

EINE METHODE DER SZENARIENANALYSE ZUR FLUSSGEBIETSWEITEN GEFAHRENZONENAUSWEISUNG UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER FESTSTOFFTRANSPORT-DYNAMIK

**IN ZUSAMMENARBEIT MIT DER ABTEILUNG SCHUTZWASSERWIRTSCHAFT
DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG, PROGRAMM ALPINE SPACE**

Michael Brauner¹, Wolfgang Scherz² and Peter Buresch³,

ZUSAMMENFASSUNG

In der Arbeit wird eine Methodik zur Gefahrenzonenausweisung entlang von Fließgewässern unter Berücksichtigung sämtlicher relevanter Geländeprozesse vorgestellt. Diese Methodik wurde im Zuge des Projekts AdaptAlp „Work-Package 5 - Water related Hazards“ entwickelt. Ziel ist es, durch eine nachvollziehbare und nachhaltige Szenarienauswahl die Unsicherheiten bei der Gefahrenzonenausweisung weitgehend zu minimieren. Dabei wird so vorgegangen, dass an identifizierten Schwachstellen eine Überlastung des Systems über definierte realistische Szenarien angenommen wird.

Die Bewertung läuft nach einem dreistufigen Verfahren ab. Während in der ersten Stufe der Vorfluterabschnitt und die Zubringer getrennt bewertet werden, wird in der zweiten Stufe das Wechselwirken zwischen Vorfluter und Zubringer berücksichtigt. Dazu wird in einem Basisszenario die Konsequenz eines Hochwasser-Ereignisses entsprechend dem hydrologischen Längsschnitt auf die Ablaufkette bewertet. Weiters wird in Individualszenarien die Konsequenz aus Maximalereignissen eines oder mehrerer Zubringer berücksichtigt. Die Anwendung der Methodik wurde anhand eines Fallbeispiels an der Metnitz dargestellt.

Keywords: AdaptAlp, Gefahrenzonenplanung, Szenarioanalyse

ABSTRACT

The paper presents a methodology for hazard zone delineation under consideration of all relevant land surface processes. This methodology was developed on behalf of the project AdaptALP (Adaptation to Climate Change in the Alpine Space).

The main attention thereby is focused on comprehensible and consistent scenarios for minimizing the uncertainties in the hazard zoning. The evaluation is carried out in a three-step approach. While the prefloder and the feeders are being evaluated separately in the first step, interaction between the two is taken into consideration in the second step. By the “basis-scenario” the consequence of flood events is assessed corresponding to the existing hydrologic profile. Additionally individual scenarios account for the consequence from maximum flood-events on one or several feeders. The case study Metnitz shows the application of the proposed methodology.

Keywords: AdaptAlp, hazard zone delineation, scenario-analysis

¹ Dr. Michael Brauner. ÖBB-Infrastruktur AG Nordbahnstraße 50 1020 Wien Austria/ Geoexpert GmbH

² DI Wolfgang Scherz. Mayr&Sattler OG, Albertgasse 19, 1080 Wien, Austria (e-mail: scherz@flussbau.at)

³ DI. Peter Buresch, Geoexpert GmbH, Brunhildengasse 1, 1150 Wien, Austria (e-mail: office@geoexpert.at)

EINLEITUNG

Im letzten Jahrzehnt nahm das Ausmaß der durch Hochwasserereignisse verursachten Schäden, trotz der ständig steigenden Investitionen der Schutzwasserwirtschaft, zu (Loizl, 2009). Es muss daher aus gesellschaftlicher wie auch aus ökonomischer Sicht ein effektiver und dabei wirtschaftlicher Schutz vor Hochwassergefahren gefordert werden (Mazzorana & Scherer, 2009). Das kann durch eine flussgebietsweite und grenzübergreifende Gefahrenbetrachtung unter Berücksichtigung sämtlicher relevanter Risiken, wie es die EU-Hochwasserrichtlinie vorgibt, erreicht werden (2007/60/EG).

In Österreich wird die Zuständigkeit im Verordnungsweg zwischen Wildbächen und sonstigen Fließgewässern unterschieden. Während für Wildbäche der Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung zuständig ist fallen die übrigen Gewässer in den Verantwortungsbereich der Bundeswasserbauverwaltung. Dazu sind unterschiedliche Richtlinien sowie Bemessungsvorgaben zu berücksichtigen (BMLFUW, 2006; VO-GZP, 1976).

In den letzten Jahren wird eine interdisziplinäre Betrachtungsweise forciert, welche jedoch prozessbedingt auf Schwierigkeiten stößt. Man denke nur an die durchgehende Berücksichtigung der Feststoffverlagerungs- und Transportprozesse oder die konsistente Festlegung der hydrologischen Bemessungsgrößen an der Schnittstelle Vorfluter/Zubringer (Merz, 2009). Hierzu wurden in letzter Zeit einige Ansätze entwickelt, welche zwar szenarienbasiert arbeiten, dabei jedoch insbesondere für hydrologische Bemessungswerte an der Schnittstelle Vorfluter/Zubringer empirische Verhältniswerte unterstellen (Sereinig & Schober, 2009; Loizl, 2009).

