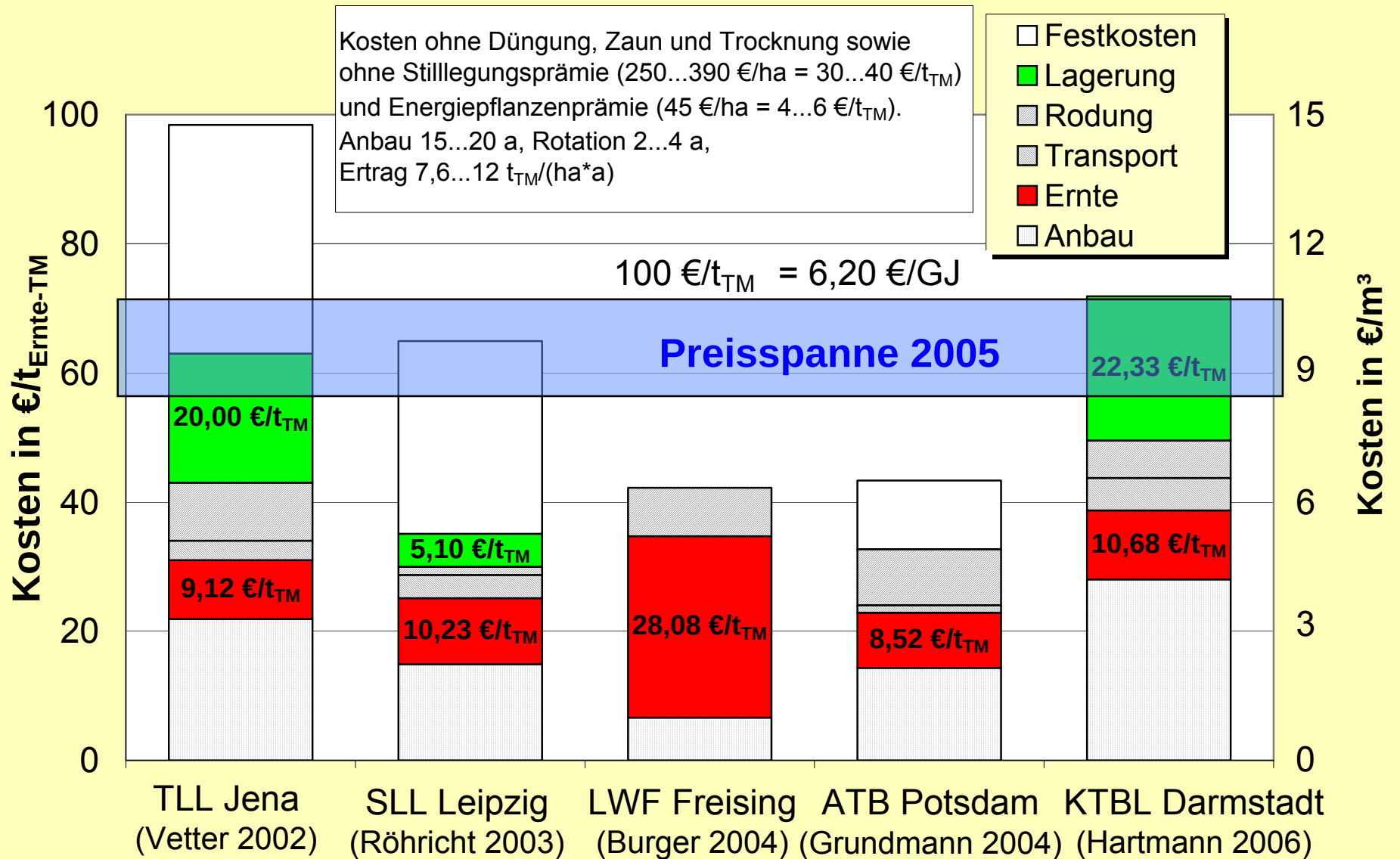


Technologische Lösungen zur Ernte und Lagerung von schnellwachsenden Baumarten

Volkhard Scholz
Leibniz-Institut für Agrartechnik
Potsdam-Bornim e.V.



