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

Peter Jordan Str. 82
A-1190 WIEN

Tel.: +43-1-47654-87100
Fax: +43-1-47654-87109

IAN REPORT 196

MACHBARKEITSSTUDIE ZUR WILDHOLZ-BEWIRTSCHAFTUNG AM FERCHENBACH, GARMISCH-PARTENKIRCHEN

Im Auftrag von:

Gemeinde Garmisch-Partenkirchen

Wien, im Jänner 2019

IAN REPORT 196

Machbarkeitsstudie zur Wildholzbewirtschaftung am Ferchenbach, Garmisch-Partenkirchen

Im Auftrag von:

Gemeinde Garmisch-Partenkirchen

Projektleitung: Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Hübl
Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Markus Beck
Dipl.-Ing. Stefan Braito

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, Machbarkeitsstudie zur Wildholzbewirtschaftung am Ferchenbach, Garmisch-Partenkirchen

Referenz (Literaturzitat): Hübl J., Beck M., Braito S. (2019): Machbarkeitsstudie zur Wildholzbewirtschaftung am Ferchenbach, Garmisch-Partenkirchen; IAN Report 196; Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien.

Inhaltsverzeichnis

1 SACHVERHALT/ISTZUSTAND 1
1.1 Geografische Lage 1
1.2 Ereignischronik 2
1.3 Geologie und Geomorphologie 3
1.4 Hydrologie 5
1.5 Wald und Vegetation 8
1.6 Erschließung 15
1.7 Zuständigkeiten 17
2 ERLÄUTERUNG DER WILDHOLZPROBLEMATIK 18
2.1 Wildholzquellen 19
2.1.1 Erosionsbereiche und Rutschungen 19
2.1.2 Zubringer und Runsen 26
2.1.3 Holz im Abflussbereich und begrabenes Totholz 29
2.1.4 Schneeschub und Sturm 32
2.2 Transport und Ablagerung 34
3 ABGELEITETE FRAGESTELLUNG 36
4 MAßNAHMEN 37
4.1.1 Erosionsbereiche und Rutschungen 37
4.1.2 Zubringer und Runsen 42
4.1.3 Holz im Abflussbereich und begrabenes Totholz 47
4.1.4 Schneeschub und Sturm 49
4.1.5 Erschließung 50
4.1.6 Begehung 52
4.1.7 Technische Maßnahme im Mündungsbereich zur Partnach 54
5 ZUSAMMENFASSUNG 58
6 LITERATURVERZEICHNIS 61
7 ANHANG 62

1 Sachverhalt/Istzustand

Der Anlass dieser Machbarkeitsstudie ist das Hochwasserereignis vom 12. Juni 2018, welches in der Partnachklamm und dem Gemeindegebiet von Garmisch-Partenkirchen zu erheblichen Schäden führte. Das Ereignis zeichnete sich durch einen schnellen Abflussanstieg (rund 75 cm in 15 min beim Pegel Partnach Olympische Skisprungschanze) und einen hohen Schwemmholzanteil aus. Das Schwemmholz führte vor allem in der Partnachklamm und bei einer Wehranlage unterhalb der Klamm zu Verklausungen und Ausuferungen. Grund für den raschen Anstieg des Pegels ist ein starkes Niederschlagsereignis in einem Teileinzugsgebiet der Partnach, dem Ferchenbach. Ziel dieser Arbeit ist es, auf Basis einer Geländeerhebung mögliche Maßnahmen zur Wildholzvermeidung- bzw. verringerung auszuarbeiten. Im Fokus stehen kurzfristige Maßnahmen, welche primär aus Gewässerpflege, forstlichen sowie technischen Maßnahmen bestehen und rasch realisiert werden können. Mittel- und langfristig wurden Konzepte erarbeitet, um den Holzeintrag aus den Einhängen langfristig zu reduzieren und allfällige Maßnahmen durch Infrastrukturverbesserungen zu erleichtern. Dabei ist ein Zusammenspiel der Gemeinde Garmisch-Partenkirchen, den forstlichen Akteuren und der Wasserwirtschaft unumgänglich.

1.1 Geografische Lage

Der Ferchenbach liegt im Voralpenland am südlichen Rand des Freistaates Bayern und mündet orographisch rechts vor der Partnachklamm auf einer Seehöhe von rund 795 m ü. NN in die von Süden kommende Partnach (Abbildung 1), welche mit einem hydrologischen Einzugsgebiet von rund 130 km² die Flächen südlich der Gemeinde Garmisch-Partenkirchen entwässert. Das hydrologische Einzugsgebiet des Ferchenbaches erstreckt sich über rund 35,4 km² und bildet im Süden gleichzeitig die Grenze zu Österreich. Das Einzugsgebiet unterteilt sich in mehrere Teileinzugsgebiete wobei nur die größeren Zubringer wie Drüsselgraben, Kaltenbach, Laingraben und der Graben in Richtung Brauneck größere Flächen entwässern. Als Untersuchungsgebiet wurde die Gewässerstrecke zwischen der Mündung des Drüsselgrabens in den Ferchenbach und der Mündung des Ferchenbaches in die Partnach festgelegt (rund 5,9 km²) (Abbildung 1).

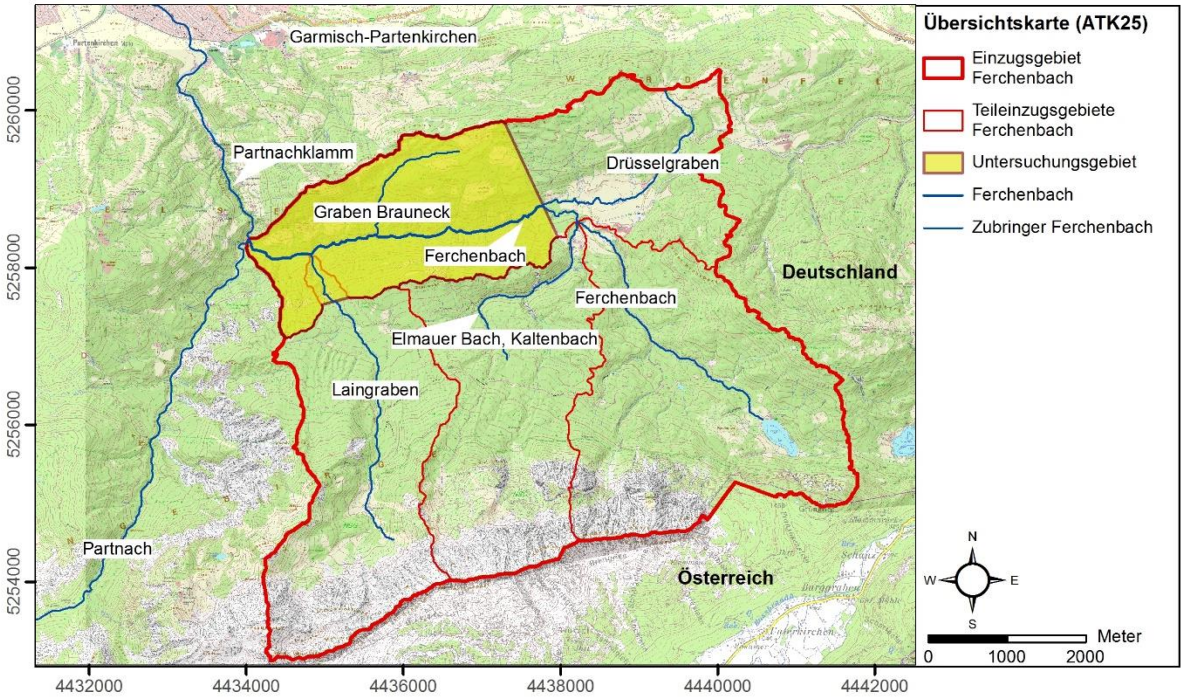

Abbildung 1: Übersichtskarte (ATK25) des hydrologischen Einzugsgebietes des Ferchenbaches

Dieser Abschnitt des Ferchenbaches ist für die Mobilisierung und den Transport von Schwemmholz von großer Bedeutung. Zum einen münden der Laingraben und der Graben Brauneck direkt in diesem Abschnitt in den Ferchenbach, zum anderen nimmt der Abfluss – und damit verbunden die Wahrscheinlichkeit für den Transport größerer Holzteile – durch das Einmünden des Drüsselgrabens am Beginn des Untersuchungsabschnittes abrupt zu. Die Prozesse Mobilisierung, Transport und Ablagerung in diesem Abschnitt sind daher ausschlaggebend für die zu erwartende Schwemmholzfracht im Mündungsbereich zur Partnach.

1.2 Ereignischronik

Dass der Ferchenbach in den vergangenen Jahren schon eine beträchtliche Menge an Schwemmholz mobilisieren und in die Partnach transportieren konnte, zeigt ein Blick auf die Ereignischronik. Demnach ist das Einzugsgebiet nicht erst seit dem Hochwasser 2018 für starke Ufererosion und folglich starken Wildholzeintrag und große Schwemmholzfrachten bekannt:

- Das Hochwasser vom 22. bzw. 23.5.1999, das auch als Pfingsthochwasser bezeichnet wird, hat im Landkreis Garmisch-Partenkirchen große Verwüstungen angerichtet. Es entstanden viele Verklausungen durch Schwemmholz an natürlichen oder künstlichen Engstellen. Die Folge waren zahlreiche Überschwemmungen

und damit verbundenen Schäden an Gebäuden. Speziell im Ferchenbach – und dort im Bereich zwischen Schloss Elmau und der Mündung in die Partnach – wurden infolge der hohen Niederschläge und der hohen Wasserführung zahlreiche Rutschungen und seitliche Uferanbrüche ausgelöst, die zu einem enormen Eintrag von Wildholz in das Gerinne führten. An einigen Stellen wurde auch der bachbegleitende Forstweg zerstört, so dass manche Bereiche nicht mehr zugänglich waren (Huber, 2018).

- Hochwasser Juli 2010: Es bildeten sich zahlreiche Uferanbrüche, alte und latente Rutschungsbereiche wurden reaktiviert oder beschleunigt. Erheblicher Geschiebe- und Wildholzeintrag.
- Hochwasser 12. Juni 2018: Durch ein starkes Niederschlagsereignis am südlichen Einhang des Ferchenbaches kam es im Gewässerabschnitt zwischen Schloss Elmau und dem Mündungsbereich des Ferchenbaches in die Partnach zu zahlreichen Uferanbrüchen. Durch Tiefen- und Seitenerosionen hat sich eine Sekundärrutschung auf einer seit 2015 aktiven Rutschung ausgebildet. Das eingetragene Wildholz konnte die Brücken im Mündungsbereich (hm 3,2) als auch die Partnachklamm großteils passieren. Eine Verklausung an einer Wehranlage unterhalb der Klamm führte zu Straßensperren und Schäden. Die Schwemmholzfracht betrug rund 1.000 m³.

1.3 Geologie und Geomorphologie

Hauptgrund für das große Mobilisierungspotenzial entlang des Ferchenbaches ist die labile geologische Situation. Das Einzugsgebiet wird im Süden durch das Wettersteinmassiv, bestehend aus Hauptdolomit, begrenzt und erstreckt sich bis auf 2482 m ü. NN. Die Einhänge entlang der untersuchten Gewässerstrecke des Ferchenbaches werden aber zumindest in unmittelbarer Gewässernähe nicht durch Festgestein aufgebaut. Dabei teilt das von Ost nach West verlaufende Gewässer die geologischen Einheiten im Untersuchungsgebiet, auf der orographisch rechten Seite befinden sich die Partnachschichten, welche großteils aus Mergel, feinblättrigen Tonschiefern und Tonen bestehen, auf der orographisch linken Seite kommen die Raiblerschichten zum Vorschein, sie bestehen aus Mergel, Raibler Tonen sowie Raiblerkalken (Abbildung 2). Bei beiden Einheiten handelt es sich um veränderlich feste Gesteine mit einem hohen Hang zu Erosions- und Rutschungserscheinungen.

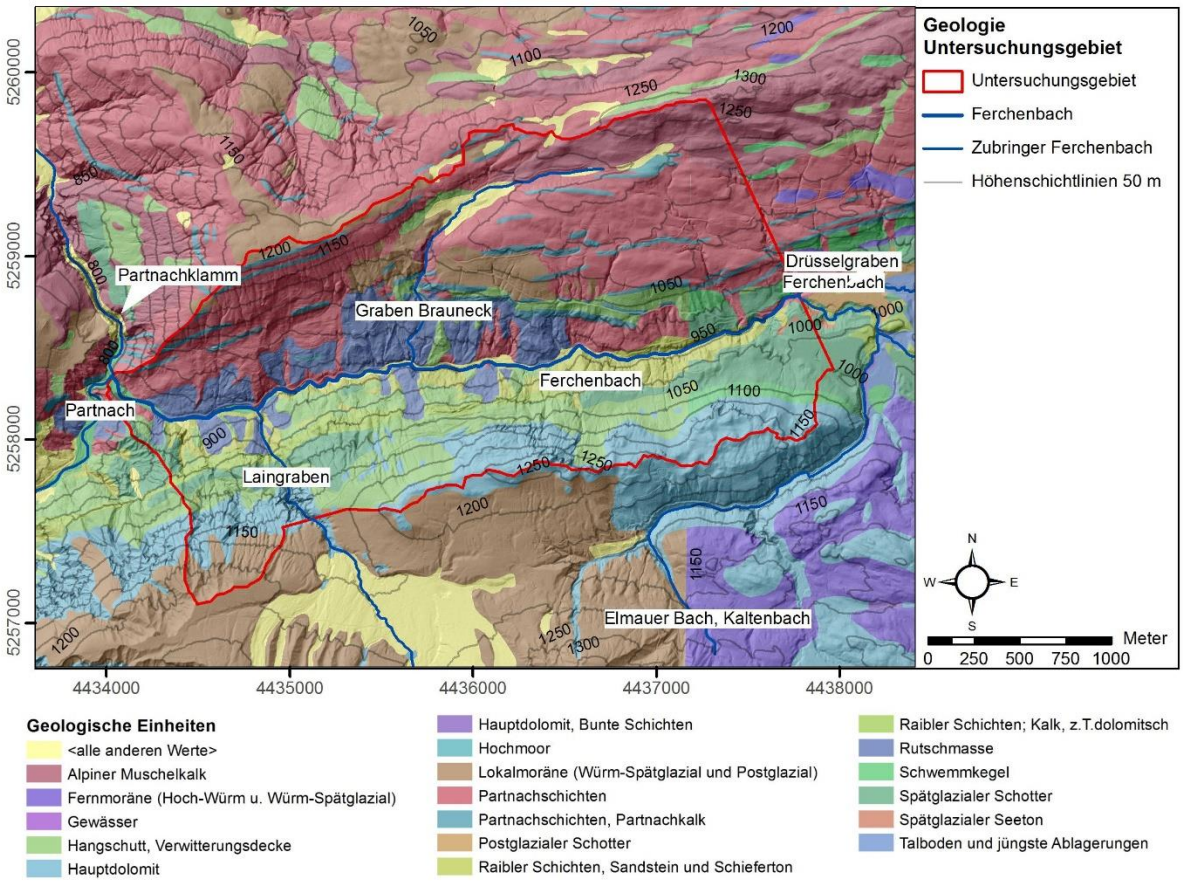

Abbildung 2: Geologische Einheiten im untersuchten Abschnitt des Ferchenbaches

Die unmittelbaren Einhänge sind im unteren Bereich durch Rutschmassen mit Konnektivität zum Gewässer geprägt. Weiter oben werden die Schichten immer wieder durch Schotter und Schwemmkegelablagerungen überlagert. In Summe können die Einhänge im betrachteten Teileinzugsgebiet hinsichtlich Rutschung und Erosion als sehr instabil charakterisiert werden (Abbildung 3).

Abbildung 3: Vergleich zwischen Partnachschichten (links) und Raiblerschichten (rechts). Beide Schichten sind ähnlich instabil, was beidseitig des Ferchenbaches zu zahlreichen Erosionsflächen und Rutschungsbereichen führt

1.4 Hydrologie

Das Einzugsgebiet liegt in einer der niederschlagsreichsten Gegenden Bayerns. Die mittlere jährliche Niederschlagssumme beträgt bis zu mehr als 2000 mm. Die Ursache für die hohen Niederschlagsmengen ist die Nordstaulage, die sich durch den im Süden unmittelbar angrenzenden Alpenhauptkamm ergibt. Nicht nur die Jahresniederschlagssumme sondern auch die Intensität der Niederschlagsereignisse können sehr hohe Werte annehmen.

Die in Richtung Westen verlaufende Fließstrecke im Untersuchungsgebiet beträgt rund 4,3 km, wobei die durchschnittliche Neigung im betrachteten Abschnitt bei rund 3,8 Prozent liegt. Die mittleren Neigungen der Einzugsgebietsfläche liegen bei rund 25°, wobei auch sehr große Gefälle (größer 40°) im Nahbereich des Gewässers auftreten können. Der niedrigste Punkt im Einzugsgebiet befindet sich auf 795 m ü. NN, die höchste Erhebung auf 1295 m ü. NN. Die morphologischen Eigenschaften entsprechen einem typischen Wildbach, der sich durch die rasch ansteigenden Wasserstände charakterisiert. Ein maßgeblicher Faktor für eine rasche Abflussbildung ist die Geländeneigung.

Der Boden und seine Eigenschaften sind für die Abflussbildung maßgebend. Die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Raibler- und Partnachschichten sind durch einen hohen Anteil an Tonen und Schluffen geprägt und weisen daher eine geringe Wasserdurchlässigkeit auf. Der dichte Untergrund ist für einen hohen Oberflächenabfluss verantwortlich. Dies spiegelt sich sehr eindrucksvoll in der Gerinnenetzdichte an den Einhängen des Ferchenbaches wider (Abbildung 4).

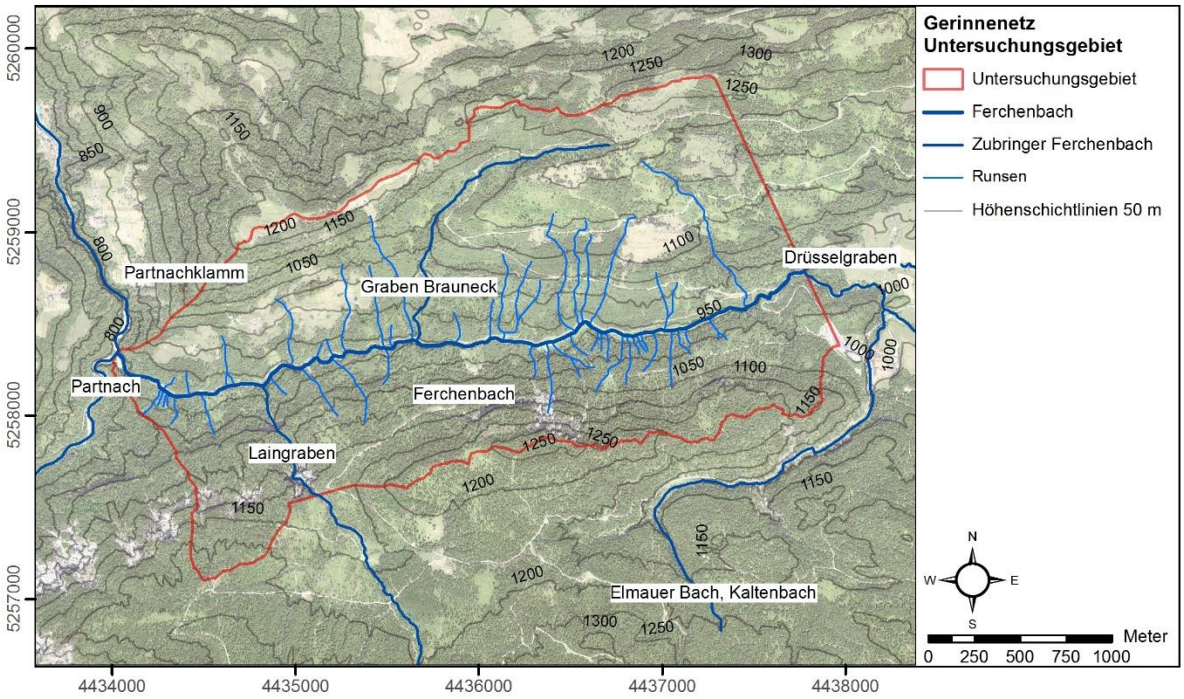

Abbildung 4: Gerinnenetz im Untersuchungsgebiet des Ferchenbaches

Im Gegensatz zum Boden hat die Flächennutzung im Einzugsgebiet eine dämpfende Wirkung auf den Abfluss. Der Großteil des Einzugsgebietes ist bewaldet (ca. 68 %), der restliche Anteil verteilt sich gleichmäßig auf Almflächen und alpine Felsfluren.

Dass etwaige Niederschläge durch die hohe Gerinnenetzdichte und den nur gering durchlässigen Boden an den Einhängen des Ferchenbaches schnell zu Oberflächenabfluss und einem hohen Direktabfluss führen, hat das Ereignis vom 12. Juni 2018 eindrucksvoll bewiesen. Nach einem starken Niederschlagsereignis über den südlichen Einhängen des Untersuchungsgebietes kam es in der Folge beim Pegel Partnach zu einem starken Abflussanstieg (Abbildung 5). Der Spitzenabfluss am Pegel wird um 16:00 Uhr MEZ mit 47 m³/s erreicht. Unter der Annahme, dass nur das Einzugsgebiet des Ferchenbaches ausgiebig beregnet wurde, kann nach Abzug des Basisabflusses der Partnach von einem Spitzenabfluss im Ferchenbach von rund 40 m³/s ausgegangen werden.