ZIELSETZUNG

Im Projekt AdaptAlp „Work-Package 5 Water related Hazards“ soll eine Methodik zur Gefahrenzonenausweisung entlang von Fließgewässern auf der Ebene des Flusseinzugsgebiets entwickelt werden.

Dazu soll eine Bewertungsmethodik entwickelt werden, welche effizient aus der Vielzahl der möglichen Feststofftransport szenarien kritische Szenarien identifiziert und für diese Szenarien Einflussflächen sowie Feststoffbilanzen abschätzt. Die mögliche Versagenskonsequenz von Einbauten soll durch eine Schwachstellenanalyse vorerfasst werden. Mit diesem Wissen kann dann für die Bemessungsszenarien eine detaillierte Gefahrenzonenausweisung erfolgen.

DAS BEWERTUNGSKONZEPT

Während vom Südtiroler Partner eine Methodik für Wildbäche entwickelt wurde, liegt der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit auf Flusseinzugsgebieten. Beide Ansätze basieren auf dem Grundkonzept der Prozessanalyse sowie der erweiterten formativen Szenarioanalyse (Mazzorana & Scherer, 2009; Mazzorana et al., 2011).

Die Methodik soll die folgenden Forderungen erfüllen: (i) durchgängige Prozessfassung auf verschiedenen Maßstabsebenen, (ii) nachvollziehbare Auswahl von kritischen Szenarien, (iii) durchgängige Betrachtung der hydrologischen Bemessungswerte sowie Feststofffrachten, (iv) eine gute und intuitive graphisch-tabellarische Darstellung. Die gültigen rechtlichen Rahmenbedingungen, der aktuelle Stand des Wissens sowie Aspekte der wirtschaftlichen Effizienz sollen einfließen.

Das komplexe Wirkungsgefüge des Systems „Talfluss“ kann in die Subsysteme Vorfluter sowie Zubringer zerlegt werden und in einer 1. Bewertungsphase vorerst isoliert durch Prozessanalyse betrachtet werden. In einer 2. Bewertungsphase werden die analysierten Subsysteme durch Szenariobildung zu möglichen Ereignisszenarien kombiniert und daraus kritische Szenarien, die Bemessungsszenarien, ausgewiesen.

Für die Ausweisung der Bemessungsszenarien wird die mögliche Bandbreite der relevanten hydrologischen Kennwerte wie folgt abgeschätzt.

- Durch das Basis-Szenario wird die Berechnung gemäß hydrologischem Längenschnitt des Flussgebiets durchgeführt und die Zubringertransferleistung entsprechend angepasst.
- Mit dem Individualszenario wird für jeden Zubringer die der gewählten Jährlichkeit entsprechende Transferleistung herangezogen und die Vorfluterleistung entsprechend dem

hydrologischen Längsschnitt angepasst. Damit wird die Wichtigkeit jedes einzelnen Zubringers in Bezug auf das Vorfluter-System bewertet. Es kann so eine Auswahl maßgeblicher Zubringer oder sensibler Zubringer-Konstellationen erkannt werden.

Unter **Prozessanalyse** wird die systematische Analyse eines Prozesses durch Zerlegung in seine Einzelteile verstanden, mit dem Ziel, ein verbessertes Verständnis für den Prozess zu erlangen und Schwachstellen und Verbesserungspotentiale zu erkennen (Langmann, 2004). So basieren zahlreiche Methoden zur nachvollziehbaren Ermittlung von Feststoff-Szenarien wie SEDEX (Frick et al., 2008) oder das Geschiebepotentialband (BMLFUW, 2003) auf diesem Prinzip. Dazu wird das Gerinnesystem durch eine gerichtete Prozess- oder Ablaufkette von (Gerinne)homogenabschnitten dargestellt. Diese sind durch einen für das betrachtete Bemessungsszenario einheitlichen Prozessablauf (Abschnitt) sowie eine vorgegebene Transferrichtung charakterisiert. Für den Bewertungsvorgang werden die maßgeblichen Geländeprozesse innerhalb der Homogenabschnitte aggregiert. Knoten trennen Homogenabschnitte voneinander und können Mündungen, Änderung im Transferprozessverhalten sowie Schwachstellen darstellen.

In Zuge der Prozessanalyse wird eine **Schwachstellenanalyse** der Ablaufkette durchgeführt. Es wird die Konsequenz der Hochwasserwelle auf Abschnitte und Knoten hinsichtlich Prozessverstärkung sowie Abschwächung (Filterung) analysiert (Mazzorana & Scherer, 2009). Dabei wird auch Fernwirkung auf nicht direkt angrenzende Abschnitte berücksichtigt (z.B. Bypasswirkung nach Dambruch oder Verklausung).

Unter **Szenarioanalyse** wird die Auswirkung einzelner veränderlicher Variablen auf das System, unter Berücksichtigung eines bestimmten Systemzustands verstanden (Kahn & Wiener, 1967). Für die vorliegende Problemstellung bietet sich insbesondere die formative Szenarioanalyse (Scholz & Tietje, 2002) an, da diese, bezogen auf einen definierten Systemzustand, mehrere in sich schlüssige und widerspruchsfreie zukünftige Entwicklungswege ermittelt und für diese mit Hilfe der Schwachstellenanalyse die in Hinblick auf den Systemzustand kritischen Kombinationen auswählt.

