

# 410

## Energieholzaufbereitung an Böschungen

### Vorgehen und Kosten



*Abbildung 1: Uferböschung der Linth*



*Abbildung 2: Menzi Muck bei der Arbeit  
(Straumann 2005)*

Verfasser:

Jörg Hässig  
cand. Forst Ing. ETH  
Holzenergie Schweiz  
Neugasse 6  
8005 Zürich

September 2005

## Energieholzaufbereitung an Böschungen – Vorgehen und Kosten

Der Wald wächst stets und macht auch vor Strassen- und Uferböschungen nicht halt. Diesbezüglich fragt sich, ob die baumbestockten Böschungen sicher gepflegt werden können und der Holzanfall sich in Form von Hackschnitzeln für die umliegenden Abnehmer kostengünstig bereitstellen lässt. Die energetische Nutzung von Böschungen ist darum ein Thema, weil die Öl- und Gaspreise in der letzten Zeit massiv gestiegen sind und die Nachfrage nach Energieholz zunehmend ist.

Die Arbeit gibt wichtige Hinweise zur Planung und Durchführung eines solchen Projektes. Mit wenigen Eingangsgrössen wie BHD und Fläche ist es möglich den Aufwand und den Holzanfall zu bestimmen. Das Ziel ist es, mit dem richtigen Maschineneinsatz gewinnbringend Energieholz zu produzieren, indem die Böschungen im Rotationsprinzip bewirtschaftet werden. Die Kostenberechnungen sollen eine Kostenkalkulation vereinfachen.

Das vorliegende Merkblatt ist für Förster und Waldbesitzer bestimmt. Für diese sind ein reibungsloser Ablauf und eine möglichst hohe Kostendeckung wichtig. Da bei der Pflege von Böschungen oft der Schutz der Bevölkerung und Sachgütern im Vordergrund stehen, sollten die nicht gedeckten Kosten abgegolten werden, wozu manche Kantone bereit sind.

### Vorgehen:

#### Meldung

Bei Holzhauereiarbeiten an Böschungen von Kantonsstrassen muss die Strasse aus sicherheitstechnischen und arbeitsplanerischen Gründen mindestens einseitig gesperrt werden. Das Vorhaben ist an das **Kantonale Strasseninspektorat**, wenn vorhanden an die Regionale Stelle, zu richten. Für die Akzeptanz des Eingriffs durch die Bevölkerung ist es sinnvoll, mindestens die **Anwohner** zu benachrichtigen. Falls Strom- und Telefonleitungen vorbei führen, ist eine Meldung an das **Elektrizitätswerk** notwendig; möglicherweise müssen die Leitungen abgeschaltet und vielleicht sogar abmontiert werden. Wenn Gleise daran vorbei führen, muss der Betreiber informiert werden. Sind die SBB betroffen, ist das Vorhaben bei der N – VS (Niederlassung –Verfügbarkeit & Sicherheit) 20 Tage vor Arbeitsbeginn zwecks Massnahmenbesprechung und Erstellen eines Sicherheitsdispositives zu melden. Die Gebietsaufteilung der N – VS ist unter <http://mct.sbb.ch/mct/prospektvs.pdf> ersichtlich.

Von Vorteil ist es, die verschiedenen Stellen frühzeitig zu informieren, damit genügend Zeit für Planung und Vorbereitung der Arbeit zur Verfügung steht.

Bei einer vollständigen Sperrung der Strasse ist, sofern verkehrstechnisch möglich, eine Umfahrung zu organisieren. Die Planung einer Umfahrung, das Publizieren des Vorhabens und das Aufstellen der Umleitungsstafeln kosten ohne weiteres 1000 SFr (Müller 2005). Um die Organisation schlank zu halten, ist wenn möglich auf eine Totalsperrung zu verzichten. Eine Alternative ist, den Verkehr alle 10 Minuten für ein paar Minuten, je nach Verkehrsaufkommen, in beide Richtungen bewegen zu lassen.

*Abbildung 3: Bestockte Böschung an Kantonsstrasse mit Strassenbeleuchtung und Eisenbahnlinie rechts.*



Eine weitere Möglichkeit besteht darin die Strasse in der Nacht vollständig sperren zu lassen, jedoch muss auch eine Umfahrungsmöglichkeit vorhanden sein. Der Hacker und die Lastwagen für den Abtransport benötigen für die Durchführung eine Nachtfahrbewilligung, die von den **Kantonalen Strassenverkehrsämter** ausgestellt wird. Für ein erfolgreiches Gelingen müssen bestimmte Voraussetzungen gegeben sein:

- Dringendes Bedürfnis für vorübergehende Nachtarbeit
- Bewilligung des kantonalen Arbeitsinspektorates
- Ausreichende Lichtverhältnisse zum Arbeiten
- Lärmemissionen sind nicht allzu störend (Anwohner)
- Die Hackschnitzel müssen abtransportier- und lieferbar sein.

Die Vorlaufzeit für den Antrag um eine Nachtfahrbewilligung beim kantonalen Strassenverkehrsamt ist mit 2 Tagen kurz. Bei Notfällen kann die Polizei kurzfristig Bewilligungen ausstellen. In einigen Kantonen können Gesuchsformular als PDF vom Internet herunter geladen werden.

