

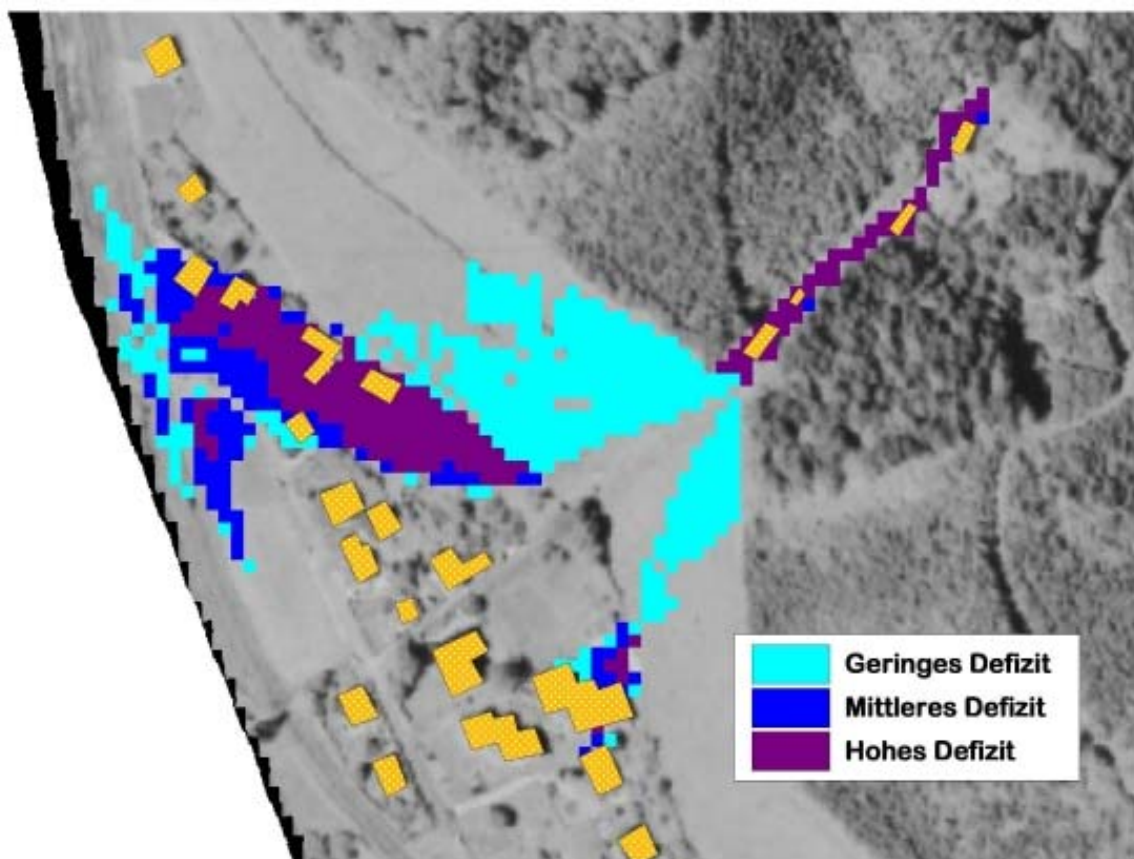
WLS REPORT 18

DURCHFÜHRUNG EINER RISIKOANALYSE MIT HILFE VON ARCVIEW AM BEISPIEL DES MOSCHERGRABENS

Notwendige Grundlagen, Arbeitsschritte und Ergebnisse

Feber 2001

Interner Foprschungsbericht / Anleitung



von Harald Steinwendtner & Johannes Hübl

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	3
<hr/>		
2	BENÖTIGTE GRUNDLAGEN	4
<hr/>		
2.1	GEFAHRENANALYSE	4
2.1.1	SZENARIENBILDUNG	5
2.1.2	ERSTELLEN DER INTENSITÄTSKARTE	6
2.2	EXPOSITIONSANALYSE UND FOLGENANALYSE	11
2.2.1	ERSTELLEN DER OBJEKTKATEGORIENKARTE	12
2.2.2	ERSTELLEN DER SCHUTZZIELKARTE	12
2.2.3	ERSTELLEN DER SCHADENSAUSMAßKARTEN	13
<hr/>		
3	METHODIK DER RISIKOBESTIMMUNG	14
<hr/>		
3.1	RISIKOANALYSE STUFE 1 (QUALITATIVE RISIKOANALYSE)	14
3.1.1	ERSTELLEN DER SCHUTZDEFIZITKARTE	15
3.2	RISIKOANALYSE STUFE 2 (QUANTITATIVE RISIKOANALYSE)	16
3.2.1	ERSTELLEN DER SCHADENSERWARTUNGSWERTKARTEN	16
3.3	RISIKOANALYSE STUFE 3	17
<hr/>		
4	WEITERFÜHRENDE AUSWERTUNGEN	17
<hr/>		
5	RISIKOBEWERTUNG	20
<hr/>		
6	LITERATURVERZEICHNIS	21
<hr/>		
7	ABLAUFSHEMA	22
<hr/>		

1 EINLEITUNG

Die Risikoanalyse stellt das erste von drei Elementen des Risikokonzeptes dar und soll für ein bestimmtes Gebiet die Frage „Was kann passieren?“ beantworten. Weitere Elemente in einem solchen Konzept sind die Risikobewertung, die auf den Ergebnissen der Risikoanalyse aufbaut und die Frage „Was darf passieren?“ zu beantworten versucht, und das Risikomanagement, das auf der Risikoanalyse und Risikobewertung aufbaut und auf die entscheidende Frage „Was ist zu tun?“ eine Antwort bereitstellen soll.

Wird eine Risikoanalyse durchgeführt, muß diese sachlich richtig, nachvollziehbar und verhältnismäßig im Aufwand sein (BUWAL, 1999). Gerade der letzte Punkt erscheint hier besonders wichtig. Andernfalls wird in den meisten Fällen aus finanziellen Gründen auf eine Risikoanalyse verzichtet werden, die im Umgang mit Naturgefahren, deren Abschätzung immer mit sehr hohen Unsicherheiten behaftet ist, ein für alle Betroffenen wertvolles Werkzeug darstellt.

Grundsätzlich gibt es mehrere Methoden ein Risiko für den raumrelevanten Bereich im Sinne der Gefahrenzonenplanung herzuleiten:

- Die **qualitative Methode** zeigt risikorelevante Ereignisketten innerhalb eines Systems (d. h. dem raumrelevanten Bereich) auf, beschreibt das Risiko dann allerdings nur mehr in Worten (z. B. groß, mittel, gering).
- Die **halbquantitative oder semiquantitative Methode** beschreibt das Risiko anhand einer festgelegten Skala, läßt allerdings monetäre Bewertungen des Schadens wie die qualitative Methode außer Acht.
- Die **quantitative Methode** schließlich beschreibt das Risiko (r) als Funktion von Schadenswahrscheinlichkeit (p_s) und Schadensausmaß (E_s) und wird in der Regel durch die Produktformel

$$r = p_s \cdot E_s$$

berechnet.

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Vorgangsweise zur Durchführung einer halbquantitave und quantitativen Risikoanalyse, die sich an der durch das BUWAL (1999) veröffentlichten Methode orientiert, allerdings immer auf einer im operativen Einsatz anwendbaren Ebene angesiedelt sein soll. Der Moschergraben wurde aufgrund seines klar strukturierten Einzugsgebietes und der ausgezeichneten Datengrundlage als Beispiel herangezogen (HÜBL/STEINWENDTNER, 2000).

2 BENÖTIGTE GRUNDLAGEN

Im Rahmen der vorgestellten Risikoanalyse für ein Murgangereignis mit einem Wiederkehrintervall von 100 Jahren wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Ein **digitales Höhenmodell (DHM)** mit einer Rastergröße von 5 m, erstellt aus einer Luftbildauswertung in Kombination mit einer terrestrischen Vermessung der nicht einsehbaren Grabenbereiche. Das DHM wird für die Niederschlag-Abfluß Simulation und für die 2D-Simulation der Murgänge mit dem Programm FLO-2D benötigt. Sehr hilfreich ist auch ein digitales **Orthophoto**.
- **Niederschlagsdaten** zur Erstellung der Ganglinien, **rheologische Kennwerte** des erwarteten Wasser-Feststoffgemisches für die Murgangsimulation und Abschätzungen des mobilisierbaren Feststoffpotentials
- Digitaler **Flächenwidmungsplan** für die Erstellung der Objektkategorienkarte und ein digitaler **Kataster** zur Lokalisierung von Gebäuden und zur Feststellung der Besitzverhältnisse
- **Chroniken** und **Daten aus Ereignisdokumentationen** zur Abschätzung von Abflüssen, Kubaturen und von räumlichen Auftretenswahrscheinlichkeiten
- Regionale **Verkehrswerte** von Grundstücken und Immobilien, **Schadensaufnahmen** von Ereignissen (Schadensmeldungen an die Gemeinden), **Räumkosten** von abgelagerten Feststoffen und **Wiederherstellungskosten** von Infrastruktureinrichtungen zur Erstellung der Schadensausmaßkarten

2.1 GEFAHRENANALYSE

Die Gefahrenanalyse gliedert sich in die Prozeßanalyse und die Wirkungsanalyse. Im Rahmen der Prozeßanalyse sollen mögliche Gefahren identifiziert, lokalisiert und in ihrer räumlichen Ausbreitung für verschiedene Wiederkehrintervalle abgegrenzt werden. Da die räumliche Ausbreitung bei großen und seltenen Ereignissen vor allem bei Murgängen nur schwer vorhersehbar ist, muß durch sinnvolle Szenarienbildung versucht werden, die Vorhersagesicherheit zu erhöhen.

Ziel der *Wirkungsanalyse* ist die Klassifizierung der Art, der Ausdehnung und des Grades der Gefährdung. Dies geschieht mit Hilfe einer Intensitätsmatrix die sich aus der Fließgeschwindigkeit und aus der Fließtiefe zusammensetzt. Als Ergebnis der Gefahrenanalyse erhält man zuerst Prozeßkarten jedes Szenarios und in weiterer Folge aus diesen abgeleitete Intensitätskarten, die in ihrer Abgrenzung der einzelnen

Klassen und damit in ihrer Aussage herkömmlichen Gefahrenzonenplänen entsprechen.

2.1.1 Szenarienbildung

Sind die im raumrelevanten Bereich möglichen Gefahren mittels der Prozeßanalyse identifiziert und lokalisiert, kann man dazu übergehen die auftretenden Naturgefahren getrennt nach den jeweiligen Prozessen auf ihre Wirkung zu untersuchen. Zu diesem Zweck werden Szenarien gebildet, die entweder aus früheren Ereignissen abgeleitet (rückwärtsgerichtete Indikation), in den meisten Fällen, aus Mangel an historischen Daten und der für die Planung notwendigen hohen Jährlichkeiten, ohne direkten Bezug zur Vergangenheit (vorwärtsgerichtete Indikation) erstellt werden. Um eine große Zahl hypothetischer Ereignisabläufe durchspielen zu können, bieten sich in erster Linie Simulationen an. Im vorliegenden Fall wurde zu diesem Zweck das Murensimulationsprogramm FLO-2D verwendet, daß als Ergebnis unter anderem maximale Abflusstiefen und Geschwindigkeiten in Gridform liefert und dadurch in idealer Weise die Grundlage für die Intensitätskarte liefert.

Die Szenarienbildung erfolgt zunächst durch Festlegen der erforderlichen Jährlichkeit. Im Gegensatz zu den von BUWAL vorgeschlagenen Ablaufschema empfiehlt es sich dabei aus Gründen der Einfachheit und Übersichtlichkeit die gesamte Gefahrenanalyse und in weiterer Folge auch die Risikoanalyse für die einzelnen Jährlichkeiten getrennt durchzuführen. Da es vor allem bei Murgängen auf Grund der über weite Bereiche streuenden Feststoffkonzentration enorm schwierig ist die bei einem Ereignis verlagerte Murfracht zu bestimmen, wird dieses Grundszenario in einem ersten Schritt in ein maximales und in ein minimales Ereignis einer bestimmten Jährlichkeit unterteilt.

Im Fall des Moschergrabens wurden die zwei Grundszenario in je 3 Unterszenarien verschiedener räumlicher Auftretenswahrscheinlichkeit aufgeteilt. Diese Szenarien spiegeln den möglichen unterschiedlichen Ereignisablauf wieder. Im Szenario 1 wurde eine ungehinderte Ausbreitung der Mure am Schluchtausgang unterstellt. Da dieses Ereignis aufgrund fehlender Bäume im unmittelbaren Abflußbereich der Mure relativ plausibel ist, wurde ihm eine Auftretenswahrscheinlichkeit von $p = 50 \%$ zugeschrieben. Die beiden anderen Unterszenarien berücksichtigen eine

Verklauung am Schwemmkegelhals ($p = 30\%$) und eine Verwerfung am oberen Schwemmkegel ($p = 20\%$).

Jedes dieser Unterszenarien kann nun wiederum in unterschiedlicher Ausprägung, im Fall eines Murganges mit unterschiedlichen Feststoffkonzentrationen, auftreten. Da die Konzentration maßgeblich die Fließeigenschaften (Rheologie) und damit die Geschwindigkeit und das Ablagerungsverhalten von Sediment-Wasser Gemischen beeinflusst, muß diese Tatsache natürlich im Zuge einer Risikoanalyse berücksichtigt werden. Im Fall des Moschergrabens wurde eine volumetrische Feststoffkonzentration von 40, 50 und 60 % simuliert. Diesen 3 Ausprägungen wurden identische Auftretenswahrscheinlichkeiten unterstellt.

Als Ergebnis einer Simulation mit FLO-2D erhält man die maximalen Geschwindigkeiten und Abflusstiefen für jede Rasterzelle im ASCII-Format. Diese Ergebnisdateien können als „Table“ in ArcView importiert und wiederum in einen Grid konvertiert werden. Hinterlegt man diesen Grid mit einem Orthophoto oder einem Kataster, erhält man Prozeßkarten wie sie in Abbildung 1 beispielhaft dargestellt sind.

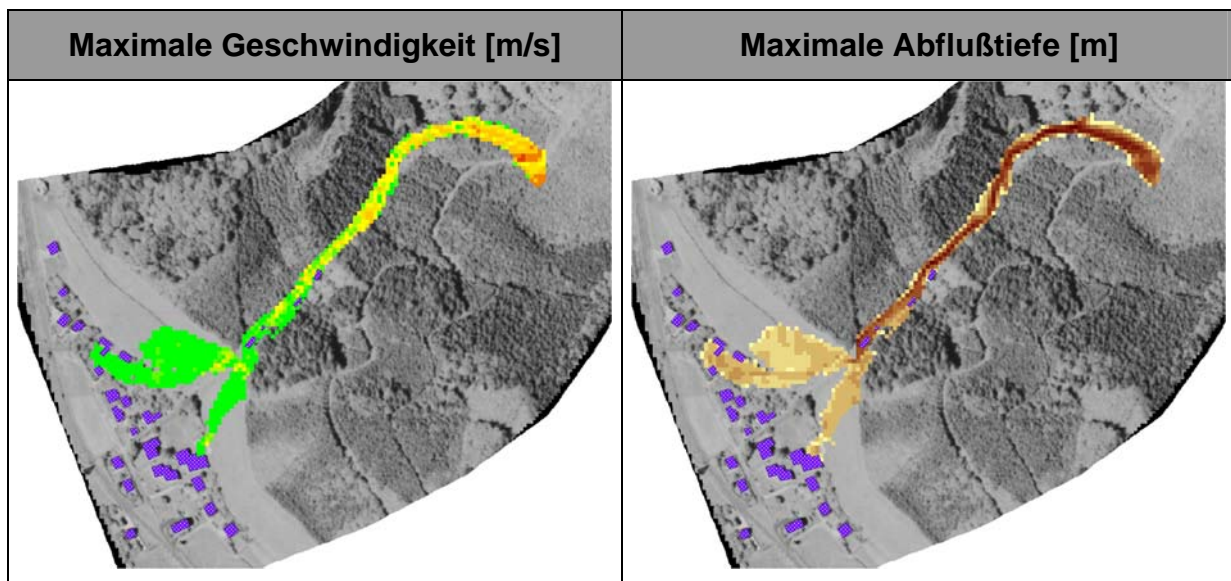


Abbildung 1: Prozeßkarte von Unterszenario 2. Dieses Szenario berücksichtigt eine Verklauung am Schwemmkegelhals, die einen linksufrigen Ausbruch verursacht. Dargestellt ist ein Ereignis mit maximaler Murfracht und einer Feststoffkonzentration von 50 %.

2.1.2 Erstellen der Intensitätskarte

Die Intensitätskarte stellt das Ergebnis der Wirkungsanalyse graphisch dar und wird unter Berücksichtigung der Auftretenswahrscheinlichkeit für die einzelnen Unterszenarien mit Hilfe der in Abbildung 2 dargestellten Intensitätsmatrix erstellt.

Aus den Intensitätskarten der Unterszenarien ergeben sich in weiterer Folge die Intensitätskarten für die Grundszenarien eines bestimmten Wiederkehrintervalls. Praktisch geschieht dies darin, daß mit Hilfe des „Map Calculators“ in ArcView aus dem Grid der maximalen Geschwindigkeit und der Abflusstiefe jeder Ausprägung eines Unterereignisses eine Abfrage zur Klassifizierung durchgeführt wird (Abbildung 3). Jedem vom Prozeß betroffenen Rasterpunkt wird somit ein Wert zwischen 0 und 3 zugeordnet (Abbildung 4 und Abbildung 5).

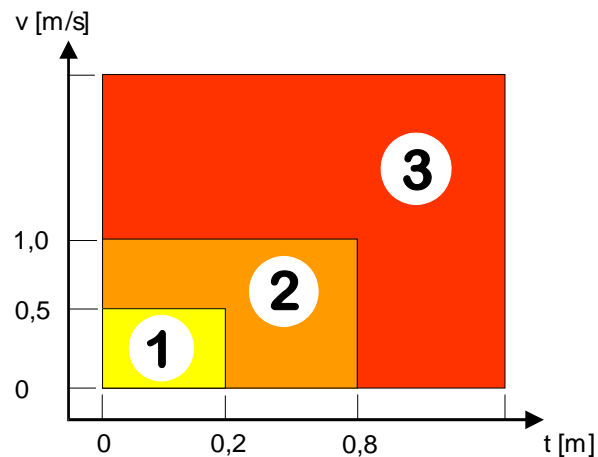


Abbildung 2: Intensitätsmatrix zur Klassifizierung der Prozeßkarten

```
([maxDepth] = 0.AsGrid).con(0.AsGrid,
([maxDepth] <= 0.2.AsGrid).con((([maxVelocity] <=
0.5.AsGrid).con(1.AsGrid,
([maxVelocity] <= 1.AsGrid).con(2.AsGrid, 3.AsGrid)) ,
([maxDepth] <= 0.8).con((([maxVelocity] <=
1.AsGrid).con(2.AsGrid, 3.AsGrid),
3.AsGrid )))
```

Abbildung 3: Abfrage zur Klassifizierung der Prozeßkarten

Die in Abbildung 3 angeführte Abfrage kann schematisch folgendermaßen dargestellt werden:

1.2	1.6	2.5	2	0
0	1.4	4.2	2	3
2	3.8	3	1	3
0	3	3	3	3
0	0	3	3	0

&

1	3.5	3	3	0
2	3.1	3	3.2	3
2	3	3.7	3	3
1	2.4	2.7	2	1
1	0	0	1	0

=

3	3	3	3	0
0	3	3	3	3
3	3	3	3	3
0	3	3	3	3
0	0	0	3	0

Abbildung 4: Schema zur Erstellung der Intensitätskarte eines Unterereignisses einer bestimmten Ausprägung

Im konkreten Fall des Unterszenario 1 mit maximaler Murfracht und einer Feststoffkonzentration von 50 % sieht der in das Orthophoto übertragene Berechnungsablauf folgendermaßen aus:

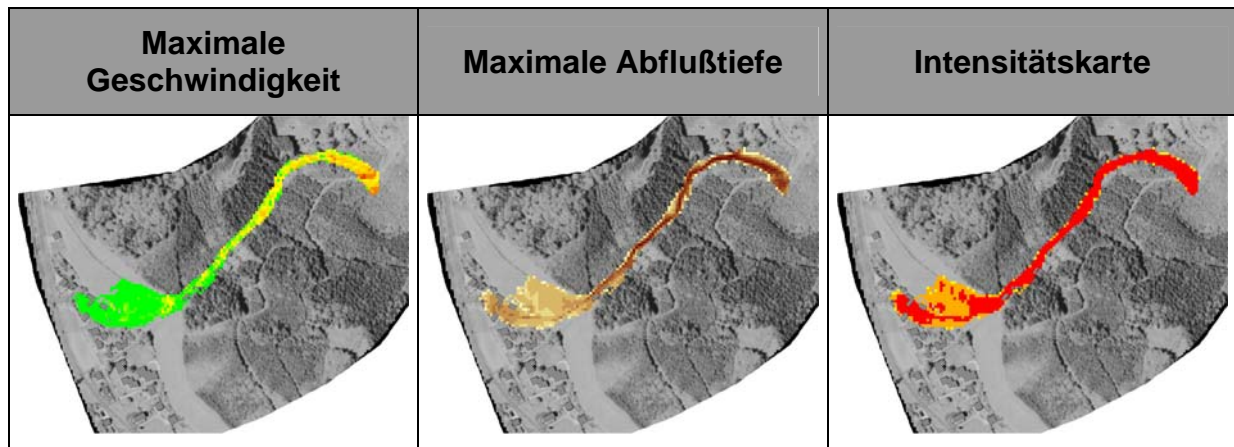


Abbildung 5: Erstellung der Intensitätskarte eines Unterereignisses (Szenario 1, maximale Murfracht) einer bestimmten Ausprägung ($C_v = 50\%$). Die Farben der Intensitätskarte entsprechen der Intensitätsmatrix aus Abbildung 2

Die Intensitätskarten der verschiedenen Ausprägungen der Unterszenarien werden nun zu einer Intensitätskarte für das jeweilige Unterszenario zusammengefaßt (Abbildung 6). Dies geschieht, indem von allen Ausprägungen eines Unterereignisses mittels einer Abfrage die maximal auf einer durch den Prozeß betroffenen Rasterzelle auftretende Intensität herausgefiltert wird, und wieder zu einem Grid zusammengefaßt wird. Diese Karte zeigt nun die maximalen Intensitäten des gefährlichen Prozesses einer bestimmten Eintrittswahrscheinlichkeit.

Im vorliegenden Fall wurde diese Abfrage im Programm ECXEL durchgeführt. Dazu müssen zuerst sämtliche in Rasterform vorliegenden Intensitätskarten eines

Unterszenarios nach EXCEL exportiert werden. Dies geschieht am einfachsten mittels des Scripts „sample.ave“ mit dem sämtliche in einem „View“ vorhandenen Grids in ein in EXCEL importierbares ASCII-File umgewandelt wird. Nach Durchführung der Abfrage wird das Ergebnis wieder als „Table“ im ArcView übernommen und erneut in einen Grid konvertiert (Abbildung 7).

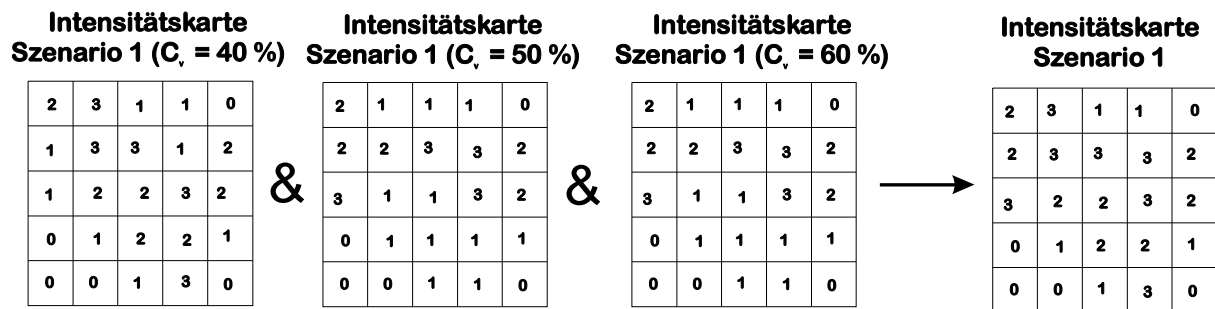


Abbildung 6: Erstellung der Intensitätskarte eines Unterszenarios durch Herausfiltern der maximal auf einer Rasterzelle auftretenden Intensität

Im konkreten Fall des Moschergrabens ist der oben beschriebene Vorgang in Abbildung 7 dargestellt.

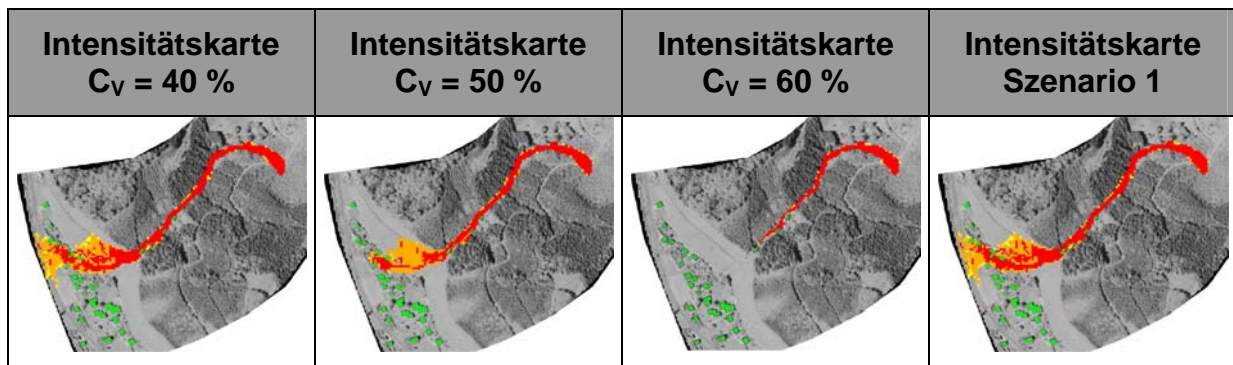


Abbildung 7: Überlagerung der Intensitätskarten der unterschiedlichen Ausprägungen. Dargestellt ist der Ablauf zur Erstellung der Intensitätskarte für das Unterszenario 1 mit minimaler Murfracht

Hat man nun die Intensitätskarten aller Unterszenarien erstellt, kann man dazu übergehen die Intensitätskarten der Grundszenarien zu berechnen. Dies geschieht wiederum durch das Herausfiltern der in den Intensitätskarten der Grundszenarien auftretenden maximalen Intensitäten (Abbildung 8).

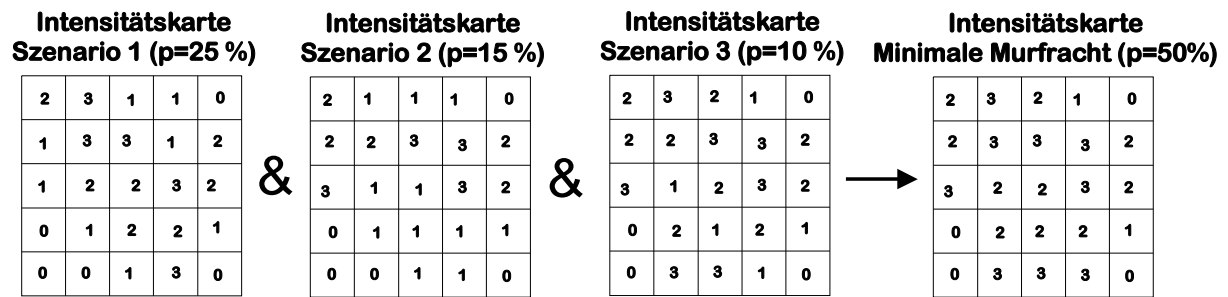


Abbildung 8: Vorgang zur Berechnung der Intensitätskarten der Grundszenarien

Die konkrete Umsetzung für die Unterszenarien des Grundszenarios mit minimaler Murfracht ist in Abbildung 9 dargestellt.

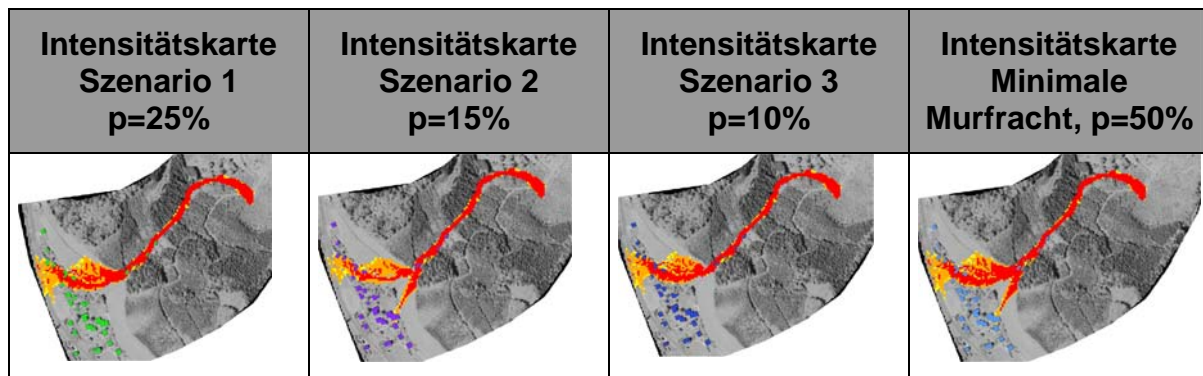
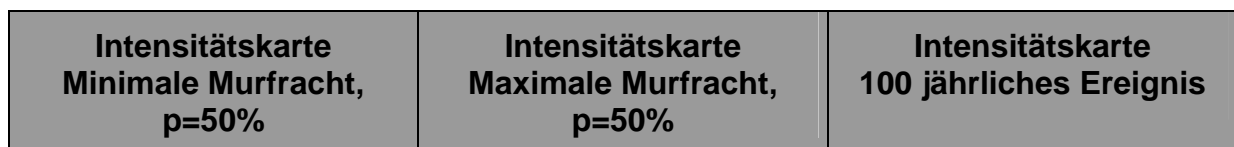


Abbildung 9: Aus den Intensitätskarten der Unterszenarios wird durch Herausfiltern der Maximalwerte die Intensitätskarte eines Grundszenarios generiert.

Auf die gleiche Weise wird in weiterer Folge nun eine Intensitätskarte für ein maximales Ereignis erstellt. Die beiden Intensitätskarten können nun getrennt weiterverarbeitet werden (führt zur Bestimmung eines minimalen und maximalen Risikos), oder aber auch in einer einzigen Intensitätskarte eines Grundereignisses mit einem bestimmten Wiederkehrintervall zusammengeführt werden (Abbildung 10).



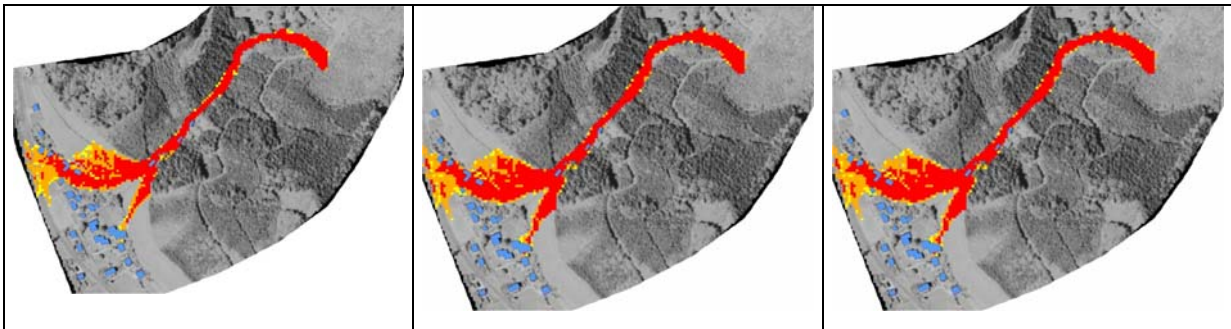


Abbildung 10: Intensitätskarten der beiden Grundereignisse und eines 100-jährlichen Ereignisses

Die Ergebnisse aus dem oben angeführten Arbeitsschritten werden direkt zu der in Kapitel 3 näher beschriebenen Bestimmung des Kollektivrisikos herangezogen. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Grundscenarien ergibt sich dabei direkt aus dem Wiederkehrintervall. Die mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit belegten und mit dem Wiederkehrintervall multiplizierten Intensitätskarten der Unterszenarien können zur Bestimmung des Risikos von Einzelobjekten herangezogen werden.

In ihrer Aussage kann die Intensitätskarte der Abgrenzung der Gefahrenzonen des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung gleichgesetzt werden, die aber durch Einbeziehung einer räumlichen Eintretenswahrscheinlichkeit noch an zusätzlicher Aussagekraft gewinnt (Abbildung 11).

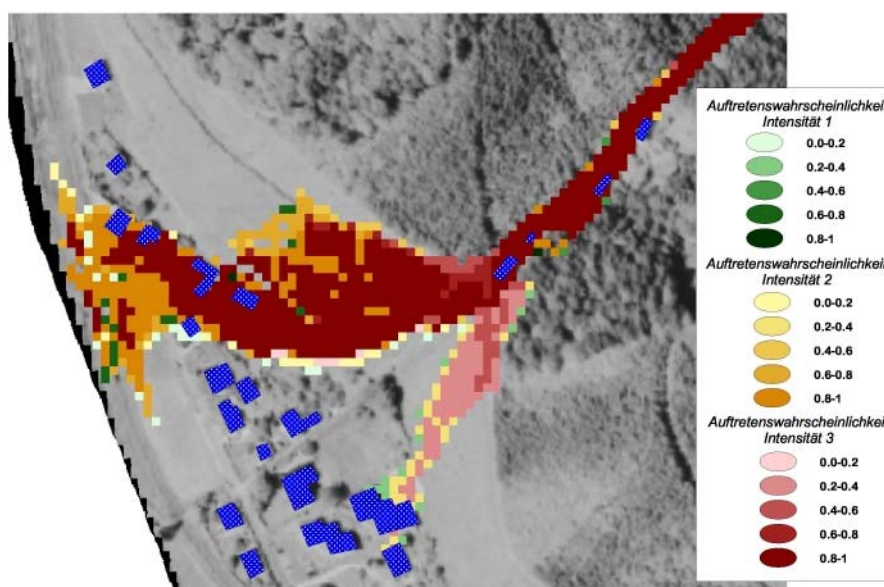


Abbildung 11: Intensitätskarte mit Berücksichtigung der räumlichen Auftretenswahrscheinlichkeit

2.2 EXPOSITIONSANALYSE UND FOLGENANALYSE

In der Expositionsanalyse werden die potentiell durch den jeweiligen Prozeß betroffenen Objekte nach Art, Ort und Präsenz bestimmt (HÜBL, 2001). Zur

Bestimmung des Kollektivrisikos werden die Objekte, die die kleinste untersuchte Einheit in der Risikoanalyse darstellen in verschiedene Objektkategorien zusammengefaßt. Dies wird in der Regel auf Grundlage des Flächenwidmungsplanes geschehen. Diesen Objektkategorien werden in der semiquantitativen Risikoanalyse die maximal zulässigen Intensitäten des Prozesses (Schutzziele) für unterschiedliche Wiederkehrintervalle zugewiesen.

2.2.1 Erstellen der Objektkategorienkarte

Wie bereits erwähnt werden die Objektkategorien am besten aus einem digitalen Flächenwidmungsplan übernommen. Aus diesem sind in jedem Fall Siedlungs- und Gewerbegebiete, Infrastruktureinrichtungen und landwirtschaftliche Flächen ersichtlich, die gegebenenfalls noch vereinfacht und zusammengefaßt werden müssen. Im Fall des Moschergrabens wurden die Flächen direkt in ArcView aus einem Orthophoto digitalisiert. Das Ergebnis ist in Abbildung 12 dargestellt. Die Flächen werden als „shapes“ gespeichert und dienen in erster Linie als Grundlage für die Erzeugung der Schutzzielkarte (Kapitel 2.2.2).

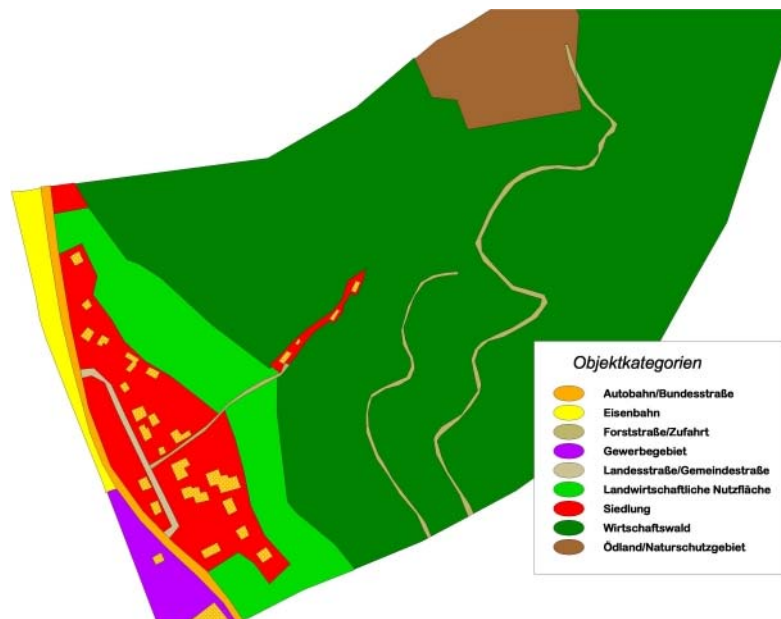


Abbildung 12: Objektkategorienkarte des Moschergrabens

2.2.2 Erstellen der Schutzzielkarte

Nach der Erstellung Objektkategorienkarte, wird jeder Objektkategorie ein Schutzziel, klassifiziert von 0 – 3 zugewiesen. Ein Schutzziel definiert die maximal zulässige Intensität einer Objektkategorie. Zum Beispiel wird für einen Siedlungsraum oder für hochrangige Infrastruktureinrichtungen die maximal zulässige Intensität bei 0 oder

höchstens 1 liegen und damit mit einem sehr hohen Schutzziel belegt werden. Landwirtschaftliche Flächen oder Ödland weisen hingegen nur einen geringen Schutzbedarf, also ein Schutzziel von 2 oder 3 auf. Die Schutzziele können regional verschieden sein, werden sich aber in der Regel in den vom BUWAL, 1999 vorgeschlagenen Bereichen bewegen.

Zur Erstellung der Schutzzielkarte wird die Objektkategorienkarte mit dem Attribut „Schutzziel“ in einen Grid konvertiert, dessen Rasterweite mit den in Kapitel 2.1.2 erstellten Intensitätskarten übereinstimmen muß. Die auf diese Weise erzeugte Schutzzielkarte des Moschergabens ist in Abbildung 13 dargestellt.

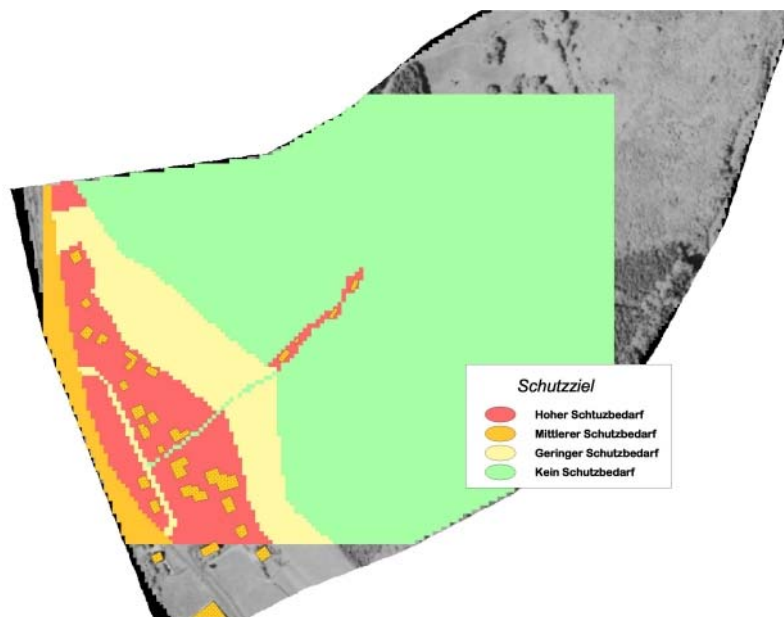


Abbildung 13: Schutzzielkarte des Moschergabens

2.2.3 Erstellen der Schadensausmaßkarten

Die quantitative Bestimmung des Risikos (Risikoanalyse Stufe 2 und 3) erfordert eine monetäre Bewertung des potentiellen Schadens in Abhängigkeit von der Intensität des betrachteten Prozesses. Das Schadensausmaß orientiert sich am Verkehrswert von Grundstücken und Immobilien, an den Wiederherstellungskosten von Infrastruktureinrichtungen und an den Räumkosten auf landwirtschaftlichen Flächen. Da diese Zahlen regional sehr unterschiedlich sind, fehlen Tabellen für das spezifische Schadensausmaß derzeit noch in Österreich. Dies schränkt die praktikable Anwendung einer quantitativen Risikobestimmung derzeit noch extrem ein.

einer Schutzdefizitkarte ausgedrückt, die aus der Subtraktion der Schutzzielkarte von der Intensitätskarte einer bestimmten Jährlichkeit resultiert.

3.1.1 Erstellen der Schutzdefizitkarte

Die Erstellung der Schutzdefizitkarte kann mit Hilfe des „Map Calculators“ direkt in ArcView erfolgen, in dem der Grid des Schutzzieles vom Grid der Intensitätskarte eines gewünschten Wiederkehrintervalls abgezogen wird (Abbildung 15). Die dadurch entstehenden Werte von $-3 - 3$ drücken die Differenz zwischen einem gewünschten Schutzziel und der tatsächlich auftretenden Intensitäten aus. Bereiche mit dem Wert 3 weisen also ein hohes Schutzdefizit auf, Bereiche mit einem Wert ≤ 0 keine Differenz zwischen tolerierter und tatsächlicher Intensität.

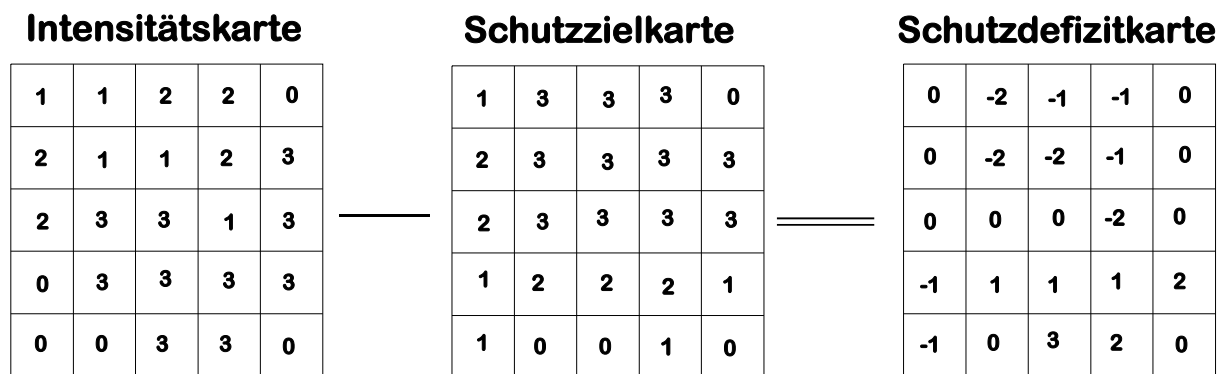


Abbildung 15: Erstellen der Schutzdefizitkarte durch Subtraktion der Schutzzielkarte von der Intensitätskarte.

Abbildung 16 zeigt die konkrete Umsetzung am Moschergaben für ein 100 jährliches Ereignis. Da im Siedlungsgebiet hohe Intensitäten mit einem hohen Schutzbedarf zusammentreffen, weist dieser Bereich ein hohes Schutzdefizit auf. Etwaige Schutzmaßnahmen müssen sich daher vor allem auf den unteren Grabenbereich und auf die besiedelte rechte Hälfte des Schwemmkegels konzentrieren.

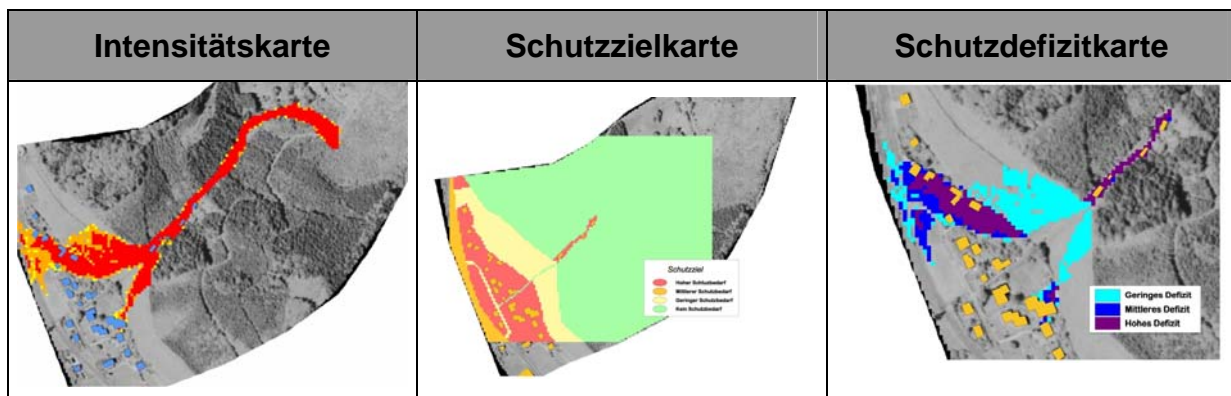


Abbildung 16: Erstellen der Schutzdefizitkarte aus der Intensitäts- und Schutzzielkarte

3.2 RISIKOANALYSE STUFE 2 (QUANTITATIVE RISIKOANALYSE)

In der Stufe 2 der Risikoanalyse kommt die monetäre Komponente in Spiel. Als Ergebnis erhält man den Schadenserwartungswert (Risiko) eines Ereignisses einer bestimmten Jährlichkeit. Zur Berechnung werden also die Grids für das spezifische Schadensausmaß (Kapitel 2.2.3) und die Intensitätskarte einer bestimmten Jährlichkeit benötigt.

3.2.1 Erstellen der Schadenserwartungswertkarten

Zur Erstellung der Schadenserwartungswertkarten werden die Grids der Intensitätskarten und der Schadensausmaßkarten mit Hilfe des Scripts „sample.ave“ in das Programm EXCEL exportiert. Dort erfolgt die Abfrage die in die Erstellung der Schadenserwartungswertkarten mündet. Dazu muß in einem ersten Schritt abgefragt werden, welche Intensität auf einer Rasterzelle auftritt, und danach dieser Zelle das Schadensausmaß aus dem der Intensität entsprechenden Schadensausmaßgrid zugeordnet werden. Der so erzeugte Schadenserwartungswert wird in Form eines Tables wieder im ArcView übernommen. Das Ergebnis ist in Abbildung 17 dargestellt. Aus den Karten kann nun der mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 % jährlich auftretende Schaden, oder der bei einem 100 jährlichen Ereignis zu erwartende Schaden abgelesen werden. Diese Werte können nun für die Planung von Schutzmaßnahmen und insbesondere auch für eine entsprechend fundierte Kosten-Nutzen Analyse verwendet werden.

Schadenserwartungswert/Jahr T = 100	Schadenserwartungswert T = 100
--	---

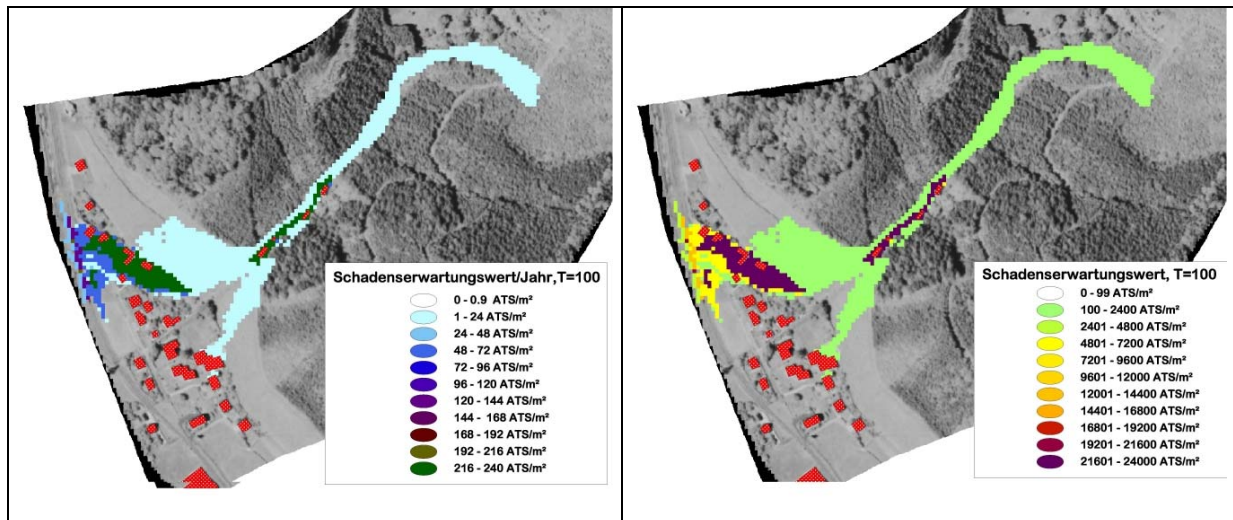


Abbildung 17: Berechnete Schadenserwartungswerte für ein 100 jährliches Ereignis im Einzugsgebiet des Moschergabens

3.3 RISIKOANALYSE STUFE 3

In der Risikoanalyse der Stufe 3 wird das Risiko für Einzelobjekte ermittelt. Dazu werden die Intensitätskarten der unterschiedlichen Szenarien oder aber die Intensitätskarte mit Berücksichtigung der Auftretenswahrscheinlichkeiten verwendet. Da die detaillierten Untersuchungen an Einzelobjekten extrem zeitintensiv sind, werden sie nur in Ausnahmefällen angewendet werden. Die grundsätzlich Vorgangsweise entspricht der bereits oben angeführten und wird daher nicht mehr näher erläutert.

4 WEITERFÜHRENDE AUSWERTUNGEN

Aus der bekannten Fläche der Rasterzellen können aus der Spalte „Count“ der einzelnen Tables beliebige Statistiken berechnet werden. Die Abbildung 18, Abbildung 19 und Abbildung 21 zeigen anhand einiger Beispiele mögliche Auswertungen.

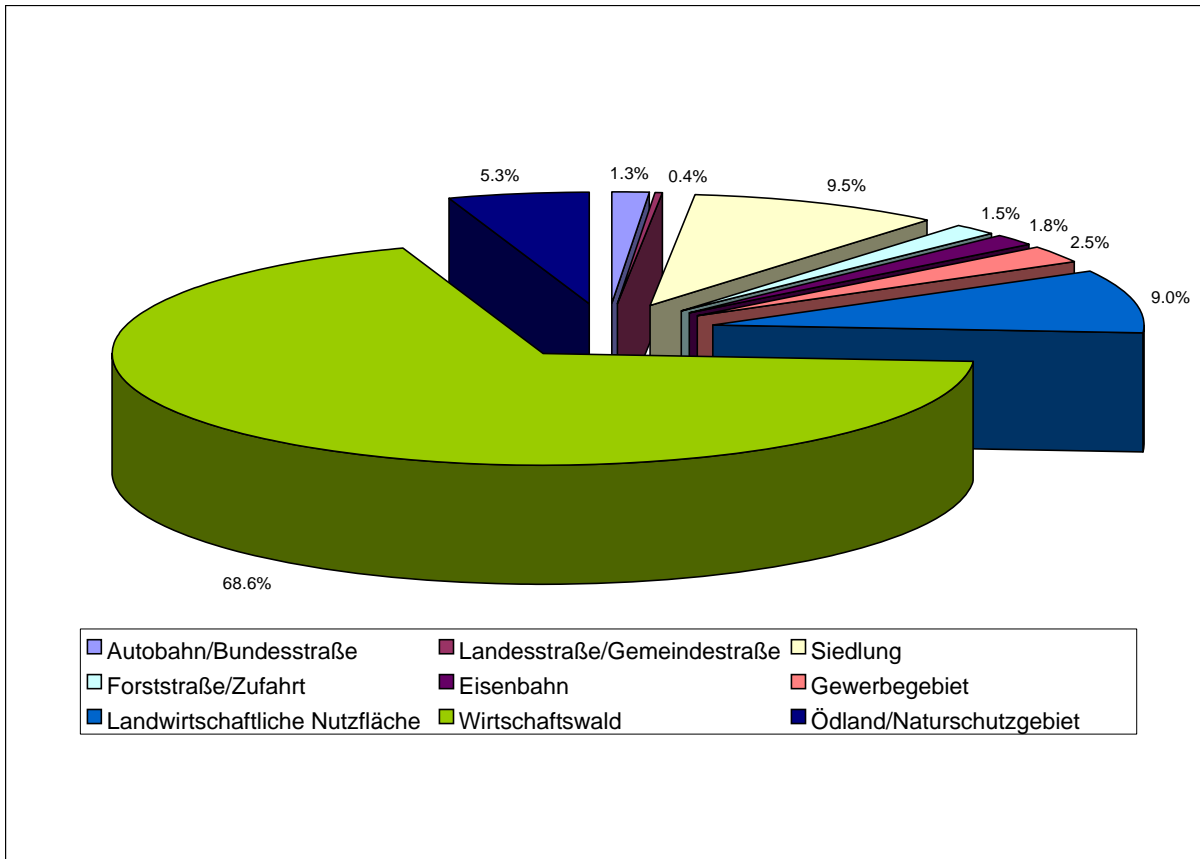


Abbildung 18. Prozentuelle Verteilung der Nutzungen im Einzugsgebiet des Moschergrabens

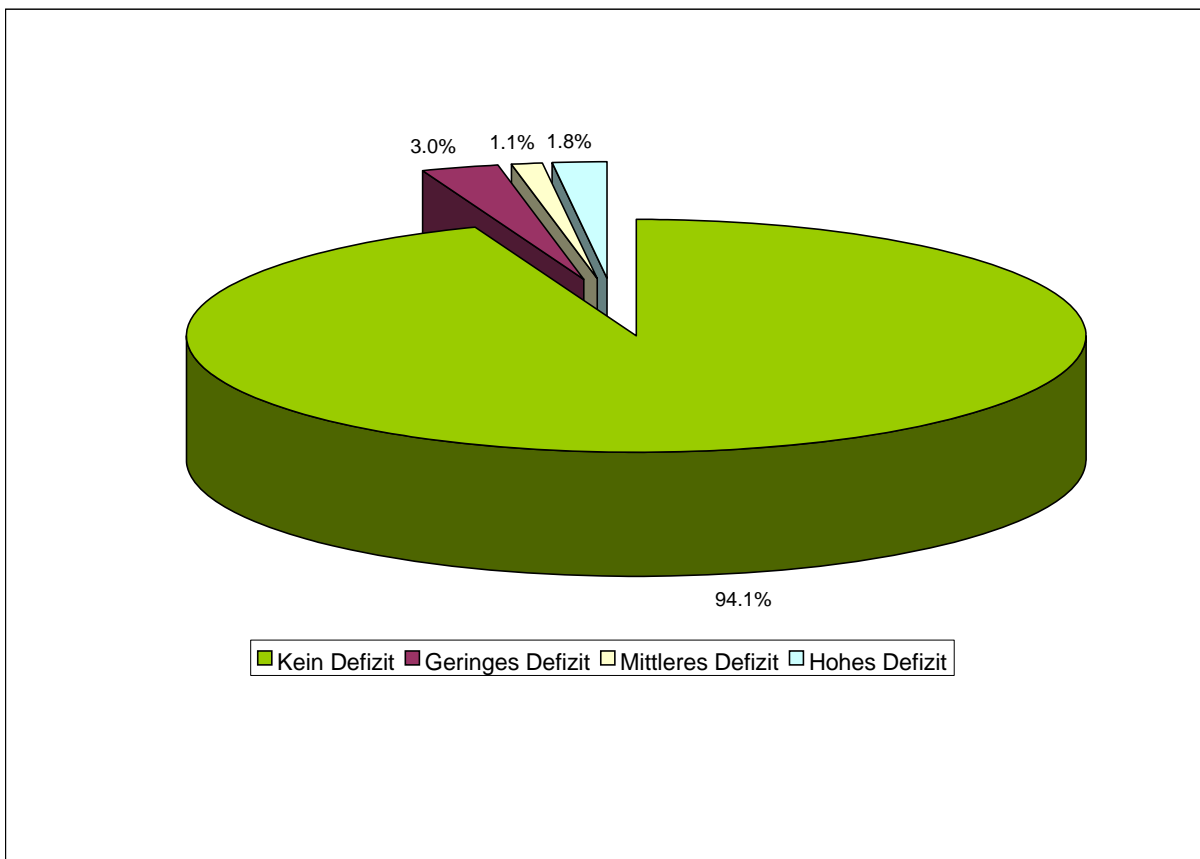


Abbildung 19: Prozentuelle Verteilung des Schutzdefizites im Einzugsgebiet des Moschergabens

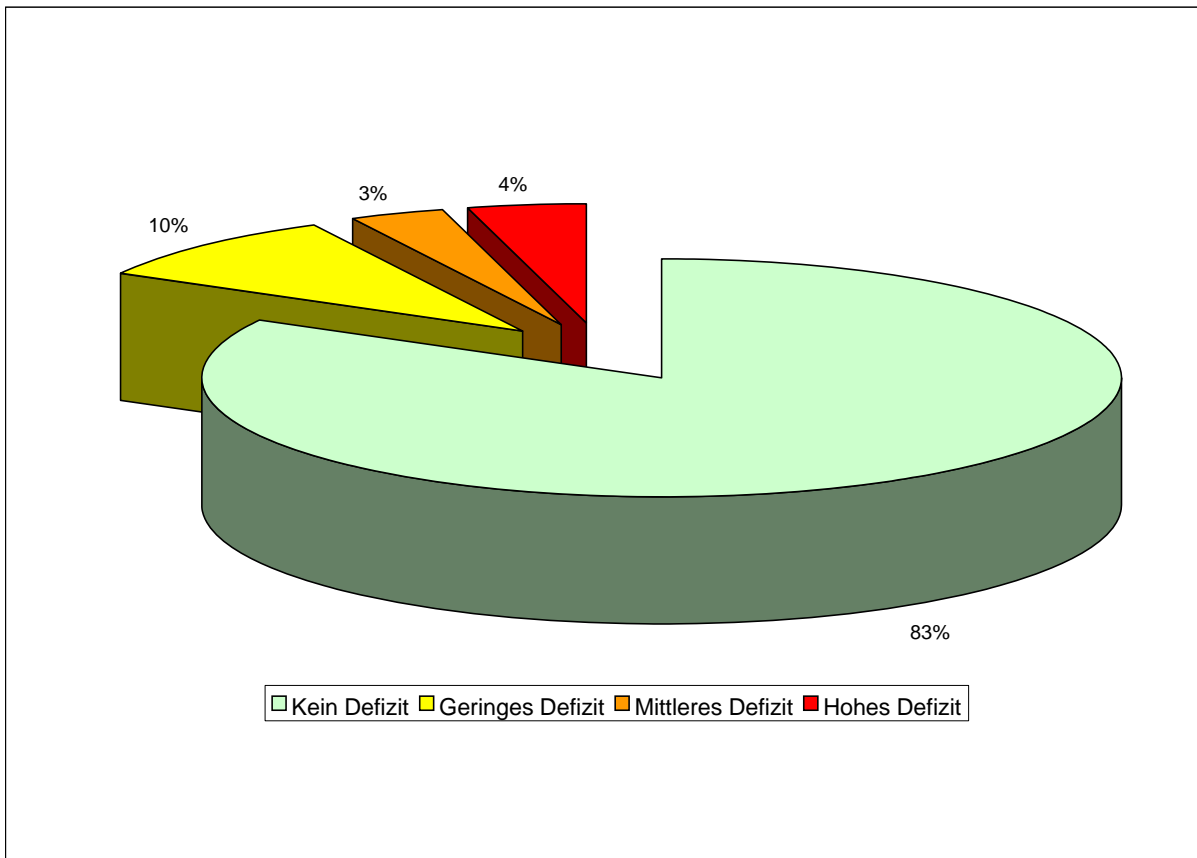


Abbildung 20: Prozentuelle Verteilung des Schutzdefizites am Schwemmkegel des Moschergabens

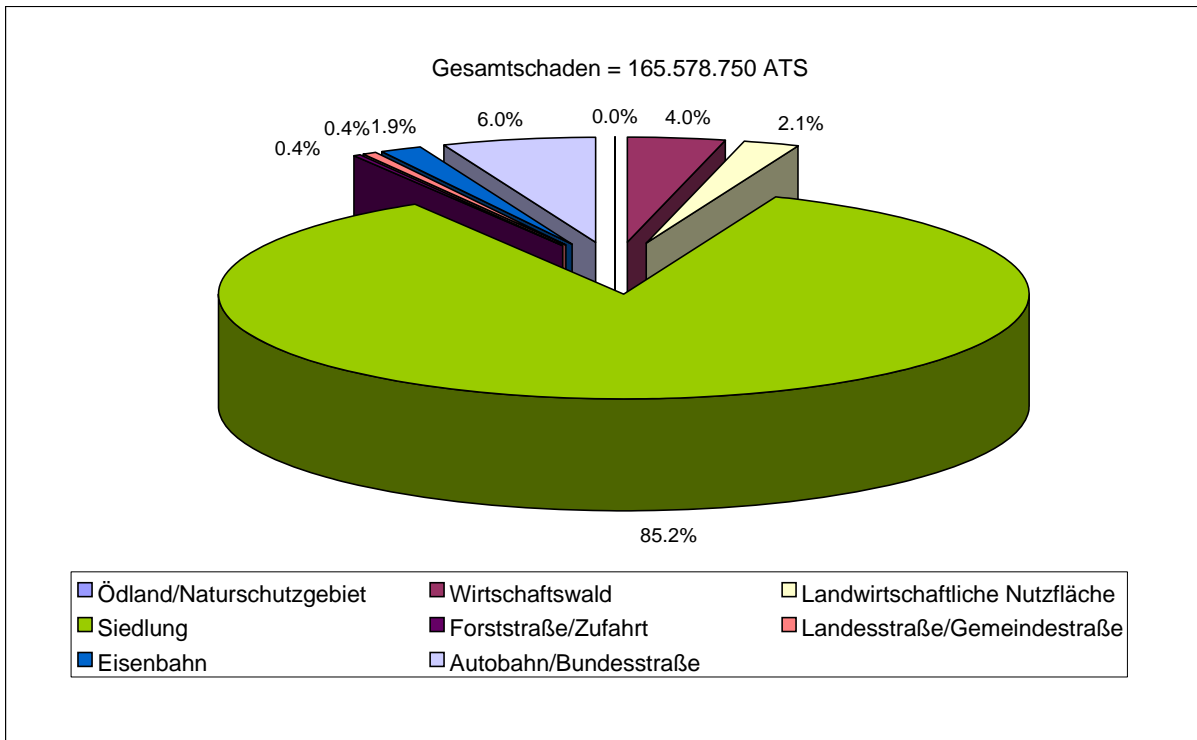


Abbildung 21: Prozentueller Anteil der Nutzungsarten am Gesamtschaden bei einem Ereignis mit einem Wiederkehrintervall von 1 %.

5 RISKOBEWERTUNG

Die Risikoanalyse und die damit verknüpften Auswertungen dienen als Werkzeug zur mehr oder weniger wertfreien Darstellung potentieller Problembereiche. Die Entscheidung wie mit dieser Information umgegangen wird und damit die Bewertung des akzeptablen Risikos kann niemals von den Verfassern einer Risikoanalyse getroffen werden. Letztendlich muß die betroffene Bevölkerung die Ergebnisse der Risikoanalyse bewerten und entscheiden ob und in welcher Art Gegenmaßnahmen getroffen werden müssen. Diese gesellschaftspolitische Entscheidung soll einen Konsens aller Betroffenen darstellen, der mit der endgültigen Festlegung der anzustrebenden Schutzziele endet.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft), 1999: Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren, Umwelt-Materialien Nr. 107/1 Naturgefahren, Bern
- HÜBL, J., STEINWENDTNER, H. (2000): Zweidimensionale Modellierung von Murgängen anhand zweier ausgewählter Beispiele in Österreich, Band 3, S.179-190
- HÜBL, J. (2001): Sicherheitsplanung zum Schutz vor Murgängen, Erläuterungen zu den einzelnen Arbeiten, Habilitationsschrift, Boku, Wien

7 ABLAUFSHEMA

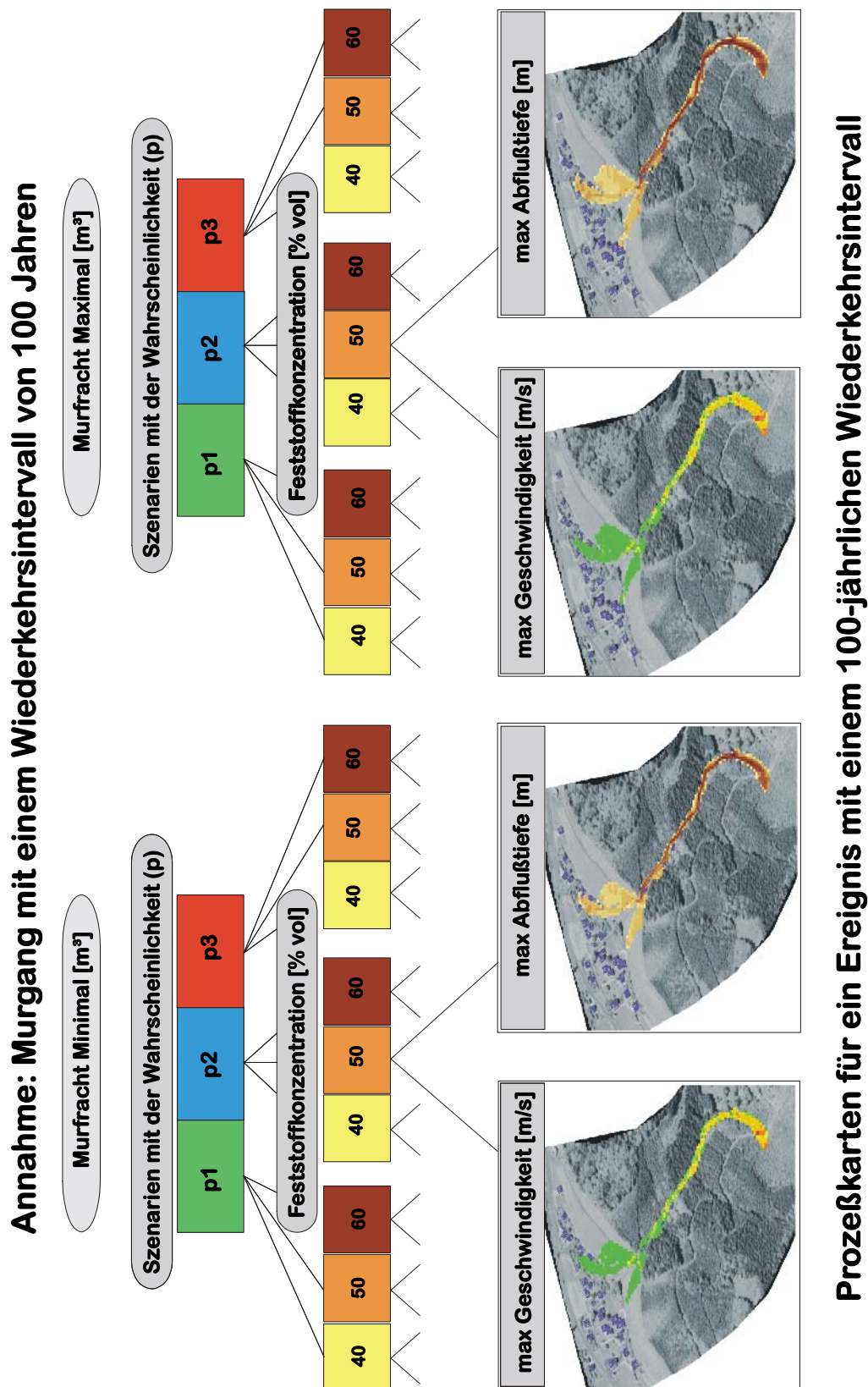


Abbildung 22: Erstellung von Prozeßkarten

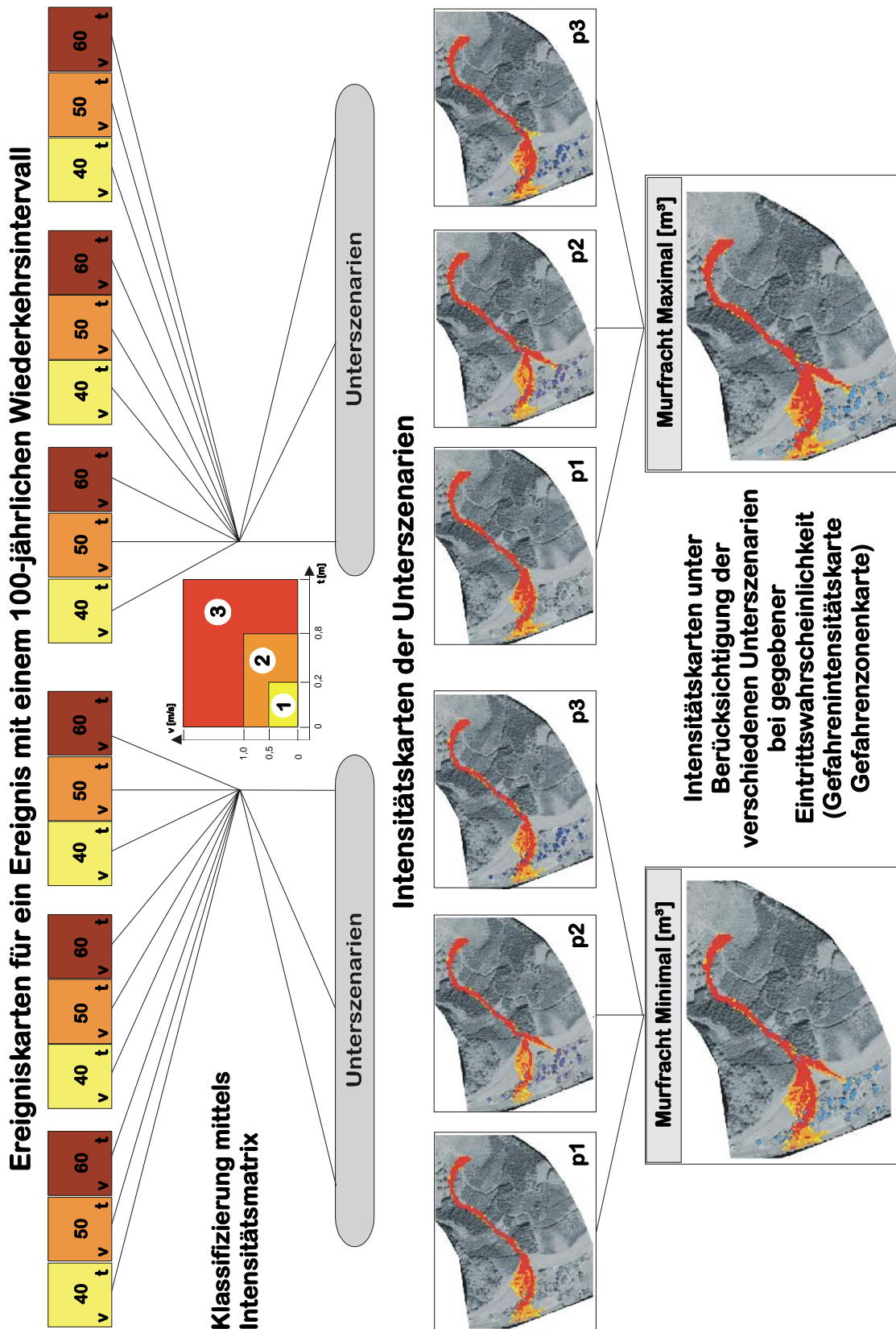
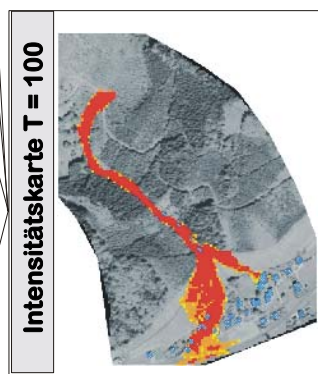
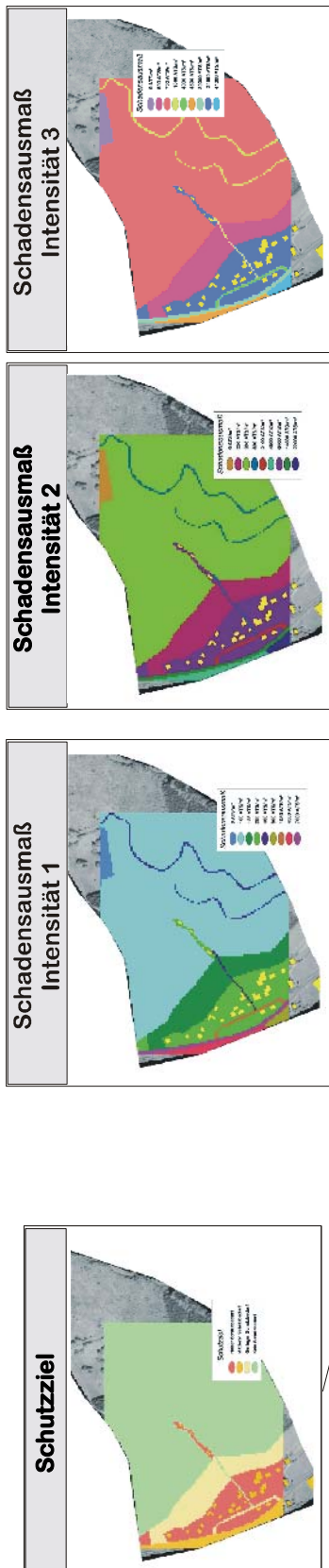


Abbildung 23: Erstellung von Intensitätskarten



Risikoanalyse Stufe 1

Intensitätskarte unter Berücksichtigung der verschiedenen Unterszenarien bei gegebener Eintrittswahrscheinlichkeit (Gefahrenintensitätskarte (Gefahrenzonenkarte))

Risikoanalyse Stufe 2

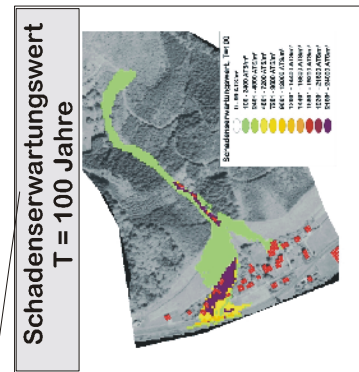
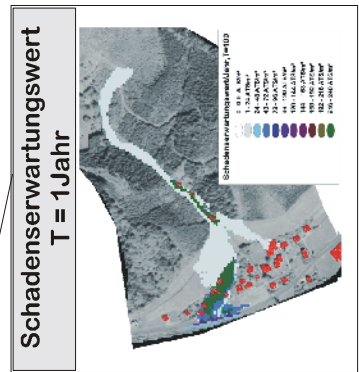
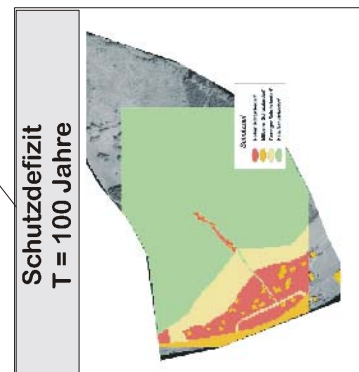


Abbildung 24: Erstellung von Schutzdefizit und Schadenserwartungswertkarten