

ETALP-PROJEKT:

INTERDISZIPLINÄRE BEWERTUNG VON WILDBACH-EINZUGSGEBIETEN

L. Stepanek¹, W. Gattermayr², B. Kohl³, G. Markart⁴, M. Mölk⁵

EINLEITUNG

Vorbemerkung

Im Jahr 2000 wurde in der Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) ein internes Projekt initiiert, welches mittels eines interdisziplinären Expertenteams den Stand der Technik im Themenkomplex Wildbach den phänomenologischen Aspekt des Risikomanagements eruieren sollte. Das Projekt wurde unter dem Arbeitstitel ETALP (Erosion und Transport in Alpenen Einzugsgebieten) vom BMLFUW umgesetzt und mit Ende 2003 abgeschlossen.

Projektziele und -grundsätze

Stand der Technik, Stand des Wissens, Nachführbarkeit

Stand der Technik (z..B. gem. B-BSG §2(12)): der auf einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher technologischer Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt oder erwiesen ist. ETALP berücksichtigt das Ziel „Stand der Technik und des Wissen“ durch die Aufnahme von Experten unterschiedlicher Fachbereiche und Institutionen aus In- und Ausland in das Projektsteam. Um dies für die Zukunft zu gewährleisten wird das vorliegende Ermittlungs- und Bewertungssystem ETALP so offen gehalten, dass neue Erkenntnisse aus Wissenschaft und Praxis jederzeit und auf einfache Weise einfließen können.

Einheitliche Standards

Unterschiedliche Qualität in der Entscheidung von Ämtern führt zu Unsicherheit und Misstrauen in die Entscheidungen staatlicher Institutionen. Für die WLV bedeutet dies, dass österreichweit mit vergleichbaren Methoden das Phänomen Wildbach beurteilt werden muss. ETALP gibt aufgrund der definierten einheitlichen Standards der WLV ein Lenkungsinstrument in die Hand, mit dem auch Fremdgutachten und –planungen auf vergleichbare Qualität geprüft werden können. Die Erreichung eines einheitlichen Standards wird vor allem auch durch vorgegebene Workflows erreicht.

¹ Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Westliches Unterinntal, Schwaz

² Amt d. Tiroler Landesregierung, Abt. Hydrographie, Innsbruck

³ Bundesamt und Forschungszentrum f. Wald, Inst. F. Lawinen und Wildbachforschung, Innsbruck

⁴ Bundesamt und Forschungszentrum f. Wald, Inst. F. Lawinen und Wildbachforschung, Innsbruck

⁵ Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Geologische Stelle, Innsbruck

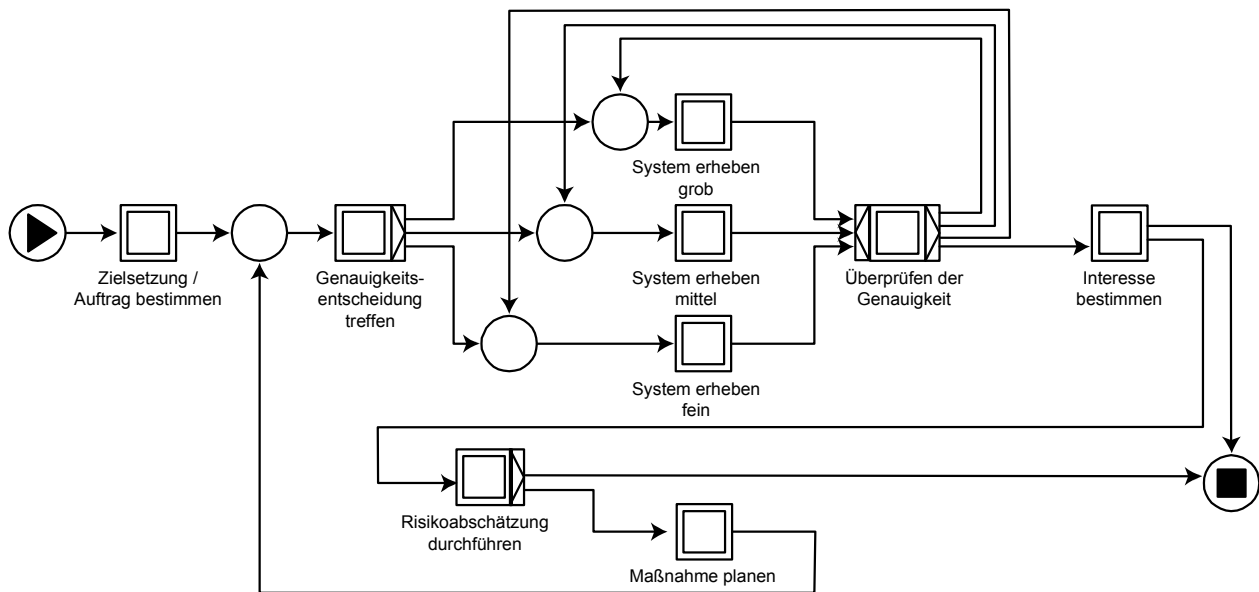


Abbildung 1: Workflow aus ETALP: Top Level Diagramm mit Entscheidung für den Detaillierungsgrad der jeweiligen Bearbeitung

Nachvollziehbarkeit - Investitionssicherheit

Die Stellung des FTD für WLW im Spannungsfeld öffentliches Interesse-Privatinteresse fordert die Nachvollziehbarkeit seiner Entscheidungen. Erst hierdurch wird Akzeptanz ermöglicht. Neben diesem Aspekt soll die Basis für die Sicherheit von Investitionen der öffentlichen Hand und der Privatwirtschaft verbessert werden. ETALP soll dies durch eine nachvollziehbare Vorgangsweise in einem klar definierten Workflow erreichen.

Die Maßstabsfrage

Grundsätzlich variieren die Genauigkeitsansprüche an die Ergebnisse bei verschiedenen Fragestellungen. Andererseits existieren bei den Datengrundlagen, der Naturraumerhebung wie auch bei den Modellierungswerkzeugen verschiedene Auflösungen bzw. Vertrauensbereiche (Genauigkeiten). Die willkürliche Vermischung von groben Eingangsdaten mit feinen Modellierungs-Werkzeugen ist unseriös, da eine nicht vorhandene Genauigkeit vorgetäuscht wird. Die Verwendung von detaillierten Eingangsdaten in Kombination mit groben Werkzeugen ist hingegen unzumutbar und unwirtschaftlich.

Aus diesem Grund wurde die Vorgangsweise im Rahmen von ETALP strukturiert – Grundlagenerhebung, Datenerfassung, Naturraumerhebung, Dokumentation und Modellierung sind in drei verschiedene Genauigkeitsstufen (Regional/Lokal/Detail) untergliedert.