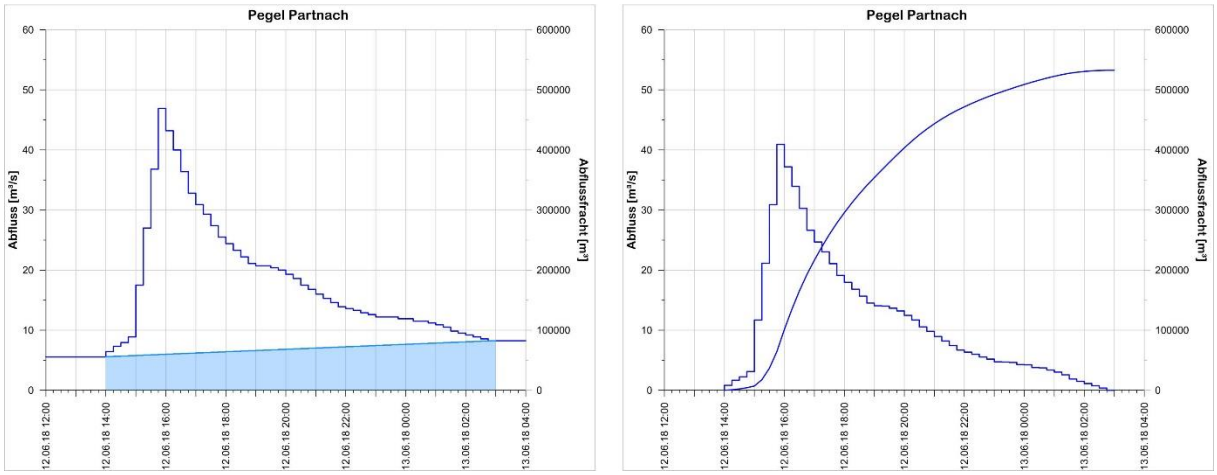

Abbildung 5: Links: Abfluss beim Pegel Partnach, der Spitzenabfluss von 47 m³/s wird um 16:00 Uhr MEZ erreicht; Rechts: Angenommener Abfluss im Ferchenbach um den Basisabfluss der Partnach bereinigt. Der Spitzenabfluss von gut 40 m³/s wird um 16:00 Uhr MEZ erreicht

Diese Annahme eines lokalen Starkniederschlagsereignisses wird durch die Niederschlagsanalyse des Karlsruher Instituts für Technologie (kurz KIT) gestützt. Das Zentrum des Starkniederschlages befindet sich am südlichen Rand des Untersuchungsgebietes, wobei die nördliche Hälfte direkt in den Ferchenbach entwässert wird. Der Niederschlag im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes und des Laingrabens gelangen im Mittel- und Unterlauf direkt in den Ferchenbach. Der Niederschlag, der durch den Elmauer Bach (Kaltenbach) entwässert wird, gelangt an der östlichen Grenze des Untersuchungsgebietes zusammen mit dem oberen Ferchenbach und dem Drüsselgraben in den Ferchenbach. Dabei kamen es zwischen 14:50 Uhr MESZ und 15:50 Uhr MESZ zu Niederschlagsintensitäten von größer 50 mm/h (Abbildung 6 links). Die Abflussspende des hydrologischen Einzugsgebietes beim Pegel Partnach liegt dabei zwischen einem HQ_5 und einem HQ_{10}. Wird nur das Einzugsgebiet des Ferchenbaches betrachtet liegt die Spende in der Größenordnung der 100-jährlichen Abflussspende der Partnach. Bei einem HQ_{100} des Ferchenbaches errechnet sich eine Abflussspende von 1,7 m³/s/km² und ein Gebietsfaktor von rund 7. Unter der Annahme, dass nur die Hälfte des Einzugsgebietes des Ferchenbaches zum Abflussgeschehen beigetragen hat, liegt der Gebietsfaktor nach Wundt ebenfalls bei 7, sodass der Abfluss des betreffenden Teileinzugsgebietes ebenfalls rund einem HQ_{100} entspricht. (Abbildung 6 rechts).

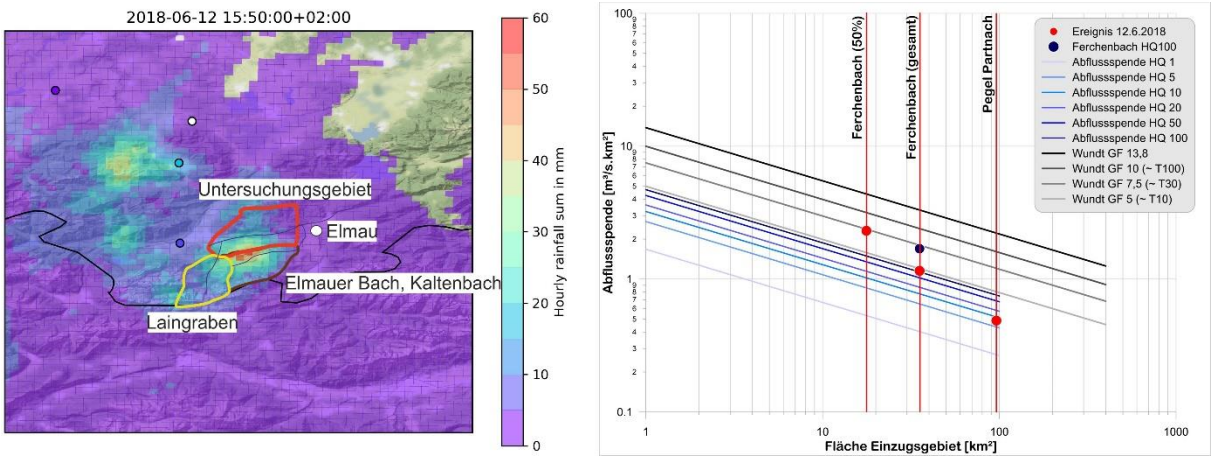

Abbildung 6: Links: Niederschlagsanalyse des KIT 2018 mit der Lage des Untersuchungsgebietes; Rechts: Jährlichkeit des Abflusses beim Pegel Partnach und des Ferchenbaches (ohne Basisabfluss Partnach) sowie unter der Annahme, dass nur die Hälfte des gesamten Einzugsgebietes des Ferchenbaches (rund 17,7 km²) zum Abfluss beigetragen hat

Die Abflusshöhe beim Abklingen der Abflusswelle betrug noch rund einen Meter bei der Brücke bei hm 3,2. Es ist schwer vorstellbar, wie das transportierte Wildholz während der Abflussspitze diese Brücke passieren konnte (Abbildung 7).

Abbildung 7: Links: Brücke bei hm 3,2 mit Messlatte (1 m, Blick in Fließrichtung); Rechts: Aufnahme der Brücke bei hm 3,2 während des Abklingens der Abflusswelle (Blickrichtung in Fließrichtung)

1.5 Wald und Vegetation

Das Einzugsgebiet des Ferchenbaches ist zu gut zwei Drittel bewaldet (Abbildung 8). Vegetationslose Flächen (~ 18 %) finden sich vor allem am südlichen Rand des Einzugsgebietes, das in diesem Bereich großteils aus Dolomit besteht. Auf den nördlichen Hängen und im Mündungsbereich des Drüsselgrabens auf Höhe Schloss Elmau gibt es neben Wald und vegetationslosen Flächen auch landwirtschaftlich genutzte Flächen (~ 8 %). Lediglich im Abflussbereich und in einem größeren Bereich östlich des Grabens in Richtung Brauneck befinden sich Flächen mit Ufervegetation und sonstigem Gehölz (~ 6 %).

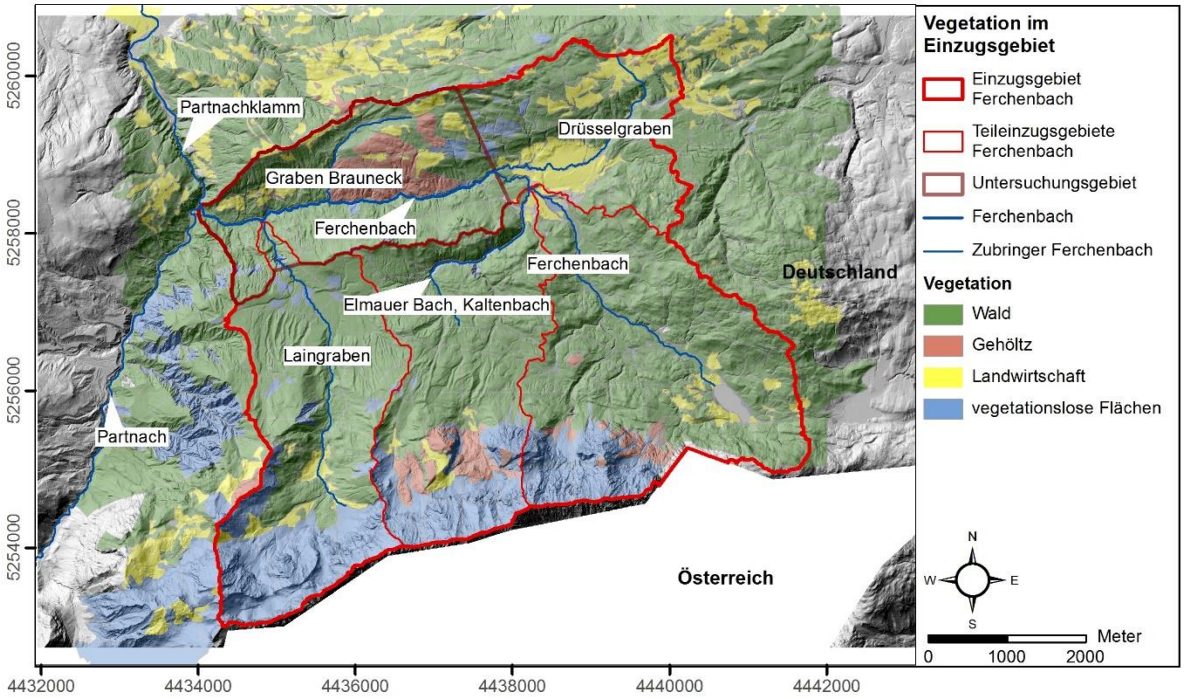

Abbildung 8: Vegetation im Einzugsgebiet Ferchenbach

Unabhängig von der aktuell vorhandenen Flächennutzung wurde im Rahmen des Projektes „Waldinformationssystem Nordalpen“ (kurz WINALP) eine flächendeckende Waldtypenkarte mit potenziell natürlichen Waldtypen erstellt. Für die unmittelbaren Einhänge entlang des Ferchenbaches wurden silikatische oder karbonatische Bergmischwälder als potenziell natürlicher Waldtyp ausgewiesen (Abbildung 9). Sie setzen sich aus Fichte, Tanne und Buche mit vereinzelt oder gruppenweise Bergahorn, Eschen oder Birken zusammen.

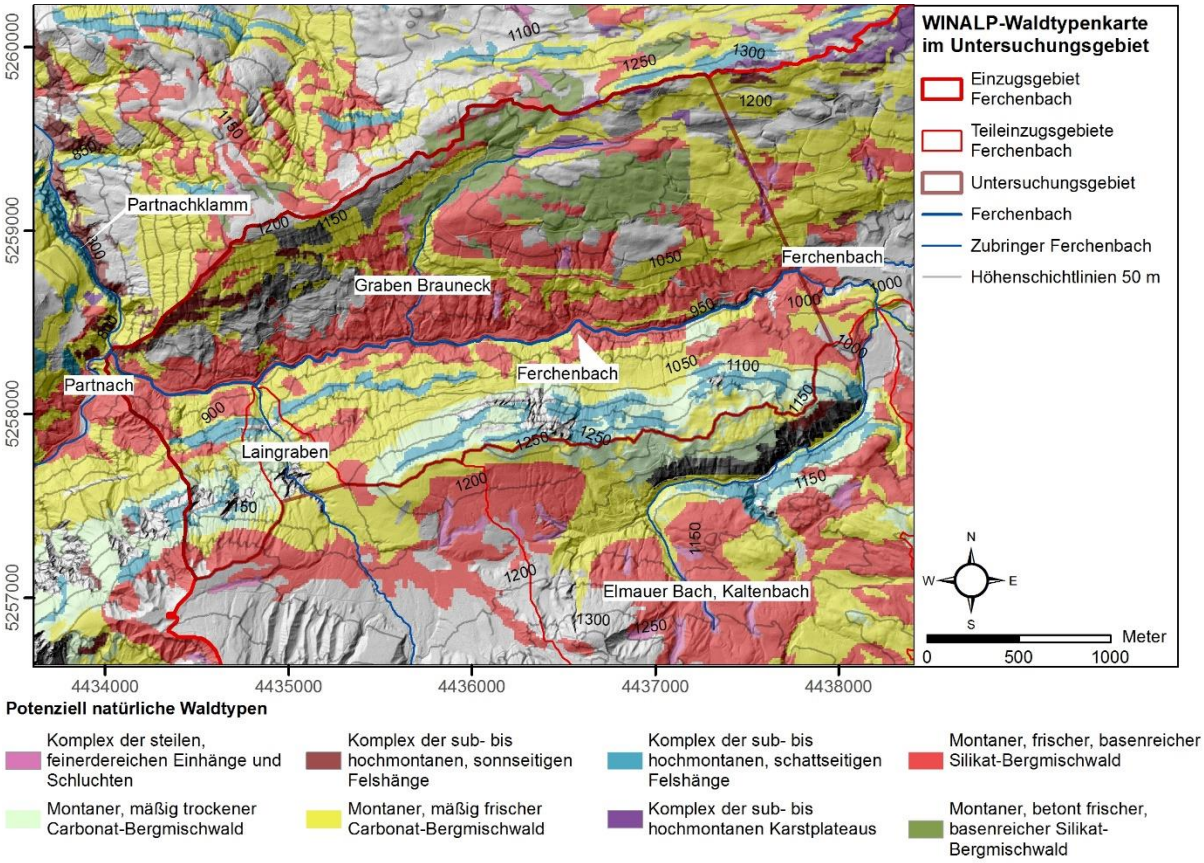

Abbildung 9: Vegetation laut WINALP-Waltypenkarte an den Einhängen im Untersuchungsgebiet

Der Vorrat dieser Waldtypen liegt laut der Waldtypenkarte im Mittel bei 0,045 bzw. 0,036 m³/m² (Tabelle 1).

Tabelle 1: Waldtypen laut WINALP-Waldtypenkarte im Untersuchungsgebiet des Ferchenbaches, dessen Vorrat, Fläche und Anteil

Bezeichnung	Vorrat [m³/m²]	Fläche [ha]	Anteil [%]
Montaner, frischer, basenreicher Silikat-Bergmischwald	0,045	185	31,1
Montaner, mäßig frischer Karbonat-Bergmischwald	0,036	183	30,8

Die restlichen rund 40 % verteilen sich auf die oberen Einhänge ohne Konnektivität zum Gerinne des unteren Ferchenbaches. Das gesamte Untersuchungsgebiet wird von den Bayrischen Staatsforsten bewirtschaftet. Flächen mit besonderen Bewirtschaftungsansprüchen finden sich im nordwestlichen Teil des Einzugsgebietes sowie am gesamten südlichen Einhang (Abbildung 10). Bei den Flächen im Nordwesten handelt es sich um Flora-Fauna-Habitat Gebiete (FFH), die dem Schutz von Tier- und Pflanzenarten, ihren Lebensräumen sowie der biologischen Vielfalt dienen sollen. Der

Südhang ist als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen, welches in erster Linie dem Schutz des Naturhaushaltes und seiner Funktionsfähigkeit dienen soll.

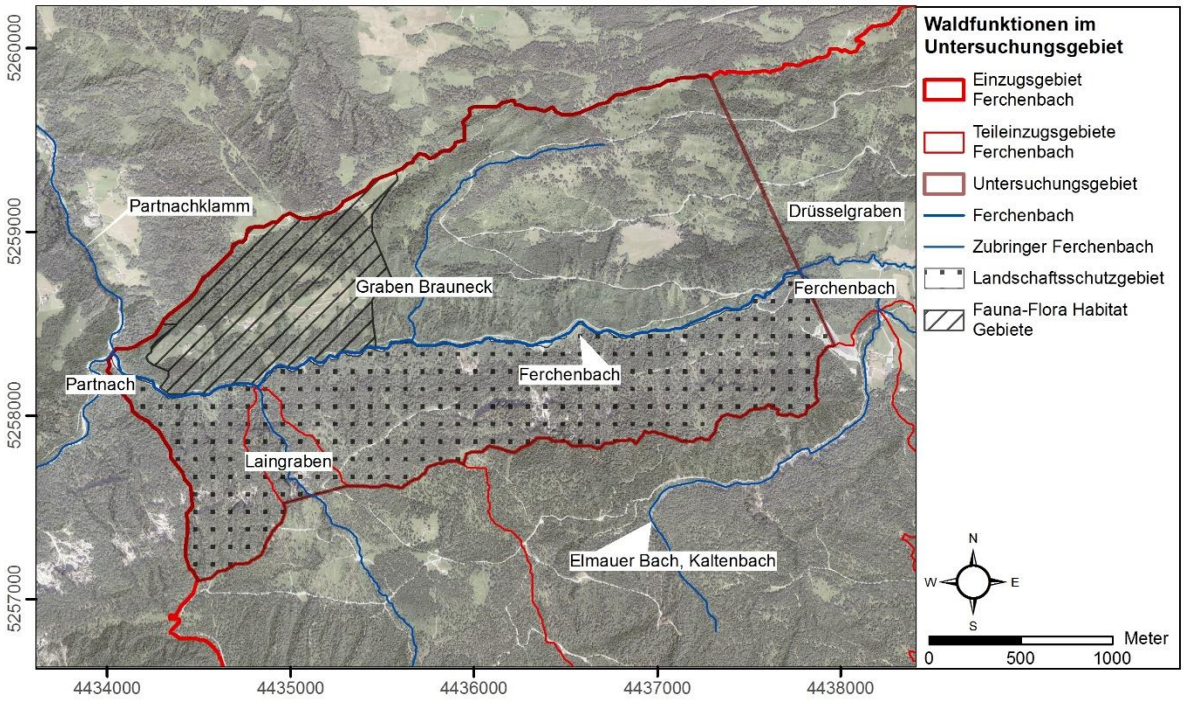

Abbildung 10: FFH Gebiete (schraffiert) und Landschaftsschutzgebiete (Punkte) im Untersuchungsgebiet

Neben dem Vorrat sind vor allem die Baumhöhe und der Durchmesser für die Abschätzung des Eintrages, der Mobilisierung, des Transportes und der Ablagerung (auch Verklausung) von großer Bedeutung. Da wir Seitens der Bayrischen Staatsforste keinen Zugriff auf die digitalen Bestandesdaten bekommen haben, wurde versucht im Rahmen einer kleinen Anzahl von Stichproben einige Parameter grob zu erheben. Zu diesem Zweck wurden insgesamt 16 Winkelzählproben durchgeführt. Die Aufnahme bestand aus den schwemmholzrelevanten Parametern Höhe und Durchmesser des Oberhöhenstammes sowie der Ansprache der Bestandesstabilität und des Totholzes. Dabei wurde das Untersuchungsgebiet mittels Orthofoto (Jahr 2015) in homogene Bestände eingeteilt und in jede dieser Teilflächen mindestens ein Probepunkt gelegt. Die Aufnahme dient in erster Linie zur Beurteilung der aktuellen Bestandesstabilität und deren Entwicklungstendenz sowie einer Abschätzung der Brusthöhendurchmesser und Höhen entlang der Gewässerstrecke.

Die Bestände auf den durchaus wüchsigen Einhängen im Untersuchungsgebiet sind dabei großteils als vital und mäßig vital einzustufen (Abbildung 11). Lediglich der Bestand auf den Rutschungsflächen wurde als nicht vital eingestuft, wobei der Vorrat und somit auch das Potenzial auf der westlichen Rutschung (Rutschung 2) als sehr gering einzustufen sind. Der Grund, warum 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 beeinträchtigt wurden, lassen den Großteil der südlichen Einhänge als mäßig vital erscheinen.

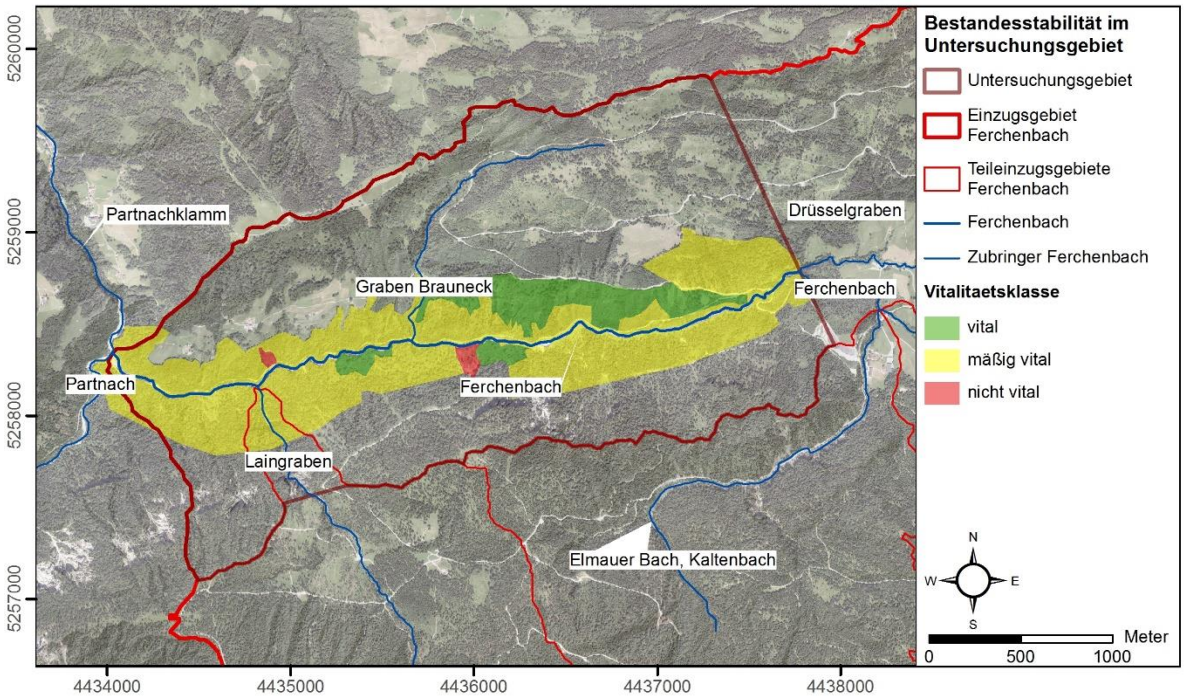

Abbildung 11: Einteilung des entlang des Ferchenbaches in Vitalitätsklassen

Zur Abschätzung der Entwicklung der Stabilität in den nächsten 10 Jahren wurde von allen Bäumen der Winkelzählprobe die Vitalitätsklasse, Entwicklungsphase, Entwicklungstendenz und eventuelle Schäden erfasst und die Bestandesstruktur (Schichtung) angesprochen. Gibt es keine forstlichen Eingriffe, ist auf einigen Flächen mit einer Verschlechterung der Bestandesstabilität zu rechnen (Abbildung 12). Grund sind die im Absterben begriffenen Eschen und Ulmen (Entmischung) und die hohe Konkurrenz durch Dichtstand – und folglich hohe Mortalitätsraten – ohne Eingriff. Es ist festzuhalten, dass sich nicht unbedingt der Bestand an sich negativ entwickelt, sondern dass es durch die negative Tendenz einiger Bäume zu mehr Totholz kommen kann.

