

Universität für Bodenkultur Wien Department Bautechnik und Naturgefahren Institut für Alpine Naturgefahren (IAN)

Peter Jordan Str. 82 Tel.: +43-1-47654-87100 A-1190 WIEN Fax: +43-1-47654-87109



IAN REPORT 196 TEIL 1 KOSTENABSCHÄTZUNG VON MAßNAHMEN ZUR REDUKTION DES WILDHOLZPOTENZIALES AM FERCHENBACH, GARMISCH-PARTENKIRCHEN



Im Auftrag von:

Gemeinde Garmisch-Partenkirchen



IAN REPORT 196 Teil 1

Kostenabschätzung der Maßnahmen zur Reduktion des Wildholzpotenziales am Ferchenbach,

Garmisch-Partenkirchen

Im Auftrag von:

Gemeinde Garmisch-Partenkirchen

Projektleitung: Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Hübl

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Markus Beck

Universität für Bodenkultur Department Bautechnik und Naturgefahren Institut für Alpine Naturgefahren

Peter Jordan Str. 82 Tel.: +43-1-47654-87100

A – 1190 Wien Fax: +43-1-47654-87109

IAN Report Nr. 196 Teil 1, Kostenabschätzung der Maßnahmen zur Reduktion des Wildholzpotenziales am Ferchenbach, Garmisch-Partenkirchen

Referenz (Literaturzitat): Hübl J., Beck M. (2020): Kostenabschätzung der Maßnahmen zur Reduktion des Wildholzpotenziales am Ferchenbach, Garmisch-Partenkirchen; IAN Report 196 Teil 1; Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien.



Inhaltsverzeichnis

1	SACH	VERHALT/ISTZUSTAND	1
2	FORS	TLICHE UND INGENIEURBIOLOGISCHE MAßNAHMEN	3
	2.1.1	Abflussbereich	6
	2.1.2	Aktive Eintragszone	11
	2.1.3	Passive Eintragszone und angrenzende Waldzone	33
	2.1.4	Rutschungszone und Transportzone	37
2	.2 For	ststraße	40
	2.2.1	Instandsetzung und Neubau der Ferchenbachstraße	40
	2.2.2	Provisorische Trasse im Bachbett	50
3	SONS	TIGE MAßNAHMEN	51
3	.1 Beg	gehung	51
4	ZUSA	MMENFASSUNG	52
5	LITER	ATURVERZEICHNIS	53
6	ΔΝΗΔ	NG	54



1 Sachverhalt/Istzustand

Der Anlass dieser Kostenabschätzung für forstliche und ingenieurbiologische Maßnahmen am Ferchenbach ist das Hochwasserereignis vom 12. Juni 2018, welches in der Partnachklamm und im Gemeindegebiet von Garmisch-Partenkirchen zu erheblichen Schäden führte. Dabei kam es durch Wildholz in der Partnachklamm und bei einer Wehranlage unterhalb der Klamm zu Verklausungen und Ausuferungen. Ziel dieser Arbeit ist es, auf Basis des Berichtes "196 Machbarkeitsstudie Ferchenbach in der Gemeinde Garmisch-Partenkirchen" die Kosten für Maßnahmen zur kurzfristigen Reduktion des Wildholzpotenziales und folglich der Wildholzmenge abzuschätzen. Im Fokus stehen kurzfristige forstliche und ingenieurbiologische Maßnahmen, sowie sonstigen Maßnahmen welche bei raschem Handlungsbedarf angewendet werden können. Neben den angeführten Maßnahmen muss auch die langfristige Bestandesstabilitätbzw. Vitalität im gesamten Einzugsgebiet erhalten oder verbessert werden (Teil 1), zusätzlich ist eine technische Maßnahme zum Rückhalt von Wildholz im Bereich der Mündung in die Partnach geplant (Teil 2).

Um die integrale Bewirtschaftung zur Reduktion des Wildholzpotenziales erfolgreich durchführen zu können, ist die Zusammenarbeit der beteiligten Akteure (zurzeit die Gemeinde Garmisch-Partenkirchen und die Bayrischen Staatsforste) von großer Bedeutung. Laut dem Gewässerverzeichnis ist der Ferchenbach ein nicht ausgebauter Wildbach (Gewässer 3. Ordnung), somit fällt der Unterhalt des Gewässers in den Kompetenzbereich der Gemeinde. Die Waldflächen im Einzugsgebiet werden von den Bayerischen Staatsforsten verwaltet. Die Kompetenzgrenze zwischen den beiden Behörden verläuft an der Grenze zwischen dem Gerinne und der Böschung. Der Wildholzprozess bewegt sich somit durch beide Kompetenzbereiche. Würden am Ferchenbach technische Schutzmaßnahmen realisiert werden, wird der Ferchenbach zum "ausgebauten" Wildbach und der Freistaat Bayern muss den Gewässerunterhalt übernehmen, mit dem Wasserwirtschaftsamt Weilheim als ausführende Behörde.

Es ist zu erwähnen, dass im Rahmen der Gefahrenreduktion bereits einige Maßnahmen, die in diesem Bericht angeführt sind, entweder schon durchgeführt oder bereits geplant und vergeben wurden. So wurde von Seiten der Gemeinde die Ferchenbach-



straße von Elmau kommend bis fast bis zur Rutschung 5 im letzten Jahr instandgesetzt. Seitens der Bayrischen Staatsforste wurden mehrere Seiltrassen zwischen der Brücke im Bereich der Mündung in die Partnach und der Rutschungsfläche 5 geplant (orografisch links). Dabei sollen rund 2.000 fm Holz entnommen werden. Diese Maßnahme wurde bereits geplant und vergeben und soll voraussichtlich im September 2020 durchgeführt werden. Im Jahr 2019 wurden Bäume und Holzteile im Abflussbereich entfernt und gehäckselt.



2 Forstliche und ingenieurbiologische Maßnahmen

Durch forstliche Maßnahmen kann das Wildholzpotenzial im Einzugsgebiet rasch maßgebend reduziert werden. Folglich wird auch die Wildholzmenge im Ereignisfall viel geringer ausfallen, was sich wiederum positiv auf die Verklausungsgefahr in der Partnachklamm und im Bereich der im Jahr 2018 verklausten Wehranlage auswirkt. Nebenbei wird durch die Entnahme von Holz das Restrisiko für die geplante Maßnahme zur Filterung des Wildholzes im Mündungsbereich zur Partnach stark gesenkt. Neben diesen kurzfristigen realisierbaren Eingriffen im Gerinnenahbereich sollten auch langfristigen Maßnahmen zur Verbesserung oder zumindest Erhaltung der aktuellen Vitalität und Stabilität des Bestandes angestrebt werden. Diese Maßnahmen erstrecken sich prinzipiell über fast das gesamte bewaldete Einzugsgebiet auf der Strecke zwischen der Mündung in die Partnach und dem Schloss Elmau. Im Detail wird hier aber nur auf die kurzfristigen Maßnahmen zur Reduktion des Wildholzpotenzials und folglich der Wildholzmenge eingegangen.

Um aus den mögliche Wildholzquellen (aus dem IAN Report 196 Machbarkeitsstudie Ferchenbach in der Gemeinde Garmisch-Partenkirchen) Maßnahmenbereiche ableiten zu können, wurde das Einzugsgebiet des Ferchenbaches nach Mazzorana 2007 in folgende sechs Eintragszonen unterteilt (Abbildung 1 und Anhang 1).

- Abflussbereich
- Passive Eintragszone
- Rutschungszone

- Aktive Eintragszone
- <u>Transportzone</u>
- Angrenzende Waldzone

Dabei unterscheiden sich die Eintragszonen bezüglich ihrer Pufferbreite und Fläche. Der Puffer des Abflussbereiches wurde entlang der Böschungskante gezogen, für die Transport- und Rutschungszone wurden alle Wildholz-relevanten Bereiche berücksichtigt und dargestellt. Für die aktive und passive Eintragszone wurde eine Pufferbreite von je 30 m gewählt (siehe Kapitel 2.1.2), die angrenzende Waldzone wurde mit einer Pufferbreite von 100 m festgelegt. Eine Zusammenfassung der Maßnahmenbereiche und deren Maßnahmen befindet sich im Anhang 4. Details zur Kostenabschätzung siehe Anhang 2.



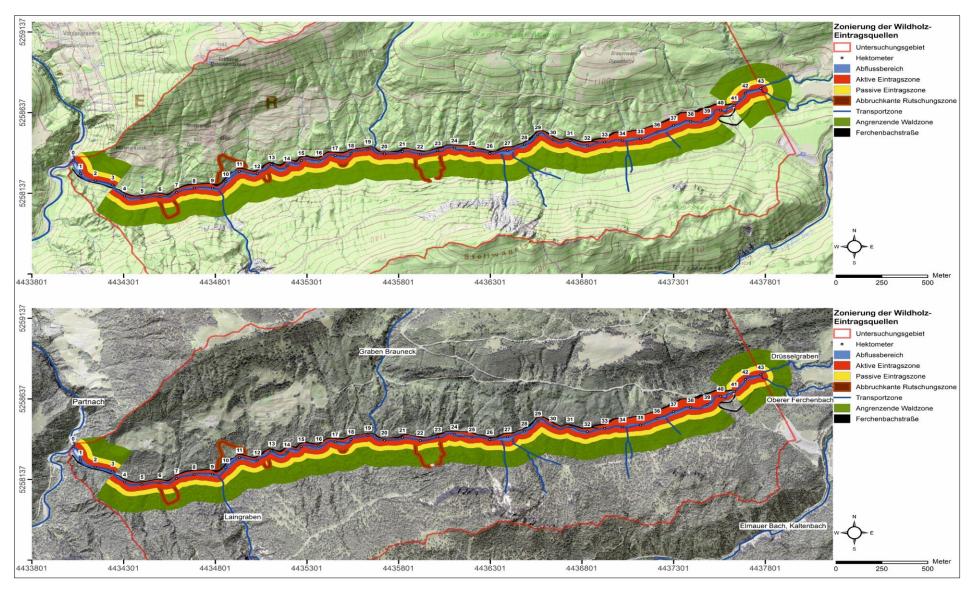


Abbildung 1: Zonierung der potenziellen Wildholzquellen im Einzugsgebiet des Ferchenbaches (MAZZORANA, 2007).



Im Einzugsgebiet des Ferchenbaches sind der Abflussbereich, die aktive und passive Eintragszone sowie die Rutschungszone für den Großteil des Wildholz-Bemessungspotenziales verantwortlich (Tabelle 1). Durch im Abflussbereich liegendes Holz ist beim Bemessungsereignis mit etwa 130 fm zu rechnen, in der aktiven Eintragszone fallen rund 630 fm an. Aus den Zubringern (Transportzone) werden nur im Mündungsbereich zum Ferchenbach geringe Holzmengen eingetragen. Dabei handelt es sich um den Laingraben und den Graben Brauneck sowie die von Osten kommenden Zubringer Drüsselgraben und Kaltenbach (Elmauer Bach). Die passive Eintragszone trägt nicht unmittelbar zum Wildholzpotenzial bei, versorgt aber die aktive Eintragszone mit Holz was in weiterer Folge wieder eingetragen werden kann, die selbige Beziehung besteht auch zwischen der angrenzenden Waldzone und der passiven Eintragszone.

Tabelle 1: Eintragszonen nach Mazzorana 2007 und deren Flächenanteil bzw. Bemessungs- und Gesamt-Wildholzpotenzial im Einzugsgebiet des Ferchenbaches. AB = Abflussbereich; AEZ = Aktive Eintragszone; PEZ = Passive Eintragszone; RZ = Rutschungszone; TZ = Transportzone

	AB	AEZ	PEZ	RZ	TZ	Summe
Fläche (ha)	5,2	19,7	13,6	1,7		40,2
Wildholz-Gesamt- potenzial (fm)	260	2.080	1.930	241	30	4.541
Abminderungsfaktor	0,5	0,3	0,05	0,5	0,5	1,85
Wildholz-Bemessungs- potenzial (fm)	130	624	97	121	15	986

Es ist zu erwähnen, dass die angegebenen Werte für das Wildholz-Gesamtpotenzial das gesamte liegende und stehende Holz in der jeweiligen Eintragszone beinhalten. Um realistische Größen für das Wildholz-Bemessungspotenzial – also jene Menge an Holz, die während der Dauer des Bemessungsereignisses mobilisiert werden kann – zu erhalten, müssen die Werte des Wildholz-Gesamtpotenziales mit einem Abminderungsfaktor multipliziert werden. Die Abminderungsfaktoren beziehen sich auf die Eintrags- und Mobilisierungswahrscheinlichkeit in der jeweiligen Eintragszone. Die so erhaltenen Werte stimmen gut mit der errechneten Wildholz-Bemessungsfracht aus dem IAN Report 196 mit rund 1.000 fm überein.

Durch die Überschneidung der ausgeschiedenen Eintragszonen mit den Daten aus der Gewässerbegehung und den Winkelzählproben wurden in einem weiteren Schritt Maßnahmen für die Eintragszonen abgeleitet.