Kostenkalkulationen und Preise für Pappel-Hackschnitzel

Ernte

Verfahren und Maschinenentwicklungen

- Stammholzlinien
- Bündellinien
- Hackgutlinien

Ernte

Auf-
bereitung

Be-
ladung

Feld-
transport

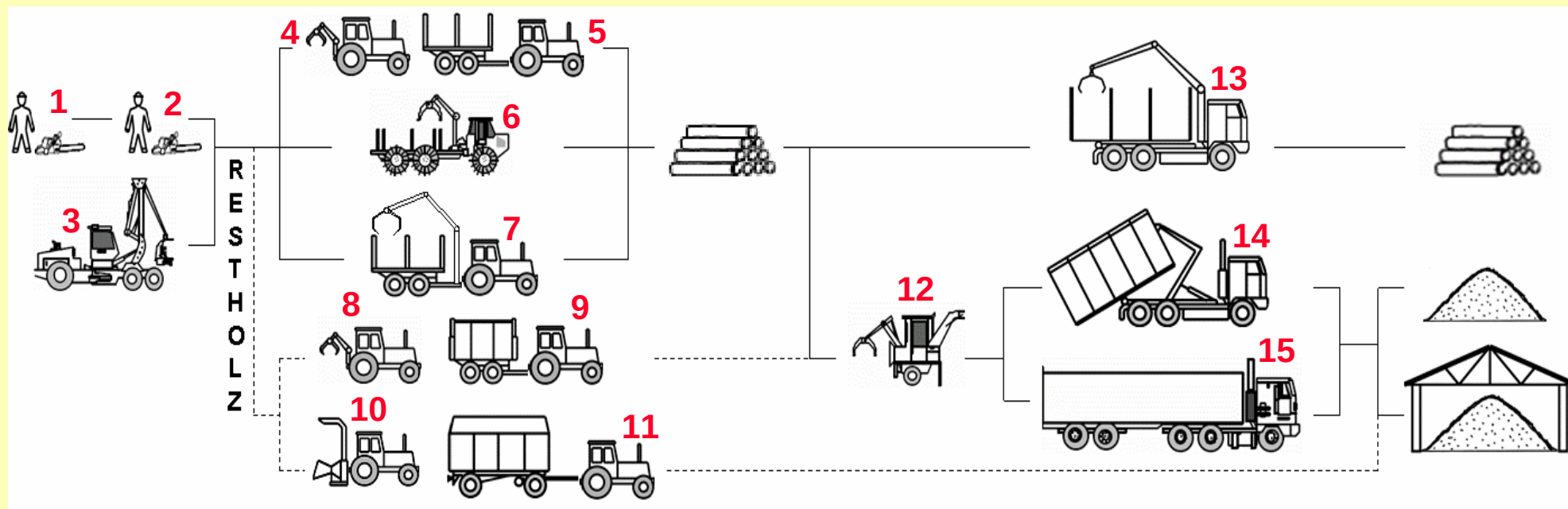
Feld-
lagerung

Auf-
bereitung

Be-
ladung

Fern-
transport

Lagerung



1 Motorsäge
2 Zuschnitt
3 Harvester mit
Prozessor

4 Mobiler Greifer
5 Traktorzug
6 Forwader mit Greifer
7 Traktorzug mit Greifer

8 Mobiler Greifer
9 Traktorzug
10 Mobiler Hacker
11 Traktorzug

12 Motorsäge
13 Langholz-LKW
14 LKW mit Container
15 LKW mit Schubboden

Feldholzernte / Stammholzlinien



**Harvester
Valmet 901**
Foto: Lorbacher,
ATB



**Harvester
Valmet 901**
Foto: Lorbacher,
ATB



**Forwader
Valmet 820**
Foto: Woodex AG 2006



**Mobiler Hacker
Jenz HEM 560 Z**
Foto: Lorbacher, ATB

Forsttechnik für die Feldholzernte / Stammholzlinie

ATB
Agrartechnik Bornim

Ernte

Auf-
bereitung

Be-
ladung

Feld-
transport

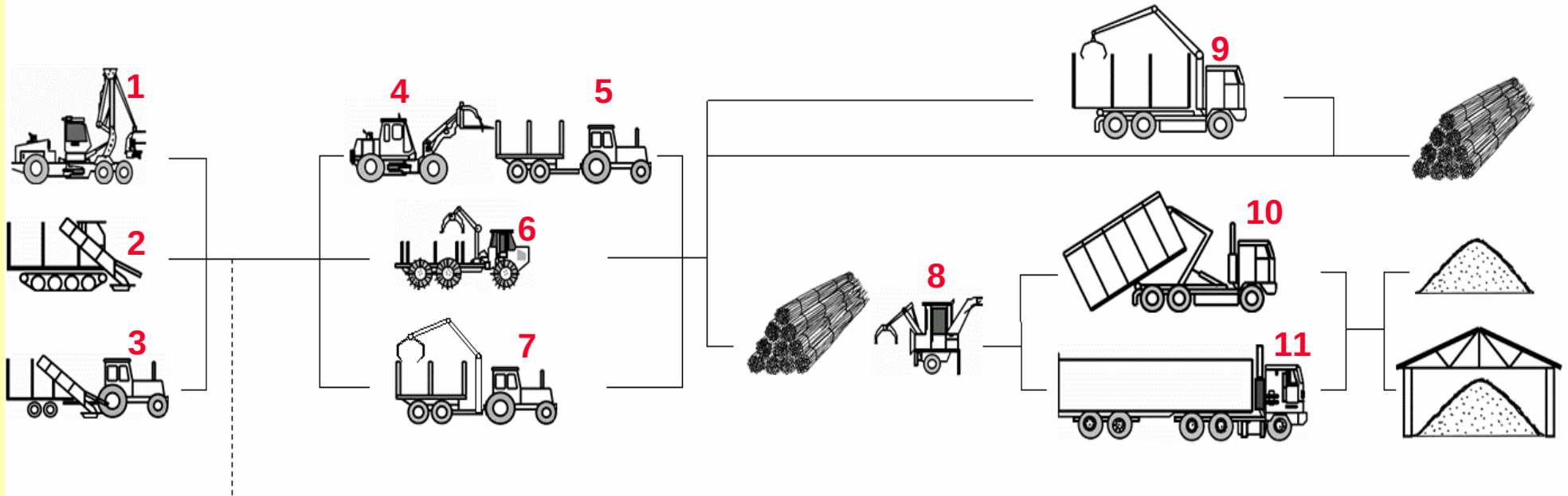
Feld-
lagerung

Auf-
bereitung

Be-
ladung

Fern-
transport

Lagerung



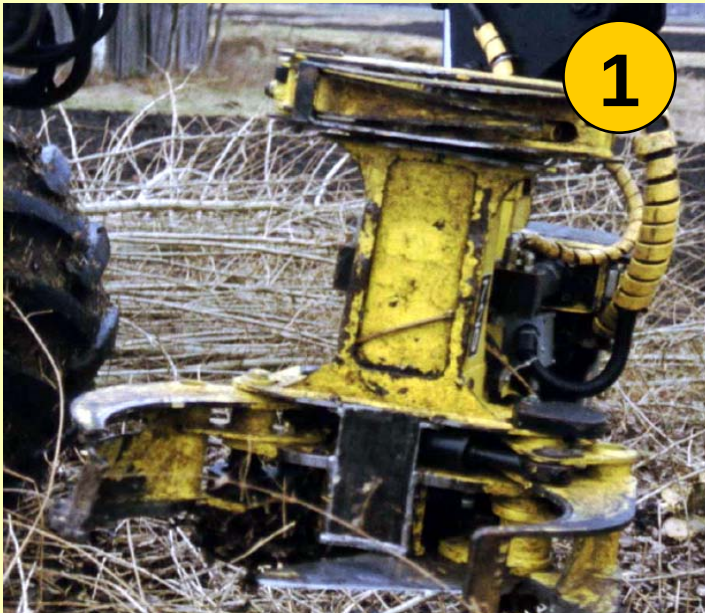
1 Harvester mit
Bündlerkopf
2 SF Mähbündler

3 Gez. Mähbündler
4 Frontlader
5 Traktorzug

6 Forwader mit Greifer
7 Traktorzug mit Greifer
8 Großhacker mit Greifer

9 Langholz-LKW
10 LKW mit Container
11 LKW mit Schubboden

Feldholzernte / Bündellinien



Fäller-Bündler
Fa. Timberjack
 Foto: Burger, LWF



Fäller-Bündler-Köpfe

1 TJ 720, Fa. Timberjack, Foto: Burger, LWF

2 1000-23E, Fa. Pentin Paja Oy

3 EH 220, Fa. Warath Forestry

Fäller-Bündler (Forsttechnik)

Technische Daten ausgewählter Fäller-Bündler

		Fäller-Bündler-Kopf			
Typ	-	TJ 720	EH 220	Fäll-Sammler Aggregat	Naarva-Koura 1000-23E
Hersteller/Entwickler	-	Timberjack (SF)	Warath Forestry Attachments (USA)	Silvatec A/S (DK)	Pentin Paja Oy (SF)
Entwicklungsstand	-	Kleinserie	Kleinserie	Kleinserie	Kleinserie
Eigenmasse	kg	340	340	480	300
Basismaschine	-	Forstharvester	Forstharvester	Forstharvester	Traktor ¹⁾ , Forstharv.
Leistungsbedarf	kW	≥ 60	-	-	-
Reihenabstand	m	nicht begrenzt	nicht begrenzt	nicht begrenzt	nicht begrenzt
Öffnungsweite	mm	-	-	1150	750
Schnittkraft	kN	-	115	-	95
Schnittdurchmesser	mm	≤ 250	≤ 200	≤ 300	≤ 230
Massedurchsatz	t _{atro} /h	3...4	-	-	-
Flächenleistung	ha/h	0,07...0,1	-	-	-
Personal, incl. Fahrer	-	1	1	1	1

1) Standardtraktor mit Heckzapfwelle und Anhängerkupplung

Fröebbesta, Bo Franzen

Foto: Scholz, ATB



Seegerslätt Empire, Sten Seegerslätt

Foto: Carmen



Nordic All rounder, Nordic Biomass

Foto: Nordic Biomass



Bundler, Salixphere

Foto: Salixphere



Ausgewählte Mähbündler für Feldgehölze

Technische Daten ausgewählter Mähbündler-Entwicklungen

		Mähbündler			
Typ	-	Fröbbesta 92	Whole rod harvester	Nordic All rounder	Bundler
Hersteller/Entwickler	-	Bo Franzen (S)	Nordic Biomass (DK)	Nordic Biomass (DK)	Salixsphere (S)
Entwicklungsstand	-	Produkt. eingestellt	Prototyp	Prototyp	Prototyp
Eigenmasse	kg	3.100	< 3.000	-	-
Basismaschine	-	Traktor ¹⁾	Traktor ¹⁾	Selbstfahrer	Traktor ¹⁾
Leistungsbedarf	kW	≥ 80	≥ 50	75	≥ 50
Reihenzahl	-	2	1	2	2
Reihenabstand ²⁾	m	0,75 + 1,50	0,75 + 1,50	0,75 + 1,50	0,75 + 1,50
Bündelform	-	lose	lose	lose	Netzbündel
Schnittdurchmesser	mm	≤ 50	≤ 70	-	≤ 80
Massedurchsatz	t _{atro} /h	10 ... 20	-	-	-
Flächenleistung ³⁾ (HZ)	ha/h	0,6 ... 0,9	0,2...0,25	0,25...0,5	-
Personal, incl. Fahrer	-	1	1	1	1

1) Standardtraktor mit Heckzapfwelle und Anhängerkupplung

2) Der zweite Summand gibt den erforderlichen Abstand zwischen benachbarten Doppelreihen an

3) Gültig für Hauptzeit (HZ) bzw. Ausführungszeit (AZ)