Weiter zu beachten ist, dass die Nachtarbeit im Zeitraum zwischen 23.00 Uhr und 06.00 Uhr (oder von 22.00 Uhr bis 05.00 Uhr oder von 24.00 Uhr bis 07.00 Uhr) grundsätzlich verboten ist. Im Fall eines nachgewiesenen dringenden Bedürfnisses

kann das kantonale Arbeitsinspektorat die vorübergehende Nachtarbeit erlauben. Ein dringendes Bedürfnis liegt vor, wenn:

zusätzliche Arbeiten kurzfristig anfallen, deren Erledigung zeitlich nicht aufschiebbar sind und die am Tag und während den Werktagen weder mit planerischen Mitteln noch mit organisatorischen Massnahmen bewältigt werden können;

oder Arbeiten aus Gründen der öffentlichen Sicherheit oder aus sicherheitstechnischen Gründen nur in der Nacht oder am Sonntag erledigt werden können;

oder Ereignisse kultureller, gesellschaftlicher oder sportlicher Art in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen und Gebräuchen oder den spezifischen Bedürfnissen von Kunden die Erbringung von zeitlich begrenzten Arbeitseinsätzen in der Nacht oder am Sonntag erfordern.

Dazu kommt auch noch die Einwilligung des Arbeitnehmers. Der Lohnzuschlag für die Nachtarbeit beträgt 25%.

Es besteht auch die Möglichkeit, die Fällarbeiten in der Nacht bei total gesperrter Strasse und die Hackarbeiten sowie den Abtransport am nächsten Tag bei teilgesperrter Strasse durchzuführen. Grundsätzlich ist die Nachtvariante teurer, da die Organisation umfangreicher, die Arbeitskosten höher und die Leistung bei der Durchführung tiefer sind.

### **Organisation:**

Für einen reibungslosen Ablauf ist eine vorgängige Organisation sehr wichtig. Dabei sind einige Angaben besonders wichtig: Länge, Breite und Gefälle der Strassenböschung und durchschnittlicher BHD der Bäume. Damit können die zu bearbeitende Fläche und der Holzanfall abgeschätzt werden.

- **Arbeitsaufwand**

Der Arbeitsaufwand kann einfach über die Fläche in Aren berechnet werden.

In der Tabelle 2 ist die Tagesleistung nach Verfahren aufgeführt. Mit der Distanz zur Strasse steigt auch der Arbeitsaufwand.

- **Holzanfall**

Der Holzanfall wurde über den Brusthöhendurchmesser bestimmt. Der Umrechnungsfaktor von Erntefestmeter zu Schüttkubikmeter beträgt 2.8. Qualitativ gute Stammstücke können allenfalls beiseite geschafft und als Sagholz verkauft werden.

Tabelle 1: Holzanfall pro Are

<b>BHD</b> (cm)	<b>Holzanfall</b> (Efm/a)	<b>Holzanfall</b> (Sm <sup>3</sup> /a)
5	1.1	3
15	1.6	4
25	2.4	7
35	2.9	8
45	4.3	12
55	4.8	13

Die Angaben in der Tabelle 1 stammen aus den Inventurdaten von 1998, Teufen ZH, Bonität 22, 70% Buche, 30% Fichte. Der Holzanfall kann ohne weiteres 20% von diesen Berechnungen abweichen (Div 1998).

Weiden, Pappeln und Sträucher können zu Problemen bei der Verbrennung führen und sind deswegen nach Klassifizierung von Brennstoffen in Hackschnitzeln nicht erlaubt (Bühler 2004). Der Anteil der Problemarten ist vorgängig zu bestimmen.

- Verfahren

Aufgrund der Baumdimension, der topografischen Gegebenheiten und des Arbeitsvolumens kann das geeignete Verfahren bestimmt werden. Möglich sind motormanuelles Fällen und Rücken mit einem Schlepper, sowie Harvester- und Fäller-Sammlereinsatz. Da Strassenböschungen ziemlich steil sein können, werden folgende vier Varianten gewählt:

Varianten:

1. Motormanuell strassenoberseits mit Schlepper
2. Motormanuell strassenunterseits mit Schlepper
3. Menzi Muck mit Harvester-Aggregat
4. Menzi Muck mit Fäller-Sammler-Aggregat

Annahmen:

- Schleppereinsatz strassenoberseits 20 %
- Schleppereinsatz strassenunterseits 70 %
- Menzi Muck Reichweite 10 m  
(steht mit einer Radseite in der Böschung)
- Arbeitseinsatz pro Tag 8 Std.

Die Tagesleistung für motormanuelle Holzernte mit Schlepperunterstützung wurde aus Stückelberger, Kammerhofer (2004) berechnet.

Tabelle 2: Leistung und Holzanfall pro Tag nach BHD

BHD	Motormanuell strassenoberseits		Motormanuell strassenunterseits		Harvester		Fäller – Sammler	
	T'leistung a/Tag	H'anfall Sm <sup>3</sup> /Tag	T'leistung a/Tag	H'anfall Sm <sup>3</sup> /Tag	T'leistung a/Tag	H'anfall Sm <sup>3</sup> /Tag	T'leistung a/Tag	H'anfall Sm <sup>3</sup> /Tag
5	15	45	10	30			31	93
15	19	76	13	52	26	104	40	160
25	18	126	12	84	24	168	46	322
35	18	144	12	96	25	200		
45	15	180	10	120	20	240		
55	14	182	10	130	21	273		

Die Tagesleistung bei den beiden Menzi Muck – Varianten ist ein Durchschnitt der Angaben von je 4 Anwendern.

