

# GESAMTKONZEPT ZUR OPTIMIERTEN BIOMASSEMOBILISIERUNG IN REGIONALEN WERTSCHÖPFUNGSKETTEN

---

Juli 2012

Urheber: Biomassehof Achenal GmbH & Co. KG (BAT)



## Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis .....	3
Abbildungsverzeichnis.....	3
Zusammenfassung.....	4
Hintergrund, Ziele und Struktur der Untersuchung .....	5
Ziele des Forschungsprojekts .....	5
Struktur der Optimierung.....	5
Die Energie-Erzeugungsanlagen im Achantal.....	6
Der Biomassehof Achantal.....	6
Heatpipe-Reformer von agnion zur Holzvergasung.....	6
Heizwerk und Fernwärme Grassau .....	7
Regionale Rohstoffe und deren unterschiedliche Verwendungen .....	9
Reiche Holzpotenziale im Achantal.....	9
Unterschiedliche chemische und mechanische Eigenschaften .....	10
Schwierigkeiten bei der Kompaktierung von Hackschnitzeln .....	11
Pelletierung von Materialmischungen als neuer Ansatz.....	12
Passende Verwertungsanlagen für alle Brennstoffe.....	13
Analyse der bestehenden Bringungsketten am BAT .....	14
Wirtschaftliche und ökologische Optimierung der Bringungsketten.....	17
Ableitung von Erkenntnissen aus Erfahrungen .....	18
Strategien zur Optimierung für den BAT.....	20
Steigerung der Kapazitäten aller Bringungsketten.....	22
Nachhaltig mehr Rohstoffe aus der Region .....	22
Aufbereitung größerer Mengen am BAT .....	23
Zukünftige Entwicklungen am BAT im Energieholzbereich.....	26
Übertragbarkeit des Konzepts auf andere Regionen .....	27
Abkürzungsverzeichnis .....	28

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bioenergie-Potenziale des Achantals (Stand März 2012).....	9
Tabelle 2: Am BAT vorhandene regionale Rohstoffe mit deren Eigenschaften und Verwendungen ...	10
Tabelle 3: Mischungsverhältnis der Reststoffe für die Pelletierung (in Massen-%) .....	12
Tabelle 4: Kosten und CO <sub>2</sub> -Emissionen der Arbeitsschritte für HS aus SRH bzw. Rundholz .....	17
Tabelle 5: Kosten und CO <sub>2</sub> -Emissionen der Arbeitsschritte für HS aus Waldrestholz.....	17
Tabelle 6: Kosten und CO <sub>2</sub> -Emissionen der Arbeitsschritte für HS aus LPH .....	18
Tabelle 7: Kosten und CO <sub>2</sub> -Emissionen der Arbeitsschritte für HS aus KUP-Holz .....	18
Tabelle 8: Vorläufige Erkenntnisse des BAT aus den Bringungsketten .....	19
Tabelle 9: Strategien zur Optimierung der Bringungsketten am BAT (wird laufend aktualisiert) .....	20
Tabelle 10: Aktueller und zukünftiger Bedarf an Holzhackschnitzeln auf dem BAT .....	22
Tabelle 11: Skalierbarkeit der Rohstoffmengen für alle Bringungsketten .....	23
Tabelle 12: Skalierbarkeit der Verarbeitungsschritte für alle Bringungsketten .....	25
Tabelle 13: Verzeichnis der im Text verwendeten Abkürzungen.....	28

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Biomassehof Achantal in Grassau im Chiemgau .....	6
Abbildung 2: Sankey-Diagramm der Energieflüsse im Heatpipe-Reformer von agnion .....	7
Abbildung 3: Schema der Anlagen um den BAT mit den entsprechenden Stoffströmen dazwischen ...	8
Abbildung 4: Allgemeine Bringungskette für Hackschnitzel am BAT (als Petrinetz).....	14
Abbildung 5: Bringungskette für Hackschnitzel aus Sägerestholz oder Rundholz. ....	15
Abbildung 6: Bringungskette für Hackschnitzel aus Waldrestholz.....	15
Abbildung 7: Bringungskette für Hackschnitzel aus Landschaftspflegematerial/-holz .....	16
Abbildung 8: Bringungskette für Hackschnitzel aus Kurzumtriebsplantagen .....	16

## Zusammenfassung

Dieses Konzept fasst die seit mehreren Jahren am Biomassehof Achentel (BAT) gesammelten Erfahrungen in der optimalen Aufbereitung von holzigen Energieträgern für verschiedene Energie-Erzeugungsanlagen zusammen. Drei Anlagentypen werden dazu unterschieden: ein Hackschnitzel-Heizwerk mit 3 MW Feuerleistung, der Heatpipe-Reformer von agnion zur Holzvergasung auf Hackschnitzelbasis mit 1,3 MW Feuerleistung und Hackschnitzel-Kleinfeuerungsanlagen im vorwiegend privaten Bereich.

Die Optimierung der Brennstoffproduktion und –verwertung geschieht unter wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten. Die Bringungsketten am BAT sind zwar bereits in vielen Bereichen effizient, bedürfen aber dennoch einer weiteren Optimierung, um für eine steigende Nachfrage in der Zukunft gerüstet zu sein. Dabei ist die Existenz von Anlagen mit unterschiedlichen Anforderungen an die Brennstoffqualität ein entscheidender Vorteil: Material aus verschiedenen Quellen kann entsprechend dieser Bedürfnisse aufbereitet werden, da für alle Qualitäten ein entsprechender Abnehmer zur Verfügung steht. Eine Skalierung der Logistikketten auf größere Mengen ist ebenfalls möglich, da sowohl auf der Rohstoffseite noch ausreichend ungenutztes Energieholz-Potenzial vorhanden ist, als auch die einzelnen Verarbeitungsschritte noch ausgebaut werden können. Es werden konkrete Strategien abgeleitet, wie dieser Umbau geschehen soll. Dabei sind zwei Punkte wesentlich: eine geschickte Brennstofftrocknung durch Polterung, Luftvortrocknung und effiziente Trocknungsgeräte sowie die Erschließung von Material aus minderwertigen Quellen wie zum Beispiel Landschaftspflege- oder Waldrestholz, da die ungenutzten Potenziale verstärkt in diesen Bereichen liegen.

Eine Übertragung der Erkenntnisse auf andere Regionen ist möglich und gewünscht. Hierzu müssen allerdings bestimmte Voraussetzungen gelten: die Existenz von Anlagen unterschiedlichen Typs, ausreichende Potenziale an Holz und ein erfahrener regionaler Logistik-Dienstleister für Holzbrennstoffe wie der BAT.

Das Dokument ist wie folgt aufgebaut: zunächst werden der Rahmen und die Methodik der Untersuchung dargestellt. Anschließend werden das Heizwerk Grassau und der Holzvergaser von agnion erläutert. Nach einer eingehenden Untersuchung der verschiedenen regional vorhandenen Rohstoffe werden die bestehenden Bringungsketten analysiert. Deren Optimierung und Skalierung ist Bestandteil der nächsten beiden Kapitel. Abschließend werden mögliche Entwicklungen für die Zukunft aufgezeigt und auf die Übertragbarkeit in andere Regionen eingegangen.

## Hintergrund, Ziele und Struktur der Untersuchung

In der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) wird das Forschungsprojekt der „Optimierung regionaler Kreisläufe zur Bereitstellung biogener Brennstoffe für Energieerzeugungsanlagen am Beispiel Biomassehof Achental“ (kurz: ORK) gefördert. Die beiden Projektpartner sind der Biomassehof Achental und die Firma agnion. Die Trägerschaft übernimmt der Projektträger Jülich (PtJ), die wissenschaftliche Begleitung liegt in den Händen des Deutschen Biomasseforschungszentrums (DBFZ) in Leipzig. Die Laufzeit der ORK ist von Dezember 2010 bis August 2013.

Das Achental im südlichen Chiemgau ist eine europaweit bekannte Modellregion für die Wende hin zu einer nachhaltigen und dezentralen Energieerzeugung. Zahlreiche nationale und internationale Fachbesucher konnten bereits wertvolle Ideen für ihre eigenen Projekte sammeln und belegen somit die große Repräsentativität des Achentals. Deshalb sind Untersuchungen über eine Optimierung der Verwertungswege im Achental mit hoher Wahrscheinlichkeit auch für andere Regionen interessant.

### Ziele des Forschungsprojekts

Das Ziel des Projekts ist die Einbettung der verschiedenen Energie-Erzeugungsanlagen im Achental in ein schlüssiges Konzept, welches anschließend auf weitere, ähnliche Regionen in Deutschland und Europa übertragbar sein soll. Die drei zu berücksichtigenden Anlagen sind das kommunale Hackschnitzel-Heizwerk der Gemeinde Grassau mit 3 MW Leistung, der Heatpipe-Reformer mit 1,3 MW Leistung und die gesamte Menge an einzelnen Kleinf Feuerungsanlagen (KFA) in der Region, die ebenfalls zu einem großen Teil vom BAT mit regionalen Holzbrennstoffen beliefert werden.

Die im Titel enthaltenen „Kreisläufe“ umfassen dabei vor allem die Mobilisierung der regional vorhandenen Ressourcen, die Aufbereitung der Rohstoffe zu Brennstoffen und die anschließende Verwertung in den einzelnen Anlagen. Diese Schritte werden auch als „Bringungskette“ zusammengefasst. Hierbei soll ein wirtschaftliches, ökologisches und technisches Optimum gefunden werden. Ein Bestandteil ist dabei auch die regionale Wertschöpfung, die für die Akzeptanz und den Erfolg des gesamten Vorhabens wesentlich ist. Denn die Übertragung des Achentaler Modells auf andere Regionen ergibt nur dann Sinn, wenn auch die dafür nötigen Ressourcen aus heimischen Quellen gespeist werden und nicht überregional bezogen werden müssen.

### Struktur der Optimierung

Die ORK ist in mehrere Arbeitspakete gegliedert. Zunächst werden alle verfügbaren Brennstoffe chemisch und technisch untersucht und der Vergaser errichtet. Anschließend wird der HPR im Probetrieb mit Pellets gefahren, um definierte Referenzpunkte für den laufenden Betrieb zu setzen. Nach dieser ersten Phase wird der Vergaser im Dauerbetrieb gefahren und die Erkenntnisse daraus in die laufende Optimierung der Bringungsketten eingebaut. Neben einer umfassenden Dokumentation der Ergebnisse ist auch eine konkrete Machbarkeitsstudie zur Übertragung des erprobten Konzepts nach Ostachsen enthalten.

Im Rahmen dieses Dokuments werden die bisher gewonnenen Erkenntnisse aus den Bringungsketten dargestellt. Diese umfassen die Mobilisierung der Rohstoffe aus Wald oder Sägewerk, deren Aufbereitung zu standardisierten Brennstoffen und die Verwertung bei Privatkunden und dem Heizwerk Grassau. Über die Verwertung im HPR liegen derzeit aber noch keine gesicherten Erkenntnisse vor, diese ist Gegenstand laufender Untersuchungen. Die Optimierung wird bis zum Ende der ORK im August 2013 abgeschlossen sein.

## Die Energie-Erzeugungsanlagen im Achenal

In diesem Abschnitt werden die drei Anlagen zur Produktion von Brennstoffen und zur Erzeugung von Energie aus Holzigen Materialien am Standort des BAT in Grassau vorgestellt.

