

Eschlenwald 2

Inhalt:

- Aufgabenstellung
- Übersichtsplan 1:10'000
- Längenprofil
- Ergebnisse der Vollkluppierung
- Ergebnisse der Simulation GEOTEST
- Ergebnisse der Gruppenarbeiten
- Experiment „Steinschlagschutzwald“

Foto: Blick in das Stangenholz beim Objekt Eschlenwald 2
Aufnahme: René Imfeld, Mai 1998



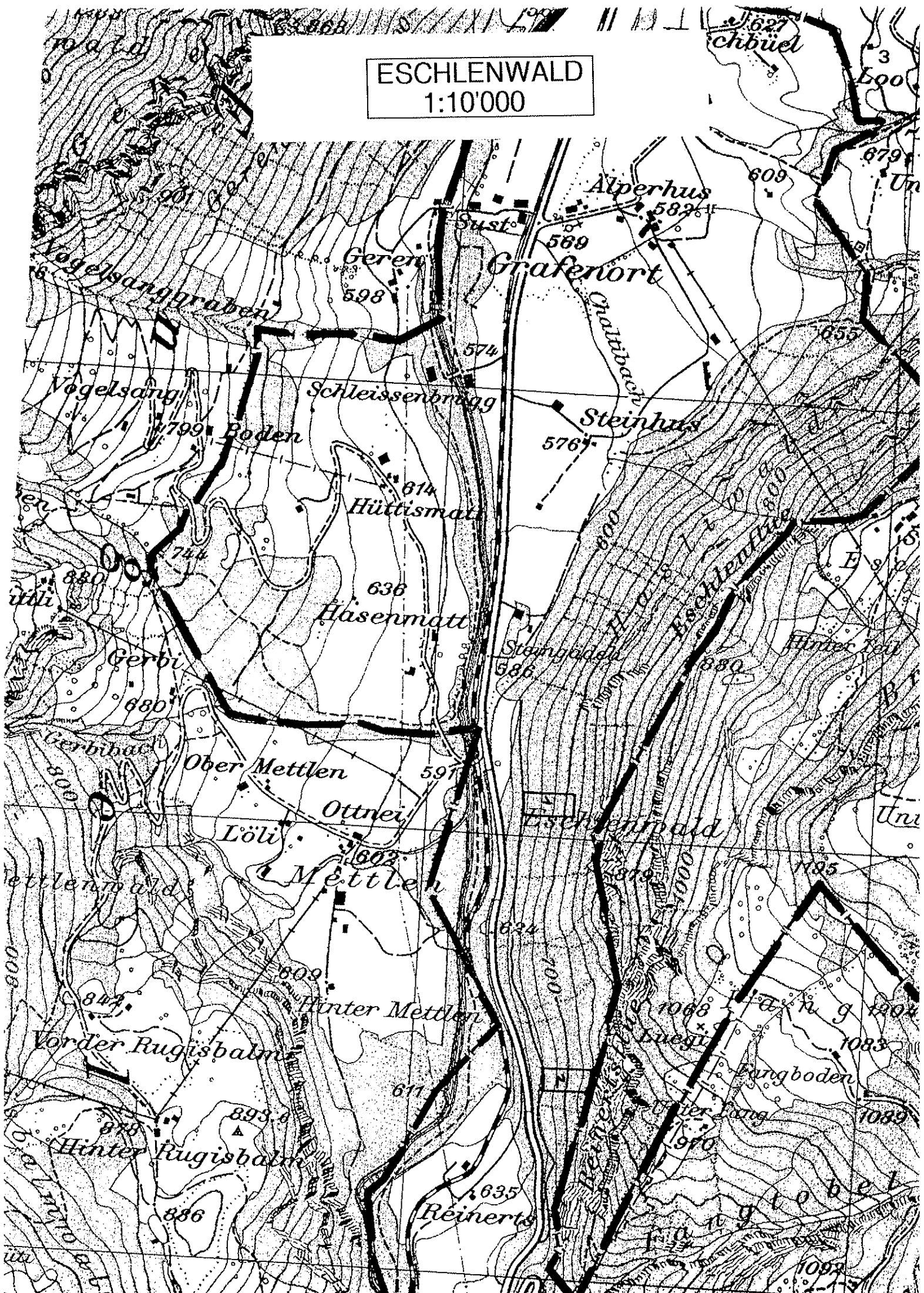
Eschlenwald 2 - Aufgabenstellung

Waldeigentümer: Kloster Engelberg

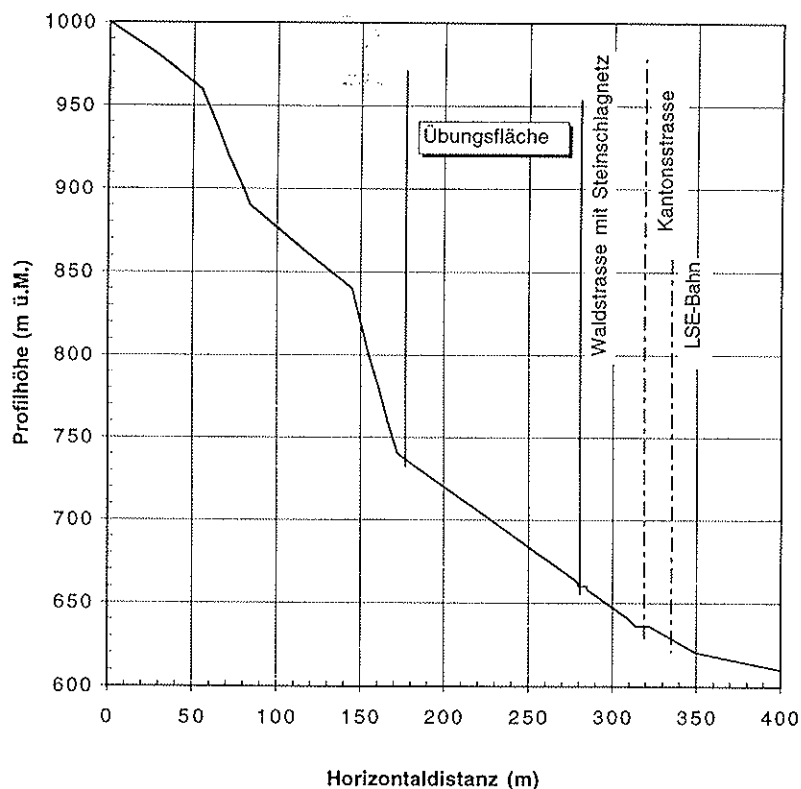
Der Wald liegt oberhalb der Kantonsstrasse, welche nach Engelberg führt. Angesichts der grossen Bedeutung dieser Verbindungsstrasse wurden im Jahre 1995 Steinschlagnetze erstellt. Bei der Dimensionierung der Werke wurde jedoch die Schutzwirkung des Waldes miteinbezogen. Das bedeutet, dass ohne Wald trotz Schutznetzen Steine die Strasse erreichen können (vergl. Risikobetrachtungen von W.Frey).

Aufgaben	Mittel / Unterlagen
a) Übersicht Verschaffen Sie sich einen Überblick über die Situation.	Karte 1:25'000 Plan 1:10000 Längenprofil Kopie Veg.-Karte
b) Steinschlagprozess - Einflussfaktoren Studieren Sie die Angaben zum Steinschlagprozess Welches sind die wirksamen Einflussfaktoren?	Grundlagen zum Steinschlagprozess → Form.1, Rückseite
c) Einflussfaktoren - Waldwirkung Welche Einflussfaktoren kann der Waldbauer beeinflussen? Welche Bestandesmerkmale sind dabei besonders wichtig? Müssen Ihre Aussagen innerhalb der Weiserfläche differenziert werden?	 → Form.1, Rückseite
d) Ist-Zustand Beschreiben Sie den Bestand (siehe auch Vollkluppierung) Beschreiben Sie die Merkmale, welche Sie als wichtig erachten, möglichst genau.	Vollkluppierung → Form.2
e) Soll-Zustand Welcher Waldzustand ist auf diesem Standort nachhaltig möglich? Welcher Waldzustand sollte erreicht werden? Formulieren sie den Soll-Zustand - wenn nötig differenziert nach Entstehungs-, Transit- und Ablagerungsgebiet.	Wegleitung Min.-Pfl. → Form.2
f) Entwicklungsprognose - Massnahmen Machen Sie die Entwicklungsprognose. Mit welchen Massnahmen kann die vermutete Entwicklung wirksam beeinflusst werden?	 → Form.2
g) Pflegeziel und Kontrollkriterien Formulieren Sie das Pflegeziel und geben Sie Kriterien an, welche in 10 Jahren die Überprüfung der Ziele erlauben (Erfolgskontrolle). Differenzierungen innerhalb der Weiserfläche in der Skizze einzeichnen.	 → Form.3
h) Anzeichnung Zeichnen Sie die gewählten Massnahmen auf der Weiserfläche an (Kluppierung). Was geschieht mit dem Holz? Schätzen Sie Aufwand und Erlös!	Markierband / Kluppe Anzeichnungsprotok. → Form.3
i) Folgerungen Welche Folgerungen ergeben sich für den „Soll-Zustand des Waldes bei Steinschlag“? Was muss korrigiert und ergänzt werden? Ist folgende Faustregel zulässig? „Der Zieldurchmesser liegt bei einem Drittel der massgebenden Steingrösse“	 → Form.4
j) Präsentation und Diskussion Am 2. Tag präsentieren Sie Ihre Ergebnisse im Plenum. Wir bitten Sie, die anschliessende Diskussion protokollarisch festzuhalten. Aus den Ergebnissen der Tagung wird eine Dokumentation zusammengestellt.	 → Form.5

