geringe Qualität in den heimischen Wäldern im Vergleich zu Holz aus Hochwaldbewirtschaftungen hat auch zur Folge, dass bei einem Holzverkauf für die Waldbesitzer in der Region nur geringe Preise erzielt werden können. Dieser fehlende ökonomische Anreiz gepaart mit den demographischen und sozialen Strukturen dieser ländlichen Region (Überalterung, hoher Anteil an Pendlern) hat negative Auswirkungen auf die heimische Waldgesundheit, da erhebliche Durchforstungsrückstände sowie ein unzureichender Schutz vor Schädlingsbefall zu verzeichnen sind.

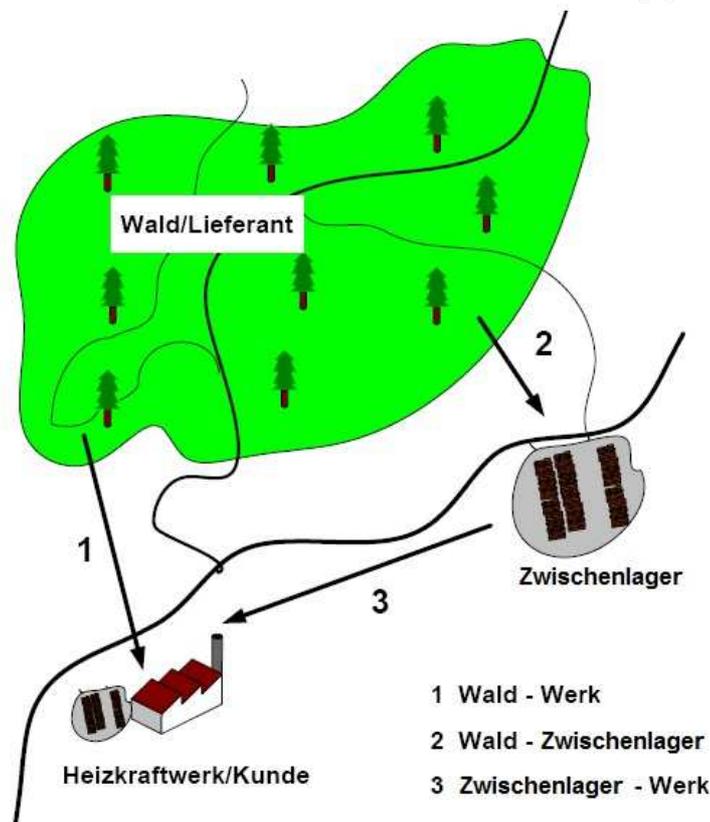
Aus diesen Gründen wurde ein Konzept für eine verbesserte Brennstofflogistik in der Grenzregion erarbeitet um einen ökonomischen Anreiz für die Waldbesitzer zu schaffen, die forstliche Biomasse als Energieholz zu verkaufen und so eine Mobilisierung der ungenutzten forstlichen Ressourcen zu erreichen. Neben dem ökonomischen Anreiz soll hier auch durch die Benutzerfreundlichkeit des Konzepts die Bereitschaft der Waldbesitzer zur Holzmobilisierung gesteigert werden, einerseits durch eine Reduzierung des Aufwands für die Waldbesitzer auf ein Minimum und andererseits durch ein transparentes und faires Abrechnungssystem. Die geplanten Maßnahmen sind aber nicht auf eine

alleinige Durchführung in der Grenzregion beschränkt, eine Übertragbarkeit auf andere Regionen ist unter Beachtung der gegebenen Rahmenbedingungen durchaus möglich.

Mit diesem Konzept sollen folgende Ziele adressiert werden:

- Entwicklung des regionalen Energieholzmarktes
- Transparente Absatz- und Beschaffungsstrukturen für Energieholz
- Zentrale Ansprechpartner für die Beschaffungslogistik
- Ökonomischer Anreiz für die Waldbesitzer um Durchforstungsrückstände aufzuarbeiten
- Mobilisierung von ungenutzten Energieholzressourcen aus Kleinwaldbesitz
- Ausgleich von jahreszeitlichen Schwankungen von Angebot und Nachfrage
- Vermeidung negativer forsthygienischer Effekte durch Lagerung außerhalb des Waldes
- Regionale Wertschöpfung

Der zentrale Aspekt dieses Logistikkonzeptes ist die Einrichtung von Zwischenlagern für Energieholz an mehreren Stellen in der Grenzregion. Dort soll Waldbesitzern die Möglichkeit geboten werden Holz aus ihren Wäldern anzuliefern und zu verkaufen. Dieses Holz soll dort getrocknet, zwischengelagert und gehackt werden worauf es bei Bedarf von Betreibern regionaler Biomasseheiz(kraft)werke bezogen werden kann. Dieses Modell wird in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt. Der Bereitstellungsweg 1 (Wald-Werk) weist für beide Parteien aus logistischer Sicht unbefriedigende Rahmenbedingungen auf, da Angebot und Nachfrage oft auseinander liegen und die Heizwerke in der Regel nur über beschränkte Lagerflächen verfügen. Über die Installation eines Zwischenlagers können diese Schwankungen ausgeglichen werden.



*Schematische Darstellung der Bereitstellungsketten Wald-Heiz(kraft)werk
 (verändert nach Kühmaier, Kanzian, Holzleitner, & Stampfer, 2007)*