### Der Biomassehof Achenal

Der Biomassehof Achenal<sup>1</sup> in Grassau im Chiemgau (BAT), im Jahr 2006 aus dem Ökomodell Achenal e.V. heraus als öffentlich-private Partnerschaft gegründet. Neben der Produktion und dem Handel von Holzbrennstoffen wie Hackschnitzeln (HS), Pellets, Scheitholz und Briketts erfüllt der BAT durch seine kommunale Beteiligung auch einen politischen Auftrag. Dies zeigt sich insbesondere in der Trägerschaft von öffentlich geförderten Projekten, wie zum Beispiel der Bioenergie-Region Achenal oder der ORK. In Abbildung 1 ist der BAT mit vollen Hackschnitzel-Lagerhallen zu sehen.



Abbildung 1: Der Biomassehof Achenal in Grassau im Chiemgau

### Heatpipe-Reformer von agnion zur Holzvergasung

Die Firma agnion Technologies GmbH<sup>2</sup> aus Pfaffenhofen a. d. Ilm entwickelt seit 2007 den an der TU München erfundenen Holzvergaser mit Heatpipe-Technologie weiter. Der sogenannte Heatpipe-Reformer (HPR) ist ein weltweit einzigartiges Konzept und wurde von agnion zur Marktreife geführt. Nach einer Pilotanlage in Pfaffenhofen (Inbetriebnahme 2009) wurde auf dem Gelände des BAT in Grassau der erste praxistaugliche Vergaser dieser Art errichtet. Dieser dient als Demonstrationsobjekt, womit die Wirtschaftlichkeit der 1,3 MW Einheit gezeigt werden soll. Die Anlage ging im März 2012 in Betrieb und hat seitdem mehrere hundert Betriebsstunden erfolgreich geleistet. Aktuell (Juli 2012) wird der Betrieb von NaWaRo-Pellets auf Hackschnitzel mit der Stückigkeit P16 (gem. EN 14961; G30 gem. ÖNORM M 7133) und dem Wassergehalt MW20 (W20)

<sup>1</sup> <http://www.biomassehof-achental.de>

<sup>2</sup> <http://www.agnion.de>

umgestellt. Hauptaugenmerk ist dabei vor allem die robuste Förderung der Hackschnitzel in Brenn- und Reformerkammer. Die Ergebnisse dieses Betriebs stehen noch aus. Die Optimierung der Bringungsketten ist daher noch nicht abgeschlossen und wird bis zum Ende des Forschungsprojekts (August 2013) laufend aktualisiert.

Der HPR ist ein allothermer Wirbelschichtvergaser mit 1,3 MW Feuerleistung. Die Wärmeübertragung aus der Brennkammer in die Reformerkammer erfolgt über sogenannte „heat pipes“ (Wärmerohre), die die erzeugte Wärme über eine zirkulierende Salzlösung im Inneren nahezu verlustfrei übertragen. Die Vergasung mit Überdruck im fluidisierten Sandbett erzeugt ein hochkalorisches, wasserstoffreiches Synthesegas. Nach einer Wäsche kann das erzeugte Gas entweder weiter zu erdgasähnlichem SNG (Synthetic Natural Gas) aufbereitet oder in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) verbrannt werden. In Grassau wurde die zweite Variante gewählt. Der Gasmotor erzeugt eine elektrische Leistung von 400 kW, welche in das öffentliche Netz eingespeist wird. Die Abwärme des gesamten Prozesses (Vergasung und Verstromung) hat eine thermische Leistung von 630 kW auf einem Niveau von 90°C (Vorlauf) und 70°C (Rücklauf) und wird vollständig in das bestehende Fernwärmenetz Grassau eingespeist. Die Gesamteffizienz der Anlage liegt daher trotz der relativ kleinen Feuerleistung bei ca. 80%.

In Abbildung 2 ist ein Sankey-Diagramm zur Verdeutlichung der Energiemengen aus dem Vergasungsprozess zu sehen. Von 100 Brennstoffeinheiten werden 30 in Strom und 50 in Wärme umgewandelt.

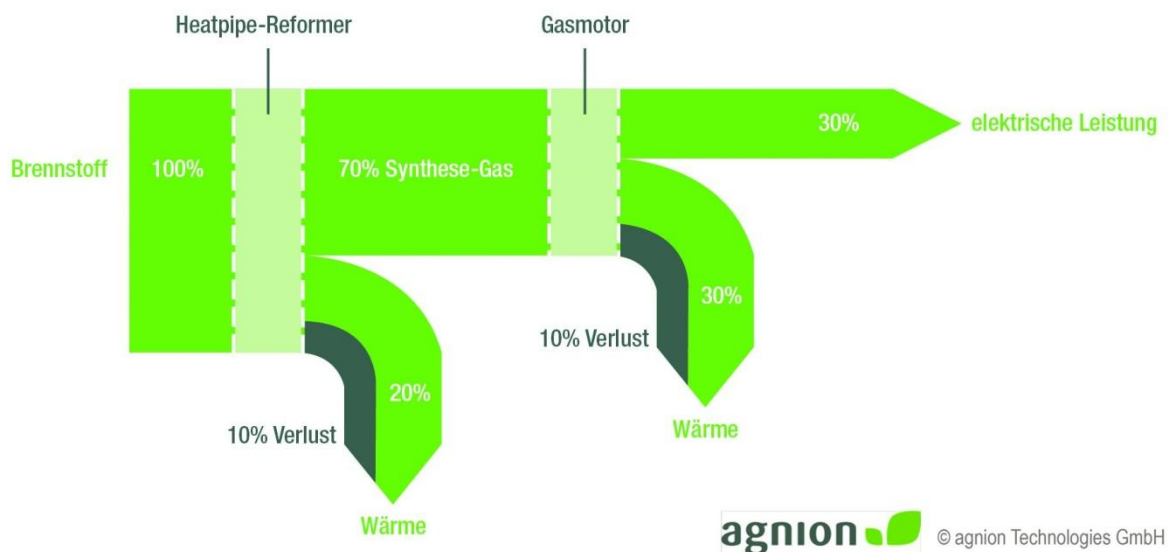


Abbildung 2: Sankey-Diagramm der Energieflüsse im Heatpipe-Reformer von agnion

## Heizwerk und Fernwärme Grassau

Am Standort des BAT in Grassau wurde im Mai 2010 ein Hackschnitzel-Heizwerk mit angeschlossener Fernwärme in Betrieb genommen. Die Feuerleistung beträgt 3 MW, der Jahreswärmeabsatz liegt bei ca. 13.000 MWh auf einem 90/50°C- Niveau und die Länge der Fernwärmeleitung beträgt derzeit ca. 11 km zu insgesamt knapp 200 Haushalten. Als Brennstoff werden nahezu ausschließlich Industrie-Hackschnitzel verwendet (Jahresbedarf ca. 17.000 SRM), wobei deren Qualität stark schwankt. Bislang konnte das Heizwerk auch sehr minderwertiges Material (hoher Fein- und Überlängenanteil,

Wassergehalt W50 oder mehr, hoher Rinden-/Nadel-/Laubanteil, teilweise mit Erde behaftet) ohne nennenswerte Probleme verbrennen.

Das Heizwerk wurde von der Gemeinde Grassau als Kommunalunternehmen errichtet und vollständig finanziert. Neben den Interessensbekundungen mehrerer Bürger, an einer zentralen Wärmeversorgung teilzunehmen, war auch die garantierte Versorgung mit Brennstoffen durch den BAT ein entscheidendes positives Kriterium. Die unmittelbare räumliche Nähe erlaubt zudem eine logistisch einfache Beschickung und ermöglicht große Flexibilität bei der Auswahl der zur Verfügung stehenden Brennstoffe. Die Fernwärme Grassau ist mittlerweile bei den Kunden sehr gut akzeptiert und hat demzufolge eine stetig steigende Nachfrage nach weiteren Anschlussmöglichkeiten zu verzeichnen. Es kann also in Zukunft von einem steigenden Wärmebedarf in der Fernwärme ausgegangen werden.

In Abbildung 3 ist ein Schema der Anlagen auf dem Gelände des BAT in Grassau zu sehen. Der BAT versorgt mit seinen Brennstoffen sowohl das Heizwerk Grassau (minderwertiges Material) als auch den Holzvergaser (höherwertiges Material). Diese produzieren daraus Wärme bzw. Strom, welche in das Fernwärmenetz bzw. das öffentliche Übertragungsnetz eingespeist werden. Die Kondensationsabwärme des Heizwerks wird zur Trocknung der Hackschnitzel am BAT eingesetzt. Der BAT verkauft Premium-Hackschnitzel und andere Brennstoffe auch an private Abnehmer (fast ausschließlich Premiummaterial, Pfeil rechts unten).

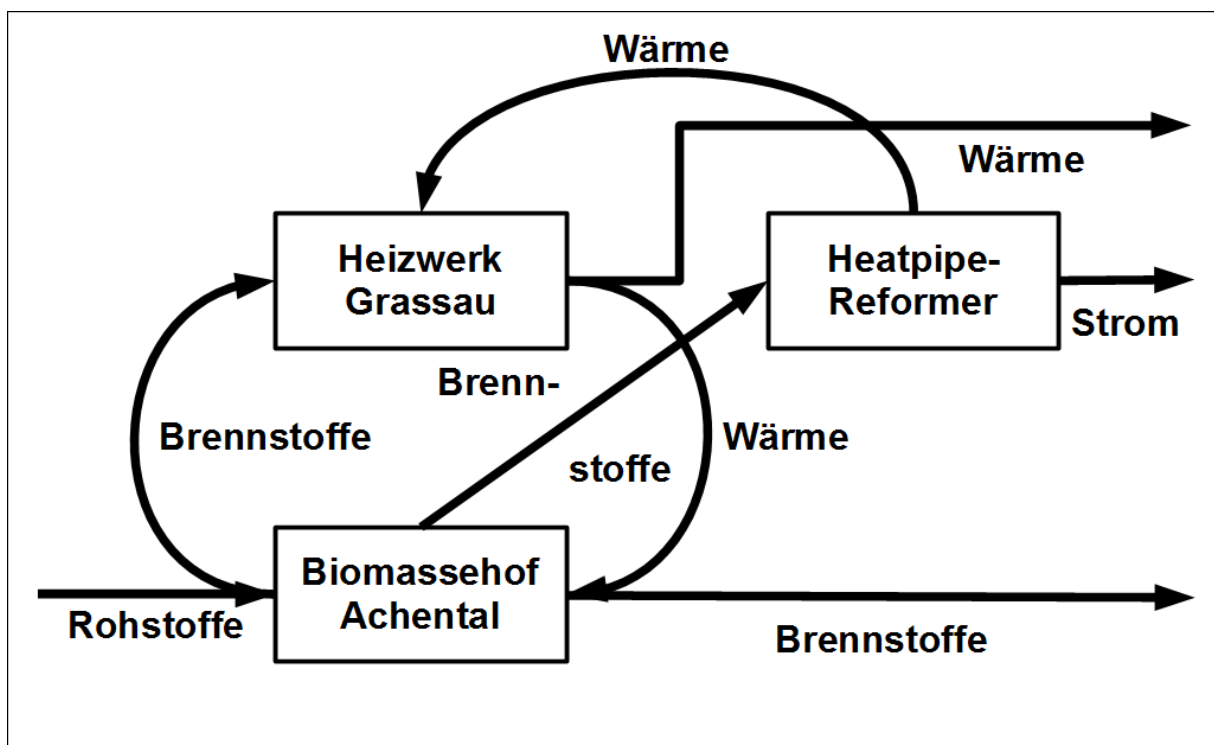


Abbildung 3: Schema der Anlagen um den BAT mit den entsprechenden Stoffströmen dazwischen



## Regionale Rohstoffe und deren unterschiedliche Verwendungen

In diesem Abschnitt werden die regional vorhandenen Rohstoffe näher betrachtet. Zunächst wird analysiert, wie viel ungenutztes Potenzial für den Ausbau der Holzenergie noch vorhanden ist. Anschließend werden die am BAT verarbeiteten Stoffe auf ihre unterschiedlichen Eigenschaften hin näher untersucht. Schließlich werden zwei Varianten zur Homogenisierung von minderwertigem oder qualitativ stark variierendem Material, und deren Eignung für das Achantal dargestellt.