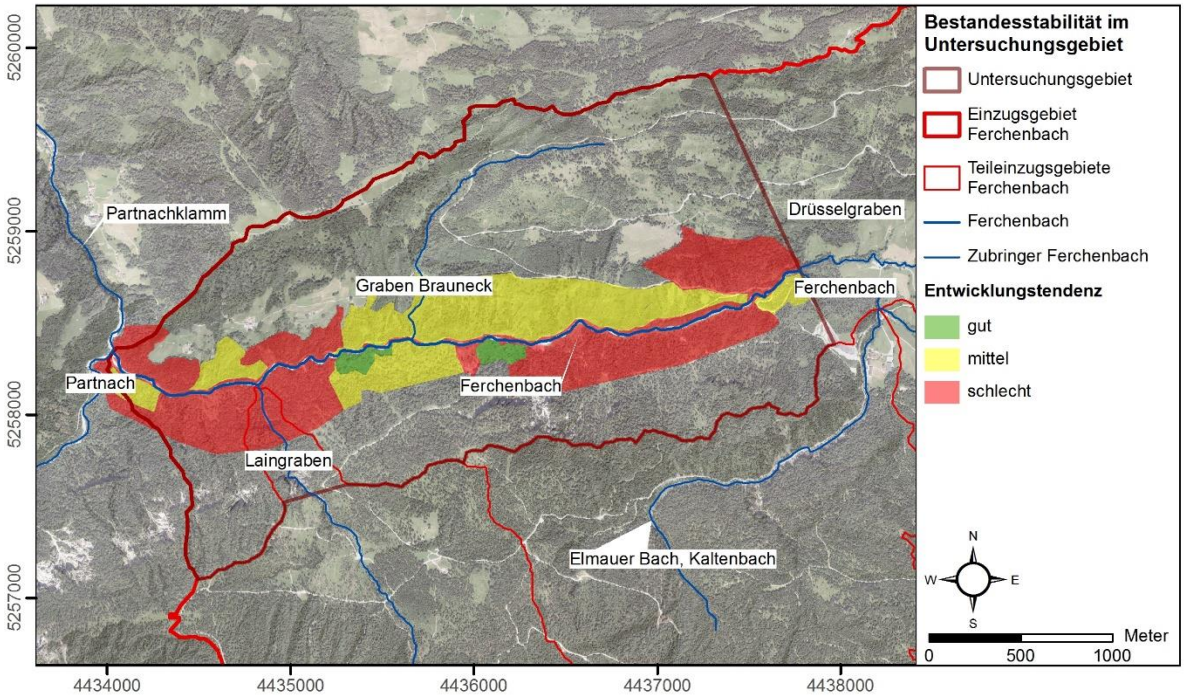

Abbildung 12: Kartierte Bestände an den unmittelbaren Einhängen des Ferchenbaches und Positionen der Winkelzählproben

Zusätzlich zu den Aufnahmen der Bestandesstabilität wurden im Radius von 15 m sowohl stehendes als auch liegendes Totholz angesprochen (Abbildung 13), welches das Wildholzpotenzial entsprechend erhöht. Es ist ebenfalls zu erwähnen, dass zusätzlich zur aktuell in der Mittel- und Oberschicht stattfindenden Entmischung durch das Ausfallen von Ulme und Esche auch das nur schwache Vorhandensein von Tanne und Bergahorn in der Verjüngung und in der Unterschicht langfristig negative Folgen haben wird.

Abbildung 13: Links: Totholz liegend am südlichen Einhang; Rechts: Käferbaum (heller Baum in der Mitte) und durch Wind geworfene und gebrochene Bäume (schräge Bäume)

Neben den Beständen an den Einhängen befindet sich im Bachbett und im Abflussbereich uferbegleitende Vegetation. Auf den durch das Abflussgeschehen regelmäßig

beanspruchten Bänken entlang des Gewässers sind fast ausschließlich Erlen mit einem Durchmesser von kleiner als 10 cm zu finden (Abbildung 14). Eschen sind durch das Eschentriebsterben in dieser Altersklasse kaum bis gar nicht vorhanden. Dies gilt sowohl für den Ferchenbach als auch für den Drüsselgraben.

Abbildung 14: Links: Erlen im Bachbett bei orographisch links hm 24,5; Rechts: Erlen am Einhang orographisch rechts bei hm 32,0

Bäume in dieser natürlichen Altersklasse (Jungbestand bzw. Dickung) kommen nicht nur im Abflussbereich vor. Eine große Fläche dieser Altersklasse befindet sich am orographisch linken Einhang zwischen einer großen Rutschung bei hm 23,1 und einer Brücke bei hm 39,9, wo bereits im Jahr 2012 ein Streifen von ca. einer Baumlänge (ca. 30 m) parallel zum Ferchenbach entfernt wurden (Abbildung 15).

Abbildung 15: Streifenbildung von ca. einer Baumlänge (rund 30 m) auf der orographisch linken Seite zwischen hm 23,1 und hm 39,9

Hier konnte sich in den vergangenen rund 6 Jahren zum Teil flächiger Bewuchs entwickeln. Auch auf seit längerem inaktiven Erosionsbereichen und Rutschungen gibt es dichte Dickungen aus Erlen (Abbildung 16).

Abbildung 16: Links: Erlenbewuchs orographisch links bei hm 6,4; Rechts: Erlenbewuchs orographisch links bei hm 19,8

1.6 Erschließung

Von Garmisch-Partenkirchen aus betrachtet ist der Ferchenbach für größere Maschinen nur über relativ lange Zufahrtsstrecken erreichbar. Es bieten sich zwei Varianten an: Von Osten über das Schloss Elmau kann der Ferchenbach im östlichen Bereich des Untersuchungsgebietes bei hm 39,9 (obere Ferchenbachbrücke) erreicht werden. Vom Zentrum Garmisch-Partenkirchen aus beträgt die zurückzulegende Distanz dieser Variante ca. 18 km. Ein Großteil dieser Strecke wird auf der B 2 und auf der asphaltierten Straße zum Schloss Elmau zurückgelegt. Die zweite Variante 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 (Abbildung 17).

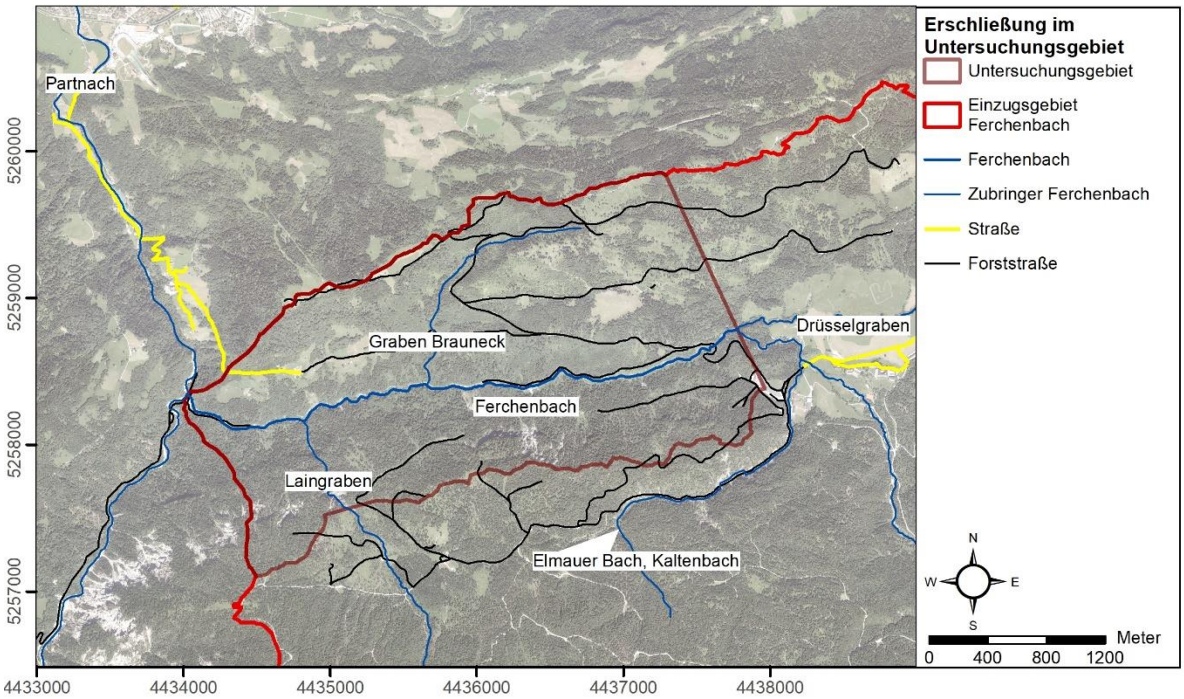

Abbildung 17: Aktuelle Erschließungssituation im Untersuchungsgebiet

Entlang des Ferchenbaches verläuft auf seiner orographisch rechten Seite eine aufgelassene Forststraße. Diese ist an einigen Stellen durch Rutschungen oder durch die Erosion des Straßenkörpers durch Zubringer komplett zerstört oder abschnittsweise durch Absackungen in einem schlechten Zustand. Der Abschnitt zwischen hm 5,8 und hm 23,1 ist dabei nicht befahrbar. Die befahrbaren Streckenabschnitte sind teilweise durch Erosionsrillen auf der Fahrbahn aufgrund der nicht mehr gearteten Entwässerung beschädigt. An einigen Stellen ist die Fahrbahn einseitig abgesenkt. Die Auslöser dafür sind Erosions- und Rutschprozesse an der talseitigen Böschung (Abbildung 18).

Abbildung 18: Links: Erosion auf Höhe hm 37,7; Rechts: Absackung durch Erosion des Ferchenbaches auf Höhe hm 36,6

Zur Bewirtschaftung der Waldflächen sind beide Talseiten durch jeweils eine Forststraße erschlossen. Orographisch rechts führt eine Forststraße von der oberen Ferchenbachbrücke (hm 39,9) nach Graseck. Die mittlere Entfernung von der Forststraße zum Bachlauf beträgt 350 m. Die orographisch linke Talseite ist von zwei Seiten erschlossen. Der westliche Teil ist über den Schachenweg erreichbar und die Forststraße, die den östlichen Bereich erschließt, führt vom Wanderparkplatz Elmau bis auf die Höhe des hm 32,0. Beide Trassen sind entlang der Höhenlinie 1100 m geführt. Bis auf die aufgelassene Forststraße parallel zum Ferchenbach sind alle Forststraßen in einem durchaus guten Zustand.

1.7 Zuständigkeiten

Die Interaktion von Wildbach und seinem Einzugsgebiet ist viel unmittelbarer als es bei anderen Gewässertypen der Fall ist. Daher ist es wichtig eine flächige/integrale Betrachtungsweise des Problems heranzuziehen. Bei einer flächigen Betrachtungsweise fällt das Aufgabengebiet in mehrere Kompetenzbereiche. Eine integrale Maßnahmenplanung müsste am Ferchenbach von 2 Verwaltungsbehörden (Wasserwirtschaftsamt, Bayerische Staatsforste) und der Gemeinde Garmisch-Partenkirchen getragen werden.

Laut dem Gewässerverzeichnis ist der Ferchenbach ein nicht ausgebauter Wildbach. Somit fällt der Unterhalt des Gewässers in den Kompetenzbereich der Gemeinde Garmisch-Partenkirchen. 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 Schwemmholzprozess bewegt sich durch beide Kompetenzbereiche. In einfachen Worten erläutert, steht der Baum am Stamm liegt die Verantwortung beim Forst. Wird derselbe Baum (z.B. durch eine Rutschung) in das Gewässer verlagert, wäre die Gemeinde für eine etwaige Räumung zuständig. Im Forstbereich entsteht das Schwemmholzpotential und im Gemeindebereich kommt es zur Gefährdung durch das Schwemmholz.

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.

Eine erfolgreiche Maßnahmenstrategie gegen das Gefährdungspotential durch Schwemmholz funktioniert nur über die Zusammenarbeit aller zuständigen Behörden.

2 Erläuterung der Wildholzproblematik

Die Ereignisse der Vergangenheit führen zur Schlussfolgerung, dass der Ferchenbach ein hohes Wildholzpotenzial aufweist. Zur Quantifizierung des Wildholzpotenziales und der Fracht wurden bereits Untersuchungen von Rimböck (2001), Huber (2018.) und Meyer & Rimböck (2014) angestellt. Diese Ergebnisse wurden im Rahmen einer Vorstudie durch das WWA (2018) adaptiert. Dabei wurden für das Einzugsgebiet des Ferchenbaches unterschiedliche Ansätze verfolgt und miteinander verglichen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Schwemmholzfracht [m³] und Schwemmholzpotenzial [m³] laut Vorstudien

Schwemmholzfracht [m³]				**Schwemmholzpotenzial [m³]**					
	Meyer und Rim-böck (2014)	Huber (2018.)			Meyer und Rim-böck (2014)	Huber (2018.)		WWA (2018)	Rim-böck (2001)
Shmod Standard	7855			Uchiogi	3328	358[1]	35800[2]	4416	
Shmod Worst Case	21081			Ricken-mann	927	2196		927	
Shmod Gemä-ßigt	894			Ricken-mann	5475	1000		3240	
Rickenmann		488		LASP					426
Rickenmann		1732[3]	2163[4]						

Es ist festzuhalten, dass bei den angeführten Ergebnissen unterschiedliche Einzugsgebietsgrößen angenommen wurden, was die voneinander stark abweichenden Ergebnisse zum Teil erklärt. Dabei hat Huber (2018) die gesamte Einzugsgebietsgröße des Ferchenbaches (ca. 35,8 km²) als Grundlage verwendet, in der Vorstudie des WWA (2018) wurde nur das Teileinzugsgebiet des unteren Ferchenbaches (inklusive Drüsselgraben) von 12,1 km² berücksichtigt. Da der überwiegende Anteil des Wildholzes im unteren Ferchenbach mobilisiert wird, wurde hier ergänzend das Wildholzpotenzial und die Wildholzfracht nur für die Fläche der Einhänge im unteren Ferchenbach (5,94 km², Abgrenzung z.B. in Abbildung 4 erkennbar) berechnet (Abbildung 19).

[1] Untere Grenze in Abhängigkeit von C=10 (HUBER, 2018)
[2] Obere Grenze in Abhängigkeit von C=1000 (HUBER, 2018)
[3] Untere Grenze in Abhängigkeit vom Abflussfracht (HUBER, 2018)
[4] Obere Grenze in Abhängigkeit vom Abflussfracht (HUBER, 2018)

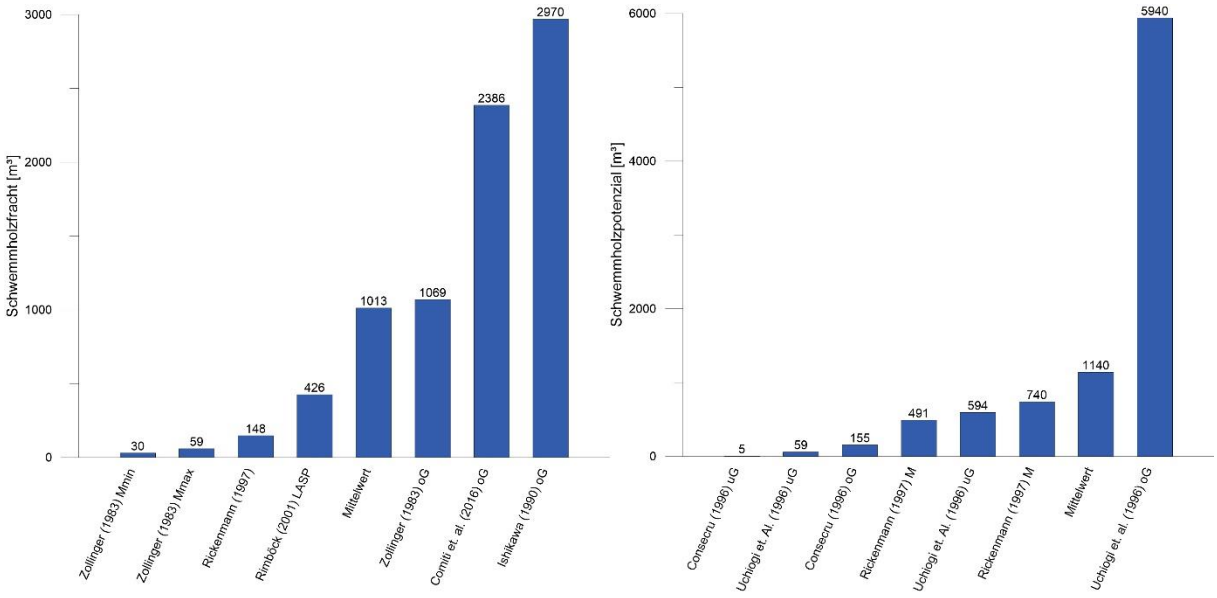

Abbildung 19: Ergebnisse der empirischen Formeln für die Schwemmholzfracht (links) und das Schwemmholzpotenzial (rechts); Teileinzugsgebietsfläche unterer Ferchenbach 5,94 km², die Standardabweichung liegt bei 1203 m³ bzw. 2135 m³ (Variationskoeffizient 1,19 bzw. 1,87). uG: untere Grenze; oG: obere Grenze; M: Mittelwert

Die Mittelwerte für das Schwemmholzpotenzial und die Schwemmholzfracht liegen mit 1013 m³ bzw. 1140 m³ eng zusammen. Der Mittelwert der Schwemmholzfracht deckt sich gut mit der geschätzten Schwemmholzfracht vom 12. Juni 2018 von rund 1000 m³.

2.1 Wildholzquellen

Bei der Begehung des Einzugsgebietes im September 2018 wurde der zu untersuchende Gewässerabschnitt (unterer Ferchenbach) sowie die Einhänge und Zubringer beidseitig abgegangen. Dabei wurden Rutschungsbereiche, Erosionsbereiche, Zubringer und im Gerinne liegendes Totholz kartiert und beschrieben. Die Auswertung dieser Daten soll in weiterer Folge als Grundlage für die Maßnahmenplanung im Einzugsgebiet dienen.

2.1.1 Erosionsbereiche und Rutschungen

Entlang der gesamten Gewässerstrecke des unteren Ferchenbaches kann es zu Erosionserscheinungen und Rutschungen kommen. Dabei gelangt das darauf stockende Holz nach und nach oder auf einmal in das Gerinne. Besonders gefährdet sind Prallufer, schmale und steile Gerinneabschnitte und Bereiche, an denen der Abfluss an die Einhänge abgedrängt wird. Diese Prozesse konnten auch beim Ereignis am 12. Juni 2018 beobachtet werden, wo es entlang der gesamten Strecke beidseitig immer wieder zu Erosionserscheinungen und Rutschungen und folglich zum Eintrag von Wildholz kam (Abbildung 20 und Anhang Abbildung 56).

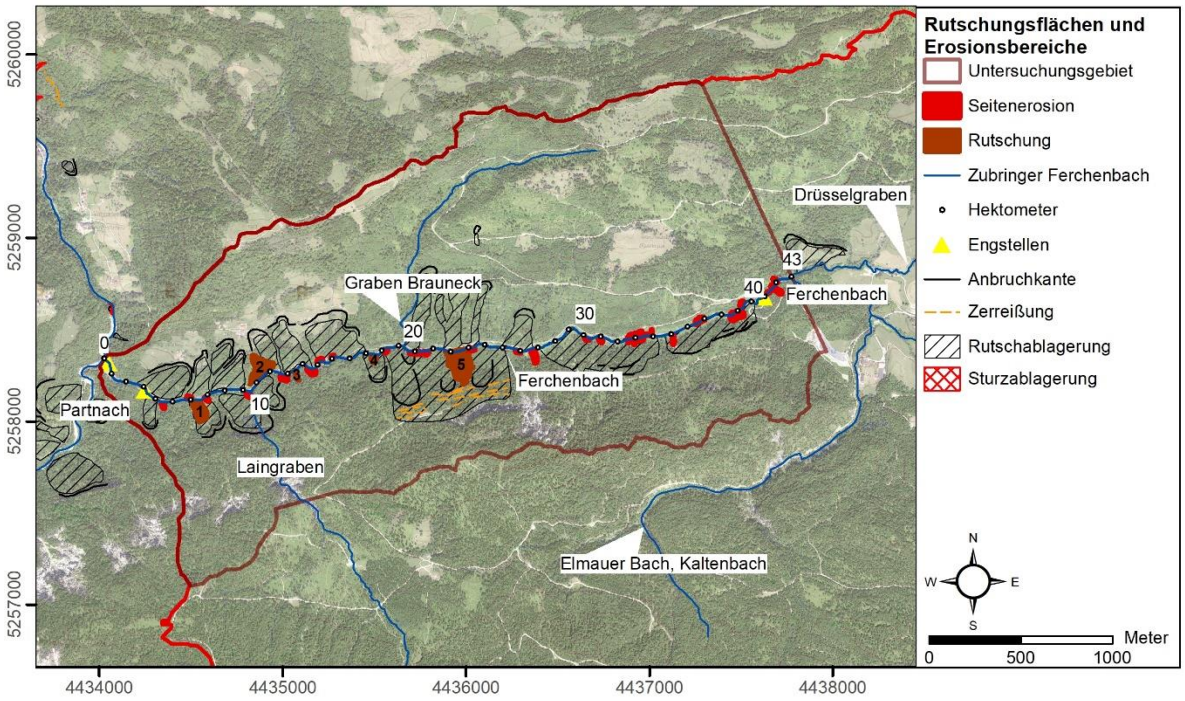

Abbildung 20: Übersichtskarte über die Erosionsbereiche und Rutschungen entlang des unteren Ferchenbaches nach dem Ereignis vom 12. Juni 2018

Große und kaum aktive Rutschungsbereiche können dabei oft nur mittels GIS (Schattenmodell oder durch Vergleich zweier Höhenmodelle unterschiedlicher Jahre) lokalisiert und kartiert werden. Akute Rutschungsbereiche in Gerinnenähe sind bei Außenaufnahmen hingegen leicht zu identifizieren und sind für die kurzfristige Maßnahmensetzung von besonderer Bedeutung. Bei der Begehung wurden fünf größere aktive Rutschungsbereiche festgestellt. Die Flächen reichten dabei von rund 500 m² bis zu fast 2 ha. Neben den zur Zeit sichtbaren und aktiven Rutschungen gibt es beidseitig zahlreiche Anrisskanten von Rutschungen, die sich meist in einem Bereich zwischen 850 und 1050 NN befinden (Abbildung 20). Bei der Begehung mit dem Geologen des LfU, Herrn Karl Mayer, wurden in diesem Bereich vermehrt Quellaustritte und Erosionsbereiche festgestellt (Abbildung 21). Grund dafür dürften wasserdurchlässige Schichten wie Hangschutt und Moränen auf einer wasserundurchlässigen Stauschicht sein. Die Lage der Austritte deckt sich mit den Anrisskanten aus der Georisk-Kartierung. Die Hänge unter diesen Kanten waren in der Vergangenheit schon in Bewegung (Rutschablagerung, Abbildung 20), weisen aber derzeit keine hohe Aktivität auf.