2.1.1 Abflussbereich

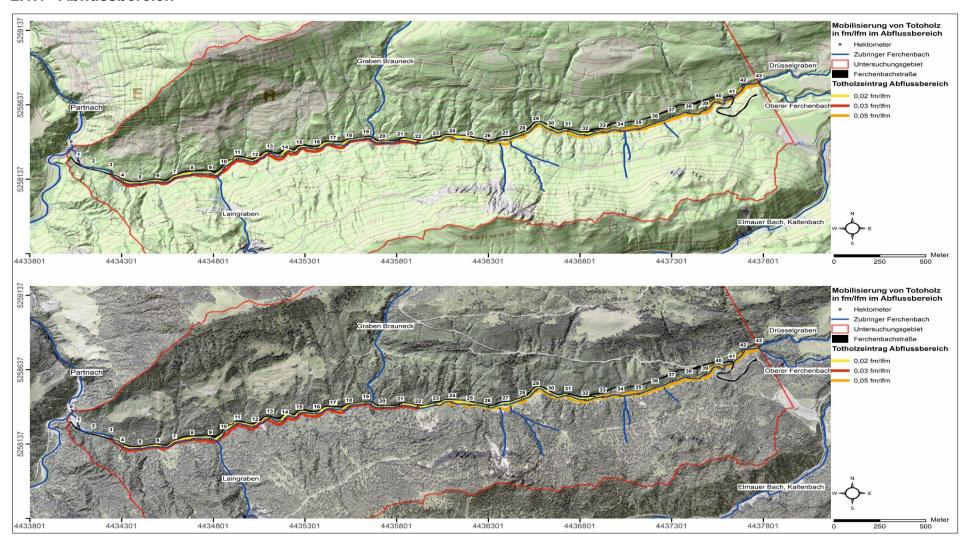


Abbildung 2: Holzeintrag im Abflussbereich in fm/lfm



Der Abflussbereich umfasst rund 5,2 ha und erstreckt sich über eine Länge von rund 4,3 km. Obwohl nach dem Ereignis ein Großteil des Holzes im Abflussbereich aufgearbeitet und entfernt wurde, kommt es an Flachstellen oder durch den Eintrag der Einhänge punktuell immer wieder zu Ablagerungen im Abflussbereich (Abbildung 3 links). Dabei sind es vor allem Wurzelstöcke aus den Einhängen, die eine lange Lebensdauer haben und während des Transportes nur teilweise zerkleinert werden (Abbildung 3 recht).





Abbildung 3: Links: Schwemmholzablagerung an Flachstrecke bei hm 8,9 (Quelle: LfU); Rechts: Wurzelstock orografisch rechts bei hm 37,8

Eine weitere Gefahrenquelle stellen unter Einhängen begrabene Holzteile dar. Bäume die entlang der Ufer durch Erosionsprozesse, Windwurf, durch den natürlichen Zerfall oder als abgelagertes Schwemmholz eingetragen und dort zumindest kurzzeitig abgelagert wurden, wurden im Laufe der Zeit durch das Nachrutschen der Einhänge überdeckt. Das Holz ist gut konserviert und wird durch die stetige Erosion der Einhänge durch das Abflussgeschehen immer wieder freigelegt. Dieser Prozess kann bei Normalwasser an einzelnen Stellen oder bei Hochwasserereignissen in kurzer Zeit entlang längerer Gewässerstrecken auftreten. Das Vorkommen von begrabenem Totholz konnte vermehrt zwischen der Rutschung 5 (ca. bei hm 23,2) und der Einmündung des Drüsselgrabens bei hm 43,0 beobachtet werden (Abbildung 4). Zwischen der Mündung des unteren Ferchenbaches in die Partnach und der Brücke bei hm 3,2 ist das Bachbett breit und die Einhänge weit vom Ferchenbach entfernt, dieser Eintragsprozess ist hier kaum relevant.







Abbildung 4: Links: begrabenes Totholz orographisch rechts bei hm 34,7 (ca. 2 fm/lfm, Blickrichtung flussab); Rechts: begrabenes Totholz orographisch rechts bei hm 36,7 (ca. 2 fm/lfm, Blickrichtung flussab)

Auf der verbleibenden Gewässerstrecke zwischen hm 3,2 und dem Beginn der Rutschung 5 konnte dieser Prozess ebenfalls beobachtet werden. Die Menge an Holz ist dabei auf der orographisch linken Seite generell höher, auf der orografisch rechten Seite wird der Eintrag durch die parallel verlaufende Forststraße begrenzt und somit großteils unterbunden. Lediglich zwischen hm 33,9 und hm 43,0 wurden auch hier größere Mengen beobachtet. Auf der Strecke von rund 8 km (beidseitig) ergibt sich so insgesamt ein Wildholz-Bemessungspotenzial durch begrabenes Totholz im Abflussbereich von rund 260 fm (Tabelle 2).

Tabelle 2: Angenommene Holzmengen [fm] durch begrabenes Totholz entlang des unteren Ferchenbaches

Hektor	meter				
von	bis	orographisch Seite	[fm/lfm]	Gerinnelänge [m]	Volumen [fm]
23	43,0	links	0,05	2000	100
3,2	23,0	links	0,03	1980	60
33	43,0	rechts	0,05	1000	50
3,2	33,0	rechts	0,02	2980	50
Summe					260

Bei einer risikoaversen Betrachtung werden rund 50 % freigelegt (130 fm) und gelangen in den Abflussbereich. Da der Großteil des Totholzes unter den Einhängen begraben ist, können hier im Moment keine konkreten Maßnahmen gesetzt werden. Es ist daher unumgänglich, das Gewässer mindestens zweimal jährlich oder nach einem Hochwasserereignis zu begehen. Werden größere Holzansammlungen im Abflussbereich oder an rutschenden Einhängen ausgemacht, stehen folgende Möglichkeiten zur Reduktion der Verklausungswahrscheinlichkeit und zur Reduktion der Schwemmholzfracht zur Verfügung:



- Zerkleinerung auf maximal 2 Meter Länge
- Entfernung aus dem Abflussbereich mittels Winde oder Kran
- Bei zu setzenden Sofortmaßnahmen (drohendem Hochwasserereignis)
 - Sprengung großer Holzteile (Wurzelstöcke)
 - Zerkleinern auf maximal 2 Meter Länge
 - Abtransport durch Hubschrauber (bei schlechter Befahrbarkeit)

Dabei ist die Forststraße von hm 23,2 bis hm 43,0 befahrbar, Geräte wie Schlepper LKW und Hacker können gut zum Einsatzort transportiert werden. Die kostengünstigsten Varianten in diesem Bereich ist das Zerkleinern von Totholz auf 2 m lange Stücke (rund 550 €), was in Kombination mit der Sprengung von Wurzelstöcken (rund 1.540 €) erfolgen kann (Tabelle 3). Die Kosten für die Rückung von Stämmen und Wurzelstöcken mittels Schlepper und anschließendem hacken und Abtransport sind zwar höher (2.240 €), es wird dadurch aber gewährleistet, dass nur kleinere Holzteile im Abflussbereich verbleiben. Nicht zu hackende Wurzelstöcke können gesammelt und abtransportiert werden.

Tabelle 3: Kostenabschätzung für mögliche Maßnahmen im Abflussbereich zwischen hm 23,2 und hm 43,0

Abflussbereich				
Fläche (ha)	2,5			Hektometer
Festmeter (fm)	63		von	bis
Länge (m)	1.980		23,2	43,0
Zerkleinern	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Zerkleinern motormanuell	8	HR	45	350
Material pauschal	1	PA	200	200
Summe zerkleinern				550
Schlepper und Hacker	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Vorbereitung motormanuell	9	HR	45	350
Rückung Schlepper	8	HR	72	560
Hacker	3	HR	110	280
Überstellung Hacker	2	HR	69	140
Vorführen LKW	13	HR	69	620
Arbeitszeit sonstig	10	HR	30	290
				2.240
Sprengung	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Sprengung	12	HR	70	840
Material pauschal	1	PA	700	700
Summe sprengen				1.540



Für Maßnahmen im Bereich zwischen hm 3,2 und hm 23,2 ist die Forststraße von Westen ab der Mündung in die Partnach ab ca. hm 5,8 nicht mehr befahrbar. Hier kann als Sofortmaßnahme das Holz zerkleinert (rund 640 €) und Wurzelstöcke gesprengt (rund 1.810 €) werden. Bei Gefahr in Verzug kann das Holz auf dieser Strecke auch mittels Hubschrauber aus dem Abflussbereich entfernt und an einem geeigneten Platz zwischengelagert werden. Die Kosten belaufen sich allerdings auf rund 13.400 Euro bei rund 68 fm Holz entlang der Strecke zwischen hm 3,2 und hm 23,2 (Tabelle 4).

Tabelle 4: Kostenabschätzung für mögliche Maßnahmen im Abflussbereich zwischen hm 3,2 und hm 23,2

Abflussbereich				
Fläche (ha)	2			Hektometer
Festmeter (fm)	68		von	bis
Länge (m)	1.980		3,2	23,2
Gewicht (t)	54			
Zerkleinern	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Zerkleinern motormanuell	8	HR	45	380
Material pauschal	1	PA	200	200
Arbeitszeit sonstig	2	HR	30	60
Summe zerkleinern				640
Hubschrauber	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Anzahl Rotationsflüge	27			
Hubschrauber	162	MIN	70	11.340
Kosten Überflug je Einsatz	30	MIN	70	2.100
Summe Helikopter				13.440
Kosten je Festmeter				199
Sprengung	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Sprengung	15	HR	70	1.150
Material pauschal	1	PA	760	760
Summe sprengen				1.810

Die Kosten für die Begehungen belaufen sich auf rund 480 € je Begehung (Tabelle 5).

Tabelle 5: Kostenabschätzung der Begehung des Abflussbereiches und der Einhänge

Begehung	Menge	Art	Kosten (€)	Gesan	ntkosten (€)
Arbeitsstunde	16	HR		30	480



2.1.2 Aktive Eintragszone

Die aktive Eintragszone grenzt direkt an den Abflussbereich. Die Pufferbreite (horizontale Breite) wird für Hangneigungen unter 10° der durchschnittlichen Baumhöhe (Mittelstamm) gleichgesetzt, für größere Hangneigungen verbreitert sich der Puffer mit zunehmender Hangneigung. An den Einhängen zum Ferchenbach kommen im Nahbereich zum Gewässer hauptsächlich Neigungen größer als 10° vor. Der Einfachheit halber wurde die Pufferbreite aber nicht in Abhängigkeit der Neigung, sondern einheitlich mit einer horizontalen Breite von 30 m festgelegt. Dies geschieht in Anlehnung an die gemittelte Höhe aller aus den Winkelzählproben erhobenen Mittelstämme an den südlichen Einhängen. Diese mittlere Höhe beträgt rund 26 m und liegt somit unterhalb der gewählten Pufferbreite. Die Zonierung gilt im Normalfall beidseitig des Abflussbereiches, kann aber an den nördlichen Einhängen aufgrund der parallel zum Ferchenbach verlaufende Forststraße auf den Bereich zwischen dem Abflussbereich und der Trasse beschränkt werden, da die bestehende Forststraße für den Wildholzeintrag aus den darüber liegenden Einhängen wie eine Barriere wirkt.

Aus der Verschneidung der aktiven Zone mit der Bestandsaufnahme wurden vier Maßnahmenbereiche, die sich hinsichtlich Art des Eingriffes unterscheiden, abgeleitet (Abbildung 5):

- Nord
- Südwest

- Ost
- Südost



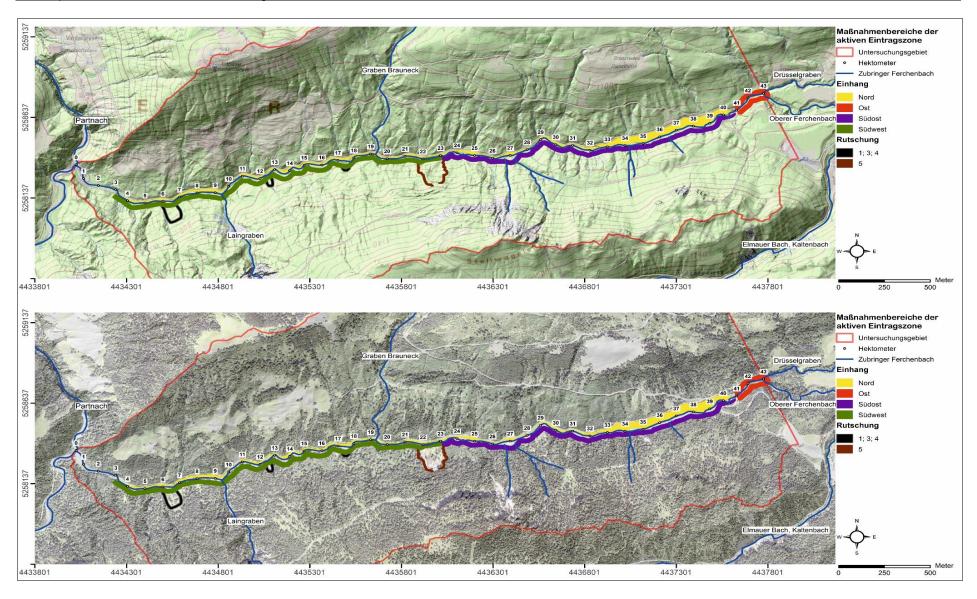


Abbildung 5: Überblick über die Maßnahmenbereiche in der aktiven Eintragszone entlang des Ferchenbaches



Der Bereich zwischen der Brücke über den Ferchenbach bei hm 3,2 und der Mündung in die Partnach ist relativ flach und weitläufig, Rutschungen und nennenswerte Erosionsprozesse treten hier nicht mehr auf. Dieser Bereich bedarf keiner gesonderten Maßnahmen.