## Reiche Holzpotenziale im Achantal

In einer aktuellen Erhebung (März 2012) wurden die Potenziale des Achantals zur Erzeugung von erneuerbarer Energie aus regionalen Quellen abgeschätzt. Es zeigt sich, dass trotz der bereits etablierten Nutzung von vielfältigen Ressourcen noch große freie Potenziale an Energieträgern vorhanden sind. Diese bestehen jedoch zunehmend aus schwieriger nutzbaren Quellen, wie z.B. Pferdemit oder Landschaftspflegematerial. Dieser Umstand muss bei der Erschließungsplanung berücksichtigt werden und spiegelt sich auch in diesem Konzept wieder.

In Tabelle 1 findet sich eine Darstellung der verfügbaren Holzenergie-Ressourcen des Achantals. Für die Potenziale wurden die Stoffe zunächst in Mengen ermittelt und anschließend mit einem spezifischen Standardenergiegehalt auf MWh umgerechnet. Entscheidend ist auch die Aufteilung in bereits verwendete und noch ungenutzte Potenziale. Es ist ersichtlich, dass vom Potenzial des Sägerestholzes bereits alles und vom Waldrestholz ebenfalls der überwiegende Teil in die energetische Nutzung wandert. Umso wichtiger erscheint es daher neben der Erschließung der noch ungenutzten Quellen auch die Stoffströme der bereits genutzten Mengen hinsichtlich ihrer Ökologie und Ökonomie zu optimieren. Neben den hier beschriebenen Holzpotenzialen im Achantal gibt es noch weitere biogene Energiequellen, wie z.B. Ernterückstände, landwirtschaftliche Abfälle oder Speisereste. Deren Energiegehalte sind zwar relevant für das Achantal, werden jedoch in diesem Konzept nicht weiter untersucht.

Tabelle 1: Bioenergie-Potenziale des Achantals (Stand März 2012)

Energiequelle	Nutzbare Menge gesamt	Energiepotenzial gesamt	Davon noch ungenutzt (teilw. Schätzwerte)
Waldrestholz (mit Rundholz)	57.585 fm/a	110.908 MWh/a	26.040 MWh/a
Sägerestholz	8.935 t/a	39.314 MWh/a	0 MWh/a
Landschaftspflegematerial	14.478 t/a	18.098 MWh/a	18.000 MWh/a
Energiepflanzen (z.B. KUP)	2.334 t/a	9.336 MWh/a	9.000 MWh/a
<b>Summe (MWh / a)</b>		<b>177.656 MWh/a</b>	<b>53.040 MWh/a</b>

Für die folgenden Untersuchungen der Bringungsketten wurden zunächst alle am BAT verfügbaren regionalen Brennstoffe erfasst. Diese sind in Tabelle 2 aufgelistet. Deren Verwendungsmöglichkeiten sind ebenfalls angegeben, wobei nur zwischen Industrie- und Premium-Hackschnitzeln unterschieden wird.

- **Premiumware** zeichnet sich durch eine geringe Stückigkeit (meist G30 nach ÖNORM M 7133), einen niedrigen Wassergehalt (meist W20) und einen geringen Anteil an Rinde, Nadeln oder Laub aus. Auch Störstoffe wie Metall oder Erde sind ausgeschlossen. Für die Verwendung in kleinen Öfen ( $< 100 \text{ kW}_{\text{th}}$ ) ist ausschließlich dieses Material geeignet.
- **Industrie-HS** hingegen können größer und feuchter sein, mehr Überlängen und Störstoffe enthalten und besitzen auch deutlich höhere Anteile an Rinde und Nadeln bzw. Laub. Dieses Material ist nur zur Verbrennung in großen Kesseln (ab ca.  $1 \text{ MW}_{\text{th}}$ ) geeignet.

Tabelle 2: Am BAT vorhandene regionale Rohstoffe mit deren Eigenschaften und Verwendungen

Rohstoff	Durchschnittl. Wassergehalt	Quelle	Verwendung für
Sägerestholz (SRH)	15 – 50%	Regionale Sägewerke	Premium-Hackschnitzel
Rundholz	20 – 50%	Regionale Sägewerke	Premium-Hackschnitzel
Waldrestholz (WRH)	45 – 55%	Private, kommunale und staatliche Wälder	Industrie-Hackschnitzel, teilw. Premium-HS
Landschaftspflegeholz (LPH)	45 – 60%	Private und kommunale Pflegebetriebe	Industrie-Hackschnitzel
Holz aus Kurzumtriebsplantagen (KUP)	45 – 55%	KUP-Betreiber	Premium- und Industrie-HS

- Das **Sägerestholz** ist ein bei der Holzverarbeitung anfallender Abfall und stammt aus regionalen Sägewerken. Der Rinden- und Nadelanteil ist gering, was eine Verwendung für Premium-Hackschnitzel ermöglicht.
- Das **Rundholz** ist der Teil eines Baumstamms, der wegen eines zu geringen Durchmessers nicht in die stoffliche Nutzung eingeht, aber ebenfalls einen relativ geringen Rinden- und Nadelanteil aufweist.
- Das **Waldrestholz** ist das bei der Holzernte (Jungbestandspflege, Durchforstung oder Endnutzung) nicht als Möbel- oder Industrieholz verwertbare Restholz. Der Zopfdurchmesser ist gering, weshalb es im Normalfall erhöhte Rinden- und Nadel/Laubanteile aufweist. Die Verwendung für Industrie-Hackschnitzel ist daher die Standardvariante, nur manche Chargen eignen sich auch für Premiumware. Auch das WRH stammt ausschließlich aus Quellen in räumlicher Nähe zum Achtental.
- Das **Landschaftspflegeholz** stammt aus Pflegemaßnahmen im Bereich des Landschafts- und Naturschutzes sowie aus Maßnahmen der Straßenbegleitgrünpflege. Die holzigen Reste daraus werden an den BAT geliefert und besitzen fast immer einen hohen Anteil an Rinde und Nadeln bzw. Laub. Auch Störstoffe wie Eisenteile oder Erde können enthalten sein, was eine Verwendung als Premiummaterial nahezu ausschließt.
- Das **Holz aus KUP** (meist Pappeln oder Weiden) wird derzeit noch nicht am BAT verwertet, da die erste Ernte einer KUP im Achtental erst im Jahr 2015 ansteht. Die Erweiterung der Flächen wird aber angestrebt, da das resultierende Holz auch für Premium-Hackschnitzel verwendet werden kann (abhängig von der Umtriebszeit).

## Unterschiedliche chemische und mechanische Eigenschaften

Die oben aufgeführten Brennstoffe wurden von einem Labor auf ihre chemischen und mechanischen Eigenschaften hin untersucht. Besonderes Interesse galt dabei dem Ascheschmelzverhalten und den enthaltenen Elementen, die die Verbrennungs- und Vergasungseigenschaften maßgeblich beeinflussen. Die Stückigkeit des Brennstoffs (maximale und minimale Größe sowie die Größenverteilung) ist für die Handhabung entscheidend. Zur Beurteilung wurden jeweils 3 kg Material aller oben genannten Brennstoffe untersucht.

- Chemische Probleme
  - KUP-Holz, WRH und LPH weisen deutlich erhöhte Kaliumwerte auf (im Vergleich zu Rundholz). Dies liegt vermutlich an der vermehrt vorhandenen Rinde. Hohe Anteile von Kalium können zu Anbackungen an Wärmetauscherflächen (Kondensationsflächen) oder zu Agglomerationen im Aschebett führen und sind

daher negativ zu bewerten. In Kombination mit Alkalimetallen und Salzen können Korrosionen entstehen.

- Die Ascheschmelzpunkte von KUP-Holz, WRH und LPH sind bezogen auf Rundholz niedriger, was bei lokal auftretenden Temperaturspitzen ebenfalls zu Agglomerationen führen kann.
- Mechanische Probleme
  - Bei KUP-Holz und WRH wurde der laut P16 (gem. EN 14961) erlaubte Anteil an Überlängen (> 45 mm) überschritten. Dies kann sich negativ auf die Förderungsfähigkeit des Materials auswirken.

Die Untersuchung bestätigten somit die bereits praktizierte Aufteilung in Premium- und Industrieware. Insbesondere LPH und WRH sind zur zweiten Klasse zu zählen und somit vor allem für unempfindliche Energieanlagen zu verwenden. Bei KUP treten ähnliche Schwierigkeiten auf; hier ist jedoch anzumerken, dass die Eigenschaften maßgeblich durch die Umtriebszeit und die Hackung beeinflusst werden können (je länger die Umtriebszeit, desto eher ist KUP für Premium-Material geeignet).

### **Schwierigkeiten bei der Kompaktierung von Hackschnitzeln**

Eine Möglichkeit zur Homogenisierung und damit Veredelung von minderwertigem Material wurde im Rahmen dieses Projektes untersucht. Die Mischung von höher- und niederwertigem Material mit anschließender Kompaktierung in einer handelsüblichen Betonpumpe versprach gleich mehrere positive Aspekte:

- Die oftmals aufwändige Zerkleinerung wird teilweise umgangen
- Mit der Kompaktierung kann auch ein Transport verbunden werden
- Der Einsatz von minderwertigem Brennstoff wird möglich
- Der Brennstoff wird homogenisiert (in Bezug auf Menge pro Zeit, Dichte, etc.)
- Für den Eintrag in die Reformerkammer des HPR ist kein Schleusensystem mehr erforderlich, da die Pumpe gasdicht arbeitet

Jedoch zeigte sich bei den Versuchen, dass die bei der Kompaktierung auftretenden Kohäsionskräfte so stark sind, dass selbst bei erhöhtem Druck keine Förderung mehr möglich ist – die Pumpe verstopft. Die Recherche ergab folgende Schwierigkeiten:

- Hackschnitzel sind nur bei einem Wassergehalt kleiner als 12 % dauerhaft komprimierbar  
Niederwertiger Brennstoff müsste also getrocknet werden, was dem eigentlichen Zweck entgegensteht.
- Nur dauerhaft feste Briketts können gefördert werden, da bei einer Quellung sowie durch erhöhte Reibung das Förderrohr verstopft.
- Briketts müssen in Rohren mit größerem Durchmesser als das Brikett selbst gefördert werden. Dadurch wäre die Gasdichtigkeit nicht mehr gegeben.
- Eine mechanische Entwässerung durch die hydraulische Presse ist nur bis zu einem Wassergehalt von minimal 25 % und nur unter Einsatz hoher Leistung möglich.  
Eine ausreichende Entwässerung, auf weniger als 20 %, findet also nicht statt.

Somit lässt sich festhalten, dass eine Brennstoffaufbereitung durch Kompaktierung bei Hackschnitzeln und eine anschließende druckdichte Förderung mit erheblichen technischen Schwierigkeiten verbunden ist, viel Arbeitseinsatz erfordern würde und kaum wirtschaftlich darstellbar wäre. Deshalb wird im Rahmen dieses Projekts von dem Ansatz abgesehen.