Abbildung 21: Quellaustritte am Südhang auf etwa 1000 m. ü. NN

Es ist nochmals festzuhalten, dass nur die aktiven Bereiche kartiert wurden. Prinzipiell kann es aber entlang der gesamten Gewässerstrecke zu Erosionen oder Rutschungen kommen, hauptsächlich aber an Prallufern, deren Hangfüße durch das Wasser erodiert werden und folglich immer wieder nachrutschen (Abbildung 22).

Abbildung 22: Links: Erosion an Außenkurven orographisch rechts bei hm 39,5 (Blickrichtung flussab); Rechts: Außenkurve orographisch links bei hm 23,0 (Blickrichtung flussauf)

Durch diesen Prozess des Nachrutschens kann es aber auch an normalerweise relativ unbeanspruchten Hängen durch das Abdrängen des Stromstrichs an den Gegenhang zu lateraler Erosion kommen. Dieser Prozess konnte vor allem am Rutschungsbereich 5 (Abbildung 20) beobachtet werden. Hier wurde der Abfluss durch eine Sekundärrutschung an das gegenüberliegende Ufer abgedrängt, wodurch die Forststraße unterspült und auf einer Länge von 70 m komplett zerstört wurde (Abbildung 23).

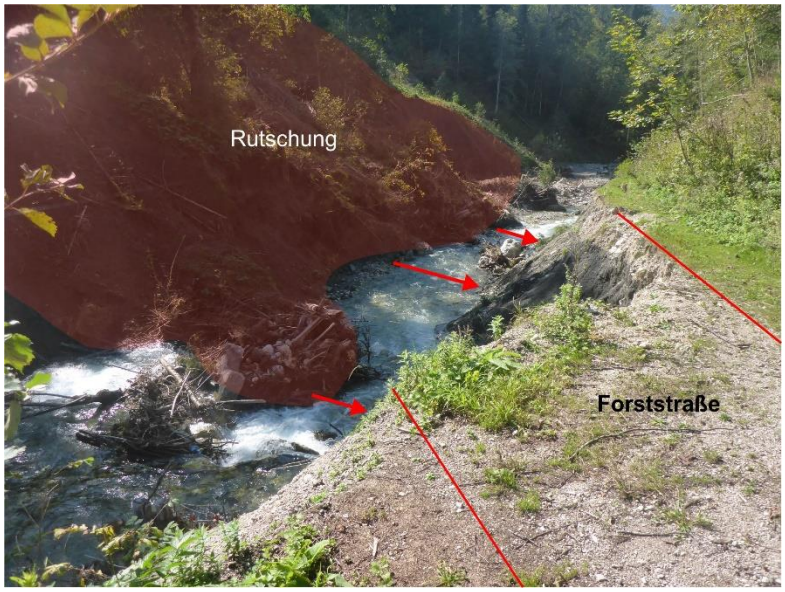

Abbildung 23: Die Rutschung 5 auf der orographisch linken Seite drängte den Abfluss an das gegenüberliegende Ufer. Dabei wurde die Forststraße auf ca. 70 m Länge zerstört (Blickrichtung flussab)

Aufgrund dessen muss die gesamte Gewässerstrecke – außer in flachen oder weiten Bereichen wie z.B. zwischen hm 0,0 und hm 3,2 – als potenzielle Geschiebe- und Wildholzquelle betrachtet werden.

Bei der rund 2 ha großen Rutschung (Rutschung 5) handelt es sich um eine Rotationsrutschung, deren Hangfuß immer wieder zu sekundären Rutschungen neigt (Abbildung 24).

Abbildung 24: Links: Sekundärrutschungen am Rutschbereich 5 orographisch links zwischen hm 21,8 und hm 23,1 (Blickrichtung flussauf); Rechts: Rutschungsbereich 5 von oben (Standpunkt auf Felskante)

Sie besteht seit dem Jahr 2013 und hat seither eine Bewegungsrate von rund 2,5 m pro Jahr. Die Bewegung dürfte vor allem im Frühjahr durch die auftretende Schneeschmelze – auch in Kombination mit Niederschlag – kontinuierlich stattfinden. Markante Felskanten über dieser Fläche (Abbildung 25 links) sind wahrscheinlich alte

Felszerreißungen oder alte Felsköpfe, deren Mulden durch Gletscher ausgeräumt wurden. Generell ist also der gesamte Einhang unterhalb der Felskanten in Bewegung, die Bereiche über den Kanten sind aber durch das Vorkommen von festem Gestein stabil. Auch hier konnten am oberen Rand der Rutschung Quellaustritte beobachtet werden (Abbildung 25 rechts), sie sind wahrscheinlich durch den Übergang vom stauenden Festgestein in das Lockermaterial entstanden.

Abbildung 25: Links: Rutschung 5 durch Felskante nach oben begrenzt; Rechts: Quellaustritte am Beginn des Rutschungsbereiches 5

Die Rutschungsbereiche 1, 3 und 4 (Abbildung 26 links und Abbildung 28) liegen ebenfalls auf der orographisch linken Seite, sind flächenmäßig aber weitaus kleiner (< 0,6 ha) und somit ist auch das Ausmaß der auftretenden Sekundärrutschungen gering. Bei der Rutschung 2 handelt es sich um eine ca. 1 ha große Fläche auf der orographisch rechten Seite. Sie ist nur teilweise bewaldet und der Einfluss von Sekundärrutschungen auf das gegenüberliegende Ufer dürfte durch die große Sohlbreite in diesem Bachabschnitt relativ gering sein (Abbildung 27).

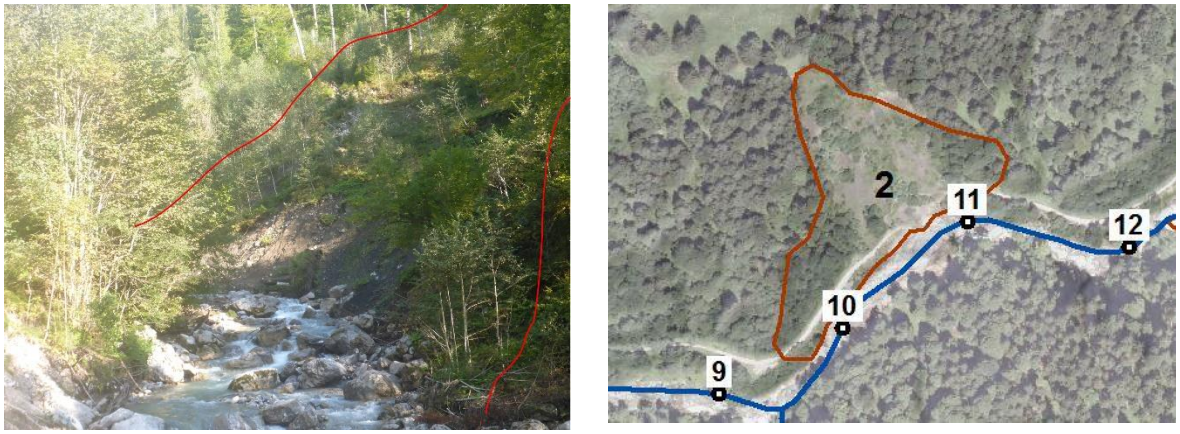

Abbildung 26: Links: Rutschbereich 1 orographisch links bei hm 6,2 (Blickrichtung flussauf); Rechts: Rutschbereich 2 orographisch rechts zwischen hm 9,7 und hm 11,2

Abbildung 27: Breites Bachbett (ca. 45 m) bei Rutschung 2 (orographisch Rechts, Blickrichtung flussab)

Abbildung 28: Links: Rutschbereich 3 orographisch links bei hm 12,3; Rechts: Rutschbereich 4 orographisch links bei hm 17,4

Beim Hochwasser am 12. Juni 2018 wurde auch die Sohle bis zu 60 cm erodiert (Abbildung 29). Durch diese Tiefenerosion können Hangbereiche durch das Nachrutschen des Hangfußes ebenfalls rasch mobilisiert werden. Es ist aber davon auszugehen, dass Tiefenerosion nur an schmalen und steilen Abschnitten vermehrt vorkommt.

Abbildung 29: Sohleintiefung bis zu 60 cm bei hm 22,8 (Blickrichtung flussauf)

Neben den durch den Abfluss ausgelösten Prozessen kann es entlang des Gewässers aber auch ohne große Abflusseinwirkung zum Nachrutschen der Einhänge kommen. Dabei spielt der materialspezifische Winkel der inneren Reibung der Raibler- und Partnachschichten, welcher die Grenzneigung eines Hanges / einer Böschung bezeichnet, eine wesentliche Rolle. Dabei gilt für mergelreiche und tonreiche Böden eine Grenzneigung von etwa 25 Grad. Wird diese überschritten, kann es auch ohne äußere Einwirkungen zum Nachrutschen kommen. Dieser Wert wird an den südlichen Einhängen praktisch entlang der gesamten Gewässerstrecke überschritten (Abbildung 30). Die Einhänge im Norden werden zwischen hm 3,2 und hm 39,9 durch die gewässerparallel verlaufende Forststraße unterbrochen. Durch den Einschnitt sind die Hänge oberhalb der Straße übersteilt und somit gefährdet. Die Einhänge zwischen der Forststraße und dem Bachbett überschreiten zwischen hm 3,2 und hm 17,0 sowie zwischen hm 32,0 und hm 43,0 den kritischen Neigungswert.

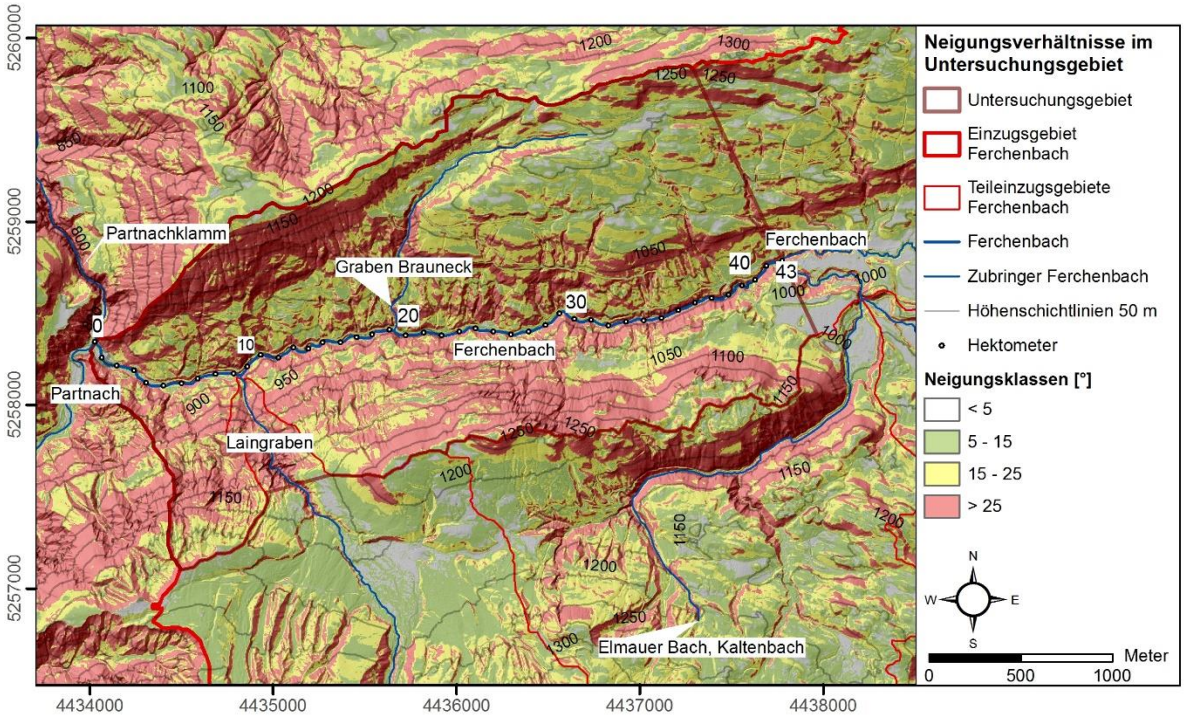

Abbildung 30: Neigungskarte (eingeteilt in Klassen) im Untersuchungsgebiet

Ist der Reibungswinkel größer als die Hangneigung, haben Bäume durch ihr Eigengewicht (Normalspannung größer Schubspannung) eine stabilisierende Wirkung auf Einhänge, dabei kann das Gewicht und die Stabilisierung durch Wurzeln als zusätzliche Kohäsion betrachtet werden (Medicus, 2009).

2.1.2 Zubringer und Runsen

Aufgrund der geologischen Situation (Raibler- und Partnachschichten) ist die Gewässernetzdichte auf den Einhängen des Ferchenbaches sehr hoch (Abbildung 4). Somit werden nur kleine hydrologische Einzugsgebiete entwässert, was in den einzelnen Runsen und Zubringern zu geringen Abflüssen führt. Ein Großteil dieser Zubringer sind intermittierend, führen also nicht dauerhaft Wasser, sondern springen bei Niederschlagsereignissen rasch an. Neben den unzähligen kleinen Runsen gibt es zwei größere Zubringer, den Laingraben und den Graben Brauneck. Jedoch können alle Runsen und Zubringer, bedingt durch die geologisch instabile Situation im Mündungsbereich zum Ferchenbach durchaus zu Tiefen- und Seitenerosion und folglich zu Wildholzeintrag führen. Dieser beschränkt sich jedoch nur auf maximal 40 Meter im Mündungsbereich und auf Wildholz geringer Dimensionen (Durchmesser bis 10 cm, Abbildung 31).

Abbildung 31: Links: Runse bei hm 34,2; Rechts: Runse bei hm 36,5

Wildholz größerer Dimensionen verbleibt vorerst in den Zubringern und Runsen (Abbildung 32) bis es durch Zerfallsprozesse zerkleinert und schließlich mobilisiert wird.

Abbildung 32: Links: Wildholz in Runse bei hm 27,1; Rechts: Eingetragenes aber nicht mobilisiertes Wildholz in Runse bei hm 26,7

Die Zubringer können vor allem Geschiebe durch Tiefenerosion und durch das Nachrutschen der Einhänge liefern, spielen aber aufgrund von geringen Holzmengen geringer Dimension als Wildholzquelle nur eine untergeordnete Rolle. Lediglich der Laingraben hat durch seine Einzugsgebietsfläche von rund 7,8 km² ein erhöhtes Wildholzpotenzial. Auf der Strecke zwischen der Mündung des Laingrabens in den Ferchenbach und einer natürlichen Barriere oberhalb kommt es auf einer Strecke von rund 250 m entlang des Grabens vermehrt zu starken Erosionserscheinungen.

Weitere kleine Runsen finden sich am südlichen Einhang beim Übergang vom Hauptdolomit zu den lockeren Ablagerungen (Hangschutt, Schotter), wo es zu Quellaustritten und Grabenbildung und folglich zu kleineren Erosionsbereichen kommt, welche aber keine Konnektivität zum Hauptgerinne aufweisen.

Neben dem Wildholzeintrag an den Südhängen führen die Zubringer an den nördlichen Einhängen zu anderen Problemen. Hier verläuft die Forststraße parallel zum Ferchenbach. Durch die nicht mehr durchgeführte Instandhaltung der Querentwässerung in den letzten Jahren wurden viele Entwässerungsrohre gänzlich verlegt, das Wasser konnte über die Straße abfließen und hat somit durch Erosion am Straßenkörper zu erheblichen Schäden geführt. Generell kann die Forststraße für die oberhalb liegenden Einhänge als Wildholzbarriere betrachtet werden.

Außerhalb des betrachteten Einzugsgebietes sind die von Osten kommenden Zubringer Drüsselgraben und der Ferchenbach kommend vom Ferchensee (oberer Ferchenbach) potenzielle Wildholzquellen. Der obere Ferchenbach vereint sich mit dem Kaltenbach etwa 650 m vor dem Mündungsbereich zum unteren Ferchenbach. Kurz nach der Vereinigung ist ein Wehr, die Strecke zwischen Wehr und Mündung in den Ferchenbach ist stellenweise sehr flach und weitläufig (Abbildung 33). Obwohl es nur zu geringen Wildholzeinträgen in diesen Abschnitt kommt, konnte sich im Laufe der Jahre Totholz ansammeln.

Abbildung 33: Links: Flaches Teilstück mit Wildholzablagerung im oberen Ferchenbach; Rechts: Flaches stabiles Teilstück im oberen Ferchenbach

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 (Abbildung 34) 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.

Abbildung 34: Links: Totholzablagerungen im Bachbett des Drüsselgrabens; Rechts: Grünholz durch Ufererosion im Bachbett des Drüsselgrabens

2.1.3 Holz im Abflussbereich und begrabenes Totholz

Dass das im Abflussbereich liegende Totholz schnell zu Problemen im Unterlauf führen kann, zeigt das Ereignis 2018. Neben dem Gerinneabfluss werden keine weiteren Eintragsprozesse wie Rutschungen oder Erosionen benötigt, um das Holz zu mobilisieren und flussabwärts zu transportieren. 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 35 links). Dabei sind es vor allem Wurzelstöcke aus den Einhängen, die eine lange Lebensdauer haben und während des Transportes auch kaum zerkleinert werden (Abbildung 36 und Abbildung 37). Ein Wurzelstock von ca. 5 m Durchmesser hat auch beim Ereignis am 12. Juni in der Partnachklamm zu einer Verklausung geführt (Abbildung 35 rechts).

Abbildung 35: Links: Schwemmholzablagerung an Flachstrecke bei hm 8,9; Rechts: Verklausung durch Wurzelstock in der Partnachklamm (Quelle: LfU)

Ähnlich große Stöcke befinden sich an den Einhängen der gesamten Gewässerstrecke. Grund dafür sind die zurückgebliebenen Stöcke nach dem Streifenschlag von vor

rund 8 Jahren orographisch links zwischen hm 23,1 und hm 39,9, als auch aufgearbeitete Bäume die während des Ereignisses in den Abflussbereich gekippt sind.

Abbildung 36: Links: Wurzelstock (Durchmesser 2,5 m) orographisch rechts bei hm 37,8; Rechts: erosionsgefährdeter Wurzelstock bei hm 33,1

Abbildung 37: Links: Wurzelstock (Durchmesser 3,5 m) im Abflussbereich bei hm 19,8; Rechts: Wurzelstöcke orographisch links bei hm 17,4

Ein großes Gefahrenpotenzial 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 23,1) und der Einmündung des Drüsselgrabens bei hm 43,0 beobachtet werden (Abbildung 38 und Abbildung 39). 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, hier kann dieser Eintragsprozess ausgeschlossen werden.

Abbildung 38: Links: begrabenes Totholz orographisch rechts bei hm 34,7 (ca. 2 m³/lfm, Blickrichtung flussab); Rechts: begrabenes Totholz orographisch rechts bei hm 36,7 (ca. 2 m³/lfm, Blickrichtung flussab)

Abbildung 39: Links: begrabener Baum orographisch links bei hm 37,0 (Mittendurchmesser ca. 30 cm, Blickrichtung flussab); Rechts: begrabener Stamm orographisch rechts bei hm 37,4 (Mittendurchmesser ca. 40 cm)

Auf der verbleibenden Gewässerstrecke zwischen hm 3,2 und dem Beginn der Rutschung 5 (ca. hm 21,8) konnte dieser Prozess ebenfalls beobachtet werden. Die Menge an Holz ist dabei auf der orographisch linken Seite generell höher, auf der nördlichen 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 orographisch rechts größere Mengen beobachtet.

Aufgrund der Aufnahmen muss angenommen werden, dass noch weit mehr Holz von den rutschenden Einhängen überschüttet wurde. Es wird im oberen Bereich (zwischen hm 23,0 und hm 43,0) orographisch links als auch orographisch rechts zwischen hm 33,0 und hm 43,0 eine Menge von 0,07 m³/lfm Gewässerstrecke angenommen. Das entspricht einem fiktiven Stamm von einem Mittendurchmesser von rund 30 cm – wie z.B. in Abbildung 39 links – der entlang der gesamten Gewässerstrecke unter den Einhänge begraben liegt. Für die Strecke orographisch links zwischen hm 23,0 und hm 3,2 wurden 0,05 m³/lfm (äquivalent zu einem Stamm mit einem Mittendurchmesser

von ca. 25 cm) und für die Strecke orographisch rechts zwischen hm 33,0 und hm 3,2 wurden 0,03 m³/lfm (äquivalenter Mittendurchmesser ca. 20 cm) angesetzt. Auf der Strecke von rund 8 km ergibt sich so insgesamt ein Schwemmholzpotenzial durch begrabenes Totholz von rund 260 fm (Tabelle 3).

Tabelle 3: Angenommene Holzmengen [m³] durch begrabenes Totholz entlang dem unteren Ferchenbach

Hektometer					
von	bis	orographisch Seite	[m³/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

Mit einem „Kompaktierungsfaktor“ von 2 (Umrechnung von fm in m³) errechnet sich eine Kubatur von rund 520 m³. Unter einer risikoaversen Betrachtung können bei einem Ereignis 50 % (260 m³) mobilisiert und somit zum errechneten Mittelwert von rund 1000 m³ addiert werden.

2.1.4 Schneeschub und Sturm

Durch die Lage am Alpennordkamm kommt es in der Gemeinde Garmisch-Partenkirchen zu beträchtlichen Schneehöhen. Durch den dabei auftretenden Schneeschub können bereits liegende Holzteile durch die hangabwärts gerichtete Bewegung von den Einhängen in den Abflussbereich transportiert werden. Aber auch stehende Bäume können durch diese Prozesse umgeworfen und weitertransportiert werden. Diese Prozesse (Lawinen, Schneegleiten- und Kriechen) treten beim Überschreiten von ca. 30° Grad Neigung auf, die Exposition der Hänge spielt bei Seehöhen unter 1500 m nur eine untergeordnete Rolle. Im Untersuchungsgebiet wird diese Neigung beidseitig entlang des gesamten unteren Ferchenbaches überschritten (Abbildung 40).