In Güttenbach im Bezirk Güssing wurde von den Betreibern der Fernwärme dieses Konzept als Demoprojekt bereits versuchsweise eingeführt. Etwas außerhalb der Ortschaft wurde hier auf knapp 5.300 m² ein Lagerplatz eingerichtet, wo Energieholzlieferanten ihre Sortimente hinbringen und getrennt lagern. Nach einer gewissen Trocknungsperiode wird von der Fernwärme Güttenbach ein mobiler Hacker angemietet, der die Sortimente hackt, welche dann nach Lieferant getrennt zum Heizwerk befördert werden. Die Verwiegung der Fracht erfolgt auf der Brückenwaage eines Agrarhändlers, der sich gleich neben dem Lagerplatz befindet. Die Abrechnung erfolgt nach gelieferter Rohstoffgruppe (siehe unten), Gewicht und Wassergehalt. Da diese Möglichkeit seitens der Waldbesitzer gut aufgenommen wird und die Fernwärme positive Erfahrungen mit diesem Demoprojekt gemacht hat, wird angedacht den bestehenden Standort zu erweitern um mittel- bis langfristig ein überörtliches Zwischenlager für Energieholz zu schaffen mit einem potentiellen Einzugsgebiet innerhalb eines 10-km-Radius. Bei einer entsprechenden Entwicklung der angelieferten Energieholzmengen könnte sich daraus ein Umschlagplatz entwickeln, wo die regionalen Biomasse-Heiz(kraft)werke heimisches Hackgut beziehen können. Aktuell werden auf dem bestehenden Lagerplatz etwa 600 bis 900 Tonnen Energieholz umgeschlagen. Die Fernwärme Güttenbach benötigt pro Jahr ca. 3.000 Tonnen Hackgut, es werden derzeit also 20% bis maximal 30% des jährlichen Brennstoffbedarfs von lokalen Waldbesitzern über den Lagerplatz bezogen. Die jährlich produzierte Energiemenge beträgt ca. 7.000 MWh (Daten von April 2012-März 2013), die verkaufte Energiemenge liegt bei ca. 5.200 MWh. Der jährliche Aufwand für Brennstoffe beläuft sich auf etwa € 180.000. Die Kosten für eine MWh produzierte Energie betragen somit etwa € 25,70.

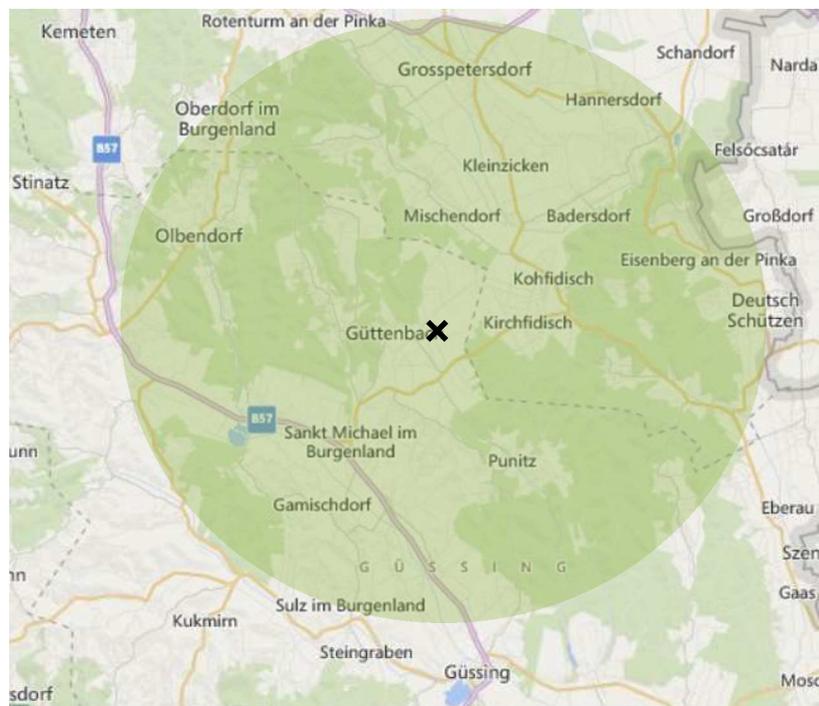


Aktueller Lagerplatz außerhalb von Güttenbach



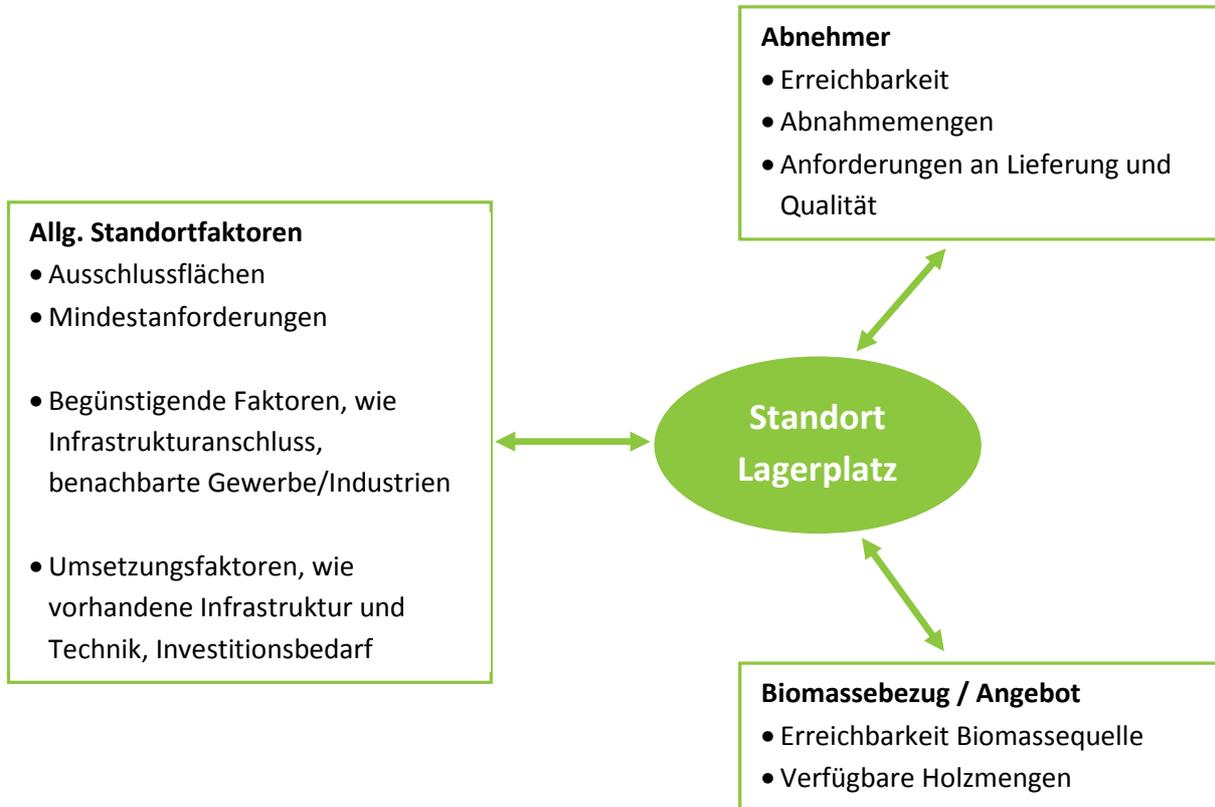
Lagerplatz mit Brückenwaage bei nahegelegendem Agrarhändler

Um das Konzept auf die gesamte Grenzregion Südburgenland-Pomurje ausweiten zu können ist bei positiver Entwicklung am Versuchsstandort auch die Errichtung anderer Standorte möglich um ein möglichst großes Einzugsgebiet auf Beschaffungsseite zu erhalten. Dabei muss bei den Standortentscheidungen sowohl auf eine sinnvolle Struktur für die Beschaffungsseite (d.h. die Energieholzlieferanten) als auch auf eine etwaig notwendige Infrastruktur geachtet werden (z.B. Wiegeeinrichtungen in der Nähe).