## Pelletierung von Materialmischungen als neuer Ansatz

Einen anderen Ansatz zur Homogenisierung und Aufwertung von niederwertigen Brennstoffen verfolgt die Pusch AG aus Marienrachdorf im Westerwald. Die Firma entwickelte ein Verfahren zur Produktion von Mischpellets aus verschiedenen Ausgangsstoffen, die wahlweise mit Zuschlagsstoffen versetzt werden. Dazu werden alle Materialien zunächst getrocknet und anschließend hoch- und niederwertige Brennstoffe in einem Verhältnis gemischt. Im entstandenen Mischbrennstoff bleiben die kritischen Inhaltsstoffe wie Kalium oder Chlor unter den erforderlichen Schwellenwerten. Die Mischung wird schließlich zu Pellets gepresst.

In diesem Projekt werden drei minderwertige Stoffe (Grünschnitt, Kronenrestholz und Streuwiesengras) jeweils mit Premium-Hackschnitzeln in verschiedenen Anteilen gemischt. Übersicht über die im Rahmen der ORK getesteten Mischungen gibt Tabelle 3.

**Tabelle 3: Mischungsverhältnis der Reststoffe für die Pelletierung (in Massen-%)**

Typ	Grünschnitt	HS	Additiv
G1	79	19	2
G2	80	20	-
G3	60	40	-
G4	30	70	-
	Kronenrestholz	HS	Additiv
K1	79	19	2
K2	80	20	-
K3	60	40	-
K4	30	70	-
	Streuwiesengras	HS	Additiv
S1	79	19	2
S2	80	20	-
S3	60	40	-
S4	30	70	-

Die Mischpellets werden im ersten Schritt einer Elementaranalyse unterzogen, um im Vorfeld Ausreißer zu selektieren und vielversprechende Mischungen im Laborreaktor zu überprüfen. Der Laborreaktor bildet einen vergleichbaren Zustand zur kommerziellen Agnionanlage und soll Aufschlüsse auf die Verwendbarkeit in einer 1,3 MW Anlage bieten. Zu prüfende Parameter sind z.B.:

- Wirbelschichtstabilität
- Gasausbeute
- Gasqualität und Zusammensetzung
- Verweildauer
- Restkoksmenge

Nach den Laborversuchen werden die Mischungen bewertet und im Technikum (in Graz) einem 400 Stunden-Dauertest unterzogen, um die endgültige Versuchsfreigabe in einer Großanlage zu erhalten. Die Ergebnisse aus den Vergasungstests werden in den nächsten Monaten vorliegen.

Durch die Pelletierung können neben der Homogenisierung und der Aufwertung von minderwertigem Material auch die weiteren Anforderungen, die der HPR für die Förderung der Brennstoffe aufstellt (z.B. Gasdichte, Dosierbarkeit), erfüllt werden.

## Passende Verwertungsanlagen für alle Brennstoffe

Bei einer Untersuchung stellte sich heraus, dass die Qualität der am BAT üblichen Premium-Hackschnitzel (G30, W20) für die Anforderungen des HPR ausreichend ist. Aus diesem Grund wird der Vergaser zunächst mit dieser Qualität beschickt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die unterschiedlichen im Achantal vorhandenen Rohstoffe zu Brennstoffen unterschiedlicher Qualität aufgearbeitet werden können. Entsprechend können damit Energieerzeugungsanlagen verschiedenen Typs bedient werden. Die vorhandenen Anlagen stellen folgende Anforderungen an die Brennstoffqualität:

- Zum Verkauf an Privatkunden ist nur Ware von höchster Qualität geeignet (G30, W20, ohne Rinde oder Nadeln). Die HS müssen lagerfähig und zur Verbrennung in kleinen Öfen geeignet sein (keine Überlängen, keine Ascheanbackungen).
- Für den HPR ist eine mittelmäßige Qualität ausreichend. Ein leicht höherer Wassergehalt (W25) und einzelne Überlängen (< 3 % > 45 mm) werden im Regelfall toleriert.
- Die Verbrennung im Heizwerk Grassau erfordert keine hohe Qualität. Wassergehalte bis über 50 % und auch grobe Ausreißer werden ohne nennenswerte Probleme verarbeitet. Dies wurde durch umfangreiche Tests im Heizwerk Grassau und durch die mehrjährige Erfahrung mit minderwertigen Stoffen bestätigt.

Insgesamt besitzen also das Achantal mit seinen Rohstoffen verschiedener Qualität und der BAT mit seinen Möglichkeiten, diese aufzubereiten, gemeinsam ideale Voraussetzungen für den Betrieb unterschiedlicher Energieerzeugungsanlagen.

## Analyse der bestehenden Bringungsketten am BAT

Der BAT besteht seit 2006 und seit dem Jahr 2007 am heutigen Standort in Grassau. Seit dieser Zeit handelt der Biomassehof mit Holz-Brennstoffen (Holzpellets, Hackschnitzel, Scheitholz, Briketts) und produziert die verkauften Hackschnitzel zum überwiegenden Teil selbst. Der BAT besitzt also bereits mehrjährige Erfahrung im Umgang mit den verschiedenen Brennstoffen und den unterschiedlichen Qualitäten. Innerhalb dieses Konzepts werden jedoch nur die Hackschnitzel behandelt.

In Abbildung 4 ist die allgemeine Bringungskette für HS am BAT dargestellt. Diese ist als Stoffstromdiagramm mit Hilfe eines Petrinetzes<sup>3</sup> modelliert. Hierbei wird ein Zusammenhang zwischen Stoffen (Kreise) und Verarbeitungsschritten (Rechtecke) hergestellt. Diese einfache und abstrakte Form erlaubt es die Komplexität der Bringungsketten auf deren wesentliche Inhalte zu reduzieren. Die Pfade auf den Verzweigungen in den Ketten werden je nach Bedarf, Materialbeschaffenheit oder Wassergehalt gewählt.

Der Stoffstrom (vgl. Abb. 4 bis 8) ist von links nach rechts zu lesen. Die Biomasse wird von der Quelle mobilisiert, vorsortiert, eventuell bereits gehackt und anschließend zum BAT (beim Verkauf teilweise auch direkt zum Kunden) transportiert. Am BAT werden die unterschiedlichen Qualitäten entsprechend aufgearbeitet (Polterung, Hackung, Trocknung, Lagerung). Schließlich werden die resultierenden Brennstoffe entweder dem Verkauf, der Vergasung oder der Verbrennung zugeführt, was durch die Qualität der Brennstoffe und den aktuellen Bedarf bestimmt wird. Bei Verheizung und Vergasung entsteht Wärme, die über das Fernwärmenetz Grassau verkauft wird. Ein Teil der Rauchgas-Kondensationsabwärme (ca. 240 kW Leistung) wird am BAT zur Trocknung der Hackschnitzel verwendet. Der bei der Vergasung entstehende Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist. Die Herstellung von SNG in Erdgasqualität mit Hilfe des HPR ist eine mögliche Zukunftsoption, die derzeit aber nicht realisiert ist.

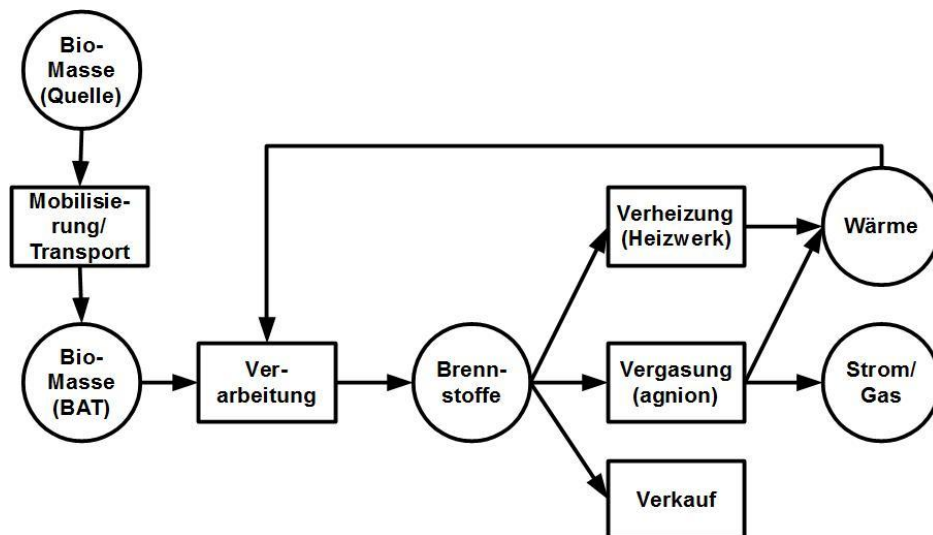


Abbildung 4: Allgemeine Bringungskette für Hackschnitzel am BAT (als Petrinetz)

Diese allgemeine Bringungskette kann für jede der vorhandenen Quellen von Holz-Rohstoffen verfeinert werden. SRH und Rundholz werden dabei auf Grund ihrer ähnlichen Qualität und Verwendung zusammengefasst, wenngleich die Beschaffung unterschiedlich ist: SRH kommt vom

<sup>3</sup> Siehe z.B. <http://public.beuth-hochschule.de/~grude/Petrinetze.pdf> (Zugriff: 05. Juli 2012) oder <http://de.wikipedia.org/wiki/Petrinetz> (Zugriff: 05. Juli 2012)

Sägewerk, Rundholz direkt aus der Forstwirtschaft. In den Abbildungen 5 bis 8 sind die vier einzelnen Ketten aufgezeigt.

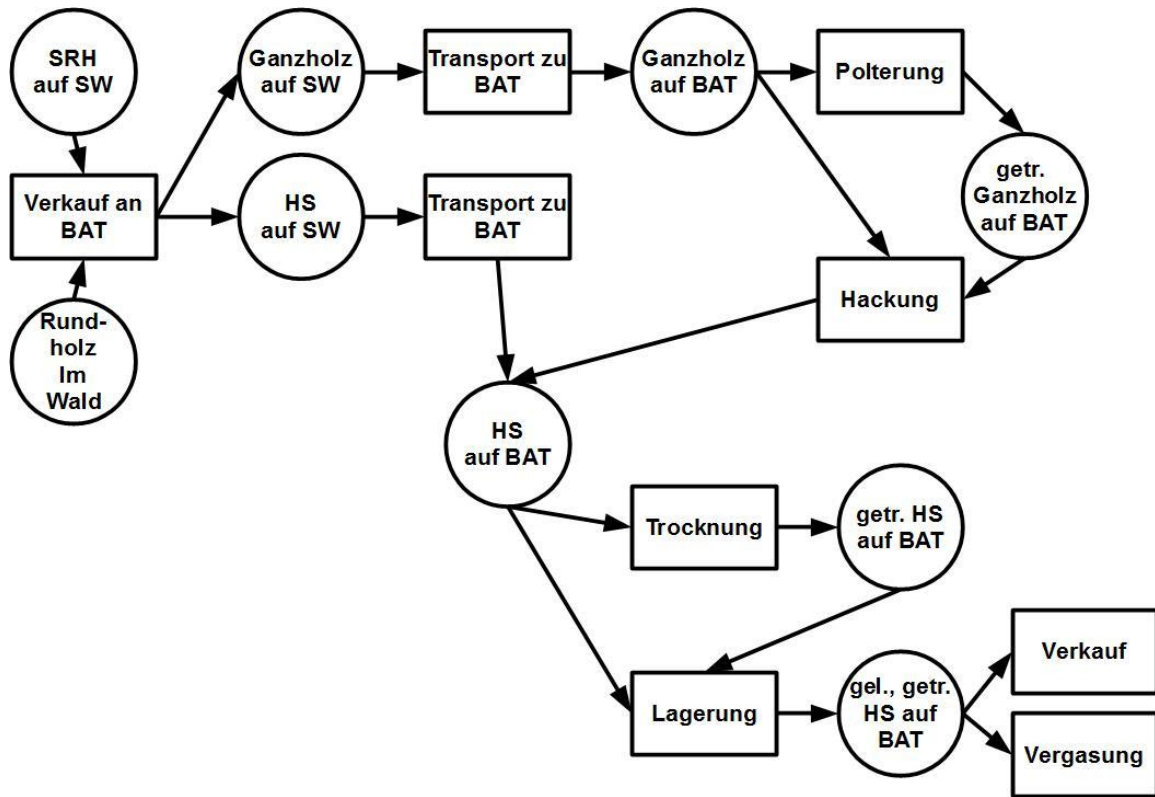


Abbildung 5: Bringungskette für Hackschnitzel aus Sägereistholz oder Rundholz.