1:10'000



Längenprofil Eschlenwald 2



GWG/FAN-Kurs Engelberg, August 1998

Kursunterlagen WSL VERBAUWESEN

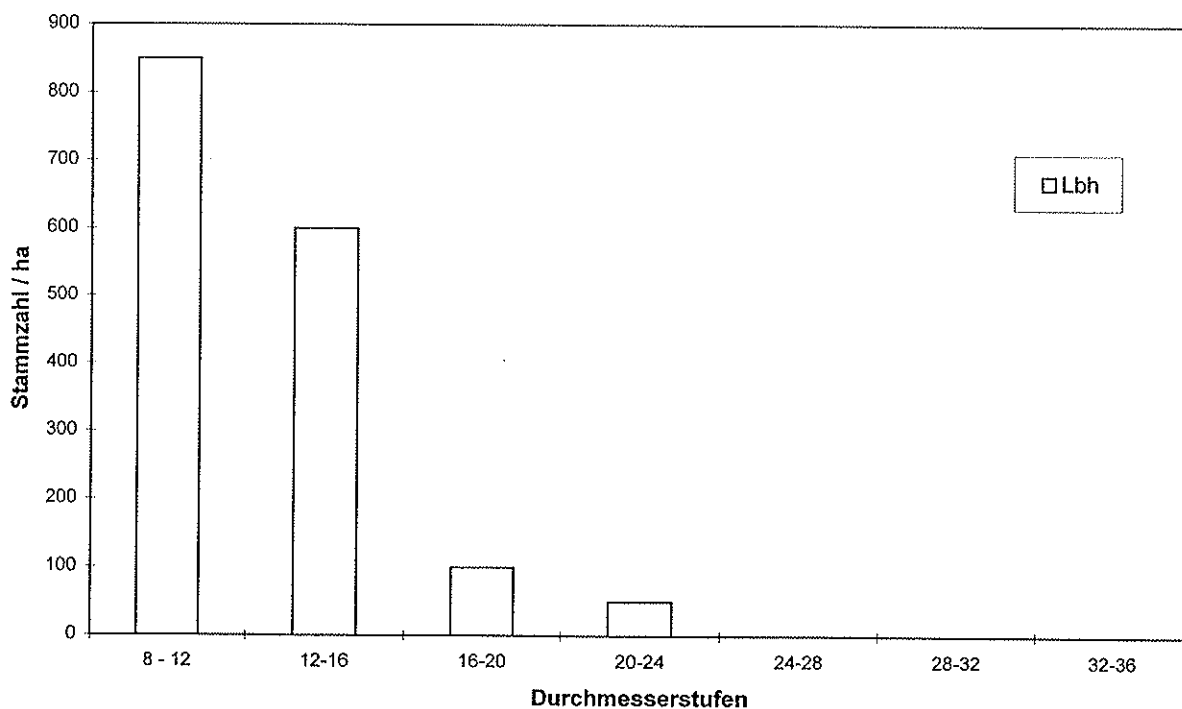
Beilage zu Übungsaufgaben

Eschlenwald 2

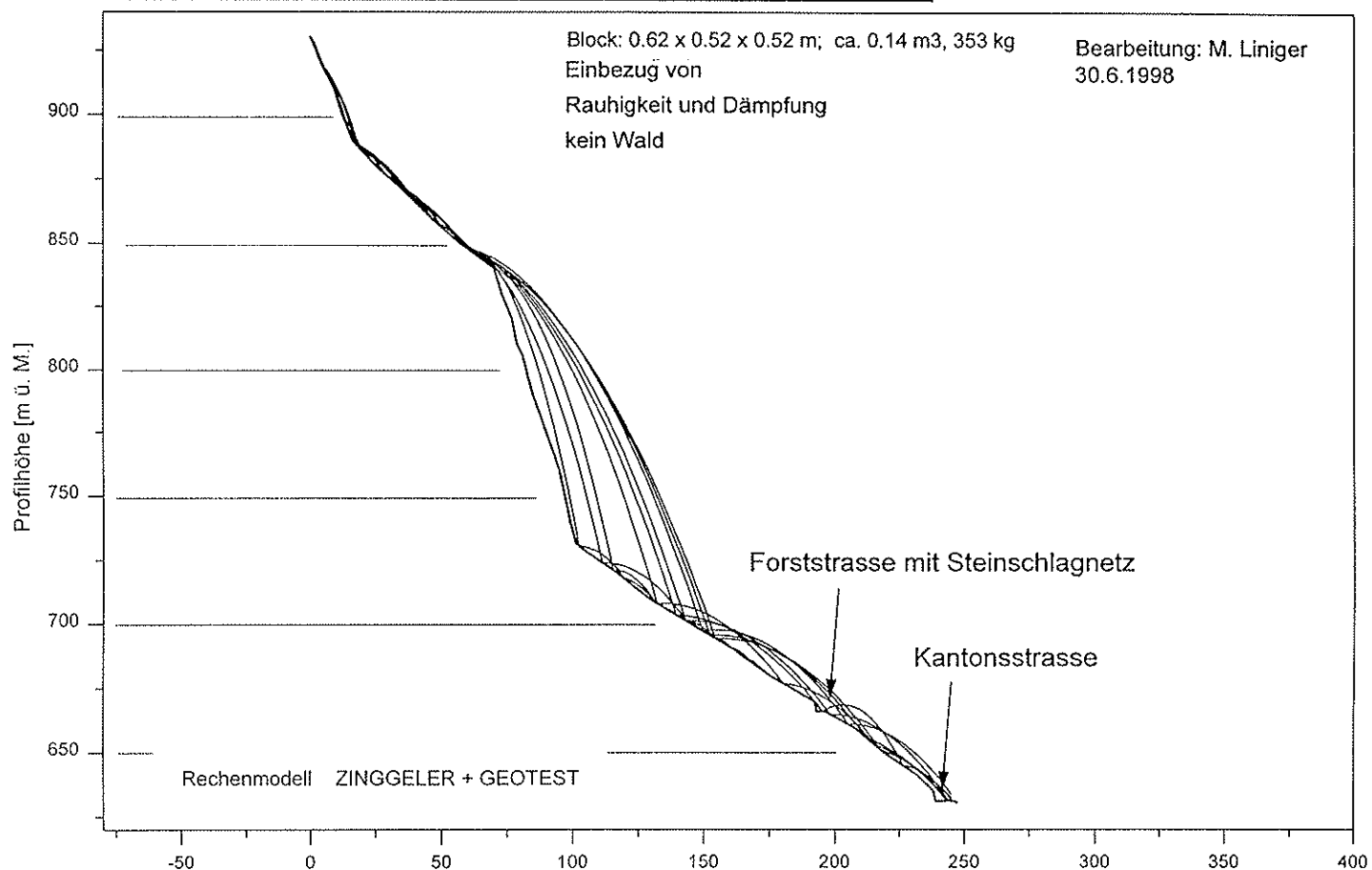
Vollkluppierung Juni 1998

Kennzahlen	
Stammzahl	1600 N/ha
Entwicklungsstufe	
Stangenholz	

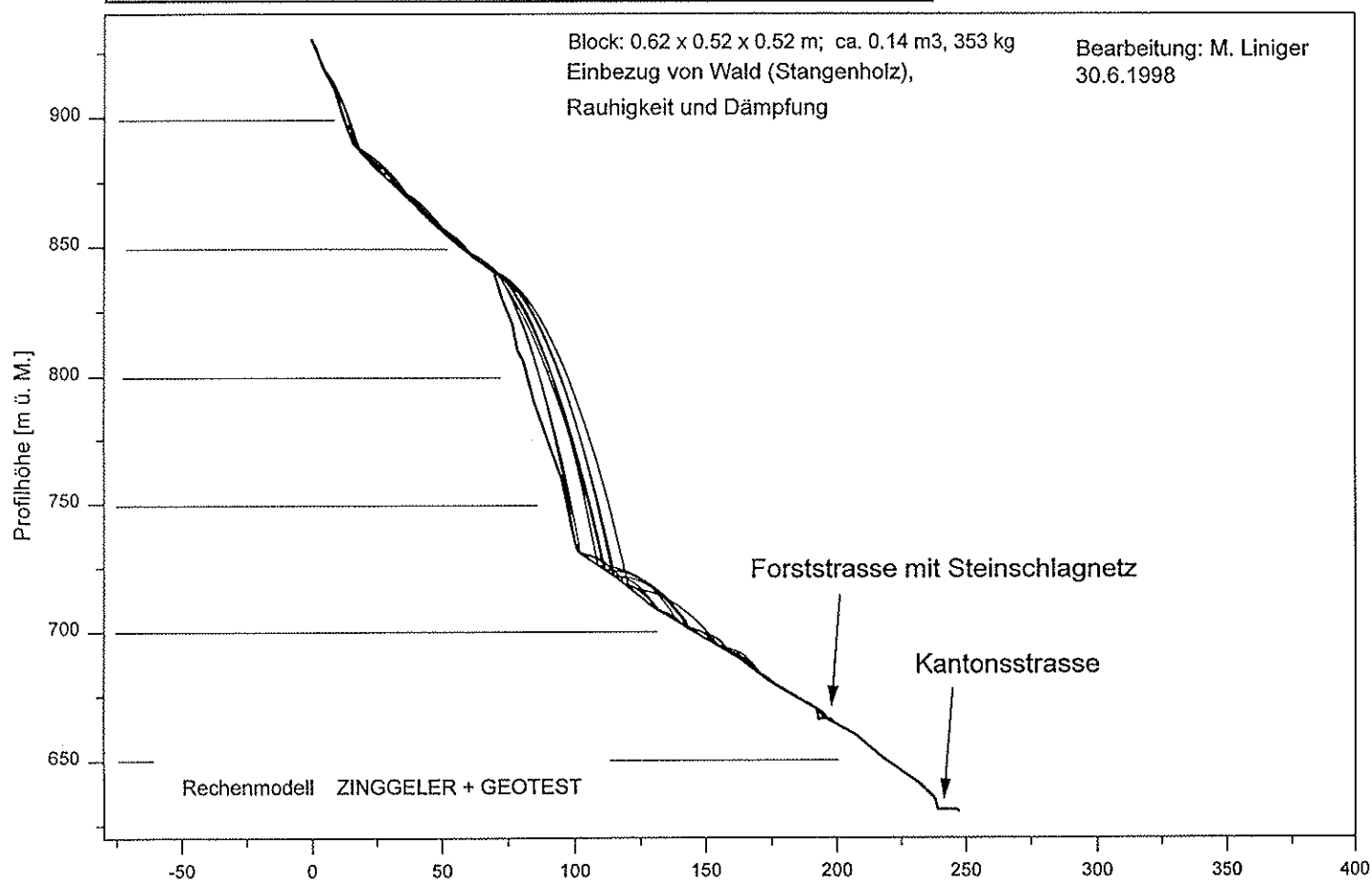
Baumartenanteile	
Bu	13%
Es	66%
BAh	9%
ü. Lh	13%
total	100%