Standort des Lagerplatzes mit einem Einzugsgebiet innerhalb eines 10 km-Radius

Bei dem Prozess der Standortfindung für Lagerplätze spielen verschiedene Faktoren eine Rolle, die bei der Bewertung der einzelnen Plätze berücksichtigt werden müssen, wie in folgender Abbildung dargestellt wird:



*Faktoren der Standortbewertung für Energieholz-Lagerplätze
 (verändert nach Schultze, Siegemund, & Hahs, 2012)*

Bei der Standortbewertung kann dabei im Vorfeld das Geoinformationssystem (GIS) ein wertvolles Werkzeug darstellen. Die Faktoren „Abnehmer“ und „Biomassebezug/Angebot“ können über eine GIS-Analyse bestimmt werden, ebenso wie bestimmte allgemeine Standortfaktoren (Ausschlussflächen, Mindestanforderungen). Die Untersuchung begünstigender Faktoren (z.B. Infrastrukturanschluss) kann zusätzlicher Erhebungen bei amtl. Behörden bedürfen. Die Bewertung von Umsetzungsfaktoren kann nur durch eine Vor-Ort-Analyse erfolgen (Schultze, Siegemund, & Hahs, 2012).

Mögliche Ausführung

Die Abnahme des angelieferten Energieholzes erfolgt laut ÖNORM C 4005. Die Unterteilung der Biomasse findet auf Basis der dort beschriebenen Rohstoffgruppen für Holzhackgut statt:

- C1:** Blochholz, Faserholz, Schleifholz
- C2:** gemischte Ware bestehend aus Laub- und Nadelholz, grobe Äste sowie teilweise Bloche
- C3:** Nadelholzäste und –kronen, Strauchschnitt, Obstbaumschnitt
- C4:** Stümpfe, Wurzeln und Rinde

Es erfolgt keine Annahme von Biomasse aus der Rohstoffgruppe C4. Die gelieferte Biomasse muss außerdem naturbelassen und unbelastet, d.h. frei von Fremtteilen wie Steinen, Erde, Metallen, Kunststoffen, Farben, Spritz- und Lösungsmittel usw. sein.



Rohstoffgruppen für Holzhackgut lt. ÖNORM C 4005 (Steiner, s.a.)

Diesen Rohstoffgruppen werden in der ÖNORM C 4005 typische Werte für Feingutanteil, Asche- und Stickstoffgehalt zugeschrieben, welche in folgender Tabelle dargestellt werden (ÖNORM C 4005:2013-02, 2013):

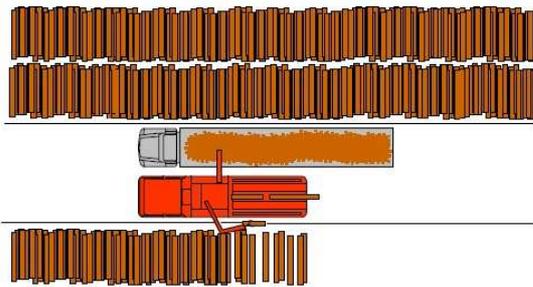
Eigenschaft	C1	C2	C3
Feingutanteil, F	F15	F15	F25
Aschegehalt, A	A2.0	A3.0	A5.0
Stickstoff, N	N0.3	N0.5	N1.0
Chlor, Cl	Cl0.02	Cl0.03	Cl0.07

Für die Abnahme und die Abrechnung der angelieferten Biomasse gibt es dabei zwei vorstellbare Varianten, die im Folgenden erläutert werden, beim Demoprojekt in Güttenbach wird aktuell gemäß der ersten Variante (verzögerte Abrechnung) gearbeitet:

Verzögerte Abrechnung mit den Lieferanten	Sofortige Abrechnung mit den Lieferanten
<p>Die Anlieferung des Energieholzes erfolgt durch die Waldbesitzer. Die einzelnen Fraktionen der verschiedenen Lieferanten werden am Lagerplatz getrennt zwischengelagert und über einen Zeitraum von mehreren Monaten getrocknet. Nach einer gewissen Trocknungsperiode bzw. bei Bedarf der Biomasseheizwerke wird ein mobiler Hacker angemietet, der die einzelnen Fraktionen hackt, welche anschließend separat verwogen und zum Heizwerk transportiert werden. Dort erfolgt die Bestimmung des Wassergehalts und die Übergabe an das Heizwerk. Die Abrechnung mit den jeweiligen Lieferanten erfolgt auf Basis der gelieferten Rohstoffgruppe, des Gewichts und des Wassergehalts.</p>	<p>Die Anlieferung des Energieholzes erfolgt durch die Waldbesitzer. Bei der Anlieferung wird die Rohstoffgruppe des gelieferten Rohmaterials festgestellt, das Material wird verwogen und der Wassergehalt wird bestimmt. Darauf erfolgt die sofortige Abrechnung mit dem Lieferanten nach diesen Kriterien (Rohstoffgruppe, Gewicht, Wassergehalt). Naturgemäß kann bei dieser Variante aus der Sicht der Lieferanten durch die Trocknung vor der Anlieferung ein besserer Preis erzielt werden. Das Holz wird anschließend für eine bestimmte Zeit zwischengelagert, gehackt und getrocknet. Die Biomasse wird am Lagerplatz in drei Fraktionen zusammengefasst – Rohstoffgruppe C1, C2, C3. Nach einer gewissen Trocknungsperiode bzw. bei Bedarf der Biomasseheizwerke wird das Material an die Heizwerke geliefert, wo es gewogen und der Wassergehalt bestimmt wird, worauf die Abrechnung mit dem jeweiligen Heizwerk erfolgen kann.</p>