Das Sägereistholz oder Rundholz wird entweder als Ganzholz oder bereits gehackt angeliefert. Ob das Ganzholz gepoltet wird, hängt vom aktuellen Bedarf, dem verfügbaren Lagerplatz und dem Wassergehalt ab. Dies gilt ebenso für die Auswahl zwischen Trocknung oder Lagerung der Hackschnitzel. Das Endprodukt sind Premium-Hackschnitzel, die anschließend entweder verkauft oder vergast werden können.

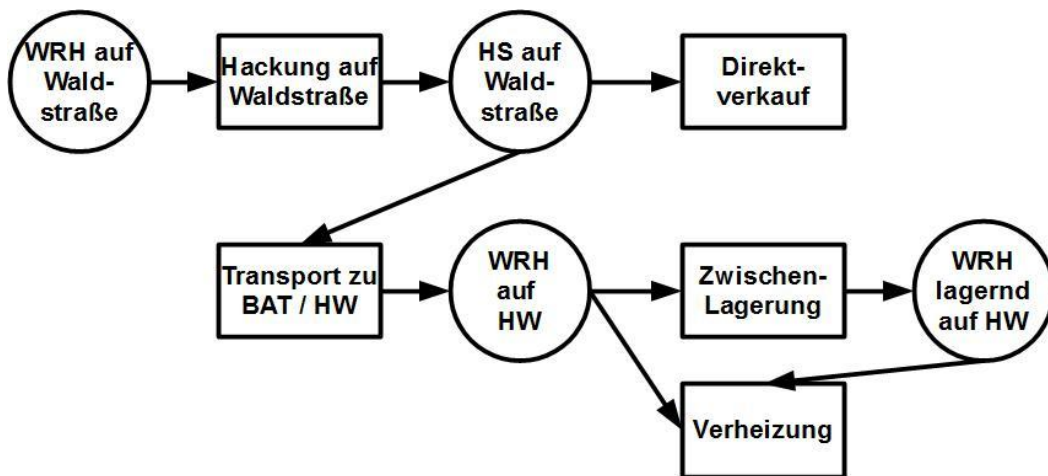


Abbildung 6: Bringungskette für Hackschnitzel aus Waldrestholz.

Das Waldrestholz wird stets bereits auf der Waldstraße bzw. am Anfallort gehackt. Die entstehenden Industrie-HS werden entweder direkt an den Kunden oder an den BAT geliefert. Je nach Bedarf werden die HS noch zwischengelagert (hauptsächlich am Heizwerk Grassau) oder das Heizwerk unmittelbar beschickt.



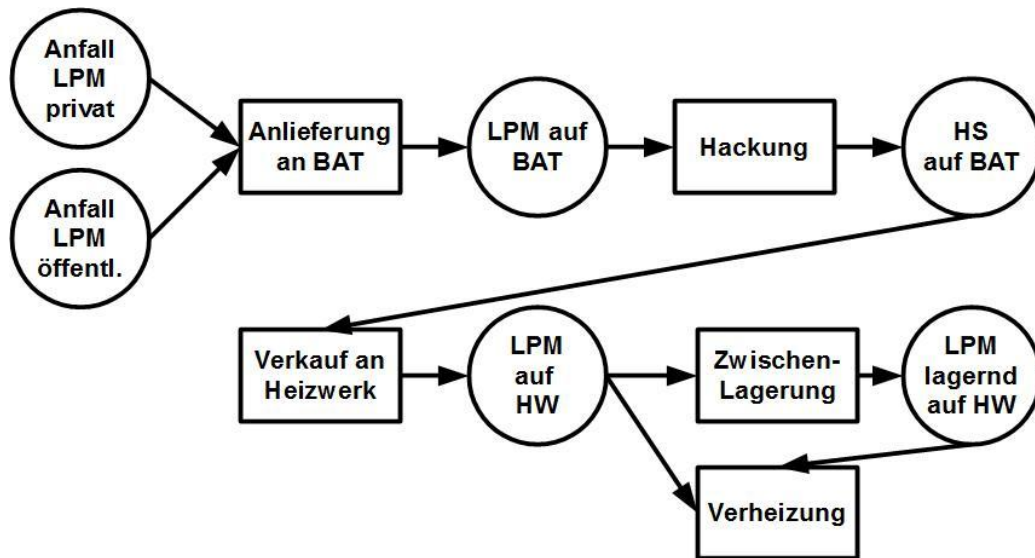


Abbildung 7: Bringungskette für Hackschnitzel aus Landschaftspflegematerial/-holz

Landschaftspflegematerial aus öffentlichen oder privaten Quellen wird an den BAT geliefert, dort gehackt und anschließend am Heizwerk eingesetzt. Je nach Bedarf werden die Industrie-HS noch zwischengelagert.

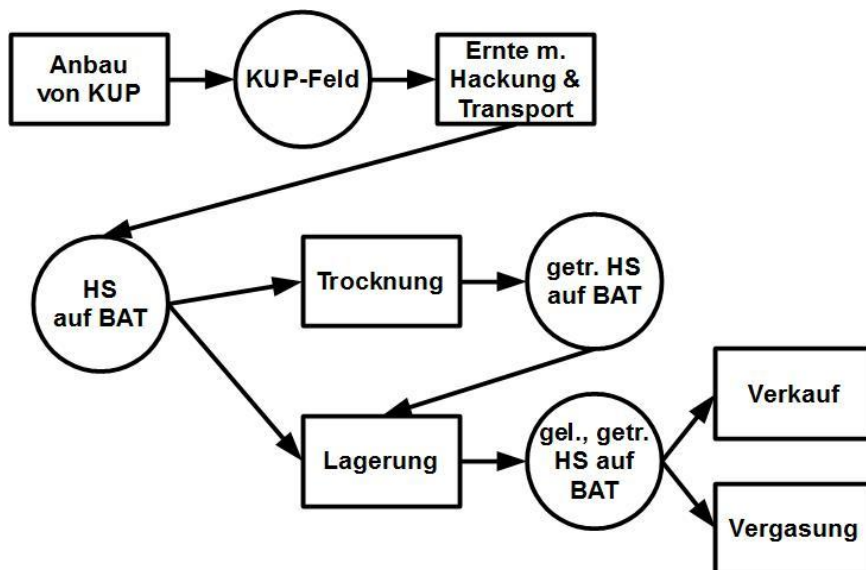


Abbildung 8: Bringungskette für Hackschnitzel aus Kurzumtriebsplantagen

Das Holz von Kurzumtriebsplantagen kann auf verschiedene Arten geerntet werden: entweder mit Hackung vor Ort, oder mit einer Bündelung und anschließender Polterung. Am BAT gibt es jedoch noch keine Erfahrung mit KUPs, weshalb die optimale Strategie erst gefunden werden muss. Je nach Wassergehalt und Qualität werden die HS zu Premium- oder Industrieware aufbereitet und entsprechend verwertet.



## Wirtschaftliche und ökologische Optimierung der Bringungsketten

Die oben vorgestellten Bringungsketten für die verschiedenen Quellen und Materialqualitäten können hinsichtlich ihrer Tauglichkeit gemessen werden. Hierbei dienen folgende Unterscheidungen zur Messung:

- Ökonomische Eignung in *Euro pro produzierter MWh*
- Ökologische Wertigkeit in *Emission an CO<sub>2</sub> pro produzierter MWh*
  - Zusätzlich ist auch eine nachhaltige Waldbewirtschaftung wichtig
- Effizienz der Aufbereitung als Anzahl der Zwischenschritte und die Qualitätssicherheit der Produkte

Die Kosten und Emissionen können pro Verarbeitungsschritt (Rechtecke in den Ketten) beziffert werden. Diese sind in den folgenden Tabellen 4 bis 7 für die jeweiligen Bringungsketten aufgeführt. Dabei werden nur die relevanten (Kosten oder Emissionen verursachenden) Schritte beachtet. Ein anderer Ansatz zur Berechnung von wirtschaftlichen und ökologischen Auswertungen in Verarbeitungsketten findet sich z.B. im ToSIA Tool<sup>4</sup> des European Forest Institute in Finnland. Auch ein sogenanntes Life Cycle Assessment (LCA)<sup>5</sup> ist bei der Erstellung von Ökobilanzen äußerst hilfreich. Aus Gründen der Komplexität wurde hier aber auf beide Ansätze verzichtet und nur zentrale Elemente daraus übernommen.

*Nota bene:* der Einkaufspreis des Rohmaterials spielt für die Wirtschaftlichkeit zwar eine wesentliche Rolle. Doch kann dieser über die internen Verarbeitungsschritte am BAT nicht beeinflusst werden, weshalb er in der Optimierung nicht auftritt. Ebenso werden die bei der Verbrennung oder der Vergasung auftretenden CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht berücksichtigt, da diese durch die Menge an Material eindeutig festgelegt sind und durch die Verarbeitungsschritte nicht beeinflusst werden.

Tabelle 4: Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Arbeitsschritte für HS aus SRH bzw. Rundholz

Verarbeitungsschritt	Kosten €/SRM	Emissionen CO <sub>2</sub> /SRM	Kommentar
Transport (Ganzholz)	2,0-2,5	0,44 kg	60-70 Euro/h LKW, alles inklusive; Schätzwert. CO <sub>2</sub> : 0,3l/SRM, bei 1,8 SRM/rm
Transport (HS)	2,5	0,78 kg	Leertransport 25l, mit HS 45l/100km; 30km Lieferweg
Polterung	-	-	Handhabungskosten sind anderweitig gedeckt
Hackung (BAT/SW)	3,0-3,5	1,82 kg	Kapazität des Hackers ist ca. 120 SRM pro h
Trocknung	2,5	3,4 kg	Emissionen aus Wärme und Strom
Lagerung	1,0 – 1,5	-	

Tabelle 5: Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Arbeitsschritte für HS aus Waldrestholz

Verarbeitungsschritt	Kosten €/SRM	Emissionen CO <sub>2</sub> /SRM	Kommentar
Hackung auf Waldstraße	3	1,82 kg	Siehe oben
Transport	2,5	0,78 kg	60 Euro/h LKW, alles inklusive; Schätzwert
Zwischenlagerung	1,0 – 1,5	-	Siehe oben

<sup>4</sup> Siehe <http://tosia.efi.int/> (Zugriff: 05. Juli 2012)

<sup>5</sup> Siehe z.B. <http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96kobilanz> (Zugriff: 05. Juli 2012)

**Tabelle 6: Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Arbeitsschritte für HS aus LPH**

Verarbeitungsschritt	Kosten €/SRM	Emissionen CO <sub>2</sub> /SRM	Kommentar
Anlieferung	0 – 5	0 – 5 kg	Anlieferung erfolgt durch Entsorger
Hackung	3	1,82 kg	Siehe oben
Zwischenlagerung	1,0 – 1,5	-	Siehe oben

**Tabelle 7: Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Arbeitsschritte für HS aus KUP-Holz**

Verarbeitungsschritt	Kosten €/SRM	Emissionen CO <sub>2</sub> /SRM	Kommentar
Ernte mit Hackung und Transport			Noch keine Erfahrung am BAT; abhängig vom gewählten Verfahren
Trocknung	2,5	3,4 kg	Siehe oben
Lagerung	1,0 – 1,5	-	Siehe oben

Die dargestellten Bringungsketten können sowohl bezüglich der Kosten als auch der damit verbundenen Emissionen optimiert werden. Dies ist möglich, in dem jeder einzelne Bringungsschritt auf sein Optimierungspotenzial hin untersucht wird. Dabei soll aber die Anzahl der Zwischenschritte nicht erhöht und die Qualität der Ware nicht verringert werden.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, wie wichtig das Zusammenspiel von BAT, Heizwerk und Holzvergaser am gleichen Standort bei der Optimierung ist. Denn erst durch die Konstellation der beiden Anlagen Heizwerk und Heatpipe-Reformer mit einem Bedarf von Material unterschiedlicher Qualität ist es für den BAT als Logistik-Dienstleister möglich, Stoffströme wirtschaftlich und ökologisch zu steuern (siehe Abbildung 3). In Grassau werden die Hackschnitzel der besten Qualität an Kunden mit kleinen Biomassekesseln vertrieben. Die HS mit ebenfalls hoher, aber nicht höchster, Qualität kann der Holzvergaser verwerten, und die restliche, zumeist schlechte Ware kann im Heizwerk verbrannt werden. Somit ist für jede Qualitätsstufe eine wirtschaftlich und ökologisch entsprechende Verwertung vorhanden.