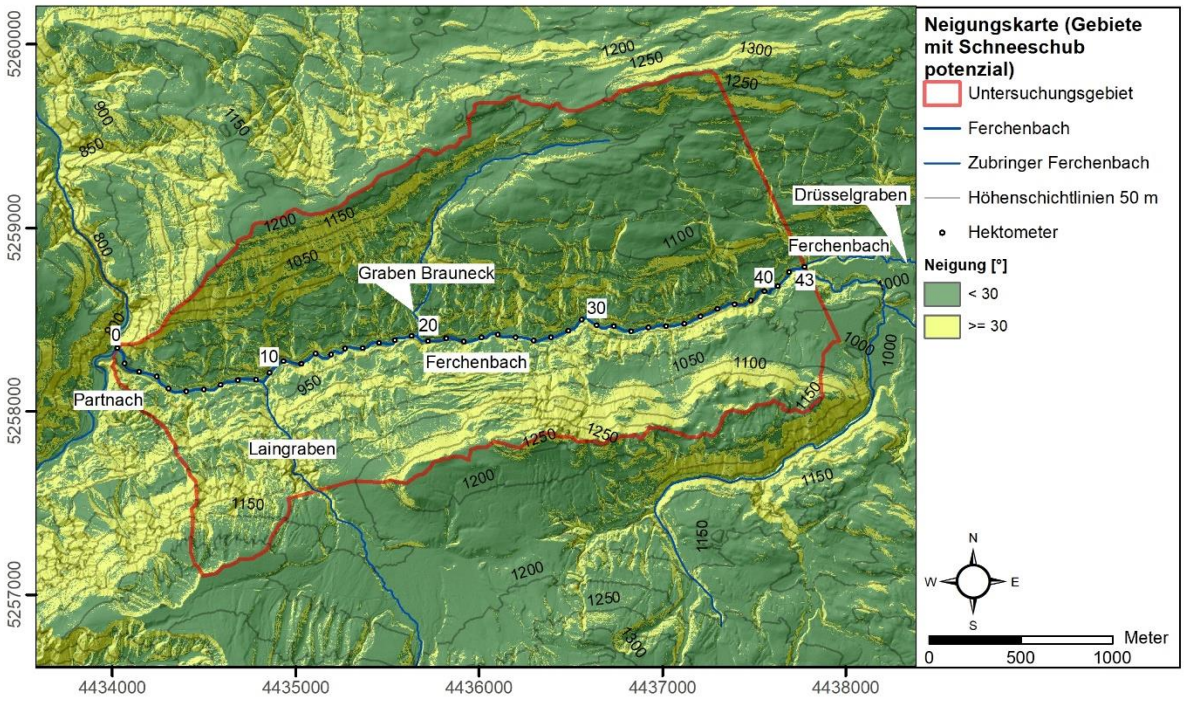

Abbildung 40: Potenzielle Bereiche mit Schneeschub definiert durch eine Grenzneigung von 30°

Wie schon beim Eintrag von Wildholz in den Abflussbereich durch Zubringer und Runsen, ist auch hier die Forststraße als Barriere für den Eintrag durch den Schneeschub anzusehen. Am südlichen Einhang ist jedoch auf weiten Teilen mit diesem Eintragsprozess zu rechnen. Neben dem Schub der Schneemassen kann auch die Last auf den Bäumen zum Bruch oder Wurf führen.

Das Einzugsgebiet des Ferchenbaches war – bis auf ein Sturmereignis im oberen nördlichen Einzugsgebiet vor 20–25 Jahren – in der Vergangenheit kaum von größeren schadhaften Sturmereignissen betroffen. Sollten solche Ereignisse zukünftig durch den Klimawandel häufiger auftreten, spielt die Neigung der Einhänge abermals eine wichtige Rolle. Der Anteil des Holzes, der durch Wurf bzw. Bruch der Bäume direkt über die Einhänge in den Abflussbereich gelangt, nimmt dabei mit der Geländeneigung zu. Gelangt das Holz auf Einhängen größer 30° nach einem Sturmereignis nicht direkt in den Abflussbereich, kann das liegengebliebene Holz im Winter durch den Schneeschub durchaus weitertransportiert werden.

Der flächendeckende Wald im Einzugsgebiet hat dabei eine puffernde Wirkung auf die Prozesse Schneeschub und Sturm. Ein Teil des Schneefalls bleibt in den Baumkronen und gelangt gar nicht auf den Waldboden, wodurch die Gefahr durch Schneeschub

stark abnimmt. Auch der Anbruch von Lawinen in bewaldeten Bereichen ist eher selten. Flächiger Bestand mit einem stufigen Übergang zu Freiflächen und einem gut ausgebildeten Trauf bietet bei einem Sturmereignis nur eine geringe Angriffsfläche.

2.2 Transport und Ablagerung

Durch die relative homogene Morphologie des Ferchenbaches kommt es kaum zu größeren Unterbrechungen bzw. Störungen im Transportgeschehen von Feststoffen. Die Kurvenradien der zahlreichen Kurven reichen aus, um längere Holzteile wie Stämme problemlos weiter zu transportieren.

Ablagerungen können aber aufgrund der relativ geringen Längsneigung (ca. 4 %) und durch die großen Baumlängen im Vergleich zur Gerinnebreite überall vorkommen. Auch einige Gerinneaufweitungen bringen das Schwemmholz punktuell zur Ablagerung. Durch Verklausungen an den Brücken bei hm 3,2 bzw. hm 39,9 könnte Holz temporär zurückgehalten oder abgelagert werden (Abbildung 41). Diese zwei Engstellen konnten aber beim Ereignis im Juni 2018 auch von langen Bäumen passiert werden.

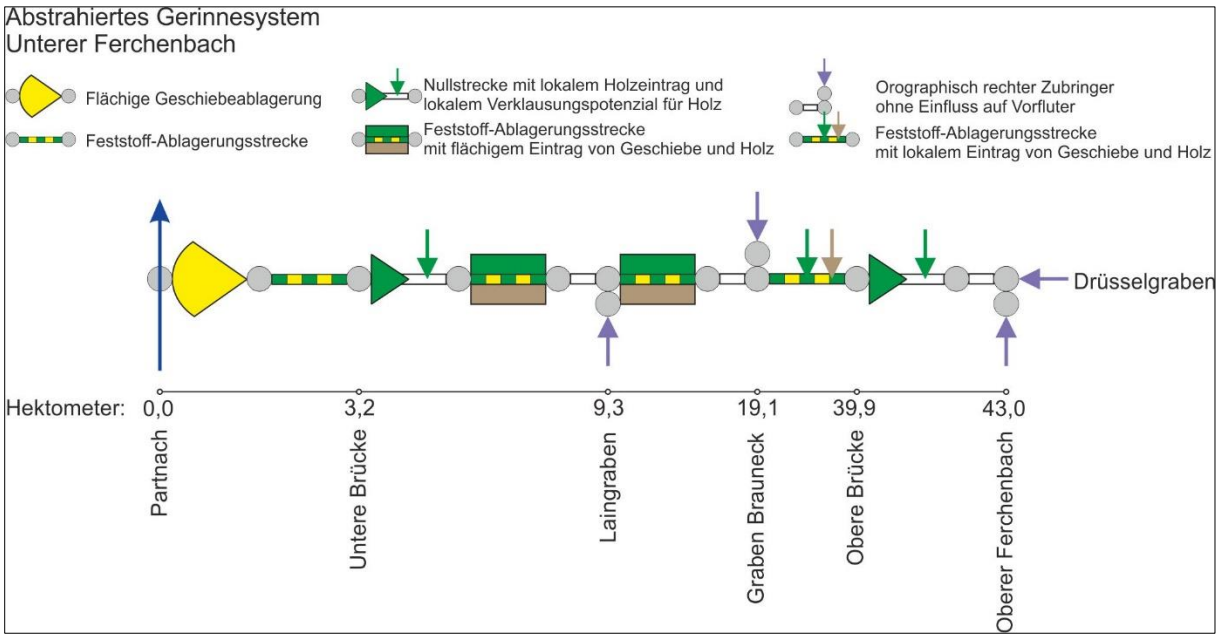

Abbildung 41: Abstrahiertes Gerinnesystem des unteren Ferchenbaches zwischen hm 0,0 und hm 43,0

Die Zerkleinerung der Holzteile hängt dabei von Parametern wie Gefälle, Rauigkeit, Linienführung des Gewässers, Art und Anteil der Feststoffe, Art und Qualität des Holzes und Länge bzw. Höhendifferenz der Fließstrecke ab. Die Höhendifferenz (und folglich die Längsneigung), die relativ kurze Fließstrecke (43 hm) sowie die Zusammensetzung des Geschiebes (hoher Feinanteil) lassen darauf schließen, dass das in den unteren Ferchenbach eingetragene und transportierte Holz nur langsam zerkleinert

wird. Auch der hohe Anteil von Grünholz (guter Zustand, höhere Elastizität) unterstreicht diese Vermutung. Für den Transport muss daher im Bereich von Engstellen von ganzen Stämmen mit hoher Bruchfestigkeit ausgegangen werden, was vor allem an den Brücken und in der Klamm zu großen Problemen führen kann. Da es sich bei den Beständen auf der orographisch linken Seite großteils um Hochwald handelt, kann angenommen werden, dass die Höhe des Mittelstammes der Bäume der Oberschicht zwischen 25 m und 35 m beträgt. Wird bei der Zerkleinerung von einer Halbierung der Länge ausgegangen, bleiben immer noch Stämme mit mindestens 12 m Länge übrig. Treffen diese quer zur Fließrichtung an ein Hindernis oder drehen dort, kommt es schnell zu Verklausungen und folglich zum Rückstau bachaufwärts. Im schlimmsten Falle brechen solche Verklausungen und gelangen dann schwallartig als Holzteppich in den Bereich der Partnachklamm, wo es unweigerlich zu weiteren Verklausungen kommen würde.

3 Abgeleitete Fragestellung

Durch die Begehung des Untersuchungsgebietes konnten die maßgebenden potenziellen Wildholzquellen entlang des unteren Ferchenbaches identifiziert werden. Welche Maßnahmen im Sinne einer integralen Einzugsgebietsbewirtschaftung mit Fokus auf die Reduktion des Wildholzpotenziales umgesetzt werden können, kann von folgenden zentralen Fragestellungen abgeleitet werden:

- Wie kann der Wildholzeintrag durch die Einhänge (Rutschungen und Erosionsflächen) und durch Zubringer und Runsen nachhaltig reduziert werden?

- Wie kann die Mobilisierung von Holz im Abflussbereich und folglich die Schwemmholzfracht reduziert werden?

- Kann die zu erwartende Schwemmholzfracht durch die Maßnahmen kurzfristig ausreichend reduziert werden oder sind weitere Maßnahmen notwendig?

- Welche Rolle spielt die aufgelassene Forststraße parallel zum unteren Ferchenbach bei der integralen Bewirtschaftung des Untersuchungsgebietes?

- Welche Maßnahmen können zur Sicherstellung der Reduktion der Schwemmholzfracht im Mündungsbereich zur Partnach getroffen werden?

4 Maßnahmen

Um das Hauptziel, die Reduktion des Schwemmholzpotenzials und der Schwemmholzfracht zu erreichen, ist eine integrale Einzugsgebietsbewirtschaftung notwendig, wo die beteiligten Akteure (Forst, Wasserwirtschaft und Gemeinde) zur Zusammenarbeit verpflichtet sind. Im Folgenden werden Maßnahmenvorschläge für die Bewirtschaftung der Einhänge, der Zubringer und des Abflussbereiches erstellt. Dabei wird auch auf die Rolle der Erschließung und von regelmäßigen Begehungen eingegangen. Ergänzend zu den Vorschlägen wird auch die Möglichkeit eines Wildholzrechens im Mündungsbereich zur Partnach in Betracht gezogen.

4.1.1 Erosionsbereiche und Rutschungen

Erosionsbereiche und Rutschungen können entweder direkt darauf befindliches Holz (sowohl stehend als auch liegend) als auch Holz aus den Nahbereichen in den Abflussbereich des Ferchenbaches eintragen. Um dies zu verhindern, ist es am einfachsten, einen Streifen parallel zum Ferchenbach von Bäumen gewisser Dimension freizuhalten, um den Eintrag aus den angesprochenen Bereichen zu reduzieren. Die Breite des Streifens ist dabei von der maßgebenden Baumlänge und der Neigung der Einhänge abhängig. Hiermit soll verhindert werden, dass Bäume auf Erosionsflächen durch weitere Erosion in den Abflussbereich gelangen. Auch Bäume, die nicht direkt auf Rutschungs- oder Erosionsflächen stehen, können durch Sturz/-Bruch auf Rutschungs- oder Erosionsbereiche oder direkt in den Abflussbereich gelangen. Reicht die Streifenbildung nicht aus, um diese Rutschungs- und Erosionsbereiche ausreichend abzudecken (zum Beispiel bei größeren Rutschungen), sollten die Bäume im Nahbereich zur Böschungskante ebenfalls entfernt werden. Dies kann sich aufgrund der Tatsache, dass sich die Rutschungen relativ langsam bewegen, auf die unteren 50 m zum Ferchenbach beschränken. Bei der Streifenbildung besteht jedoch die Gefahr, dass es durch die fehlende Baumschicht vermehrt zu Erosionserscheinungen kommen kann. Wie das Beispiel der bereits in der Vergangenheit getätigten Streifenbildung von ca. einer Baumlänge entlang des orografisch linken Bereiches zwischen hm 23,1 und hm 39,9 zeigt, wird sich rasch flächendeckender Bewuchs aus Erlen und vereinzelt Buchen, Fichten, Eschen, Birken, Tannen und Weiden ausbilden. Somit wird zumindest der Einfluss der Oberflächenerosion kurzfristig verringert. Insgesamt hat dies aber nur einen geringen Einfluss auf die Stabilität der Einhänge. Um dem entge-

genzuwirken, sollte langfristig eine Art Niederwald aus stockausschlagfähigen Baumarten angestrebt werden, welche beim Nachrutschen der Einhänge nur Holz geringer Dimensionen (Durchmesser und Höhen) liefern. Das Einzugsgebiet des Ferchenbaches gilt bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht als stark sturmanfällig. Um den Unsicherheiten des Klimawandels entgegenzuwirken und langfristig stabile Bestände an den Einhängen zu schaffen, sollte der Übergang vom Niederwald in den angrenzenden Hochwald stufig gestaltet werden.

Die Maßnahmen zur Reduktion des Potenziales entlang der Einhänge können wie folgt ausgeführt werden (Abbildung 42):

- Puffer 1: Orographisch rechts zwischen hm 3,2 und hm 39,9: Entfernung der Bäume (BHD größer 20 cm) zwischen Forststraße und Ferchenbach.

- Puffer 2: Orographisch links zwischen hm 3,2 und hm 23,1: Streifenbildung von einer Baumlänge (ca. 30 m).

- Puffer 3: Orographisch links zwischen hm 23,1 und hm 39,9: Entfernen der durch die Streifenbildung zurückgebliebenen Wurzelstöcke auf bereits rutschenden Einhängen.

- Puffer 4: Beidseitig zwischen hm 39,9 und hm 43,0: Entfernung des Bestandes von einer Baumlänge, sowie der Wurzelstöcke auf bereits rutschenden Einhängen. Hier besteht die Gefahr einer Verklausung im Bereich der Brücke bei hm 39,9, da das vorher eingetragene Holz auf der kurzen Strecke nur geringfügig zerkleinert wird.

- Beidseitig zwischen dem Mündungsbereich in die Partnach (hm 0,0) und der Brücke bei hm 3,2: Hier handelt es sich um eine flache Teilstrecke, wo die Einhänge durch Abfluss nicht beansprucht werden. Der Wald im flachen Mündungsbereich ist stabil, es sind zur Zeit keine Maßnahmen erforderlich.

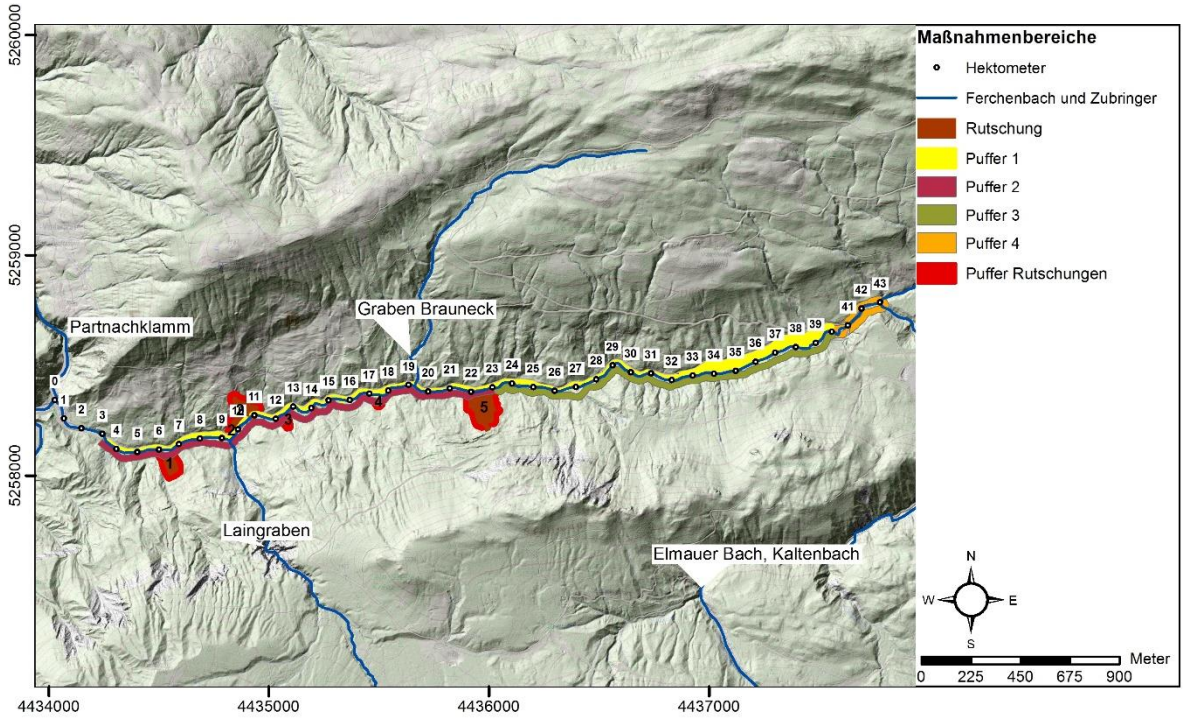

Abbildung 42: Maßnahmenflächen entlang des Gewässers und der Rutschungen

Die Rutschungen können auch durch größeren technischen Aufwand nicht stabilisiert werden. Es ist darauf zu achten, dass neben dem Geschiebe nur wenig Wildholz eingetragen wird. Der Geschiebeeintrag lässt sich aber kaum verhindern.

Rutschung 5 (zwischen hm 21,8 und hm 23,1):

Bei der ca. 2 ha großen Rutschung befindet sich eine beträchtliche Menge an Holz, welches aber nicht mittelbar in den Ferchenbach gelangen dürfte. Das Holz am Rücken der Rotationsrutschung (Abbildung 43 links) braucht bei einer angenommenen Bewegungsrate von rund 2,5 m pro Jahr noch mindesten 10 Jahre bis es in den Ferchenbach gelangt. Die Situation auf der Rutschungsstirn sieht hingegen anders aus. Hier wurde zwar ein Großteil des Holzes schon entfernt, durch die immer wieder auftretenden Sekundärrutschungen gelangt jedoch das Restholz inklusive der verbliebenen Wurzelstöcke in das Gerinne (Abbildung 43 rechts). Hier soll das Holz und die Wurzelstöcke auf der Rutschungsstirn entfernt werden.

Abbildung 43: Links: Holz im mittleren Bereich der Rutschung; Neigung der Bäume in Richtung Einhang aufgrund der Rotationsbewegung der Rutschung; Rechts: im Nahbereich des Bachbettes (Gefahr durch Sekundärrutschungen) befindliches Holz und Wurzelstöcke

Eine weitere empfehlenswerte Maßnahme wäre die Räumung der Bäume im Nahbereich der Anrisskante (eine Baumlänge). Die Bäume im oberen Bereich sind aber schlecht zugänglich und der Abtransport des Holzes nur mittels Seilbahnen möglich. Da es nicht sinnvoll ist, die Bäume hier zu fällen und aufgrund des hohen Aufwandes anschließend liegen zu lassen, ist diese Maßnahme wenigstens im Nahbereich (50 m) des Ferchenbach durchzuführen. Die Anbruchkante im oberen Bereich ist durch den anstehenden Dolomit stabil und muss nicht behandelt werden.

Rutschung 1 (hm 6,2), 3 (hm 12,3) und 4 (hm 17,4):
Diese Rutschungsbereiche sind aktuell unbewaldet und ohne größere Wurzelstöcke (Abbildung 26 links und Abbildung 28). Hier sollten lediglich Bäume im Bereich von 15 m (halbe Baumlänge) zur Anrisskante entfernt werden um zu verhindern, dass durch Erosionserscheinungen am Hangfuß Bäume in den Rutschungsbereich und später in den Ferchenbach gelangen.

Rutschung 2 (zwischen hm 10,4 und hm 11,0):
Diese Rutschung scheint wenig aktiv zu sein. Eine regelmäßige Beobachtung der Rutschung ist notwendig, zur Zeit sind jedoch keine weiteren Maßnahmen notwendig.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen sollen je nach Aktivität der Erosionsbereiche und Rutschungen wiederholt und der aktuellen Situation angepasst werden. Dabei ist es wichtig, das geschlagene Holz nicht auf den Flächen liegen zu lassen, da es als liegendes Totholz auch in den Abflussbereich eingetragen werden kann. Alternativ zum Abtransport des geschlagenen Holzes können die Stämme zur Hangstabilisierung im

Abflussbereich verwendet werden. Diese Maßnahme könnte zwischen hm 23,1 und hm 39,9 zur Instandsetzung und Stabilisierung der Forststraße getätigt werden. Auch die Wurzelstöcke aus bereits rutschenden Einhängen können zusammen mit Stahlseilen, Piloten oder Grobsteinen zur Sicherung der Einhänge verwendet werden. Inwieweit diese technisch und wirtschaftlich realisiert werden kann, muss nach der Entscheidung, ob die Forststraße wenigstens teilweise erhalten werden soll, vor Ort abgeklärt werden. Kann das Holz weder abtransportiert noch verbaut werden, kann es auch in 1 bis 2 m große Bloche gesägt werden. Die Menge soll hier allerdings nicht zu groß ausfallen, womit das Zersägen des durch die Streifenbildung anfallenden Holzes nicht in Frage kommt. Es ist bei Nutzungen ebenfalls darauf zu achten, dass das Holz und der Schlagabraum nicht in Gewässernähe oder im Bereich von Rutschungen oder erosionsgefährdeten Einhängen zwischengelagert werden.

Ingenieurbiologische Maßnahmen:

Erosionsbereiche treten im Ferchenbach beidseitig fast entlang der gesamten Gewässerstrecke auf (Abbildung 44). Aufgrund dessen ist der Aufwand durch Verbauungen mittels Längsbauwerken zur flächendeckenden Stabilisierung der Einhänge im Untersuchungsgebiet nicht zu rechtfertigen.