Ernte

Auf-
bereitung

Be-
ladung

Feld-
transport

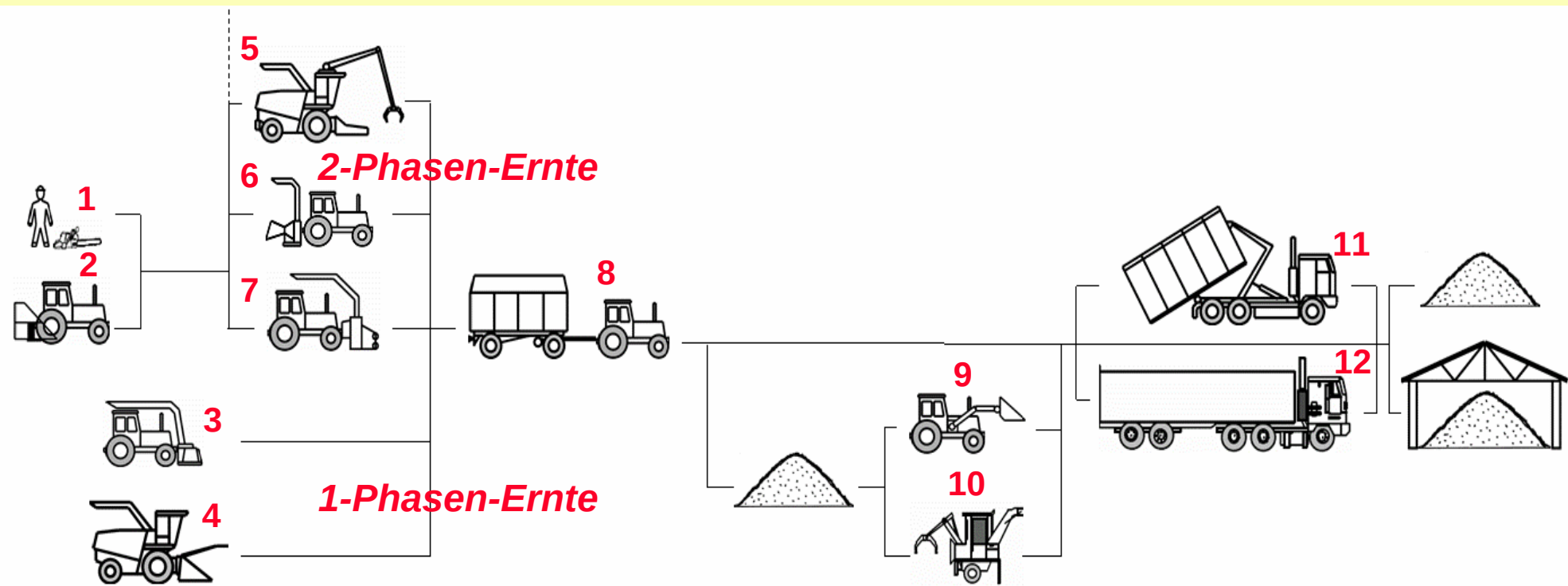
Feld-
lagerung

Auf-
bereitung

Be-
ladung

Fern-
transport

Lagerung



- 1 Motorsäge
- 2 Anbau-Säge
- 3 Anbau-Mäh Hacker
- 4 SF-Mäh Hacker

- 5 SF-Großhacker
mit Greifer
- 6 Mobiler Hacker
- 7 Schwadhacker

- 8 Traktorzug
- 9 Frontlader
- 10 Nach-Hacker

- 11 LKW mit Container
- 12 LKW mit Schubboden

Feldholzernte / Hackgutlinie



Anbausäge PRINZ
Fa. Prinz GmbH Loosdorf
 Foto: Luger, BLT Wieselburg

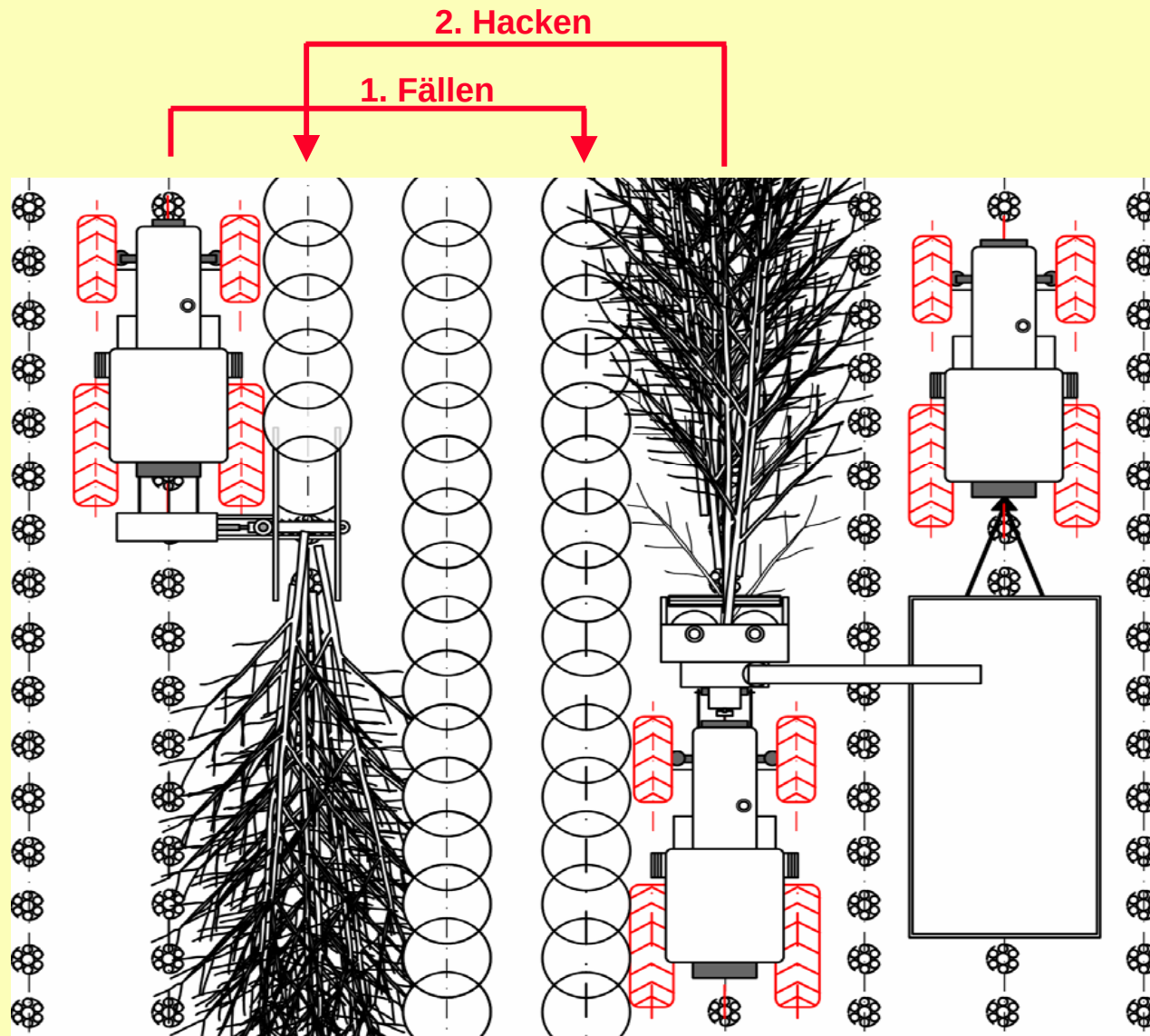


Reihenhacker RH 25
Fa. Jensen/Maasbüll
 Foto: Fa. Jensen



Jordan Reihenhacker 25
Fa. ForstTec Rostock
 Foto: Scholz, ATB

**Anbau-Säge und Anbau-Schwadhacker
 für die Zweiphasen-Ernte**



Optimale Maschinenfolge der Zweiphasen-Ernte

**Class-Häcksler mit
Salix-Vorsatzgerät HS-2**
Foto: Scholz, ATB



**Modifizierter Zuckerrohrernter
Austoft 7700**
Foto: Burger, LWF



**Krone-Häcksler
mit Woodcut 750**
Foto: Scholz, ATB



**Anbau-Mähbagger
nach Wieneke/Döhrer**
Foto: Scholz, ATB



**Technische
Optimierung
durch ATB,
Uni Göttingen,
und Fa. Preuss**

Mähbagger-Prototypen für Feldgehölze

Technische Daten aussichtsreicher Mähhacker-Entwicklungen

		Mod. Zucker- rohrernter	Feldhäcksler- Spezialschneidwerke		Anbau- Mähhacker
Typ	-	Austoft 7700	Salix-Vorsatz- gerät HS-2	Woodcut 750	Gehölz- Mähhacker
Hersteller/Entwickler	-	Austoft Industries (AUS)	Claas KGaA mbH Harsewinkel	HTM GmbH Soltau	Fa. Lochner, Preuss GmbH
Entwicklungsstand	-	Prototyp	Kleinserie	Prototyp	Prototyp
Eigenmasse	kg	12.500	1.300	ca. 2.000	1.200
Leistungsbedarf	kW	175 ... 260	≥ 245	≥ 360	≥ 75
Basismaschine	-	Selbst- fahrer	Claas-Häcksler Jaguar ¹⁾	Krone-Häcksler BIG X ¹⁾	Landw. Traktor ²⁾
Masse der Basismaschine	kg	12.500	≥ 10.800	≥ 13.500	≥ 4.000
Reihenzahl/Schnittbreite	-/mm	2 / 1.000	2 / 1.000	2 / 1.300	1 / 560
Schnittdurchmesser	mm	< 70	< 70	< 70	< 120
Reihenabstand ³⁾	m	0,75 + ≥ 1,4	0,75 + > 1,5	0,75 + > 1,5	> 0,9
Mittlere Hacklänge (x ₅₀)	mm	> 80	5 ... 40	5 ... 30	50 ... 100
Massedurchsatz ⁴⁾ (HZ)	t _{atro} /h	≤ 18	≤ 25	≤ 27	≤ 12
Flächenleistung ⁴⁾ (HZ)	ha/h	0,2 ... 0,6	0,5 ... 1,3	0,4 ... 1,2	0,2 ... 0,5
Personal incl. Fahrer	-	1	1	1	1

1) Standard-Feldhäcksler mit Forstbereifung und Spezialvorsatz, z.T. mit verstärkter Trommel, Zusatz-Hydraulik und Unterbodenschutz