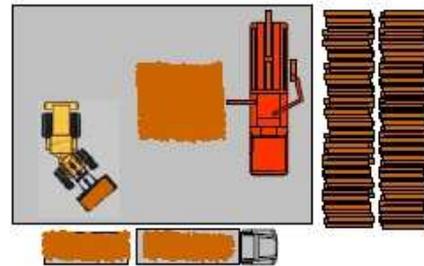
Die Größe des Lagerplatzes hat sich nach den zu erwartenden Rohstoffmengen einerseits und nach der Lagerlogistik andererseits zu richten. Erfolgt nämlich eine sofortige Abrechnung mit den Lieferanten, kann das Material umgehend gehackt werden. Anschließend genügt die separate Lagerung in drei Fraktionen (C1, C2, C3). Erfolgt eine verzögerte Abrechnung mit den Waldbesitzern, muss ein höherer Platzbedarf berücksichtigt werden, da hier die Fraktionen nach Lieferant getrennt gelagert werden. Beim Demoprojekt in Güttenbach wird auf verzögerter Basis abgerechnet, hier werden etwa 600-900 Tonnen Energieholz pro Jahr umgeschlagen, der spezifische Platzbedarf liegt hier bei einer hohen Auslastung bei ca. 5-6 m²/t.

Bei der Einrichtung eines Lagerplatzes muss auch auf gewisse Anforderungen an die Infrastruktur geachtet werden, da es für die Gestaltung der Lagerlogistik verschiedene Möglichkeiten gibt. Diese sind u.a. auch von den eingesetzten Maschinen abhängig, so gibt es beispielsweise mobile Hacker, die auf einem LKW aufgebaut sind, andere werden an einen Traktor angehängt oder es kommen Hacker mit integriertem Transportcontainer zum Einsatz. Auch besteht die Möglichkeit beim Hacken das Hackgut direkt auf einen LKW zu laden oder es am Lagerplatz zwischenzulagern.



Lagerplatz ohne Hackgutlagerung

(verändert nach Kühmaier, Kanzian, Holzleitner, & Stampfer, 2007)



Lagerplatz mit Hackgutlagerung im Freien

In jedem Fall sollten die Wege am Lagerplatz breit genug sein, sodass zwei LKW nebeneinander Platz haben (wie in der linken Abbildung dargestellt). Ebenso wäre die Befestigung der Wege mit Schotter optimal, damit das Lager auch bei regennassen Bedingungen zugänglich bleibt.

Ein zusätzlicher positiver Aspekt eines Zwischenlagers, der hier erwähnt werden kann und für die Akzeptanz in der Bevölkerung nicht unerheblich ist, ist die Vermeidung von Lärmemissionen am Standort des Heizwerks. Durch das Hacken an einem zentralen Lagerplatz außerhalb der Ortschaft kann hier eine Reduktion der Lärmbelastigung durch die Biomasse-Heizwerke erreicht werden, welche oftmals in Wohngebieten stationiert sind.

Die konkrete Preissetzung für die Lieferanten von Energieholz muss sich dabei an den aktuellen Holzmarktpreisen orientieren. In Güttenbach erfolgt die Abrechnung derzeit nach lufttrockener Holzmasse (lutro; d.h. Holzmasse inkl. Wassergehalt), dabei gibt es bei der Preissetzung Abstufungen für steigende Wassergehalte. Die Preissetzung in diesem Business Plan erfolgte in Anlehnung an die aktuellen Preise in Güttenbach.

Rohstoffgruppe	€/t lutro
C1	77,50
C2	69,50
C3	61,50

Abschläge in €/t lutro	
Wassergehalt (%)	Abschlag
<20	-
20-25	1,50
25-30	3,00
30-35	6,00
>35	9,00

Diese Preisgestaltung erlaubt eine wirtschaftliche Betriebsweise des Biomasse-Logistikzentrums einerseits und bietet auf der anderen Seite auch attraktive Preise für Waldbesitzer. Diese können nach eigenem Ermessen entscheiden ob sie selbst in der Lage sind die Schlägerungs- und Rückarbeiten durchzuführen oder ob diese Arbeiten übergeben werden sollen. Der Maschinenring bietet beispielsweise forstwirtschaftliche Dienstleistungen an, die aktuellen Preise für das Südburgenland belaufen sich auf etwa € 20/h (netto) für Schlägerungsarbeiten und ca. € 60-65/h (netto, Maschine + Personal) für Arbeiten mit dem Rückewagen. Die spezifische Produktivität der motormanuellen Holzernte ist dabei schwer abzuschätzen und hängt von einer Reihe von Faktoren ab, u.a. Erschließung des Waldstückes, Anteil Nadelholz/Laubholz, Geländeneigung,

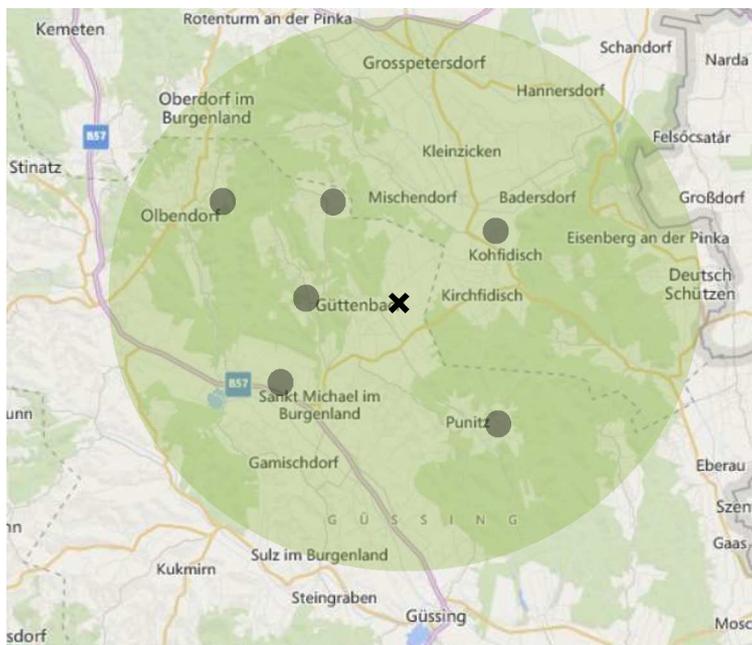
durchschnittlicher Stammdurchmesser, usw. Das Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik hat Zeitbedarfstafeln erstellt, anhand derer man für spezifische Stammdurchmesser, Baumarten, Blochlängen, usw. detaillierte Richtwerte finden kann. Die Werte haben dabei eine hohe Spannweite, für Schlägerungsarbeiten reichen sie beispielsweise von 0,4 bis 5,9 Festmeter/h (Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V., s.a.). Die Produktivität von Rücke- und Transportarbeiten ist noch schwerer abzuschätzen, da neben dem Anteil an krummem Holz vor allem zurückzulegende Distanzen eine große Rolle spielen – Feinerschließung im Wald, Vorrücken auf Forststraße und Transport zum Biomasse-Lager. Im Internet sind eine Reihe von frei verfügbaren Kalkulationsprogrammen zugänglich (z.B. Holzernteproduktivitätsmodell von WSL), wo man für verschiedene Szenarien und Transportdistanzen die Produktivität und Kosten von Rücke- und Transportarbeiten relativ genau vorhersagen kann (Erni, et al., 2003).