GWG, Eschlenwald 2, Simulation ohne Wald



GWG, Eschlenwald 2, Simulation mit heutigem Wald

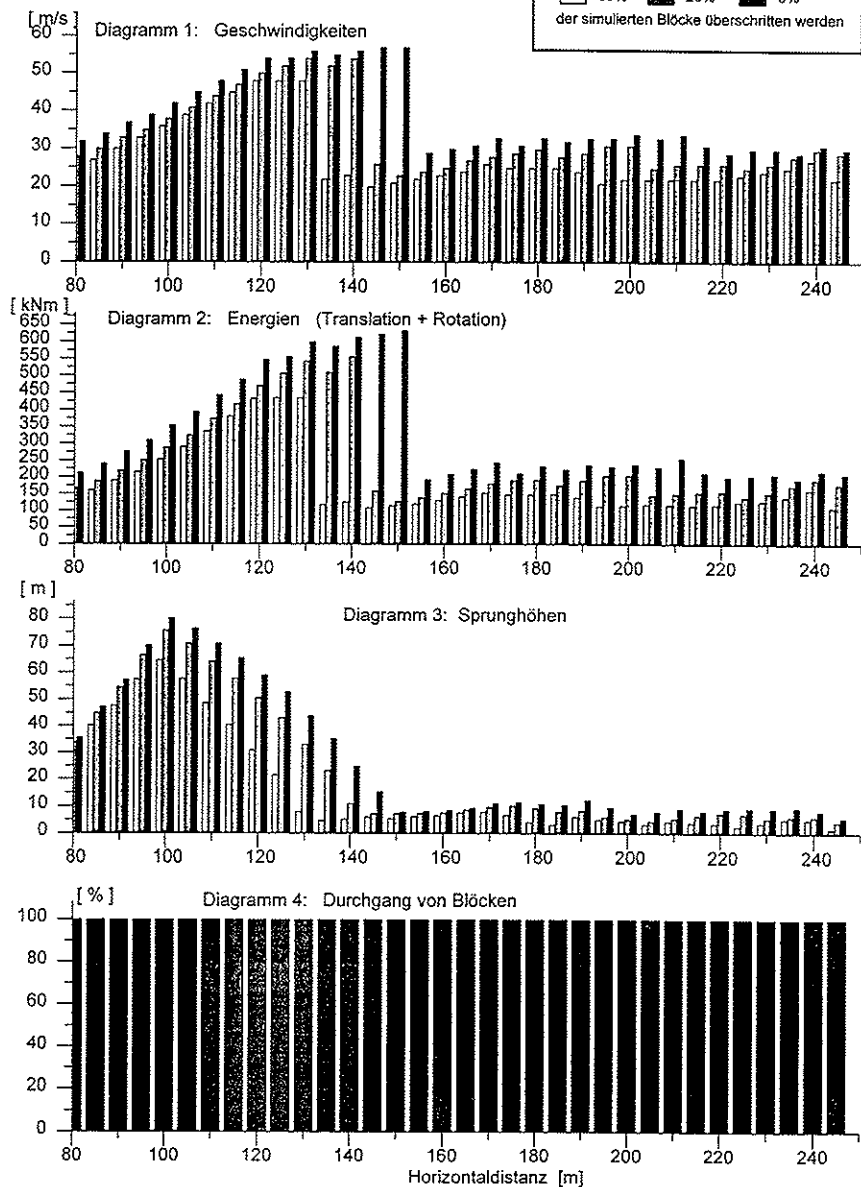


GWG, Eschlenwald 2, Simulation ohne Wald

Einbezug von Rauigkeit und Dämpfung
 Block : 0.62 x 0.52 x 0.52 m, ca. 0.14 m³, 353 kg
 Simulationsparameter geschätzt

Legende für Diagramme 1, 2 und 3

Werte, die von
 50% 20% 0%
 der simulierten Blöcke überschritten werden

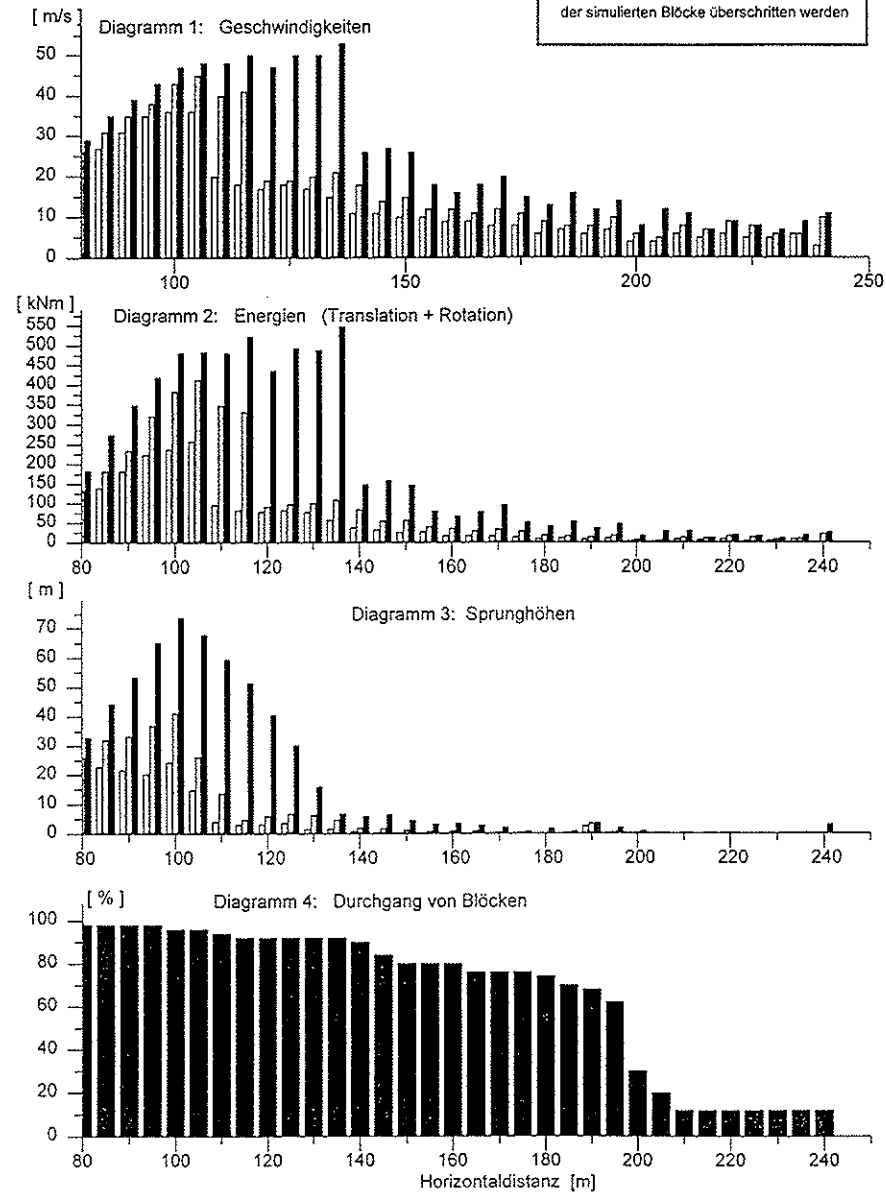


GWG, Eschlenwald 2, Simulation mit heutigem Wald

Einbezug von Rauigkeit, Dämpfung und Wald
 Block : 0.62 x 0.52 x 0.52 m, ca. 0.14 m³, 353 kg
 Simulationsparameter geschätzt

Legende für Diagramme 1, 2 und 3

Werte, die von
 50% 20% 0%
 der simulierten Blöcke überschritten werden



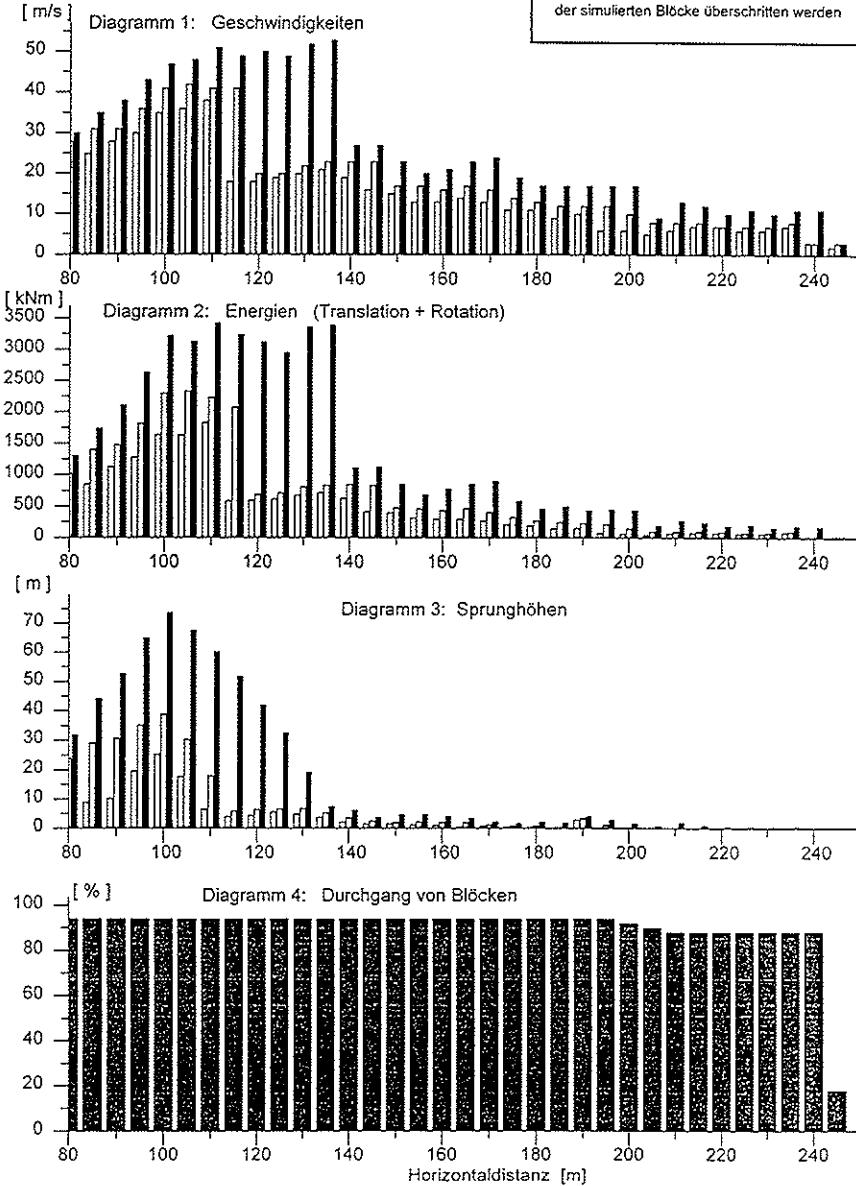
GWG, Eschenwald 2, gr. Block mit heutigem Wald

Einbezug von Rauigkeit, Dämpfung und Wald
Block: 1.2 x 1.1 x 0.8 m, ca. 0.86 m³, 2224 kg

Simulationsparameter geschätzt

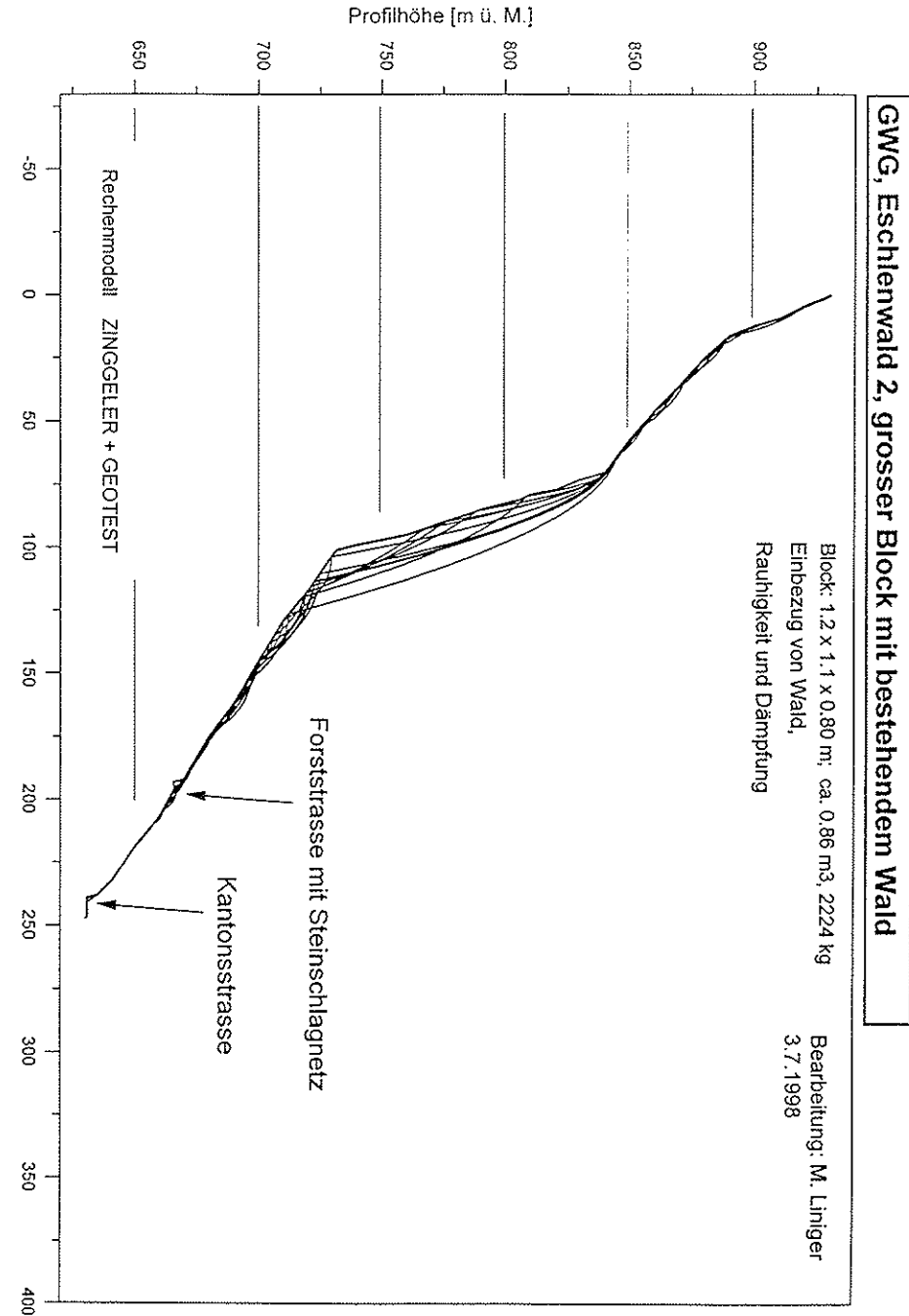
Legende für Diagramme 1, 2 und 3

Werte, die von
 50% 20% 0%
 der simulierten Blöcke überschritten werden



Rechenmodell: ZINGGELER + GEOTEST

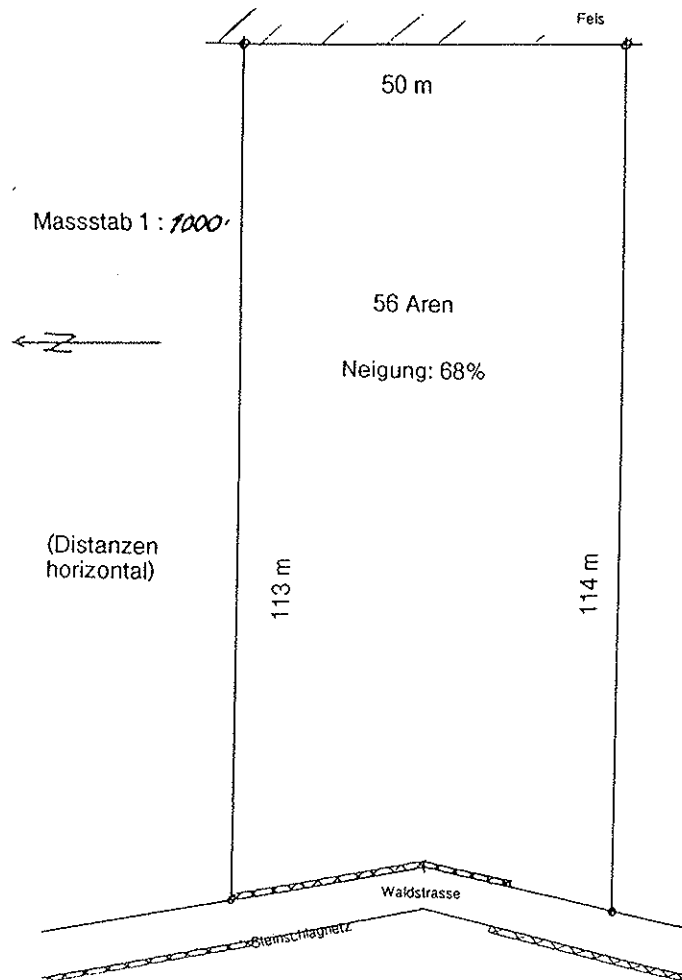
Bearbeitung: M. Liniger 3.7.98



GEOTEST
 GEODÄSIE
 INGENIEUR
 UMWELTFACHSCHAFT

Eschlenwald 2 - Ergebnisse der Gruppenarbeiten

a) Übersicht - Standort



Der Wald liegt oberhalb der Kantonsstrasse. Nach unten ist die Fläche durch eine Waldstrasse begrenzt. Oberhalb der Waldstrasse wurden Steinschlagnetze angebracht. Der Wald liegt direkt unter der Felswand.

Zahnwurz-Buchenwald (12) (Entspricht dem Bingelkraut-Buchenwald, vergl. Anforderungsprofil „Minimalpflege“ Bei deutlicher Steinschlagwirkung wird der Standort auch als Linden-Zahnwurz-Buchenwald kartiert (13).

In Bereichen mit mehr Blockschutt gibt es Übergänge zum Hirschzungen-Ahornwald (22)

b) Steinschlagprozess - Einflussfaktoren

Aus den Unterlagen von W. Gerber: Die Oberflächenrauigkeit in der Fläche Eschlenwald 2 bewirkt eine Vergrößerung der Sprunghöhen, weshalb in diesem Profil mit einem Sprunghöhen / Sprungweiten-Verhältnis von 1/6 gerechnet wurde.

Ereignisse W.periode	Steingrösse (m)	Steinmasse (kg)	Sprunghöhe (m)	Sprungweite (m)	Geschw. Ve (m/s)	Pauschal- gefälle (%)
häufig 1-30 Jahre	0,50	200	3	20	18	75
selten 30-100 Jahre	1,0	2000	4	25	20	70

Einflussfaktoren: Hangneigung, Bodenrauigkeit, Stammzahl, Bodenbeschaffenheit, Jahreszeit (Temperaturextreme)

c) Einflussfaktoren - Waldwirkung

Folgende Einflussfaktoren kann der Waldbauer beeinflussen: Stammzahl, Stammdurchmesser, Baumarten, räumliche Verteilung, Bodenrauhigkeit (Stöcke und liegendes Holz). Stammzahl und Stammdurchmesser werden von allen Gruppen als besonders wichtige Bestandesmerkmale genannt. Keine der Gruppen ist der Meinung, dass diese Aussagen innerhalb dieser Weiserfläche differenziert werden müssen.

d) Ist-Zustand vergl. Form. 2

e) Soll-Zustand vergl. Form. 2

f) Entwicklungsprognose – Massnahmen vergl. Form. 2

g) Pflegeziel und Kontrollkriterien vergl. Form. 3

h) Anzeichnung Keine der Gruppen hat die Fläche angezeichnet.

i) Folgerungen

Tagung: Eine Stammzahl von mehr als 400 Bäumen pro ha mit einem Durchmesser von mind. 40 cm kann nachhaltig nicht erreicht werden. Für den vorliegenden Fall schlägt die Gruppe für die häufigen Steine von bis zu 200 kg (Kantenlänge 50 cm) einen Zieldurchmesser von 30 cm vor. Damit ist die vorgeschlagene Lösung gegenüber der „Faustregel“ eher konservativ.

Kurs 1: Der minimale Durchmesser der fruktifizierenden Bäume ist massgebend. Die „Faustregel“ entspricht einer Minimalforderung.

Kurs 2: Eine Stammzahl von 400 Bäume/ha mit Durchmessern von 40 cm ist nicht erreichbar. Die „Faustregel“ ist nicht zulässig, in dieser Situation würde dies einem BHD von 16 cm entsprechen!?!

j) Präsentation und Diskussion

Tagung:

– Informationen von M. Liniger zur Simulation:

- Für die Simulation wurde für den Ausbruch die obere Felskante angenommen.
- Der Boden ist verhältnismässig weich, was sich günstig auf die Dämpfung auswirkt.
- Das Relief, die Steine und das liegende Holz führen zu einer grossen Rauhigkeit.
- Das Hauptablagerungsgebiet liegt oberhalb der Netze; nur grosse Steine gehen weiter nach unten. 80 % der Blöcke (bis 350 kg) bleiben oberhalb des Netzes liegen.
- Der Wald wirkt wie eine Bürste - die Steine kommen durch die Kontakte schneller zu Boden - die Sprunghöhe erreicht bis 1 m. Ohne Wald würden die Sprunghöhen 4 bis 5 m betragen. Die Netze sind für Sprunghöhen bis 2,5 m und Energien bis 200Nm gerechnet.

- Beim Bodenkontakt wird mehr Energie vernichtet als bei Baumkontakten. Baumkontakte sind wichtig für die Richtungsänderung der Steine.
 - Ohne Wald können auch kleine Steine die Netze überspringen. Mit Wald kann praktisch eine 100-% Sicherheit erreicht werden.
 - Die Distanz von der Felswand bis zum Schadenpotential ist kurz. Es ist richtig, die waldbaulichen Massnahmen auf die häufigen kleineren Steine auszurichten.
 - Die Feststellungen im Wald bestätigen die Ergebnisse der Simulation. Simulationen sind im Feld immer kritisch zu überprüfen.
 - Der von der Gruppe vorgeschlagene Niederwald mit geringen Durchmessern und hohen Stammzahlen wird aus der Sicht des Geologen begrüsst. Mit grossen Stammzahlen und häufigen Kontakten können lange Sprünge unterbrochen werden; die Steine kommen schneller zu Boden.
Im Aufprallgebiet unter der Felswand sollte nichts gemacht werden, da die äusseren Einflüsse dominieren.
- Lassen sich bei der vorliegenden Steinschlagaktivität solch rigorose Massnahmen rechtfertigen? Führen nicht die Simulationen zu Horrorszenarien? (de Pourtalès)
 - Der Verkehr hat in den letzten Jahren erheblich zugenommen und damit auch das Risiko. Für Engelberg ist eine sichere Verbindung lebenswichtig. Dies rechtfertigt auch die Investitionen in den Wald und in techn. Massnahmen. (Imfeld)
 - Der letzte Eingriff wurde im Jahre 1961 durchgeführt. Drei Autos an einem Vormittag bedeutete damals viel Verkehr.
Im Frühling gibt es hier auch Eisschlag. Vor den Verbauungen lagen häufig (monatlich) Steine auf der Strasse. (Förster Hurschler)
 - Wenn ein Stein ausbricht, ist es unsicher, ob und wo der Stein unten eintrifft. Beim Steinschlag entspricht also die Ausbruchwahrscheinlichkeit nicht der Eintretenswahrscheinlichkeit. Bei Lawinen und Murgang kann das gleichgesetzt werden. (Rageth)
 - Auf dieser kurzen Strecke genügt ein Niederwald nicht zur notwendigen Energieverminderung von grossen Steinen, hingegen ist die Trefferwahrscheinlichkeit auf der Strasse nur noch sehr klein.
 - Vom Standort her wäre ein Niederwald mit den Baumarten Ah, Es, Li etc. sehr wohl möglich. (H.U.Frey)
 - Die Öffnungsbreite von 10 m von Stock zu Stock ist zu klein, es sind ca. 20 m notwendig, (Frehner) nach H.U.Frey bis 50 m.
 - Stockausschläge brauchen 5 bis 6 Stunden Sonne. Der Niederwaldbetrieb ist extrem teuer, da sehr viel Holz anfällt. (Ott)
 - Man sollte eher von einer Niederhaltung mit vorzeitiger Verjüngung als von einem Niederwald sprechen.

Kurs 1: (nur zusätzliche Bemerkungen werden aufgeführt)

- Es muss verhindert werden, dass ein Stein ohne Baum- oder Bodenkontakt längere Sprünge machen kann. Wald verringert vor allem die Sprunghöhe und erhöht dadurch die Wirksamkeit der Netze.
- Wäre es nicht möglich, ein Eschen-Baumholz mit einem Buchen-Nebenbestand heranzuziehen?
- Es ist in einem Zahnwurz-Buchenwald ausserordentlich schwierig, einen dichten Nebenbestand aufzuziehen. Ein Zieldurchmesser von 30 cm bedeutet kurze Umtriebszeiten, was für einen Nebenbestand ungünstig ist. (Grunder)

- Die Esche ist auf Schuttstandorten eher ein Pionier und ab einem gewissen Durchmesser nicht mehr standfest – Buche und Bergahorn verhalten sich diesbezüglich günstiger.
- In der Falllinie gefällttes Holz ist für die Netze sehr gefährlich.
- Zum Ringeln und zum Zerfallsprozess der Bäume liegen kaum Erfahrungen vor. Folgeeingriffe könnten bezüglich Arbeitssicherheit gefährlich sein.
- Wenn der Entscheid „Holz liegen lassen“ gefällt ist, wird der Eingriff flexibler, weil nicht mehr auf eine Holzerntetechnik Rücksicht genommen werden muss.
- Ein Bestand mit 50 starken Eschen und einem Buchen-Nebenbestand hätte eine genügend hohe Stammzahl, scheint aber schwierig zu erreichen.

Kurs 2:

- Die Netze sind auf eine Belastung von 300 kJ dimensioniert.
- Bei der vorliegenden Situation könnten im Schutz der Netze auch waldbauliche Experimente durchgeführt werden.
- Fallholz erhöht die Bodenrauigkeit und die Dämpfung; es darf aber nicht hangabwärts gerichtet sein. Die Netze könnten durchschlagen werden. Die Depotwirkung des Holzes für Steine wird als ein geringes Problem erachtet.
- Der gegenwärtige Zustand des Bestandes zeigt eine gute Wirkung, aber ohne Massnahmen kann der Zustand nicht erhalten werden.
- Ein Steinschlagschutzwald könnte als neues forstliches Produkt betrachtet werden.

Schlussbemerkungen (R. Schwitter)

Anfänglich tauchte immer wieder die Frage auf, ob nach dem Bau von Netzen waldbauliche Massnahmen noch sinnvoll und notwendig seien? **Die Steinschlagnetze wurden unter Berücksichtigung eines intakten Waldes dimensioniert (M.Liniger).** Es stellt sich grundsätzlich nicht die Frage, ob nach dem Bau von Netzen noch Waldbau nötig ist, sondern ob zusätzlich zum Wald auch technische Massnahmen, bzw. Netze notwendig sind. Die Antwort richtet sich nach dem tragbaren Risiko. Die Simulation zeigt, dass der Wald auch auf dieser kurzen Transitstrecke eine positive Wirkung hat.

An diesem Objekt liegt zwischen Gefahrenpotential und Schadenpotential nur eine kurze Transitstrecke von ca. 100 m' (horizontal gemessen). Wenn wir von Schutzwald sprechen, müssen wir auf dieser kurzen Strecke eine nachhaltige Methode für die Waldbewirtschaftung suchen.

Objekt: *Erstehwald 2*Datum: *18.8.98* Gruppe: *Tagung Gr. 6*

1. Standort - Lokalform <i>Linden - Föhrenwald - Buchenwald (13) Windungen - Althornwald</i>									
2. Naturgefahr <i>Steinschlag</i> Entstehungs- <input type="checkbox"/> Transit- <input checked="" type="checkbox"/> Ablagerungsgebiet <input checked="" type="checkbox"/>									
3. Soll- Ist- Vergleich, Entwicklungstendenz und Herleitung der Massnahmen									
Merkmale	Bestandes- und Einzelbaummerkmale		Zustand-Entwicklung		wirksame Massnahmen	Verhältnis- mässigkeit	Realisier- barkeit		
	Ist	Soll	heute, in 10, in 50 Jahren						
Mischung	<i>Er 66% Bu 13% BAL 9% div. 12%</i>	<i>gemäss Vollkupp.</i> <i>dito</i>			<i>(Einzelne Samen- bäume schonen)</i>				
Gefüge -vertikal	<i>2-schichtig Unterschicht Bu</i>	<i>2-schichtig</i>			<i>Hoch anm. d. l. Wald / Nadelwald In diagonalen Streifen auf Hoch setzen, Breite 20m in Klangfalllinie, alle 5 Jahre 6 a.</i>				
Gefüge - horizontal	<i>Einzelbäume keine Lücken</i>	<i>Einzelbäume</i>							
Stabilitätssträger	<i>hld ~ 90-100 Kronenlänge 1/4 vergl. Vollkuppierung</i>	<i>hld ~ 80-90 Kronenlänge 1/3 Ziel ϕ 130 cm Samenbäume ϕ 50 cm</i>							
Verjüngung- Keimbeet	<i>keine Vegetations- hochentwicklung</i>	<i>dito</i>							
Verjüngung Ansamung/Anwuchs	<i>einzelne Sämlinge</i>	<i>Stochaumchlag in Streifen</i>							
Verjüngung Aufwuchs	<i>einige Bu</i>								
4. Handlungsbedarf ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>									
5. Dringlichkeit 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>									

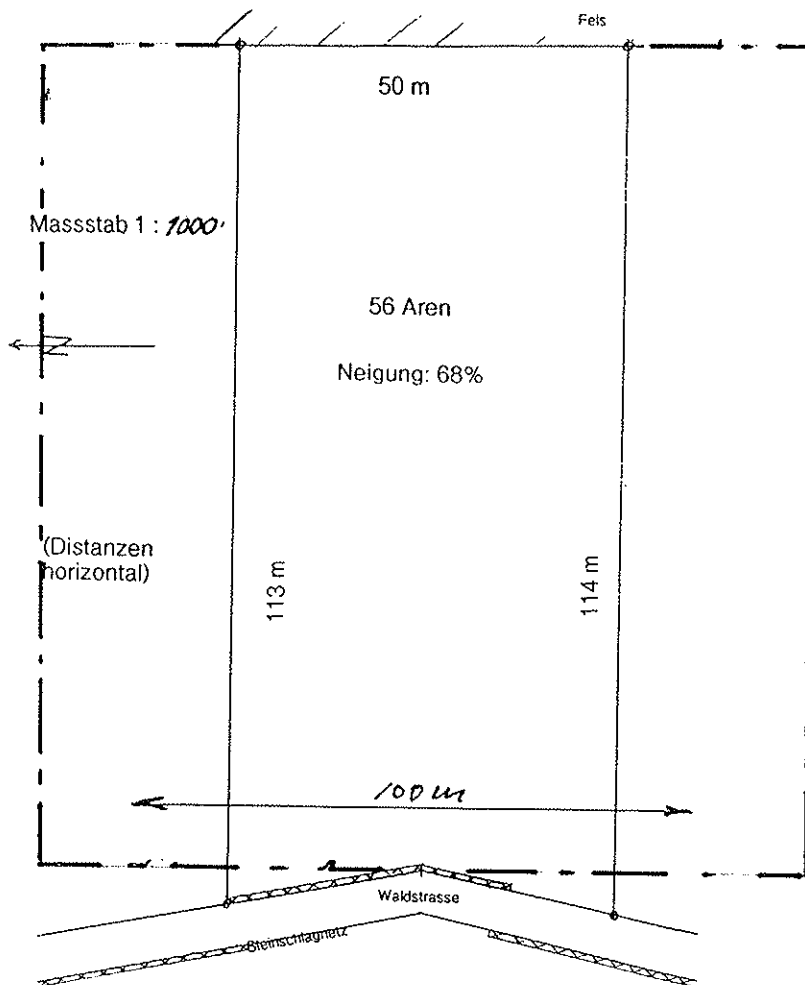
[illegible]

Eschlenwald 2 - Experiment „Steinschlagschutzwald“

Die Diskussionen an diesem Objekt haben gezeigt, dass das vorhandene Stangenholz in dieser Situation mit häufigen kleinen Steinen auf einer kurzen Transitstrecke einen verhältnismässig guten Schutz bietet. Es wurde deshalb beschlossen, ein Experiment zu starten mit dem Ziel, die gegenwärtige günstige Schutzwirkung nachhaltig zu gewährleisten. Die vorgeschlagenen Massnahmen wurden durch die Schüler der Försterschule Maienfeld ausgeführt.

a) Grundlagen

Übersicht



Die beobachtete Fläche wurde auf eine h_a erweitert (vergl. Skizze).

Wirkung des Waldes_

Gegenüber grossen Steinen hat der schmale Waldstreifen zwischen Felswand und Strasse nur eine beschränkte Wirkung. Das Risiko kann aber deutlich verringert werden, wenn es gelingt zu verhindern, dass die häufigen kleineren Steine (bis 200 kg, Kantenlänge ca. 50 cm) die Strasse erreichen. Entscheidend ist, dass die Steine möglichst schnell Bodenkontakt erreichen - Baumkontakte können dazu führen. Nach ersten Bodenkontakten können Bäume mit 20 cm Durchmesser die Steine stoppen. Der heutige Zustand - ein stammzahlreiches Stangenholz mit einem Durchmesser von 20 cm dürfte im vorliegenden Fall eine optimale Wirkung erbringen.

Vergleiche dazu:

- Die Ausführungen von M.Liniger zu den Simulationsergebnissen (Gruppenarbeit Pt.j).
- Die nachfolgende Beschreibung des Steinschlagprozesses von W.Gerber

Steinschlagprozess: Beschreibung mit Hilfe der Tabellen von W. Gerber:

1. Ein Stein von 200 kg mit einer Geschwindigkeit von 18 m/s erreicht eine Sprungweite von 20m (Beilage 1) und eine Energie von 35 kJ (Beilage 5).
2. Bei dieser Sprungweite von 20 m beträgt der Energieverlust bei Bodenkontakt ca. 25 kJ (Beilage 7) - die Energie nach dem Bodenkontakt beträgt noch 10 kJ.
3. Die Translationsenergie von 10 kJ entspricht noch einer Geschwindigkeit von 10 m/s (Beilage 5) - Geschwindigkeitsverlust ca. 45 %.
4. Der Geschwindigkeitsverlust von 45 % führt noch nicht zu einer Verkleinerung der Sprungweite resp. zu einer Bremsung des Steines (Beilage 6).
5. Die theoretische Bruchschlagarbeit von Buche und Ahorn mit 20 cm Durchmesser beträgt 2-3 kJ (Beilage 8) - auch nach einem ersten Bodenkontakt würde der Stein Bäume mit 20 cm noch abschlagen.
6. Rechnen wir aber mit einem Baumtreffer direkt nach dem Bodenkontakt, so beträgt die Energie noch 7-8 kJ, was bei einem 200 kg Stein eine Geschwindigkeit von 8,5 m/s bedeutet (Beilage 5)
7. Mit dieser Startgeschwindigkeit von 8,5 m/s und den gleichen Flugbedingungen wie vorher (Sprunghöhe/Sprungweite = 1/6) erreicht der Stein bei 70 % Hangneigung aber nur noch eine Sprungweite von 15 m und das bei einer Endgeschwindigkeit von 16 m/s (Beilage 1).
8. Rechnen wir wiederum theoretisch mit einem Baumtreffer direkt nach dem Bodenkontakt, so hat der Stein nachher noch eine Startenergie von 5 kJ resp. eine Startgeschwindigkeit von 7 m/s (Beilage 5).
9. Mit dieser Startgeschwindigkeit von 7 m/s wird noch eine Weite von 10 m übersprungen, und kurz nach dem Bodenkontakt erreicht der Stein noch eine Geschwindigkeit von 12 m/s (Beilage 1).
10. Mit diesen wenigen Baumkontakten konnte in unseren Berechnungen die Sprungweite des Steines auf die Hälfte reduziert werden.
11. Ein Baumkontakt hat aber nicht nur den Einfluss der Energievernichtung, sondern er verändert auch die Flugbahn des Steines und dadurch geht beim nächsten Bodenkontakt mehr Energie verloren als ohne Baumkontakt.
12. Zu beachten ist, dass die Bruchschlagarbeit (Beilage 6) aus beidseitig aufgelegten, trockenen Holzstäben hochgerechnet worden ist. Lebende Bäume dürften wesentlich mehr Energie aufnehmen - gemäss einer Schätzung etwa doppelt soviel.

b) Zielsetzung

Das Ziel besteht darin, möglichst viele der kleineren Steine (200 kg bis 300 kg) im Bestand zu bremsen, so dass sie die Waldstrasse (bzw. das Netz) nicht oder nur mit geringer Energie (ohne Sprünge) erreichen. Damit kann die Trefferwahrscheinlichkeit von Autos auf der Strasse wesentlich reduziert werden. Es ist nicht das Ziel, die seltenen grossen Blöcke durch waldbauliche Massnahmen zu beeinflussen

Die Netze erlauben die Ausführung von waldbaulichen Experimenten und eine Kontrolle der Wirksamkeit (Zählen der Steine in den Netzen). Ergebnisse lassen sich auch auf andere Situationen übertragen.

Für den Waldbauer stellen sich folgende Fragen:

- Kann die Waldwirkung durch zusätzliche Massnahmen verbessert werden?
- Wie kann die Nachhaltigkeit sichergestellt werden?
- Wie muss der Wald unter diesen Rahmenbedingungen gepflegt werden?

c) Waldbauliches Behandlungskonzept

Nach Auskunft des Revierförsters ist der heutige Bestand aus einer grossflächigen Abräumung hervorgegangen. Im März 1992 wurde letztmals ein Pflegeeingriff ausgeführt. Das anfallende Holz wurde damals liegen gelassen.

Herleitung der Massnahmen:

Merkmale	Bestandes- und Einzelbaummerkmale		Zustand-Entwicklung heute, in 10, in 50 Jahren	wirksame Massnahmen
	Ist	Soll		
Mischung	Es Bu BAh div. 66% 17% 9% 17%	dito		-
Gefüge - vertikal	2-schichtig Unterschicht Bu	1-schichtig		-
Gefüge - horizontal	Einzelbäume	Einzelbäume Öffnungen max 20m		min. Pflege zur Erhaltung der Hab-tätigkeit
Stabilitätsträger	BHD 20-25cm Hd ~ 100, h = 20-25m Alter 40-50 J Kronenlänge ~ 14	Zieldurchmesser 20-25cm Hd max 100 Alter 40-50 J		vergl. Verjüngung
Verjüngung- Keimbeet	-	-		
Verjüngung Ansamung/Anwuchs	einzelne Tümlinge	vergl.		Verjüngung gemäss Konzept
Verjüngung Aufwuchs		Verjüngungskonzept		
4. Handlungsbedarf ja [] nein []				
5. Dringlichkeit 1 [] 2 [] 3 []				

Verjüngung: Die folgenden Zahlenangaben beruhen auf Annahmen und Schätzungen.

Im Alter von 40 bis 50 Jahren erreichen die Bäume einen BHD von 20 bis 25 cm und eine Höhe von 20 bis 25 m (heutiger Zustand). Es geht nun darum, diesen Zustand mit einer geeigneten Verjüngungsplanung nachhaltig zu erhalten. Die Verjüngung mit Stockausschlägen und Kernwüchsen soll durch Öffnungen von etwa 4 a erreicht werden.

Verjüngungsplanung:

- Umtriebszeit 60 Jahre
- Wiederkehrdauer 10 Jahre
- Verjüngung auf 1/6 der Fläche
- Öffnungsgrösse 16,5m x 25 m = 4,1 a
- pro ha 4 Öffnungen = 1/6 der Fläche

Bestandesstruktur:

1/6	0 - 10 J.	D dom 0 - 5 cm
1/6	10 - 20 J.	D dom 5 - 10 cm
1/6	20 - 30 J.	D dom 10 - 16 cm
1/6	30 - 40 J.	D dom 16 - 24 cm wirk-Ø
1/6	40 - 50 J.	D dom 24 - 30 cm
1/6	50 - 60 J.	D dom 30 - 35 cm ← verj.

Der wirksame Durchmesser liegt bei 16 bis 24 cm. Der Zieldurchmesser für die Verjüngung wird bei 30 bis 35 cm, bzw. beim Alter 60 angesetzt.

Räumliche und zeitliche Ordnung: Damit der Steinschlagschutz nachhaltig gewährleistet werden kann, müssen die Verjüngungsöffnungen so angeordnet werden, dass in der Hangfalllinie immer ein nachhaltiger Bestandaufbau vorhanden ist. Die nachfolgende Darstellung zeigt eine mögliche Anordnung der Verjüngungsöffnungen bezogen auf eine ha Waldfläche.

Die definitive Wahl der Verjüngungsflächen richtet sich nach dem aktuellen Zustand im Bestand.

Vorrat im Alter 60 ca. 250-300m³/ha
Holzanfall pro Öffnung ca. 12-15 m³
etwa 40 bis 50 Bäume

Ausführung im Frühling - günstig für die Bildung von Stockausschlägen.

Verwendung des Holzes an Ort und Stelle - zu Wällen aufgeschichtet - bietet einen zusätzlichen Schutz.

Bei einer Wiederkehrdauer von 10 Jahren kann das verfallende Holz laufend ersetzt werden.

1999	2019	2009	2019
2029	2039	2049	2039
2009	1999	2029	2009
2049	2029	1999	2049
2019	2009	2039	2029
2039	2049	2019	1999

Entwicklung der Alterstruktur im Bestand: Theoretisch braucht es eine Umtriebszeit von 60 Jahren bis die erwünschte Altersstruktur des Bestandes erreicht ist.

Zustand 1999

0	50	50	50
50	50	50	50
50	0	50	50
50	50	0	50
50	50	50	50
50	50	50	0

2009

10	60	60 / 0	60
60	60	60	60
60 / 0	10	60	60 / 0
60	60	10	60
60	60 / 0	60	60
60	60	60	10

2019

20	70 / 0	10	70 / 0
70	70	70	70
10	20	70	10
70	70	20	70
70 / 0	10	70	70
70	70	70 / 0	20

2029

30	10	20	10
80 / 0	80	80	80
20	30	80 / 0	20
80	80 / 0	30	80
10	20	80	80 / 0
80	80	10	30

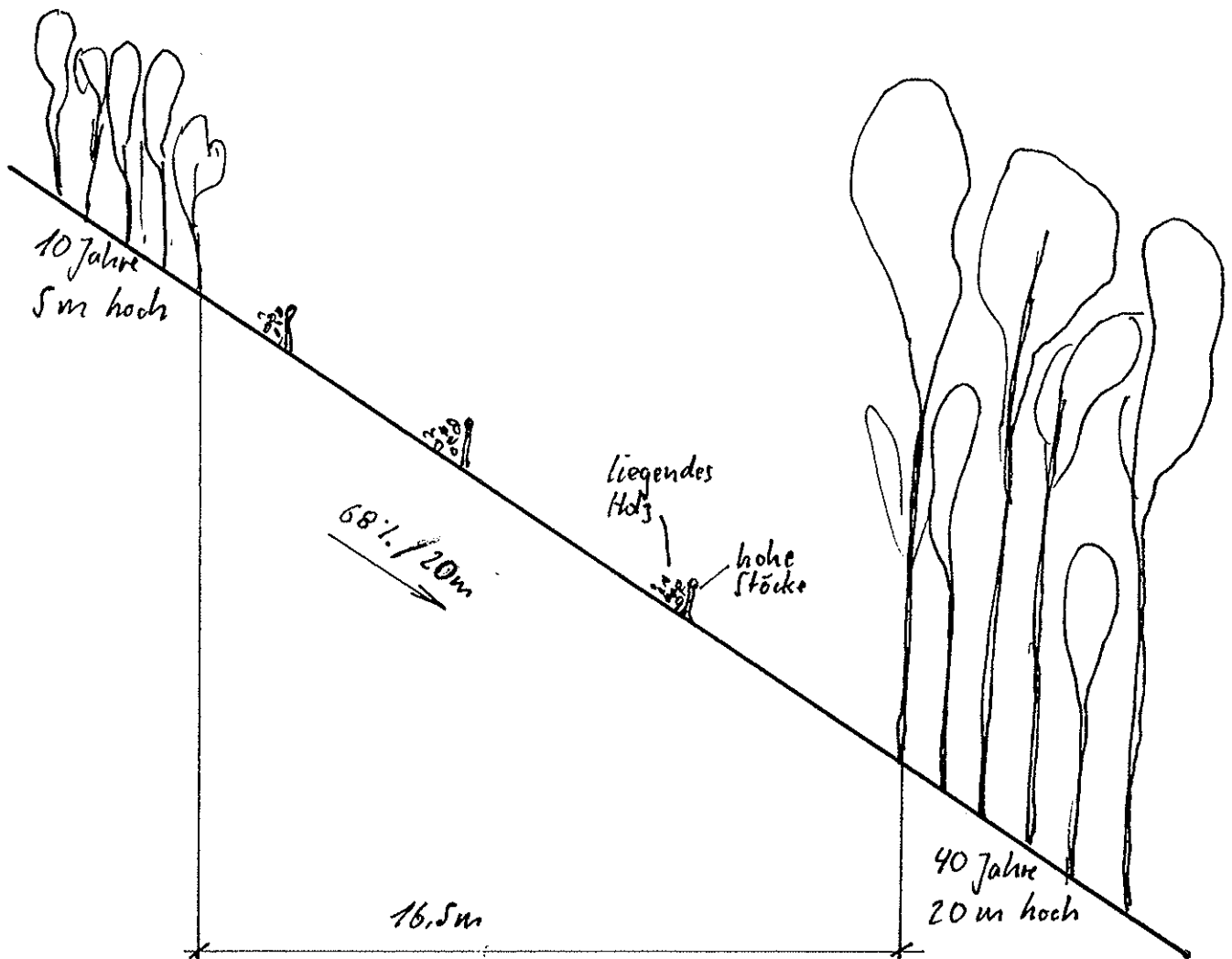
2039

40	20	30	20
10	90 / 0	90	90 / 0
30	40	10	30
90	10	40	90
20	30	90 / 0	10
90 / 0	90	20	40

2049

50	30	40	30
20	10	100 / 0	10
40	50	20	40
100 / 0	20	50	100 / 0
30	40	10	20
10	100 / 0	30	50

Querprofil durch eine Verjüngungsöffnung:



d) Arbeitsausführung (Schüler der Försterschule Maienfeld am 22./23.3.1999)

Vollkluppierung: Alle Stämme ab 8 cm wurden kluppirt – die Tabelle auf der übernächsten Seite zeigt das Ergebnis. Die folgende Tabelle zeigt eine Zusammenfassung der Resultate (Werte pro ha):

Baumarten	Bu	Es	Ah	Ul	Li	div.	Lbh	Ta	Fi	div.	Ndh	Total
Stammzahl	416	364	142	45	29	12	1008	16	4	2	21	1030
Vorrat m3	84	55	28	5	6	1	179	15	1	1	16	195

Situationsskizze: Die Skizze auf der folgenden Seite zeigt den Bestand zwischen Waldstrasse und Felswand – die Horizontalabstand beträgt rund 100m. Für die Verjüngung wurden Flächen mit stärkeren Bäumen ausgewählt (schraffiert) oder solche, die durch Schneedruck oder Windwurf schon etwas aufgelichtet waren (Ab 34, BC 56, CD 45, DE 34).

Holzanfall in den Verjüngungsöffnungen:

Fläche	AB 34	BC 56	CD 45	DE 34	Total
Stammzahl	38	36	53	40	167
Vorrat m3	5	7	7	17	36

Angaben zu den einzelnen Flächen:

AB 34: Alle Stöcke wurden tief abgesägt und abgerandet. Der nördliche Rand der Fläche öffnet sich gegen Norden – hier kann Anwuchs von Buche und Esche festgestellt werden.

BC 56: In der oberen Hälfte der Fläche wurden hohe Stöcke belassen – in der unteren Hälfte wurden die Stöcke tief abgeschnitten und abgerandet. Eine Tanne (Stufe 8) weist ein Alter von ca. 160 Jahren auf (seit ca. 55 Jahren sind die Jahrringe breiter).

CD 45: In der oberen Hälfte wurden die Stöcke tief abgeschnitten und abgerandet - in der unteren Hälfte der Fläche wurden hohe Stöcke belassen.

DE 34: In der oberen Hälfte wurden die Stöcke tief abgeschnitten und abgerandet - in der unteren Hälfte der Fläche wurden normale Stöcke belassen. Eine der grössten Buchen mit der Länge von 26 m war 60 Jahre alt.

Allgemeines:

Die Arbeiten mussten bei widrigen Wetterverhältnissen ausgeführt werden. Am 2. Tag lag sogar Schnee in der Fläche. Die Arbeitsmoral war trotzdem recht gut. Die Strasse wurde während der Fällarbeiten gesperrt. Das liegende dürre Holz aus der letzten Stangenholzpflege bildete die grösste Gefahr. Es lag zum Teil hangabwärts auf anderen Stämmen. Einzelne Stämme glitten ab und wurden erst durch das Netz gestoppt. In der Fläche DE 34 mussten einige grössere Weisstannen gefällt werden – sie wurden an die Strasse gereistet.

Eschlenwald 2 – Vollkluppierung vom 22.3.1999 (kluppierte Fläche siehe Situation 1:100)

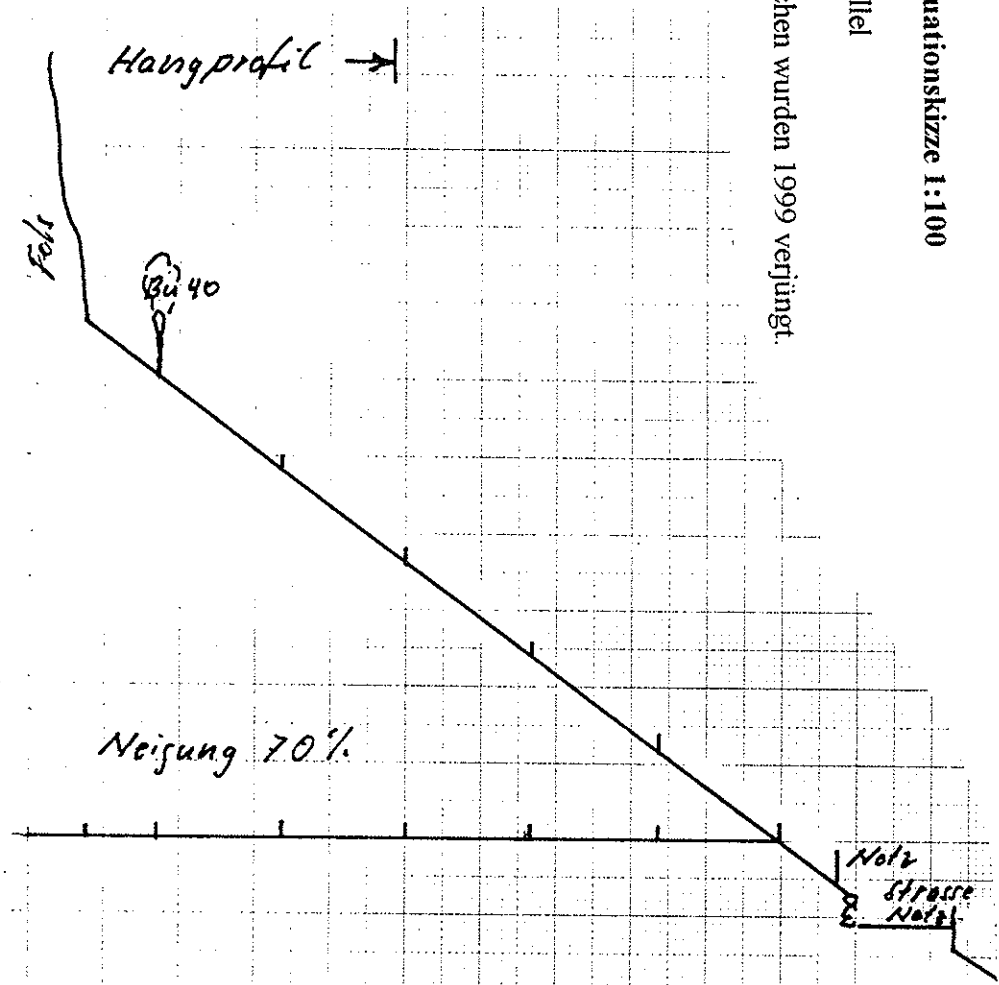
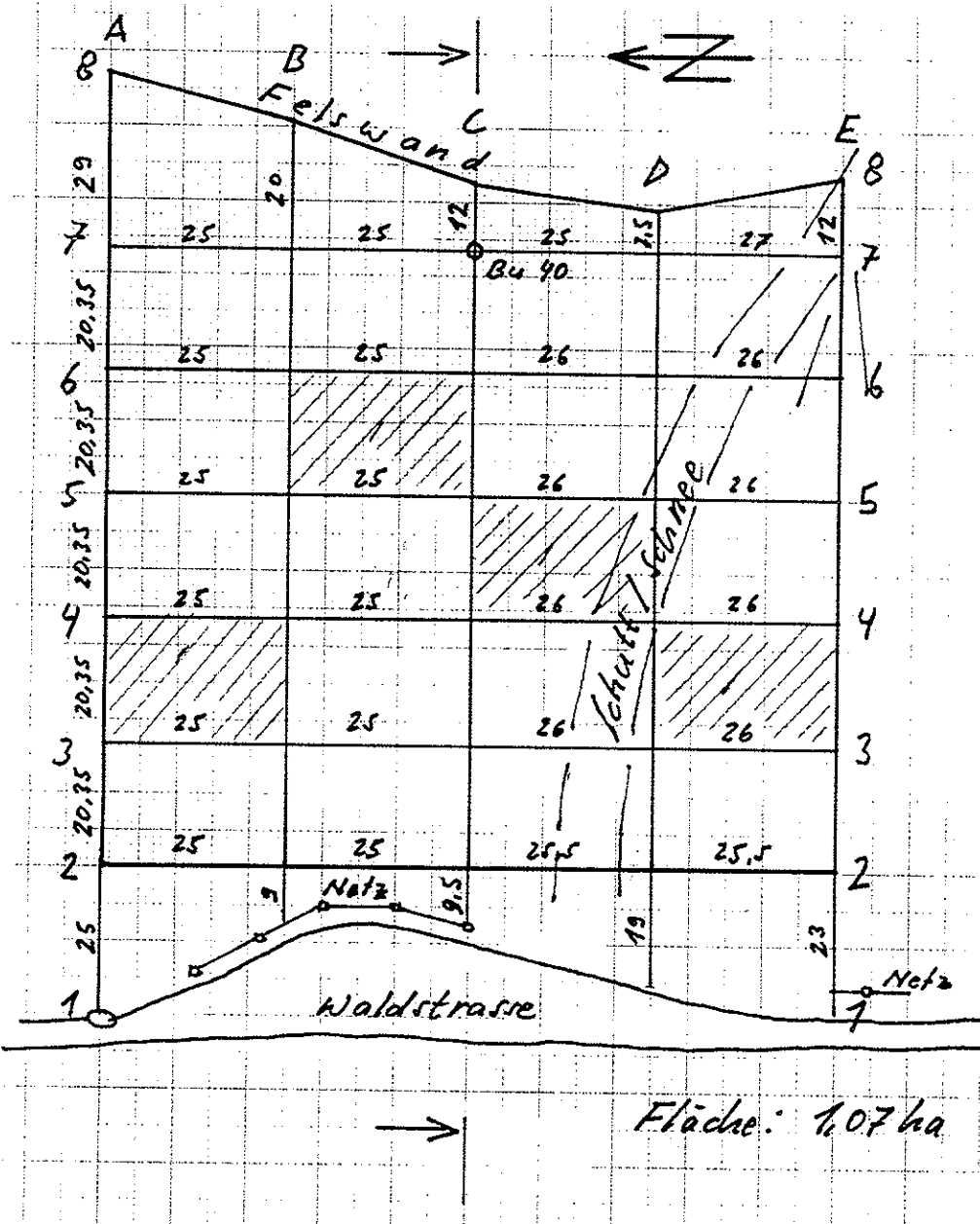
Stammzahl pro ha														
Stufe	BHD	Tarif	Bu	Es	Ah	Ul	Li	div.	Tot Lbh	Ta	Fi	div.	Tot Ndh	Total
OO	8-12	0.1	178	72	31	27	7	11	326	4	0	0	4	330
O	12-16	0.1	117	150	38	6	9	1	321	1	3	0	4	324
1	16-20	0.2	60	101	43	8	7	0	220	2	0	0	2	221
2	20-24	0.3	29	32	15	3	1	0	79	0	1	2	3	82
3	24-28	0.5	9	8	9	0	2	0	29	1	0	0	1	30
4	28-32	0.7	7	0	4	0	1	0	11	2	0	0	2	13
5	32-36	0.9	1	1	1	1	0	0	4	1	0	0	1	5
6	36-40	1.2	6	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6
7	40-44	1.5	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	2
8	44-48	1.8	2	1	0	0	1	0	4	2	0	0	2	6
9	48-52	2.2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	4
10	52-56	2.6	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
11	56-60	3.0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2
12	60-64	3.4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
13	64-68	3.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	68-72	4.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	72-76	4.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	76-80	5.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	80-84	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	84-88	6.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	88-92	7.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	92-96	7.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	96-100	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Stammzahl			416	364	142	45	29	12	1008	16	4	2	21	1030