Die restlichen Maßnahmenbereiche in der aktiven Zone umfassen rund 19 ha, wobei die Einhänge Nord, Südwest und Südost in etwa gleich groß sind (Tabelle 6). Auf den nördlichen Einhängen befinden sich Wälder mit Buchen, Bergahorn, Erlen, Esche, Ulmen und vereinzelt auch Fichten. Auf den südlichen Einhängen überwiegen Fichten-Tannen-Buchen-Wälder.

Tabelle 6: Maßnahmenbereich der aktiven Eintragszone

Einhang	Fläche (ha)	von hm	bis hm	Länge (m)	Neigung Mittel (°)	Geologie	Bestand
Nord	6	3,2	40,9	3.770	28	Partnach- schichten	Laubwälder
Südwest	5,6	3,2	23,3	2.010	32	Raibler- schichten	Fi-Ta-Bu
Südost	5,3	23,3	40,9	1.760	34	Raibler- schichten	Fi-Ta-Bu
Ost	1,3	40,9	43,0	210	29	Partnach- und Raib- lerschich- ten	Fi-Reinbe- stand, Fi-Ta- Bu
Summe	18,2						



2.1.2.1 Aktive Eintragszone Nord

Der Maßnahmenbereich auf den nördlichen Einhängen ist auf den Bereich zwischen der bereits bestehenden Forststraße und dem Abflussbereich begrenzt. Die Straße wirkt dabei wie eine Art Rückhaltemaßnahme für das Wildholz der darüber liegenden Einhänge. Durch Windwurf- bzw. Bruch und in den Rinnen bzw. Zubringern mobilisiertes Holz wird spätestens hier zur Ablagerung gebracht. Durch die teilweise Unterbrechung der Forststraße wird dieser sich auf das Wildholzpotenzial positive auswirkende Rückhalteeffekt auf kurzen Teilstrecken (430 lfm) bereits reduziert. Wird die Straße auf weiteren Strecken zerstört und/oder stellt sich forstlicher Bewuchs auf der aktuellen Trasse ein, muss auch hier auf lange Sicht eine Holzentnahme in Betracht gezogen werden. Dies ist aber derzeit noch nicht notwendig.

Auf der Fläche zwischen der Forststraße und dem Abflussbereich (insgesamt rund 6 ha) zwischen hm 3,2 und hm 40,9 sollten Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser größer als 20 cm entfernt werden. Dabei handelt es sich hauptsächlich um den Bereich zwischen hm 34,0 und hm 40,9, wo Bäume auf den Einhängen und im Nahbereich zur Anbruchkante entfernt werden müssen (Abbildung 6).



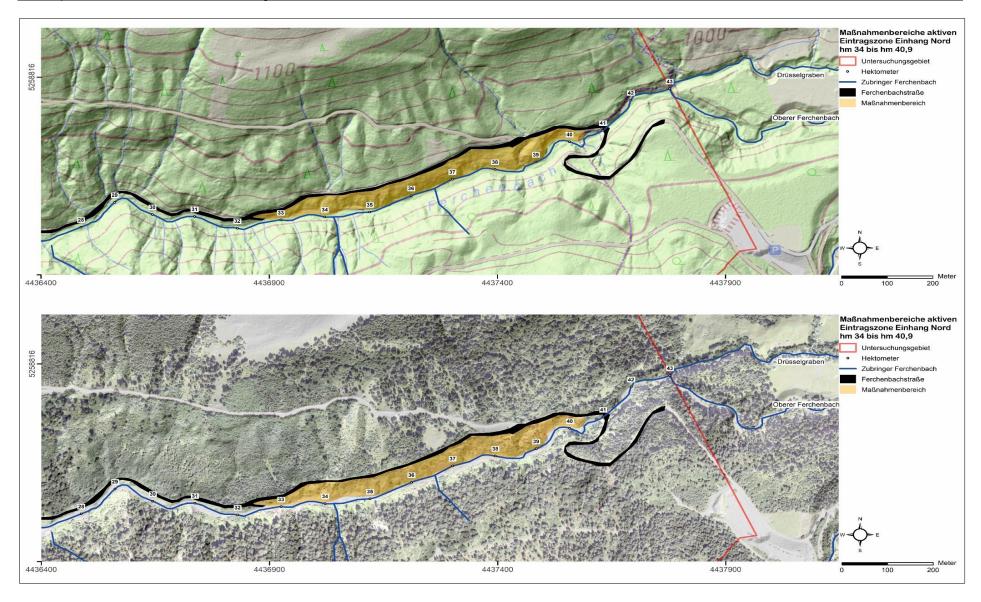


Abbildung 6: Maßnahmenbereich am Einhang Nord zwischen hm 34,0 und hm 40,9



Es sind größtenteils Fichten die hier Durchmesser größer als 20 cm erreichen und bei einem Hochwasserereignis durch die Erosion des Hangfußes in den Abflussbereich eingetragen werden können (Abbildung 7 und Abbildung 8). Aufgrund der starken Erosion der Einhänge ist diese Maßnahme als dringlich einzustufen.



Abbildung 7: Fichtenbestand im Nahbereich der Böschungskante zu einem bereits rutschenden Eingang bei hm 39,0



Abbildung 8: Bewuchs bis zum Abflussbereich am rechten Bildrand, im Vordergrund ist eine durch das Ereignis in den Abflussbereich gestürzte Fichte ersichtlich. Holzlagerplätze an Böschungskanten wie am oberen Bildrand sollten vermieden werden

In Summe ist das Ausmaß der Eingriffe im Bereich Einhang Nord nur gering und zudem ist der Schwerpunkt der Maßnahme (zwischen hm 34,0 und hm 40,9) durch die Nähe zur Forststraße gut durchzuführen. Das Holz kann entweder aufgearbeitet und abtransportiert (7.850 €) oder gehäckselt und abtransportiert (7.780 €) werden (Tabelle 7).



Tabelle 7: Kostenabschätzung für die Maßnahmen in der aktiven Eintragszone im Bereich Einhang Nord zwischen hm 34,0 und hm 40,9

Einhang Nord				
Fläche (ha) bestockt	2			Hektometer
Festmeter (fm)	220		von	bis
Länge (m)	690		34,0	40,9
Bestockungsgrad	0,2			
Schlepper und Prozessor	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Fällung motormanuell	31	HR	45	1.410
Rückung Schlepper	28	HR	72	1.980
Aufarbeitung Radbagger mit Pro-	17	HR	65	1.100
zessor				
Vorführen LKW	37	HR	69	2.530
Arbeitszeit sonstig	28	HR	30	830
Summe				7.850
Kosten je Festmeter (fm)				36
Schlepper und Hacker	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Fällung motormanuell	31	HR	45	1.410
Rückung Schlepper	28	HR	80	2.200
Hacker, Schredder	7	HR	110	810
Vorführen LKW	37	HR	69	2.530
Arbeitszeit sonstig	28	HR	30	830
Summe				7.780
Kosten je Festmeter (fm)				35

Auf der restlichen Strecke (hm 3,2 bis hm 34,0) ist nur vereinzelt mit Bäumen größer 20 cm Brusthöhendurchmesser zu rechnen. Die hier wachsenden uferbegleitenden Erlen zeichnen sich zwar als Pionierbaumart in der Jungwuchs- und Dickungsphase durch rasches Höhenwachstum aus, Individuen im Bereich von Baumholz sind aber eher selten anzutreffen. Durch die Unterbrechung der Forststraße auf weiter Strecke und durch das nur vereinzelte Vorkommen von Bäumen größer 20 cm Brusthöhendurchmesser kann hier das Holz auf maximal 2 m Länge zerkleinert werden. Die Kosten hierfür belaufen sich auf rund 750 € (Tabelle 8).



Tabelle 8: Kostenabschätzung für die Maßnahmen in der aktiven Eintragszone im Bereich Einhang Nord zwischen hm 3,2 und hm 34,0

Einhang Nord	Н	ektometer		
Fläche (ha)	4		von	bis
Festmeter (fm) geschätzt	50		3,2	34,0
Länge (m)	3.080			
Zerkleinern	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
		, c	Nosten (e)	desamickostem (e)
Fällung motormanuell	7	7.1.0	45	320
Fällung motormanuell Zerkleinern motormanuell	<u> </u>	HR	` <i>`</i>	
-	7		45	320

2.1.2.2 Aktive Eintragszone Südwest

Der Maßnahmenbereich Einhang Südwest umfasst rund 5,6 ha und erstreckt sich südlich des Ferchenbaches von hm 3,2 bis hm 23,2. Dieser rund 2.000 m lange Teilabschnitt des Ferchenbaches ist durch seine Nähe zum Mündungsbereich in die Partnach für die Wildholzproblematik von besonderer Bedeutung. Der auf den Einhängen stockende Fi-Ta-Bu-Wald wird durch Erosionsbereiche immer wieder destabilisiert, es kommt zum Eintrag von teils starkem Baumholz welches von hier bis zur Partnach transportiert werden kann.

Für die Maßnahmenplanung ist zu erwähnen, dass die am gegenüberliegenden Ufer verlaufende Forststraße von Westen her nur bis hm 5,8 und von Osten bis rund hm 25,0 befahrbar ist. Für die Berechnung des Holzvorrates und die Planung der Schlägerung und Rückung wurde der Maßnahmenbereich auf Basis der Begehung des Bestandes in vier weitere Bereiche (Bestand 1 bis Bestand 4) aufgeteilt (Abbildung 9).



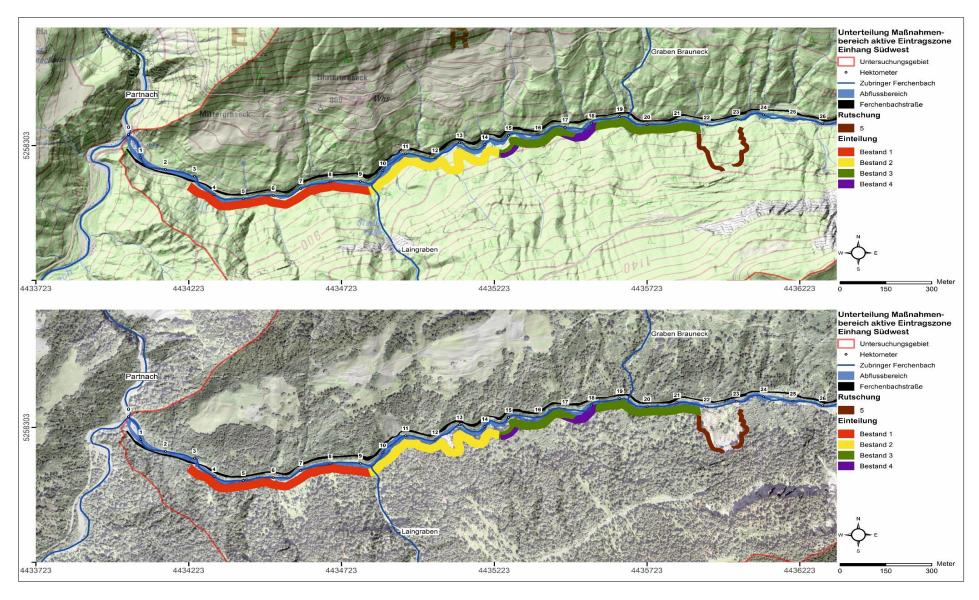


Abbildung 9: Maßnahmenbereiche im Bereich aktive Eintragszone Einhang Südwest



Laut Winkelzählprobe ist im gesamten Maßnahmenbereich mit einem Holzvorrat von rund 2.160 fm und rund 2.140 Stämmen zu rechnen (Tabelle 9). Beim Bestand 4 handelt es sich um eine Buchendickung.

Tabelle 9: Holzvorrat und Anzahl im Maßnahmenbereich Einhang Südwest der aktiven Eintragszone

Bestand Nr.	Fläche (ha)	V/ha (fm)	V * Fläche (fm)	N/ha	N * Fläche
1	1,5	319	390	470	580
2	1,8	624	890	660	940
3	1,8	598	870	430	630
4	0,4	1			
Summe	5,0	5	2.160		2.140

Über den gesamten Maßnahmenbereich verteilt liegen rund 89 % der Stämme im Bereich zwischen 10 und 40 cm Durchmesser (Abbildung 10).

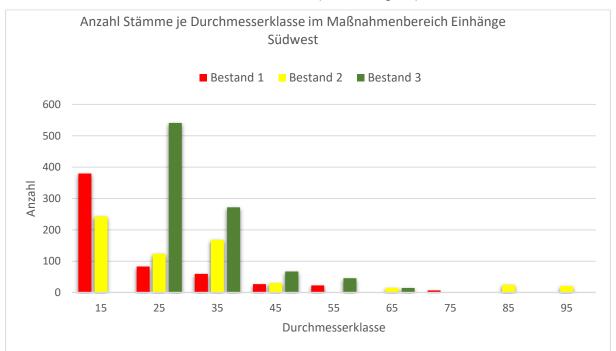


Abbildung 10: Verteilung der Durhmesser ermittelt über Winkelzählproben in den Beständen 1, 2 und 3 des Maßnahmenbereiches Südwest

Da sich der Maßnahmenbereich aber entlang des Gewässers erstreckt und sich die dort etablierte Struktur stark von der Struktur im Aufnahmebereich unterscheiden kann, können diese Kennwerte nur als grobe Richtwerte verwendet werden. Der Vorrat vor Ort ist wahrscheinlich niedriger anzusetzen.

Nichts desto trotz kann durch die Auswertung auf einen großen Holzvorrat innerhalb des Maßnahmenbereiches geschlossen werden. Auch die Durchmesserverteilung



zeigt, dass ein großer Anteil der Bäume in einer Durchmesserklasse liegt, welche durch den Abfluss im Ferchenbach mobilisiert werden kann.

Um das Wildholzpotenzial zu verringern, sollte ein Streifenhieb von etwa 30 m Breite entlang des Ferchenbaches vorgenommen werden. Aufgrund der Erschließung und der oben angesprochenen Unterbrechung der Forststraße ab etwa hm 5,8 können folgende Maßnahmen zur Rückung des Holzes in Betracht gezogen werden:

Variante 1:

Die Errichtung von Seiltrassen mit seitlichem Zuzug des Holzes: Die Rückung bis zur Forststraße erfolgt im Baumverfahren. Ab hier wird das Holz mittels Bagger und Prozessorkopf aufgearbeitet und zwischengelagert. Der Abtransport erfolgt mittels LKW.

Variante 2:

Erstellung einer provisorischen Forststraße im Bachbett oder in den Einhängen. Die Rückung erfolgt mittels Seilwinde, der Abtransport bis zum Bereich der Brücke mittels Traktor mit Anhänger und von dort mittels LKW. Diese provisorische Straße ist nur für die einmalige Benutzung für die Schlägerung und Rückung des Holzes und muss bei einer Wiederholung der Maßnahme in 10 bis 15 Jahren erneut errichtet werden.

Variante 3:

Neubau der aufgelassenen Forststraße. Die Straße muss auf weiten Strecken am Hangfuß stabilisiert werden. Die Rückung kann dann mittels Seilgerät, die Aufarbeitung mittels Bagger mit Prozessor und der Abtransport mittels LKW erfolgen.

Für die Rückung und den Abtransport des Holzes ist jedenfalls die Befahrbarkeit der Brücke bei hm 3,2 durch schweres Gerät zu untersuchen da das Fundament beim Hochwasser 2018 unterspült wurde.



Variante 1

Die rund 2 km lange Strecke des Maßnahmenbereiches Einhang Südwest (rund 1.800 m Luftlinie) muss für die Rückung mittels Seilgerät in zwei Teilstrecken unterteilt werden (Abbildung 11). Da es sich hier um Strecken größer 800 m Länge handelt, muss für die Rückung des Holzes eine Langstreckenseilbahn eingesetzt werden. Die Auf- und Abbaukosten sind hier höher als bei gewöhnlichen Kippmasten, es kann aber die gesamte Strecke mit nur zwei Trassen abgedeckt werden. Zur Berechnung der Kosten wurde der Seilkran Valentini V1200, der auch bei den Bayrischen Staatsforsten zum Einsatz kommt, herangezogen.



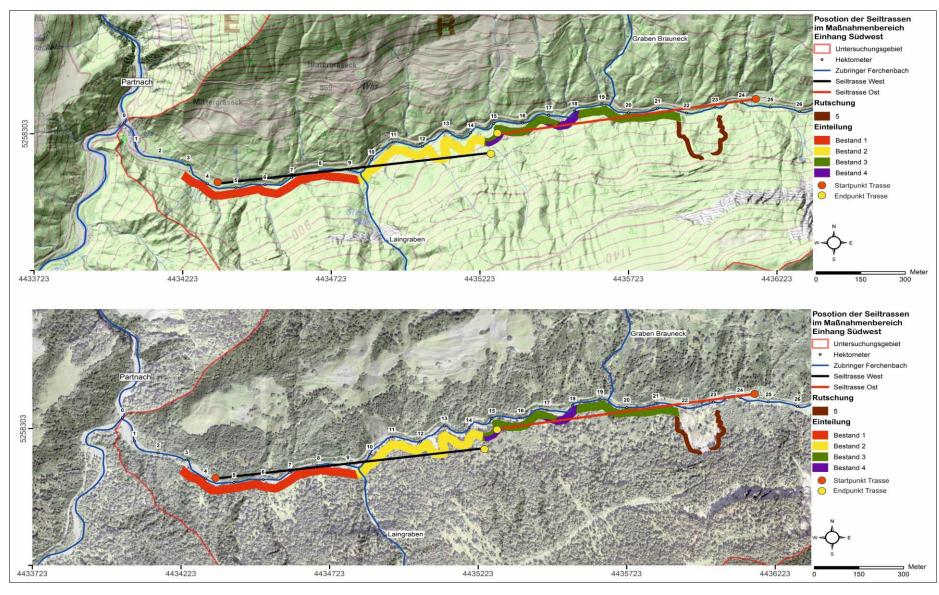


Abbildung 11: Position und Verlauf der zwei Seiltrassen im Maßnahmenbereich Einhang Südwest



Seiltrasse West (schwarz)

Die Seiltrasse verläuft von Westen kommend von hm 4,3 bis ca. hm 14,4 (Trassenlänge Luftlinie rund 915 m). Die Zufahrt führt von der Talstation Kreuzeck über die Bergstation der Hausbergbahn hinunter zur Partnach und entlang der Partnach zum Mündungsbereich des Ferchenbaches in die Partnach. Die Strecke Garmisch-Partenkirchen Zentrum bis zum Mündungsbereich beträgt ca. 22 km, ca. 90 % der Strecke führt dabei über Forststraßen, welche einen guten Zustand aufweisen. Auf der rund 3,3 ha großen Fläche ist mit rund 1.280 fm Holz zu rechnen. Bei Gesamtkosten von rund 59.760 € ergeben sich Kosten pro Festmeter von rund 47 € (Tabelle 10).

Tabelle 10: Kostenabschätzung für die Rückung mittels Langstreckenseilbahn im Bereich Trasse West des Maßnahmenbereiches Einhang Südwest

Einhang Südwest Trasse West							
Fläche (ha)	3,3			Hektometer			
Festmeter (fm)	1.280		von	bis			
Länge Luftlinie (m)	915		4,3	14,4			
Langstreckenseilbahn	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)			
Fällung motormanuell	183	HR	45	8.230			
Rückung Langstreckenseil	213	HR	72	15.360			
Arbeitszeit Langstreckenseil	427	HR	30	12.800			
Aufstellungskosten	54	HR	45	2.430			
Aufarbeitung Bagger mit Prozessor	128	HR	65	8.320			
Vorführen LKW	183	HR	69	12.620			
Summe				59.760			
Kosten je Festmeter (fm)				47			

Seiltrasse Ost (rot)

Diese Seiltrasse erstreckt sich von Osten kommend von hm 24,4 bis etwa hm 15,2 (Trassenlänge Luftlinie rund 870 m) und quert dabei den Rutschungsbereich 5. Die Zufahrt führt von Osten über das Schloss Elmau wo der Ferchenbach bei hm 40,9 (obere Ferchenbachbrücke) erreicht werden kann. Vom Zentrum Garmisch-Partenkirchen aus beträgt die zurückzulegende Distanz ca. 18 km. Ein Großteil dieser Strecke wird auf der B 2 und auf der asphaltierten Straße zum Schloss Elmau zurückgelegt. Auf dem Abschnitt Ferchenbachstraße zwischen hm 24,4 und hm 39 kann die Straße mit geringem Aufwand Instand gesetzt werden. Auf der Fläche von rund 2,2 ha ist mit rund 870 fm Holz zu rechnen. Die Gesamtkosten belaufen sich auf rund 41.560 € woraus sich Durchschnittskosten je Festmeter von rund 48 € ergeben (Tabelle 11).



Tabelle 11: Kostenabschätzung für die Rückung mittels Langstreckenseilbahn im Bereich Trasse Ost des Maßnahmenbereiches Einhang Südwest

Einhang Südwest Trasse Ost				
Fläche (ha)	2,2			Hektometer
Festmeter (fm)	870		von	bis
Länge Luftlinie (m)	870		15,2	24,4
Langstreckenseilbahn	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Fällung motormanuell	124	HR	45	5.590
Rückung Langstreckenseil	145	HR	72	10.440
Arbeitszeit Langstreckenseil	290	HR	30	8.700
Aufstellungskosten	54	HR	30	1.620
Aufarbeitung Bagger mit Prozessor	87	HR	65	5.660
Einrichtung Lagerplatz Bagger	15	Hr	65	980
Vorführen LKW	124	HR	69	8.580
Summe				41.560
Kosten je Festmeter (fm)				48



Variante 2

Alternativ zur Rückung mittels Seilkran kann eine provisorische Trasse im Bachbett angelegt werden. Die Trasse wird bei stabil guten Wetterverhältnissen am Rande des Abflussbereiches oder in den Einhängen errichtet. Die Fällung erfolgt motormanuell, die Rückung mittels Seilwinde und Traktor mit Krananhänger bis zum Holzlagerplatz. Von dort wird das Holz mittels LKW abtransportiert. Ob diese Maßnahme ökologisch vertretbar ist, sei es durch die Benutzung von schwerem Gerät (Hydraulikflüssigkeit) oder durch die temporäre Veränderung des Bachbettes, muss weiters abgeklärt werden. Die provisorische Straße verläuft dann ab hm 5,8 bis zum Beginn der Rutschung 5 (hm 21,0).

Die Kosten für den Bau der provisorischen Forststraße (nur Erdbewegung) belaufen sich dabei auf gut 8.230 €. Die Kosten für die Holzernte entlang der gesamten Strecke auf gut 80.920 € und in Summe auf rund 89.200 €. Die durchschnittlichen Kosten betragen dabei rund 41 €/fm (Tabelle 12).

Tabelle 12: Kostenabschätzung für die Errichtung einer provisorischen Forststraße und die Holzernte im Maßnahmenbereich Einhang Südwest

Einhang Südwest provisorische Forststraße				
Fläche (ha)	5,6			Hektometer
Festmeter (fm)	2.150		von	bis
Länge (m)	1.520		5,8	21,0
Provisorische Forststraße hm 5,8 bis hm 21	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Bagger	127	HR	65	8.230
Summe				8.230
Holzentnahme				
Fällung motormanuell	307	HR	45	13.820
Rückung Traktor mit Krananhänger	430	HR	42	18.060
Aufarbeitung Bagger mit Prozessor	215	HR	65	13.980
Einrichtung Lagerplatz Bagger	15	HR	65	980
Vorführen LKW	307	HR	69	21.190
Arbeitszeit sonstig	430	HR	30	12.900
Summe				80.920
Summe Straße und Holzentnahme				89.200
Kosten je Festmeter (fm)				41

Beim Vergleich zwischen Seilgerät und dem Bau einer provisorischen Forststraße ist die provisorische Forststraße rund 12.000 € günstiger, die Kosten je Festmeter liegen



hier bei rund 41 €/lfm (Tabelle 13). Aus ökologischen Gesichtspunkten ist jedenfalls die Rückung mittels Seilgerät zu empfehlen. Auch das Risiko der zwischenzeitlichen Beschädigung der provisorischen Forststraße durch ein Starkregenereignis während der Holzarbeiten wird durch die Rückung mittels Seilbahn vermieden.

Tabelle 13: Kostenvergleich der Maßnahmen Langstreckenseilbahn und provisorische Forststraße im Maßnahmenbereich Einhang Südwest.

Vergleich Langstrecke/provisorische Forststraße			
Kosten Langstreckenseilbahn	101.310		
Kosten je Festmeter (fm)	47		
Kosten provisorische Forststraße und Holzentnahme	89.200		
Kosten je Festmeter (fm)	41		

Variante 3

Für den Neubau der Forststraße zwischen hm 5,8 und dem Ende der Rutschung 5 bei hm 23,2 (rund 1.740 Meter) müssen weite Strecken gegen die Erosion des Hangfußes gesichert sowie die Querentwässerungen neu errichtet werden. Auch das Fundament der Brücke bei hm 3,2 wurde unterspült und muss instandgesetzt werden. Die Rückung kann dann mittels Seilkran oder mittels Seilwinde erfolgen. Für weitere Erntemaßnahmen muss nach einem Neubau nur die Instandhaltung der Straße (ca. 1 €/lfm und Jahr) gewährleistet werden. Die Holzernte ist mit rund 75.760 € (35 €/fm) im Vergleich zu den anderen beiden Varianten recht kostengünstig durchzuführen (Tabelle 14). Der Neubau der Straße an sich würde dabei rund 167.450 € Kosten (Details siehe Kapitel 2.2.1). In Summe entstehen Kosten für den Bau der Straße und die Holzernte von rund 243.000 €.