Der Vorteil bei diesem Logistik-Konzept ist die einfache Möglichkeit zur Bewirtschaftung für die Waldbesitzer, da das Holz nur minimal aufbereitet bzw. zerkleinert werden muss. Aufwendige Schneide- und Spalttätigkeiten entfallen, da das Material als Rundholz zum Lagerplatz verbracht werden kann, was die Forstarbeit auf ein Minimum reduziert.

Optionale zusätzliche Möglichkeiten zur Ausschöpfung des Bereitstellungspotentials

Eine größere Ausschöpfung des Biomasseaufkommens wäre vermutlich zusätzlich möglich durch die Anschaffung von Infrastruktur für die Waldbesitzer - z.B. wäre der Kauf eines Rückewagens seitens der Betreiber des Lagerplatzes möglich und die Vermietung an die Waldbesitzer. Hier sind jedoch einige Aspekte betreffend Arbeitssicherheit zu beachten, da die Bedienung dieser Geräte einige Erfahrung in der Waldbewirtschaftung erfordert. Ebenso denkbar wäre bei der Anschaffung eines Rückewagens die Etablierung eines zusätzlichen Holsystems, d.h. die Abholung des geschlägerten Materials durch die Betreiber des Lagerplatzes. Diese Dienstleistungen müssen bei der Preissetzung entsprechend berücksichtigt werden.

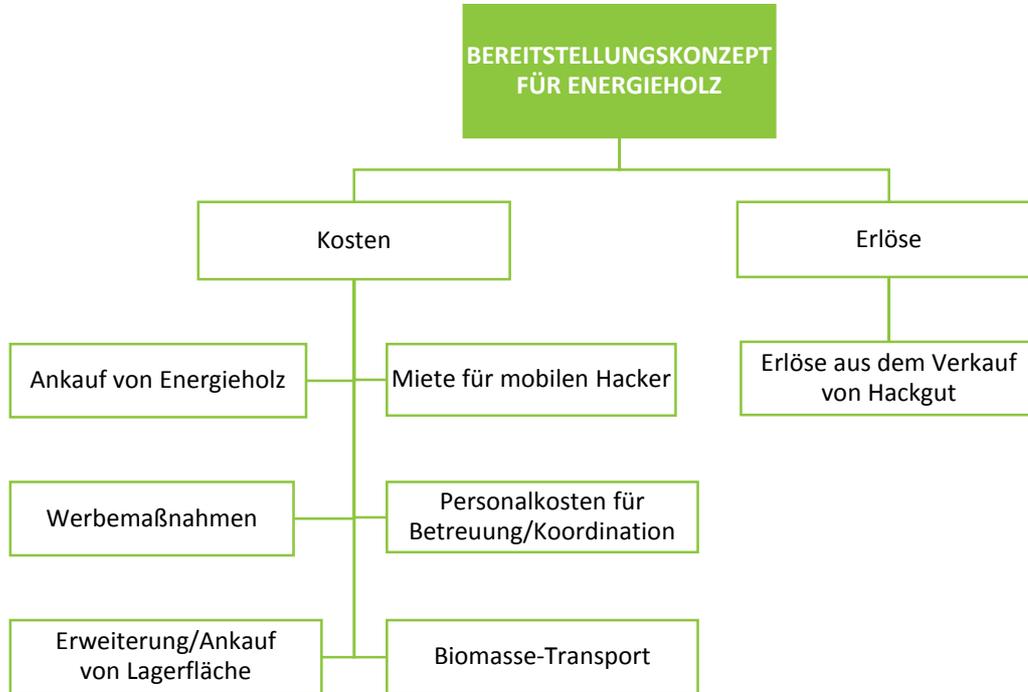
Es ist anzunehmen, dass zumindest in den ersten Jahren das unterstellte Einzugsgebiet in einem Umkreis von 10 km nicht „angesprochen“ werden kann, die Mobilisierung wird zunächst in der näheren Umgebung des Lagerplatzes erfolgen, eine Erweiterung des Einzugsgebietes wird vermutlich erst im Laufe der Jahre möglich sein. Aus diesem Grund wurde die Errichtung von zusätzlichen dezentralen Lagerstellen in den umliegenden Gemeinden im Einzugsgebiet angedacht, wo die ortsansässigen Waldbesitzer in einem ersten Schritt ihr Energieholz lagern können. Dort kann es anschließend von den Betreibern des zentralen Lagerplatzes geholt werden. Dieser Zwischenschritt von dezentralen lokalen Lagerstellen kann dazu beitragen bei den Waldbesitzern vorhandene Vorbehalte abzubauen, Vertrauen zu generieren und durch geringe Transportwege die Bereitschaft zur Mobilisierung zusätzlich zu erhöhen. Auch hier müssen die zusätzlichen Kosten (Transport, Lagerstellen) bei der Preissetzung berücksichtigt werden. Das Konzept der dezentralen Lagerstellen wird in folgender Abbildung dargestellt.



Dezentrale Lagerstellen im Einzugsgebiet des zentralen Lagerplatzes

Ökonomische Betrachtung – Business Plan

Dieses Konzept weist – je nach spezifischer Ausführung – folgende finanzielle Aspekte auf, die es bei der Planung zu berücksichtigen gilt.



Erwartete Mengen

Die Entwicklung des Energieholzaufkommens ist schwierig abzuschätzen und von vielen Faktoren abhängig, u.a. von der Benutzerfreundlichkeit des Konzepts, der Werbemaßnahmen, der Preisentwicklung am Holzmarkt, eventuellen Kalamitäten (Windbruch, Schädlingsbefall), usw. Für die Kostenschätzung dieses Projekts wurden 15 Perioden betrachtet. Die prognostizierte Menge in der Periode 1 stellt die untere Grenze des aktuellen Aufkommens am Lagerplatz Güttenbach dar. Die dargestellte Menge in der Periode 15 stellt den jährlichen Brennstoffbedarf der Fernwärme Güttenbach dar. Es wird hier also versucht einen Business-Plan für die Ausweitung des bestehenden Zwischenlagers in Güttenbach darzustellen, der den Brennstoffbedarf der Fernwärme zu 100 % decken kann. Alle Mengen sind auf lutro-Basis (d.h. inkl. Wassergehalt).