GEOFORUM Umhausen TAGUNGSBAND III (2001-2004)

Maßstab ⁰	Grob ¹ 1 : 25 000 - 1 : 50 000	Mittel ² 1 : 5 000 - 1 : 10 000	Fein ³ 1 : 1 000 - 1 : 2 500
Topografie	ÖK 50 (25)	Orthofoto / Schichtenplan / DGM	Orthofoto / Schichtenplan / Stereofotos (IRFF) / DGM
Gelände- erhebung	<i>optional</i>	Begehung ⁴	Begehung
Geologie	Geologische Karte 50/25	durch geländespezifische Kenntnisse (Begehungen) verdichtete geologische Karte / <i>optional spezielle Gutachten / Kartierungen</i>	spezielle Gutachten / Kartierungen
Boden / Vegetation / Flächennutzung	Basis ÖK 50 (25); <i>optional grobauflösende Satellitenbilder.</i>	durch geländespezifische Kenntnisse (Begehungen) verdichtete Fachkarte (Basis Orthofoto / optional Luftbilder)	spezielle Erhebungen / Kartierungen
Chronik	Befragung	Literatur / Befragung	Literaturdatenbank (gezielte Datensammlung - Ereignisanalyse) / Archive / Befragung
Niederschlag	ÖKOSTRA, ONM ⁸ , OKM ⁹ ; punktuelle und regionalisierte Bemessungsniederschläge für bestimmte Wiederkehrzeit und Dauer;		
Abflußbeiwerte/ verluste	← Geländeanleitung MARKART / KOHL et al. 2002; Geländeanleitungen BALFW (LÖHMANNSRÖBEN et al. 2000) →		
	Gerinnedichte, Curve Numbers nach dem SCS-Verfahren, ψ aus Tabellen nach Kulturplantungen; ψ aus Veröffentlichungen; RICKLI und FORSTER; Bodenformen nach KÖLLA;	<i>optional Daten aus Berechnungsversuchen (wenn vorhanden)</i>	
Konzentrations- zeiten	KIRPICH nach SIFALDA (1996)	HATHAWAY, KREPS, Bergthaler, SCS/Kirpich, Kirpich/Widmoser, Gerinnelaufzeiten nach qualifizierter Schätzung;	$t_{0b} + t_G$ (MORGALI-LINSLEY, IZZARD oder PETRASCHECK (1978)); STRICKLER / RICKENMANN (1990) / SMART&JAEGGI (1981) / RUF (1997); Gerinnelaufzeiten nach qualifizierter Schätzung;
Abflußspitze ⁷	← Pegelmessungen →		
	Analogieschlüsse anhand von Pegelmessungen; WUNDT, HAMPEL ⁶ , LÄNGER, BERGTHALER ⁶ (mit IZZARD), HOFBAUER, KÜRSTEINER, KRESNIK, LAUTERBURG, DEUERLING u.a.; spezifische Abflüsse nach Erfahrung; Erkennt. aus Nachrechng. von HW-Ereig.; Profilsrückrechnungen; HQ100 = 10xSohlbreite in [m]; FGM;	Block-Modelle (Unit Hydrograph; Modelle IHW u. HEC-HMS); Kölla, Clark-WSL, Zeller (vereinfacht) ; Isochronenmodelle; (Flutplanverfahren, Zeitflächendiagramm);	Hydrotopmodelle (BROOK, BROOK 90, HQsim, NASIM); Zeller , Flächendetaillierte Modelle (SHE, SWMM, NWSRFS, THALES, ...);
Abflußfracht	← Pegelregistrierungen →		
	Rationalformel, Standardganlinie nach Kreps, Dreiecksganlinie (Bergthaler, Zedlacher);		
Abflußganlinie	Pegel, FGM;	Einheitsganlinie; Dreiecksganlinie (Bergthaler, Zedlacher);	

Abb. 2: Matrix für geeignete Werkzeuge zur Bestimmung der Niederschlag-Abflussbeziehung

HYDROGRAPHISCHE GRUNDLAGEN ZUR ABSCHÄTZUNG DES ABFLUSSES

Erosions- und Transportvorgänge in Fließgewässern stehen in engem Zusammenhang u.a. mit der Wasserführung.

Daher sind charakteristische Abflusskennwerte in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit, Höhe und Dauer eine unverzichtbare Datengrundlage. Besonders von Wildbächen sind solche Kennwerte aber meist nur spärlich vorhanden.

Die bis vor wenigen Jahren üblichen Messverfahren erforderten stets den direkten Kontakt zur hochwasserführenden Welle, die im Wildbach meist mit hoher Geschwindigkeit und mit Feststoff beladen talwärts schießt.

Herkömmliche Messprinzipien z.B. nach dem Schwimmer- oder Luft-Einperl-Verfahren versagen häufig dann, wenn sich der Abfluss hochwasserähnlichen Zuständen nähert.

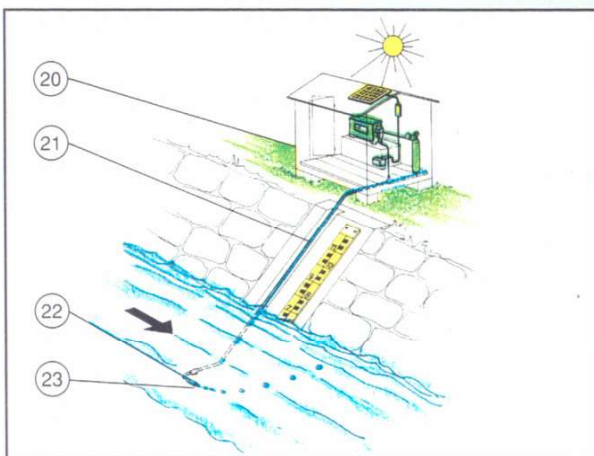


Abb. 3: Bei der Wasserstandsmessung an Wildbächen gelangen herkömmliche Messverfahren nach dem Schwimmer- oder Luftausperlprinzip rasch an ihre Leistungsgrenze wegen der Feststoffkomponente im Wasser.

Nicht selten fiel aber in Wildbacheinzugsgebieten nicht nur die Wasserstandsregistrierung aus, sondern die gesamte Pegelstelle dem Hochwasserabfluss zum Opfer.

Erst die neuzeitlichen berührungslosen Erfassungsmethoden auf der Basis von Ultraschall oder Radar, wie sie in den letzten Jahren zum Einsatz gekommen sind, lassen auf brauchbare Messergebnisse in extremen Abflusssituationen hoffen.

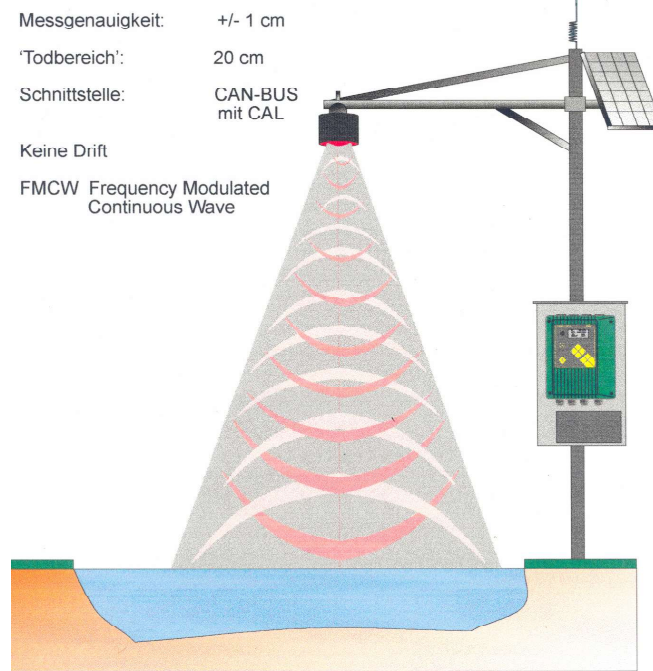


Abb. 4: Die Wasserstandserfassung mittels Ultraschall oder Radar (berührungsfreie Messtechnik) stellt einen weiteren Quantensprung in der W-Messtechnik dar.