### **Ableitung von Erkenntnissen aus Erfahrungen**

Zur Verbesserung der Trocknungsleistung wurden im Herbst 2011 Versuche in der Trocknungsanlage des BAT unternommen. Dabei wurde die Anfangs- und Endfeuchte der Hackschnitzel und die Schütthöhe über Boden variiert. Die Leistung der Trocknung blieb jeweils konstant. Das Ergebnis ist klar: je geringer die Schütthöhe ist, desto effizienter läuft die Trocknung ab. Auf eine gleichmäßige Schüttung ist dabei zu achten, und eine Mindesthöhe von zwei Metern sollte nicht unterschritten werden, da sich sonst einzelne Luftkamine bilden und die Hackschnitzel inhomogen trocknen. Die Witterung hat auf die Leistung der Trocknung nur unbedeutenden Einfluss.

Zur Erhöhung der Lagerkapazitäten wurde am BAT ein Versuch zur Lagerung in Mieten durchgeführt. Dazu wurde von August 2011 bis März 2012 eine Dreiecksmiete mit 10 SRM Premium-Hackschnitzeln aufgeschichtet, die mit einem für Wasserdampf durchlässigen Vlies abgedeckt wurde. Der Anfangswassergehalt von 20 % nahm dabei über den gesamten Zeitraum nur leicht auf durchschnittlich 23 % zu. Allerdings war die Feuchtigkeit nicht gleichmäßig verteilt, es bildeten sich Nester mit deutlich erhöhtem Wassergehalt (bis zu 40 %). Diese befanden sich vor allem an den schlecht abgedeckten Stellen am Rand. Somit lässt sich festhalten, dass die Lagerung in Mieten grundsätzlich möglich ist und auch über längere Zeit mit feuchter Witterung eine Wiederbefeuchtung verhindert. Jedoch muss bei der Anlage der Miete sorgfältig vorgegangen werden, um das Entstehen

von Feuchtigkeitsnestern zu verhindern. Beispielhafte Anleitungen dazu finden sich in vielen Quellen.<sup>6</sup>

Aus der Erfahrung des BAT, den beschriebenen Versuchen und den oben dargestellten Überlegungen lassen sich die in Tabelle 8 gelisteten Erkenntnisse ableiten. Im Laufe der Untersuchungen im Forschungsprojekt, die erst im August 2013 abgeschlossen sein werden, werden hierzu noch mehr Ergebnisse erzielt werden.

**Tabelle 8: Vorläufige Erkenntnisse des BAT aus den Bringungsketten**

<b>Verarbeitung</b>	<b>Erkenntnisse</b>
(Allgemein)	Die räumliche Nähe von Anlagen mit verschiedenen Qualitätsansprüchen an die Brennstoffe ist wirtschaftlich und logistisch vorteilhaft.
	Eine Reduktion des Energiebedarfs in den Schritten Transport, Hackung oder Trocknung senkt die Produktionskosten deutlich.
	Die Emissionen aus dem Energieeinsatz in allen Arbeitsschritten würden durch eine Minderung dessen ebenfalls sinken.
	Die Verwertung von Material in für die jeweilige Anlage gerade ausreichender Qualität spart Einkaufs- und Aufbereitungskosten.
Mobilisierung	Rohstoffe sollten bereits bei der Mobilisierung in unterschiedliche Qualitätsstufen getrennt werden, um anschließend die beste jeweilige Verwertung zu ermöglichen.
	Die Erschließung von Material mit minderer Qualität (z.B. LPH) senkt die Bezugskosten.
Transport	Der Aufbau eines breiten Netzwerks an Lieferanten ermöglicht eine flexible Anpassung an veränderte Preis- oder Qualitätsbedingungen.
	Der Transport von Ganzholz ist effizienter (mehr SRM pro Ladung), da weniger leere Zwischenräume transportiert werden.
Polterung	Die regionale Nähe zu den Bezugsstellen ist ein entscheidender Faktor für die Wirtschaftlichkeit.
	Die Vorpolterung von Ganzholz (SRH oder Rundholz) spart große Mengen an Trocknungsenergie ein.
	Die Polterung von Ganzholz benötigt deutlich weniger Platz als die Lagerung von HS.
Hackung	Die Polterung von Ganzholz bindet zwar finanzielle Ressourcen, ermöglicht aber auch eine bedarfsgerechte Produktion von Premium-HS.
	Bei der Hackung ist vor allem für Premiummaterial auf scharfe Messer zu achten.
Trocknung	Ein eigener Hacker ist auch für die am BAT umgesetzten Mengen noch nicht wirtschaftlich notwendig.
	Der Einkauf von extern getrocknetem Material ist teurer als die Eigentrocknung.
	Die Trocknung von Rohstoffen ist nur für Ware mit anschließender hochwertiger Verwertung wirtschaftlich sinnvoll.
	Die Trocknung in den Boxen mit Bodenluftkaminen funktioniert; und je geringer die Schütthöhe, desto effizienter.
Lagerung	Die kostenfreie Kondensationsabwärme des Heizwerks ermöglicht eine kostengünstige Trocknung (Wärme muss zwingend abgeführt werden).
	Die Zwischenlagerung von Material verschafft einen zeitlichen und finanziellen Puffer, der für eine garantierte Brennstoffversorgung unerlässlich ist.
	Die Lagerung von Hackschnitzeln in Mieten ist ohne Wiederbefeuchtung möglich, bedarf allerdings einer sorgfältigen Anlage der Miete.

<sup>6</sup> Siehe z.B. <http://www.lwf.bayern.de/waldbewirtschaftung/holz-logistik/energie-aus-holz/hackschnitzel/34788/index.php>

## Strategien zur Optimierung für den BAT

Aus den Erkenntnissen wurden am BAT Strategien entwickelt, um eine möglichst effiziente Aufbereitung der Rohstoffe zu Brennstoffen zu ermöglichen. Diese sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Die Qualität der Produkte wird insgesamt durch die Verwendung hochwertiger Maschinen, meist durch Subunternehmer, sichergestellt. Auch die mittlerweile gesammelte Erfahrung der Mitarbeiter des BAT in der Brennstoffherstellung trägt entscheidend dazu bei, gleichbleibend hochwertige Hackschnitzel mit geringem Risiko für qualitative Ausreißer (Überlängen, Feuchtigkeitsnester, etc.) herzustellen. Zudem ist der Bezug von Holz aus regionalen Quellen integraler Bestandteil der Geschäftspolitik seit der Gründung des BAT: „Energie aus der Region, für die Region“.

Tabelle 9: Strategien zur Optimierung der Bringungsketten am BAT (wird laufend aktualisiert)

Verarbeitung	Strategien
Mobilisierung	Die Vorsortierung des Materials in verschiedene Qualitätsklassen erfolgt bereits im Wald bzw. vor den Toren des BAT. Anschließend werden die Rohstoffe entsprechend ihres Wassergehalts, Störstoffanteils und des Bedarfs aufgearbeitet.
	Rohstoffe mit niedriger Qualität werden zukünftig verstärkt akquiriert. Für LPH kann dies durch Zusammenarbeit mit den Kommunen und den ausführenden Betrieben geschehen. Im Bereich WRH hingegen muss der derzeit noch weitgehend ungenutzte Privatwald stärker eingebunden werden.
	Das bestehende Netzwerk an Lieferanten soll erhalten und ausgebaut werden. Dies geschieht durch verlässliche Abnehmerpreise, regelmäßige Abnahmen und eine gute persönliche Beziehung zu den Lieferanten. Zudem soll die Rolle des BAT als öffentlich-private Partnerschaft stärker genutzt werden, um auch kommunale Lieferanten zu akquirieren.
Transport	Der Transport von Ganzholz soll in Zukunft noch stärker forciert werden, da dies auch mit den Plänen zum Ausbau der Polterung von Ganzholz gut zusammenpasst.
	Einer der integralen Bestandteile des BAT, der Einkauf und Verkauf von regionalen Rohstoffen, soll auch in Zukunft beibehalten werden.
Polterung	Die Polterung und Vortrocknung von SRH oder Rundholz auf den Flächen des BAT wird ausgebaut. Dazu soll auch eine externe, befestigte Lagerfläche angemietet werden. Der Einkauf von Material wird entsprechend mehr auf Ganzholz fokussiert.
Hackung	Die zur Auswahl stehenden Hackgeräte werden hinsichtlich ihrer Treibstoffeffizienz geprüft. Mit den Auftragnehmern wird die Wichtigkeit von scharfen Messern für Premiummaterial besprochen und in Zukunft darauf geachtet.
Trocknung	Die Gesamtstrategie zur verstärkten Polterung und anschließenden Eigentrocknung von Rohstoffen vermindert auch den Einkauf von extern getrocknetem Material.
	Am BAT wird bereits seit Beginn die Trocknung nur für die notwendige Ware durchgeführt. Dies soll auch weiterhin beibehalten werden.
	Bei der Trocknung in den Freiluftboxen wird verstärkt auf gleichmäßige Schüttung und geringe Höhe (2 bis 3 Meter) geachtet.
	Derzeit laufende Untersuchungen zur Ertüchtigung von weiteren Wärmequellen für die Trocknung (Rücklauf Heizwerk, Vorlauf HPR, Vorlauf Heizwerk) werden, bei wirtschaftlicher Eignung, umgesetzt. Insgesamt ist dabei auf einen möglichst geringen Einsatz von elektrischer Energie zu achten (Ventilatoren, Pumpen), da Strom die Kosten stark nach oben treibt.
	Im Rahmen der ORK werden zwei getrennte Versuchsreihen zur Optimierung der HS-Trocknung in Containern durchgeführt. Die Ergebnisse daraus sollen, bei wirtschaftlicher Eignung, am BAT umgesetzt werden.
	Am BAT wird in Zukunft auf Grund des höheren Materialbedarfs eine ganzjährige

	laufende Trocknung nötig sein. Dies ist mit der Kondensationsabwärme derzeit nicht möglich, da diese im Sommer abgeschaltet wird. Daher wird eine Umsetzung der Ergebnisse mindestens einer der angeführten Untersuchungen angestrebt.
Lagerung	Die Lagerung von Ganzholz zur Vortrocknung soll ausgebaut werden. Dazu soll eine externe Lagerfläche angemietet werden, die ausreichend Platz für den Holzbedarf mehrerer Monate bietet.
	Die Lagerung von trockenen Hackschnitzeln soll als Notlösung am BAT möglich sein, wird jedoch auf Grund des im Vergleich zur Polterung höheren Aufwandes nicht primär angestrebt.
	Der Direktverkauf von Premiummaterial über externe Lagerflächen soll aufgebaut werden, um die Logistik des BAT zu entlasten.