Rohstoffgruppe	Erwartete Mengen (t) pro Periode							
	1	2	3	4	5	6	7	8
C1	350	392	439	492	551	617	691	774
C2	200	224	251	281	315	352	395	442
C3	50	56	63	70	79	88	99	111
Σ	600	672	753	843	944	1.057	1.184	1.326

Rohstoffgruppe	Erwartete Mengen (t) pro Periode						
	9	10	11	12	13	14	15
C1	867	971	1087	1217	1364	1527	1710
C2	495	555	621	696	779	873	977
C3	124	139	155	174	195	218	244
Σ	1.486	1.664	1.864	2.087	2.338	2.618	2.932

Erweiterung/Ankauf von Lagerfläche

Zurzeit steht für die Lagerung von Energieholz in Güttenbach eine Fläche von knapp 5.300 m² zur Verfügung, die jedoch noch nicht zu 100 % genutzt wird. Die anschließenden Grundstücke sind ausschließlich Grünland, es besteht die Möglichkeit angrenzende Flächen zu pachten bzw. zu kaufen, um die bestehende Fläche zu vergrößern. Hier wurde von einem Zukauf einer Fläche von etwa 10.000 m² ausgegangen. Bei einem aktuellen Preis von ca. € 2/m² ergibt das Investitionskosten von € 20.000. Außerdem wurden für eine Befestigung bzw. Schotterung der Fahrwege am Lagerplatz € 5.000 veranschlagt. Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde mit einer durchschnittlichen Lagerdauer von 90 Tagen gerechnet. Um die laufenden Kosten bis zu den ersten Zahlungseingängen abdecken zu können, wurde zusätzlich ein Startkapital von € 3.750 veranschlagt.

Biomasse-Transport

Der Transportaufwand vom aktuellen Lagerplatz in Güttenbach bis zum örtlichen Heizwerk beträgt aktuell € 3,50/Tonne bei einer Transportdistanz von ca. 1,8 km (= € 1,94/t*km). Dieser Faktor wurde für die Berechnung der Transportkosten angesetzt – bei Verbringung des fertigen Hackgutes zu anderen Biomasse-Heiz(kraft)werken müssen eventuell höhere Transportkosten berücksichtigt werden.

	Erwartete Kosten (€) pro Periode							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Transport	2.100	2.352	2.634	2.950	3.304	3.701	4.145	4.642

	Erwartete Kosten (€) pro Periode							
	9	10	11	12	13	14	15	
Transport	5.200	5.823	6.522	7.305	8.182	9.163	10.263	

Miete für mobilen Hacker

Das Hacken des Rohmaterials wird in Güttenbach in Auftrag gegeben, dafür werden aktuell € 9,90/Tonne (brutto, Maschine + Personal) verrechnet, dieser Wert wurde auch für diese Berechnungen herangezogen.

	Erwartete Kosten (€) pro Periode							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Hacken	5.940	6.653	7.451	8.345	9.347	10.468	11.725	13.131

	Erwartete Kosten (€) pro Periode							
	9	10	11	12	13	14	15	
Hacken	14.707	16.472	18.449	20.663	23.142	25.919	29.029	

Ankauf von Energieholz

Die Abrechnung erfolgt bei diesem Konzept in der jeweiligen Rohstoffgruppe nach Gewicht der lufttrockenen Holzmasse mit Rinde und Wassergehalt. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Abrechnung mit den Lieferanten auf verzögerter Basis erfolgt (siehe oben). Die Preise für die Lieferanten von Energieholz werden dabei wie folgt angesetzt:

Rohstoffgruppe	€/t lutro
C1	77,50
C2	69,50
C3	61,50

Abschläge in €/t lutro	
Wassergehalt (%)	Abschlag
<20	-
20-25	1,50
25-30	3,00
30-35	6,00
>35	9,00

Für die hier dargestellte Kostenschätzung wurde unterstellt, dass durch die Zwischenlagerung und Freilufttrocknung der Wassergehalt der Biomasse auf unter 30 % gesenkt werden kann (Abschlag von € 3/t lutro). Außerdem wird hier ein stabiler Holzpreis unterstellt, d.h. zukünftige Entwicklungen am Holzmarkt werden nicht berücksichtigt.

	Erwartete Kosten (€) pro Periode							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Energieholz-Ankauf	42.300	47.376	53.061	59.428	66.560	74.547	83.493	93.512

	Erwartete Kosten (€) pro Periode							
	9	10	11	12	13	14	15	
Energieholz-Ankauf	104.733	117.301	131.377	147.143	164.800	184.576	206.725	

Personalkosten für Betreuung/Koordination und Werbemaßnahmen

Es wurden Personalkosten für die Betreuung bzw. Koordination des Zwischenlagers von € 3.000 jährlich angenommen. Es ist vorstellbar, dass das Personal vom Betreiber der Fernwärme gestellt wird und dort in einem Dienstverhältnis steht. Aktuell wird der bestehende Lagerplatz vom Fernwärme-Betreiber betreut. Der Betreuungsaufwand war laut dessen Angaben vor allem bei der Einführung des Konzepts zu spüren, aber im Laufe der Jahre lieferten und lagerten die Waldbesitzer ihr Holz zunehmend selbständig. Aus diesem Grund wurde von diesen relativ niedrigen Personalkosten ausgegangen. Ausgaben für Werbemaßnahmen (Infoveranstaltungen, Plakatierungen, Postwurfsendungen, usw.) wurden in den ersten 4 Jahren berücksichtigt.

	Erwartete Kosten (€) pro Periode							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Personal	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Werbung	1.500	1.500	1.500	1.500	-	-	-	-

	Erwartete Kosten (€) pro Periode						
	9	10	11	12	13	14	15
Personal	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Werbung	-	-	-	-	-	-	-

Erlöse aus dem Verkauf von Hackgut

Die Abrechnung erfolgt auch hier nach der jeweiligen Rohstoffgruppe, dem Gewicht der lufttrockenen Holzmasse und dem Wassergehalt. Da der Verkauf von Hackgut bei diesem Schema zum selben Zeitpunkt wie die Abrechnung mit den Lieferanten erfolgt, besteht hier kein Unterschied bei den für die Preisermittlung angesetzten Wassergehalten. Somit werden für die Kalkulation ebenfalls Abschläge von € 3/t lutro berücksichtigt.