Die Nützlichkeit dieser neuen Techniken wird sich in den nächsten Jahren zeigen, und davor werden kaum ausreichend lange Datenkollektive von Hochwasserereignissen in Wildbacheinzugsgebieten vorliegen.

Daher müssen für die Abschätzung der Hochwasserfähigkeit besonders von kleinen Einzugsgebieten alternative Verfahren herangezogen werden.

Im Hydrographischen Jahrbuch von Österreich werden die Abflusscharakteristiken der qualifizierten Pegelstellen in Österreich dargestellt. Mit Hilfe von Analogieschlüssen können diese Daten eine wertvolle Hilfestellung leisten, wenngleich die Übertragung auf kleine Einzugsgebiete mit zunehmender Unsicherheit behaftet ist.

Mit der „regionalisierten HQ₁₀₀-Spendenkarte“ (Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, TU-Wien) steht ein weiteres Hilfsmittel zur Abschätzung von Hochwasserabflüssen zur Verfügung.

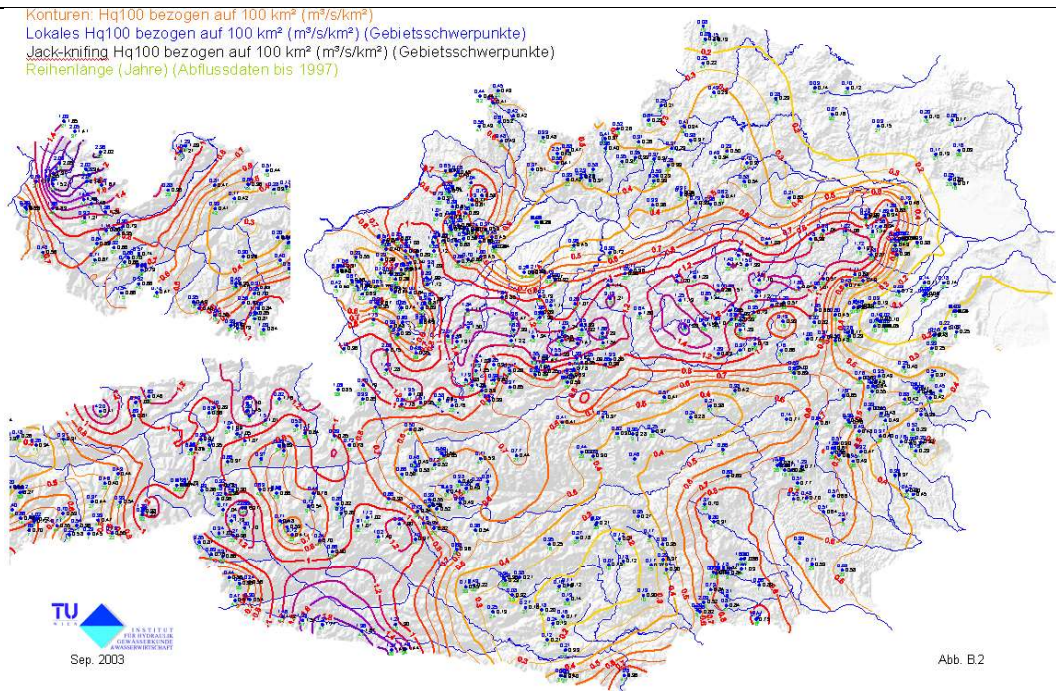


Abb. B.2

Abb. 5: Bei Fehlen von Hochwasserkollektiven für extremwertstatistische Auswertungen kann auf die Abflusspendenkarte von Blöschl (TU-Wien) zurückgegriffen werden.

Extreme Hochwasserabflüsse werden in der Regel von starken Niederschlägen ausgelöst. Starke Niederschläge können eine schwache bis mäßige Intensität aufweisen aber lange dauern (Stunden bis Tage), oder intensiv und kurz sein (Minuten bis wenige Stunden). Je nach Niederschlagsverlauf werden verschieden große Einzugsgebiete mit Hochwasser reagieren.

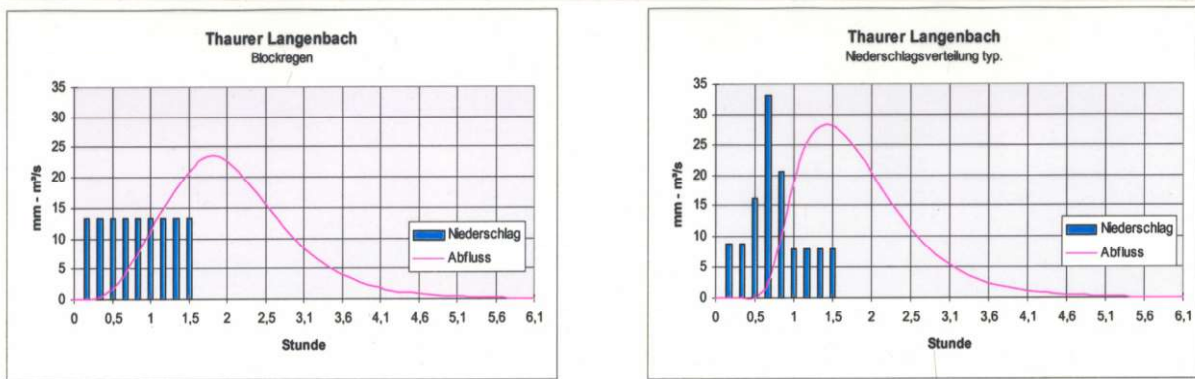


Abb. 6: Gleiche Niederschlagsdauer (90 Minuten) mit gleichen Niederschlagshöhen (~ 120 mm) bewirken unterschiedliche Abflusskurven: Auslöser hier: unterschiedliche Intensitätsverteilung des Niederschlags innerhalb des Ereignisses.

Die langdauernden Niederschlagsereignisse werden hauptsächlich durch Hebungs Vorgänge wie Stau- bzw. Aufgleitprozesse ausgelöst und betreffen besonders die größeren Einzugsgebiete.

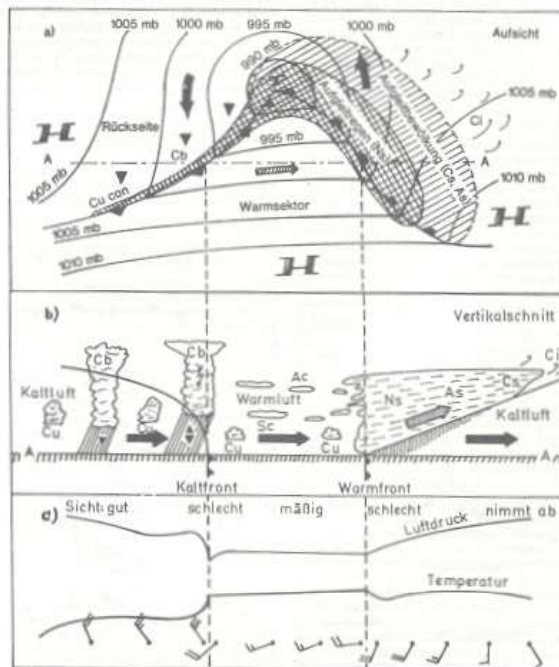


Abb. 7: Beispielhafte Darstellung einer Zyklone (Tiefdruckgebiet) mit Warmfront, Okklusion und Kaltfront mit den dazugehörigen Wettererscheinungen.