Phase 1 – Prozess- und Schwachstellenanalyse

Die Zubringeranalyse orientiert sich grundsätzlich an dem Instrument „Gefahrenzonenplan des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung“ (VO-GZP, 1976), da dieser zum einen nahezu flächendeckend vorliegt und zum anderen ein Fachgutachten darstellt.

Die Bewertung des Subsystems Vorfluter beginnt beim betrachteten Knoten Zubringer - Vorfluter. Der Fokus der Bewertung liegt ausgehend vom betrachteten Knoten am Oberliegergebiet (bis zum nächst oberen Knoten bzw. obersten Knoten) des Vorfluters. Entlang der Ablaufkette werden die maßgeblichen Gerinneprozesse und deren Auswirkungsbereiche bis zu der Schnittstelle des Subsystems quantifiziert und die ermittelte Transportkapazität (Fracht) dem bereitstehenden Geschiebe- bzw. Schwemmholzpotezial abschnittsweise gegenübergestellt. Dazu werden neben einer stationären Reinwasserhydraulik auf Basis limitierender Querprofile, eine einfache Feststoffbilanzierung von Sediment und Schwemmholz angewendet (BMLFUW, 2003; Betonkalender, 2008; Rickenmann, 1997)

Phase 2 - Szenarioanalyse

Dazu werden für diese Subsysteme charakteristische Abflüsse diverser Jährlichkeiten, die vereinfachte Transportkapazität (Fracht) für Geschiebe sowie das Feststoffpotential (Geschiebe- und Schwemmholz) ermittelt. Die zeitliche Auflösung wird getrennt für jedes Subsystem (Vorfluter, Zubringer) durch die kürzeste Anlaufzeit (Konzentrationszeit) der Zubringer definiert.

Um Rückkopplungseffekte und Zusammenhänge nachvollziehbar abzubilden, findet eine gekoppelte Bewertung beider Subsysteme durch Erweiterung der Vorfluter-Ablaufkette um Knoten, welche zusätzliche Zubringer-Einstoßpunkte darstellen (Schwachstellenanalyse), statt. Ausgehend von Geschiebepotential und Bemessungsabfluss wird im Bereich der Systemschnittstelle (Schwemmkegelhals-Schwemmkegel-Vorfluter), unter Berücksichtigung der Schwachstellenanalyse, das Transportgeschehen bewertet. Dabei wird nach Gerinneabfluss, Vorlandabfluss und Gerinneausbruch unterschieden und gegebenenfalls die Möglichkeit von Rückfluss in das Gerinne

berücksichtigt. Dazu können, falls vorhanden, der aktuelle Gefahrenzonenplan oder sonstige aktuelle Gutachten herangezogen werden. Im Mündungsbereich wird für den jeweiligen Bemessungsabfluss die Feststofffracht ermittelt und gemäß dem unterstellten Transportprozess eine Wasser/Sedimentganglinie für den Einstoßbereich abgeleitet.

Basierend auf der Ablaufkette erfolgt die Bearbeitung semiautomatisch und rechnergestützt gemäß dem Fließschema in Fig. 1.

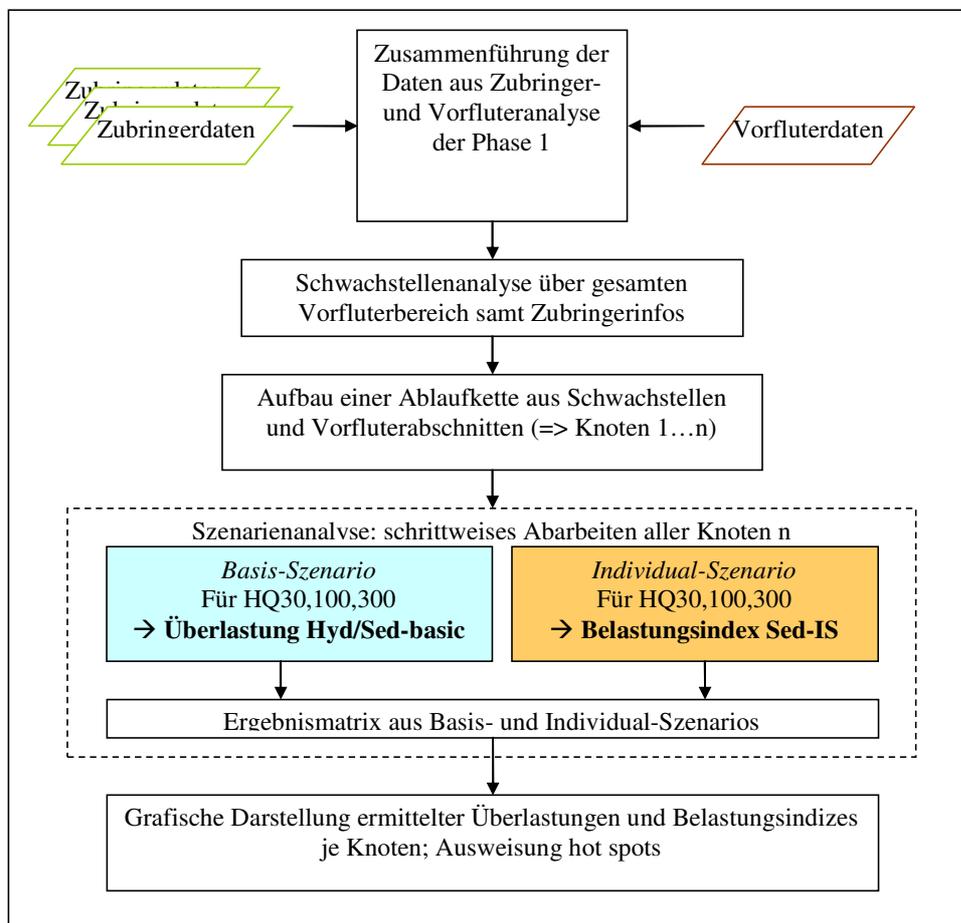


Fig. 1 Fließschema des Bearbeitungskonzepts von Phase 2.