Vorrat pro ha														
Stufe	BHD	Tarif	Bu	Es	Ah	Ul	Li	div.	Tot Lbh	Ta	Fi	div.	Tot Ndh	Total
OO	8-12	0.1	9	4	2	1	0	1	16	0	0	0	0	16
O	12-16	0.1	12	15	4	1	1	0	32	0	0	0	0	32
1	16-20	0.2	12	20	9	2	1	0	44	0	0	0	0	44
2	20-24	0.3	9	10	4	1	0	0	24	0	0	1	1	25
3	24-28	0.5	5	4	5	0	1	0	14	0	0	0	0	15
4	28-32	0.7	5	0	3	0	1	0	8	1	0	0	1	9
5	32-36	0.9	1	1	1	1	0	0	3	1	0	0	1	4
6	36-40	1.2	7	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7
7	40-44	1.5	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	3
8	44-48	1.8	3	2	0	0	2	0	7	3	0	0	3	10
9	48-52	2.2	4	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	8
10	52-56	2.6	12	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	12
11	56-60	3.0	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	3	6
12	60-64	3.4	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
13	64-68	3.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	68-72	4.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	72-76	4.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	76-80	5.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	80-84	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	84-88	6.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	88-92	7.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	92-96	7.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	96-100	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Vorrat			84	55	28	5	6	1	179	15	1	1	16	195

Eschenwald 2 – Situationskizze 1:100

Masse in m hangparallel

Die schraffierten Flächen wurden 1999 verjüngt.



e) Erste Ergebnisse - Kontrolle vom 23. Juni 1999

(Brächt Wasser, Büro Impuls / Raphael Schwitter, Fachstelle für Gebirgswaldpflege)

Wie wirken die Holzwälle gegenüber Steinschlag?

Frische Steine und Blöcke auf den Wällen werden mit roter Farbe markiert und gezählt. (Damit ein Stein gezählt wird, muss er mindestens einem quer liegenden Stamm aufliegen.) Am 23.6.99 können auf den Holzwällen bereits einige Steine gefunden werden.

Wie entwickeln sich die Stockausschläge?

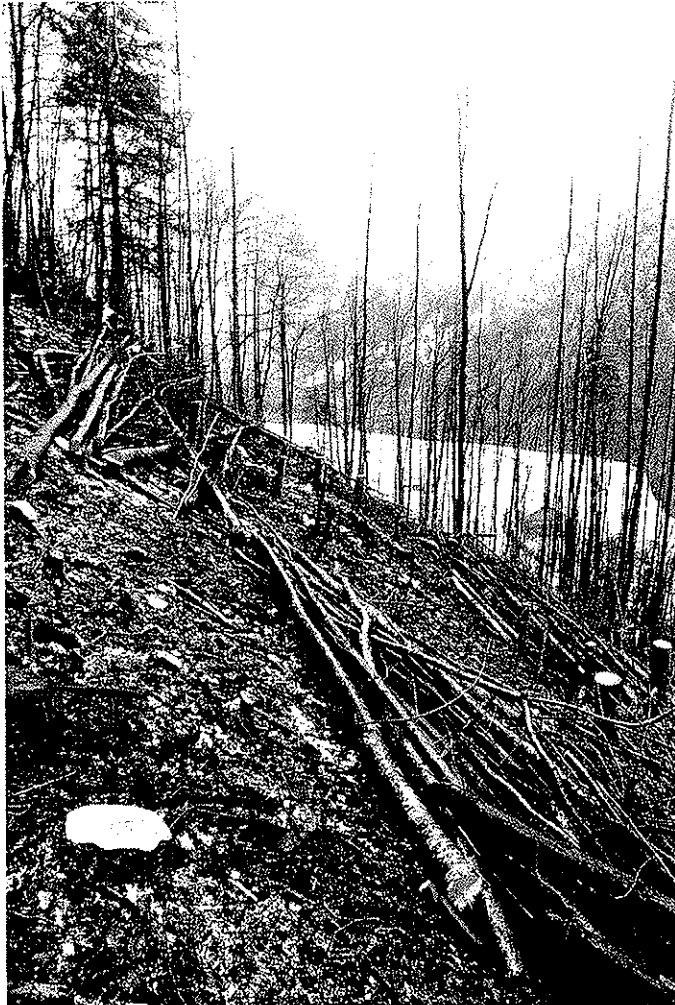
Die Bäume wurden am 22./23. März 1999 auf den Stock gesetzt, also vor dem Austreiben. Am 23. Juni 1999 kann festgestellt werden, dass von den Buchen viele und von den anderen Laubholzarten fast alle Stöcke Ausschläge gebildet haben.

- Die Ausschläge wachsen mehrheitlich talseitig (Exposition – Licht?).
- Die Wuchshöhe der Ausschläge ist sehr unterschiedlich.
- Das Abranden der Stöcke führt zu einer sehr guten Wundheilung.
- Sowohl tiefe als auch hohe Stöcke bilden Ausschläge.
- Bodennahe Stöcke führen zu Ausschlägen aus den Wurzelanläufen und sollen gemäss Erfahrung stabiler werden.
- Sehr hohe Stöcke entziehen die Gipfeltriebe der Äserhöhe.
- Der Wildverbiss an den Stockausschlägen ist sehr gross.
- Alte Stöcke (Durchforstung 1992) haben im Bestandesinnern auch Ausschläge gebildet, die dann später wieder abgestorben sind.
- Einzelne der alten Stöcke haben mit der Freistellung erneut ausgeschlagen – das Ausschlagvermögen einzelner Stöcke bleibt demzufolge über mehrere Jahre erhalten.

Verschiedenes

- Kernwüchse. Auf den Verjüngungsflächen gibt es vereinzelt Anwuchs von Kernwüchsen - Keimlinge konnten erst vereinzelt beobachtet werden. Wie entwickeln sich die Kernwüchse in den nächsten Jahren?
- Krautvegetation. Am Nordrand der Fläche AB 34 bestand schon vor dem Eingriff eine grössere Öffnung. Die Krautvegetation ist dort sehr üppig entwickelt – sie wird von Wasserdost dominiert. Wird die neue Fläche in wenigen Jahren ähnlich aussehen. Wird die Vegetation die Verjüngung behindern?
- Holzzersetzung. Wie lange hält die Wirkung des liegenden Holzes an? Es ist vorgesehen, in 10 Jahren einen nächsten Eingriff auszuführen und die Holzwälle zu ersetzen. Das vorhandene liegende Holz stammt aus der Durchforstung im März 92 und hat damit bereits 8 Vegetationsperioden überdauert - es ist erst teilweise durchgefault. Die hangabwärts übereinander liegenden Stämme bilden immer noch eine Gefahr, wenn sie abgleiten.
- Stabilität. Bis zum Erreichen der geplanten Bestandesstruktur werden die ältesten Bestandesteile 100 Jahre alt sein. Wie entwickelt sich die Stabilität des verbleibenden Bestandes – vor allem der Bestandesränder? Sind Pflegeeingriffe notwendig?

Die Beobachtungen werden weiter geführt. Die Ergebnisse werden bei der Fachstelle für Gebirgswaldpflege gesammelt.



Verwendung des Holzes an Ort und Stelle

Oben: Fläche CD45, 23.3.99

Aufnahme nach der Ausführung.
Das anfallende Holz wurde zu Wällen
aufgeschichtet.

Unten: Fläche AB34, 23.6.99

Ein Stein ist auf dem Holzwall liegen
geblieben. Die Fläche wird periodisch
kontrolliert, und neue entdeckte
Steine werden mit Farbe markiert.





Stockausschläge

Links: Foto 23.3.99

Pietro Bomio schrägt einen Stock an. Diese Massnahme fördert die Wundheilung am Stock und führt dazu, dass die Stockausschläge aus den Wurzelanläufen ausschlagen.

Unten links: Foto 23.6.99

Angeschrägter Buchenstock mit Ausschlag aus der Basis.

Unten rechts: Foto 23.6.99

Stockausschläge von Bergahorn. Die meisten Stockausschläge sind verbissen. Eine Ausnahme bilden Schösslinge auf hohen Stöcken.