## Steigerung der Kapazitäten aller Bringungsketten

Die ökologische und wirtschaftliche Optimierung der Bringungsketten wird angesichts des steigenden Bedarfs umso wichtiger. Denn durch das stetig steigende Interesse nach der Fernwärme in Grassau und die Errichtung des Holzvergasers werden am BAT in Zukunft höhere Mengen an Brennstoffen nachgefragt werden. Auch der Trend zur Hackschnitzel- oder Pelletsheizung im privaten Bereich wird zu einem erhöhten Bedarf führen. In Tabelle 10 sind die aktuellen Umsatzmengen und die zukünftig erwarteten Mengen gegenübergestellt. Der erhöhte Bedarf an Fernwärme wird dabei teilweise durch die Abwärme des Vergasers gedeckt, so dass das Heizwerk nicht notwendigerweise mehr Material benötigt. Die Steigerung der Kapazitäten und die oben dargestellte Optimierung gehen dabei idealerweise Hand in Hand.

Tabelle 10: Aktueller und zukünftiger Bedarf an Holzhackschnitzeln auf dem BAT

Material	Bedarf aktuell (SRM)	Bedarf zukünftig (SRM)	Verwendung	Kommentar
Industrie-HS	17.000	17.000	Heizwerk Grassau	Erweiterung des Fernwärmenetzes wird durch Vergaserabwärme kompensiert
	5.000	7.000	Direktverkauf	Steigerung geplant
Premium-HS	12.000	13.000	Verkauf an Kunden	Steigerung geplant
Mischklasse	0	12.000	Holzvergaser	Bei 7.500 Betriebsstunden pro Jahr
<b>Summe</b>	34.000	49.000		

Um die Kapazitäten der derzeitigen Bringungsketten für Steigerungen zu untersuchen wird in zwei Schritten vorgegangen. Zunächst muss in Erfahrung gebracht werden, ob das Material selbst (Sägerestholz, Rundholz, Waldrestholz, Kurzumtriebsplantagen, Landschaftspflegeholz) in der gewünschten Menge aus der Region bezogen werden kann. Ist dies der Fall, muss anschließend geklärt werden, ob die einzelnen Verarbeitungsschritte (Hackung, Trocknung, etc.) am BAT ebenfalls skaliert werden können, um die höheren Mengen auch zu verwerten.

## Nachhaltig mehr Rohstoffe aus der Region

Wie in Tabelle 1 dargestellt sind im Achantal grundsätzlich noch Potenziale für Restholz zur energetischen Verwertung vorhanden. Entscheidend ist nun, ob diese Chargen auch tatsächlich mobilisiert werden können, und ob dies wirtschaftlich sinnvoll darstellbar ist.

Innerhalb jeder Bringungskette muss für alle Kreise betrachtet werden, ob das darin angegebene Material in höherem Ausmaß verfügbar ist. Jedoch ergeben sich alle verarbeiteten Materialmengen eindeutig aus der Ausgangsmenge im ersten Kreis, so dass eine Betrachtung dessen bereits ausreichend ist. Im Folgenden sind die Erkenntnisse für jede der vier Ketten dargelegt.

Beim **Sägerestholz** gibt es kein ungenutztes energetisches Potenzial. Jedoch wird ein bedeutender Teil des regionalen Sägeholzes auch außerhalb des Achantals verarbeitet, so dass ein Bezug von SRH aus diesen Sägewerken ebenfalls als „regional“ gewertet werden kann. Somit ist also eine Steigerung der SRH-Mengen durchaus noch möglich, obwohl der genaue Betrag nur schwer beziffert werden kann. Das Potenzial des **Rundholzes** aus der Forstwirtschaft ist derzeit nicht bekannt, jedoch kann davon ausgegangen werden, dass bei der zu erwartenden stärkeren Mobilisierung von Holz auch mehr Rundholz anfällt. Entscheidend für den BAT sind jedoch das Preisniveau und die Konkurrenzsituation. Die Konkurrenz um Premiummaterial ist dabei nicht von Seiten anderer

Heizwerke (diese verwenden ebenso wie Grassau nur Hackschnitzel minderer Qualität), sondern stammt von der stofflichen Verwertung (Papier- und Spanplattenindustrie). Durch die regionale Alleinstellung des BAT und dessen große Akzeptanz in der Bevölkerung ist aber anzunehmen, dass die Lieferantenbasis auch in Zukunft stabil bleibt und somit die Mengen in begrenztem Umfang zu wirtschaftlichen Konditionen gesteigert werden können. Insbesondere durch die erst kürzlich geschaffene Bezugsquelle bei den Bayerischen Staatsforsten (BaySF) ergeben sich neue Möglichkeiten.

Das **Waldrestholz** weist derzeit ein ungenutztes Potenzial von 26.000 MWh (ca. 32.500 SRM) pro Jahr auf. Somit ist die geplante Steigerung mengenmäßig abgesichert. Jedoch spielt auch hier der Preis eine wichtige Rolle. In Anbetracht der allgemein höheren Nachfrage nach Energieholz birgt dies nicht zu vernachlässigende wirtschaftliche Risiken. Aber auch beim WRH trägt der neue Liefervertrag mit den BaySF und die Stellung des BAT als öffentlich-privates Unternehmen zur Entschärfung der zukünftigen Situation bei.

Die bislang am wenigsten genutzten Energieholz-Quellen, die **Kurzumtriebsplantagen** und das **Landschaftspflegeholz** bergen noch bedeutende Potenziale von 9.000 bzw. 18.000 MWh (ca. 11.250 bzw. 22.500 SRM) pro Jahr. Der Anbau von KUPs im Achantal hat erst im Jahr 2011 begonnen und wird sich aufgrund der begrenzten Fläche nur langsam entwickeln. Jedoch liefert eine einmal angelegte KUP einen zuverlässigen Materialstrom, was für langfristige Planungssicherheit sorgt. Zudem steigt das Interesse von Landwirten an dieser alternativen, extensiven Form der Bewirtschaftung. Im Bereich des LPH gibt es noch sehr viele ungenutzte Ressourcen, deren Erschließung aber mit einem relativ hohen Aufwand verbunden ist. Wegen der sehr niedrigen Qualität von LPH ist daher nur mit einem moderaten Anstieg in den nächsten Jahren zu rechnen.

Insgesamt kann man festhalten, dass die für den BAT verfügbaren Mengen in gewissem Umfang gesteigert werden können, auch unter ökologischen Nachhaltigkeitskriterien. Jedoch liegen diese Rohstoffe vermehrt im qualitativ minderwertigen Bereich. Zudem sind die wirtschaftlichen Rahmendaten derzeit nur schwer einschätzbar. Durch die gute Positionierung des BAT darf aber für die nächsten Jahre von einer Versorgungssicherheit in allen Bereichen ausgegangen werden. In Tabelle 11 sind die Prognosen zusammengefasst.

**Tabelle 11: Skalierbarkeit der Rohstoffmengen für alle Bringungsketten**

Material	Menge steigerbar?	Kommentar
SRH	Begrenzt	Sägewerke könnten noch ausreichend verkaufen; Preis ist das entscheidende Kriterium
WRH	Ja	Waldbesitzer/Staatsforsten könnten noch ausreichend verkaufen; Preis ist das entscheidende Kriterium
LPH	Begrenzt / Unbekannt	Anfall von Material kann schwer vorhergesagt werden
KUP	Noch unbekannt	Ein Ausbau der Flächen ist geplant; Anzahl kann aber noch nicht benannt werden

### **Aufbereitung größerer Mengen am BAT**

Für die geplanten Steigerungen bei den Rohstoffmengen müssen auch entsprechende Kapazitäten in der Aufarbeitung bereit stehen. Ob der BAT diese besitzt, wird an Hand der oben gezeigten Bringungsketten untersucht. Dazu werden die einzelnen Verarbeitungsschritte (Rechtecke) auf ihre

Skalierbarkeit hin betrachtet. In Tabelle 12 findet sich eine zusammenfassende Darstellung dazu. Diese Untersuchung geschieht unabhängig von der Materialquelle, da die einzelnen Schritte jeweils in mehreren Ketten vorkommen. Die Schritte „Verheizung“ und „Vergasung“ werden dabei ausgelassen, da sie keine Ressourcen im Sinne dieser Untersuchung benötigen.

Der **Transport** von Material (Ganzholz oder Hackschnitzel) zum BAT lässt sich problemlos ausbauen, da dieser ausschließlich durch Subunternehmer durchgeführt wird. Der Preis würde bei größeren Abnahmen pro Mengeneinheit sinken, was auch wirtschaftlich vorteilhaft wäre.

Die **Hackung** von Rohstoffen auf der Waldstraße ist ebenfalls leicht skalierbar, da diese ausschließlich durch Lohnunternehmen erfolgt. Die Hackung von Material am BAT ist hingegen nur begrenzt steigerbar, da auf Grund von Immissionschutzauflagen gegen Lärm nur zehn Tage im Jahr gehackt werden darf. Dies wird bereits jetzt voll genutzt, der Durchsatz kann jedoch durch längere Arbeitszeiten und bessere Hackleistungen noch erhöht werden.

Die **Trocknung** von feuchtem Premiummaterial ist die größte Herausforderung, wenn die Kapazitäten gesteigert werden sollen. Derzeit wird die zweite Stufe der Kondensationsabwärme aus dem Heizwerk Grassau mit einer Maximalleistung von ca. 240 kW verwendet. Die theoretische Jahreskapazität der Anlage sind ca. 10.000 SRM bei einer Trocknung von 50% auf 20% Wassergehalt. Die Logistik dafür muss aber perfekt abgestimmt sein, und die Leistung der Kondensation dürfte auch im Sommer nicht niedriger sein. Da dieser Idealfall derzeit nicht erreicht wird, ist die effektive Jahreskapazität wesentlich geringer (ca. 5.000 SRM). Daher laufen aktuell mehrere Untersuchungen, wie die Trocknung von Hackschnitzeln mit einfachen Mitteln verbessert werden kann. Erstens wird analysiert, ob eine Ankopplung an den Rücklauf des Fernwärmenetzes Grassau wirtschaftlich möglich ist. Dies würde die Kapazitäten deutlich steigern, da hier konstant mehr Leistung abgezweigt werden kann. Zweitens gibt es Versuche zur Trocknung von HS in modernen Trocknungscontainern unter Variation verschiedener Parameter, die teilweise am BAT und teilweise extern durchgeführt werden. Die Ergebnisse aller Studien werden im Herbst 2012 erwartet.

Die **Polterung** und Luftvortrocknung von Ganzholz für Premium-HS wird derzeit am BAT intensiv durchgeführt. Die Lufttrocknung ist sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch äußerst vorteilhaft, da für die anschließende technische Trocknung nur noch wenig Energie benötigt wird. Jedoch sind die begrenzten Lagerflächen am BAT hierfür ein limitierender Faktor.