Kurzdauernde aber intensive Niederschlagsereignisse sind zumeist die Hochwasserauslöser in den kleinen Einzugsgebieten der Wildbäche und werden durch konvektive Hebungsprozesse ausgelöst.

Es gibt aber auch Mischformen.

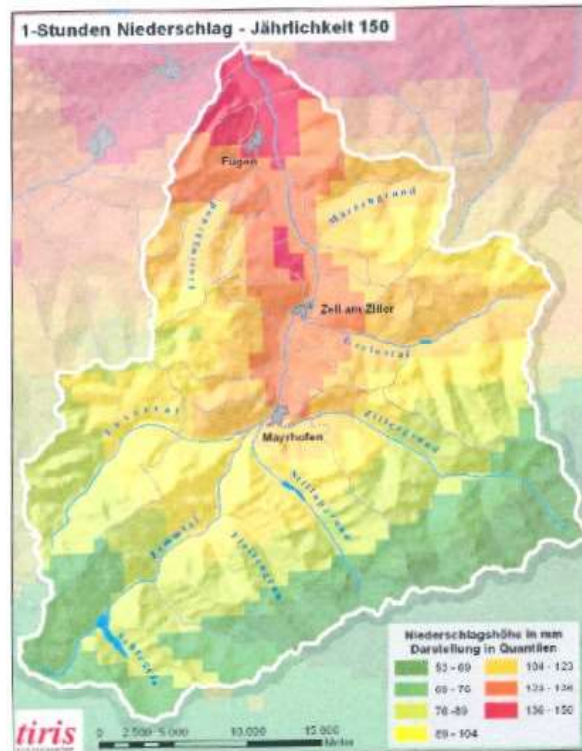
Charakteristische Niederschlagskennwerte für Bemessungsfragen in kleinen Einzugsgebieten können in der Regel nur mit Hilfe zeitlich hochaufgelöster Niederschlagsauswertungen ermittelt werden.

Folgende Niederschlagsinformationen werden beim Hydrographischen Dienst in Österreich erstellt.

- Auswertung von gemessenen 1-Tages-Niederschlagssummen nach Dauerstufe und Wiederkehrzeit
- Auswertung von registrierten Niederschlagszuwächsen nach Dauerstufe und Wiederkehrzeit im Zuge von ÖKOSTRA (österreichische koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und Auswertung)
- Bemessungsniederschläge kurzer Dauerstufen ($D \leq 12$ Stunden) mit inadäquaten Daten auf Basis eines meteorologischen Vorhersagemodells für konvektive Niederschläge in der warmen Jahreszeit
- Flächenmittel des Niederschlags aus punktuellen Messungen mit Hilfe eines mesoskaligen orographischen Niederschlagsmodells für Stau- und Aufgleitniederschläge

- PMP (Probably Maximum Precipitation) zur Abschätzung maximal möglicher Niederschläge mit Hilfe langer Beobachtungsreihen von 1-Tagesniederschlägen.

Für die Abschätzung von Bemessungsabflüssen stellen die aufgezeigten Niederschlagsauswertungen eine notwendige aber nicht hinreichende Datengrundlage dar.



- Abb. 8: Die Verteilung des 150jährigen 1-Stunden-Niederschlags im Einzugsgebiet des Ziller/Tirol ermittelt anhand eines Niederschlagsmodells (inadäquate Daten!)

Der Boden-Vegetationskomplex in Verbindung mit den geologischen Gegebenheiten ist nun mitentscheidend bei der Wahl der maßgeblichen Niederschlagsdauer. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die Qualität der Bemessungsniederschläge unterschiedlich ist und dass der Bearbeiter die Auswahl der Grundlegendaten sorgfältig überlegen muss und zweckmäßigerweise den Hydrographischen Dienst bezieht.

ABFLUSSERMITTLUNG AUF VERSCHIEDENEN MASSSTABEBENENRegionale Ebene:

Von grundlegender Bedeutung ist auf regionaler Ebene das Erkennen von Bereichen, die in hohem Maße zur Abflussbildung beitragen und bei denen ein Eingriff in die Vegetation/Nutzung möglicherweise eine signifikante Wirkung auf den Oberflächenabfluss des jeweiligen Einzugsgebietes erwarten lässt.

Das System wird hinsichtlich Abflussbildung grob erhoben – die hierzu erforderlichen Grundlagen beschafft (Topographie, Niederschlag, Geologie, Boden, Vegetation, Flächennutzung, Niederschlag etc.) – anschließend werden diese Basisinformationen bewertet und visualisiert. Z.B. sind für die Erstellung einer Abflussdispositions-Karte als minimale Grundlagen Vegetationskarte, geologische Karte und ein digitales Geländemodell des Gebietes notwendig.

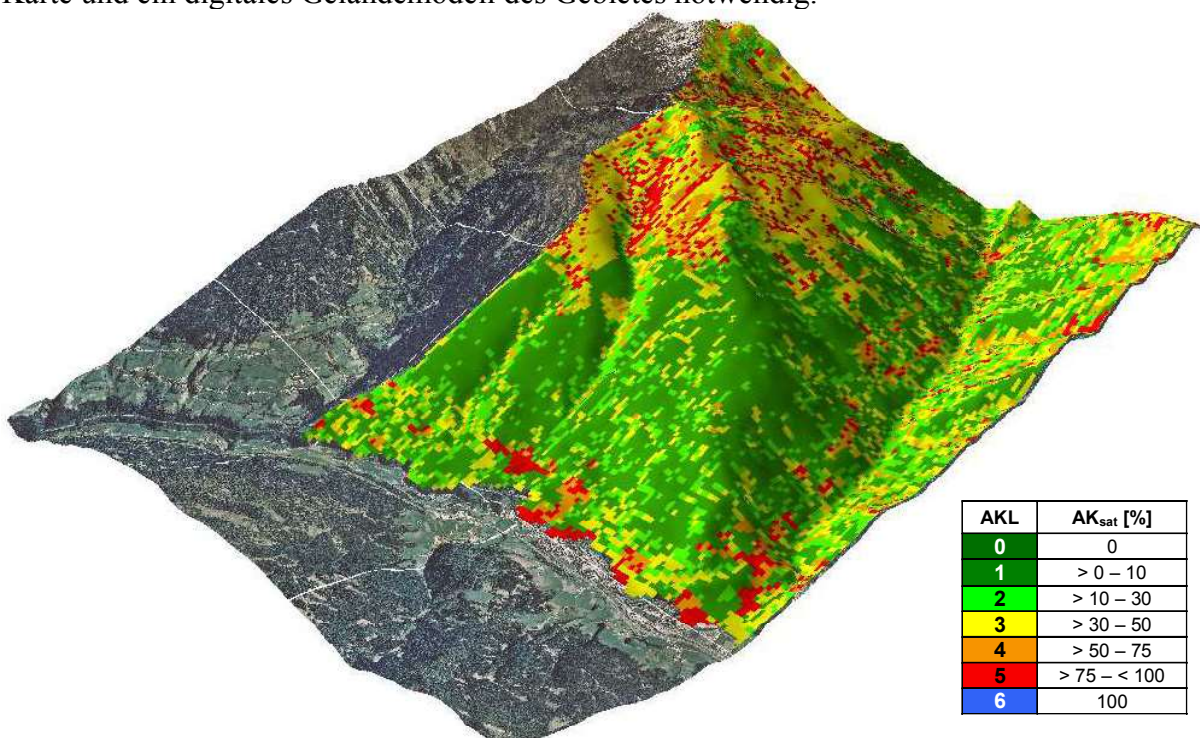


Abb. 9: Oberflächenabfluss-Potential-Karte, Regionale Ebene 1:25.000

Die Klassifizierung der Landnutzung bzw. Landoberflächen nach SEGER (Realraumanalyse) hat sich für diesen Zweck sehr bewährt. Mit diesem „Rauminformationssystem Österreich“ steht erstmalig die Landnutzungserfassung von ganz Österreich in einer für die Regionalplanung brauchbaren Differenzierung zur Verfügung. Die minimale Flächenausscheidung beträgt 2-3 ha. Diese Landnutzungstypen wurden nach ihrer Abflussdisposition bewertet und in Bandbreiten von Oberflächenabflussbeiwertklassen eingeordnet. Grundlage für diese Zuordnung bildet die Berechnungsdatenbank des BFW (Bundesamt und Forschungszentrum für Wald), diese umfasst die Daten von über 700 Starkregensimulationen des BFW und des LfW (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft) mit den Ergebnissen der entsprechenden Begleituntersuchungen. Natürlich können die Abflussbandbreiten für diverse Landnutzungsclassen sehr groß sein, im Extremfall 0-100%, z.B. erlaubt die Landnutzungsform „dominant Fichtenwald“ keine nähere Eingrenzung der

Abflussbandbreite. Aus dem Grund wird die Ebene der Landnutzung mit geologischen und topologischen Datensätzen verknüpft. Nachfolgende Themen und Inhalte erlauben es die Bandbreite einzuschränken.

- Morphologie
- Gerinnedichte, Quelledichte
- Geologie: Substrat (Tendenz zur Bildung von bindigen Verwitterungsprodukten)
- Vorhandensein offener Kluftsysteme / Zerrungszonen
- Hauptschieferung (Orientierung in Relation zur Hangrichtung)
- Exposition und Hangneigung

Die Klassen der regionalen Abflussdispositionskarte werden nicht mit numerischen Werten belegt, sie stellen eine rein qualitative Ordnung (Abflussdisposition) dar. Aufgrund der nur generellen Bearbeitungstiefe dieser Maßstabsebene ist ihre Aussage zu wenig differenziert, um für die Niederschlag-Abfluss-Modellierung den parametrischen Input liefern zu können.

Mittlere Ebene / Detailebene

Die Ausscheidung von Oberflächenabfluss-Homogenbereichen auf mittlerer und Detailebene erfolgt in einer der jeweiligen Maßstabsebene entsprechenden Generalisierung. Die Erfassung erfolgt auf Grundlage der SEGER Daten, der Vorausscheidung aus dem Luftbild und schließlich gemäß den Vorgaben der Geländeanleitung des BFW (Markart et al. 2004). Zusätzlich werden im Zuge der Geländekartierung Nutzungsintensitäten einerseits hinsichtlich tatsächlichem Auftreten und Aktualität, andererseits hinsichtlich der vorausgeschiedenen Abgrenzung aus dem Luftbild verifiziert. Die Dokumentation der Nutzungsarten und -intensitäten zusätzlich zur Dokumentation der Oberflächenabfluss-Homogenbereiche erscheint auf den ersten Blick redundant, ist aber wegen der Nachvollziehbarkeit der Bewertung nach späteren Nutzungsänderungen oder z.B. für die Planung von Maßnahmen notwendig.



Gesellschaft	Standort/Boden	Nutzung	Hydrologische Eigenschaften	Abfluss- beiwertklasse
Besenheide mit Borstgras Zwergstrauchanteil < 50%	Flach bis mittelgründige Ranker, Braunerden, Podsole. Hoher Skelettanteil, Skelett bis an die Bodenoberfläche anstehend, Anteil des Bürstlings < 50%	keine	Bürstling limitiert die Infiltration (Strohdacheffekt)	3
	Wie oben, jedoch hoher Feinanteil	Weide	Bürstling limitiert die Infiltration (Strohdacheffekt), keine bevorzugten Infiltrationswege durch fehlenden Grobanteil an der Oberfläche, daher hohe Abflussbereitschaft	4

Abb. 10: Besenheide vergesellschaftet mit Borstgrasrasen und anderen Zwergsträuchern – Bewertung aus der provisorischen Geländeanleitung zur Anschätzung des Oberflächenabflusses auf alpinen Boden-/Vegetationseinheiten bei konvektiven Starkregen (Version 1.0), Markart et al

Für die hydrologische Modellierung sind weiters Informationen über die Oberflächen-Rauhigkeiten im Einzugsgebiet erforderlich. Auch diese werden nach den Vorgaben der Geländeanleitung des BFW (Markart et al. 2004) ermittelt.

Das Konzept der Anschätzung von Oberflächenabflussbeiwerten war ursprünglich nur auf kurzzeitige Niederschläge mit hoher Intensität ausgerichtet. Auswertungen der Beregnungsdatenbank und erste Ergebnisse des Projektes „Abflussverhalten von Einzugsgebieten unterschiedlicher Größe bei Dauerregen“ des BMLFUW ermöglichten nunmehr eine Anpassung der erhobenen Abflussbeiwerte an beliebige Niederschlagsintensitäten für die Modellrechnung.

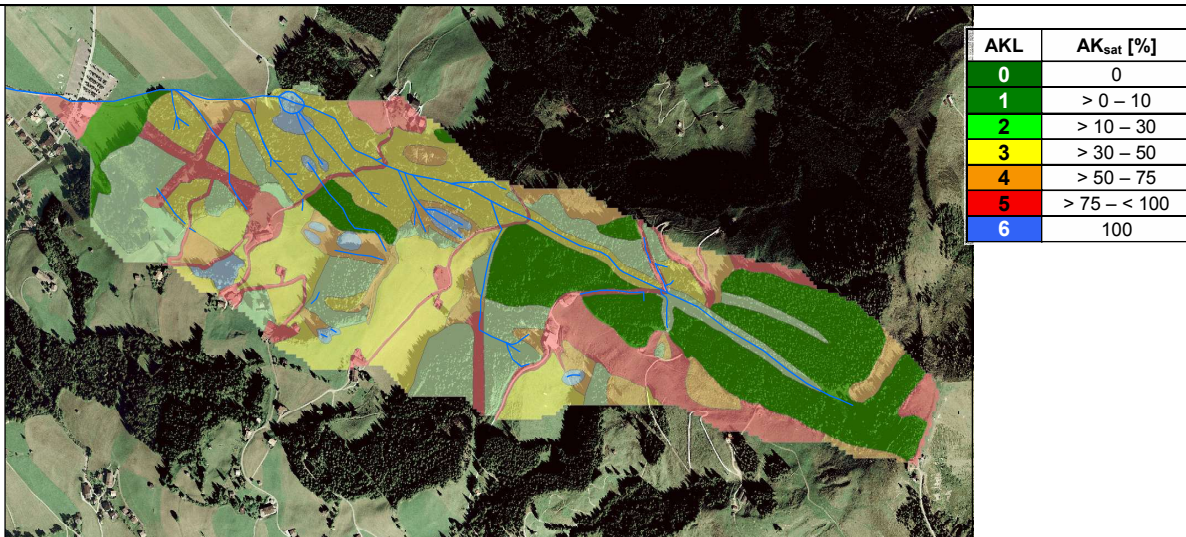


Abb. 11: Oberflächenabfluss –Karte erhoben nach den Vorgaben der Geländeanleitung des BFW (Markart et al. 2004), Mittlere Ebene 1:10.000

Im Werkzeugkoffer ETAlp sind für die mittlere Ebene und die Detailebene auch Anleitungen für die Definitionen relevanter Randbedingungen und Szenarien für die Abflussbildung. Deren Festlegung erfolgt durch Variation maßgeblicher Randbedingungen und kombinatorische Verknüpfung der Randbedingungen. Die Festlegung der maßgeblichen Systemzustände sollte auf das „realistische Worst-Case-Szenario“ ausgerichtet sein. Horrorszenarien (z.B. hochintensiver flüssiger Niederschlag auf gefrorenem Boden) sind nicht Gegenstand der Betrachtung.

Ergänzend finden sich in der Anleitung Hinweise für die Umsetzung der angesprochenen Parameter in der hydrologischen Modellierung.

GESCHIEBEBEREITSTELLUNG

Im Rahmen des Projektes ETAlp wurden standardisierte Vorgangsweisen entwickelt, um für verschiedene Maßstabebenen eine nachvollziehbare Erfassung und Bewertung von Geschiebepotentialen zu ermöglichen.

Dabei wird im Regionalen Maßstab auf eine quantitative Erfassung der Geschiebepotentiale (Kubaturen) verzichtet, da in dieser Maßstabebene aufgrund der Unschärfe der erfassten Parameter eine Modellierung von Geschiebefrachten auf seriöse Weise nicht möglich ist. In der regionalen Ebene werden Erosionsprozesse im wesentlichen durch eine stereoskopische Luftbilddauswertung in Kombination mit einzelnen Stichprobenbegehungen qualitativ erfasst. Im Rahmen der Bewertung des qualitativen Abflussbeitrages von Teilflächen fließen diese Ergebnisse als Einflussgrößen ein. Die Dokumentation der Ergebnisse erfolgt im Rahmen eines Geographischen Informations-Systems (GIS). In weiterer Folge werden Verschneidungen der erfassten Prozesse und Nutzungen vorgenommen.

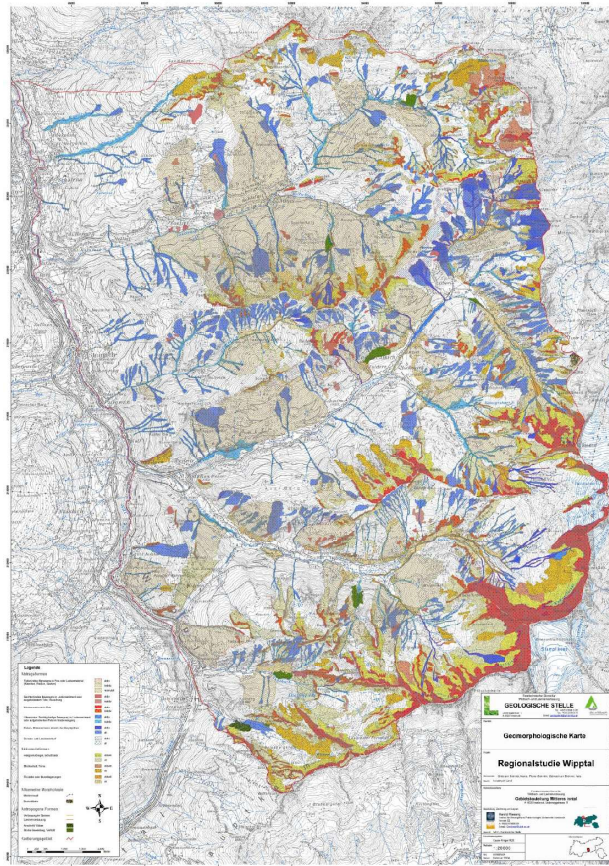


Abb. 12: Beispiel Geomorphologische Karte des südöstlichen Wipptales (Regionalstudie)

In der Lokalen und Detail-Maßstabsebene werden die Prozesse im Wildbach- Einzugsgebiet sowohl qualitativ als auch quantitativ mit verschiedenen Detaillierungsgraden erfasst.

Dabei wird das Geoinventar (Geologie der Locker- und Festgesteine, Erosions- und Ablagerungsprozesse ...) im jeweiligen Einzugsgebiet flächig erfasst und hinsichtlich seiner Relevanz für das Wildbachgeschehen bewertet. Die Erhebungsverfahren (untergliedert in Standard- und Sondermethoden) werden in Handbüchern beschrieben, die Gliederung der Vorgangsweise ist im ebenfalls ausgearbeiteten Workflow definiert.

Die qualitative Beurteilung von potentiellen Geschiebeherden erfolgt in Form von Dispositionsklassen für jeden einzelnen Geschiebeherd. In Abhängigkeit von verschiedenen Szenarien (Kombination von Systemzuständen und Transportprozessen) kann so entschieden werden, welche Geschiebepotentiale bei einem definierten Ereignis (Szenarienmodelle in Hinblick auf Transportprozesse) mobilisiert werden können.

GEOFORUM Umhausen TAGUNGSBAND III (2001-2004)

Szenarien		Disposition *)					
Systemzustand	Transportprozess	1A	1B	2	3	4	Sohle
Trocken	Geschiebetrieb	-	-	-	-	-	¹ (X)
Vorberechnet + ungesättigt	Geschiebetrieb	X	X	-	-	-	¹ (X) <small>Wass. Anbruch Abplattierung</small>
Vorberechnet + gesättigt	Geschiebetrieb	X	X	X	X	² (X)	¹ (X) <small>Wass. Anbruch Abplattierung</small>
Trocken	Murgang	³ (X)	-	-	-	-	X
Vorberechnet + ungesättigt	Murgang	X	X	X	-	-	X
Vorberechnet + gesättigt	Murgang	X	X	X	X	² (X)	X

Abb. 13: Szenarien und Disposition von potentiellen Geschiebeherden

Die Erfassung und Bewertung der Geschiebepotentiale wird in Form von Gerinne-Aufnahmeblättern (GAB) dokumentiert und in weiterer Folge in einem Geschiebepotential-Band (GPB) in Form eines Bewertungsbandes mit einer Verortung der einzelnen Geschiebeherde im Längsprofil zusammengeführt.

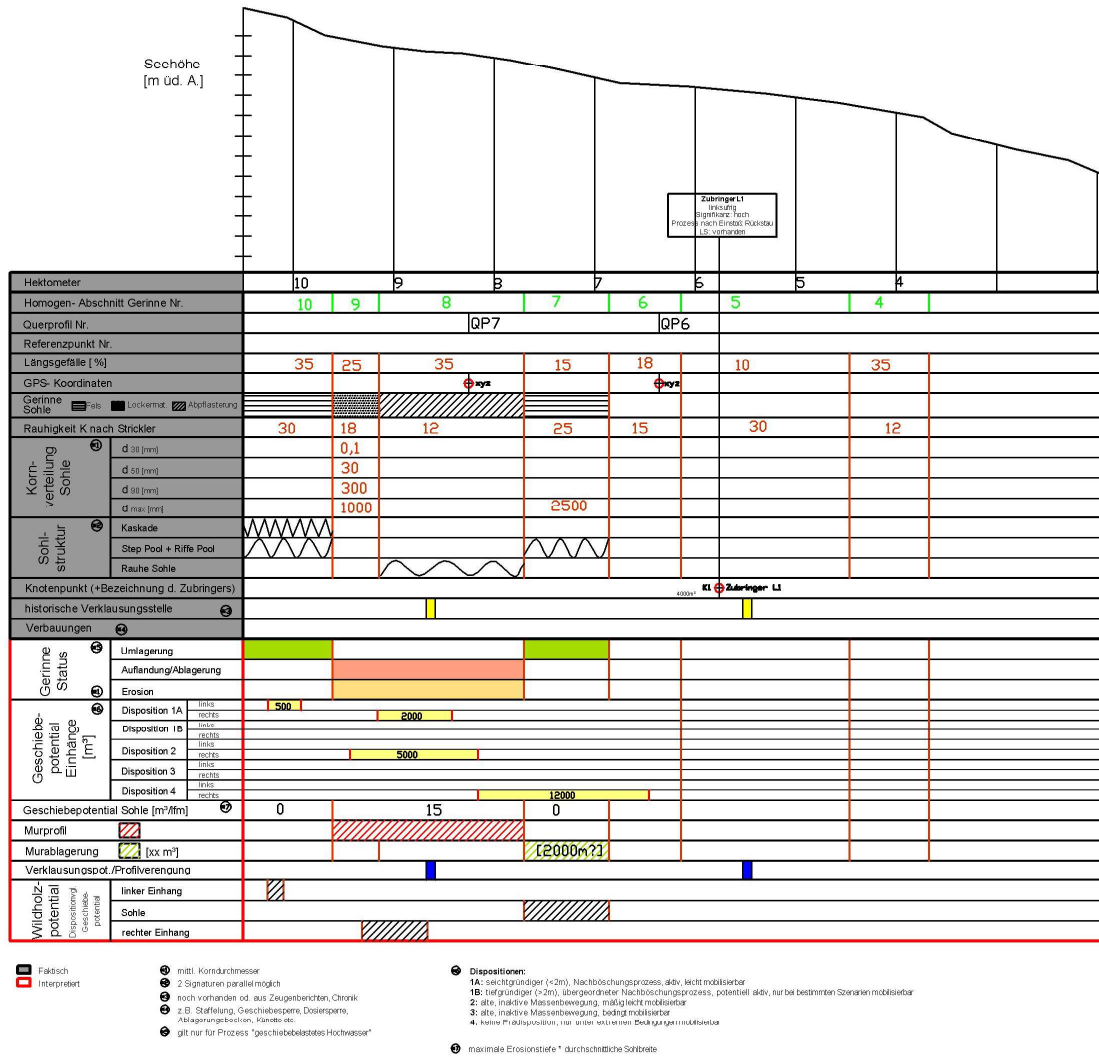


Abb. 14: Geschiebepotentialband in der Lokalen Maßstabsebene

Durch die gewählte Vorgangsweise sind die erfassten Naturraumparameter einerseits nachvollziehbar dokumentiert und können andererseits digital in verschiedene Modellierungswerkzeuge übernommen werden. Eine Nachführung der Datensätze bei zukünftigen Entwicklungen im Einzugsgebiet (größere Ereignisse) ist jederzeit möglich.

INTEGRATION

In der mittleren und detaillierten Maßstabsebene werden die Zwischenergebnisse aus Abflussermittlung und Geschiebepotential-Ermittlung in Geschiebetransportmodelle integriert. Der Unterschied in diesen Maßstabsebenen bezieht sich rein auf die Genauigkeit der Eingangsdaten und Ergebnisse. Es werden jedoch jeweils numerische Ergebnisse, wenn auch mit einer unterschiedlichen Aussageschärfe (Standardabweichung), produziert.

Bei der Ermittlung des Bemessungsereignisses wird von verschiedenen Szenarien hinsichtlich Abflussbildung und Geschiebepotentialstellung ausgegangen, welche im Zuge der Modellierung nachgebildet werden. Die Szenarien stellen hinsichtlich ihres Auftretens einen realistischen „worst

case“ dar. Die in der Statik übliche Annahme von ungünstigsten Zuständen auf allen Parameterebenen führt in der Hydrologie zu unrealistischen Horrorszenarien. Mit Hilfe einer Checkliste können die Randbedingungen übersichtlich auf allen Parameter-Ebenen variiert und logische Ungereimtheiten so vermieden werden.

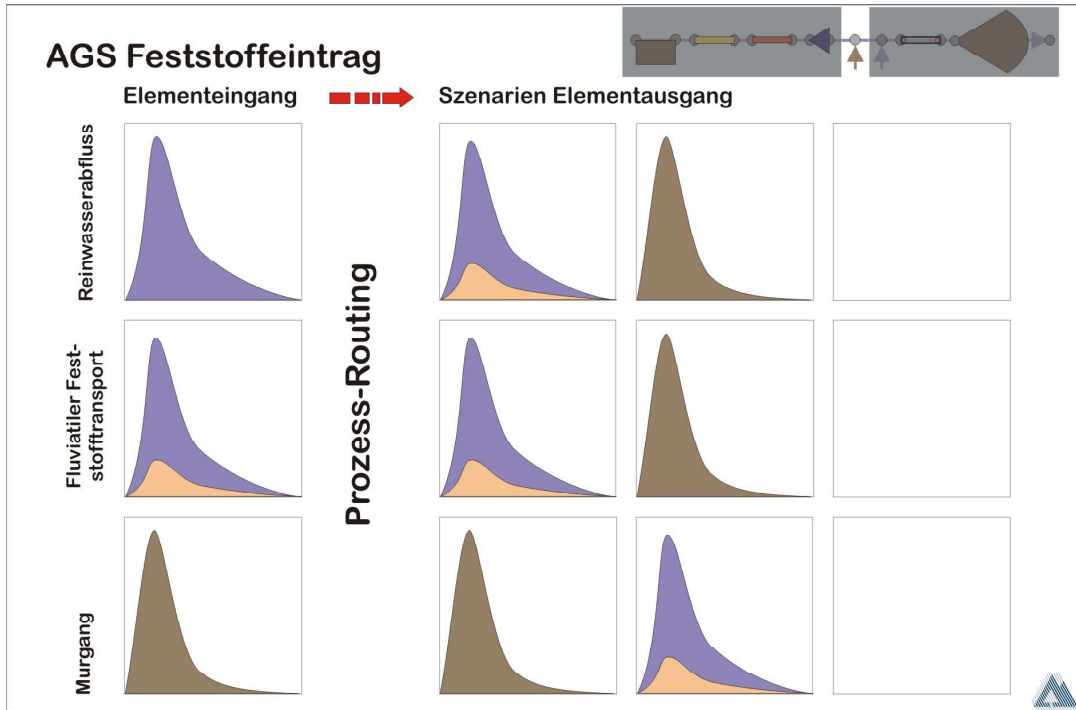


Abb. 15: Szenarien für die Transportmodellierung: In Abhängigkeit von der am relevanten Gerinne-Knotenpunkt herrschenden Transportbedingung (Elementeingang) kommt es beim Szenario „Feststoffeintrag“ zu den nachfolgenden möglichen Kombinationen

Die für jedes Szenario ermittelten Zwischenergebnisse aus der hydrologischen Modellierung werden in das verwendete Transportmodell integriert. Auf Basis der Geschiebepotentialbänder sowie der Erosions-Prozesskarte wird ein „Abstrahiertes Gerinnesystem“ (AGS) erstellt, auf dessen Basis Szenarien für verschiedene relevante Ereignisabläufe (Reinwasserabfluss, Geschiebetrieb, Murgang) definiert werden.

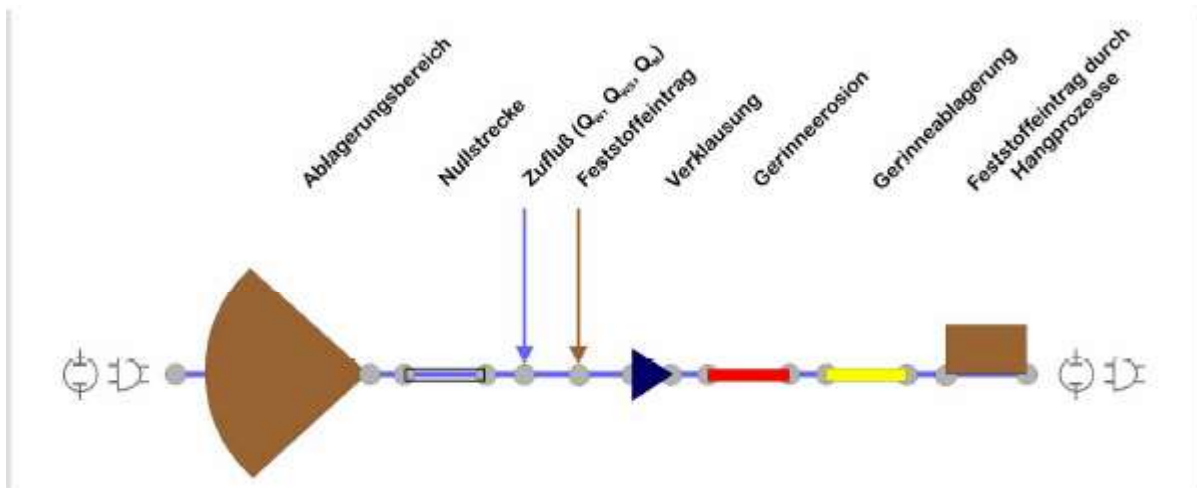


Abb. 16: Symbologie des abstrahierten Gerinnesystems

Analog zur hydrologischen Modellierung werden die definierten Szenarien numerisch nachgebildet. Die modellierte Ausscheidung von Wirkungs-Summenlinien bedarf einer Plausibilitätsprüfung im Gelände.

Die Dokumentation und Visualisierung numerischer Ergebnisse erfolgt in tabellarischer oder Textform, Ganglinien werden unter Angabe des zugehörigen Knotenpunktes tabellarisch dokumentiert und graphisch visualisiert. Mittels Darstellung von Wirkungs-Summenlinien wird in der mittleren Maßstabsebene auf kartographischer Basis der Emissionsbereich des Gerinnes dargestellt. In der Detailebene erhält man zusätzlich durch die Kombination von Darstellungen im abstrahierten Gerinnesystemes (AGS) mit dem Prozessrouting (Transformation von Prozesstypen an den Knotenpunkten) für jedes Szenario an jedem Knotenpunkt eine Gesamtabfluss-Ganglinie (Feststoffe und Reinwasser).

Literatur:

- BMLFUW 2004: **ETAip**: Gesamtheitliche Erfassung und Bewertung von Erosions- und Transportprozessen in Wildbacheinzugsgebieten. Handbücher und Kompendien, Wien 2004.
- GATTERMAYER W. 2003: Übersicht vorhandener Grundlagen und Modelle betreffend den Niederschlag. - Kompendium für das Projekt **ETAip**, Innsbruck
- KIRNBAUER R. 2003: Mathematische Modelle zur Berechnung des Niederschlag-Abfluss-Prozesses (NA-Modelle). - Kompendium für das Projekt **ETAip**, Wien
- MARKART, G., KOHL, B., SCHAUER, T., SOTIER, B., BUNZA, G. & STERN, R. 2003: Provisorische Geländeanleitung zur Abschätzung des Oberflächenabflusses auf alpinen Boden-/Vegetationseinheiten bei konvektiven Starkregen (Version 1.0).- BFW Dokumentation Nr. 3, Innsbruck
- MARSCHALLINGER, R. & SCHMUCK, C. 2003: Machbarkeitsstudie-Marktanalyse Workflow - Handbuch „Yawl“ – Erläuterungen zur graphischen Workflow-Sprache. - Kompendium zu **ETAip**, Salzburg.
- MAYR P., 2002: Hydraulische Simulationsmodelle mit Anwendungsmöglichkeit in Wildbächen, , Kompendium für das Projekt **ETAip**, Wien
- MOELK, M., PLONER, A., SOENSER, T. & STEPANEK L. (2000): Process-Oriented basic Data Assessment and Mass Balance as a Reproducible Approach to design Torrential Mitigation Measures. – Proceedings of the “International Seminar on the Debris Flow Disaster of December 1999 in Venezuela”. – Caracas 2000.
- PIRKL H., 2001: Fernerkundung als Instrument der Naturraumanalyse für Zwecke der WLIV. - Kompendium für das Projekt **ETAip**
- RICKENMANN D. & BRAUNER M., 2003: Ansätze zur Abschätzung des Geschiebetransports in Wildbächen und Gebirgsflüssen, Kompendium für das Projekt **ETAip**, Wien
- RICKENMANN D., 2003: Methoden zur Beurteilung von Murgängen, , Kompendium für das Projekt **ETAip**, Wien
- STEPANEK, L., KOHL, B., MARKART, G., (2001): Erfahrungen in der praktischen Anwendung der Laufzeitmethode nach Zeller, Wildbach- und Lawinenverbau, 65. Jg., H. 146, S.121-136