2) Standardschlepper mit Frontzapfwelle und 3-Punkt-Frontaufhängung

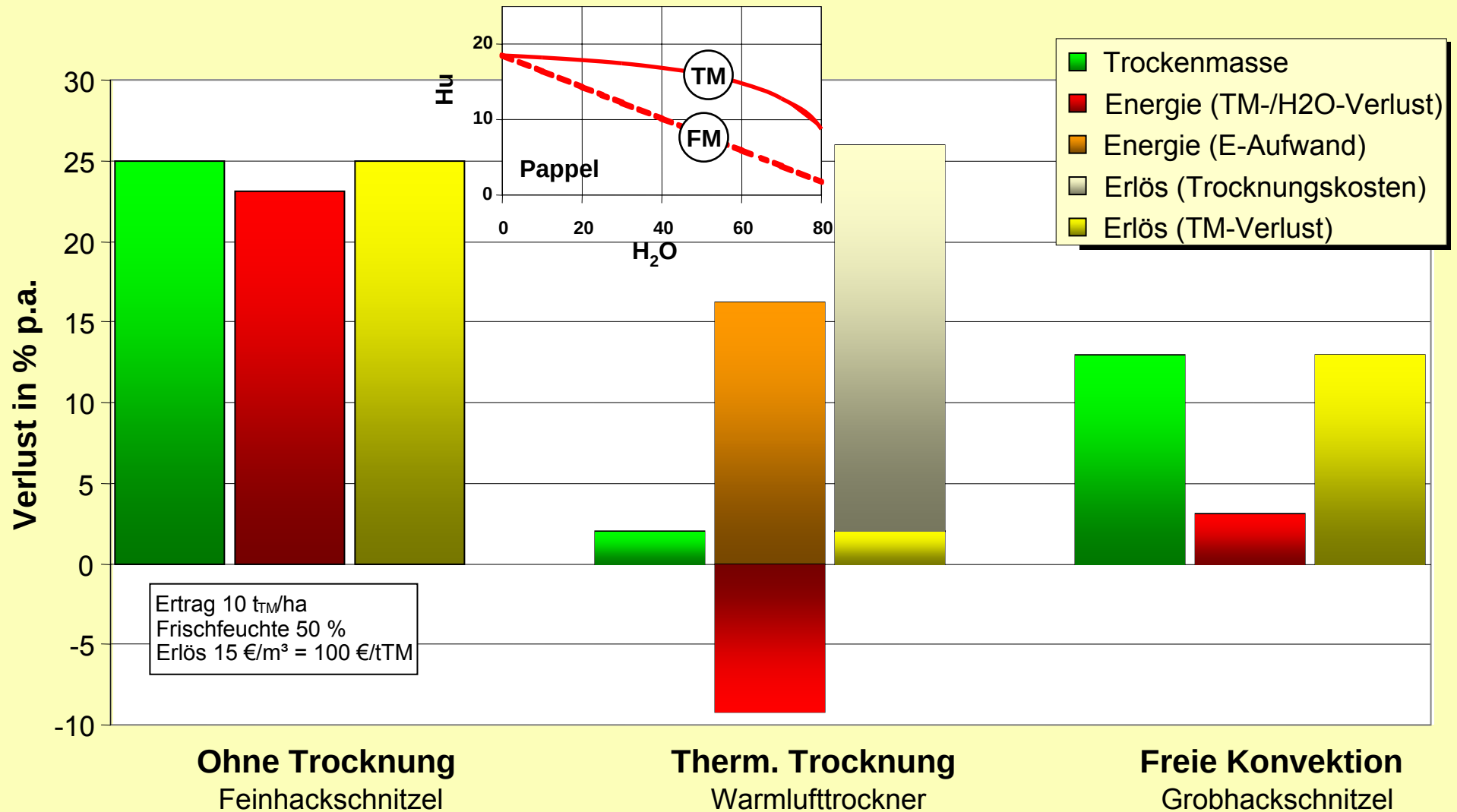
3) Die zweite Summand gibt den Abstand zwischen benachbarten Doppelreihen an. Mit dem Anbau-Mähhacker können ggf. auch Doppelreihen geerntet werden, bei Reihenabständen < 1,0 m allerdings nur mit Pflegereifen.

4) Gültig für Hauptszeit (HZ) bzw. Ausführungszeit (AZ)

Lagerung

Probleme und Lösungsansätze





Masse-, Energie- und Einkommensverluste bei der Trocknung und Lagerung von Feldholzhackgut

Feinhackschnitzel
< 30 mm



Grobhackschnitzel
51 - 100 mm



(Grob-) Hackstücke
101 – 200 mm



Ganze Bäume
4,5 - 6 m



Scheibenradhacker
Farmi CH 150



Schneckenhacker, Fa. Laimet
Steigung: 110 mm (65 mm)



Kurzholzschermhacker
Fa. Diemer



Manuelle Ernte
mit Freischneider

Holzhackschnitzel und Hacker
für die durchgeführten Lageruntersuchungen

**Laborgefäße
5 l**



**Modellsilos
1,5 m³**



**Ungeschützte
Boxen 10 m³**



**Ungeschützter
Haufen 18 m³**



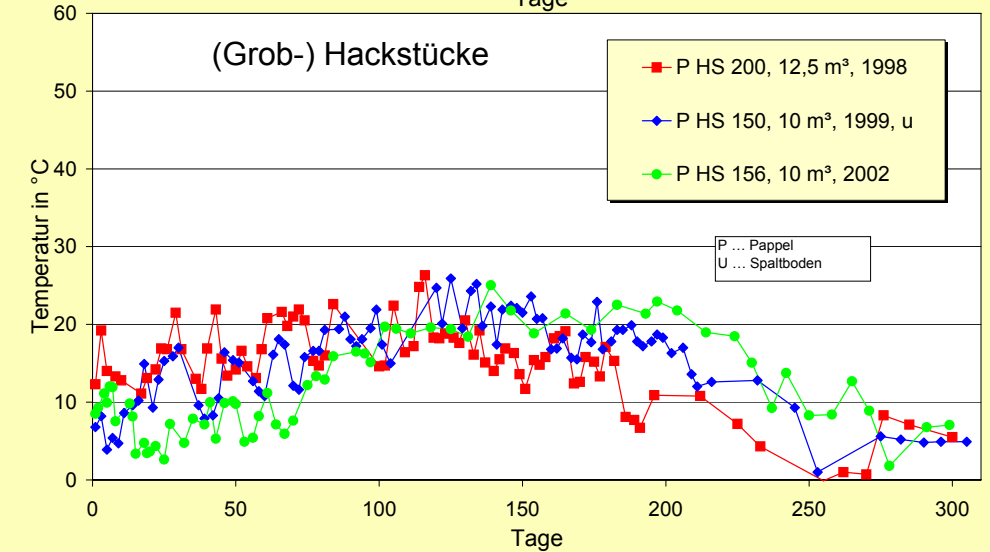
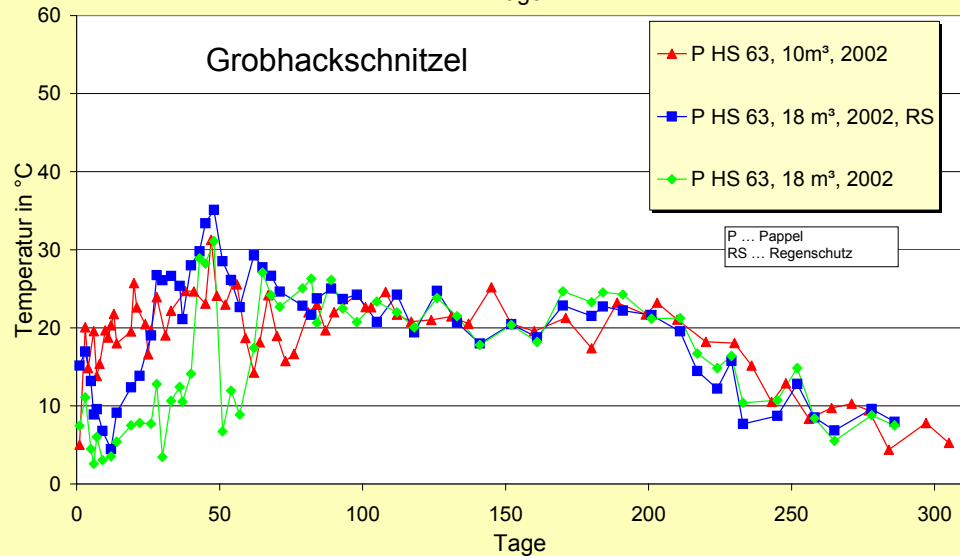
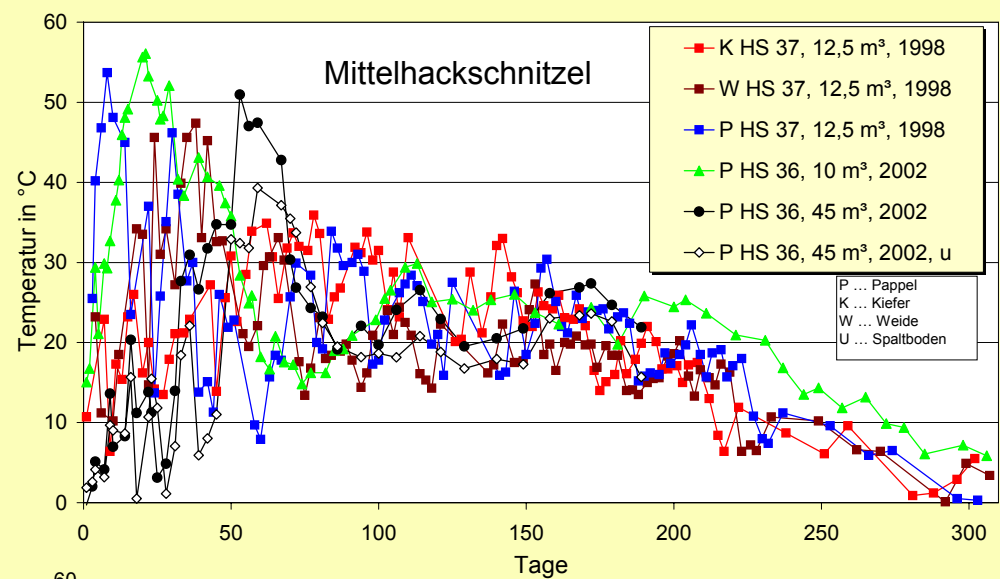
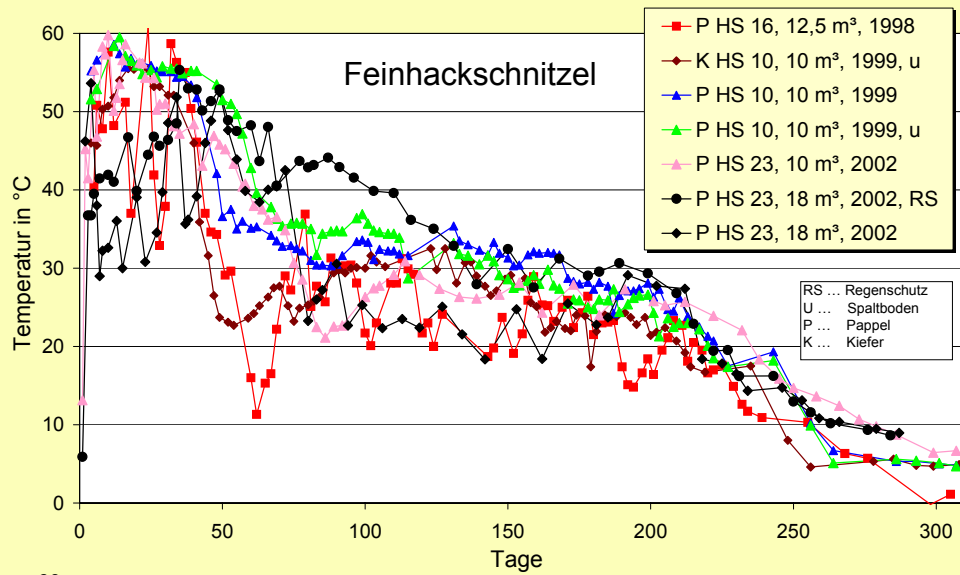
**Feldrandhaufen
70 m³**