Abbildung 44: Links: Erosionsbereich orographisch rechts an Außenkurve bei hm 39,8 (Blickrichtung flussabwärts); Rechts: langgestreckter Erosionsbereich bei hm 36 orographisch rechts (Blickrichtung flussaufwärts)

Tabelle 4: Zusammenfassung und Priorität der Maßnahmen an den Einhängen um den Wildholzeintrag durch Rutschungen und Erosionen zu verringern

Bezeichnung	Hektometer		orographische Seite/Ort	Maßnahme	Priorität
	von	bis			
Puffer 0	0,0	3,2	beidseitig	Keine Notwendigkeit	
Puffer 1	3,2	39,9	rechts	Bäume größer 20 cm Durchmesser sind zwischen Forststraße und Ferchenbach zu entfernen.	mittel
Puffer 2	3,2	23,1	Links	Streifen von einer Baumlänge (ca. 30 m) entfernen	hoch
Puffer 3	23,1	39,9	links	Entfernen der durch die Streifenbildung zurückgebliebenen Wurzelstöcke auf bereits rutschenden Einhängen.	hoch
Puffer 4	39,9	43,0	beidseitig	Entfernung Bestand von einer Baumlänge sowie der Wurzelstöcke auf bereits rutschenden Einhängen.	mittel
Puffer Rutschung 5	21,7	23,2		Entfernen des Holzes (> 20 cm BHD) und der Wurzelstöcke auf dem Bereich der Sekundärrutschung. Entfernung der Bäume im Bereich von einer Baumlänge zur Abrisskante der Rutschung. Zumindest aber auf den unteren 50 m zum Ferchenbach.	hoch
Rutschung 2	9,7	11,2		Nur Begehung notwendig	niedrig
Rutschungen 1, 3 und 4				Entfernung der Bäume im Bereich einer halben Baumlänge zur Anbruchkante.	niedrig

4.1.2 Zubringer und Runsen

Damit durch die Zubringer und Runsen die ohnehin schwierig einzuschätzende Situation nicht weiter verschärft wird, ist es notwendig das Wildholzpotenzial an den erosionsgefährdeten Zubringern zu reduzieren. Dabei haben der Drüsselgraben, der obere Ferchenbach und Runsen mit bereits sichtbaren Erosionserscheinungen im Mündungsbereich zum Ferchenbach erhöhte Priorität. Der Laingraben, der Graben Brauneck und stabile Runsen müssen regelmäßig begangen werden, benötigen aber zum jetzigen Zeitpunkt noch keine weiteren Eingriffe (Abbildung 45).

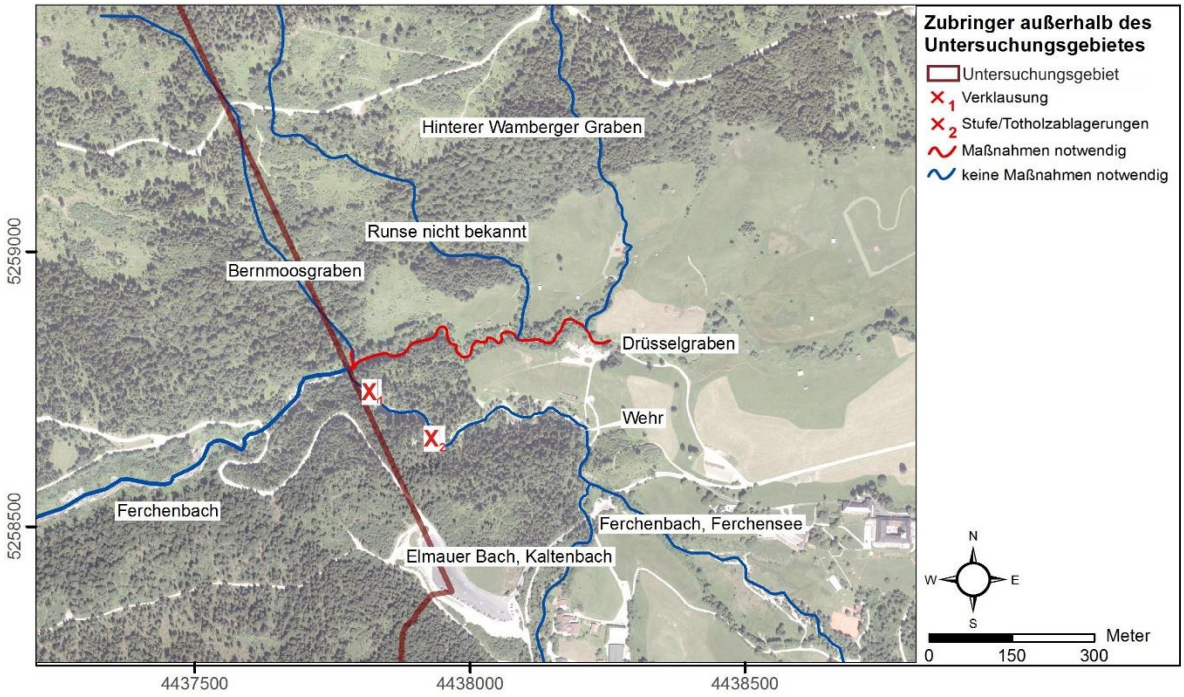

Abbildung 45: Drüsselgraben und Zubringer; in Rot: Bereiche in denen Maßnahmen gesetzt werden sollten

Drüsselgraben:

Die rund 650 m Fließstrecke zwischen der Mündung in den Ferchenbach und den landwirtschaftlich genutzten Flächen bei Elmau (Abbildung 45) zeichnet sich durch einen hohen Wildholzanteil aus. Dabei handelt es sich sowohl um Totholz, welches schon länger im System verweilt, als auch durch Erosionsprozesse frisch eingetragenes Grünholz. Da auch der Drüsselgraben im Bereich der Partnachschichten und postglazialem Schotter liegt, ist hier in Zukunft mit starker Seitenerosion zu rechnen. Daher sollen Bäume im Bereich von 2 m zur Böschungskante entfernt werden. Bereits im Bachbett befindliches Holz muss entweder entfernt oder in ein bis zwei Meter lange Teile zersägt werden. Des Weiteren befindet sich im Bachbett und an den Einhängen stehendes Totholz, das durch Sturmereignisse oder durch den natürlichen Zerfall früher oder später ins Bachbett gelangen wird. Die beiden von Norden kommenden Zubringer des Drüsselgrabens neigen ebenfalls zu Tiefen- und Seitenerosion, der Abfluss reicht allerdings nicht aus, um Wildholz mit einem Durchmesser größer 20 cm zu mobilisieren. Ein dritter nördlicher Zubringer – der Bernmoosgraben – konnte in der Vergangenheit eine beträchtliche Menge an Geschiebe und Wildholz mobilisieren und im Mündungsbereich zum Drüsselgraben ablagern (Abbildung 46). Wegen seiner unmittelbaren Nähe zum Ferchenbach sollte das Holz an den Erosionsflächen im Mündungsbereich (ca. 50 m) im Bereich von 2 m zur Böschungskante entfernt werden.

Das im Mündungsbereich liegende Totholz sollte soweit möglich auf 1 bis 2 m lange Stücke zerkleinert werden.

Abbildung 46: Links: Erosionsbereiche im Bernmoosgraben im Mündungsbereich zum Drüsselgraben; Rechts: Geschiebe- und Wildholzablagerungen des Bernmoosgrabens im Drüsselgraben

Oberer Ferchenbach und Kaltenbach:

Die Einzugsgebiete des oberen Ferchenbaches (ca. 9,7 km²) und des Kaltenbaches (ca. 7,5 km²) sind ebenfalls groß genug um genügend Abfluss für einen Wildholztransport zu liefern. Sie durchfließen auf weiten Strecken – im Gegensatz zum unteren Ferchenbach – Bereiche mit Hauptdolomit. Moränenauflagen liegen verteilt im Einzugsgebiet, bilden aber in Gerinnenähe kaum größere Mächtigkeiten aus. Erosionsprozesse und Rutschungen und daraus resultierender Wildholztransport sind von untergeordneter Bedeutung. Kommt es jedoch zum Eintrag und zum Transport von Wildholz, wird dieses wahrscheinlich durch Engstellen (Brücken) oder im Bereich der Wehranlage zurückgehalten. Auch die Flachstrecke zwischen Wehr und der Vereinigung mit dem Drüsselgraben kann zusätzlich als potenzielle Wildholzablagerungsstrecke angesehen werden. In diesem Bereich hat sich im Laufe der Jahre bereits punktuell Wildholz angesammelt was zu Stufen im Gerinne als auch zu Verklausungen geführt hat. Brechen diese durch ein entsprechendes Abflussgeschehen oder durch den natürlichen Zerfall, kann es abrupt zum Eintrag größerer Holzmengen in den Ferchenbach kommen. Zumindest die Verklausung im Mündungsbereich zum Drüsselgraben (Abbildung 45 X_1 und Abbildung 47 links) sollte rasch entfernt werden. Im Zuge dessen kann die Stabilität der Stufe (Abbildung 45 X_2) neu bewertet und etwaige Maßnahmen gesetzt werden. Wird sie weiter als stabil eingeschätzt, wirkt sie konsolidierend auf die Sohle und die Einhänge.

Abbildung 47: Links: Verklausung im oberen Ferchenbach 40 m vor dem Mündungsbereich zum Drüsselgraben (Abbildung 45 X_1); Rechts: Totholzablagerungen haben eine Stufe gebildet (Abbildung 45 X_2)

Laingraben:

Auf der Strecke zwischen der Mündung und Felsstufe oberhalb kommt es auf einer Strecke von rund 250 m entlang des Grabens vermehrt zu starken Tiefenerosionserscheinungen (Abbildung 48). Tritt im Mündungsbereich rückschreitende Erosion auf, kann eine darüber liegende größere Ablagerungsfläche aus Geschiebe – auf der sich Wald befindet – mobilisiert werden. Das darauf stockende Holz könnte somit rasch in den Ferchenbach eingetragen werden. Die Tatsache, dass sich auf diesen Ablagerungen ein Bestand ausbilden konnte, lässt aber auf eine geringe Aktivität in den letzten Jahrzehnten schließen. Bei einer regelmäßigen Begehung sollte der Mündungsbereich als auch die Strecke bis zum anstehenden Fels jedenfalls sorgfältig in Augenschein genommen werden.

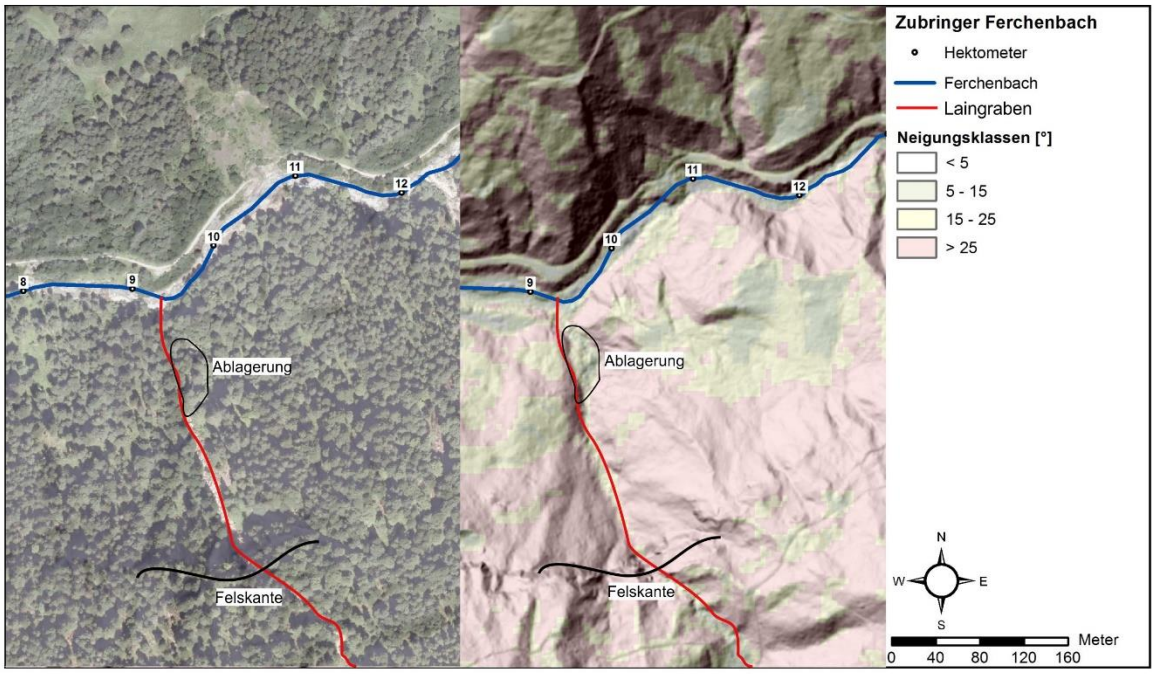

Abbildung 48: Die Strecke zwischen der Einmündung des Laingrabens in den Ferchenbach bei hm 9,2 und der Felskante ist erosionsgefährdet. Im unteren Bereich befindet sich ein Ablagerungsbereich des Laingrabens, der bei rückschreitender Erosion im Mündungsbereich rasch mobilisiert werden kann

Runsen und Graben Brauneck:

Neben dem Laingraben gibt es über das gesamte Teileinzugsgebiet auch unzählige Runsen, welche in den Ferchenbach münden (Abbildung 4). Generell sind es die Runsen am südlichen Einhang, die vermehrt zu Erosionserscheinungen im Mündungsbereich neigen. Sind Erosionserscheinungen gut erkennbar, sollte der Bestand auf einer Breite von einer Baumlänge parallel zum Ferchenbach entfernt werden. Dabei werden nur Bäume, die direkt in den Abflussbereich des Ferchenbaches gelangen, weitertransportiert. Fallen Bäume mit relevantem Durchmesser (BHD größer 20 cm) zuerst in die Runsen (oder liegen bereits in der Runse), wirken sie dort eher stabilisierend (Raubäume) als dass sie als potenzielles Wildholz anzusehen sind (Abbildung 32 rechts). Die Runsen am nördlichen Einhang liefern fast ausschließlich Geschiebe aus dem Bereich zwischen der Forststraße und dem Ferchenbach. Das Wildholzpotenzial oberhalb der Straße ist gering, auch die Straße dient als potenzielle Barriere für Wildholz. Der Wald oberhalb der Straße wirkt aber stabil, es müssen keine gesonderten Maßnahmen getätigt werden.

Tabelle 5: Maßnahmen und Prioritätenreihung an Zubringern und Runsen zur Verringerung der Schwemmholzfracht im Ereignisfall

Bezeichnung	Hektometer von	bis	Orographische Seite/Ort	Maßnahme	Priorität
Drüsselgraben			beidseitig (650 m)	Räumung von Bäumen mit einem Durchmesser größer 20 cm im Bereich von 2 m an der Anbruchkante	mittel
Drüsselgraben			Bachbett (650 m)	Entnahme oder Zerkleinerug (ein bis zwei Meter lange Stücke) des im Bachbett liegenden Wildholzes	hoch
Drüsselgraben				Begehung 2 mal jährlich (Frühling und Herbst)	mittel
Bernmoosgraben			beidseitig (50 m)	Entfernung der Bäume im Abstand von 2 m zur Anbruchkante und zerkleinern des Wildholzes im Mündungsbereich zum Drüsselgraben soweit möglich	mittel
Oberer Ferchenbach				Beseitigung der Verklausung (Abbildung 42 X_1) und Begehung 2 mal jährlich	hoch
Laingraben			250 m	Begehung des Abschnittes zwischen Mündungsbereich und Felskante 2-mal jährlich. Augenmerk auch auf rückschreitende Erosion im Mündungsbereich	hoch
Runsen				Bei Runsen mit gut erkennbarer Erosion Bestand auf einer Breite von einer Baumlänge parallel zum Ferchenbach entfernen	hoch

4.1.3 Holz im Abflussbereich und begrabenes Totholz

Wurzelstöcke:

Sind ausreichend Wurzelstöcke vorhanden, können sie durch Stahlseile verbunden zur Sicherung der Böschungen verwendet werden. Sie wirken primär als Erosionsschutz im Bereich des Hangfußes und können bei richtiger Anwendung das Nachrutschen der Einhänge stark verlangsamen oder gar stoppen. Dabei sollten Einhänge ausgewählt werden, die nicht zu stark übersteilt sind und die Wurzelstöcke ausreichen, um den Hangfuß auf der Länge des gesamten gefährdeten Einhanges zu sichern. Soll die Forststraße zumindest teilweise erhalten werden, ist es sinnvoll, diese Maßnahme auf Teilstrecken auf der orographisch rechte Seite zur Stabilisierung der Straße zu beschränken.

Abbildung 49: Links: Durch Erosion in den Bach gekippte Bäume wurden aufgearbeitet (orographisch links bei hm 17,5); Rechts: Durch Erosion nachgeböschte Wurzelstöcke orographisch links bei hm 9,7, sie könnten mit einem Stahlseil verbunden zur Sicherung der Einhänge verwendet werden

Soll diese Maßnahme über die Lebensdauer der Wurzelstöcke hinausgehen, kann der Hangfuß zusätzlich mit Lebendpflanzen oder mit Stecklingen/Steckhölzern bepflanzt werden. Lebende und ausschlagfähige Wurzelstöcke können als Lebendmaterial im Uferbereich eingesetzt werden. Auch hier ist es sinnvoll die Maßnahme als Erosionsschutz der Einhänge im Nahbereich des Gewässers zu verwenden. Wurzelstöcke auf erosionsgefährdeten Einhängen haben kaum Einfluss auf die Stabilität und stellen im Hochwasserfall wiederum potenzielles Schwemmholz dar. Sowohl die lebenden als auch die toten Wurzelstöcke müssen im Bedarfsfall durch Blocksteine und/oder durch Pfähle gesichert werden.

Diese Maßnahmen können aufgrund des Aufwandes und der Verfügbarkeit von Wurzelstöcken ausreichender Dimension nicht entlang längerer Strecken angewendet werden, machen aber punktuell in Kombination mit Grobsteinblöcken an Außenkurven oder kleineren Erosionsbereichen (bevorzugt orographisch rechts zur Sicherung der Forststraße) durchaus Sinn. Können die Wurzelstöcke nicht dauerhaft verbaut werden, müssen sie jedenfalls aus dem Abflussbereich entfernt werden.

Begrabenes Totholz:

Das begrabene Totholz an den Einhängen stellt einen großen Unsicherheitsfaktor bezüglich der Quantifizierung von Schwemmholzpotenzial und der Schwemmholzfracht dar, da der mit der Mobilisierung dieses Holzes gekoppelte Eintragsprozess der Ufererosion schwer vorhersehbar ist. Es gibt kaum Möglichkeiten dieses Problem in den Griff zu bekommen. Es können zwar die Hölzer, die während des Ereignisses im Juni 2018 freigelegt wurden beseitigt werden, der Großteil bleibt aber unter dem Lockermaterial der Partnach- und Raiblerschichten verborgen. Liegen die Hölzer parallel

zur Gewässerachse können diese durchaus auch einen stabilisierenden Einfluss auf die Einhänge haben. Stabilisiert mit Piloten und ergänzt durch lebendes Material ist die Möglichkeit einer dauerhaften Uferstabilisierung gegeben.

Sonstige Totholzablagerungen im Abflussbereich:

Kleinräumige Totholzablagerungen kommen vor allem an flachen und weiten Teilstrecken vor, wo Holzteile durch Abnahme der Abflusstiefe- oder geschwindigkeit zur Ablagerung gebracht werden. Wurzelstöcke können gesammelt und verbaut, größere Holzteile auf ein bis zwei Meter Länge abgelängt werden.

Tabelle 6: Zusammenfassung und Priorität der Maßnahmen im Gerinnebereich um die Wildholzfracht durch Mobilisierung im Abflussbereich zu verringern

Bezeichnung	Hektometer von	bis	Orographische Seite/Ort	Maßnahme	Priorität
Wurzelstöcke	23,0	39,9	rechts	Sammlung und Verbauung und Verankerung der Wurzelstöcke zur Sicherung kleinerer Erosionsbereiche zur Stabilisierung der Forststraße	hoch
Wurzelstöcke	0,0	23,0	Bachbett	Sammlung und Einbau oder Entfernung von Wurzelstöcken	hoch
Begrabenes Totholz	3,2	43,0	beidseitig	Stabilisierung durch Holzpiloten oder Stahlseile möglich	niedrig
Totholz punktuell im Abflussbereich	3,2	43,0	Bachbett	Sammeln der Wurzelstöcke und Einbau und zerkleinern von größeren Holzstücken	hoch

4.1.4 Schneeschub und Sturm

Prinzipiell haben geschlossene Waldbestände bis an den Abflussbereich durch das teilweise Zurückhalten des Schnees in den Baumkronen eine positive Auswirkung auf den Eintrag von Wildholz durch Schneeschub. Da diesem Prozess aber im Vergleich zum Eintrag durch Rutschungen und Erosionsbereiche nur eine geringe Bedeutung zukommt, ist die Streifenbildung entlang des Gerinnes – obwohl der potenziell negativen Auswirkungen hinsichtlich dem Eintrag durch Schneeschub – weiterhin zu empfehlen. Um den negativen Einfluss zu minimieren, können die Bäume auf stabilen Hangbereichen hoch (> 1 m) abgestockt und durch Querfällungen verbunden werden. Diese Maßnahmen erhöhen die Oberflächenrauigkeit und können den Schneeschub stark verringern. Es ist aber jedenfalls darauf zu achten, dass die Wurzelstöcke und

quergefällten Bäume befestigt werden und nicht in den Abflussbereich gelangen können. Es ist ein Abstand von mindestens 10 m zur Anriss- bzw. Böschungskante von Rutschungen bzw. Erosionsbereichen einzuhalten.

Durch die Streifenbildung wird die Windwurfanfälligkeit am Schlagrand erhöht. Es ist noch keine Trauf ausgebildet und ein stufiger Übergang kann in den Jahren nach dem Streifenhieb noch nicht erzielt werden. Langfristig sollte zur Reduzierung der Windwurf- bzw. Bruchanfälligkeit ein sanfter Übergang zwischen einer Art Niederwald im Nahbereich des Gerinnes zum Hochwald geschaffen werden.

Tritt ein Sturmereignis im Untersuchungsgebiet auf, sind das Gewässer und die angrenzenden Einhänge zu begehen. Werden dabei große Holzmengen im Abflussbereich oder an durch Rutschungen, Erosionen oder Schneeschub gefährdeten Einhängen festgestellt, sind diese zu entfernen, zu sichern oder auf 1 bis 2 Meter lange Bloche zu zerkleinern.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Maßnahmen zur Reduktion des Wildholzeintrags durch Schneeschub bzw. Sturmereignisse

Bezeichnung	Hektometer		Orographische Seite/Ort	Maßnahme	Priorität
	von	bis			
Schneeschub	3,2	22,1	links	Zur Verringerung des Schneeschubs können Bäume die im Rahmen der Streifenbildung gefällt werden, auf stabilen Einhangbereichen hoch (> 1 m) abgestockt und durch gesicherte Querfällungen verbunden werden.	mittel
Sturm	3,2	22,1	links	Zur Reduktion der Sturmanfälligkeit sollte langfristig ein stufiger Übergang vom Gerinne bis zum Hochwald geschaffen werden.	niedrig
Sturm	0,0	43,0	beidseitig	Nach Sturmereignissen ist der gesamte Ferchenbach zu begehen. Werden größere Holzmengen im Abflussbereich oder an gefährdeten Einhängen festgestellt, sind diese aufzuarbeiten.	hoch

4.1.5 Erschließung

Für die Bewirtschaftung der Einhänge, eventuell zu treffende Sofortmaßnahmen und die Betreuung und Begehung des Gerinnes, spielt die Erschließung durch die Forststraße Ferchenbach eine wesentliche Rolle. Obwohl der Abschnitt zwischen hm 5,8 und hm 23,1 auf einer Länge von rund 300 lfm teilweise völlig zerstört ist, muss eine

Instandsetzung und folglich die Instandhaltung der Ferchenbach Forststraße diskutiert werden. Bei den völlig zerstörten Abschnitten handelt es sich um Bereiche mit einer maximalen Länge von 100 m. An diesen Stellen ist eine dauerhafte Wiedererrichtung der Trasse aufgrund der labilen Böschungssituation jedoch nur mit sehr hohem Aufwand möglich. Zwischen diesen Abschnitten befindet sich die Trasse in einem passablen Zustand und könnte durchaus mit geländegängigen Maschinen befahren werden.