Tabelle 14: Kostenabschätzung für den Neubau der Ferchenbachstraße und die Holzernte im Maßnahmenbereich Einhang Südwest.

Einhang Südwest				
Fläche (ha)	5,6			Hektometer
Festmeter (fm)	2.150		von	bis
Länge (m)	2.000		3,2	23,2
Neubau Forststraße hm 3,2 bis hm 23,2	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Summe				167.450
Kosten je Laufmeter (Ifm)				84



Holzentnahme	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Fällung motormanuell	307	HR	45	13.820
Rückung Traktor mit Krananhänger	358	HR	42	15.050
Aufarbeitung Bagger mit Prozessor	215	HR	65	13.980
Einrichtung Lagerplatz Bagger	15	HR	65	980
Vorführen LKW	307	HR	69	21.190
Arbeitszeit sonstig	358	HR	30	10.750
Summe				75.760
Kosten je Festmeter (fm)				35
Summe Straße und Holzentnahme				243.220
Kosten je Festmeter (fm)				113
Instandhaltungskosten	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Jährliche Kosten	4.100	m	1	4.100

Wird die Streifenbildung zur Reduktion des Wildholzpotenziales in ca. 15 Jahren wiederholt, fallen bis dahin rund 60.000 € Instandhaltungskosten an. Aufgrund der Tatsache, dass die Forststraße für die Bewirtschaftung der restlichen Einhänge nicht zwingend notwendig ist, ist diese Variante aus Kostengründen wohl die Schlechteste. Zwischen dem Vergleich der Variante 1 (Langstreckenseilbahn) und der Variante 2 (provisorische Forststraße) bestehet zwar ein Kostennachteil für die Variante 1, sie ist aber aus ökologischen Gesichtspunkten der zweiten Variante vorzuziehen.

2.1.2.3 Aktive Eintragszone Ost

Der Maßnahmenbereich Einhang Ost beginnt bei der Mündung des Drüsselgrabens in den Ferchenbach (hm 43) und erstreckt sich bis zur Brücke über den Ferchenbach (hm 40,9) (Abbildung 12).



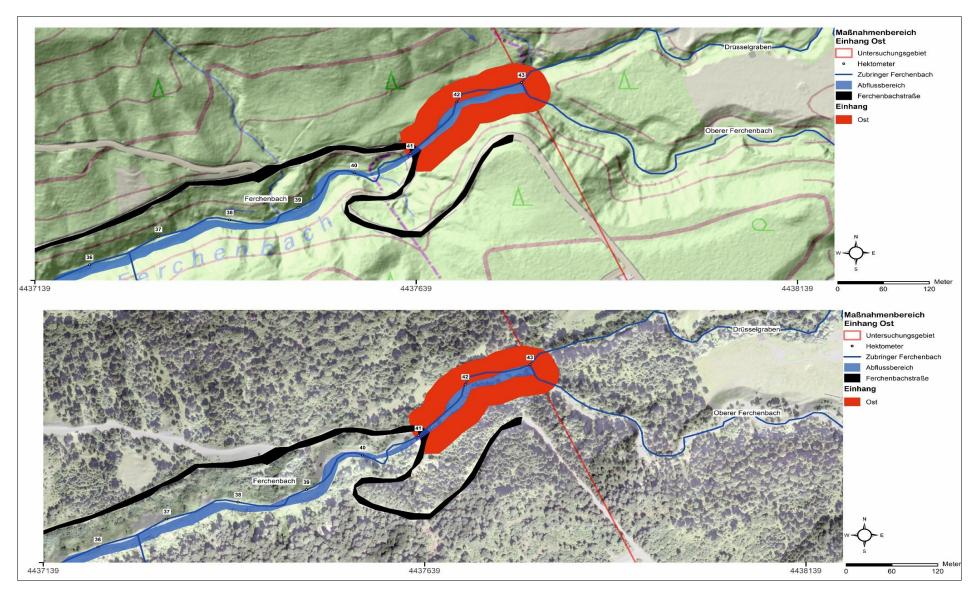


Abbildung 12: Maßnahmenbereich Einhang Ost der aktiven Eintragszone



Auf diesen rund 200 Laufmetern kommt es verstärkt zu Erosionserscheinungen und zum Eintrag von Wildholz. Auch in diesem Bereich sollte ein Streifen von rund 30 m Breite entlang des Abflussbereiches von potenziellem Wildholz freigemacht werden. Dabei stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Errichtung einer provisorischen Forststraße: Die Fällung erfolgt motormanuell, die Rückung mittels Traktor und Krananhänger bis zum Holzlagerplatz. Von dort wird das Holz mittels LKW abtransportiert.
- Errichtung einer Seiltrasse: Diese Kurzstrecke kann gut mittels Kippmast (z.B. Syncrofalke 3-4 t oder Koller K507) bewältigt werden.

Die Kosten für den Bau einer provisorischen Forststraße belaufen sich hier auf rund 680 € mit anschließenden Holzerntekosten mit motormanueller Fällung und Rückung mittels Traktor von rund 9.610 € was rund 10.000 € Gesamtkosten oder 34 € je Festmeter ausmacht (Tabelle 15). Im Vergleich dazu belaufen sich die Gesamtkosten mit einem Seilgerät auf rund 10.400 € oder Kosten je Festmeter von rund 35 €.

Tabelle 15: Kostenabschätzung für die Maßnahmen im Bereich Einhang Ost zwischen hm 40,9 und hm 43,0

Einhang Ost				
Fläche (ha)	1,3			Hektometer
Festmeter (fm)	300		von	bis
Länge (m)	210		40,9	43,0
Provisorische Forststraße	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Bagger	10,5		65	680
Summe				680
Holzernte	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Fällung motormanuell	43	HR	45	1.930
Rückung Traktor mit Krananhänger	25	HR	42	1.050
Aufarbeitung Bagger mit Prozessor	30	HR	65	1.950
Einrichtung Lagerplatz Bagger	15	HR	65	980
Vorführen LKW	43	HR	69	2.960
Arbeitszeit sonstig	25	HR	30	750
Summe				9.610
Summe Straße und Holzentnahme				10.290
Kosten je Festmeter (fm)				34



Seilgerät	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Fällung motormanuell	43	HR	45	1.930
Rückung Seilgerät	27	HR	72	1.960
Aufarbeitung Bagger mit Prozessor	30	HR	65	1.950
Vorführen LKW	43	HR	69	2.960
Arbeitszeit sonstig	55	HR	30	1.640
Summe				10.440
Kosten je Festmeter (fm)				35

2.1.2.4 Aktive Eintragszone Südost

Der Maßnahmenbereich Südost erstreckt sich von der Rutschung 5 (hm 23,2) bis zur Brücke über den Ferchenbach bei hm 40,9 (Abbildung 13). Auf diesen Einhängen wurde vor rund 8 Jahren bereits ein Streifenschlag von 25 bis 30 m Breite durchgeführt. In der Zwischenzeit hat sich leichter Bewuchs mit Pionierarten eingestellt. Der nächste Eingriff ist hier in ca. 15 Jahren zu tätigen.

.



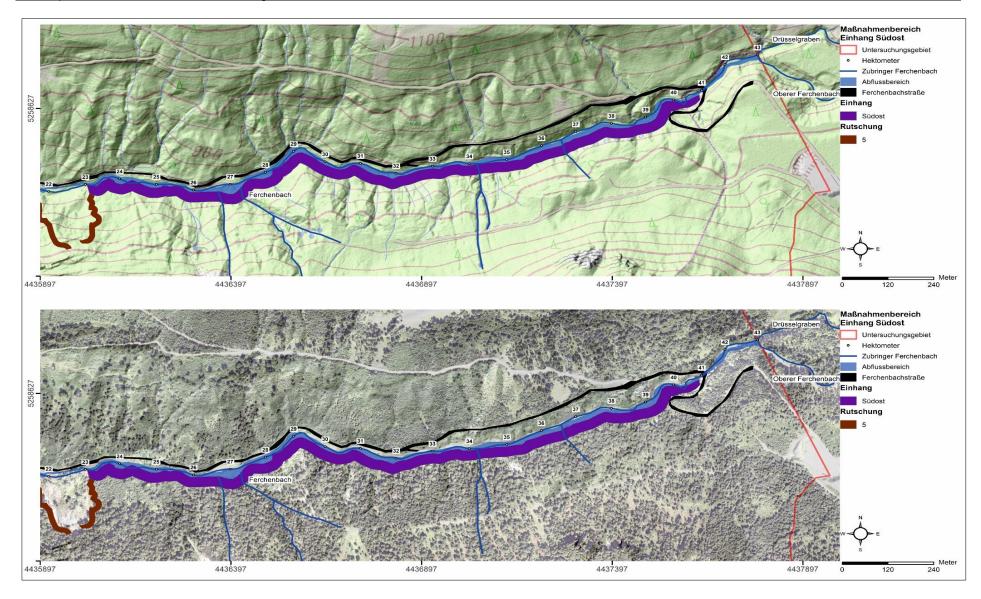


Abbildung 13: Maßnahmenbereich Einhang Südost der aktiven Eintragszone



2.1.3 Passive Eintragszone und angrenzende Waldzone

An die aktive Eintragszone grenzt die Passive Eintragszone, welche ebenfalls mit einer horizontalen Breite von 30 Metern gewählt wurde. Aus diesem Bereich kann Holz durch den natürlichen Zerfall oder durch Ereignisse wie Sturm oder Schneebruch schnell in die aktive Zone eingetragen werden. In dieser Zone ist die Bestandesstabilität von übergeordneter Bedeutung. Großes Totholzaufkommen sollte vor allem bei steilen Einhängen, wie es im Einzugsgebiet des Ferchenbaches der Fall ist, vermieden werden. Auch diese Zone ist an den nördlichen Einhängen durch die Ferchenbachstraße begrenzt und für den Wildholzeintrag unbedeutend (Abbildung 14). Oberhalb der Passiven Eintragszone befindet sich die Angrenzende Waldzone die hier mit einer horizontalen Breite (Pufferbreite) von 100 m gewählt wurde. In dieser Zone wird Holz über einen längeren Zeitraum in andere Eintragszonen (Transportzone, Rutschungszone und passive Eintragszone) transportiert.



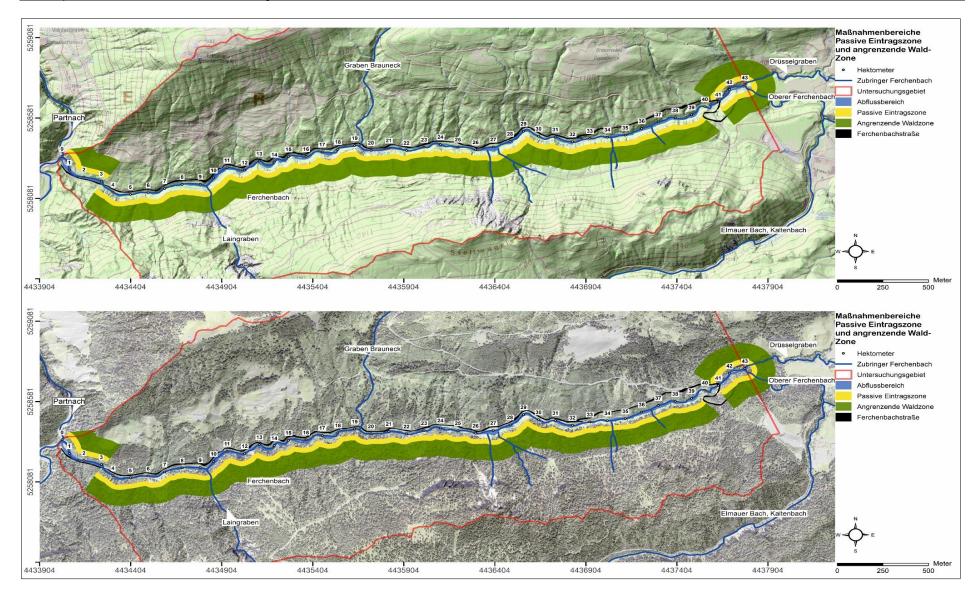


Abbildung 14: Maßnahmenbereiche Passive Eintragszone und Angrenzende Waldzone



Sowohl in der Passiven Eintragszone als auch in der Angrenzenden Waldzone spielen die Bestandesstabilität- und Vitalität eine bedeutende Rolle zur Reduktion des Wildholzpotenziales. Die Bestände auf den durchaus wüchsigen Einhängen im Untersuchungsgebiet sind dabei großteils als vital und mäßig vital einzustufen. Lediglich der Bestand auf den Rutschungsflächen wurde als nicht vital eingestuft (Abbildung 15 oben). Grund dafür, dass nicht mehr Flächen in die Klasse vital fallen, sind die sich im Absterben befindlichen Eschen und zum Teil auch Ulmen, die vor allem an den nördlichen Einhängen und zum Teil im Abflussbereich stehen. Durch Käfer befallene Bäume und Bäume, die durch Windbruch oder Windwurf beschädigt wurden, lassen den Großteil der südlichen Einhänge als mäßig vital erscheinen.

Zur Abschätzung der Entwicklung der Stabilität in den nächsten 15 Jahren wurden alle Bäume in der Winkelzählprobe bezüglich Vitalitätsklasse, Entwicklungsphase, Entwicklungstendenz und Schäden angesprochen sowie die Bestandesstruktur (Schichtung) erhoben. Werden in den nächsten Jahren keine forstlichen Eingriffe getätigt, ist auf einigen Flächen mit einer Verschlechterung der Bestandesstabilität zu rechnen (Abbildung 15 unten). Grund dafür sind die im Absterben begriffenen Eschen und Ulmen (Entmischung) und die hohe Konkurrenz durch Dichtstand – und folglich hohe Mortalitätsraten – sowie eine drohende Entmischung durch Verbiss.



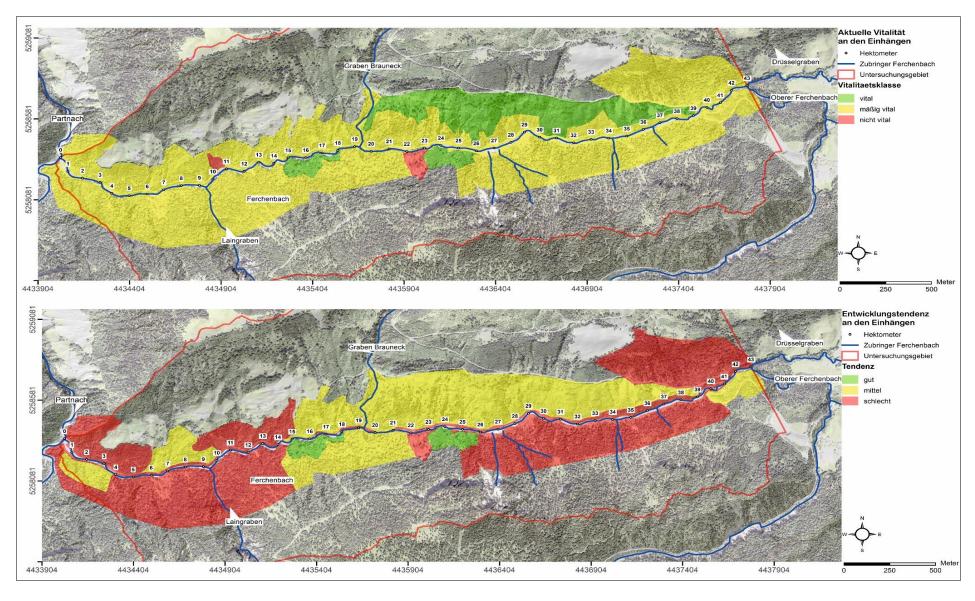


Abbildung 15: Aktuelle Vitalität und Entwicklungstendenz der Bestände an den Einhängen zum Ferchenbach



2.1.4 Rutschungszone und Transportzone

Die Rutschungen 1, 3, 4 und 5 befinden sich am orografisch linken Ufer des Ferchenbaches (Abbildung 16) und werden im Rahmen der Streifenbildung in der aktiven Eintragszone abgedeckt. Speziell bei der Rutschung 5 ist darauf zu achten, dass der Bereich der Sekundärrutschung immer wieder von Holz größer 20 cm Bhd befreit wird. Dazu ist eine Begehung nach einem Hochwasserereignis oder mindestens 2-mal jährlich notwendig. Die Rutschung 2 befindet sich orografisch rechts und ist nicht bestockt. Von ihr geht kein Wildholzpotenzial aus.



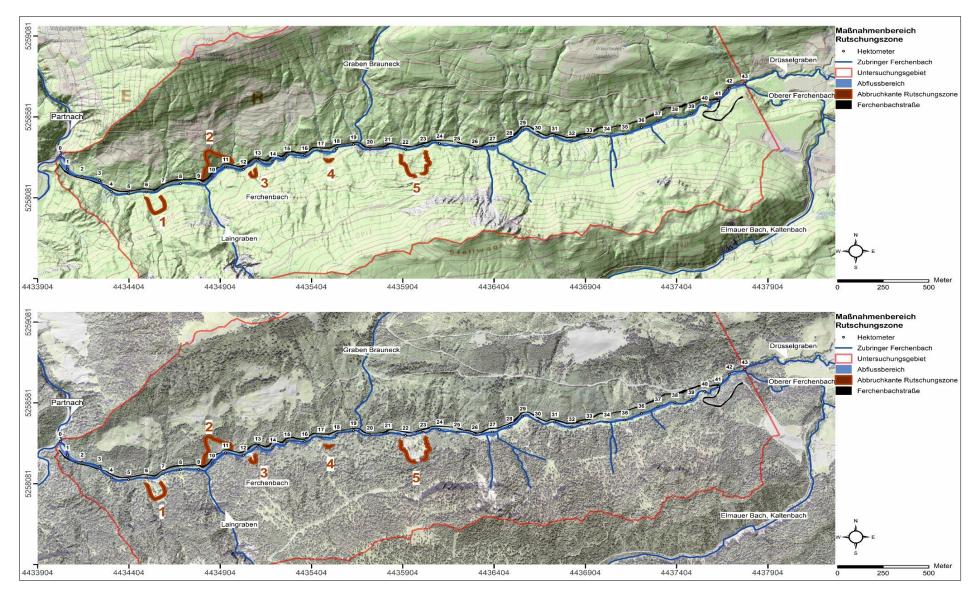


Abbildung 16: Maßnahmenbereich Rutschungszone und Transportzone



Außerhalb des betrachteten Einzugsgebietes sind die von Osten kommenden Zubringer Drüsselgraben und der vom Ferchensee kommende Ferchenbach (oberer Ferchenbach) potenzielle Wildholzquellen. Der Drüsselgraben hingegen kann auf rund 600 m ab dem Mündungsbereich zum unteren Ferchenbach in Richtung Schloss Elmau Wildholz liefern. Dieser Teilabschnitt ist durch einen hohen Totholzanteil im Bachbett charakterisiert. Durch die große Menge an Wildholz im Gerinne besteht die Gefahr von Verklausungen. Kommt es zum Bruch kann das Holz schwallartig in den Ferchenbach gelangen und dort bei der Brücke oder weiter bachabwärts zu Schäden führen. Östlich dieser Strecke bringt ein ausgedehntes Flachstück bei Elmau das von oben kommende Wildholz zur Ablagerung. Zur Verminderung der Verklausungswahrscheinlichkeit können die im Abflussbereich liegenden Stämme auf eine maximale Länge von 2 m zerkleinert werden. Durch den Zubringer oberer Ferchenbach ist nur im Bereich zwischen der Wehranlage und der Vereinigung mit dem Drüsselgraben mit Wildholz zu rechnen (Abbildung 17).





Abbildung 17: Links: Flaches Teilstück mit Wildholzablagerung im oberen Ferchenbach; Rechts: Flaches Teilstück im oberen Ferchenbach

Als Maßnahme können die sich im Abflussbereich befindlichen Holzteile auf maximal 2 m Länge zerkleinert werden was Kosten von rund 880 € verursacht (Tabelle 16). An den Einhängen rutschende Bäume müssen gefällt und zerkleinert werden. Es handelt sich hierbei jedoch nur um einzelne Bäume mit geringem Durchmesser. Diese Maßnahmen wurde unter der Kostenstelle "Zerkleinerung motormanuell" zusammengefasst.



Tabelle 16: Kostenabschätzung für die Maßnahmen im Drüsselgraben und im oberen Ferchenbach

Drüsselgraben und oberer Ferchenbach						
Fläche (ha)						
Festmeter (fm) geschätzt	150					
Länge (m)	1.200					
Zerkleinern	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)		
Zerkleinern motormanuell	15	HR	45	680		
Material pauschal	1	PA	200	200		
Summe				880		

Die Kosten für die Begehungen belaufen sich auf rund 480 € (Tabelle 17).

Tabelle 17: Kosten für die Begehung des Einzugsgebietes

Begehung	Menge	Art	Kosten (€)	Gesamtkosten (€)
Arbeitsstunde	16	HR	30	480

2.2 Forststraße

2.2.1 Instandsetzung und Neubau der Ferchenbachstraße

Alternativ zur Rückung mittels Seilbahn kann die vorhandene Ferchenbachstraße instandgesetzt bzw. teilweise neugebaut werden. Die Straße ist auf weiten Strecken durch Erosion am Hangfuß gefährdet (Abbildung 18).



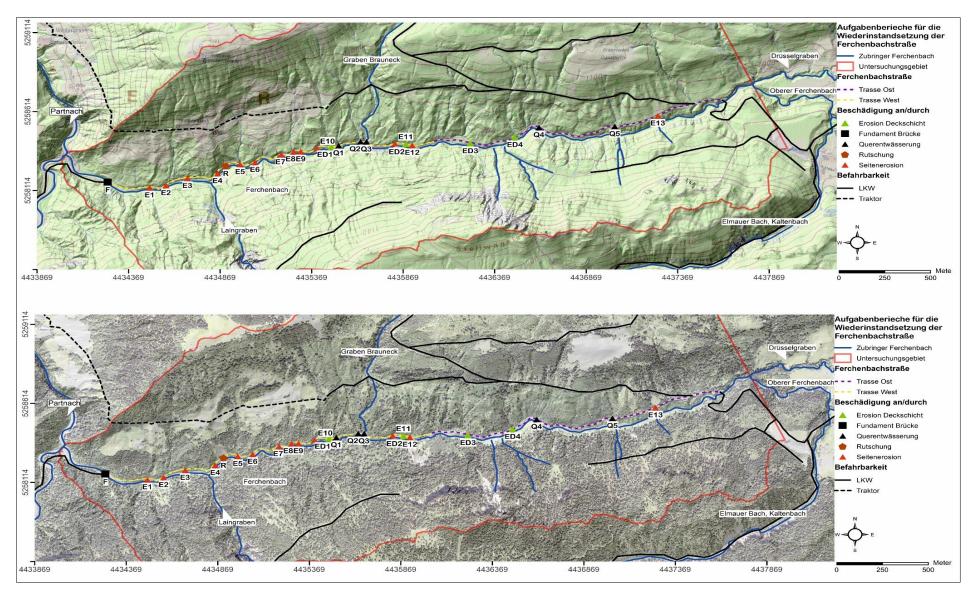


Abbildung 18: Aufgabenbereiche für den Neubau bzw. die Instandsetzung der Ferchenbachstraße



In der Vergangenheit wurde die vorhandene Straße an insgesamt 15 Teilabschnitten auf rund 500 lfm beschädigt und damit unbefahrbar gemacht. Von diesen 500 lfm können rund 280 lfm mittels Holzkastenwänden gegen Erosion gesichert werden. Bei den restlichen 220 lfm handelt es sich um den Bereich bei den Rutschungen 2 und 5 (40 bzw. 180 lfm) (Tabelle 18). Bei der Rutschung 5 kommt es immer wieder zu Sekundärrutschungen wobei der Abfluss an den Hangfuß der gegenüberliegenden Straße geleitet wird. Dabei treten starke Erosionserscheinungen auf. Es ist daher zu überlegen, ob die Straße in diesem Bereich weiter in den Hang verlegt wird. Bei der Rutschung 2 schneidet die Forststraße den Rutschungskörper ca. 7 m über dem Bachbett. Die Straße kann auch hier mit Erosionsschutzmaßnahmen am Hangfuß langfristig nicht gesichert werden. Alternativ kann hier eine provisorische Verlegung der Straße ins Bachbett angedacht werden. Neben dem Neubau der Straßen an diesen Unterbrechungen müssen auch die Querentwässerungen an den Zubringern, das Brückenfundament bei hm 3,2 und die Deckschicht auf rund 38 lfm wiederinstandgesetzt werden. Nach Abschluss dieser Tätigkeiten muss die gesamte Straße in Zukunft auch instandgehalten werden.

Tabelle 18: Maßnahmen für den Neubau bzw. die Instandsetzung der aufgelassenen Ferchenbach-Forststraße

Neubau/Instandsetzung Forststraße		
Verlegung Straße	220	lfm
Holzkastenwände Erosionsschutz und Neubau Straße	280	lfm
Querentwässerungen Furt	6	STK
Instandsetzung Deckschicht	38	lfm
Instandsetzung Fundament	1	STK

Abschnitt Ferchenbachstraße West

Der Teilabschnitt zwischen der Mündung in die Partnach zwischen hm 0,0 und der Rutschung 5 bei hm 23,2 ist durch starke Erosionserscheinungen am Straßenkörper gekennzeichnet (Abbildung 19).



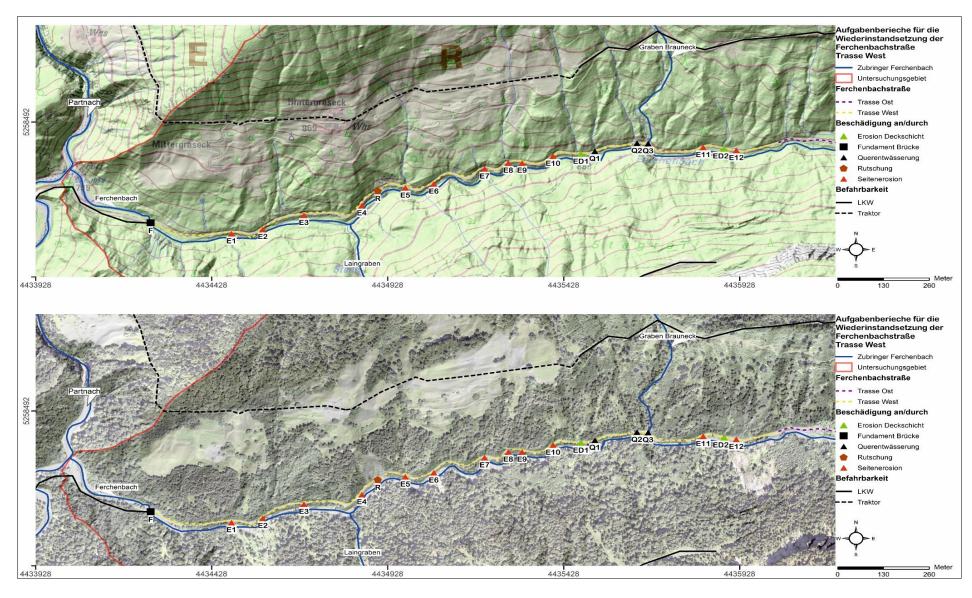


Abbildung 19: Aufgabenbereiche für den Neubau und die Instandsetzung der Trasse West zwischen hm 0,0 und hm 23,2



Auf der rund 2.300 Meter langen Strecke muss die Forststraße bei einem Neubau an 13 Teilabschnitten (auf rund 215 lfm) gegen Erosion gesichert und neu gebaut werden. Zusätzlich sollte auf insgesamt 220 lfm eine neue Trassenführung angedacht werden. Dabei sollte die Trasse auf rund 40 lfm (Rutschung 2) ins Bachbett und auf rund 180 lfm (Rutschung 5) in den Hang verlegt werden. An insgesamt vier Zubringern ist die Querentwässerung durch eine Furt wieder Instand zu setzen. Auf rund 8 lfm wurde durch die Vernachlässigung die Deckschicht erodiert, durch das Hochwasser 2018 wurde zudem das Brückenfundament bei hm 3,2 beschädigt (Tabelle 19).

Tabelle 19: Maßnahmen für den Neubau bzw. die Instandsetzung der Ferchenbach-Forststraße zwischen hm 0,0 und hm 23,2

Neubau/Instandsetzung Trasse West		
Verlegung Straße	220	lfm
Holzkastenwände Erosionsschutz und Neubau Straße	215	lfm
Querentwässerungen Furt	4	STK
Instandsetzung Deckschicht	8	lfm
Instandsetzung Fundament	1	STK

Dabei belaufen sich die Kosten auf rund 167.000 Euro oder 72 Euro pro Laufmeter. Grund hierfür sind die stark erodierten Straßenbereiche die durch Holzkastenwände gesichert und mittels Bagger hinterfüllt werden müssen (Tabelle 20). Details siehe Anhang 5.



Tabelle 20: Kostenabschätzung für die Maßnahmen für den Neubau bzw. die Instandsetzung der Ferchenbach-Forststraße zwischen hm 0,0 und hm 23,2 (M = Maßnahme)

hm		Beschreibung Länge (Ifm) Maßnahme		M 2	Kosten M	Kosten M2	
von	bis						
3,2		Fundament Brücke		Instandsetzung des unter- spülten Brückenfundamen- tes		7.000	
5,7	5,9	Seitenerosion	20	Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes	Neubau Straße	7.000	3.620
6,8	7,0	Seitenerosion	20	Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes	Neubau Straße	7.000	3.620
8,0	8,2	Seitenerosion	20	Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes	Neubau Straße	7.000	3.620
9,8	10,3	Seitenerosion	45	Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes	Neubau Straße	15.750	8.15
10,6	11,0	Seitenerosion und Rutschung 2	40	Verlegung der Straße in das Bachbett auf rund 70 lfm		7.250	
11,4	11,5	Seitenerosion	15	Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes	Neubau Straße	5.250	2.72
12,4	12,6	Seitenerosion	15	Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes	Neubau Straße	5.250	2.72
14,2	14,4	Seitenerosion und Zubringer	25	Holzkastenwand zur Siche- rung des Hangfußes und Furt	Neubau Straße	10.260	4.53
15,0	15,1	Seitenerosion	10	Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes	Neubau Straße	3.500	1.81
15,3	15,4	Seitenerosion	10	Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes	Neubau Straße	3.500	1.81
16,4	16,5	Seitenerosion	10	Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes	Neubau Straße	3.500	1.81
17,3	17,3	Erosion Deckschicht	3	Instandsetzung der Deck- schicht		150	
17,8		Entwässerung Zubringer		Bau einer Furt		1.510	
19,0		Entwässerung Zubringer		Bau einer Furt		1.510	
19,3		Entwässerung Graben Brauneck		Bau einer Furt		1.510	
21,0	21,2	Seitenerosion	25	Holzkastenwand zur Siche- rung des Hangfußes	Neubau Straße	8.750	4.53
21,6		Erosion Deckschicht	5	Instandsetzung der Deck- schicht		250	
21,4	23,2	Seitenerosion und Rutschung 5	180	Neubau auf rund 180 Lauf- metern	Schläge- rung	32.600	1.81
		Kosten gesamt je N				128.510	38.94
		Kosten gesamt Tra Kosten je Ifm Trass	sse Wes	t			167.45



Abschnitt Ferchenbachstraße Ost

Die östliche Teilstrecke der Forststraße Ferchenbach sollte auf lange Sicht erhalten werden. Für den Bau und die Instandsetzung sind nur vereinzelte Maßnahmen zur Sicherung gegen Erosionserscheinungen am Hangfuß und vereinzelte Maßnahmen zur Querentwässerung notwendig (Abbildung 20).



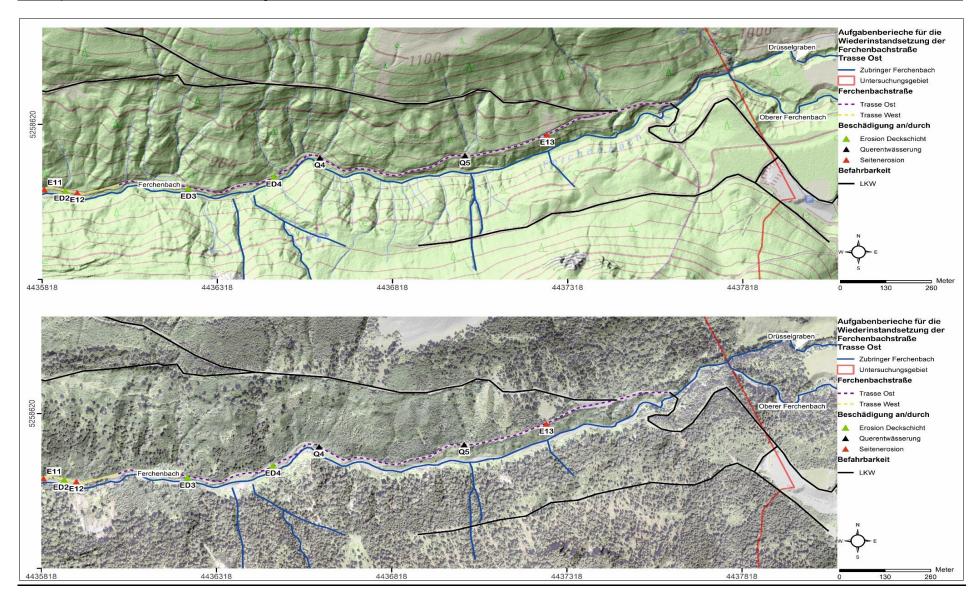


Abbildung 20: Aufgabenbereiche für die Instandsetzung der Ferchenbachstraße Trasse Ost zwischen hm 23,3 und hm 40,9



Auf dem rund 1.770 m langen Teilabschnitt zwischen hm 23,2 und hm 40,9 ist die aufgelassene Ferchenbachstraße noch in relativ gutem Zustand. Lediglich bei hm 36,5 ist die Forststraße aufgrund von Erosionserscheinungen am Einhang auf rund 40 lfm abgesackt. Bei hm 34, 28 und 25 und ist es wegen der unterlassenen Instandhaltung der Querentwässerung zur Beschädigung der Fahrbahn gekommen. Diese drei Runsen sind nicht stetig wasserführend, die Entwässerungsrohre können aber durch den direkt angrenzenden Bestand bei Wasserführung durch Äste und Laub relativ schnell verlegt werden. Anstatt der vorhandenen Rohrdurchlässe sollten daher Furten zur Querentwässerung errichtet werden (Abbildung 20).

Tabelle 21: Maßnahmen zur Instandsetzung der Ferchenbach-Forststraße Trasse Ost zwischen hm 23,2 und hm 40,9

Neubau/Instandsetzung Trasse Ost		
Verlegung Straße	0	lfm
Holzkastenwände Erosionsschutz und Neubau Straße	65	lfm
Querentwässerungen Furt	2	STK
Instandsetzung Deckschicht	30	lfm
Instandsetzung Fundament	1	STK

Bei hm 23,2 beginnt die große Rutschung 5, welche voraussichtlich in den nächsten Jahren zu weiteren Problemen führen wird. Daher sollte die Rutschung für etwaige dringliche Sofortmaßnahmen schnell zu erreichen sein. Dies kann über die Trasse Ost mit relativ geringem Aufwand gewährleistet werden. Die Kosten hierfür belaufen sich auf insgesamt rund 39.000 € oder 23 € je Laufmeter Straße. Details siehe Anhang 6.



Tabelle 22 Kostenabschätzung für die Maßnahmen für die Instandsetzung der Ferchenbach-Forststraße Trasse Ost zwischen hm 23,2 und hm 40,9 (M = Maßnahme)

hn	1	Beschrei- bung	Länge (Ifm)	Maßnahme	M 2	Kosten M	Kosten M 2
von	bis						
25,3		Erosion	15	Instandsetzung der Deck-		740	
		Deckschicht		schicht			
28,0		Erosion	15	Instandsetzung der Deck-		740	
		Deckschicht		schicht			
29,5		Entwässe-		Bau einer Furt		1.510	
		rung Zubrin-					
		ger					
33,8	33,9	Seitenero-	15	Holzkastenwand zur Siche-	Neubau	6.760	2.720
		sion und Ent-		rung des Hangfußes und	Straße		
		wässerung		Furt			
36,5	37,0	Seitenero-	50	Holzkastenwand zur Siche-	Neubau	17.540	9.060
		sion und Set-		rung des Hangfußes und In-	Straße		
		zung		standsetzung der Deck-			
				schicht			
- 		Kosten gesamt	Kosten gesamt je Maßnahme			27.270	11.770
		Kosten gesamt Trasse Ost				39.050	
		Kosten je Ifm Trasse Ost				23	

Werden beide Trassen der Ferchenbachstraße neu errichtet und verbunden, fallen kosten von insgesamt 206.000 Euro an, die durchschnittlichen Kosten je Laufmeter belaufen sich folglich auf rund 52 Euro (Tabelle 23). Es ist aber sinnvoller, nur die Trasse Ost Instand zu setzen und in weiterer Folge Instand zu halten.

Tabelle 23: Kostenabschätzung für die gesamten Maßnahmen für den Neubau und die Instandsetzung der Ferchenbach-Forststraße zwischen hm 0,0 und hm 40,9

Neubau Forststraße gesamt	Menge	Art	Kosten/Menge (€)	Gesamtkosten (€)
Instandsetzung Fundament	1	PA	7.000	7.000
Summe Erosion/Stabilisierung	280	m	350	98.000
Summe Erosion/Deckschicht	47	m³	40	1.860
Anzahl Querentwässerung/Furt	21	m	430	9.030
Massenausgleich	3.900	m^3	23	90.620
Gesamtkosten				206.510
Kosten je Laufmeter Straße				52



2.2.2 Provisorische Trasse im Bachbett

Da die Ferchenbachstraße Ost bereits Instandgesetzt wurde, kommt die Errichtung einer provisorischen Forststraße nur im Bereich zwischen der Mündung in die Partnach und dem Ende der Trasse Ost (bei der Rutschung 5) in Frage. Die Kosten für die kurzfristige Überbrückung von Westen kommend belaufen sich auf rund 8.000 € (siehe Tabelle 12). Diese Maßnahme sollte nur in Ausnahmesituationen als Sofortmaßnahme im Abflussbereich vor einem drohenden Hochwasser durchgeführt werden.



3 Sonstige Maßnahmen

3.1 Begehung

Wie in den obigen Maßnahmen zum Teil schon angesprochen, sind regelmäßige Begehungen zur Einschätzung der aktuellen Situation vorzunehmen. Dabei sollten relevanten Bereiche (Abflussbereich, Rutschungen, Zubringer und unmittelbare Einhänge) je einmal im Frühling und einmal im Herbst (vor und nach der Hochwassersaison) begangen und beurteilt werden. Kommt es zwischenzeitlich zu starken Niederschlagsoder Sturmereignissen im Einzugsgebiet, ist eine Neueinschätzung der Lage durch eine außerplanmäßige Begehung dringend notwendig. Das Hauptaugenmerk bei der Begehung liegt dabei auf Erosionsbereichen und auf Stämmen, Wurzelstöcken oder anderen Holzteilen, welche im Einzugsgebiet leicht mobilisiert werden können. Im Detail ist auf Ablagerungen im Abflussbereich (meist punktuell), schräg stehender Bäume und Wurzelstöcke als auch Verklausungen zu achten. Wird die Situation durch die Kombination bestimmter Faktoren als ungünstig eingeschätzt, sollten unverzüglich Maßnahmen zur Reduktion des Potenziales eingeleitet werden (siehe Kapitel 2.1.1). Die Kosten je Begehung belaufen sich dabei auf rund 480 €.



4 Zusammenfassung

Zur Wildholz-Risikoreduktion in der Partnachklamm und für die Unterlieger-Gemeinde Garmisch-Partenkirchen ist die Reduktion des Wildholzpotenziales im Einzugsgebiet des Ferchenbaches unumgänglich. Das Hauptaugenmerk der Maßnahmen beschränkt sich dabei auf den Bereich zwischen der Mündung in die Partnach (hm 0,0) und den Bereich der Mündung des Drüsselgrabens in den Ferchenbach (hm 43,0). Auf der angesprochenen Gewässerstrecke kann Wildholz bei einem Hochwasserereignis vor allem im Abflussbereich und aus den unmittelbaren Einhänge mobilisiert werden. Für Maßnahmen im Abflussbereich sind regelmäßige Begehungen vorrangig, während für die Bewirtschaftung der Einhänge forstliche Maßnahmen getroffen werden müssen. Mit Abstand der wichtigste Bereich ist die Strecke zwischen hm 3,2 und hm 23,2 (Einhänge Südwest), wo orografisch linksufrig ein Streifenschlag von 30 Metern Breite durchgeführt werden sollte. Beim Vergleich der Varianten konnten zwischen dem Bau einer provisorischen Forststraße (Rückung mittels Traktor und Anhänger) zur Errichtung von zwei Langstreckenseilbahnen ein Kostenunterschied von rund 12.000 € zu Gunsten der provisorischen Forststraße ausgemacht werden. Aus ökologischen Gründen sollte jedoch die Variante Langstreckenseilbahn auf jeden Fall bevorzugt werden. Selbiges gilt auch für die Bewirtschaftung der Einhänge Ost.

Für die langfristige Bewirtschaftung des restlichen Einzugsgebietes sollte die Erhaltung oder Verbesserung der Bestandesstabilität- und Vitalität im Vordergrund stehen. Zu diesem Zweck könnte der Neubau der aufgelassenen Ferchenbachstraße von Vorteil sein. Die Kosten stehen aber durch die Errichtung von Holzkastenwänden zur Stabilisierung des Hangfußes auf weiter Strecke und durch die Verlegung der aktuellen Trasse nicht im Verhältnis zum Nutzen dieser, da die Einhänge mittels Seilbahnen auch über andere Erschließungsnetze bewirtschaftet werden können.

Schlussendlich ist die Kombination aus der Erhaltung der Trasse Ost (schnelle Erreichbarkeit der Rutschung 5 bei Gefahr in Verzug), einem Streifenschlag im Bereich Einhang Südwest (starke Reduktion des Wildholzpotenziales) mittel Langstreckenseilbahn und einer regelmäßigen Begehung und Ausführung erforderlicher Sofortmaßnahmen (vor allem im Abflussbereich) zielführend. Zusätzlich kann im Bereich der Mündung in die Partnach der Bau eines Wildholzrechens zur Filterung des Wildholzes forciert werden.



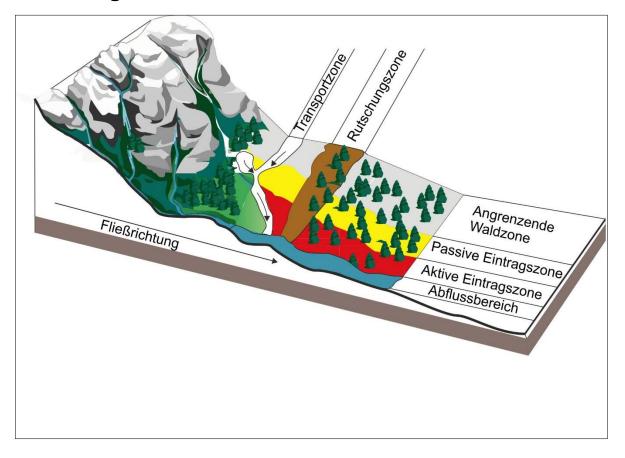
5 Literaturverzeichnis

Nemestóthy, N., Hader, F. (2019): Maschinenkosten, Leistungsdaten und Zeitaufwand zu forstlichen Arbeiten. Österreichisches Forst-Jahrbuch 2020, Wien: 142-155.

Mazzorana, B. (2007): Woody Debris Recruitment and Transport - a possible GIS based computational procedure, Bozen.



6 Anhang



Anhang 1: Unterteilung eines Einzugsgebiet hinsichtlich Wildholzeintrag (Quelle: In Anlehnung an MAZ-ZORANA, 2007)

- Abflussbereich (AB): Der Abflussbereich umfasst jene Fläche, die bei Extremereignissen die Hochwasseranschlaglinien des HQ100 bzw. des HQ150 bilden. In diesem Überschwemmungsbereich wird abhängig von den hydraulischen Kräften Wildholz mobilisiert und als Schwemmholz transportiert. Der Abflussbereich kann in Bachbett, Uferböschung und in Uferbereiche bis zur Hochwasseranschlaglinie unterteilt werden.
- Aktive Eintragszone (AZ): Diese Zone ist durch den direkten Eintrag und somit auch durch die Ablagerungen von Wildholz in ein Gewässer gekennzeichnet. Fallende Bäume in dieser Zone gelangen direkt in den Abflussbereich. Die Zonenbreite ist dabei von der maßgeblichen Baumlänge (Mittelstamm) und der Neigung abhängig.
- Passive Eintragszone (PZ): Diese Zone liegt außerhalb des direkten Eintragsbereichs eines Gewässers, versorgt aber die aktive Zone mit Holz.
- Transportzone (TZ): Hierbei handelt es sich um Gräben oder Runsen, die immer wieder erodieren und Holz mittransportieren. entlang dieser sogenannten



Prozesstrajektorien kann Wildholz bis in den Abflussbereich transportiert werden.

- Rutschungszone (RZ): Sind Gebiete, in denen durch oberflächliche Erosionen und Rutschungen Holzmaterial anfällt. Wenn diese Zonen in der aktiven Zone liegen, versorgen sie ein Gewässer rasch mit Geschiebe und Wildholz. Liegen diese Bereiche in der passiven Zone, müssen sie als potenzielle Quellen angesehen werden.
- Angrenzende Waldzone (AWZ): Dieser Bereich umfasst Baumbestände, die außerhalb der aktiven und passiven Zone liegen, jedoch Teil des Einzugsgebietes sind.



Anhang 2: Beispielhafte Auflistung der Kostenstelleng und Leistungsdaten zur Kostenabschätzung

Kostenauflistung	Kosten (€/h)	
Mann mit Motorsäge	45	
Motorsäge	9	
Seilkran	72	
Bagger	65	
Traktor	42	
Harvester	112	
Rückezug	69	
LKW	69	
Tieflader	115	
Hacker	110	
Sprengung	75	
Hubschrauber	70	
Mann ohne Motorsäge	30	
Leistungsdaten		
Fällung	7	fm/h
Zerkleinern MM	8	fm/h
Rückung Seil	6	fm/h
Vorführen LKW	7	fm/h
Aufarbeitung Prozessor	9	Fm/h
Hacker (normal 30 fm/h)	25	fm/h
Sprengung	10	Wurzelstöcke/h
Hubschrauber	45	fm/h
Rückung Traktor mit Krananhänger	5	fm/h

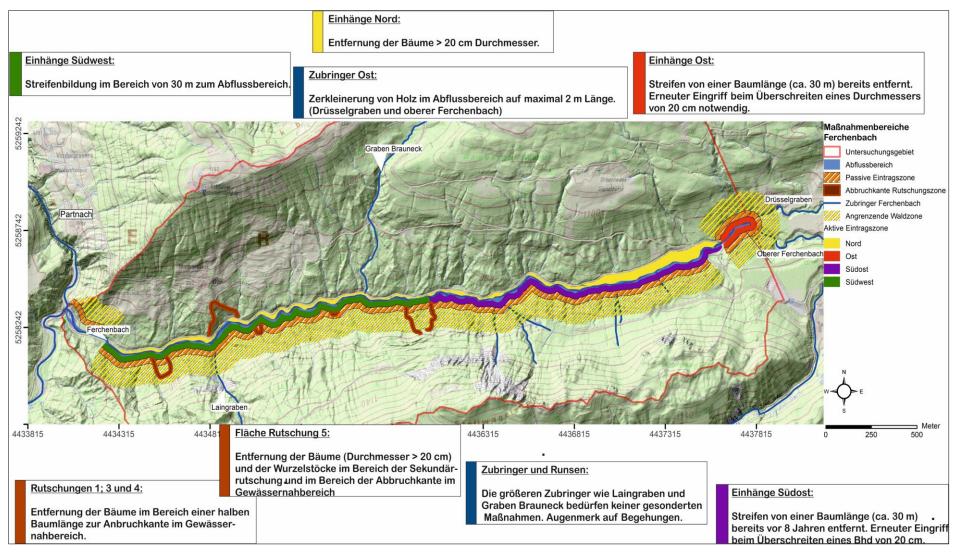
Die hier verwendeten Kosten stammen zum Teil aus dem Forst Jahrbuch Österreich 2019 (Nemestóthy & Hader, 2019), in Anlehnung an ein Gespräch mit den Bayrischen Staatsforsten und Durchschnittskosten für Wege der Wildbach- und Lawinenverbauung (unveröffentlicht).





Anhang 3: Hektometrierung entlang des unteren Ferchenbaches





Anhang 4: Zusammenfassung der Maßnahmenbereiche zur Reduktion des Wildholzpotenziales im Ferchenbach-Einzugsgebiet



Anhang 5: Maßnahmen für den Neubau/Wiederinstandsetzung der aufgelassenen Forststraße Trasse West zwischen hm 0 und hm 23,2

Hm	Maßnahme	
3,2	Instandsetzung des unterspül-	
	ten Brückenfundamentes	

Hm	Maßnahme	
5,7 bis 5,9	Holzkastenwand zur Sicherung	
	des Hangfußes	

Maßnahme	
Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes	
	Holzkastenwand zur Sicherung

Hm	Maßnahme
8,0 bis 8,2	Holzkastenwand zur Sicherung
	des Hangfußes



Hm	Maßnahme
9,8 bis 10,3	Holzkastenwand zur Sicherung
	des Hangfußes



Hm	Maßnahme
10,6 bis 11,0	Verlegung der Forststraße in
	Bachbett, Sicherung mit Holz-
	kastenwand und Wasserbau-
	steinen



Hm	Maßnahme
11,4 bis 11,5	Holzkastenwand zur Sicherung
	des Hangfußes





Hm	Maßnahme
12,4 bis 12,6	Holzkastenwand zur Sicherung
	des Hangfußes und Querent-
	wässerung



Hm Maßnahme

14,2 bis 14,4 Holzkastenwand zur Sicherung
des Hangfußes



Hm	Maßnahme
15,0 bis 15,1	Holzkastenwand zur Sicherung
	des Hangfußes und Querent-
	wässerung





Hm Maßnahme

15,3 bis 15,4 Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes



Hm	Maßnahme
16,4 bis 16,5	Holzkastenwand zur Sicherung
	des Hangfußes



Hm	Maßnahme	
17,3	Erosion Deckschicht	





Hm	Maßnahme	
17,8	Entwässerung Zubringer	10000000000000000000000000000000000000



Hm	Maßnahme
19,0	Entwässerung Zubringer



Hm	Maßnahme	
19,3	Querentwässerung	Graben
	Brauneck	





Hm	Maßnahme
21,0 bis 21,2	Holzkastenwand zur Sicherung
	des Hangfußes



Hm	Maßnahme
21,6	Erosion Deckschicht



Hm Maßnahme
21,4 bis 23,2 Verlegung der Forststraße in den Hang





Anhang 6: Maßnahmen für den Neubau/Wiederinstandsetzung der aufgelassenen Forststraße Trasse Ost zwischen hm 23,2 und hm 40,9

Hm	Maßnahme	
25,3	Instandsetzung Deckschicht auf 15 m	
Hm	Maßnahme	
28	Instandsetzung Deckschicht auf 15 m	
Hm	Maßnahme	
29,5	Nicht notwendig	



Hm	Maßnahme	
33,75 bis 33,9	Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes auf 15 m und Querentwässerung	
Hm	Maßnahme	
36,5 bis 37	Holzkastenwand zur Sicherung des Hangfußes auf 50 m und Ausgleich der Setzung im Übergangsbereich	