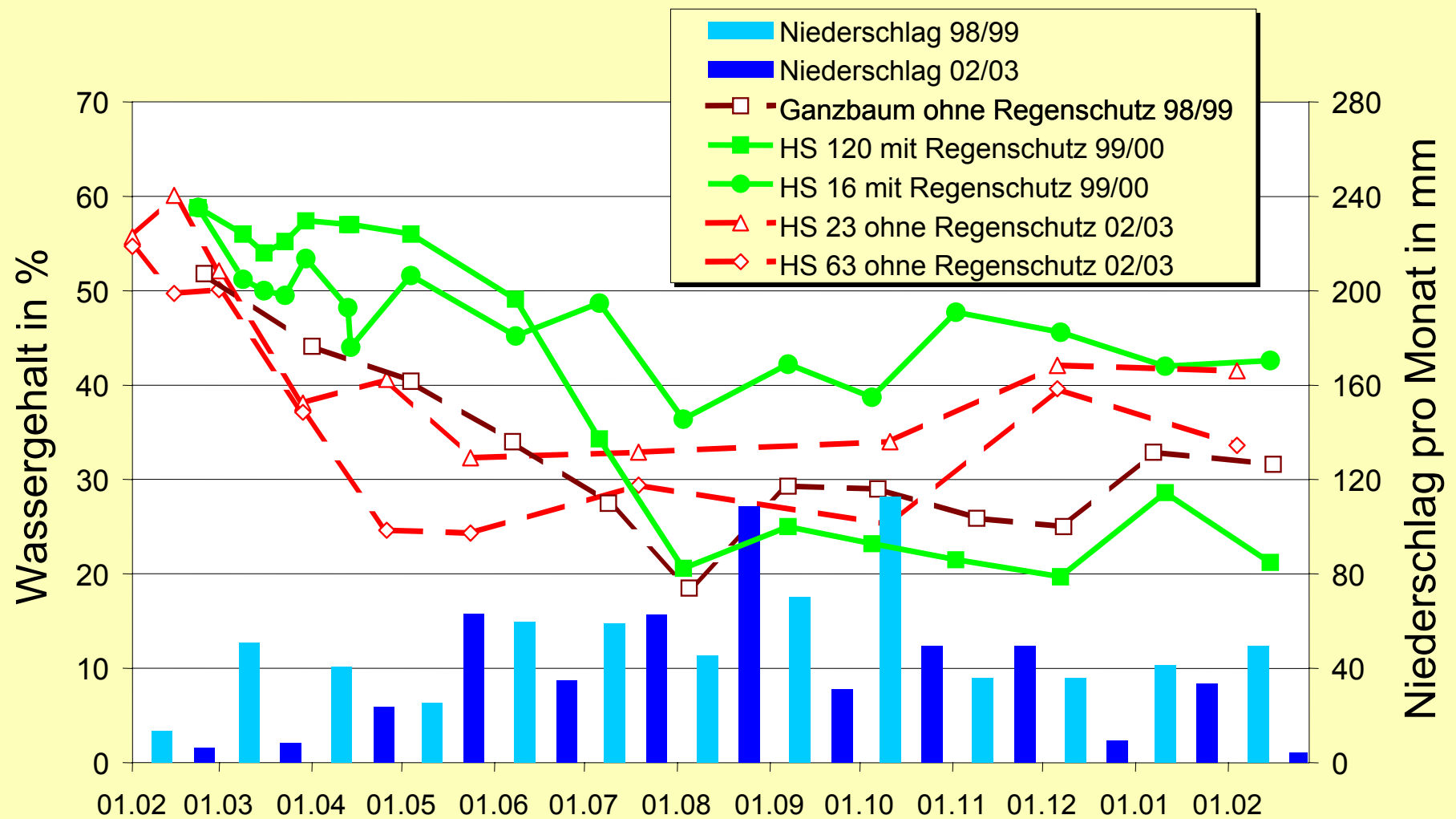
**Waldrandhaufen
2000 m³**



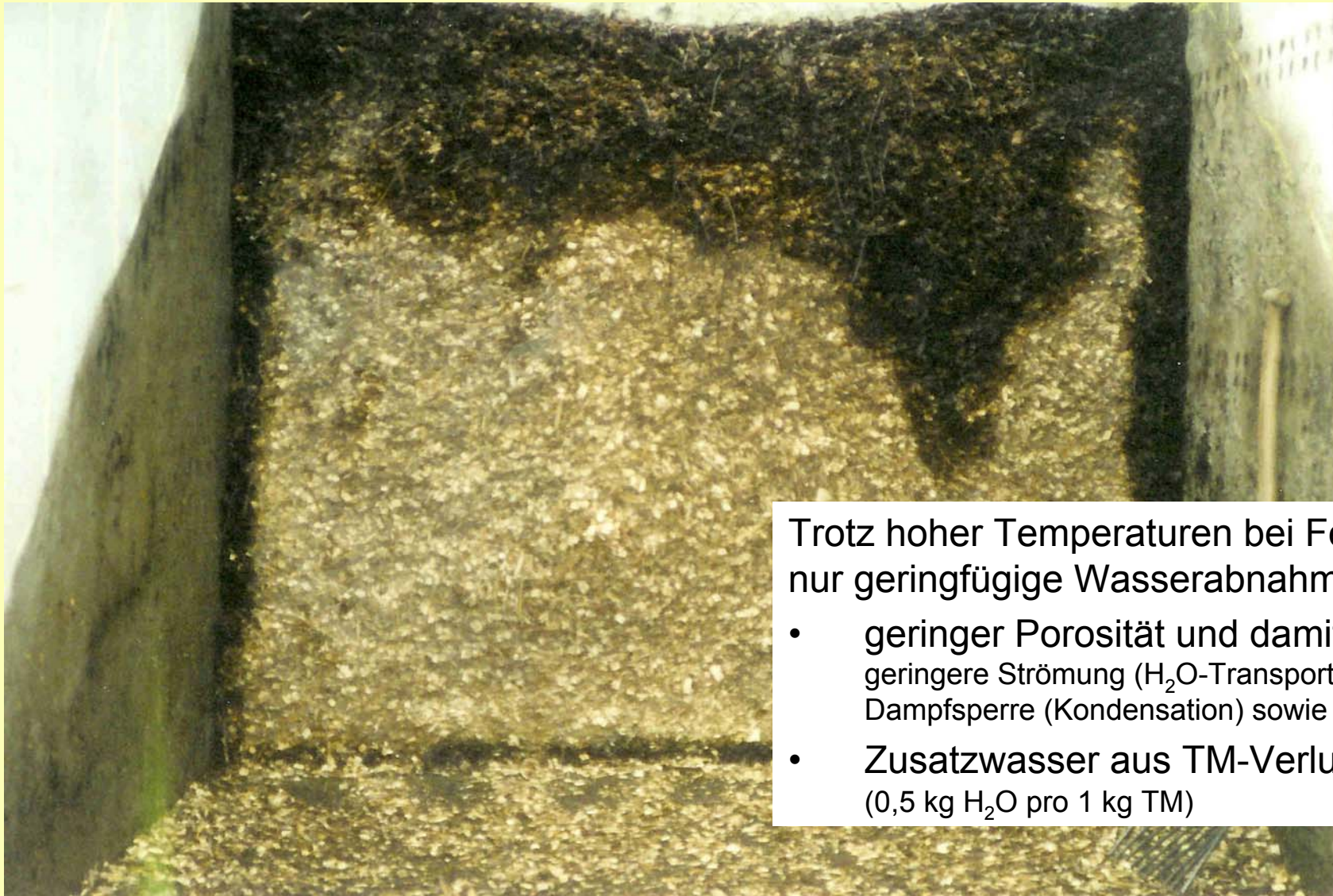
**Lagertypen und -formen für die Lagerversuche
mit Pappel, Weide und Kiefer 1998 - 2004**