Fig. 1 Flowchart of processing in phase 2.

AUSWEISUNG VON BEMESSUNGSSZENARIEN

Es werden für den betrachteten Flusslauf, getrennt für die Jährlichkeiten $T_n=30, 100, 300a$, jeweils ein Basis-Szenario sowie ein Individual-Szenario ausgearbeitet. Die hydrologischen Bemessungswerte können der durch das BMLFUW bereitgestellten Plattform eHyd/Bemessungsniederschläge entnommen werden (Weilguni, 2009).

Für das **Basis-Szenario** wird als Transferleistung die Differenz der Reinwasserabflüsse der Vorfluterabschnitte flussauf sowie flussab des betrachteten Zubringerknotens herangezogen. Dabei wird auf hydraulische Überlastung (Hyd-basic) bzw. Überlastung der Sedimenttransportkapazität (Sed-basic), insbesondere des Vorfluters, geprüft. Dazu wird für den Vorfluter eine stationäre Berechnung der Reinwasserhydraulik durchgeführt und eine Feststoffbilanzierung gemäß der ermittelten Transportkapazität unter Berücksichtigung des Zubringer/Vorfluter Feststoffpotentials durchgeführt. Damit kann die Auswirkung einer großräumigen, maßgeblichen Belastung auf das Flussgebiet bewertet werden.

Für das **Individual-Szenario** wird entlang der Ablaufkette über die Ereignisdauer des betrachteten Vorfluters eine quasi stationäre Bilanzierung der Geschiebetransportkapazität (Summe aus Vorfluter und Zubringer) durchgeführt. Der Abfluss des Vorfluters wird soweit reduziert, so dass der

Gesamtabfluss laut hydrologischem Längenschnitt gewahrt bleibt. Somit ist die Transportkapazität des Vorfluters im Vergleich zum Basis-Szenario reduziert – die Transportkapazität im Zubringer jedoch maximiert. Die Analyse der Vorfluterknotten erfolgt gegen die Fließrichtung des Vorfluters. Dazu wird jeder Vorfluter/Zubringerknoten durch die Zubringer Misch-Ganglinie belastet und die Belastung schrittweise auf die flussauf gelegenen Zubringer ausgeweitet bis Überlastung auftritt. Entsprechend der Anzahl der berücksichtigten Zubringer bis zum Überlastfall wird der Belastungsindex (Sed-IS) vergeben. Damit kann die Auswirkung einer maßgeblichen Belastung durch einen Zubringer oder einer Gruppe von Zubringern auf das Flussgebiet betrachtet werden. Eine Überprüfung auf Plausibilität, die für die Methodik unverzichtbar und somit essentiell ist, erfolgt im Anschluss durch Experten. Der Vorgang der Festlegung von Bemessungsszenarien für die Gefahrenzonenausweisung ist somit abgeschlossen.

FALLSTUDIE FLUSSEINZUGSGEBIET METNITZ

Am Fallbeispiel Metnitz wird die vorgestellte Methodik zur Szenarienanalyse im Zusammenspiel von mehreren Zubringern und einem Talfluss im Siedlungsbereich der Marktgemeinde Metnitz (Bezirk St. Veit/Glan, Kärnten) angewandt. Das für die Fallstudie berücksichtigte Projektgebiet ist in **Fig. 2** dargestellt. Das Bearbeitungsgebiet liegt in den Gurktaler Alpen, welche aus Phyllite und Schiefer aufgebaut sind. Im Talbereich dominieren würmzeitliche Ablagerungen. Bei einer Einzugsgebietsfläche von etwa 130 km² weist das Gebiet der Metnitz eine Höhererstreckung zwischen 795 und 1325 m ü.S.H auf. Die fünf Zubringer im Bearbeitungsgebiet haben Wildbachcharakter und stoßen beidseitig in den Talboden der Metnitz ein.