Abbildung 4: Variante 4, Menzi Muck mit Fäller-Sammler-Aggregat (Straumann 2005)



- Zeitliche Koordination

Es ist zu beachten, dass die Akteure unterschiedliche Tagesleistungen aufweisen. Je nachdem ist es sinnvoll, den Grosshacker erst auf den Mittag zu bestellen, da er mit einer Tagesleistung inkl. Abtransport von 400 – 500 Sm<sup>3</sup> deutlich schneller ist. Bei der kleinsten Baumdimension muss mit der Holzbereitstellung je nach Verfahren 3 – 8 Tage früher begonnen werden, damit der Hacker für einen halben Tag ausgelastet ist. Während der Vorarbeit haben die Fäller mehr Platz um effizient arbeiten zu können. Die Strasse kann erst am Schluss, wenn die Fäll- und Hackarbeiten beendet sind, richtig gereinigt werden. Es gibt Situationen, da muss das Hacken unmittelbar an das Fällen gekoppelt werden. Oft erstreckt sich ein Auftrag über mehrere kleine Objekte, was Maschinenverschiebungen zu Folge hat. Dabei sind die Mehrkosten zu berücksichtigen.

- Abnehmer der Hackschnitzel

Der Abnehmer für die Hackschnitzel muss vorgängig definiert sein. Je kürzer die Transportstrecke, desto besser. Wichtig ist die Abklärung, ob die Heizung waldfrische Hackschnitzel und in welcher Grösse (Stückigkeit) verbrennen kann. Nach Straumann (2005) fällt meistens zuviel Holz an, als dass es direkt zur Energiegewinnung verwertet werden könnte. Die Anlagen benötigen die Schnitzel oft im Herbst bis Frühling. An gewissen Stellen können vielleicht die gefällten Bäume zur Vortrocknung liegengelassen werden. Der Mobilhacker hackt je nach Bedarf das bereitliegende Energieholz. Weitere kurzzeitige und einseitige Strassensperungen werden dafür nötig. Allenfalls muss für das Holz ein Platz zur Zwischenlagerung gesucht werden, dies ist aber auch mit Mehrkosten verbunden. Wichtig bei der Auftragsvergabe an den Hacker ist, dass der Schnitzelauswurf nach vorne oder hinten ist, da man den Verkehr einseitig passieren lassen möchte.

- Sicherheit und Schutz

Wichtig zur Sicherheit des Personals und zum Schutz der Objekte ist die richtige Wahl des Verfahrens. Allenfalls können oder müssen Objekte wie Zäune und Telefonleitungen entfernt werden. Beim motormanuellen Holzfällen sind mindestens 2 Personen vor Ort. Unter der Annahme, dass der Schlepper auf der Strasse bleibt, befindet sich jene Person, die auf dem Schlepper ist, zumindest teilweise im Fällbereich. Da dies verboten ist, muss das Zugseil umgelenkt werden oder bei direktem Ziehen genügend lang sein, damit der Maschinist sich nicht mehr im Fällbereich befindet. Ein entsprechender Abstand zum Hacker muss auch eingehalten werden. Der Menzi Muck kann Bäume bis zu 25 cm BHD kontrolliert zu Boden bringen. Er kann in einem ersten Schritt den Baum auch bis auf 8 m Höhe „köpfen“ und so auch etwas hängende Bäume sicher am Boden ablegen.

- Strassenreinigung

Bei der Organisation darf die Strassenreinigung am Schluss nicht vergessen werden. Die Strassenreinigungsmaschine des Kantons muss so früh als möglich reserviert werden, da sie dauernd im Einsatz ist. Die ausserordentliche Reinigung des Strassenabschnittes kann im Reinigungsplan integriert werden. Die Reinigungskosten werden dadurch verringert, dass die Reinigungsmaschine keinen Anfahrtsweg hat. Reinigungsmaschinen können problemlos Schmutz von Kieselsteingrösse aufnehmen. Es kommt vor, dass zweimal gefahren werden muss, um die Strasse sauber zu kriegen. Ist auch ein Trottoir verschmutzt, gilt abzuklären, welches Reinigungsgerät geeignet ist. Es gibt auch private Strassenreinigungsfirmen, die grosse und kleine Strassenreiniger betreiben. Vorgängig muss dem Strassenreiniger auch der Abladeort des Schmutzes bekannt gegeben werden. Muss er den Schmutz mitnehmen, fallen Kosten für die Entsorgung an (Müller 2005).

## Ausführung:

- Der Schutz des persönlichen Lebens und das von anderen, sowie der bestehenden Infrastruktur kommt vor der Leistung. Mit kompetentem und gut ausgebildetem Personal an der Motorsäge, auf Schlepper und Menzi Muck können Unfälle und Schäden vermieden werden.
- Bei der Ausführung sind die zeitliche Koordination und der Arbeitsablauf sehr wichtig. Es ist sinnvoll, die Arbeitsrichtung festzulegen, dabei gilt es die Abfahrtsrichtung der Hackschnitzel zu berücksichtigen. Die LKWs benötigen oft auch eine Wendemöglichkeit. Eine kleine Skizze kann zur Übersicht helfen. Für ein effizientes Hacken sollten die Bäume wenn möglich stirnseitig zur Strasse liegen. Wenn genügend qualitativ gute Stammstücke anfallen, kann sich eine separate Sortierung lohnen. Dafür muss am Schluss noch ein LKW für den Abtransport organisiert werden. Um die Kosten tief zu halten, sollten die Bäume frühzeitig, d. h. bei einem BHD von rund 30 cm gefällt werden, da die Kosten mit dem BHD markant steigen (Anhang 2) und die Leistung ab ca. 40 cm abnimmt. Unabhängig von der Wahl der Variante muss manchmal ein Arbeiter mit der Motorsäge nachträglich in der Böschung verbliebene Bäumchen entfernen.
- Werden mehrere Anlagen beliefert, können die Anforderungen an die Qualität der Hackschnitzel variieren. Da der Hacker nicht mehrmals am Tag das Sieb zur Vermeidung von Hackschnitzelüberlängen wechseln kann, ist es sinnvoll, die Hackschnitzel nach den Anforderungen derjenigen Anlage zu produzieren, welche die kleinsten Hackschnitzel benötigt. Damit können Feuerungsprobleme vermieden werden. Anlagen, die für grössere Hackschnitzel dimensioniert sind, können meist problemlos kleinere verbrennen. Bei kleineren Baumdurchmessern kann auch ein Kleinhacker eingesetzt werden. Das Transportgefährt muss allenfalls der Auswurfhöhe des Hackers angepasst werden.
- Selbst bei kleinerem BHD kann sich das Hacken und Abtransportieren lohnen. Es fällt jedoch wenig Holz pro Tag an. Folglich braucht es mehr Zeit bis genügend Holz für einen halben Tag Hackarbeit bereitgestellt ist. Zu berücksichtigen ist, dass der Rindenanteil bei Bäumen mit kleinerem BHD grösser ist. Dadurch sinkt der Energieinhalt der Hackschnitzel, und der Aschegehalt steigt.
- Pappeln und Weiden können mit Hartholz gemischt und in Absprache mit dem Ofenbetreiber verbrannt werden. Ist die Böschung nur mit Weiden und Pappeln bestockt, gibt es die Möglichkeit die Mischung an einem anderen Ort vorzunehmen. Das Ganze kostet dann etwas mehr. Eine weitere Variante ist das Auswerfen der Hackschnitzel zurück in die Böschung. Dies kommt vor allem dann zur Anwendung, wenn die Bäume an der Strassenböschung aus pflegerischen und/oder Sicherheitsgründen entfernt werden müssen.



- Die maschinelle Strassenreinigung kann erst vorgenommen werden, wenn die groben Stücke, wie Äste und Steine vorgängig entfernt werden. Eigentlich sollte die Bäume, nicht auf die Strasse fallen, da die Äste Löcher in den Asphalt schlagen können. Falls es doch passiert, können die Äste mit dem Schlepper zusammengestossen und gehackt werden.

## Kosten:

- Absperrungen

Die Kosten für die Absperrung werden oft durch das kantonale Strasseninspektorat übernommen. Das heisst, wenn die Strasse tagsüber einseitig gesperrt wird, stellt das Inspektorat 2 Personen mit Ausrüstung und Tafeln (oder Lichtsignalanlage) zur Verkehrsregelung. Nach Müller (2005) ist der Dienst gratis, weil die Pflege von Strassenböschung der Sicherheit auf der Strasse dient und somit im Sinne des Kantons ist (z.B. Kt. SG). In anderen Kantonen könnte dieser Dienst etwas kosten. Eine Vollsperrung und die damit verbundenen Umtriebe für Planung und Ausführung der Umleitung kostet rund 1000 Fr. Auch das Publizieren der Vollsperrung muss bezahlt werden.

Die SBB stellen ähnlich wie die Kantone das Personal zur Sicherung der Gleise, weil die Eingriffe auch im Interesse der SBB liegen.

- Nachtfahrbewilligungen

Mit der Nachtfahrbewilligung ist man befugt, während der Sperrzeit von 22:00 Uhr bis 05:00 Uhr zu fahren. Die Nachtfahrbewilligung wird für einen bestimmten LKW ausgestellt (Marke und Kontrollschild). Eine Nacht für ein Fahrzeug kostet je nach Kanton zwischen 35 und 60 Fr.

- Fällen, Hacken, Abtransport

### Variante 1 und 2: Fällen mit Motorsäge, Vorliefern mit Schlepper

Annahmen: - Forstwart mit Motorsäge: 70 Fr./PSH<sub>15</sub> (Prod. Stunden, einschl.  
- Schlepper mit Funkwinde: 130 Fr./PMH<sub>15</sub> Unterbrüche < 15 min)  
- strassenoberseits: 20% Schleppereinsatz (Variante 1)  
- strassenunterseits: 70% Schleppereinsatz (Variante 2)

Während der restlichen Zeit kann der Maschinist auch Bäume fällen, so dass zu 80 resp. zu 30% 2 Forstwarte am Fällen sind. Die Bäume werden längs zur

Strasse gefällt, damit sie stirnseitig zur Strasse gerückt werden können. So liegen sie dann richtig für die Übernahme durch den Hacker.

### **Variante 3:** Fällen mit Menzi Muck, Harvesterkopf

Annahmen:	- Menzi Muck mit Harvesterkopf:	280 - 320 Fr./PMH <sub>15</sub>
	- ungefähre Reichweite	10 m
	- BHD bis	50 cm
	- Schneiden und Ablegen	

### **Variante 4:** Fällen mit Menzi Muck, Fäller-Sammler-System.

	- Menzi Muck mit Fäller-Sammler:	260 – 300 Fr./PMH <sub>15</sub>
	- ungefähre Reichweite	10 m
	- BHD bis	25 cm
	- Schneiden und Ablegen	

Grosshacker mit Nachfahren:	14 Fr./Sm <sup>3</sup>	1)
Abtransport Hackschnitzel mit LKW:	5 Fr./Sm <sup>3</sup>	2)
Erlös Hackschnitzel (qualitätsabhängig):	25 Fr./Sm <sup>3</sup>	

In der Berechnung sind die Kosten für das Fällen, Vorrücken, Hacken und Abtransportieren sowie der Erlös aus dem Hackschnitzelverkauf enthalten.

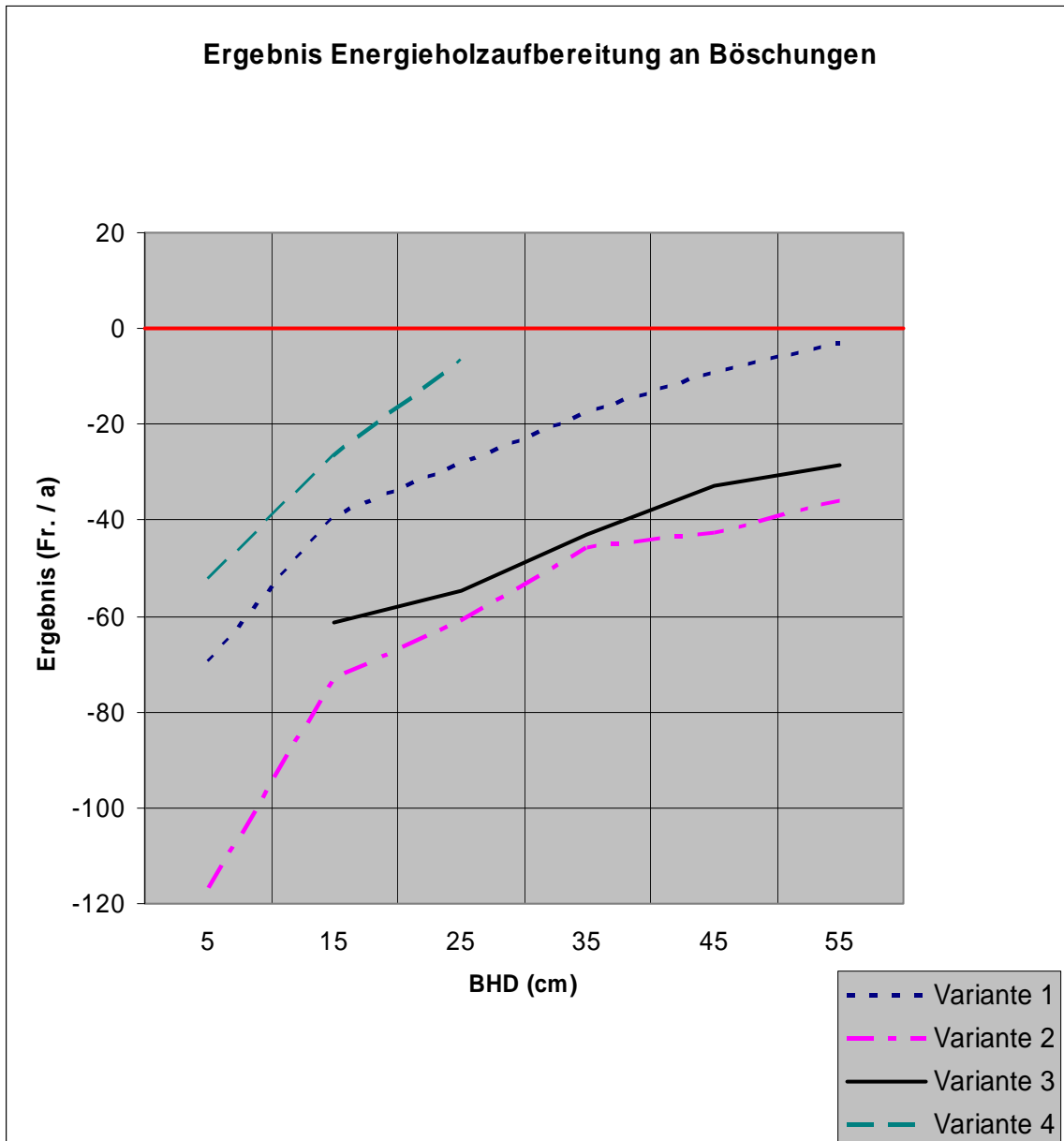
Bei der Variante 1 wird durch den tiefen Einsatz des Schleppers bei einem BHD von 55 cm der Aufwand mit dem Hackschnitzelerlös beinahe gedeckt. Können die Schnitzel aufgrund ihrer guten Qualität zu einem Preis von 30 Fr. abgesetzt werden, erfolgt die Kostendeckung bereits bei 25 cm BHD. Bäume mit einem BHD von 40 cm und mehr sind auch schon ziemlich hoch, was die Fäll- und Rückarbeiten am Strassenrand erschwert. Zusätzlich erhöht sich das Risiko von Schäden an der Infrastruktur. Ein Problem für den Holzeinzug am Hacker können breite Kronen mit dicken Ästen sein, sie müssen allenfalls vor dem Hacken abgetrennt werden. Beide Schilderungen wirken sich negativ auf die Leistung aus.

