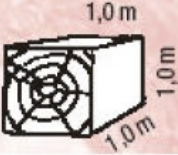
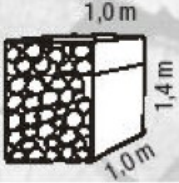
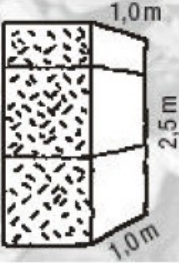
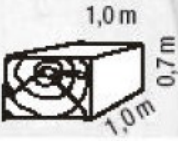
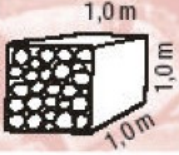
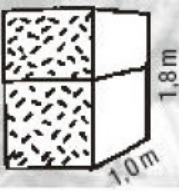
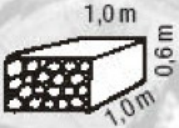
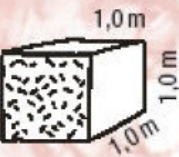


# ***Erzeugung und Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln***



## Umrechnung der Raummaße

| Rundholz<br>in Festmeter (fm)                                                                        | Schichtholz<br>in Ster oder Raummeter (rm)                                                            | Hackschnitzel<br>in Schüttraummeter (Srm)                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1 fm</b><br>     | <b>1,4 rm</b><br>   | <b>2,5 Srm</b><br> |
| <b>0,7 fm</b><br>   | <b>1 rm</b><br>     | <b>1,8 Srm</b><br> |
| <b>0,4 fm</b><br> | <b>0,6 rm</b><br> | <b>1 Srm</b><br> |

## Energieinhalt von Hackschnitzeln

**Fichte** 30 % Wassergehalt:

1 Schüttraummeter enthält ca. 740 kWh

Das entspricht 74 Liter Heizöl !

**Buche** 30 % Wassergehalt:

1 Schüttraummeter enthält ca. 1050 kWh

Das entspricht 105 Liter Heizöl !

## Zusätzliche Holznutzung bei Hackschnitzeln

- Kein Mindestzopf erforderlich
- fallende Längen, kein Fixmaß
- kein Rindenabzug
- keine forstliche Abrundung
- Nutzung von
  - dürrerem, faulen, zu krummen Holz
  - nicht marktgängigen Sortimenten
  - Kronen (Forstschutz!)

## Einsatzbereich

- Industrielle Restholzverwertung stofflich wie thermisch
- Kommunale Heiz(kraft)werke mit Nahwärmenetzen
- „Mikronetze“ auf (wald)bäuerlicher Basis
- Beheizung größerer (bäuerlicher) Gebäudekomplexe

## Stück- Masse- Gesetz



Schlagabraum

**Niedrige Stückmasse**  
**> Niedrige Leistung**  
**> Hohe Bereitstellungskosten**



Durchforstungsholz

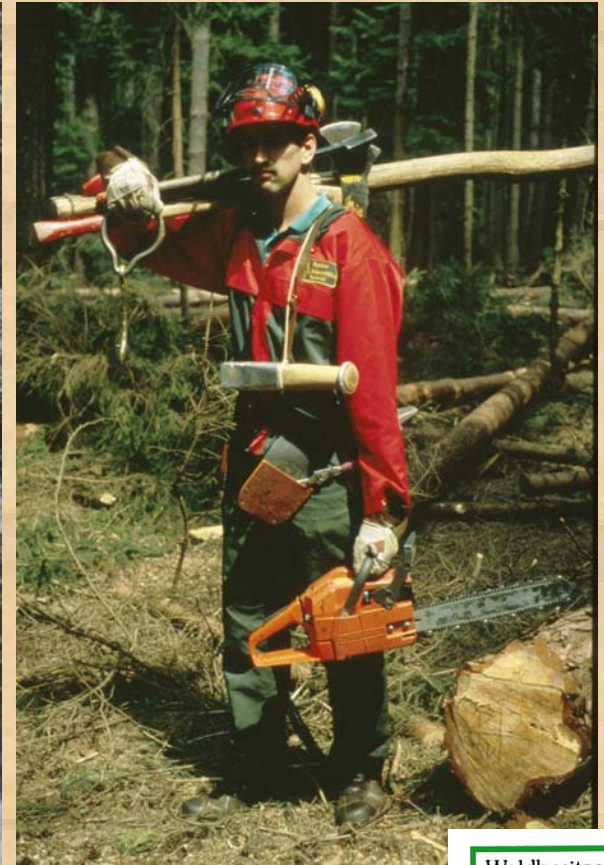
**Hohe Stückmasse**  
**> Hohe Leistung**  
**> Niedrige Bereitstellungskosten**