Rohstoffgruppe	€/t lutro
C1	99,50
C2	89,50
C3	79,50

Abschläge in €/t lutro	
Wassergehalt (%)	Abschlag
<20	-
20-25	1,50
25-30	3,00
30-35	6,00
>35	9,00

Die Aufschläge auf die Preise für die Energieholz-Lieferanten belaufen sich auf etwa 30 % und beinhalten die Kosten für den Transport und das Hacken des Rohmaterials. Auch hier wurden konstante Preise unterstellt, eine Anpassung an die schwankenden Preise des Energieholzmarktes hat periodisch zu erfolgen.

	Erwartete Erlöse (€) pro Periode							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Erlös Hackgut-Verkauf	54.900	61.488	68.867	77.131	86.386	96.753	108.363	121.366

	Erwartete Erlöse (€) pro Periode						
	9	10	11	12	13	14	15
Erlös Hackgut-Verkauf	135.930	152.242	170.511	190.972	213.889	239.556	268.302

Wirtschaftlicher Erfolg

Anhand der soeben dargestellten Parameter wurden von Skupina FABRIKA d.o.o. mehrere Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit des Projekts ausgearbeitet. Es wurde eine Gewinn- und Verlust-Rechnung, eine Cashflow-Rechnung, eine Amortisationsrechnung und eine dynamische Investitionsrechnung durchgeführt. Eine Sensitivitätsanalyse zeigt auch den wirtschaftlichen Outcome bei einer Variation der Kosten- und Erlösfaktoren (z.B. Verkaufspreise). Es wurde mit einem Kalkulationszinssatz von 7 % gerechnet, welcher der aktuell verwendeten Kalkulationsbasis für öffentliche und EU-Projekte entspricht.

GuV-Rechnung

	Gewinn oder Verlust (€) pro Periode							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Gewinn/Verlust	-1.725	-47	411	910	2.594	3.220	3.922	4.707

	Gewinn oder Verlust (€) pro Periode							
	9	10	11	12	13	14	15	
Gewinn/Verlust	5.587	6.573	8.051	9.287	10.672	12.223	13.959	

Cashflow-Rechnung (bzw. Kapitalflussrechnung)

Während die klassische GuV-Rechnung Aufwendungen und Erträge gegenüberstellt, analysiert die Cashflow-Rechnung Ein- und Auszahlungen sowie Zahlungsströme innerhalb des Unternehmens und zeigt Veränderungen in den liquiden Mitteln im Verlauf der Abrechnungsperioden.

	Cashflow (€) pro Periode							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Netto-Cashflow	998	-407	580	1.039	2.309	3.255	3.901	4.624
Liquide Mittel/ Barwert, Jahresanfang	0	998	590	1.170	2.209	4.518	7.774	11.675
Liquide Mittel/ Barwert, Jahresende	998	590	1.170	2.209	4.518	7.774	11.675	16.299

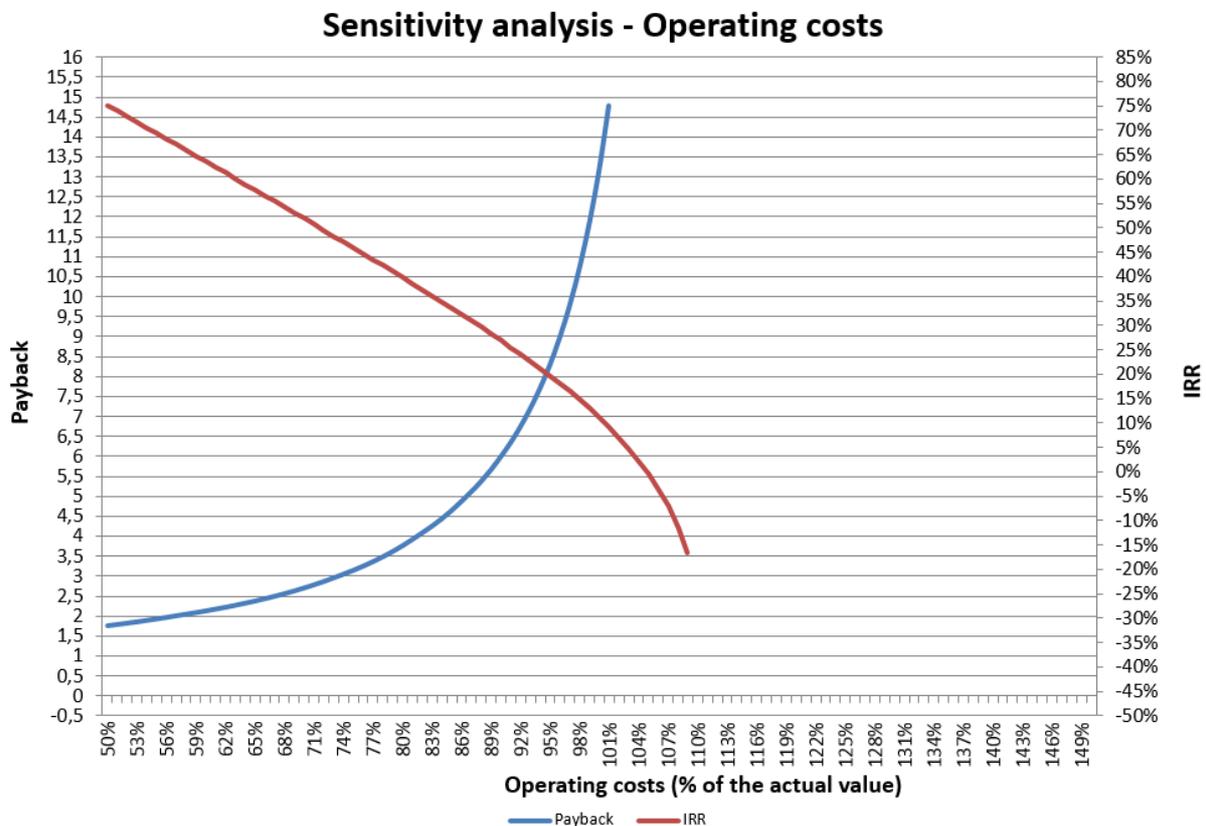
	Cashflow (€) pro Periode							
	9	10	11	12	13	14	15	
Netto-Cashflow	5434	6341	7232	8370	9644	11072	12670	
Liquide Mittel/ Barwert, Jahresanfang	16.299	21.733	28.074	35.306	43.676	53.320	64.392	
Liquide Mittel/ Barwert, Jahresende	21.733	28.074	35.306	43.676	53.320	64.392	77.062	

Dynamische Investitionsrechnung

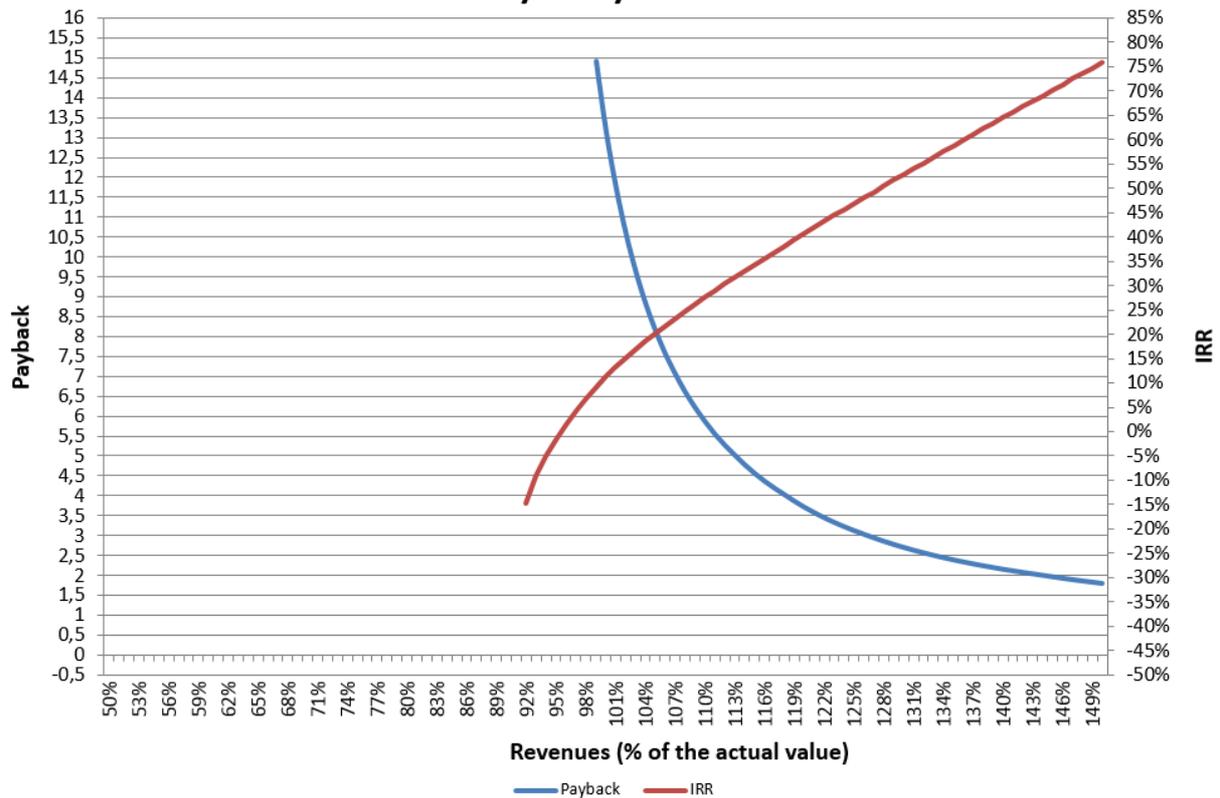
Die dynamische Investitionsrechnung ergibt nach 15 Perioden einen positiven Kapitalwert von € 15.497 bei einem internen Zinsfuß von 11,2 %. Während der interne Zinsfuß ohne einen Vergleich (z.B. Alternativprojekt, Benchmark) nur geringe Aussagekraft hat, bedeutet ein positiver Kapitalwert, dass die Investition zu einem Rückgewinn des eingesetzten Kapitals führt plus einem Ertrag über den angesetzten Kalkulationszinssatz hinaus. Bei den angesetzten Kosten- und Erlösfaktoren amortisiert sich die Investition in einen erweiterten Lagerplatz im 13. Jahr nach dem Kapitaleinsatz.

Sensitivitätsanalyse

Diese Betrachtung zeigt die Veränderung der Amortisationszeit (je kürzer umso besser) und des internen Zinsfußes (je höher umso besser) in Abhängigkeit von den Betriebskosten (erste Darstellung) und den Erlösen (zweite Abbildung). Daraus kann man bei einer Variation der Kosten/Erlöse die Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit des Projekts ablesen.



Sensitivity analysis - Revenues



Literaturverzeichnis

- Erni, V., Lemm, R., Frutig, F., Breitenstein, M., Riechsteiner, D., Oswald, K., & Thees, O. (2003). *HeProMo – Produktivitätsmodelle für Holzerntearbeiten*. Birmensdorf: Forschungsanstalt WSL.
- Karisch-Gierer, D., Schnedl, C., Gutschlhofer, E., Ofner, H., Luef, S., Stummer, H., . . . Peer, M. (2006). *Entwicklung eines Geschäftsfeldes "Waldbiomasseversorgung-SÜDOST" durch die vorrangige Nutzung bisher ruhender Holzreserven*. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- Kühmaier, M., Kanzian, C., Holzleitner, F., & Stampfer, K. (2007). *Wertschöpfungskette Waldhackgut. Optimierung von Ernte, Transport und Logistik*. Wien: Institut für Forsttechnik, Department für Wald und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur.
- Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V. (s.a.). Von KWF-online: <http://www.kwf-online.org/> abgerufen
- ÖNORM C 4005:2013-02. (2013). *Holzhackgut und Schredderholz für die energetische Verwertung in Anlagen mit einer Nenn-Wärmeleistung über 500 kW*. Wien: Austrian Standards.
- Schultze, M., Siegemund, S., & Hahs, M. (2012). *Standortbestimmung: Ansätze zur Bewertung von Standorten für Biomassehöfe in einer Region*. Lüchow: belo-net.
- Steiner, M. (s.a.). *ÖNORM C 4005. Die neue Norm für Holzhackgut und Schredderholz*. s.l.: Holzforschung Austria.