Eine weitaus günstigere Variante ist die teilweise Instandsetzung und die permanente Instandhaltung von Teilabschnitten der Forststraße. Hier ist vor allem der Abschnitt zwischen hm 23,1 und hm 43,0 von großem Interesse, da hier die aktivste Rutschung 5 erschlossen werden kann. Allfällige dringliche Sofortmaßnahmen während des Ereignisses oder anschließende Aufräumarbeiten wären schnell und kostengünstig. Dabei müssten die Querentwässerung instandgesetzt, der Straßenkörper an zwei Stellen ausgebessert und ein Erosionsschutz am Ferchenbach zwischen hm 33,0 und hm 37,8 punktuell errichtet werden (Abbildung 50).

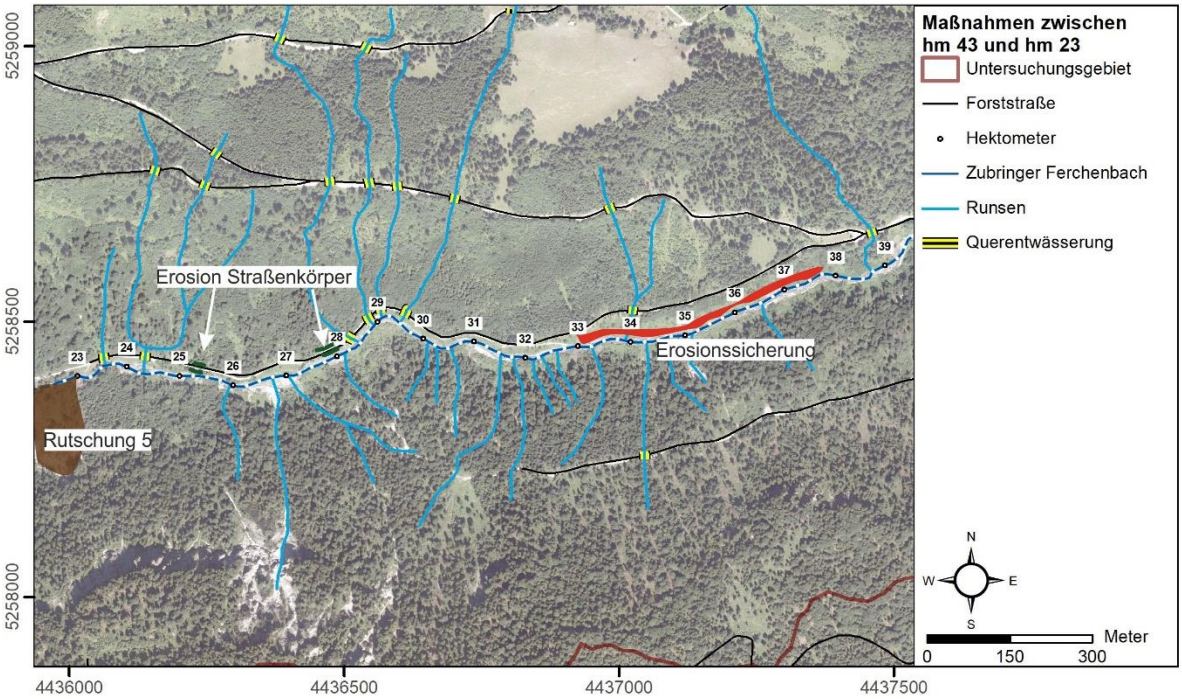

Abbildung 50: Für die Erschließung der Rutschung 5 zu tätigende Maßnahmen an der Forststraße Ferchenbach

Auch die Befahrbarkeit der Strecke zwischen hm 0,0 und hm 5,8 ist durch geringe Instandhaltungsmaßnahmen zu gewährleisten. Hier gibt es kaum Querentwässerungen und durch das weitläufige Bachbett auch selten Erosionserscheinungen am Straßenkörper. Das luftseitige Fundament der Brücke bei hm 3,2 wurde beim Ereignis im Juni

2018 allerdings unterspült und müsste instandgesetzt werden. Die Aufbereitung von Holz im Bachbett zwischen hm 5,8 und hm 23,1 kann durch die Befahrung des Bachbettes durch taugliches Gerät temporär geleistet werden. Hierzu muss das Bachbett aber zuerst mittels Bagger vorbereitet werden. Aufgrund der Wichtigkeit des Tourismus in der Gemeinde sollte dieser Abschnitt aber für Wanderer und Fahrradfahrer benutzbar erhalten werden.

Ist die Instandsetzung der Brücke nicht gewollt, kann diese auch abgebaut und die Befahrbarkeit nur bis hm 3,2 erhalten werden. Dies ist aber unbedingt notwendig, um die Funktionsfähigkeit durch das Räumen von einem in Betracht kommenden Schwemmholzrechen zu gewährleisten. Dabei können die Widerlager stehen bleiben. Inwieweit eine Verklausung und der Bruch dieser zur Beeinträchtigung der Funktion eines Rechens führt, muss diskutiert werden.

Als letzte Maßnahme kann die Entnahme von Holz im Abflussbereich mittels Hubschrauber erfolgen oder das Holz mittels Sprengung zerkleinert werden. Diese Maßnahmen sollten aber nur bei sehr hoher Dringlichkeit angewendet werden.

Tabelle 8: Mögliche Maßnahmen zur Instandsetzung bzw. Instandhaltung der Erschließung im Nahbereich des Ferchenbaches

Bezeichnung	Hektometer von	bis	Orographische Seite/Ort	Maßnahme	Priorität
Instandsetzung	23,0	39,9,0	rechts	Instandsetzung des Teilabschnittes bis zu Rutschung 5 (Einhangsicherung zum Ferchenbach und Querentwässerung)	hoch
Instandhaltung	0,0	5,8		Querentwässerung	hoch
Instandhaltung	23,0	39,9		Querentwässerung	hoch
Befahrbarkeit	0,0	39,9		Begehbarkeit und Befahrbarkeit für Fahrradfahrer Instandsetzen und Halten	mittel
Begehung	0,0	43,0	Beidseitig	Begehung 2 mal jährlich (Frühling und Herbst)	hoch

4.1.6 Begehung

Wie in den obigen Maßnahmen schon angesprochen, sind regelmäßige Begehungen zur Einschätzung der aktuellen Situation vorzunehmen. Dabei sollten die relevanten Bereiche (Tabelle 9) je einmal im Frühling und einmal im Herbst (vor und nach der Hochwassersaison) begangen und beurteilt werden. Kommt es zwischenzeitlich zu

starken Niederschlags- oder Sturmereignissen im Einzugsgebiet, ist eine Neueinschätzung der Lage durch eine unplanmäßige Begehung dringend notwendig. Das Hauptaugenmerk bei den Begehungen ist dabei auf das Holz, das im Einzugsgebiet leicht mobilisiert werden kann (Abflussbereich, instabile Einhänge, Zubringer und Rutschungen) zu richten. Dabei spielen Ablagerungen im Abflussbereich (meist punktuell) durch das Unterschneiden schräg stehender Bäume und Wurzelstöcke als auch Verklausungen eine große Rolle. Wird die Situation durch die Kombination bestimmter Faktoren als ungünstig eingeschätzt, sollten unverzüglich Maßnahmen zur Reduktion des Potenziales eingeleitet werden (Stichwort Abtransport, Zerkleinerung oder Einbau).

Tabelle 9: Zusammenfassung der für die Begehung relevanten Bereiche im Untersuchungsgebiet

Bezeichnung	Hektometer		Orographische Seite/Ort	Maßnahme	Priorität
	von	bis			
Ferchenbach	0,0	43,0	Bachbett	Abschätzung des Wildholzpotenziales im Abflussbereich und den ufernahen Einhängen sowie Beurteilung der Situation	hoch
Drüsselgraben			Bachbett	650 m ab Mündungsbereich Ferchenbach: Abschätzung des Wildholzpotenziales im Abflussbereich und den ufernahen Einhängen sowie Beurteilung der Situation	hoch
Oberer Ferchenbach			Bachbett	Zwischen der Mündung Ferchenbach und Wehranlage: Abschätzung des Wildholzpotenzials im Abflussbereich und den ufernahen Einhängen sowie Beurteilung der Situation	hoch
Laingraben			Mündungsbereich und Gerinne	Zwischen Mündungsbereich Ferchenbach und Felsstufe: Abschätzung der Stabilität im Mündungsbereich sowie des Gerinnes oberhalb und Beurteilung der Situation	mittel
Runsen			Mündungsbereich	Begehung mit Schwerpunkt rückschreitende Erosion im Mündungsbereich zum Ferchenbach.	mittel
Rutschungen			gesamt	Zumindest die beiden größeren Rutschungen (bei hm 10,0 und hm 23,0): Abschätzung Bewegungsrate und Bewertung der Situation	mittel

4.1.7 Technische Maßnahme im Mündungsbereich zur Partnach

Eine technische Lösung zum Ausfiltern von Wildholz vor der Mündung in die Partnach sollte folgende Merkmale aufweisen:

- Möglichst geringer landschaftlicher Eingriff
- Keine Unterbrechung des Fließgewässerkontinuums
- Beginn der Auffangwirkung bereits bei häufigen Hochwässern
- Rückhaltevolumen für das Bemessungsereignis von mindestens 1300 m³ Wildholz.
- Geringe Konstruktionshöhe
- Geringe Betonkubatur
- Massenausgleich vor Ort
- Räumbarkeit auch während des Ereignisses möglich
- Schadlose Abfuhr des Bemessungshochwassers von rund 60 m³/s
- Keine Beeinträchtigung des Bauwerks im Überlastfall

Im Vorentwurf von Huber (2018) werden verschiedene Varianten für einen Wildholzfang untersucht. Die anlässlich einer Begehung vor Ort diskutierte Variante „Alternative 1: Parallelrechen mit Streichwehr an Standort B“ wird am ehesten den oben gestellten Anforderungen gerecht.

Am Schwemmkegel des Ferchenbaches (Abbildung 51) wird das Gerinne zwischen hm 0,1 und hm 1,7 nach rechts verschwenkt, wodurch sich linksufrig eine Freifläche bis zur bestehenden Forststraße ergibt (Abbildung 52). Das Hauptgerinne mit einer Breite von 8 m wird abgesenkt und dadurch ein durchschnittliches Gefälle von 2,6 % erreicht (Abbildung 53). Die linksufrige Fläche liegt geringfügig (z.B. 0,25 m) über der Gerinnesohle und reicht bis an die bestehende Forststraße. Durch die damit einhergehende Aufweitung wird der natürliche Ablagerungsraum reaktiviert. Durch die, gegenüber der Gerinnesohle erhöhte Anordnung ist der natürliche Geschiebetransport im Hauptgerinne jedoch weiter möglich. Im Übergangsbereich zwischen Hauptgerinne und Ablagerungsfläche ist von hm 0,5 bis hm 1,2 ein S-förmiger Rechen angeordnet, der aus senkrechten Pfeilern (Durchmesser 0,5 m) mit einer maximalen Höhe von 2,5 m über GOK und einer lichten Weite von 2 m besteht (Abbildung 54). Um die Rechenlänge von 104 m abzudecken sind 42 Pfeiler notwendig. Diese bestehen aus Stahlrohren, die mit Beton vergossen sind. Diese können als Bohrpfähle ausgebildet oder in einem Streifenfundament eingebunden werden. Diese sackartige Rechenkonstruktion wird sich mit Wildholz gerinneaufwärts verfüllen, der Abfluss ist jedoch stets

über die in Bachlängsrichtung angeordneten Pfeiler möglich, sodass die Ausbildung einer Hochwasserabflusssektion entfallen kann. Dadurch kann die Konstruktionshöhe niedrig gehalten werden. Falls die Auffangfläche (1100 m²) verfüllt ist, kann dennoch der Bemessungsabfluss im Hauptgerinne abgeführt werden. Mit einer durchschnittlichen Pfeilerhöhe von 2 m stehen für die Filterung über 2200 m³ Auffangkubatur zur Verfügung.

Es ist jedoch erforderlich, die Forststraße geringfügig im Planum zu erhöhen und die bachseitige Böschung zu befestigen. Dadurch kann die Räumung auch bei einem Bemessungsereignis sichergestellt werden.

Der Massenausgleich der Geländearbeiten kann lokal durchgeführt werden, da rechtsufrig eine geringfügige Erhöhung der Geländeoberfläche sinnvoll erscheint, um eine rechtsufrige Überbordung zu unterbinden (Abbildung 55).

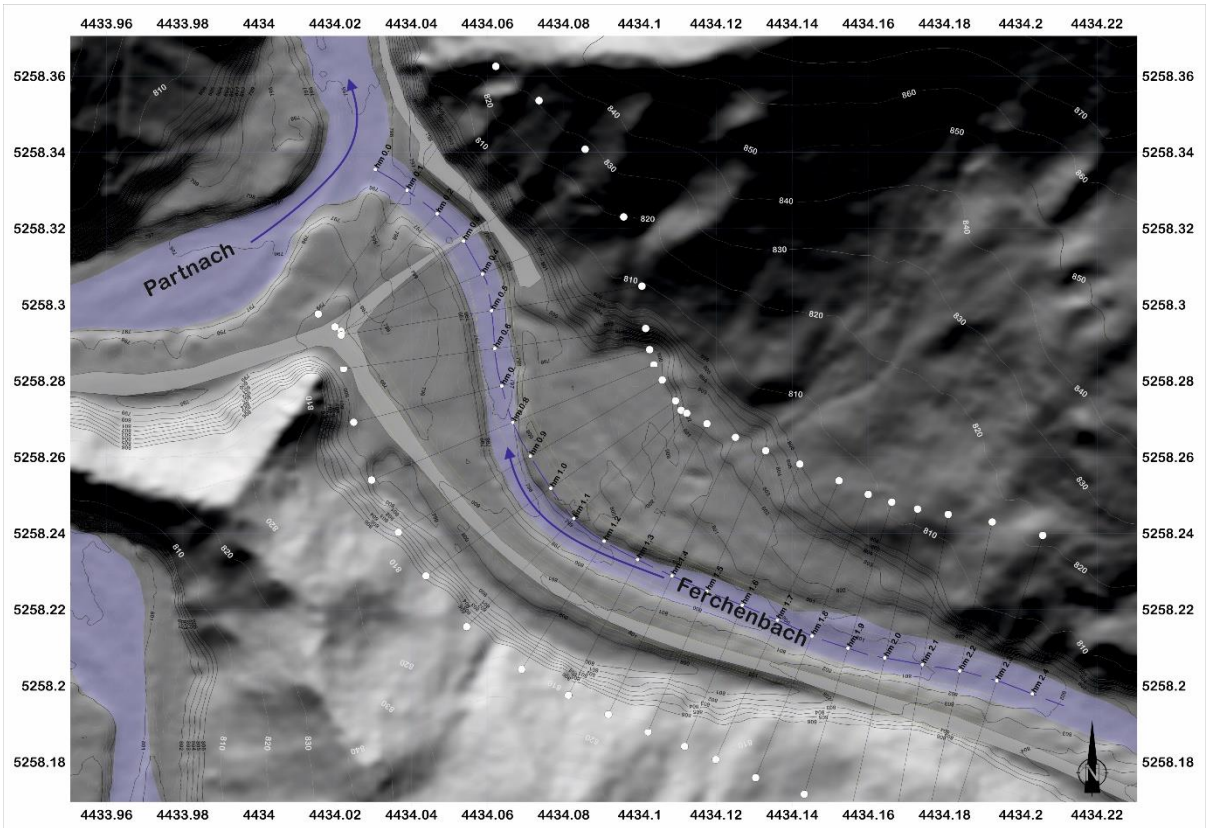

Abbildung 51: Höhenmodell des Mündungsbereichs des Ferchenbaches in die Partnach

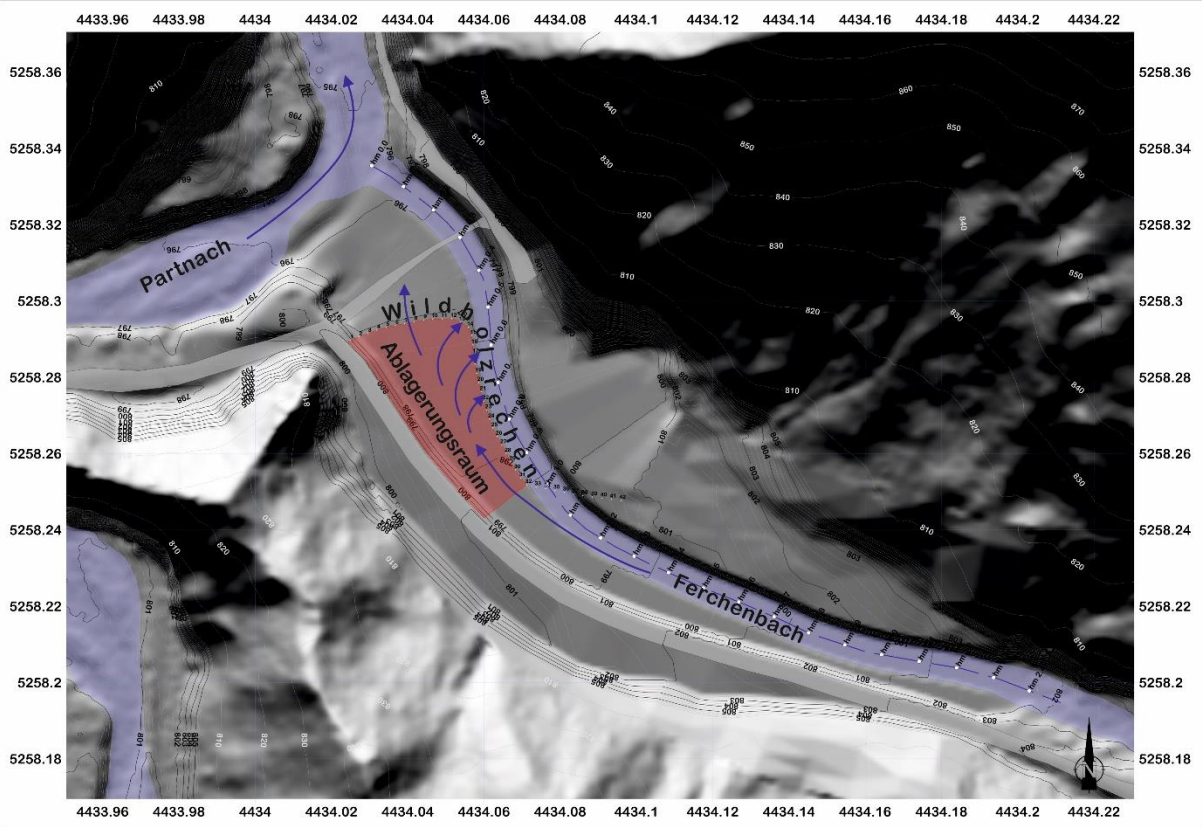

Abbildung 52: Höhenmodell des Mündungsbereichs des Ferchenbaches in die Partnach mit den vorgeschlagenen technischen Maßnahmen

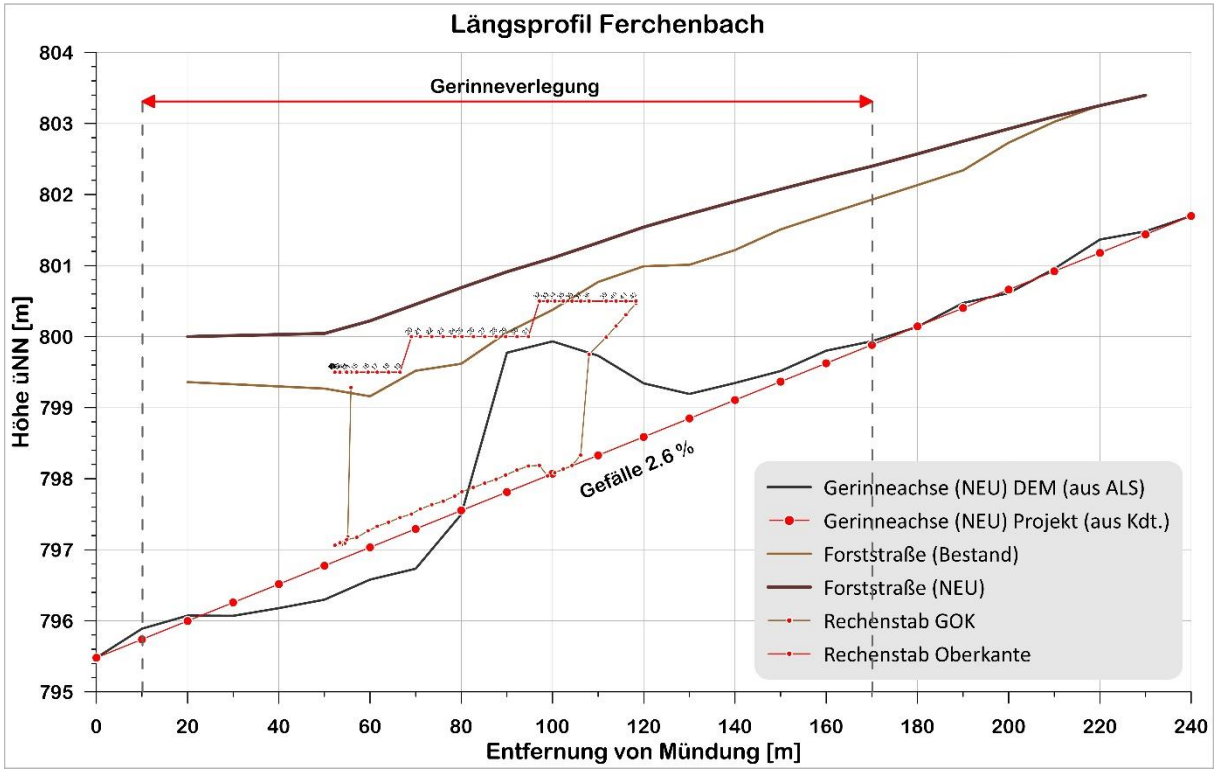

Abbildung 53: Längsprofil des Mündungsbereichs des Ferchenbaches in die Partnach mit den vorgeschlagenen technischen Maßnahmen

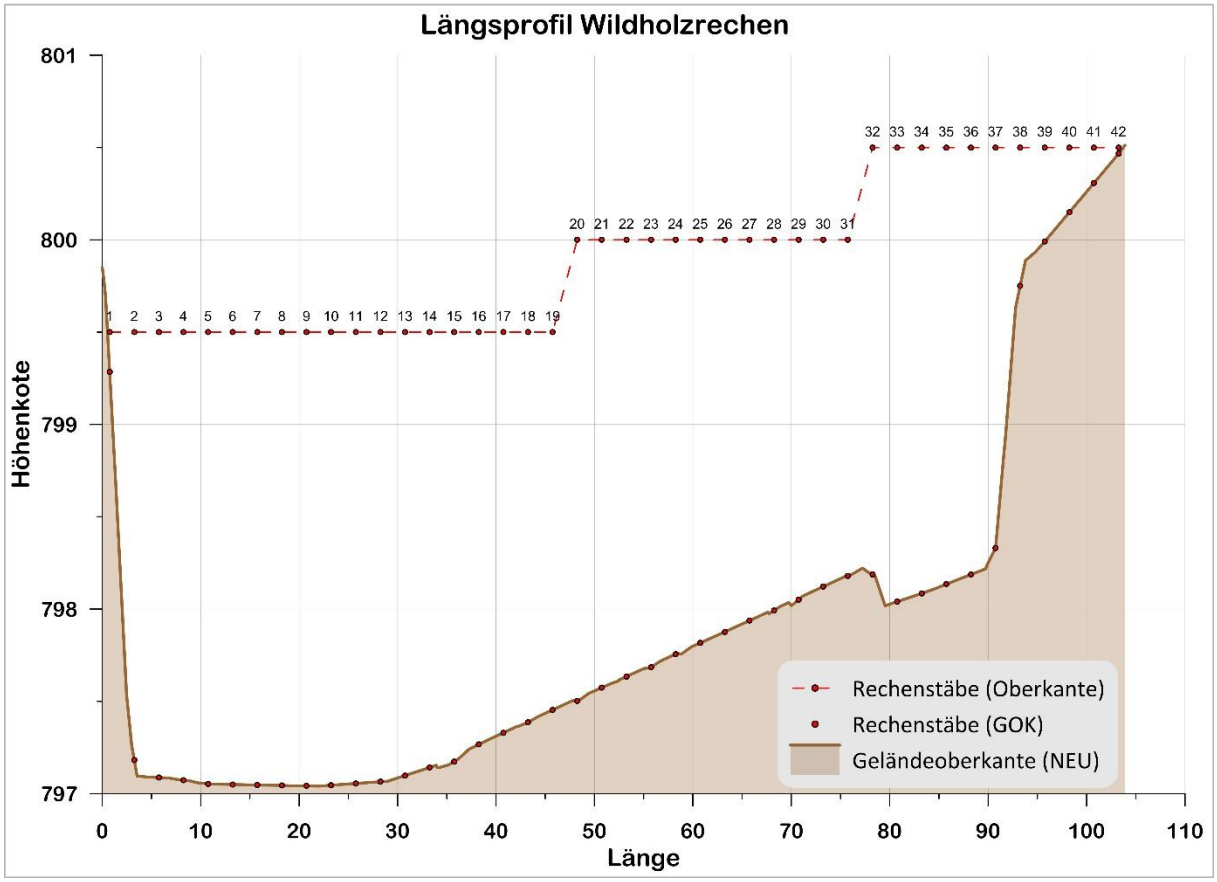

Abbildung 54: Längsprofil des Wildholzrechens

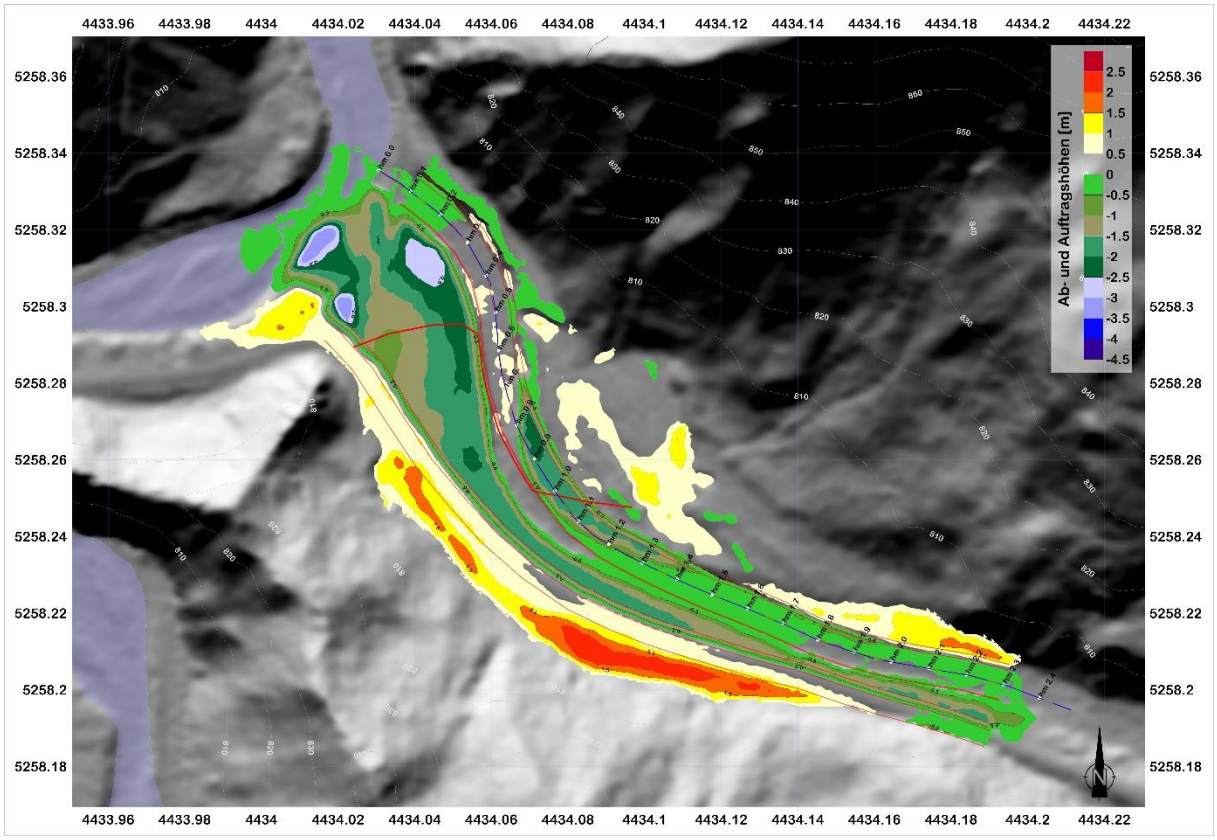

Abbildung 55: Differenzhöhenmodell vom derzeitigen Zustand und dem geplanten Ausbauzustand

5 Zusammenfassung

Der untere Ferchenbach neigt aufgrund seiner geologisch instabilen Situation beidseits der Gewässerstrecke zu starker Seitenerosion und zum Teil auch zu Tiefenerosion bis zu 60 cm. Die Grunddisposition für Massenbewegungen ist sowohl am südlichen als auch am nördlichen Einhang groß. Verschärfend wirken sich im Nahbereich der Gewässerachse überschüttete alte Bäume aus, welche durch das Nachrutschen der Einhänge überlagert wurden. Die Zubringer entlang des unteren Ferchenbaches können im Mündungsbereich Feststoffe mobilisieren, wobei die Dimension des transportierten Wildholzes selten 10 cm Durchmesser überschreitet. Schneeschub und Sturmereignisse können das Wildholzpotenzial zusätzlich erhöhen. Die Bestände sind zum jetzigen Zeitpunkt großteils als vital und mäßig vital einzustufen. Negativ wirkt sich allerdings das Absterben der Eschen und Ulmen in den Uferbegleitwäldern aus. Auch der selektive Verbiss der Tanne (Hauptbaumart des Bergmischwaldes) und des Bergahorns in der Jungwuchsphase führen langfristig zur Destabilisierung des Waldes. Das geplante Auflichten der Bestände durch Trassenhiebe und anschließende Aufbesserung und Schutz der Verjüngung ist jedenfalls zu befürworten. Die im Ereignisfall zu erwartende Wildholzfracht (ohne Drüsselgraben und oberem Ferchenbach) liegt bei rund 1300 m³, was sich gut mit den Beobachtungen vom Ereignis am 12. Juni 2018 deckt.

Der Wildholzeintrag kann vor allem durch die Streifenbildung von einer Baumlänge entlang der orographisch linken Seite zwischen hm 3,2 und hm 23,1 maßgebend reduziert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass das genutzte Holz nicht im Nahbereich des Abflussbereiches zwischen- oder endgelagert wird. Die dabei gewonnenen Bäume können für die Sicherung der Forststraße zwischen hm 23,1 und hm 39,9 verwendet werden. Für die langfristige Erreichung eines stabilen Bestandes gegenüber Sturmereignissen ist ein stufiger Übergang zwischen Gewässer und Hochwald anzustreben. Um den Eintrag durch Schneeschub nach der Streifenbildung nicht zu erhöhen, können Bäume an stabilen Bereichen hoch (> 1 m) abgestockt und durch gesicherte Querfällungen verbunden werden. Auch im Drüsselgraben sollte Holz in einem Streifen von 2 m zur Böschungskante entfernt werden.
Liegt das Holz bereits im Abflussbereich, kann es entweder gesammelt und abgeführt, verbaut oder zerkleinert werden. Dies ist von der Menge und Art des Holzes sowie vom aktuellen Bedarf abhängig. Wurzelstöcke und Stämme können am Hangfuß zur

Stabilisierung der Forststraße oder von Erosionsbereichen verwendet werden. Das schwer abschätzbare begrabene Totholz ist durch den hohen Verschmutzungsgrad schlecht durch Motorsägen aufzuarbeiten oder zu verkleinern. Es kann entweder abtransportiert oder ebenfalls zur Böschungssicherung verwendet werden.
Um die Ansammlung größerer Mengen im Abflussbereich und auf den gefährdeten Einhängen zu vermeiden, sollte je einmal im Frühling und einmal im Herbst (vor und nach der Hochwassersaison) eine Begehung durchgeführt werden. Kommt es zwischenzeitlich zu starken Niederschlags- oder Sturmereignissen im Einzugsgebiet, ist eine Neueinschätzung der Lage durch eine unplanmäßige Begehung dringend notwendig. Das Hauptaugenmerk bei den Begehungen ist dabei auf das Holz, das im Einzugsgebiet leicht mobilisiert werden kann (Abflussbereich, instabile Einhänge, Zubringer und Rutschungen) zu richten, um anschließend allfällige Maßnahmen treffen zu können.

Um Begehungen und andere Maßnahmen zu erleichtern, ist eine gute Erschließung im Nahbereich zum Gerinne von großer Bedeutung. Daher wäre es von Vorteil, die Forststraße parallel zum Ferchenbach instand zu setzen. Die Kosten für die Instandsetzung- und haltung sind durch die starken Erosionsprozesse des Ferchenbaches und seiner Zubringer, als auch durch eine große Rutschungsfläche, nicht zu rechtfertigen. Stattdessen sollte zumindest der Weg von Osten bis hm 23,1 instandgesetzt und instandgehalten werden. Auch der Bereich von Westen bis zur Brücke ist für die Räumung eines etwaigen Wildholzrechens erforderlich. Der Abschnitt dazwischen kann bei Bedarf durch geländegängige Fahrzeuge durch das Befahren des Bachbettes überbrückt werden. Auch die Benutzbarkeit des Weges für Wanderer und Fahrradfahrer sollte sichergestellt werden.

Das Wildholzpotenzial kann durch diese forstlichen Maßnahmen bereits reduziert werden. Aufgrund der geologischen Situation und der unbekannten Menge des begrabenen Totholzes ist aber im Falle von Hochwasserereignissen trotzdem noch mit beträchtlichen Wildholzfrachten zu rechnen. Vor allem die sperrigen Wurzelstöcke an den Einhängen können im Unterlauf oder in der Partnach zu großen Problemen führen. Auch die Auswirkungen des Klimawandels (Häufigkeit und Intensität von Niederschlags- und Sturmereignissen) können nur schwer eingeschätzt werden.

Aufgrund dieser Einschätzung ist zur Verringerung des Risikos durch Wildholz im touristisch genutzten Abschnitt der Partnach und im besiedelten Gebiet eine zusätzliche technische Maßnahme zur Filterung des Wildholzes nötig. Diese sollte im Bereich der Mündung des Ferchenbaches in die Partnach situiert werden und ein Rückhaltevolumen von zumindest 1300 m³ aufweisen.

6 Literaturverzeichnis

Comiti, F.; Lucía, A.; & Rickenmann, D. (2016): Large wood recruitment and transport during large floods: A review. Geomorphology. Bd. 269.

Consecru (1996): Schwemmholz. Projekt „Consecru", Schlussbericht Teilprojekt Schwemmholz, Projektgemeinschaft Glenz & Walther AG, Brig, D. Schonbachler, Selkingen, A. Burkhard, Brig.

Huber, R. (2018): Bericht zur Wildholzabschätzung und Maßnahmenplanung im Einzugsgebiet Ferchenbach (unveröffentlicht)

Ishikawa, Y. (1990): Studies on Disasters Caused by Debris Flows Carrying Floating Logs Down Mountain Streams. Dissertation. Kyotot University, Japan: s.n., 1990. S. 122.

Medicus, G. (2009): Massenbewegungen und Vegetationsbedeckung. Institut für Infrastruktur, Arbeitsbereich für Geotechnik und Tunnelbau, Innsbruck.

Meyer J.; & Rimböck A. (2014): GIS basierter Ansatz zur Abschätzung des Schwemmholzpotenzials in Wildbächen; Tagungsband Internationales Symposium 2014 in Zürich; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, Zürich.

Rickenmann, D. (1997): Schwemmholz und Hochwasser. Wasser, Energie, Luft. 1997, Bd. 89, 5/6.

Rimböck, A.; & Strobl, T. (2001). Schwemmholzpotential und Schwemmholzrückhalt am Beispiel Partnach/Ferchenbach(Oberbayern). Wildbach und Lawinenverbauung, Heft 145, S. 15-27.

Uchiogi, T. et al. (1996): Design Methods for Wood-Debris Entrapment. Garmisch-Partenkirchen: Interpraevent 1996.

Wasserwirtschaftsamt Weilheim (2018): Erläuterung zum Vorhaben Wildholzrückhalt Ferchenbach: Vorentwurf Variantenuntersuchung; Weilheim. Zollinger, F. (1983): Die Vorgänge in einem Geschiebeablagerungsplatz ihre Morphologie und die Möglichkeiten einer Steuerung. Dissertation. Zürich : ETH Zürich.

7 Anhang

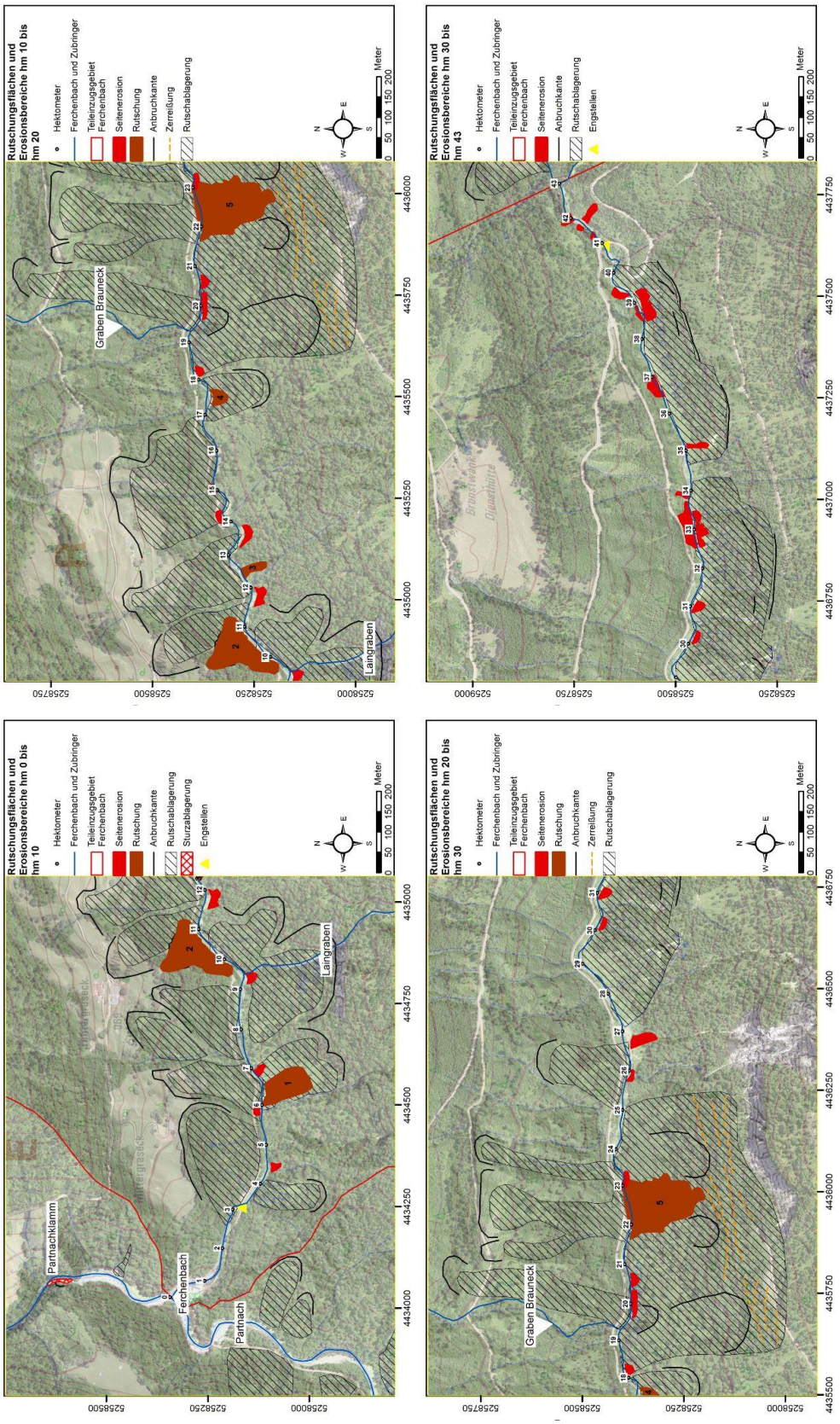

Abbildung 56: Detailkarte über die Erosionsbereiche und Rutschungen entlang des unteren Ferchenbaches nach dem Ereignis vom 12. Juni 2018

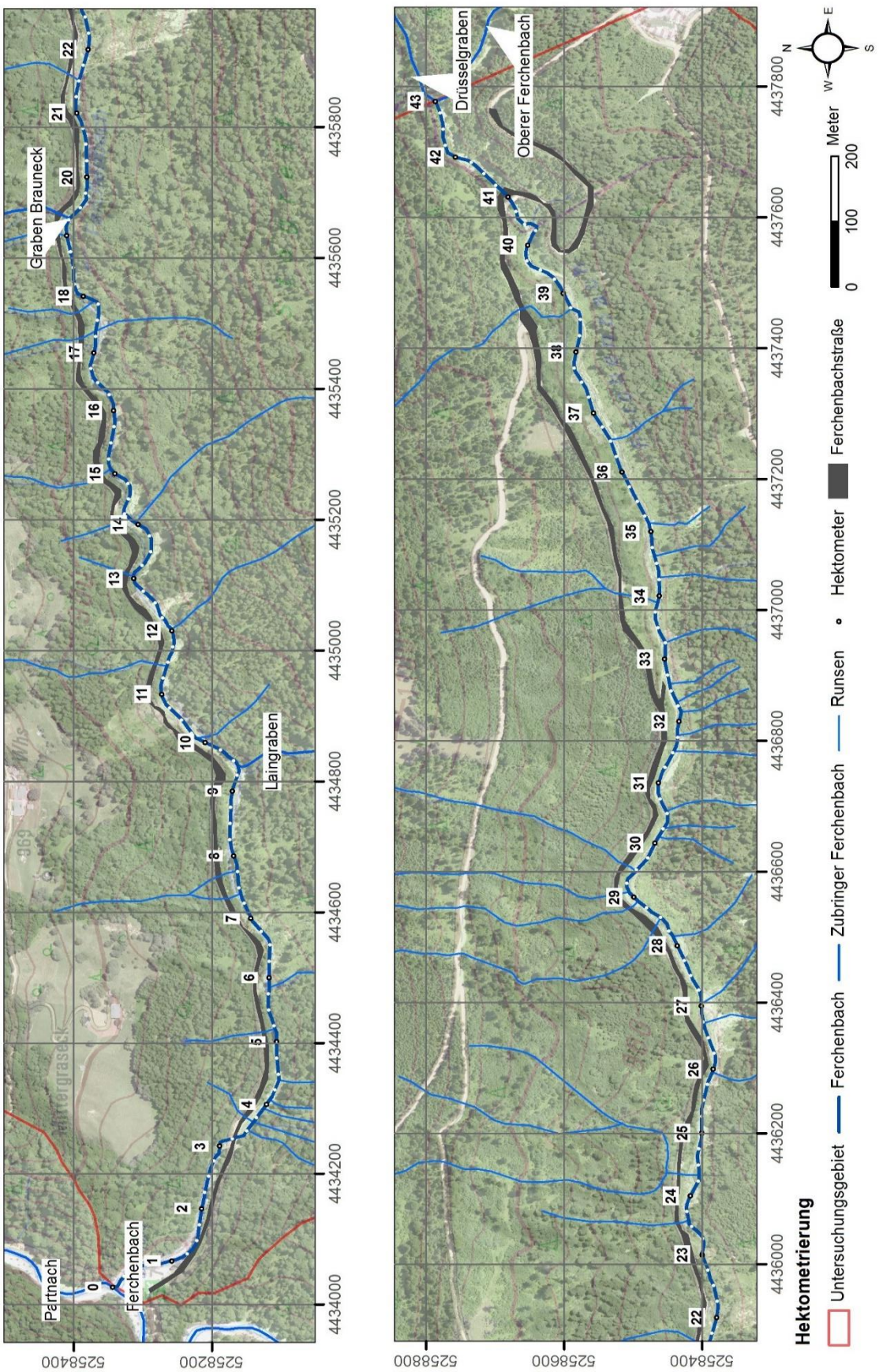

Abbildung 57: Hektometrierung entlang des unteren Ferchenbaches