Mittlere Temperatur von Hackschnitzeln
in verschiedenen Lagerhaufen



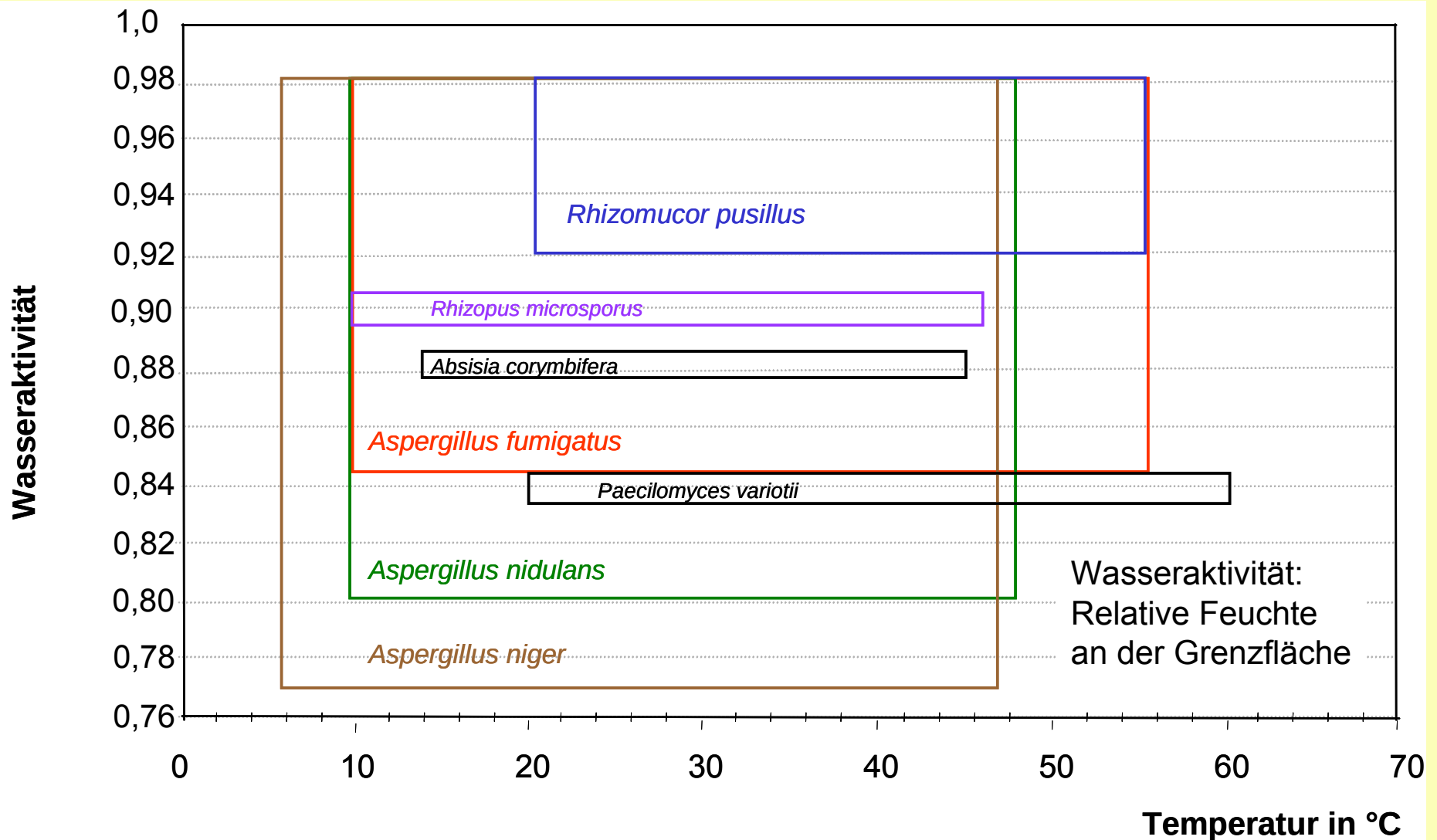
**Trocknungsverläufe in 10 m³-Schüttungen
aus unterschiedlichen Hackformaten
Pappelhackgut mit und ohne Regenschutz**



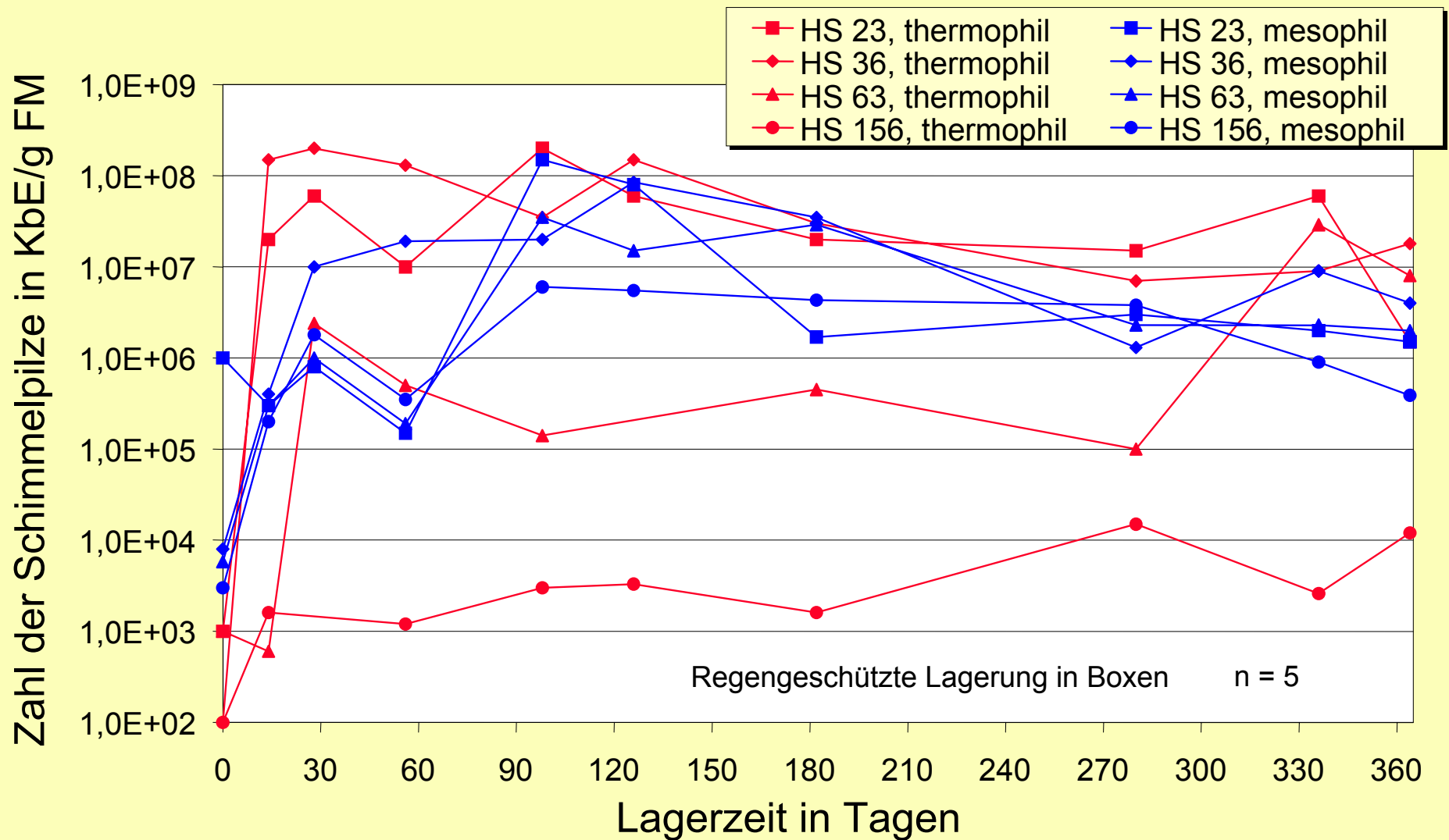
Trotz hoher Temperaturen bei Fein-HS
nur geringfügige Wasserabnahme, wegen

- geringer Porosität und damit geringere Strömung (H_2O -Transport) und Dampfsperre (Kondensation) sowie
- Zusatzwasser aus TM-Verluste (0,5 kg H_2O pro 1 kg TM)

Ursachen des begrenzten Trocknungseffektes
bei Feinhackschnitzeln

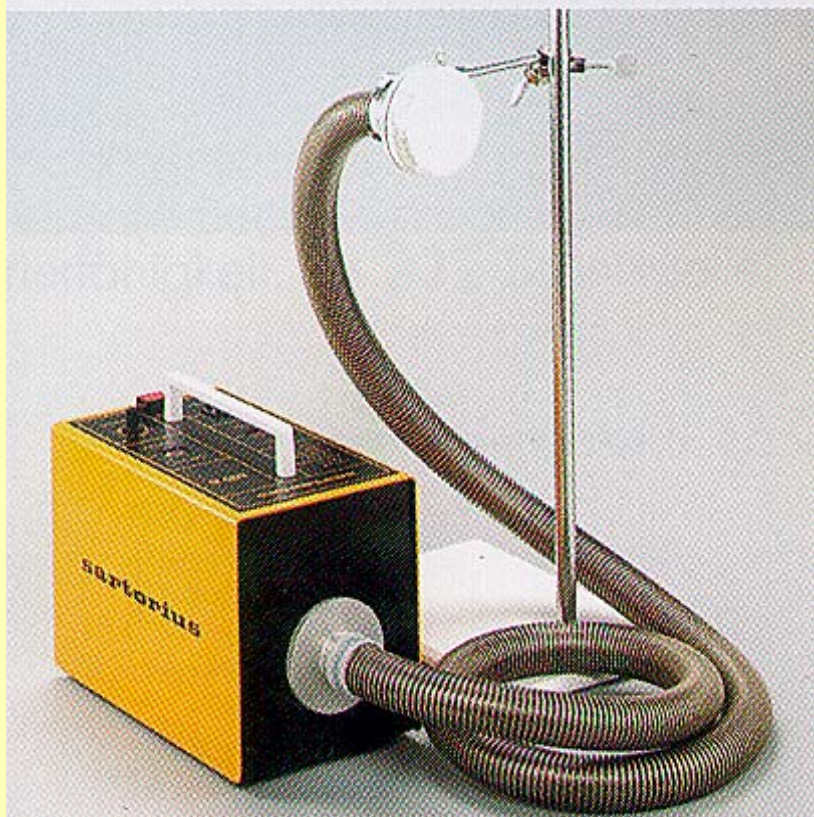


Optimale Wachstumsbedingungen
für thermophile Schimmelpilze
modifiziert nach Reiß, 1997

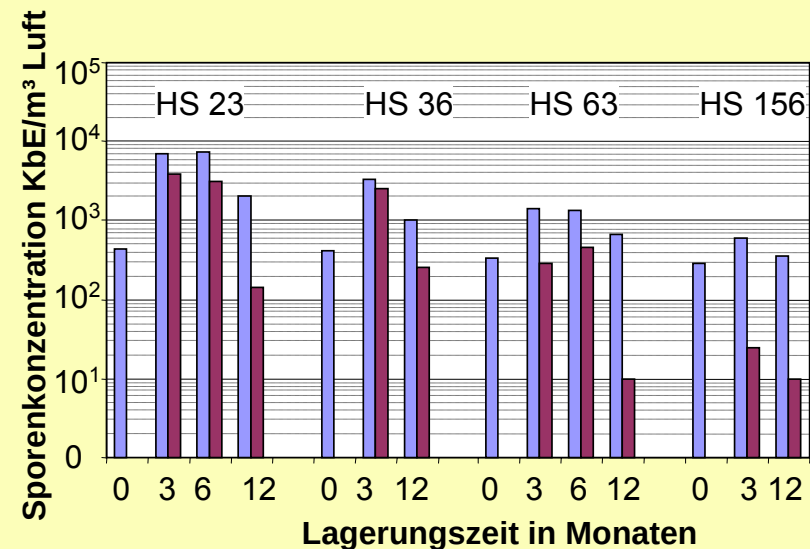
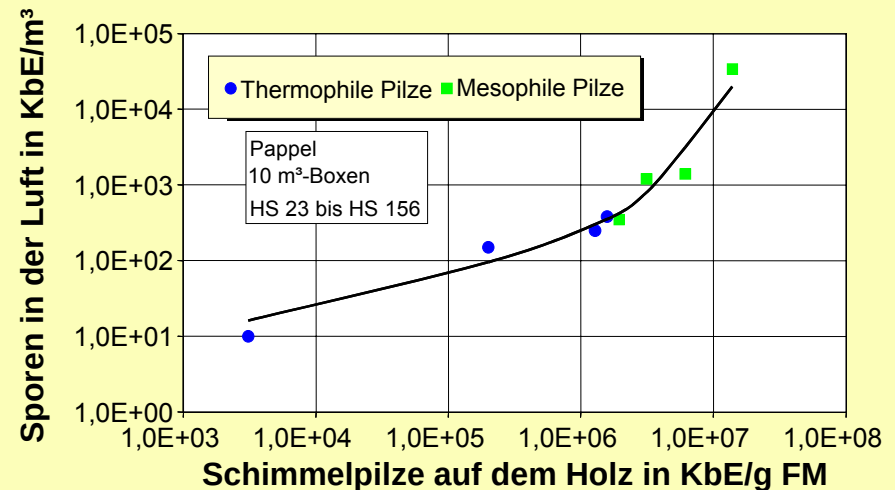


Schimmelpilzentwicklung in 10 m³-Schüttungen
aus Pappelhackgut unterschiedlicher Hacklänge

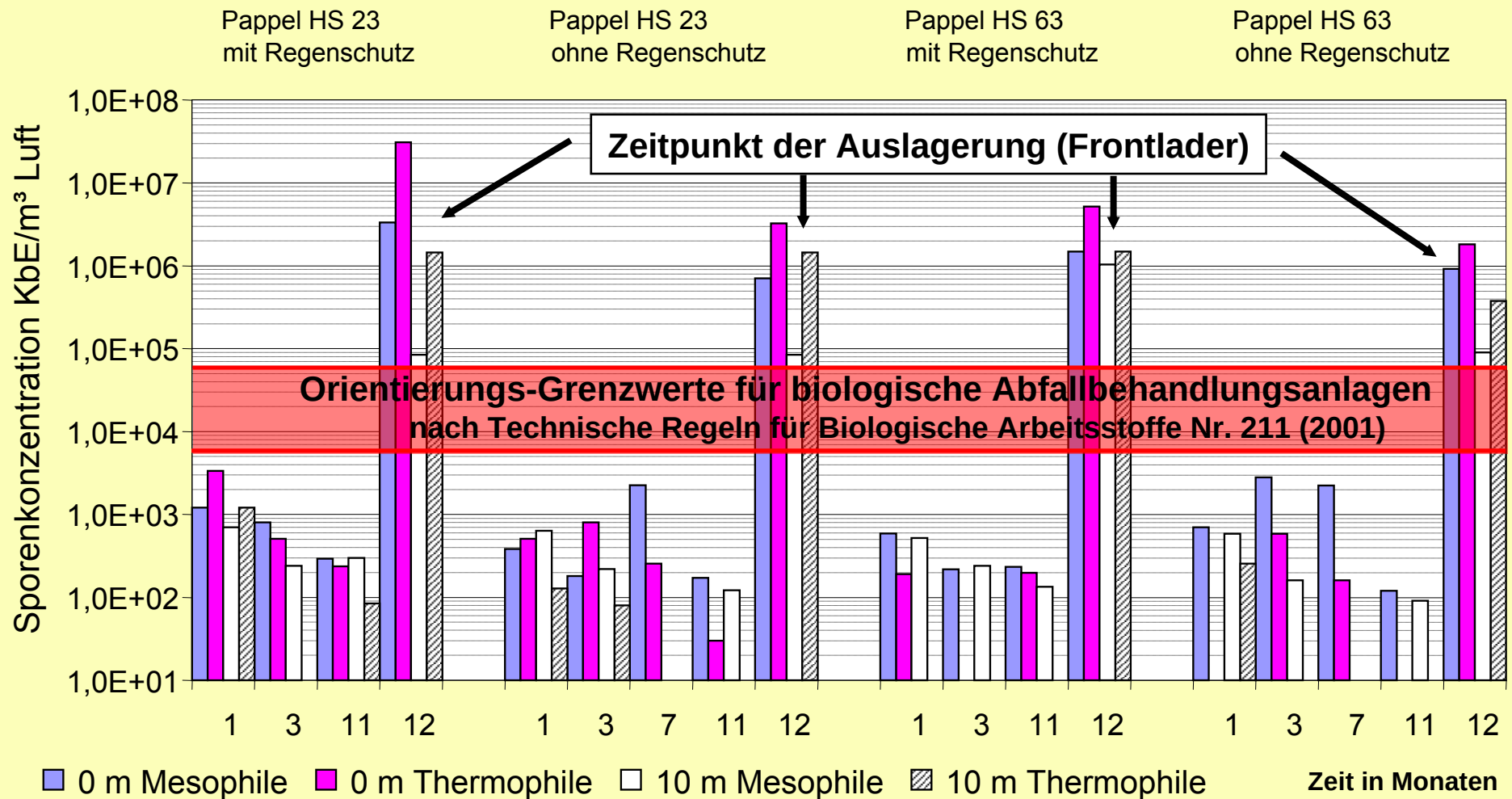
Pilzsporenkonzentration in der Luft über Hackgut-Schüttungen



Luftkeimsammelgerät MD 8, Fa. SARTORIUS



■ Mesophile Schimmelpilze ■ Thermophile Schimmelpilze



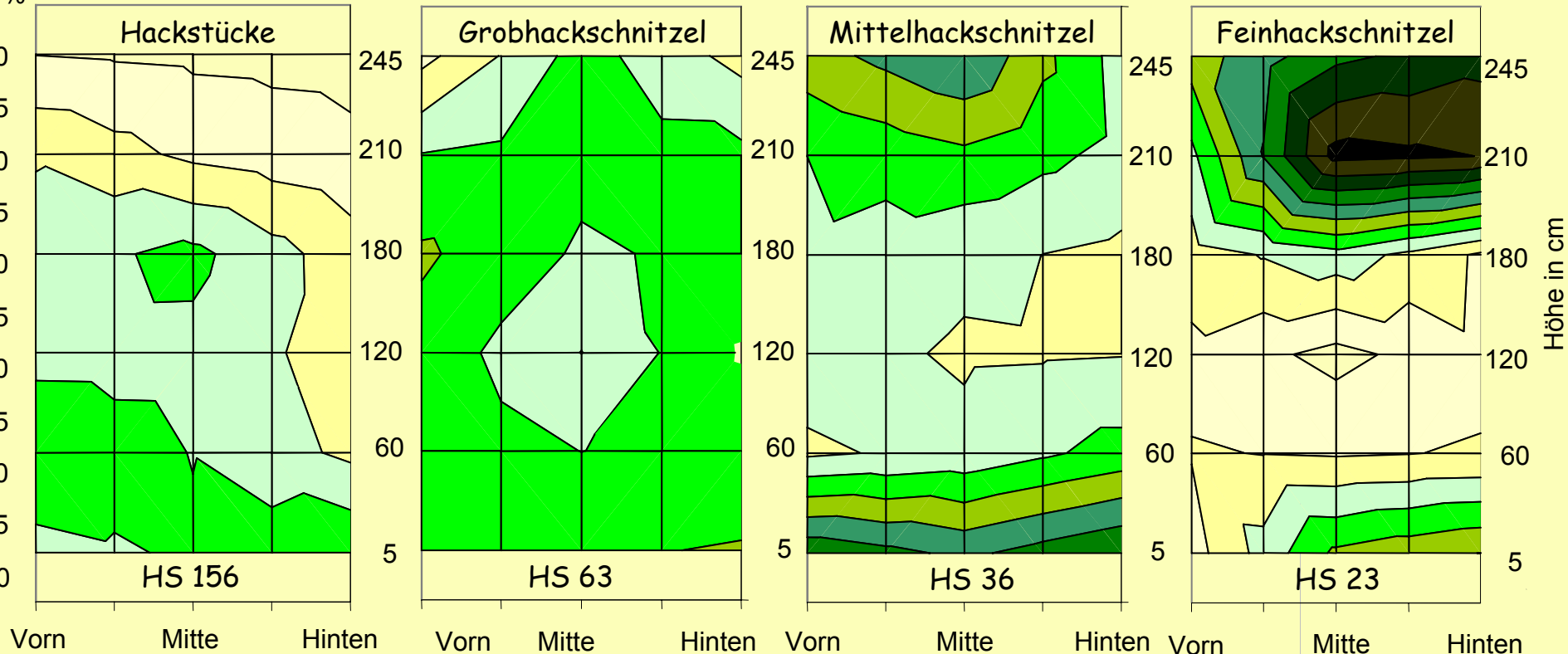
Pilzsporenkonzentration in der Umgebungsluft von Hackschnitzelhaufen in Ruhe und beim Auslagern

Höhenprofil der Trockenmasseverluste nach der einjährigen Lagerung von Pappelhackgut in regengeschützten Boxen in der Saison 2002 - 2003

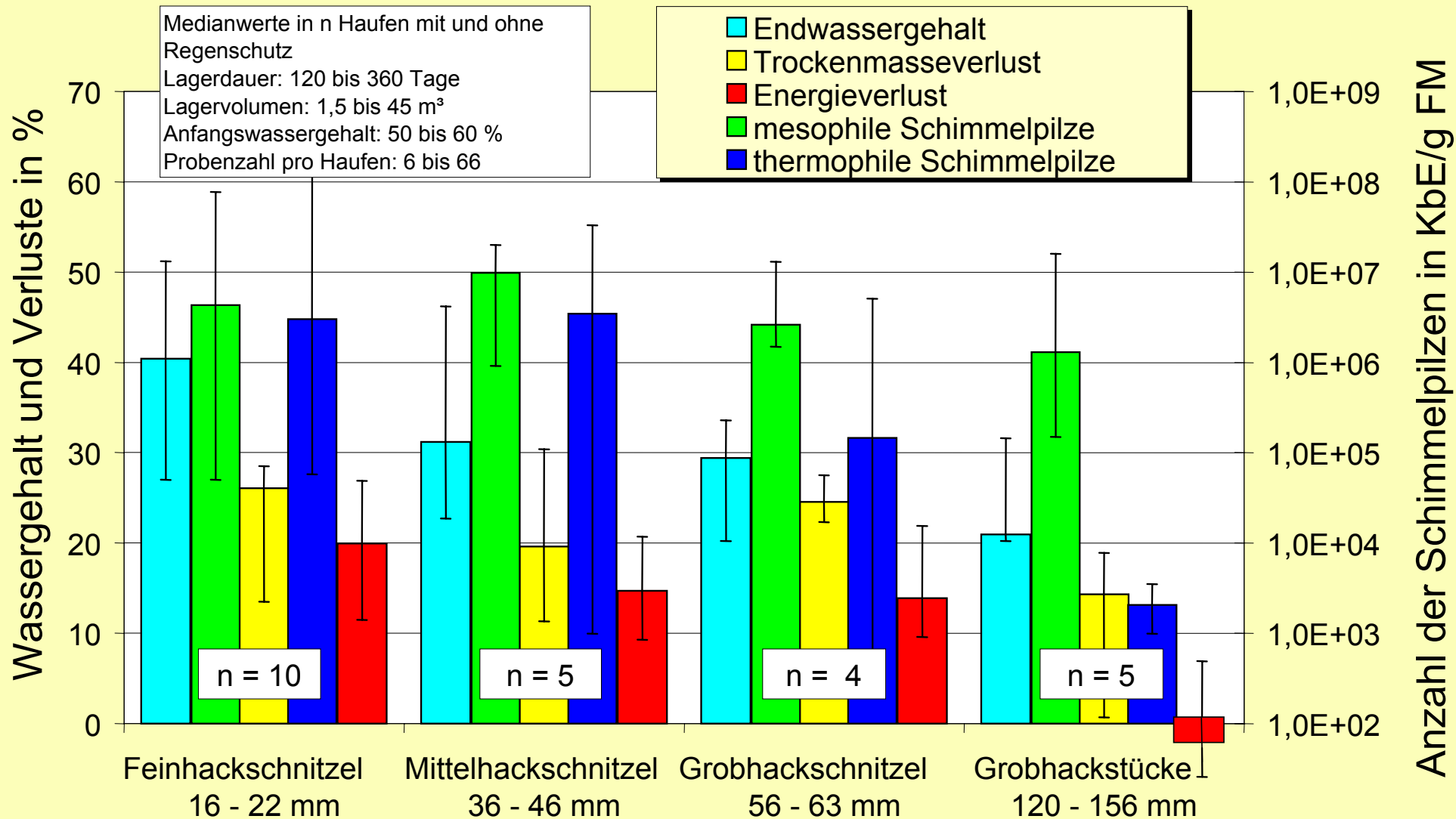


Trockenmasse-
verlust in %

- 55-60
- 50-55
- 45-50
- 40-45
- 35-40
- 30-35
- 25-30
- 20-25
- 15-20
- 10-15
- 5-10



Trockenmasseverlustprofil in Hackgut-Schüttungen



Wassergehalt, Schimmelpilzzahl, Trockenmasse- und Energieverluste bei der Lagerung von Pappelhackgut

Zusammenfassung

- Die Ernte von Feldholz erfolgt nach 3 Grundverfahren:
 - Stammholzlinien (mit konventioneller Forsttechnik)
 - Bündellinien (Maschinenentwicklung eingestellt)
 - Hackgutlinien (hohe Leistungen, geringste Kosten)
- Trotz zahlreicher Entwicklungsansätze sind nur wenige praxiserprobte Erntemaschinen am Markt verfügbar.
- Für die Hackgutlinie stehen leistungsfähige Feldhäcksler-Schneidwerke zur Verfügung, im wesentlichen allerdings nur für Weide $\varnothing < 70$ mm und Feinhackschnitzel. Für Pappeln $> 2a$ und lagerfähige Grobhackschnitzel ist prinzipiell der preiswertere Anbau-Mäh Hacker geeignet, der technisch allerdings noch nicht ausgereift ist.
- Die Lagerung ist unweigerlich mit Schimmelpilzbefall und TM-Verlusten bis zu 30 % p.a. verbunden, wobei diese bei groben Hackschnitzeln auf ein Minimum reduziert werden können und infolge des Trocknungseffektes kaum Verluste an technisch nutzbarer Energie auftreten.

A photograph of a path leading through a garden or park in autumn. The path is covered with fallen yellow and brown leaves. On the left, there is a large, dense bush with yellowish-brown foliage. On the right, there are several trees with yellow and orange leaves. The sky is blue with some light clouds. The text "Vielen Dank!" is overlaid in the center of the image.

Vielen Dank!