---

<sup>1</sup> Holzenenergie Schweiz 2003

<sup>2</sup> Holzenenergie Schweiz 2003

Abbildung 5: Ergebnis Energieholzaufbereitung an Böschungen



Die Variante 2 (strassenunterseits) ist wegen dem höheren Schleppereinsatz bei weitem nicht kostendeckend. Nicht nur das Rücken ist aufwendiger, sondern auch das Fällen, da die Bäume meistens nicht in die hängende Richtung gefällt werden können. Durch das Vorrücken der Bäume an den Strassenrand kann das Holz ziemlich verschmutzt werden. Bei den dickeren Baumdimensionen können qualitativ gute Hackschnitzel erwartet werden. Beim einem Preis von 30 Fr. pro Schüttkubikmeter kann die Böschung ab einem BHD von 35 cm kostendeckend unterhalten werden.

Die Variante 3 zeigt ein ähnliches Bild wie Variante 2. Der Harvestereinsatz hat gegenüber der Variante 2 den Vorteil, dass die Arbeiten etwas günstiger ausgeführt und die Bäume stirnseitig zur Strasse abgelegt werden können. Bei einem

Hackschnitzelpreis von 30 Fr. ist die Ernte ab einer Baumdimension über 45 cm BHD gewinnbringend. Hier wird die Leistungsgrenze beim Harvesterkopf langsam aber sicher erreicht. Zudem können Bäume dieses Durchmessers nur noch zum Teil kontrolliert auf den Boden gebracht werden. Der Einsatz des Harvesters ist deshalb teurer als des Fäller-Sammlers, weil die Leistung ca. 30% tiefer und die Maschinenkosten höher sind.

Die Variante 4 ist die kostengünstigste. Die Kostendeckung wird bei einem BHD von 25 cm fast erreicht. Die Fäller-Sammler-Aggregate, die heute in der Schweiz im Einsatz sind, können nur dickere Bäume als 25 cm abschneiden, wenn es Weichholz ist (bis 30 cm). Setzt man wie bei den anderen Varianten einen Schnitzelpreis von 30 Fr./Sm<sup>3</sup> ein, können Bäume mit einem BHD von ca. 25 cm gewinnbringend geerntet werden.

#### Vorteile der Varianten 3 und 4

Fünf wesentliche Vorteile der Varianten 3 und 4 gegenüber den Varianten 1 und 2 sind:

1. Das Vorrücken wird durch den Menzi Muck übernommen.
  2. Leicht hängende Bäume können sicher und schnell zu Boden gebracht werden, indem der erste Trennschnitt auf etwa 8 m Höhe ausgeführt und die Krone heruntergeholt werden kann.
  3. Der Kostenunterschied zwischen strassenoberseits und strassenunterseits ist nicht so beträchtlich.
  4. Die Bäume können sauber, gebündelt und stirnseitig zur Strasse abgelegt werden, so dass sie unverschmutzt gehackt werden können.
  5. Durch die gebündelte Bereitstellung ist die Hackleistung höher.
- Reinigung der Strassen
- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| Reinigungsmaschine Gross: | 200 Fr./Std              |
| Reinigungsmaschine klein: | 150 Fr./Std              |
| Leistung:                 | 1'500 Laufmeter pro Std. |
- 
- |           |                  |        |
|-----------|------------------|--------|
| Annahmen: | Strassenbreite:  | 7 m    |
|           | LKW-Breite:      | 2.3 m  |
|           | Geschwindigkeit: | 6 km/h |
- Zwei Reinigungsvorgänge auf 50 % der Strassenfläche

## Spezial

Die Firma Straumann führt einen Menzi Muck mit einem Fällgreifer-Aggregat, das Bäume mit einem Durchmesser bis zu 40 cm kappen kann. Dieses Aggregat wird häufig als Ergänzung an den Arbeitsplatz mitgeführt, damit grössere Baumdimensionen sicher gefällt werden können. Die Reichweite in die Länge beträgt rund 8 m, in die Höhe 6 m. Der Einsatzbereich dieses Gerätes ist vielseitig. (Straumann 2005)

Die Firma fällag betreibt unter anderem einen Pneukran, dessen Ausleger mit einem speziellen Fällkopf versehen ist. Mit ihm kann eine maximale Höhe von 22 m erreicht werden. Der „Tree-Trimmer“ ist in der Lage auch in maximal ausgefahrener Höhe bis zu 2 to schwere Äste und Stämme sicher wegzuheben. Der Einsatz dieser Maschine ist weniger für die Bereitstellung von Energieholz, denn für die Pflege von Parks und Entfernen von schwierigen Bäumen gedacht. (Baumgartner 2005)

## Weitere Einsatzmöglichkeiten des Fäller-Sammler-Aggregats

Ein Arbeitsgerät mit einem Fäller-Sammler-Aggregat kann vielseitig eingesetzt werden. Nachfolgend 5 Beispiele:

- Durchforstung von Stangenholz in mittelsteilem Gelände, Sauerfällung der Bäume mit späterer Nutzung als Energieholz.
- Durchforstung von Stangenholz in mittelsteilem Gelände ohne Holznutzung. Der Vorteil ist die Effizienz und das gebündelte Ablegen der Bäume für die Zugänglichkeit des Bestandes nach dem Eingriff.
- Schneiden und Ablegen der Bäume auf Leitungsschneisen
- Einsatz für Garten- und Parkholzhauerei
- Pflege von Auen- und Naturschutzgebieten mit vielen Weichhölzern und Sträuchern
- Pflege von Hecken und Waldrändern

Bei den ersten drei genannten Beispielen kann die Leistung eines Fäller-Sammlers bedeutend höher als in Tabelle 2 dargestellt sein, weil flächig gearbeitet werden kann.