Die **Lagerung** von Premium-Hackgut bedarf ebenfalls der genaueren Beschäftigung. Die derzeitige Kapazität von ca. 2.500 SRM in den vier Lagerhallen reicht für den zukünftigen Bedarf nicht aus. Auf dem Gelände des BAT können hierfür zwar noch ca. 200m<sup>2</sup> zur Verfügung gestellt werden, um HS in abgedeckten Mieten aufzuschichten. Jedoch sind die damit zusätzlich möglichen ca. 450 SRM ebenfalls nicht ausreichend. Für Industrie-HS ist das Heizwerk Grassau ebenfalls auf der Suche nach neuen Lagermöglichkeiten. Hier ist aber anzumerken, dass die Lagerung von feuchtem Material mit hohem Rinden- und Nadelanteil nur zeitlich begrenzt sinnvoll ist, da es zu einem Massen- und Energieverlust durch Zersetzung kommen kann, der bis zu 10 % pro Monat beträgt.

Die vier Aufgaben Hackung, Trocknung, Polterung und Lagerung lassen sich elegant gemeinsam lösen, indem eine ausreichend große externe Lagerfläche mit befestigtem Untergrund in der Nähe des BAT angemietet wird. Diese kann zur umweltfreundlichen Polterung von Ganzholz verwendet werden, welches nach der Lufttrocknung gleich vor Ort bedarfsgerecht gehackt und zum BAT transportiert wird. Für den BAT wäre eine asphaltierte Fläche mit ca. 3.000 m<sup>2</sup> für eine Lagerung von ca. 5.000 Raummetern (rm) Holz angemessen.

Der **Verkauf** von Premium-HS an Kunden des BAT benötigt Transportkapazitäten des BAT. Die firmeneigenen LKWs können hierfür verwendet werden und sind durch eine optimierte Logistik bzw. weiteres Personal in der Lage, auch größere Mengen zu den Kunden zu bringen.



Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Engpässe in den Bringungsketten also vor allem bei der Trocknung (sowohl der Polterung von Ganzholz als auch der technischen Trocknung von HS) und der Lagerung (zum Poltern und für gehacktes Material) liegen. Wie bereits erwähnt, würde die Akquise einer externen Lagerfreifläche diese beiden Herausforderungen zusammen lösen und zusätzlich auch die Notwendigkeit weiterer Hackungen am BAT umgehen.

**Tabelle 12: Skalierbarkeit der Verarbeitungsschritte für alle Bringungsketten**

<b>Verarbeitungsschritt</b>	<b>Skalierbar?</b>	<b>Kommentar</b>
Transport von Ganzholz	Ja	Wird durch Subunternehmer durchgeführt; nur kostenabhängig
Transport von HS	Ja	Wird durch Subunternehmer durchgeführt; nur kostenabhängig
Hacken auf Waldstraße	Ja	Wird durch Subunternehmer durchgeführt; nur kostenabhängig
Hacken auf BAT	Begrenzt	Wegen Immissionsschutz nur noch begrenzt steigerbar
Poltern (Lufttrocknung)	Begrenzt	Wegen Platzbedarf nur noch begrenzt ausbaufähig
Trocknung (von HS)	Begrenzt	Wegen der bereits bestehenden Auslastung nur noch begrenzt steigerbar
Lagerung (von HS)	Begrenzt	s.o. Polterung
Verkauf an Privatkunden	Ja	Eigene Lastwägen des BAT können stärker ausgelastet werden

## Zukünftige Entwicklungen am BAT im Energieholzbereich

Der BAT unternimmt viele Anstrengungen, um für die Zukunft gut gerüstet zu sein. Die Optimierung der Brennstoffherstellung unter wirtschaftlichen, ökologischen und Effizienz-Gesichtspunkten ist eine davon. Der zu erwartende Anstieg im Bedarf an Holzenergie und die damit verbundenen Nebeneffekte wie höhere Rohstoffpreise oder verstärkte Nutzungskonkurrenzen werden in den Planungen des BAT bereits berücksichtigt. Auch die zur Verarbeitung größerer Mengen nötigen Kapazitätssteigerungen werden bereits untersucht und umgesetzt.

Das hier vorliegende Konzept zur optimierten Biomassemobilisierung kann daher nur als ein Abbild von dynamischen Strukturen verstanden werden. Denn die identifizierten Handlungsfelder zur Verbesserung können bereits in wenigen Jahren durch andere Tendenzen wieder obsolet sein. Auch sind aktuell noch nicht alle Betriebsparameter des Holzvergasers bekannt, die eine entsprechend dafür angepasste Brennstoffproduktion aber erfordern würde. Im Methodenhandbuch zur Eingliederung des Heatpipe-Reformers in die regionalen Kreisläufe, das am Ende dieses Forschungsprojekts herausgegeben wird, werden diese Erkenntnisse detailliert dargestellt werden.

Aktuell zeichnen sich folgende positive Tendenzen in der Arbeit des BAT ab:

- Die Kooperation mit den Bayerischen Staatsforsten zur Rohstofflieferung steigert die Nachhaltigkeit des BAT, da die BaySF alle Flächen nach dem PEFC-Standard bewirtschaften.
  - Das Interesse an Kurzumtriebsplantagen als alternative Landbewirtschaftungsform nimmt im Achtental zu. Für die zukünftige Rohstoffversorgung des BAT und der Region sind diese Anlagen ein entscheidender Baustein.
  - Die Anzahl an privaten Holzöfen (Kamin oder Zentralheizung) nimmt zu, ebenso die Nachfrage nach der kommunalen Fernwärme in Grassau. Zudem wird gerade ein Hackschnitzel-Nahwärmenetz in Grabenstätt aufgebaut, in dem der BAT als Brennstofflieferant auftritt.
- Diese Entwicklungen sorgen für eine langfristige wirtschaftliche Stabilität des BAT.

Auf den folgenden Feldern gibt es hingegen noch Handlungsbedarf:

- Der aktuell relativ geringe durchschnittliche Transportradius von ca. 20 km soll auch in Zukunft gering gehalten werden. Angesichts der zunehmenden Rohstoffnachfrage wird dies aber eine Herausforderung darstellen.
- Zur vollständigen Schließung von regionalen Stoffkreisläufen müsste auch die Rostasche des Heizwerks wieder in den Wald ausgebracht werden. Denn die Nährstoffe gehen durch die Verbrennung nicht verloren und würden damit dem Waldboden entsprechend wieder zugeführt. Jedoch ist die derzeitige rechtliche Lage komplex und der Wille der Waldbesitzer dafür noch nicht ausgeprägt.
- Die Erschließung der regionalen Bioenergie-Potenziale (siehe Tabelle 1) ist eine zentrale Aufgabe des Achantals und damit auch des BAT, um auch in Zukunft eine sichere Versorgung gewährleisten zu können. Hierzu sind aber die entsprechenden Techniken noch nicht vollständig ausgereift.
- Für einen wirtschaftlichen Betrieb des Heatpipe-Reformers ist es notwendig, diesen mit NaWaRo-Holz hackschnitzeln zu betreiben, um den erhöhten Bonus aus dem EEG 2009 zu erhalten. Aus diesem Grund ist Sägerestholz für den Betrieb des Heatpipe-Reformers nicht geeignet. Der zukünftige Materialmix des BAT muss also ausreichende Mengen an zertifizierten NaWaRo-HS aufweisen.
- Die Einkaufsstrategie des BAT muss in Zukunft noch stärker zwischen Qualitätsklassen diversifizieren, um eine entsprechende Verwendung der Hackschnitzel in gerade ausreichender Qualität zu wirtschaftlichen Konditionen gewährleisten zu können.

## Übertragbarkeit des Konzepts auf andere Regionen

Die Erfahrungen und Ableitungen in diesem Konzept sind zunächst nur für das Achtental relevant. Denn mit hoher Wahrscheinlichkeit gibt es hierbei mehr oder weniger deutliche Unterschiede zu anderen Regionen. Dennoch zielt der Ansatz darauf ab, möglichst viele Erkenntnisse aus den Kreisläufen im Achtental nach einer entsprechenden Anpassung auch in anderen Regionen verwenden zu können. Denn insbesondere in Deutschland gibt es zahlreiche vergleichsweise ähnliche Regionen, die alle die Voraussetzungen für die vorgestellten Stoffströme aufweisen.

Die Voraussetzungen für eine Übertragbarkeit beinhalten vor allem:

- Ausreichende Mengen an regionalen Holzreststoffen
- Eine Kombination an Energie-Erzeugungsanlagen mit unterschiedlichen Qualitätsansprüchen an die Brennstoffe. Erst diese ermöglicht die wirtschaftliche Aufarbeitung von Brennstoffen aus mehreren zur Verfügung stehenden Quellen mit verschiedenen Qualitäten.
- Regionales Logistikunternehmen mit Erfahrung in Holzbrennstoffen
- Genügend Wärmesenken zur Nutzung der Abwärme
- Motivierte und vernetzte Akteure
- Langfristiges Denken
- Eine gesicherte Finanzierung, zum Beispiel über kommunale Unternehmen oder Energie-Genossenschaften

Im Sinne der Übertragbarkeit des Konzepts vom Achtental auf andere Regionen ist es besonders wichtig, die wirtschaftliche Tragfähigkeit aller Bringungsketten sicherzustellen. Denn nur dann werden auch weitere Regionen bereit sein, ähnliche Strategien zur lokalen Energiewende zu übernehmen. Derzeit sind der Handel und die Produktion von Bio-Brennstoffen für den BAT wirtschaftlich sinnvoll.

Bereits heute wird das Achtental von zahlreichen Besuchern aus allen Erdteilen aufgesucht, um sich ein Bild über die lokale Energienutzung zu verschaffen. Für viele der Interessenten geht es in ihrer Heimat um ähnliche Fragen wie im Achtental, und wenn auch nicht immer das gesamte Konzept repliziert werden kann, so doch zumindest einzelne Elemente daraus.

Ein Exempel für die internationale Zusammenarbeit ist das Projekt „BioRegions“ (gefördert von der EU im Rahmen des Intelligent Energy Europe-Programms). Hier versuchen fünf ausgewählte Regionen in Bulgarien, Frankreich, Irland, Lettland und Tschechien eine „BioRegion“ zu werden, indem sie 33 % des Strom- und Wärmebedarfs aus regionaler und nachhaltiger Bioenergie decken. Dies geschieht durch den Aufbau von lokalen Akteurs-Netzwerken, die anschließend aus Eigenantrieb für die Umsetzung von vielen Projekten sorgen.

## Abkürzungsverzeichnis

Tabelle 13: Verzeichnis der im Text verwendeten Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
BAT	Biomassehof Achental
BaySF	Bayerische Staatsforsten
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
DBFZ	Deutsches Biomasseforschungszentrum
G#	Stückigkeit entspricht G... nach ÖNORM M 7133
gel.	gelagert
getr.	getrocknet
HPR	Heatpipe-Reformer (agnion)
HS	Hackschnitzel (hier: ausschließlich Holz-Hackschnitzel)
HW	Heizwerk
KFA	Kleinfeuerungsanlage
KUP	Kurzumtriebsplantage
KW(h)	Kilowatt(stunde)
LPH/LPM	Landschaftspflegeholz/-material (hier gleichbedeutend verwendet)
MW(h)	Megawatt(stunde)
ORK	Optimierung regionaler Kreisläufe
PtJ	Projekträger Jülich
rm	Raummeter
SNG	Synthetic Natural Gas
SRH	Sägerestholz
SRM	Schüttraummeter
SW	Sägewerk
W#	Wassergehalt <= #%, nach ÖNORM M 7133
WRH	Waldrestholz