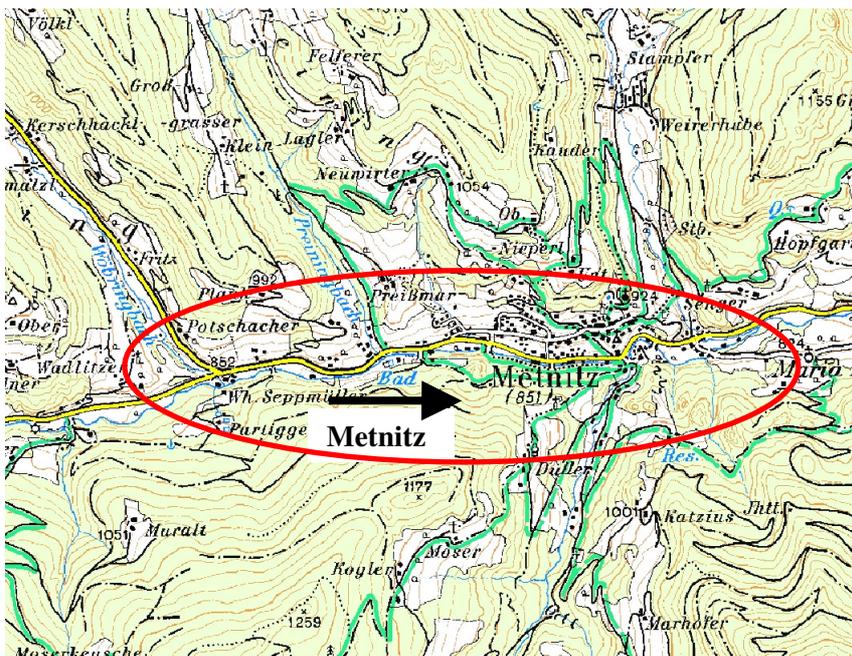


Fig. 2 Ausschnitt ÖK50 (Quelle BEV) von den relevanten Mündungsbereichen der Zubringer und dem Vorfluter Metnitz.

Fig. 2 Detail of the topographic map with relevant feeders and the prefloder Metnitz.

PHASE 1 – ERMITTLUNG ABLAUFKETTE SOWIE SCHWACHSTELLENANALYSE

VORFLUTER-ANALYSE

Für die vorliegende Fallstudie wurde die Metnitz auf einer Länge von ca. 3,4 km in 13 homogene Abschnitte unterteilt und bewertet. Als relevante Schwachstellen (Knoten) wurden Brücken, eine Wehranlage und die fünf Zubringer identifiziert (**Fig. 3**). Dabei wurden bestehende Gefahrenzonen, Historie, Wasserkraftnutzung, Einzugsgebietsparameter, Hydrologie, Morphologie, Holzeintrag und

Verbauung berücksichtigt. Für die Abschätzung der Geschiebetransportkapazität wurde die Transportformel von SMART / JÄGGI (1983) herangezogen (BMLFUW, 2003).

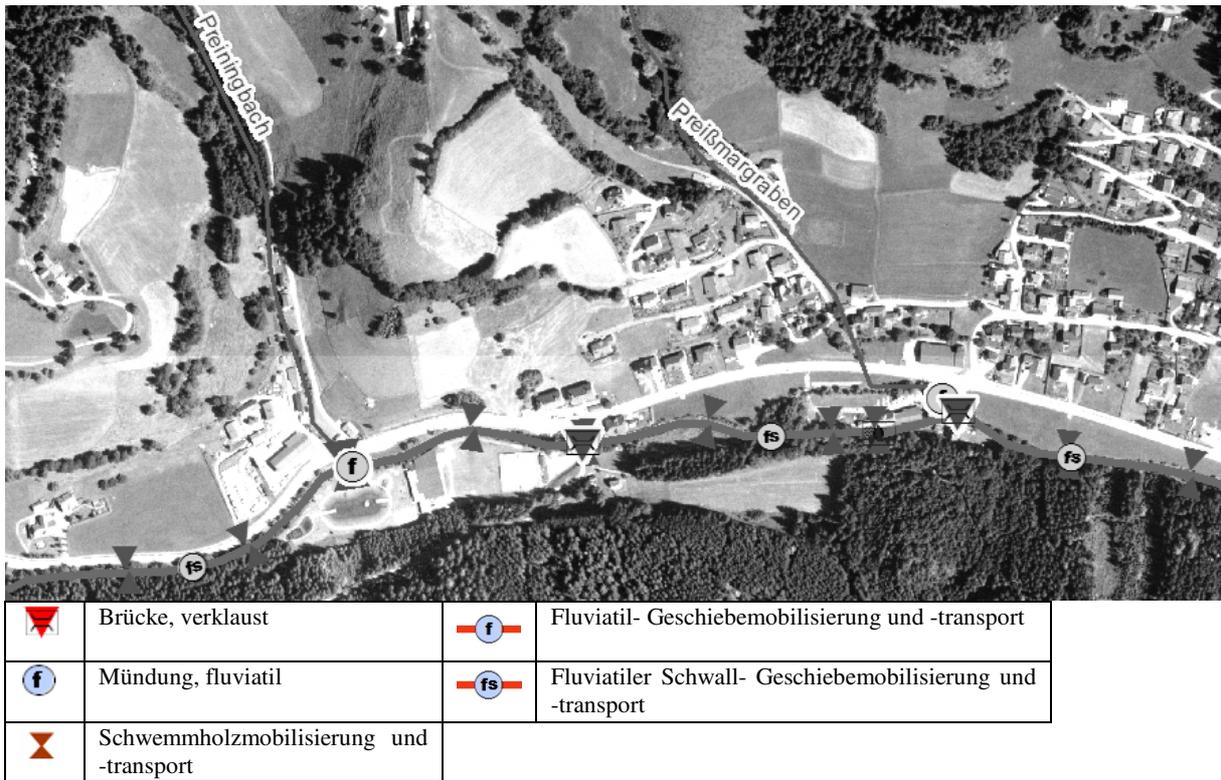


Fig. 3 Ausschnitt aus Ablaufkette Metnitz mit Prozess Symbolik.