## Teilarbeitsschritte

- Fällen/Vorliefern
- Vorliefern/Rücken/Bündeln
- Lagern
- Hacken
- Transport

**Ziel: Gesamtoptimierung der Abläufe**

## Teilarbeit „Fällung“



## Mechanisierte Fälltechniken



## Mehrfachfällkopf



- Fällen von mehreren schwachen Bäumen
- in Durchforstungen Ablegen der Bündel schwierig
- massiver Nährstoffentzug bei Vollbaumnutzung

## Mehrfachfällkopf, weiterentwickelt



mit Entastungsmesser und Kettensäge

## Teilarbeit „Vorliefern“ (= Holz wird zur Rückegasse befördert)



- Vollmechanisiert, Harvester
- Mittels Seilwinde, Seillinienverfahren

## Teilarbeit „Rücken“

(= Holz wird von Rückegasse zur Waldstraße transportiert)

- Zangenschlepper
- Rückewagen
- Forwarder

# *Erzeugung und Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln*



Zangenschlepper



Rückewagen



Forwarder

## Spezialgerät: Forwarder mit „Sammeleinrichtung“



## Bündelmaschinen



Abb. 1: Der Hiebvestebündler  
Timberjack 1490 D beim Einsatz  
im Leubholz (Bestand Alpe)  
Fotograf: Cornelia Reuter

Einige Vorteile  
aber logistischer Aufwand  
und Kosten (zu) hoch !

# *Erzeugung und Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln*

## (Wald-)Lagerplätze



verstreut



konzentriert



außerhalb vom Wald

## Typischer Laubindustrieholzganter zum Hacken



# Erzeugung und Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln



Anbauhacker



Anhängenhacker  
mit Aufbaumotor



Aufbauhacker

Teilarbeit „Hacken“  
Teil 1

# *Erzeugung und Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln*

## Teilarbeit „Hacken“ Teil 2

Hackschnitzelharvester

Silvatec



Timberchipper



## **Hacken auf der Rückegasse?**

- Hackerauslastung (zu) niedrig, da
  - Mengenkonzentration an der Gasse gering
  - Fahrt-/Wartezeiten bei HS-Übergabe hoch
  - ev. zusätzliches Shuttle nötig
- erhebliche Bodenschäden zu erwarten
- teure Spezialmaschinen erforderlich
- aufwändige Containerlogistik

**Das Hacken auf der Rückegasse hat sich  
in Bayern nicht bewährt!**

## Besser: Hacken an Waldlagerplätzen



## Besser: Hacken an Waldlagerplätzen

Die Teilarbeitsschritte Fällen/Aufarbeiten, Rücken und Hacken sind entkoppelt

**Wichtigste Aufgabe:**

**Hacken und Transport optimal abstimmen**

## Teilarbeit „Transport“



## Teilmechanisierte Hackschnitzelbereitstellung



## Vollmechanisiertes Verfahren



## Lagerung der Hackschnitzel

Zur Vermeidung biologischer Abbauprozesse:

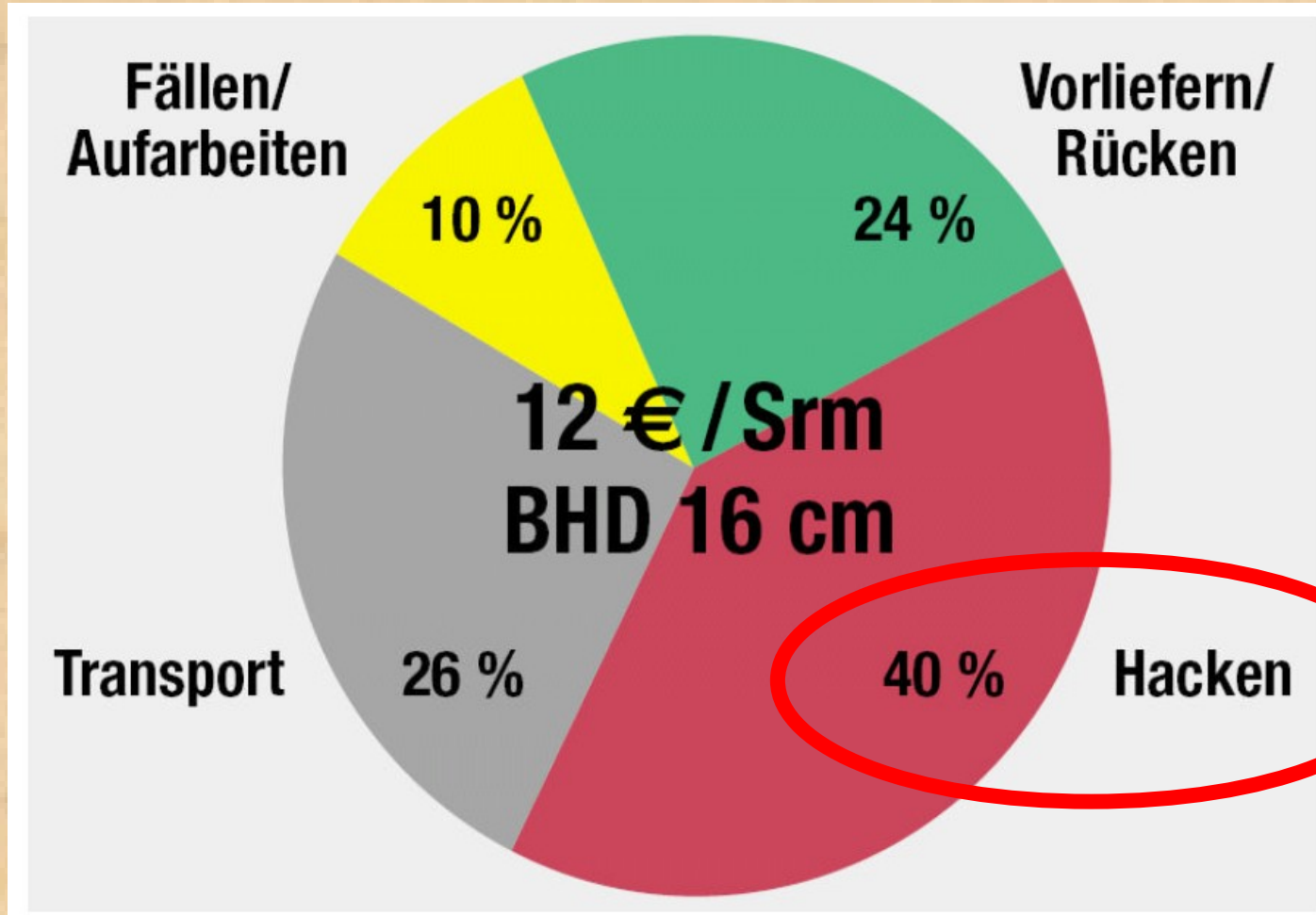
- möglichst trocken lagern
- gröberes Hackgut ist weniger anfällig als feineres
- luftige Lagerung in Hallen

# *Erzeugung und Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln*



Beispiel einer einfachen und günstigen Lagerhalle

## Beispiel: typische Kostenverteilung



## Biomasseheizkraftwerk der Gde. Kaufering

### ■ Brennstoffbedarf

8.000 t/a (w = 30 %) Rinden und Waldhackschnitzel sowie Landschaftspflegeholz

=> 32.000 m<sup>3</sup>/a

kein Altholz!!!



# *Erzeugung und Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln*

## Biomasseheizkraftwerk der Gde. Kaufering

### ■ Größenklasse von Hackschnitzel

**G 100** nach Ö-Norm M 7133

|                      |          |            |            |           |
|----------------------|----------|------------|------------|-----------|
| Massenanteil:        | max. 4 % | max. 20 %  | 60 – 100 % | max. 20 % |
| Teilchengröße in mm: | < 1      | 1 bis 11,2 | 11,2 – 63  | > 63      |

max. 10 cm<sup>2</sup> Querschnitt und max. 25 cm Länge

### ■ Wassergehalt

25 bis 60 Gewichtsprozent

### ■ Zusammensetzung Brennstoffmix

Waldhackschnitzel bis 100 %

Rinden bis 50 %

Landschaftspflege bis 30 %

**100 % Nawaro-Material, kein Altholz!**

# *Erzeugung und Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln*

ungeeignetes Material



# *Erzeugung und Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln*

ungeeignetes Material



# *Erzeugung und Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln*

ungeeignetes Material



# *Erzeugung und Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln*

geeignetes Material



***Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !***