## Fazit

Die Organisation von Eingriffen an Böschungen ist deutlich aufwändiger als ein normaler Holzschlag, weil auch Verkehrsachsen betroffen sind und nichts schief gehen darf, damit die Mobilität nicht leidet. Es kann nicht so effizient und es muss sauberer gearbeitet werden, weil die Öffentlichkeit es verlangt.

Nach den Berechnungen lohnt sich das Hacken des Holzanfalls immer, weil damit die Kosten gesenkt werden können. Voraussetzung ist, dass genügend Holz anfällt, damit der Hacker für mindestens einen halben Tag ausgelastet ist. Das Problem, das sich daraus ergibt, ist der hohe Holzanfall, der an die Holzschneitzelanlagen in der Umgebung verteilt werden muss.

Betrachtet man die Böschungen als Energieholzlieferanten, gibt es zwei taugliche Varianten für eine möglicherweise gewinnbringende Bereitstellung:

1. Motormanuelle Bereitstellung von Bäumen mit einem BHD 35 cm bis 45 cm auf der Strassenoberseite. Dickere Bäume erschweren die Bereitstellung; gemäss den Varianten 1, 2 und 3 in Abbildung 5 ist ab 40 cm BHD eine Leistungsreduktion vorhanden.
2. Einsatz des Menzi Muck mit Fäller-Sammler-Aggregat auf der Strassenober- und unterseite bei ca. 25 cm BHD. Vor allem auf der Strassenunterseite und an Flussböschungen sollte nicht zu lange gewartet werden, damit der Einsatz eines Fällersammlers noch möglich ist.

Aus sicherheitstechnischer und finanzieller Sicht sollten bei der Planung einer Böschungspflege die motormanuelle Variante mit Schlepper und ein Einsatz mit dem Menzi Muck überprüft werden.

*Abbildung 6: Menzi Muck mit Fällgreifer-Aggregat legt Bäume sicher ab. Das Hacken ist direkt angegliedert (Straumann 2005)*



Ein Grosshacker benötigt rund 100 Efm Holz für einen Halbtage Betrieb mit guter Auslastung. Bei einem BHD von 25 cm sind dafür im Durchschnitt 35 Aren erforderlich. Für die Auslastung der Maschinen müssen allenfalls mehrere Böschungen be-

handelt werden. Sind die Objekte genügend gross und das gewählte Verfahren genügend effizient, um einen Gewinn zu erzielen, fallen beachtliche Holzmengen an. Häufig können nicht alle umliegenden Holzschnitzelanlagen beliefert werden, da die betreffenden Gemeinden ihr eigenes Energieholz liefern wollen, die Anlagen keine nassen Schnitzel verbrennen können oder bereits ein Contractor für die Zulieferung zuständig ist.

Damit die Böschungsbewirtschaftung mit Energieholzgewinnung durchgeführt werden kann, gibt es folgende Möglichkeiten:

- Abtausch von Hackschnitzeln innerhalb von verschiedenen Gemeinden mittels Poolsystem.
- Die gefällten Bäume gebündelt am Strassenrand trocknen lassen und zu einem späteren Zeitpunkt hacken.
- Das Holz frisch in langer oder gehackter Form abtransportieren und zwischenslagern. Die frischen Hackschnitzel an einem Haufen trocknen durch den Gärungsprozess mit wenig Energieverlust. Diese Möglichkeit bringt zusätzliche Kosten durch Lagerung sowie Ent- und Beladen des Transportmittels mit sich.

Wie einführend erwähnt, ist die Böschungspflege oft nicht kostendeckend. Der Unterhalt wird häufig aus sicherheitstechnischen Gründen vorgenommen. Die Aufwände werden häufig vom Kanton und/oder den SBB übernommen. Es lohnt sich auf jeden Fall, nach einer Kostenbeteiligung zu fragen. Auch wenn aus topografischen Gründen kein Gewinn möglich ist, sind Eingriffe frühzeitig vorzunehmen, denn alte und starke Bäume besitzen ein höheres Schadenspotential und verursachen mehr Aufwand beim Entfernen.

### Zusatz Gemeinde- und Flurstrassen:

Das Meldungs- und Absperrungsverfahren für Gemeinde- und Flurstrasse läuft ähnlich ab. Die Absperrungsplanung und die Absperrung selber sind weniger aufwändig. Wichtig ist, dass kompetentes Personal für die Absperrung eingesetzt wird. Auf Flur- und Nebenstrassen, die häufig schmaler sind, ergibt sich meistens eine Vollsperrung. Die Umleitung kann einfacher organisiert werden, da weniger Leute betroffen sind. Die Kosten für den Eingriff bewegen sich in ähnlichem Rahmen. Möglicherweise werden die allfälligen Mehrkosten von der Gemeinde, resp. von der Bürgergemeinde übernommen.

## Quelle:

- Baumgartner, Hans 2005: fällag, Spezialfällarbeiten, Tree-Trimmer. Neuhofstr. 52, Lindau. <http://www.faellag.ch/frameSet.htm>
- Borel, J-L 2004: Reglement 172.4: Sicherheitsmassnahmen für das Personal bei Arbeiten in und neben den Geleisen. Abteilung Verfügbarkeit und Sicherheit. SBB, I-QWM. Bern, 2004.
- Bühler, Ruedi u.a. 2004: Qualitäts-Management Holzheizwerke. Planungshandbuch, Band 4, C.A.R.M.E.N. e.V. Straubing 2004.
- Div. 1998: Betriebsplan über den Staatswald Teufen 1998, Auszüge aus der Inventur Teufen 1998. Auswertung von 1988 – 1998. Amt für Landschaft und Natur, Abteilung Wald. Zürich
- Gebühren für Sonderbewilligungen 2005. Strassenverkehrsamt der aufgeführten Kantone. Sonderbewilligungen, Nachtfahrbewilligung, Gebühren. z.B. Kt. St. Gallen  
<http://www.stva.sg.ch/home/strassenverkehr/fahrzeugzulassung/sonderbewilligungen.html>
- Holzenergie Schweiz 2003: Rationelle Holzschnitzelbereitstellung im Forstbetrieb. Verfahrensschritte und Kostenrechnung. Merkblatt. Zürich 2003
- Müller, W., 2005: Strassenkreisinspektorat Schmerikon, St. Gallerstrasse 63, 8716 Schmerikon. 2005.  
[http://www.sg.ch/home/bauen\\_raum\\_umwelt/baudepartement/bd\\_tiefbauamt/bdtba\\_strasseninspektorat.html#strassenkreisinspektoratschmerikon](http://www.sg.ch/home/bauen_raum_umwelt/baudepartement/bd_tiefbauamt/bdtba_strasseninspektorat.html#strassenkreisinspektoratschmerikon)
- Straumann, D., 2005: Gebr. Straumann AG, Forst und Landschaft, Hegibachstrasse 80, 4632 Trimbach. Menzi Muck mit Fäller-Sammler-System. <http://www.gebr-straumann.ch/topic262.html>
- Stückelberger, J., Kammerhofer, A., 2004: Kalkulationsunterlagen für Holzernte und forstliche Erschliessungsanlagen sowie Kostenansätze und Leistungskennzahlen, Version 2004, Forstliches Ingenieurwesen, Forstökonomie, ETH. Zürich, 2004.



## Anhang

### Anhang 1: Kostenzusammenstellung

#### Kosten Motormanuell mit Schlepper, Hacken, Transport

##### Strassenoberseits

BHD (cm)	Motormanuell, Rücken (Fr./Are)	Hacken (Fr./Are)	Transport (Fr./Are)	Kosten (Fr./Are)	Holzanfall (Sm <sup>3</sup> /A)	Schnitzel-Erlös (Fr./Are)	Ergebnis (Fr./Are)
5	88	43	15	147	3	77	-70
15	66	63	22	151	4	112	-39
25	69	94	34	196	7	168	-28
35	66	114	41	220	8	203	-17
45	81	169	60	310	12	301	-9
55	84	188	67	339	13	336	-3

Erlös Hackschnitzel: 25 Fr./Sm<sup>3</sup>

##### Strassenunterseits

BHD (cm)	Motormanuell, Rücken (Fr./Are)	Hacken (Fr./Are)	Transport (Fr./Are)	Kosten (Fr./Are)	Holzanfall (Sm <sup>3</sup> /A)	Schnitzel-Erlös (Fr./Are)	Ergebnis (Fr./Are)
5	135	43	15	194	3	77	-117
15	100	63	22	185	4	112	-73
25	101	94	34	229	7	168	-61
35	94	114	41	249	8	203	-46
45	115	169	60	343	12	301	-42
55	116	188	67	372	13	336	-36

Erlös Hackschnitzel: 25 Fr./Sm<sup>3</sup>

#### Kosten Harvester, Hacken, Transport

BHD (cm)	Harvester (Fr./Are)	Hacken (Fr./Are)	Transport (Fr./Are)	Kosten (Fr./Are)	Holzanfall (Sm <sup>3</sup> /A)	Schnitzel-Erlös (Fr./Are)	Ergebnis (Fr./Are)
15	88	63	22	174	4	112	-62
25	95	94	34	223	7	168	-55
35	92	114	41	246	8	203	-43
45	105	169	60	334	12	301	-33
55	109	188	67	365	13	336	-29

Erlös Hackschnitzel: 25 Fr./Sm<sup>3</sup>

## Kosten Fäller-Sammler, Hacken, Transport

BHD (cm)	Fäller-Sammler (Fr./Are)	Hacken (Fr./Are)	Transport (Fr./Are)	Kosten (Fr./Are)	Holzfall (Sm <sup>3</sup> /A)	Schnitzel-Erlös (Fr./Are)	Ergebnis (Fr./Are)
5	71	43	15	129	3.08	77	-52
15	53	63	22	139	4	112	-27
25	47	94	34	174	7	168	-6

Erlös Hackschnitzel: 25 Fr./Sm<sup>3</sup>

## Anhang 2: Diagramm

Kostendiagramm für Fällen, Rücken, Hacken und Transport