Fig. 3 Detail of the process-chain Metnitz with process symbology.

ZUBRINGER-ANALYSE

Im betrachteten Bereich befinden sich fünf Wildbäche die in die Metnitz münden. Die Datengrundlage für die Analyse bildeten der Gefahrenzonenplan des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinerverbauung (1988), der hydrologische Längsschnitt der Landeshydrologie (2010), GIS Daten aus KAGIS und Kartenmaterial des BEV.

Die im geltenden Gefahrenzonenplan angeführten Abfluss- und Geschiebewerte wurden auf ihre Gültigkeit für den Mündungsbereich überprüft und Werte für das Basis- und Individualszenario, sowie für unterschiedliche Jährlichkeiten ermittelt. Für die Abschätzung des Geschiebes im Mündungsbereich wurde die Transportformel von SMART / JÄGGI (1983) herangezogen.

PHASE 2 – VERSCHNEIDUNG SOWIE SZENARIOANALYSE

Es wurde das Basis- sowie das Individualszenario für jeden Lastfall (HQ30/100/300) untersucht. Dies wurde mit dem im Rahmen von AdaptAlp entwickelten Berechnungstool Scen.AT 1.0 (GeoExpert/Mayr&Sattler) durchgeführt.

BASIS-SZENARIEN - GESCHIEBEBAND

Für das Basis-Szenario wurde in den 13 homogenen Abschnitten der Metnitz die Geschiebetransportkapazität der mobilisierbaren Transportrate aus Abschnitt und Zubringer gegenübergestellt. Das Ergebnis wird graphisch als Geschiebepotential wie auch tabellarisch dargestellt. Trotz der punktuellen Berechnung an maßgeblichen Querschnitten wurde auf Grund der besseren Darstellbarkeit eine Liniendarstellung gewählt (Geschiebepotential, Fracht, Transfer).

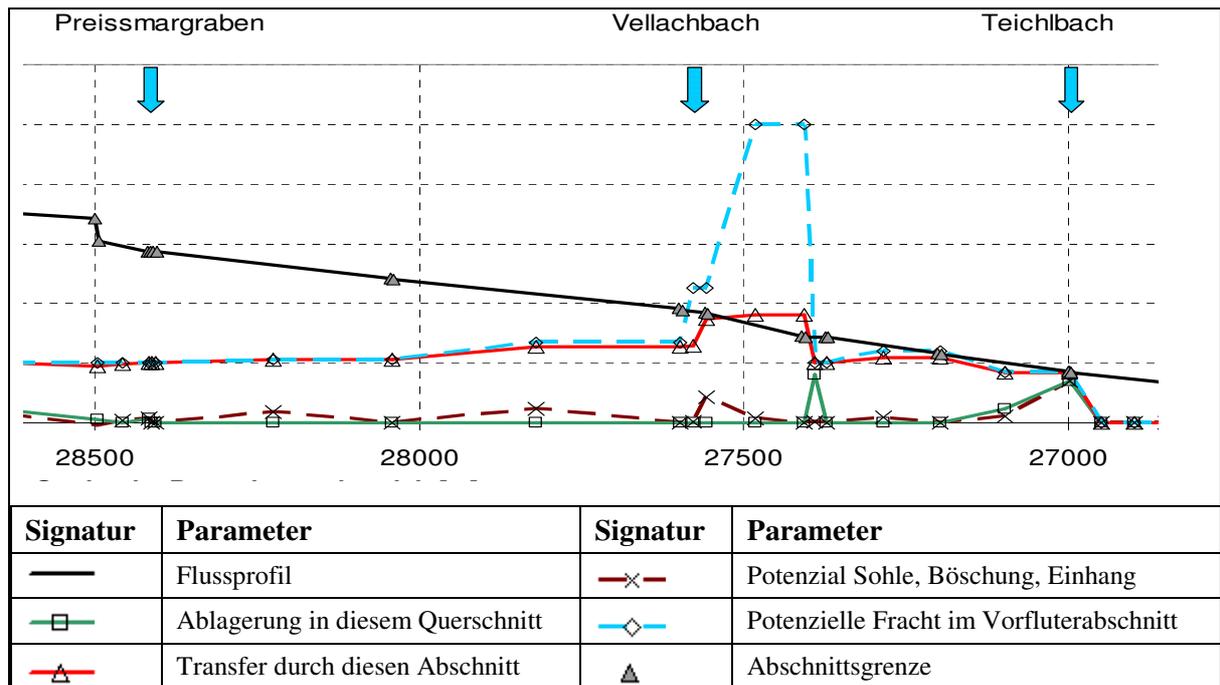


Fig. 4 Auszug aus dem Geschiebeband Metnitz für ein HQ100 Ereignis (Basis-Szenario).

Fig. 4 Excerpt of the HQ100 bed load band Metnitz (basis szenario).

Im Diagramm kann man gut Umlagerungsabschnitte (pot. Geschiebefracht = Transfer) von erosiven Abschnitten (pot. Geschiebefracht > Transfer) unterscheiden. Das drückt sich auch in der gegenläufigen Ablagerungsbilanz aus. Liegt die Ablagerungstendenz über dem Feststoffpotential, so ist von Abschnitten mit Ablagerungstendenz auszugehen.

INDIVIDUALSZENARIEN

Für das Individual-Szenario wurde die maximale Anzahl an Zubringern für einen Betrachtungsknoten ermittelt, bis es zur Überlastung im betrachteten Knoten kommt. Auf Grund der Vielzahl der Szenarien wurde für die Zubringer-Szenarien und Geschiebebilanzierungen eine Ergebnismatrix ausgewiesen. Die Geschiebebilanzierung wird in einer Tabelle dargestellt.

Die Ergebnismatrix für die berechneten Szenarien und Lastfälle ist in **Tab. 1** dargestellt.

Tab. 1 Ergebnismatrix aus Szenarienanalyse.

Tab. 1 Results of the scenario analysis.

		Basis-Szenario Reinwasser			Basis-Szenario Geschiebetransport			Individual- Szenario Belastungs- index						
ID	Gerinne- Abschnitt	HQ30	HQ100	HQ300	HQ30	HQ100	HQ300	HQ30	HQ100	HQ300				
1	Wöbringbach						f - GMT-SHMT							
2	Abschnitt						f - GMT-SHMT							
3	Brücke													
4	Abschnitt				fs - GMT-SHMT	fs - GMT-SHMT	fs - GMT-SHMT							
5	Preiningbach				f - GMT-SHMT	f - GMT-SHMT	f - GMT-SHMT	1	1	1				
6	Abschnitt													
7	Brücke													
8	Abschnitt				fs - GMT-SHMT	fs - GMT-SHMT	fs - GMT-SHMT							
9	Wehr				f - GMT-SHMT	f - GMT-SHMT	f - GMT-SHMT							
10	Abschnitt													
11	Preissmar-graben				f - GMT-SHMT	f - GMT-SHMT	f - GMT-SHMT	1	1	1				
12	Abschnitt													
13	Brücke													
14	Abschnitt						fs - GMT-SHMT							
15	Brücke													
16	Abschnitt													
17	Brücke													
18	Abschnitt													
19	Vellachbach							1	1	1				
20	Abschnitt													
21	Brücke													
22	Abschnitt				fs - GMT-SHMT	fs - GMT-SHMT	fs - GMT-SHMT							
23	Brücke													
24	Abschnitt													
25	Brücke													
26	Abschnitt					fs - GMT-SHMT	fs - GMT-SHMT							
27	Teichlbach				f - GMT-SHMT	f - GMT-SHMT	f - GMT-SHMT	1	1	1				
Erläuterung:														
f- Fluviaatil		GMT- Geschiebemobilisierung und -			SHMT- Schwemmholzmobilisierung und -									
fs- Fluviaatil Schwall		transport			transport									
Symbolik Basis-Szenario						Symbolik Individual Szenario								
<table border="1"> <tr> <td style="background-color: #f08080;"></td> <td>bedeutet Überlastung des Gerinneabschnitts/Ausuferung</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffffcc;"></td> <td>bedeutet keine Überlastung</td> </tr> </table>							bedeutet Überlastung des Gerinneabschnitts/Ausuferung		bedeutet keine Überlastung	<p>Im Individual-Szenario entspricht die Zahl in der Tabelle der Anzahl an Zubringern bis Überlastung im Betrachtungsknoten eintritt. K.A. bedeutet, dass für diesen Knoten keine Berechnung durchgeführt werden konnte.</p>				
	bedeutet Überlastung des Gerinneabschnitts/Ausuferung													
	bedeutet keine Überlastung													

INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

Im Basiszenario zeigt sich bei der Bestimmung des max. Abflusses im Gerinne, dass an vielen Gerinneengstellen und Einbauten der Gerinnequerschnitt bereits ab einem HQ30 unterdimensioniert ist. Es ist mit flächigem Abfluss über das Vorland sowie mit Seiten- und Tiefenerosion zu rechnen. Bei den Zubringerknoten kann das Geschiebe aus drei Zubringern nicht mehr abtransportiert werden und kommt im Vorfluter zur Ablagerung. Bei HQ100 zeigt sich ein ähnliches Verhalten wie bei HQ30. Bei HQ300 kommt es auf Grund des erhöhten Geschiebeeinstoßes der Zubringer und der Geschiebemobilisierung aus dem Gerinne selbst zu zusätzlichen Ablagerungen bei limitierenden Querschnitten.

Bei bemessungsnaher Beaufschlagung durch die Zubringer (Individual-Szenario) weisen alle Zubringer für alle Lastfälle einen Belastungsindex von 1 auf, d.h. die Geschiebefracht des betrachteten Zubringers führt infolge eines HQ30/HQ100/HQ300 zu einer Transportüberlastung des Vorfluters.

Der Grund dafür dürfte der sich nicht maßgeblich vergrößernde Gerinnequerschnitt der Metnitz sein. Dadurch bleibt die Transportkapazität im Gerinne (mit 2 Ausnahmen) nahezu konstant, obwohl der Geschiebeanteil steigt.

DISKUSSION

Wie die Fallstudie Metnitz gezeigt hat, können durch die vorgestellte Methodik die detailliert zu analysierenden Bemessungsszenarien stark eingeschränkt werden. Damit kann in Folge die arbeitsaufwändige Flächenausweisung der Gefahrenzonen auf wenige kritische Szenarien, den Bemessungsszenarien, eingeschränkt werden. Durch die grafisch-tabellarische Dokumentation der relevanten Prozesse, Prozessflächen sowie Schwachstellen ist eine objektive Darstellung gegeben welche eine wertvolle Basis für den nachfolgenden Evaluierungsprozess durch Experten ist.

Es muss angemerkt werden, dass eine Anwendung der Methodik erst durch zwei Fallstudien erfolgte. Eine breite Überprüfung steht noch aus. In künftigen Arbeiten muss die komplexe Herleitung der Individualszenarien erst durch umfassende Vergleichsanalysen auf ihre Aussagekraft hin überprüft werden.

Der bewusst einfach gehaltene methodische Ansatz (stationäre Reinwasser-Hydraulik, entkoppelte Geschiebefrachtermittlung sowie aggregierte morphologische Parametrisierung) hat das Ziel, eine schnelle Abschätzung der Bemessungsszenarien zu ermöglichen. Der damit erreichbare Genauigkeitsgrad sollte durch Vergleich mit detaillierten Methoden (z.B. numerisch gekoppelte Hydraulik/Feststoffmodellierung) überprüft werden.

Durch die Identifikation von kritischen Schwachstellen mittels Schwachstellenanalyse kann die Erarbeitung von nachhaltigen Schutzkonzepten erleichtert werden sowie Priorisierung von Maßnahmen durchgeführt werden.

REFERENCES

- Betonkalender (2008). Schwerpunkte: Konstruktiver Wasserbau, Erdbebensicheres Bauen, Schutzwerke gegen Wildbachgefahren. Eds: Bergmeister K, Wörner JD. Wiley. pp 1160.
- BMLFUW (2003). ETAlp – Erosion, Transport in Alpen Systemen. Gesamtheitliche Erfassung und Bewertung von Erosions- und Transportvorgängen in Wildbacheinzugsgebieten, Handbuch Detailebene. Wien.
- BMLFUW (2006). RIWA-T: Technische Richtlinien für die Bundeswasserbauverwaltung, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Sektion Wasser A-1012 Wien, Stubenring 1.
- Frick E., Kienholz H., Roth H. (2008). SEDEX _ eine praxistaugliche Methodik zur Beurteilung der Feststofflieferung in Wildbächen. In: Interpraevent, Internationale Forschungsgesellschaft Interpraevent Bd. I. Klagenfurt, 2008.
- Kahn H., Wiener A. (1967). The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next 33 Years. New York : Macmillan.

- Langmann R. (2004). Taschenbuch der Automatisierung. Hanser Verlag, 2004.
- Loizl R. (2009). Hochwasserabflussgebiete und Gefahrenzonen zur Risikokommunikation mit der Raumplanung – „Der Salzburger Weg“. In: Hochwässer, Bemessung, Risikoanalyse und Vorhersage Hrsg.: Univ.-Prof. DI Dr. Günter Blöschl. Wiener Mitteilungen, Band 216, Wien.
- Mazzorana B., Scherer C. (2009). Entwicklung einer Methode zur Ermittlung von nachvollziehbaren Naturgefahrenszenarien im Rahmen des Projektes AdaptAlp für das Ziel Europäische Territoriale Zusammenarbeit 2007-2013; Autonome Provinz Bozen – Südtirol
- Mazzorana et al. (2011). Developing consistent scenarios to assess flood hazards in mountain streams
- Merz R. (2009). Methoden zur Bestimmung des Bemessungshochwassers. In: Hochwässer Bemessung, Risikoanalyse und Vorhersage. WIENER MITTEILUNGEN, 216. Hrsg: o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Günter Blöschl, Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie, Technische Universität Wien. S 85-105.
- Rickenmann D. (1997). Schwemmholz und Hochwasser. Wasser, Energie, Luft. Heft 5/6, 97. Jahrgang, Baden. S 115-120.
- Scholz R.W., Tietje O. (2002). Formative scenario analysis. In: Scholz, R.W. (Hrsg.) ; Tietje, O. (Hrsg.): Embedded Case Study Methods, Integrating Quantitative and Qualitative Knowledge. Sage, Thousand Oaks, CA, 2002, S. 79-116.
- Sereinig N., Schober S. (2009). GEFAHRENZONENAUSWEISUNG SZENARIEN, Amt der Kärntner Landesregierung Abteilung 18 – Schutzwasserwirtschaft.
- Smart G.M. und Jaeggi M. (1983). Sedimenttransport in steilen Gerinnen. Sediment Transport on Steep Slopes. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Nr. 64
- VO-GZP (1976). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 30. Juli 1976 über die Gefahrenzonenpläne, BGBl. Nr. 436/1976.
- Weilguni V. (2009). Bemessungsniederschläge in Österreich. In: Hochwässer Bemessung, Risikoanalyse und Vorhersage. WIENER MITTEILUNGEN, 216. Hrsg: o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Günter Blöschl, Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie, Technische Universität Wien. S 71-85.
- Richtlinie 2007/60/EG des EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken.